

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 506 827 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.10.2005 Patentblatt 2005/40

(51) Int Cl.7: **B22D 11/06**, B22D 11/00,
B22D 11/103, B22D 41/50

(21) Anmeldenummer: **03017412.2**

(22) Anmeldetag: **01.08.2003**

(54) **Giesssystem und Verfahren zum Vergiessen von NE-Metallschmelzen**

Casting system and method of casting non-ferrous metals

Système et procédé de coulée métaux non-ferreux

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.02.2005 Patentblatt 2005/07

(73) Patentinhaber: **Hof Te Fiennes N.V.**
9680 Maarkedal (BE)

(72) Erfinder: **Cloostermans, Leon Raphael Lucienne
G.**
9680 Maarkedal (BE)

(74) Vertreter: **Tragsdorf, Bodo**
Patentanwalt
Heinrich-Heine-Strasse 3
06844 Dessau (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 194 327 **US-A- 3 036 348**
US-A- 4 544 018 **US-A- 5 000 250**

EP 1 506 827 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 bezieht sich auf ein Gießsystem zum Vergießen von NE-Metallschmelzen, insbesondere Kupfer oder Kupferlegierungen, zur Herstellung von Flachprodukten, bestehend aus einem Verteilergefäß (Tundish) mit mindestens einem, vorzugsweise schräg nach unten verlaufenden Tauchrohr, das in das in einer Dünnbrammen-Kokille befindliche Schmelzenbad eintaucht, sowie ein Verfahren zum Vergießen.

[0002] Tauchgießrohre zur Einleitung einer Metallschmelze in eine Kokille sind bereits in verschiedenen Ausführungen bekannt. Die Tauchgießrohre sollen für eine gleichmäßige und turbulenzarme Verteilung der Schmelze in der Kokille sorgen. Weiterhin soll durch den Einsatz von Tauchrohren ein Kontakt mit der Schmelzeströmung unterhalb der Badoberfläche mit Luftsauerstoff verhindert werden. Der in dem Tundish herrschende hydrostatische Druck wird dabei ausgenutzt, um der Schmelze die erforderliche Strömungsgeschwindigkeit zu verleihen. Die Strömungsgeschwindigkeit erhöht sich dabei in Abhängigkeit vom Gießwinkel. Bei in der Praxis zum Einsatz kommenden Tauchgießrohren zeigte sich, dass durch die zunehmende Beschleunigung der Schmelze im Tauchrohr ein Unterdruck erzeugt wird, und dadurch Turbulenzen in der in der Kokille befindlichen Schmelze entstehen und als Folge Badspiegelschwankungen auftreten. Außerdem laufen beim Gießen von Metall, insbesondere von Kupfer oder Kupferlegierungen, eine Vielzahl chemischer und physikalischer Prozesse ab, insbesondere eine intensive Wechselwirkung zwischen den gasförmigen und festen Bestandteilen der Schmelze. Diese Randbedingungen werden u.a. vom Temperaturverlauf und dem Schmelzedruck beeinflusst. Entsteht in dem Tauchgießrohr ein Unterdruck, so kann es zum Freisetzen von in der Schmelze befindlichen gasförmigen Substanzen, wie z. B. Wasserstoff, und SO₂ kommen. Durch das Entweichen von Gasen besteht die Gefahr, dass sich während der Erstarrungsphase der Schmelze poröse Bereiche ausbilden, die sich nachteilig auf die Qualität der Endprodukte auswirken.

[0003] Zur Vermeidung von Strömungsunterdrücken in einem Gießrohr wird in der DE 40 34 652 A1 vorgeschlagen, den Querschnitt der Durchflussöffnung am Einlaufende des Gießrohres mittels einer Verengung kleiner zu halten als den Querschnitt der Durchflussöffnung am Auslaufende des Ausgusses, um ein gegenüber dem atmosphärischen Druck höheren Druck im Schmelzestrom aufzubauen. Der Ausguss des metallurgischen Gefäßes und das Gießrohr sind über einen konischen Dichtungssatz miteinander verbunden.

[0004] In der DE 197 38 385 C2 ist ein Tauchgießrohr beschrieben, das an seinem unteren Ende ein Bodenelement besitzt und mindestens zwei seitliche Austrittsöffnungen oberhalb des Bodenelementes. An der Innenwandung des Tauchrohres befinden sich spezielle Strömungsleitkörper.

[0005] Ein Tauchgießrohr mit einer am Rohrende angeordneten trichterförmig ausgebildeten Verwirbelungskammer ist aus der DE 101 13 026 A1 bekannt, wobei am Übergang vom Rohrabchnitt zur Verwirbelungskammer eine Abrisskante vorgesehen ist.

[0006] Aus der EP 0 925 132 B1 ist Tauchgießrohr zum Stranggießen von Dünnbrammen bekannt, das als Rohr mit einem kreisförmigen Querschnitt, in senkrechter Anordnung, mit der Gießpfanne verbunden ist. Das Gießrohr ist an seinem unteren Ende mit einem abgeflachten Verteilungsbereich, einem sogenannten Diffusor, ausgebildet, der in die Schmelze der Kokille eintaucht. In dem Diffusor ist ein sich in Strömungsrichtung verjüngender Trennkörper angeordnet, durch den zwei Teilströme gebildet werden. Der Querschnitt des Diffusors ist oberhalb des Trennkörpers kleiner als der Querschnitt des oberen Gießrohrabschnittes.

[0007] Die Seitenwände des Diffusors divergieren im gleichen Winkel nach außen wie die Seitenwände des Trennkörpers nach innen. Durch die vorgesehenen Maßnahmen sollen Wirbel und Turbulenzen im Badspiegel vermieden werden. Von Nachteil ist, dass die Schmelzeströmung immer noch tief in das Bad der Kokille gelangt, und dadurch die Entgasung im Inneren des Kokillenbades erfolgt. Die aus dem vorgenannten Stand der Technik bekannten Tauchgießrohre sind für das vertikale Gießen, insbesondere von Stahlschmelzen, für relativ dicke Brammen bestimmt. Der Schmelzestrom wird auf dem kürzesten Weg, in vertikaler Richtung, in das Kokillenbad injiziert und in der Regel erst kurz vor dem Eintritt in das Kokillenbad strömungstechnisch beeinflusst.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Gießsystem zum Vergießen von NE-Metallschmelzen, insbesondere Kupfer oder Kupferlegierungen, zu schaffen, das eine störungsfreie Einleitung der Schmelze in die Kokille sowie eine Entgasung an der freien Oberfläche der Kokille gewährleistet, die Entstehung eines Unterdruckes im Tauchrohr vermeidet und sich durch einen einfachen konstruktiven Aufbau auszeichnet. Ferner soll ein geeignetes Verfahren zum Vergießen von NE-Metallschmelzen geschaffen werden.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Geeignete Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 14. Die vorgeschlagene Verfahrensweise ist im Anspruch 15 angegeben und entsprechende Ausgestaltungen in den Ansprüchen 16 und 17.

[0010] Das Gießsystem ist so ausgelegt, dass die in dem Verteilergefäß bzw. Tundish befindliche Metallschmelze, vorzugsweise schräg nach unten, in die tiefer gelegene Kokille strömt.

[0011] Der Gießwinkel kann in einem Bereich von 2° bis 90° liegen. An der in Abzugsrichtung zeigenden Stirnseite des Verteilergefäßes ist mindestens ein schräg nach unten, im vorgegebenen Gießwinkel verlaufendes Tauchrohr angeordnet. Zum Gießen von in

der Breite größeren Flachprodukten, die in ihrer Breite $\geq 1,5 H$ sind, wobei H die Höhe bzw. Dicke ist, können in dem Verteilergefäß auch mehrere identische Tauchrohre in vorgegebenen Abständen nebeneinander eingebunden sein.

