



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 160 531 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.12.2001 Patentblatt 2001/49

(51) Int Cl.7: **F28F 3/12, C21D 1/00**

(21) Anmeldenummer: **01113315.4**

(22) Anmeldetag: **31.05.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Stadler, Siegfried**
83209 Prien (DE)
• **Pross, Benno**
84518 Garching (DE)

(30) Priorität: **02.06.2000 DE 10027437**

(74) Vertreter: **Dey, Michael, Dr. et al**
Weickmann & Weickmann,
Patentanwälte,
Postfach 86 08 20
81635 München (DE)

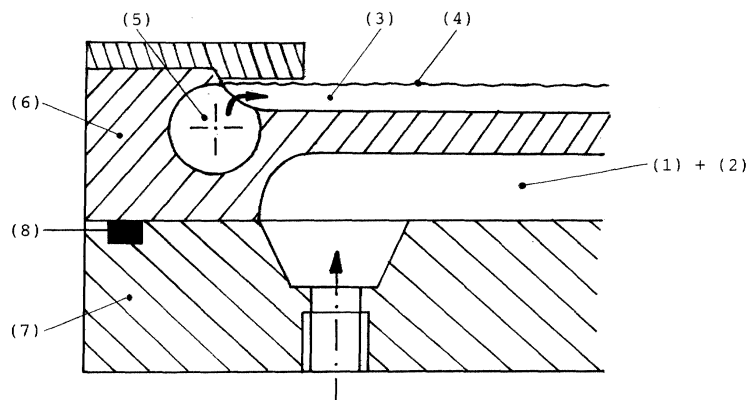
(71) Anmelder: **Degussa AG**
83308 Trostberg (DE)

(54) **Abkühlelement für Flüssigschmelzen**

(57) Abkühlelement für Flüssigschmelzen mit integrierten Oberflächenkühleinrichtungen in Form mehrerer, meist runder Kühlbohrungen oder -kanäle (1), die zur Aufnahme eines Primärkühlmediums (2) im inneren des Abkühlelementes meist parallel zueinander angeordnet sind und in relativer Ausgießrichtung der Flüssigschmelze und/oder quer zu dieser verlaufen, und das dadurch gekennzeichnet ist, dass die der auftreffenden Flüssigschmelze zugewandte Oberseite des Abkühlele-

mentes mehrere parallel zueinander angeordnete und im wesentlichen parallel und/oder quer zu den integrierten Kühlkanälen (1) verlaufende, zur Oberseite hin offene Längsvertiefungen (3) zur Aufnahme eines Sekundärkühlmediums (4) aufweist. Mit einem so ausgestalteten Abkühlelement wird die Gleitfähigkeit der erstarrenden bzw. erstarrten Schmelze erhöht und deren relative Bewegung auf der Abkühlelementoberfläche unterstützt.

Abbildung 1



EP 1 160 531 A2

Beschreibung

[0001] Abkühlelemente für Flüssigschmelzen in Form platten- oder trogförmiger Einheiten, sog. "Abstich-schnauzen", dienen seit Langem dazu, Flüssigschmelzen jeglicher Art abzukühlen und die erstarrten Schmelzen oder Bruchstücke davon vom Gießort in bereitgestellte Behälter (z. B. Pfannen) zu leiten und/oder wegzutransportieren.

[0002] Bewährt haben sich insbesondere Abkühlelemente, die aus verschiedenen Werkstoffpaarungen bestehen und eine innere Intensivflüssigkeitskühlung in der Art aufweisen, dass sie meist rund ausgeformte Kühlungsbohrungen oder -kanäle besitzen, die im Inneren der Abkühlelemente in Abfließrichtung der auftretenden und abzukühlenden Schmelze angeordnet sind. Diese Intensivkühlung nutzt insbesondere den hohen Wärmeübergangskoeffizienten und bedient sich zu meist Kühlflüssigkeiten, wie Marlothermöle, Wasser oder Salzschnmelzen, die mit Hilfe eines geschlossenen Kreislaufes mit integriertem Zusatzkühler von unten in das Abkühlelement eingebracht werden und dann parallel zur Abfluss- bzw. Abgleitrichtung der Schmelze die Kühlungskanäle des Abkühlelements durchströmen.

