

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 120 338**A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84102183.5

(51) Int. Cl.³: **B 22 D 11/16**

(22) Anmeldetag: 01.03.84

(30) Priorität: 16.03.83 DE 3309885

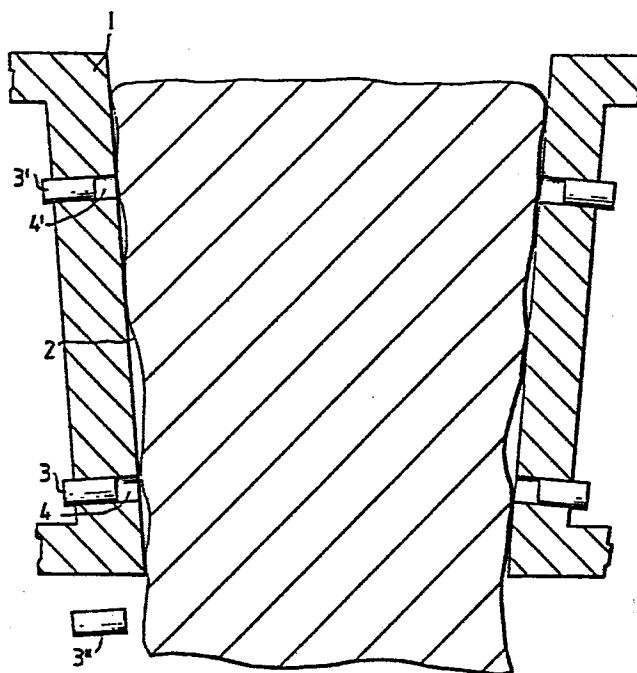
(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.10.84 Patentblatt 84/40(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH FR GB IT LI LU NL SE(71) Anmelder: Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt/Main 70(DE)(71) Anmelder: **MANNESMANN** Aktiengesellschaft
Mannesmannufer 2 Postfach 5501
D-4000 Düsseldorf 1(DE)(72) Erfinder: Stadtfeld, Gerhard
Fackelstrasse 77
D-4132 Kamp-Lintfort(DE)(72) Erfinder: Christmann, Burkhard, Dr.
Oldenburg Allee 9
D-1000 Berlin 19(DE)(72) Erfinder: Weber, Jörg, Dr.
Seesener Strasse 20
D-1000 Berlin 31(DE)(74) Vertreter: Lertes, Kurt, Dr. et al,
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt/M 70(DE)(54) **Vorrichtung zur Ermittlung der Kokillenwandabnutzung während des Giessprozesses und Verwendung derselben zur Ermittlung der Strangschale von der Kokillinnenwand.**

(57) Es soll eine Vorrichtung angegeben werden, mit der während des Gießprozesses beim Straggießen von Metallen die Abnutzung der Kokillenwände ermittelt wird, wobei aus dem Ergebnis auch die Abhebung des Stranges von den Wänden festgestellt werden kann. Dies wird dadurch erreicht, daß in den Kokillenwänden (1) ein oder mehrere Abstandsmeßsensoren (3, 3', 8) so eingebaut werden, daß sie von dem sich abhebenden und bewegenden Strang auch dann nicht berührt werden, wenn die Kokillenwand sich im Betrieb abgenutzt hat, daß das sich ergebende kleinste Abstandssignal für den Abstand zwischen einem Abstandsmeßsensor (3, 3', 8) und dem Strang (2) bzw. Oberfläche der Kokillinnenwand (1), einem Minimalwertspeicher unter Löschung des zuletzt gespeicherten Wertes zugeführt und die Differenz aus dem Anfangswert des Abstandes Meßsensor – Kokillinnenwand L und dem jeweils gespeicherten kleinsten Abstandswert Meßsensor – Strangoberfläche bzw. Meßsensor – Wandoberfläche A' gebildet wird.

EP 0 120 338 A1

./...

FIG.1



Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt 70

5 Krn/schb

B 83/1 Krn

10 Vorrichtung zur Ermittlung der Kokillenwandab-
nutzung während des Gießprozesses und Verwen-
dung derselben zur Ermittlung der Abhebung der
Strangschale von der Kokilleninnenwand

15 Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie auf die Verwendung derselben zur Ermittlung der Abhebung der Strangschale von der Kokilleninnenwand.

