



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.04.2002 Patentblatt 2002/15

(51) Int Cl.7: **G03G 15/00**

(21) Anmeldenummer: **01122655.2**

(22) Anmeldetag: **28.09.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **04.10.2000 US 679016**

(71) Anmelder: **NexPress Solutions LLC**
Rochester, NY 14653-7103 (US)

(72) Erfinder:
• **Chowdry, Arun**
Pittsford, New York 14534 (US)
• **Cody, Craig M.**
Scottsville, New York 14546 (US)
• **Cormier, Steven**
West Henrietta, New York 14586 (US)
• **Grabb, Dennis**
Sodus, New York 14551-9551 (US)

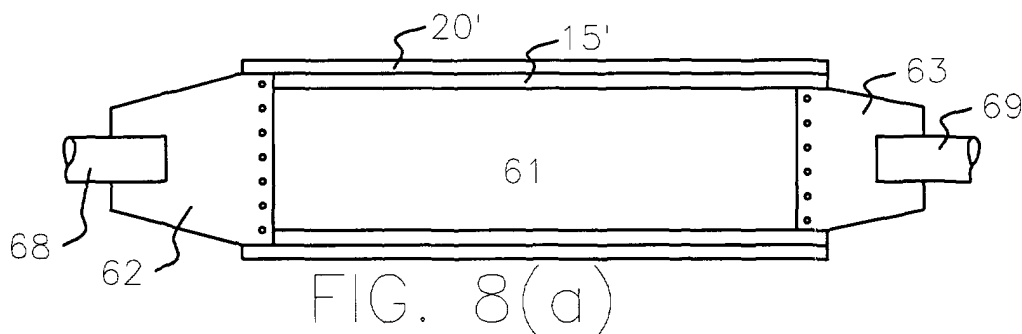
- **Herrick, Diane M.**
Rochester, New York 14619 (US)
- **May, John W.**
Rochester, New York 14616 (US)
- **Miskinis, Edward T.**
Rochester, New York 14617 (US)
- **Molaire, Michel F.**
Rochester, New York 14625 (US)
- **Pavlisiko, Joseph A.**
Pittsford, New York 14534 (US)
- **Tan, Biao**
Rochester, New York 14607 (US)
- **Tombs, Thomas N.**
Brockport, New York 14420 (US)

(74) Vertreter: **Franzen, Peter et al**
Heidelberger Druckmaschinen AG,
Kurfürsten-Anlage 52-60
69115 Heidelberg (DE)

(54) **Elektrostatografische Doppelhülsenwalze und Verfahren zu deren Anwendung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Doppelhülsenwalze (503, 508) zur Verwendung in einer elektrostatografischen Maschine (500) mit einem zylinderförmigen, starren Kernelement (11); einem entfernbaren inneren Hülsenelement (15), das eine nachgiebige Schicht derart umfasst, dass das innere Hülsenelement das starre

Kernelement (11) umgreift und eng daran anliegt; einem entfernbaren äußeren Hülsenelement (20), das eine nachgiebige Schicht (22) umfasst und dass das äußere Hülsenelement (20) das innere Hülsenelement (15) umgreift und eng daran anliegt sowie ein Verfahren zur Erzeugung eines elektrostatografischen Produkts mit einer solchen Doppelhülsenwalze (503, 508).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrostatische Vorrichtung und elektrostatische Verfahren zur Verwendung einer mit zwei Hülse versehenen Walze und insbesondere eine elektrostatische Vorrichtung und elektrostatische Verfahren zur Verwendung einer mit zwei Hülse versehenen, nachgiebigen Walze, und zwar entweder als primäres, bilderzeugendes Element oder als Zwischenübertragungselement zur elektrostatischen Übertragung von Tonerbildern auf Aufnahmeelemente.

[0002] Die Verwendung eines Zwischenübertragungselements in einer elektrostatischen Vorrichtung zur Übertragung von Toner von einem bilderzeugenden Element auf ein Aufnahmeelement (z.B. Papier) ist nach dem Stand der Technik bekannt und findet in kommerziellen, elektrofotografischen Kopierern und Druckern Verwendung. Ein auf einem primären, bilderzeugenden Element (PIFM) ausgebildetes Bild wird in einem ersten Übertragungsvorgang auf ein Zwischenübertragungselement (ITM) übertragen und anschließend in einem zweiten Übertragungsvorgang vom Zwischenübertragungselement auf ein Aufnahmeelement. Bei der zweiten Übertragung eines Tonerbildes von einer Zwischenübertragungswalze auf ein Aufnahmeelement, wird üblicherweise eine Stützwalze hinter einem Papieraufnahmeelement verwendet, wobei ein Spalt ausgebildet wird, um das Aufnahmeelement gegen das Zwischenübertragungselement zu drücken.

[0003] Wie in der US 5,084,735 und in der US 5,370,961 beschrieben, dient die Verwendung einer nachgiebigen Zwischenübertragungswalze, auf die eine dicke nachgiebige Schicht und eine relativ dünne, harte Deckschicht aufgetragen ist, der Qualitätsverbesserung der elektrostatischen Tonerübertragung von einem Abbildungselement auf ein Aufnahmeelement, und zwar in Vergleich mit einer nicht nachgiebigen Zwischenübertragungswalze. Die US 5,187,526 beschreibt zudem, dass sich die elektrostatische Übertragung verbessern lässt, indem für die Zwischenübertragungswalze und für die Übertragungsstützwalze jeweils ein anderer spezifischer elektrischer Widerstand vorgegeben wird. Die US 5,701,567 beschreibt eine Zwischenübertragungswalze, die ein nachgiebiges Tuch mit darin eingebetteten Elektroden umfasst, um die Beaufschlagung mit einem elektrischen Übertragungsfeld räumlich steuern zu können. Nach dem Stand der Technik wird die Verwendung einer nachgiebigen Zwischenübertragungswalze in Verbindung mit einem Papiertransportband in einer elektrofotografischen Mehrfarbenmaschine beschrieben.

[0004] Im Offset-Druck findet seit langem ein auswechselbares Endlosband oder ein schlauchförmiges Tuch auf einer Zwischenwalze Verwendung, wie jüngst in der US 5,894,796 beschrieben, wobei das schlauchförmige Tuch aus verschiedenen Materialien, wie u.a. Gummi und Kunststoff, bestehen und mit einer Innen-

schicht aus Aluminium oder einem anderen Metall verstärkt sein kann. Wie zuvor bereits in der US 4,144,812 beschrieben, umfasst eine Offset-Zwischenübertragungswalze einen Abschnitt, der einen etwas kleineren Durchmesser als der Hauptkörper aufweist, so dass ein Tuchelement über den schmaleren Abschnitt geschoben werden kann, bis dieses eine Position erreicht, an der es in die Walze eingebrachte Öffnungen erlauben, ein unter Druck stehendes Fluid, z.B. Druckluft, durch die Öffnungen zu leiten und dadurch das Tuchelement zu dehnen, um das gesamte Tuchelement auf den Hauptkörper der Walze aufzuschieben zu können. Sobald sich das Tuch in einer geeigneten Position befindet, wird die Druckluftquelle oder die Fluidquelle abgeschaltet, wodurch sich das Tuchelement entspannen kann, wobei die verbleibende Spannung noch ausreicht, so dass das Tuchelement die Walze gut anliegend umschließt.

[0005] Die US 5,335,054 und die US 5,745,829 beschreiben eine Zwischenübertragungswalze, die einen starren Kern und ein abnehmbares, auswechselbares Zwischenübertragungstuch umfasst, wobei das Zwischenübertragungstuch fest und auswechselbar an dem Kern befestigt und gehalten ist. Das zur Verwendung in Verbindung mit einem Flüssigentwickler zum Tonern eines primären Bildes beschriebene Zwischenübertragungstuch besteht aus einem im Wesentlichen rechteckigen Bogen, der an dem Kern mit Hilfe von Greifern mechanisch gehalten ist. Der Kern (oder die Trommel) weist Aussparungen auf, in denen die Greifer angeordnet sind. Aus der US 5,335,054 und der US 5,745,829 ist zu ersehen, dass aufgrund der Aussparungen nicht die gesamte Oberfläche der Zwischenübertragungstrommel für die Übertragung verwendbar ist, was einen Nachteil darstellt, der wiederum kosten- aufwändige Mittel erfordert, um den nutzbaren Bereich der Trommel in einwandfreier Ausrichtung zu halten, wenn ein Tonerbild von einem primären bilderzeugenden Element auf die Zwischenübertragungswalze übertragen wird, oder wenn ein Tonerbild von einer Zwischenübertragungswalze auf ein Aufnahmeelement übertragen wird. Die Tatsache, dass das Tuch nicht die gesamte Kernoberfläche durchgängig bedeckt, weil zwei seiner Ränder von Greifern gehalten werden, stellt ebenfalls einen Nachteil dar. Ein weiterer Nachteil ergibt sich daraus, dass zwischen diesen Rändern unvermeidlich ein Spalt entsteht, so dass sich dort Verunreinigungen ablagern können, die möglicherweise zu Übertragungsartefakten führen.

[0006] Die US 5,415,961 beschreibt ein elektrostatisches Abbildungselement in Form eines abnehmbaren, auswechselbaren Endlos-Abbildungsbandes auf einer starren Walze. Das elektrostatische Abbildungselement ist auf der starren Walze angeordnet und lässt sich von der starren Walze mit Hilfe von Mitteln abnehmen, die das Dehnen des Endlos-Abbildungsbandes mittels eines unter Druck stehenden Fluids umfassen.

[0007] Die US 5,298,956 und die US 5,409,557 be-

schreiben ein verstärktes, nahtloses Zwischenübertragungselement, das die Form eines Bandes, einer Hülse, eines Rohrs oder einer Walze aufweisen kann und ein Verstärkungselement in einer Endloskonfiguration umfasst, das mit Füllmaterial ausgestattet ist und Material zur Regulierung der elektrischen Eigenschaften beinhaltet, welches auf, um oder in dem Verstärkungselement angeordnet ist. Das Verstärkungselement kann aus Metall, Synthetikmaterial oder Fasermaterial bestehen und weist ein Elastizitätsmodul von ca. 400.000 bis über 1.000.000 psi (2,8 bis über 6,9 GPa) auf. Das Zwischenübertragungselement hat eine Dicke von 50 µm bis ca. 180µm und einen spezifischen Durchgangswiderstand von kleiner als ca. 10¹² Ohm-cm.

[0008] Die US 5,715,505 und die US 5,828,931 beschreiben eine primäre, bilderzeugende Walze mit einer dicken, nachgiebigen Tuchsicht, die auf einem Kernelement aufgetragen ist, wobei die dicke, nachgiebige Tuch von einer relativ dünnen, konzentrischen Schicht aus fotoleitfähigem Material umgeben ist. Die nachgiebige, primäre bilderzeugende Walze sieht eine verbesserte elektrostatische Übertragung eines Tonerbildes direkt auf ein Aufnahmeelement vor. Nach der Beschreibung ist die nachgiebige bilderzeugende Walze bifunktional verwendbar, d.h. sie kann auch als Zwischenelement für die elektrostatische Übertragung eines Tonerbildes auf ein Aufnahmeelement dienen. Die US 5,732,311 beschreibt eine nachgiebige, elektrografische, primäre, bilderzeugende Walze.

[0009] Nach dem Stand der Technik wird eine nachgiebige, primäre, bilderzeugende Walze, die mit einer Hülse versehen ist, und ein Verfahren zur Herstellung dieser Walze beschrieben. Bei der Hülse handelt es sich um ein fotoleitfähiges Element, wobei die Hülse auf einer nachgiebigen Schicht aufliegt, die auf einem Kernelement aufgetragen ist. Gegenüber der US 5,715,505 und der US 5,828,931 ist das insofern eine Verbesserung, als dass die Beschichtungen einschließlich der Walze zuverlässiger und kostengünstiger sind, und als dass sich die fotoleitfähige Hülse gegen Ende der Lebensdauer problemlos abnehmen und auswechseln lässt, was zu geringeren Kosten und Ausfallzeiten beiträgt. Gegenüber der US 5,415,961 wird ebenfalls eine Verbesserung erzielt, indem ein Kernelement bereitgestellt wird, das eine dicke, nachgiebige Schicht aufweist, über der sich das Hülselement anordnen und von der es sich entfernen lässt.

[0010] Ein Nachteil eines zentralen Elements einer mit einer Hülse versehenen Zwischenübertragungswalze, die eine dicke, nachgiebige Schicht umfasst, die auf einem starren Kernelement aufgetragen ist, wie in der US 5,614,342 beschrieben, besteht darin, dass dieses zentrale Element einer Beschädigung der nachgiebigen Schicht unterliegt, wenn ein Hülselement entfernt oder ausgewechselt wird. In einigen Ausführungsformen ist das starre Kernelement elektrisch vorgespannt, um eine Tonerübertragung zu bewirken; da sich die elektrischen Eigenschaften der auf dem Kernelement

aufgetragenen nachgiebigen Schicht mit der Zeit verändern, wobei sich der elektrische Widerstand normalerweise vergrößert, weist die nachgiebige Schicht eine endliche Lebensdauer auf, die ein regelmäßiges Auswechseln des zentralen Elements bedingt. Eine nachgiebige Schicht auf einem starren Kern eines mit einer Hülse versehenen primären, bilderzeugenden Elements kann ebenfalls einer Beschädigung beim Entfernen oder Auswechseln eines fotoleitfähigen Hülselements unterliegen.

[0011] Die US 5,669,045 beschreibt ein elektrostatisches, bilderzeugendes Element, das eine fotoleitfähige Trommel umfasst, in der eine komprimierbare Hülse eingesetzt wird, wobei dann das Verbundelement dehnbar ist, um auf einen starren, zylinderförmigen Kernträger zu passen. Die bevorzugte Hülse ist ein Schaumelement, das mit der fotoleitfähigen Trommel im Wesentlichen keine Presspassung bildet, um das Einsetzen der Hülse in die Trommel zu ermöglichen. Zwischen dem starren Kern und der Hülse besteht jedoch eine relativ große Presspassung, um die Hülse zu verdichten, während diese durch einen dehnbaren Kern gedehnt wird. Die Kompression der Hülse reicht aus, um dem elektrostatischen Bilderzeugungselement eine wesentliche Festigkeit zu verleihen und einen wesentlichen Verzug zu vermeiden. Ein Problem mit einem nach der US 5,669,045 beschriebenen Bilderzeugungselement besteht darin, dass die fotoleitfähige Trommel nicht separat von der Hülse entfernbar ist, ohne auch die Hülse von dem Kern zu entfernen, wobei die Hülse einer möglichen Beschädigung ausgesetzt ist.

[0012] Es besteht daher Bedarf an Verbesserungen an elektrostatischen, mit Hülse versehenen Walzen, nachfolgend als Hülsewalzen bezeichnet. Insbesondere in Bezug auf Zwischenübertragungs-Hülsewalzen und primäre, bilderzeugende Hülsewalzen besteht Bedarf an Senkung der Kosten durch Reduzierung potenzieller Beschädigungen an den Walzenelementen, über die die Hülselemente zum Entfernen oder Auswechseln der Hülse geschoben werden müssen. Wenn ein zentrales Element ein Kernelement umfasst, das mit einer nachgiebigen Schicht (über die ein Hülselement geschoben werden kann) haftend beschichtet ist, muss das zentrale Element ausgewechselt werden, wenn die nachgiebige Schicht aufgrund von Alterung oder versehentlicher Beschädigung nicht mehr nutzbar ist. Das Kernelement ist normalerweise eine teure, hochgenaue Trommel, und obwohl das zentrale Element durch Entfernen der nachgiebigen Schicht und anschließender Neubeschichtung regenerierbar ist, ist dies oft aufwändig und kostspielig, weshalb Verbesserungsbedarf besteht, insbesondere was die Kostensenkung anbelangt.

[0013] Die Erfindung betrifft die Bereitstellung verbesserter Zwischenübertragungselemente und verbesserter primärer, bilderzeugender Elemente, die in elektrostatischen Vorrichtungen und Verfahren verwendbar sind. Ein verbessertes Zwischenübertragungsele-

ment umfasst eine mit zwei Hülßen versehene Walze, die nachfolgend als Doppelhülßenwalze bezeichnet wird, mit einem zylinderförmigen, starren Kernelement, einem nachgiebigen, inneren Hülßenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, sowie ein nachgiebiges äußeres Hülßenelement, das an dem inneren Hülßenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt. Ein verbessertes, primäres Bilderzeugungselement ist eine Doppelhülßenwalze mit einem zylinderförmigen, starren Kernelement, einem nachgiebigen, inneren Hülßenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, sowie ein leitfähiges oder elektrografisches, nachgiebiges äußeres Hülßenelement, das an dem inneren Hülßenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt. Ein erfindungsgemäßes, primäres, bilderzeugendes Doppelhülßenelement ist auch bifunktional als Zwischenübertragungselement verwendbar. Ein einzelnes, inneres oder äußeres Hülßenelement ist einfach und unabhängig aufgrund von Verschleiß oder Beschädigung oder zum Ende einer vorbestimmten Lebensdauer auswechselbar. Ein kostspieliges, hochgenaues Kernelement kann dadurch lange Zeit unter Verwendung vieler Generationen von Hülßenelementen im Einsatz bleiben. Die Erfindung ermöglicht das Auswechseln oder Anordnen eines inneren oder äußeren Hülßenelements auf einem Kernelement derart, dass das Kernelement mit der elektrostatischen Vorrichtung fest verbunden bleibt, in der es gehalten ist.

[0014] Erfindungsgemäß wird ein Reproduktionsverfahren bereitgestellt, das das Ausbilden eines Tonerbildes auf einem sich bewegenden, primären, bilderzeugenden Element vorsieht, bei dem es sich um eine erste Doppelhülßenwalze handelt, die einen starren zylinderförmigen Kern umfasst, ein auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülßenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, fotoleitfähiges, äußeres Hülßenelement, das an dem inneren Hülßenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt; das elektrostatische Übertragen des Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element auf ein gegenläufiges Zwischenübertragungselement, bei dem es sich um eine zweite Doppelhülßenwalze handelt, in einer ersten Übertragungsspaltbreite, die durch Druckkontakt zwischen dem primären, bilderzeugenden Element und dem Zwischenübertragungselement ausgebildet ist, wobei die Beaufschlagung mit dem elektrischen Feld eine Übertragung des Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element auf das Zwischenübertragungselement erzwingt, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenübertragungselement ein starres, zylinderförmiges Kernelement umfasst, ein nachgiebiges inneres Hülßenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein nachgiebiges, einen spezifischen elektrischen Widerstand aufweisendes, äußeres Hül-

senelement, das an dem inneren Hülßenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt; Bereitstellen einer zweiten Übertragungsspaltbreite in einem Übertragungsspalt, der durch Anwendung eines zwischen dem Zwischenübertragungselement und einer Übertragungswalze erzeugten Drucks ausgebildet ist; Aufbauen eines elektrischen Feldes zwischen dem Zwischenübertragungselement und der Übertragungswalze und Vortransportieren eines Aufnahmeelements in den zweiten Übertragungsspalt, um das Tonerbild von dem Zwischenübertragungselement auf das Aufnahmeelement elektrostatisch zu übertragen.

[0015] Die Erfindung wird im folgenden anhand in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei darauf hingewiesen sei, dass die Anordnung der Vorrichtung Abwandlungen unterliegen kann. Zum besseren Verständnis der Zeichnungen entsprechen die Relationen der verschiedenen Komponenten, aus denen die beschriebenen Elemente bestehen, nicht den tatsächlichen Relationen, wobei einige Dimensionen wahlweise vergrößert dargestellt sein können.

[0016] Es zeigen

- 25 Fig. 1 eine Schnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Innenhülse auf einem Kernelement,
- 30 Fig. 2 eine Schnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer Außenhülse eines erfindungsgemäßen Zwischenübertragungselements,
- 35 Fig. 3 eine Schnittansicht einer Außenhülse eines erfindungsgemäßen, primären, bilderzeugenden Elements,
- 40 Fig. 4 (a) eine Schnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer Außenhülse eines erfindungsgemäßen, primären, bilderzeugenden Elements mit einer fotoleitfähigen Verbundschichtstruktur,
- 45 Fig. 4 (b) eine Schnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer Außenhülse eines erfindungsgemäßen, primären, bilderzeugenden Elements mit einer nachgiebigen Schicht, die unterhalb einer fotoleitfähigen Verbundschichtstruktur angeordnet ist,
- 50 Fig. 5 eine Teilschnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer primären, bilderzeugenden Doppelhülßenwalze, wobei schematisch dargestellt ist, wie ein äußeres Hül-
- 55

element mit Druckluftunterstützung auf ein inneres, nachgiebiges Hülsenelement aufschiebbar und von diesem entfernbar ist, wobei das innere, nachgiebige Hülsenelement bereits auf einem starren, zylinderförmigen Kernelement angeordnet ist,

Fig. 6

eine Schnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer zusammengesetzten Zwischenübertragungs-Doppelhülsenwalze mit einem starren, zylinderförmigen Kernelement, ersten und zweiten entfernbaren kegelförmigen Elementen, die an jedem Ende des Kernelements befestigt sind, einem nachgiebigen inneren Hülsenelement, das an dem Kernelement eng anliegt und einen zylinderförmigen Abschnitt des ersten, entfernbaren kegelförmigen Elements überlagert, welches Öffnungen für den Durchtritt von Druckluft aufweist, einem äußeren, nachgiebigen Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng anliegt und einen zylinderförmigen Abschnitt des zweiten, entfernbaren kegelförmigen Elements überlagert, welches Öffnungen für den Durchtritt von Druckluft aufweist.

Fig. 7

eine Schnittansicht eines Endes eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer montierten Zwischenübertragungs-Doppelhülsenwalze mit einem starren, zylinderförmigen Kernelement, einem entfernbaren zylinderförmigen Element, das Öffnungen für den Durchtritt von Druckluft aufweist und an einem Ende des Kernelements befestigt ist, einem nachgiebigen inneren Hülsenelement, das an dem Kernelement eng anliegt und die Öffnungen des entfernbaren, zylinderförmigen Elements überlagert, einem ersten, entfernbaren kegelförmigen Element, das an dem entfernbaren zylinderförmigen Element befestigt ist, und einem äußeren, nachgiebigen Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng anliegt und einen zylinderförmigen Abschnitt des ersten, entfernbaren kegelförmigen Elements überlagert, welches Öffnungen für den Durchtritt von Druckluft aufweist. Die Strichlinien stellen ein zweites, kleineres kegelförmiges Element dar, das in dem montierten Zwischenüber-

tragungselement nicht vorhanden ist, und das an dem entfernbaren, zylinderförmigen Element gehalten ist, um den Einbau oder den Ausbau der Innenhülse zu unterstützen, wenn das erste kegelförmige Element und die Außenhülse nicht vorhanden sind,

Fig. 8 (a) - (d)

in schematischer Darstellung Schritte zum Zerlegen der Doppelhülsenwalze aus Fig. 6 unter Verwendung der gleichen Bezugszeichen für gleiche Teile wie in den vorausgehenden Figuren: (a) Entkoppeln einer Tragachse von einem Ende der Walze, wobei die Walze durch das andere, an einem Rahmenteil befestigte Ende weiterhin gehalten bleibt; (b) Entfernen des äußeren Hülsenelements unter Verwendung von Druckluft zur Unterstützung des nicht gehaltenen Walzenendes; (c) erneutes Verbinden der entfernten Tragachse und Entkoppeln der Tragachse von dem anderen Ende der Walze, wobei die Walze an dem anderen Ende durch die erneut verbundene Tragachse gehalten bleibt, die an dem anderen Rahmenteil befestigt ist; (d) Entfernen des inneren Hülsenelements unter Verwendung von Druckluft zur Unterstützung des nicht gehaltenen Walzenendes.

Fig. 9 (a) - (d)

in schematischer Darstellung Schritte zum Zerlegen der Doppelhülsenwalze aus Fig. 7 unter Verwendung der gleichen Bezugszeichen für gleiche Teile wie in den vorausgehenden Figuren: (a) Entkoppeln einer Tragachse von einem Ende der Walze, wobei die Walze durch das andere, an einem Rahmenteil befestigte Ende weiterhin gehalten bleibt; (b) Entfernen des äußeren Hülsenelements unter Verwendung von Druckluft zur Unterstützung des nicht gehaltenen Walzenendes; (c) nach Entkoppeln und Entfernen eines größeren kegelförmigen Elements von dem nicht gehaltenen Ende der Walze (dieser Schritt ist nicht dargestellt), statt dessen Befestigen eines kegelförmigen Elements mit kleinerem Durchmesser, wobei die Walze an ihrem anderen Ende gehalten bleibt; (d) Entfernen des inneren Hülsenelements unter Verwendung von Druckluft zur Unterstützung des nicht gehaltenen Walzenendes,

Fig. 10

eine allgemeine, schematische Seitenansicht einer vier Module verwendenden Abbildungsvorrichtung, wobei jedes Modul ein fotoleitfähiges, primäres, bilderzeugendes Doppelhülsen-
 5 element umfasst, von dem ein einfarbiges Tonerbild elektrostatisch auf eine nachgiebige Zwischenübertragungs-Doppelhülsenwalze, die mit einer Versteifungsschicht versehen ist,
 10 übertragbar ist, und zwar mit Hilfe einer Endlosbahn und einer Bahnantriebsvorrichtung zur elektrostatischen Übertragung eines einfarbigen Tonerbildes von der Zwischenübertragungs-
 15 walze auf ein Aufnahmeelement, das an der Endlosbahn anliegt und von dieser durch jedes dieser vier Module getragen wird, wobei zur besseren Übersicht nur die Grund-
 20 komponenten gezeigt werden,

Fig. 11

eine allgemeine, schematische Seitenansicht einer vier Module verwendenden Abbildungsvorrichtung, wobei
 25 jedes Modul ein nachgiebiges, fotoleitfähiges, primäres, bilderzeugendes Doppelhülsenelement mit einer Endlosbahn und einer Bahnantriebsvorrichtung zur elektrostatischen
 30 Übertragung eines einfarbigen Tonerbildes von der primären, bilderzeugenden Walze auf ein Aufnahmeelement umfasst, das an der Endlosbahn anliegt und von dieser durch jedes dieser vier Module getragen wird,
 35 wobei zur besseren Übersicht nur die Grundkomponenten gezeigt werden,

Fig. 12

ist eine allgemeine schematische Seitenansicht einer zwei Module verwendenden Abbildungsvorrichtung, wobei
 40 jedes Modul ein fotoleitfähiges, primäres, bilderzeugendes Doppelhülsenelement umfasst, von dem ein erstes Farbtonerbild elektrostatisch in Ausrichtung mit einem zweiten Farbtonerbild übertragbar ist, das auf einer bifunktionalen Doppelhülsenwalze angeordnet ist,
 45 die eine Versteifungsschicht und eine fotoleitfähige Schicht oder mehrere Schichten umfasst, wobei das zweite Farbtonerbild vorher elektrofotografisch auf der bifunktionalen Doppelhülsenwalze erzeugt wurde,
 50 mit einer Endlosbahn und einer Bahnantriebsvorrichtung zur elektrostatischen Übertragung der über-
 55

einander liegenden ersten und zweiten Farbtonerbilder von der Zwischenübertragungswalze auf ein Aufnahmeelement, das an der Endlosbahn anliegt und von dieser durch jedes dieser zwei Module getragen wird, wobei zur besseren Übersicht nur die Grundkomponenten gezeigt werden, und

Fig. 13

eine Skizze einer Baugruppe mit Schnittansichten beider Hülsen einer erfindungsgemäßen Doppelhülsenwalze (das Kernelement ist nicht zu sehen), wobei das innere Hülsenelement an der Außenfläche in einem kleinen Abschnitt, der nahe dem Ende des inneren Hülsenelements gelegen ist, mit Erkennungszeichen versehen ist, und wobei das äußere Hülsenelement an der Außenfläche in einem kleinen Abschnitt, der nahe dem Ende des äußeren Hülsenelements gelegen ist, mit Erkennungszeichen versehen ist, und wobei zur besseren Übersicht das äußere Hülsenelement etwas versetzt in Bezug zu dem inneren Hülsenelement angeordnet ist, um eine Lage für ein Erkennungszeichen auf einem äußeren Abschnitt des inneren Hülsenelements sichtbar zu machen.

[0017] Da die Art der hier beschriebenen Vorrichtung allgemein bekannt ist, bezieht sich die vorliegende Beschreibung insbesondere auf den Gegenstand der Erfindung oder Teile davon, die direkt damit zusammenwirken.

[0018] Die Erfindung betrifft im Allgemeinen das elektrostatische Abtasten, u.a. das elektrofotografische Aufzeichnen mit Hilfe eines Stiftes oder anderer elektrofotografischer Aufzeichnungselemente, und das elektrofotografische Aufzeichnen mit Hilfe modulierten Lichts, entweder durch eine optische Aufzeichnungsvorrichtung oder durch elektrooptische Aufzeichnung unter Verwendung von Laserdioden, Lasern und anderen bekannten Lichtmodulationsvorrichtungen, beispielsweise modulierbare Spiegel oder Anzeigen. In Form eines bevorzugten Ausführungsbeispiels ist die Erfindung insbesondere für die elektrofotografische Vollfarbenabbildung unter Verwendung eines oder mehrerer, übertragbarer, einfarbiger Tonerbilder geeignet, wobei jedes einfarbige Tonerbild auf einem nachgiebigen, primären, bilderzeugenden Element, welches eine Doppelhülsenwalze umfasst, ausbildbar ist, und das in einem ersten Übertragungsschritt auf ein Übertragungselement in Form eines nachgiebigen Zwischenübertragungselements übertragbar ist, das eine Doppelhülsenwalze um-

fasst, und das nachfolgend in einem zweiten Übertragungsschritt auf ein Übertragungselement in Form eines Aufnahmeelements, z.B. Papier oder Kunststoff, übertragbar ist. Ein Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelement kann zwei Funktionen wahrnehmen, und zwar als Übertragungselement und als bilderzeugendes Element, d.h. es kann fotoleitfähig sein, um ein auf einem primären, bilderzeugenden Element ausgebildetes, erstes, einfarbiges Tonerbild in Ausrichtung auf ein zweites, einfarbiges Tonerbild zu übertragen, das auf dem fotoleitfähigen Zwischenübertragungselement unabhängig ausgebildet ist, wodurch ein übertragbares Zweifarbenbild auf dem Zwischenübertragungselement entsteht, das wiederum nachfolgend auf ein Übertragungselement in Form eines Aufnahmeelements übertragbar ist. Ein nachgiebiges primäres, bilderzeugendes Doppelhülsenelement ist auch zum Übertragen jedes einfarbigen, übertragbaren Tonerbildes direkt von dem primären, bilderzeugenden Element auf das Übertragungselement oder auf das Aufnahmeelement verwendbar. Als eine Alternative zur elektrofotografischen Aufzeichnung ist das elektrofotografische Aufzeichnen jedes Primärfarbenbildes mit Hilfe von Stiftschreibern oder anderen bekannten Aufzeichnungsverfahren zum Aufzeichnen eines Tonerbildes auf einem primären, bilderzeugenden Element verwendbar, welches ein dielektrisches Hülsenelement umfassen kann, wobei das übertragbare Tonerbild elektrostatisch übertragbar sein muss, wie in der vorliegenden Schrift beschrieben. Allgemein gesagt, wird das primäre Bild elektrostatisch ausgebildet. Ein primäres, bilderzeugendes Element kann ein Band umfassen, soweit ein Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelement in Form einer Trommel verwendet wird. Bei Verwendung eines primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelements kann das Zwischenübertragungselement als Band oder als Trommel ausgebildet sein.

