

(19)



(11)

**EP 3 491 188 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.11.2020 Patentblatt 2020/48**

(51) Int Cl.:  
**D21F 5/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **17743036.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2017/068729**

(22) Anmeldetag: **25.07.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2018/019814 (01.02.2018 Gazette 2018/05)**

**(54) VERFAHREN ZUR BESCHICHTUNG EINES TROCKENZYLINDERS**

METHOD FOR COATING A DRYING CYLINDER

PROCÉDÉ DE REVÊTEMENT D'UN CYLINDRE DE SÉCHAGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **29.07.2016 DE 102016114014**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.06.2019 Patentblatt 2019/23**

(73) Patentinhaber: **Voith Patent GmbH  
89522 Heidenheim (DE)**

(72) Erfinder:  
• **GROHMANN, Franz  
2671 Schmidsdorf (AT)**  
• **ETSCHMAIER, Alexander  
8692 Neuberg (AT)**

(74) Vertreter: **Voith Patent GmbH - Patentabteilung  
St. Pöltener Straße 43  
89522 Heidenheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 770 209 WO-A1-2016/071299**

**EP 3 491 188 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Beschichtung eines Trockenzylinders einer Trockenvorrichtung, die Teil einer Maschine zur Herstellung und/oder Veredelung einer Faserstoffbahn wie einer Papier-, Karton- oder Tissuebahn sein kann.

**[0002]** Gattungsgemäße Trockenzylinder sind mit beschichteten Oberflächen ausgestattet. Ihnen kann eine Heizvorrichtung zugeordnet sein, mittels der die Trockenzylinder beheizbar sind, und vor allem zum Glätten und/oder Trocknen der in der Maschine zuvor hergestellten Faserstoffbahn dienen. Je nach Anwendungsfall unterliegen diese Trockenzylinder einerseits erheblicher Korrosion infolge der Umgebung, der diese ausgesetzt sind. Sie kommen direkt oder indirekt mit der Faserstoffbahn und den darin enthaltenen Zusätzen, wie Chemikalien in Kontakt, sind hohen Umgebungstemperaturen ausgesetzt und müssen eine überaus hohe Abriebsbeständigkeit aufweisen, da auf ihrem Außenumfang mittelbar oder unmittelbar die Faserstoffbahn beziehungsweise eine solche Faserstoffbahn führende Bspannung (z.B. Transportbänder) läuft.

**[0003]** In letzter Zeit setzen sich neue Verfahren zum Beschichten von Walzenkernen aus Stahl, Stahlguss oder Gusseisen, z.B. Gusseisen mit Lamellargraphit (GGL) durch, welche eine metallische, keramische oder Cermet-Spritzschicht mittels Verfahren wie HVOF- oder Flammsspritzen auf dem Walzenkern ausbilden. Dieser Prozess sieht dabei vor, dass zur Herstellung der entsprechenden Schicht ein Werkstoff als Spritzzusatz, beispielsweise als Pulver, Draht oder in sonst geeigneter Form mittels Eintrags von thermischer Energie an- oder komplett aufgeschmolzen und auf den zu beschichtenden Walzenkern kinetisch beschleunigt wird. Der auftretende Werkstoff kühlt ab, erstarrt und bildet eine mechanische wie formschlüssige Verbindung mit dem Walzenkern. Die Eigenschaften und Möglichkeiten der Spritzprozesse sind im Wesentlichen von dem Verhältnis der kinetischen zur thermischen Energie vorgegeben. Den Verfahren ist allen samt gemein, dass das darunterliegende Substrat, also z.B. der Walzenkern des Trockenzylinders nicht aufgeschmolzen wird.

**[0004]** Die bekannten Verfahren haben den Nachteil, dass für das Aufschmelzen und Beschleunigen des Spritzzusatzwerkstoffs Brennstoffe in Gasform, wie Sauerstoff und Wasserstoff nötig sind. Diese müssen in entsprechenden Tanks vorgehalten werden. Im Umgang mit diesen Stoffen besteht oft akute Explosionsgefahr. Die eingesetzten Spritzbrenner sind zudem im Betrieb, also während der Beschichtung sehr laut. Auch die durch die Verbrennung entstehenden Reaktionsgase müssen aufwendig abgesaugt werden. Alles in allem sind hohe Sicherheitsvorschriften hinsichtlich des Arbeitsschutzes und der Arbeitssicherheit für das Bedienpersonal derartiger Beschichtungsanlagen nötig, um Unfälle zu vermeiden. Zudem sind vergleichsweise hohe kinetische Drücke nötig, um den aufgeschmolzenen Spritzzusatzwerk-

stoff zu höheren Ausbringungsraten des Spritzzusatzwerkstoffs hin auf das zu beschichtende Substrat zu beschleunigen. D.h. es muss mehr Spritzzusatzwerkstoff pro Zeiteinheit gefördert werden. Eine höhere Zufuhr an Spritzzusatzwerkstoff bedingt also grundsätzlich mehr Spritzzusatzwerkstoff. Insbesondere muss hier eine leistungsmäßig höher dimensionierte Absaugung nicht aufgeschmolzener oder vom Substrat abgeprallter Partikel an Spritzzusatzwerkstoff erfolgen. Die erhöhte Ausbringungsraten zieht also wiederum gleichermaßen einen erhöhten Energieverbrauch nach sich. Zudem kommt, dass das thermische Spritzen aufgrund der schlechten Auftragseffizienz des Spritzzusatzwerkstoffs hinsichtlich der pro Beschichtungsgang ( $\mu\text{m}$  pro Hub) erzielbaren Schichtdicke und dem Prozentanteil des auf der Walze verbleibenden Spritzzusatzwerkstoffs kein ökonomisches und auch kein ökologisches Verfahren darstellt.

**[0005]** Ferner sind einerseits die herkömmlichen thermisch gespritzten Beschichtungen mit dem beschichteten Substrat, wie dem Trockenzylinder, lediglich mechanisch verklammert. Daher sind die so erhaltenen Beschichtungen infolge "nur" einer solchen Verklammerung nicht besonders korrosionsbeständig. Dies ist besonders kritisch beim Einsatz von Chemikalien, wie eingangs erläutert. Auch die bisher eingesetzten Werkstoffe der Beschichtungen erreichen zwar enorme Abriebsbeständigkeit, sind jedoch wenig duktil und vergleichsweise spröde. Die Beschichtungen können sich daher vom Substrat lösen. Andererseits mussten bisher ältere, an die Grenzen der Lebensdauer stoßende Trockenzylinder ausgemustert werden. Der Grund hierfür ist, dass die bestehende, verschlissene Beschichtung vor einer Wiederbeschichtung entfernt werden muss. Dazu wird der Trockenzylinder in der Regel bis auf den Walzenkern, auf dem die Beschichtung aufgebracht ist, heruntergeschliffen. Dadurch wird die Wandung derartiger Trockenzylinder von Beschichtung zu Beschichtung immer dünner. Besonders problematisch ist dies für mit Öl oder Dampf beheizte oder beheizbare Trockenzylinder. Denn für diese gelten in der Regel dieselben Sicherheitsvorschriften wie für Druckbehälter. Ein Unterschreiten der Wandungsstärke unterhalb eines Mindestwerts hat daher oft die Ausmusterung derartiger Trockenzylinder zur Folge. Mit den bisherigen thermisch gespritzten Beschichtungen konnte aufgrund der vergleichsweise hohen Sprödigkeit dieser eine Ausmusterung der Trockenzylinder nicht verhindert werden.

**[0006]** EP 1 770 209 A1 betrifft das Auftragen und Abtragen eines Kreppmediums genannt Beschichtung auf einen Trockenzylinder gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 8.

**[0007]** WO 2016/071299 A1 beschreibt die Ausbringung eines Spritzzusatzwerkstoffs durch Aufschmelzen mittels Laserquelle auf eine Zylinderoberfläche.

**[0008]** Die vorliegende Erfindung betrifft derartige gattungsgemäße Gegenstände.

**[0009]** Es ist dementsprechend Aufgabe der Erfin-

dung, ein alternatives Verfahren zur Beschichtung eines Trockenzylinders anzugeben, das insbesondere die Nachteile konventioneller, thermisch gespritzter Beschichtungen vermeidet.

**[0010]** Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Beschichtung eines Trockenzylinders mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0011]** Gemäß der vorliegenden Erfindung erfolgt die Beschichtung innerhalb der Trockenvorrichtung selbst. Dies bedeutet, dass der Trockenzylinder innerhalb der Begrenzung der Trockenvorrichtung (z.B. innerhalb dessen Gehäuses) selbst, also ohne diesen aus der Trockenvorrichtung herausnehmen zu müssen, in der Trockenvorrichtung (wieder-) beschichtet wird. Dabei erfolgt die Beschichtung des Trockenzylinders bevorzugt in einem Nicht-Betriebszustand der Trockenvorrichtung. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass die dazu nötige Beschichtungsanlage ebenfalls zumindest temporär innerhalb der Begrenzung der Trockenvorrichtung angeordnet ist oder in eine solche Position bringbar ist. Anders ausgedrückt besteht dann zumindest temporär ein System aus einer Trockenvorrichtung und der Beschichtungsanlage.

