(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2010 053 029 A1** 2012.06.06

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 053 029.8**
(22) Anmeldetag: **02.12.2010**
(43) Offenlegungstag: **06.06.2012**

(51) Int Cl.: ***F16J 10/04*** (2006.01)
F16C 33/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
PEAK-Werkstoff GmbH, 42553, Velbert, DE; Universität Bremen, 28359, Bremen, DE; Wieland-Werke AG, 89079, Ulm, DE; Zollern BHW Gleitlager GmbH & Co. KG, 38124, Braunschweig, DE

(74) Vertreter:
Thul Patentanwaltsgesellschaft mbH, 40476, Düsseldorf, DE

(72) Erfinder:
Krug, Peter, 42555, Velbert, DE; Sinha, Gero, 42553, Velbert, DE; Jahn, Peter, 38124, Braunschweig, DE; Reimer, Frank, 38173, Sickte, DE; Kupetz, Rainer, 38154, Königslutter, DE; Müller, Hilmar R., 89287, Bellenberg, DE; Uhlenwinkel, Volker, 28717, Bremen, DE; Meyer, Christoph, 27299, Langwedel, DE; Lehmann, Rainer, 27356, Rotenburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

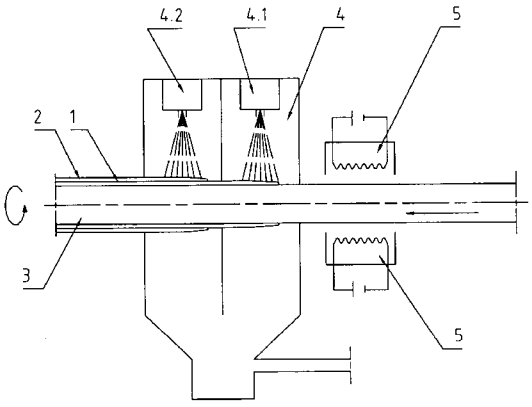
DE	**100 19 793**	**C1**
DE	**198 20 976**	**A1**
DE	**10 2006 023 567**	**A1**
DE	**10 2006 051 936**	**A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines aus zumindest zwei Metallschichten bestehenden hohlzylinderförmigen Bauteils**

(57) Zusammenfassung: Zur Herstellung eines aus zumindest zwei Metallschichten bestehenden hohlzylinderförmigen Bauteils sind Verfahren bekannt, bei denen auf ein rohrförmiges Substrat (3, 6) eine Funktionsschicht (1, 8) und anschließend eine Tragschicht (2, 9) jeweils durch Sprühkompaktieren aufgebracht wird und anschließend das Substrat (3, 6) entfernt wird.
Nach der Erfindung wurde das Substrat (3, 6) unter Verwendung eines Metalls gefertigt, das Bestandteil der Funktionsschicht (1, 8) ist, und durch zerspanende Bearbeitung entfernt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines aus zumindest zwei Metallschichten bestehenden hohlzylinderförmigen Bauteils sowie nach dem Verfahren hergestellte Gleitlager und Laufbuchsen.

[0002] Aus der DE 2006023567 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Wälzlagerbauteils bekannt, bei dem in einem ersten Schritt auf einem rohrförmigen, wiederverwendbaren Bauteilhalter eine Metallschicht in einem Sprühverfahren hergestellt wird und danach in einem zweiten Schritt ein Träger durch Aufsprühen von Trägermaterial auf die Metallschicht hergestellt wird. Nach dem Entfernen des Bauteilhalters wird die Metallschicht nachbearbeitet, um die Wälzlagerlauffläche zu bilden.

[0003] Dieses bekannte Verfahren ermöglicht es, hohlzylinderförmige Bauteile mit einer äußeren Trägerschicht und einer inneren Funktionsschicht durch Sprühkompaktieren auch bei kleinen Durchmessern und großen Längen herzustellen, beispielsweise Lager aus Verbundwerkstoffen, die außen eine Trägerschicht aus Stahl und innen eine Funktionsschicht aus einem NE-Metall haben.