20 Beim Stranggießen von Metallen wird der Strang durch kontinuierliches Gießen von flüssigem Material durch einen Schacht der Kokille erzeugt. Beim Austreten aus dem Schacht besteht der Strang aus einer festen Schale und einem flüssigen Kern. Weitere Kühlung außerhalb der
25 Kokille führt zur vollständigen Erstarrung.

Reibung zwischen Strang und Schachtwänden führt zu einem Abrieb an den Wänden (beim Stahlbrammen-Stranggießen etwa 0,5 mm in 10 Betriebsstunden). Überschreitet die
30 dadurch bedingte Abnahme der Stärke der Schachtwände einen anlagenspezifischen Grenzwert (z.B. 10 mm), so muß die Kokille ausgetauscht werden. Derzeit wird die Abnahme der Wandstärke während der Gießpausen ermittelt. Wegen der starken Zunahme der maximalen Gießzeiten in den
35 letzten Jahren ist eine Feststellung der Abnutzung während der Gießprozesse von großer Bedeutung. Eine solche Feststellung wird durch das zeitlich und örtlich variierende "Abheben" des Stranges von den Kokillenwänden sehr

- erschwert. Das Abheben wird durch Schrumpfen des Strangquerschnittes bei der Abkühlung der Strangschale durch Kontakt mit den gekühlten Kokillenwänden verursacht. Nach dem Abheben erwärmt sich die Strangschale durch Wärmefuhr aus dem flüssigen Strangkern wieder und dehnt sich maximal so weit aus, bis sie wieder die gekühlte Schachtwand berührt. Dieser Vorgang kann sich in einem Strangquerschnitt beim Durchgang durch die Kokille mehrfach wiederholen, wobei Lage und Größe der Abhebungen im Schacht zeitlich variieren. Die durch die Abhebungen entstehenden Spalte zwischen Schachtwand und Strang sind teilweise - insbesondere bei kleinen Abhebungen - gefüllt (Gießpulver).
- 15 Die Verringerung der Strangkühlung durch Abheben schwächt das Schalenwachstum in der Kokille und kann Störungen des Gießprozesses hervorrufen, in besonders krassen Fällen sogar Strangdurchbrüche. Daher ist für eine globale Berücksichtigung der Schrumpfung der Strangschale der Kokillen-Schacht konisch ausgeführt. Die Konizität ist ein kritischer Parameter. Bei zu geringer Konizität kann die Minderung der Kühlung durch Abhebung, bei zu großer Konizität die Reibung zwischen Strang und Schachtwänden im unteren Schachtbereich zu groß werden. Für einen großen Teil der Gießprogramme liegen Erfahrungswerte vor, die einen befriedigenden Gießablauf erlauben.

In diesen Fällen ist die kontinuierliche Überprüfung der Abnutzung der Schachtwände und gegebenenfalls eine die Abnutzung kompensierende Nachstellung der Wände von großer Bedeutung. Für besonders kritische Gießaufgaben sind jedoch Messungen von Abhebungen in der Kokille und Einstellung der Konizität nach diesen Werten erforderlich. Das gilt insbesondere bei stark variierenden Gießgeschwindigkeiten. Eine Messung der Abhebung war bisher nicht möglich.

Es ist durch die DE-OS 31 10 012 eine Anordnung bekanntgeworden, bei der durch einen Fühler unterhalb und damit außerhalb der Kokille die Änderung des Abstandes zur Strangoberfläche festgestellt wird. In Abhängigkeit von
5 dieser Änderung wird die Konizität der Kokille während des Gießprozesses nachgestellt. Durch diese Anordnung wird aber die Abnutzung der Kokillenwand nicht erfaßt. Daher ist auch eine optimale Nachstellung der Konizität nicht möglich. Außerdem sind Probleme durch Ausdehnung
10 des Stranges nach Verlassen der Kokille zu erwarten, so daß nicht sicher unterschieden werden kann, ob eine Änderung des Abstandes Strangoberfläche - Sensor durch Änderung der Strangabhebung in der Kokille oder der Ausbauchung des Stranges außerhalb der Kokille hervorgerufen
15 wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, mit der während des Gießprozesses die Abnutzung der Kokillenwände ermittelt werden kann, wobei
20 aus dem Ergebnis auch die Abhebung des Stranges von den Wänden festgestellt werden kann.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe der Feststellung der Abnutzung der Kokillenwände durch die im Kennzeichen des
25 Patentanspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