[0003] Aufgrund der trotz Intensivkühlung immer noch sehr großen Temperaturdifferenzen auf der Oberfläche der Oberseite des Abkühlelementes kommt es insbesondere dort zu enormen Werkstoffbeanspruchungen und damit einhergehenden Rissbildungen in der Oberfläche, was schlimmstenfalls zu Absprengungen oder Anschmelzungen von Flächenteilen der Oberseite des Abkühlelementes oder gar zu einem Durchschmelzen des gesamten Abkühlelementes führen kann. Speziell bei Calciumcarbidschmelzen kann dies im Zusammenwirkung mit Wasser als Kühlflüssigkeit zu explosionsartigen Ereignissen führen.

[0004] Aufgrund dieser Nachteile des Standes der Technik hat sich deshalb die Aufgabe gestellt, ein Abkühlelement für Flüssigschmelzen mit integrierten Oberflächenkühleinrichtungen in Form mehrerer, meist runder Kühlbohrungen oder -kanäle (1), die zur Aufnahme eines Primärkühlmediums (2) im Inneren des Abkühlelementes meist parallel zueinander angeordnet sind und in relativer Ausgießrichtung der Flüssigschmelze und/oder quer zu dieser verlaufen, bereitzustellen, bei dem die Temperatur der Werkstoffoberfläche zum Zeitpunkt des Kontaktes mit der auftretenden Flüssigschmelze niedrig gehalten werden kann und bei der ein Anschmelzen des Elementwerkstoffes erschwert wird.

[0005] Gelöst wurde diese Aufgabe mit einem Abkühlelement, bei dem die der auftretenden Flüssigschmelze zugewandte Oberseite des Abkühlelementes mehrere parallel zueinander angeordnete und im wesentlichen parallel und/oder quer zu den integrierten Kühlkanälen (1) verlaufende, zur Oberseite hin offene Längsvertiefungen (3) zur Aufnahme eines Sekundärkühlmediums (4) aufweist.

[0006] Die Erfindung betrifft somit ein Abkühlelement für Flüssigschmelzen mit integrierten Oberflächenkühleinrichtungen in Form mehrerer Kühlbohrungen oder -kanäle, die zur Aufnahme eines Primärkühlmediums im Inneren des Abkühlelementes angeordnet sind und in relativer Ausgießrichtung der Flüssigschmelze und/oder quer zu dieser verlaufen, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass die der auftretenden Flüssigschmelze zugewandte Oberseite des Abkühlelementes mehrere parallel zueinander angeordnete und im Wesentlichen parallel und/oder quer zu den integrierten Kühlkanälen verlaufende, zur Oberseite hin offene Längsvertiefungen zur Aufnahme eines Sekundärkühlmediums aufweist.

[0007] Die Oberflächenkühleinrichtungen liegen bevorzugt in Form mehrerer, meist runder Kühlbohrungen oder -kanäle (1) vor, die zur Aufnahme eines Primärkühlmediums (2) im Inneren des Abkühlelementes meist parallel zueinander angeordnet sind.

[0008] Überraschend konnte mit diesem Abkühlelement festgestellt werden, dass die Temperatur der Werkstoffoberfläche zum Zeitpunkt des Kontaktes mit der Flüssigschmelze bei unter 400 °C gehalten werden kann, dass neben dem gewünschten erschwerten Anschmelzen des Oberteils des Abkühlelementes auch auf deren Oberfläche keine Rissbildung mehr auftritt und dass die erstarrende Schmelze während des Abkühlens gezielt zerkleinert werden kann, wodurch sich der Abkühlvorgang beschleunigt und was den Transport des Produktes erleichtert.

[0009] Das Prinzip des erfindungsgemäßen Abkühlelementes beruht auf der Tatsache, dass der Abkühlereffekt der integrierten Kühlkanäle (1) durch die zusätzlichen und erfindungswesentlichen Längsvertiefungen (3), die sich nach oben offen an der Oberseite des Abkühlelementes befinden, unterstützt wird.