[0012] Das Tauchrohr besteht aus einem ersten Abschnitt mit einer vorzugsweise sich in Strömungsrichtung der Schmelze kontinuierlich verjüngenden Innenwandung und einem zweiten Abschnitt, der die Tauchrohrspitze bildet. Die Innenwandung des ersten Abschnittes muss nicht unbedingt verjüngt ausgebildet sein und kann auch andere geeignete geometrische Ausbildung aufweisen. Gegebenenfalls kann an dem ersten Abschnitt, vor der einsetzenden Verjüngung noch ein kurzes rohrförmiges Anschlussstück angeordnet sein. Dieses oder das Anfangsteilstück des ersten Abschnittes sind in einem Einsatz aus feuerfesten Beton des Verteilergefäßes eingegossen ist. Der erste Abschnitt erstreckt sich ausgehend vom Verteilergefäß bis unmittelbar zur Badoberfläche der Kokille. Durch die Verjüngung kommt es zu einer Querschnittsänderung mit einer sich verringernden Querschnittsfläche. Die Verjüngung kann unterschiedlich ausgebildet sein. Ausgehend von einem kreisrunden Querschnitt am Beginn dieses Abschnittes erfolgt z.B. durch flach drücken eines Rohres eine Umformung in eine Querschnittsform die am Ende des Abschnittes die Form eines Langloches aufweist. Die Umformung kann auch so erfolgen, dass die Querschnittsform am Ende des Abschnittes elliptisch oder der gesamte Abschnitt als hexagonale Verjüngung ausgebildet ist. Eine andere Variante ist eine konische Ausführung dieses Abschnittes. An diesen Abschnitt schließt sich die in das Schmelzenbad einer Kokille eintauchenden Tauchrohrspitze an. Diese ist an ihrem freien Ende verschlossen, z.B. mittels eines Stopfens, und besitzt an ihrer in Richtung zur Kokillenunterseite zeigenden Wandung mindestens eine, eine erste Richtungsänderung der Schmelzeströmung bewirkende Ausströmöffnung, die sich im Betriebszustand unterhalb der Kokillenbadoberfläche befindet.

[0013] Das gesamte Tauchrohr kann aus einem Rohrstück hergestellt werden, wobei die Tauchrohrspitze in gleicher Weise mit umgeformt wird wie der vorhergehende Abschnitt und am Ende einen elliptischen oder kreisrunden Querschnitt oder einen Querschnitt in Form eines Langloches besitzt. Über die Länge der Tauchrohrspitze verändert sich somit die Querschnittsform in geringem Maße.

[0014] Es besteht auch die Möglichkeit, die Tauchrohrspitze als gesondertes Bauteil mit einer nahezu konstanten oder sich verringernden Querschnittsfläche herzustellen und an dem umgeformten Abschnitt zu befestigen, z. B. durch Schweißen. In diesem Fall ist es möglich, den Abschnitt konisch auszubilden und an diesem eine Tauchrohrspitze mit einer Langlochform zu befestigen, wobei die Tauchrohrspitze einen kurzen Übergangsabschnitt für den Übergang von der kreisrunden Querschnittsform in die Langlochform besitzt. Die als

separates Bauteil ausgebildete Tauchrohrspitze kann auch aus einem anderen hitzebeständigen Material hergestellt werden als der sich verjüngende Abschnitt.

[0015] Ist die Tauchrohrspitze im Querschnitt als Langloch ausgebildet, so sollten die beiden gegenüberliegenden parallelen Wandabschnitte einen Abstand von mindestens einem Drittel des Durchmessers des Querschnittes am Anfang des verjüngt ausgebildeten Abschnittes des Tauchrohres aufweisen.

[0016] Die an der Unterseite der Tauchrohrspitze befindliche Ausströmöffnung für die Schmelze ist vorzugsweise als Langloch ausgebildet. An Stelle eines Langloches können auch zwei kreisrunde Öffnungen, unmittelbar hintereinanderliegend, angeordnet sein.

[0017] In dem ersten Abschnitt des Tauchrohres wird durch den sich kontinuierlich verringernden Querschnitt erreicht, dass die Schmelze in ständigem Kontakt mit der Innenwandung des Tauchrohres steht und sich in dem Tauchrohr keine Luftblasen oder Hohlräume bilden können. Die Länge und der Grad der Verjüngung dieses Abschnittes sind von den Eigenschaften der Metallschmelze und dem jeweiligen Gießwinkel abhängig. Die Tauchrohre besitzen eine konstante Wanddicke.

[0018] Da die Schmelze in der Tauchrohrspitze nicht in axialer Richtung abströmen kann, das freie Ende der Tauchrohrspitze ist verschlossen, erfolgt in Höhe der Ausströmöffnung bzw. der Ausströmöffnungen eine erste Umlenkung der Schmelzeströmung um mindestens 90° , bezogen auf den Gießwinkel. Die der Schmelzeströmung aufgezwungene Richtungsänderung ist wesentlich, um eine schonende Einleitung der Schmelze in die Kokille zu gewährleisten. Vorzugsweise soll die Querschnittsfläche der Ausströmöffnung oder die Summe der Querschnittsflächen der Ausströmöffnungen 80 % bis 98 % der Querschnittsfläche der Tauchrohrspitze betragen. In bestimmten Anwendungsfällen kann diese auch größer als 100% sein. Die Querschnittsform der Ausströmöffnungen kann unterschiedlich ausgebildet sein.

[0019] Das Tauchrohr soll im Betriebszustand voll mit Schmelze gefüllt sein und während des Gießprozesses sollte sich die Schmelze nicht von der Innenwandung des Tauchrohres ablösen können. Demzufolge ist die Gefahr des Entstehens eines Unterdruckes ausgeschlossen und in der Schmelze kann es zu keiner unerwünschten Entgasung kommen. Durch die vorgesehene Umlenkung bzw. Richtungsänderung der Schmelze beim Eintritt in das Schmelzenbad wird ein sogenanntes "Einschießen" der Schmelze und damit eine zu starke Bildung von Blasen verhindert.

[0020] Weiterhin ist als wesentliches Merkmal vorgesehen, dass unterhalb der Ausströmöffnung bzw. Ausströmöffnungen eine diese überdeckende Lippe beabstandet angeordnet ist. Dadurch wird eine zweite Richtungsänderung der Schmelzeströmung erzielt. Die Lippe ist in ihren Abmessungen so dimensioniert, dass die Auftrettsfläche gleich oder größer ist als die Abströmöffnung. Die Lippe ist in einem definierten parallelen Ab-

stand oder geneigt zur Ausströmöffnung angeordnet, der vorzugsweise mindestens 5 mm betragen sollte. Bei einer geneigten Anordnung beträgt der Abstand an seiner größten Stelle mindestens 5 mm. Im Betriebszustand befinden sich die Ausströmöffnungen und die Lippe vollständig unterhalb des Schmelzenbadspiegels der Kokille.

[0021] Die aus der Ausströmöffnung austretende Schmelze trifft erst auf die Lippe, wird dadurch abgebremst, und nochmals um mindestens 90° umgelenkt und jeweils seitlich in dem Schmelzenbad verteilt. Diese nochmalige, zweite, Richtungsänderung bewirkt eine besonders schonende Einleitung der Schmelze in die Kokille. Die Aufteilung der Schmelze nach dem Auftreffen auf die Lippe in zwei seitlich gerichtete Teilströme begünstigt das Wandern noch vorhandener Blasen zur Badoberfläche der Kokille. In praktischen Versuchen hat sich gezeigt, dass durch vorgenannte Maßnahmen die Strömungsgeschwindigkeit der Metallschmelze beim Eintritt in das Schmelzebad auf einen Wert von $\leq 0,5$ m/s reduziert werden kann.

[0022] Gemäß der vorgeschlagenen Verfahrensweise ist von entscheidender Bedeutung, dass die in Abhängigkeit vom Gießwinkel zunehmende Geschwindigkeit der Schmelzeströmung in dem Tauchrohr reduziert und vor dem Einleiten in das Schmelzenbad der Kokille abgebremst und die Schmelzeströmung mindestens zweimal in ihrer Strömungsrichtung um mindestens 90° umgelenkt wird.

[0023] Die Kombination dieser zweimaligen Richtungsänderung der Schmelze vor dem Einleiten in das Schmelzebad führt zu einer deutlichen Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit in einer Größenordnung von ca. 50 %.

[0024] Durch die seitliche, quer zur Längsachse der Kokille erfolgende Einleitung der in zwei Teilströme aufgeteilten Schmelze wird erreicht, dass sich die im Bereich der Kokillenwand befindliche Schmelze ständig mit heißer Schmelze in Berührung gelangt und sich demzufolge kein Erstarrungsfilm bilden kann. Außerdem wird vermieden, dass die heiße Schmelze unmittelbar auf die Kokillenwand trifft. Eventuell noch vorhandene Gasblasen können unmittelbar an der Kokillenwand entweichen.

[0025] Die erfindungsgemäßen Maßnahmen führen zu einer deutlichen Qualitätsverbesserung der Gefügestruktur der herzustellenden Halbzeuge. Unerwünschte Einschlüsse von Gas- oder Luftblasen werden vermieden. Aufgrund der zweimaligen Richtungsänderung der Schmelze und der dadurch bewirkten erheblichen Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit vor dem Einleiten der Schmelze in die Kokille werden Beschädigungen an den Kokillenwänden weitestgehend vermieden.