Die Art der Verwendung der Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1 zur Ermittlung der Abhebung der Strangschale von der Kokilleninnenwand wird durch die Merkmale des
30 Kennzeichens des Patentanspruchs 2 angegeben. Die Vorrichtung gemäß der Erfindung und ihre Verwendung wird in den nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen an Hand der Zeichnung näher erläutert.

35 Ein Ausführungsbeispiel mit Wirbelstrom-Abstandssensoren wird an Hand der Figuren 1 und 2 beschrieben. Figur 1 zeigt eine Kokille mit in Bohrungen angebrachten Meßsen-

soren, die Figur 2 eine Kokillenwand mit einem Meßsensor in einer durchgehenden Bohrung und einem Meßsensor, der im Bereich der kritischen Abnutzung mißt. Ein weiteres Ausführungsbeispiel mit Ultraschall-Meßsensoren wird an
5 Hand der Figur 3 beschrieben.

In der Fig. 1 sind in einer Schachtwand 1 der Kokille in Öffnungen 4,4' Wirbelstrom-Abstandsmeßsensoren 3,3' eingebaut. Die Sensoren sind dabei so weit von der
10 Strangoberfläche 2 entfernt, daß diese auch bei maximal erlaubter Abnutzung der Kokillenwand die Sensoren nicht berührt. Bei einer noch nicht benutzten Kokille ist der Abstand Schachtoberfläche - Sensoren durch den Einbau gegeben und bekannt. Dieser Abstand sei mit L bezeichnet;
15 er entspricht einer Kokillenabnutzung von Null, d.h. nicht abgenutzt. Während des Gießens ermittelt jeder Abstandsmeßsensor den jeweils aktuellen Abstand A der Strangoberfläche zum Sensor und führt diesen zur Eliminierung des Einflusses (zeitweiser) Abhebungen des
20 Stranges von den Schachtwänden einem ihm zugeordneten Minimalwertspeicher zu, der jeweils den kleinsten im zugeführten Meßwert unter Löschung des zuletzt gespeicherten Wertes speichert. Der momentane Wert der Abnutzung der Schachtwand ergibt sich aus dem gespeicherten Abstandswert A' zu $\Delta L = L - A'$. Aus den ΔL -Werten der
25 eingesetzten Sensoren folgt, wann die Kokille ausgetauscht und gegebenenfalls das Gießen abgebrochen werden muß.

30 Die Sensoren können auch so ausgeführt werden, daß sie nur Abstandswerte im Bereich der kritischen Abnutzung ausreichend genau messen, vgl. dazu Fig. 2. Das ermöglicht bei Wirbelstrom-Meßsensoren eine kleinere und einfachere Bauform 5. Zudem muß die Meßsensoröffnung 6 nur
35 so tief sein, daß sich erst bei kritischen Werten der Abnutzung kein Wandmaterial (üblicherweise Kupfer) mehr zwischen Meßsensor 5 und Strangoberfläche befindet.

Damit der Strang nicht durch die für den Sensor notwendige Öffnung 4 in der Kokillenwand mechanisch belastet wird, wird der Raum zwischen Sensorfläche und Kokillenwand mit einem unmagnetischen, elektrisch nicht leitenden Material 7 ausgefüllt, welches ähnliche mechanische Abriebeigenschaften wie die Kokillenwand hat.

