

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 623 466 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94105693.9**

(51) Int. Cl.⁵: **B41F 27/10, B41N 1/20**

(22) Anmeldetag: **13.04.94**

(30) Priorität: **19.04.93 DE 9305806 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.11.94 Patentblatt 94/45

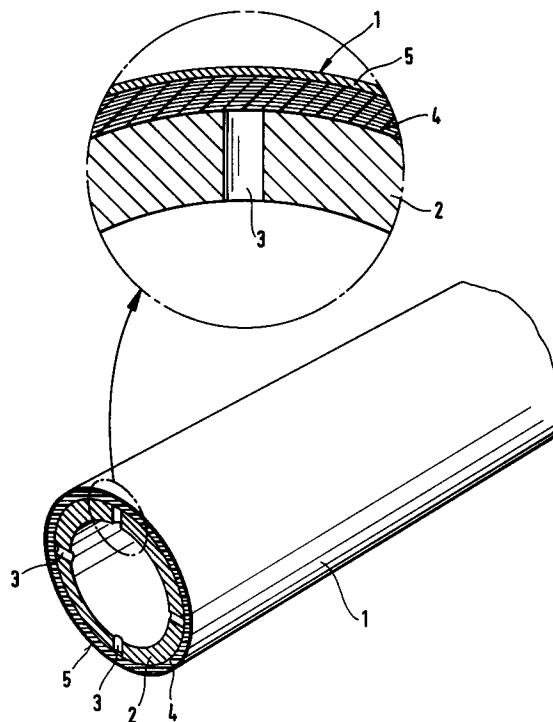
(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Anmelder: **HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT**
Brüningstrasse 50
D-65929 Frankfurt am Main (DE)

(72) Erfinder: **Kühn, Heinrich**
Dietkircher Strasse 6
D-65611 Brechen (DE)
Erfinder: **Herberg, Frank, Dr.**
Königsteiner Strasse 40d
D-65929 Frankfurt (DE)
Erfinder: **Jaculi, Dieter, Dr.**
Feldbergstrasse 29
D-61348 Bad Homburg (DE)

(54) **Druckwalze mit einer Hülse aus thermisch gewickelten faserverstärkten Thermoplasten und einer plasmagespritzten Kupfer- oder Kupferlegierungsbeschichtung.**

(57) Die erfindungsgemäße Druckwalze (1) umfasst einen Kernzylinder (2) und eine Hülse aus Kunststoff. Die Hülse ist aus einem rohrförmigen Grundkörper (4) aus einem thermoplastischen faserverstärkten Kunststoffmaterial aufgebaut, der auf seiner äußeren Oberfläche mit einer durch Plasmaspritzen erzeugten Schicht aus Kupfer (5) oder einer Kupferlegierung überzogen ist.



EP 0 623 466 A2

Die Erfindung betrifft eine Druckwalze mit einem Kernzylinder und einer abnehmbaren Hülse.

Für das Tiefdruckverfahren werden üblicherweise massive Stahlwalzen galvanisch mit einer Kupferschicht, die eine Schichtdicke im Bereich von 0,2 bis 3,0 mm besitzt, überzogen. In diese Kupferschicht läßt sich die für das Tiefdruckverfahren notwendige Gravur entweder chemisch, mechanisch oder mit Hilfe der Lasertechnik einbringen.

Im Bereich des Flexodruckes hat sich die Hülsenteknik bewährt, bei der mit abziehbaren Hülse aus Nickel oder duroplastischen Faserverbundwerkstoffen, die zusätzlich noch mit Gummi beschichtet werden, gearbeitet wird. Die Hülse werden auf den Walzenkern aus Metall pneumatisch aufgezogen und können nach Gebrauch leicht wieder entfernt werden. Für das Tiefdruckverfahren ist diese Technik bislang aber noch nicht gangbar, weil geeignete Hülse mit einer mechanisch bearbeitbaren Kupferschicht bisher noch nicht bereitgestellt werden konnten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es eine Druckwalze für das Tiefdruckverfahren bereitzustellen, welche es erlaubt, ohne großen technischen Aufwand nach der Hülsenteknik einen Wechsel des Funktionsprofils vorzunehmen. Dabei soll nicht die komplette Walze ausgetauscht werden, sondern nur eine Hülse, um damit geringere Maschinenstandzeiten zu erreichen in Kombination mit geringerem Aufwand für die Lagerhaltung und den Transport von Stahlwalzen und einer höheren Flexibilität im Betrieb.

Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe durch eine Druckwalze der eingangs genannten Gattung, bei der die Hülse einen rohrförmigen Grundkörper aus einem thermoplastischen faserverstärkten Kunststoffmaterial umfaßt und bei dem der Grundkörper auf seiner äußeren Oberfläche mit einer durch Plasmaspritzen erzeugten Schicht aus Kupfer oder einer Kupferlegierung überzogen ist.

Vorzugsweise ist die Kunststoffmatrix des thermoplastischen faserverstärkten Kunststoffmaterials durch Hitze einwirkung aufgeschmolzen, so daß die einzelnen Lagen unter Erhalt der Faser-Matrixverteilung des thermoplastischen faserverstärkten Kunststoffmaterials im Grundkörper unter gleichzeitiger Bildung einer homogenen matrixreichen Oberfläche miteinander verschweißt sind.

Das thermoplastische faserverstärkte Material enthält Kohlenstoff-, Glas-, Aramid-, Metall-, Keramik-, Bor- oder auch andere Fasern als Endlos- oder Langfasern. Eine beliebige Kombination verschiedener Fasermaterialien innerhalb des Grundkörpers ist ebenfalls möglich.

Das Matrixsystem besteht erfindungsgemäß aus thermoplastischen Kunststoffen, wie beispielsweise Polypropylen (PP), Polyamiden (PA) wie Polyhexamethylenadipinsäureamid oder Poly-ε-capro-

lactam, Hochdruck- oder Niederdruckpolyethylen (PE), Polyphenylensulfid (PPS), Polycarbonat (PC), Polyoxymethylen (POM), Polyetheretherketonen (PEK) oder aus thermoplastischen Polyestern, wie z.B. Polyethylenterephthalat (PET) oder Polybutylenterephthalat (PBT).

Das thermoplastische faserverstärkte Material liegt in Form von imprägnierten Bändern oder Geweben vor. Der Faseranteil beträgt 30 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 50 bis 75 Gew.-%. Die Herstellung dieser Bänder (Tapes) erfolgt z.B. durch Schmelze-, Pulver- oder Suspensionsimprägnierung im Pultrusionsverfahren.

Zur Herstellung von Grundkörpern der erfindungsgemäßen Art, werden auf einen Träger, welcher z.B. aus Metall bestehen kann, mehrere Lagen eines thermoplastischen faserverstärkten Materials aufgebracht und online konsolidiert. Hierzu wird der Träger in Rotation versetzt und mit dem thermoplastischen faserverstärkten Material, welches in Form von einem oder mehreren Bändern oder Geweben vorliegt, umwickelt. Der Wickelwinkel läßt sich variabel in einem Bereich von 0° bis ± 90° einstellen.

Die Kunststoffmatrix des Faserverbundbandes ist durch Hitze einwirkung, beispielsweise mit Hilfe eines Gasbrenners, in einen schmelzflüssigen Zustand versetzt.

In einer besonderen Ausführungsvariante der Erfindung kann sowohl vor Aufbringen als auch nach dem Aufbringen des oben beschriebenen faserverstärkten thermoplastischen Materials auf den Träger ein weiteres ebenfalls faserverstärktes thermoplastisches Material mit einem hohen Matrixanteil aufgebracht werden. Der Faseranteil dieses zweiten Materials ist wesentlich geringer als der des ersten Materials und beträgt vorzugsweise 1 bis 30 Gew.-%, besonders bevorzugt 5 bis 15 Gew.-%.

Erfindungsgemäß wird auf diese Weise eine sehr homogene matrixreiche Oberfläche erzielt. Eine nachträgliche mechanische Bearbeitung des Grundkörpers wird auf diese Weise erheblich erleichtert, da aufgrund der matrixreichen Oberfläche bei einem nachträglichen mechanischen Bearbeiten des Grundkörpers, insbesondere durch Drehen oder Schleifen, nicht die Gefahr besteht, daß oberflächennahe Faserlagen durchtrennt werden, was zu einer Schwächung und einem Verzug des Grundkörpers führen würde.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist anstelle eines zweiten faserarmen thermoplastischen Materials ein thermoplastisches Folienband auf das erste Material aufgebracht, das ebenfalls unter Hitze einwirkung mit dem faserreichen Material verschweißt ist. Erfindungsgemäß wird so eine sehr homogene, glatte, matrixreiche Oberfläche erzielt. Die Oberfläche wird bevorzugt mit einer

Vorrichtung geglättet, die Antihafteigenschaften besitzt.