[0010] Da die zusätzlichen und erfindungswesentlichen Längsvertiefungen (3) von einem Sekundärkühlmedium (4) durchströmt werden, wird zum einen die Oberfläche der Oberseite des Abkühlelementes, aber auch dessen gesamte Oberseite abgekühlt, wodurch sich eine deutliche Temperaturdifferenz zur auftretenden Schmelze ergibt; zum anderen kann sich zwischen der Oberfläche des Abkühlelementes und dem Schmelzfluss eine Luft- oder Gasschicht ausbilden, auf der die abzukühlende bzw. erstarrte Schmelze berührungslos gleitet.

[0011] Besonders bewährt haben sich Abkühlelemente, die platten-, trog-, walzen-, teller- oder rinnenförmig sind, die also zum Abkühlzweck eine möglichst große Oberfläche bereitstellen.

[0012] Bevorzugt werden auch Abkühlelemente, die eine oder mehrere mit den Längsvertiefungen (3) verbundene Bohrungen (5) zum Verteilen des Sekundärkühlmediums (4) in die Längsvertiefungen (3) aufweisen. Dies kann dadurch erfolgen, dass die Bohrungen (5) entweder von der Unterseite kommend jeweils die einzelnen Längsvertiefungen (3) versorgen, oder durch

eine gemeinsame Hauptbohrung die am oberen Ende des Abkühlelementes quer zur Richtung der Längsvertiefungen angeordnet ist und so aus dem Abkühlelement heraus die Längsvertiefungen (3) mit dem Sekundärkühlmedium (4) versorgt (vgl. Abb. 1). Dabei kann die Speisung der Längsvertiefungen (3) mit dem Sekundärkühlmedium (4) auch über eine Bohrung (5) erfolgen, die wiederum quer zur Richtung der Längsvertiefungen (3) angeordnet sich nicht im Abkühlelement, sondern in einem Aufsatz befindet und somit das Sekundärkühlmedium nicht von innen und unten, sondern von oben zuführt. Diese Variante wird von der vorliegenden Erfindung ebenfalls umfasst.

[0013] Zur Gewährleistung eines möglichst großen Abkühleffektes sieht die vorliegende Erfindung Längsvertiefungen (3) vor, die einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, oder aber die rillen- oder nutförmig ausgebildet sind. Idealerweise sollte die offene Fläche der Längsvertiefungen größer sein als deren jeweilige Wandflächen.

[0014] Für die Wirkung des Abkühlelementes ist der Verlauf der Längsvertiefungen an deren Oberseite von untergeordneter Bedeutung. Wichtig ist lediglich, dass die Längsvertiefungen im Wesentlichen der Abfluss- bzw. Abgleitrichtung der Flüssigschmelze folgen; ob dies geradlinig, zickzackoder schlangenförmig geschieht, hat keine gravierenden Auswirkungen auf den Abkühlerfolg.

[0015] Hingegen sollte die Oberseite des Abkühlelementes gemäß vorliegender Erfindung vorteilhafterweise aus einem Werkstoff mit hoher Wärmeleitfähigkeit, insbesondere mit einem Wert zwischen 300 und 380 W/m²·K, und/oder dichtem Gefüge, insbesondere mit einem Wert zwischen 8,8 und 9,2 kg/dm³, und/oder geringer Benetzbarkeit mit der Flüssigschmelze gefertigt sein.

[0016] Für die Benetzbarkeit ist bekanntermaßen immer in Abhängigkeit von dem jeweils verwendeten Werkstoff das entsprechende Verhältnis von Adhäsion zu Kohäsion experimentell zu ermitteln, doch sollte dieses aus leicht verständlichen Gründen immer möglichst niedrig sein.

[0017] Dies erfordert in der Regel eine galvanische Beschichtung der Oberseite. Als Werkstoff hat sich bspw. im Zusammenhang mit Calciumcarbidschmelzen Nickel bestens bewährt, das als Auflage für die Oberfläche der Oberseite dient, die in der Regel aus einer Kupfer/Silber-Legierung besteht. Damit ist eine sehr günstige Wärmeableitung verbunden und zusätzlich ein Schutz vor Erosionserscheinungen an der Elementoberfläche.