Eine wesentliche Verbesserung des Gießprozesses wird durch Nachführen der Schachtwände auf die Sollgeometrie des Schachtes erreicht, in dem die gemessenen Abnutzungswerte einer Verstelleinrichtung zugeführt werden, die die Kokillenwände entsprechend diesen Werten verschiebt. Mit Hilfe geeignet angeordneter Meßsensoren 3 und 3' in Fig. 1 kann so insbesondere bei Brammen-Stranggießanlagen die für den Prozeßverlauf besonders wichtige Konizität der Schmalflächen des Kokillenschachtes auf dem geforderten Wert gehalten werden. Die Vorrichtung zur Ermittlung der Kokillenwandabnutzung gemäß der Erfindung wird dazu verwendet, die Abhebung der Strangschale von der Kokilleninnenwand zu ermitteln. Dies geschieht dadurch, daß aus der Differenz zwischen dem aktuell gemessenen Abstand A zwischen Meßsensor und Strangoberfläche und dem gespeicherten kleinsten Abstandswert A' die Abhebung $\Delta A = A - A'$ der Strangoberfläche von der Kokilleninnenwand ermittelt wird. Aus den gemessenen Abhebewerten wird eine Kenngröße ermittelt, die einer oder der oben genannten Konizitäts-Verstelleinrichtung zur entsprechenden Verstellung der Kokillenwand zugeleitet wird. Diese Kenngröße wird durch Maximalwertspeicherung der Abhebewerte gewonnen.

30

Mit einem Meßsensor 3'' kurz unterhalb der Kokille wird die Verformung der Strangschale nach Austritt aus der Kokille beobachtet. Sie hängt vorwiegend von der Strangabzugsgeschwindigkeit und dem Kontakt zwischen Strang und Kokilleninnenwänden und damit von der Konizität ab.

35

Da mit der Verformung die Gefahr des Entstehens von Ma-

terialfehlern in der Strangschale oder gar des Aufreißen
wächst, soll bei zu großer Verformung die Konizität und
gegebenenfalls auch die Strangabzugsgeschwindigkeit ver-
ringert werden. Einige Anlagenzustände - wie zum Beispiel
5 Gießbeginn und sehr langsamer Strangvorschub - erfordern
eine andere Reaktion der Verstelleinrichtung als ein an-
nähernd stationärer Betrieb. Daher werden die Sollgrößen
für die Kokillenwandverstellung unter Berücksichtigung der
in dieser Hinsicht relevanten Anlagenparameter (Strang-
10 länge, Abzugsgeschwindigkeit) mit Hilfe eines Rechners
aus den Meßwerten der Vorrichtung bestimmt.

Bei dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel mit
Schallsensoren werden die Meßköpfe 8 direkt an die Ko-
15 killenwand 1 angekoppelt. Gearbeitet wird nach dem Puls-
Echo-Verfahren. Die Abnutzung der Kokillenwand ergibt
sich aus der Laufzeit des an der Schachtoberfläche re-
flektierten Schallimpulses. Die Reflektion wird durch
die Strangoberfläche und die "Schmiermittelschicht" 9
20 zwischen Strang- und Schachtoberfläche beeinflußt und
kann zeitweise sehr klein werden. Daher wird hier - ana-
log zum vorigen Ausführungsbeispiel - eine Minimalwert-
speicherung durchgeführt. Eine Bestimmung der Strangabhe-
bung ist mit Schall dann möglich, wenn der Raum zwischen
25 Strangoberfläche und Schacht vollständig mit Gießpulver
ausgefüllt ist.

30

35

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
Theodor-Stern-Kai 1
D-6000 Frankfurt 70

5 Krn/schb

B 83/1 Krn

10 Vorrichtung zur Ermittlung der Kokillenwandab-
nutzung während des Gießprozesses und Verwen-
dung derselben zur Ermittlung der Abhebung der
Strangschale von der Kokillinnenwand

15 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ermittlung der Kokillenwandabnutzung
während des Gießprozesses,
dadurch gekennzeichnet, daß in den Kokillenhänden (1)
20 ein oder mehrere Abstandsmeßsensoren (3,3',8) so ein-
gebaut werden, daß sie von dem sich abhebenden und be-
wegenden Strang auch dann nicht berührt werden, wenn
die Kokillenhwand sich im Betrieb abgenutzt hat,
daß das sich ergebende kleinste Abstandssignal für den
25 Abstand zwischen einem Abstandsmeßsensor (3,3',8) und
dem Strang (2) bzw. Oberfläche der Kokillinnen-
wand (1), einem Minimalwertspeicher unter Löschung
des zuletzt gespeicherten Wertes zugeführt und die
Differenz aus dem Anfangswert des Abstandes Meßsensor -
30 Kokillinnenwand L und dem jeweils gespeicherten
kleinsten Abstandswert Meßsensor - Strangoberfläche
bzw. Meßsensor - Wandoberfläche A' gebildet wird.
2. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 1 zur Ermitt-
35 lung der Abhebung der Strangschale von der Kokillen-
innenwand,
dadurch gekennzeichnet, daß aus der Differenz zwischen