[0019] Die Verwendung eines primären, bilderzeugenden, nachgiebigen Einfach- oder Doppelhülsenelements in Verbindung mit einem nachgiebigen Zwischenübertragungselement mit einer oder zwei Hülsen hat insofern einige Vorteile, als dass für einen gegebenen Druck größere Spaltbreiten erzielbar sind als bei einem nicht nachgiebigen primären, bilderzeugenden Element. Dies wiederum ermöglicht die Verwendung einer niedrigeren Übertragungsspannung zur Übertragung eines Tonerbildes auf ein Zwischenübertragungselement. Weil sich der Spaltdruck zwischen dem nachgiebigen primären, bilderzeugenden Element und dem nachgiebigen Zwischenübertragungselement aufteilt, lassen sich die resultierenden Bandspannungen in jedem Element (die sich bei steigendem Eingriff erhöhen) wesentlich reduzieren, wodurch die Risiken in Bezug auf Delaminierung einer Hülse oder vorzeitige Alterung oder Verschleiß durch Biegen der nachgiebigen Schichten stark gemindert werden.

[0020] Die US 6,075,965 beschreibt die sequentielle, ausgerichtete Übertragung einfarbiger Tonerbilder auf

ein auf einer bewegbaren Transportbahn angeordnetes Aufnahmeblatt durch eine Reihe entsprechender Einfarbmodulen. In jedem Modul treibt die sich bewegende Transportbahn reibschlüssig eine Zwischenübertragungswalze an, die ihrerseits eine gegenläufige primäre, bilderzeugende Walze reibschlüssig antreibt. Alternativ hierzu ist ein einfarbiges Tonerbild durch jedes Modul direkt von einer primären, bilderzeugenden Walze auf ein Aufnahmeblatt auf der Transportbahn übertragbar. Wie für Ausführungsbeispiele nach dem Stand der Technik unter Verwendung von Zwischenübertragungselementen beschrieben, ist eine nachgiebige Zwischenübertragungswalze mit einer Hülse verwendbar, die ein zentrales Element sowie ein auswechselbares, entfernbare Hülsenelement umfasst, was gegenüber der US 5,335,054 und der US 5,745,829 insofern eine Verbesserung darstellt, als dass das Hülsenelement die Form eines Endlosbandes aufweist. Das kostspielige zentrale Element verbleibt an einem Rahmenteil der Maschine, wenn das Hülsenelement entfernt und ausgewechselt wird. Die vorliegende Erfindung stellt gegenüber der US 6,075,965 insofern eine Verbesserung dar, als dass sie eine vielseitigere Verwendung eines Zwischenübertragungselements vorsieht sowie eine geringere Komplexität durch Verwendung einer Doppelhülsenwalze gegenüber einer Walze mit einer Hülse, wobei die Funktionalität in Bezug auf die Makro- und auf die Mikroanpassung jeweils und getrennt voneinander durch eine innere und eine äußere Hülse vorgesehen ist. Im Allgemeinen lässt sich eine Schicht nach ihrer Makro- und Mikroanpassung beurteilen. Bei der Makroanpassung ist die Schicht in der Lage, einen Spalt zu bilden. Bei der Mikroanpassung kommt beispielsweise die Größe einzelner Tonerpartikel, die Papierrauhigkeit und die Kanten großer, vollständig getonter Flächen hinzu. Eine erfindungsgemäße Doppelhülsenwalze hat den zusätzlichen Vorteil, dass eine Versteifungsschicht als eine äußere Außenfläche einer Innenhülse einbezogen werden kann, oder vorzugsweise als eine äußere Innenfläche einer Außenhülse, wodurch bestimmte Beschichtungskomplikationen vermieden werden. Zudem sinken dadurch die Gesamtbetriebskosten insofern, als dass die Innen- und Außenhülsen in unterschiedlichen Intervallen auswechselbar sind.

[0021] Es ist allgemein bekannt, dass für eine hochwertige elektrostatische Farabbildung kleine Tonerpartikel notwendig sind. In den hier beschriebenen Farbausführungsbeispielen wird die Verwendung trockener, isolierender Tonerpartikel mit einem mittlerem, auf das spezifische Gewicht bezogenen Durchmesser von ca. 2 µm bis ca. 9 µm bevorzugt. Der mittlere, auf das spezifische Gewicht bezogene Durchmesser, so wie er mit Hilfe herkömmlicher Durchmessermeßvorrichtungen, wie dem Coulter Multisizer von Coulter, Inc., gemessen wird, ist die Summe der Masse jedes Partikels mal dem Durchmesser eines kugelförmigen Partikels gleicher Masse und Dichte, geteilt durch die gesamte Partikelmasse. Vorzugsweise wird in der vorlie-

genden Erfindung ein Tonerpartikeldurchmesser zwischen 6 und 8 µm verwendet. Ein gängiges Verfahren zur Verbesserung der Tonerübertragung ist die Verwendung von Tonerpartikeln, die submikrometergroße Partikel aus Silizium, Aluminiumoxid, Titandioxid usw. beinhalten, und die an den Oberflächen der Tonerpartikel anlagern (sogenannte Oberflächenadditive). Zur Verwertung der vorliegenden Erfindung wird die Verwendung eines Oberflächenadditivs bevorzugt, einschließlich submikrometergroßer, hydrophober, hochdisperser Siliziumdioxidpartikel, wobei jedoch auch andere Ausbildungen, die submikrometergroße Oberflächenadditive verwenden, geeignet sind.

[0022] Fig. 10 zeigt eine elektrostatische Abbildungsvorrichtung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die allgemein mit dem Bezugszeichen 500 bezeichnete Abbildungsvorrichtung ist als elektrofotografische Abbildungsvorrichtung ausgebildet und insbesondere als Farbbildungsvorrichtung, wobei Farbauszugsbilder in jedem von vier Farbmodulen ausbildbar und in Ausrichtung von Tonerbild tragenden Elementen auf ein Aufnahmeelement übertragbar sind, während das auf einer Papiertransportbahn 516 aufliegende Aufnahmeelement durch die Vorrichtung bewegt wird. Die Papiertransportbahn kann beispielsweise Polyethylenterephthalat oder ein anderer Kunststoff sein. Ein Tonerbild tragendes Element kann ein primäres, bilderzeugendes Element oder ein Zwischenübertragungselement umfassen, und ein Tonerbild kann darauf ausgebildet oder von dort auf ein anderes Element übertragen werden. Die US 6,016,415 beschreibt ein Beispiel einer Papiertransportbahn. Die Vorrichtung umfasst vier Farbmodule, obwohl die vorliegende Erfindung auch auf zwei oder mehr derartige Module anwendbar ist.

[0023] Jedes Modul (591B, 591C, 591M, 591Y) ist ähnlich aufgebaut, mit Ausnahme der Tatsache, dass die Papiertransportbahn 516, die auch als Endlosband ausgebildet sein kann, mit allen Modulen zusammenarbeitet, und dass das Aufnahmeelement durch die Papiertransportbahn 516 von Modul zu Modul transportiert wird. Die Elemente in Fig. 10, die von Modul zu Modul gleich sind, tragen gleiche Bezugszeichen, wobei das Suffix B, C, M und Y das Farbmodul bezeichnet, dem das Modul zugeordnet ist, also Schwarz (black), Zyan, Magenta und Gelb (yellow). Vier Aufnahmeelemente oder einzelne Blätter 512a, b, c und d sind derart dargestellt, dass sie Bilder von verschiedenen Modulen aufnehmen, wobei darauf hingewiesen sei, dass jedes Aufnahmeelement ein Farbbild von jedem Modul aufnehmen kann, und dass in diesem Beispiel bis zu vier Farbbilder von jedem Aufnahmeelement aufgenommen werden können. Die Bewegung des Aufnahmeelements mit der Papiertransportbahn 516 erfolgt derart, dass jedes Farbbild, das an dem Übertragungsspalt jedes Moduls auf das Aufnahmeelement übertragen wird, eine Übertragung ist, die mit der vorherigen Farbübertragung ausgerichtet ist, so dass die Farben bei einem auf dem

Aufnahmeelement ausgebildeten Vierfarbenbild übereinander liegend auf dem Aufnahmeelement ausgerichtet sind. Die Aufnahmeelemente werden dann nacheinander von der Papiertransportbahn abgenommen und an eine (nicht gezeigte) Fixierstation übergeben, um die Trockentonerbilder auf dem Aufnahmeelement zu fixieren. Die Papiertransportbahn wird zur Wiederverwendung aufbereitet, indem beide Oberflächen mit Hilfe von einander gegenüberliegend angeordneten Corona-Ladern 522, 523 mit Ladung beaufschlagt werden, wodurch die Ladung auf den beiden Oberflächen der Papiertransportbahn neutralisiert wird.

[0024] Jedes Farbmodul aus Fig. 10 umfasst ein primäres, bilderzeugendes Doppelhülselement, beispielsweise eine rotierende Trommel 503 B, C, M und Y. Die Trommel dreht sich um ihre jeweiligen Achsen in den durch die Pfeile bezeichneten Richtungen. Jede rotierende Trommel 503 B, C, M und Y ist mit einem entfernbaren, auswechselbaren, nachgiebigen, inneren Hülselement in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes 507 ausgestattet, z.B. 507 B, das von einem entfernbaren, auswechselbaren, äußeren, fotoleitfähigen Hülselement in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes, z.B. 509 B, eng und nicht haftend umgeben ist, worauf ein pigmentiertes Markierungspartikelbild oder eine Reihe farblich verschiedener Markierungspartikelbilder ausgebildet sind. Das innere Hülselement 507 B umfasst ein (nicht in Fig. 10 aber beispielsweise in Fig. 1 gezeigtes) Kernelement eng und nicht haftend. Ein bevorzugtes Kernelement ist starr und im Allgemeinen nicht massiv, sondern umfasst vorzugsweise ein hohles Metallrohr aus beispielsweise Aluminium und kann Innenstrukturen aufweisen, die Kammern, Verstärkungsstreben usw. umfassen können. Das Kernelement hat vorzugsweise eine Unrundheit von weniger als 80 µm und am besten von weniger als 20 µm. Um Bilder zu erzeugen, wird die Außenfläche des äußeren Hülselements 509 B des primären, bilderzeugenden Elements gleichmäßig mit einem primären Lademittel geladen, beispielsweise einer Corona-Ladevorrichtung 505 B, C, M und Y, oder einem geeigneten Lader, wie einem Walzenlader, Bürstenlader usw. Die gleichmäßig geladene Oberfläche wird durch ein geeignetes Belichtungsmittel belichtet, beispielsweise mit einem Laser 506 B, C, M und Y, oder vorzugsweise einer LED- oder einer anderen elektrooptischen Belichtungsvorrichtung oder sogar einer optischen Belichtungsvorrichtung, um die Ladung auf der Oberfläche des primären, bilderzeugenden Elements wahlweise zu ändern und ein elektrostatisches latentes Bild entsprechend einem zu reproduzierenden Bild zu erzeugen.

[0025] Das elektrostatische latente Bild wird durch Auftragen pigmentierter Markierungspartikel mittels einer Entwicklungsstation 581 B, C, M und Y auf die das latente Bild tragende, fotoleitfähige Trommel entwickelt. Die Entwicklungsstation umfasst eine jeweils zugewiesene, bestimmte Farbe von pigmentierten Tonermarkierungspartikeln. Jedes Modul erzeugt somit eine Reihe

verschiedenfarbiger Markierungspartikelbilder auf der entsprechenden Fotoleitertrommel. Anstelle der bevorzugten Fotoleitertrommel ist auch ein Fotoleiterband verwendbar.

[0026] Jedes auf einem primären, bilderzeugenden Doppelhülselement oder auf einem Tonerbild tragenden Element ausgebildete Markierungspartikelbild wird elektrostatisch auf eine Außenfläche eines entsprechenden, sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselements übertragen, beispielsweise eine Zwischenübertragungs-Doppelhülselementtrommel 508 B, C, M und Y. Nach Übertragen des Tonerbildes wird der Resttoner von der Oberfläche der Fotoleitertrommel durch eine geeignete Reinigungsvorrichtung 504 B, C, M und Y entfernt, um die Oberfläche zur erneuten Verwendung und Ausbildung nachfolgender Tonerbilder aufzubereiten. Die Reinigungsvorrichtung kann vorzugsweise eine Reinigungsbürste umfassen, kann jedoch auch als Lamelle oder Gewebebahn ausgebildet sein.

[0027] Jede Zwischenübertragungs-Doppelhülselementtrommel 508 B, C, M und Y weist ein entfernbares, auswechselbares, nachgiebiges inneres Hülselement in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes auf, das beispielsweise mit 541 B bezeichnet ist, und das eng und vorzugsweise nicht haftend von einem entfernbaren, auswechselbaren, nachgiebigen äußeren Hülselement umfasst ist, das ebenfalls die Form eines schlauchförmigen Endlosbandes aufweist und z.B. mit 542 B bezeichnet ist. Vorzugsweise wird das äußere Hülselement unter Spannung gedehnt, um das innere Hülselement eng zu umfassen. Das innere Hülselement 541 umfasst eng und vorzugsweise nicht haftend ein hochgenaues und im Wesentlichen zylinderförmiges Kernelement (nicht in Fig. 10 gezeigt). Vorzugsweise wird das innere Hülselement unter Spannung gedehnt, um das Kernelement eng zu umfassen. Ein bevorzugtes Kernelement ist starr und im Allgemeinen nicht massiv, sondern umfasst vorzugsweise ein hohles Metallrohr aus beispielsweise Aluminium und kann Innenstrukturen aufweisen, die Kammern, Verstärkungsstreben usw. umfassen können. Das Kernelement hat vorzugsweise eine Unrundheit von weniger als 80 µm und am besten von weniger als 20 µm.

[0028] Das auf der Zwischenübertragungs-Doppelhülselementtrommel 508 B angeordnete innere Hülselement 541 B und das auf der Fotoleitertrommel 503 B angeordnete innere Hülselement 507 B weisen im Allgemeinen gleiche Strukturen auf (siehe z.B. Fig. 1), können sich jedoch in Zusammensetzung, Abmessungen und elektrischen Eigenschaften voneinander unterscheiden. Jedes innere Hülselement umfasst ein Verstärkungsband, eine auf dem Verstärkungsband aufgetragene, nachgiebige Schicht und eine Schutzschicht, die auf der nachgiebigen Schicht aufgetragen ist oder an dieser eng anliegt. Eine nachgiebige Innenhülselementschicht ist aus einem Elastomer ausgebildet, etwa einem Polyurethan oder anderen in der veröffentlichten

Literatur bekannten Materialien. Die primäre Funktion eines inneren Hülselements besteht in der Makroanpassung.

[0029] Ein Verstärkungsband eines inneren Hülselements kann starr oder flexibel sein und hat vorzugsweise ein Elastizitätsmodul von kleiner als 300 GPa. Das Verstärkungsband hat vorzugsweise eine Dicke im Bereich von 1 - 500 µm und vorzugsweise im Bereich von 5 - 150 µm. Ein Verstärkungsband kann aus einem beliebigen, geeigneten Material bestehen, einschließlich Metall, Elastomer, Copolymer, Kunststoff oder anderen Materialien, einem Gewebe oder einem verstärkten Material, wie einem Füllstoff oder Fasern, beispielsweise ein verstärktes Silikonband. Ein Verstärkungsband kann auf seiner Außenfläche mit einer hohen Flächenenergie versehen sein, bevor die nachgiebige Innenhülselementschicht darauf ausgebildet wird, und es kann zudem mit einer Innenfläche mit einer niedrigen Flächenenergie versehen sein, die sich in Kontakt mit dem Kernelement befindet. Vorzugsweise ist ein Verstärkungsband ein schlauchförmiges Endlosband, das beispielsweise gewebt, extrudiert, galvanogeformt oder aus einem Blech unter Verwendung von beispielsweise Ultraschallschweißen oder einem Kleber ausgebildet sein kann. Vorzugsweise ist ein Verstärkungsband nahtlos. Wenn ein Kernelement elektrisch vorgespannt ist, um ein elektrisches Feld für die Übertragung eines Tonerbildes vorzusehen, kann es erforderlich sein, die Innenfläche des Verstärkungsbandes (nahe dem Kernelement) mit einem leitfähigen Material zu beschichten, um den elektrischen Kontakt mit dem zentralen Element zu verbessern und gleichzeitig ein gleichmäßiges, elektrisches Potenzial an allen Punkten auf der Unterseite des inneren Hülselements sicherzustellen.

[0030] Die nachgiebige Innenhülselementschicht kann auf dem Verstärkungsband aufgetragen sein, indem das Verstärkungsband zunächst auf einem Dorn aufgespannt wird. Vorzugsweise hat die nachgiebige Innenhülselementschicht eine Dicke im Bereich von 0,5 - 20 mm und am besten von 2 - 10 mm sowie ein Elastizitätsmodul von vorzugsweise weniger als 10 MPa und am besten im Bereich von 1 - 5 MPa. Die nachgiebige Innenhülselementschicht ist auf einem Polymermaterial ausgebildet, z.B. ein Elastomer, wie Polyurethan oder andere in der veröffentlichten Literatur bekannte Materialien. Die nachgiebige Innenhülselementschicht kann ein Material mit einer oder mehreren Phasen umfassen, z.B. einem Schaum oder einer Dispersion einer festen Phase in einer anderen. Vorzugsweise hat die nachgiebige Innenhülselementschicht eine Querdehnzahl im Bereich von 0,2 - 0,5 und besser im Bereich von 0,45 - 0,5, wobei ein bevorzugtes Material ein Polyurethan mit einer Querdehnzahl von ca. 0,495 ist.

[0031] Die Schutzschicht auf der Außenseite eines inneren Hülselements besteht vorzugsweise aus einem geeigneten Material, das flexibel und hart ist. Vorzugsweise umfasst die Schutzschicht eine Beschichtung aus einem synthetischen Material, vorzugsweise

einem Ceramer oder einem Sol-Gel, das mit einem geeigneten Beschichtungsverfahren auf die dicke, nachgiebige Schicht aufgetragen ist. Alternativ hierzu kann die Schutzschicht ein dünnes Metallband umfassen, z. B. Nickel, das mit der nachgiebigen Innenhülssenschicht verklebt wird, oder das die Form eines Endlosbandes aufweist, das unter Spannung auf die Außenfläche der nachgiebigen Innenhülssenschicht aufgebracht wird, beispielsweise mit Druckluftunterstützung oder durch Kühlen des Verstärkungsbandes und der nachgiebigen Innenhülssenschicht, um sie so zu schrumpfen, dass das endlose Metallband aufgeschoben werden kann. Eine Schutzschicht eines inneren Hülselements hat eine Dicke von vorzugsweise 1 - 50 µm und am besten von 4 - 15 µm sowie ein Elastizitätsmodul von vorzugsweise größer als 100 MPa und am besten im Bereich von 0,5 - 20 GPa. Es kann wünschenswert sein, dass eine Versteifungsschicht als Schutzschicht dient, wobei die Schutzschicht vorzugsweise ein Elastizitätsmodul von größer als 0,1 GPa hat und am besten von 50 - 300 GPa sowie eine Dicke von 10 - 200 µm.

[0032] Das auf der Zwischenübertragungs-Doppelhülsestrommel 508 B angeordnete äußere Hülselement 542 B umfasst eine Versteifungsschicht, eine auf der Versteifungsschicht aufgetragene, äußere, nachgiebige Hülssenschicht und eine auf der äußeren, nachgiebigen Hülssenschicht aufgetragene Trennschicht (siehe z.B. Fig. 2). Das äußere Hülselement verleiht dem sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement Mikroanpassung. Die Versteifungsschicht des äußeren Hülselements hat vorzugsweise die Form eines schlauchförmigen Endlosbandes, besser die Form eines nahtlosen Bandes. Die Hauptfunktion der Versteifungsschicht ist es, die Umfangsspannung in dem darunter liegenden inneren Hülselement 541 B zu minimieren, um dadurch die Laufabweichungen zu reduzieren oder auf ein zu vernachlässigendes Maß zu senken, die von der Walzenunwucht verursacht werden, oder von Laufabweichungen, die durch Ausrichtungstoleranzen im Eingriff der Walzenpaare des primären, bilderzeugenden Doppelhülselements und des sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselements verursacht werden. Die Versteifungsschicht reduziert zudem Ausrichtungsfehler, indem Laufabweichungen zwischen den Modulen reduziert oder auf ein zu vernachlässigendes Maß gesenkt werden. Vorzugsweise umfasst die Versteifungsschicht ein beliebiges, geeignetes Metall, z.B. Stahl, Nickel oder ein anderes, hochverschleißfestes Metall. Die Versteifungsschicht kann auch, ohne dass dies bevorzugt wird, ein Elastomer umfassen, beispielsweise ein Polyurethan, ein Polyimid, ein Polyamid oder ein Fluorpolymer, wobei das Elastomer eine Dehngrenze aufweist, die während des Betriebs des sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselements nicht überschritten wird. Die Versteifungsschicht kann zudem ein Gewebe oder ein verstärktes Material umfassen oder ein Sol-Gel oder ein Ceramer mit einer Dehngrenze, die

während des Betriebs des sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselements nicht überschritten wird. Vorzugsweise besteht die Versteifungsschicht aus Nickel, z.B. in Form eines geeigneten, dünnen, durch Galvanoformung hergestellten, nahtlosen Nickelbandes, das z.B. von Stork Screens America, Inc., Charlotte, North Carolina, USA, bezogen werden kann. Eine Versteifungsschicht des äußeren Hülselements 542 B, C, Y, M hat vorzugsweise eine Dicke von weniger als ca. 500 µm und besser im Bereich von 10-200 µm. Die Versteifungsschicht weist ein Elastizitätsmodul von vorzugsweise mehr als ca. 0,1 GPa auf und am besten von 50 - 300 GPa.

[0033] Die äußere, nachgiebige Hülssenschicht des äußeren Hülselements 542 B, C, Y, M weist einen Durchgangswiderstand und mechanische Eigenschaften auf, die im gleichen Nutzungsbereich liegen, wie die zuvor für die nachgiebigen Schichten in den inneren Hülselementen der Walzen 503 B und 508 B beschrieben. Die bevorzugte Dicke der äußeren, nachgiebigen Hülssenschicht liegt im Bereich von 0,5 - 2,0 mm. Um einen geeigneten, d.h. niedrigen, spezifischen elektrischen Widerstand zu erzielen, kann das Elastomer mit der äußeren, nachgiebigen Hülssenschicht mit einem ausreichend leitfähigen Material dotiert sein (z.B. antistatische Teilchen, ionisch leitende Materialien oder elektrisch leitende Dotierungen). Die äußere, nachgiebige Hülssenschicht sollte einen spezifischen Durchgangswiderstand von vorzugsweise 10^7 - 10^{11} Ohm-cm aufweisen, am besten von ca. 10^9 Ohm-cm. Die äußere, nachgiebige Hülssenschicht kann auf der Versteifungsschicht aufgetragen werden, indem die Versteifungsschicht zunächst auf einen Dorn aufgezogen wird. Anschließend kann die Trennschicht auf der äußeren, nachgiebigen Hülssenschicht aufgetragen werden.

[0034] Die Trennschicht des äußeren Hülselements 542 B, C, Y, M umfasst vorzugsweise ein synthetisches Material, wie ein Sol-Gel, ein Ceramer, ein Polyurethan oder ein Fluorpolymer, wobei jedoch auch andere Materialien mit guten Trenneigenschaften verwendbar sind, u.a. Materialien mit niedriger Oberflächenenergie. Die Trennschicht hat ein Elastizitätsmodul von größer als 100 MPa, vorzugsweise von 0,5 - 20 GPa und eine Dicke von vorzugsweise zwischen 1 - 50 µm, besser von 4 - 15 µm. Die Trennschicht hat einen spezifischen Durchgangswiderstand von vorzugsweise 10^7 - 10^{13} Ohm-cm, am besten von ca. 10^{10} Ohm-cm.

[0035] An die Zwischenübertragungs-Doppelhülsestrommel 508 B wird typischerweise eine elektrische Vorspannung angelegt, um eine elektrostatische Übertragung eines Tonerbildes von der primären Bilderzeugungs-Doppelhülsestrommel 503 B zu bewirken. Vorzugsweise wird die elektrische Vorspannung an die Versteifungsschicht des äußeren Hülselements 542 B angelegt, und zwar durch Verbindung mit einer elektrischen Spannungs- oder Stromquelle, wobei die Versteifungsschicht vorzugsweise einen spezifischen Durchgangswiderstand von weniger als ca. 10^{10} Ohm-cm auf-

weist und am besten leitfähig ist. In einigen Anwendungen ist es jedoch wünschenswert, eine nicht leitfähige Versteifungsschicht zu verwenden. In diesem Fall kann die Versteifungsschicht mit einem dünnen, leitfähigen Material beschichtet sein, z.B. einem Metallfilm, der mit einer elektrischen Spannungs- oder Stromquelle verbunden ist. In anderen Anwendungen kann es wünschenswert sein, die elektrische Vorspannung an das Kernelement der Zwischenübertragungs-Doppelhülselement 508 B anstatt an die Versteifungsschicht des inneren Hülselements 541 B anzulegen, d.h. vorzugsweise an einen metallischen oder leitfähigen Kern oder an ein anderes leitfähiges Material, mit dem der Kern beschichtet ist, z.B. einem dünnen Metallfilm, der auf die Oberfläche eines nicht leitenden Kerns aufgetragen ist. Wenn die elektrische Vorspannung an das Kernelement angelegt wird, was im Allgemeinen weniger zu bevorzugen ist, sollten die nachgiebige Innenhülselement 541 B geeignete Widerstände aufweisen, wobei die nachgiebige Innenhülselement 541 B einen Durchgangswiderstand von vorzugsweise 10^7 - 10^{11} Ohm-cm und am besten von ca. 10^9 Ohm-cm aufweist und die Schutzschicht einen Durchgangswiderstand von weniger als ca. 10^{10} Ohm-cm.

[0036] Ein auf der primären Bilderzeugungs-Doppelhülselement 503 B angeordnetes äußeres Hülselement 509 B umfasst eine Versteifungsschicht und eine fotoleitfähige Struktur, die auf der Versteifungsschicht aufgetragen ist (siehe z.B. Fig. 3). Die Versteifungsschicht ist vorzugsweise leitfähig. Die fotoleitfähige Struktur kann eine oder mehrere Schichten umfassen, die aus einem beliebigen, bekannten, fotoleitfähigen Material bestehen können, beispielsweise einem anorganischen Material oder einer Dispersion, einer homogenen, organischen, fotoleitfähigen Schicht, einer aggregierten, organischen, fotoleitfähigen Schicht, einer Verbundstruktur mit einer ladungserzeugenden Schicht plus einer Ladungstransportschicht usw. Um die elektrostatische Übertragung eines Tonerbildes von der primären Bilderzeugungs-Doppelhülselement 503 B auf die Zwischenübertragungs-Doppelhülselement 508 B zu bewirken, wird vorzugsweise die Versteifungsschicht des äußeren Hülselements 542 B mit Masse verbunden, wobei die Versteifungsschicht in diesem Fall vorzugsweise einen Durchgangswiderstand von kleiner als ca. 10^{10} Ohm-cm aufweist. In einigen Anwendungen ist es jedoch wünschenswert, eine nicht leitfähige Versteifungsschicht zu verwenden. In diesem Fall kann die Versteifungsschicht mit einem dünnen, leitfähigen Material beschichtet sein, z.B. einem Metallfilm, der mit Masse verbunden ist.

[0037] Ein bevorzugtes äußeres Hülselement 509 B auf der primären Bilderzeugungs-Doppelhülselement 503 B umfasst eine Versteifungsschicht, eine auf der Versteifungsschicht aufgetragene Sperrschicht, eine auf der Sperrschicht aufgetragene ladungserzeugende Schicht und eine auf der ladungserzeugenden

Schicht aufgetragene Ladungstransportschicht (siehe z.B. Fig. 4(a)). Die Versteifungsschicht des äußeren Hülselements 509 B hat vorzugsweise die Form eines schlauchförmigen Endlosbandes. Neben der Minimierung der Umfangsspannung in dem darunter liegenden, inneren Hülselement 507 B (ähnlich dem durch die Versteifungsschicht des äußeren Hülselements 542 B der Zwischenübertragungs-Doppelhülselement 508 B erzeugten Effekt) stellt die Versteifungsschicht des äußeren Hülselements 509 B ein geeignetes Substrat bereit, auf dem nacheinander die ladungserzeugende Schicht und die Ladungstransportschicht aufgetragen werden können. Vorzugsweise ist die Versteifungsschicht dünn und biegsam und umfasst ein beliebiges, geeignetes, leitfähiges Material, wie ein Metall, z.B. Stahl, Nickel oder ein anderes, hochverschleißfestes Metall. Obwohl weniger bevorzugt, kann die Versteifungsschicht ein Elastomer umfassen, z.B. ein Polyurethan, das mit einem leitfähigen Material dotiert ist, wie einem Antistatikum, oder ein synthetisches polymeres oder Kunststoffmaterial mit einer Dispersion aus leitfähigen Partikeln, die einen Volumenbruchteil oberhalb der Filtrationsschwelle liegen, wobei die Versteifungsschicht eine Dehngrenze aufweist, die während des Betriebs des sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselements nicht überschritten wird. Vorzugsweise besteht die Versteifungsschicht aus Nickel. Eine Versteifungsschicht des äußeren Hülselements 509 B, C, Y, M hat vorzugsweise eine Dicke von weniger als ca. 500 μm , vorzugsweise im Bereich von 10 - 200 μm . Die Versteifungsschicht weist ein Elastizitätsmodul von mehr als ca. 0,1 GPa und am besten von 50 - 300 GPa auf.

