



(11)

EP 3 006 591 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.12.2019 Patentblatt 2019/52

(51) Int Cl.:
C23C 4/11 ^(2016.01) **C23C 4/129** ^(2016.01)
C23C 4/134 ^(2016.01) **B41N 7/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14188479.1**

(22) Anmeldetag: **10.10.2014**

(54) **Verfahren zum Herstellen einer beschichteten Walze und beschichtete Walze**

Method for producing a coated roller and coated roller

Procédé de fabrication d'un rouleau revêtu et rouleau revêtu

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.04.2016 Patentblatt 2016/15

(73) Patentinhaber: **Inometa GmbH
32052 Herford (DE)**

(72) Erfinder:
• **Steffens, Christian
32052 Herford (DE)**
• **Bauder, Viktor
32257 Bünde (DE)**

(74) Vertreter: **Bittner, Thomas L.
Boehmert & Boehmert
Anwaltspartnerschaft mbB
Pettenkoferstrasse 22
80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-2012/113426 WO-A2-2007/090707
DE-A1-102011 120 197 DE-U1- 8 532 300**

Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem
Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die
nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

EP 3 006 591 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 betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Walze und eine Walze.

Hintergrund

[0002] Im Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zum Herstellen von beschichteten Bauteilen bekannt.

[0003] Das Dokument DE 93 05 806 U1 betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Druckwalze. Hierbei wird auf einen Grundkörper aus einem thermoplastischen faserverstärkten Kunststoff mittels Plasmaspritzen eine Schicht aus Kupfer oder einer Kupferlegierung erzeugt.

[0004] In dem Dokument DE 10 2009 048 709 A1 ist ein weiteres Verfahren zum Herstellen eines Verbundbauteils aus einem faserverstärkten Kunststoff und einem Metall beschrieben.

[0005] Während Metalle und Metalllegierungen direkt auf einen faserverstärkten Kunststoff aufgebracht werden können, ist dies für keramische Materialien nicht möglich. Beim Auftragen eines keramischen Materials auf einen Grundkörper aus faserverstärkten Kunststoff wird im Stand der Technik immer zunächst eine Zwischenschicht aus einem Haftmittel auf dem Grundkörper gebildet. Als Haftmittel wird beispielsweise Zink verwendet. Es ist somit ein zusätzlicher Verfahrensschritt zum Herstellen erforderlich und es wird Material für das Haftmittel verbraucht.

[0006] Das Dokument US 4,997,704 A offenbart ein Verfahren zum Aufbringen einer keramischen Beschichtung auf ein faserverstärktes Material. Vor dem Aufbringen der Keramik wird eine haftende Zwischenschicht auf dem faserverstärkten Material angebracht.

[0007] Das Dokument EP 0 514 640 A1 offenbart ein Verfahren zum Aufbringen eines keramischen Belages auf einen Körper durch ein thermisches Spritzverfahren. Ein Grundkörper weist ein teilchenförmiges Material enthaltene Kunstharzschicht auf. Die Kunstharzschicht wird behandelt, bevor eine weitere Schicht mittels thermischen Spritzverfahrens aufgebracht wird.

[0008] Das Dokument EP 0 273 298 A2 offenbart einen erosionsbeständigen Überzug, welcher mit Hilfe eines Bindemittels auf einem Kunststoff haftet.

[0009] Das Dokument WO 2012/113426 A1 offenbart ein Verfahren zum Fügen von zwei Bauteilen. Während des Fügens wird ein erstes Bauteil aus einem kohlefaserverstärkten Verbundwerkstoff mit einer Korrosionsschutzschicht versehen. Die Korrosionsschutzschicht kann aus Keramik gebildet sein, beispielsweise Aluminiumoxid.

[0010] Das Dokument WO 2007/090707 A2 offenbart ein Verfahren zur Beschichtung eines Substrats mit wenigstens einer Leiter- oder Halbleiterschicht. Es kann eine Metalloxidschicht aufgetragen werden.

[0011] Das Dokument DE 10 2011 120 197 A1 offenbart das Auftragen einer Oxidkeramik mittels thermi-

schen Spritzens auf einen Kern aus einem faserverstärkten Material.

[0012] Das Dokument DE 85 32 300 U1 offenbart ein Walzenrohr für Druckmaschinen.

