



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.04.2008 Patentblatt 2008/15

(51) Int Cl.:
B05D 3/06 (2006.01) B41M 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07017108.7**

(22) Anmeldetag: **31.08.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

• **Burth, Dirk, Dr.**
85235 Odelzhausen (DE)

(72) Erfinder:
• **Bengt, Laurell**
30594 Halmstad (SE)
• **Burth, Dirk, Dr.**
85235 Odelzhausen (DE)

(30) Priorität: **02.09.2006 DE 102006041257**
08.12.2006 DE 102006057966

(71) Anmelder:
• **Bengt, Laurell**
30594 Halmstad (SE)

(74) Vertreter: **Lehmann, Horst Michael**
Giselastrasse 28
80802 München (DE)

(54) **Zentraltrockner für die Elektronenstrahlhärtung**

(57) Es wird ein Auftrags-Bestrahlungs-System beschrieben, welches ein erstes Auftragswerk zum Aufbringen einer ersten Auftragsschicht auf eine Trägerbahn umfasst. Das Auftrags-Bestrahlungs-System umfasst außerdem eine Bestrahlungseinheit, in der ein erster Elektronenstrahlerzeuger und ein zweiter Elektronenstrahlerzeuger zur Bestrahlung der Trägerbahn angeordnet sind. Die innerhalb der Bestrahlungseinheit angeord-

neten Elektronenstrahlerzeuger weisen Anschlüsse für mindestens eine Pumpenvorrichtung zur Erzeugung eines Betriebsvakuums auf. Darüber hinaus umfasst das Auftrags-Bestrahlungs-System eine Bahnführungsvorrichtung, welche die Trägerbahn nacheinander, aber nicht notwendigerweise unmittelbar nacheinander, dem ersten Auftragswerk, dem ersten Elektronenstrahlerzeuger, dem zweiten Elektronenstrahlerzeuger zuführt.

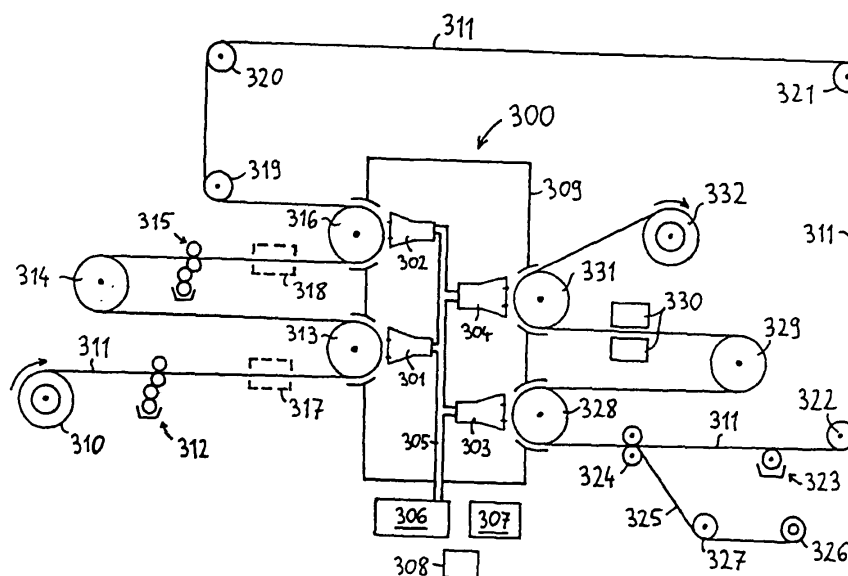


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Auftrags-Bestrahlungs-System sowie eine Druckmaschine mit mindestens einem Auftrags-Bestrahlungs-System. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Aufbringen von mindestens einer Auftragsschicht auf eine Trägerbahn, sowie ein Verfahren zum Aufbringen von mindestens zwei Auftragsschichten auf eine Trägerbahn.

[0002] Zum strahlenchemischen Härten von Druckfarbschichten, Lackschichten, Klebstoffschichten und anderen auf eine Trägerbahn aufgetragenen Schichten wurden bislang in erster Linie UV-Strahler verwendet. Der Einsatz von UV-Strahlern erfordert allerdings eine Beimischung von Photoinitiatoren in Mengen von 0,5 % bis 10 % zum Beschichtungsmaterial, damit die Härtung in Gang gesetzt werden kann. In vielen Fällen ist die Verwendung von Photoinitiatoren jedoch problematisch, weil Photoinitiatoren lebensmittelrechtlich nicht unbedenklich sind. Insbesondere im Bereich von Lebensmittelverpackungen existieren daher strenge Grenzwerte hinsichtlich der Migration von Photoinitiatoren aus dem Verpackungsmaterial. Photoinitiatoren sind auch teuer. Weiterhin ist bei absorbierenden Farben die Härtung schwierig, weil der Photoinitiator nicht genug Licht bekommt.

[0003] Alternativ zur UV-Bestrahlung kann eine Bestrahlung mit Elektronen zur Härtung von Druckfarbaufträgen und anderen Beschichtungen eingesetzt werden. Die Elektronenstrahlhärtung (ESH) hat gegenüber der UV-Bestrahlung den Vorteil, dass keine Photoinitiatoren eingesetzt werden müssen. Allerdings war der Einsatz einer Anlage zur Elektronenstrahlhärtung bislang mit hohen Anschaffungskosten verbunden.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Wirtschaftlichkeit beim Einsatz der Elektronenstrahlhärtung zu verbessern.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Auftrags-Bestrahlungs-System nach Anspruch 1, durch eine Druckmaschine nach Anspruch 19, durch ein Verfahren zum Aufbringen von mindestens einer Auftragsschicht auf eine Trägerbahn gemäß Anspruch 20, sowie durch ein Verfahren zum Aufbringen von mindestens zwei Auftragsschichten auf eine Trägerbahn gemäß Anspruch 21 gelöst.

[0006] Ein erfindungsgemäßes Auftrags-Bestrahlungs-System umfasst ein erstes Auftragswerk zum Aufbringen einer ersten Auftragsschicht auf eine Trägerbahn, sowie eine Bestrahlungseinheit, in der ein erster Elektronenstrahlerzeuger und ein zweiter Elektronenstrahlerzeuger zur Bestrahlung der Trägerbahn angeordnet sind. Die innerhalb der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger weisen Anschlüsse für mindestens eine Pumpenvorrichtung zur Erzeugung eines Betriebsvakuums auf. Das Auftrags-Bestrahlungs-System umfasst darüber hinaus eine Bahnführungsvorrichtung, welche die Trägerbahn nacheinander, aber nicht notwendigerweise unmittelbar nacheinander, dem

ersten Auftragswerk, dem ersten Elektronenstrahlerzeuger, dem zweiten Elektronenstrahlerzeuger zuführt.

[0007] Durch die Anordnung von mindestens zwei Elektronenstrahlerzeugern in einer gemeinsamen Bestrahlungseinheit kann die jeweils im Bearbeitungsverlauf benötigte Bestrahlungsdosisleistung auf flexible und kostengünstige Weise zur Verfügung gestellt werden. Die Bahnführungsvorrichtung ist so ausgelegt, dass die Trägerbahn immer dann, wenn eine Bestrahlung mit Elektronen erfolgen soll, durch die gemeinsame Bestrahlungseinheit geführt und von mindestens einem der Elektronenstrahlerzeuger bestrahlt wird. Dadurch kann an definierten Stellen des Bearbeitungsgangs ein jeweils benötigtes Maß an Zwischentrocknung eingestellt werden. Beispielsweise kann die Trägerbahn nach dem Durchlaufen eines Auftragswerks nacheinander zum ersten und zum zweiten Elektronenstrahlerzeuger geführt werden, um eine ausreichend hohe Bestrahlungsdosisleistung auf die Trägerbahn aufzubringen. Alternativ kann die Trägerbahn beispielsweise nach dem Durchlaufen des ersten Auftragswerks dem ersten Elektronenstrahlerzeuger zugeführt, aus der Bestrahlungseinheit herausgeführt und nach dem Durchlaufen weiterer Bearbeitungsstationen dem zweiten Elektronenstrahlerzeuger zugeführt werden.

[0008] Das erfindungsgemäße Auftrags-Bestrahlungs-System ist dazu ausgelegt, an beliebiger Stelle im Bahnverlauf auf flexible und kostengünstige Weise die benötigte Bestrahlungsdosisleistung bereitzustellen. Anstatt separate Elektronenbestrahlungseinheiten anzuschaffen, werden die mindestens zwei Elektronenstrahlerzeuger in einer einzigen Bestrahlungseinheit integriert. Dadurch können die Anschaffungskosten der Bestrahlungseinheit abgesenkt werden.

[0009] Das erfindungsgemäße Auftrags-Bestrahlungs-System eignet sich beispielsweise zur Elektronenstrahlhärtung von Auftragsschichten, die mit Hilfe von Auftragswerken auf die Trägerbahn aufgebracht werden. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ermöglichen es, die Elektronenstrahlhärtung gegenüber der UV-Härtung konkurrenzfähig zu machen, vor allem wenn hohe Bestrahlungsdosen oder mehrere Bestrahlungen an verschiedenen Stellen notwendig sind.

[0010] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Bahnführungsvorrichtung dazu ausgelegt, die Trägerbahn nach Durchlaufen des ersten Auftragswerks der Bestrahlungseinheit zuzuführen, wo die Trägerbahn vom ersten Elektronenstrahlerzeuger und vom zweiten Elektronenstrahlerzeuger bestrahlt wird, und aus der Bestrahlungseinheit herauszuführen.

[0011] Bei dieser Ausführungsform bringt das erste Auftragswerk eine erste Auftragsschicht auf die Trägerbahn auf, und anschließend wird die Trägerbahn vom ersten Elektronenstrahlerzeuger und vom zweiten Elektronenstrahlerzeuger bestrahlt. Die Trägerbahn wird sowohl vom ersten Elektronenstrahlerzeuger als auch vom zweiten Elektronenstrahlerzeuger mit einer bestimmten Bestrahlungsdosis beaufschlagt, so dass sich die ge-

samte Strahlungsdosis aus den Beiträgen der beiden Elektronenstrahlerzeuger zusammensetzt. Mit Hilfe von zwei hintereinander angeordneten Elektronenstrahlerzeugern kann eine wesentlich höhere Bestrahlungsdosisleistung generiert werden.

