

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 317/2010
(22) Anmeldetag: 02.03.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2012

(51) Int. Cl. : **C22B 4/00** (2006.01)
C22B 9/18 (2006.01)
B22D 7/00 (2006.01)

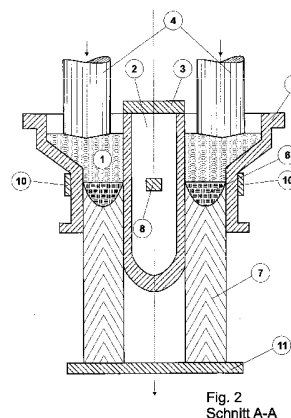
(56) Entgegenhaltungen:
GB 1177387A DE 1952010A1
AT 282846B

(73) Patentinhaber:
INTECO SPECIAL MELTING
TECHNOLOGIES GMBH
A-8600 BRUCK AN DER MUR (AT)

(72) Erfinder:
HOLZGRUBER HARALD DIPL.ING.
DR.MONT.
BRUCK AN DER MUR (AT)
BREITLER MICHAEL DIPL.ING. (FH)
MITTERDORF (AT)
OFNER BERTRAM DIPL.ING.
KAPFENBERG (AT)

(54) **VERFAHREN UND ANLAGE ZUR HERSTELLUNG HOHLER UMSCHMELZBLÖCKE**

(57) Für die Herstellung hohler Gusskörper (7) werden mindestens zwei Abschmelzelektroden (4) mit einem Durchmesser des mindestens 1,0-fachen der Wandstärke des Hohlkörpers (7) in einer kurzen wassergekühlten, im Bereich der Elektroden (4) T-förmig erweiterten Kokille (5) abgeschmolzen, wobei durch einen von oben in die Kokille (5) eingebauten Dorn (2) mit einer Konizität von mindestens 1,5 % die Innenwand des Hohlkörpers (7) gebildet wird und das Niveau des Metallsumpfes (6) unterhalb der T-förmigen Erweiterung der Kokille (5) gehalten wird.



Beschreibung

VERFAHREN UND ANLAGE ZUR HERSTELLUNG HOHLER UMSCHMELZBLÖCKE

[0001] Hohle Gusskörper oder Rohblöcke werden für eine Reihe von Anwendungen benötigt und werden entweder direkt im Gusszustand eingesetzt oder noch einer weiteren Warmverarbeitung durch Walzen oder Schmieden unterzogen. Bei unlegierten oder niedriglegierten Stählen ist es hier üblich, einen Vollblock zu gießen und diesen vor der weiteren Warmformgebung warm durch einen Pressvorgang zu lochen.

[0002] Diese Arbeitsweise ist jedoch bei höher legierten Stählen, wie beispielsweise austenitischen, ferritischen und martensitischen korrosions- und hitzebeständigen Stählen, aber auch bei Werkzeugstählen unterschiedlichster Zusammensetzung kaum mehr möglich, da diese für einen Warmlochvorgang kein ausreichendes Warmverformungsvermögen mehr aufweisen. Noch weniger ist dies bei den noch schwerer verformbaren Ni- und Co- Basislegierungen möglich. Für die Herstellung von Hohlkörpern aus schwer verformbaren Stählen und Legierungen ist es daher vielfach erforderlich, einen vollen Gussblock oder sogar vorverformten Rohling durch mechanische Bearbeitung auszubohren und dann erst weiter warm zu verformen. Diese Arbeitsweise ist jedoch mit hohen Kosten verbunden, da die hochlegierten Stähle und Legierungen nur schwer mechanisch zu bearbeiten sind und außerdem vielfach vor einer mechanischen Bearbeitung einer Wärmebehandlung unterzogen werden müssen.

[0003] Um diese o.a. Schwierigkeiten zu umgehen wurde in der Vergangenheit mehrfach vorgeschlagen hochlegierte Hohlkörper und für die Weiterverarbeitung insbesondere durch Schmieden bestimmte Hohlblöcke nach dem Verfahren des Elektroschlacke -Umschmelzens mit selbstverzehrbaren Elektroden herzustellen, da dieses Verfahren zu einer hohen Qualität der hergestellten Hohlblöcke führt.