5

Zusammenfassung

10

[0013] Aufgabe ist es, verbesserte Technologien zum Beschichten von Bauelementen anzugeben. Insbesondere soll ein korrosionsfreier Haftgrund für eine Beschichtung bereitgestellt werden.

15

[0014] Die Aufgabe wird durch das Verfahren nach dem unabhängigen Anspruch 1 und die Walze nach dem unabhängigen Anspruch 87 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

[0015] Die Vermeidung des Aufbringens eines Haftmittels führt zu weniger Verfahrensschritten, was das Verfahren schneller und kostengünstiger macht. Darüber hinaus sind die Eigenschaften des Bauteils verbessert. Eine Korrosion des Haftmittels, die im Stand der Technik oft vorkam, wird vermieden.

20

[0016] Ein faserverstärkter Kunststoff (FVK) (auch: Faser-Kunststoff-Verbund oder Faserverbundkunststoff) ist ein Werkstoff, der Verstärkungsfasern enthält, die einer Kunststoffmatrix eingebettet sind. Die Matrix umgibt die Verstärkungsfasern, die durch Adhäsiv- oder Kohäsivkräfte an die Matrix gebunden sind.

25

[0017] Der Grundkörper kann beispielsweise aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff (GFK) bestehen. Alternativ kann der Grundkörper aus einem kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK), einem faserverstärkten Polyamid (PA) oder einem faserverstärkten Epoxidharz (EP) bestehen.

30

35

[0018] Die Schicht aus keramischem Material kann zu einer Durchschlagfestigkeit des Bauteils von bis zu 40 kV führen. Des Weiteren ermöglicht die Schicht aus keramischem Material eine thermische Isolierung des darunter liegenden Grundkörpers. Es schützt so beispielsweise vor großer Wärme. Die Schicht aus keramischem Material ist darüber hinaus verschleißbeständig, sehr hart, druckfest und hat eine hohe Schichtfestigkeit.

40

[0019] Die Schicht aus keramischem Material kann einlagig oder mehrlagig auf den Grundkörper aufgebracht werden. Es kann des Weiteren vorgesehen sein, mehrere Schichten aus unterschiedlichen keramischen Materialien auf den Grundkörper aufzubringen.

45

[0020] Die Schicht aus keramischem Material kann mit einer Schichtdicke von 100 µm bis 3 mm aufgebracht werden. Die Schicht aus keramischem Material kann nach einem Aushärten eine Haftzugfestigkeit von größer oder gleich 10 N/mm² aufweisen. In einer anderen Ausführungsform kann die Schicht aus keramischem Material nach einem Aushärten eine Haftzugfestigkeit von größer oder gleich 5 N/mm² aufweisen.

50

55

[0021] Es kann vorgesehen sein, dass der Grundkörper auf einem Substrat bereitgestellt wird. Das Substrat kann ein Metall, beispielsweise Aluminium, eine Metall-

legierung, beispielsweise Stahl, oder ein Nichtmetall enthalten. Das Substrat kann vollständig aus einem der vorgenannten Materialien bzw. Materialklassen bestehen.

[0022] Es ist vorgesehen, dass die Schicht aus keramischem Material auf den Grundkörper aufgespritzt wird. Die Schicht aus keramischem Material wird mittels thermischen Spritzens auf den Grundkörper aufgebracht. Beim thermischen Spritzen werden Zusatzwerkstoffe, so genannte Spritzzusätze, innerhalb oder außerhalb eines Spritzbrenners ab-, an- oder aufgeschmolzen. Die Zusatzwerkstoffe werden in einem Gasstrom in Form von Spritzpartikeln beschleunigt und auf die Oberfläche des zu beschichtenden Grundkörpers aufgebracht. Hierbei kann eine Schichtbildung stattfinden. Geeignete thermische Spritzverfahren sind beispielsweise Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen (HVOF), Vakuum-Plasma-Spritzen (VPS) und atmosphärisches Plasmaspritzen (APS). Als Betriebsgase für das atmosphärische Plasmaspritzen können Argon, Wasserstoff, Stickstoff oder eine Kombination hiervon verwendet werden. Des Weiteren können beim atmosphärischen Plasmaspritzen Stickstoff, ein Stickstoff-Argon-Gemisch, ein Argon-Wasserstoff-Gemisch oder Argon als Fördergas eingesetzt werden. Eine Kühlung kann durch Druckluft, Kohlenstoffdioxid (CO₂) oder einer Kombination hiervon erfolgen.