[0038] Ein bevorzugtes äußeres Hülselement 509 B umfasst eine Versteifungsschicht in Form eines durch Galvanoformung hergestellten, nahtlosen Nickelbandes, das z.B. von Stork Screens America, Inc., Charlotte, North Carolina, USA, bezogen werden kann. Die auf der Versteifungsschicht aufgetragene fotoleitfähige Struktur umfasst: eine auf der Versteifungsschicht aufgetragene Polyamidharz-Sperrschicht von 0,5 - 1,0 μm Dicke; eine auf der Sperrschicht aufgetragene ladungserzeugende Schicht der in der US 5,614,342 beschriebenen Art mit einer Co-Kristalldispersion, wobei die ladungserzeugende Schicht eine Dicke von 0,5 - 1,0 μm aufweist und vorzugsweise von ca. 0,5 μm ; und eine auf der ladungserzeugenden Schicht aufgetragene Ladungstransportschicht mit einer Dicke von 12 - 35 μm und vorzugsweise von 25 μm , wobei die Ladungstransportschicht 2 Gewichtsteile Tri-tolylamin und 2 Gewichtsteile 1,1-bis(4-(di-4-tolylamin)phenyl)methan in einem Bindemittel aus 1 Gewichtsteil Poly[4,4'-(2-norbornyliden)bisphenol-Terephthalat-Co-Azolat-(60/40)] und 5 Gewichtsteile Makrolon™ Polycarbonat umfasst, erhältlich bei der General Electric Company, Schenectady, NY, USA.

[0039] In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel kann dem äußeren Hülselement 509 B Mi-

kroanpassung verliehen werden, indem eine dünne, nachgiebige Schicht auf der Versteifungsschicht unterhalb der ladungserzeugenden Schicht und der Ladungstransportschicht vorgesehen wird, wobei die nachgiebige Schicht eine Dicke von vorzugsweise 0,5 - 2,0 mm aufweist. Die bevorzugten elektrischen und physikalischen Eigenschaften sind ähnlich denen der nachgiebigen Schicht des äußeren Hülselements 542 B. Vorzugsweise ist über der dünnen, nachgiebigen Schicht eine dünne, leitfähige Schicht, z.B. aus Nickel, aufgetragen, auf der nacheinander eine Sperrschicht, eine ladungserzeugende Schicht und eine Ladungstransportschicht aufgetragen ist, wie zuvor beschrieben (siehe z.B. Fig. 4(b)). Die dünne leitfähige Schicht kann während des Betriebs geerdet sein.

[0040] In einigen Anwendungen kann eine optionale dünne, harte Schicht als eine äußere Beschichtung außerhalb der Ladungstransportschicht vorgesehen werden, um eine höhere Verschleißfestigkeit zu erzielen, beispielsweise aus Sol-Gel, Siliziumcarbid, diamantartigem Kohlenstoff usw.

[0041] Unter Verwendung einer erfindungsgemäßen, sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenwalze mit einer relativ leitfähigen Struktur lässt sich die Übertragung eines einfarbigen Markierungspartikelbildes von der primären Bilderzeugungs-Doppelhülsenwalze mit einer relativ kleinen Spaltbreite erzielen (vorzugsweise von 2 - 15 mm und am besten von 3 - 8 mm) und einem relativ moderaten Potenzial von z.B. 600 V oder weniger von geeigneter Polarität durch Anschließen einer (nicht gezeigten) Spannungsquelle vorzugsweise an das Versteifungselement des äußeren Hülselements jedes sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselements. Ein einfarbiges Markierungspartikelbild, das auf dem äußeren Hülselement 542 B (andere sind nicht gekennzeichnet) jeder sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselementtrommel ausgebildet ist, wird auf eine Tonerbildaufnahme- fläche eines Aufnahmeelements übertragen, das in einen Spalt zwischen der Zwischenübertragungswalze und einer Übertragungsstützwalze 521 B, C, M und Y transportiert wird, welche mit einem äußeren Sperrtuch versehen und in geeigneter Weise durch eine Stromquelle 552 elektrisch vorgespannt ist, um das geladene Tonerpartikelbild elektrostatisch auf ein Aufnahmeelement zu übertragen. Das Aufnahmeelement wird aus einem (nicht gezeigten), geeigneten Aufnahmeelementvorrat zugeführt und in geeigneter Weise auf der Papiertransportbahn 516 befestigt und bewegt sich nacheinander in die Spalten 510 B, C, M und Y, wo es mit dem jeweiligen Markierungspartikelbild in geeigneter, ausgerichteter Beziehung beaufschlagt wird, um ein zusammengesetztes Mehrfarbenbild zu erzeugen. Bekanntermaßen können sich die farbigen Pigmente überlagern, um Farbbereiche zu bilden, die sich von den Pigmenten unterscheiden. Das Aufnahmeelement tritt aus dem letzten Spalt heraus und wird durch einen (nicht gezeigten) geeigneten Transportmechanismus zu ei-

nem Fixierer transportiert, wo das Markierungspartikelbild auf dem Aufnahmeelement durch Beaufschlagung mit Wärme und/oder Druck und vorzugsweise mit beidem fixiert wird. Ein Trennlader 524 kann vorgesehen sein, um das Aufnahmeelement mit einer neutralisierenden Ladung zu beaufschlagen, damit es sich leichter von der Papiertransportbahn 516 trennt. Die jeweiligen sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselemente werden durch eine entsprechende Reinigungsvorrichtung 511 B, C, M und Y zur Wiederverwendung gereinigt. Eine bevorzugte Reinigungsvorrichtung ist ein Bürstenreiniger, obwohl auch Lamellen oder Gewebereiniger verwendbar sind.

[0042] Entsprechende, gängige (nicht gezeigte) Sensoren, beispielsweise mechanische, elektrische oder optische Sensoren, werden in der Abbildungsvorrichtung 500 verwendet, um die Vorrichtung mit Steuersignalen anzusteuern. Derartige Sensoren sind entlang des Fahrwegs des Aufnahmeelements zwischen dem Aufnahmeelementmagazin durch die verschiedenen Walzenspalte bis zum Fixierer angeordnet. Weitere Sensoren können der Fotoleitertrommel des primären, bilderzeugenden Elements, der Zwischenübertragungselementtrommel, dem Übertragungsstützelement und verschiedenen Bildverarbeitungsstationen zugeordnet sein. Die Sensoren ermitteln die Lage eines Aufnahmeelements auf seinem Fahrweg sowie die Position der Fotoleitertrommel des primären, bilderzeugenden Elements in Beziehung zu den Bilderzeugungs-Verarbeitungsstationen und erzeugen entsprechende Ansteuerungssignale. Diese Signale werden als Eingabeinformation einer Schalt- und Steuereinheit zugeführt, die beispielsweise mit einem Mikroprozessor ausgestattet ist. Auf Basis dieser Signale und eines geeigneten Programms für den Mikroprozessor erzeugt die Schalt- und Steuereinheit LCU Signale zur zeitlichen Steuerung der verschiedenen elektrografischen Prozessstationen zur Durchführung des Abbildungsprozesses und zum Ansteuern des Antriebs der verschiedenen Trommeln und Bänder über den Motor M. Die Erstellung eines Programms für eine Reihe kommerziell verfügbarer Mikroprozessoren, die zur Verwendung mit der Erfindung geeignet sind, ist nach dem Stand der Technik bekannt. Die jeweiligen Details eines derartigen Programms hängen dabei von der Architektur des jeweiligen Mikroprozessors ab.

[0043] Fig. 13 zeigt eine Skizze eines Endbereichs einer Baugruppe 90 in Schnittansicht mit Darstellung der inneren und äußeren Hülse in konzentrischer Anordnung auf einer erfindungsgemäßen Doppelhülsenwalze (ohne Darstellung des Kernelements). Ein inneres Hülselement 91 ist an der Außenfläche in einem kleinen Abschnitt, der nahe dem Ende des inneren Hülselements gelegen ist, mit Erkennungszeichen versehen, und ein äußeres Hülselement 92 ist an der Außenfläche in einem kleinen Abschnitt, der nahe dem Ende des äußeren Hülselements gelegen ist, mit Erkennungszeichen versehen. Zur besseren Übersicht ist das äu-

ßere Hülselement aus seiner Wirkposition etwas versetzt in Bezug zu dem inneren Hülselement dargestellt, um eine Lage für ein Erkennungszeichen auf einem äußeren Abschnitt des inneren Hülselements sichtbar zu machen. Die Erkennungszeichen sind auf dem inneren Hülselement vorgesehen, um einen Parameter in Bezug auf die innere Hülse zu kennzeichnen, und sie sind auch auf dem äußeren Hülselement vorgesehen, um einen Parameter in Bezug auf die äußere Hülse zu kennzeichnen. In Fig. 13 gezeigte ähnliche Elemente sind mit einem oder mehreren Hochkommata nach dem Bezugszeichen versehen. Die Erkennungszeichen auf dem inneren Hülselement, d.h. ein Satz von beschreibenden Markierungen, können in einem kleinen Bereich 93" auf einem zylindrischen Abschnitt des inneren Hülselements nahe einem Ende des inneren Hülselements angeordnet sein. Vorzugsweise sind die Erkennungszeichen auf dem inneren Hülselement in einem kleinen Bereich 93' auf einem Ende der Hülse 91 angeordnet (die einzelnen Schichten mit der Hülse 91 werden nicht gezeigt). Die Erkennungszeichen auf dem äußeren Hülselement, d.h. ein Satz von beschreibenden Markierungen, sind vorzugsweise in einem kleinen Bereich 93"" auf einem zylindrischen Abschnitt des äußeren Hülselements nahe einem Ende des äußeren Hülselements angeordnet. Aufgrund der relativ geringen Dicke des äußeren Hülselements können die Erkennungszeichen auf dem äußeren Hülselement in einem kleinen Bereich 93"" auf einem Ende der Hülse 92 angeordnet sein (die einzelnen Schichten, einschließlich Hülse 92, werden nicht gezeigt). Eine vergrößerte Ansicht 93 eines der kleinen Bereiche 92', 92", 93"" oder 92"" zeigt, dass die beschreibenden Erkennungszeichen als Strichcode ausgebildet sein können, wie durch das Bezugszeichen 94 bezeichnet, der beispielsweise von einem Scanner lesbar ist. Der Scanner kann in einer elektrofotografischen Maschine angeordnet sein, um eine Doppelhülsewalze zu überwachen, z.B. während des Betriebs der Maschine oder während der Leerlaufzeit, oder der Scanner kann extern während der Installation oder Wartung einer erfindungsgemäßen Walze bereitgestellt werden. Allgemein lassen sich die Erkennungszeichen durch einen Erkennungszeichendetektor 95 lesen, erfassen oder erkennen. Wie in Fig. 13 durch den gestrichelten Pfeil B gezeigt, lässt sich die analoge oder digitale Ausgabe des Erkennungszeichendetektors an eine Schalt- und Steuereinheit übergeben, die in einer elektrostografischen Maschine unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Zwischenübertragungselementwalze eingebaut ist, oder sie kann extern verarbeitet werden, z.B. in einem tragbaren Computer während der Installation oder der Wartung einer erfindungsgemäßen Zwischenübertragungselementwalze, oder sie kann in einem anderen, geeigneten Datenprozessor verarbeitet werden. Die Erkennungszeichen sind optisch, magnetisch oder durch Hochfrequenz lesbar. Zusätzlich zu dem Strichcode 94 können die Erkennungszeichen geeignete Markierungen

umfassen, u.a. Symbole oder einfache Worte, und sie können farblich codiert sein. Die Erkennungszeichen sind auch visuell lesbar oder interpretierbar. Geeignete Materialien für die Erkennungszeichen sind beispielsweise Tinten, Farben, magnetische Materialien, reflektierende Materialien usw., die direkt auf die Oberfläche des Hülselements auftragbar sind. Alternativ hierzu können die Erkennungszeichen auf einem Etikett angeordnet sein, das an der Außenfläche des Hülselements befestigt ist. Die Erkennungszeichen sind auch in erhabener Ausbildung oder durch Stanzen mit einem Stempel oder durch sonstiges Verformen eines kleinen, örtlich begrenzten Bereichs auf der Außenfläche des Hülselements herstellbar. Die Verformungen lassen sich mechanisch oder auf andere Weise erkennen oder unter Verwendung eines Erkennungszeichendetektors 95 in Form einer Kontaktsonde oder durch andere mechanische Mittel lesen. Es kann zudem für einige Anwendungen wünschenswert sein, Erkennungszeichen auf der Innenfläche eines Hülselements oder auf der Außenfläche des zentralen Elements anzuordnen. Es kann zudem wünschenswert sein, eine Aussparung oder eine Öffnung in dem äußeren Hülselement 92 vorzusehen, so dass ein Erkennungszeichen in einem Bereich 93" auf der Hülse 91 erkennbar ist, wenn sich das äußere Hülselement in Wirkposition befindet und nicht, wie in Fig. 13 gezeigt, versetzt ist.

[0044] In den Erkennungszeichen lassen sich verschiedene Informationen codieren oder aufzeichnen. Beispielsweise lässt sich der Außendurchmesser einer Walze, d.h. der Außendurchmesser des äußeren Hülselements, aufzeichnen, so dass die Spaltbreite oder die Ausrichtungparameter entsprechend einstellbar sind. Der Wirkwiderstand in radialer Richtung eines inneren oder äußeren Hülselements lässt sich in den Erkennungszeichen aufzeichnen, um die auf die Walze wirkende elektrische Vorspannung auf eine optimale Leistung abstimmen zu können. Die effektive Härte und das effektive Elastizitätsmodul einer Hülse einer erfindungsgemäßen Walze lassen sich in den Erkennungszeichen aufzeichnen, so dass Spaltbreiten in geeigneter Weise einstellbar sind. Das Fertigungsdatum beider Walzenhülsen lässt sich in den Erkennungszeichen für Diagnosezwecke aufzeichnen, um das Ende der Lebensdauer einer gegebenen Hülse abschätzen und diese rechtzeitig auswechseln zu können. Zudem lassen sich in den Erkennungszeichen bestimmte Informationen für jede gegebene Walze in Bezug auf die Unrundheit aufzeichnen, z.B. wie nach der Herstellung gemessen, wobei diese Informationen für eine Optimierung der Ausrichtung nutzbar sind, z.B. zwischen den Modulen. Die Ausrichtung einer erfindungsgemäßen Walze, beispielsweise ein Versatz zwischen einer erfindungsgemäßen Walze und einer primären Abbildungswalze, lässt sich durch die Erkennungszeichen ebenfalls beschreiben.

[0045] Wenn der Außendurchmesser des äußeren Hülselements einer erfindungsgemäßen Zwischen-

übertragungs-Doppelhülsenwalze in den Erkennungszeichen aufgezeichnet ist, ist diese Information nutzbar, um die Kalibrierung eines Ausrichtungssystems zu beschleunigen, wie nachfolgend erläutert. Das Ausrichtungssystem kann beispielsweise einen Softwarealgorithmus verwenden, der die Geschwindigkeit des Zeilenanfangstaktsignals steuert, das an den LED-Schreibkopf angelegt wird. Für jedes Farbmodul wird ein separates Zeilenanfangstaktsignal verwendet, das jeweils die Länge des Farbtonerbildes des entsprechenden Farbauszugbildes steuert, das von jedem Modul erzeugt wird, wodurch gewährleistet wird, dass das Farbtonerbild einheitlich und von richtiger Länge ist. Es ist allgemein bekannt, dass eine Änderung im Eingriff zwischen einer primären Bilderzeugungswalze und einer Zwischenübertragungswalze das Geschwindigkeitsverhältnis ändert, wodurch sich die Bildlänge ändert, z.B. durch Dehnung oder Stauchung bei Verstärkung bzw. Minderung des Eingriffs. Zwischenübertragungs-Hülselemente lassen sich in der Praxis nicht mit identischen Außendurchmessern herstellen; die typische Abweichung beträgt $\pm 50 \mu\text{m}$. Eine geringe Durchmesserdivergenz eines neu installierten Zwischenübertragungselements einer erfindungsgemäßen Doppelhülsenwalze ändert somit den Eingriff zwischen der primären Bilderzeugungswalze und der Zwischenübertragungswalze. Eine geringe Durchmesserdivergenz eines neu installierten primären, bilderzeugenden Elements einer erfindungsgemäßen, fotoleitfähigen Doppelhülsenwalze ändert gleichermaßen den Eingriff zwischen der primären Bilderzeugungswalze und der Zwischenübertragungswalze. Durch Verwendung der Durchmesserinformation einer neu installierten Außenhülse kann die Ausrichteinheit das Zeilenstarttaktsignal sofort korrigieren, so dass die richtige Bildlänge und Gleichmäßigkeit beibehalten werden. Die Einstellung der Parameter, die in dem Algorithmus das Zeilenanfangstaktsignal steuern, ist einer von mehreren Parametern, der gesteuert werden muss, um eine genaue Ausrichtung jedes durch den Schreibkopf digital geschriebenen Bildes zu gewährleisten. Die frühzeitige Kenntnis des Außendurchmessers einer erfindungsgemäßen Doppelhülsenwalze, wie in den Erkennungszeichen angegeben, beschleunigt die Kalibrierungszeit des Ausrichtungssystems.

[0046] Die mit der Abbildungsvorrichtung 500 verwendeten Aufnahmeelemente können sich voneinander erheblich unterscheiden. Beispielsweise kann es sich dabei um dünnes oder dickes Papier handeln, mit einer Textur versehenes oder geprägtes Papier oder andere mit einer Textur versehene oder geprägte Materialien sowie durchsichtige Materialien, z.B. Kunststofffolien. Die unterschiedliche Dicke und/oder der unterschiedliche Durchgangswiderstand der Materialien und die damit verbundene Änderung der Impedanz hat Auswirkungen auf das elektrische Feld in den Spalten 510 B, C, M und Y, das dazu dient, die Markierungspartikel auf die Aufnahmeelemente zu übertragen. Zudem betrifft eine Änderung der relativen Luftfeuchtigkeit die

Leitfähigkeit eines Papieraufnahmeelements, was wiederum Auswirkungen auf die Impedanz und damit auch auf das Übertragungsfeld hat. Um diese Probleme zu überwinden, weist die Papiertransportbahn vorzugsweise bestimmte Eigenschaften auf.

[0047] Die Papiertransportbahn 516 besteht vorzugsweise aus einem Material mit einem Durchgangswiderstand von größer als 10^5 Ohm-cm ; dort, wo das Aufnahmeelement nicht elektrostatisch gehalten wird, ist ein Durchgangswiderstand zwischen 10^8 Ohm-cm und 10^{11} Ohm-cm zu bevorzugen. Dort, wo das Aufnahmeelement elektrostatisch gehalten wird, ist für die Papiertransportbahn ein Durchgangswiderstand von mehr als $1 \times 10^{12} \text{ Ohm-cm}$ zu bevorzugen. Dieser Durchgangswiderstand ist der Widerstand mindestens einer Schicht, wenn es sich bei der Bahn um eine Mehrschichtbahn handelt. Das Bahnmaterial kann aus einem beliebigen biegsamen Material bestehen, etwa Fluorcopolymer (wie Polyvinylidenfluorid), Polycarbonat, Polyurethan, Polyethylenterephthalat, Polyimide (wie KaptonTM), Polyethylennaphtolat oder Silikongummi. Gleich welches Material verwendet wird, es kann Additive enthalten, wie ein Antistatikum (z.B. Metallsalze) oder kleine leitfähige Partikel (z.B. Kohlenstoff), um der Bahn den gewünschten Durchgangswiderstand zu verleihen. Wenn Materialien mit hohem Durchgangswiderstand verwendet werden (d.h. größer als ca. 10^{11} Ohm-cm) können zusätzliche Coronalader erforderlich sein, um eine auf der Papiertransportbahn verbleibende Restladung zu beseitigen, nachdem das Aufnahmeelement entfernt worden ist. Die Papiertransportbahn kann eine zusätzliche leitfähige Schicht unterhalb der Widerstandsschicht aufweisen, die elektrisch vorgespannt ist, um eine Übertragung der Markierungspartikel zu bewirken. Allerdings wird eine Anordnung ohne Leitschicht bevorzugt, um statt dessen die Vorspannung entweder durch eine oder mehrere Tragwalzen oder mit einem Coronalader anzulegen. Die Endlosbahn ist relativ dünn ($20 \mu\text{m}$ bis $1000 \mu\text{m}$, vorzugsweise $50 \mu\text{m}$ bis $200 \mu\text{m}$) und biegsam. Die Erfindung betrifft zudem eine elektrostatische Farbmaschine, in der ein im Allgemeinen endloser Papierbahnenempfänger verwendet wird, und wobei eine separate Papiertransportbahn nicht erforderlich ist. Derartige Endlosbahnen werden normalerweise von einer Papierrolle abgespult, die derart gehalten ist, dass sie es ermöglicht, das Papier von der Rolle abzuwickeln, während das Papier als ein fortlaufendes Blatt durch die Vorrichtung tritt.

[0048] Beim Zuführen eines Aufnahmeelements zur Papiertransportbahn 516 kann das Aufnahmeelement durch den Lader 526 mit Ladung beaufschlagt werden, um das Aufnahmeelement gegen die Papiertransportbahn 516 zu ziehen und zu "fixieren". Eine dem Lader 526 zugeordnete Rakel 527 kann vorgesehen sein, um das Aufnahmeelement auf die Papiertransportbahn zu drücken und ggf. zwischen dem Aufnahmeelement und der Bahn eingeschlossene Luft zu beseitigen.

[0049] Ein Aufnahmeelement kann sich gleichzeitig in

mehr als einem Bildübertragungsspalt befinden, vorzugsweise jedoch nicht gleichzeitig im Fixiererspalt und im Bildübertragungsspalt. Die Bahn des Aufnahmeelements zur aufeinanderfolgenden Aufnahme der verschiedenen Farbbilder ist im Allgemeinen gerade und ermöglicht die Verwendung von Aufnahmeelementen unterschiedlicher Dicke. Die endlose Papiertransportbahn 516 ist um eine Vielzahl von Tragelementen geführt. Wie in Fig. 10 gezeigt, handelt es sich bei der Vielzahl von Tragelementen beispielsweise um die Walzen 513, 514, wobei vorzugsweise die Walze 513 durch den Motor M angetrieben ist (selbstverständlich wären auch andere Tragelemente, wie Schienen oder Stangen, zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung geeignet). Der Antrieb der Papiertransportbahn kann durch Reibungsantrieb der sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenwalzen erfolgen, wodurch die primären, bilderzeugenden Doppelhülsenwalzen angetrieben werden, oder es können zusätzliche Antriebe vorgesehen sein. Die Prozessgeschwindigkeit ist durch die Geschwindigkeit der Papiertransportbahn bestimmt, die jede geeignete Geschwindigkeit annehmen kann, typischerweise ca. 300 mm s⁻¹.

[0050] Die Tragstrukturen 575 a, b, c, d und e sind jedem Übertragungsspalt direkt vor und nachgeordnet, um die Bahn auf der Rückseite in Eingriff zu nehmen und den geraden Verlauf der Bahn derart zu verändern, dass die Bahn um jede Zwischenübertragungselementwalze so herum geführt wird, dass auf jeder Seite des Spalts eine Kontaktfläche von mehr als 1 mm entsteht (Spaltvorwicklung und Spaltnachwicklung) oder zumindest auf einer Seite des Spalts, wobei die gesamte Kontaktfläche vorzugsweise kleiner als 20 mm ist. Der Spalt befindet sich dort, wo die Andruckwalze die Rückseite der Bahn berührt, oder, falls keine Andruckwalze verwendet wird, wo eine wesentliche Beaufschlagung mit dem elektrischen Feld erfolgt. Der Bildübertragungsbereich des Spalts bildet einen kleineren Bereich als die gesamte Kontaktfläche. Die Kontaktfläche der Bahn um die sekundäre Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenwalze sieht zudem einen Weg vor, auf dem die Vorkantende des Aufnahmeelements der Krümmung der sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenwalze folgt, jedoch getrennt von dem Eingriff mit dieser Walze, während es entlang einer im Wesentlichen tangential zur Oberfläche der zylindrischen, sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenwalze verlaufenden Linie verfährt. Die Druckbeaufschlagung durch die Übertragungsstützwalzen 521 B, C, M und Y erfolgt auf der Rückseite der Papiertransportbahn 516 und bringt die Oberfläche des nachgiebigen, sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenelements während der Übertragung in engen Kontakt mit dem Aufnahmeelement. Vorzugsweise beträgt der Druck jeder Übertragungsstützwalze 521 B, C, M und Y auf die Papiertransportbahn 516 7 Pfund pro Quadrat Zoll (0,04823 N/mm²) oder mehr. Die Übertragungsstützwalzen lassen sich durch Coronalader, vorge-

spannte Lamellen oder vorgespannte Bürsten ersetzen. In dem Übertragungsspalt wird ein wesentlicher Druck aufgebaut, um die Vorteile des nachgiebigen Zwischenübertragungselements zu nutzen, die in der Anpassung des getonten Bildes an das Aufnahmeelement und den Bildinhalt sowohl in mikroskopischer als auch in makroskopischer Sicht liegen. Der Druck kann ausschließlich durch die Übertragungsvorspanneinrichtung aufgebaut werden, oder durch zusätzlichen Druck, der durch ein anderes Element aufgebaut wird, wie eine Walze, ein Schuh, eine Rakel oder eine Bürste.

[0051] Unter Verweis auf Fig. 10 sei darauf hingewiesen, dass die Kontaktfläche vor dem Spalt und die Kontaktfläche hinter dem Spalt auf jeden geeigneten Wert in einem beliebigen der Module einstellbar ist, und zwischen den Modulen unterschiedlich sein kann, indem eine Einstellung der einzelnen Erhebungen einzelner Tragstrukturen erfolgt, oder durch Anordnen der Tragstrukturen an Stellen, die nicht auf halbem Wege zwischen den Modulen liegen, oder durch beide dieser Maßnahmen. Um die Kontaktfläche vor dem Spalt und die Kontaktfläche nach dem Spalt innerhalb jedes Moduls unabhängig voneinander steuern zu können, kann eine größere Zahl von Tragstrukturen verwendet werden, z.B. zwei Tragstrukturen pro Modul, und zwar eine auf jeder Seite jedes Übertragungsspalts. Tragstrukturen können Schienen, Stangen, Walzen usw. umfassen.

[0052] Die in Fig. 11 gezeigten Elemente, die ähnlich denen in Fig. 10 gezeigten sind, sind mit einem Hochkomma (') nach dem Bezugszeichen versehen. In dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 11 wird ein Tonerfarbauszugsbild in jeder der vier Farben von jedem Modul 591 B', 591 C', 591 M' und 591 Y' auf den jeweiligen primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelementen ausgebildet, wie den fotoleitfähigen Trommeln 503 B', 503 C', 503 M' und 503 Y', wobei jede Trommel ein entfernbares, auswechselbares inneres Hülsenelement und ein entfernbares, auswechselbares äußeres Hülsenelement umfasst. Die jeweiligen Tonerfarbauszugsbilder werden in ausgerichteter Weise auf ein Aufnahmeelement übertragen, während sich das Aufnahmeelement bewegt oder von Modul zu Modul verfährt und an jedem Übertragungsspalt (510 B' ist der einzige bezeichnete Spalt) ein entsprechendes Tonerfarbauszugsbild empfängt. In dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 11 sind die sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenelemente nicht vorhanden, und es erfolgt eine direkte Übertragung jedes Bildes von der entsprechenden Fotoleiter-Doppelhülsentrommel auf das Aufnahmeelement, während sich das Aufnahmeelement nacheinander durch die Übertragungsstationen bewegt und dabei von der Papiertransportbahn 516' gehalten wird. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel für die direkte Übertragung von Tonerbildern von primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelementen auf Aufnahmeblätter sieht das äußere Hülsenelement 509 B' eine Mikroanpassung vor, indem unter der ladungserzeugenden Schicht und der Ladungstransportschicht und auf

der Versteifungsschicht eine nachgiebige Schicht aufgetragen ist, wobei die nachgiebige Schicht eine Dicke von vorzugsweise 0,5 - 2,0 mm aufweist. Die bevorzugten elektrischen und physikalischen Eigenschaften sind ähnlich denen der nachgiebigen Schicht des äußeren Hülselements 542 B. Über der nachgiebigen Schicht kann eine dünne, leitfähige Schicht, z.B. aus Nickel, aufgetragen sein, auf der nacheinander eine Sperrschicht, eine ladungserzeugende Schicht und eine Ladungstransportschicht aufgetragen ist, wie zuvor beschrieben. Die dünne leitfähige Schicht kann während des Betriebs gerodet sein.

[0053] In einem anderen, bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Anzahl der für die Vollfarbenabbildung erforderlichen Module durch Bereitstellen eines fotoleitfähigen, äußeren Hülselements und eines nachgiebigen, sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselements reduziert. Die in Fig. 12 gezeigten Elemente, die ähnlich denen in Fig. 10 und 11 gezeigten sind, sind mit einem doppelten Hochkomma (") nach den Bezugszeichen versehen. In dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 12 umfasst eine mit der Bezugsziffer 600 bezeichnete Vorrichtung zwei Module 691 BC und 691 MY, wobei auch eine andere Zahl von Modulen verwendbar ist. Jedes Modul ist ähnlich aufgebaut, mit Ausnahme der Tatsache, dass die Papiertransportbahn 516", die auch als Endlosband ausgebildet sein kann, mit allen Modulen zusammenarbeitet, und dass die Aufnahmeelemente 512a", 512b", 512c" und 512d" von der Papiertransportbahn 516" von Modul zu Modul transportiert werden. Modul 691 BC umfasst beispielsweise eine rotierende, fotoleitfähige, primäre, bilderzeugende Doppelhülselementtrommel 603 B, die in eine gegenläufige, fotoleitfähige, sekundäre Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselementtrommel 608 BC in einem mit 610 B bezeichneten Druckspalt eingreift, wobei sich die Trommel 608 BC in einem Druckspalt 610 BC in Eingriff durch die Übertragungsstützwalze 621 BC hinter der Papiertransportbahn 516" befindet, und wobei die Papiertransportbahn die Trommel 608 BC durch Reibung antreibt, welche wiederum die Trommel 603 B antreibt. Zusätzlich zu dem Reibungsantrieb ist alternativ ein Motorantrieb verwendbar, um den Antrieb einer Trommel zu ergänzen. Die Bewegung der Papiertransportbahn 516" ist durch einen Pfeil angezeigt und erfolgt durch Antrieb der Walze 513". Die primäre, bilderzeugende Doppelhülselementwalze 603 B umfasst ein (nicht in Fig. 12 gezeigtes) starres Kernelement, ein entfernbares, auswechselbares, nachgiebiges, inneres Hülselement 607 B, welches das Kernelement vorzugsweise nicht haftend ergreift und umgibt, sowie ein entfernbares, auswechselbares, fotoleitfähiges, äußeres Hülselement 609 B, das das innere Hülselement vorzugsweise nicht haftend ergreift und umgibt. Die fotoleitfähige, primäre, bilderzeugende Doppelhülselementtrommel 603 BC umfasst ein (nicht in Fig. 12 gezeigtes) starres Kernelement, ein entfernbares, auswechselbares, makronachgiebiges, inneres Hülselement 641 C, welches das Kernele-

ment vorzugsweise nicht haftend ergreift und umgibt, sowie ein entfernbares, auswechselbares, mikronachgiebiges, fotoleitfähiges, äußeres Hülselement 642 C, das das innere Hülselement vorzugsweise nicht haftend ergreift und umgibt. Die Materialeigenschaften der Trommeln 603 B und 608 BC sind gleich denen der zuvor beschriebenen Trommeln 503 B, C, M und Y. Auf jeder Trommel 603 B, 608 BC, 603 M und 608 MY wird ein anderes, einfarbiges Tonerbild ausgebildet, beispielsweise aus schwarzen, zyanfarbenen, magentafarbenen und gelbfarbenen Tonern, wie durch die Buchstaben B, C, M und Y bezeichnet, oder aus anderen Farben oder aus einer anderen Anzahl von Farben. Es sind auch Toner ohne Farbattribute verwendbar. In dem Modul 601 BC wird ein schwarzes Tonerbild auf der Trommel 603 B ausgebildet, und zwar unter Verwendung des primären Laders 605 B, des Lasers 606 B und der Entwicklungsstation 681 B. Des Weiteren wird ein zyanfarbenes Tonerbild auf der Trommel 608 BC unter Verwendung des primären Laders 605 C, des Lasers 606 C und der Entwicklungsstation 681 C ausgebildet. Das schwarze Tonerbild wird elektrostatisch in dem Spalt 610 B von der Trommel 603 B auf die Trommel 608 BC übertragen, so dass das schwarze Tonerbild auf das zyanfarbene Bild aufgebracht wird, wodurch ein erstes, ausgerichtetes, zusammengesetztes Bild entsteht. Die Drehbewegung der Trommel 608 BC bringt das erste Verbundbild in den Spalt 610 BC, wo das erste, zusammengesetzte Bild elektrostatisch auf ein Aufnahmeblatt übertragen wird, beispielsweise auf das Papierblatt 512b". In dem Modul 691 MY werden ein magentafarbenes Tonerbild, das auf dem primären, bilderzeugenden Doppelhülselement 603 B ausgebildet ist, und ein gelbfarbenes Tonerbild, das auf dem fotoleitfähigen, sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement 608 MY ausgebildet ist, in gleicher Weise in Spalt 610 M kombiniert, um ein zweites, zusammengesetztes Bild auszubilden, das in Spalt 610 MY über das erste, zusammengesetzte Bild übertragen wird, um ein ausgerichtetes, zusammengesetztes Vierfarbentonerbild auf dem Aufnahmeblatt zu erzeugen.