[0012] Im Bereich der Elektronenstrahlhärtung gibt die Dosisleistung eines Strahlers die gestrahlte Dosis pro Zeiteinheit an. Die Dosisleistung ist entscheidend, wenn die Betriebsgeschwindigkeit einer Anlage erhöht werden soll. Bei Elektronenbestrahlungsanlagen ist die Dosisleistung begrenzt, da durch das Fenstermaterial keine beliebigen Mengen an Elektronen pro Zeiteinheit durchtreten dürfen. Bei zu hohen Elektronenströmen kommt es zu einer starken Erwärmung des Fenstermaterials, was zu Schädigungen führen kann. Die Dosisleistung könnte durch eine Vergrößerung der Fensterfläche erhöht werden, jedoch sind hier durch die bauliche Größe der Elektronenbestrahlungsanlage und die Maße der verfügbaren Elektronenaustrittsfenster Grenzen gesetzt.

[0013] Bei bisherigen Elektronenstrahlerzeugern ist die bauliche Größe des gesamten Elektronenstrahlerzeugers von der Größe des benötigten Elektronenaustrittsfensters abhängig. Beispielsweise kann ein Elektronenstrahlerzeuger ein zylinderförmiges Gehäuse von vorgegebenem Radius aufweisen, wobei das Fenster in die Rundung des Zylinders eingegliedert wird. Je größer das Fenster ist, desto größer wird deshalb auch der Radius des zylinderförmigen Gehäuses. Durch Aufteilung der Dosisleistung auf mehrere Elektronenstrahlerzeuger kann das Fenster jedes einzelnen Elektronenstrahlerzeugers kleiner gestaltet werden. Die einzelnen Elektronenstrahlerzeuger werden dadurch deutlich kleiner im Radius und damit in der baulichen Höhe. Im Vergleich zu einem Einzelstrahler gleicher Dosisleistung weist eine aus mehreren hintereinander angeordneten Elektronenstrahlerzeugern aufgebaute Elektronenstrahleinheit eine deutlich geringere bauliche Höhe auf.

[0014] Durch Verwendung mehrerer Elektronenstrahlerzeuger wird bei einer vorgegeben Dosisleistung insgesamt eine große Vielfalt an baulichen Maßen möglich. Dies ist vorteilhaft, da in heutigen Auftrags-Bestrahlungssystemen wie beispielsweise Druck- und Beschichtungsmaschinen oft wenig Platz vorhanden ist.

[0015] Durch die insgesamt kleinere Baugröße der in Reihe angeordneten Elektronenstrahlerzeuger ist das Gesamtvolumen, das evakuiert werden muss, deutlich kleiner. Dadurch können die Anlagen schneller evakuiert werden, und die Geräte stehen beispielsweise nach einem Folienwechsel, einer Reparatur etc. viel schneller wieder für die Produktion zur Verfügung. Für die Produktion ist das wichtig, da die Stundensätze hier sehr hoch sind. Ein weiterer Vorteil des geringeren Gesamtvolumens ist, dass zum Evakuieren kleinere Pumpen verwendet werden können.

[0016] Ein weiterer Vorteil ist, dass die Röhren so handlich werden, dass sie händisch austauschbar sind. Bei einem Defekt oder zum Austausch von Fenstern kann daher die ganze Röhre gegen eine fertige Ersatz-

röhre ausgewechselt werden. Die Produktivität wird damit weiter gesteigert bzw. die Ausfallzeiten werden minimiert.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform sind der erste Elektronenstrahlerzeuger und der zweite Elektronenstrahlerzeuger zur Elektronenstrahlhärtung der ersten Auftragsschicht ausgelegt. Die zur Härtung der ersten Auftragsschicht zur Verfügung stehende Bestrahlungsdosis setzt sich aus den Beiträgen des ersten und des zweiten Elektronenstrahlerzeugers zusammen, wodurch sich eine wesentliche Steigerung der Bestrahlungsdosis erzielen lässt. Dadurch wird es möglich, auch vergleichsweise langsam reagierende Auftragsschichten zuverlässig zu härten. Beispielsweise sind zur Härtung von Klebstoff- und Lackschichten vergleichsweise hohe Bestrahlungsdosen erforderlich. Darüber hinaus kann beispielsweise auch bei höheren Bahngeschwindigkeiten eine zur Härtung der aufgetragenen Schichten ausreichende Bestrahlungsdosis bereitgestellt werden.

[0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Auftrags-Bestrahlungs-System ein zweites Auftragswerk zum Aufbringen einer zweiten Auftragsschicht auf die Trägerbahn, wobei die Bahnführungsvorrichtung dazu ausgelegt ist, die Trägerbahn nacheinander dem ersten Auftragswerk, dem ersten Elektronenstrahlerzeuger, dem zweiten Auftragswerk, dem zweiten Elektronenstrahlerzeuger zuzuführen.

[0019] Bei dieser Ausführungsform wird die Trägerbahn nach Durchlaufen des ersten Elektronenstrahlerzeugers nicht unmittelbar zum zweiten Elektronenstrahlerzeuger geführt, sondern gelangt vom ersten Elektronenstrahlerzeuger zu einem zweiten Auftragswerk, welches eine zweite Auftragsschicht aufbringt, und von dort zum zweiten Elektronenstrahlerzeuger. Jedem Auftragswerk ist mindestens ein zugehöriger Elektronenstrahlerzeuger zugeordnet. Durch die Anordnung der Elektronenstrahlerzeuger in einer gemeinsamen Vakuumeinheit wird der bauliche Aufwand reduziert.

[0020] Es ist von Vorteil, wenn der erste Elektronenstrahlerzeuger zur Elektronenstrahlhärtung der ersten Auftragsschicht und der zweite Elektronenstrahlerzeuger zur Elektronenstrahlhärtung von einer oder mehreren vorher aufgetragenen Auftragsschichten ausgelegt ist. Zuerst wird die erste Auftragsschicht gehärtet, und anschließend wird die Trägerbahn dem zweiten Auftragswerk zugeführt. Dadurch kann beispielsweise bei niedrigviskosen Druckfarben ein Verlaufen der nassen Farbe des ersten Auftragswerks in die nasse Farbe des zweiten Auftragswerks verhindert und die Qualität beim Druckvorgang erhöht werden. Dies ist insbesondere beim Flexodruck und beim Tiefdruck wichtig, da hier niedrigviskose Druckfarben zum Einsatz kommen.

[0021] Es ist von Vorteil, wenn die Bahnführungsvorrichtung dazu ausgelegt ist, die Trägerbahn nach Durchlaufen des ersten Auftragswerks der Bestrahlungseinheit zuzuführen, wo die Trägerbahn vom ersten Elektronenstrahlerzeuger bestrahlt wird, aus der Bestrahlungseinheit herauszuführen und dem zweiten Auftragswerk zu-

zuführen, und die Trägerbahn nach Durchlaufen des zweiten Auftragswerks der Bestrahlungseinheit zuzuführen, wo die Trägerbahn vom zweiten Elektronenstrahlerzeuger bestrahlt wird, und aus der Bestrahlungseinheit herauszuführen.

[0022] Entsprechend einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das Auftrags-Bestrahlungs-System eine Mehrzahl von Auftragswerken und eine Mehrzahl von innerhalb der Vakuumeinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeugern, wobei jedem Auftragswerk mindestens ein Elektronenstrahlerzeuger zugeordnet ist. Dabei ist die Bahnführungsvorrichtung dazu ausgelegt, die Trägerbahn nach dem Durchlaufen eines Auftragswerks jeweils der Bestrahlungseinheit zuzuführen, wo die Trägerbahn von dem mindestens einen zugeordneten Elektronenstrahlerzeuger bestrahlt wird, und wieder aus der Bestrahlungseinheit herauszuführen.

[0023] Vorzugsweise ist ein einem Auftragswerk zugeordneter Elektronenstrahlerzeuger dazu ausgelegt, die von mindestens einem vorher durchlaufenen Auftragswerk aufgebrachte mindestens eine Auftragschicht zu härten. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass eine neue aufgebrachte Auftragsschicht gehärtet wird, bevor die Trägerbahn einem weiteren Auftragswerk zugeführt wird. Dadurch kann beispielsweise bei niedrigviskosen Druckfarben ein Verlaufen der nassen Farben der verschiedenen Auftragswerke ineinander verhindert und die Qualität beim Druckvorgang erhöht werden.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich jeder der innerhalb der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger über die gesamte Breite der Trägerbahn. Dadurch kann die Trägerbahn über ihre gesamte Breite hinweg mit Elektronen bestrahlt werden, ohne dass hierfür mehrere nebeneinander angeordnete Elektronenstrahlerzeuger benötigt werden.

[0025] Es ist von Vorteil, wenn die Bestrahlungseinheit als eigenständige, separate Baueinheit ausgebildet ist. Wann immer während der Bearbeitung der Trägerbahn eine Elektronenstrahldosis benötigt wird, wird die Trägerbahn der Bestrahlungseinheit zugeführt. Innerhalb dieser Baueinheit können beispielsweise die zum Betrieb der Elektronenstrahlerzeuger benötigten Apparaturen und Einrichtungen untergebracht sein. Die zur Bestrahlungseinheit gehörigen Komponenten können beispielsweise als Modul ausgebildet sein und können beispielsweise für Service und Wartung aus der Gesamtanordnung herausgenommen werden.

[0026] Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn die Bestrahlungseinheit in einem räumlich abgegrenzten Bereich des Auftrags-Bestrahlungs-Systems angeordnet ist. Insbesondere ist es von Vorteil, wenn die Auftragswerke in einem ersten räumlich abgegrenzten Bereich des Auftrags-Bestrahlungs-Systems angeordnet sind, und die Bestrahlungseinheit in einem zweiten räumlich abgegrenzten Bereich des Auftrags-Bestrahlungs-Systems angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform wird

die Trägerbahn während der Bearbeitung zwischen den Auftragswerken und der Bestrahlungseinheit hin- und hergeführt.

[0027] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist das mindestens eine Auftragswerk um die zentrale Bestrahlungseinheit herum angeordnet. Durch die zentrale Anordnung der Bestrahlungseinheit kann die Trägerbahn auf einfache Weise zwischen den Auftragswerken und der Bestrahlungseinheit hin- und hergeführt werden.

[0028] Es ist von Vorteil, wenn das mindestens eine Auftragswerk mindestens eines der folgenden umfasst: ein Laminierwerk, ein Kaschierwerk, ein Klebstoffauftragswerk, ein Druckfarbenauftragswerk, ein Pulverauftragswerk, ein Beschichtungswerk, ein Lackauftragswerk, ein Extruder, ein Extruder mit Formwerkzeug. Durch die Kombination von verschiedenen Auftragswerken mit einer Bestrahlungseinheit entsteht ein komplexes Bearbeitungssystem zur Veredelung einer Trägerbahn.