**[0012]** Wenn gemäß der vorliegenden Erfindung die Rede davon ist, dass das Aufschmelzen zumindest des ausgebrachten Spritzzusatzwerkstoff mittels eines Strahls erfolgt, dann ist damit gemeint, dass der Strahl - im Sinne eines Laserspritzens - einerseits nur den Spritzzusatzwerkstoff aufzuschmelzen vermag oder andererseits, dass die Strahlquelle derart eingerichtet ist, dass der Strahl - im Sinne des Lasercladdings - neben dem Spritzzusatzwerkstoff auch gleichzeitig das zu beschichtenden Substrat, also z.B. die Mantelfläche des zu beschichtenden Trockenzylinders bzw. den Walzenkörper aufzuschmelzen vermag. Die Strahlquelle kann hierzu z.B. hinsichtlich ihrer Leistung (z.B. Streckenenergie), Strahlgeometrie, oder Fokussierung des Strahls entsprechend einstellbar sein. Anders ausgedrückt könnte man im Falle des Lasercladdings unter nachfolgenden Voraussetzungen auch sagen: Sind das zu beschichtende Substrat, z.B. der Walzenkörper (bzw. die Mantelfläche des zu beschichtenden Trockenzylinders) und die darauf aufzubringende Beschichtung wenigstens teilweise aus einem Metall, dann können diese infolge des Lasercladdings eine Legierung bilden: Denn die Energie oder Leistung der Strahlquelle kann so bemessen sein, dass die Temperatur der Schmelze aus beiden aufgeschmolzenen Metalle oberhalb der höchsten auftretenden Temperatur der Liquiduslinie in einem Zustandsdiagramm einer aus diesen beiden Metallen zu bildenden Legierung liegt.

**[0013]** Eine Strahlquelle ist für das Lasercladding eingerichtet ist, wenn sie im Stande ist die Mantelfläche, z. B. den Walzenkern, die darauf angeordnete Haft- oder Funktionsschicht bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Beschichtung teilweise aufzuschmelzen.

**[0014]** Mit Ausbreitungsrichtung ist die räumliche Richtung des Strahls, die von der Strahlquelle weg hin auf

die zu beschichtende Mantelfläche verläuft, gemeint. Sie kann durch räumliche Vektoren in einem z.B. kartesischen Koordinatensystem beschrieben werden. Falls der Strahl nach dem Verlassen der Strahlquelle in Richtung auf die zu beschichtende Mantelfläche umgelenkt wird, dann ist unter dem Begriff Ausbreitungsrichtung der tatsächlich zurückgelegte Weg (Strahlengang) des Strahls gemeint.

**[0015]** Die Trockenvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung trocknet und/oder glättet im bestimmungsgemäßen Betrieb (Betriebszustand) eine Faserstoffbahn. Sie kann Teil einer eingangs genannten Maschine zur Herstellung und/oder Veredelung einer Faserstoffbahn wie einer Papier-, Karton- oder Tissuebahn sein. Dazu weist sie zumindest einen Trockenzylinder auf. Bevorzugt ist eine Mehrzahl Trockenzylindern vorgesehen. Diese sind in Laufrichtung der zu trocknenden und/der zu glättenden, durch sie verlaufenden Faserstoffbahn hinsichtlich ihrer Längsachsen parallel zueinander beabstandet angeordneten. Im letztgenannten Fall umschlingt die Faserstoffbahn jeweils abwechselnd in Laufrichtung gesehen jeden einzelnen Trockenzylinder in einem entsprechenden Umschlingungsbereich.

**[0016]** Im bestimmungsgemäßen Betrieb ist also der zumindest eine Trockenzylinder von der Faserstoffbahn wenigstens teilweise umschlungen. Unter Trockenzylinder im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ein beheizbarer oder beheizter Trockenzylinder, wie Yankee-Zylinder gemeint. Unter den Begriff Trockenzylinder kann jedoch auch eine Kalandervalze fallen. Ein fabrikneuer, erstmalig hergestellter Trockenzylinder weist in der Regel einen Walzenkern und eine unmittelbar darauf aufgebrachte Beschichtung auf. Die Beschichtung verschleißt mit der Zeit, sodass eine Wiederbeschichtung nötig wird. Wenn gemäß der Erfindung also von Trockenzylinder die Rede ist, ist damit stets ein Trockenzylinder mit einem Walzenkern und einer (neuen oder bestehenden, z.B. teilweise verschlissenen) Beschichtung gemeint. Derartige Trockenzylinder zur Behandlung einer Faserstoffbahn messen sowohl in Länge als auch im Durchmesser mehrere Meter.

**[0017]** In einem Nicht-Betriebszustand der Trockenvorrichtung, also bei Außerbetriebnahme der Trockenvorrichtung beispielsweise mit dem Ziel der Wartung, ist eine Trocknung und/oder Glättung der Faserstoffbahn nicht möglich. Die Faserstoffbahn wird nicht mehr um den Trockenzylinder herum geführt und umschlingt diesen nicht mehr. Die erfindungsgemäße Beschichtung des Trockenzylinders wird im Nicht-Betriebszustand der Trockenvorrichtung durchgeführt. In diesem Zustand weist die erfindungsgemäße Beschichtungsanlage ihren bestimmungsgemäßen Zustand (Betriebszustand der Beschichtungsanlage) auf. Hingegen befindet sich die Beschichtungsanlage ihrerseits in einem Nicht-Betriebszustand, wenn die Trockenvorrichtung sich in ihrem Betriebszustand befindet. Beschichtungsanlage und Trockenvorrichtung werden jeweils in ihrem bestimmungsgemäßen Betrieb gesehen somit gegenläufig zueinander

betrieben.

**[0018]** Im Umschlingungsbereich steht die Faserstoffbahn während des Betriebszustands der Trockenvorrichtung direkt oder indirekt (z.B. über eine Bespannung) in Kontakt mit dem Trockenzylinder. Die Faserstoffbahn läuft in derselben Drehrichtung des um dessen Längsachse drehangetriebenen Trockenzylinders zusammen mit diesem um. Bei der erfindungsgemäßen Trockenvorrichtung ist der Umschlingungsbereich jener Abschnitt des Kreisbogens des Trockenzylinders - jeweils ausgehend von einem ruhenden Betrachter der in Seitenansicht auf die Drehachse des Trockenzylinders schaut - der von der Faserstoffbahn (wenigstens teilweise) umschlungen wird. Der Umschlingungsbereich kann von zwei Abnahmestellen, an denen die Faserstoffbahn im bestimmungsgemäßen Betrieb des Trockenzylinders einerseits auf den Trockenzylinder aufgegeben und andererseits wieder von ihm abgenommen wird, begrenzt werden. Die wenigstens eine Abnahmestelle kann von einem Pressnip gebildet werden, die eine Presswalze und der Trockenzylinder miteinander ausbilden. Eine der beiden Abnahmestellen kann auch durch einen Kreppschaber gebildet werden, der an die Mantelfläche des Trockenzylinders - bei Ausbildung des Trockenzylinders als Yankee-Zylinder - gedrückt wird, um die Faserstoffbahn von dem Trockenzylinder abzunehmen (zu krep-  
pen).

**[0019]** Ein sich außerhalb des Umschlingungsbereichs der Faserstoffbahn befindlicher Bereich des Trockenzylinders wird nachfolgend auch Beschichtungsausbringungsbereich genannt. Im Beschichtungsausbringungsbereich ist die Faserstoffbahn nicht im Kontakt mit dem Trockenzylinder. Es ist - in Draufsicht auf die Längsachse des Trockenzylinders gesehen - z.B. jener verbleibende Teil des Kreisbogens des Trockenzylinders, der sich bevorzugt nach Abzug des durch den Umschlingungsbereich begrenzten Teilkreisbogens vom Vollkreis des Trockenzylinders ergibt, jeweils in der genannten Seitenansicht gesehen. Zum Beispiel kann der Beschichtungsausbringungsbereich jener Bereich sein, der dem Kreisbogen entspricht, der in Drehrichtung des Trockenzylinders gesehen von der Faserstoffbahn überstrichen wird. Dies ist in der Regel - in der genannten Draufsicht gesehen - der Kreisbogen, der in Drehrichtung des Trockenzylinders zwischen den beiden oben genannten Abnahmestellen (Pressnip und Kreppschaber) aufgespannt wird. Die Faserstoffbahn wird ihrer Länge nach durch die Trockenvorrichtung geführt wird. Sie stützt sich über ihrer gesamten Breite im Umschlingungsbereich am Trockenzylinder ab. Ausgehend hiervon entspricht gemäß der vorgenannten Draufsicht eines stehenden Betrachters auf die Längsachse des Trockenzylinders der Umschlingungsbereich folglich - in Umfangsrichtung gesehen - einem Teil der vollen Mantelfläche des Trockenzylinders. Hingegen entspricht der Beschichtungsausbringungsbereich der Differenz des Teils der vom Umschlingungsbereich aufgespannten Mantelfläche von der vollen Mantelfläche des Trockenzylinders. Der Be-

schichtungsausbringungsbereich ist auch jener räumliche Bereich, auf den der Strahl im bestimmungsgemäßen Betrieb der Beschichtungsanlage gerichtet ist bzw. mit diese die erfindungsgemäße Beschichtung auf den Trockenzylinder aufgebracht wird. Durch diese Anordnung der Beschichtungsanlage innerhalb der Trockenvorrichtung ergibt sich der Vorteil, dass die Beschichtungsanlage auch in ihrem Nicht-Betriebszustand (also im Betriebszustand der Trockenvorrichtung) innerhalb der Trockenvorrichtung verbleiben kann, ohne dass sie die Behandlung der Faserstoffbahn stört. Hierdurch entfallen entsprechende Umbauarbeiten, welche zu einem Stillstand der Trockenvorrichtung führen würden, wodurch die Betriebskosten der Trockenvorrichtung reduziert werden. Andererseits ist für eine spätere Wiederbeschichtung die Beschichtungsanlage wieder sofort einsetzbar.

**[0020]** Unter einer Faserstoffbahn im Sinne der Erfindung ist ein Gelege bzw. Gewirre von Fasern, wie Cellulosefasern, Kunststofffasern, Glasfasern, Kohlenstofffasern, Zusatzstoffen, Additiven oder dergleichen zu verstehen. So kann die Faserstoffbahn beispielsweise als Papier-, Karton- oder Tissuebahn ausgebildet sein. Sie kann im Wesentlichen Cellulosefasern umfassen, wobei geringe Mengen anderer Fasern oder auch Zusatzstoffe und Additive vorhanden sein können. Dies bleibt je nach Einsatzfall dem Fachmann überlassen.