[0054] Vor dem Ausbilden einfarbiger Tonerbilder auf den Trommeln 603 B, 608 BC, 603 M und 608 MY werden die Außenflächen der entsprechenden äußeren Hülselemente durch die entsprechenden Reinigungsstationen 604 B, C, M und Y gesäubert.

[0055] In den drei Ausführungsbeispielen der Fig. 10, 11 und 12 haben die Übertragungsstützwalzen 521, 521' und 621 BC einen bevorzugten Durchmesser von 20-80 mm und laufen vorzugsweise im Dauerstrombetrieb. Die Durchmesser der primären, bilderzeugenden Doppelhülselemente und der sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselemente liegen vorzugsweise im Bereich von 80-240 mm. In den drei Ausführungsbeispielen der Fig. 10, 11 und 12 können sich verschiedene Aufnahmeblätter gleichzeitig in verschiedenen Spalten befinden; so ist es möglich, dass sich ein Aufnahmeblatt in zwei benachbarten Spalten gleichzei-

tig befindet, wobei der Zeitpunkt der Bilderzeugung und der entsprechenden Übertragung auf das Aufnahmeblatt derart gewählt ist, dass eine einwandfreie Übertragung der Bilder erfolgt, so dass die entsprechenden Bilder in Ausrichtung und erwartungsgemäß übertragen werden.

[0056] Jedes der drei Ausführungsbeispiele der Fig. 10, 11 und 12 ist mit einer Papiertransportbahn versehen, um ein Aufnahmeblatt durch Spalte zu transportieren, in denen Tonerbilder auf das Aufnahmeblatt übertragen worden sind, wie zuvor beschrieben wurde. In bestimmten Anwendungen kann es sinnvoll sein, ein Tonerbild von einem Zwischenübertragungs-Doppelhülselement auf ein Aufnahmeelement zu übertragen, indem eine direkt hinter dem Aufnahmeblatt angeordnete elektrisch vorgespannte Übertragungswalze verwendet wird, d.h. in einem zwischen dem Zwischenübertragungs-Doppelhülselement und der Übertragungswalze ausgebildeten Spalt ohne Verwendung einer Papiertransportbahn. In bestimmten Anwendungen kann es sinnvoll sein, ein Tonerbild direkt von einem primären, bilderzeugenden Doppelhülselement auf ein Aufnahmeelement zu übertragen, indem eine direkt hinter dem Aufnahmeblatt angeordnete elektrisch vorgespannte Übertragungswalze verwendet wird, d.h. in einem zwischen dem primären, bilderzeugenden Doppelhülselement und der Übertragungswalze ausgebildeten Spalt ohne Verwendung einer Papiertransportbahn.

[0057] Obwohl eine Trommel bevorzugt wird, kann ein Zwischenübertragungselement in Form einer Bahn verwendet werden, wobei ein primäres, bilderzeugendes Doppelhülselement in der hier beschriebenen Farbproduktionsvorrichtung zum Einsatz kommt. Desgleichen ist ein primäres, bilderzeugendes Element in Form einer Bahn mit einem sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement verwendbar. In einigen Anwendungen kann es sinnvoll sein, ein primäres, bilderzeugendes Doppelhülselement mit einer Zwischenübertragungswalze zu verwenden, die nicht mit doppelten Hülsen ausgebildet ist. Desgleichen kann es in einigen Anwendungen sinnvoll sein, ein sekundäres Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement mit einer primären, bilderzeugenden Walze zu verwenden, die nicht mit doppelten Hülsen ausgebildet ist.

[0058] In der hier beschriebenen Farbproduktionsvorrichtung ist die Vorrichtung auch verwendbar, um Farbbilder in verschiedenen Farbkombinationen anstelle des beschriebenen Vierfarbendes zu verwenden. Es ist möglich, weniger Farbmodule in der Vorrichtung oder zusätzliche Farbmodule in der Vorrichtung vorzusehen. Zwar betrifft die vorliegende Beschreibung die Ausbildung eines zusammengesetzten Bildes auf einem Aufnahmeblatt, das aus einer Mehrzahl von Farbbildern zusammengesetzt ist, aber die Erfindung berücksichtigt, dass Bilder aus verschiedenen physischen Tonerausprägungen auf einem Aufnahmeblatt kombinierbar sind, um ein resultierendes, zusammengesetztes Bild auszubilden. So ist mit Hilfe der hier beschrie-

benen Übertragungsvorrichtung und des beschriebenen Verfahrens ein schwarzes Tonerbild auf ein Aufnahmeblatt übertragbar, wobei das Tonerbild aus nicht magnetischem Toner ausgebildet wird, und wobei ein zweites, schwarzes Bild auf demselben Aufnahmeblatt mit einem magnetischen Toner ausgebildet wird.

[0059] In den beschriebenen Ausführungsbeispielen ist die Kontaktfläche der Bahn, die das Aufnahmeelement in Kontakt mit dem das Tonerbild tragenden Element unterstützt, durch die Spannung des Transportbandes bestimmt. Der tatsächliche Übertragungsspalt, in dem der Hauptteil des elektrischen Feldes zwischen dem das Tonerbild tragenden Element und der Übertragungsstützwalze oder einer anderen Gegenelektrode zur Übertragung des Tonerbildes auf das Aufnahmeelement anliegt, ist kleiner als diese Kontaktfläche. Indem man eine Kontaktfläche vorsieht, die länger als der tatsächliche Übertragungsspalt ist, reduziert man das Risiko, dass es zu einer Vorspaltübertragung und Vorspaltionisierung kommt, insbesondere wenn das Transportband isolierend wirkt. Wie bereits erwähnt, sollte die Kontaktfläche zumindest im Vorspaltbereich vorzugsweise um mehr als 1 mm größer als der Walzenspalt sein. Wenn eine Übertragungsstützwalze verwendet wird, um die Unterseite des Bandes mit Druck zu beaufschlagen und das Aufnahmeelement an dem Spalt in engen Kontakt mit dem das Tonerbild tragenden Element zu bringen, sollte die Andruckwalze vorzugsweise eine mittlere Leitfähigkeit aufweisen, d.h. einen Durchgangswiderstand von 10^7 - 10^{11} Ohm-cm; allerdings sind auch Übertragungsstützwalzen mit hoher Leitfähigkeit verwendbar, d.h. mit der Leitfähigkeit eines Metalls. Andere Strukturen, wie zuvor erwähnt, sind anstelle der Übertragungsstützwalzen ebenfalls verwendbar, um die Bahn an dem Spalt mit Druck zu beaufschlagen, u.a. Elemente mit leitfähigen Fasern, die elektrisch vorgespannt und mit einer Versteifungsstruktur auf einer beliebigen Seite der Bürste versehen sind, um Druck auf die Bahn auszuüben, oder Walzen mit leitfähigen Fasern.

[0060] In den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen erfolgt die Übertragung des Tonerbildes auf das sekundäre Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement und von dem sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement auf das Aufnahmeelement, und im Allgemeinen erfolgen alle Tonerbildübertragungen elektrostatisch und vorzugsweise ohne Beaufschlagung mit Wärme, was zu einem Schmelzen des Toners führen würde. Vorzugsweise erfolgt somit keine Fixierung bei Übertragung der Tonerbilder auf das Aufnahmeelement in den Spalten, durch die das Papiertransportband und das Aufnahmeelement hindurch treten. Beim Ausbilden einer Vielzahl von Farbbildern in Ausrichtung auf einem Aufnahmeblatt berücksichtigt die Erfindung, dass auch mehrere Farbtonerbilder auf demselben Bildfeld des fotoleitfähigen Bildelements anhand bekannter Techniken ausbildbar sind, wie z.B. in der US 4,078,929 beschrieben. Das primäre, bilderzeugende

Element kann Bilder unter Verwendung fotoleitfähiger Elemente ausbilden, wie bereits beschrieben, oder unter Verwendung dielektrischer Elemente und mit elektrofotografischer Aufzeichnung. Die für die Entwicklung verwendeten Toner sind vorzugsweise Trockentoner, die vorzugsweise nicht magnetisch sind; die Entwicklungsstationen sind als Zweikomponenten-Entwicklungsstationen bekannt. Einkomponentenentwickler sind ebenfalls verwendbar, was jedoch nicht zu bevorzugen ist. Auch flüssige Toner sind verwendbar, werden jedoch auch nicht bevorzugt.

[0061] Andere Lademittel, wie Walzen, sind anstelle von Coronadrahtladern verwendbar, um das Aufnahmeelement oder das Druckmedium elektrostatisch auf der Bahn festzuhalten und um das Aufnahmeelement elektrostatisch zu entladen.

[0062] Die Reinigung der Vorder- und Rückseite der Papiertransportbahn ist mit Wischblättern 560 und 562 (Fig. 10), 560', 562' (Fig. 11) oder 560'', 562'' (Fig. 12) durchführbar. Vorzugsweise werden Wischblätter für die Reinigung der Vorder- und Rückseite verwendet.

[0063] Zusätzliche dünne Schichten (in keiner der Figuren gezeigt) zur Unterstützung der Haftung zwischen den Schichten sind in der Herstellung von inneren und äußeren Hülselementen verwendbar, wie beispielsweise die allgemein bekannten Deck- oder Substratschichten.

[0064] Um die Installation oder Entfernung eines erfindungsgemäßen inneren oder äußeren Hülselements zu erleichtern, können Submikron-Teilchen aus Siliziumdioxid, Titandioxid usw. auf die Außenfläche eines Kernelements, auf die Innen- oder Außenfläche eines inneren Hülselements oder auf die Innenfläche eines äußeren Hülselements aufgebracht werden. Alternativ hierzu kann ein Oberflächenbereich mit einer Dicke im Bereich weniger Molekülabmessungen auf chemische Weise derart selektiert oder modifiziert werden, dass der Bereich chemische Molekülgruppen mit niedriger Oberflächenenergie auf diesen (in keiner der Figuren gezeigten) Oberflächen aufweist.

[0065] Die Erfindung beschreibt eine Doppelhülsewalze zur Verwendung in einer elektrostografischen Maschine, wobei die Doppelhülsewalze ein im Wesentlichen zylinderförmiges und starres Kernelement umfasst, ein auswechselbares, entfernbares, mehrschichtiges, inneres Hülselement in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes mit mindestens einer nachgiebigen Schicht derart, dass das innere Hülselement das Kernelement umgibt und an diesem eng und nicht haftend anliegt, und ein auswechselbares, entfernbares, mehrschichtiges, äußeres Hülselement in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes mit mindestens einer Synthetischschicht derart, dass das äußere Hülselement das innere Hülselement umgibt und an diesem eng und nicht haftend anliegt. Die Synthetischschicht kann beispielsweise ein Kunststoff, ein Polymer, ein Copolymer, ein Elastomer, ein Schaum, ein fotoleitfähiges Material, ein Material mit Füllpartikeln,

ein Material mit zwei oder mehr Phasen oder ein mit Fasern verstärktes Material sein. Das innere Hülselement ist mit Hilfe eines Hülseinstallationsverfahrens auf das Kernelement aufbringbar, und das äußere Hülselement ist mit Hilfe eines Hülseinstallationsverfahrens auf das innere Hülselement aufbringbar, wobei das äußere Hülselement von dem inneren Hülselement durch ein Hülseentfernungsverfahren entfernt ist, und wobei das innere Hülselement von dem Kernelement durch ein Hülseentfernungsverfahren entfernt ist, und wobei alle Hülselemente die Form einer Endlosbahn nicht nur während des Betriebs der Doppelhülsewalze beibehalten, sondern auch während der Installation eines Hülselements oder während des Entfernens eines Hülselements. In den bevorzugten Ausführungsbeispielen kann die Doppelhülsewalze ein primäres, bilderzeugendes Doppelhülselement, ein sekundäres Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement oder ein bifunktionales, fotoleitfähiges sekundäres Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement sein.

[0066] Ein bevorzugtes Hülseinstallationsverfahren umfasst das Bereitstellen einer Quelle komprimierten Fluids an der Unterseite eines Hülselements, wobei das bevorzugte komprimierte Fluid Druckluft ist; das Einschalten der Quelle komprimierten Fluids zur elastischen Dehnung des Hülselements, so dass das Hülselement entlang der Oberfläche eines Substrats, welches ein weiteres Element umfasst, verschiebbar ist, um das andere Element zu umgeben, wobei das andere Element ein Kernelement oder ein auf dem Kernelement angeordnetes inneres Hülselement sein kann; weitere Beaufschlagung mit der Quelle komprimierten Fluids, während das zu verschiebende Hülselement weiter aufgeschoben wird, bis es eine vorbestimmte Lage um das andere Element erreicht hat; das Abschalten der Quelle des komprimierten Fluids, wodurch sich das Hülselement entspannen und das andere Element unter Spannung umgreifen kann. Es sind weitere Hülseinstallationsverfahren verwendbar, u.a. Erwärmen des auf dem Substrat zu installierenden Hülselements oder Abkühlen des Substrats, um die durch Erwärmen oder Abkühlen bewirkten Maßänderungen vorübergehend nutzen zu können.

[0067] Ein bevorzugtes Hülseinstallationsverfahren umfasst das Bereitstellen einer Quelle komprimierten Fluids an der Unterseite eines Hülselements, wobei das bevorzugte komprimierte Fluid Druckluft ist; das Einschalten der Quelle komprimierten Fluids zur elastischen Dehnung des Hülselements, so dass das Hülselement entlang der Oberfläche eines Substrats, das ein anderes Element umfasst, bewegt werden kann, um das andere Element zu umgeben, wobei das andere Element ein Kernelement oder ein auf dem Kernelement angeordnetes inneres Hülselement ist; weitere Beaufschlagung mit der Quelle komprimierten Fluids, während das Hülselement weiter verschoben und von dem anderen Element entfernt wird; Abschalten der

Quelle des komprimierten Fluids. Es sind weitere Hülseinstallationsverfahren verwendbar, u.a. Erwärmen des auf dem Substrat zu deinstallierenden Hülselements oder Abkühlen des Substrats, um die durch Erwärmen oder Abkühlen bewirkten Maßänderungen vorübergehend nutzen zu können.

[0068] Unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsbeispiele unter Einbeziehung erfindungsgemäßer Hülselemente zeigt Fig. 1 eine Schnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels 10 eines inneren Hülselements 15, das auf einem zylinderförmigen, starren Kernelement 11 angeordnet ist. Das innere Hülselement 15 hat vorzugsweise die Form eines schlauchförmigen Endlosbandes und kann in einer Doppelhülsewalze Verwendung finden, die ein nachgiebiges oder fotoleitfähiges äußeres Hülselement umfasst. Das bevorzugte Kernelement 11 ist im Wesentlichen starr und im Allgemeinen nicht durchgehend massiv, wie in Fig. 1 gezeigt, und umfasst vorzugsweise ein hohles, zylinderförmiges Metallrohr oder eine Hülse aus beispielsweise Aluminium. Das Kernelement 11 hat eine glatte Oberfläche und vorzugsweise eine Unrundheit von weniger als 80 µm und am besten von weniger als 20 µm. Das Kernelement 11 kann eine Innenstruktur aufweisen, die Kammern umfassen kann, z.B. für Druckluft und zugehörige Leitungen, Verstärkungsstreben usw., und kann mit Löchern versehen sein, um Druckluft von einer Innenkammer durch die zylinderförmige Röhre während der Installation und der Deinstallation des inneren Hülselements 15 zu leiten.

[0069] Das innere Hülseelement 15 umfasst ein Verstärkungsband 12, eine innere, nachgiebige Schicht 13, die auf dem Verstärkungsband 12 angeordnet ist, und eine auf der inneren, nachgiebigen Schicht angeordnete Schutzschicht 14. Das Verstärkungsband 12 kann starr oder biegsam sein, hat ein Elastizitätsmodul von vorzugsweise weniger als 300 GPa und eine Dicke von vorzugsweise 1 - 500 µm und am besten von 5 - 150 µm. Ein Verstärkungsband kann aus einem beliebigen, geeigneten Material bestehen, einschließlich Metall, Elastomer, Copolymer, Kunststoff oder anderen Materialien, einem Gewebe oder einem verstärkten Material, wie einem Füllstoff oder Fasern, beispielsweise ein verstärktes Silikonband. Ein Verstärkungsband kann auf seiner Außenfläche eine hohe Flächenenergie aufweisen, bevor die nachgiebige Innenhülsschicht darauf ausgebildet wird, und es kann zudem auf seiner Innenfläche die sich in Kontakt mit dem Kernelement befindet eine niedrige Flächenenergie aufweisen. Vorzugsweise ist ein Verstärkungsband ein Endlosband oder ein schlauchförmiges Band, das beispielsweise gewebt, extrudiert, galvanogeformt oder aus einem Blech unter Verwendung von beispielsweise Ultraschallschweißen oder einem Kleber erzeugt sein kann. Vorzugsweise ist das Verstärkungsband nahtlos.

[0070] Vorzugsweise hat die nachgiebige Innenhülsschicht 13 eine Dicke im Bereich von 0,5 - 20 mm und am besten von 2 - 10 mm sowie ein Elastizitätsmo-

dul von vorzugsweise weniger als 10 MPa und am besten im Bereich von 1 - 5 MPa. Die nachgiebige Innenhülsschicht 13 ist aus einem Polymermaterial ausgebildet, z.B. einem Elastomer, wie Polyurethan oder anderen in der veröffentlichten Literatur bekannten Materialien. Die nachgiebige Innenhülsschicht 13 kann ein Material mit einer oder mehreren Phasen umfassen, z. B. einem Schaum oder einer Dispersion einer festen Phase in einer anderen. Vorzugsweise hat die nachgiebige Innenhülsschicht eine Querdehnzahl im Bereich von 0,2 - 0,5 und besser im Bereich von 0,45 - 0,5, wobei ein bevorzugtes Material ein Polyurethan mit einer Querdehnzahl von ca. 0,495 ist.

[0071] Die Schutzschicht 14 ist vorzugsweise aus einem geeigneten Material hergestellt, das biegsam und hart ist, z.B. einem synthetischen Material, vorzugsweise einem Ceramer oder einem Sol-Gel, das mit einem geeigneten Beschichtungsverfahren auf die dicke nachgiebige Innenhülsschicht 13 aufgetragen wird. Alternativ hierzu kann die Schutzschicht 14 ein dünnes Metallband umfassen, z.B. Nickel, das mit der nachgiebigen Innenhülsschicht 13 verklebt wird, oder das die Form eines Endlosbandes aufweist, das unter Spannung auf die Außenfläche der nachgiebigen Innenhülsschicht 13 aufgebracht wird, beispielsweise mit Druckluftunterstützung oder durch Kühlen des Verstärkungsbandes und der nachgiebigen Innenhülsschicht, um sie so zu schrumpfen, dass das endlose Metallband aufgeschoben werden kann. Die Schutzschicht 14 hat eine Dicke von vorzugsweise 1 - 50 µm und am besten von 4 - 15 µm sowie ein Elastizitätsmodul von vorzugsweise größer als 100 MPa und am besten im Bereich von 0,5 - 20 GPa.

[0072] Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines nachgiebigen äußeren Hülselements 20, welches in einem sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement verwendbar ist. Das nachgiebige äußere Hülselement 20 ist vorzugsweise ein schlauchförmiges Endlosband und umfasst eine Versteifungsschicht 21, eine auf der Versteifungsschicht aufgetragene äußere, nachgiebige Hülsschicht 22 und eine auf der dünnen äußeren, nachgiebigen Hülsschicht aufgetragene Trennschicht 23. Die Versteifungsschicht 21 hat vorzugsweise die Form einer nahtlosen Endlosbahn und umfasst vorzugsweise ein geeignetes Metall, z.B. Stahl, Nickel oder ein anderes hochverschleißfestes Metall. Die Versteifungsschicht 21 kann ein Elastomer umfassen, beispielsweise ein Polyurethan, ein Polyimid, ein Polyamid oder ein Fluorpolymer, wobei das Elastomer eine Dehngrenze aufweist, die während des Betriebs nicht überschritten wird. Die Versteifungsschicht 21 kann zudem ein Gewebe oder ein verstärktes Material umfassen oder ein Sol-Gel oder ein Ceramer mit einer Dehngrenze, die während des Betriebs nicht überschritten wird. Vorzugsweise besteht die Versteifungsschicht 21 aus Nickel, z.B. in Form eines geeigneten, dünnen, durch Galvanoformung hergestellten, nahtlosen Nickelban-

des, das z.B. von Stork Screens America, Inc., Charlotte, North Carolina, USA, bezogen werden kann. Eine Versteifungsschicht 21 hat vorzugsweise eine Dicke von weniger als 500 µm und am besten im Bereich von 10 - 200 µm. Die Versteifungsschicht 21 weist ein Elastizitätsmodul von vorzugsweise mehr als ca. 0,1 GPa auf und am besten von 50 - 300 GPa. Die Versteifungsschicht 21 hat vorzugsweise einen spezifischen Durchgangswiderstand von weniger als ca. 10^{10} Ohm-cm und ist vorzugsweise an eine elektrische Strom- oder Spannungsquelle anschließbar. In einigen Anwendungen ist es jedoch wünschenswert, ein nicht leitfähiges Material für die Versteifungsschicht 21 zu verwenden. In diesem Fall kann die Versteifungsschicht 21 mit einem dünnen, leitfähigen Material beschichtet sein, z.B. einem Metallfilm, der mit einer elektrischen Spannungs- oder Stromquelle verbunden ist.

[0073] Vorzugsweise hat die äußere, nachgiebige Hülsenschicht 22 eine Dicke im Bereich von 0,5 - 2 mm und ein Elastizitätsmodul von vorzugsweise weniger als 10 MPa und am besten im Bereich von 1 - 5 MPa. Die äußere, nachgiebige Hülsenschicht 22 ist vorzugsweise aus einem Polymermaterial ausgebildet, z.B. einem Elastomer, wie Polyurethan oder anderen in der veröffentlichten Literatur bekannten Materialien, und kann ein Material mit einer oder mehreren Phasen umfassen, z.B. einen Schaum oder eine Dispersion einer festen Phase in einer anderen. Vorzugsweise hat die äußere, nachgiebige Hülsenschicht 22 eine Querdehnzahl im Bereich von 0,2 - 0,5 und besser im Bereich von 0,45 - 0,5, wobei ein bevorzugtes Material ein Polyurethan mit einer Querdehnzahl von ca. 0,495 ist. Um einen geeigneten, d.h. niedrigen, spezifischen elektrischen Widerstand zu erreichen, kann das Elastomer aus dem die äußere, nachgiebige Hülsenschicht 22 gefertigt ist, mit einem ausreichend leitfähigen Material dotiert sein (z. B. antistatische Teilchen, ionisch leitende Materialien oder elektrisch leitende Dotierungen). Die äußere, nachgiebige Hülsenschicht 22 sollte vorzugsweise einen Durchgangswiderstand von 10^7 - 10^{11} Ohm-cm und am besten von ca. 10^9 Ohm-cm aufweisen. Die Trennschicht 23 umfasst vorzugsweise ein synthetisches Material, wie ein Sol-Gel, einen Ceramer, ein Polyurethan oder ein Fluorpolymer, wobei jedoch auch andere Materialien mit guten Trenneigenschaften verwendbar sind, u.a. Materialien mit niedriger Oberflächenenergie. Die Trennschicht 23 hat ein Elastizitätsmodul von größer als 100 MPa, vorzugsweise von 0,5 - 20 GPa und eine Dicke von vorzugsweise 1 - 50 µm, besser von 4 - 15 µm. Die Trennschicht 23 hat einen spezifischen Durchgangswiderstand von vorzugsweise 10^7 - 10^{13} Ohm-cm, am besten von ca. 10^{10} Ohm-cm.

[0074] Fig. 3 zeigt ein fotoleitfähiges, äußeres Hülselement 30, das für eine primäre, bilderzeugende Doppelhülselementtrommel geeignet ist. Das fotoleitfähige, äußere Hülselement 30 ist vorzugsweise ein schlauchförmiges Endlosband und umfasst eine Versteifungsschicht 31 und eine auf der Versteifungs-

schicht aufgetragene, fotoleitende Struktur 32. Die fotoleitfähige Struktur 32 kann eine oder mehrere Schichten umfassen, die aus einem beliebigen, bekannten, und geeigneten, fotoleitfähigen Material bestehen können, beispielsweise einem anorganischen Material oder einer Dispersion, einer homogenen, organischen, fotoleitfähigen Schicht, einer aggregierten, organischen, fotoleitfähigen Schicht, einer Verbundstruktur mit einer ladungserzeugenden Schicht plus einer Ladungstransportschicht usw. Die Versteifungsschicht 31 ist vorzugsweise leitfähig mit einem spezifischen Durchgangswiderstand von weniger als ca. 10^{10} Ohm-cm und an Masse anschließbar. In einigen Anwendungen ist es jedoch wünschenswert, ein nicht leitfähiges Material für die Versteifungsschicht zu verwenden. In diesem Fall kann die Versteifungsschicht 31 mit einem dünnen, leitfähigen Material beschichtet sein, z.B. einem Metallfilm, der an Masse anschließbar ist. Eine Versteifungsschicht 31 kann jedes geeignete, starke, biegsame Material umfassen und hat vorzugsweise eine Dicke von weniger als 500 µm und am besten im Bereich von 10 - 200 µm. Die Versteifungsschicht weist ein Elastizitätsmodul von vorzugsweise mehr als ca. 0,1 GPa auf und am besten von 50 - 300 GPa. Die Versteifungsschicht hat vorzugsweise die Form eines nahtlosen, schlauchförmigen Bandes.

[0075] Fig. 4(a) zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines fotoleitfähigen äußeren Hülselements 40A, das eine Versteifungsschicht 41, eine auf der Versteifungsschicht aufgetragene Sperrschicht 42, eine auf der Sperrschicht aufgetragene ladungserzeugende Schicht 43 und eine auf der ladungserzeugenden Schicht aufgetragene Ladungstransportschicht 44 umfasst. Das äußere Hülselement 40A ist vorzugsweise ein schlauchförmiges Endlosband. Eine Versteifungsschicht 41 hat vorzugsweise die Form eines nahtlosen, schlauchförmigen Bandes und kann jedes geeignete, starke, biegsame Material umfassen. Die Versteifungsschicht 41 hat eine Dicke von weniger als 500 µm und vorzugsweise von 10 - 200 µm sowie ein Elastizitätsmodul von größer als 0,1 GPa, vorzugsweise von 50 - 300 GPa. Vorzugsweise besteht die Versteifungsschicht 41 aus einem durch Galvanoformung hergestellten, nahtlosen Nickelband von ca. 127 µm (0,005 Zoll) Dicke, das z.B. von Stork Screens America, Inc., Charlotte, North Carolina, USA, bezogen werden kann. Die Sperrschicht 42 umfasst jedes geeignete Material, beispielsweise ein Nylon, das eine Ladungsinjektion von der Versteifungsschicht 41 verhindert, und die Sperrschicht umfasst vorzugsweise eine Polyamidharzschicht von 0,5 - 1,0 µm Dicke, die auf der Versteifungsschicht 41 aufgetragen ist. Die ladungserzeugende Schicht 43 kann jedes geeignete Material umfassen, u.a. in der Literatur allgemein bekannte Dispersionen. Vorzugsweise ist die ladungserzeugende Schicht 43 eine Schicht der in der US 5,614,342 beschriebenen Art mit einer auf der Sperrschicht aufgetragenen Co-Kristalldispersion, wobei die ladungserzeugende Schicht eine Dicke von 0,5 - 1,0 µm

aufweist und vorzugsweise von ca. 0,5 µm. Die auf der ladungserzeugenden Schicht 43 aufgetragene Ladungstransportschicht 44 hat eine Dicke von 12 - 35 µm und vorzugsweise von ca. 25 µm. Die Ladungstransportschicht 44 kann alle geeigneten Zusammensetzungen und Materialien umfassen, die in der veröffentlichten Literatur allgemein bekannt sind, wobei die Ladungstransportschicht vorzugsweise 2 Gewichtsteile Tri-tolylamin und 2 Gewichtsteile 1,1-bis{4-(di-4-tolylamin)phenyl}methan in einem Bindemittel aus 1 Gewichtsteil Poly[4,4'-(2-norbomyliden)bisphe-
nol-Terephthalat-Co-Azelaat-(60/40)] und 5 Gewichtsteilen Makrolon™ Polycarbonat umfasst, erhältlich bei der General Electric Company, Schenectady, NY, USA, wie in der US 5,614,342 beschrieben.