[0004] So beschreiben beispielsweise Akesson, aber auch B.I. Medovar und Mitarbeiter ein Verfahren zur Herstellung von Hohlblöcken nach dem Elektroschlacke Umschmelzverfahren, bei welchem in einer kurzen wassergekühlten Kokille runden Querschnitts von oben ein ebenfalls wassergekühlter konischer Dorn konzentrisch so eingesetzt ist, dass zwischen Kokille und Dorn ein Ringspalt verbleibt. Für die Herstellung eines Hohlblocks werden in dem Ringspalt stangenförmige Abschmelzelektroden konzentrisch angeordnet und über sie der Schmelzstrom in das im Spalt befindliche Schlackenbad geleitet und über das Schmelzbad und die Bodenplatte wieder abgeleitet. Auf Grund der beim Stromdurchgang durch das Schlackenbad entstehenden Joule'schen Wärme werden die Elektroden abgeschmolzen. Das nach unten tropfende flüssige Metall wird im Ringspalt gesammelt und erstarrt dort kontinuierlich zu einem Hohlblock. Mit diesem Verfahren gelingt es, Hohlblöcke einwandfreier Qualität zu erzeugen. Der Aufwand für die Herstellung und Vorbereitung der langen, dünnen, stangenförmigen Elektroden ist jedoch hoch und außerdem ist deren konzentrische Anordnung im Ringspalt, insbesondere bei Herstellung von Hohlblöcken mit geringer Wandstärke mit nicht unerheblichen Schwierigkeiten verbunden. Hier kann es hilfreich sein, wenn im Bereich des Schlackenbads trichterförmig nach oben erweiterte, sogenannte T-Kokillen zum Einsatz kommen, weil dann, im Vergleich zur Wandstärke des Hohlblocks, dickere Abschmelzelektroden zum Einsatz kommen können, wie dies beispielsweise von Ujiie und Mitarbeitern vorgeschlagen wurde.

[0005] Bei einem anderen Verfahren, das von Klein und Mitarbeitern angewendet wurde, wird von unten durch eine Öffnung in der Bodenplatte ein in der wassergekühlten Kokille konzentrisch angeordneter Dorn in der Weise nach oben bewegt, wie der Block auf der Bodenplatte aufgebaut wird wobei das obere Ende des Dorns immer bis in das Schlackenbad reicht, aber von diesem immer vollständig bedeckt bleibt. Damit wird es möglich im Schlackenbad oberhalb des Dorns große Elektroden abzuschmelzen. Das von den Elektroden abschmelzende Metall tropft auf die gekrümmte Oberfläche des Dorns und läuft von dort in den Ringspalt zwischen Kokillenwand und Dorn, sodass wieder ein Hohlblock gebildet wird. Bei diesem Verfahren ist die Herstellung der Abschmelzelektroden zwar wesentlich vereinfacht, jedoch bereitet die konzentrische Führung des Dorns bei der Herstellung längerer Blöcke nicht unerhebliche Schwierigkei-

ten, sodass oft eine nicht unerhebliche Exzentrizität der Bohrung beobachtet wird. Auch führt eine schlechte Oberflächenausbildung in der Bohrung immer wieder zu Schwierigkeiten bei der Weiterverarbeitung. Wenn diese vermieden werden sollen, ist es vielfach erforderlich, die Innenbohrung vor der Warmformgebung mechanisch zu bearbeiten. Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Hohlblöcken mit Stromzuleitung über die Elektroden ist in der AT 322.575 beschrieben. In der DE 23 03 629 B2 wird der Schmelzstrom ebenfalls über die Abschmelzelektroden zugeleitet, zusätzlich wird noch eine rotierende Bodenplatte beschrieben, um eine bessere Wärmeverteilung im Ringspalt zu erzielen.

[0006] Aus der AT 409.729 ist auch ein Verfahren bekannt, bei welchem eine an sich bekannte stromleitende Kokille mit stromleitendem Dorn verwendet wird. Der Schmelzstrom wird dann beispielsweise dem Schlackenbad über die Kokille zugeleitet und aus diesem über den Dorn wieder abgeleitet. Eine stromführende Elektrode wird nicht benötigt. Die Metallzufuhr kann in Form flüssigen Metalls aber auch in Form festen Metalls erfolgen, wobei sowohl Granalien, Späne aber auch Stangen in Frage kommen, die aber stromlos bleiben. Damit wird erreicht, dass die Temperatur des Schlackenbads unabhängig von der Zufuhrate des flüssigen oder festen Metalls geregelt werden kann.