**[0021]** Die erfindungsgemäße Beschichtung ist bevorzugt dauerhaft ausgeführt. Eine dauerhafte Beschichtung im Sinne der Erfindung ist eine im Betriebszustand der Trockenvorrichtung im festen Zustand (erstarrte) und bevorzugt einteilig mit dem Trockenzylinder ausgeführte Beschichtung. Nicht unter den Begriff dauerhaft fallen somit im Betriebszustand der Trockenvorrichtung in flüssiger oder pastöser Form, nicht einteilig mit dem Trockenzylinder (dauerhaft) verbundene temporäre Beschichtungen wie Anstriche, Lasuren oder Lacke, die z. B. durch chemische Bindung an dem Trockenzylinder (temporär) haften. Vielmehr ergibt sich erfindungsgemäß infolge des Lasercladding eine stoffschlüssige Verbindung (Legierung) zwischen Trockenzylinder bzw. dessen Walzenkern und der Beschichtung. Dauerhaft bedeutet auch, dass die Beschichtung über deren Lebensdauer im Betriebszustand der Trockenvorrichtung gesehen fest mit dem Trockenzylinder bzw. dessen Walzenkern verbunden bleibt, und das über eine Vielzahl von Umdrehungen des Trockenzylinders. Dauerhaft bedeutet also, dass über die Lebensdauer gesehen nicht nach jeder vollen Umdrehung des Trockenzylinders die Beschichtung neu aufgebracht werden muss. Die Beschichtung kann derart ausgewählt sein, dass sie eine derart verhältnismäßig hohe Abriebsbeständigkeit gegen mit ihr in Reibschluss tretende Gegenstände, wie die Faserstoffbahn, eine die Faserstoffbahn tragende Bespannung oder ein an der Mantelfläche des Trockenzylinders anliegender Reinigungs- oder Kreppschaber aufweist. Die Abriebsbeständigkeit kann so hoch gewählt sein, dass im bestimmungsgemäßen Betriebszustand der

Trockenvorrichtung mit der Beschichtung des Trockenzyinders eine Lebensdauer von mehreren hundert Stunden erzielt wird. Und dies ohne, dass die Beschichtung erneuert werden muss.

**[0022]** Das erfindungsgemäße Beschichten erfolgt innerhalb der Trockenvorrichtung, also in-situ. Letzteres kann bedeuten, dass die Beschichtung des Trockenzyinders bevorzugt innerhalb der geometrischen Begrenzung der Trockenvorrichtung, innerhalb der Gehäusewandung der Trockenvorrichtung erfolgt. Eine erfindungsgemäße Beschichtungsanlage ist z.B. entsprechend innerhalb der Gehäusewandung der Trockenvorrichtung untergebracht. Dies hat den Vorteil, dass der Trockenzyinder zu dessen Wiederbeschichtung nicht aus der Trockenvorrichtung ausgebaut werden muss. Er verbleibt vielmehr an seinem Platz, den er im Betriebszustand der Trockenvorrichtung ohnehin einnimmt.

**[0023]** Unter Werkstoff im Sinne der vorliegenden Erfindung wird grundsätzlich das Ausgangsmaterial, aus dem die Beschichtung, z.B. die Haft- oder Funktionsschicht hergestellt werden soll, verstanden. Dabei ist unter Spritzzusatzwerkstoff jenes Ausgangsmaterial gemeint, das zum Zwecke der Herstellung der entsprechenden Schicht auf das zu beschichtende Substrat (hier den Walzenkern bzw. die Mantelfläche des Trockenzyinders) aufgebracht wird.

**[0024]** Mit Hauptausbringungsrichtung des Spritzzusatzwerkstoffs ist jene Richtung gemeint, welche der (statistisch am häufigsten auftretenden) Hauptbewegungskomponente des der Mantelfläche des Trockenzyinders zugeführten Spritzzusatzwerkstoffs entspricht. Im Falle von Pulvern ist es die vorherrschende Richtung des Großteils der Teilchen des Spritzzusatzwerkstoffs bei für die Spritztechnik üblichen Spritzbrennern zum erfindungsgemäßen Laser- oder Elektronenstrahlbeschichten, die entsprechend bekannte räumliche Verteilungen der aus ihnen ausgebrachten Teilchen aufweisen. Die Hauptbewegungskomponente eines so beschleunigten Teilchens an Spritzzusatzwerkstoff ist in einem kartesischen Koordinatensystem jene der drei räumlichen Bewegungskomponenten des Teilchens, die den größten Betrag aufweist.

**[0025]** Der Begriff "im Wesentlichen entgegen der Schwerkraft" soll heißen, dass die Ausbreitungsrichtung des Strahls und/oder die Hauptausbringungsrichtung des Spritzzusatzwerkstoffs derart gewählt ist/sind, dass sie der Schwerkraft entgegengesetzt ist/sind, auch hinsichtlich nur einer Bewegungskomponente. Letzteres bedeutet, dass der kleinste Winkel, z.B. der von Ausbreitungsrichtung des Strahls und/oder Hauptausbringungsrichtung und Schwerkraft eingeschlossen wird, zwischen  $0^\circ$  und  $\leq 90^\circ$  bevorzugt zwischen  $0^\circ$  und  $45^\circ$  beträgt. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass zwei jeweils in z.B. Hauptausbringungsrichtung und Schwerkraft verlaufende Geraden ein kleinsten Winkel zwischen sich einschließen, der zwischen  $0^\circ$  und kleiner  $90^\circ$  bzw.  $0^\circ$  und  $45^\circ$  liegt, bei jeweils gegenläufigen Richtungen von Hauptausbrin-

gungsrichtung und Schwerkraft gesehen. Gleiches gilt für die Ausbreitungsrichtung des Strahls entsprechend. Bezogen auf die Beschichtungsanlage kann diese relativ zu der Trockenvorrichtung derart angeordnet oder eingerichtet sein, dass diese in ihrer für den Betrieb der Beschichtungsanlage vorgesehenen Einbauposition (Einbaulage) den Spritzzusatzwerkstoff in Hauptausbringungsrichtung auf den genannten Beschichtungsbereich beschleunigt. Anders umschrieben bedeutet der erfindungsgemäße Begriff, dass der Strahl (in seiner Verlängerung in Ausbreitungsrichtung) und/oder der Spritzzusatzwerkstoff stets unterhalb der Drehachse des Trockenzyinders auf die Mantelfläche desselben auftrifft/auftreffen.

**[0026]** Mit dem Begriff Funktionsschicht im Sinne der vorliegenden Erfindung ist eine Schicht gemeint, welche direkt mit der Faserstoffbahn oder indirekt, beispielsweise über eine zwischen Faserstoffbahn und Funktionsschicht liegende Transportbänder, wie auf ihnen umlaufende Bspannungen oder Siebe, in Kontakt kommt. Die Funktionsschicht weist damit Eigenschaften auf, die besonders Korrosion und Abrieb in höchstem Maße vermindern.

**[0027]** Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird unter Haftschrift eine Schicht verstanden, welche der Haftvermittlung zwischen einerseits dem Walzenkern und einer Funktionsschicht dient.

**[0028]** Damit sind sowohl Haftschrift als auch Funktionsschicht Teil der auf den Trockenzyinder aufgetragenen, bevorzugt dauerhaften im Festzustand vorliegenden Beschichtung, die bei der Herstellung sukzessive auf den Walzenkern aufgebracht wird. Funktions- und/oder Haftschrift können dabei aus einer Mehrzahl von Einzelschichten aufgebaut sein.

**[0029]** Grundsätzlich wird im Sinne der Erfindung unter Substrat - je nach Stadium der hergestellten Beschichtung - bevorzugt das radial äußerste, unmittelbar zu beschichtende Material, wie der Walzenkern, die Haftschrift, die Funktionsschicht oder wo dies Sinn macht, eine Kombination hiervon verstanden.

**[0030]** Bei dem Begriff Legierungsbereich wird eine infolge des Aufschmelzens (mit anschließendem Abkühlen) zumindest zweier wenigstens teilweise metallischer Werkstoffe erhaltene metallische Bindung zwischen diesen unter Ausbildung eines kristallinen Gitters verstanden. Beispielsweise kann die aufgetragene Beschichtung eine metallische Verbindung mit dem Walzenkern des Trockenzyinders bilden. Ferner können die Werkstoffe der Haftschrift und des Walzenkerns so ausgewählt sein, dass sie einen solchen Legierungsbereich bilden, wenn sie bei der Herstellung der Beschichtung infolge von Aufschmelzen durch Wärmezufuhr nach dem Erstarren miteinander bilden. Grundsätzlich können die Werkstoffe der Haftschrift und der Funktionsschicht derart gewählt sein, dass diese keinen solchen Legierungsbereich miteinander ausbilden.

**[0031]** Mit Strahlquelle ist eine Quelle gemeint, die kohärentes Licht oder Teilchen, wie Elektronen, emittiert,

welches/welche zu einem Strahlenbündel fokussiert werden kann/können. Strahlenquellen im Sinne der Erfindung sind damit Laser und Elektronenstrahlquellen. Laser verschiedener Typen wie CO<sub>2</sub>-Laser, HDPL (High Power Diode Laser) oder DDL (Direct Diode Laser) oder Kombinationen hiervon sind möglich.