[0076] Fig. 4(b) zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines fotoleitfähigen äußeren Hülselements, wie durch eine Mehrschichtverbundstruktur 40B dargestellt, die im Vergleich zu dem äußeren Hülselement 40A aus Fig. 4(a) zusätzliche Schichten umfasst. Mit Ausnahme der zusätzlichen Schichten entsprechen einige Schichten dieses bevorzugten Ausführungsbeispiels direkt den Schichten 41, 42, 43 und 44 des äußeren Hülselements 40A, die in Eigenschaften und Abmessungen den Schichten entsprechen, die in Fig. 4 (B) mit 41', 42', 43' und 44' bezeichnet sind. Das äußere Hülselement 40B umfasst eine Versteifungsschicht 41', die vorzugsweise die Form eines nahtlosen, schlauchförmigen Endlosbandes aufweist, eine auf der Versteifungsschicht ausgebildete, nachgiebige Schicht 45, eine auf der Schicht 45 aufgetragene, optionale Elektroden-schicht 46, eine auf der Elektroden-schicht 46 aufgetragene optionale Sperrschicht 42', eine auf der Sperrschicht aufgetragene, ladungserzeugende Schicht 43' und eine auf der ladungserzeugenden Schicht aufgetragene Ladungstransportschicht 44'. Für die optionale Sperrschicht 42' kann es erforderlich sein, unerwünschte Ladungsinjektionen zu unterdrücken, die entweder von der nachgiebigen Schicht 45 auf die ladungserzeugende Schicht wirken oder von der optionalen Elektroden-schicht 46 auf die ladungserzeugende Schicht. Das äußere Hülselement 40B ist vorzugsweise ein nahtloses Endlosband. Abgesehen von dem zuvor für die Schicht 41 angegebenen spezifischen Durchgangswiderstand, der für die Versteifungsschicht 41' nicht erforderlich ist, die jeden beliebigen Durchgangswiderstand aufweisen kann, sind die Schichten 41', 42', 43' und 44' in vollem Umfang und Funktion gleich den Schichten 41, 42, 43 bzw. 44 und werden hier nicht näher beschrieben. Die optionale Elektroden-schicht 46 umfasst ein beliebiges, dünnes, leitfähiges und biegsames Material, beispielsweise Nickel, und ist mit Masse verbunden. Abgesehen von einem bestimmten Durchgangswiderstand, der erforderlich ist, ist die nachgiebige Schicht 45 in Bezug auf Eigenschaften und Abmessungen gleich der Schicht 22 des nachgiebigen, äußeren Hülselements 20 aus Fig. 2. Ein Vorteil des äußeren Hülselements 40B gegenüber dem äußeren

Hülselement 40A besteht in der durch die nachgiebige Schicht 45 erzeugten Mikroanpassung.

[0077] In einer weiteren, alternativen Abwandlung gegenüber dem Ausführungsbeispiel 40B besitzt die nachgiebige Schicht 45 einen Durchgangswiderstand von vorzugsweise kleiner als ca. 10^{10} Ohm-cm und keine Elektroden-schicht 46, wodurch die Versteifungsschicht 41' mit Masse verbindbar sein und einen Durchgangswiderstand ähnlich der Versteifungsschicht 41 haben muss, oder, wenn die Versteifungsschicht 41' isolierend wirkt, muss sie mit einer dünnen, biegsamen und leitfähigen Schicht beschichtet sein, die mit Masse verbindbar ist.

[0078] Fig. 5 - 9 zeigen bevorzugte Vorrichtungen und Verfahren zur Installation von Hülselementen auf einer Doppelhülsewalze und zum Entfernen von Hülselementen von einer Doppelhülsewalze.

[0079] Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer Doppelhülsewalze, wobei das zugehörige äußere Hülselement auf einem inneren Hülselement installiert oder davon entfernt ist. Während des Betriebs zur Herstellung von Drucken ist die Doppelhülsewalze an beiden Enden axial gehalten. Zur Entfernung einer Hülse wird die Halterung an einem Ende verschoben, und die Doppelhülsewalze wird an einem (nicht gezeigten) Ende, das zu dem entgegengesetzt angeordnet ist, an dem ein Hülselement installiert oder entfernt wird, gehalten und bleibt mit einem Rahmenelement einer elektrostatischen Maschine während der Installation oder Deinstallation einer Hülse verbunden. Es sei darauf hingewiesen, dass Fig. 5 im Allgemeinen eine beliebige, erfindungsgemäße Doppelhülsewalze darstellen kann. Als Beispiel wird die Doppelhülsewalze als eine primäre, bilderzeugende Doppelhülsewalze 50 dargestellt. Einige der nummerierten Hülsekomponenten aus Fig. 5 entsprechen den zuvor beschriebenen und sind durch die entsprechenden Bezugszeichen mit Hochkommata bezeichnet. Ein inneres Hülselement 15' wird in installierter Lage in einem Teil des Kernelements 59 gezeigt. Das innere Hülselement 15' umfasst ein Verstärkungsband 12' in engem, nicht haftenden Kontakt mit dem Kernelement 59, eine auf dem Verstärkungsband 12' angeordnete, nachgiebige Innenhülse-schicht 13' und eine auf der nachgiebigen Innenhülse-schicht 13' angeordnete harte Schutzschicht 14'. Ein äußeres Hülselement 30' wird während des Prozesses der Installation oder Deinstallation von dem inneren Hülselement 15' dargestellt. Zum Zwecke der Erfindung umfasst das äußere Hülselement 30' eine Versteifungsschicht 31' und eine auf der Versteifungsschicht 31' aufgetragene, fotoleitende Struktur 32'. Die Installation oder Deinstallation eines äußeren Hülselements 30' wird durch das Durchströmen eines unter Druck stehenden Fluids durch die Öffnung 57a des Kerns ermöglicht, beispielsweise von einer Quelle komprimierten Fluids, bei der es sich vorzugsweise um Druckluft aus einer Leitung 57b handelt, dann durch einen Verbindungskanal

57, der durch einen Endblock 51 führt und sich an eine Leitung 58 innerhalb einer Abschlusskappe 52 anschließt, die an dem Endblock 51 anliegt. Die Leitung 58 ist eine aus einer Vielzahl gleicher Leitungen, die sich von einem gemeinsamen Verteiler 53 aus strahlenförmig erstrecken. Alle diese Leitungen (von denen die anderen nicht gezeigt werden) treten zur Oberfläche der Abschlusskappe 52, um Druckluft zu einer entsprechenden Vielzahl von Öffnungen zu leiten, die den Abschluss der Vielzahl der Leitungen an der Peripherie der Abschlusskappe 52 bilden. Die aus der Vielzahl der Öffnungen unterhalb des äußeren Hülsenelements 30' austretende Druckluft bewirkt dessen elastische Ausdehnung, wodurch das äußere Hülsenelement 30' auf der Oberfläche des inneren Hülsenelements 15' verschiebbar ist. Die Abschlusskappe 52 umfasst einen ringförmigen, kegelförmigen Abschnitt 52a, um das Aufschieben des äußeren Hülsenelements 30' zu Anfang zu erleichtern. Die Abschlusskappe 52 umfasst zudem eine ringförmige Abfasung 56, die das Aufschieben und Abziehen des äußeren Hülsenelements 30' erleichtert. Die nachfolgende Beschreibung geht davon aus, dass das äußere Hülsenelement 30' entfernt worden ist. Sobald das äußere Hülsenelement 30 entfernt worden ist, wird die Quelle der durch den Verbindungskanal 57 tretenden Druckluft abgeschaltet. Um das innere Hülsenelement 15' zu entfernen, wird zunächst die Abschlusskappe 52 entfernt. Dann wird, wie in Fig. 5 gezeigt, Druckluft durch eine weitere Leitung 54a geleitet, die in einen Verteiler 54 innerhalb des Endblocks 51 mündet, welcher wiederum zu einer Vielzahl von Leitungen führt, die radial durch das Ende des Kernelements 59 treten und in einer entsprechenden Vielzahl von Öffnungen an der Peripherie des Kernelements 59 enden. Durch die aus dieser Vielzahl von Öffnungen tretende Druckluft wird das innere Hülsenelement 15' gedehnt, wodurch es von dem Kernelement 59 abgezogen werden kann; nach Entfernen des inneren Hülsenelements 15' wird die Druckluftquelle abgeschaltet. Um ein inneres und ein äußeres Hülsenelement auf einem blanken Kernelement 59 zu ersetzen, werden die Schritte des zuvor beschriebenen Verfahrens umgekehrt. Zur Installation des inneren Hülsenelements 15' hat sich eine ringförmige Abfasung 56 am Ende des Kernelements als hilfreich erwiesen.

[0080] Fig. 6 zeigt eine Teilschnittansicht eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels einer Doppelhülsenwalze, die allgemein eine beliebige, erfindungsgemäße Doppelhülsenwalze darstellt. Als Beispiel wird die Doppelhülsenwalze als ein sekundäres Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenelement 60 dargestellt, sie kann jedoch auch ein primäres, bilderzeugendes Doppelhülsenelement sein. Einige der nummerierten Hülsenkomponenten aus Fig. 6 entsprechen den zuvor beschriebenen und sind durch die entsprechenden Bezugszeichen mit Hochkommata bezeichnet. Das sekundäre Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenelement 60 umfasst ein Kernelement 61 (von dem keine internen

Details dargestellt sind), ein inneres Hülsenelement 15' in engem, nicht haftenden Kontakt mit dem Kernelement 61 und ein nachgiebiges, äußeres Hülsenelement 20' in engem, nicht haftenden Kontakt mit dem inneren Hülsenelement 15'. Das innere Hülsenelement 15' umfasst ein Verstärkungsband 12' in engem, nicht haftenden Kontakt mit dem Kernelement 61, eine auf dem Verstärkungsband 12' angeordnete, nachgiebige Innenhülssenschicht 13' und eine auf der nachgiebigen Innenhülssenschicht 13' angeordnete harte Schutzschicht 14'. Das nachgiebige, äußere Hülsenelement 20' umfasst eine Versteifungsschicht 21', eine nachgiebige Schicht 22' und eine Trennschicht 23', wobei darauf hingewiesen sei, dass das nachgiebige äußere Hülsenelement 20' auch ein fotoleitfähiges äußeres Hülsenelement eines primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelements darstellen kann. Darüber hinaus werden zwei abgefaste, auswechselbare Endstücke dargestellt, nämlich ein Endstück 62 mit größerem Durchmesser an einem Ende der Walze 60 und ein Endstück 63 mit kleinerem Durchmesser an dem anderen Ende der Walze. In den Endstücken 62 und 63 sind zwei Öffnungen 66 bzw. 67 eingelassen, in die die Achsenelemente 68 bzw. 60 eingebracht werden können.

[0081] Die Achsenelemente 68 und 69 sind an den Rahmenelementen einer elektrostografischen Maschine gehalten, wobei während des Betriebs der Walze 60 jedes Achsenelement in seiner entsprechenden Öffnung lagert und somit die Walze hält. Wie anhand der Doppelpfeile in jedem der Achsenelemente gezeigt, ist jedes Achsenelement unabhängig voneinander nach Bedarf in die entsprechende Öffnung einsetzbar und daraus entnehmbar, wenn eine Hülse installiert oder deinstalliert wird. Die sekundäre Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenwalze 60 ist an einem oder an dem anderen Ende während des Entfernens oder Auswechselns einer Hülse ständig gehalten. Das Achsenelement 68 wird aus der Öffnung 66 entfernt, wenn das äußere Hülsenelement 20' deinstalliert oder ausgewechselt werden soll, wobei das Achsenelement 69 in der Öffnung 67 als Halterung verbleibt. Auf gleiche Weise wird das Achsenelement 69 aus der Öffnung 67 entfernt, wenn das innere Hülsenelement 15' deinstalliert oder ausgewechselt werden soll, wobei das Achsenelement 68 in der Öffnung 67 als Halterung verbleibt. Die Achsenelemente 68 und 69 sowie die Öffnungen 66 und 67 sind hier nur exemplarisch dargestellt; es können also geeignete Mittel vorgesehen werden, um die Walze an jedem Ende separat zu halten.

[0082] Das äußere Hülsenelement 20' überlagert eine Vielzahl von Öffnungen, die durch einen zylinderförmigen Abschnitt des Endstücks 62 eingebracht sind, wobei der zylinderförmige Abschnitt einen Außendurchmesser hat, der im Wesentlichen gleich der Summe des Außendurchmessers des Kernelements 61 plus der Dicke des inneren Hülsenelements 15' ist. Die Vielzahl der Öffnungen ist mit einer Druckluftquelle verbunden, die dazu dient, das nachgiebige, äußere Hülsenelement

20' während der Installation auf oder der Deinstallation von dem inneren Hülselement 15' zu dehnen. Auf gleiche Weise überlagert das innere Hülselement 15' eine Vielzahl von Öffnungen, die durch einen zylinderförmigen Abschnitt des Endstücks 63 eingebracht sind, wobei der zylinderförmige Abschnitt einen Außendurchmesser hat, der im Wesentlichen gleich dem Außendurchmesser des Kernelements 61 ist. Die Vielzahl der Öffnungen ist mit einer Druckluftquelle verbunden, die dazu dient, das innere Hülselement 15' während der Installation auf oder der Deinstallation von dem Kernelement 61 zu dehnen, wobei das nachgiebige, äußere Hülselement 20' während der Installation oder Deinstallation des inneren Hülselements 15' nicht vorhanden ist.

[0083] Fig. 7 zeigt eine Teilschnittansicht eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels einer Doppelhülsenwalze, die allgemein eine beliebige, erfindungsgemäße Doppelhülsenwalze darstellt. Als Beispiel wird die Doppelhülsenwalze als ein sekundäres Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement 70 dargestellt, sie kann jedoch auch ein primäres, bilderzeugendes Doppelhülselement sein. Einige der nummerierten Hülsenkomponenten aus Fig. 7 entsprechen den zuvor beschriebenen und sind durch die entsprechenden Bezugszeichen mit doppelten Hochkommata bezeichnet. Das sekundäre Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement 70 umfasst ein Kernelement 71 (von dem keine internen Details dargestellt sind), ein inneres Hülselement 15" in engem, nicht haftenden Kontakt mit dem Kernelement 71 und ein nachgiebiges, äußeres Hülselement 20' in engem, nicht haftenden Kontakt mit dem inneren Hülselement 15". Des weiteren wird ein scheibenförmiges Endelement 72 gezeigt, das dauerhaft an einem Ende des Kernelements 71 befestigt ist, wobei das scheibenförmige Endelement 72 im Wesentlichen den gleichen Außendurchmesser wie das Kernelement 71 aufweist. Das innere Hülselement 15" umfasst ein Verstärkungsband 12" in engem, nicht haftenden Kontakt mit dem Kernelement 71, eine auf dem Verstärkungsband 12" angeordnete, nachgiebige Innenhülenschicht 13" und eine auf der nachgiebigen Innenhülenschicht 13" angeordnete harte Schutzschicht 14". Das nachgiebige, äußere Hülselement 20" umfasst eine Versteifungsschicht 21", eine nachgiebige Schicht 22" und eine Trennschicht 23", wobei darauf hingewiesen sei, dass das nachgiebige äußere Hülselement 20" auch ein fotoleitfähiges, äußeres Hülselement eines primären, bilderzeugenden Doppelhülselements darstellen kann.

[0084] Weiterhin ist ein entfernbares, kegelförmiges Endstück 74 dargestellt, das mit einer Öffnung 79 versehen ist, in die ein Achsenelement 78 einbringbar ist. Das Achsenelement 78 ist an einem Rahmenelement einer elektrostografischen Maschine gehalten, wobei es während des Betriebs des sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselements 70 in seiner entsprechenden Öffnung 79 lagert und somit die Walze in

Verbindung mit einer dauerhaft am anderen Ende der (nicht gezeigten) Walze gelagerten Achse haltet. Das sekundäre Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement 70 ist durch diese permanente Achse während des Entfernens oder Auswechselns einer Hülse ständig gehalten. Wie anhand des Doppelpfeils gezeigt, wird das Achsenelement 78 aus der Öffnung 79 entnommen, wenn eine der Hülsen installiert oder deinstalliert wird. Es sei darauf hingewiesen, dass das Achsenelement 78 sowie die Öffnung 79 hier nur exemplarisch dargestellt sind; es können also geeignete Mittel vorgesehen werden, um die Walze an ihrem Ende, das dem Ende mit der ständig gelagerten Achse gegenüber liegt, separat zu halten. Das äußere Hülselement 20" überlagert eine Vielzahl von Öffnungen, die durch einen zylinderförmigen Abschnitt des kegelförmigen Endstücks 72 eingebracht sind, wobei der zylinderförmige Abschnitt einen Außendurchmesser hat, der im Wesentlichen gleich der Summe des Außendurchmessers des Kernelements 71 plus der Dicke des inneren Hülselements 15" ist. Die Vielzahl der Öffnungen ist mit einer Druckluftquelle verbunden, die dazu dient, das nachgiebige, äußere Hülselement 20" während der Installation auf oder der Deinstallation von dem inneren Hülselement 15" zu dehnen. Nach Entfernen des äußeren Hülselements 20" und nach Entfernen des kegelförmigen Endstücks 74 wird ein scheibenförmiges Element 73 mit kleinerem Durchmesser, wie durch die Strichpunktlinien im Umriss dargestellt, an dem scheibenförmigen Endelement 72 befestigt. Das innere Hülselement 15" überlagert eine Vielzahl von Öffnungen, die durch ein scheibenförmiges Endelement treten. Die Vielzahl der Öffnungen ist mit einer Druckluftquelle verbunden, die dazu dient, das innere Hülselement 15" während der Installation auf oder der Deinstallation von dem Kernelement 71 zu dehnen, wobei das innere Hülselement 15" über das temporäre Element 73 geschoben wird.

[0085] Fig. 8 zeigt schematisch, wie das äußere und innere Hülselement von der in Fig. 6 gezeigten sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenwalze 60 entfernt werden.

[0086] In (a) wird das Achsenelement 68 von dem kegelförmigen Endstück 62 entfernt; in (b) wird das nachgiebige, äußere Hülselement 20' mit Druckluftunterstützung, wie zuvor beschrieben, von dem inneren Hülselement 15' abgezogen und entfernt; in (c) wird das Achsenelement 68 wieder eingesetzt und das Achsenelement 69 entfernt; in (d) wird das innere Hülselement 15' mit Druckluftunterstützung aus dem Kernelement 61 abgezogen und entfernt.

[0087] Fig. 9 zeigt in schematischer Darstellung, wie das innere und äußere Hülselement aus dem in Fig. 7 gezeigten sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülselement 70 entfernt werden. In (a) wird das Achsenelement 78 von dem kegelförmigen Endstück 74 entfernt; in (b) wird das nachgiebige, äußere Hülselement 20" mit Druckluftunterstützung, wie zu-

vor beschrieben, von dem inneren Hülselement 15" abgezogen und entfernt, worauf das kegelförmige Endstück 74 entfernt wird; in (c) wird das kegelförmige Element 73 mit kleinerem Durchmesser am scheibenförmigen Endelement 72 befestigt; in (d) wird das innere Hülselement 15" mit Druckluftunterstützung von dem Kernelement 71 abgezogen und entfernt.

[0088] In den folgenden Schritten (1), (2) und (3) werden Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen, sekundären Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenwalze beschrieben. Diese Verfahren sind auch zur Herstellung eines erfindungsgemäßen, inneren Hülselements für eine primäre, bilderzeugende Doppelhülsenwalze geeignet.

Schritt (1)

Auswahl und Herstellung eines Verstärkungsbandes vor Beschichten eines nachgiebigen, inneren Hülselements:

[0089] Die Haftung zwischen einem Verstärkungsband und einer nachgiebigen Innenhülenschicht ist zur Herstellung eines inneren Hülselements unverzichtbar, was einen Hartschleifprozess beinhaltet. Eine gute Haftung gewährleistet, dass ein inneres Hülselement mit Werkzeugen nach dem Stand der Technik endgeschliffen werden kann, um eine sehr geringe Unrundheit zu erreichen. Eine bessere Haftung einer nachgiebigen Innenhülenschicht, beispielsweise die Haftung eines Polyurethans an einem Verstärkungsband aus z.B. Nickel, kann dadurch erreicht werden, dass die Nickeloberfläche gut gesäubert wird, z.B. durch Entfetten der Nickeloberfläche mit einem Ketonlösungsmittel oder durch Ätzen mit einer verdünnten starken Säure oder Lauge. Auch das Aufrauen der Oberfläche kann eine bessere Haftung fördern. Ein weiteres Verfahren zur Haftungsverbesserung besteht darin, für das Verstärkungsband ein metallbeschichtetes Band zu verwenden, z.B. ein durch Galvanoumformung hergestelltes, kupferbeschichtetes Nickelband, z.B. von Stork Screens America, Inc., of Charlotte, NC, USA. Neben Kupfer sind auch derartige Metalle, wie Aluminium oder Zink verwendbar, um die Nickeloberfläche zur Verbesserung der Haftung zu beschichten. Alternativ hierzu lässt sich die Haftung durch Oberflächenvergütung des Nickels erheblich verbessern, um eine chemische Bindung zwischen Nickel und Polyurethan zu induzieren, etwa durch Verwendung kommerziell verfügbarer Urethanhaftvermittler. Beispiele derartiger Haftvermittler sind CONAP® AD6, CONAP® AD1147 von Conap Inc. aus Olean, NY, USA, und Chemlok® 210, Chemlok® 213, Chemlok® 218 oder Chemlok® 219 von Lord Corporation, Cary, NC, USA, um nur einige zu nennen. Doch derartige Haftvermittler sind weniger wünschenswert, weil eine zusätzliche Schicht (die Haftvermittlerschicht) zwischen dem Nickel und dem leitfähigen Polyurethan das innere Hülselement verunreinigen und dessen Widerstand verändern

könnte. Das bevorzugte Verfahren besteht darin, die Oberfläche einer Nickelhülse, wie im nachfolgenden Beispiel erläutert, zu vergüten.

5 Beispiel 1

Oberflächenvergütung eines Verstärkungsbandes vor Polyurethangießen

- 10 **[0090]** Ein durch Galvanoumformung hergestelltes, von Stork Screens America, Inc., aus Charlotte, NC, USA, erworbenes Nickelband mit 1N Natriumhydroxidlösung vorsäubern, mit Wasser spülen und an der Luft trocknen. Vergütungslösung ansetzen: 2 Gewichts% (3-Aminopropyltriethoxysilan von Gelest Inc., aus Tullytown, PA, USA) und 98 Gewichts% (95% Ethanol + 5% Wasser). Die Lagerfähigkeit der Vergütungslösung beträgt eine Stunde. Gereinigtes Nickelband 10 Minuten in Vergütungslösung tauchen. Nickelband mit Ethanol abspülen. Verstärkungsband bei 150°C für 30 Minuten aushärten.

Schritt (2)

- 25 Formung und Herstellung der Innenhülenschicht:

- 30 **[0091]** Ein Polyurethantuch wird auf einem Verstärkungsband in einer Form durch Gießen kommerziell erhältlicher Vorpolymere, Polyole, Kettenstreckmittel und Antistatika ausgebildet. Das Verstärkungsband wird auf einem zylinderförmigen Metaldorn aufgespannt, um die Innenwand der Form zu bilden; der Dorn ist im Mittelpunkt einer zylinderförmigen Außenwand angeordnet, wobei der dazwischen liegende Spalt die Dicke des Tuchs bestimmt. Die US 4,729,925 und 5,212,032 beschreiben die Herstellung von Widerstandspolyurethanelastomeren auf Basis von Di[oxydiethylenebis(polycaprolacton)yl]5-sulfo-1,3-benzenedicarboxylat. In der US 4,729,925 wird ein kontrollierter, spezifischer Widerstand erzeugt, indem das Antistatikum Methylthiophenyl-Phosphoniumsulfat verwendet wird, bekannt unter dem Akronym PIP. In der US 5,212,032 wird ein kontrollierter, spezifischer Widerstand erzeugt, indem das Antistatikum aus einem komplexen Diethylenglycol und Eisenchlorid verwendet wird, für das nachfolgend die Abkürzung DGFC verwendet wird. Bevorzugte Verfahren werden in den nachfolgenden Beispielen 2, 3 und 4 beschrieben.

50 Beispiel 2

Formung des Polyurethantuchs für die Innenhülse mit PIP-Antistatikmittel.

- 55 **[0092]** 55,385 g PIP-Antistatikmittel, 597,58 g von PPG2000, ein mit zweiwertigem Alkohol terminiertes Vorpolymer von Dow Chemical Company aus Midland, MI, USA, und 3 Tropfen SAG 47 Schaumhemmer von

Witco Corporation aus Greenwich, CT, USA, mischen. 2820,66 g vorgewärmtes L42, ein mit Diisocyanat terminiertes Vorpolymer von Uniroyal Chemical Company aus Middlebury, CT, USA, und 126,38 g EC300 Diamin von Albemarle Corporation aus Baton Rouge, LA, USA zugeben (ohne Wärmezufuhr). Soweit erforderlich, drei Tropfen Dibutyltindilaurat (von Aldrich Chemical Company aus Milwaukee, WI, USA) zugeben. Gut und schnell mischen und die Mischung fünf Minuten lang entgasen. Die Mischung in eine Form geben, in der das vorbehandelte Verstärkungsband auf einem Dorn aufgezogen ist, wie zuvor beschrieben, und bei 80°C für 18 Stunden aushärten lassen.

Beispiel 3

Formung des Polyurethantuchs für die Innenhülse mit DGFC-Antistatikmittel.

[0093] 0,364 DGFC-Antistatikmittel, 52,83 g von PPG2000, ein mit zweiwertigem Alkohol terminiertes Vorpolymer von Dow Chemical Company aus Midland, MI, USA, und 3 Tropfen SAG 47 Schaumhemmer von Witco Corporation aus Greenwich, CT, USA, mischen. 52,83 vorgewärmtes L42, ein mit Diisocyanat terminiertes Vorpolymer von Uniroyal Chemical Company aus Middlebury, CT, USA, und 11,19 EC300 Diamin von Albemarle Corporation aus Baton Rouge, LA, USA zugeben (ohne Wärmezufuhr). Soweit erforderlich, drei Tropfen Dibutyltindilaurat (von Aldrich Chemical Company aus Milwaukee, WI, USA) zugeben. Gut und schnell mischen und die Mischung fünf Minuten lang entgasen. Die Mischung in eine Form geben, in der das vorbehandelte Verstärkungsband auf einem Dorn aufgezogen ist, wie zuvor beschrieben, und bei 80°C für 18 Stunden aushärten lassen.

Beispiel 4

Formung des Polyurethantuchs für die Innenhülse mit PIP-Antistatikmittel.

[0094] VB635, ein mit zweiwertigem Alkohol terminiertes Vorpolymer von Uniroyal Chemical Company aus Middlebury, CT, USA, bei 100°C vor Verwendung für zwei Stunden erwärmen. T-1000, ein mit zweiwertigem Alkohol terminiertes Vorpolymer von Chemcentral Corporation aus Buffalo, NY, USA, bei 100°C für zwei Stunden vor Verwendung unter Vakuum trocknen. In der genannten Reihenfolge abwiegen und mischen: 41,25 g PIP-Antistatikmittel, 1330,44 g T-1000, 1865,12 g VB635, 63,185 g TP-30 Polyol von Perstorp Polyols Inc. aus Toledo, OH, 17 Tropfen von DABCO Polymerisationskatalysator von Aldrich Chemical Company aus Milwaukee, WI, USA. Sehr gut mischen und für 5 - 8 Minuten entgasen. Die entgaste Mischung in eine Hülseform gießen, in der das Tuch bereits, wie zuvor beschrieben, auf einem Dorn aufgespannt ist. Die Form in

einen auf 100°C vorgewärmten Ofen stellen und bei 100°C für 16 Stunden aushärten lassen.

Schritt (3)

Eine Schutzschicht eines inneren Hülselements anfertigen:

[0095] Ein bevorzugtes Material für eine Schutzschicht umfasst ein Ceramer. Die US 5,968,656 beschreibt die Zusammensetzung einer Ceramer-Schutzschicht und ein Beschichtungsverfahren. Das bevorzugte Beschichtungsverfahren für das erfindungsgemäße Zwischenübertragungselement ist Ringbeschichten. Alternative Verfahren sind Sprühbeschichten, Tauchbeschichten und Transferbeschichten. Vor dem Beschichten kann die Beschichtungslösung erwärmt oder mit Zusatzlösungsmittel verdünnt werden. Mit welcher Konzentration die Dicke, die Gleichmäßigkeit, das Trocknen und das Aushärten in geeigneter Weise steuerbar ist, hängt von dem gewählten Beschichtungsverfahren ab. Zu den Zusatzlösungsmitteln zählen Alkohol, Acetat, Ketone usw.

[0096] Die bevorzugten Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen, äußeren Hülselements eines Zwischenübertragungs-Doppelhülselements, wie für das in Fig. 2 gezeigte äußere Hülselement angegeben, entsprechen den zuvor beschriebenen Verfahren zur Herstellung eines inneren Hülselements, wobei statt eines Verstärkungsbandes eine geeignete Versteifungsschicht verwendet wird. Vorzugsweise umfasst eine Versteifungsschicht ein Metallband oder ein metallbeschichtetes Band, das z.B. von Stork Screens America, Inc., aus Charlotte, NC, USA, beziehbar ist. Eine bevorzugte Trennschicht umfasst ein Ceramer, das eine ähnliche Zusammensetzung wie die Schutzschicht eines inneren Hülselements hat und wie in Schritt (3) zuvor beschrieben beschichtbar ist.

[0097] Zusätzlich zu den in Schritten (1), (2) und (3) beschriebenen Verfahren zur Herstellung eines inneren Hülselements ist ein in Beispiel 5 beschriebenes Verfahren zur Herstellung eines inneren Hülselements verwendbar, das ohne die Zugabe eines Antistatikums zur Verwendung mit einem elektrisch geerdeten, fotoleitfähigen äußeren Hülselement auskommt.

Beispiel 5

Herstellung eines inneren Hülselements zur Verwendung mit einem fotoleitfähigen, äußeren Hülselement.

