



(11)

EP 1 533 571 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.03.2014 Patentblatt 2014/12

(51) Int Cl.:
F23Q 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04023484.1**

(22) Anmeldetag: **01.10.2004**

(54) Verfahren zum Herstellen von keramischen Glühkerzen

Process for producing ceramic glow plugs

Procédé de fabrication de bougies de préchauffage en céramique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **19.11.2003 DE 10353972**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.05.2005 Patentblatt 2005/21

(73) Patentinhaber: **Beru AG
71636 Ludwigsburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Göb, Oliver
71672 Marbach (DE)**
• **Houben, Hans
52146 Würselen (DE)**

- **Frassek, Lutz
96472 Rödentel (DE)**
- **von Watzdorf, Henning
71642 Ludwigsburg (DE)**
- **Allgaier, Martin
71634 Ludwigsburg (DE)**
- **Weissenbacher, Johann
74182 Obersulm-Sulzbach (DE)**

(74) Vertreter: **Kotitschke & Heurung Partnerschaft
Eduard-Schmid-Str. 2
81541 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 536 180 WO-A-95/22722
FR-A- 1 534 467 US-B1- 6 335 516
US-B1- 6 396 028

EP 1 533 571 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 eines keramischen Glühstiftes, der mehr als zwei Schichten aufweist.

[0002] Keramische Glühstifte, die fertig konfektioniert als Glühkerzen im Bereich der Brennkraftmaschinen zur Anwendung kommen, zeichnen sich dadurch aus, dass sie schneller als bisher verwendete Stahlgühkerzen aufgeheizt werden können und eine weit höhere Lebensdauer haben.

[0003] Aus der US 6 309 589 B1 und der DE 100 53 327 A1 sind bereits keramische Glühstifte mit planaren Strukturen bekannt, die nach Fertigungsgesichtspunkten konzipiert sind, so dass die für eine optimale Verbrennung benötigte homogene Temperaturverteilung nicht gewährleistet ist.

[0004] In US 6 335 516 A ist beschrieben, wie ein Heizelement mittels eines Spritzgießverfahrens hergestellt und anschließend mit einer Isolierkeramik mittels Extrusionsbeschichtung überzogen wird.

[0005] Aus der US 6 184 497 B1, der EP 0 601 727 B1, der US 6 084 212 A, der DE 36 21 216 C2, der DE 198 44 347 A1 und der DE 101 55 203 C1 sind weiterhin Konstruktionen und Herstellungsverfahren für keramische Glühstifte bekannt, bei denen Schichtstrukturen vorgesehen sind, die sich nur durch schlecht automatisierbare Schlickergießverfahren in den angegebenen Schichtstärken herstellen lassen oder Konstruktionen darstellen, die sich nur durch aufwändige und damit mit hohen Kosten verbundene Herstellungsverfahren, wie z.B. Siebdruck auf Lamine mit anschließendem Heißpressen verwirklichen lassen. Diese Konstruktionen und Herstellungsverfahren lassen sich großtechnisch kaum umsetzen und entsprechen nicht der Forderung der Automobilindustrie nach preisgünstigen Bauteilen.

[0006] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht daher darin, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das kostengünstig und serientauglich ist.

[0007] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Ausbildung gelöst, die im Anspruch 1 angegeben ist.

[0008] Durch die Verwendung der Koextrusion kann der für die optimale Funktion des Glühstiftes erwünschte Schichtaufbau in einfacher Weise, nämlich durch simultane Extrusion mehrerer Schichten in Form eines Rohres oder eines Stabes gebildet werden.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden somit gleichzeitig mehrere Schichten des keramischen Glühstiftes erzeugt, so dass nur noch die für die Umlenkung des elektrischen Stromes an einem Ende benötigte Schicht vorgesehen werden muss.

[0010] Besonders bevorzugte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 9.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird insbesondere ein durch Koextrusion, das heißt durch simultane Extrusion aller benötigten Schichten hergestell-

ter Rohzylinder des keramischen Glühstiftes nach Kalibrierung des Durchmessers und Längen des Rohlings durch spanabhebende Verfahren an einem Ende verjüngt und am anderen Ende mit einer Kontaktierungsbohrung versehen.

[0012] Der in dieser Weise bearbeitete Zylinder wird anschließend entbindert und vorgesintert, um eine ausreichende Festigkeit für die nachfolgenden Verfahrensschritte zu gewährleisten.

[0013] Die oben erwähnte Verjüngung des Rohzylinders an einem Ende und die Ausbildung der Kontaktierungsbohrung am anderen Ende können durch Weißbearbeitung mittels Diamantwerkzeugen auch nach dem Entbindern und Vorsintern erfolgen.

[0014] Anschließend erfolgt das Aufbringen der den Strom umleitenden Schicht und ggf. der eigentlichen Heizschicht durch Aufsprühen eines Schlickers oder durch ein Tauchverfahren, wobei dieser Arbeitsvorgang auch nach dem Sintern durch thermisches Spritzen erfolgen kann.

[0015] Nach erfolgter Trocknung wird der Grünkörper gebrannt und durch ein einfaches und kostengünstiges Durchschubschleifverfahren auf seine Endgeometrie geschliffen.

[0016] Durch Über- bzw. Umspritzen eines Einlegeteils bzw. Einspritzen in ein rohrförmigen Einlegeenteil kann eine zusätzlich leitende oder nichtleitende Schicht aufgebracht werden, die die eigentliche Heizschicht vor Korrosion schützt oder selbst als Heizschicht und Stromumlenkungsschicht dient bzw. die Schichtstruktur vervollständigt werden.