[0029] Es ist von Vorteil, wenn die mindestens eine Auftragschicht eine oder mehrere der folgenden umfasst: eine Druckfarbensschicht, eine Lackschicht, eine Klebstoffschicht, eine Kaschierfolie mit Klebstoff, eine Laminierschicht, eine Kunststoffschicht, eine Silikonisierung, eine Veredelungsschicht. Derartige Auftragsschichten werden von verschiedenartigen Auftragswerken nacheinander auf die Trägerbahn aufgebracht.

[0030] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei einem oder mehreren der Auftragswerke um Druckwerke für mindestens eines der folgenden Druckverfahren: Flexodruck, Tiefdruck, Siebdruck, Offsetdruck. Insbesondere eignet sich das Auftrags-Bestrahlungs-System dazu, eine jeweils neu aufgebrachte Druckfarbensschicht vor dem Aufbringen weiterer Druckfarbensschichten zu härten. Dies ist beispielsweise bei niedrigviskosen Farben wichtig, damit unterschiedliche Farben aus verschiedenen Auftragswerken nicht ineinander verlaufen.

[0031] Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn zwischen einem Auftragswerk und einem dem Auftragswerk zugeordneten Elektronenstrahlerzeuger ein oder mehrere der folgenden angeordnet sind: ein Bahntrockner, ein Konvektionstrockner, ein Lösungsmitteltrockner, ein Excimerstrockner, ein UV-Trockner, ein IR-Trockner, eine Wärmebehandlungseinheit. Mit Hilfe eines Trockners kann der Wasser- bzw. Lösungsmittelanteil einer Auftragsschicht entfernt oder zumindest verringert werden. Auf diese Art können beispielsweise Dispersionslacke, Dispersionsklebstoffe, Lösungsmittellacke, Lösungsmittelklebstoffe nach dem Auftragen und Trocknen noch mittels Elektronenbestrahlung gehärtet werden.

[0032] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Bestrahlungseinheit eine gemeinsame Abschirmung für die innerhalb der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger, welche dazu ausgelegt ist, die innerhalb der Bestrahlungseinheit erzeugte hochenergetische Strahlung abzuschirmen. Das Abschirmgehäuse, welches vorzugsweise aus Blei oder

Stahl oder einer Blei-Stahl-Konstruktion besteht, liefert einen wesentlichen Beitrag zu den Kosten einer ESH-Anlage. Bei den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist für die in der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger nur eine gemeinsame Abschirmung notwendig, so dass sich auch in dieser Hinsicht die Kosten reduzieren.

[0033] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die innerhalb der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger an ein für alle Elektronenstrahlerzeuger gemeinsames Vakuumsystem angeschlossen. Durch das Vakuumsystem wird das zum Betrieb der Elektronenstrahlerzeuger notwendige Betriebsvakuum zur Verfügung gestellt.

[0034] Vorzugsweise umfasst das gemeinsame Vakuumsystem eine Pumpenvorrichtung zur Erzeugung des Betriebsvakuaums. Da die Elektronenstrahlerzeuger an ein gemeinsames Vakuumsystem angeschlossen sind, genügt eine Pumpenvorrichtung zur Evakuierung der Elektronenstrahlerzeuger. Dies wirkt sich ebenfalls günstig auf die Kosten der Bestrahlungseinheit aus. Alternativ können aber auch mehrere Pumpenvorrichtungen an das Vakuumsystem angeschlossen sein.

[0035] Eine erfindungsgemäße Druckmaschine umfasst mindestens eines der oben beschriebenen Auftrags-Bestrahlungs-Systeme.

[0036] Mit Hilfe von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung lassen sich die verschiedenen bei der Herstellung von Verpackungen oder Etiketten benötigten Schichten nacheinander aufbringen und härten. Da im Gegensatz zur UV-Härtung bei der Elektronenstrahlhärtung keine Photoinitiatoren zugegeben werden müssen, hat die Elektronenstrahlhärtung Vorteile bei der Anwendung im Verpackungsbereich, und insbesondere für die Verpackung von Lebensmitteln.

[0037] Nachfolgend wird die Erfindung anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele weiter beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der Erfindung, bei der eine Auftragsschicht von zwei hintereinander angeordneten Elektronenstrahlerzeugern gehärtet wird;

Fig. 2A zeigt eine erste Ausführungsform eines Elektronenstrahlerzeugers;

Fig. 2B zeigt eine zweite Ausführungsform eines Elektronenstrahlerzeugers;

Fig. 2C zeigt eine dritte Ausführungsform eines Elektronenstrahlerzeugers;

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, welche vier Auftragswerke und eine zentrale Bestrahlungseinheit umfasst;

Fig. 4 zeigt den Aufbau eines Druckwerks für den

Flexodruck;

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der eine Trägerbahn beidseitig im Vierfarbdruck bedruckt wird;

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der die Trägerbahn mit Hilfe von Eintritts- und Austrittsspalten durch die Bestrahlungseinheit geführt wird; und

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform eines Auftrags-Bestrahlungs-Systems mit einer kompakten Bestrahlungseinheit.

[0038] In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform der Erfindung gezeigt, bei der eine Trägerbahn nacheinander ein Lackauftragswerk und zwei Elektronenstrahlerzeuger passiert. Von einer Abwicklung 100 aus wird die Trägerbahn 101 einem Lackauftragswerk 102 zugeführt.

[0039] Bei der Trägerbahn 101 kann es sich beispielsweise um eine Bahn aus Kunststoff, Textil, Vlies, Gewebe, Metall, etc. handeln. Die Bahnbreite bewegt sich typischerweise zwischen 20 cm (Etiketten) und einigen Metern, während die Dicke der Trägerbahn zwischen 6 µm und einigen Millimetern liegen kann. Das Lackauftragswerk 102 kann beispielsweise eine Schöpfwanne 103, eine Schöpfwalze 104, eine Beschichtungswalze 105 sowie eine Gegendruckwalze 106 umfassen.

[0040] Beim Durchlaufen des Lackauftragswerks 102 wird eine Lackschicht auf die Trägerbahn 101 aufgebracht. Die lackierte Bahn durchläuft anschließend einen Bahntrockner 107, der der aufgetragenen Lackschicht das Lösungsmittel entzieht. Der Bahntrockner 107 kann beispielsweise als Konvektionstrockner oder IR-Trockner ausgeführt sein. Über eine Eintrittswalze 108 wird die Trägerbahn 101 dann in eine Bestrahlungseinheit 109 eingeführt. Innerhalb der Bestrahlungseinheit 109 sind ein erster Elektronenstrahlerzeuger 110 und ein zweiter Elektronenstrahlerzeuger 111 angeordnet, deren Dosisleistung unabhängig voneinander geregelt werden kann. Jeder Elektronenstrahlerzeuger 110, 111 umfasst mindestens ein Elektronenaustrittsfenster. Die Elektronenstrahlerzeuger 110, 111 können entweder wie in Fig. 1 gezeigt in gewissem Abstand von den Walzen angeordnet sein. Alternativ dazu können die Elektronenstrahlerzeuger auch direkt über den Walzen angeordnet sein.

[0041] Innerhalb der Elektronenstrahlerzeuger 110, 111 herrscht ein zur Erzeugung von Elektronen geeignetes Hochvakuum. Zur Erzeugung dieses Hochvakuaums sind die Elektronenstrahlerzeuger 110, 111 über Rohrleitungen 112, 113 mit einer Pumpenvorrichtung 114 verbunden. Die Pumpenvorrichtung 114 kann innerhalb oder außerhalb der Bestrahlungseinheit 109 angeordnet sein. In der Bestrahlungszone befindet sich vorzugsweise ein Inertgas wie beispielsweise Stickstoff, um einen Abbruch der radikalischen Reaktion durch den

Luftsauerstoff zu verhindern. Die Bestrahlungseinheit 109 umfasst darüber hinaus einen Hochspannungsgenerator 115, der dem ersten Elektronenstrahlerzeuger 110 und dem zweiten Elektronenstrahlerzeuger 111 die zur Beschleunigung der Elektronen benötigte Beschleunigungsspannung (bzw. Strom) zur Verfügung stellt. Die Beschleunigungsspannung liegt typischerweise im Bereich zwischen 25 kV und 300 kV.

[0042] Die mit einer Lackschicht versehene Trägerbahn 101 wird nacheinander am ersten Elektronenstrahlerzeuger 110 und am zweiten Elektronenstrahlerzeuger 111 vorbei bewegt, wo die Trägerbahn mit der darauf befindlichen Lackschicht jeweils durch Elektronen bestrahlt wird. Durch die Bestrahlung mit Elektronen wird eine Vernetzung des strahlungshärtenden Lacks hervorgerufen, und es entsteht ein harter, chemikalien- und abriebbeständiger hochglänzender Lackfilm. Nach dem Härtungsvorgang wird die bedruckte Bahn 101 über eine Austrittswalze 116 aus der Bestrahlungseinheit 109 herausgeführt und einer Aufwicklung 117 zugeführt.

[0043] Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung kann die in Fig. 1 gezeigte Anordnung auch zur Erzeugung mattierter Oberflächen eingesetzt werden. Durch Einsatz einer niedrigen Beschleunigungsspannung beim ersten Elektronenstrahlerzeuger 110 wird nur der dem Strahler zugewandte oberste Bereich der Auftragsschicht gehärtet, während der darunter liegende Bereich der Auftragsschicht noch fließfähig bleibt. Durch die Vernetzung des oberen Bereichs kommt es zu einem Schrumpf, der zu einer rauen und dadurch matten Oberfläche führt. Der zweite Elektronenstrahlerzeuger 111 härtet mit einer höheren Beschleunigungsspannung, so dass die gesamte Auftragsschicht durchgehend gehärtet wird. Damit kann auch ohne Einsatz von Mattierungsmitteln eine harte, mattierte, kratzfeste Oberfläche erzeugt werden.

[0044] Verglichen mit den konkurrierenden UV-härtenden Systemen ist es bei elektronenstrahlenhärtenden Systemen nicht notwendig, dem Lack bzw. der Druckfarbe photoaktive Initiatoren zuzufügen. Außerdem gibt es bei der Härtung mittels Elektronenstrahlung keine Probleme der Art, dass der Lack bzw. die Druckfarbe wegen Absorption von der Strahlung nicht durchdrungen wird. Im Gegensatz zu UV-härtenden System ist bei elektronenstrahlenhärtenden Systemen das Durchhärten farbiger Schichten ohne Probleme möglich. Elektronenstrahlenhärtende Systeme kommen vor allem im Etikettendruck und im Verpackungsdruck zur Anwendung, da hier die Vorteile der schnellen Weiterverarbeitbarkeit und die geringe Wärmebelastung der Trägerbahnen vor dem Stanzprozess genutzt werden.

