(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 067 542 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.03.2012 Patentblatt 2012/10

(51) Int Cl.:
B21B 23/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **08020693.1**

(22) Anmeldetag: **28.11.2008**

(54) **Verfahren und Walzwerk zum Herstellen von nahtlosen Stahlrohren**

Method and rolling mill to produce wireless steel pipes

Procédé et laminoir destinés à fabriquer des tuyaux en acier sans soudure

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

(30) Priorität: **07.12.2007 DE 102007059320**
12.11.2008 DE 102008056988

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.06.2009 Patentblatt 2009/24

(73) Patentinhaber: **SMS Meer GmbH**
41069 Mönchengladbach (DE)

(72) Erfinder: **Pehle, Hans, Joachim**
41363 Jüchen (DE)

(74) Vertreter: **Grosse, Wolf-Dietrich Rüdiger**
Valentin, Gihske, Grosse
Patentanwälte
Hammerstrasse 3
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 764 167
DE-A1- 2 131 713
DE-A1- 3 618 949

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).

EP 2 067 542 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Walzwerk zum Herstellen von nahtlosen Stahlrohren in einem kontinuierlichen Walzprozess mit einem oder mehreren hintereinander angeordneten Längs- oder Schrägwalzgerüsten und einem beim Walzvorgang im Inneren des Walzguts verwendeten Innenwerkzeug, ausgebildet als Dornstange mit einem auf dieser vorne angeordnetem Lochdorn, siehe z.B. EP-A 1764 167.

[0002] Die Herstellung nahtloser Rohre im Kontiwalzverfahren (kontinuierliches Rohrwalzverfahren) mit einem Kontiwalzwerk, auch Rohrkontiwalzwerk genannt, ist beispielsweise durch die DE-Z "Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 130 (1985), Heft 7, Seiten 205 bis 211," bekannt geworden. Als Ausgangsmaterial dient zumeist gewalzter Rundstahl, vorwiegend als Rundstrangguss bis 350 mm Durchmesser, der in Längen bis zu 5 m in einem Drehherdofen auf Walztemperatur gebracht wird. Es erfolgt anschließend das Lochen des Massivblocks auf einem Lochwalzwerk, in der Regel ausgebildet als Schrägwalzwerk, zu einem dünnwandigen Hohlblock. Der so gefertigte Hohlblock wird dann in gleicher Wärme im Kontiwalzwerk über dem Innenwerkzeug zur Luppe ausgewalzt. Das Kontiwalzwerk besteht zumeist aus sechs bis neun dicht hintereinander liegenden Walzgerüsten, die gegeneinander jeweils verdreht angeordnet sind, beispielsweise um jeweils 90°. Die Walzenumfangsgeschwindigkeiten werden entsprechend den Querschnittsabnahmen aufeinander abgestimmt, so dass zwischen den Gerüsten keine nennenswerten Zug- oder Stauchkräfte auf das Walzgut wirken. Vor dem Beginn des Walzvorgangs im Kontiwalzwerk wird der Hohlblock mit der darin samt Lochdorn eingefädelten Dornstange als Innenwerkzeug, wie in einer Variante beispielsweise durch die DE 21 31 713 A1 bekannt geworden, von einer einlaufseitigen Dornstangenhalte- oder Verfahreinrichtung, fachüblich Retainer genannt, in Position gefahren und dann in das Kontiwalzwerk eingestoßen. Dort wird der Hohlblock von den Walzen erfasst und durch die von Gerüst zu Gerüst kleiner werdenden Walzkaliber auf der Dornstange ausgewalzt. Dabei nimmt die Dornstange mit dem Lochdorn infolge der zunehmenden Walzgutgeschwindigkeit auch eine immer größer werdende Geschwindigkeit an. Die Dornstange wird mittels der Dornstangenhalte- und Verfahreinrichtung mit während des Walzens kontrollierter, halb- oder vollgesteuerter Dornstangengeschwindigkeit nachgefahren.