[0026] Der verjüngte Abschnitt und die Tauchrohrspitze des Tauchrohres bestehen vorzugsweise aus ein und demselben hitzebeständigen Material, können aber auch aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sein, wie z.B. einer Kombination aus Keramik und aus Metall.

Für den Anfahrprozess ist es von Vorteil, wenn das Tauchrohr mit einer zusätzlichen Heizeinrichtung, wie z. B. einer elektrischen Widerstandsheizung, ausgerüstet ist.

[0027] Mit dem vorgeschlagenen Gießsystem lassen sich dünnwandige Bänder aus NE-Metallen, insbesondere Kupfer und Kupferlegierungen, mit einer ausgezeichneten Qualität herstellen.

[0028] Bei einer vertikalen Anordnung der Tauchrohre besitzt die Tauchrohrspitze mindestens zwei einander gegenüberliegende Ausströmöffnungen, die jeweils von einer beabstandet angeordneten Lippe überdeckt sind, sodass die Schmelzeströmung vor dem Einleiten in das Kokillenbad zweimal um mindestens 90° umgelenkt wird und in ihrer Geschwindigkeit deutlich reduziert wird.

[0029] Die Erfindung soll nachstehend näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1 das Gießsystem in vereinfachter Darstellung als Längsschnitt,

Fig. 2 eine erste Ausführungsvariante eines Tauchrohres in perspektivischer Darstellung,

Fig. 3 die Einzelheit "X" gemäß Fig. 2 in vergrößerter Darstellung,

Fig. 4 die Vorderansicht des Tauchrohres gemäß Fig. 2 in vergrößerter Darstellung,

Fig. 5 eine zweite Ausführungsvariante eines Tauchrohres in perspektivischer Darstellung,

Fig. 6 eine Tauchrohrspitze mit einer geneigten Lippe als Längsschnitt und

Fig. 7 eine Tauchrohrspitze als separates Bauteil mit angeformter Lippe in perspektivischer Darstellung.

[0030] In der Fig. 1 ist ein Gießsystem zum Gießen von Kupferband mittels einer Bandgießkokille dargestellt, das auch als Gießen mit mitlaufender Kokille bezeichnet wird. Nach dem Schmelzen von Kupfer gelangt dieses aus dem Gießofen in den Tundish 1, der im gezeigten Beispiel mit einer Gießschnauze 2 ausgerüstet ist. In Abhängigkeit von der Breite des zu gießenden Bandes sind in der Gießschnauze 2 mehrere identische Tauchrohre 6 in einem definierten Gießwinkel von ca. 10° nebeneinander angeordnet, z.B. 6, 8 oder 10. Die Abstände zwischen den einzelnen Tauchrohren 6 können unterschiedlich sein. In der in Fig. 1 gezeigten Ansicht ist nur ein Tauchrohr 6 zu sehen. Die Tauchrohre 6 sind mit ihrem zylindrischen Anschlussstück 7 (Fig. 2) in einem Einsatz aus feuerfesten Beton eingegossen, der Bestandteil des Verteilergefäßes 1 ist. Die Kokille 3 ist zwischen dem umlaufenden Kokillenoberband 4 und dem umlaufenden Kokillenunterband 5 angeordnet, die jeweils mittels Antriebs- und Umlenkrollen gespannt sind. In der Fig. 1 sind nur die beiden vorderen Umlenkrollen 4a und 5a gezeigt. Auch die Seitenwände und Rückwand der Kokille, die eine Höhe von bis zu 70 mm aufweisen können, sind in der Zeichnung nicht zu se-

hen. Das Gießsystem ist Bestandteil einer Anlage zur kontinuierlichen Herstellung von Kupferbändern. Bei der mit X gekennzeichnete Linie handelt es sich um die Längsmittelachse der Kokille 3. Die in dem Tundish 1 befindliche Kupferschmelze strömt durch den anliegenden hydrostatischen Druck durch die Tauchrohre 6 in die Kokille 3. Durch die verfahrensbedingt geneigte Anordnung der Tauchrohre 6, in einem vorgegebenen Gießwinkel, wird die Strömungsgeschwindigkeit der Kupferschmelze beeinflusst.

[0031] Unmittelbar nach dem relativ kurzen Anschlussstück 7 mit einem kreisrunden Querschnitt beginnt der sich in Strömungsrichtung kontinuierlich verjüngende Abschnitt 8 des Tauchrohres 6, der sich von der Gießschnauze 2 bis zur Badoberfläche der Kokille 3 erstreckt. Der vordere Teil des Tauchrohres 6, die Tauchrohrspitze 9, taucht im Betriebszustand vollständig in das Schmelzenbad der Kokille 3 ein.

[0032] In der Figur 2 ist eine erste Ausführungsvariante eines Tauchrohres 6 als Einzelteil vergrößert dargestellt. Das Tauchrohr 6 besitzt ein zylindrisches Anschlussstück 7, an den sich ein in Strömungsrichtung kontinuierlich verjüngender Abschnitt 8 anschließt, der unmittelbar am Anfang einen Durchmesser D1 aufweist, der mit dem Durchmesser des Anschlussstückes 7 identisch ist. An den Abschnitt 8 mit der Länge L1 schließt sich die Tauchrohrspitze 9 mit der Länge L2 an. Das Verhältnis von L1 : L2 beträgt z.B. 8,3. Das Anschlussstück 7, der Abschnitt 8 und die Tauchrohrspitze 9 sind aus einem rohrförmigen Stück aus hitzebeständigem Metall gefertigt, dass im Bereich des Abschnittes 8 und der Tauchrohrspitze 9 kontinuierlich durch flach drücken in einem Werkzeug umgeformt ist, wobei der Abschnittes 8 am Anfang noch einen kreisrunden Querschnitt D1 besitzt, der in Strömungsrichtung zunehmend durch eine Verformung in einer Ebene in eine definierte Langlochform übergeht, die am Ende der Tauchrohrspitze 9 erreicht ist (Fig. 4). Durch diese Verformung wird eine kontinuierliche Verjüngung, eine Querschnittsänderung mit einer Verringerung der Querschnittsfläche, erreicht. Die Querschnittsfläche am Ende der Tauchrohrspitze 9 ist um ca. 1/3 kleiner als die Querschnittsfläche mit dem Durchmesser D1 am Anfang des Abschnittes 8. Das am Ende der Tauchrohrspitze 9 gebildete Langloch 10 ist durch einen eingeschweißten Verschlussstopfen 11 oder auf andere geeignete Art und Weise verschlossen. Wie in Fig. 3 deutlich zu sehen, ist das Langloch 10 durch zwei einander gegenüberliegenden parallel verlaufende, gerade Wandabschnitte 10a, 10b und zwei halbkreisförmig ausgebildete Wandabschnitte 10c, 10d gebildet, wobei der Abstand zwischen den beiden geraden Wandabschnitten 10a und 10b mindestens ein Drittel des Durchmessers D1 des Abschnittes 8 beträgt, im vorliegenden Beispiel sind es ca. 10 mm.

[0033] An dem im Betriebszustand in Richtung zum Kokillenunterband 5 zeigenden, ebenen Wandabschnitt 10a der Tauchrohrspitze 9 ist eine langlochartige Aus-

strömöffnung 12 für den Austritt der Kupferschmelze eingebracht. Im Rahmen praktischer Versuche hat sich herausgestellt, dass es von Vorteil ist, wenn diese vorzugsweise 90 % bis 98 % der Querschnittsfläche des Strömungsquerschnittes am Ende der Tauchrohrspitze 9 beträgt. An Stelle eines Langloches 12 können auch zwei kreisrunde Ausströmöffnungen 12a und 12b unmittelbar hintereinander angeordnet werden, wie dies in Fig. 7 gezeigt ist.

[0034] Die Ausströmöffnungen 12 sowie 12a und 12b sind durch eine parallel verlaufende Lippe 13 überdeckt ist, wobei "überdecken" in diesem Fall bedeutet, dass die Lippe 13 ihrem Breitenmaß gleich oder größer ist als die Öffnungsbreite des Langloches 12 bzw. des Durchmessers, bei einer Anordnung von kreisförmigen Ausströmöffnungen. Bei der Ausführungsvariante gemäß Fig. 3 ist die Lippe 13 mit ihren Abstandhaltern 13a an der Tauchrohrspitze 9 angeschweißt. Der Abstand zwischen der Ausströmöffnung 12 und der Lippe 13 sollte mindestens 5 mm betragen.