Der vorstehend beschriebene Grundkörper besitzt vorteilhafterweise eine besonders hohe Präzision in bezug auf seine geometrischen Abmessungen. So kann beispielsweise ein 1 Meter langer Formkörper mit einem Durchmesser von 100 mm und einer Wandstärke von ≤ 3 mm mit einer Wandstärkeltoleranz von $\pm 0,3$ mm, vorzugsweise $\pm 0,2$ mm, gefertigt werden.

Auf der matrixreichen äußeren Oberfläche des Grundkörpers ist die plasmagespritzte Kupferschicht direkt aufgebracht. Die Oberfläche wird dazu zunächst einem Aufrauoprozeß unterzogen, ohne daß deren Oberflächengeometrie stark verändert wird. Vorzugsweise wird die Oberfläche zur Vorbereitung auf die Auftragung der Kupferschicht mit einem Sandstrahlverfahren behandelt. Hierzu kann eine Aufrauung der Oberfläche mit Sandstrahlgeräten vorgesehen sein, wobei als Strahlmittel vorzugsweise mineralisches Strahlgut wie feinkörniges Aluminiumoxid, Zirkonkorund u.a. in Frage kommen. Bevorzugte Strahlbedingungen sind dabei ein Strahldruck im Bereich von 1 bis 3 bar, eine Korngröße im Bereich von 20 bis 200 μm , ein Abstand der Düse zu der zu behandelnden Oberfläche im Bereich von 90 bis 120 mm und eine Bewegung der Düse über die behandelte Oberfläche hinweg mit einer Geschwindigkeit im Bereich von 0,5 bis 1 m/sec. Die Mikrooberflächenrauheit R_a des auf diese Weise behandelten Grundkörpers liegt im Bereich von 6 bis 10 μm , gemessen nach DIN 4768. Die Makrostruktur bleibt unverändert, es sind keine Faserausbrüche in die Oberfläche vorhanden.

Zweckmäßigerweise folgt dem Aufrauoprozeß ein Reinigungsprozeß durch Druckluft oder in einem wäßrigen Reinigungsbad, gegebenenfalls mit Unterstützung durch Ultraschall. Durch den Reinigungsprozess wird im Rahmen der Erfindung sichergestellt, daß eventuell noch vorhandene Verunreinigungen an der Oberfläche wirksam entfernt werden.

Das Auftragen von Kupfer und Kupferlegierungen erfolgt erfindungsgemäß durch thermisches Spritzen von pulverförmigem Werkstoff mit einem Teilchendurchmesser D_{50} von ≤ 20 μm . Erfindungsgemäß kommen vorzugsweise das Plasmaspritzen und das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen zum Einsatz. Die Beschaffenheit des Kupferpulvers wird auf die unterschiedlichen thermischen Spritzverfahren abgestimmt. Das Kupferpulver hat vorzugsweise eine Korngröße D_{50} im Bereich von 8 bis 12 μm , die nach der Analysenmethode Laserbeugung Cilas bestimmt wird. Der Phosphorgehalt des Kupfers oder der Kupferlegierung liegt im Bereich von 0,08 bis 0,15 % und wird fotometrisch bestimmt während der Sauerstoffgehalt im Bereich

von 0,2 bis 0,3 % liegt und durch Heißextraktion im Inertgasstrom bestimmt wird. Überraschend zeigte sich, daß ein Phosphorgehalt von vorzugsweise 0,10 bis 0,12 % als Desoxidationsmittel positive Auswirkungen auf das Oxidationsverhalten der aufgetragenen Kupferschicht ausübt. Neben reinem Kupfer können auch Kupferlegierungen verwendet werden, wie z.B. Kupfer-Zink, Kupfer-Zinn, Kupfer-Aluminium, Kupfer-Nickel oder Kupfer-Nickel-Zink, die zusätzlich weitere Legierungsbestandteile wie z.B. Eisen, Mangan, Silizium oder Blei enthalten können.

Bei dem Plasmaspritzverfahren wird als Plasmagas ein Inertgas oder eine Inertgas Mischung verwendet, vorzugsweise Argon in einer Menge im Bereich von 30 bis 60 l/min. Die elektrische Leistung des Plasmabrenners beträgt bevorzugt 10 bis 15 kW, besonders bevorzugt 12 kW. Der Brenner wird an dem rotationssymmetrischen Grundkörper in einem Abstand im Bereich von 40 bis 100 mm, vorzugsweise von 40 bis 70 mm, mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 100 mm/min vorbeibewegt. Unter derartigen Bedingungen wird eine Auftragsrate im Bereich von 2 bis 8 kg/h erreicht.