[0007] Obwohl dieses Verfahren an sich brauchbare Ergebnisse hinsichtlich der Qualität der erzeugten Hohlblöcke liefert, hat es bei Verwendung von festen Abschmelzelektroden den Nachteil eines hohen Energieverbrauches, da die über die stromleitenden Elemente in das Schlackenbad eingebrachte Energie nur sekundär über die erzielte Temperatur im Schlackenbad für das Schmelzen der Elektroden wirksam wird. Erst bei einer entsprechenden Überhitzung des Schlackenbads, die aber zu hohen Wärmeverlusten führt, gelingt es daher eine ausreichende Abschmelzrate zu erzielen.

[0008] Die Nachteile der einzelnen dem Stand der Technik entsprechenden Verfahren können aber weitgehend vermieden werden, wenn Abschmelzelektroden Anwendung finden, deren Durchmesser wesentlich größer als der Ringspalt ist, der durch die Differenz der den Außendurchmesser des Hohlblockes formenden Kokillenwand und den Durchmesser des Dorns bestimmt ist und mindestens zwei Abschmelzelektroden gleichzeitig umgeschmolzen werden, wobei die Kokille im Bereich der Abschmelzelektroden nach oben hin im Bereich des Schlackenbads T-förmig erweitert ist und das Niveau des Metallspiegels unterhalb der T-förmigen Erweiterung gehalten wird.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren handelt es sich demnach um ein Verfahren zur Herstellung hohler Gusskörper durch Abschmelzen selbstverzehrbarer Elektroden in einem Schlackenbad in einer kurzen, wassergekühlten Kokille und unter Verwendung eines von oben in die Kokille eingeführten ebenfalls wassergekühlten Dorns unter Verwendung von mindestens zwei Abschmelzelektroden, deren Durchmesser jeweils mindestens das 1,0-fache des Ringspalts zwischen der den Außendurchmesser des Hohlblocks formenden Kokillenwand und dem Durchmesser des Dorns beträgt und die in einer im Bereich der Abschmelzelektroden für die Aufnahme des Schlackenbads T-förmig erweiterten Kokille abgeschmolzen werden, wobei das Niveau des Metallspiegels unterhalb der T-förmigen Erweiterung eingestellt und gehalten wird.

[0010] Die Kontrolle und Regelung des Metallspiegels kann durch verschiedene Maßnahmen erreicht werden. Vorteilhaft ist es, wenn die Lage des Metallspiegels mittels radioaktiver γ -Strahlen bestimmt wird, die von einer außerhalb der Kokille in einer dem Niveau des Metallspiegels entsprechenden Position angebracht ist und die von einem im Inneren des wassergekühlten Dorns auf gleichem Niveau angebrachten Empfänger empfangen werden.

[0011] Damit ist es möglich, im Zusammenwirken mit einer geeigneten Steuerung der Abzugsbewegung des auf einer Bodenplatte ruhenden Blockes das Niveau des Metallspiegels in die Kokille konstant zu halten.

[0012] Für die Erzeugung qualitativ hochwertiger Hohlkörper mit einer homogenen und dichten Erstarrungsstruktur hat es sich weiters als vorteilhaft erwiesen, die Schmelzrate so einzustellen,

dass sie in kg/h dem 0,8 bis 2,5-fachen der Summe von Außen- und Innendurchmesser in mm entspricht.

[0013] Hinsichtlich der Führung des Schmelzstroms ergeben sich bei Verwendung von mindestens zwei Abschmelzelektroden mehrere Möglichkeiten, die je nach den vorherrschenden Umständen zum Einsatz kommen können.

[0014] Bei einer Variante wird der Schmelzstrom von einem Pol einer einphasigen Stromquelle auf die mindestens zwei Abschmelzelektroden verteilt und über das Schlackenbad und die Bodenplatte zum zweiten Pol der Stromquelle geleitet.