[0045] Da beim Abbremsen von hochenergetischen Elektronen auf einer Oberfläche Röntgenstrahlung entsteht, weist die Bestrahlungseinheit 109 eine um die Elektronenstrahlerzeuger 110, 111 herum angeordnete Abschirmung 118 auf, welche die freigesetzte Röntgenstrahlung absorbiert und so die Freisetzung von Röntgenstrahlung verhindert. Vorzugsweise besteht die Ab-

schirmung 118 aus Blei oder Stahl oder einer Blei-Stahl-Konstruktion, mit einer Dicke im Bereich von Millimetern bzw. Zentimetern. Auch die Eintrittswalze 108 und die Austrittswalze 116, über die die bedruckte Bahn in die Bestrahlungseinheit 109 eingeführt bzw. aus dieser herausgeführt werden, bestehen aus Stahl oder Blei. Insbesondere ist vorgeschrieben, dass die Luftspalte zwischen den Eintritts- bzw. Austrittswalzen 108, 116 und der Abschirmung 118 so beschaffen sind, dass die Röntgenstrahlung nach mehrmaliger Brechung nicht mehr austreten kann.

[0046] Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform wird der auf die Trägerbahn 101 aufgebrachte strahlungshärtende Lack durch zwei in Serie angeordnete Elektronenstrahlerzeuger 110, 111 gehärtet. Dadurch wird die Lackschicht mit einer Strahlungsdosis beaufschlagt, die sich als Summe der von den einzelnen Elektronenstrahlerzeugern 110, 111 erzeugten Bestrahlungsdosen ergibt. Durch Verwendung mehrerer hintereinander angeordneter Elektronenstrahlerzeuger kann auch bei höheren Bahngeschwindigkeiten eine zur Elektronenstrahlhärtung der Lackschicht erforderliche Bestrahlungsdosis bereitgestellt werden.

[0047] Die Evakuierung der Elektronenstrahlerzeuger 110, 111 kann mittels einer einzigen Pumpenvorrichtung 114 erfolgen. Zur Versorgung der Elektronenstrahlerzeuger 110, 111 mit der benötigten Beschleunigungsspannung genügt ein einziger Hochspannungsgenerator 115. Zum Schutz vor hochenergetischer Strahlung ist eine gemeinsame Abschirmung 118 vorgesehen.

[0048] In Fig. 2A bis Fig. 2C sind verschiedene Ausführungsformen von Elektronenstrahlerzeugern dargestellt. Der in Fig. 2A gezeigte Elektronenstrahlerzeuger umfasst eine Glühkathode 200 und eine Anode 201. Zwischen der Glühkathode 200 und der Anode 201 wird eine Beschleunigungsspannung von ca. 25 kV bis 300 kV angelegt, welche die aus der Glühkathode 200 ausgetretenen Elektronen beschleunigt. Anschließend wird der Elektronenstrahl mit Hilfe von Ablenkmagneten 202 aufgeweitet. Die Elektronen durchdringen das Elektronenaustrittsfenster 203 und bestrahlen die mit der zu härtenden Schicht belegte Trägerbahn 204.

[0049] In Fig. 2B ist eine alternative Ausführungsform eines Elektronenstrahlerzeugers dargestellt, bei der die Glühkathode als langgestreckter Draht 205 ausgebildet ist. Die Elektronen werden mittels der Anode 206 beschleunigt und durchdringen dann das Elektronenaustrittsfenster 207.

[0050] Fig. 2C zeigt eine weitere Ausführungsform eines Elektronenstrahlerzeugers, der eine Vielzahl von Kathodendrähten 208 umfasst. Die Elektronen werden durch die Anode 209 beschleunigt. Nach dem Durchdringen des Elektronenaustrittsfensters 210 treffen die beschleunigten Elektronen auf der Trägerbahn 211 auf. Der in Fig. 2C gezeigte Elektronenstrahlerzeuger eignet sich wegen der hohen Elektronendosisleistung insbesondere für die Anwendung in der Elektronenstrahlhärtung.

[0051] Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Rollen-

druckmaschine mit vier Auftragswerken, die um eine zentrale Bestrahlungseinheit 300 herum angeordnet sind. Die zentrale Bestrahlungseinheit 300 umfasst vier Elektronenstrahlerzeuger 301 bis 304. Die Elektronenstrahlerzeuger 301 bis 304 sind über Rohrleitungen 305 mit einer gemeinsamen Pumpenvorrichtung 306 verbunden, welche die angeschlossenen Elektronenstrahlerzeuger evakuiert und so das zur Beschleunigung der Elektronen erforderliche Betriebsvakuum erzeugt. Zur Versorgung der Elektronenstrahlerzeuger 301 bis 304 mit der benötigten Beschleunigungsspannung (bzw. Strom) umfasst die Bestrahlungseinheit 300 eine gemeinsame Hochspannungsquelle 307. Darüber hinaus ist die Bestrahlungseinheit 300 mit einer Steuereinheit 308 zur Steuerung der Dosisleistung der Elektronenstrahlerzeuger ausgestattet, wobei die Dosisleistung der Elektronenstrahlerzeuger 301 bis 304 separat gesteuert werden kann. Zum Schutz vor hochenergetischer Röntgenstrahlung ist die Bestrahlungseinheit 300 von einer Abschirmung 309 aus Blei oder Stahl oder einer Blei-Stahl-Konstruktion umgeben.

[0052] Von einer Abwicklung 310 aus wird eine Trägerbahn 311 einem Druckwerk 312 zugeführt, welches eine erste Druckfarbenschicht auf die Trägerbahn 311 aufbringt. Zur Härtung dieser Druckfarbenschicht wird die Trägerbahn 311 mittels einer Umlenkwalze 313 in die Bestrahlungseinheit 300 hineingeführt, wo die erste Druckfarbenschicht durch den Elektronenstrahlerzeuger 301 gehärtet und anschließend wieder aus der Bestrahlungseinheit 300 herausgeführt wird. Über eine Umlenkwalze 314 wird die Trägerbahn daraufhin einem zweiten Druckwerk 315 zugeführt, welches eine zweite Druckfarbenschicht auf die Trägerbahn 311 aufbringt. Mittels einer Umlenkwalze 316 wird die bedruckte Trägerbahn 311 durch die Bestrahlungseinheit 300 geführt, wobei die zweite Druckfarbenschicht durch den Elektronenstrahlerzeuger 302 gehärtet wird.

[0053] Zwischen dem Druckwerk 312 und der Umlenkwalze 313 sowie zwischen dem Druckwerk 315 und der Umlenkwalze 316 können zusätzlich Bahntrockner 317, 318 angeordnet sein, die in Fig. 3 gestrichelt eingezeichnet sind. Die Bahntrockner 317, 318 entziehen der aufgetragenen Druckfarbschicht das Lösungsmittel und können beispielsweise als Konvektionstrockner oder IR-Trockner ausgeführt sein.

[0054] Nach der Härtung der zweiten Druckfarbschicht wird die Trägerbahn 311 über eine Mehrzahl von Walzen 319 bis 322 zu einem Klebstoffauftragswerk 323 geführt, welches eine Klebstoffschicht auf die Trägerbahn 311 aufbringt. In dem darauffolgend angeordneten Kaschierwerk 324 wird auf die mit Klebstoff beschichtete Trägerbahn 311 eine Kunststofffolienbahn 325 aufkaschiert, die dem Kaschierwerk 324 von einer Abwicklung 326 aus über eine Umlenkwalze 327 zugeführt wird. Mittels einer Umlenkwalze 328 wird die Trägerbahn 311 mit der aufkaschierten Kunststofffolienbahn 325 durch die Bestrahlungseinheit 300 geführt. Dabei bestrahlt der Elektronenstrahlerzeuger 303 die Bahn mit Elektronen und härtet

so die zwischen der Trägerbahn 311 und der Kunststofffolienbahn 325 befindliche Klebstoffschicht. Über eine Umlenkwalze 329 wird die Bahn dann einem weiteren Auftragswerk 330 zugeführt, welches beispielsweise eine Schutzschicht aus Kunststoff auf die bedruckte und kaschierte Bahn aufbringt. Bei dem Auftragswerk 330 kann es sich beispielsweise um einen Extruder mit Formwerkzeug, einen Curtain-Coater, eine Sprühdüse, eine Rasterwalze, ein Blade, etc. handeln. Bei Verwendung von Curtain-Coatern können auch mehrere Schichten gleichzeitig aufgebracht werden. Die beschichtete Bahn wird über eine Umlenkwalze 331 am Elektronenstrahlerzeuger 304 vorbeigeführt, wobei die Schutzschicht durch Elektronenbestrahlung gehärtet oder vernetzt wird. Nach der Elektronenbestrahlung wird die Trägerbahn einer Aufwicklung 332 zugeführt.

[0055] Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform der Erfindung ist jedem der vier Auftragswerke ein zugehöriger Elektronenstrahlerzeuger innerhalb der Bestrahlungseinheit 300 zugeordnet. Vorzugweise sind die Elektronenstrahlerzeuger in mehreren Ebenen übereinander angeordnet, was einen platzsparenden Aufbau des Auftrags-Bestrahlungs-Systems ermöglicht. Insbesondere kann so die zur Verfügung stehende Raumhöhe besser ausgenutzt werden. Durch die Anordnung der vier Elektronenstrahlerzeuger 301 bis 304 in einer zentralen Bestrahlungseinheit 300 ergibt sich der Vorteil, dass die Abschirmung, die Einrichtungen zur Vakuumerzeugung sowie der Hochspannungsgenerator zur Erzeugung der Beschleunigungsspannung (bzw. Strom) nicht separat für jeden einzelnen Elektronenstrahlerzeuger, sondern insgesamt nur einmal angeschafft werden müssen. Da es sich bei der Abschirmung, dem Hochspannungsgenerator und den zur Vakuumerzeugung notwendigen Einrichtungen aber gerade um die kostenintensiven Bestandteile des Bestrahlungssystems handelt, ergeben sich hier erhebliche Kosteneinsparungen. Dadurch wird die Elektronenstrahlhärtung im Vergleich zu anderen chemischen Trocknungsverfahren wie beispielsweise der UV-Bestrahlung konkurrenzfähig.