**[0032]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird unter dem Begriff Lasercladding oder einem diesen gleich kommenden Verfahren ein Beschichtungsverfahren verstanden, mittels welchem es möglich ist die zu beschichtende Oberfläche - also das Substrat - selbst (zumindest oberflächennah) anzuschmelzen. Ein solch hoher Wärmeintrag ist bei den bekannten thermischen Spritzverfahren selbst, wie beispielsweise dem Flamm-, Hochgeschwindigkeitsflam-, Lichtbogen-, oder Plasmaspritzen, der zur An- oder Aufschmelzung des Substrats führt, nicht möglich. Ein An- oder Aufschmelzen beim Lasercladding kann beispielsweise durch Zufuhr von thermischer Energie zu dem zu beschichtenden Substrat erfolgen und kann bevorzugt durch Strahlung, wie Laserstrahlung verwirklicht werden. So wird grundsätzlich beim Lasercladding in den Strahlengang des Lasers der Werkstoff der Haft- oder Funktionsschicht (Spritzzusatzwerkstoff) eingebracht, aufgeschmolzen und auf das Substrat aufgebracht. Gleichzeitig schmilzt der Laserstrahl die Oberfläche des Substrats hinsichtlich der radialen Dicke zumindest teilweise an. Der Vorteil dieses Verfahrens ist, wenn es vor allem für beheizte oder beheizbare Trockenzylinder eingesetzt wird, dass die Lebensdauer des Trockenzylinders verlängert werden kann. Denn mittels des Lasercladdings kann bei entsprechender Wahl des Spritzzusatzwerkstoffs - z.B. das gleiche Material wie das des Walzenkerns (oder ein dazu kompatibles Material) - die Wandstärke eines eigentlich ausgedienten Trockenzylinders wieder aufgebaut werden. Ist z.B. der Werkstoff des Walzenkerns des Trockenzylinders zumindest teilweise ein Metall z.B. Stahl oder Gusseisen, so kann der Spritzzusatzwerkstoff entsprechend gewählt sein und auch zumindest teilweise ein solches Metall sein. Der Spritzzusatzstoff und das Substrat, hier der Walzenkern des Trockenzylinders, werden zusammen aufgeschmolzen, vermischen sich und bilden nach deren Abkühlung eine Art Schweißraupe (Auftragslage) miteinander aus. So kann die Wanddicke eines alten, benutzten Trockenzylinders wieder gesteigert werden, sodass dieser wieder den Sicherheitsanforderungen an Druckbehälter entspricht. Hiernach kann dieser wiederum entsprechend gemäß der Erfindung beschichtet werden. Obwohl der Begriff Lasercladding den Einsatz eines Lasers als Strahlquelle impliziert, ist auch die Verwendung eines einen Elektronenstrahls emittierenden Strahlquelle denkbar.

**[0033]** Ein weiterer Vorteil der Beschichtung eines Trockenzylinders gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ist, dass nunmehr auf einen hochexplosiven Brennstoffs in Gasform, wie Sauerstoff oder Wasserstoff, verzichtet werden kann. Denn sowohl das Aufschmelzen des Substrats als auch des Spritzzusatzwerkstoffs er-

folgt nun alternativ mittels Laserstrahl. Dadurch kann einerseits die Lautstärke des Beschichtungsverfahrens im Gegensatz zu den bisherigen bekannten thermischen Spritzverfahren mit Brennern erheblich reduziert werden. Andererseits sind keine verhältnismäßig hohen Anforderungen an die Absaugung der Reaktionsgase sowie der Überreste des Spritzzusatzwerkstoffs mehr erforderlich, denn es kann mit vergleichsweise niedrigeren Ausbringungsraten gearbeitet werden, sodass weniger Spritzzusatzwerkstoff pro Zeiteinheit gefördert werden kann. Somit gelangt weniger Spritzzusatzwerkstoff, der nicht aufgeschmolzen wird, in die Trockenvorrichtung, sodass auch der Reinigungsaufwand nach einer solchen Beschichtung erheblich reduziert werden kann.

**[0034]** Eine sukzessive Herstellung der Beschichtung erfolgt dann, wenn die gesamte Mantelfläche des Trockenzylinders nach und nach, beispielsweise in einer kontinuierlichen Spirallinie beschichtet wird. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Fläche, über die der Wärmeintrag erfolgt, deutlich kleiner ist, als die gesamte zu beschichtende Fläche des Trockenzylinders. Dies ist bei den gattungsgemäßen Trockenzylindern, wenn sie beispielsweise in einer Papiermaschine eingesetzt werden, grundsätzlich der Fall. Denn hier ist der ausgebrachte Spritzzusatzwerkstoffvolumenstrom in Breitenrichtung gesehen geringer als die Gesamtbreite des Trockenzylinders.

**[0035]** Zur Verbesserung der Haftung der Funktionsschicht auf dem Walzenkern des Trockenzylinders kann gemäß einer Ausführungsform die Funktionsschicht auf eine in Radialrichtung darunterliegende Haftschrift aufgebracht werden. Die Haftschrift kann dann mit dem Walzenkern bei entsprechender Werkstoffpaarung von Walzenkern und Haftschrift einen Legierungsbereich mit dem Walzenkern ausbilden. Andererseits kann bei der anschließenden Herstellung der Funktionsschicht die in Radialrichtung gesehen unmittelbar darunterliegende Haftschrift wenigstens teilweise aufgeschmolzen werden, sodass Funktionsschicht und Haftschrift im Bereich ihres Übergangs wiederum miteinander einen Legierungsbereich ausbilden.

**[0036]** Die Funktionsschicht und/oder die Haftschrift können aus einer Mehrzahl von Einzelschichten aufgebaut sein. Der Spritzzusatzwerkstoff zur Herstellung der einzelnen Funktionsschichten und/oder Haftschriften kann untereinander derart ausgewählt sein, dass sich die Schichten unterscheiden. Dadurch können besonders auf den gewünschten Anwendungsfall zugeschnittene Beschichtungen erzielt werden.

**[0037]** Der Spritzzusatzwerkstoff zur Herstellung der Funktionsschicht kann zumindest teilweise ein Metall oder eine technische Keramik, wie Oxidkeramik sein. Die Oxidkeramik enthält Metalloxide, die ausgewählt sind aus Chromoxid (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Titanoxid (TiO<sub>2</sub>), Aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Zirkoniumoxid (ZrO<sub>2</sub>), Siliziumoxid (SiO<sub>2</sub>), Yttriumoxid (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) oder Mischungen daraus. Dadurch kann eine besonders abrasionsbeständige Beschichtung angegeben werden.

**[0038]** Der Spritzzusatzwerkstoff zur Herstellung der Haftschrift kann zumindest teilweise ein Metall und bevorzugt eine Nickel-Aluminium-Legierung sein, bevorzugt mit einem Mischungsverhältnis von 95% Nickel und 5% Aluminium, jeweils bezogen auf das Gewicht der Mischung. Dieser Werkstoff bzw. Mischungsverhältnis ermöglicht eine besonders duktil reagierende Beschichtung, was für den genannten Anwendungszweck der Erfindung wichtig ist.

**[0039]** Der Beschichtungsanlage kann ein eigener Antrieb zugeordnet sein, um den zu beschichtenden Trockenzylinder zumindest während der Beschichtung und bevorzugt auch während der bevorzugt spanenden Oberflächenbearbeitung an seiner Einbauposition in der Trockenvorrichtung drehanzutreiben. Dies hat den Vorteil, dass eine Beschichtung autark und ohne den bestehenden Antrieb des Trockenzylinders erfolgen kann. Dies kann dann wichtig sein, wenn die Beschichtung des Trockenzylinders bei gleichzeitiger Wartung des Antriebs der Trockenvorrichtung erfolgen soll. Dies hat den Vorteil, dass der Trockenzylinder nicht ausgebaut werden muss.

**[0040]** Der Beschichtungsanlage kann eine Einrichtung zur Oberflächenbearbeitung der Mantelfläche des Trockenzylinders, bevorzugt zum Entfernen einer bestehenden Beschichtung des Trockenzylinders oder zum Bearbeiten der erfindungsgemäß hergestellten Beschichtung, zugeordnet sein. Der Vorteil hiervon ist, dass auch die genannte Bearbeitung der Beschichtung leicht in-situ in der Trockenvorrichtung erfolgen kann, ohne dass der Trockenzylinder hierzu aus der Trockenvorrichtung entfernt werden muss.

**[0041]** Ferner betrifft die Erfindung eine Beschichtungsanlage sowie ein System aus Beschichtungsanlage und Trockenvorrichtung und ein Verfahren zum Umrüsten oder Herstellen einer Trockenvorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Das Umrüsten erfolgt dabei im Nicht-Betriebszustand der Trockenvorrichtung. Durch das Umrüsten wird das erfindungsgemäße System aus Beschichtungsanlage und Trockenvorrichtung hergestellt. Wird das Umrüsten durch Entfernen der Beschichtungsanlage aus der Trockenvorrichtung rückgängig gemacht, so wird das System aus Beschichtungsanlage und Trockenvorrichtung wieder aufgelöst. Die Beschichtungsanlage kann damit lediglich temporär und bevorzugt für die Dauer der Beschichtung bzw. Oberflächenbehandlung innerhalb der Trockenvorrichtung verbleiben. Dies ist besonders einfach und mit wenig Aufwand durchführbar, wenn die Beschichtungsanlage lösbar mit der Trockenvorrichtung verbindbar ausgeführt ist. Dazu kann gemäß einer Ausführungsform die Beschichtungsanlage Mittel umfassen, um lösbar mit der zu beschichtenden Trockenvorrichtung verbindbar zu sein. Diese Mittel können derart eingerichtet sein, dass die Beschichtungsanlage im direkten Kontakt mit der Trockenvorrichtung, z.B. an einem Bauteil der Trockenvorrichtung abgestützt oder befestigt ist, oder sich indirekt z.B. über den Boden, auf dem die Trockenvorrichtung

steht an letzterer abstützt. Diese Mittel können z.B. Traversen sein, auf denen die Beschichtungsanlage entlang der Längsachse des zu beschichtenden Trockenzylinders verschiebbar angeordnet ist.