[0017] Im Folgenden werden anhand der zugehörigen Zeichnungen besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahren näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1A bis 1D in Schnittansichten Ausführungsbeispiele des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbaren Glühstiftes in verschiedenen Geometrien,

Fig. 2 in einer Schnittansicht den Verfahrensschritt der Koextrusion eines Vollmaterialglühstiftes,

Fig. 3 in einer Schnittansicht den Verfahrensschritt der Grün- oder Weißbearbeitung,

Fig. 4 in einer Schnittansicht den Verfahrensschritt des Sprühens einer zusätzlichen Außenschicht,

Fig. 5 in einer Schnittansicht den Verfahrensschritt der Endbearbeitung des Glühstiftes,

Fig. 6 in einer Schnittansicht den Verfahrensschritt der Koextrusion eines rohrförmigen Glühstiftes und

Fig. 7 in einer Schnittansicht den Verfahrensschritt des Über- oder Einspritzens in das rohrförmige Halbzeug gemäß Fig. 6.

[0018] Wie es in Fig. 1A dargestellt ist, umfasst ein Glühstift für eine keramische Glühkerze einen rotations-symmetrischen Aufbau aus einem elektrisch leitenden Innenzylinder 1, einer koaxial zum Innenzylinder 1 an

dessen Zylinderaußenfläche vorgesehene Isolierschicht 2, einer koaxial dazu vorgesehenen leitfähigen Schicht 3 und der eigentlichen Heizschicht 4, die als koaxiale Schicht 4a und als eine senkrecht zur Glühstiftachse verlaufende Schicht 4b am Ende der Anordnung aus Innenzylinder 1 und Schichten 2, 3 ausgebildet ist. Es sind aber auch nicht rotationssymmetrische und nicht zur Glühstiftachse koaxiale Anordnungen der Schichten denkbar. Z.B. können die Querschnitte unsymmetrisch, quadratisch oder rechteckig sein.

[0019] Fig. 2 zeigt das bei der Herstellung eines Glühstiftes nach Fig. 1A verwandte Prinzip der Koextrusion. Die Schichtstruktur wird durch Extruder 10, 11 und 12 in einem Koextrusionskopf 13 ausgebildet. Der Extruder 10 erzeugt den leitfähigen Kern 1, der Extruder 11 legt die Isolationsschicht 2 auf, und mit dem Extruder 12 wird die Schichtstruktur mit der äußeren leitfähigen Schicht 3 komplettiert. Bei dem Koextrusionskopf 13 zur Ausbildung von drei Schichten kann es sich zum Beispiel um ein in der Kunststofftechnologie eingesetztes Werkzeug mit Pinole und Wendelverteiler handeln.

[0020] Ausgehend von einem in dieser Weise erzeugten dreischichtigen Koextrudat mit einer innenliegenden Isolatorhülse, die schraffiert dargestellt ist, wird mit den in den Fig. 3, 4 und 5 dargestellten Verfahrensschritten der in Fig. 1A dargestellte Aufbau erzeugt.

[0021] Das heißt, dass nach dem Längen des Koextrudats mittels eines Trennaggregates 14 und der Kalibrierung des Durchmessers der Rohzylinders an einem Ende verjüngt und an dem anderen Ende mit einer Kontaktierungsbohrung versehen wird, wie es schematisch in Fig. 3 dargestellt ist.

[0022] Der gemäß Fig. 3 bearbeitete Rohzylinder wird anschließend entbindert und vorgesintert, um ihm eine ausreichende Festigkeit für die nachfolgenden Arbeitsvorgänge zu geben.

[0023] Wie es in Fig. 4 dargestellt ist, wird dann die äußere Heiz- und Umleitungsschicht 4 aufgebracht, was durch Aufsprühen eines Schlickers vor dem Sintern, aber auch durch Tauchen, Überspritzen oder thermisches Spritzen erfolgen kann. Zu diesem Zweck können aber auch die auf dem Gebiet der Kunststofftechnik üblichen Schweißverfahren, z.B. Ultraschall-, Reibschweißverfahren u.ä. verwendet werden.

[0024] Diese Schicht 4 ist als koaxiale Schicht 4a und senkrecht zur Glühstift verlaufende Schicht 4b am Ende der Anordnung ausgebildet und stellt die Verbindung zwischen dem Innen- und dem Außenleiter her.

[0025] Bei dem in Fig. 1B und im Detail in Fig. 1D dargestellten Ausführungsbeispiel ist wiederum ausgehend von einem dreischichtigen Koextrudat mit innenliegender, schraffiert dargestellter Isolatorhülse ein durch die Verfahrensschritte in Fig. 3 und 4 dargestellter Aufbau erzeugt, bei dem die eigentliche Heizschicht am Außenmantel nur durch eine Querschnittsverengung gebildet wird. Fig. 1D zeigt von oben nach unten die Glühzone und die Kontaktierungszone.

[0026] Die zur Umleitung des elektrischen Stromes

notwendige Schicht auf der Stirnfläche kann wiederum durch Aufsprühen eines Schlickers vor dem Sintern aber auch durch Tauchen, Überspritzen oder thermisches Spritzen gebildet werden. Zu diesem Zweck können aber auch die auf dem Gebiet der Kunststofftechnik üblichen Schweißverfahren, z.B. Ultraschall-, Reibschweißverfahren u.ä. verwendet werden.

[0027] Bei dem in Fig. 1C dargestellten Ausführungsbeispiel ist ausgehend von einem koextrudierten, zweischichtigen Rohr mit innenliegender Isolatorschicht, das mit der in Fig. 6 dargestellten Koextrusion gebildet wird, durch kombiniertes Ein- und Überspritzen nach Fig. 7 auf einer konventionellen Spritzgußmaschine, der für die Funktion des Glühstiftes notwendiges Gesamtaufbau mit Kern 5 gebildet. Durch Einsatz identischer Feedstocks für die Extrusion und das folgende Spritzgießen ist eine Verbindung zwischen den Schichten gegeben und können die nachfolgenden Arbeitsschritte, beispielsweise das Entbindern, das Vorsintern und das Sintern problemlos erfolgen.

[0028] Das erfindungsgemäße Verfahren kann in einer Vielzahl von verschiedenen Variationen durchgeführt werden, so dass es problemlos auf verschiedene Schichtstärken und Schichtarten angepasst werden kann.