[0018] Als Primärkühlmedium (2) können beim vorliegenden Abkühlelement ohne Probleme die gängigen Salzschnmelzen, Marlothermöle aber auch Wasser eingesetzt werden. Vorzugsweise bedient sich die vorliegende Erfindung aber Metallschnmelzen als Primärkühlmedium (2), wobei Schnmelzen von Wismut oder dessen Legierungen besonders bevorzugt sind.

[0019] Geeignete Sekundärkühlmedien (4) sind erfindungsgemäß Inertgase wie z. B. Stickstoff, verflüssigte Gase, feuchte Gase oder Gasgemische oder aber auch fluidisierbare inerte Pulver.

[0020] In Abhängigkeit von dem zu erzielenden Kühleffekt kann die Anzahl der Längsvertiefungen (3) und deren Anordnung bezogen auf die integrierten Kühlkanäle (1) variiert werden. So kann die Anzahl der Längsvertiefungen der Anzahl der Kühlkanäle entsprechen oder diese übersteigen; die Längsvertiefungen können bezogen auf die Kühlkanäle zwischen diesen und/oder genau darüber liegen.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform sieht die vorliegende Erfindung ein Abkühlelement vor, das aus einer Ober- (6) und einer Unterplatte (7) besteht, die vorzugsweise gegeneinander abgedichtet sind, was durch eine Quetsch- oder Ringdichtung (8) erfolgen kann. Außerdem können die Ober-(6) und die Unterplatte (7) im Sinne eines dichten Schlusses miteinander verschraubt sein, was die Erfindung ebenfalls vorsieht. Der Vorteil dieser Bauart ist insbesondere darin zu sehen, dass die integrierten Kühlkanäle (1) im Gegensatz zum Bohren aus einem Vollblock leichter eingearbeitet werden können, und dass für die beiden Platten unterschiedliche Werkstoffe (mit idealerweise unterschiedlichen Wärmeleitvermögen) verwendet werden können, was die Erfindung wiederum ebenfalls berücksichtigt.

[0022] Besonders bewährt hat sich auch eine Variante des Abkühlelementes, bei der die integrierten Kühlkanäle (1) im Bereich der Verbindungsschrauben (9) zwischen Ober- (6) und Unterplatte (7) jeweils eine Ringnut (9a) aufweisen, die vom Primärkühlmedium (2) durchströmt wird. Auf diese Weise können zusätzlich zu den beiden Platten (6; 7) auch die Schrauben (9) gekühlt werden. Bei dieser Ausführungsform ist es somit möglich, die Anzahl der offenen Längsvertiefungen (3) zu reduzieren oder sogar ganz auf diese zu verzichten, da in diesem Fall über die gekühlten Schrauben (9) eine zusätzliche Wärmeableitung in das Innere des Abkühlelementes erfolgt.

[0023] Als äußerst vorteilhaft hat sich ebenfalls gezeigt, wenn die Oberseite der Oberplatte (6) eine Nickelbeschichtung aufweist, deren Stärke vorzugsweise bis 1,5 mm beträgt.

[0024] Zu empfehlen ist auch die Ausstattung des Abkühlelementes mit mindestens einem Thermoelement (10), das idealerweise zentral im Oberteil des Abkühlelementes angeordnet ist, das sich aber auch in Mehrzahl sowohl in der Oberplatte (6) als auch in der Unterplatte (7) befinden kann.

[0025] Schließlich sieht die Erfindung auch vor, das Abkühlelement zum Zwecke des Wegbeförderns der abgekühlten Flüssigschmelze als schiefe Ebene mit einem bevorzugten Neigungswinkel zwischen 30 und 60 ° anzuordnen, wodurch die abgekühlte Schmelze schneller den Gießbereich verlassen kann; ähnlich gut geeignet ist eine Anordnung des Abkühlelementes als Schwingrinne mit einem bevorzugten Antrieb mittels Unwucht-

erreges, Schubkurbel, Resonanzsystem oder Kinematiksystem, als Walze mit bevorzugt waagrecht Schaber oder als Teller oder Scheibe mit bevorzugt senkrechter Welle.