[0098] Ein Verstärkungsband, vorzugsweise in Form eines schlauchförmigen Metallbands, das z.B. Nickel oder kupferbeschichtetes Nickel umfasst, wird mit Druckluftunterstützung auf einen zylinderförmigen Aluminiumdorn aufgebracht oder durch Kühlen des Dorns vor Aufschieben des ungekühlten Verstärkungsbands

und nachfolgender Akklimatisierung des Dorns auf Raumtemperatur. Der Dorn und das umgebende Verstärkungsband werden in der Mitte einer zylinderförmigen Aluminiumform angeordnet, wobei ein geeigneter Spalt zwischen der äußeren Kernfläche und der Forminnenwand verbleibt. Der Aluminiumdorn und die zylinderförmige Form haben vorzugsweise dieselbe Höhe. Einem Kunststoffgefäß mit einem Fassungsvermögen von 1l, das 50,79 g (50.79 meq) eines trimethylolpropanbasierenden, polyfunktionalen Polyols mit der Handelsbezeichnung PPG2000 von Dow Chemical Co. aus Midland, MI, USA, sowie zwei Tropfen eines Polydimethylsiloxan-Schaumhemmers mit der Handelsbezeichnung "SAG 47" von Witco Corporation aus Greenwich, CT, USA, enthält, werden 238,09 g (164.76 meq) eines polyetherbasierenden Polyurethan-Vorpolymers L42 von Uniroyal Chemical Company aus Middlebury, CT, USA, zugesetzt, bei dem es sich um ein mit Toluol-Diisocyanat terminiertes Polyether-Vorpolymer handelt. Die Reaktionsmischung wird bei Raumtemperatur und unter Stickstoff für zwei Minuten gerührt, unter reduziertem Druck (0,1 mm Hg) entgast und in den zwischen Aluminiumkern und Zylinderform vorhandenen Spalt gegossen. Das Polymer wird bei 80°C für 18 Stunden gehärtet und mit dem Dorn entformt. Der Dorn und das den Dorn umgebende Polyurethanpolymer wird dann auf einen geeigneten Außendurchmesser abgeschliffen; anschließend wird eine Schutzschicht, vorzugsweise ein Ceramer, wie in Schritt (3) beschrieben, auf das Polyurethan aufgebracht. Das bearbeitete innere Hülselement wird von dem Dorn entfernt, z.B. mit Druckluftunterstützung oder durch Kühlen des Dorns derart, dass sich das Hülselement problemlos von dem Dorn abnehmen lässt.

[0099] Im nachfolgenden Beispiel 6 wird unter Bezug auf Fig. 4(a) ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung eines fotoleitfähigen, äußeren Hülselements beschrieben.

Beispiel 6

Herstellung eines fotoleitfähigen, äußeren Hülselements [Fig. 4(a)]

[0100] Eine Versteifungsschicht in Form eines dünnen Metallbands, z.B. eines Nickelbands von Stork Screens America, Inc., aus Charlotte, NC, USA, wird beispielsweise mit Druckluftunterstützung auf einen Metaldorn aufgespannt, z.B. auf einen Aluminiumdorn, oder durch Kühlen des Dorns, so dass sich das ungekühlte Band auf den Dorn schieben lässt. Eine geeignete Dicke des Nickelbands beträgt 0,127 mm (0,005 Zoll). Zur Ausbildung einer Sperrschicht wird das auf dem Dorn aufgespannte Band bei 7,62 m/s (0,30 ips) für 30 Minuten bei 90°C in eine 3 Masse-% Methanollösung von Amilan CM8000 getaucht, einem von Toray Chemical Inc. aus Japan vertriebenen Polyamidharz. Zur Ausbildung einer ladungserzeugenden Schicht auf der

Sperrschicht wird das Band zudem bei 7,62 m/s (0,30 ips) mit einer 75:25 Titanylphthalcyanin/Titanylfluorophthalcyanin-Co-Kristalldispersion beschichtet, wie in der US 5,614,342 beschrieben, und anschließend bei 90°C für 30 Minuten getrocknet. Um eine Ladungstransportschicht auf der ladungserzeugenden Schicht auszubilden, wird das Band zudem bei 7,62 m/s (0,30 ips) mit einer Ladungstransportschichtlösung (14 Masse-% feste Stoffe in Dichlormethan als Lösungsmittel) beschichtet, wobei es sich um folgende feste Stoffe handelt: 2 Masseteile Tri-Tolylamin, 2 Masseteile 1,1-bis (4-di-p-tolylaminphenyl)-Methan, 1 Masseteil Poly [4,4'-(2-norbornyliden)bisphenol-Terephthalat-Co-Azelat (60/40 und 5 Masseteile Makrolon Polycarbonat von General Electric Company, Schenectady, NY, USA, wie in der US 5,614,342 beschrieben. Das vollständig beschichtete Band mit seiner äußeren Ladungstransportschicht wird erneut bei 100°C für 30 Minuten getrocknet. Bei Abkühlung ist ein fertiges, fotoleitfähiges Hülselement in Form eines vollständig beschichteten Nickelbands von dem Aluminiumdorn ablösbar, z.B. durch Druckluftunterstützung oder durch Kühlen des Dorns, um die Hülse mühelos entnehmen zu können. Alternativ hierzu kann eine dünne, harte Außenschicht auf der Ladungstransportschicht ausgebildet werden.

Beispiel 7

Herstellung eines fotoleitfähigen, äußeren Hülselements [Fig. 4(b)]

[0101] Ein nachgiebiges, fotoleitfähiges äußeres Hülselement, das eine nachgiebige Schicht unterhalb einer fotoleitfähigen Struktur umfasst, ist wie nachfolgend beschrieben herstellbar, wobei Bezug auf das äußere Hülselement 40B in Fig. 4 (b) genommen wird. Eine Versteifungsschicht 41' in Form eines dünnen Metallbands, z.B. von Stork Screens America, Inc., aus Charlotte, NC, USA, wird beispielsweise mit Druckluftunterstützung auf einen Metaldorn aufgespannt, z.B. auf einen Aluminiumdorn, oder durch Kühlen des Dorns, so dass sich das ungekühlte Band auf den Dorn schieben lässt. Eine geeignete Dicke des Metallbands beträgt 0,127 mm (0,005 Zoll). Vorzugsweise ist das Band aus Nickel oder kupferbeschichtetem Nickel, und eine dünne, nachgiebige Schicht 45 aus Polyurethan wird auf dem Band in einer Form ausgebildet, z.B. durch die Verfahren nach Schritt (1) und (2) sowie der Beispiele 1 - 4 einschließend. Auf der dünnen, nachgiebigen Schicht 45 wird eine dünne, leitfähige Elektrodenschicht 46 ausgebildet. Die Schicht 46 kann jedes geeignete leitfähige Material umfassen, einschließlich leitfähiger Polymere, die beispielsweise ein Metall, Antistatika oder dispergierte, leitfähige Partikel, leitfähige organische Materialien usw. umfassen können. Vorzugsweise umfasst die Elektrodenschicht 46 chemisch beschichtetes Nickel. Auf der Elektrodenschicht 46 werden nacheinander unter Verwendung beispielsweise des im vorausgehenden

Beispiel 6 beschriebenen Verfahrens eine Sperrschicht 42', eine ladungserzeugende Schicht 43' und eine Ladungstransportschicht 44' sowie eine optionale, dünne, harte Außenschicht aufgebracht. Das fertige, fotoleitfähige, äußere Hülselement kann dann von dem Dorn entfernt werden, z.B. mit Druckluftunterstützung oder durch Kühlen des Dorns derart, dass sich das Hülselement problemlos von dem Dorn abziehen lässt.

[0102] Nach den vorausgehenden Ausführungen und in den nachfolgenden, nummerierten Paragraphen wird folgendes beschrieben:

¶1. Verfahren zum elektrostatischen Übertragen von elektrostatischer Tonerpartikeln, das folgende Schritte umfasst:

Bereitstellen einer elektrostatischen Doppelhülse mit einem im Wesentlichen zylinderförmigen und starren Kernelement, einem auswechselbaren, entfernbaren, mehrschichtigen, inneren Hülselement mit mindestens einer nachgiebigen Schicht derart, dass das innere Hülselement das Kernelement umgibt und an diesem nicht haftend und eng anliegt, und einem auswechselbaren, entfernbaren, mehrschichtigen, äußeren Hülselement mit mindestens einer Syntheschicht derart, dass das äußere Hülselement das innere Hülselement umgibt und an diesem nicht haftend und eng anliegt.

Erzeugen eines auf einem Abschnitt der Außenfläche des äußeren Hülselements angeordneten, übertragbaren Tonerbildes;

Erzeugen eines Druckübertragungsspalts zwischen dem äußeren Hülselement der Doppelhülse und einem Übertragungselement;

Erzeugen eines elektrischen Feldes zum elektrostatischen Übertragen des übertragbaren Tonerbildes;

Drehen der Doppelhülse, um das auf einem Abschnitt der Außenfläche des äußeren Hülselements angeordnete, übertragbare Tonerbild in den Übertragungsspalt zu bringen, so dass das übertragbare Tonerbild elektrostatisch von dem äußeren Hülselement auf das Übertragungselement übertragen wird.

¶2. Verfahren nach Paragraph 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Doppelhülse ein primäres, bilderzeugendes Element ist.

¶3. Verfahren nach Paragraph 2, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülselement des primären, bilderzeugenden Elements fotoleitfähig ist.

¶4. Verfahren nach Paragraph 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Doppelhülse ein Zwischenübertragungselement ist.

¶5. Verfahren nach Paragraph 4, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, dass das äußere Hülselement des Zwischenübertragungselements fotoleitfähig ist.

¶6. Verfahren nach Paragraph 4, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülselement des Zwischenübertragungselements mindestens eine nachgiebige Schicht umfasst.

¶7. Verfahren nach Paragraph 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Übertragungselement ein Aufnahmeblatt ist.

¶8. Verfahren nach Paragraph 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Übertragungselement ein Zwischenübertragungselement ist.

¶9. Verfahren nach Paragraph 5, dadurch gekennzeichnet, dass das übertragbare Tonerbild auf der Außenfläche des äußeren Hülselements ein erstes, einfarbiges Tonerbild umfasst, das über einem zweiten, einfarbigen Tonerbild angeordnet ist.

¶10. Verfahren nach Paragraph 9, dadurch gekennzeichnet, dass vor Erzeugen des übertragbaren Tonerbildes das zweite, einfarbige Tonerbild auf einem Abschnitt auf der Außenfläche des äußeren Hülselements ausgebildet wird.

¶11. Verfahren nach Paragraph 9, dadurch gekennzeichnet, dass das übertragbare Tonerbild durch elektrostatisches Übertragen von einem primären, bilderzeugenden Element des ersten, einfarbigen Tonerbilds über dem zweiten, einfarbigen Tonerbild erzeugt wird, so dass das erste und das zweite einfarbige Tonerbild auf dem äußeren Hülselement passgenau ausgerichtet angeordnet sind.

¶12. Verfahren nach Paragraph 11, dadurch gekennzeichnet, dass das primäre, bilderzeugende Element eine Walze ist, die ein fotoleitfähiges Hülselement umfasst, das ein im Wesentlichen zylinderförmiges und im Wesentlichen starres Kernelement umgibt.

¶13. Verfahren nach Paragraph 12, dadurch gekennzeichnet, dass das fotoleitfähige Hülselement ein äußeres Hülselement einer Doppelhülse ist.

¶14. Verfahren nach Paragraph 1, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Hülselement ein nahtloses Endlosband ist.

¶15. Verfahren nach Paragraph 1, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülselement ein nahtloses Endlosband ist.

¶16. Elektrostatisches Abbildungsverfahren,

das folgende Schritte umfasst:

Ausbilden eines Tonerbildes auf einem sich bewegenden, primären, bilderzeugenden Element, das eine erste Doppelhülsenwalze umfasst, die einen im Wesentlichen starren und im Wesentlichen zylinderförmigen Kern aufweist, ein auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülsenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, fotoleitfähiges, äußeres Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt;

elektrostatisches Übertragen des Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element auf ein gegenläufiges Zwischenübertragungselement, das eine zweite Doppelhülsenwalze umfasst, in einer ersten Übertragungsspaltbreite, die durch Druckkontakt zwischen dem primären, bilderzeugenden Element und dem Zwischenübertragungselement ausgebildet ist, wobei die Beaufschlagung mit dem elektrischen Feld eine Übertragung des Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element auf das Zwischenübertragungselement bewirkt, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenübertragungselement ein im Wesentlichen starres und im Wesentlichen zylinderförmiges Kernelement umfasst, ein nachgiebiges, inneres Hülsenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein nachgiebiges, einen spezifischen elektrischen

Widerstand aufweisendes, äußeres Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt;

Erzeugen einer zweiten Übertragungsspaltbreite in einem Übertragungsspalt, der zwischen einem sich bewegenden Endlostransportband und dem Zwischenübertragungselement gebildet ist;

Bereitstellen einer Übertragungsstützwalze hinter dem Endlostransportband und Aufbauen eines elektrischen Feldes zwischen dem Zwischenübertragungselement und der Übertragungsstützwalze;

Vortransportieren eines auf dem Endlosband gehaltenen Aufnahmeelements in den Spalt und dadurch Aufbauen eines elektrischen Übertragungsfeldes zum elektrostatischen Übertragen des Tonerbildes von dem Zwischenübertragungselement auf das Aufnahmeelement.

¶17. Elektrostatisches Abbildungsverfahren, das folgende Schritte umfasst:

Ausbilden eines ersten, einfarbigen Tonerbildes auf einem sich bewegenden, primären, bilderzeugenden Element, das eine erste Doppelhülsenwalze umfasst, die einen im Wesentlichen starren und im Wesentlichen zylinderförmigen Kern aufweist, ein auswechselbares, entfernbares, nach-

giebiges, inneres Hülsenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, fotoleitfähiges, äußeres Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt;

Ausbilden eines zweiten, einfarbigen Tonerbildes auf einem gegenläufigen, fotoleitfähigen Zwischenübertragungselement, das eine zweite Doppelhülsenwalze umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das fotoleitfähige Zwischenübertragungselement einen im Wesentlichen starren und im Wesentlichen zylinderförmigen Kern aufweist, ein auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülsenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, fotoleitfähiges, äußeres Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt;

in einer ersten Übertragungsspaltbreite, die durch einen Druckkontakt zwischen dem primären, bilderzeugenden Element und dem fotoleitfähigen Zwischenübertragungselement gebildet wird, elektrostatisches Übertragen des ersten, einfarbigen Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element in passgenauer Ausrichtung mit und auf das zweite, einfarbige Tonerbild auf dem Zwischenübertragungselement, wobei die Beaufschlagung mit dem elektrischen Feld eine Übertragung des Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element zur Ausbildung eines zusammengesetzten Tonerbildes auf dem Zwischenübertragungselement bewirkt;

Erzeugen einer zweiten Übertragungsspaltbreite in einem Übertragungsspalt, der zwischen einem sich bewegenden Endlostransportband und dem Zwischenübertragungselement gebildet ist;

Bereitstellen einer Stützwalze hinter dem Endlostransportband und Aufbauen eines elektrischen Feldes zwischen dem Zwischenübertragungselement und der Übertragungsstützwalze;

Vortransportieren eines auf dem Endlosband gehaltenen Aufnahmeelements in den Spalt und dadurch Aufbauen eines elektrischen Übertragungsfeldes zum elektrostatischen Mitübertragen des ersten und zweiten Tonerbildes von dem Zwischenübertragungselement auf das Aufnahmeelement.

¶18. Elektrostatisches Abbildungsverfahren, das folgende Schritte umfasst:

Ausbilden eines Tonerbildes auf einem sich bewegenden, primären, bilderzeugenden Element, das eine Doppelhülsenwalze umfasst, die einen im Wesentlichen starren und im Wesentlichen zylinderförmigen Kern aufweist, ein auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülsenele-

ment, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, fotoleitfähiges, äußeres Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt;

Erzeugen einer Übertragungsspaltbreite in einem Übertragungsspalt, der zwischen einem sich bewegenden Endlostransportband und dem primären, bilderzeugenden Element gebildet ist;

Bereitstellen einer Übertragungsstützwalze hinter dem Endlostransportband und Aufbauen eines elektrischen Feldes zwischen dem primären, bilderzeugenden Element und der Übertragungsstützwalze;

Vortransportieren eines auf dem Endlosband gehaltenen Aufnahmeelements in den Spalt und dadurch Aufbauen eines elektrischen Übertragungsfeldes zum elektrostatischen Übertragen des Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element auf das Aufnahmeelement, wobei die Beaufschlagung mit dem elektrischen Feld eine Übertragung des Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element auf das Aufnahmeelement bewirkt.

¶19. Reproduktionsverfahren, das folgende Schritte umfasst:

Bereitstellen erster und zweiter, Tonerbild tragender Doppelhülsenelemente, wobei jedes Tonerbild tragende Doppelhülsenelement ein im Wesentlichen starres und im Wesentlichen zylinderförmiges Kernelement umfasst, ein auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülsenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, äußeres Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt;

Bewegen des ersten und zweiten Tonerbild tragenden Elements, wobei auf jedem Tonerbild tragenden Element ein entsprechendes Tonerbild ausgebildet ist, durch einen entsprechenden Übertragungsspalt mit einer Bahn, die eine Tonerbild tragende Aufnahme­fläche aufweist oder haltet;

Bewegen der Bahn durch jeden Spalt mit jedem Tonerbild tragenden Element, wobei die Bahn auf einer ersten Fläche die Tonerbild­Aufnahme­fläche aufweist oder haltet, während die Aufnahme­fläche durch den Übertragungsspalt mit dem ersten Tonerbild tragenden Element zu dem Übertragungsspalt mit dem zweiten Tonerbild tragenden Element bewegt wird;

elektrostatisches Übertragen eines Tonerbildes an jedem Übertragungsspalt auf die Aufnahme­fläche, so dass ein Tonerbild durch das zweite Tonerbild tragende Element auf der Aufnahme­fläche abgelegt wird, um ein zusammengesetztes Bild mit

dem Tonerbild zu bilden, das von dem ersten Tonerbild tragenden Element auf die Aufnahme­fläche übertragen worden ist.

¶20. Verfahren nach Paragraph 19, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülsenelement fotoleitfähig ist.

¶21. Verfahren nach Paragraph 20, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülsenelement eine nachgiebige Schicht umfasst.

¶22. Reproduktionsverfahren, das folgende Schritte umfasst:

Bereitstellen eines rotierenden, ersten und zweiten, primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelements, wobei jedes primäre, bilderzeugende Doppelhülsenelement ein im Wesentlichen starres und im Wesentlichen zylinderförmiges Kernelement umfasst, ein auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülsenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, äußeres Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, wobei auf jedem äußeren Hülsenelement ein entsprechendes einfarbiges Tonerbild ausgebildet ist;

Bereitstellen eines gegenläufigen, ersten und zweiten Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelements, wobei das erste Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelement einen ersten Druckspalt mit dem ersten primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelement bildet und wobei das zweite Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelement einen ersten Druckspalt mit dem zweiten primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelement bildet, wobei jedes Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelement ein im Wesentlichen starres und im Wesentlichen zylinderförmiges Kernelement umfasst, ein auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülsenelement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, äußeres Hülsenelement, das an dem inneren Hülsenelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt;

elektrostatisches Übertragen der entsprechenden einfarbigen Tonerbilder vom jeweiligen primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelement auf das jeweilige Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelement in den jeweiligen ersten Übertragungsspalten;

Bewegen jedes ersten und zweiten Tonerbild tragenden Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelements durch einen entsprechenden zweiten Übertragungsspalt mit einer Bahn, die eine Tonerbild tragende Oberfläche aufweist oder haltet;

Bewegen der Bahn durch jeden zweiten Über-

tragungsspalt mit jedem Zwischenübertragungs-Doppelhülselement, wobei die Bahn die TonerbildAufnahmefläche aufweist oder haltert, während die Aufnahmefläche durch den Übertragungsspalt mit dem ersten Zwischenübertragungs-Doppelhülselement zu dem Übertragungsspalt mit dem zweiten Zwischenübertragungs-Doppelhülselement bewegt wird;

elektrostatisches Übertragen eines einfarbigen Tonerbildes an jedem zweiten Übertragungsspalt auf die Aufnahmefläche, so dass ein von dem zweiten Zwischenübertragungs-Doppelhülselement übertragenes, einfarbiges Tonerbild auf der Aufnahmefläche abgelegt wird, um ein zusammengesetztes Bild mit dem einfarbigen Tonerbild zu bilden, das von dem ersten Zwischenübertragungs-Doppelhülselement auf die Aufnahmefläche übertragen worden ist.

¶23. Verfahren nach Paragraph 22, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülselement jedes primären, bilderzeugenden Doppelhülselements fotoleitfähig ist.

¶24. Reproduktionsverfahren, das folgende Schritte umfasst:

Bereitstellen eines rotierenden, ersten und zweiten, primären, bilderzeugenden Doppelhülselements, wobei jedes primäre, bilderzeugende Doppelhülselement ein im Wesentlichen starres und im Wesentlichen zylinderförmiges Kernelement umfasst, ein auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülselement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, äußeres Hülselement, das an dem inneren Hülselement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, wobei auf jedem äußeren Hülselement ein entsprechendes einfarbiges Tonerbild ausgebildet ist;

Bereitstellen eines gegenläufigen, ersten und zweiten Zwischenübertragungs-Doppelhülselements, wobei das erste Zwischenübertragungs-Doppelhülselement ein im Wesentlichen starres und im Wesentlichen zylinderförmiges Kernelement umfasst, ein auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülselement, das an dem Kernelement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, fotoleitfähiges, äußeres Hülselement, das an dem inneren Hülselement eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, wobei das erste Zwischenübertragungs-Doppelhülselement mit dem ersten primären, bilderzeugenden Doppelhülselement einen ersten Druckspalt bildet, und wobei das zweite Zwischenübertragungs-Doppelhülselement mit dem zweiten primären, bilderzeugenden Doppelhülselement einen ersten Druck-

spalt bildet;

Ausbilden eines zweiten, einfarbigen Tonerbildes auf den fotoleitfähigen äußeren Hülselementen der ersten und zweiten Zwischenübertragungs-Doppelhülselemente durch Laden, bildweises Belichten und Tonern von Stellen auf den Zwischenübertragungs-Doppelhülselementen vor den ersten Druckspalten;

in den entsprechenden ersten Druckspalten elektrostatisches Übertragen der ersten, einfarbigen Tonerbilder von jedem primären, bilderzeugenden Doppelhülselement auf Stellen, die über jedem zweiten, einfarbigen Tonerbild auf dem jeweiligen äußeren Hülselement jedes Zwischenübertragungs-Doppelhülselements liegen, und dadurch Ausbilden eines zusammengesetzten Tonerbildes auf der Oberfläche jedes Zwischenübertragungs-Doppelhülselements;

Bewegen jedes der ersten und zweiten Zwischenübertragungs-Doppelhülselemente, die die zusammengesetzten Tonerbilder tragen, durch einen entsprechenden zweiten Übertragungsspalt mit einer Bahn, die eine Tonerbild tragende Oberfläche aufweist oder haltert;

Bewegen der Bahn durch jeden zweiten Übertragungsspalt mit jedem Zwischenübertragungs-Doppelhülselement, wobei die Bahn die TonerbildAufnahmefläche aufweist oder haltert, während die Aufnahmefläche durch den zweiten Übertragungsspalt mit dem ersten Zwischenübertragungs-Doppelhülselement zu dem zweiten Übertragungsspalt mit dem zweiten Zwischenübertragungs-Doppelhülselement bewegt wird;

elektrostatisches Übertragen eines zweifarbigen, zusammengesetzten Tonerbildes an jedem zweiten Übertragungsspalt auf die Aufnahmefläche, so dass ein von dem zweiten Zwischenübertragungs-Doppelhülselement übertragenes, zweifarbiges Tonerbild auf der Aufnahmefläche abgelegt wird, um mit dem zweifarbigen Tonerbild, das von dem ersten Zwischenübertragungs-Doppelhülselement auf die Aufnahmefläche übertragen worden ist, ein vierfarbiges, zusammengesetztes Tonerbild zu bilden.

¶25. Verfahren nach Paragraph 24, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülselement jedes primären, bilderzeugenden Doppelhülselements fotoleitfähig ist.

¶26. Verfahren nach Paragraph 24, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülselement jedes Zwischenübertragungs-Doppelhülselements nachgiebig ist.

¶27. Verfahren nach Paragraph 24, dadurch gekennzeichnet, dass das zusammengesetzte Vierfarbenbild einfarbige Cyan-, Magenta-, Gelb- und

Schwarz-Tonerbilder umfasst.

¶28. Verfahren nach Paragraph 22, dadurch gekennzeichnet, dass das auswechselbare, entfernbare, nachgiebige, innere Hülsenelement jedes primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelements und jedes Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelements folgendes umfasst:

ein Verstärkungsband mit einem Youngschen Elastizitätsmodul von kleiner als 300 GPa und einer Dicke im Bereich von 1 - 500 µm;

eine auf dem Verstärkungsband angeordnete, nachgiebige Innenhülsenschicht mit einer Dicke von 0,5 - 20 mm, einem Youngschen Elastizitätsmodul von kleiner als 10 MPa und einer Querdehnzahl von ca. 0,2 - 0,5;

eine auf der nachgiebigen Innenhülsenschicht angeordnete Schutzschicht mit einer Dicke von 1 - 50 µm und einem Youngschen Elastizitätsmodul von größer als 0,1 GPa.

¶29. Verfahren nach Paragraph 22, dadurch gekennzeichnet, dass das auswechselbare, entfernbare, äußere Hülsenelement jedes primären, bilderzeugenden Doppelhülsenelements folgendes umfasst:

eine Versteifungsschicht mit einem spezifischen Durchgangswiderstand von kleiner als ca. 10^{10} Ohm-cm, einer Dicke von weniger als 500 µm sowie einem Youngschen Elastizitätsmodul von größer als 0,1 GPa;

eine fotoleitfähige Schichtstruktur mit einer oder mehreren, auf der Versteifungsschicht angeordneten Schichten.

¶30. Verfahren nach Paragraph 29, dadurch gekennzeichnet, dass die fotoleitfähige Schichtstruktur folgendes umfasst:

eine auf der Versteifungsschicht angeordnete Sperrschicht;

eine auf der Sperrschicht angeordnete ladungserzeugende Schicht;

eine auf der ladungserzeugenden Schicht angeordnete Ladungstransportschicht.

¶31. Verfahren nach Paragraph 22, dadurch gekennzeichnet, dass das nachgiebige, auswechselbare, entfernbare, äußere Hülsenelement jedes Zwischenübertragungs-Doppelhülsenelements folgendes umfasst:

eine Versteifungsschicht mit einem spezifischen Durchgangswiderstand von kleiner als

ca. 10^{10} Ohm-cm, einer Dicke von weniger als 500 µm sowie einem Youngschen Elastizitätsmodul im Bereich von 10 - 300 GPa;

eine auf dem Verstärkungsband angeordnete, nachgiebige Außenhülsenschicht mit einer Dicke von 0,5 - 2 mm, einem Youngschen Elastizitätsmodul von kleiner als 10 MPa, einem spezifischen Durchgangswiderstand von 10^7 - 10^{11} Ohm-cm und einer Querdehnzahl von ca. 0,2 - 0,5;

eine auf der nachgiebigen Außenhülsenschicht angeordnete Trennschicht mit einer Dicke von 1 - 50 µm, einem Youngschen Elastizitätsmodul von größer als 100 MPa und einem spezifischen Durchgangswiderstand von 10^7 - 10^{13} Ohm-cm;

¶32. Doppelhülsenwalze zur Verwendung in einer elektrostatischen Maschine, wobei die Doppelhülsenwalze ein im Wesentlichen zylinderförmiges und im Wesentlichen starres Kernelement umfasst, ein auswechselbares, entfernbare, mehrschichtiges, inneres Hülsenelement in Form eines nahtlosen Endlosbandes mit mindestens einer nachgiebigen Schicht derart, dass das innere Hülsenelement das Kernelement umgibt und an diesem eng und nicht haftend anliegt, und ein auswechselbares, entfernbare, mehrschichtiges, äußeres Hülsenelement in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes mit mindestens einer Syntheschicht derart, dass das äußere Hülsenelement das innere Hülsenelement umgibt und an diesem eng und nicht haftend anliegt;

dadurch gekennzeichnet, dass das innere Hülsenelement mit Hilfe eines Hülseninstallationsverfahrens auf das Kernelement aufbringbar ist, und dass das äußere Hülsenelement mit Hilfe eines Hülseninstallationsverfahrens auf das innere Hülsenelement aufbringbar ist, dass das äußere Hülsenelement von dem inneren Hülsenelement durch ein Hülsendeinstallationsverfahren entfernbare ist, und dass das innere Hülsenelement von dem Kernelement durch ein Hülsendeinstallationsverfahren entfernbare ist, wobei alle Hülsenelemente die Form einer Endlosbahn nicht nur während des Betriebs der Doppelhülsenwalze beibehalten, sondern auch während der Installation eines Hülsenelements oder während der Deinstallation eines Hülsenelements.

¶33. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 32 mit einem Zwischenübertragungselement.

¶34. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 32 mit einem primären, bilderzeugenden Element.

¶35. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 34, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülselement fotoleitfähig ist.

¶36. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Kernelement an einem Rahmenabschnitt der elektrostatischen Maschine während der Installation oder Deinstallation eines äußeren Hülselements oder eines inneren Hülselements befestigt bleibt.

¶37. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 33, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenübertragungselement ein primäres, bilderzeugendes Element umfasst.

¶38. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 33, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülselement des Zwischenübertragungselements fotoleitfähig ist.

¶39. Inneres Hülselement mit:

einem Verstärkungsband in Form eines nahtlosen Endlosbandes;
einer auf dem Verstärkungsband angeordneten nachgiebigen Innenhülenschicht;
einer Schutzschicht, die eng an der nachgiebigen Innenhülenschicht anliegt und diese umgibt.

¶40A. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht eine Dicke von 0,5 - 20 mm besitzt.

¶40B. Inneres Hülselement nach Paragraph 40A, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht eine Dicke von 2 - 10 mm besitzt.

¶41. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht ein Elastizitätsmodul von weniger als ca. 10 MPa besitzt.

¶42. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht ein Elastizitätsmodul im Bereich von 1 - 5 MPa besitzt.

¶43A. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht eine Querdehnzahl im Bereich von 0,2 - 0,5 besitzt.

¶43B. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht eine Querdehnzahl im Bereich von 0,45 - 0,5 besitzt.

¶44. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht eine Dicke von 1 - 50 µm besitzt.

¶45. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht eine Dicke von 4 - 15 µm besitzt.

¶46. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht ein Elastizitätsmodul von größer als 100 MPa besitzt.

¶47. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht ein Elastizitätsmodul im Bereich von 0,5 - 20 GPa besitzt.

¶48. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstärkungsband ein Elastizitätsmodul von größer als 300 GPa besitzt.

¶49. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstärkungsband eine Dicke von 1 - 500 µm besitzt.

¶50. Inneres Hülselement nach Paragraph 39, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstärkungsband eine Dicke von 5 - 150 µm besitzt.

¶51. Fotoleitfähiges, äußeres Hülselement mit:

einer Versteifungsschicht in Form eines nahtlosen Endlosbandes;
einer fotoleitfähigen Schichtstruktur mit einer oder mehreren, auf der Versteifungsschicht angeordneten Schichten.

¶52. Fotoleitfähiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 51, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht leitend ist und mit einer elektrischen Spannungs- oder Stromquelle verbunden ist.

¶53. Fotoleitfähiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 51, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht leitend und mit Masse verbunden ist.

¶54. Fotoleitfähiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 51, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht aus Nickel ist.