[0056] Es ist hervorzuheben, dass das in Fig. 3 gezeigte Auftrags-Bestrahlungssystem anstelle der gezeigten Auftragswerke beliebige andere Auftragswerke umfassen kann, wobei die Trägerbahn jeweils nach Durchlaufen eines Auftragswerks einem oder mehreren zugehörigen Elektronenstrahlerzeugern in der zentralen Bestrahlungseinheit zugeführt wird. Beispielsweise kann ein Auftrags-Bestrahlungs-System der in Fig. 3 gezeigten Art zur Realisierung einer Vierfarben-Rollendruckmaschine eingesetzt werden. Insbesondere können Druckwerke für den Flexodruck, Siebdruck, Tiefdruck und Offsetdruck eingesetzt werden.

[0057] In Fig. 4 ist der Aufbau eines Druckwerks für den Flexodruck schematisch dargestellt. Das Druckwerk umfasst eine Schöpfwanne 400, in der sich flüssige Druckfarbe 401 befindet. Die Druckfarbe wird von einer Schöpfwalze 402 aufgenommen, welche die Druckfarbe auf eine unmittelbar darüber rotierende Rasterwalze 403

aufbringt. Mittels eines Rakels 404 wird die überschüssige Druckfarbe von der Rasterwalze 403 abgerakelt. Oberhalb der Rasterwalze 403 ist die Druckwalze 405 angeordnet, die mit Hilfe eines Gummiklischees 406 das eigentliche Druckbild erzeugt. Die Rasterwalze 403 dient dazu, die Druckfarbe gleichmäßig auf das Gummiklischee 406 aufzutragen. Darüber hinaus umfasst das Druckwerk eine Gegendruckwalze 407, die die Trägerbahn 408 an die Druckwalze 405 anpresst. Wenn die Trägerbahn 408 zwischen der Druckwalze 405 und der Gegendruckwalze 407 hindurchbewegt wird, wird die Farbe übertragen.

[0058] Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der eine Trägerbahn beidseitig im Vierfarbdruck bedruckt wird. Die Druckmaschine umfasst eine erste Bestrahlungseinheit 500 mit vier Elektronenstrahlerzeugern 501 bis 504, die an ein erstes Vakuumsystem mit einer ersten Pumpenvorrichtung 505 angeschlossen sind. Des Weiteren umfasst die Druckmaschine eine zweite Bestrahlungseinheit 506 mit vier Elektronenstrahlerzeugern 507 bis 510, die an ein zweites Vakuumsystem mit einer zweiten Pumpenvorrichtung 511 angeschlossen sind. Eine Trägerbahn 512 wird von einer Abwicklung 513 aus nacheinander abwechselnd durch die erste Bestrahlungseinheit 500 und die zweite Bestrahlungseinheit 506 geführt. Durch die Druckwerke 514 bis 517 werden vier verschiedene Druckfarbschichten auf die Unterseite der Trägerbahn 512 aufgebracht. Jeweils nach dem Aufbringen einer neuen Druckfarbschicht wird die Trägerbahn 512 mittels einer der Umlenkwalzen 518 bis 521 durch die erste Bestrahlungseinheit 500 geführt, in der die Druckfarbschichten durch die Elektronenstrahlerzeuger 501 bis 504 gehärtet werden. Entsprechend werden durch die Druckfarbenauftragwerke 522 bis 525 nacheinander vier verschiedene Druckfarbschichten auf die Oberseite der Trägerbahn 512 aufgebracht. Jeweils nach dem Aufbringen einer neuen Druckfarbschicht wird die Trägerbahn über eine der Umlenkwalzen 526 bis 529 durch die zweite Bestrahlungseinheit 506 geführt, in der die Druckfarbschichten durch die Elektronenstrahlerzeuger 507 bis 510 gehärtet werden. Die beidseitig im Vierfarbdruck bedruckte Trägerbahn wird dann einer Aufwicklung 530 zugeführt.

[0059] Anstatt über Umlenkwalzen kann die Trägerbahn auch über Eintritts- und Austrittsspalte durch die Abschirmung der Bestrahlungseinheit geführt werden. Bei der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform wird eine Trägerbahn 600 von einer Abwicklung 601 aus einem Druckwerk 602 zugeführt, welches eine Druckfarbschicht auf die Trägerbahn 600 aufbringt.

[0060] Zur Elektronenstrahlhärtung der aufgetragenen Schichten ist eine räumlich abgegrenzte Bestrahlungseinheit 603 vorgesehen, die von einer Abschirmung 604 umgeben ist. In der Bestrahlungseinheit 603 sind vier Elektronenstrahlerzeuger 605-608 angeordnet, die über Rohrleitungen 609 an eine Vakuumpumpe 610 angeschlossen sind.

[0061] Die bedruckte Trägerbahn gelangt über einen

Eintrittsspalt 611 in die Bestrahlungseinheit 603 und wird dort nacheinander von den zwei Elektronenstrahlerzeugern 605 und 606 bestrahlt.

[0062] Im Bereich der Elektronenstrahlhärtung gibt die Dosisleistung eines Strahlers die gestrahlte Dosis pro Zeiteinheit an. Bei der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform setzt sich die zur Härtung der Druckfarbschicht zur Verfügung stehende Bestrahlungsdosis aus den Beiträgen der zwei Elektronenstrahlerzeuger 605 und 606 zusammen. Dadurch lässt sich eine wesentliche Steigerung der Bestrahlungsdosis erzielen. Dadurch wird es möglich, auch vergleichsweise langsam reagierende Auftragsschichten zuverlässig zu härten. Darüber hinaus kann beispielsweise auch bei höheren Bahngeschwindigkeiten eine zur Härtung der aufgetragenen Schichten ausreichende Bestrahlungsdosis bereitgestellt werden.

[0063] Über einen Austrittsspalt 612 verlässt die Trägerbahn 600 die Bestrahlungseinheit 603 und gelangt über Umlenkwalzen 613 zu einem Stanzwerk 614. Nach dem Stanzprozess wird die Trägerbahn 600 zu einem Lackauftragswerk 615 geführt, welches eine Lackschicht auf die Trägerbahn 600 aufbringt. Zum Härten der Lackschicht wird die Trägerbahn 600 über einen Eintrittsspalt 616 in die Bestrahlungseinheit 603 geführt und dort nacheinander von den beiden Elektronenstrahlerzeugern 607 und 608 bestrahlt, wobei sich die gesamte Bestrahlungsdosis aus den Beiträgen der zwei Elektronenstrahlerzeuger 607 und 608 zusammensetzt. Anschließend wird die Trägerbahn 600 auf der gegenüberliegenden Seite über den Austrittsspalt 617 aus der Bestrahlungseinheit 603 herausgeführt. Wie am Beispiel des Stanzwerks 614 veranschaulicht wurde, kann die Trägerbahn nach Verlassen der Bestrahlungseinheit und vor Durchlaufen des nächstfolgenden Auftragswerks zusätzliche Bearbeitungsstationen durchlaufen.

[0064] Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Um eine kompakte Bestrahlungseinheit 700 herum sind vier Auftragswerke 701, 702, 703 und 704 angeordnet. Die Bestrahlungseinheit 700 ist als räumlich abgegrenzte, separate Baueinheit ausgebildet und von einer Abschirmung 705 umgeben. Die Bestrahlungseinheit 700 umfasst vier Elektronenstrahlerzeuger 706, 707, 708 und 709. Zur Erzeugung des benötigten Betriebsvakuums sind die vier Elektronenstrahlerzeuger 706-709 an ein gemeinsames Vakuumsystem 710 angeschlossen, das mit einer Vakuumpumpe 711 verbunden ist.

[0065] Von einer Abwicklung 712 aus wird eine Trägerbahn 713 zum ersten Auftragswerk 701 geführt, wo eine erste Auftragsschicht aufgebracht wird. Die Trägerbahn 713 gelangt über eine Umlenkwalze 714 und einen Eintrittsspalt 715 in die Bestrahlungseinheit 700, wo sie vom ersten Elektronenstrahlerzeuger 706 bestrahlt wird, und wird anschließend über einen Austrittsspalt 716 und eine Umlenkwalze 717 zum zweiten Auftragswerk 702 geführt. Nach dem Aufbringen einer zweiten Auftragsschicht wird die Trägerbahn 713 mittels einer Umlenkwalze 718 durch die Bestrahlungseinheit 700 geführt, um die zweite Auftragsschicht mittels des zweiten Elektro-

nenstrahlerzeugers 707 zu härten. Über eine Umlenkwalze 719 gelangt die Trägerbahn 713 zum dritten Auftragswerk 703, welches eine dritte Auftragsschicht aufbringt, und von dort über einen Eintrittsspalt 720 zum dritten Elektronenstrahlerzeuger 708, der die dritte Auftragsschicht härtet.

[0066] Über eine Umlenkwalze 721 wird die Trägerbahn 713 aus der Bestrahlungseinheit 700 herausgeführt und gelangt über eine weitere Umlenkwalze 722 zum vierten Auftragswerk 704, das eine weitere Auftragsschicht auf die Trägerbahn 713 aufbringt. Die beschichtete Trägerbahn wird dann über einen Eintrittsspalt 723 erneut durch die Bestrahlungseinheit 700 geführt, wobei die neu aufgebrachte Auftragsschicht durch den vierten Elektronenstrahlerzeuger 709 gehärtet wird. Über eine Umlenkwalze 724 gelangt die Trägerbahn 713 aus der Bestrahlungseinheit 700 heraus und zur Aufwicklung 725.

[0067] Die folgenden Merkmale, allein oder in jeder beliebigen Kombination, können ebenfalls vorteilhafte Ausführungsformen des beschriebenen und/oder beanspruchten Auftrags-Bestrahlungs-Systems darstellen:

[0068] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist der erste Elektronenstrahlerzeuger zur Härtung eines oberflächennahen Bereichs der ersten Auftragsschicht und der zweite Elektronenstrahlerzeuger zur Durchhärtung der ersten Auftragsschicht ausgelegt. Auf diese Weise kann auch ohne Einsatz von Mattierungsmitteln eine harte, mattierte, kratzfeste Oberfläche erzeugt werden.

[0069] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Auftrags-Bestrahlungs-System ein drittes Auftragswerk zum Aufbringen einer dritten Auftragsschicht auf die Trägerbahn sowie einen innerhalb der Bestrahlungseinheit angeordneten dritten Elektronenstrahlerzeuger, wobei die Bahnführungsvorrichtung dazu ausgelegt ist, die Trägerbahn nacheinander dem ersten Auftragswerk, dem ersten Elektronenstrahlerzeuger, dem zweiten Auftragswerk, dem zweiten Elektronenstrahlerzeuger, dem dritten Auftragswerk, dem dritten Elektronenstrahlerzeuger zuzuführen.