[0026] In diesem Zusammenhang haben sich Abkühlelemente besonders bewährt, die wiederum zum Zweck des Wegbefördern der abgekühlten Flüssigschmelze eine Aufgabevorrichtung für flüssige oder gasförmige oder fluidisierte pulverförmige Inertmedien oder Reaktionsmedien als Sekundärkühlmedium (4) aufweisen. Damit wird vorrangig die Gleitfähigkeit der erstarrenden bzw. erstarrten Schmelze erhöht und die relative Bewegung auf einem "Polster" unterstützt. Zudem kann die Spühlwirkung durch die Schmelze gedämpft und Erosionsvorgänge an der Oberfläche des Abkühlelementes abgemildert werden. Dass die Flüssigschmelze durch diese Inertmedien zusätzlich abgekühlt und der flüssige Schmelzestrom bzw. die abkühlenden Schmelzebereiche dadurch zerteilt werden, ist ein weiterer Vorteil dieser bevorzugten Ausführungsform.

[0027] Insgesamt stellt das erfindungsgemäße Abkühlelement für Flüssigschmelzen eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik dar, da es vorrangig die Arbeitssicherheit erhöht, den Materialaufwand herabsetzt und die erhaltenen erstarrten und jetzt gleichmäßig zerteilten Schmelzen leichter handhabbar macht.

[0028] Die nachfolgenden Abbildungen verdeutlichen die Vorteile des erfindungsgemäßen Abkühlelementes:

Abbildung 1 zeigt die Seitenansicht eines Querschnittes am oberen Ende eines Abkühlelementes.

Abbildung 2 gibt die Ansicht der Unterseite einer Oberplatte des Abkühlelementes wieder.

Abbildung 3 stellt einen Schnitt im oberen Bereich (A) des in Abbildung 2 wiedergegebenen Abkühlelementes dar.

Abbildung 4 zeigt einen Schnitt im mittleren Bereich (B) des in Abbildung 2 wiedergegebenen Abkühlelementes.

[0029] Beschrieben wird ein Abkühlelement für Flüssigschmelzen mit integrierten Oberflächenkühleinrichtungen in Form mehrerer, meist runder Kühlbohrungen oder -kanäle, die zur Aufnahme eines Primärkühlmediums im inneren des Abkühlelementes meist parallel zueinander angeordnet sind und in relativer Ausgießrichtung der Flüssigschmelze und/oder quer zu dieser verlaufen, und das dadurch gekennzeichnet ist, dass die der auftreffenden Flüssigschmelze zugewandte Oberseite des Abkühlelementes mehrere parallel zueinander angeordnete und im wesentlichen parallel und/oder quer zu den integrierten Kühlkanälen verlaufende, zur Oberseite hin offene Längsvertiefungen zur Aufnahme

eines Sekundärkühlmediums aufweist. Mit einem so ausgestalteten Abkühlelement wird die Gleitfähigkeit der erstarrenden bzw. erstarrten Schmelze erhöht und deren relative Bewegung auf der Abkühlelementoberfläche unterstützt. Insgesamt ist mit dem vorgeschlagenen Abkühlelement eine Erhöhung der Arbeitssicherheit gegeben, der Materialaufwand wird herabgesetzt und die in neuer Qualität erhaltenen Schmelzen sind leichter handhabbar.

Patentansprüche

1. Abkühlelement für Flüssigschmelzen mit integrierten Oberflächenkühleinrichtungen in Form mehrerer Kühlbohrungen oder -kanäle (1), die zur Aufnahme eines Primärkühlmediums (2) im Inneren des Abkühlelementes angeordnet sind und in relativer Ausgießrichtung der Flüssigschmelze und/oder quer zu dieser verlaufen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der auftreffenden Flüssigschmelze zugewandte Oberseite des Abkühlelementes mehrere parallel zueinander angeordnete und im Wesentlichen parallel und/oder quer zu den integrierten Kühlkanälen (1) verlaufende, zur Oberseite hin offene Längsvertiefungen (3) zur Aufnahme eines Sekundärkühlmediums (4) aufweist.
2. Abkühlelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es platten-, trog-, walzen-, teller- oder rinnenförmig ausgebildet ist.
3. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine oder mehrere mit den Längsvertiefungen (3) verbundene Bohrungen (5) zum Verteilen des Sekundärkühlmediums (4) in die Längsvertiefungen (3) aufweist.
4. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich beim Primärkühlmedium (2) um eine Metallschmelze wie z. B. eine Wismut(-legierungs)-Schmelze handelt.
5. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich beim Sekundärkühlmedium (4) um ein Inertgas wie z. B. Stickstoff, um verflüssigte Gase, feuchte Gas(-gemische) oder um ein fluidisierbares, inertes Pulver handelt.
6. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsvertiefungen (3) einen rechteckigen Querschnitt aufweisen oder rillen- oder nutförmig ausgebildet sind.
7. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberseite des Abkühlelementes aus einem Werkstoff mit hoher