[0003] Ein sowohl beim Schrägwalzen zum Lochen von Blöcken zu Hohlblöcken als auch beim Walzen des Hohlblockes zu einer Luppe in einem mehrgerüstigen Kontiwalzwerk bekanntes Problem ist es, dass sowohl aus rundem Vollmaterial oder aus rundem Hohlmaterial bestehende Dornstangen aufgrund der teilweise erheblichen Kräfte Verformungen erleiden. Die dabei auftretende Durchbiegung der Dornstange führt zu erhöhten Exzentrizitätswerten mit Taumelbewegungen des auf der Dornstange montierten Lochdorns. Es bewegt sich nämlich auch der Dorn am axialen Ende der Dornstange exzentrisch zu deren Längsachse. In der Folge kommt es zu Wanddickenungleichmäßigkeiten des Hohlblockes und der Luppe über deren Umfang.

[0004] Eine solche taumelartige Bewegung kann aber nicht nur durch Ausbiegen der unter hohem Axialdruck stehenden Dornstange hervorgerufen werden, wobei die Längsachse des Lochdornes zur Walzgutachse einen Winkel einnimmt, d.h. kein paralleler Verlauf vorhanden ist. Die Exzentrizität der Drehbewegung des Lochdornes wird durch weitere, unschiedliche Faktoren bewirkt und in ihrer Höhe bestimmt, wie Materialinhomogenität, Temperaturgradienten im Querschnitt, unsymmetrische Krafteinwirkung der Werkzeuge und eine ungerade oder schwingende Dornstange.

[0005] Die bisherigen Lösungsansätze zur Reduzierung der Exzentrizität befassen sich damit, die vorgenannten Einflussgrößen zu kontrollieren und in ihrer negativen Wirkung möglichst klein zu halten. Die so erreichten minimalen Exzentrizitäten liegen aber immer noch im Bereich von 3 bis 5% und können nur schwer mit zudem hohem Aufwand während der Produktion niedrig gehalten werden.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein Walzwerk zu schaffen, mit denen sich die genannten Nachteile, insbesondere Exzentrizitäten gelochter Hohlblöcke bzw. Luppen, zuverlässig vermeiden oder zumindest auf ein technisch machbares Maß verringern lassen.

[0007] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass dem Lochdorn eine der Walzgutdrehbewegung entgegengesetzte Rotationsbewegung auferlegt wird. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch Drehung der Dornstange entgegen der Rotationsbewegung des Walzgutes, in bevorzugter Ausführung eine entgegengesetzte exzentrische Rotationsbewegung des Lochdorns, der Mechanismus der Exzentrizitätsentstehung verhindert wird. Im Ergebnis ergibt sich eine deutliche Qualitätsverbesserung der Nahtlosrohrproduktion mit entsprechenden Kosteneinsparungen bei den Walzwerksbetreibern. Denn die die Exzentrizität ansonsten fördernden, negativen Einflüsse aus dem Walzwerksbetrieb mit Walzen von Rohren auf Dornstangen lassen sich auf diese Weise eliminieren.

[0008] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird mit einem Walzwerk erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Dornstange eine diese während des Walzprozesses entgegengesetzt zur Walzgutdrehbewegung rotierende Antriebseinrichtung zugeordnet ist, beispielsweise als weiterer Bestandteil der einlaufseitigen Dornstangenhalte- oder Verfahreinrichtung.

[0009] Ein bevorzugter Vorschlag der Erfindung sieht hierzu vor, dass die Dornstange über einen Adapter exzentrisch mit dem Lochdorn verbunden ist. Die zur Walzgutdrehbewegung entgegengesetzte Drehung der Dornstange findet hierdurch am Ort des Geschehens, dort wo

die Luppe zwischen den Walzen auf dem Lochdorn voreilend ausgewalzt wird, als eine exzentrisch entgegengesetzte Rotation statt.

[0010] Es wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass der Adapter mit der Dornstange und dem Lochdorn verschraubt ist, wobei die Dornstange und der Lochdorn einander zugewandte, um ein Exzentrizitätsmaß gegeneinander versetzte Gewindeköpfe aufweisen. Dies kann in einfacher Weise dadurch erreicht werden, dass die Längsachsen bzw. Mittellinien einerseits des Dornstangen-Gewindekopfes und andererseits des Lochdom-Gewindekopfes in der Höhe etwas gegeneinander versetzt sind, z.B. mehrere zehntel Millimeter oder mehrere Millimeter.