[0070] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist der dritte Elektronenstrahlerzeuger zur Elektronenstrahlhärtung von einer oder mehreren vorher aufgebrachten Auftragsschichten ausgelegt.

[0071] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Auftragswerke in mindestens zwei Ebenen übereinander angeordnet. Dies ermöglicht eine platzsparende Anordnung der Auftragswerke. Im Vergleich zu der bekannten Ständerbauweise kann bei dieser Ausführungsform die Höhe der Halle bzw. des Raums, in dem das Auftrags-Bestrahlungs-System aufgebaut ist, besser ausgenutzt werden.

[0072] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist jedem Auftragswerk mindestens ein auf etwa entsprechender Höhe angeordneter Elektronenstrahlerzeuger innerhalb der Bestrahlungseinheit zugeordnet. Auf diese Weise können die Abstände zwischen einem Auftrags-

werk und einem zugehörigem Elektronenstrahlerzeuger gering gehalten werden. Vorzugsweise sind innerhalb der Bestrahlungseinheit mehrere Elektronenstrahlerzeuger übereinander angeordnet.

[0073] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist jeder Elektronenstrahlerzeuger mindestens ein Elektronenaustrittsfenster auf. Ein Elektronenaustrittsfenster soll hinreichend durchlässig sein für beschleunigte Elektronen. Andererseits soll ein Elektronenaustrittsfenster ausreichend stabil sein, um der Druckdifferenz zwischen Umgebungsdruck und Vakuum standhalten zu können.

[0074] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Auftrags-Bestrahlungs-System mindestens eine Steuereinheit zur Steuerung der Dosisleistung der in der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger, wobei die Dosisleistung der Elektronenstrahlerzeuger einzeln steuerbar ist. Dadurch kann die Dosisleistung eines Elektronenstrahlerzeugers an die Erfordernisse der jeweiligen Auftragsschichten angepasst werden.

[0075] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst das Auftrags-Bestrahlungs-System einen Hochspannungsgenerator zur Erzeugung der Beschleunigungsspannung für die in der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger. Bei dem Hochspannungsgenerator handelt es sich um ein relativ teures Bauelement. Da zur Versorgung der in der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger nur ein einziger Hochspannungsgenerator benötigt wird, bleiben die Gesamtkosten gering.

[0076] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform besteht die Trägerbahn aus einer Folge von nacheinander durch das Auftrags-Bestrahlungs-System geführten Platten oder Bögen oder Bechern. Bei der Trägerbahn muss es sich nicht notwendigerweise um eine kontinuierliche Trägerbahn handeln. Statt dessen kann die Bahnführungsvorrichtung auch dafür ausgelegt sein, einzelne Platten, Bögen oder Becher durch das Auftrags-Bestrahlungs-System zu führen, um nacheinander verschiedene Auftragsschichten auf die Platten, Bögen oder Becher aufzubringen.

[0077] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Bahnführungsvorrichtung ein Walzensystem zur Führung der Trägerbahn.

[0078] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist das Auftrags-Bestrahlungs-System eines oder mehrere der folgenden Merkmale auf:

- eine Abwicklung für die Trägerbahn, wobei die Trägerbahn von der Abwicklung aus dem ersten Auftragswerk zugeführt wird;
- eine Aufwicklung für die Trägerbahn, wobei die Trägerbahn nach dem Durchlaufen der Bestrahlungseinheit der Aufwicklung zugeführt wird;
- mindestens eine Eintrittswalze, wobei die Trägerbahn mittels einer bahneinlaufseitig angeordneten Eintrittswalze in die Bestrahlungseinheit geführt

wird;

- mindestens eine Austrittswalze, wobei die Trägerbahn mittels einer bahnauslaufseitig angeordneten Austrittswalze aus der Bestrahlungseinheit herausgeführt wird;
- mindestens eine Umlenkwalze, wobei die Trägerbahn mittels der Umlenkwalze durch die Bestrahlungseinheit geführt wird;
- mindestens einen Eintrittsspalt, wobei die Trägerbahn mittels eines bahneinlaufseitig angeordneten Eintrittsspalts in die Bestrahlungseinheit geführt wird;
- mindestens einen Austrittsspalt, wobei die Trägerbahn mittels eines bahnauslaufseitig angeordneten Austrittsspalts aus der Bestrahlungseinheit herausgeführt wird.

[0079] Die folgenden Merkmale, allein oder in jeder Kombination, können ebenfalls vorteilhafte Ausführungsformen der beschriebenen und/oder beanspruchten Druckmaschine darstellen:

[0080] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform handelt es sich bei der Druckmaschine um eine Druckmaschine für mindestens eines der folgenden Druckverfahren: Flexodruck, Tiefdruck, Siebdruck, Offsetdruck. Druckfarbensysteme für die Elektronenstrahlhärtung liefern harte, chemikalien- und abriebbeständige, hochglänzende Druckfarbenfilme. Wenn eine neu aufgetragene Druckfarbensicht vor dem Aufbringen weiterer Druckfarbensichten mittels Elektronenstrahlhärtung fixiert wird, dann kann ein Verschmieren oder Verlaufen der Druckfarben aus den verschiedenen Auftragswerken verhindert werden. Unabhängig von der Konsistenz der Druckfarbe entsteht ein qualitativ hochwertiges Druckbild.

[0081] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Druckmaschine zum einseitigen Bedrucken der Trägerbahn ausgelegt. Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist die Druckmaschine zum beidseitigen Bedrucken der Trägerbahn ausgelegt.

[0082] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Druckmaschine zwei um die Bestrahlungseinheit herum angeordnete Druckwerke zur Realisierung eines Zweifarbdruks.

[0083] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Druckmaschine ein Kaschierwerk sowie mindestens ein Druckwerk, welche um die Bestrahlungseinheit herum angeordnet sind. Eine Druckmaschine dieser Ausführungsform kann beispielsweise dazu verwendet werden, eine Papier- oder Kartonbahn zu bedrucken und anschließend mit einer Kunststoffolie zu kaschieren.

[0084] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Druckmaschine zur Verwendung im Etikettendruck oder im Verpackungsdruck oder bei der Möbelfolienveredelung vorgesehen.

Patentansprüche

1. Auftrags-Bestrahlungs-System mit

- 5 - einem ersten Auftragswerk (102, 312) zum Aufbringen einer ersten Auftragsschicht auf eine Trägerbahn (101, 311),
- einer Bestrahlungseinheit (109, 300), in der ein erster Elektronenstrahlerzeuger (110, 301) und ein zweiter Elektronenstrahlerzeuger (111, 302) zur Bestrahlung der Trägerbahn (101, 311) angeordnet sind, wobei die innerhalb der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger (110, 111, 301, 302) Anschlüsse für mindestens eine Pumpenvorrichtung zur Erzeugung eines Betriebsvakuum aufweisen;
- einer Bahnführungsvorrichtung, welche die Trägerbahn (101, 311) nacheinander, aber nicht notwendigerweise unmittelbar nacheinander, dem ersten Auftragswerk (102, 312), dem ersten Elektronenstrahlerzeuger (110, 301), dem zweiten Elektronenstrahlerzeuger (111, 302) zuführt.

- 25 **2.** Auftrags-Bestrahlungs-System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bahnführungsvorrichtung dazu ausgelegt ist, die Trägerbahn nach Durchlaufen des ersten Auftragswerks der Bestrahlungseinheit zuzuführen, wo die Trägerbahn von mindestens einem der Elektronenstrahlerzeuger bestrahlt wird, und aus der Bestrahlungseinheit herauszuführen.

- 35 **3.** Auftrags-Bestrahlungs-System nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Elektronenstrahlerzeuger dazu ausgelegt sind, die Trägerbahn mit Elektronen zu bestrahlen.

- 40 **4.** Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bahnführungsvorrichtung dazu ausgelegt ist, die Trägerbahn nach Durchlaufen des ersten Auftragswerks der Bestrahlungseinheit zuzuführen, wo die Trägerbahn vom ersten Elektronenstrahlerzeuger und vom zweiten Elektronenstrahlerzeuger bestrahlt wird, und aus der Bestrahlungseinheit herauszuführen.

- 50 **5.** Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Elektronenstrahlerzeuger und der zweite Elektronenstrahlerzeuger zur Elektronenstrahlhärtung der ersten Auftragsschicht ausgelegt sind.

- 6.** Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** ein zweites Auftragswerk zum Aufbringen einer zweiten Auf-

tragsschicht auf die Trägerbahn,
wobei die Bahnführungsvorrichtung dazu ausgelegt
ist, die Trägerbahn nacheinander dem ersten Auf-
tragswerk, dem ersten Elektronenstrahlerzeuger,
dem zweiten Auftragswerk, dem zweiten Elektro- 5
nenstrahlerzeuger zuzuführen.

