

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: 82106412.8

⑤① Int. Cl.³: **B 22 D 11/06**

⑳ Anmeldetag: 16.07.82

⑳ Priorität: 07.08.81 DE 3131353

⑦① Anmelder: **Fried. Krupp Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Altendorfer Strasse 103, D-4300 Essen 1 (DE)**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 16.02.83
Patentblatt 83/7

⑦② Erfinder: **Block, Franz Rudolf, Dr., Kalfstrasse 58, D-5106 Roetgen (DE)**
 Erfinder: **Pötschke, Jürgen, Dr., Wortbergrode 13, D-4300 Essen 1 (DE)**
 Erfinder: **Figge, Dieter, Defregger Strasse 22, D-4300 Essen 1 (DE)**
 Erfinder: **Artz, Gerd, Tannenstrasse 35, D-4030 Ratingen 8 (DE)**

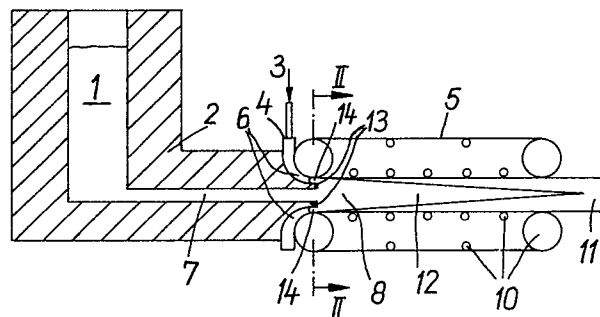
⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **AT BE FR GB IT**

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zum Abdichten des Spaites zwischen relativ zueinander bewegten Einrichtungen.**

⑤⑦ Beim Vergießen flüssiger Metalle stellt sich in modernen Verfahren die Aufgabe, den Spalt zwischen ruhenden und bewegten Systemen abzudichten, damit keine Schmelze über den Spalt ausfließt.

* Bei Schmelzen mit hohen Temperaturen und der Neigung, Legierungen zu bilden, fehlt es an Materialien, mit deren Hilfe die Schlitzte dauerhaft abgedichtet werden können.

Durch den kombinierten Einsatz pneumatischer und elektromagnetischer Kräfte läßt sich ein Spalt besonders vorteilhaft abdichten, wenn die elektromagnetischen Kräfte dazu benutzt werden, den Flüssigkeitsdruck zu homogenisieren, d.h. den Oberflächendruck auf einen konstanten Wert abzusenken. Der abgesenkte Druck kann pneumatisch kompensiert werden. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein den minimalen Flüssigkeitsdruck am Spaltquerschnitt nicht überschreitender Teil des Flüssigkeitsdruckes pneumatisch (3) und der Rest des Flüssigkeitsdruckes durch elektromagnetische Kräfte (6, 14) kompensiert. Die elektromagnetischen Kräfte resultieren aus der Wechselwirkung einer magnetischen Induktion (6) mit Strömen in der Flüssigkeit (14).



EP 0 071 802 A2

FRIED. KRUPP GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG
in Essen

— Verfahren und Vorrichtung zum Abdichten des Spaltes
zwischen relativ zueinander bewegten Einrichtungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vor-
richtung zum Abdichten des Spaltes zwischen relativ zu-
5 einander bewegten Einrichtungen einer Anlage zum Ver-
gießen flüssiger Metalle, wobei der Spalt beispiels-
weise durch den Übergang von einem Gießgefäß zu einer
Gießwalzanlage entsteht und verhindert werden muß,
daß Schmelze durch den Spalt ausfließt und für die
10 Strangbildung verloren geht.

Bei Schmelzen mit hohen Temperaturen und der Neigung,
Legierungen zu bilden, fehlt es an Materialien, mit
deren Hilfe ein derartiger Spalt dauerhaft abgedichtet
werden kann.