[0023] Die Schicht aus keramischem Material wird aus einem oxidkeramischen Material gebildet nämlich Aluminiumoxid (Al₂O₃).

[0024] Die Schicht aus dem keramischen Material wird mittels thermischen Spritzen in Pulverform auf den Grundkörper aufgebracht. Das Pulver kann einen Reinheitsgrad von mehr als 95% haben, bevorzugt von 98% bis 99,95%. Das Pulver kann in Form einer nachfolgend genannten Pulverform bereitgestellt werden: vermisches Keramikmaterial, wasserverdüstes Keramikmaterial, gasverdüstes Keramikmaterial, umhülltes Keramikmaterial, chemisch umhülltes Keramikmaterial, agglomeriertes Keramikmaterial, agglomeriertes und gesintertes Keramikmaterial, agglomeriertes und hohlkugeliges Keramikmaterial, agglomeriertes und verdichtetes Keramikmaterial, geschmolzenes und gebrochenes Keramikmaterial, geschmolzenes und gebrochenes und vermisches Keramikmaterial sowie gesintertes und gebrochenes Keramikmaterial. Körner des Pulvers können folgende Korngrößen aufweisen: 10/5 µm, 22/5 µm, 45/16 µm, 25/5 µm, 45/20 µm und 30/10 µm. Körner des Pulvers können auch Korngrößen in beliebiger Kombination der vorgenannten Korngrößen aufweisen. Wenn das Pulver mittels thermischen Spritzens auf den Grundkörper aufgebracht wird, kann hierbei eine interne axiale Pulverzufuhr, eine interne radiale Pulverzufuhr oder eine externe Pulverzufuhr erfolgen.

[0025] Alternativ kann die Schicht aus keramischem Material in Form einer Suspension aufgebracht werden, beispielsweise als wasserbasierte Suspension oder als alkoholbasierte Suspension.

[0026] Der Grundkörper kann ein Harzmaterial enthal-

ten. Das Harzmaterial kann beispielsweise ein Arminharz, ein Phenolharz, ein Polyesterharz, ein Vinylesterharz, ein Polyamidharz, ein Epoxydharz, ein Anhydridharz und ein Bismaleim-Triazin-Harz sein. Der Grundkörper kann des Weiteren eine beliebige Kombination der vorgenannten Harze enthalten.

[0027] Es kann vorgesehen sein, dass Bauteil, also sowohl der Grundkörper als auch die Schicht aus keramischem Material, frei von einem elektrisch leitenden Material gebildet wird. Des Weiteren kann das Bauteil frei von metallischen Materialien und / oder metallischen Legierungen sein. Insbesondere kann das Bauteil frei von einem metallischen Haftmittel gebildet werden. Das Bauteil kann somit als ein korrosionsfreies Bauteil gebildet werden.

[0028] Der Grundkörper wird mit Fasern in Kreuzlagen bereitgestellt. Die Fasern sind in Kreuzlagen gewickelt. Die Kreuzlagen sind mit abschließenden Umfangslagen gebildet.

[0029] Der Grundkörper kann einen Faseranteil zwischen 20 Vol.-% und 80 Vol.-%, zwischen 20 Vol.-% und 60 Vol.-%, zwischen 30 Vol.-% und 60 Vol.-% oder zwischen 30 Vol.-% und 50 Vol.-% aufweisen. Die Fasern können aus Glas, Kohlenstoff, Keramik, Kunststoff und / oder Naturfasern bestehen. Glasfasern können beispielsweise aus R-Glas, E-Glas, C-Glas, D-Glas und S-Glas bestehen.

[0030] Die vorstehend im Zusammenhang mit dem Verfahren beschriebenen Merkmale gelten in analoger Weise auch für das Bauteil.

[0031] Das Bauelement ist ein rotationssymmetrisches Bauteil, nämlich eine Walze mit einem zylinderförmigen Grundkörper, auf dem direkt eine Schicht aus keramischem Material angeordnet ist. Das Bauteil kann beispielsweise eine Rasterwalze oder ein Rasteradapter oder ein Rastersleeve für den Flexodruck, eine Behandlungswalze oder ein Behandlungsadapter oder ein Behandlungssleeve für eine Corona-Behandlung sein.

Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen

[0032] Weitere Ausführungsformen werden im Folgenden unter Bezugnahme auf Figuren einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Walze,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer weiteren Walze,
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer anderen Walze,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Walze nach einer weiteren Ausführungsform,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Walze nach noch einer anderen Ausführungsform,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Bauteils,
- Fig. 7 eine schematische Darstellung eines weiteren Bauteils und
- Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Sleeves

oder eines Adapters.

[0033] Im Folgenden werden für gleiche Komponenten gleiche Bezugszeichen verwendet.

[0034] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Walze mit einem rohrförmigen Substrat 1, einer Schicht aus einem faserverstärkten Material 2 und einer Schicht aus einem keramischen Material 3. An beiden Enden der Walze sind Zapfen 4 angeordnet. Das Substrat 1 kann beispielsweise aus Stahl oder Aluminium bestehen. Die Schicht aus faserverstärktem Kunststoff 2 dient als Isolationsbarriere. Sie kann verschiedene Faserarten umfassen, beispielsweise Glasfasern, Kohlenstofffasern, Keramikfasern, Kunststofffasern und / oder Naturfasern. Die Fasern sind in ein Arminharz eingebettet und in gewickelten Kreuzlagen auf das rohrförmige Substrat 1 aufgebracht. Auf der faserverstärkten Schicht 2 ist direkt die Schicht aus einem keramischen Material 3 aufgebracht. Die keramische Schicht 3 stellt eine Wärmedämmung bereit. Als Keramik ist in dieser Ausführungsform eine Oxidkeramik vorgesehen.

[0035] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Walze. Bei dieser Ausführungsform ist das rohrförmige Substrat 1 verkürzt, sodass ein Zwischenbereich 5 zwischen den Enden des Substrats 1 und den Zapfen 4 gebildet ist.

[0036] In Fig. 3 ist eine Walze mit einem durchgehenden rohrförmigen Substrat 1 dargestellt.

[0037] Fig. 4 zeigt eine Walze mit einer faserverstärkten Schicht 2, auf der direkt eine keramische Schicht 3 angeordnet ist. Die faserverstärkte Schicht ist auf einem Substrat 6 aus einem Vollmaterial aufgebracht, beispielsweise aus Stahl oder Aluminium.

[0038] Fig. 5 zeigt eine Walze mit einem verkürzten rohrförmigen Substrat 1, einer faserverstärkten Schicht 2 und einer keramischen Schicht 3. An beiden Enden der Walze ist eine Aufnahme 7 gebildet.

[0039] Fig. 6 und 7 zeigen schematische Darstellungen für Bauteile mit beliebigen Formen. Auf einem faserverstärkten Grundkörper 9 ist jeweils direkt eine Schicht aus einem keramischen Material 8 angeordnet, beispielsweise aus einer Oxidkeramik. Gemäß der Ausführungsform nach Fig. 7 ist der faserverstärkte Grundkörper 9 auf einem Substrat 10 angeordnet.

[0040] Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung eines Adapters oder eines Sleeves. Auf einer faserverstärkten Grundhülse 20 mit einer kompressiblen Zwischenschicht 21 und einem darauf aufgebauten faserverstärkten Grundkörper 22 ist direkt eine Schicht aus einem keramischen Material 23 angeordnet, beispielsweise aus einer Oxidkeramik. Hierbei ist zwischen dem faserverstärkten Grundkörper 22 und der faserverstärkten Grundhülse 20 eine Zwischenschicht 21 angeordnet, die mit einem kompressiblen Deckmaterial gebildet ist.

[0041] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und den Figuren offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander für die Verwirklichung der Erfindung relevant

sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Walze, mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines zylinderförmigen Grundkörpers aus einem faserverstärkten Kunststoff, bei dem Verstärkungsfasern in eine Kunststoffmatrix eingebettet sind; und
- Aufbringen einer Schicht aus einem keramischen Material auf den Grundkörper mittels thermischem Spritzen;

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Grundkörper mit in Kreuzlagen gewickelten Fasern bereitgestellt wird;
- die Kreuzlagen mit abschließenden Umfangslagen gebildet sind, auf welche als keramisches Material Aluminiumoxid aufgebracht wird; und
- die Schicht aus dem keramischen Material direkt auf den Grundkörper aufgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schicht aus einem keramischen Material in Pulverform auf den Grundkörper aufgebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schicht aus keramischem Material einlagig oder mehrlagig auf den Grundkörper aufgebracht wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Grundkörper aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff bereitgestellt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Grundkörper ein Harzmaterial enthält.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Grundkörper einen Faseranteil zwischen 20 Vol.-% und 80 Vol.-% aufweist.