[0011] Nach einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Gewindeköpfe mit Außengewinde und Anschlussenden des Adapters mit Innengewinde versehen sind. Der Adapter braucht somit lediglich auf die Dornstange und der demgegenüber sehr viel kürzere Lochdorn nur in das andere, freie Anschlussende des Adapters eingeschraubt zu werden. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass das Exzentrizitätsmaß alternativ auch in den Anschlussenden des Adapters ausgebildet werden kann, d.h. die Innengewinde in den buchsen- bzw. topfartigen Anschlussenden weisen einen Versatz zueinander auf.

[0012] Wenn die Dornstange nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung mit einem das axiale Widerstandsmoment erhöhenden Querschnittsprofil ausgebildet ist, lässt sich das Eliminieren von die Exzentrizität negativ beeinflussenden Größen begünstigen. Denn durch die Wahl des Querschnittsprofils kann das erhöhte Widerstandsmoment dazu beitragen, dass sich Durchbiegungen der Dornstange und damit Taumelbewegungen des Lochdorns mit den nachteiligen Exzentrizitäten entgegenwirken lässt.

[0013] Bei einer innen gekühlten, rohrartigen Dornstange lässt sich diese vorteilhaft mit einer Innenprofilierung ausbilden, z.B. ein Kreuzprofil oder ein Innen-Sechseckprofil. Damit wird eine mögliche Durchbiegung bzw. ein Ausknicken der Dornstange infolge des Axialdrucks verringert, gleichzeitig aber eine für eine effektive Kühlung benötigte kleine Wanddicke der Dornstange beibehalten.

[0014] Weitere Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung von in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen der Erfindung. Es zeigen:

Fig. 1 im Querschnitt als Einzelheit eines Schräg- oder Längswalzgerüstes ein Walzenpaar, eine Rohrluppe und eine angetriebene Dornstange;

Fig. 2 als Längsansicht ein Innenwerkzeug, bei dem ein Adapter die Dornstange mit einem Lochdorn exzentrisch verbindet;

Fig. 3 im Querschnitt eine mit einer Innenprofilierung als Kreuzprofil ausgebilde- ten Dornstange; und

Fig. 4 eine mit einer Innenprofilierung als Sechseckprofil ausgebildete Dornstan- ge.

[0015] Zur Herstellung eines Nahtlosrohres wird, wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, das Walzgut bzw. eine Rohrluppe 1 auf einem in das Innere der Rohrluppe 1 eingebrachten Innenwerkzeug 2 zwischen Walzen 3, 4 ausgewalzt. Das Innenwerkzeug 2, das aus einer Dornstange 2a und einem an deren vorderem Ende angeordnetem Lochdorn 2b besteht, besitzt einen runden Querschnitt, zu dem die den Außenumfang der Rohrluppe 1 walzenden Walzen 3, 4 mit einer korrespondierenden Kontur ausgebildet sind, d.h. sie sind im Radialschnitt kreisbogenförmig. Bei entsprechend relativ zum Innenwerkzeug 2 angestellten Walzen 3, 4 ergibt sich damit ein Walzspalt, der die gewünschte Kreisringform definiert, die die Rohrluppe 1 beim Walzen zum Rohr annimmt.

[0016] Der in Fig. 1 ideale Ringquerschnitt mit gewünschter Rundheit und einheitlicher Wanddicke d der Rohrluppe 1 bzw. des herzustellenden nahtlosen Rohres wird dadurch erreicht, dass dem Innenwerkzeug 2, d.h. dem Lochdorn 2b mit der Dornstange 2a mittels einer Antriebseinrichtung 5 eine durch Pfeil 7 angedeutete Rotationsbewegung aufgezwungen wird, die entgegengesetzt zu der durch Pfeil 6 angedeuteten, beim Walzen unvermeidlichen Walzgutdrehbewegung der Rohrluppe 1 bzw. des Rohres ist.