[0029] Gemäß Fig. 5 folgt allen oben beschriebenen Ausführungsbeispielen eine Sinterung und eine kostengünstige Hartbearbeitung, um die für den Einbau des keramischen Glühstiftes notwendigen Toleranzen sicherzustellen.

[0030] Das kann gemäß Fig. 5 durch ein einfaches und kostengünstiges Durchschubschleifverfahren mittels einer Andruckrolle 15 und einer Schleifscheibe 16 erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines keramischen Glühstiftes mit einem elektrisch leitenden Innenzylinder (1) und zumindest zwei äußeren Schichten (2, 3) eines Schichtaufbaus, wobei der elektrisch leitende Innenzylinder (1) und die zumindest zwei äußeren Schichten (2, 3) des Schichtaufbaus simultan durch Koextrusion gebildet werden und eine leitfähige Schicht (4a, 4b) an einem Ende des Koextrudats aus dem elektrisch leitenden Innenzylinder (1) und dem Schichtaufbau aufgebracht wird, wobei die leitfähige Schicht (4a, 4b) einen Abschnitt (4b), der sich radial in Bezug auf die Glühstiftachse erstreckt, und einen Abschnitt (4a), der sich axial in Bezug auf die Glühstiftachse erstreckt, aufweist, so dass die leitfähige Schicht (4a, 4b) eine elektrische Verbindung zwischen dem elektrisch leitenden Innenzylinder (1) und der äußeren leitfähigen Schicht (3) des Schichtaufbaus herstellt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußeren Schichten (2, 3) sym-

metrisch zur Glühstiftachse ausgebildet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußeren Schichten (2, 3) koaxial ausgebildet werden. 5
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schichtaufbau rotations-symmetrisch ist und durch einen Außenpol und einen Innenpol kontaktiert wird. 10
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt (4a) der leitfähigen Schicht, der sich axial in Bezug auf die Glühstiftachse erstreckt, und/oder der Abschnitt (4b) der leitfähigen Schicht, der sich radial in Bezug auf die Glühstiftachse erstreckt, am Ende des Koextrudats durch Aufsprühen, Aufspritzen, Aufpressen, mittels eines Tauchverfahrens oder durch ein Schweißverfahren aufgebracht wird/werden. 15
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koextrudat im ungebrannten Zustand durch spanabhebende Bearbeitung oder Wasserstrahlschneiden konfektioniert wird. 20
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Koextrudat durch Um-, Über- und/oder Einspritzen in einer Spritzgußmaschine in seiner Schichtstruktur komplettiert wird. 25
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt (4a) der leitfähigen Schicht, der sich axial in Bezug auf die Glühstiftachse erstreckt, und/oder der Abschnitt (4b) der leitfähigen Schicht, der sich radial in Bezug auf die Glühstiftachse erstreckt, am Ende des Koextrudats durch thermisches Spritzen nach dem Sintern des durch Koextrusion gebildeten Schichtaufbaus gebildet wird/werden. 30
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Glühstift gesintert ist und danach teilweise oder ganz über- bzw. geschliffen ist. 35

Claims

1. Method for manufacturing a ceramic glow pin having an electrically conductive inner cylinder (1) and at least two outer layers (2, 3) of a layer structure, wherein the electrically conductive inner cylinder (1) and the at least two outer layers (2, 3) of the layer structure are formed simultaneously by co-extrusion, and a conductive layer (4a, 4b) is applied at one end of the co-extrudate of the electrically conductive in-

ner cylinder (1) and the layer structure, and wherein the conductive layer (4a, 4b) comprises a portion (4b), which extends radially relative to the glow pin axis, and a portion (4a), which extends axially relative to the glow pin axis, whereby the conductive layer (4a, 4b) establishes an electric connection between the electrically conductive inner cylinder (1) and the outer conductive layer (3) of the layer structure.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** the outer layers (2, 3) are constructed symmetrically to the glow pin axis.
3. Method according to claim 2, **characterized in that** the outer layers (2, 3) are constructed co-axially.
4. Method according to claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the layer structure is rotationally symmetrical and is contacted by an outer pole and an inner pole.
5. Method according to claim 1, **characterized in that** the portion (4a) of the conductive layer, which extends axially relative to the glow pin axis, and/or the portion (4b) of the conductive layer, which extends radially relative to the glow pin axis, is/are applied to the end of the co-extrudate by spraying-on, sputtering, pressing-on, dipping or welding.
6. Method according to claim 1, **characterized in that** the co-extrudate, in an unfired state, is subjected to machining treatment or water-jet cutting.
7. Method according to claim 1, **characterized in that** the co-extrudate is finished in view of its layer structure by injection molding in an injection molding machine.
8. Method according to claim 1, **characterized in that** the portion (4a) of the conductive layer, which extends axially relative to the glow pin axis, and/or the portion (4b) of the conductive layer, which extends radially relative to the glow pin axis, is/are formed at the end of the co-extrudate by thermal spraying after sintering of the layer structure formed by co-extrusion.
9. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the glow pin is sintered and afterwards partially or completely polished.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une bougie de préchauffage en céramique avec un cylindre conducteur électrique intérieur (1) et au moins deux couches extérieures (2, 3) d'une structure stratifiée, le cylindre