[0035] In Fig. 5 ist eine weitere Variante eines Tauchrohres 6a gezeigt, mit einer durchgehend konischen Ausbildung des Abschnittes 8 und der Tauchrohrspitze 9, ausgehend vom Durchmesser D1 der kontinuierlich durch eine Verringerung der kreisförmigen Querschnittsfläche bis zum Ende der Tauchrohrspitze auf einen Durchmesser D2 reduziert wird. Die kreisrunde Öffnung der Tauchrohrspitze 9 ist durch einen Stopfen 11 verschlossen. Der Unterschied zwischen dem Durchmesser D1 und dem Durchmesser D2 beträgt ca. 45 %. Die Ausströmöffnung für die Schmelze und die Lippe 13 sind analog wie bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsvariante ausgebildet. Im Vergleich zu dem in Fig. 2 gezeigten Tauchrohr besitzt dieses kein gesondertes Anschlussstück. Bei der in Fig. 6 gezeigten Tauchrohrspitze 9, ist die die Ausströmöffnung 12 überdeckende Lippe 13 geneigt angeordnet. Durch den Abstandshalter 13a ist die Lippe 13 in einem Abstand 5 mm zur Wandung der Tauchrohrspitze angeordnet und verläuft schräg nach oben, bis zum Ende der Tauchrohrspitze. Die Lippe 13 ist an der Tauchrohrspitze angeschweißt. Ansonsten ist diese Tauchrohrspitze analog ausgeführt wie die Tauchrohrspitze des in Fig. 2 gezeigten Tauchrohres.

[0036] In Fig. 7 ist eine als separates Bauteil ausgebildete Tauchrohrspitze 9a gezeigt, die auf das Ende eines konisch verlaufenden Abschnittes eines Tauchrohres entsprechend der in Fig. 5 gezeigten Ausführung aufgesteckt werden kann und durch Schweißen an diesem befestigt ist. Die Tauchrohrspitze 9a besitzt einen konstanten Querschnitt in Form eines Langloches 10, das am in Strömungsrichtung zeigenden Ende durch einen Stopfen 11 verschlossen ist. Am gegenüberliegenden Ende weist die Tauchrohrspitze 9a ein Übergangstück 14 auf, für den Übergang von der Langlochform auf die kreisrunde Form, passgenau auf den entsprechenden Abschnitt 6 des Tauchrohres abgestimmt. An der Unterseite der Tauchrohrspitze 9a befinden sich

zwei hintereinander angeordnete Ausströmöffnungen 12a und 12b, die durch eine parallel verlaufende Lippe 13, 13a überdeckt sind. Die Lippe 13 ist an der Tauchrohrspitze 9a angeformt, die wie folgt hergestellt werden kann.

[0037] Die Rohrspitze des Tauchrohres, die im Rohzustand einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, wird in einem Presswerkzeug durch ein "Flach drücken" umgeformt, um den gewünschten Querschnitt in Form eines "Langloch" zu erhalten, wobei ein kurzer Übergangsabschnitt 14 von der kreisrunden Form in Langloch-Form entsteht. Anschließend erfolgt in einem der Länge der Lippe entsprechenden Abstand vom Rohrende ein Trennschnitt in Querrichtung, ohne das Rohr vollständig durchzutrennen, und ein Längsschnitt bis zur Querschnittsfuge. Die Rohrspitze besitzt nunmehr eine in Längsrichtung zeigende Lippe. Danach werden die Bohrungen 12a und 12b für die Ausströmöffnungen der Schmelze eingebracht. Anschließend wird die Öffnung des Langloches 10 am Ende der Rohrspitze durch Einschweißen einer Verschlusskappe 11 geschlossen. Danach wird die vorstehende Lippe in Richtung der eingebrachten Ausströmöffnungen umgebogen, derart, dass diese die Ausströmöffnungen 12a und 12b in dem vorgesehenen Abstand überdeckt. Die Lippe 13 besitzt eine Länge von ca. 80 mm und ist mit ihrem entgegengesetzt zur Strömungsrichtung zeigenden Ende an dem benachbarten Wandabschnitt der Tauchrohrspitze 9a angeschweißt.

[0038] Um im Betriebszustand eine Durchbiegung der Tauchrohre zu vermeiden, können diese mit zusätzlichen Stabilisierung ausgerüstet werden, wie z.B. einer oder mehreren Versteifungsrippen.

[0039] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Tauchrohre wird im praktischen Einsatz der geneigte Strömungsverlauf der Kupferschmelze vom Tundish in die Kokille sehr günstig beeinflusst. Die bedingt durch die geneigte Anordnung der Tauchrohre zunehmende Strömungsgeschwindigkeit der Schmelze wird durch die zweimalige Richtungsänderung der Strömung so reduziert, dass eine schonende Einleitung in das Kokillenbad gewährleistet ist.

[0040] Die kontinuierliche Verjüngung, insbesondere des Abschnittes 8, mit einer Querschnittsänderung und Verringerung der Querschnittsfläche, führt dazu, dass die Schmelze an der Innenwandung des Tauchrohres anliegt und sich im Tauchrohr keine Luftblasen oder Hohlräume entstehen können. Dies trifft auch auf die Tauchrohrspitze 9, 9a zu, bedingt durch die vorgenommene Veränderung der Querschnittsform (Kreis/Langloch) oder die sich fortsetzende weitere Verjüngung. Da das Ende der Tauchrohrspitze 9, 9a verschlossen ist, wird der Schmelze eine Umlenkung um mindestens 90° aufgezwungen, die zu einer ersten Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit führt.

[0041] Wesentlich ist, dass durch die Anordnung der Ausströmöffnung bzw. der Ausströmöffnungen an der Unterseite der Tauchrohrspitze 9 eine Umlenkung bzw.

eine erste Richtungsänderung um mindestens 90° des Schmelzenstromes erzielt wird und zusätzlich durch die Anordnung der Lippe 13 unterhalb der Ausströmöffnungen noch eine zweite Richtungsänderung bzw. Ablenkung der Schmelzenströmung in seitlicher Richtung, verbunden mit einer weiteren Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit. Die Schmelzenströmung wird nach beiden Seiten der Lippe 13 gleichmäßig und mit deutlich reduzierter Strömungsgeschwindigkeit unterhalb des Badspiegels der Kokille in das Schmelzenbad eingeleitet. Die Strömungsgeschwindigkeit der Schmelze kann somit auf einen Wert von $\leq 0,5$ m/s reduziert werden und schießt nicht mit hoher Geschwindigkeit, wie dies bei herkömmlichen Tauchrohren der Fall ist, in die Kokille. Dadurch wird die Bildung von Blasen erheblich reduziert und noch vorhandene Blasen können an den Seitenwänden der Kokille entweichen, sodass eine Bildung von Luft- oder Gaseinschlüssen in der Bramme vermieden wird. Weiterhin wird eine unerwünschte Injektion der Schmelze tief in die Kokille verhindert. Die Schmelzenströmung wird unmittelbar unterhalb der Oberfläche des Schmelzenbades injiziert und kann dort entgasen, so dass sich während des Erstarrungsprozesses eine glatte Oberfläche ausbilden kann. Es findet keine Verwirbelung der Schmelze im Bereich der Badoberfläche statt. Die so vorgenommene Einleitung der Schmelze in das Kokillenbad schließt auch die Gefahr einer Beschädigung der Kokillenwände aus.

Patentansprüche

1. Gießsystem zum Vergießen von NE-Metallschmelzen, insbesondere Kupfer oder Kupferlegierungen, bestehend aus einem Verteilergefäß (Tundish) (1) mit mindestens einem an diesem angeordneten, schräg nach unten, in einem definierten Gießwinkel, verlaufenden Tauchrohr (6, 6a) mit einem ersten Abschnitt (8) und einem zweiten, die Tauchrohrspitze (9, 9a) bildenden Abschnitt, der in das Schmelzenbad einer Kokille (3) eintaucht, wobei die Tauchrohrspitze (9, 9a) an ihrem freien Ende (10, 11) verschlossen ist und an ihrer in Richtung zur Kokillenunterseite (5) zeigenden Wandung mindestens eine, eine erste Richtungsänderung der Schmelzeströmung bewirkende Ausströmöffnung (12, 12a, 12b) besitzt, und an der Tauchrohrspitze (9, 9a), beabstandet zu der Ausströmöffnung (12, 12a, 12b), eine die Ausströmöffnung (12, 12a, 12b) überdeckende Lippe (13, 13a) angeordnet ist, die zu einer zweiten Richtungsänderung und Verteilung der Schmelzeströmung quer zur Längsachse der Kokille (3) führt, wobei sich im Betriebszustand die Ausströmöffnung (12, 12a, 12b) und die Lippe (13, 13a) unterhalb der Kokillenbadoberfläche befinden.

2. Gießsystem nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, dass die Lippe (13) parallel zur Ausströmöffnung (12, 12a, 12b) angeordnet ist.

3. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lippe (13, 13a) geneigt zur Ausströmöffnung (12, 12a, 12b) angeordnet ist. 5
4. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausströmöffnung als Langloch (12) ausgebildet ist. 10
5. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche der Ausströmöffnung (12) oder die Summe der Querschnittsflächen der Ausströmöffnungen (12a, 12b) 80 % bis 98 % der Querschnittsfläche (10) am Ende der Tauchrohrspitze (9, 9a) betragen. 15
6. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen der Ausströmöffnung (12, 12a, 12b) und der diese überdeckenden Lippe (13) an seiner größten Stelle (13a) mindestens 5 mm beträgt. 20
7. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Abschnitt (8) eine sich in Strömungsrichtung der Schmelze kontinuierlich verjüngende Innenwandung besitzt. 25
8. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der verjüngte Abschnitt (8) an seinem Beginn (D1) einen kreisrunden Querschnitt aufweist und an seinem Ende einen Querschnitt in Form eines Langloches. 30
9. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt (8) konisch ausgebildet ist. 35
10. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tauchrohrspitze (9) sich in Strömungsrichtung weiter kontinuierlich verjüngend ausgebildet ist. 40
11. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tauchrohrspitze (9a) als separates Bauteil ausgebildet ist und am Ende des verjüngten Abschnitts (8) des Tauchrohres (6) befestigt ist. 45
12. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass**, Länge und Verjüngung des Tauchrohres (6, 6a), in Abhängigkeit vom Gießwinkel, so aufeinander abgestimmt sind, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Metallschmelze nach dem Auftreffen auf die Lippe (13, 13a) $\leq 0,5$ m/s ist. 50

13. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tauchrohr (6, 6a) zum Aufheizen mit einer elektrischen Widerstandsheizung ausgerüstet ist.

14. Gießsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschnitt (8) und die Tauchrohrspitze (9) des Tauchrohres (6) aus unterschiedlichen Feuerfestmaterialien bestehen.

15. Verfahren zum Vergießen von NE-Metalschmelzen, Insbesondere Kupfer oder Kupferlegierungen, aus einem Vertellergefäß (Tundish) (1) mittels eines in einem definierten Gießwinkel verlaufenden Tauchrohres (6, 6a) in das Schmelzenbad einer Kokille (3), **dadurch gekennzeichnet, dass** die zunehmende Geschwindigkeit der Schmelzeströmung durch mindestens zwei Richtungsänderungen der Schmelzeströmung, die unterhalb der Badoberfläche der Kokille erfolgen, durch jeweils eine Umlenkung um mindestens 90°, in erheblichem Maße reduziert wird. -

25 16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelzeströmung nach der ersten Änderung der Strömungsrichtung in zwei sich seitlich verteilende Teilströme aufgeteilt wird und dabei ein zweites Mal um mindestens 90° umgelenkt wird. 30

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelzeströmung durch die geometrische Ausbildung des Tauchrohres (6, 6a) so beeinflusst wird, dass das Tauchrohr (6, 6a) im Betriebszustand voll mit Schmelze gefüllt wird und die Schmelze ständig in Berührungskontakt mit der Innenwandung des Tauchrohres (6, 6a) steht und die Strömungsgeschwindigkeit der Metallschmelze so weit reduziert wird, dass diese während des Eintritts in das Schmelzenbad der Kokille (3) $\leq 0,5$ m/s ist. 35

45 Claims

1. Casting system for the pouring of nonferrous metal molten masses, in particular copper or copper alloys, consisting of a tundish (1) at which is attached at least one submerged pipe (6, 6a) that runs in an inclined arrangement with a pre-defined pouring angle, with a first section (8) and a second section comprising the submerged pipe's tip nozzle (9, 9a) that submerges into the molten bath of the mould (3), with the submerged pipe's tip nozzle (9, 9a) being sealed off at its free end (10, 11), having at its wall that faces the moulds bottom side (5) at least one discharge opening (12, 12a, 12b) that effects a 55

first change in the direction of flow of the molten mass, and a lip (13, 13a) that is arranged at the submerged pipe's tip nozzle (9, 9a) where it overlaps the discharge opening (12, 12a, 12b) in a pre-defined distance and through which the molten mass experiences a second change in the direction of flow and is distributed in crosswise direction, seen from mould's (3) longitudinal axis, with the discharge opening (12, 12a, 12b) together with the lip (13, 13a) in operating state being situated in the mould bath in a subsurface position.

2. Casting system according to claim 1, **characterized in that** the lip (13) runs parallel to the discharge opening (12, 12a, 12b).

3. Casting system according to one of the claims 1 or 2, **characterized in that** the lip (13, 13a) is in an inclined arrangement seen from the discharge opening (12, 12a, 12b).

4. Casting system according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that** the discharge opening has the form of a long hole (12).

5. Casting system according to one of the claims 1 to 4, **characterized in that** the cross-sectional area of the discharge opening (12), or the total of all cross-sectional areas of all discharge openings (12a, 12b) is from 80% to 98% of the cross-sectional area as it is measured at the end of the submerged pipe's tip nozzle (9, 9a).

6. Casting system according to one of the claims 1 to 5, **characterized in that** the greatest distance (13a) between the discharge opening (12, 12a, 12b) and the lip (13) overlapping the latter is not less than 5 mm.

7. Casting system according to one of the claims 1 to 6, **characterized in that** the first section (8) has gradually narrowing internal walls seen in the direction of flow of the molten mass.

8. Casting system according to one of the claims 1 to 7, **characterized in that** the tapering section (8) has a circular cross section at its beginning (D1), whereat the cross section as its end has the shape of a long hole.

9. Casting system according to one of the claims 1 to 8, **characterized in that** the section (8) has a conical shape.

10. Casting system according to one of the claims 1 to 9, **characterized in that** the submerged pipe's tip nozzle (9) undergoes a further gradually narrowing seen in downstream direction.

11. Casting system according to one of the claims 1 to 10, **characterized in that** the submerged pipe's tip nozzle (9a) is made as a separate component part attached to the end of the submerged pipe's (6) tapering section (8).

12. Casting system according to one of the claims 1 to 11, **characterized in that** length and tapering of the submerged pipe (6, 6a) are matched as a function of the pouring angle so that the flow rate of the molten mass after flowing against the lip (13, 13a) does not exceed 0.5 metre per second.

13. Casting system according to one of the claims 1 to 12, **characterized in that** the submerged pipe (6, 6a) is equipped with an resistance heating so as to allow heating up the same.

14. Casting system according to one of the claims 1 to 13, **characterized in that** the section (8) and the submerged pipe's (6) tip nozzle (9) are made of different refractory materials.

15. Method for pouring nonferrous metal molten masses, in particular copper or copper alloy, from a tundish (1) by means of a submerged pipe (6, 6a) that runs at a pre-defined pouring angle preferably in an inclined arrangement down into the molten bath of a mould (3), **characterized in that** the increased flow rate of the molten mass is significantly reduced due to at least two changes in the direction of flow of the molten mass, both occurring in the mould bath in a subsurface position in form of a deflection by least 90°.

16. Method according to claim 15, **characterized in that** after the first change in the direction of flow the stream of molten mass is separated into two lateral part streams and at the same is experiences a second deflection by at least 90°.

17. Method according to one of the claims 15 or 16, **characterized in that** the stream of molten mass is influenced by the geometric shape of the submerged pipe (6, 6a) in such a way as to ensure that the submerged pipe (6, 6a) in operating state is completely filled with molten mass, where the molten mass is kept in constant contact with the submerged pipe's (6, 6a) internal walls, and the flow rate of the metal melt is reduced so as to slow it down to 0.5 metre per second or less by the time of discharging into the molten bath of the mould (3).