[0017] Wenn das Innenwerkzeug 2, wie in Fig. 2 dargestellt, mit einem am axialen, vorderen Ende der Dornstange 2a exzentrisch angeordnetem Lochdorn 2b ausgebildet ist, führt der Lochdorn eine der Walzgutdrehbewegung 6 entgegengesetzte exzentrische Rotationsbewegung 7a aus. Die Dornstange 2a ist hierzu über einen Adapter 8 mit dem Lochdorn 2b verbunden, und zwar verschraubt, wobei die Dornstange 2a und der Lochdorn 2b einander zugewandte, um ein Exzentrizitätsmaß 9 gegeneinander versetzte Gewindeköpfe 10a bzw. 10b besitzen. Die Mittellinie bzw. Längsachse 11 a der Dornstange 2a verläuft somit um das Exzentermaß 9 versetzt zur Mittellinie bzw. Längsachse 11 b des Lochdorns 2b. Der im Querschnitt zylindrische Adapter 8 weist topfartige Anschlussenden 12a bzw. 12b auf, die mit einem Innengewinde ausgebildet sind und auf Außengewinde der Gewindeköpfe 10a, 10b aufgeschraubt werden; die Anschlussgewindeverbindungen 13a, 13b sind durch Pfeile angedeutet.

[0018] Die Dornstange des Innenwerkzeugs lässt sich mit einem das axiale Widerstandsmoment erhöhenden Querschnittsprofil ausbilden. Das kann eine Durchbiegungen verhindernde bzw. weitestgehend verringernde Mantel- bzw. Außenprofilierung einer Vollmaterial-Dornstange sein. Bei den in den Fig. 3 und 4 dargestellten rohrartigen Dornstangen 102a bzw. 102b sind diese mit

einer Innenprofilierung 14 ausgebildet, nach Fig. 3 als Kreuzprofil 14a und nach Fig. 4 als Innen-Sechseckprofil 14b.

Bezugszeichenliste:

[0019]

1	Rohrluppe
2	Innenwerkzeug
2a	Dornstange
2b	Lochdorn
3	Walze
4	Walze
5	Antriebseinrichtung
6	Pfeil Walzgutdrehbewegung (der Rohrluppe/des Rohres)
7	Rotationsbewegung (des Innenwerkzeugs bzw. der Dornstange mit Lochdom)
7a	exzentrische Rotationsbewegung (des Lochdorns)
8	Adapter
9	Exzentrizitätsmaß
10a	Gewindekopf (der Dornstange)
10b	Gewindekopf (des Lochdorns)
11a	Mittellinie/Längsachse (der Dornstange)
11b	Mittellinie/Längsachse (des Lochdorns)
12a	Anschlussende (des Adapters)
12b	Anschlussende (des Adapters)
13a	Anschluss-Gewindeverbindung (Pfeil)
13b	Anschluss-Gewindeverbindung (Pfeil)
14	Innenrofilierung
14a	Kreuzprofil
14b	Innen-Sechseckprofil
102a	innenprofilierte Dornstange (Kreuzprofil)
102b	innenprofilierte Dornstange (Sechseckprofil)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von nahtlosen Stahlrohren in einem kontinuierlichen Walzprozess mit einem oder mehreren hintereinander angeordneten Längs- oder Schrägwalzgerüsten und einem beim Walzvorgang im Inneren des Walzguts (1) verwendeten Innenwerkzeug (2), ausgebildet als Dornstange (2a) mit einem auf dieser vorne angeordnetem Lochdorn (2b), **dadurch gekennzeichnet,**
dass dem Lochdorn (2b) eine der Walzgutdrehbewegung (6) entgegengesetzte Rotationsbewegung (7; 7a) auferlegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dornstange (2a) entgegengesetzt zur Walzgutdrehbewegung (6) gedreht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass dem Lochdorn (2b) eine entgegengesetzte exzentrische Rotationsbewegung (7a) auferlegt wird.

4. Walzwerk zum Herstellen von nahtlosen Stahlrohren in einem kontinuierlichen Walzprozess mit einem oder mehreren hintereinander angeordneten Längs- oder Schrägwalzgerüsten und einem beim Walzvorgang im Inneren des Walzguts (1) verwendeten Innenwerkzeug (2), ausgebildet als Dornstange (2a) mit einem auf dieser vorne angeordnetem Lochdorn (2b), insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Dornstange (2a) eine diese während des Walzprozesses entgegengesetzt zur Walzgutdrehbewegung (6) rotierende Antriebseinrichtung (5) zugeordnet ist.