7. Auftrags-Bestrahlungs-System nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Elektro- 10
nenstrahlerzeuger zur Elektronenstrahlhärtung der
ersten Auftragsschicht und der zweite Elektronen-
strahlerzeuger zur Elektronenstrahlhärtung von ei-
ner oder mehreren vorher aufgetragenen Auftrags-
schichten ausgelegt ist. 15
 8. Auftrags-Bestrahlungs-System nach Anspruch 6
oder Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Bahnführungsvorrichtung dazu ausgelegt ist, die
Trägerbahn nach Durchlaufen des ersten Auftrags-
werks der Bestrahlungseinheit zuzuführen, wo die 20
Trägerbahn vom ersten Elektronenstrahlerzeuger
bestrahlt wird, aus der Bestrahlungseinheit heraus-
zuführen und dem zweiten Auftragswerk zuzufüh-
ren,
und die Trägerbahn nach Durchlaufen des zweiten 25
Auftragswerks der Bestrahlungseinheit zuzuführen,
wo die Trägerbahn vom zweiten Elektronenstrahler-
zeuger bestrahlt wird, und aus der Bestrahlungsein-
heit herauszuführen. 30
 9. Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der An-
sprüche 1 bis 8, **gekennzeichnet durch** eine Mehr-
zahl von Auftragswerken und eine Mehrzahl von in-
nerhalb der Bestrahlungseinheit angeordneten
Elektronenstrahlerzeugern, wobei jedem Auftrags- 35
werk mindestens ein Elektronenstrahlerzeuger zu-
geordnet ist, wobei die Bahnführungsvorrichtung da-
zu ausgelegt ist, die Trägerbahn nach dem Durch-
laufen eines Auftragswerks jeweils der Bestrah-
lungseinheit zuzuführen, wo die Trägerbahn von 40
dem mindestens einen zugeordneten Elektronen-
strahlerzeuger bestrahlt wird, und wieder aus der Be-
strahlungseinheit herauszuführen. 45
 10. Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der An-
sprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**
ein einem Auftragswerk zugeordneter Elektronen-
strahlerzeuger dazu ausgelegt ist, die von minde-
stens einem vorher durchlaufenen Auftragswerk auf-
getragene mindestens eine Auftragsschicht zu här- 50
ten.
 11. Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der An-
sprüche 1 bis 10, **gekennzeichnet durch** eines oder
mehrere der folgenden Merkmale: 55
- jeder der innerhalb der Bestrahlungseinheit an-
geordneten Elektronenstrahlerzeuger erstreckt

sich über die gesamte Breite der Trägerbahn;
- die Bestrahlungseinheit ist als eigenständige,
separate Baueinheit ausgebildet;
- die Bestrahlungseinheit ist in einem räumlich
abgegrenzten Bereich des Auftrags-Bestrah-
lungs-Systems angeordnet;
- die Auftragswerke sind in einem ersten räum-
lich abgegrenzten Bereich des Auftrags-Bes-
trahlungs-Systems angeordnet, und die Be-
strahlungseinheit ist in einem zweiten räumlich
abgegrenzten Bereich des Auftrags-Bestrah-
lungs-Systems angeordnet;
- das mindestens eine Auftragswerk ist um die
zentrale Bestrahlungseinheit herum angeord-
net;
- die Bestrahlungseinheit ist zentral zwischen
dem mindestens einen Auftragswerk angeord-
net;
- die Trägerbahn passiert die Bestrahlungsein-
heit mehrmals.

12. Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der An-
sprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass**
das mindestens eine Auftragswerk mindestens ei-
nes der folgenden umfasst: ein Laminierwerk, ein
Kaschierwerk, ein Klebstoffauftragswerk, ein Druck-
farbenauftragswerk, ein Lackauftragswerk, ein Pul-
verauftragswerk, ein Beschichtungswerk, ein Extruder,
ein Extruder mit Formwerkzeug. 30
13. Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der An-
sprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die mindestens eine Auftragsschicht eine oder meh-
rere der folgenden umfasst: eine Druckfarbens-
chicht, eine Lackschicht, eine Klebstoffschicht, eine
Kaschierfolie mit Klebstoff, eine Laminierschicht, ei-
ne Kunststoffschicht, eine Silikonisierung, eine Ver-
edelungsschicht. 35
14. Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der An-
sprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass**
es sich bei einem oder mehreren der Auftragswerke
um Druckwerke für mindestens eines der folgenden
Druckverfahren handelt: Flexodruck, Tiefdruck,
Siebdruck, Offsetdruck. 40
15. Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der An-
sprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass**
zwischen einem Auftragswerk und einem dem Auf-
tragswerk zugeordneten Elektronenstrahlerzeuger
ein oder mehrere der folgenden angeordnet sind: ein
Bahntrockner, ein Konvektionstrockner, ein Lö-
sungsmitteltrockner, ein Excimerstrockner, ein UV-
Trockner, ein IR-Trockner, eine Wärmebehand-
lungseinheit. 45
16. Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der An-
sprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Bestrahlungseinheit eine gemeinsame Abschirmung für die innerhalb der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger umfasst, welche dazu ausgelegt ist, die innerhalb der Bestrahlungseinheit erzeugte hochenergetische Strahlung abzuschirmen. 5

17. Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innerhalb der Bestrahlungseinheit angeordneten Elektronenstrahlerzeuger an ein für alle Elektronenstrahlerzeuger gemeinsames Vakuumsystem angeschlossen sind. 10

18. Auftrags-Bestrahlungs-System nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gemeinsame Vakuumsystem eine Pumpenvorrichtung zur Erzeugung des Betriebsvakuum umfasst. 15

19. Druckmaschine, welche mindestens ein Auftrags-Bestrahlungs-System nach einem der Ansprüche 1 bis 18 umfasst. 20

20. Verfahren zum Aufbringen von mindestens einer Auftragsschicht auf eine Trägerbahn (101), welches aufweist: 25

- Aufbringen einer ersten Auftragsschicht auf die Trägerbahn (101);
- Einführen der Trägerbahn (101) in eine Bestrahlungseinheit (109); 30
- Bestrahlen der Trägerbahn (101) mit Elektronen durch einen innerhalb der Bestrahlungseinheit (109) angeordneten ersten Elektronenstrahlerzeuger (110); 35
- Bestrahlen der Trägerbahn (101) mit Elektronen durch einen innerhalb der Bestrahlungseinheit (109) angeordneten zweiten Elektronenstrahlerzeuger (111);
- Herausführen der Trägerbahn (101) aus der Bestrahlungseinheit (109). 40

21. Verfahren zum Aufbringen von mindestens zwei Auftragsschichten auf eine Trägerbahn (311), welches aufweist: 45

- Aufbringen einer ersten Auftragsschicht auf die Trägerbahn (311);
- Einführen der Trägerbahn (311) in eine Bestrahlungseinheit (300); 50
- Bestrahlen der Trägerbahn (311) mit Elektronen durch einen innerhalb der Bestrahlungseinheit (300) angeordneten ersten Elektronenstrahlerzeuger (301);
- Herausführen der Trägerbahn (311) aus der Bestrahlungseinheit (300); 55
- Aufbringen einer zweiten Auftragsschicht auf die Trägerbahn (311);

- Einführen der Trägerbahn (311) in die Bestrahlungseinheit (300);
- Bestrahlen der Trägerbahn (311) mit Elektronen durch einen innerhalb der Bestrahlungseinheit (300) angeordneten zweiten Elektronenstrahlerzeuger (302);
- Herausführen der Trägerbahn (311) aus der Bestrahlungseinheit (300).

