

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 911 095 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.09.2004 Patentblatt 2004/39

(51) Int Cl.7: **B22D 11/04**

(21) Anmeldenummer: **98119000.2**

(22) Anmeldetag: **08.10.1998**

(54) **Kokille für eine Stranggiessanlage**

Mould for continuous casting machine

Lingotière pour machine de coulée continue

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

(30) Priorität: **25.10.1997 DE 19747305**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.04.1999 Patentblatt 1999/17

(73) Patentinhaber: **KM Europa Metal
Aktiengesellschaft
D-49023 Osnabrück (DE)**

(72) Erfinder:
• **Rode, Dirk Dr.**
49088 Osnabrück (DE)
• **Villanueva, Hector**
49086 Osnabrück (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DD-A- 3 536 DE-A- 3 142 196
DE-C- 969 000 FR-A- 2 067 289
US-A- 4 450 893

EP 0 911 095 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kokille für eine Stranggießanlage mit einem formgebenden Kokillenkörper aus einem Material hoher Wärmeleitfähigkeit, wie Kupfer oder einer Kupferlegierung.

[0002] Kokillen werden zur Herstellung von Vollprofilen in einem kontinuierlichen Gießprozess verwendet. Die Kokille ist eines der wichtigsten Bauteile einer Stranggießanlage. In ihr beginnt die Erstarrung der Schmelze.

[0003] Der prinzipielle Aufbau besteht in der Regel aus einer äußeren Stahlkonstruktion und dem eigentlichen formgebenden Teil der Kokille, dem Kokillenkörper. Der Kokillenkörper besteht heute fast ausschließlich aus Kupfer oder einer Kupferlegierung. Der Stahlmantel hat die Aufgabe, den Kokillenkörper zu positionieren und den zur Kühlung erforderlichen Wasserkreislauf sicherzustellen.

[0004] Aus Gründen des Verschleißschutzes wird der Kokillenkörper mit einer inneren Beschichtung aus einem verschleißfesten Werkstoff, wie Nickel oder Chrom, versehen. Eine solche Stranggießkokille mit Verschleißschuttschicht geht beispielsweise aus der DE 31 42 196 C2 hervor. Hierdurch kann eine Verbesserung des Reibverhaltens und damit eine Erhöhung der Standzeit des Kokillenkörpers erreicht werden.

[0005] Infolge der Kühlung des flüssigen Stahls im Kokillenkörper erstarrt dieser in den Randbereichen unter Bildung einer in der Dicke permanent anwachsenden Strangschale. Hierbei kommt es zu einer Veränderung der Querschnittsgeometrie des Strangs durch Schrumpfung.

[0006] Neben der Formgebung des Strangs hat der Kokillenkörper somit die wesentliche Aufgabe, durch eine kontinuierliche Wärmeabfuhr die Ausbildung einer ausreichend dicken widerstandsfähigen und fehlerfreien Strangschale zu gewährleisten.

[0007] Andererseits wirkt sich eine zu starke Wärmeabfuhr und damit Kühlung der Stahlschmelze zu Beginn des Erstarrungsvorgangs, insbesondere im Gießspiegelbereich, nachteilig auf die Oberflächenqualität des Strangs aus. Es kann dann zu Mikrorissen in der Oberfläche und Gefügefehlern kommen. Diese bilden sich insbesondere in Kantennähe des Kokillenkörpers aus. Ferner besteht die Gefahr, dass der Strang in dem sich verjüngenden Kokillenkörper verklemmt.

[0008] Um eine Reduzierung der Wärmeabfuhr im Gießspiegelbereich zu erreichen, ist es bekannt, die Schmelze im Kokillenkörper elektromagnetisch zu rühren. Dieses Verfahren ist jedoch vergleichsweise aufwendig. Des weiteren hat man versucht, eine Reduzierung der Wärmeabfuhr durch Vertikalschlitze in der Innenwand des Kokillenkörpers oder durch Einsätze aus feuerfestem Material zu erreichen.

[0009] Ferner hat man Versuche mit dickeren inneren Verschleißschuttschichten angestellt. Durch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der

Werkstoffe von Kokillenkörpern, meist Kupfer, und der Verschleißschuttschicht, meist Nickel, kommt es jedoch zu erheblichen Spannungen in der Verschleißschuttschicht. Hierunter leidet die Haftung und es besteht die Gefahr der Ausbildung von Rissen.