Der Grundkörper wird während des Beschichtungsvorganges, um die Oxidbildung gering zu halten und um Eigenspannungen sowohl in der Beschichtung, als auch im Grundkörper vorzubeugen, vorzugsweise gekühlt. Zu diesem Zweck wird bevorzugt CO_2 in fein kristalliner Form bei einem hohen Druck von circa 40 bis 60 bar eingesetzt. Es ist zwar bekannt, daß CO_2 zur Kühlung beim thermischen Spritzen Verwendung findet, jedoch ist es für den Fachmann überraschend, daß gleichzeitig ein Strahlen der Oberfläche durch CO_2 stattfindet, wodurch erreicht wird, daß eine Einbettung stark oxidierten, störender Kleinstpartikel in die Beschichtung unterbunden wird.

Die Mikrokörnung des Kupferpulvers bewirkt, daß der Plasmaprozeß bei niedrigerer Energie betrieben werden kann. Durch Aufziehen des Grundkörpers auf einen Träger aus gut wärmeleitendem Metall, beispielsweise Aluminium, wird eine gute Wärmeabfuhr während der Beschichtung erzielt. Kupferschichten, die wie vorstehend beschrieben aufgetragen sind, können in einem Arbeitsgang eine Schichtdicke im Bereich von 50 bis 500 μm aufweisen, vorzugsweise von 100 bis 300 μm , wobei die Dickengleichmäßigkeit nur noch um 5 bis 10 % schwankt. Die Auftragung in einer Lage bewirkt, daß die Schicht keine oxidischen Zwischenlagen aufweist. Die Kupferschicht läßt sich besonders gut zu einem maßgenauen Körper durch Drehen bearbeiten. Es werden porenfreie, gleichmäßige Oberflächen mit Rauheiten von $R_a \leq 0,1$ μm erreicht.

Für die fertige Druckwalze wird die Kupferschicht noch mechanisch oder mit Hilfe der Laser-

technologie strukturiert. Die Hülse kann formschlüssig auf einen Druckzylinder, z.B. aus Metall, aufgezogen werden.

Beispiel 1

Ein Grundkörper aus Polyamid 6 mit 65 % Glasfaseranteil mit einem Innendurchmesser von 100 mm, einer Länge von 800 mm und einer Wanddicke von 1,8 mm wurde auf einem metallischen Träger aus Aluminium bei gleichmäßiger Rotation in einer Wickelmaschine hergestellt, indem zunächst das glasfaserverstärkte Polyamidmaterial in Umfangsrichtung in einem Winkel von nahezu 90°, bezogen auf die Achse des rotierenden Körpers, gewickelt wurde (= "90°-Lage"). Die Bandablegegeschwindigkeit betrug 0,3 m/s, bei einer Bandspannung von 50 N/mm². Die Kunststoffmatrix des Faserverbundbandes wurde mit Hilfe eines Gasbrenners in einen schmelzflüssigen Zustand versetzt.

Nach den "90°-Lagen" wurden Kreuzwicklungen mit einem variablen Winkel von ± 55° aus einem Faserverbundwerkstoff aus Polyamid 6 mit 65 Gew. % Glasfaser aufgebracht und anschließend wurde die noch schmelzflüssige beziehungsweise plastifizierbare Matrix durch eine zusätzliche Andrück- und Glättungsrolle geglättet.

Die matrixreiche Oberfläche wurde dann zur Auftragung der Kupferschicht durch Sandstrahlen aufgeraut. Als Strahlungsmittel wurde Elektrokorund verwendet, ein Aluminiumoxidpulver mit einem Anteil von 3 % Titandioxid und einer Korngröße im Bereich von 63 bis 149 µm. Der Strahldruck betrug 2 bar bei einem Strahlabstand von 80 mm und bei einem Strahldüsendurchmesser von 4 mm. Nach dem Aufrauen wurde die Oberfläche mit gereinigter Druckluft gereinigt. Die so behandelte Oberfläche des Grundkörpers wurde durch Plasmaspritzen mit einem Kupferpulver mit einer Korngröße D₅₀ im Bereich von 8 bis 10 µm beschichtet. Als Plasmagas wurde Argon verwendet. Die Brennerleistung betrug 12 kW und der Brenner wurde in einem Abstand von 60 mm mit einer Geschwindigkeit von 100 mm/min über den mit einer Drehzahl von 300 U/min rotierenden Grundkörper hinwegbewegt. Die Oberfläche des Grundkörpers wurde dabei im Bereich der Plasmaflamme mit CO₂ unter einem Druck von 60 bar gekühlt und nicht haftendes Material durch Strahlen mit CO₂-Schnee entfernt.