- conducteur électrique intérieur (1) et les deux couches extérieures (2, 3) ou plus de la structure stratifiée étant formées simultanément par co-extrusion, et une couche conductrice (4a, 4b) étant appliquée à une extrémité du co-extrudat constitué du cylindre conducteur électrique intérieur (1) et de la structure stratifiée, la couche conductrice (4a, 4b) comportant une partie (4b) à extension radiale par rapport à l'axe de la bougie de préchauffage, et une partie (4a) à extension axiale par rapport à l'axe de la bougie de préchauffage, si bien que la couche conductrice (4a, 4b) assure une liaison électrique entre le cylindre conducteur électrique intérieur (1) et la couche extérieure conductrice (3) de la structure stratifiée.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les couches extérieures (2, 3) sont formées symétriquement par rapport à l'axe de la bougie de préchauffage.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les couches extérieures (2, 3) sont formées coaxialement.
4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la structure stratifiée est à symétrie de révolution et est contactée par un pôle extérieur et un pôle intérieur.
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie (4a) de la couche conductrice à extension axiale par rapport à l'axe de la bougie de préchauffage, et/ou la partie (4b) de la couche conductrice à extension radiale par rapport à l'axe de la bougie de préchauffage, sont appliquées à l'extrémité du co-extrudat par pulvérisation, projection, compression, ou par soudage.
6. Procédé selon la revendication 1, **Caractérisé en ce que** le co-extrudat est confectionné en état non cuit par usinage à enlèvement de copeaux ou par découpage au jet d'eau.
7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la structure stratifiée du co-extrudat est complétée par injection enrobante, couvrante et/ou intérieure dans une presse d'injection.
8. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie (4a) de la couche conductrice à extension axiale par rapport à l'axe de la bougie de préchauffage, et/ou la partie (4b) de la couche conductrice à extension radiale par rapport à l'axe de la bougie de préchauffage, sont formées à l'extrémité du co-extrudat par pulvérisation thermique après frittage de la structure stratifiée formée par co-extrusion.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bougie de préchauffage est frittée avant d'être partiellement ou complètement rectifiée ou surrectifiée.