[0004] Es hat sich jedoch gezeigt, dass sich das rohrförmige Substrat, auf das die Funktionsschicht gesprüht wird, insbesondere wenn es eine große Länge aufweist, nicht mehr für eine Wiederverwendung zerstörungsfrei entfernen lässt.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art bereitzustellen, mit den sich lange Bauteile mit äußerer Tragschicht und innerer Funktionsschicht aus sprühkompaktierten Legierungen mit verkürzter Herstellungszeit und verringerten Kosten herstellen lassen.

[0006] Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, dass das Substrat unter Verwendung eines Metalls gefertigt wurde, das Bestandteil der Funktionsschicht ist, und durch zerspanende Bearbeitung wieder entfernt wird.

[0007] Die Verwendung eines verlorenen Substrats aus einem Metall, das auch Bestandteil der Funktionsschicht ist, ermöglicht ein sortenreines Recyceln der beim Entfernen entstehenden Späne, auch wenn Teile der Funktionsschicht mit entfernt werden.

[0008] Da nicht auf ein zerstörungsfrei entfernbares Substrat geachtet werden muss, lassen sich sehr lange rohrförmige Bauteile herstellen, die anschließend auf die gewünschte Länge abgelängt werden.

[0009] Bevorzugt erfolgt das Entfernen des Substrats durch Ausdrehen. Zusätzlich lässt sich die Außenkontur im Anschluss an das Sprühkompaktieren spanend bearbeiten, insbesondere durch Drehen oder Schälen.

[0010] Bevorzugt werden Rohre von großer Länge, beispielsweise 3–5 m, hergestellt, die nach dem Aufbringen der Schichten durch Sprühkompaktieren und vor dem Entfernen des rohrförmigen Substrats in Rohrstücke mit vorbestimmter Länge aufgeteilt werden.

[0011] Um die erste aufgesprühte Funktionsschicht möglichst dicht zu erhalten, wird bevorzugt das rohrförmige Substrat vor dem Sprühkompaktieren vorgewärmt.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders zur Herstellung von Gleitlagern mit einer Funktionsschicht aus einem Kupferwerkstoff. Dann wird sowohl das rohrförmige Substrat als auch die innere Funktionsschicht aus Kupfer oder einer Kupferlegierung hergestellt. Bevorzugt wird als Substrat ein Cu-Rohr mit möglichst geringer Wandstärke verwendet und als Funktionsschicht Aluminiumbronze (Al-Bz) oder Zinnbronze (Sn-Bz) oder eine andere Gleitlagerlegierung auf Kupferbasis. Auf die Funktionsschicht wird durch Sprühkompaktieren eine Tragschicht bevorzugt aus Stahl aufgebracht. Dies erfolgt vorteilhaft im selben Durchgang, so dass ein inniger Verbund zwischen der Funktions- und der Trägerschicht erreicht wird. Die Tragschicht kann auch aus einer anderen Kupferbasislegierung mit von der Funktionsschicht abweichender Zusammensetzung bestehen.

[0013] Dieses Verfahren ist besonders geeignet, um Gleitlager mit einem Durchmesser von 50 mm und mehr, insbesondere von 50 mm bis 200 mm, herzustellen.

[0014] Ein weiteres vorteilhaftes Anwendungsgebiet ist die Herstellung von Laufbuchsen aus hochfesten Aluminiumlegierungen, wie sie in Kurbelgehäusen von Verbrennungsmotoren Verwendung finden. Bei dieser Anwendung wird als rohrförmiges Substrat ein Rohr aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, beispielsweise aus AlMgSi1, verwendet. Die innere Funktionsschicht besteht ebenfalls aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, beispielsweise AlSi25Ni7CoTiZr. Die äußere Tragschicht wird bevorzugt ebenfalls aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt, beispielsweise aus AlSi 12. Letztere gewährleistet eine metallurgische Anbindungszone zwischen ihr und dem Umguss bei der Herstellung des Kurbelgehäuses.