[0010] Die DD-A-3536 offenbart eine Stranggießkokille mit einer Schicht aus einem Werkstoff, der eine geringere Wärmeleitfähigkeit als der Kokillenwerkstoff besitzt. Die Schicht ist an der Außenwand der Kokille vorgesehen und kann aus Kesselstein bestehen oder als elektrolytisch erzeugte Oxidschicht ausgeführt sein.

[0011] Die DE-C-969000 beschreibt eine Stranggießkokille mit einer Formwand, die in ihrem unteren Kühlbereich eine oder mehrere Schichten aus einem schlechter wärmeleitenden Material aufweist. Diese untere Schicht kann aus Eisen bestehen.

[0012] Im Umfang der US-A-4450893 zählt eine Stranggießkokille zum Stand der Technik mit einem wärmeisolierenden Band auf der Außenseite. Dieses Band soll gezielt in einem lokal eng begrenzten Bereich an der Außenwand vorgesehen sein, in dem typischerweise plötzlich Änderungen im Wärmefluss auftreten.

[0013] Die DE-A-3142196 offenbart eine Stranggussform mit einer inneren Beschichtung des Formhohlraums. Hierbei soll die Beschichtung im unteren Bereich der Form vorgesehen sein, da hier die gehärtete Schale des Strangs die Innenwand mechanisch verschleißt.

[0014] Auch die FR-A-2067289 beschreibt eine Beschichtung bzw. eine teilweise Beschichtung des inneren Formhohlraums. Hierbei kommen Einsätze zum Einsatz, die zumindest im Badspiegelbereich den inneren Formhohlraum auskleiden.

[0015] Der Erfindung liegt daher ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, einen Kokillenkörper zu schaffen, bei dem die Wärmeabfuhr insbesondere im Gießspiegelbereich reduziert ist und eine bessere Strangqualität erzielt werden kann.

[0016] Eine erste Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmalen.

[0017] Kernpunkt der Erfindung bildet die Maßnahme, die Wärmeabfuhr im Kokillenkörper durch eine Beschichtung auf der Außenseite zu reduzieren, wobei die Beschichtung auf einem am eingießeitigen Stirnende beginnenden Teilstück im Höhenbereich des Gießspiegels aufgebracht ist. Die Beschichtung besteht aus einem Material mit einer gegenüber dem Werkstoff des Kokillenkörpers niedrigeren Wärmeleitfähigkeit und zwar aus Nickel oder einer Nickellegierung. Daraus ergibt sich ein verfahrenstechnisch angestrebter reduzierter Wärmefluss im Gießspiegelbereich. Die hieraus resultierenden höheren Temperaturen wirken sich positiv auf die Qualität der Strangoberfläche und die Gefügequalität aus.

[0018] Auf diese Weise kann gezielt im Gießspiegelbereich eine Reduzierung der Wärmeabfuhr realisiert werden. Damit wird ein Überschreiten der Strangschalenfestigkeit vermieden.

[0019] Die Dicke und Länge der äußeren Beschichtung wird auf die jeweiligen Gieß- und Anlagenparameter abgestimmt.

[0020] Bei dem Kokillenkörper kann es sich grundsätzlich um ein einteiliges Kokillenrohr oder um eine mehrteilige Gießform, beispielsweise eine Plattenkokille, handeln.

[0021] Eine zweite eigenständige Lösung der Aufgabe ist in den Merkmalen von Anspruch 2 zu sehen. Danach ist die aus Nickel oder einer Nickellegierung bestehende Beschichtung an der Außenseite des Kokillenkörpers vorgesehen und nimmt vom Stirnende zum Fußende hin linear ab. Durch eine solche Ausführung der Beschichtung kann dem Schrumpfverhalten des zu vergießenden Werkstoffs gezielt Rechnung getragen werden. Hierbei nimmt die Wärmeabfuhrleistung in Gießrichtung zu. Auf diese Weise kann die effektive Abstimmung der für die Erstarrung zur Verfügung stehenden Kühlstrecke in der Kokille hinsichtlich des Schrumpfverhaltens des Strangs erfolgen.

[0022] Nach den Merkmalen des Anspruchs 3 ist die Beschichtung nur auf einem Teil des Umfangs des Kokillenkörpers aufgebracht. Diese Maßnahme bietet sich insbesondere bei nicht rotationssymmetrischen Kokillenkörpern an. Bei Verstellkokillen kann es beispielsweise vorteilhaft sein, nur die Längsplatten mit einer äußeren Beschichtung zu versehen.