Fig. 1A

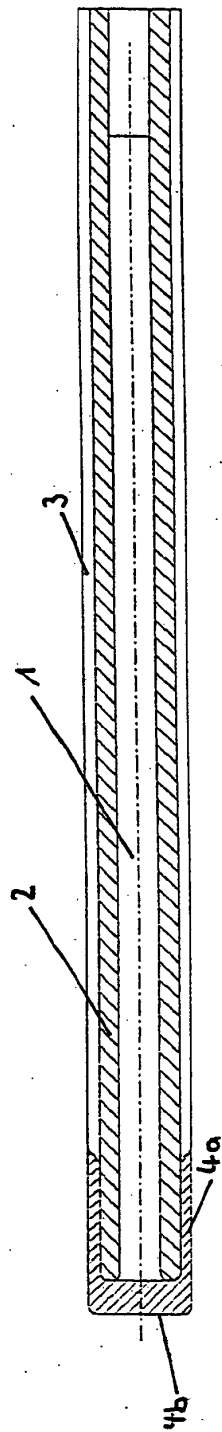


Fig. 1B

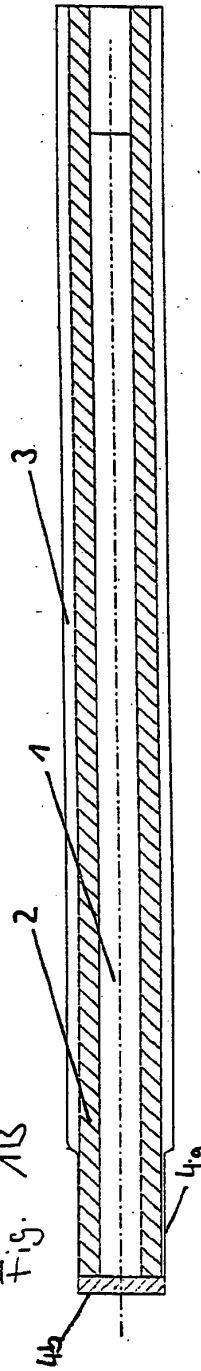


Fig. 1C

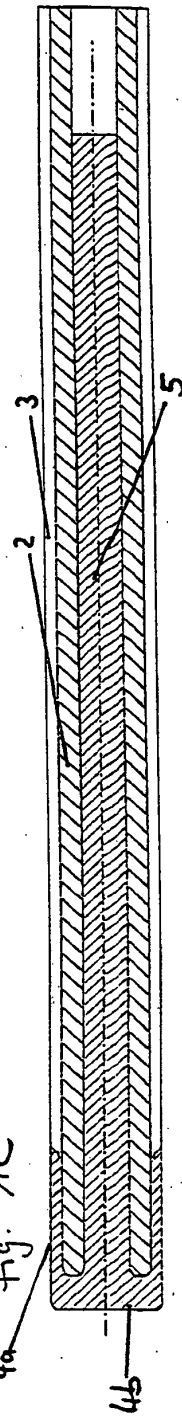
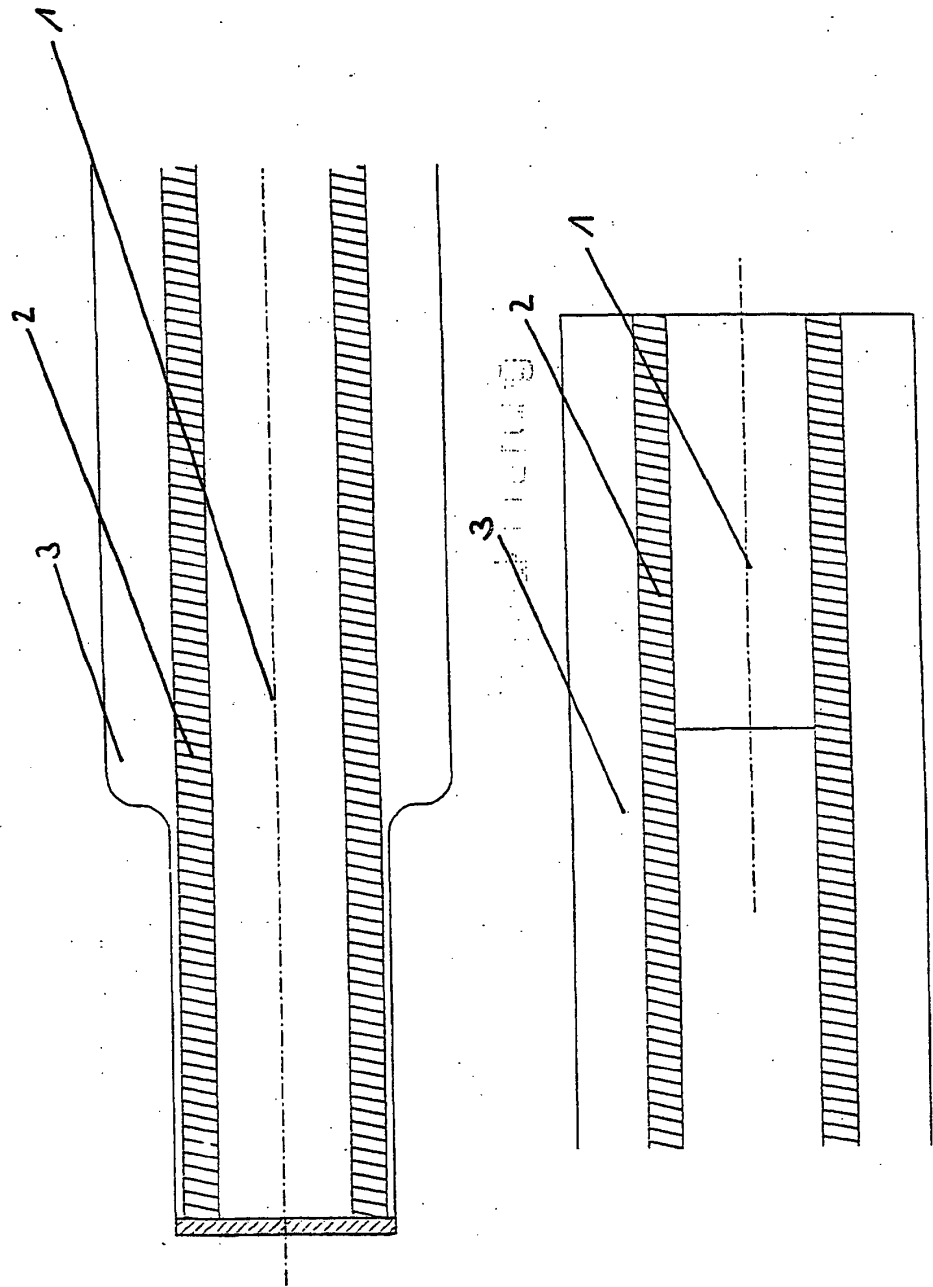
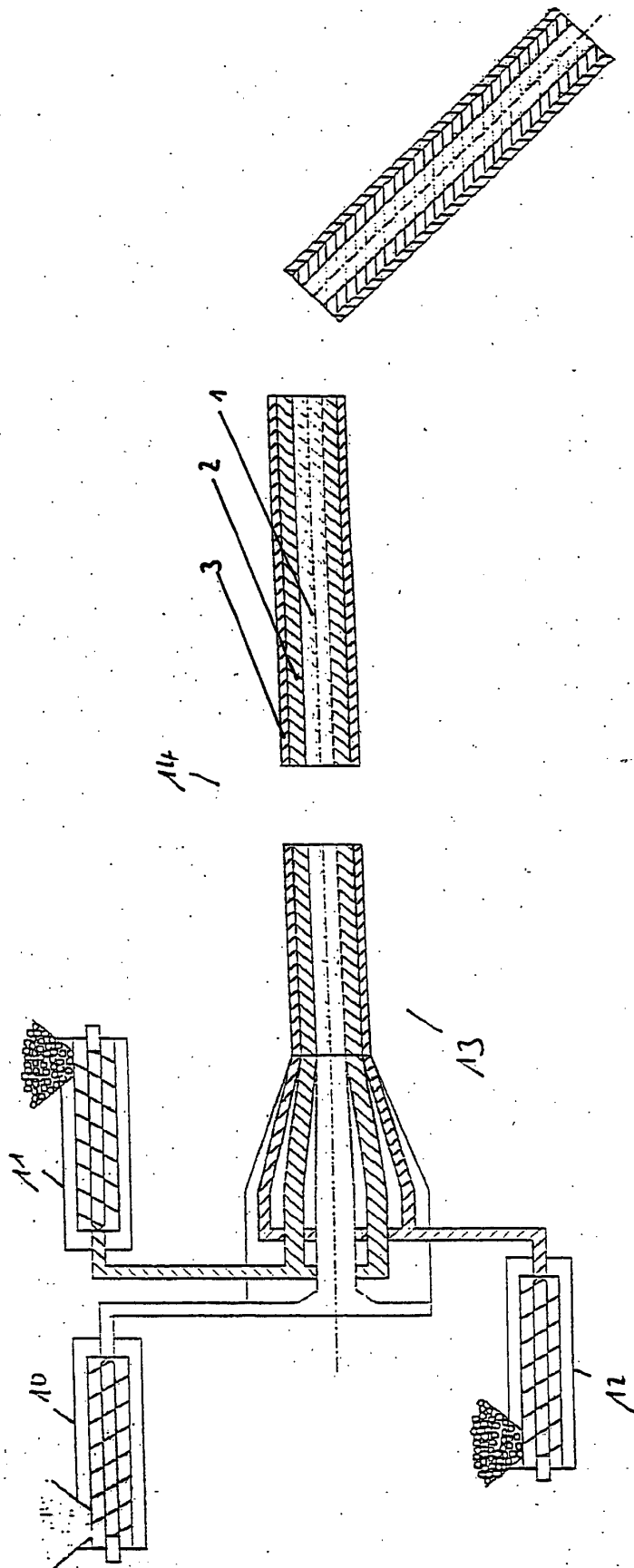


Fig. 1B.