Revendications

1. Système de coulée pour le coulage de métaux non ferreux en fusion, notamment de cuivre ou d'allia-

- ges de cuivre, se composant d'un répartiteur (panier de coulée) (1) comportant au moins un tube immergé (6, 6a) disposé sur celui-ci et dirigé obliquement vers le bas à l'intérieur d'un angle de coulée défini qui présente un premier segment (8) et un second segment formant la pointe de tube immergé (9, 9a) et est immergé dans le bain de métal en fusion d'une lingotière (3), la pointe du tube immergé (9, 9a) étant fermée à son extrémité libre (10, 11) et présentant sur sa paroi tournée vers la face inférieure de la lingotière (5) au moins un premier orifice de sortie (12, 12a, 12b) provoquant un premier changement du sens d'écoulement du métal en fusion, et une lèvre (13, 13a) recouvrant l'orifice de sortie (12, 12a, 12b) et entraînant un second changement du sens d'écoulement et une répartition du courant de métal en fusion diagonalement par rapport à l'axe longitudinal de la lingotière (3) étant disposée sur la pointe du tube immergé (9, 9a) en étant écartée de l'orifice de sortie (12, 12a, 12b), l'orifice de sortie (12, 12a, 12b) et la lèvre (13, 13a) se trouvant, en fonctionnement, en dessous de la surface du bain de la lingotière.
2. Système de coulée selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la lèvre (13) est disposée parallèlement à l'orifice de sortie (12, 12a, 12b).
 3. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la lèvre (13, 13a) est disposée en étant inclinée par rapport à l'orifice de sortie (12, 12a, 12b).
 4. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'orifice de sortie est configuré en trou oblong (12).
 5. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'aire de section transversale de l'orifice de sortie (12) ou la somme des aires de section transversale des orifices de sortie (12a, 12b) est comprise entre 80% et 98% de l'aire de section transversale (10) située à l'extrémité de la pointe du tube immergé (9, 9a).
 6. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'écart entre l'orifice de sortie (12, 12a, 12b) et la lèvre (13) recouvrant celui-ci est au moins de 5 mm à son endroit le plus important (13a).
 7. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le premier segment (8) possède une paroi intérieure se rétrécissant en continu dans le sens d'écoulement du métal en fusion.
 8. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le segment rétréci (8) présente à son début (D1) une section transversale circulaire et à son extrémité une section transversale en forme de trou oblong.
 9. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le segment (8) présente une forme conique.
 10. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la pointe du tube immergé (9) présente une forme continuant à se rétrécir en continu dans le sens d'écoulement.
 11. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la pointe du tube immergé (9a) est configurée en composant séparé et est fixée à l'extrémité du segment (8) se rétrécissant du tube immergé (6).
 12. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** la longueur et le rétrécissement du tube immergé (6, 6a) concordent l'un avec l'autre en fonction de l'angle de coulée de sorte que la vitesse d'écoulement du métal en fusion est $\leq 0,5$ m/s après avoir été en contact avec la lèvre (13, 13a).
 13. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le tube immergé (6, 6a) peut être chauffant à l'aide d'un chauffage électrique par résistance.
 14. Système de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le segment (8) et la pointe (9) du tube immergé (6) se composent de matériaux réfractaires différents.
 15. Procédé de coulage de métaux non ferreux en fusion, notamment de cuivre ou d'alliages de cuivre, à partir d'un répartiteur (panier de coulée) (1), au moyen d'un tube immergé (6, 6a) compris à l'intérieur d'un angle de coulée défini et immergé dans le bain de métal en fusion d'une lingotière (3), **caractérisé en ce que** la vitesse croissante du courant de métal en fusion est réduite à chaque fois dans des proportions conséquentes par une déviation d'au moins 90° grâce au moins à deux changements du sens d'écoulement du métal en fusion effectués en dessous de la surface du bain de la lingotière.
 16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'**après le premier changement du sens d'écoulement, le courant de métal en fusion est divisé en deux flux partiels se répartissant sur les côtés et est dévié à ce moment-là une seconde fois d'au moins 90°.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 ou 16, **caractérisé en ce que** le courant de métal en fusion est influencé grâce à la configuration géométrique du tube immergé (6, 6a) de sorte que le tube immergé (6, 6a) est entièrement rempli, en fonctionnement, de métal en fusion, le métal en fusion est constamment en contact avec la paroi intérieure du tube immergé (6, 6a) et la vitesse d'écoulement du métal en fusion est tellement réduite que celle-ci est $\leq 0,5$ m/s en entrant dans le bain de métal en fusion de la lingotière (3).