[0015] Bei dieser Art der Zuleitung über die Abschmelzelektrode ist es aber auch möglich, den Schmelzstrom vom Schlackenbad über die Kokille und/oder den Dorn zum zweiten Pol der Stromquelle zurückzuleiten. Dabei können für die Ableitung von Kokille bzw. Dorn an sich bekannte stromleitende Elemente verwendet werden.

[0016] Es besteht aber bei Verwendung einer einphasigen Stromquelle auch die Möglichkeit, den gesamten Schmelzstrom von einem Pol zu einer der mindestens zwei Abschmelzelektroden und von dort über das Schlackenbad und den Schmelzsumpf zur zweiten der mindestens zwei Elektroden und von dort weiter zum zweiten Pol der Stromquelle zu leiten.

[0017] Um eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Schmelzsumpf sicherzustellen, kann es vorteilhaft sein, diesen in eine Drehbewegung innerhalb des Spalts in horizontaler Richtung durch den Einsatz von geeigneten Rührspulen zu bringen. Eine derartige Rührbewegung kann sich auch vorteilhaft auf die Erstarrungsstruktur des erzeugten Hohlkörpers auswirken.

[0018] Das Schema der Konzeption einer Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geht aus den Fig. 1 bis 3 hervor, wobei Fig. 1 die Draufsicht und in den Fig. 2 und Fig. 3 die in Fig. 1 eingezeichneten Schnitte A-A und B-B dargestellt ist.

[0019] In diesen Fig. wird eine wassergekühlte Kokille (5) mit einer T-förmigen Erweiterung im Bereich der Abschmelzelektroden (4) gezeigt, die in einem Schlackenbad (1) abgeschmolzen werden, wobei sich das abgeschmolzene Metall im Schmelzsumpf (6) sammelt und nach der Erstarrung im Spalt zwischen der Kokille (5) und dem ebenfalls wassergekühlten Dorn (2) den Hohlblock (7) bildet, der durch eine geeignete, hier nicht gezeigte Vorrichtung, durch welche die Bodenplatte (11) bewegt wird, nach unten aus der Kokille abgezogen wird. Der Dorn (2) wird durch eine Halteplatte (3) in Position gehalten. Man erkennt weiters den im Dorn (2) angeordneten γ -Strahlenempfänger (8) und die außerhalb der Kokille befindliche γ -Strahlenquelle (9). Eine elektromagnetische Rührspule (10) kann im Bereich des Schmelzsumpfes angeordnet werden.

[0020] In einer zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Anlage sind demnach mindestens zwei Abschmelzelektroden (4) angeordnet, die durch entsprechende, hier nicht gezeigte Tragelemente gehalten und bewegt werden, über die auch die Zuführung des Schmelzstroms erfolgt und mittels derer sie in der Weise in das Schlackenbad (1) nachgeführt werden, wie sie abschmelzen. Dabei ist, wie aus Fig. 1 und Fig. 2 hervorgeht, die das Schlackenbad (1) enthaltende Kokille (5) im Bereich der Elektroden (4) T-förmig erweitert, um die Elektroden (4), die einen Durchmesser aufweisen, der dem mindestens 1,0-fachen des Spalts entspricht, der durch die die Außenoberfläche des Hohlkörpers (7) bildende Kokillenwand und den Durchmesser des Dorns (2) bestimmt ist, wobei der Dorn (2) von oben nach unten konisch sich verjüngt mit einer Konizität von mindestens 1,5 % bezogen auf den Dorndurchmesser.

[0021] Vorzugsweise ist außerhalb der Kokille (5) in einer Position unterhalb der T-förmigen Erweiterung in der gewünschten Position des Metallspiegels eine γ -Strahlenquelle (9) sowie im Inneren des wassergekühlten Dorns (2) ein γ -Strahlenempfänger (8) zur laufenden Kontrolle des Niveaus des Metallspiegels angebracht. Im Zusammenwirken mit einer entsprechenden Steuerung wird der gebildete, auf einer Bodenplatte (11) ruhende Hohlkörper (7) so aus der Kokille (5) abgezogen, dass das Niveau des Metallspiegels auf konstant bleibt.

[0022] Die Zu- und Rückleitung des Schmelzstroms kann in unterschiedlicher Weise angeordnet sein.