15 Mit Hilfe von magnetischen Feldern und Strömen im flie-
ßenden Metall lassen sich Kräfte auf das Metall ausüben,
die jedoch in der Regel nicht ausreichen, den aus der
Höhe des Flüssigkeitsspiegels der Schmelze resultieren-
den, im Spaltbereich auftretenden Druck zu kompensieren.
20 Auch ist eine pneumatische Kompensation mit ruhenden
Gasen nicht möglich, da diese - bis auf vernachlässigbar
kleine Druckänderungen durch das Eigengewicht - in tech-
nischen Anlagen überall denselben Druck aufweisen, wäh-
rend selbst bei ruhenden Flüssigkeiten durch das Eigen-
25 gewicht der flüssigen Säule über die Höhe der technischen

Anlagen erhebliche Druckunterschiede auftreten können, so daß es unmöglich ist, über größere Höhen pneumatisch einen Kräfteausgleich aufrechtzuerhalten.

Da nur an einer horizontalen Grenzfläche überall derselbe Druck herrscht, ist es nicht möglich, die Grenzfläche in einem vertikalen Spalt durch Gasdruck abzudichten: Entweder wird im unteren Bereich des Spaltes Flüssigkeit ausfließen, oder es wird sich im oberen Teil Gas durchdrücken.

10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Abdichten des Spaltes zwischen relativ zueinander bewegten Einrichtungen einer Anlage zum Vergießen flüssiger Metalle vorzuschlagen, mit dem es möglich ist, sich in vertikaler Richtung erstreckende Grenzflächen
15 zwischen Flüssigkeiten und Gasen zu stabilisieren.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, so zu verfahren, daß ein den minimalen Flüssigkeitsdruck am Spaltquerschnitt nicht überschreitender Teil des Flüssigkeitsdruckes pneumatisch kompensiert wird, während der variable Rest des Flüssigkeitsdruckes durch elektromagnetische Kräfte aufgefangen wird, die aus der Wechselwirkung einer magnetischen Induktion mit Strömen in der Flüssigkeit resultieren.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich Druckunterschiede in der Flüssigkeit durch die zusätzlich zur Anwendung kommenden elektromagnetischen Kräfte ausgleichen. Die erfindungsgemäß benutzten elektromagnetischen Kräfte lassen sich, im Gegensatz zum Gasdruck -
25 der bis auf das meist vernachlässigbare Eigengewicht
30 der Gassäule überall gleich ist - leicht den lokalen Erfordernissen anpassen, wobei der ihnen anhaftende

Nachteil, in der Regel allein nicht ausreichend stark zu sein, durch den erfindungsgemäß zusätzlich aufgebrauchten pneumatischen Druck behoben ist. Die elektromagnetischen Kräfte werden nämlich nur dazu verwendet,
5 die über einem Minimalwert liegenden Druckanteile zu kompensieren, während der minimale Druck pneumatisch kompensiert wird.

Die Kraftdichte aus den elektromagnetischen Kräften kann auf verschiedene, an sich bekannte Arten variiert
10 werden:

- a) können die Ströme in der Flüssigkeit verändert werden;
- b) können die Felder der magnetischen Induktion verändert werden und
- 15 c) können beide Maßnahmen gleichzeitig durchgeführt werden.

Besonders einfache Lösungen können sich dadurch ergeben, daß den felderzeugenden, stromdurchflossenen Leitern geeignete Formen gegeben werden, d. h. zum Beispiel, daß sie in den unteren Bereichen, in denen ein
20 höherer Flüssigkeitsdruck herrscht, näher an die Grenzfläche herangebracht werden.

Nach einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens können den Spalt begrenzende Wandungen eine Form erhalten, die einen umlaufenden endlosen Spalt entstehen läßt, in dem die Flüssigkeit einen geschlossenen
25 Leiter bildet, worin Ströme induziert werden. Den Spalt begrenzende Wandungen können aber auch eine Form er-

halten, die einen Spalt mit endlicher Länge entstehen läßt, wobei an den Enden des Spaltes über Elektroden Strom zugeführt wird.