[0015] Bei der Herstellung von Laufbuchsen für das Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors wird das Substrat bevorzugt erst ausgespindelt, wenn die Laufbuchse mit dem Gehäusematerial umgossen ist.

[0016] Weitere vorteilhafte Anwendungen mit Aluminium oder Aluminiumlegierungen sind Ringe mit großen Durchmessern (bis 1000 mm) oder die Herstellung von kleinen Pressbolzen, beispielsweise von 180 mm Durchmesser mit einer Bohrung von ca. 90 mm, für die Produktion von Rohren für Laufbuchsen.

[0017] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0018] Fig. 1–Fig. 3 zeigen das Prinzip der Herstellung von Gleitlagern.

[0019] Fig. 4–Fig. 6 zeigen die Herstellung und Bearbeitung von Laufbuchsen.

[0020] Das in den Fig. 1–Fig. 3 schematisch dargestellte Verfahren dient zur Herstellung von Gleitlagern mit einem Durchmesser von 50 mm und mehr, insbesondere mit einem Durchmesser zwischen 50 mm und 200 mm. Die Gleitlager weisen als Verbundlager eine innere Funktionsschicht **1** und eine äußere Tragschicht **2** auf, die bevorzugt aus naturharten Werkstoffen hergestellt wurden, um den Herstellungsprozess zu verkürzen. Ein vorteilhafter Werkstoff für die Funktionsschicht ist Aluminiumbronze (Al-Bz), für die Tragschicht **2** werden bevorzugt entsprechende Stähle verwendet.

[0021] Sowohl die Funktionsschicht **1** als auch die Tragschicht **2** werden durch Sprühkompaktieren hergestellt. Dazu wird auf ein rohrförmiges Substrat **3** in einer Sprühkammer **4** zunächst die Funktionsschicht **1**, im Beispiel Al-Bz, und anschließend auf die Funktionsschicht **1** die Tragschicht **2**, im Beispiel aus Stahl, aufgesprüht. Dazu enthält die Sprühkammer **4** zwei Sprühdüsen **4.1**, **4.2**, aus denen die jeweiligen Metalllegierungen aufgesprüht werden. Das rohrförmige Substrat **3** wurde unter Verwendung eines Metalls gefertigt, das ebenfalls Bestandteil der Funktionsschicht **1** ist. Im vorliegenden Beispiel ist das Substrat **3** ein Kupferrohr mit möglichst geringer Wandstärke. Die Funktionsschicht **1** besteht aus Aluminiumbronze.

[0022] Um die erste aufgesprühte Funktionsschicht **1** möglichst dicht zu erhalten, wird das rohrförmige Substrat **3** vor dem Eintritt in die Sprühkammer **4** mittels einer Heizung **5** vorgewärmt. Eine weitere Oberflächenbehandlung wie Bürsten oder Beizen ist nicht notwendig, da kein fester Verbund zwischen dem Substrat und der Funktionsschicht angestrebt wird. Bei demselben Durchgang wird aus der zweiten Düse **4.2** das Trägermaterial, im Beispiel Stahl, auf die Funktionsschicht **1** aufgesprüht. Es wird so ein inniger Verbund zwischen der Funktionsschicht **1** und der Tragschicht **2** erreicht. Der Prozess kann kontinuierlich betrieben werden, wenn Kupferrohre **3** von beispielsweise 3 m–5 m Länge unmittelbar aufeinanderfolgend durch die Sprühkammer **4** geführt werden. Die beim Sprühkompaktieren miteinander verbundenen Rohre **3** werden anschließend wieder in handhabbare Abschnitte von beispielsweise 3 m–5 m getrennt.

[0023] Anschließend wird – wie in Fig. 2 dargestellt – ihre Außenkontur durch Drehen oder Schälen bearbeitet. Bei diesem Arbeitsgang fallen ausschließlich Späne des Trägermaterials, im Beispiel Stahl, an. Diese Späne werden getrennt abgeführt und recycelt.