Wärmeleitfähigkeit, insbesondere mit einem Wert zwischen 300 und 380 W/m·°K, und/oder dichtem Gefüge, insbesondere mit einem Wert zwischen 8,8 und 9,2 kg/dm³, und/oder geringer Benetzbarkeit mit der Flüssigschmelze gefertigt ist.

5

8. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es aus einer Ober- (6) und einer Unterplatte (7) besteht, die vorzugsweise gegeneinander abgedichtet (8) sind und insbesondere miteinander verschraubt sind. 10
9. Abkühlelement nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ober- (6) und Unterplatte (7) aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen. 15
10. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die integrierten Kühlkanäle (1) im Bereich der Schrauben (9) eine Ringnut (9a) zur Kühlung der Ober- (6) und Unterplatte (7) sowie der Schrauben (9) aufweisen. 20
11. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberseite der Oberplatte (6) eine Nickelbeschichtung, vorzugsweise in einer Stärke bis 1,5 mm, aufweist. 25
12. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mit mindestens einem Thermofühler (10) ausgestattet ist. 30
13. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zum Zweck des Wegbeförderns der abgekühlten Flüssigschmelze als schiefe Ebene mit einem bevorzugten Neigungswinkel zwischen 30 und 60°, als Schwingrinne mit einem bevorzugten Antrieb mittels Unwuchterreger, Schubkurbel, Resonanzsystem oder Kinematiksystem, als Walze mit bevorzugt waagrechttem Schaber oder als Teller oder Scheibe mit bevorzugt senkrechter Welle angeordnet ist. 35
40
14. Abkühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zum Zwecke des Wegbeförderns der abgekühlten Flüssigschmelze eine Aufgabevorrichtung für flüssige oder gasförmige oder fluidisierte pulverförmige Inert- oder Reaktionsmedien aufweist 45