**[0042]** Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung eine Maschine zur Herstellung und/oder Veredelung einer Faserstoffbahn wie einer Papier-, Karton- oder Tissuebahn umfassend eine Beschichtungsanlage sowie ein System aus Beschichtungsanlage und Trockenvorrichtung. Diese Maschine wird jedoch nicht von den Patentsprüchen erfasst.

**[0043]** Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

**[0044]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ohne Einschränkung der Allgemeinheit näher beschrieben. In den Figuren zeigen:

Fig. 1a und 1b eine stark schematisierte Darstellung zweier für die Erfindung geeigneter Trockenvorrichtungen in Seitenansicht, deren Trockenzylinder beschichtet werden können;

Fig. 2a und 2b eine Weiterbildung der Ausführungsform des Gegenstand der Fig. 1a;

Fig. 3 eine stark schematisierte Draufsicht auf ein System aus Trockenvorrichtung und Beschichtungsanlage;

Fig. 4 eine Ausführungsform in einer stark schematisierten, geschnittenen Ansicht durch eine erfindungsgemäße Beschichtung.

**[0045]** Fig. 1a und 1b zeigen zwei Ausführungsformen der Erfindung in einer schematischen Seitenansicht eines Betriebszustands der Trockenvorrichtung. In beiden Figuren ist jeweils ein Teil einer Trockenvorrichtung einer Maschine zur Herstellung und/oder Veredelung einer Faserstoffbahn F, wie einer Papier-, Karton- oder Tissuebahn, dargestellt. In beiden Fällen wird die Faserstoffbahn F in der Maschine formiert, entwässert und zu deren Trocknung und/oder Glättung anschließend an die Trockenvorrichtung übergeben.

**[0046]** In Fig. 1a ist der Trockenzylinder 1 als Yankee-Zylinder ausgeführt. Die in der Maschine formierte Faserstoffbahn F wird hier von einem Transportband mittels einer Presswalze 10 an einer ersten Abnahmestelle an die Trockenvorrichtung übergeben. Die erste Abnahmestelle wird hier durch einen Pressnip gebildet, den die Presswalze 10 und der Trockenzylinder 1 miteinander ausbilden. Der Trockenzylinder 1 ist beheizt ausgeführt. Ferner ist ihm eine Trockenhaube 11 zugeordnet, um die Faserstoffbahn F zusätzlich zu trocknen. Nachdem die Faserstoffbahn F die Trockenhaube 11 verlassen hat, wird sie an einer zweiten Abnahmestelle vom Trockenzylinder 1 abgenommen. Dies erfolgt durch in diesem

Fall durch einen Kreppschaber 12, der an die Mantelfläche des Trockenzylinders gedrückt wird. Der Kreppschaber 12 ist in Laufrichtung der Faserstoffbahn F durch die Trockenvorrichtung (bzw. in Drehrichtung der Trockenzylinders 1) gesehen hinter der Presswalze 10 angeordnet. In der weiteren Folge wird die gekreppte Faserstoffbahn F aufgewickelt. Die Faserstoffbahn ist in der Blickrichtung in Figur 1a somit stets nur innerhalb des gestrichelt dargestellten Umschlingungsbereichs in direktem Kontakt mit dem sich drehenden Trockenzylinder bzw. seiner Mantelfläche. Anders ausgedrückt wird der Umschlingungsbereich somit in Drehrichtung des Trockenzylinders von der ersten Abnahmestelle und der zweiten Abnahmestelle begrenzt.

**[0047]** Gemäß der Fig. 1b wird die Faserstoffbahn F über mehrere, in Laufrichtung der Faserstoffbahn F hintereinander angeordnete Trockenzylinder 1 geführt. Letztere sind hinsichtlich ihrer Längsachsen parallel und beanstandet zueinander angeordnet. Im vorliegenden Fall sind die direkt zueinander benachbarten Trockenzylinder horizontal als auch vertikal voneinander beabstandet. In der Regel kommt die Faserstoffbahn F nicht direkt mit den Trockenzylindern 1 in Kontakt, sondern wird von einer (nicht dargestellten) Bespannung getragen. In diesem Fall liegt die Bespannung direkt auf dem jeweiligen Trockenzylinder 1 auf. Auch hier umschlingt die Faserstoffbahn F in jeweils einem Umschlingungsbereich (gestrichelt dargestellt) teilweise den jeweiligen Trockenzylinder 1.

**[0048]** Die Erfindung wird nun anhand der Ausführungsform der Fig. 1a näher erläutert. Prinzipiell gelten die gemachten Ausführungen auch auf die Ausführungsform der Fig. 1b entsprechend. Dazu sind in der Fig. 2a der Betriebszustand und in Fig. 2b der Nicht-Betriebszustand der Trockenvorrichtung dargestellt. Im letztgenannten Fall durchläuft die Faserstoffbahn F nicht, wie dies in Fig. 2a gezeigt ist, den Trockenzylinder 1. Vielmehr ist lediglich der Weg, den die Faserstoffbahn F im Betriebszustand der Trockenvorrichtung zurücklegt, gestrichelt angedeutet.

**[0049]** Um den Trockenzylinder 1 zu beschichten, ohne diesen aus der Trockenvorrichtung zu entfernen, wird dieser in der Trockenvorrichtung selbst beschichtet. Dazu wird die Trockenvorrichtung in den Nicht-Betriebszustand gemäß der Fig. 2b versetzt und eventuell erstmalig entsprechend für die Beschichtung umgerüstet. Für die Umrüstung wird die Trockenvorrichtung mit einer Beschichtungsanlage 13 versehen. Letztere wird an einer Einbauposition in der Trockenvorrichtung angeordnet, die außerhalb des im Betriebszustand der Trockenvorrichtung vorliegenden Umschlingungsbereichs der Faserstoffbahn F - also nahe des Beschichtungsausbringungsbereichs - hier also unterhalb des Trockenzylinders 1 zwischen den beiden ersten Abnahmepositionen, nämlich dem Kreppschaber 12 und der Presswalze 10 liegt. Wird die Beschichtungsanlage 13 an die genannte Stelle in die Trockenvorrichtung eingebaut, so wird das erfindungsgemäße System aus beiden erzielt. Die Be-

schichtungsanlage 13 kann somit nachträglich in bestehende Trockenvorrichtungen eingebaut werden. Sie kann dort auf Dauer verbleiben oder aber nur temporär für die Dauer der Beschichtung bzw. einer davor durchgeführten bzw. sich danach anschließenden Oberflächenbehandlung des Trockenzylinders 1. Im letztgenannten Fall ist es vorteilhaft, wenn die Beschichtungsanlage 13 über Mittel lösbar mit der Trockenvorrichtung verbindbar ist. Zu diesen Mitteln gehört z.B. die Traverse 14, an der sich die Beschichtungsanlage 13 abstützt. Die Traverse 14 kann sich indirekt, z.B. über den Boden, auf dem die Trockenvorrichtung steht, an dieser abstützen. Die Traverse 14 könnte jedoch auch fest, also unlösbar mit dem Boden oder der Trockenvorrichtung verbunden sein, also Teil der Trockenvorrichtung sein.

**[0050]** Um gleichzeitig innerhalb der Trockenvorrichtung eine eventuell bereits bestehende Beschichtung vom Trockenzylinder 1 abzutragen oder die fertige Beschichtung nochmals nachzubearbeiten, kann der Beschichtungsanlage 13 ferner eine Einrichtung zur Oberflächenbearbeitung 6 zugeordnet sein. Diese ist ebenfalls im Bereich der oben genannten Einbauposition der Beschichtungsanlage 13 vorgesehen. Erstere kann als Schleifmaschine und/oder zum Strahlen, wie Kugelstrahlen des Trockenzylinders 1 ausgeführt sein. Auch die Einrichtung 6 kann über entsprechende Mittel, wie die Traverse 14 oder über eine eigene (nicht gezeigte) Traverse lösbar an der Trockenvorrichtung gelagert sein.

**[0051]** Dadurch, dass die Beschichtungsanlage 13 an die genannte Stelle in die Trockenvorrichtung eingebaut wird, muss weder die Trockenhaube 11 noch der Kreppschaber 12 als auch die Presswalze 10 für die Beschichtung ausgebaut werden. In anderen Worten wird der in der Regel freie Platz, der sich außerhalb des Umschlingungsbereichs ergibt für den Einbau der Beschichtungsanlage 13 vorgesehen. Diese kann daher auch im Betrieb der Trockenvorrichtung an der Stelle verbleiben, da sie die Behandlung der Faserstoffbahn F durch die Trockenvorrichtung nicht beeinflusst.

**[0052]** Sobald die Beschichtung bzw. nachträgliche Oberflächenbehandlung des Trockenzylinders 1 beendet wurde, kann das System aus Trockenvorrichtung und Beschichtungsanlage 13 wieder aufgelöst werden. Dazu wird die Beschichtungsanlage 13 aus der Trockenvorrichtung wieder entfernt, sodass sich wieder die in Fig. 2a gezeigte Anordnung ergibt.

**[0053]** In Fig. 3 ist die Beschichtungsanlage 13 in stark schematischer Draufsicht im Detail gezeigt. Die Längsachse des Trockenzylinders 1 verläuft hier in der Zeichenebene.