¶55. Fotoleitfähiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 51, dadurch gekennzeichnet, dass die fotoleitfähige Schichtstruktur folgendes umfasst:

eine auf der Versteifungsschicht angeordnete

- Sperrschicht;
eine auf der Sperrschicht angeordnete ladungserzeugende Schicht;
eine auf der ladungserzeugenden Schicht angeordnete Ladungstransportschicht. 5
- ¶56. Fotoleitfähiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 55, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladungstransportschicht mit einer harten Schicht beschichtet ist. 10
- ¶57. Nachgiebiges, äußeres Hülselement mit:

einer Versteifungsschicht in Form eines nahtlosen Endlosbandes; 15
einer auf der Versteifungsschicht angeordneten, nachgiebigen Außenhülssenschicht;
einer auf der dünnen, nachgiebigen Schicht angeordneten Trennschicht. 20
- ¶58. Nachgiebiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht leitend ist und mit einer elektrischen Spannungs- oder Stromquelle verbunden ist. 25
- ¶59. Nachgiebiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht leitend und mit Masse verbunden ist. 30
- ¶60. Nachgiebiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht aus Nickel ist. 35
- ¶61. Nachgiebiges, fotoleitfähiges, äußeres Hülselement mit:

einer Versteifungsschicht in Form eines nahtlosen Endlosbandes; 40
einer auf der Versteifungsschicht angeordneten nachgiebigen Schicht;
einer auf der dünnen, nachgiebigen Schicht angeordneten dünnen, leitenden Schicht.
einer auf der dünnen, leitenden Schicht angeordneten Sperrschicht; 45
einer auf der Sperrschicht angeordneten ladungserzeugenden Schicht;
einer auf der ladungserzeugenden Schicht angeordneten Ladungstransportschicht. 50
- ¶62. Nachgiebiges, fotoleitfähiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladungstransportschicht wahlweise mit einer harten Schicht beschichtet ist. 55
- ¶63. Nachgiebiges, fotoleitfähiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 61, dadurch gekennzeichnet, dass die dünne, leitfähige Schicht mit einer elektrischen Spannungs- oder Stromquelle verbunden ist.
- ¶64. Nachgiebiges, fotoleitfähiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 61, dadurch gekennzeichnet, dass die dünne, leitfähige Schicht aus Nickel ist.
- ¶65. Nachgiebiges, fotoleitfähiges, äußeres Hülselement nach Paragraph 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht aus Nickel ist.
- ¶66. Äußeres Hülselement nach Paragraph 51 und 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht einen spezifischen Durchgangswiderstand von weniger als ca. 10^{10} Ohm-cm besitzt.
- ¶67. Äußeres Hülselement nach Paragraph 51, 57 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht eine Dicke von weniger als ca. 500 μ m besitzt.
- ¶68. Äußeres Hülselement nach Paragraph 51, 57 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht eine Dicke von 10 - 200 μ m besitzt.
- ¶69. Äußeres Hülselement nach Paragraph 51, 57 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht ein Elastizitätsmodul von größer als ca. 0,1 GPa besitzt.
- ¶70A. Äußeres Hülselement nach Paragraph 51 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht ein Elastizitätsmodul im Bereich von 50 - 300 GPa besitzt.
- ¶70B. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsschicht ein Elastizitätsmodul im Bereich von 100 - 300 GPa besitzt.
- ¶71. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht eine Dicke von 0,5 - 2 mm besitzt.
- ¶72. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht einen spezifischen Durchgangswiderstand von 10^7 - 10^{11} Ohm-cm besitzt.
- ¶73. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht einen spezifischen Durchgangswiderstand von ca. 10^9 Ohm-cm besitzt.
- ¶74. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgie-

bige Schicht ein Elastizitätsmodul von weniger als ca. 10 MPa besitzt.

¶75. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht ein Elastizitätsmodul im Bereich von 1 - 5 MPa besitzt. 5

¶76A. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht eine Querdehnzahl im Bereich von 0,2 - 0,5 besitzt. 10

¶76B. Äußeres Hülselement nach Paragraph 76A, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgiebige Schicht eine Querdehnzahl im Bereich von 0,45 - 0,5 besitzt. 15

¶77. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschicht eine Dicke von 1 - 50 µm besitzt. 20

¶78. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschicht eine Dicke von 4 - 15 µm besitzt. 25

¶79A. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschicht ein Elastizitätsmodul von größer als 100 MPa besitzt. 30

¶79B. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschicht ein Elastizitätsmodul im Bereich von 0,5 - 20 GPa besitzt. 35

¶80. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschicht einen spezifischen Durchgangswiderstand von 10^7 - 10^{13} Ohm-cm besitzt. 40

¶81. Äußeres Hülselement nach Paragraph 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschicht einen spezifischen Durchgangswiderstand von ca. 10^{10} Ohm-cm besitzt. 45

¶82. Äußeres Hülselement nach Paragraph 55 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennschicht ein Nylonmaterial mit einer Dicke von 0,5 - 1,0 µm besitzt. 50

¶83. Äußeres Hülselement nach Paragraph 55 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die ladungserzeugende Schicht eine Dicke von 0,25 - 1,0 µm besitzt. 55

¶84. Äußeres Hülselement nach Paragraph 55 und 61, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladungstransportschicht eine Dicke von 12 - 35 µm

besitzt.

¶85. Verfahren nach Paragraph 1, 12, 16, 17, 18, 19, 22 und 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Kernelement eine Unrundheit von weniger als 80 µm aufweist.

¶86. Verfahren nach Paragraph 1, 12, 16, 17, 18, 19, 22 und 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Kernelement eine Unrundheit von weniger als 20 µm aufweist.

¶87. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Kernelement eine Unrundheit von weniger als 80 µm aufweist.

¶88. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Kernelement eine Unrundheit von weniger als 20 µm aufweist.

¶89. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Hülseinstallationsverfahren folgendes umfasst:

Bereitstellen einer Quelle komprimierten Fluids an der Unterseite eines Hülselements;
Einschalten der Quelle komprimierten Fluids zur elastischen Dehnung des Hülselements, so dass das Hülselement entlang der Oberfläche eines anderen Elements, dass es umgibt, verschiebbar ist;
Verschieben des Hülselements und Entfernen von dem anderen Element, während die Quelle des komprimierten Fluids eingeschaltet bleibt;
Abschalten der Quelle des komprimierten Fluids;

dadurch gekennzeichnet, dass das andere Element ein Kernelement oder ein inneres Hülselement ist, das auf einem Kernelement angeordnet ist.

¶90. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Hülseinstallationsverfahren folgendes umfasst:

Bereitstellen einer Quelle komprimierten Fluids an der Unterseite eines Hülselements;

Einschalten der Quelle komprimierten Fluids zur elastischen Dehnung des Hülselements, so dass das Hülselement entlang der Oberfläche eines anderen Elements verschiebbar ist, um das andere Element zu umgreifen;

Verschieben des Hülselements, bis dieses in Umgreifung des anderen Elements eine vorbestimmte Position erreicht, während die Quelle

des komprimierten Fluids eingeschaltet bleibt;	21	Versteifungsschicht
Abschalten der Quelle des komprimierten Fluids, wodurch sich das Hülsenelement entspannen und das andere Element unter Spannung umgreifen kann;	22	äußere, nachgiebige Hülsenschicht
	23	Trennschicht
	30	fotoleitfähiges, äußeres Hülsenelement
	5 31	Versteifungsschicht
	32	fotoleitfähige Struktur
	40A	äußeres Hülsenelement
	40B	äußeres Hülsenelement
dadurch gekennzeichnet, dass das andere Element ein Kernelement oder ein inneres Hülsenelement ist, das auf einem Kernelement angeordnet ist.	41	Versteifungsschicht
	10 42	Sperrschicht
	43	ladungserzeugende Schicht
¶91. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 89 und 90, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem komprimierten Fluid um Druckluft handelt.	44	Ladungstransportschicht
	45	nachgiebige Schicht
	46	Elektrodenschicht
	15 51	Endblock
¶92. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 32, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülsenelement von einem ersten Ende der Doppelhülsenwalze auswechselbar oder entfernbare ist, und dass das innere Hülsenelement von einem zweiten Ende der Doppelhülsenwalze auswechselbar oder entfernbare ist, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Ende der Doppelhülsenwalze an einem Rahmenabschnitt der Maschine befestigt bleibt, wenn das äußere Hülsenelement ausgewechselt oder entfernt wird, und dass das erste Ende der Doppelhülsenwalze an einem anderen Rahmenabschnitt der Maschine befestigt bleibt, wenn das innere Hülsenelement ausgewechselt oder entfernt wird.	52	Abschlusskappe
	52a	kegelförmiger Abschnitt
	53	Verteiler
	56	Abfasung
	20 57b	Leitung
	57a	Öffnung
	57	Verbindungskanal
	58	Leitung
	59	Kernelement
	25 60	Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenelement
	61	Kernelement
	63	Endstück
	66	Öffnung
	30 67	Öffnung
¶93. Doppelhülsenwalze nach Paragraph 32, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Hülsenelement und das innere Hülsenelement von demselben Ende der Doppelhülsenwalze auswechselbar oder entfernbare sind, dadurch gekennzeichnet, dass das gegenüber liegende Ende der Doppelhülsenwalze an demselben Rahmenabschnitt der Maschine befestigt bleibt, wenn das äußere Hülsenelement ausgewechselt oder entfernt wird und wenn das innere Hülsenelement ausgewechselt oder entfernt wird.	68	Achsenelement
	69	Achsenelement
	70	sekundäres Zwischenbildübertragungs-Doppelhülsenelement
	35 71	Kernelement
	72	scheibenförmiges Endelement
	73	scheibenförmiges Element
	74	kegelförmiges Endstück
	78	Achsenelement
	40 79	Öffnung
	90	Baugruppe
	91	inneres Hülsenelement
	92	äußeres Hülsenelement
	94	Strichcode
[0103] Obwohl die Erfindung mit Bezug auf bevorzugte Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt, sondern kann innerhalb ihres Geltungsbereichs Änderungen und Abwandlungen unterzogen werden.	45 95	Erkennungszeichendetektor
	500	Abbildungsvorrichtung
	503	primäre Bilderzeugungs-Doppelhülsenwalze
	504	Reinigungsvorrichtung
	505	Corona-Ladevorrichtung
	50 506	Laser
	507	inneres Hülsenelement
	508	Zwischenübertragungs-Doppelhülsenwalze
	509	äußeres Hülsenelement
	510	Übertragungsspalt
	55 511	Reinigungsvorrichtung
	512	Aufnahmeblatt
	513	Walzen
	516	Papiertransportbahn

Bezugszeichen

[0104]

11	Kernelement
12	Verstärkungsband
13	innere, nachgiebige Schicht
14	Schutzschicht
15	inneres Hülsenelement
20	äußeres Hülsenelement

520 Wischblatt
 521 Übertragungsstützwalze
 522 Corona-Lader
 523 Corona-Lader
 524 Trennlader
 526 Lader
 527 Rakel
 541 inneres Hülselement
 542 äußeres Hülselement
 552 Stromquelle
 560 Wischblatt
 562 Wischblatt
 575 Tragstruktur
 581 Entwicklungsstation
 591 Modul
 603 fotoleitfähige, primäre, bilderzeugende Doppel-
 hülsewalze
 604 Reinigungsstation
 605 primärer Lader
 606 Laser
 610 Druckspalt
 621 Übertragungsstützwalze
 641 makronachgiebiges, inneres Hülselement
 642 mikronachgiebiges, fotoleitfähiges, äußeres
 Hülselement
 681 Entwicklungsstation
 691 Modul

Patentansprüche

1. Doppelhülsewalze (503, 508) zur Verwendung in einer elektrostatischer Maschine (500) mit:

einem zylinderförmigen, starren Kernelement (11);
 einem entfernbaren inneren Hülselement (15), das eine nachgiebige Schicht derart umfasst, dass das innere Hülselement das starre Kernelement (11) umgreift und eng daran anliegt;
 einem entfernbaren äußeren Hülselement (20), das eine nachgiebige Schicht (22) umfasst und dass das äußere Hülselement (20) das innere Hülselement (15) umgreift und eng daran anliegt;

2. Doppelhülsewalze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als Zwischenübertragungswalze (508) oder als primäre, bilderzeugende Walze (503) verwendbar ist, und dass sie als das innere Hülselement (15) ein Verstärkungsband (12) in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes umfasst, wobei die nachgiebige Innenhülselementschicht auf dem Verstärkungsband (12) ausgebildet ist, und wobei eine Schutzschicht (14) auf der nachgiebigen Innenhülselementschicht (13) aufgetragen ist.

3. Doppelhülsewalze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als Zwischenübertragungswalze (508) als das äußere Hülselement (20) eine Versteifungsschicht (21) in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes umfasst, eine nachgiebige Außenhülselementschicht (22), die auf der Versteifungsschicht (21) ausgebildet ist, und eine auf der nachgiebigen Außenhülselementschicht (22) ausgebildete Trennschicht (23).

4. Doppelhülsewalze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als primäre, bilderzeugende Walze (503) als das äußere Hülselement (40A) eine Versteifungsschicht (41) in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes umfasst, eine auf der Versteifungsschicht (41) aufgetragene Sperrschicht (42), eine auf der Sperrschicht (42) aufgetragene ladungserzeugende Schicht (43) und eine auf der ladungserzeugenden Schicht (43) aufgetragene Ladungstransportschicht (44).

5. Doppelhülsewalze nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Doppelhülsewalze (503) zudem eine auf der Versteifungsschicht (41) ausgebildete nachgiebige Schicht (45) umfasst.

6. Doppelhülsewalze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Doppelhülsewalze (503, 508) zudem auf dem inneren Hülselement (91) angeordnete Erkennungszeichen (93, 93', 93'', 93''', 94) umfasst sowie auf dem äußeren Hülselement (92) angeordnete Erkennungszeichen (93, 93', 93'', 93''', 94), **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes der Erkennungszeichen (93, 93', 93'', 93''', 94) auf dem inneren Hülselement (91) vorgesehen ist, um einen Betriebsparameter in Bezug zu dem inneren Hülselement (91) anzuzeigen, der von einem Erkennungszeichendetektor (95) erfassbar ist, und dass die Erkennungszeichen (93, 93', 93'', 93''', 94) auf dem äußeren Hülselement (92) vorgesehen sind, um einen Betriebsparameter in Bezug zu dem äußeren Hülselement (92) anzuzeigen, der von einem Erkennungszeichendetektor (95) erfassbar ist.

7. Elektrostatisches Abbildungsverfahren mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines sich bewegenden, primären, bilderzeugenden Elements (503) mit einer ersten Doppelhülsewalze (503, 508), die ein starres, zylinderförmiges Kernelement (11) umfasst, ein auswechselbares, entfernbare, nachgiebiges, inneres Hülselement (15), das an dem Kernelement (11) eng und nicht

haftend anliegt und dieses umgibt, und ein auswechselbares, entfernbares, fotoleitfähiges, äußeres Hülsenelement (20), das an dem inneren Hülsenelement (15) eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt;

- Ausbilden eines Tonerbildes auf dem primären, bilderzeugenden Element (503);
- elektrostatisches Übertragen des Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element (503) auf ein gegenläufiges Zwischenübertragungselement (508), das eine zweite Doppelhülsenwalze (508) ist, in einem ersten Übertragungsspalt (610), der durch Druckkontakt zwischen dem primären, bilderzeugenden Element (503) und dem Zwischenübertragungselement (508) ausgebildet ist, wobei die Beaufschlagung mit einem elektrischen Feld eine Übertragung des Tonerbildes von dem primären, bilderzeugenden Element (503) auf das Zwischenübertragungselement (508) bewirkt, wobei das Zwischenübertragungselement (508) ein starres, zylinderförmiges Kernelement (11) umfasst, ein nachgiebiges, inneres Hülsenelement (15), das an dem Kernelement (11) eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt, und ein nachgiebiges, einen spezifischen elektrischen Widerstand aufweisendes, äußeres Hülsenelement (20), das an dem inneren Hülsenelement (15) eng und nicht haftend anliegt und dieses umgibt;
- Erzeugen eines zweiten Übertragungsspalts (510) durch einen zwischen dem Zwischenübertragungselement (508) und einer Übertragungsstützwalze (521) angewandten Druck;
- Aufbauen eines elektrischen Feldes zwischen dem Zwischenübertragungselement (508) und der Übertragungsstützwalze (521); und
- Vortransportieren eines Aufnahmeelements (512) in den zweiten Übertragungsspalt (510), um das Tonerbild von dem Zwischenübertragungselement (508) auf das Aufnahmeelement (512) elektrostatisch zu übertragen.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das primäre, bilderzeugende Element (503) oder das Zwischenübertragungselement (508) ein inneres Hülsenelement (15) umfasst sowie ein Verstärkungsband (12) in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes, und dass die nachgiebige Innenhülsenschicht (13) auf dem Verstärkungsband (12) ausgebildet ist, und wobei eine Schutzschicht (14) auf der nachgiebigen Innenhülsenschicht (13) aufgetragen ist.

9. Produkt zur elektrostatischer Bilderzeugung **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Produkt durch die folgenden Schritte her-

gestellt wird:

- Bereitstellen mindestens eines ersten und zweiten ein Tonerbild tragenden Doppelhülsenelements (503, 508), wobei das erste Tonerbild tragende Doppelhülsenelement (503) aus einem ersten, starren, zylinderförmigen Kernelement (11) hergestellt ist und ein erstes, auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülsenelement (15) umfasst, das eng und nicht haftend an dem ersten Kernelement (11) anliegt und dieses umgibt, und ein erstes, auswechselbares, entfernbares, äußeres Hülsenelement (20), das eng und nicht haftend an dem ersten inneren Hülsenelement (15) anliegt und dieses umgibt, wobei das zweite Tonerbild tragende Doppelhülsenelement (508) aus einem zweiten, starren, zylinderförmigen Kernelement (11) hergestellt ist und ein zweites, auswechselbares, entfernbares, nachgiebiges, inneres Hülsenelement (15) umfasst, das eng und nicht haftend an dem zweiten Kernelement (11) anliegt und dieses umgibt, und ein zweites, auswechselbares, entfernbares, äußeres Hülsenelement (20), das eng und nicht haftend an dem zweiten inneren Hülsenelement (15) anliegt und dieses umgibt;
- Bewegen jedes des mindestens ersten und zweiten Tonerbild tragenden Doppelhülsenelements (503, 508), wobei auf jedem Tonerbild tragenden Doppelhülsenelement (503, 508) ein entsprechendes Tonerbild ausgebildet ist, durch einen entsprechenden Übertragungsspalt (510) mit einer Bahn (516), die eine Tonerbild tragende Aufnahmefläche (512) aufweist;
- Bewegen der Bahn (512) durch jeden Spalt (510, 610) mit jedem Tonerbild tragenden Doppelhülsenelement (503, 508), wobei die Bahn (516) auf einer Oberfläche die Tonerbildaufnahmefläche (512) aufweist, während die Aufnahmefläche (512) durch den Übertragungsspalt (510) mit dem ersten Tonerbild tragenden Doppelhülsenelement (503) zu dem Übertragungsspalt (510) mit dem zweiten Tonerbild tragenden Doppelhülsenelement (503, 508) bewegt wird; und
- elektrostatisches Übertragen eines Tonerbildes an jedem Übertragungsspalt (510) auf die Aufnahmefläche (512), so dass ein Tonerbild durch das zweite Tonerbild tragende Element (508) auf der Aufnahmefläche (512) abgelegt wird, um ein zusammengesetztes Bild mit dem Tonerbild zu bilden, das von dem ersten Tonerbild tragenden Element (503) auf die Aufnahmefläche (512) übertragen worden ist.

10. Produkt hergestellt durch elektrostatische Bil-

derzeugung nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass entweder das erste oder zweite Tonerbild tragende Element (503, 508) ein inneres Hülsenelement (15) umfasst und ein Verstärkungsband (12) in Form eines schlauchförmigen Endlosbandes, und wobei die nachgiebige Innenhülsenschicht (13) auf dem Verstärkungsband (12) ausgebildet ist, und wobei eine Schutzschicht (14) auf der nachgiebigen Innenhülsenschicht (13) aufgetragen ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

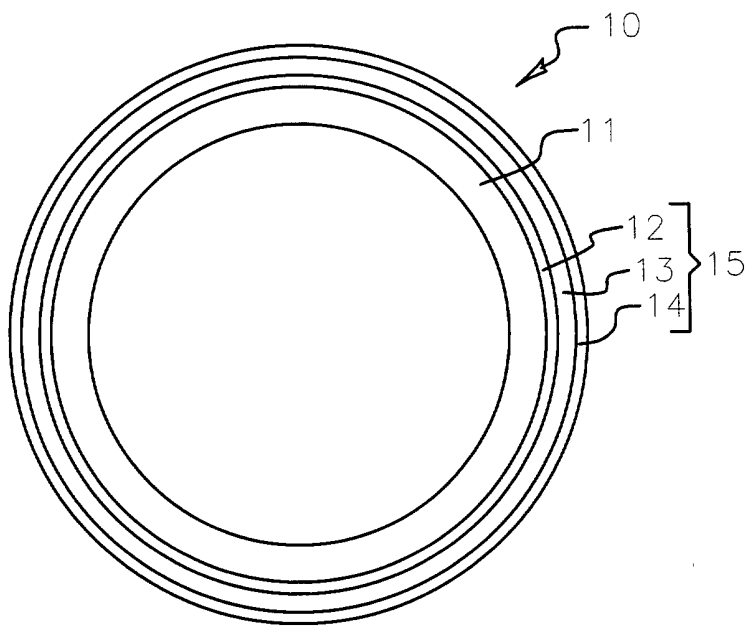


FIG. 1

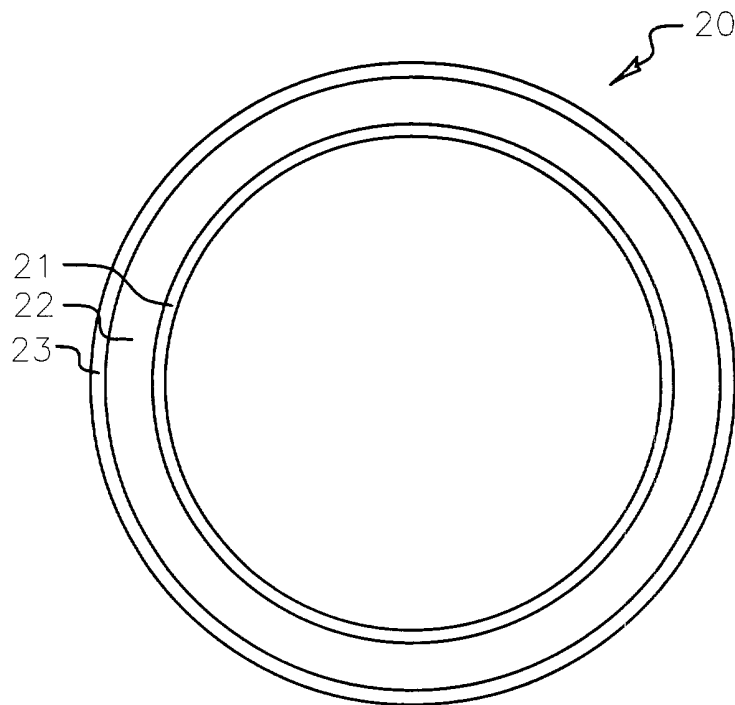


FIG. 2

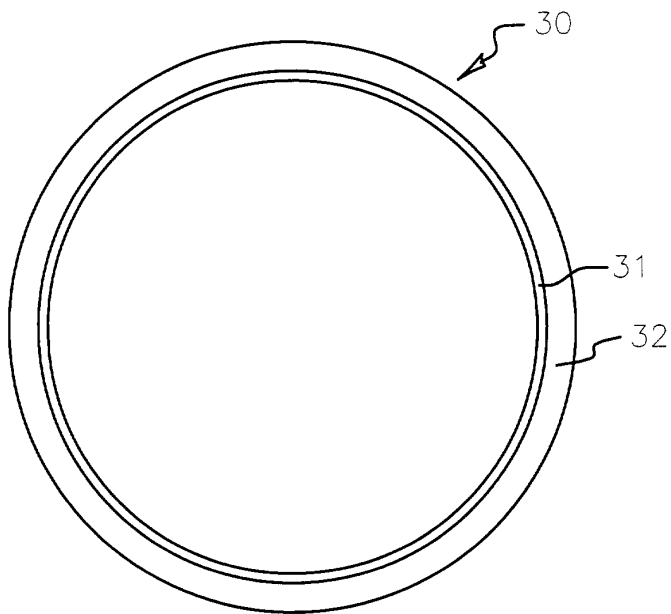


FIG. 3

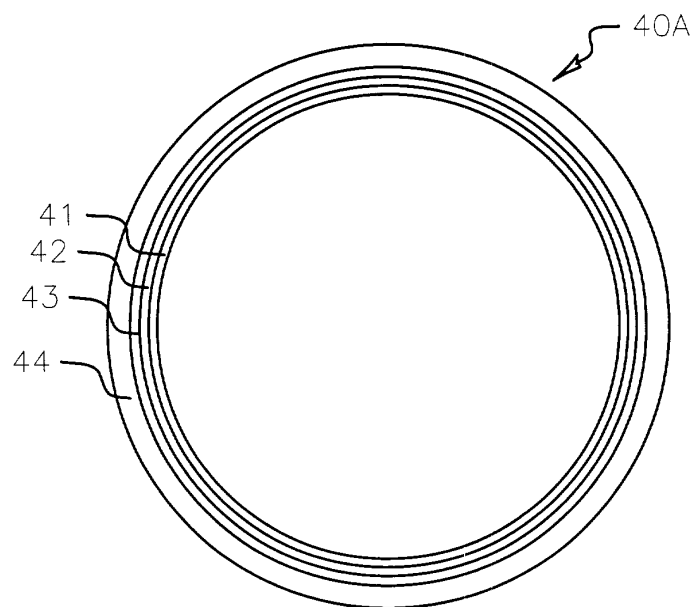


FIG. 4(a)

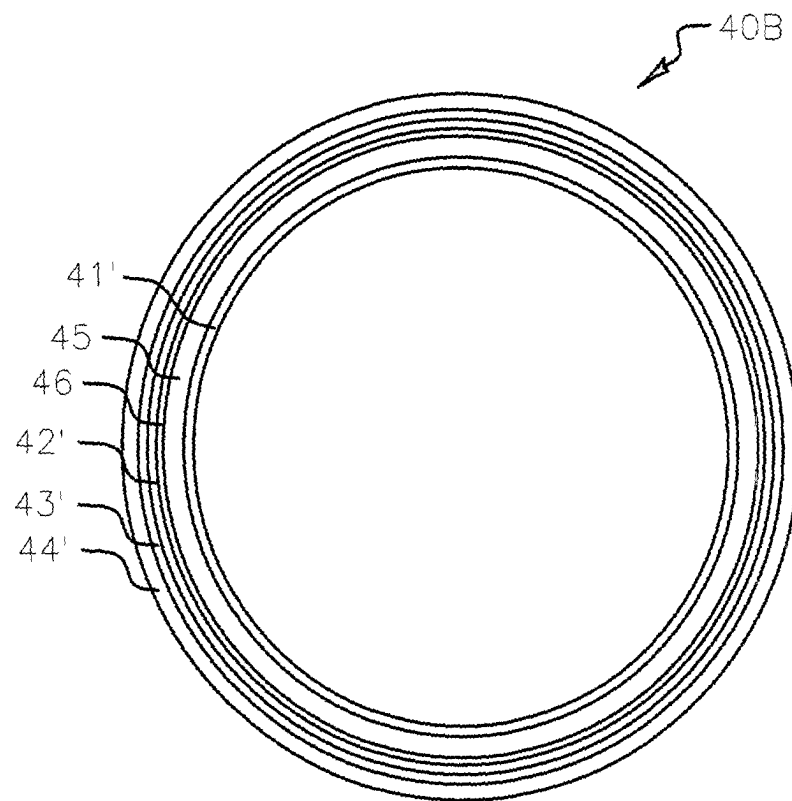


FIG. 4(b)