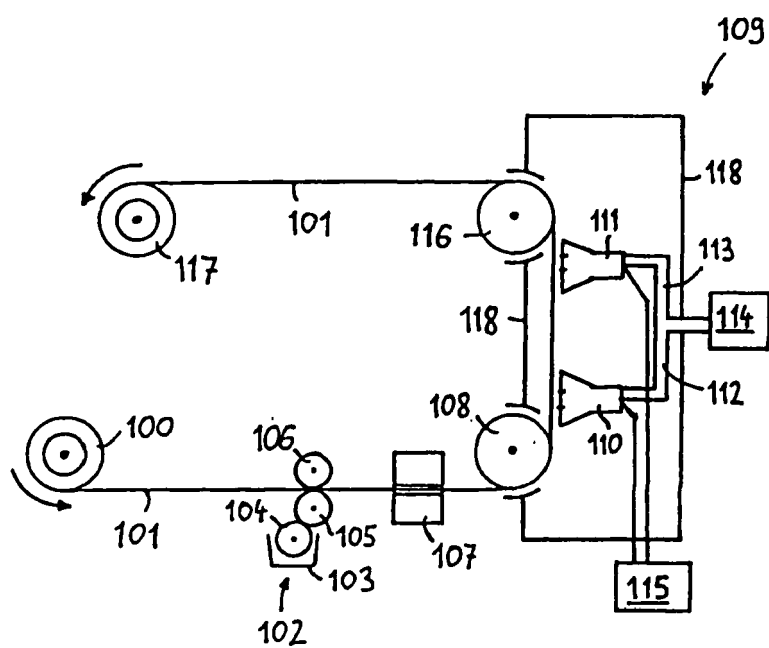


Fig. 1

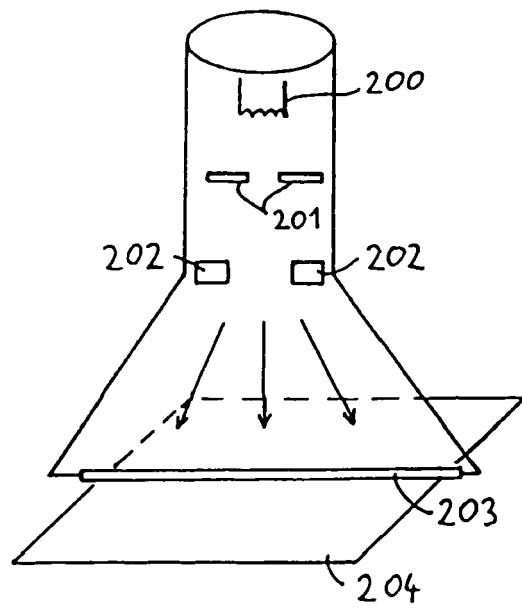


Fig. 2A

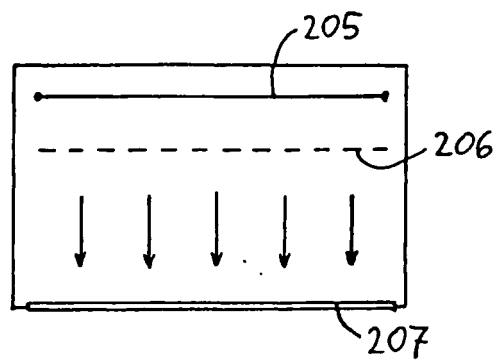


Fig. 2B

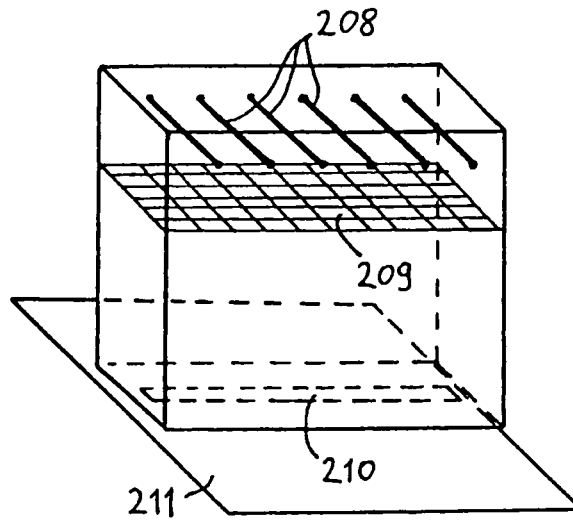


Fig. 2C

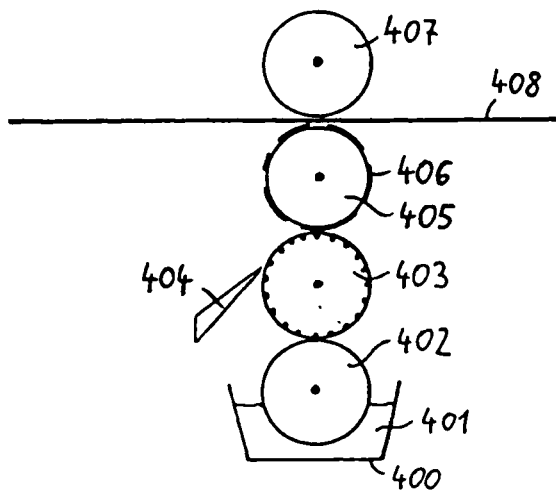


Fig. 4

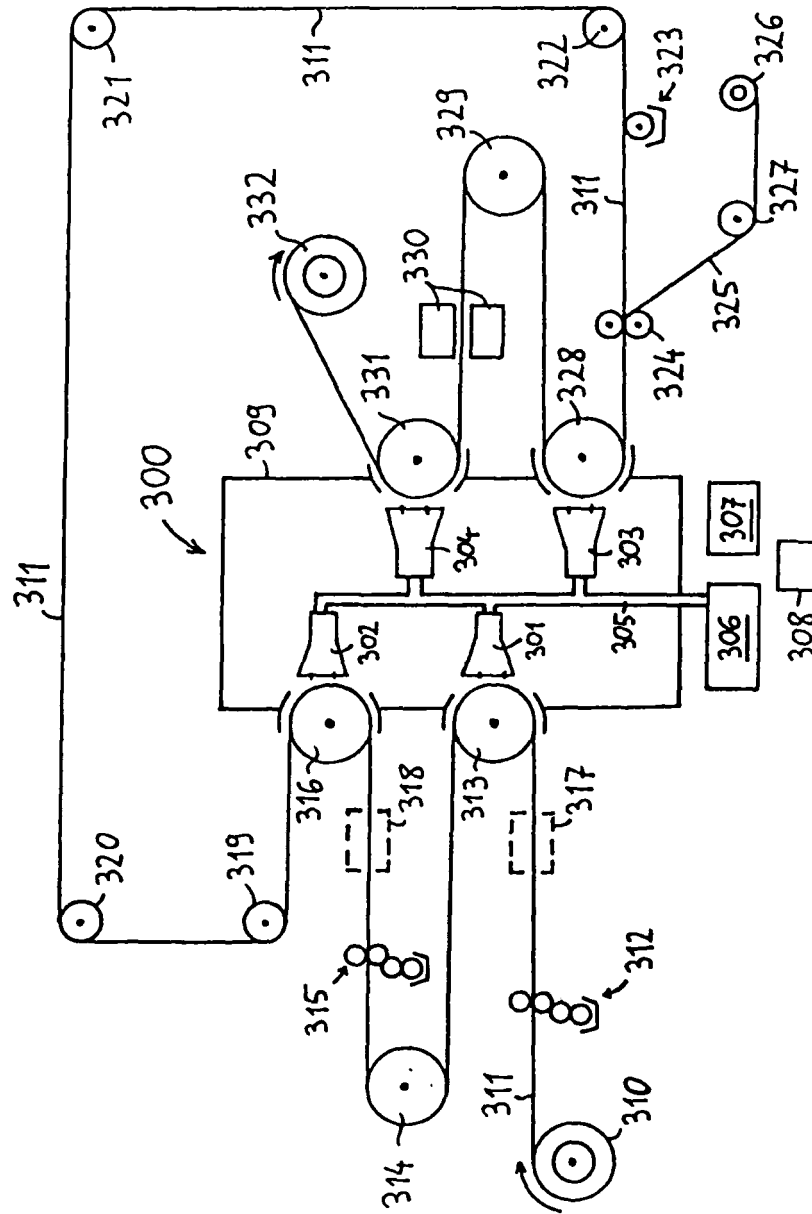


Fig. 3

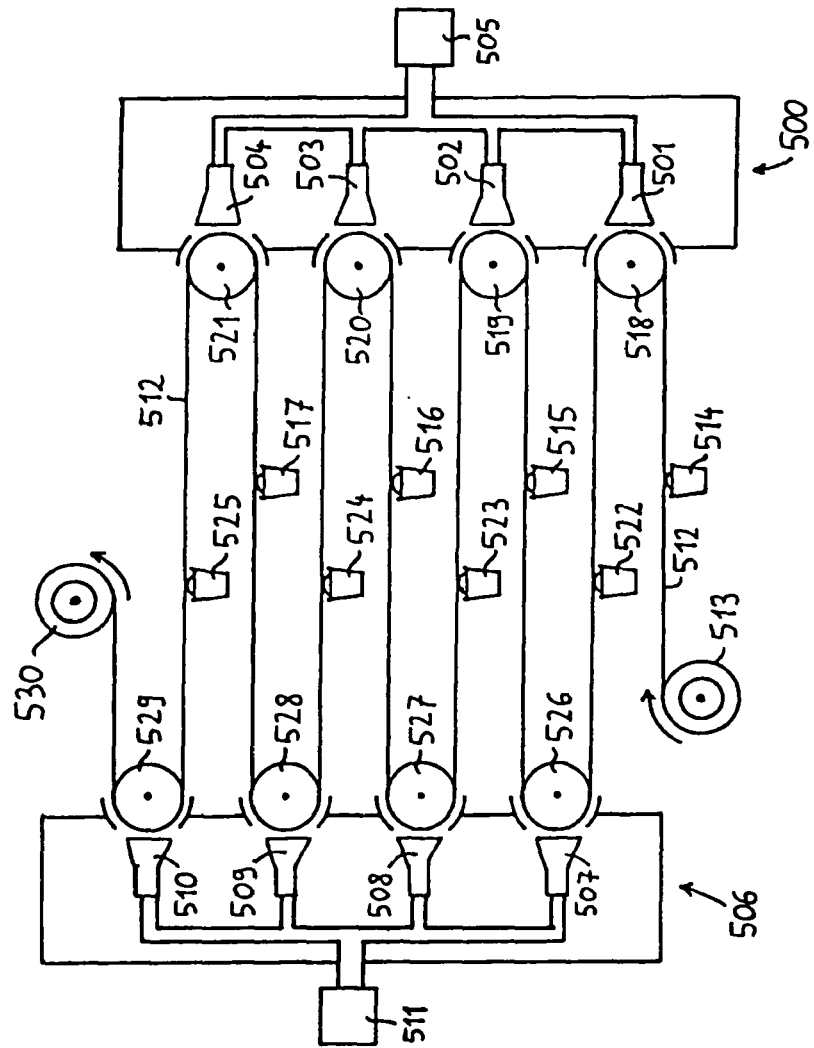


Fig. 5

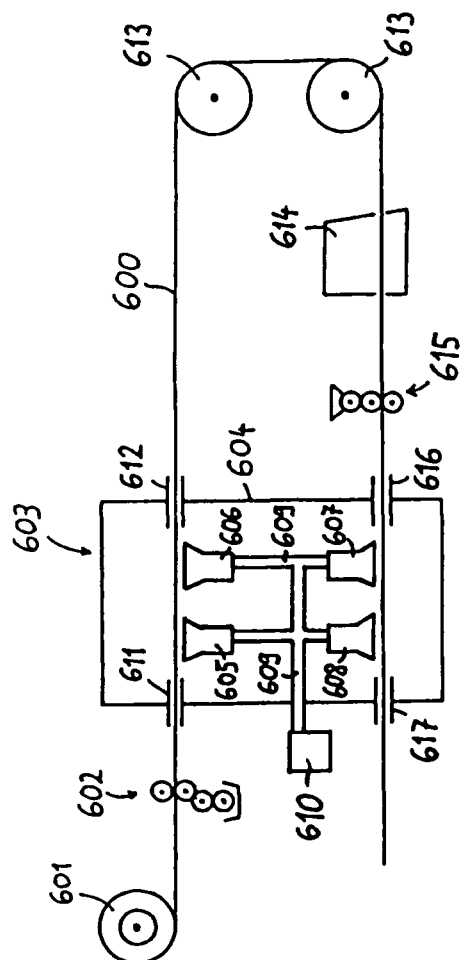


Fig. 6

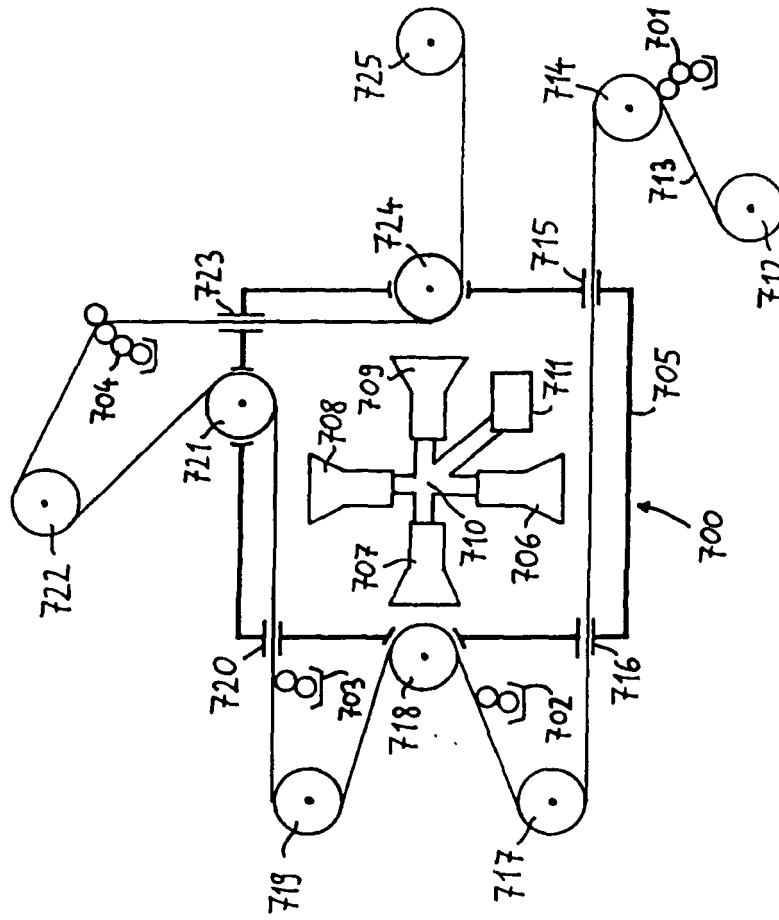


Fig. 7