dem aktuell gemessenen Abstand A zwischen Meßsensor und Strangoberfläche und dem gespeicherten kleinsten Abstandswert A' die Abhebung $\Delta A = A - A'$ der Strangoberfläche von der Kokilleninnenwand ermittelt wird.

5

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet, daß der Meßsensor ein Wirbelstromsensor ist.

- 10 4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß die Kokillenwand (1) einen Sensor (3,5) beinhaltende Öffnung (4,6) besitzt, die so ausgestaltet ist, daß sich zwischen der Stirnseite des Sensors und der Strangoberfläche (2) nur
15 hochfrequenzmäßig durchlässiges Material befindet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (4) in der Kokillenwand mit einem Material (7), welches unmagnetisch, elektrisch nicht leitend und ähnliche Abtriebeigenschaften wie die Kokillenwand hat, so verschlossen
20 ist, daß die Kokilleninnenwände jeweils eine ebene Fläche bilden.

- 25 6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet, daß der Meßsensor ein Ultraschallsensor ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1,
30 dadurch gekennzeichnet, daß bei verstellbaren Kokillen die ermittelte Abnutzung einer Kokillenwand einer Verstelleinrichtung zugeführt wird, die die Kokillenwand entsprechend der Abnutzung verschiebt.

- 35 8. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 2 und 7,
dadurch gekennzeichnet, daß aus den gemessenen Abhebewerten eine Kenngröße ermittelt wird, die einer oder der Konizitäts-Verstelleinrichtung zur entsprechenden

Verstellung der Kokillenwand zugeleitet wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, daß diese Kenngröße durch Ma-
5 ximalwertspeicherung der Abhebewerte gewonnen wird.