Die so hergestellte Kupferschicht hatte eine Schichtdicke von 300 µm. Die Kupferoberfläche ließ sich sehr gut mit polykristallinem Diamant mechanisch bearbeiten. Nach einer Durchmesserverringerung von 0,15 mm wurde eine porenfreie Oberfläche mit einer Rauheit R_a von 0,1 µm erreicht, gemessen nach DIN 4768. Die Formabweichung der fertigen Hülse betrug 0,02 mm, während ihre Lageabweichung 0,03 mm betrug, jeweils bestimmt nach DIN ISO 1101.

Die so hergestellte Hülse wurde pneumatisch mit Druckluft von dem Metallträger entfernt und über einen Zeitraum von 4 Wochen gelagert. Dann wurde die Hülse erneut auf den Träger aufgezogen und ergab die gleiche Form- und Lageabweichung wie bei der ursprünglichen Herstellung.

Zur noch deutlicheren Veranschaulichung der Neuerungen ist eine Figur beigelegt, die eine Druckwalze in schräger Ansicht zeigt. Mit Bezugszeichen ist die Druckwalze 1 hervorgehoben und in der Vergrößerung ist der Kernzylinder 2 mit einer Bohrung 3 zur pneumatischen Entfernung der Hülse aus faserverstärktem thermoplastischem Grundkörper 4 mit der Kupferschicht 5 zu erkennen.

Die so hergestellte Hülse wurde pneumatisch mit Druckluft von dem Metallträger entfernt und über einen Zeitraum von 4 Wochen gelagert. Dann wurde die Hülse erneut auf den Träger aufgezogen und ergab die gleiche Form- und Lageabweichung wie bei der ursprünglichen Herstellung.

Patentansprüche

1. Druckwalze umfassend einen Kernzylinder und eine Hülse aus Kunststoff, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse einen rohrförmigen Grundkörper aus einem thermoplastischen faserverstärkten Kunststoffmaterial umfasst und daß der Grundkörper auf seiner äußeren Oberfläche mit einer durch Plasmaspritzen erzeugten Schicht aus Kupfer oder einer Kupferlegierung überzogen ist.
2. Druckwalze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kernzylinder als Hohlkörper aus Metall oder thermoplastischen oder duroplastischen Faserverbundstoffen ausgebildet ist.
3. Druckwalze nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kernzylinder an wenigstens einer Stirnseite verjüngt ist und entlang seiner Längsachse radiale Bohrungen aufweist.
4. Druckwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische faserverstärkte Material in Form von imprägnierten Bändern oder Geweben Kohlenstoff-, Glas-, Aramid-, Metall-, Keramik-, Bor- oder auch andere Fasern als Endlos- oder Langfasern enthält, wobei der Faseranteil 30 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 50 bis 75 Gew.-% beträgt.
5. Druckwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Kunststoff Polypropylen (PP), Polyamide (PA) wie Polyhexamethylenadipinsäureamid oder Poly-ε-caprolactam, Hochdruck- oder Niederdruckpolyethylen (PE), Polyphenylsulfid (PPS), Polycarbonat (PC), Polyoxymethylen

(POM), Polyetheretherketone oder thermoplastische Polyester wie Polyethylenterephthalat oder Polybutylenterephthalat oder Mischungen von diesen enthält.

- 5
6. Druckwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die plasmagespritzte Kupfer- oder Kupferlegierungsschicht auf der matrixreichen äußeren Oberfläche des Grundkörpers der Hülse eine Schichtdicke im Bereich von 50 bis 500 μm , vorzugsweise von 100 bis 300 μm , besitzt. 10
7. Druckwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupfer- oder Kupferlegierungsschicht eine homogene Struktur ohne oxidische Zwischenlagen, eine porenfreie Oberfläche und eine Oberflächenrauheit im Bereich von $R_a \leq 0,1 \mu\text{m}$ besitzt. 15
8. Druckwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupferlegierung zusätzlich die Metalle Zink, Zinn, Eisen, Nickel, Mangan, Silizium, Aluminium, Blei oder Mischungen von diesen enthält. 20 25
9. Druckwalze nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Lageabweichung im Bereich von 0,02 bis 0,04 mm und eine Formabweichung im Bereich von 0,01 bis 0,03 mm besitzt. 30

35

40

45

50

55

5