[0024] Im nächsten Schritt werden die Abschnitte des Rohres in vorbestimmte Längen aufgeteilt. Dazu werden sie in Lagerbreite oder in Mehrfachlängen der Gleitlager abgestochen. Als letzter Schritt wird das rohrförmige Substrat **3** durch spanende Bearbeitung entfernt. Dabei werden das Substrat **3** und der poröse Teil der Funktionsschicht **1** ausgedreht. Dabei fällt ein Gemisch aus Kupfer- und Kupferlegierungs-Spänen, im Beispiel aus Al-Bz an, das wieder zu einer entsprechenden Kupferlegierung eingeschmolzen werden kann.

[0025] In den Fig. 4–Fig. 6 ist die Herstellung von Laufbuchsen für Zylinder von Verbrennungsmotoren aus Aluminiumlegierungen schematisch dargestellt.

[0026] Bei diesem Verfahren wird als rohrförmiges Substrat **6** ein Rohr aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung verwendet. Im Beispiel wird vorteilhaft als Substrat ein Trägerrohr aus AlMgSi1 verwendet, auf das durch Sprühkompaktieren mittels einer ersten Düse **7.1** zunächst eine Funktionsschicht **8** aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung aufgebracht wird. Im Beispiel wird für die Funktionsschicht **8** als Laufbuchsenlegierung vorteilhaft AlSi 25Ni7CoTiZr verwendet. Anschließend wird auf die Funktionsschicht **8** als Tragschicht eine Beschichtungslegierung ebenfalls aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung mittels einer zweiten Düse **7.2** aufgesprüht. Im Beispiel wird als Beschichtungslegierung vorteilhaft AlSi12 aufgebracht. Es entsteht so durch Sprühkompaktieren in zwei Schritten ein Rohr **6** mit einer inneren Funktionsschicht **8** und einer äußeren Tragschicht **9**. Das so beschichtete Rohr **6** wird anschließend durch Rundkneten **10** bearbeitet und auf die gewünschte Außen- und Innendurchmesser gebracht. Danach erfolgt ein Ablängen **11** auf die gewünschte Laufbuchsenlänge. Die Enden der beschichteten Rohrstücke werden anschließend in Schritt **12** ebenso wie die Außenkontur in Schritt **13** bearbeitet. Die Außenkontur wird durch Korundstrahlen auf die gewünschte Oberflächenbeschaffenheit gebracht. Es entstehen so beschichtete Rohrstücke, von denen eines in Fig. 5 im Querschnitt dargestellt ist.

[0027] Die Rohrstücke (Teile des Rohres **6**) werden in das Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors eingegossen (siehe Fig. 6). Sie bilden jeweils den Zylinderraum für einen Kolben. Beim Eingießen

in das Kurbelgehäuse werden die buchsenförmigen Rohrstücke von der Legierung des Kurbelgehäuses, beispielsweise einer Aluminium- oder Magnesiumlegierung oder Stahl, umgossen. Es bildet sich eine metallurgische Anbindungszone **14** zwischen der die Tragschicht **9** bildenden Beschichtungslegierung und dem Umguss des Kurbelgehäuses **15**.

[0028] Anschließend wird das rohrförmige Substrat **6** komplett durch zerspanende Bearbeitung entfernt, bevorzugt wird es ausgespindelt. Beim Ausspindeln wird die die Funktionsschicht bildende Laufbuchsenlegierung nur um ca. 10% reduziert.

[0029] Auch bei der Herstellung der Laufbuchsen lässt sich das beim Entfernen des rohrförmigen Substrats und bei der Innenbearbeitung der Funktionsschicht anfallende Material recyceln und so kostengünstig wiederverwerten. Die Spanverluste von Material mit hohen Wertschöpfungsanteil, insbesondere von der Laufbuchsenlegierung, werden minimiert. Die Herstellung der Laufbuchsen erfolgt in einem kontinuierlichen, integrierten Prozess. Es entsteht ein Werkstoffverbund mit hoher Qualität.