201

FIG. 3

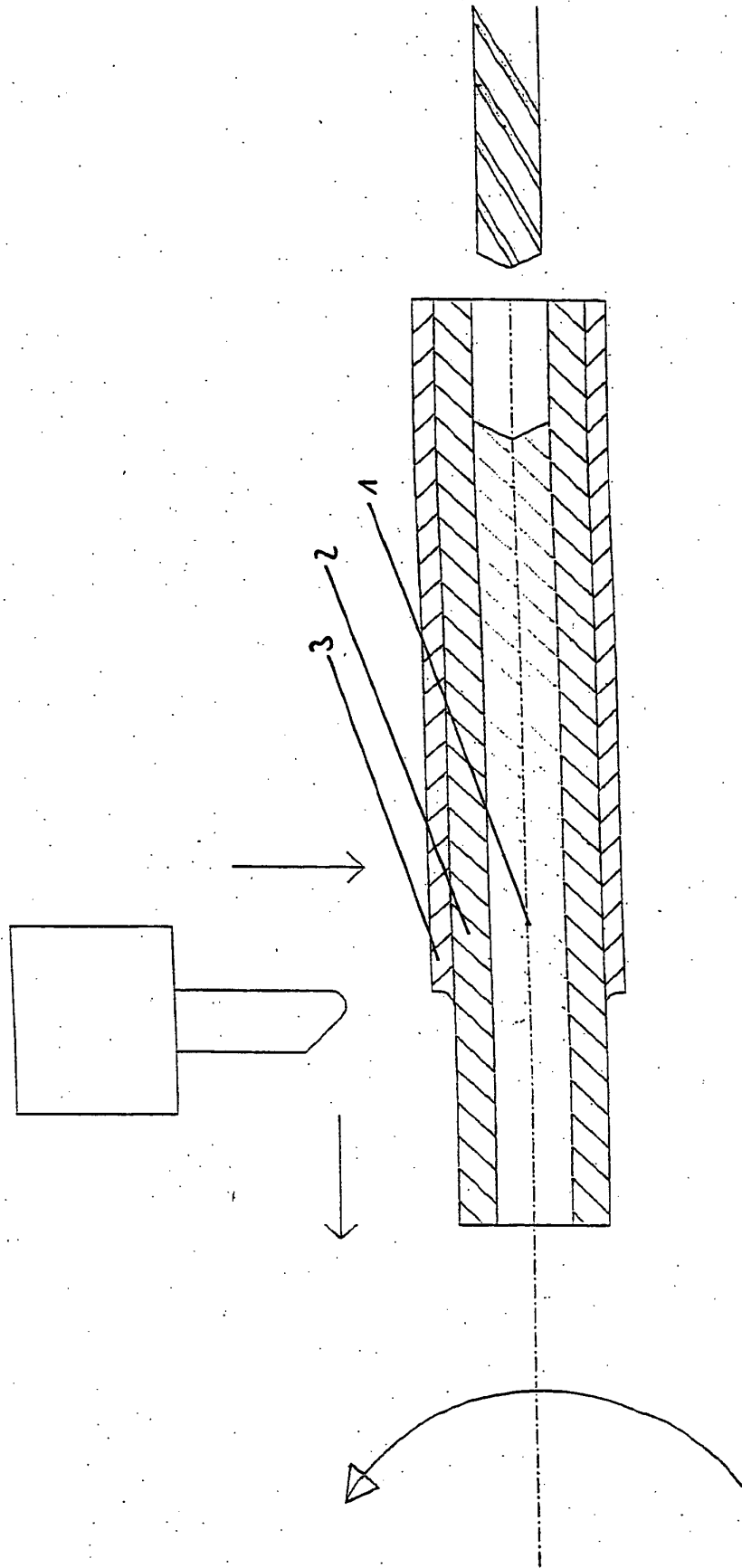


FIG. 4

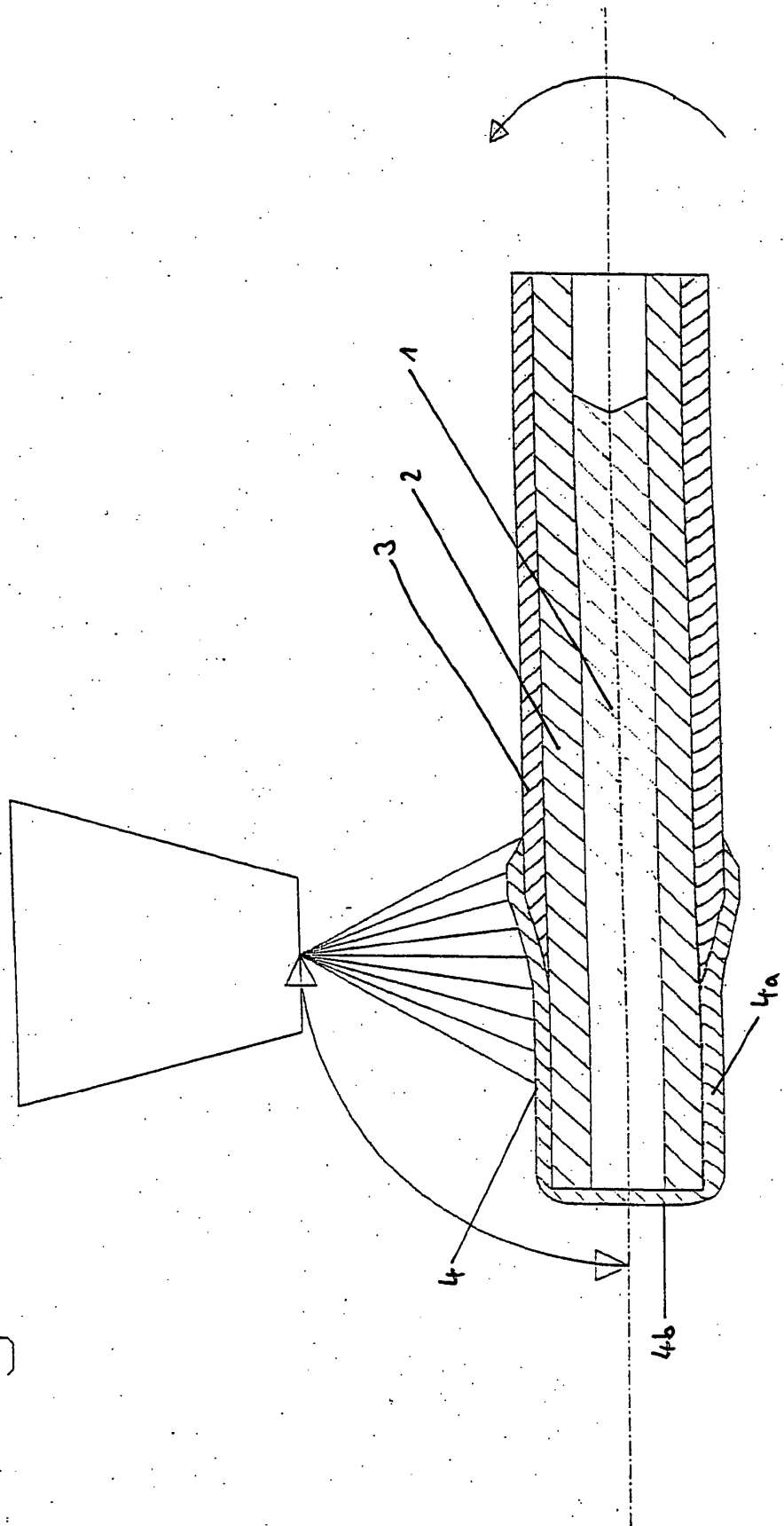


Fig. 5

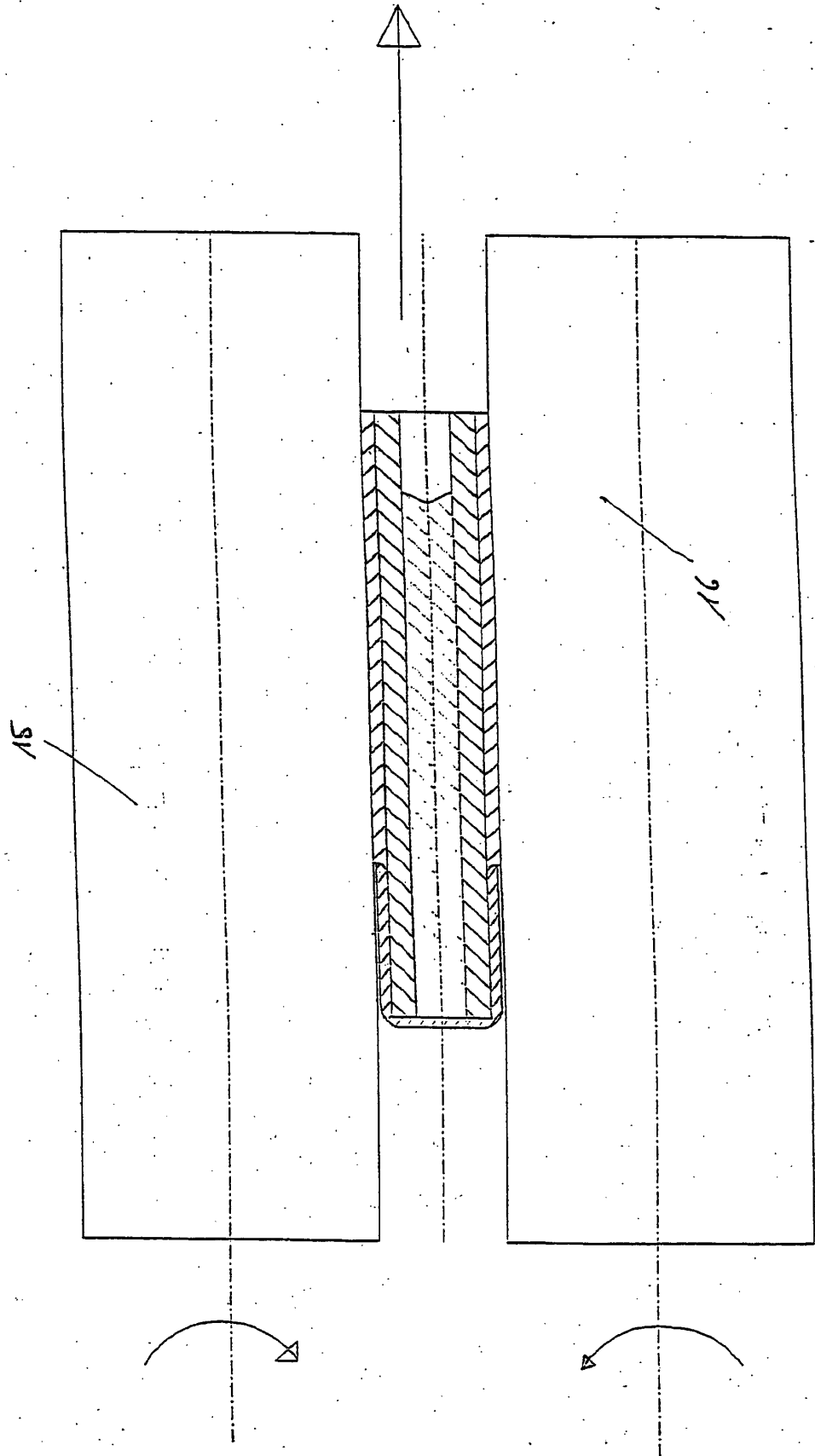


Fig. 6