7. Walze mit einem zylinderförmigen Grundkörper aus

- einem faserverstärkten Kunststoff, bei dem Verstärkungsfasern in eine Kunststoffmatrix eingebettet sind; und
- einer auf dem Grundkörper angeordneten Schicht aus einem keramischen Material, die mittels thermischem Spritzen aufgebracht ist;

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Grundkörper in Kreuzlagen gewickelte Fa-

sern aufweist;

- die Kreuzlagen mit abschließenden Umfangslagen gebildet sind, auf welche als keramisches Material Aluminiumoxid aufgebracht ist; und
- die Schicht aus dem keramischen Material direkt auf den Grundkörper aufgebracht ist.

Claims

1. A method for producing a roller, with the following steps:

- providing a cylindrical base body of a fibre-reinforced plastic, wherein reinforcement fibres are embedded in a plastic matrix; and
- applying a coating of a ceramic material to the base body by means of thermal spraying,

characterized in that

- the base body is provided with fibres wound in crosswise layers;
- the crosswise layers are formed with finishing circumferential layers, to which aluminium oxide is applied as the ceramic material;
- the coating of the ceramic material is applied directly to the base body.

2. The method according to claim 1, wherein the coating of ceramic material is applied in powder form to the base body.

3. The method according to claim 1 or 2, wherein the coating of ceramic material is applied in a single layer or in multiple layers to the base body.

4. The method according to any one of the preceding claims, wherein the base body is provided as a glass-fibre-reinforced plastic.

5. The method according to any one of the preceding claims, wherein the base body comprises a resin material.

6. The method according to any one of the preceding claims, wherein the base body comprises a fibre content of between 20 vol.-% and 80 vol.-%.

7. A roller with a cylindrical base body made of

- a fibre-reinforced plastic, wherein reinforcement fibres are embedded in a plastic matrix; and
- a coating of a ceramic material arranged on the base body, which is applied by means of thermal spraying,

characterized in that

- the base body has fibres wound in crosswise layers;
- the crosswise layers are formed with finishing circumferential layers, onto which aluminium oxide is applied as the ceramic material;
- the coating of the ceramic material is applied directly to the base body.

Revendications

1. Procédé destiné à la fabrication d'un rouleau, comprenant les étapes suivantes :

- fourniture d'un corps de base cylindrique dans un plastique renforcé de fibres, dans lequel des fibres de renfort sont enchâssées dans une matrice de plastique ; et
- application d'une couche dans un matériau céramique sur le corps de base par injection thermique ;

caractérisé en ce que

- le corps de base est fourni avec des fibres enroulées en couches croisées ;
- les couches croisées sont formées avec des couches périphériques isolantes sur lesquelles de l'oxyde d'aluminium est appliqué en tant que matériau céramique ; et
- la couche en le matériau céramique est appliquée directement sur le corps de base.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la couche d'un matériau céramique est appliquée sous forme pulvérulente sur le corps de base.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la couche de matériau céramique est appliquée en une ou plusieurs couches sur le corps de base.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le corps de base est fourni dans un plastique renforcé par fibres de verre.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le corps de base contient un matériau de résine.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le corps de base présente une teneur en fibres entre 20 % en volume et 80 % en volume.

7. Rouleau avec un corps de base cylindrique en

- plastique renforcé par fibres dans lequel des fibres de renfort sont enchâssées dans une matrice de plastique ; et
- une couche en matériau céramique disposée sur le corps de base qui est appliquée par injection thermique ; 5

caractérisé en ce que

- le corps de base présente des fibres enroulées en couches croisées ; 10
- les couches croisées sont formées avec des couches périphériques isolantes sur lesquelles de l'oxyde d'aluminium est appliqué en tant que matériau céramique ; et 15
- la couche en le matériau céramique est appliquée directement sur le corps de base.