[0030] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich auch vorteilhaft Ringe mit großen Durchmessern von bis zu 1000 mm und kleine Pressbolzen mit einem Durchmesser von z. B. 180 mm und einer Bohrung von ca. 90 mm herstellen, die für die Produktion von Rohren für Laufbuchsen verwendet werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 2006023567 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines aus zumindest zwei Metallschichten bestehenden hohlzylinderförmigen Bauteils, bei dem auf ein rohrförmiges Substrat (**3**, **6**) eine Funktionsschicht (**1**, **8**) und anschließend eine Tragschicht (**2**, **9**) jeweils durch Sprühkompaktieren aufgebracht wird und anschließend das Substrat (**3**, **6**) entfernt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (**3**, **6**) unter Verwendung eines Metalls gefertigt wurde, das Bestandteil der Funktionsschicht (**1**, **8**) ist, und durch zerspanende Bearbeitung entfernt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Entfernen des Substrats (**3**, **6**) durch Ausdrehen erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenkontur der Tragschicht (**2**, **9**) im Anschluss an das Sprühkompaktieren spanend, insbesondere durch Drehen oder Schälen, bearbeitet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Aufbringen der Schichten (**1**, **2**, **8**, **9**) und vor dem Entfernen des rohrförmigen Substrats (**3**, **6**) eine Aufteilung in vorbestimmte Längen erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das rohrförmige Substrat (**3**, **6**) vor dem Sprühkompaktieren vorgewärmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die innere Funktionsschicht (**1**) als auch das rohrförmige Substrat (**3**) aus Kupfer oder einer Kupferlegierung hergestellt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Funktionsschicht (**1**) eine Tragschicht aus Stahl (**2**) oder einer anderen Kupferlegierung aufgebracht wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Gleitlager mit einem Durchmesser von 50 mm und mehr hergestellt werden.

9. Gleitlager mit einem Durchmesser von 50 mm und mehr, insbesondere von 50 mm–200 mm, dadurch gekennzeichnet, dass es mit einem Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 8 hergestellt wurde.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das rohrförmige Substrat (**6**) und die innere Funktionsschicht (**1**) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragschicht (**9**) ebenfalls aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung hergestellt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das rohrförmige Substrat (**6**) aus AlMgSi1 hergestellt ist.

13. Laufbuchse, insbesondere für das Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors, dadurch gekennzeichnet, dass sie nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12 hergestellt wurde.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 2

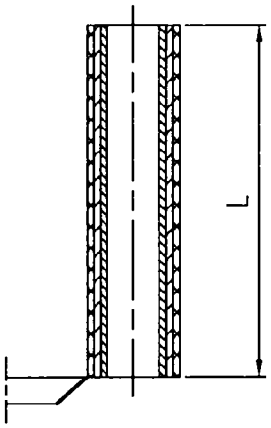
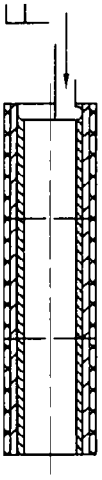