50

55

Abbildung 1

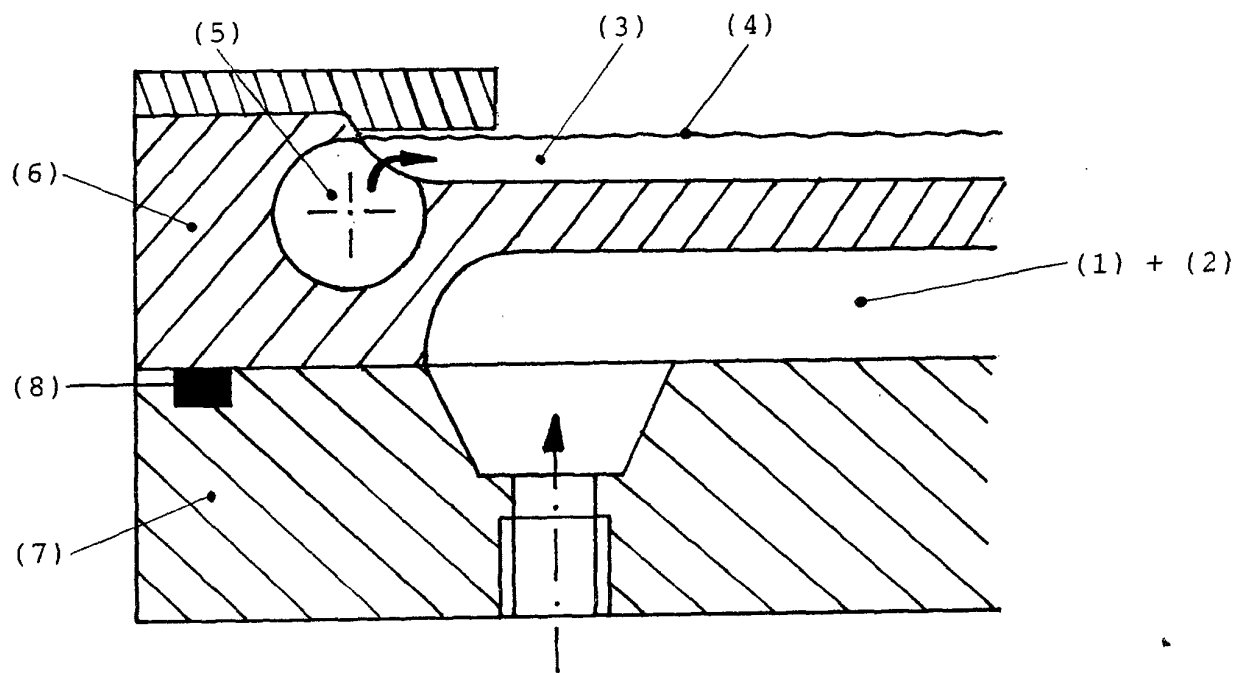


Abbildung 2