**[0054]** Der um seine Längsachse rotierende Trockenzylinder 1 wird geeignet angetrieben. Die Beschichtungsanlage 13 umfasst eine auf der Traverse 14 gelagerte, relativ zum Trockenzylinder 1 parallel zu dessen Längsachse hin- und her verschiebbliche Ausbringungseinrichtung 7 (siehe den Doppelpfeil). Letztere umfasst eine wahlweise zu- und abschaltbare Werkstoffzufuhr 8 zur Zuführung eines Spritzzusatzwerkstoffs (gepunktet an-



gedeutet), einen Strahl 9, der von einer nicht dargestellten Strahlquelle emittiert wird, in welchen der Spritzzusatzstoff eingetragen wird sowie eine nicht gezeigte Schutzgaszufuhr zum Zuführen von Schutzgas an den Trockenzyylinder 1. Die Ausbringungseinrichtung 7 kann als Spritzbrenner aufgefasst werden. Der Spritzzusatzstoff liegt im vorliegenden Fall in Form von Pulver vor. Mittels der Beschichtungsanlage 13 kann die gesamte Oberfläche des Trockenzyinders 1 sukzessive, beispielsweise in einer kontinuierlichen Spirallinie beschichtet werden. Es ist jedoch auch möglich, die Beschichtung in anderer Weise aufzubringen, z. B. in radialen Ringen oder axialen Streifen. Selbstverständlich wäre es denkbar, dass mehrere derartige Ausbringungseinrichtungen 7 entlang der Traverse 14 bzw. der Längsachse des Trockenzyinders 1 beabstandet zueinander angeordnet sein könnten. Hierdurch könnte der Beschichtungsprozess erheblich schneller durchgeführt werden.

**[0055]** Die Ausbringung von Schutzgas ist vorliegend durch den Kegel des Strahls 9 angedeutet. Das Schutzgas kann zur Mitnahme und/oder Beschleunigung des Werkstoffs wie Spritzzusatzwerkstoffs, das zum Aufschmelzen in den Strahlengang der Strahlquelle eingebracht wird, dienen. Der mittels Schutzgas beschleunigte, ab-, an- oder aufgeschmolzene Spritzzusatzwerkstoff wird auf den zu beschichtenden Trockenzyylinder 1, hier beispielsweise den nackten (also von einer bestehenden Beschichtung befreiten), mittels der Einrichtung 6 bearbeiteten Walzenkern 2 (siehe Fig. 4) geschleudert. Wird die Oberfläche des Walzenkerns 2 mit aufgeschmolzen, so gelangt der aufgeschmolzene Spritzzusatzwerkstoff mit in die Schmelze des Walzenkerns 2. Die Ausbringungseinrichtung 7 kann derart ausgeführt sein, dass Schutzgas, Strahl 9 sowie Spritzzusatzwerkstoff zusammen, z.B. konzentrisch, aus ein und demselben Spritzbrenner austreten. In dem Fall könnte der Strahl in den Spritzbrenner eingekoppelt werden, sodass zumindest die Längsachse des Strahls und die Hauptausbringungsrichtung des Spritzzusatzwerkstoffs zusammenfallen.

**[0056]** Gemäß der Darstellung in Fig. 2b wird der Spritzzusatzwerkstoff in Hauptausbringungsrichtung aus der Ausbringungseinrichtung 7 herausgeschleudert. Sowohl die Hauptausbringungsrichtung des Spritzzusatzwerkstoffs als auch die Ausbringungsrichtung des Strahls 9 verlaufen in der dargestellten Ansicht entgegen der Schwerkraft, wobei letztere hier entlang einer Senkrechten durch die Längsachse des Trockenzyinders 1 verläuft. Anders ausgedrückt, wird der Spritzzusatzwerkstoff von unten her - unterhalb der Längsachse/Drehachse des Trockenzyinders 1, entgegen der Schwerkraft auf den Trockenzyylinder 1 aufgebracht. Es wäre auch denkbar, dass Strahl 9 sowie Spritzzusatzwerkstoff aus unterschiedlichen Richtungen kommen, sodass die Ausbreitungsrichtung des Strahls 9 winklig zur Hauptausbringungsrichtung des Spritzzusatzwerkstoffs ist. So kann beispielsweise der Spritzzusatzwerkstoff tangential an die Mantelfläche des Trockenzyinders 1 herangeführt werden, während der Strahl 9 immer noch

entgegen der Schwerkraft und damit winklig zur Hauptausbringungsrichtung des Spritzzusatzwerkstoffs verläuft.

**[0057]** In der Fig. 4 ist in einer stark schematisierten Schnittansicht eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem teilweisen Querschnitt senkrecht zur Längsachse durch den Trockenzyylinder 1 aus den Fig. 1a oder 1b dargestellt. Zur Vereinfachung der Darstellung ist die Walzenkrümmung außer Acht gelassen worden. Ebenfalls ist zu bemerken, dass die Dicke in Radialrichtung der einzelnen Lagen der Walze 1 gesehen nicht maßstabsgetreu dargestellt ist. Es soll lediglich die Abfolge der Schichten symbolisiert werden. Der jeweils dargestellte Trockenzyylinder 1 weist gewöhnlich einen radial innen liegenden Walzenkern 2 auf, der wenigstens teilweise aus einem Metall wie Stahl, hergestellt sein kann.

**[0058]** Vorliegend ist unmittelbar auf dem Walzenkern 2 in Radialrichtung auf dessen Umfang die erfindungsgemäße Beschichtung 5 aufgebracht. Sie umfasst eine Funktionsschicht 4. Diese kann direkt auf dem Walzenkern 2 aufgebracht oder wie gestrichelt dargestellt, auf zumindest einer Haftschrift 3 angeordnet sein. Die Haftschrift 3 dient der Haftvermittlung zwischen dem Walzenkern 2 und der in Radialrichtung nach außen nächstfolgenden Schicht, hier der Funktionsschicht 4. Die Haftschrift 3 wird vorteilhafterweise dann gewählt, wenn die Beschichtung 5 eine verbesserte Haftung zwischen Funktionsschicht 4 und Walzenkern 2 aufweisen soll. Obwohl dies nicht dargestellt ist, können einerseits der Walzenkern 2 und die Haftschrift 3 und/oder die Haftschrift 3 und die Funktionsschicht 4 zusammen einen Legierungsbereich ausbilden.

**[0059]** In Radialrichtung des Trockenzyinders 1 gesehen, ist auf der wenigstens einen Haftschrift 3 die Funktionsschicht 4 aufgebracht. Die gesamte, jeweils gemäß der dargestellten Ausführungsform hergestellte Beschichtung 5 kann mittels der Beschichtungsanlage 6 hergestellt sein.

## Bezugszeichenliste

### [0060]

- |    |                                       |
|----|---------------------------------------|
| 1  | Trockenzyylinder                      |
| 2  | Walzenkern                            |
| 3  | Haftschrift                           |
| 4  | Funktionsschicht                      |
| 5  | Beschichtung                          |
| 6  | Einrichtung zur Oberflächenbehandlung |
| 7  | Ausbringungseinrichtung               |
| 8  | Werkstoffzufuhr                       |
| 9  | Strahl                                |
| 10 | Presswalze                            |
| 11 | Trockenhaube                          |
| 12 | Kreppschaber                          |
| 13 | Beschichtungsanlage                   |
| 14 | Traverse                              |

F Faserstoffbahn

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Beschichtung eines Trockenzylinders (1) einer Trockenvorrichtung zum Trocknen und/oder Glätten einer Faserstoffbahn (F), wobei die Beschichtung innerhalb der Trockenvorrichtung erfolgt, umfassend das Zuführen eines Spritzzusatzwerkstoffes in Richtung auf die Mantelfläche des zu beschichtenden Trockenzylinders (1) **gekennzeichnet durch** das Aufschmelzen zumindest des zugeführten Spritzzusatzwerkstoffes mittels eines Strahls (9) einer Strahlquelle, wie einer Laser- oder Elektronenstrahlquelle, zum Herstellen einer Schicht, wobei das Aufschmelzen derart erfolgt, dass der Strahl (9) - in einer Verlängerung in dessen Ausbreitungsrichtung gesehen - auf eine Stelle der Mantelfläche auftrifft, die im Betriebszustand der Trockenvorrichtung außerhalb eines Umschlingungsbereichs der Mantelfläche des Trockenzylinders (1) mit der Faserstoffbahn (F) oder einer die Faserstoffbahn (F) tragenden Bespannung liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausbreitungsrichtung des Strahls (9) im Wesentlichen entgegen der Schwerkraftrichtung verläuft.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung sukzessive und schichtweise aufgetragen wird, sodass diese mehrere, in Radialrichtung des Trockenzylinders (1) gesehen übereinander angeordneten Schichten umfasst.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht oder bei Vorsehen mehrerer Schichten zumindest eine der Schichten eine Haftschrift (3) oder Funktionsschicht (4) ist und bevorzugt die Beschichtung zumindest eine Haftschrift (3) und in Radialrichtung gesehen zumindest eine hierauf aufgebraute Funktionsschicht (4) umfasst oder die Funktionsschicht (4) frei von einer darunterliegenden Haftschrift (3) auf die Mantelfläche des Trockenzylinders (1) aufgebracht wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Schicht mittels Lasercladding hergestellt wird, bei dem die mit der Schicht zu beschichtende Mantelfläche des Trockenzylinders (1) teilweise aufgeschmolzen wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor und/oder nach der Beschichtung die Mantelfläche des Trockenzylinders (1) oberflächenbearbeitet, z.B. spanend bearbeitet, wie geschliffen oder gestrahlt wird und bevorzugt vor der aufzubringenden Beschichtung der Trockenzylinder (1) derart oberflächenbearbeitet wird, dass eine eventuell bereits bestehende Beschichtung von der Mantelfläche des Trockenzylinders (1) abgetragen wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung und/oder eine Oberflächenbearbeitung, bevorzugt nach Anspruch 5, im Nicht-Betriebszustand der Trockenvorrichtung durchgeführt wird/werden.
8. System aus einer Beschichtungsanlage (13) zur Beschichtung der Mantelfläche eines Trockenzylinders (1) und einer Trockenvorrichtung zum Trocknen und/oder Glätten einer Faserstoffbahn wobei die Trockenvorrichtung zumindest einen Trockenzylinder (1) umfasst, wobei die Beschichtungsanlage eine Werkstoffzufuhr (8) für einen Spritzzusatzwerkstoff, eine Ausbringungseinrichtung (7) für den Spritzzusatzwerkstoff, um diesen an die Mantelfläche des Trockenzylinders (1) heranzuführen **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtungsanlage eine Strahlquelle umfasst, welche einen Strahl (9) emittiert, um zumindest den zugeführten Spritzzusatzwerkstoff aufzuschmelzen, und die Beschichtungsanlage (13) derart eingerichtet ist, dass der Strahl (9) zum Aufschmelzen zumindest des Spritzzusatzwerkstoffes - in einer Verlängerung in dessen Ausbreitungsrichtung gesehen - auf eine Stelle der Mantelfläche auftrifft, die im bestimmungsgemäßen Betrieb der Trockenvorrichtung außerhalb eines Umschlingungsbereichs der Mantelfläche des Trockenzylinders (1) mit der Faserstoffbahn (F) oder einer die Faserstoffbahn (F) tragenden Bespannung liegt.
9. System nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtungsanlage (13) derart eingerichtet ist, dass in ihrer für den Betrieb der Beschichtungsanlage (13) vorgesehenen Einbauposition die Hauptausbringungsrichtung des Spritzzusatzwerkstoffes im Wesentlichen entgegen der Schwerkraft verläuft.
10. System nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlquelle derart eingerichtet ist, dass die Ausbreitungsrichtung des von der Strahlquelle emittierten Strahls (9) parallel oder winklig zur Hauptausbringungsrichtung des Spritzzusatzwerkstoffes verläuft und bevorzugt mit dieser zusammenfällt.
11. System nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlquelle eine