Fig. 3



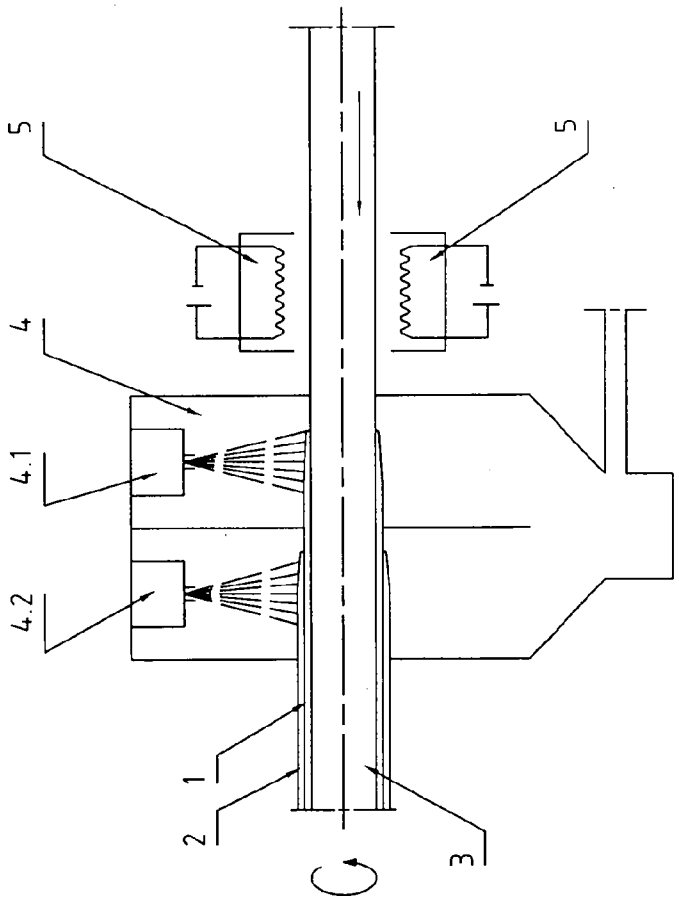


Fig. 1

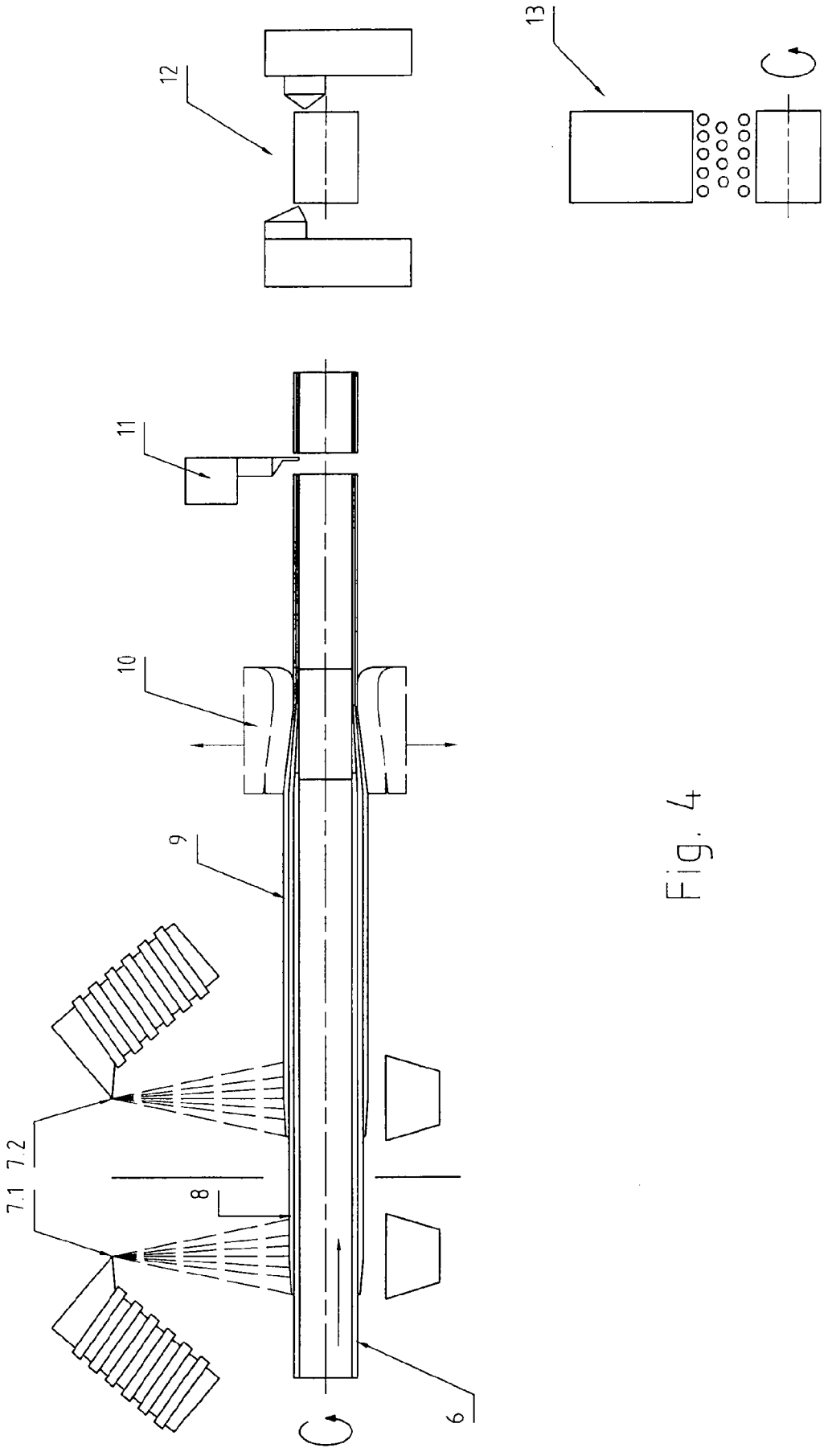