5 Nach einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Gasdruck jeweils knapp unter dem minimalen Flüssigkeitsdruck längs des Spaltes eingeregelt, wozu der Druck durch eine Füllstandsmessung im Einlauf oder aus Änderungen der Verlustleistung eines Induktors bestimmt wird.

10 Die primärmagnetische Induktion kann erfindungsgemäß durch eine Spule erzeugt werden, deren Abstand am abzudichtenden Spalt so gewählt wird, daß die magnetische Induktion sich im gleichen Maße ändert wie der Druck der Flüssigkeit längs des Spaltes.

15 Bei einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß zwischen nach außen hin abgedichteten Druckkammern, in die das Gas gedrückt wird, und der Umgebung des Spaltes Einbauten vorgesehen sind, die einen Druckausgleich ermöglichen,
20 die Ausbildung konvektiver Ströme aber behindern.

Eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß als Einbauten poröse Steine verwendet werden.

25 Schließlich sieht eine Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung noch vor, daß durch gegeneinander isolierte Abschnitte die Ausbreitung großräumiger Ströme in zu den Induktoren benachbarten Leitern verhindert wird.

In der Zeichnung ist schematisch ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Abdichten des Spaltes beim Walzgießen dargestellt. Es zeigen:

5 Fig. 1 den vertikalen Querschnitt einer Gießwalzanlage im abzudichtenden Bereich;

Fig. 2 einen Schnitt nach der Linie II - II der Fig. 1 und

Fig. 3 einen Ausschnitt des vertikalen Querschnitts.

Wie insbesondere Fig. 2 erkennen läßt, erfolgt die Abdichtung längs eines rechteckigen Spaltes. Seine Ränder werden von einer über eine feuerfeste Zustellung 2 eines Vorratsgefäßes 1 vorgezogene feuerfeste Zustellung 13, den über Stützrollen umlaufenden Stahlbändern 5 und seitlichen Messingklötzen 9 gebildet.

15 Dadurch, daß die feuerfeste Zustellung 13 hinreichend weit zwischen die Stahlbänder 5 vorgezogen wurde, bildet das flüssige Metall in dem Spalt einen geschlossenen Rechteckleiter 14. Vor dem Spalt ist eine rechteckige, stromdurchflossene Spule angeordnet, die mit Wechselstrom beaufschlagt wird. Die zeitlich veränderlichen magnetischen Felder induzieren in den flüssigen Rechteckleiter 14 Ströme. Die durch die Spule 6 und den Rechteckleiter 14 gebildeten Leiterschleifen stoßen sich ab.

25 Damit im unteren Bereich die abstoßende Kraft entsprechend dem höheren Druck größer ist, wird dort die Spule, wie Fig. 3 zeigt, näher vor den Spalt gebracht.

Die wesentliche Kompensation des ferrostatischen Druckes erfolgt pneumatisch. Über eine Gaszufuhrleitung 3 wird ein geeigneter Gasdruck aufrechterhalten. Der Gasdruck wird entsprechend dem Füllstand im Vorratsgefäß 1 nachgeregelt, so daß am oberen Rand nur noch ein kleiner konstanter Teil des ferrostatischen Druckes elektromagnetisch kompensiert werden muß. Der Füllstand wird hierzu mit einer nicht dargestellten Meßeinrichtung überwacht. Erfindungsgemäß kann der mittlere Druck auch über Änderungen der Verlustleistung der Primärspule gemessen werden.

Als Gase kommen vorzugsweise Inertgase in Betracht, aber auch Luft ist in vielen Fällen geeignet, wenn nur dafür gesorgt wird, daß nahe der Oberfläche der Flüssigkeit die Gasströmung möglichst klein ist.

Die äußere Abdichtung der Druckkammer erfolgt in konventioneller Technik. Sie wird entsprechend den vorliegenden thermischen und mechanischen Bedingungen gewählt. Oft wird es möglich sein, die Dichtung in weniger heißen Bereiche zu verlegen oder selbst zu kühlen.