20

25

30

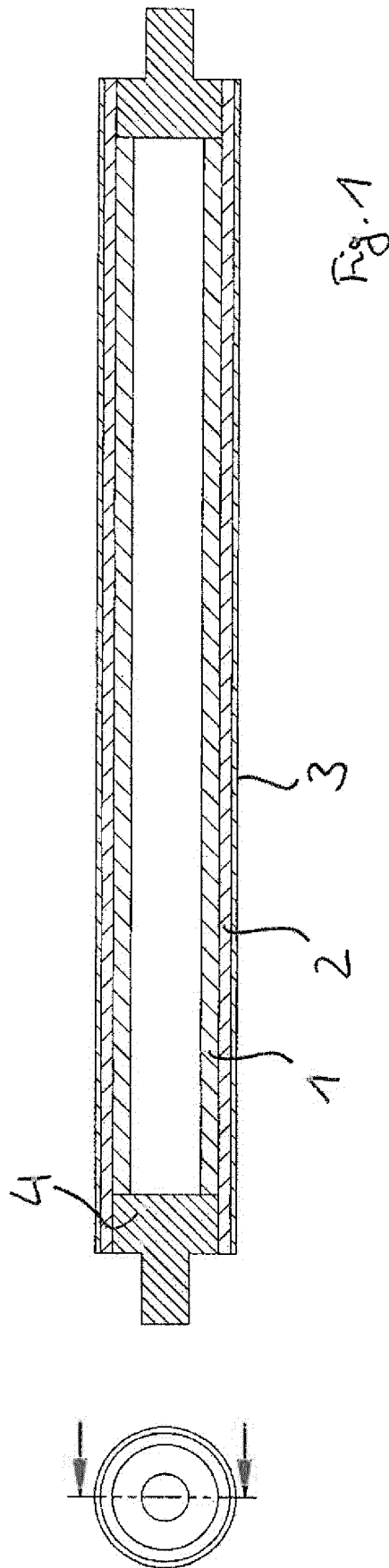
35

40

45

50

55



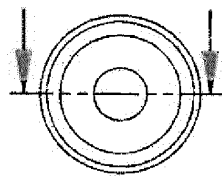
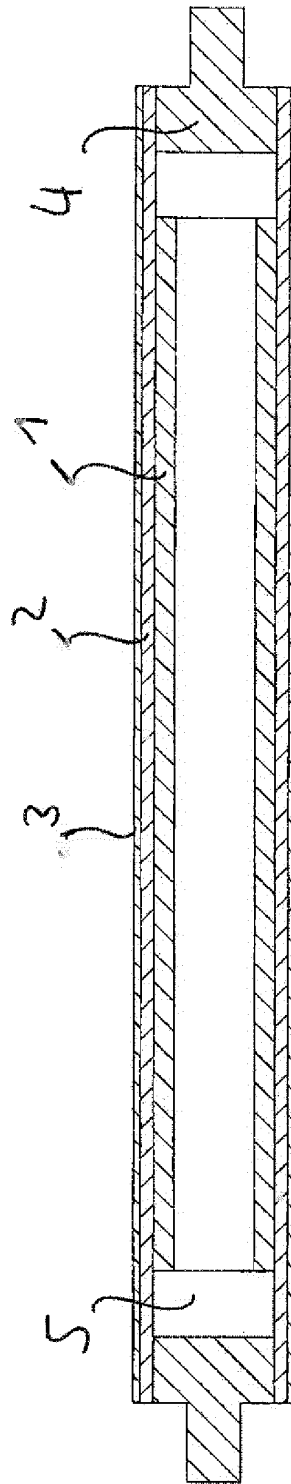
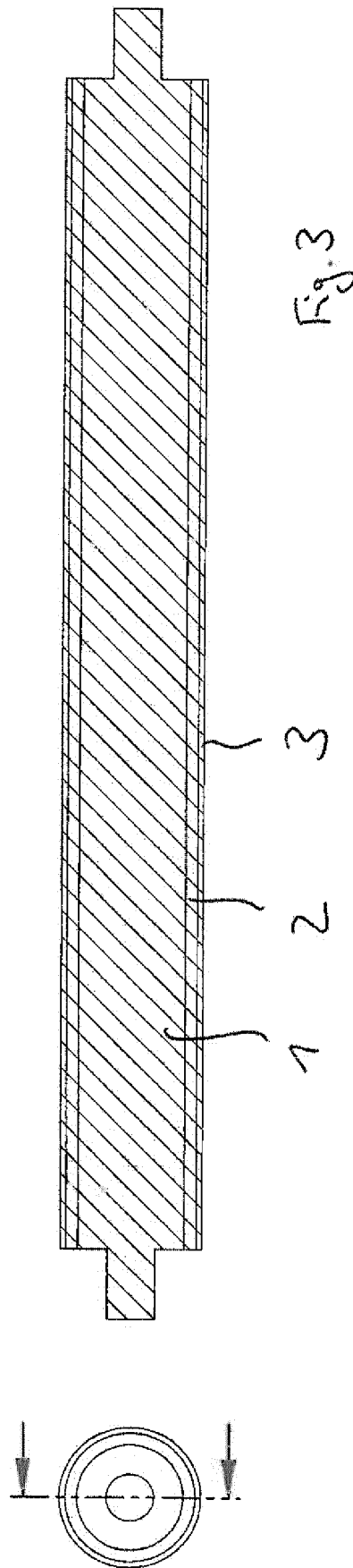