Fig. 4

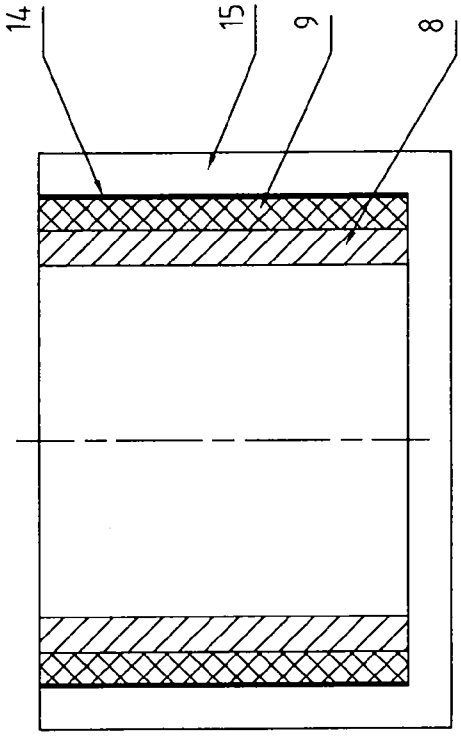


Fig. 6

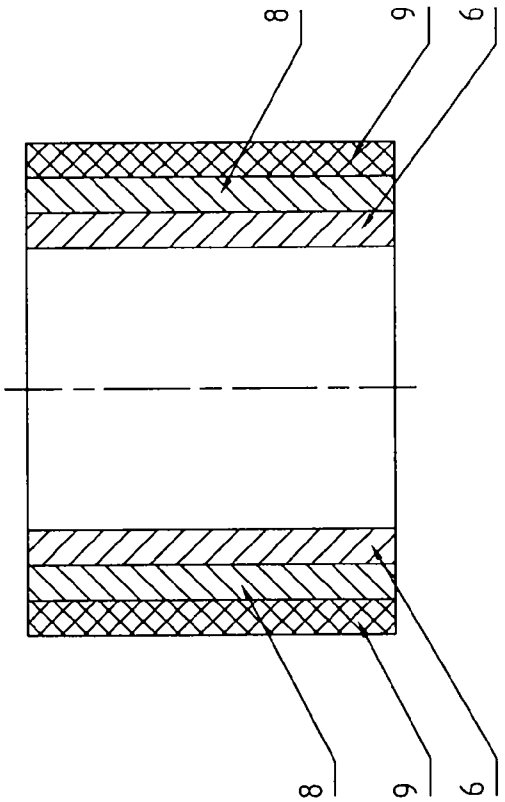


Fig. 5