Laserstrahlquelle, der Strahl (9) ein Laserstrahl ist und die Laserstrahlquelle für Lasercladding eingerichtet ist.

12. System nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der der Werkstoffzufuhr (8) zugeführte Spritzzusatzwerkstoff in Form eines Bandes oder Drahtes, einer Schnur oder eines Pulvers vorliegt.

13. System nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtungsanlage (13) Mittel umfasst, um zerstörungsfrei lösbar mit der zu beschichtenden Trockenvorrichtung verbindbar zu sein.

14. Verfahren zum Umrüsten oder Herstellen einer Trockenvorrichtung, welche zumindest einen Trockenzylinder (1) zur Trocknung und/oder Glättung einer Faserstoffbahn (F) umfasst, mit dem folgenden Schritt:

die Trockenvorrichtung wird an einer Einbauposition, die im Betriebszustand der Trockenvorrichtung außerhalb eines Umschlingungsbereichs der Mantelfläche des Trockenzylinders (1) mit der Faserstoffbahn (F) oder einer die Faserstoffbahn (F) tragenden Bespannung liegt, mit einer Beschichtungsanlage (13) zur Beschichtung der Mantelfläche des Trockenzylinders (1) versehen, sodass ein System gemäß einem der Ansprüche 8 bis 13 entsteht.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtungsanlage (13) nach Aufbringen der Beschichtung auf die Mantelfläche des Trockenzylinders (1) oder nach der nachträglichen Oberflächenbehandlung der Beschichtung von der Trockenvorrichtung entfernt wird.

#### Claims

1. Method for coating a drying cylinder (1) of a drying device for drying and / or smoothing a fibrous web (F), the coating taking place inside the drying device, comprising the feeding of an additional spray material in the direction of the outer surface of the drying cylinder (1) to be coated, Melting at least the supplied spray additive material by means of a beam (9) a beam source, such as a laser - or electron beam source for producing a layer, wherein the melting is carried out such that the beam (9) - in an extension of its propagation direction - to a site the lateral surface is incident, in the operating state of the drying apparatus outside a wrap portion of the circumferential surface of the drying cylinder (1) with the fibrous web (F) or is the fibrous web (F) carrying the covering.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the direction of propagation of the beam (9) runs essentially counter to the direction of gravity.

3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coating is applied successively and in layers, so that it comprises a plurality of layers arranged one above the other as seen in the radial direction of the drying cylinder (1).

4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the layer or, if several layers are provided, at least one of the layers is an adhesive layer (3) or functional layer (4) and preferably the coating is at least one adhesive layer (3) and, viewed in the radial direction, at least one thereon applied functional layer (4) or the functional layer (4) is applied free of an underlying adhesive layer (3) to the outer surface of the drying cylinder (1).

5. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one layer is produced by means of laser cladding, in which the jacket surface of the drying cylinder (1) to be coated with the layer is partially melted.

6. Method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** before and / or after the coating, the surface of the drying cylinder (1) is surface treated, for example machined, such as ground or blasted and preferably before the coating to be applied to the drying cylinder (1) in such a way The surface is processed so that any existing coating is removed from the outer surface of the drying cylinder (1).

7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coating and / or a surface treatment, preferably according to claim 5, is / are carried out in the non - operating state of the drying device.

8. System of a coating installation (13) for coating the circumferential surface of a drying cylinder (1) and a drying device for drying and / or smoothing a fibrous web (F), the drying apparatus comprises at least one drying cylinder (1), wherein the coating system, a material supply (8) for a spray material, an applicator (7) for the spray material, to those of the zoom out shell surface of the drying cylinder (1), **characterized in that** the coating system comprises a beam source which emits a beam (9), to at least the supplied melt spray material,

and the coating installation (13) in such a manner is arranged such that the beam (9) for melting at least the spraying filler material - in an extension in of the propagation direction - impinges on a point of the peripheral surface, which in the intended operation of the drying apparatus outside a wrap portion of the circumferential surface of the drying cylinder (1) with the fibrous web (F) or a covering carrying the fibrous web (F).

9. System according to claim 8, **characterized in that** the coating installation (13) is set up in such a way that in its installation position provided for the operation of the coating installation (13) the main direction of application of the additional spray material runs essentially against gravity.
10. System according to Claim 8 or 9, **characterized in that** the beam source is set up in such a way that the direction of propagation of the beam (9) emitted by the beam source runs parallel or at an angle to the main direction of application of the additional spray material and preferably coincides with it.
11. System according to any one of claims 8 to 10, **characterized in that** the beam source is a laser beam source the beam (9) is a laser beam and the laser beam source is set up for laser cladding.
12. System according to any one of claims 8 to 11, **characterized in that** the spray additive supplied to the material supply (8) is in the form of a tape or wire, a cord or a powder.
13. System according to one of Claims 8 to 12, **characterized in that** the coating installation (13) comprises means in order to be able to be connected to the drying device to be coated in a non-destructive and detachable manner.
14. A method for retrofitting or manufacturing a dry apparatus which comprises at least a drying cylinder (1) for drying and / or smoothing a fibrous web (F), comprising the step of:  
the drying apparatus is provided with a coating installation (13) for coating the outer surface of the drying cylinder (1), installed in a position, which in the operating state of the drying apparatus is outside of a wrap portion of the outer surface of the drying cylinder (1) with the fibrous web (F) or a covering carrying the fibrous web (F) so that a system according to one of claims 8 to 13 is created.
15. The method according to claim 14, **characterized in that** the

coating installation (13) after the coating has been applied to the outer surface of the drying cylinder (1) or after the subsequent surface treatment of the coating is removed from the drying device

## Revendications

1. Procédé de revêtement d'un cylindre de séchage (1) d'un dispositif de séchage pour sécher et / ou lisser une nappe fibreuse (F), le revêtement ayant lieu à l'intérieur du dispositif de séchage, comprenant l'introduction d'un matériau de pulvérisation supplémentaire en direction de la surface extérieure du cylindre de séchage (1) à revêtir, fusion d'au moins le matériau d'additif de pulvérisation fourni au moyen d'un faisceau (9) une source de faisceau, telle qu'un laser - ou une source de faisceau d'électrons pour produire une couche, dans laquelle la fusion est effectuée de telle sorte que le faisceau (9) - dans une extension dans la direction de propagation de la scie - vers un site la surface latérale est incidente, dans l'état de fonctionnement de l'appareil de séchage à l'extérieur d'une partie enveloppante de la surface circonférentielle du cylindre de séchage (1) avec la nappe fibreuse (F) ou est la nappe fibreuse (F) portant le revêtement.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la direction de propagation du faisceau (9) va essentiellement à l'encontre de la direction de la gravité.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le revêtement est appliqué successivement et par couches, de sorte qu'il comprend une pluralité de couches disposées les unes au-dessus des autres vues dans la direction radiale du cylindre de séchage (1)
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche ou, si plusieurs couches sont prévues, au moins une des couches est une couche adhésive (3) ou une couche fonctionnelle (4) et de préférence le revêtement est au moins une couche adhésive (3) et, vu dans le sens radial, au moins une sur celle-ci appliquer la couche fonctionnelle (4) ou la fonction couche (4) est appliquée libre d'une couche adhésive sous - jacente (3) à la surface extérieure du cylindre de séchage (1).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la au moins une couche est réalisée au moyen d'une gaine laser, dans laquelle la surface d'enveloppe du cylindre de séchage (1) à revêtir de la couche est partiellement

fondue.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'avant et / ou après l'enduction, la surface du cylindre de séchage (1) est usinée, par exemple usinée, telle que broyée ou sablée et de préférence avant l'enduction à appliquer sur le cylindre de séchage (1) de telle manière** La surface est traitée de sorte que tout revêtement existant soit retiré de la surface externe du cylindre de séchage (1). 5
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que le revêtement et / ou un traitement de surface, de préférence selon la revendication 5, est / sont effectué à l'état de repos du dispositif de séchage** 10
8. Système d'une installation de revêtement (13) pour revêtir la surface circonférentielle d'un cylindre de séchage (1) et d'un dispositif de séchage pour sécher et / ou Glätten einer bande fibreuse, l'appareil de séchage comprend au moins un cylindre de séchage (1), dans lequel le système de revêtement, une alimentation en matière (8) pour un matériau de pulvérisation, un applicateur (7) pour le matériau de pulvérisation, à ceux de la surface de la coque zoom arrière du cylindre de séchage (1), **caractérisé en ce que le système de revêtement comprend une source de faisceau qui émet un faisceau (9), vers au moins le matériau de pulvérisation de fusion fourni, et le Centrale d'enrobage (13) de telle manière est agencé de telle sorte que le faisceau (9) pour faire fondre au moins le matériau de remplissage de pulvérisation - vu dans l'extension de la direction de propagation de la scie la- empiète sur un point de la surface périphérique qui, dans l'intention en fonctionnement de l'appareil de séchage à l'extérieur d'une partie enveloppante de la surface circonférentielle du cylindre de séchage (1) avec la nappe fibreuse (F) ou un revêtement portant la nappe fibreuse (F).** 20  
25  
30  
35  
40
9. Système selon la revendication 8, **caractérisé en ce que l'installation de revêtement (13) est mis en place de telle sorte que dans sa position de montage prévue pour le fonctionnement du installation de revêtement (13), la direction principale d'application du produit de pulvérisation supplémentaire se déroule essentiellement contre la gravité.** 45  
50
10. Système selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que la source de faisceau est disposée de telle sorte que la direction de propagation du faisceau (9) émis par la source de faisceau soit parallèle ou inclinée à la direction principale d'application du produit de pulvérisation supplémentaire et coïncide** 55

de préférence avec elle.