[0023] Bei einer Anordnung ist ein Pol einer hier nicht gezeigten einphasigen Stromquelle parallel mit beiden Elektroden (4) verbunden, während der andere Pol mit der Bodenplatte (11), auf welcher der Hohlkörper (7) ruht, verbunden ist. Es ist auch möglich, dass der zweite Pol mit der Kokille (5) und/oder dem Dorn (2) verbunden ist.

[0024] Es ist aber auch eine Anordnung möglich, bei der je eine der mindestens zwei Abschmelzelektroden (4) mit je einem Pol der Schmelzstromquelle verbunden ist.

[0025] In einer besonderen Ausstattungsvariante ist außerhalb der Kokille (5) eine elektromagnetische Rührspule (10) so angeordnet, dass im Sumpf (6) eine Rotationsbewegung um die Achse des Hohlkörpers (7) bewirkt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung hohler Gusskörper durch Abschmelzen selbstverzehrender Elektroden in einem Schlackenbad in einer wassergekühlten kurzen Kokille unter Verwendung eines von oben in die Kokille eingeführten ebenfalls wassergekühlten Dorns **dadurch gekennzeichnet**, dass gleichzeitig mindestens zwei Abschmelzelektroden (4) mit einem Durchmesser, der dem mindestens 1,0-fachen des Ringspalts zwischen dem den äußeren Gießquerschnitt formenden Teil der Kokille (5) und dem Dorn (2) beträgt, in einer im Bereich der Abschmelzelektroden (4) T-förmig erweiterten, wassergekühlten Kokille (5) abgeschmolzen werden, wobei der innere Durchmesser des Hohlkörpers (7) durch einen von oben in die Kokille (5) eingebrachten wassergekühlten Dorn (2) gebildet wird, der im Bereich des Metallspiegels einen von oben nach unten abnehmenden Durchmesser, entsprechend einer Konizität von mindestens 1,5 % aufweist und dass das Niveau des Metallspiegels unterhalb der T-förmigen Erweiterung eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Niveau des Metallspiegels durch eine außerhalb der Kokille (5) angebrachte γ -Strahlenquelle (9) im Zusammenwirken mit einem innerhalb des Dorns (2) eingebauten Empfänger (8) gemessen wird, wobei das Niveau des Metallspiegels durch eine geeignete Steuerung in Abhängigkeit von der Abschmelzrate konstant gehalten wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschmelzrate so eingestellt wird, dass sie in kg/h dem 0,8 - 2,5-fachen der Summe von Außen- und Innendurchmesser des Hochblocks (7) in mm entspricht.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schmelzstrom von einem Pol einer einphasigen Schmelzstromquelle über die mindestens zwei Elektroden (4) parallel in das Schlackenbad (1) und über die Bodenplatte (11) zurück zum anderen Pol der Stromquelle geleitet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schmelzstrom von einem Pol einer einphasigen Schmelzstromquelle über die mindestens zwei Elektroden (4) parallel in das Schlackenbad (1) und über die Kokille (5) und/oder den Dorn (2) zum zweiten Pol der Stromquelle geleitet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schmelzstrom von Kokille (5) und/oder Dorn (2) im Bereich zwischen den Elektroden (4) über an sich bekannte stromleitende Elemente abgeleitet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der gesamte Schmelzstrom einer einphasigen Stromquelle über mindestens eine Elektrode (4) in das Schlackenbad (1) geleitet wird und von dort über mindestens eine zweite Elektrode (4) zur Stromquelle zurückgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich des Metallsumpfs (6) durch eine elektromagnetische Rührspule (10) eine horizontale Bewegung des Schmelzsumpfes (6) entlang des Ringspalts um die Achse des Hohlkörpers (7) hervorgerufen wird.

9. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Abschmelzelektroden (4) gleichzeitig angeordnet sind und abgeschmolzen werden, deren Durchmesser mindestens dem 1,0-fachen des Ringspalts zwischen dem den Gießquerschnitt formenden Teil der Kokille (5) und dem Dorn (2) beträgt und dass die Kokille (5) zumindest im Bereich der Elektroden (4) T-förmig erweitert ist und der von oben eingeführte Dorn (2) im Bereich der Erstarrungszone gleichmäßig einen von oben nach unten abnehmenden Durchmesser entsprechend einer Konizität von mindestens 1,5 % aufweist.
10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschmelzelektroden (4) mit einem Pol einer einphasigen Schmelzstromquelle und die Bodenplatte (11) mit dem anderen Pol verbunden sind.
11. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschmelzelektroden (4) mit einem Pol einer einphasigen Schmelzstromquelle verbunden sind und von der Kokille (5) und/oder dem Dorn (2) eine Verbindung zum anderen Pol hergestellt ist.
12. Anlage nach Anspruch 11 **dadurch gekennzeichnet**, dass Kokille (5) und/oder Dorn (2) im Bereich zwischen den trichterförmigen Erweiterungen der Kokille (5) über an sich bekannte stromleitende Elemente verfügen, die mit einem Pol der Schmelzstromversorgung verbunden sind.
13. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass je eine der mindestens zwei Abschmelzelektroden (4) mit je einem Pol einer einphasigen Schmelzstromquelle verbunden ist.
14. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kokille (5) im Bereich des Schmelzsumpfes (6) mit einer elektromagnetischen Rührspule (10) ausgestattet ist, deren Kraftlinien eine Bewegung des Sumpfes (6) in horizontaler bzw. tangentialer Richtung um die Achse des Hohlblocks (7) im Ringspalt bewirken.
15. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass einerseits an der Außenseite der Kokille (5) in der dem gewünschten Niveau des Metallspiegels entsprechenden Position eine γ -Strahlenquelle (9) und andererseits im Inneren des Dorns (2) ein γ -Strahlenempfänger (8) zur Messung der Position des Metallspiegels angeordnet sind.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