[0023] Durch die gezielte Beschichtung kann ein überproportionales Schrumpfen des Strangs in einzelnen Bereichen, beispielsweise in Eckbereichen, vermieden werden. So wird gewährleistet, dass der Wärmeübergang über den gesamten Umfang des Strangs annähernd gleichmäßig ist, so dass über den gesamten Querschnitt des Strangs eine in der Dicke gleichmäßig anwachsende Strangschale erzielt wird.

[0024] Eine qualitativ hochwertige und wirtschaftliche Beschichtung kann galvanisch aufgebracht werden (Anspruch 4). Möglich ist es auch, die Beschichtung als thermische Spritzschicht aufzubringen, wie dies Anspruch 5 vorsieht.

[0025] Nickelwerkstoffe haben sich bereits als Werkstoff für die innere Verschleißschuttschicht bewährt. Häufig sind daher bei den Anwendern auch Möglichkeiten zum Vernickeln von Kokillenkörpern gegeben.

[0026] Nickel hat gegenüber Kupfer eine mehr als vierfach geringere Wärmeleitfähigkeit. Dementsprechend kann durch eine äußere Beschichtung aus Nickel eine wirksame Reduzierung der Wärmeabfuhr und damit eine Erhöhung der Temperatur im Gießspiegelbereich bewirkt werden.

[0027] Nickel kann sowohl als galvanischer Überzug als auch als Metall-Spritzüberzug aufgebracht werden. Hierbei kann der Kokillenkörper auf der Außenseite vollständig oder nur örtlich im Gießspiegelbereich beschichtet werden.

[0028] Nach den Merkmalen des Anspruchs 6 weist die Beschichtung eine in Gießrichtung konstante Dicke auf. Die Übergänge in den Randbereichen der Be-

schichtung verlaufen kontinuierlich. Auf diese Weise werden Spannungssprünge vermieden.

[0029] Durch eine Beschichtung nach Anspruch 7, bei der die Dicke in Gießrichtung abnimmt, kann dem Schrumpfverhalten des zu vergießenden Werkstoffs gezielt Rechnung getragen werden. Hierbei nimmt die Wärmeabfuhrleistung in Gießrichtung zu. Auf diese Weise kann die effektive Abstimmung der für die Erstarrung zur Verfügung stehenden Kühlstrecke in der Kokille hinsichtlich des Schrumpfverhaltens des Strangs erfolgen.

[0030] Die Verringerung der Dicke der äußeren Beschichtung kann linear oder stufenförmig erfolgen.

[0031] Da die Verschleißfestigkeit von Kupfer bzw. Kupferlegierungen, welche als Werkstoff für den Kokillenkörper zum Einsatz gelangen, relativ gering ist, kann es in Abhängigkeit vom Anwendungsfall zweckmäßig sein, den Kokillenkörper in bekannter Weise

[0032] Mit einer Innenbeschichtung zu versehen (Anspruch 8). Hier haben sich Innenbeschichtungen aus Nickel, Chrom oder überchromten Nickelaufgaben bewährt.

[0033] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben. In den Figuren 1 bis 3 sind drei unterschiedliche Ausführungsformen eines Kokillenkörpers in Form eines Kokillenrohrs im vertikalen Längsschnitt dargestellt.

[0034] Die Figur 1 veranschaulicht ein Kokillenrohr 1 zum Stranggießen von Stahl. Das Kokillenrohr 1 besitzt einen Formhohlraum 2, dessen Querschnitt am eingießseitigen Stirnende 3 größer als am strangaustrittsseitigen Fußende 4 bemessen ist.

[0035] Der Grundkörper 5 des Kokillenrohrs 1 besteht aus einer Kupferlegierung, vorzugsweise auf Kupfer/Chrom/Zirkon-Basis (CuCrZr).

[0036] An der Außenseite 6 weist das Kokillenrohr 1 auf einem Teilstück A im Höhenbereich des Gießspiegels 7 eine Beschichtung 8 auf. Die Beschichtung 8 besteht aus einem Werkstoff mit einer gegenüber dem Werkstoff des Kokillenrohrs 1 bzw. dem Grundkörper 5 niedrigeren Wärmeleitfähigkeit. Insbesondere Nickel ist als Werkstoff für die äußere Beschichtung 8 gut geeignet. Nickel kann sowohl als galvanischer Überzug als auch als thermische Metall-Spritzschicht aufgebracht werden.