Fig. 2



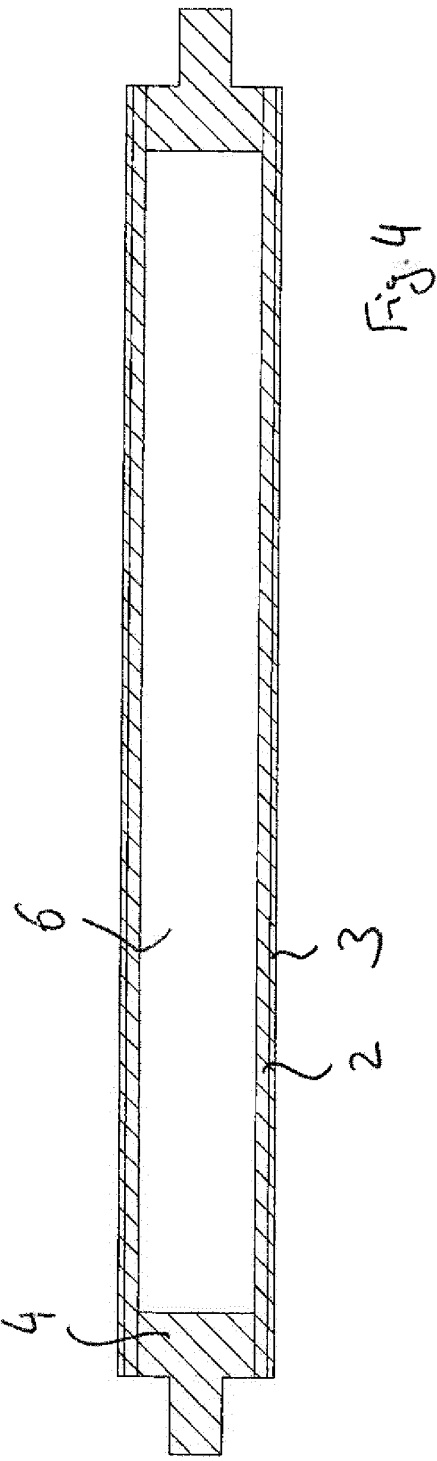
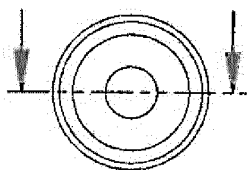