5. Walzwerk nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dornstange (2a) über einen Adapter (8) exzentrisch mit dem Lochdorn (2b) verbunden ist.

6. Walzwerk nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Adapter (8) mit der Dornstange (2a) und dem Lochdorn (2b) verschraubt ist, wobei die Dornstange (2a) und der Lochdorn (2b) einander zugewandte, um ein Exzentrizitätsmaß (9) gegeneinander versetzte Gewindeköpfe (10a; 10b) aufweisen.

7. Walzwerk nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Gewindeköpfe (10a; 10b) mit Außengewinde und Anschlussenden (12a; 12b) des Adapters (8) mit Innengewinde versehen sind.

8. Walzwerk nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dornstange (2a; 102a, 102b) mit einem das axiale Widerstandsmoment erhöhenden Querschnittsprofil ausgebildet ist.

9. Walzwerk nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine rohrartige Dornstange (102a, 102b) mit Innenprofilierung (14; 14a, 14b) ausgebildet ist.

Claims

1. A method for manufacturing seamless steel tubes in a continuous rolling process with one or more successively arranged longitudinal or transverse roll stands and an internal tool (2) that is used in the interior of the rolling stock (1) during the rolling process and realized in the form of a mandrel bar (2a) with a piercer (2b) arranged on the front end thereof,

characterized in
that the piercer (2b) is subjected to an opposite rotational motion (7; 7a) referred to the rotational motion (6) of the rolling stock.

2. The method according to Claim 1,
characterized in
that the mandrel bar (2a) is rotated opposite to the rotational motion (6) of the rolling stock.

3. The method according to Claim 1 or 2,
characterized in
that the piercer (2b) is subjected to an eccentric opposite rotational motion (7a).

4. A rolling mill for manufacturing seamless steel tubes in a continuous rolling process with one or more successively arranged longitudinal or transverse roll stands and an internal tool (2) that is used in the interior of the rolling stock (1) during the rolling process and realized in the form of a mandrel bar (2a) with a piercer (2b) arranged on the front end thereof, particularly for carrying out the method according to Claim 1,
characterized in
that a drive unit (5) is assigned to the mandrel bar (2a) and rotates the mandrel bar opposite to the rotational motion (6) of the rolling stock during the rolling process.

5. The rolling mill according to Claim 4,
characterized in
that the mandrel bar (2a) is eccentrically connected to the piercer (2b) by means of an adapter (8).

6. The rolling mill according to Claim 5,
characterized in
that the adapter (8) is screwed to the mandrel bar (2a) and the piercer (2b), wherein the mandrel bar (2a) and the piercer (2b) feature threaded ends (10a; 10b) that face one another and are offset relative to one another by a throw of eccentricity (9).

7. The rolling mill according to Claim 6,
characterized in
that the threaded ends (10a; 10b) are provided with an external thread and the connecting ends (12a; 12b) of the adapter (8) are provided with an internal thread.

8. The rolling mill according to Claim 4 or 5,
characterized in
that the mandrel bar (2a; 102a, 102b) is realized with a cross-sectional profile that increases the axial section modulus.

9. The rolling mill according to Claim 8,
characterized in
that a tubular mandrel bar (102a, 102b) is realized with internal profiling (14; 14a, 14b).

Revendications

1. Procédé de fabrication de tuyaux en acier sans cordon de soudure dans un processus de laminage continu à l'aide d'une ou plusieurs cages de laminage longitudinal ou diagonal disposées les unes derrière les autres et d'un outillage interne (2) utilisé pendant l'opération de laminage à l'intérieur du produit laminé (1), se présentant sous forme d'un poinçon (2a) doté d'un mandrin (2b) disposé sur l'avant de ce dernier,
caractérisé en ce
qu'un mouvement de rotation (7 ; 7a) opposé au mouvement de rotation du produit laminé (6) est imposé au mandrin (2b).

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
le poinçon (2a) tourne dans le sens opposé au mouvement de rotation du produit laminé (6).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce
qu'un mouvement de rotation (7 ; 7a) excentrique opposé est imposé au mandrin (2b).