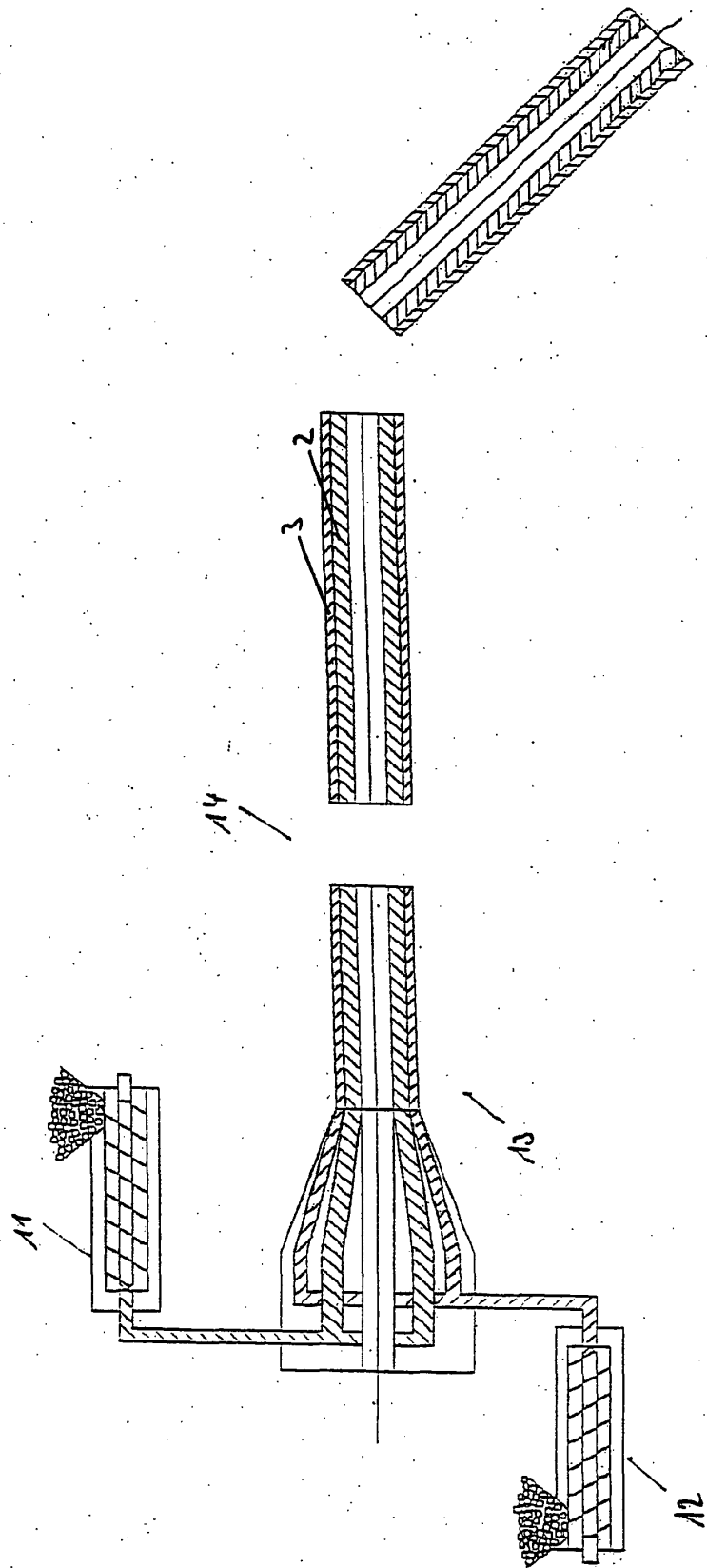
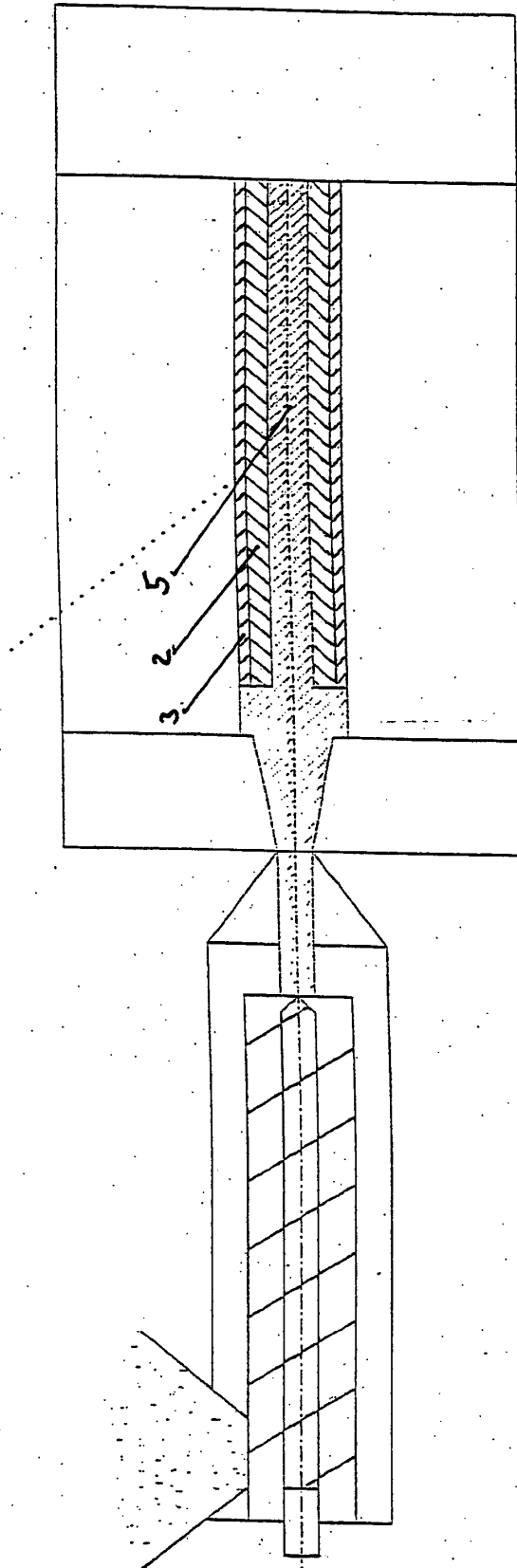


FIG. 7



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

- US 6309589 B1 [0003]
- DE 10053327 A1 [0003]
- US 6335516 A [0004]
- US 6184497 B1 [0005]
- EP 0601727 B1 [0005]
- US 6084212 A [0005]
- DE 3621216 C2 [0005]
- DE 19844347 A1 [0005]
- DE 10155203 C1 [0005]