[0037] Die Beschichtung 8 reduziert den Wärmefluss und damit die Wärmeabfuhr des Kokillenrohrs 1 im Höhenbereich des Gießspiegels 7. Hieraus resultieren höhere Wandtemperaturen in der Anfangsphase der Strangschalenausbildung. Dies führt zu einer Verbesserung der Oberflächenqualität eines Stahlstrangs. Insbesondere Mikrorisse in Kantennähe des Kokillenrohrs 1 können auf diese Weise vermieden werden.

[0038] Wie in der Figur 1 zu erkennen ist, weist die Beschichtung 8 eine in Gießrichtung G annähernd konstante Dicke D_1 auf. Im Übergangsbereich 9 verzüngt sich die Beschichtung 8 kontinuierlich zur Außenseite 6.

[0039] Auf der Innenseite 10 ist das Kokillenrohr 1 mit einer Verschleißschuttschicht 11 aus Chrom versehen, die ca. 80 µm dick ist.

[0040] Eine andere Ausführungsform eines Kokillenrohrs 12 ist in der Figur 2 dargestellt. Dieses besitzt am eingießseitigen Stirnende 13 eine äußere Beschichtung 14 zur Reduzierung der Wärmeabfuhr. Die Beschichtung 14 erstreckt sich über den Höhenbereich des Gießspiegels 15, wobei sich die Dicke D_2 der Beschichtung 14 in Gießrichtung G verringert. Eine mögliche Ausführung der Beschichtung 14 sieht eine sich von 3 mm auf 1 mm verringende Dicke D_2 vor mit einem endseitig kontinuierlichen Übergangsbereich 16.

[0041] Einen Ausschnitt aus einer weiteren Variante eines Kokillenrohrs 17 zeigt Figur 3. Das Kokillenrohr 17 weist eine Beschichtung 18 an der Außenseite 19 auf, deren Dicke D_3 vom Stirnende 20 zum Fußende 21 linear abnimmt. Durch die Beschichtung 18 wird die Wärmeabfuhr im Kokillenrohr 17 reduziert. Der Wärmefluss nimmt jedoch insgesamt vom Stirnende 20 des Kokillenrohrs 17 zum Fußende 21 hin zu.

[0042] Der Kokillenkörper einer erfindungsgemäßen Kokille muss nicht zwingend ein Kokillenrohr sein. Die Erfindung ist gleichermaßen vorteilhaft bei mehrteilig konfigurierten Gießformen, wie Plattenkokillen.

zeichnet, dass die Beschichtung (8, 14, 18) auf einen Teil des Umfangs des Kokillenkörpers (1, 12, 17) aufgebracht ist.

- 5 4. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (8, 14, 18) galvanisch aufgebracht ist.
- 10 5. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (8, 14, 18) als thermische Spritzschicht aufgebracht ist.
- 15 6. Kokille nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (8) eine in Gießrichtung (G) konstante Dicke (D_1) aufweist.
- 20 7. Kokille nach einem der Ansprüche 1 oder 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (14) eine in Gießrichtung (G) abnehmende Dicke (D_2) aufweist.
- 25 8. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kokillenkörper (1) eine Innenbeschichtung (11) aufweist.

Patentansprüche

1. Kokille für eine Stranggießanlage mit einem formgebenden Kokillenkörper (1, 12) aus einem Material hoher Wärmeleitfähigkeit, wie Kupfer oder einer Kupferlegierung, wobei der Kokillenkörper (1, 12) bereichsweise mit einer äußeren Beschichtung (8, 14) aus einem Material mit einer gegenüber dem Werkstoff des Kokillenkörpers (1, 12) niedrigeren Wärmeleitfähigkeit versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Beschichtung (8, 14) auf einem am eingießseitigen Stirnende (3, 13) beginnenden Teilstück (A) im Höhenbereich des Gießspiegels (7, 15) aufgebracht ist und die Beschichtung (8, 14) aus Nickel oder einer Nickellegierung besteht.
2. Kokille für eine Stranggießanlage mit einem formgebenden Kokillenkörper (17) aus einem Material hoher Wärmeleitfähigkeit, wie Kupfer oder eine Kupferlegierung, wobei der Kokillenkörper (17) mit einer äußeren Beschichtung (18) aus einem Material mit einer gegenüber dem Werkstoff des Kokillenkörpers (17) niedrigeren Wärmeleitfähigkeit versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Beschichtung (18) an der Außenseite (19) vorgesehen ist, die vom Stirnende (20) zum Fußende (21) linear abnimmt und die Beschichtung (18) aus Nickel oder einer Nickellegierung besteht.
3. Kokille nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekenn-**