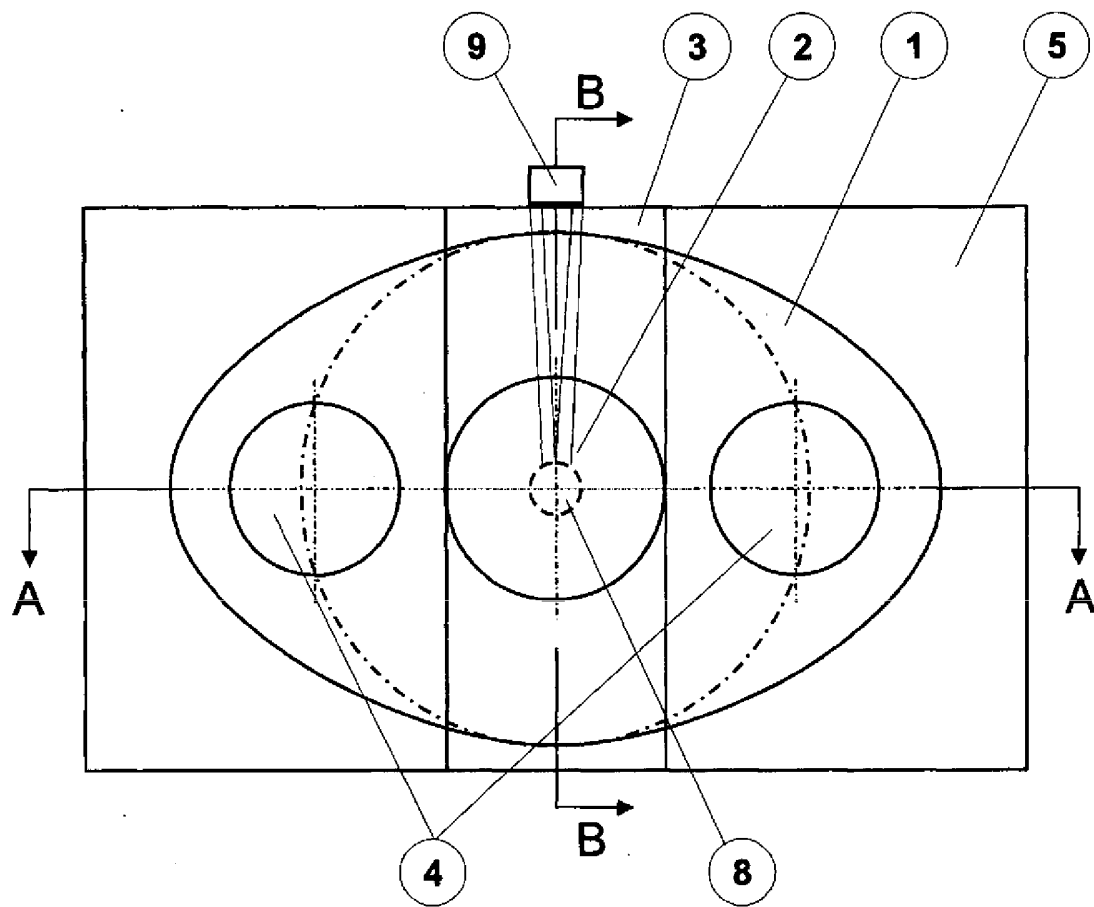


Fig. 1

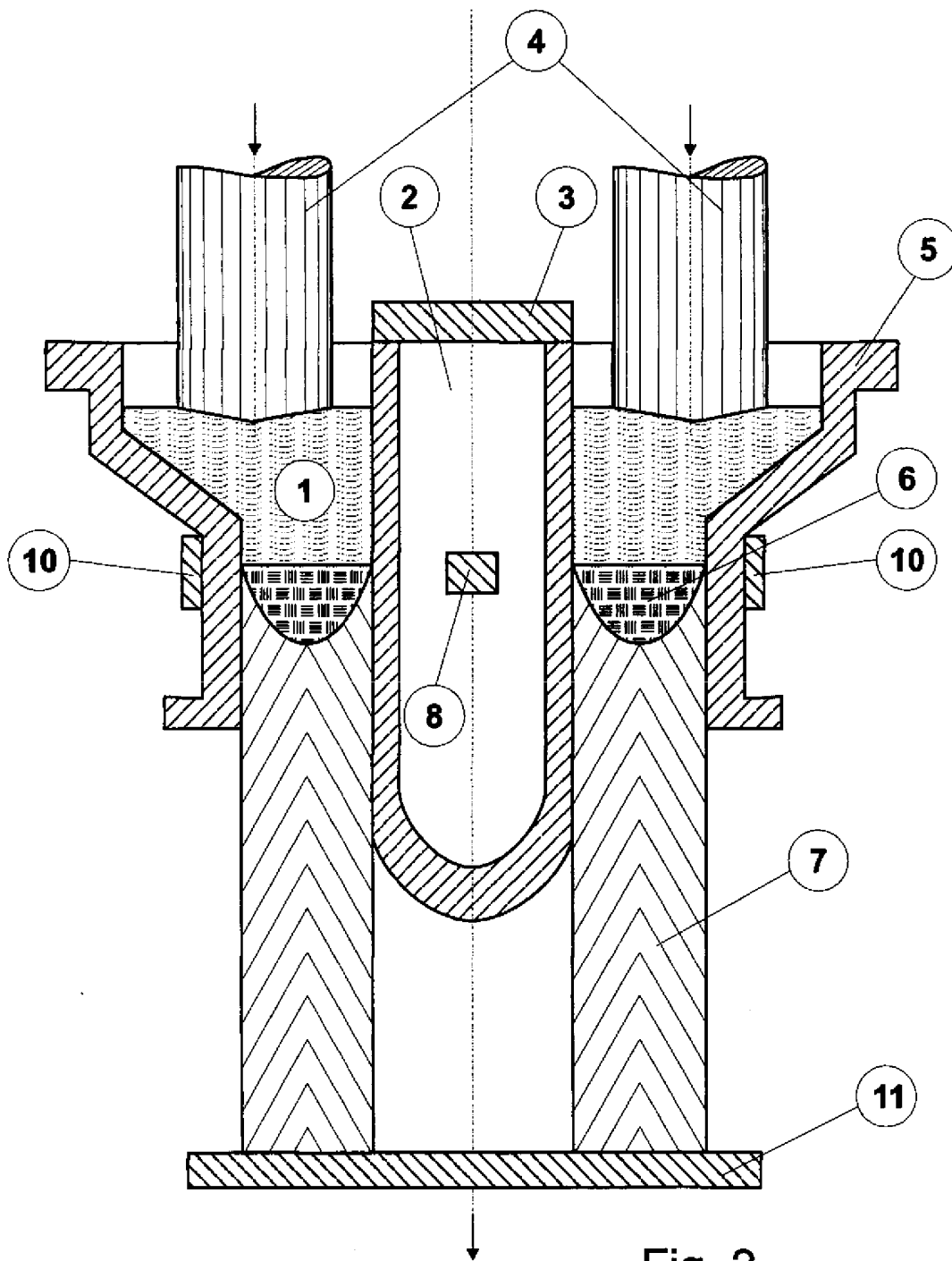