In der Nähe der felderzeugenden Spulen werden die Materialien erfindungsgemäß im Hinblick auf die speziellen Bedingungen gewählt oder diesen angepaßt.

Elektrisch gut leitende Materialien werden zerschnitten und die Abschnittflächen gegeneinander isoliert, z. B. durch Zwischenlagen, Oxidschichten oder Plasmaspritzen, so daß sich keine unerwünschten großräumigen Ströme ausbilden können.

Auch Werkstoffe mit hoher magnetischer Permeabilität sind nur so zu verwenden, daß sie die Ausbildung der gewünschten Felder begünstigen.

Welche Frequenz in der Primärspule zweckmäßig verwendet wird, hängt von der Leitfähigkeit der Flüssigkeit ab und richtet sich auch danach, wie schnell die Kraftdichte von der Oberfläche zum Inneren der Flüssigkeit hin abfallen soll.

Die Eindringtiefe δ der elektromagnetischen Felder in einem Leiter läßt sich mit der Formel

$$\delta = (2/\omega K\mu)^{1/2} = (\pi f K\mu)^{-1/2}$$

abschätzen.

Hierbei sind $\mu = 0,4 \cdot \pi \cdot 10^{-6}$ Vs/Am die magnetische Permeabilität und σ die Leitfähigkeit des flüssigen Metalles. Da die Kraftdichte \vec{F} bilinear in der magnetischen Induktion \vec{B} und in der Stromdichte \vec{S} ist

$$\vec{F} = \vec{S} \times \vec{B},$$

beträgt ihre Eindringtiefe nur die Hälfte derjenigen der elektromagnetischen Felder. Für flüssigen Stahl mit $K = 0,7$ MS/m und $\delta = 20$ mm oder $\frac{\delta}{2} = 10$ mm ergibt sich z. B. die Frequenz f zu:

$$f = (\delta^2 \pi K\mu)^{-1} = 9 \text{ kHz.}$$

Die Erfindung beschränkt sich natürlich nicht nur auf die hier gegebenen Beispiele. Sie erlaubt es vielmehr, zahl-

reiche Gießtechniken, wie sie in der Literatur für niedrigschmelzende Metalle, insbesondere für Aluminium, beschrieben werden - siehe die Deutsche Offenlegungsschrift 28 30 284 und die dort genannten Verfahren - nunmehr auch bei höherschmelzenden Metallen zu verwenden.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Abdichten des Spaltes zwischen relativ zueinander bewegten Einrichtungen einer Anlage zum Vergießen flüssiger Metalle, dadurch gekennzeichnet, daß ein den minimalen Flüssigkeitsdruck am Spalt-
5 querschnitt nicht überschreitender Teil des Flüssigkeitsdruckes pneumatisch kompensiert wird, während der variable Rest des Flüssigkeitsdruckes durch elektromagnetische Kräfte aufgefangen wird, die aus der Wechselwirkung einer magnetischen Induktion mit
10 Strömen in der Flüssigkeit resultieren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den Spalt begrenzende Wandungen eine Form erhalten, die einen umlaufenden endlosen Spalt entstehen läßt, in dem die Flüssigkeit einen geschlossenen Leiter bildet, worin Ströme induziert werden.
15

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den Spalt begrenzende Wandungen eine Form erhalten, die einen Spalt mit endlicher Länge entstehen läßt, und daß an den Enden des Spaltes über
20 Elektroden Strom zugeführt wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasdruck jeweils knapp unter dem minimalen Flüssigkeitsdruck längs des Spaltes eingeregelt wird, wozu der Druck durch
25 eine Füllstandsmessung im Einlauf oder aus Änderungen der Verlustleistung eines Induktors bestimmt wird.