11. Système selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que la source de faisceau est une source de faisceau laser, le faisceau (9) est un faisceau laser et la source de faisceau laser est configurée pour une gaine laser.**
12. Système selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que l'additif de pulvérisation fourni à l'alimentation en matière (8) se présente sous la forme d'un ruban ou d'un fil, d'un cordon ou d'une poudre.**
13. Système selon l'une des revendications 8 à 12, **caractérisé en ce que l'installation de revêtement (13) comprend des moyens pouvant être libérés de manière non destructive et reliés au dispositif de séchage à revêtir.**
14. Procédé de mise à niveau ou de fabrication d'un appareil à sec, au moins un cylindre de séchage (1) pour le séchage et / ou le lissage a comprend une bande fibreuse (F), comprenant l'étape de: l'appareil de séchage est dans une position installée, qui, dans l'état de fonctionnement de l'appareil de séchage, à l'extérieur d'une partie d'enroulement du La surface extérieure du cylindre de séchage (1) avec la bande fibreuse (F) ou un revêtement portant la bande fibreuse (F) est pourvue d'un installation de revêtement (13) pour revêtir la surface extérieure du cylindre de séchage (1), de sorte qu'un système selon l'une des revendications 8 à 13 est créé.
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que l'installation de revêtement (13) est retiré après l'application du revêtement sur la surface extérieure du cylindre de séchage (1) ou après le traitement de surface ultérieur du revêtement à partir du dispositif de séchage.**

Fig.1a

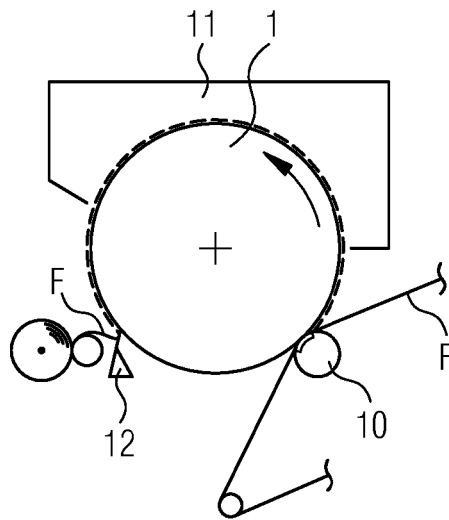


Fig.1b

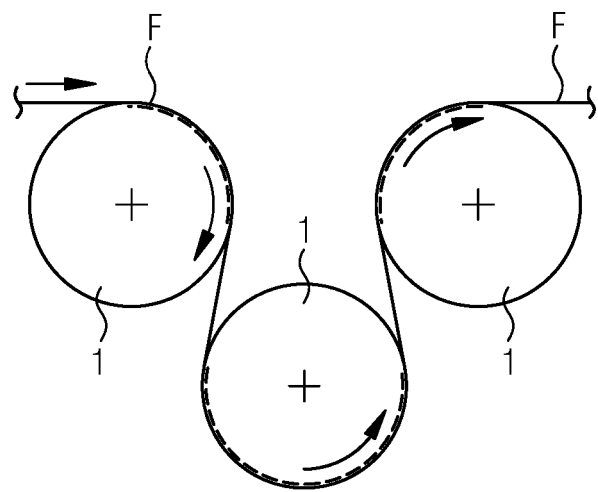


Fig.2a

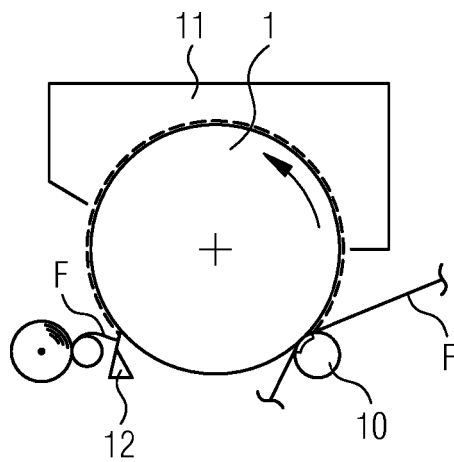


Fig.2b

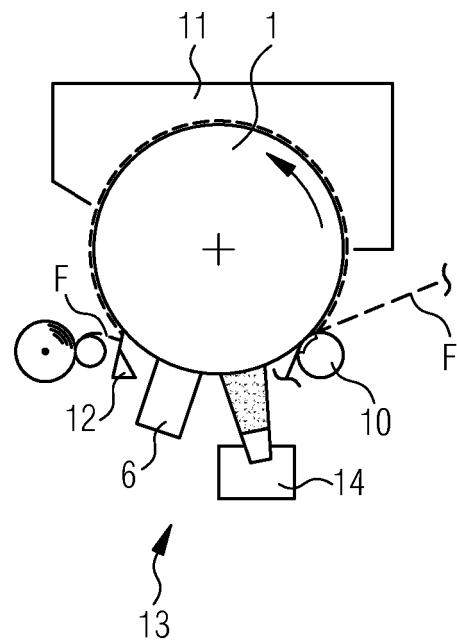


Fig.3

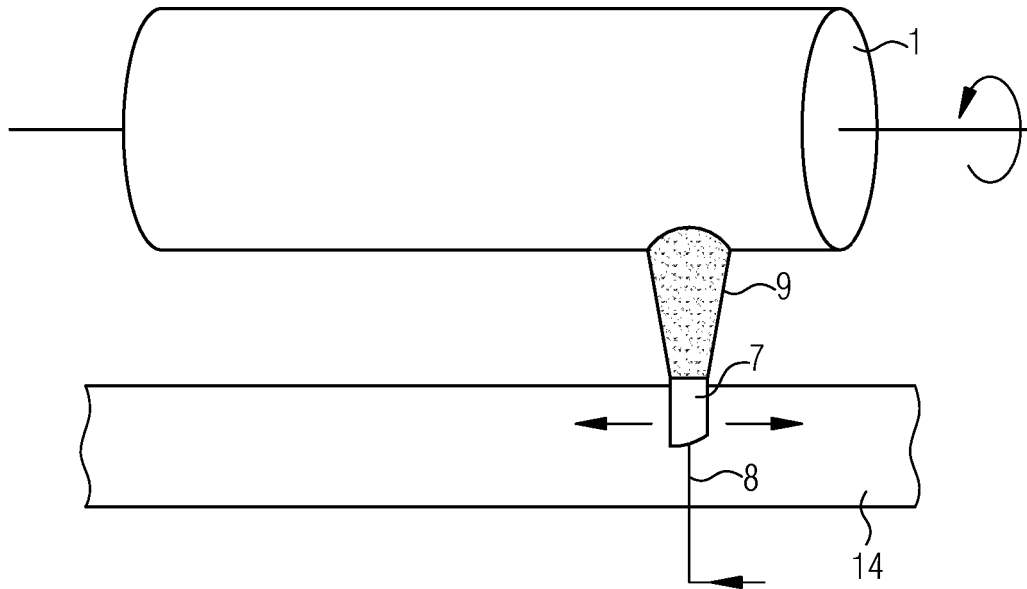
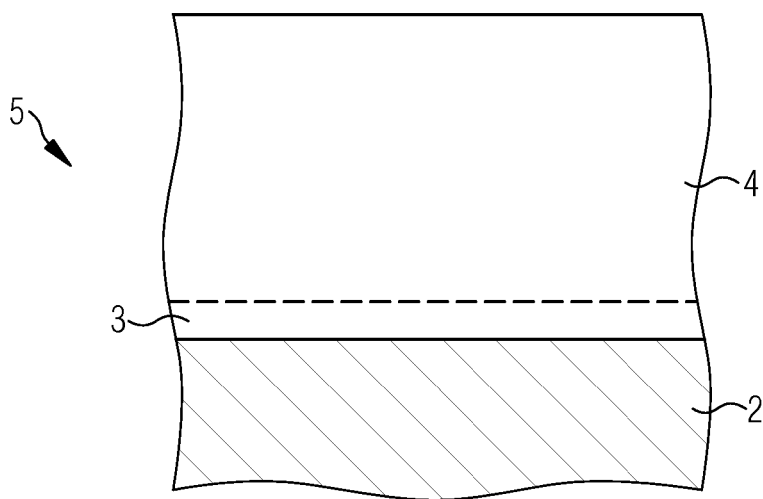


Fig.4



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1770209 A1 [0006]
- WO 2016071299 A1 [0007]