15

20

25

30

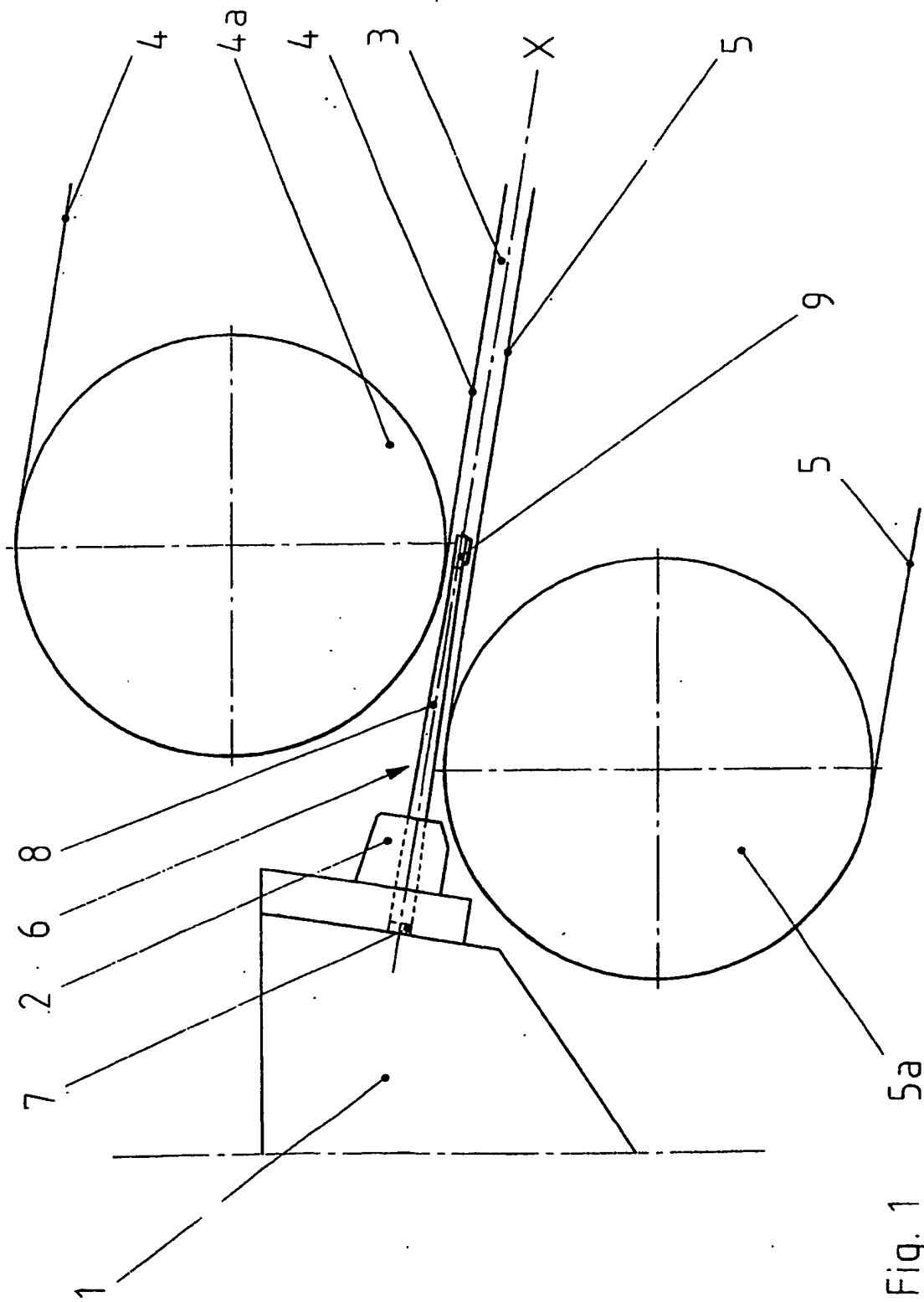
35

40

45

50

55



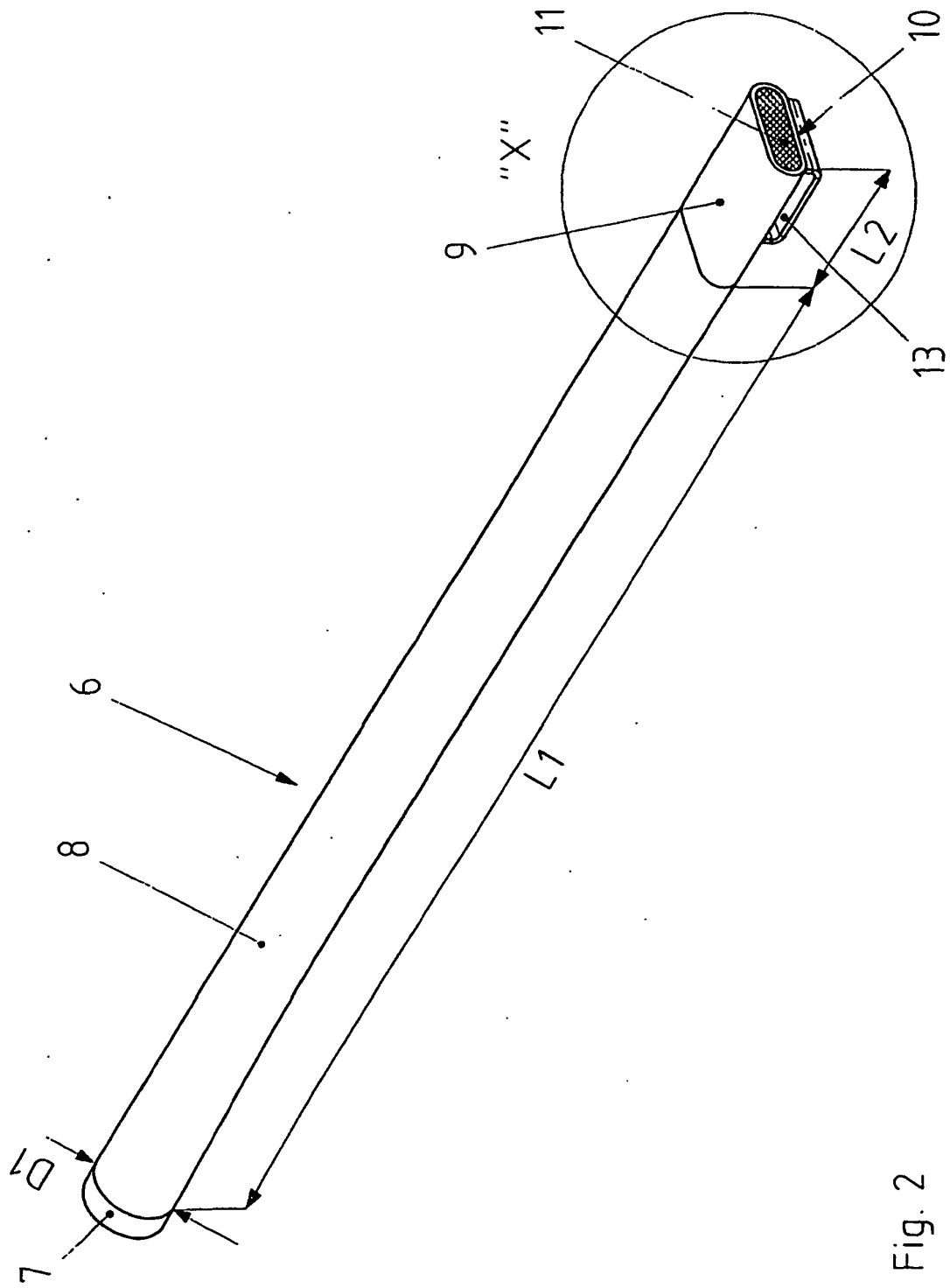


Fig. 2

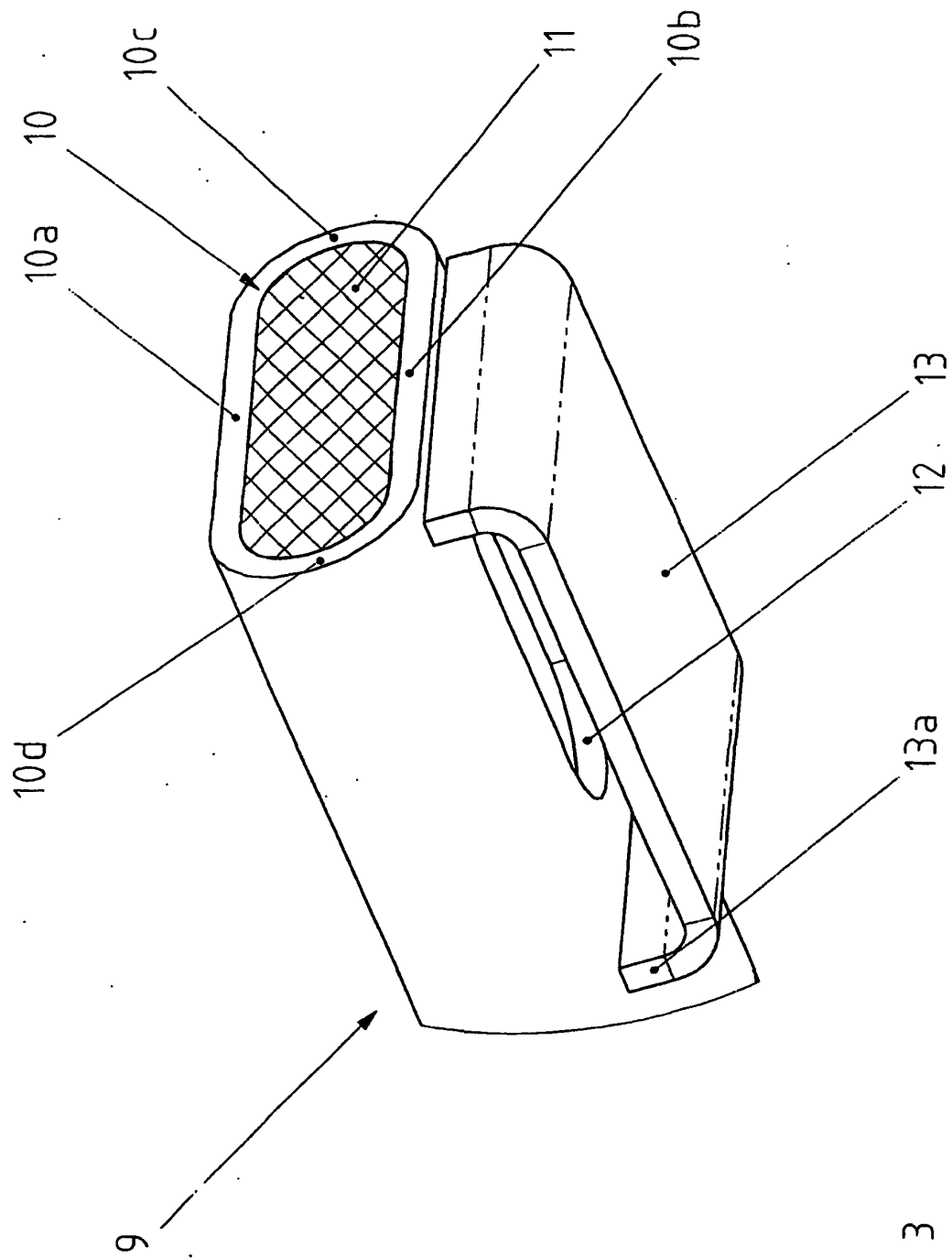