5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die primäre magnetische Induktion durch eine Spule erzeugt wird, deren Abstand am abzudichtenden Spalt so gewählt wird, daß die magnetische Induktion sich im gleichen Maße ändert wie der Druck der Flüssigkeit längs des Spaltes.
5
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen nach außen hin abgedichteten Druckkammern, in die das Gas gedrückt wird, und der Umgebung des Spaltes Einbauten vorgesehen sind, die einen Druckausgleich ermöglichen, die Ausbildung konvektiver Ströme aber behindern.
10
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Einbauten poröse Steine verwendet werden.
15
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch gegeneinander isolierte Abschnitte die Ausbreitung großräumiger Ströme in zu den Induktoren benachbarten Leitern verhindert wird.
20

1/1

FIG. 1

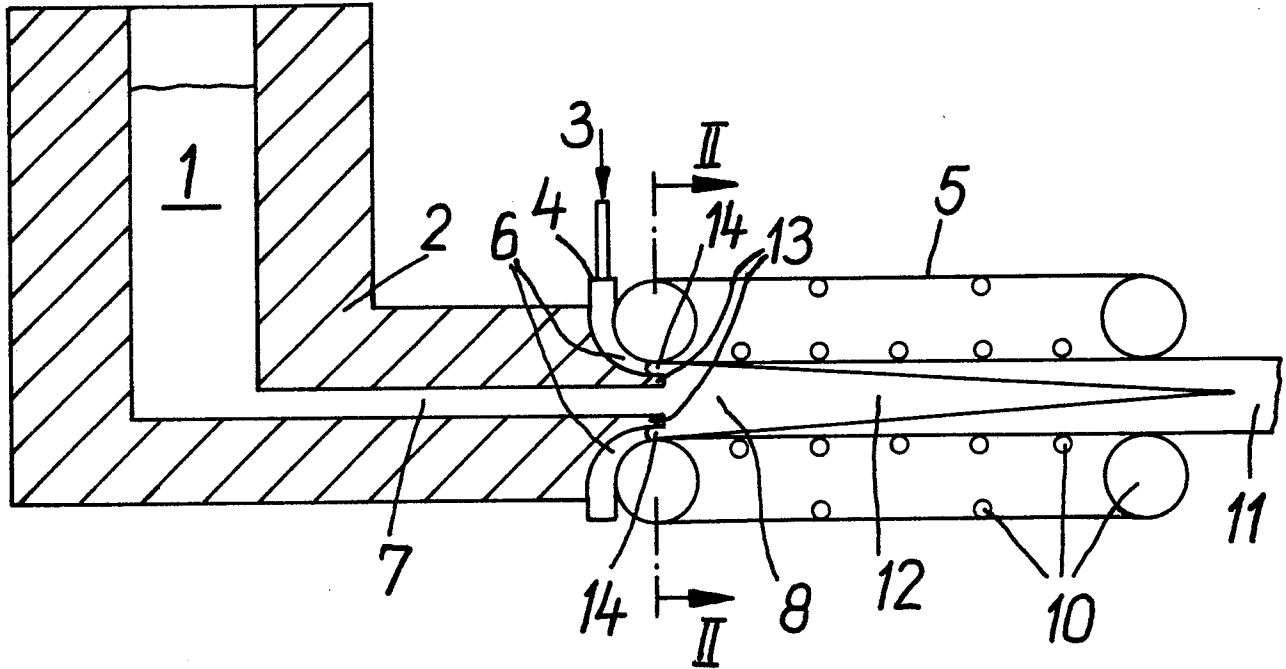


FIG. 2

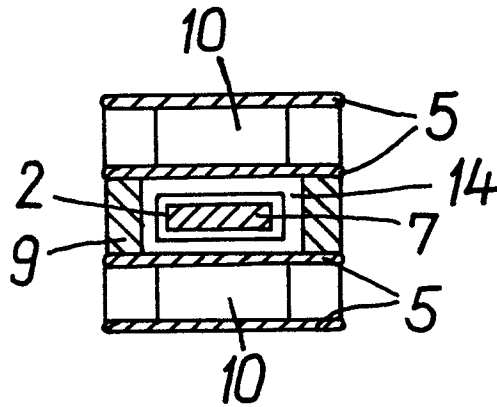


FIG. 3