Claims

- 30 1. Mould for a continuous casting system comprising a shaping mould body (1, 12) made of a material with high thermal conductivity, such as copper or a copper alloy, wherein the mould body (1, 12) is provided in regions with an outer plating (8, 14) made of a material with a thermal conductivity which is relatively low compared to the material of the mould body (1, 12), **characterised in that** a plating (8, 14) is applied to a portion (A) starting at the front end (3, 13) on the pour-in side at the height of the meniscus (7, 15) and the plating (8, 14) consists of nickel or a nickel alloy.
- 35 2. Mould for a continuous casting system comprising a shaping mould body (17) made of a material with high thermal conductivity, such as copper or a copper alloy, wherein the mould body (17) is provided with an outer plating (18) made from a material with a thermal conductivity which is relatively low compared to the material of the mould body (17), **characterised in that** a plating (18) is provided on the outside (19) and reduces linearly from the front end (20) to the foot end (21) and the plating (18) consists of nickel or a nickel alloy.
- 40 3. Mould according to claim 1 or 2, **characterised in that** the plating (8, 14, 18) is applied to part of the periphery of the mould body (1, 12, 17).
- 45
- 50
- 55

4. Mould according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the plating (8, 14, 18) is applied by electroplating.
5. Mould according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the plating (8, 14, 18) is applied as a thermal spray coating.
6. Mould according to any one of claims 1 or 3 to 5, **characterised in that** the plating (8) has a constant thickness (D_1) in the casting direction (G).
7. Mould according to any one of claims 1 or 3 to 5, **characterised in that** the plating (14) has a thickness (D_2) which reduces in the casting direction (G).
8. Mould according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the mould body (1) has an inner plating (11).

Revendications

1. Lingotière pour une machine de coulée continue, comportant un corps de lingotière (1, 12) de moulage, en un matériau de conductibilité thermique élevée, comme du cuivre ou un alliage de cuivre, dans laquelle le corps de lingotière (1, 12) est muni dans certaines zones d'un revêtement (8, 14) extérieur en un matériau ayant, par rapport au matériau du corps de lingotière (1, 12), une conductibilité thermique plus faible, **caractérisée en ce qu'** un revêtement (8, 14) est appliqué sur une pièce partielle (A), commençant à l'extrémité frontale (3, 13) côté chargement, dans la zone située à hauteur de la surface du bain (7, 15) et le revêtement (8, 14) est en nickel ou en un alliage de nickel.
2. Lingotière pour une machine de coulée continue, comportant un corps de lingotière (17) de moulage, en un matériau de conductibilité thermique élevée, comme du cuivre ou un alliage de cuivre, dans laquelle le corps de lingotière (17) est muni d'un revêtement (18) extérieur en un matériau ayant, par rapport au matériau du corps de lingotière (17), une conductibilité thermique plus faible, **caractérisée en ce qu'** il est prévu sur la face extérieure (19) un revêtement (18) qui diminue linéairement de l'extrémité frontale (20) vers l'extrémité pied (21) et le revêtement (18) est en nickel ou en un alliage de nickel.
3. Lingotière selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le revêtement (8, 14, 18) est appliqué sur une partie de la périphérie du corps de lingotière (1, 12, 17).
4. Lingotière selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le revêtement (8, 14, 18) est appliqué par procédé galvanique.
5. Lingotière selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le revêtement (8, 14, 18) est appliqué sous forme de couche pulvérisée thermiquement.
6. Lingotière selon l'une des revendications 1 ou 3 à 5, **caractérisée en ce que** le revêtement (8) présente une épaisseur (D_1) constante dans la direction de la coulée (G).
7. Lingotière selon l'une des revendications 1 ou 3 à 5, **caractérisée en ce que** le revêtement (14) présente une épaisseur (D_2) diminuant dans la direction de la coulée (G).
8. Lingotière selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** le corps de lingotière (1) présente un revêtement intérieur (11).