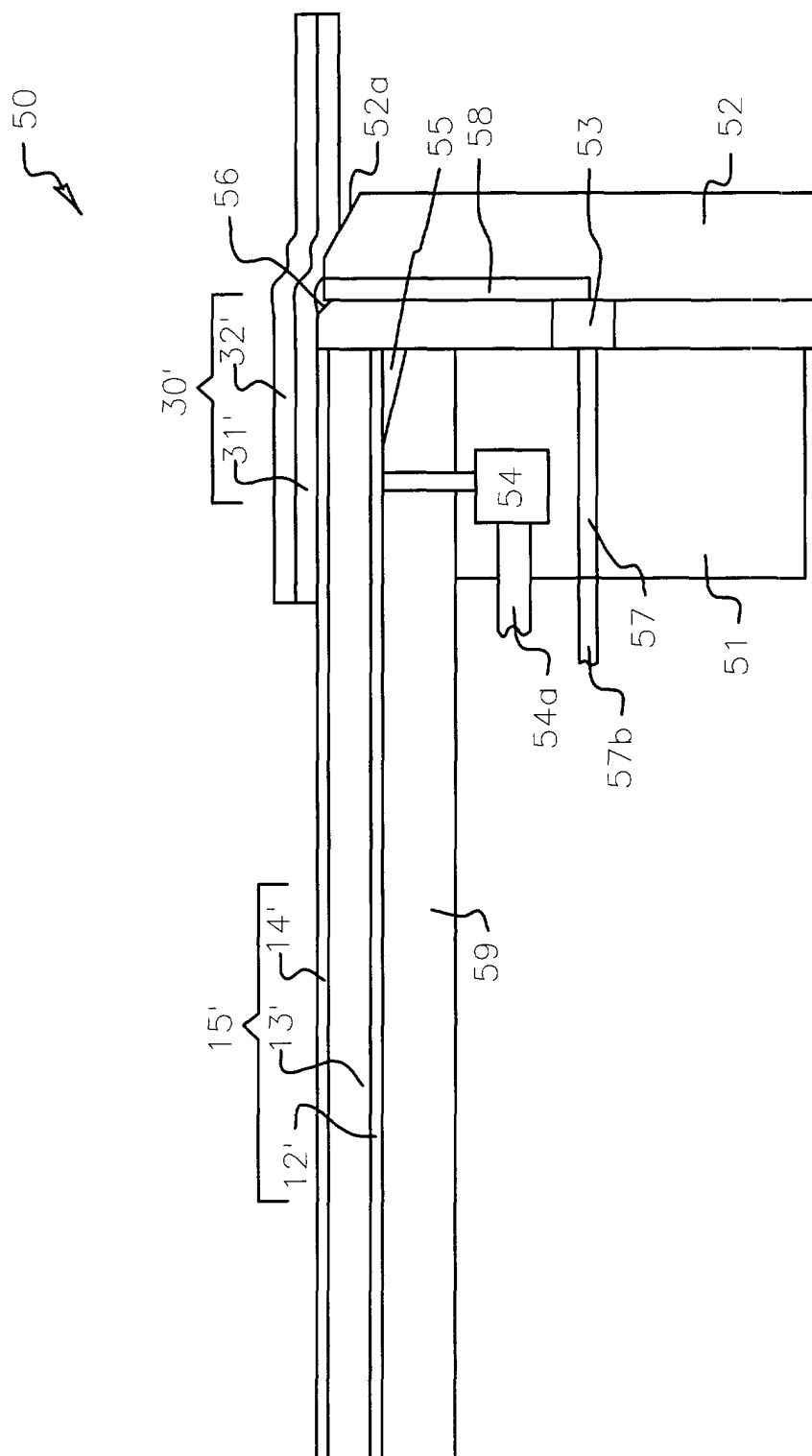


FIG. 5

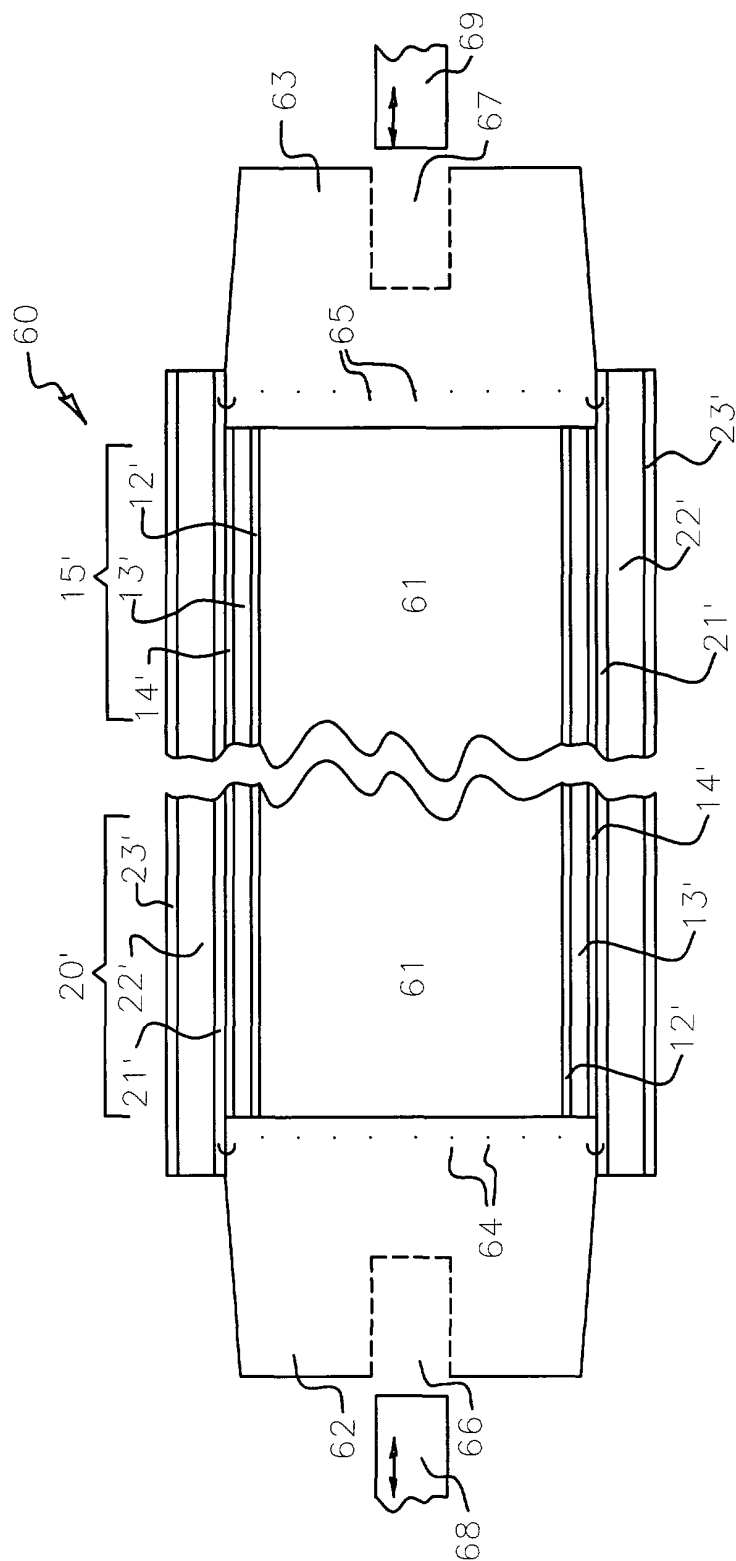


FIG. 6

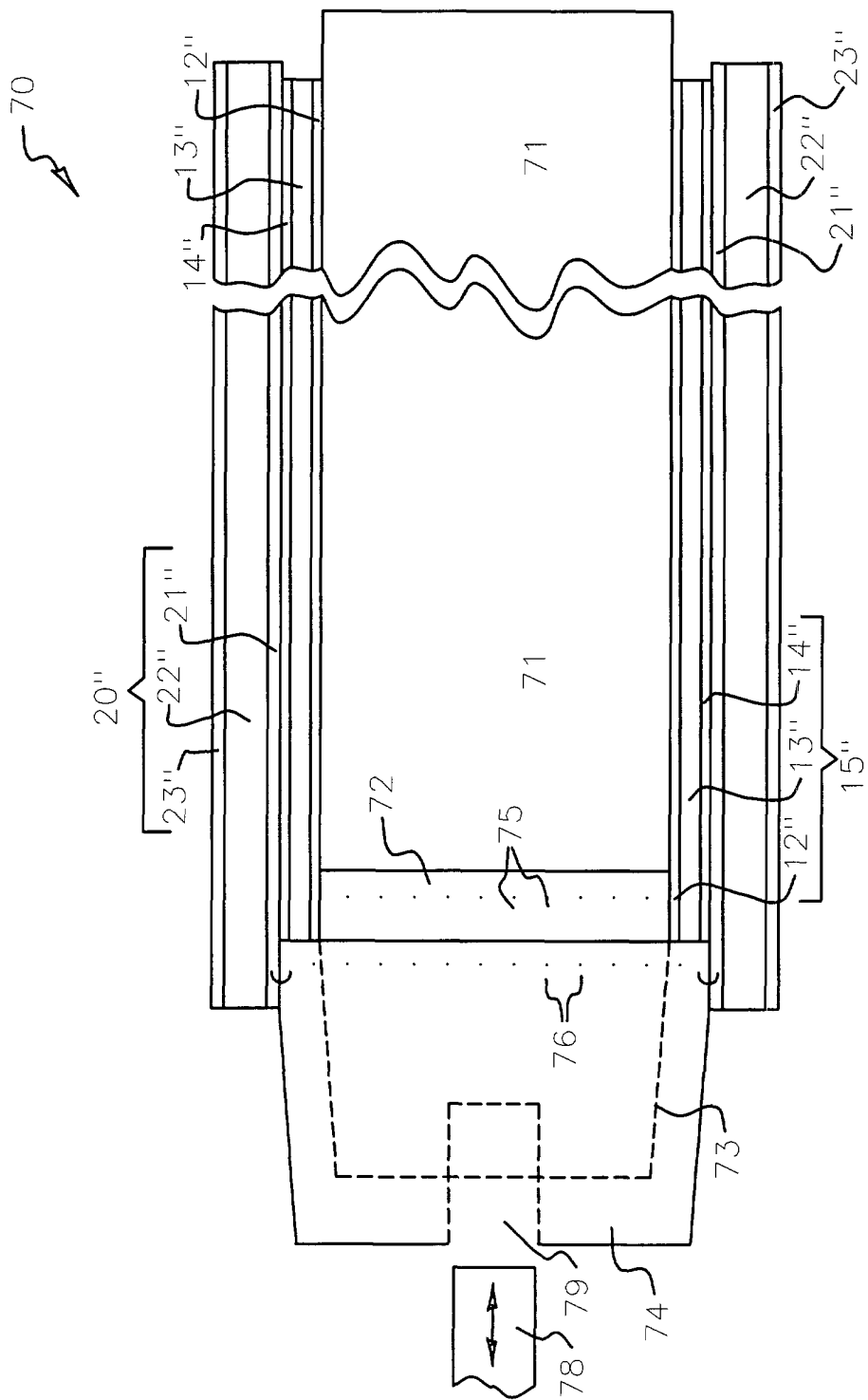
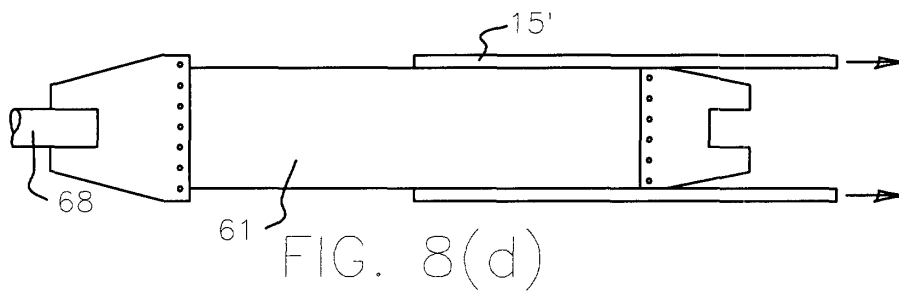
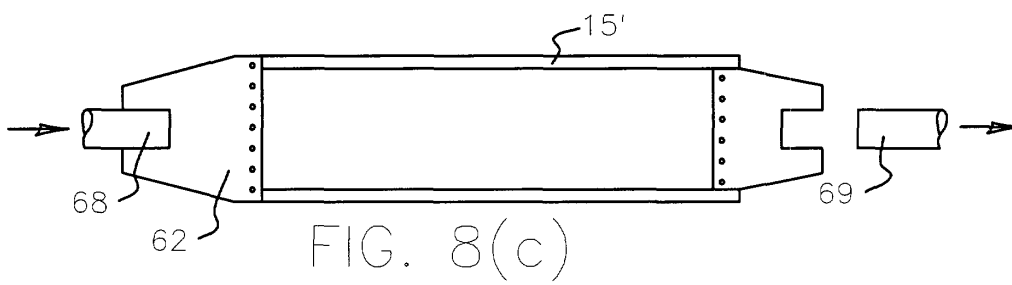
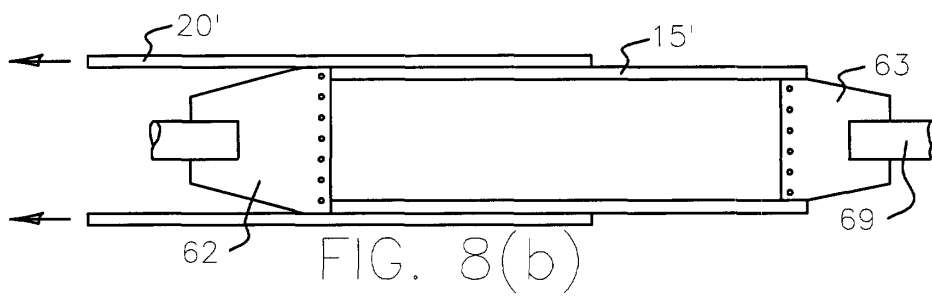
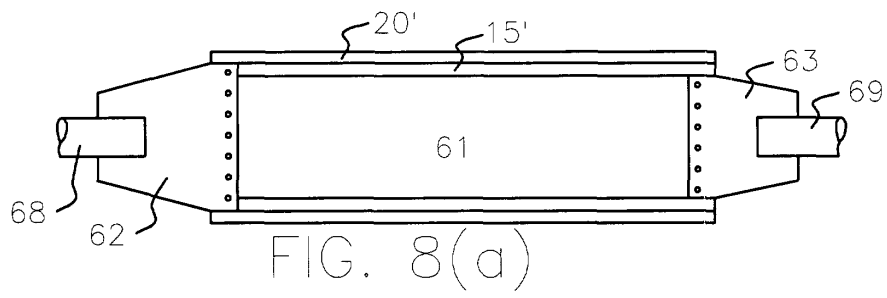
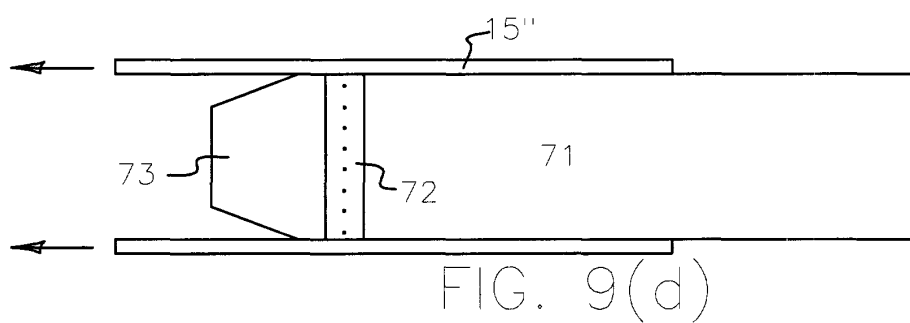
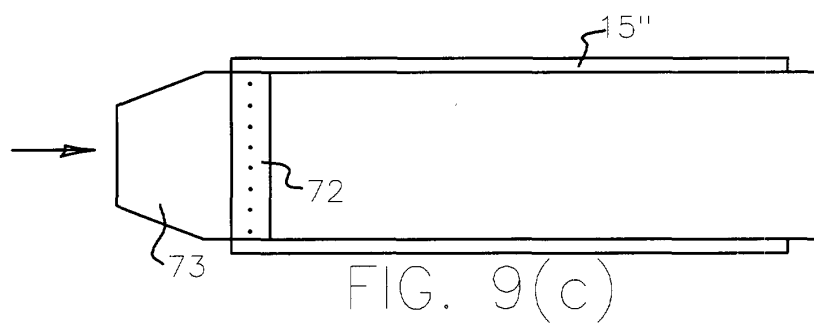
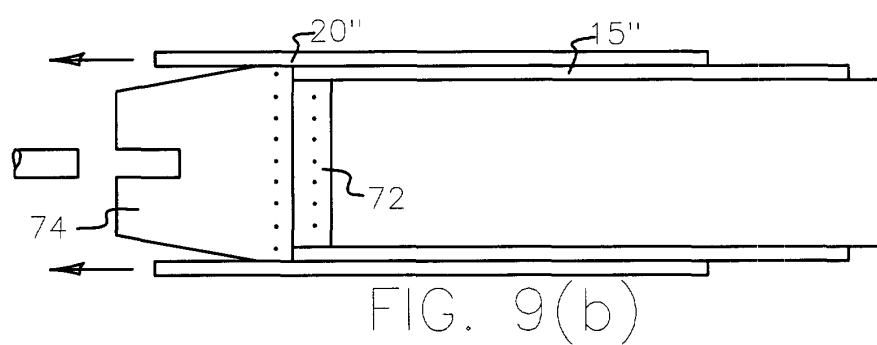
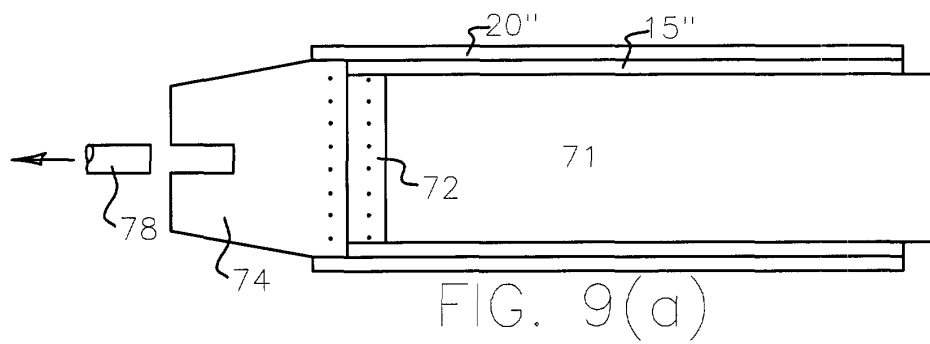


FIG. 7





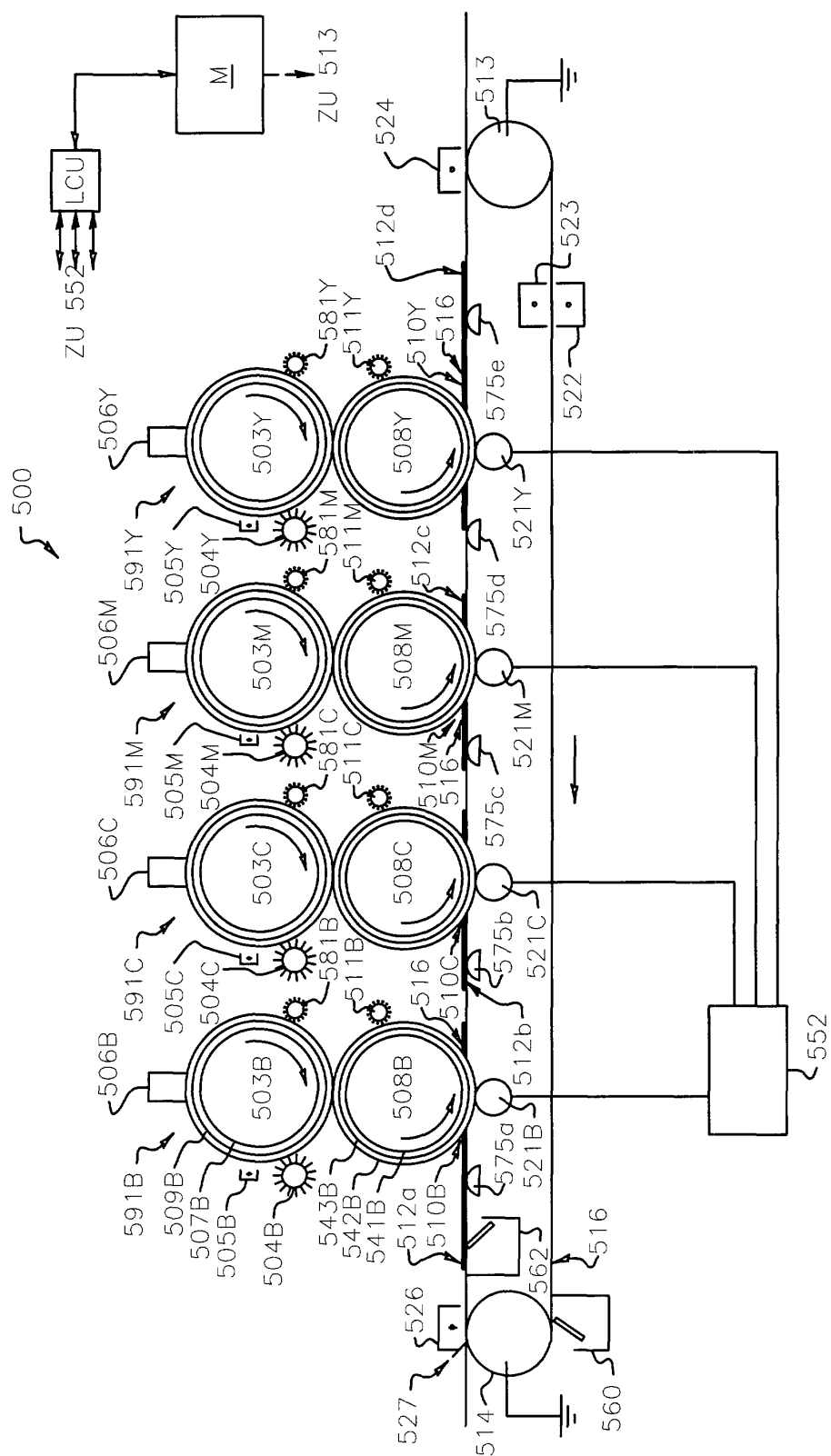


FIG. 10

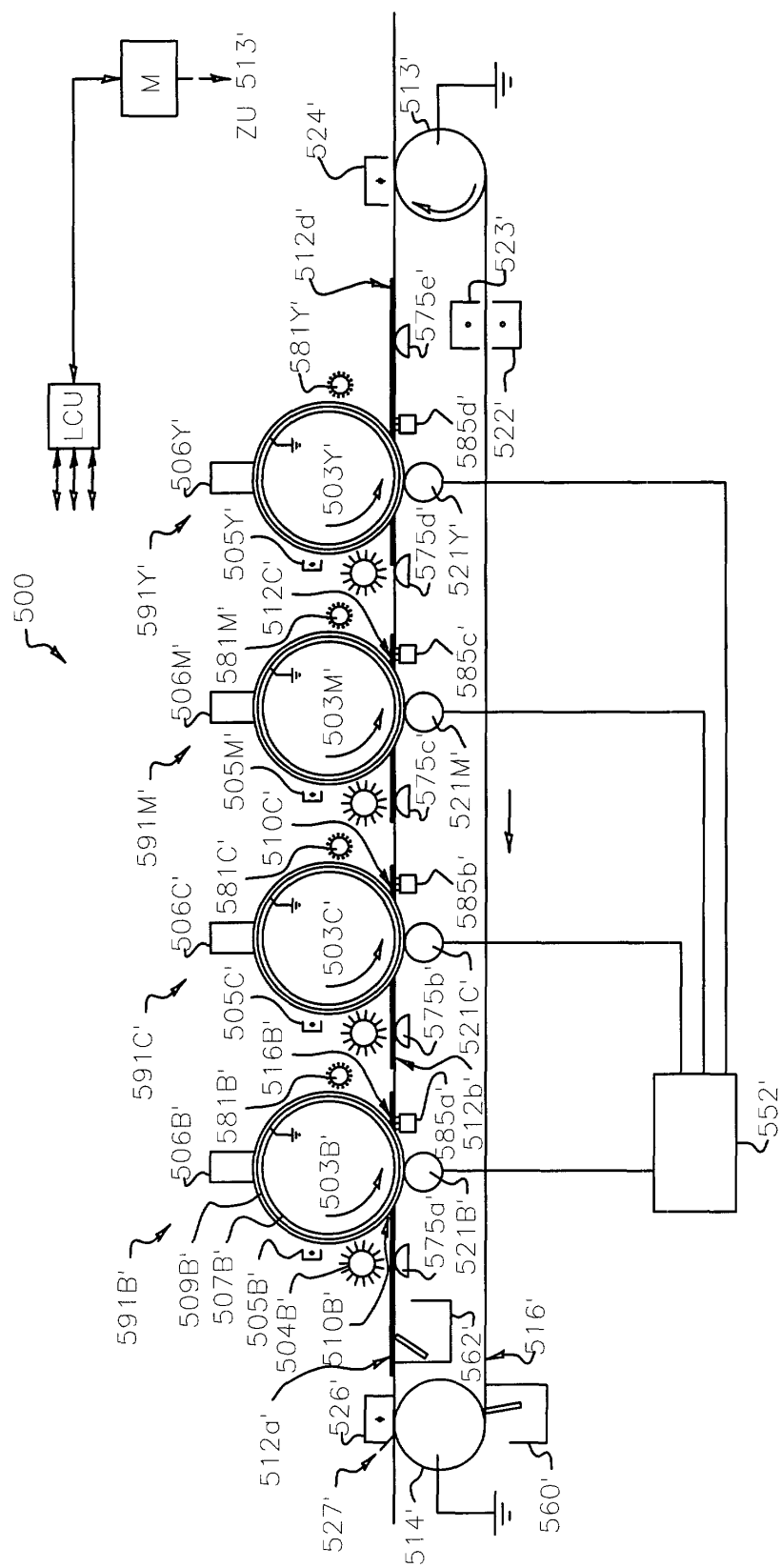


FIG. 11

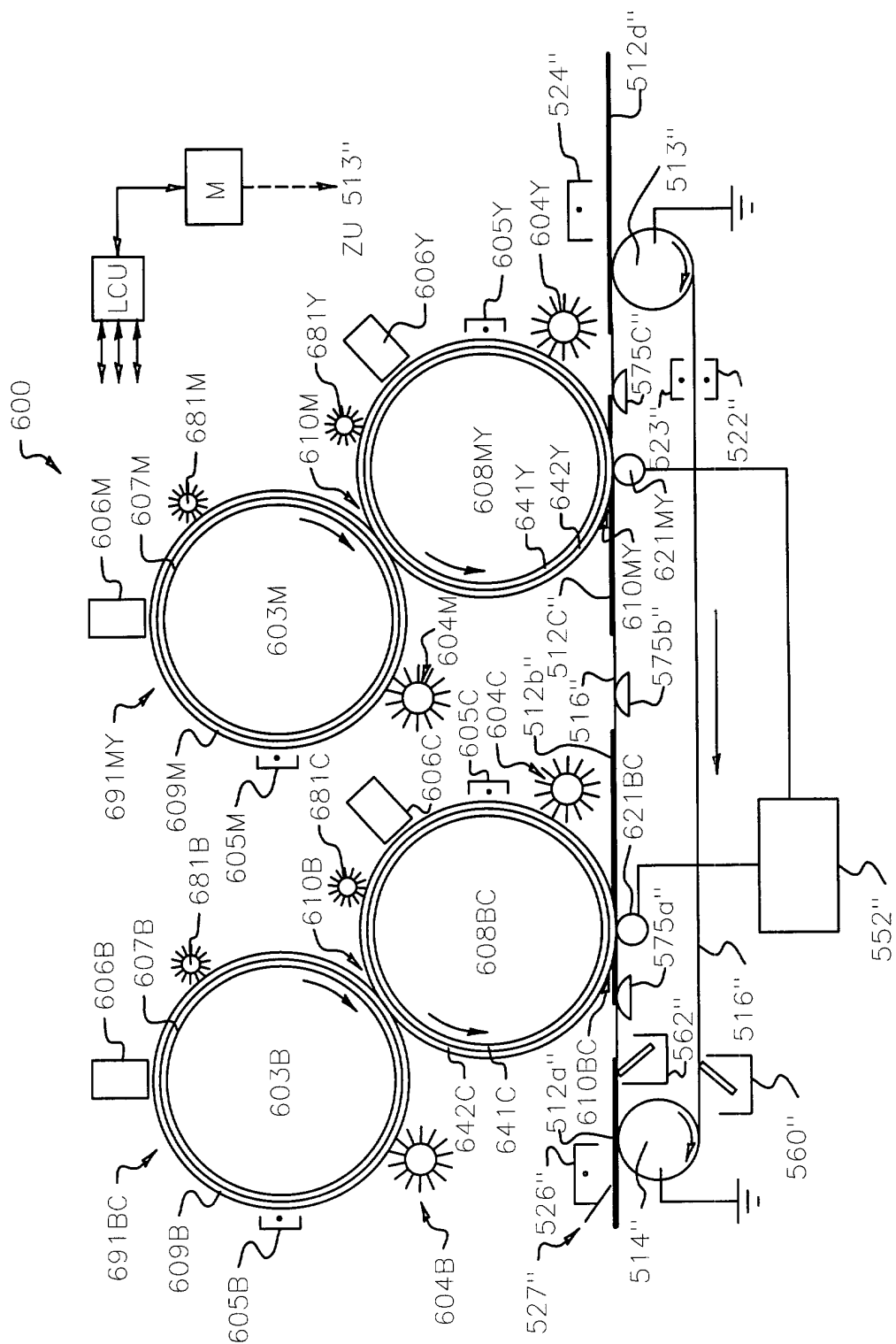


FIG. 12

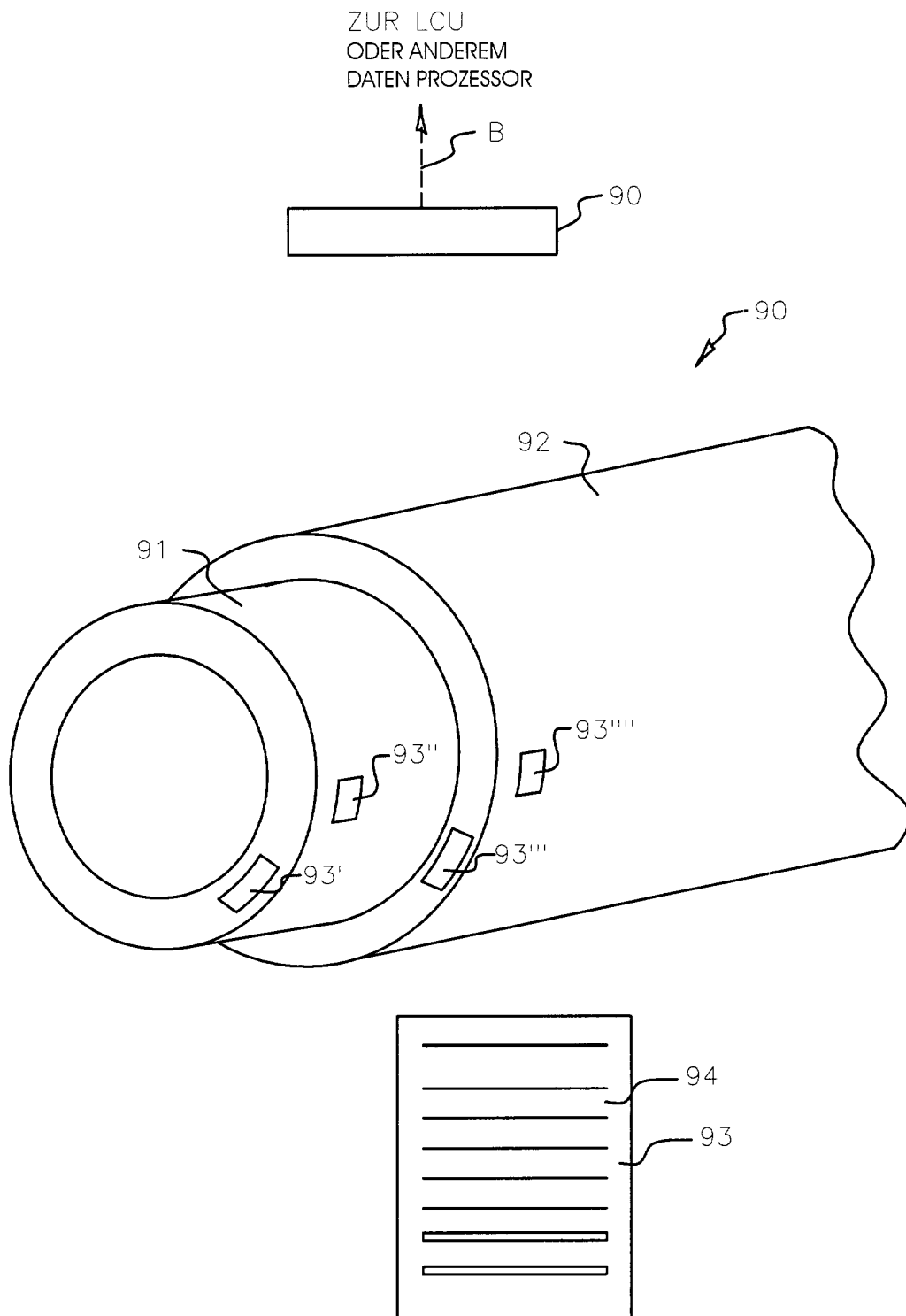


FIG. 13