4. Laminoir pour la fabrication de tuyaux en acier sans cordon de soudure dans un processus de laminage continu à l'aide d'une ou plusieurs cages de laminage longitudinal ou diagonal disposées les unes derrière les autres et d'un outillage interne (2) utilisé pendant l'opération de laminage à l'intérieur du produit laminé (1), se présentant sous forme d' un poinçon (2a) doté d'un mandrin (2b) disposé sur l'avant de ce dernier,
caractérisé en ce
qu'un dispositif d'entraînement (5) tournant à l'opposé du mouvement de rotation du produit laminé (6) est associé au poinçon (2a) pendant le processus de laminage.

5. Laminoir selon la revendication 4,
caractérisé en ce que
le poinçon (2a) est relié excentriquement par un adaptateur (8) au mandrin (2b).

6. Laminoir selon la revendication 5,
caractérisé en ce que
l'adaptateur (8) est vissé au poinçon (2a) et au mandrin (2b), le poinçon (2a) et le mandrin (2b) présentant des têtes filetées (10a ; 10b) tournées l'une vers l'autre et décalées l'une de l'autre à raison d'une cote d'excentricité (9).

7. Laminoir selon la revendication 6,

caractérisé en ce que
les têtes filetées (10a ; 10b) sont pourvues d'un filetage externe et d'embouts de raccordement (12a ; 12b) de l'adaptateur (8) à filetage interne.

8. Laminoir selon la revendication 4 ou 5,
caractérisé en ce que
le poinçon (2a ; 102a, 102b) est réalisé avec un profil de section transversale augmentant le couple de résistance axial.

9. Laminoir selon la revendication 8,
caractérisé en ce
qu'un poinçon (102a, 102b) de type tubulaire à profilage interne (14 ; 14a, 14b) est réalisé.

Fig.1

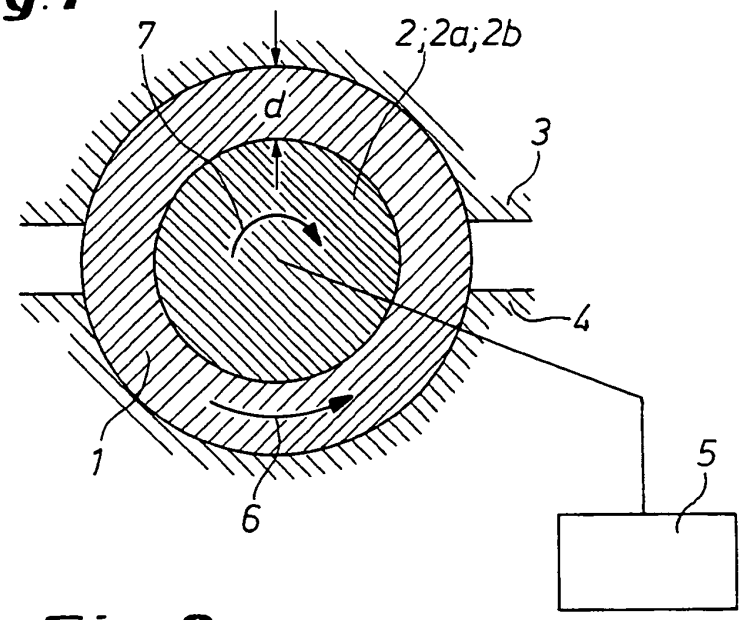


Fig.3

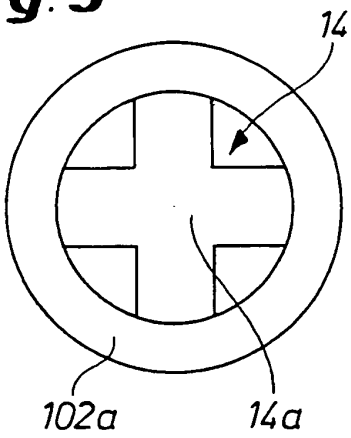
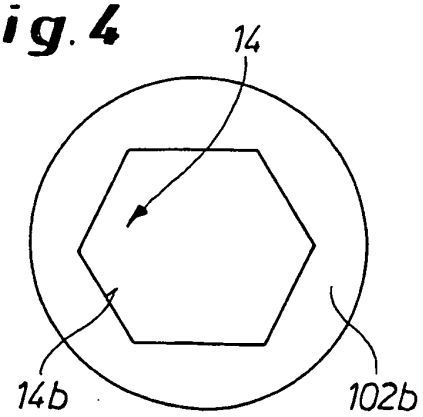