Fig. 3

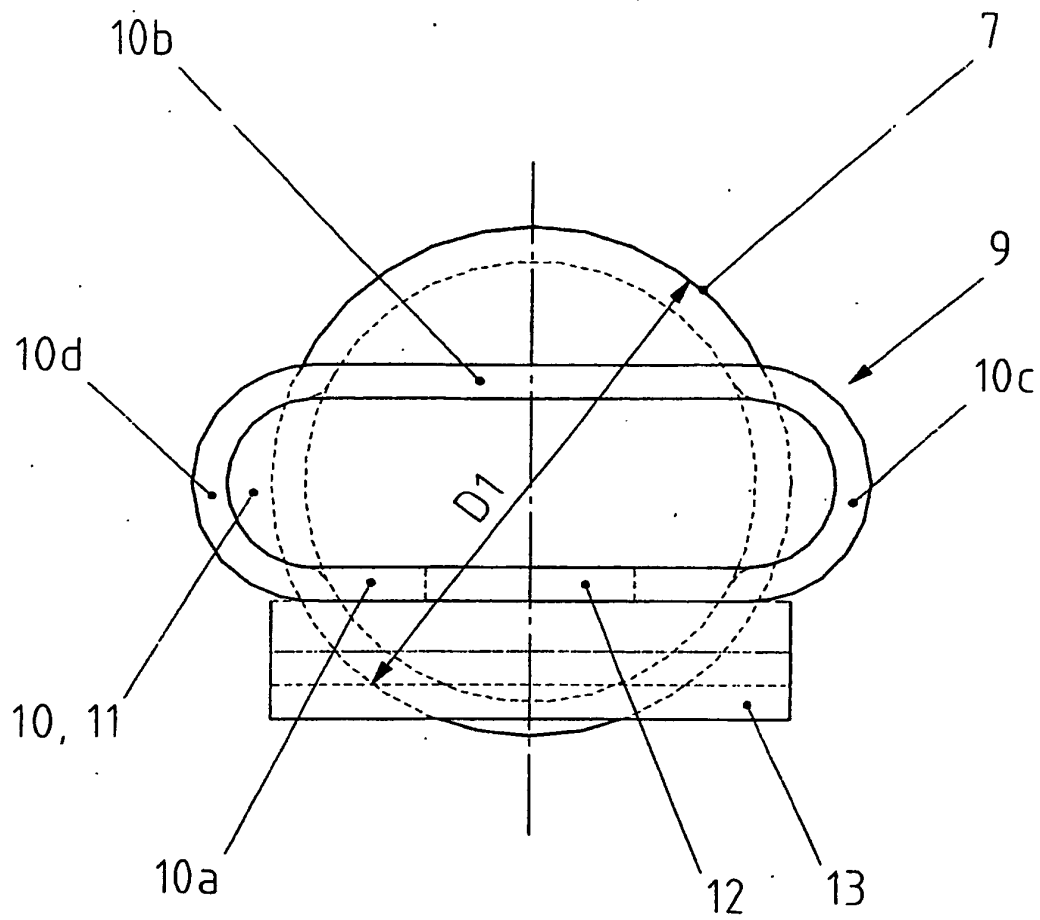
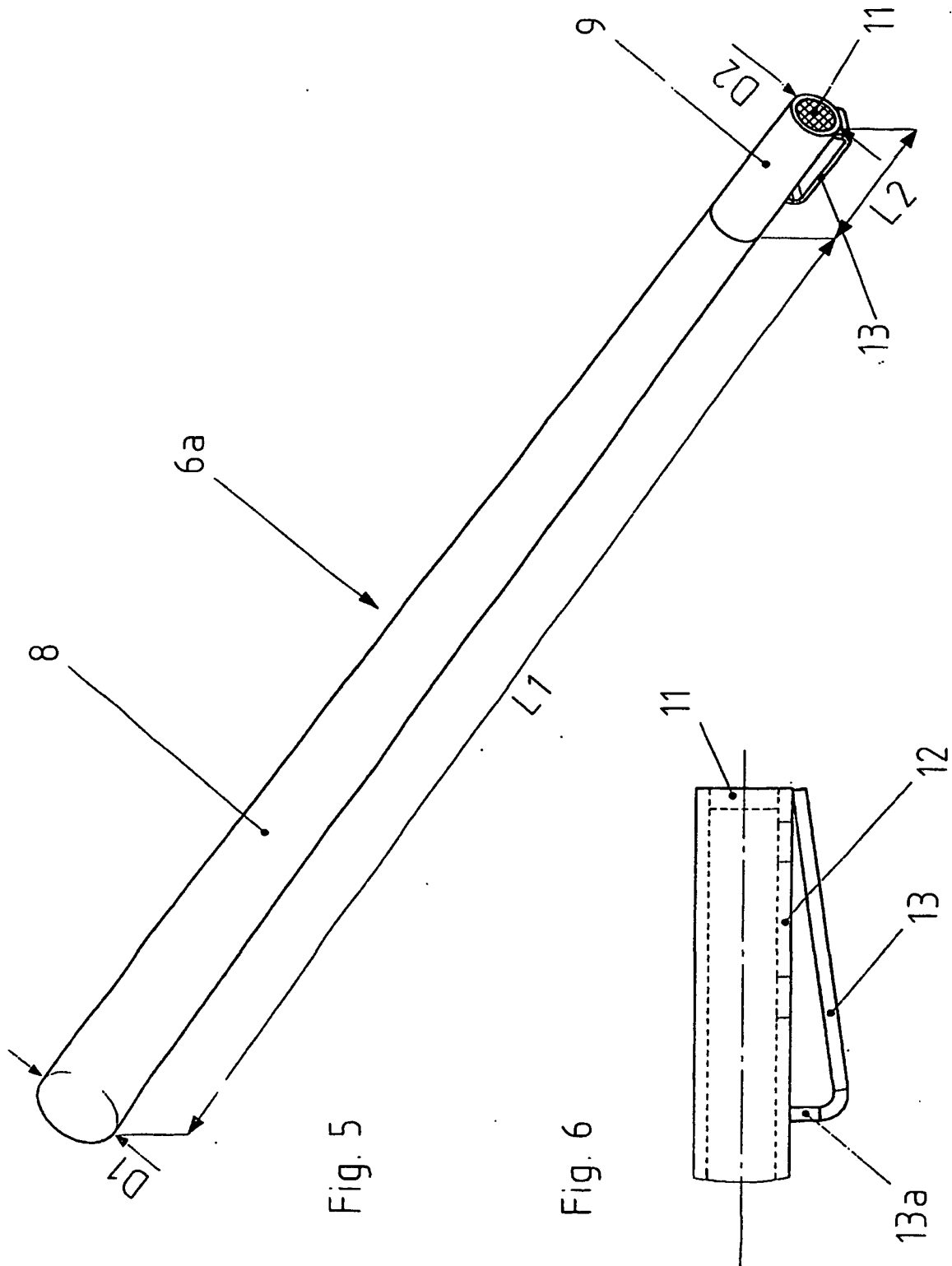


Fig. 4



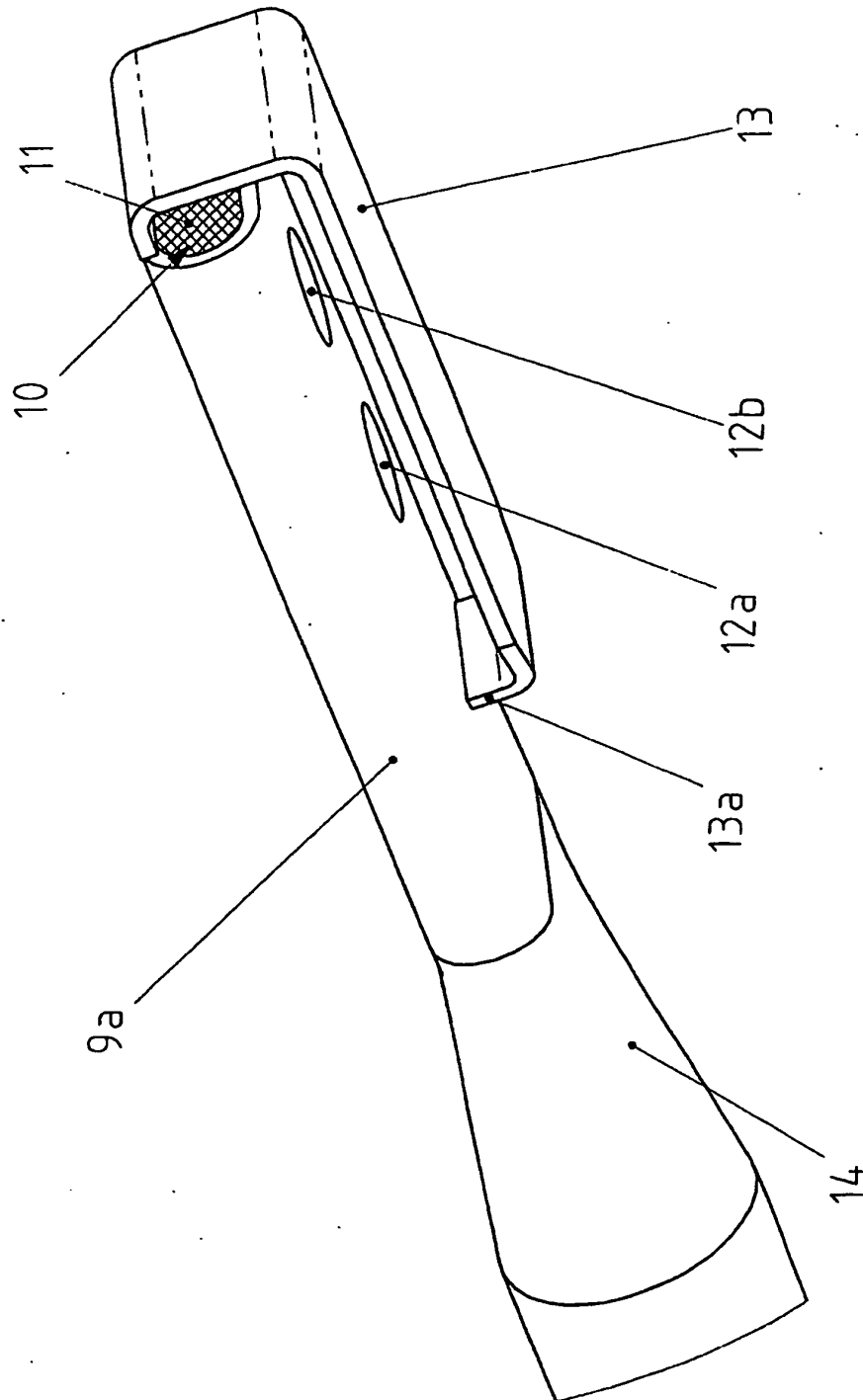


Fig. 7