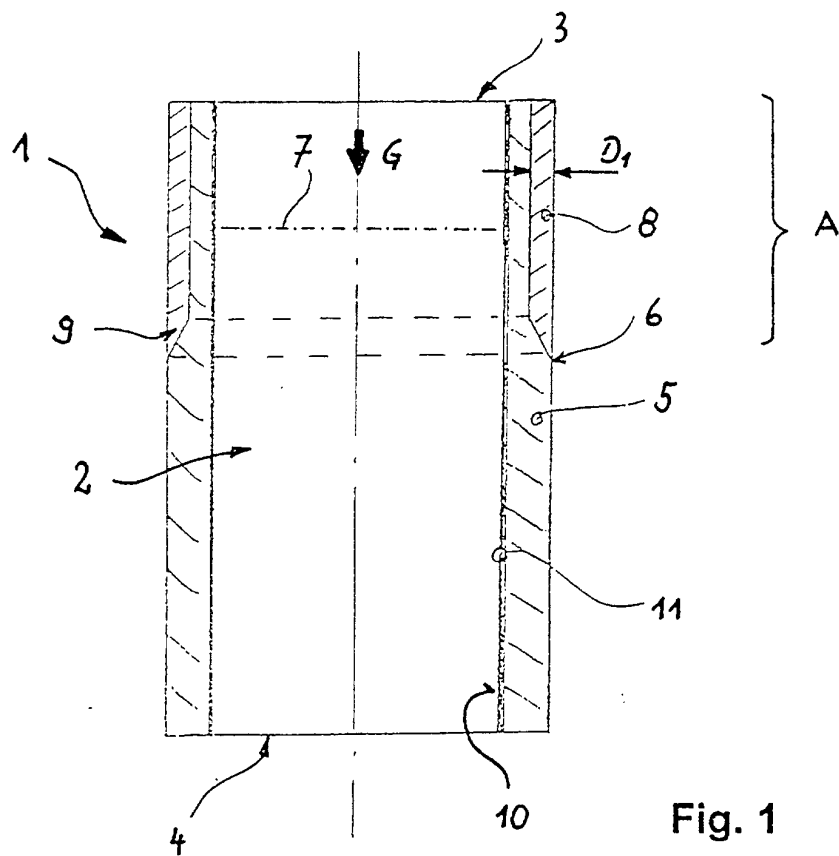


Fig. 1

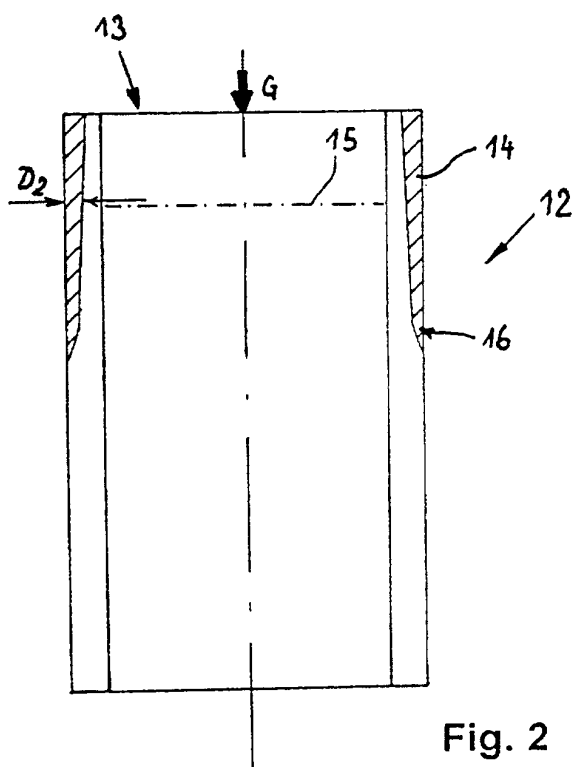


Fig. 2

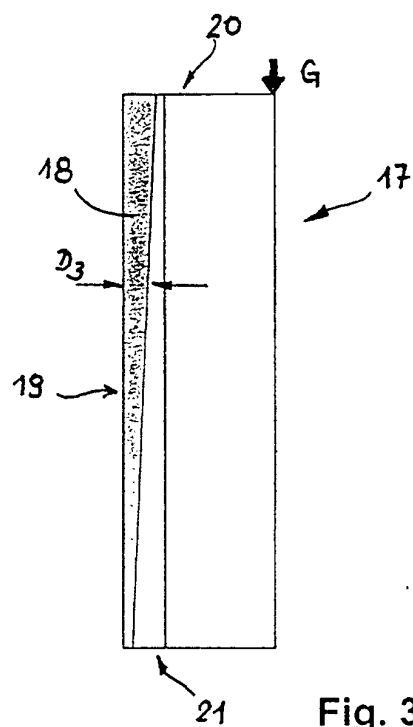


Fig. 3