Fig.4



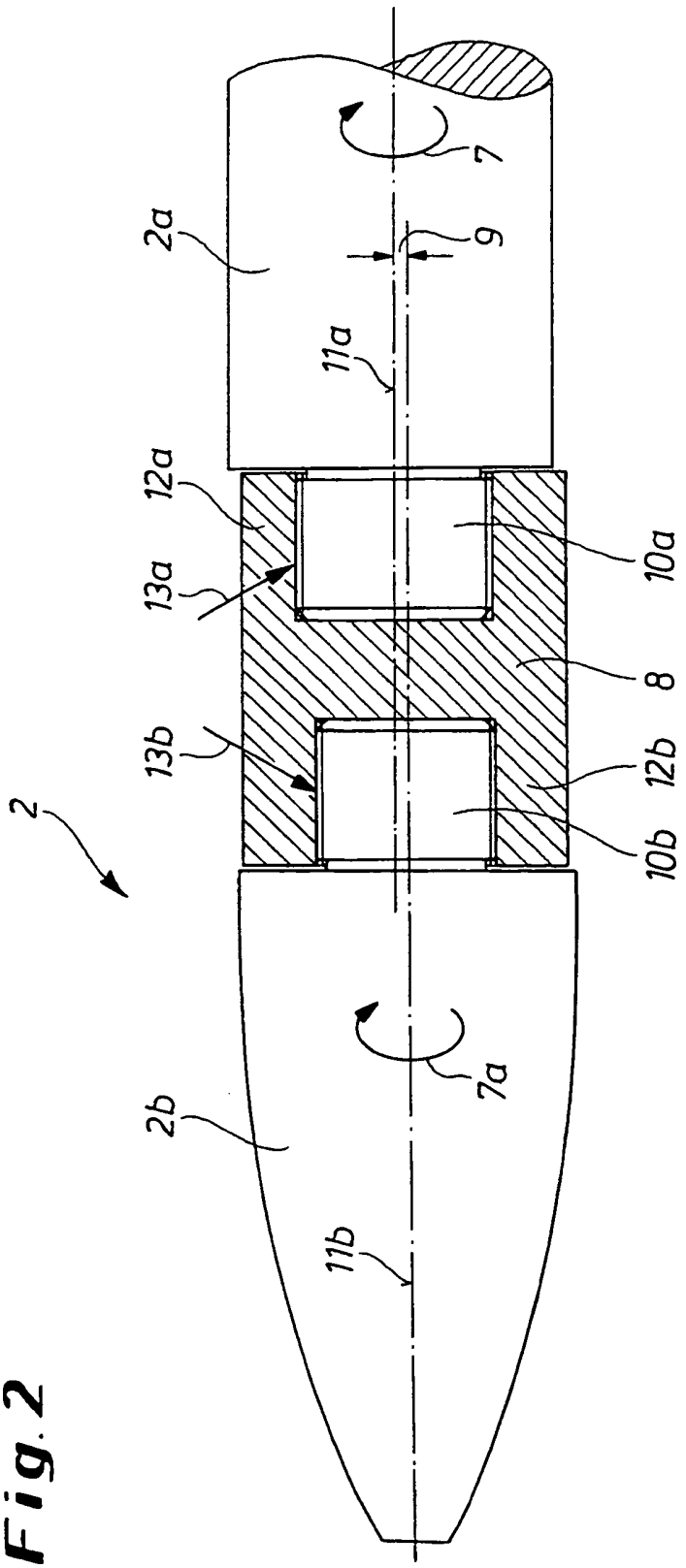


Fig. 2

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 1764167 A **[0001]**
- DE 2131713 A1 **[0002]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte,* 1985, vol. 130 (7), 205-211 **[0002]**