Fig. 2
 Schnitt A-A

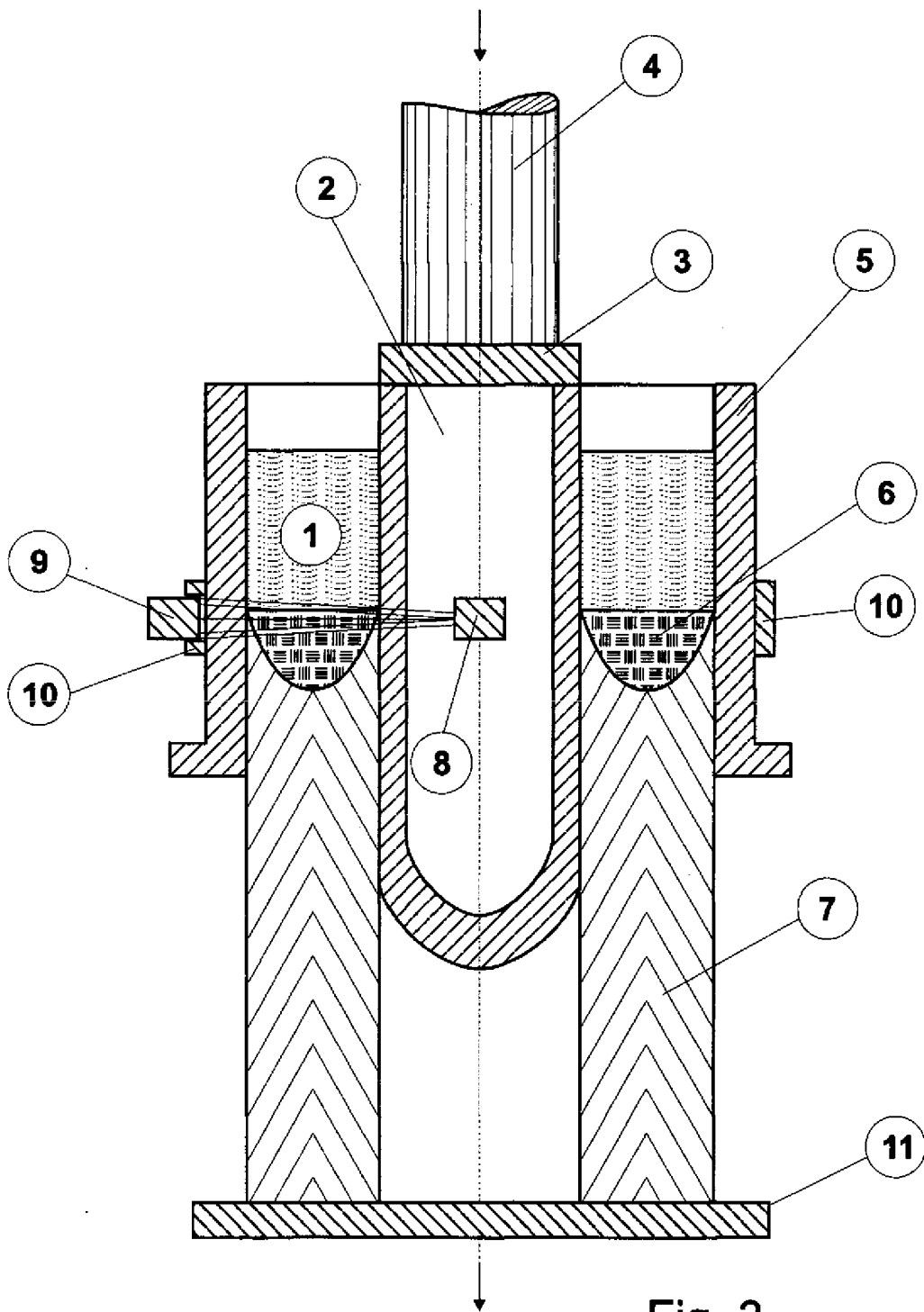


Fig. 3
 Schnitt B-B