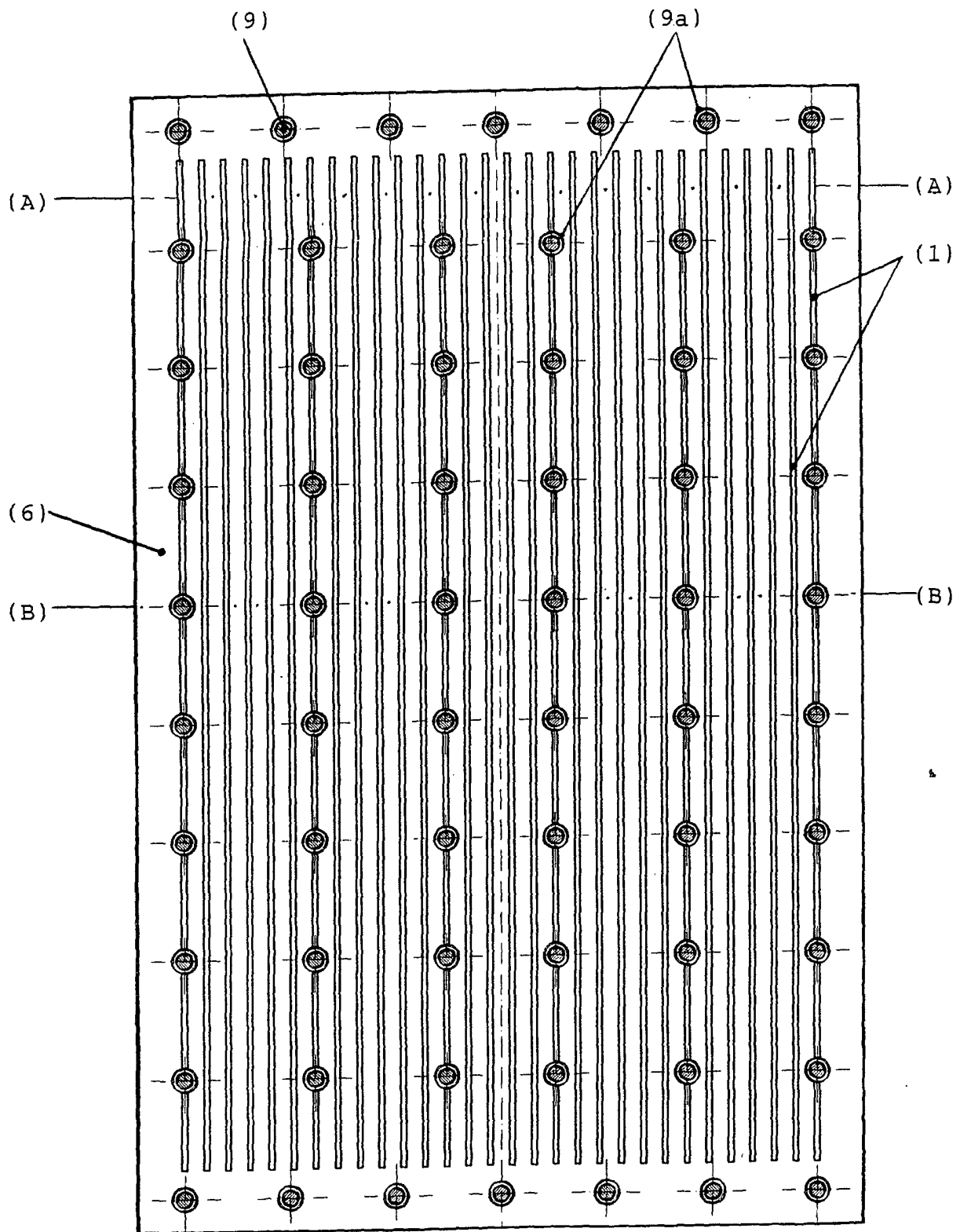


Abbildung 3

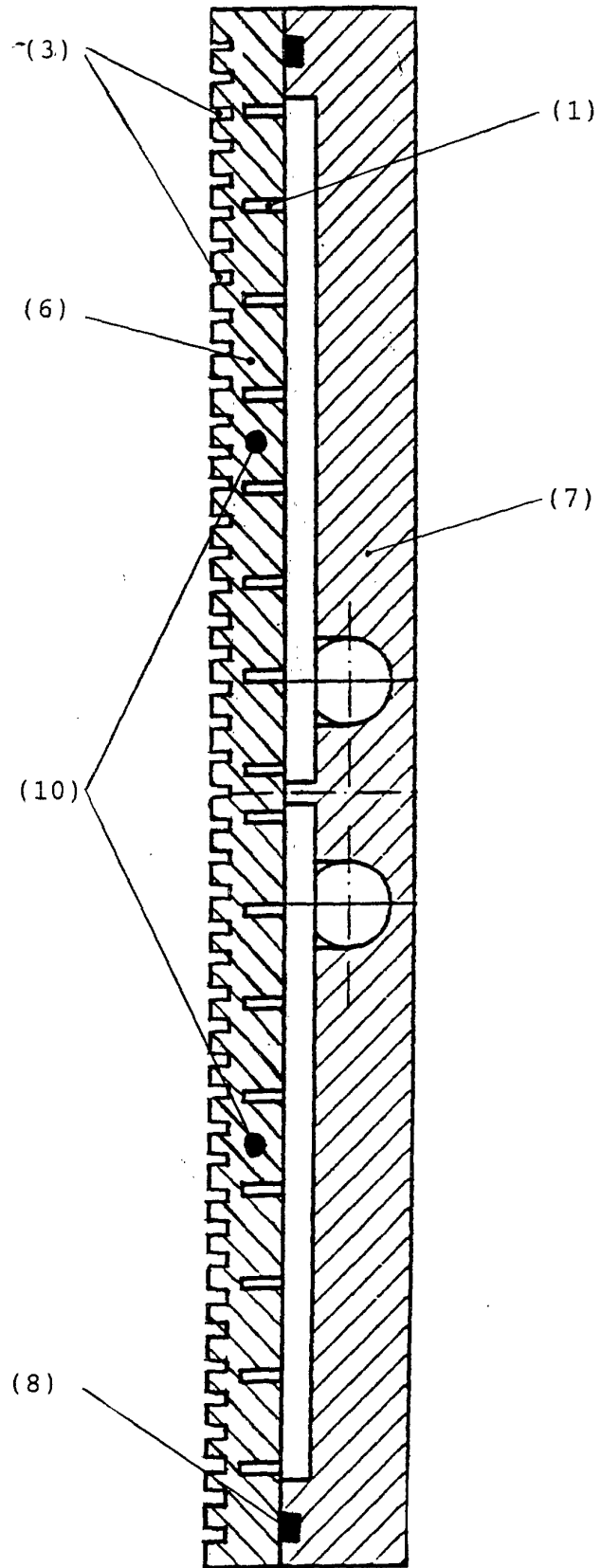


Abbildung 4