Fig 4



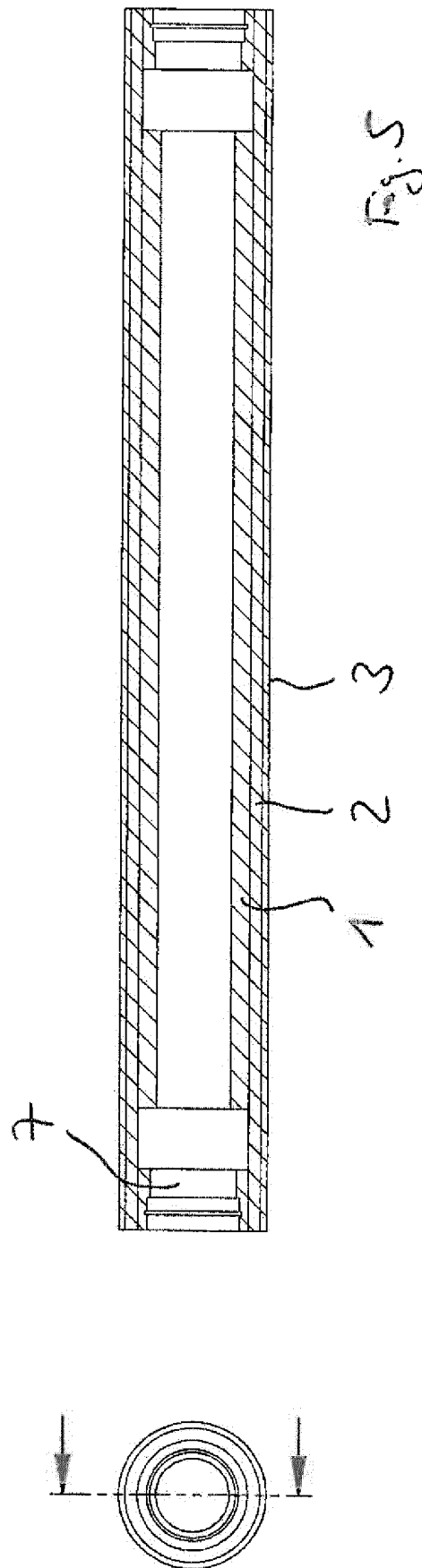




Fig. 6

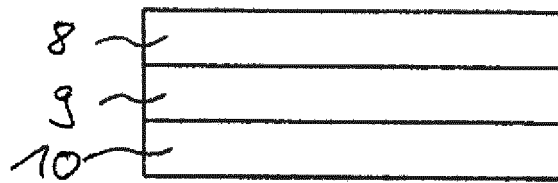


Fig. 7

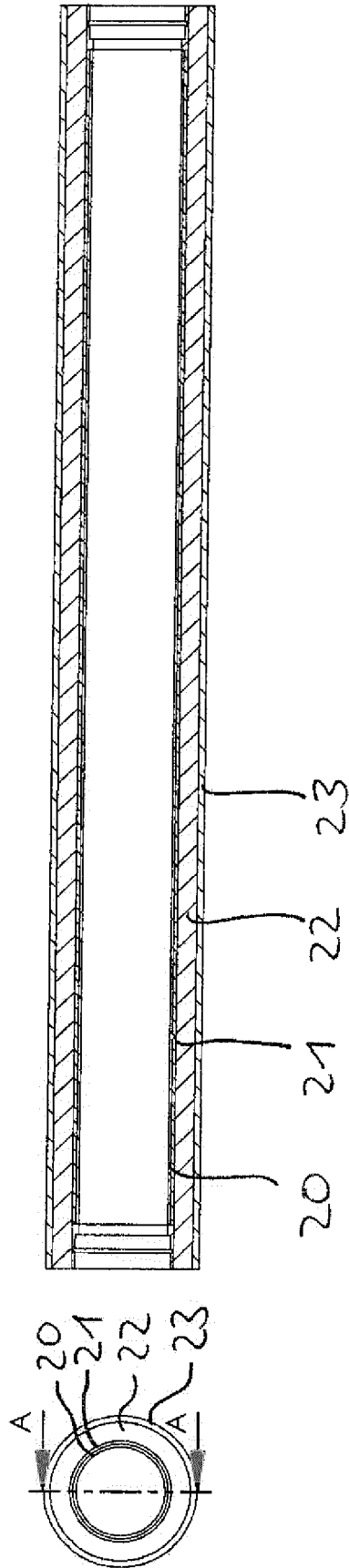


Fig. 8

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

- DE 9305806 U1 **[0003]**
- DE 102009048709 A1 **[0004]**
- US 4997704 A **[0006]**
- EP 0514640 A1 **[0007]**
- EP 0273298 A2 **[0008]**
- WO 2012113426 A1 **[0009]**
- WO 2007090707 A2 **[0010]**
- DE 102011120197 A1 **[0011]**
- DE 8532300 U1 **[0012]**