10

15

20

25

30

35

FIG. 1

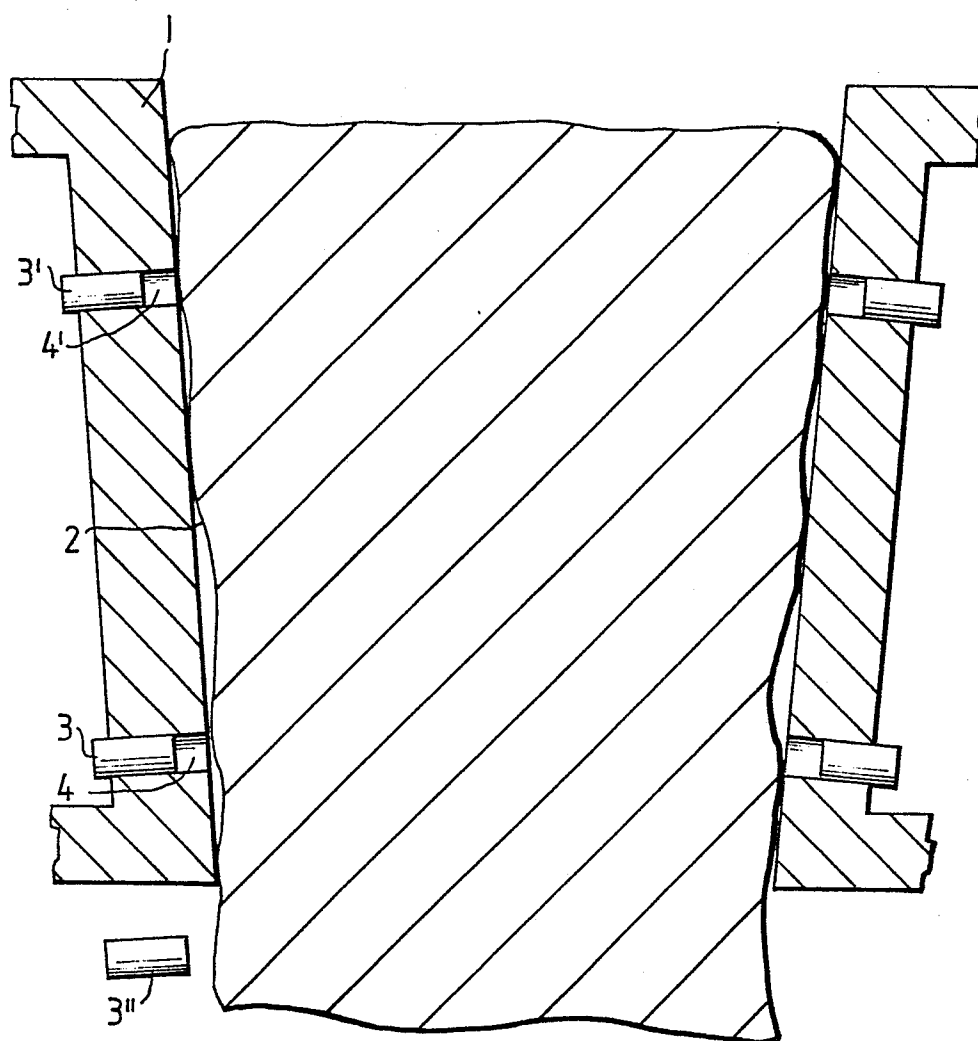


FIG.2

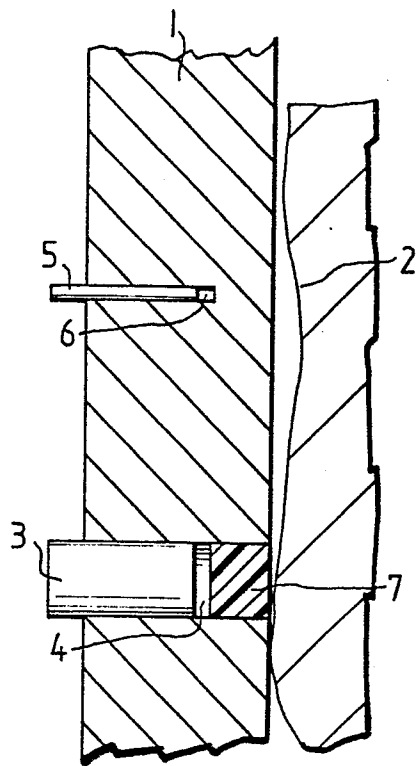
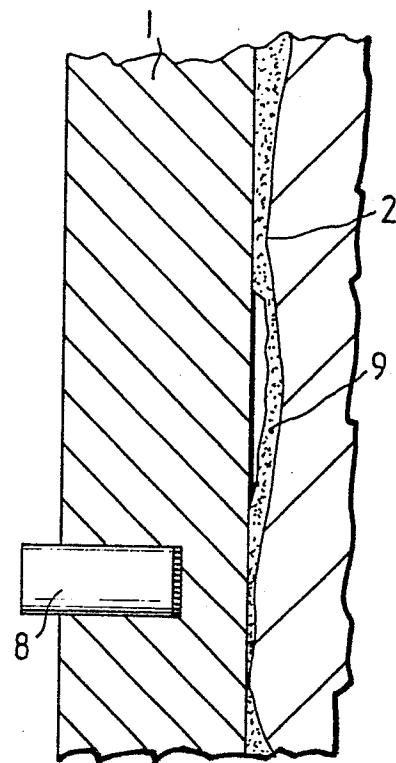


FIG.3





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)														
Y	LU-A- 73 509 (BETRIEBSFORSCHUNGSINSTITUT VDEh) * Figur 3; Seiten 3,4 *	1,2,6	B 22 D 11/16														
Y	--- PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr. 224(M-170)(1102), 9. November 1982; & JP - A - 57 127 559 (NIPPON KOKAN K.K.) 07.08.1982	1,2,6															
A	--- GB-A-1 400 621 (USS ENGINEERS AND CONSULTANTS)																
A	--- US-A-3 204 460 (J.A. MILNES)																

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)														
			B 22 D														
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21-06-1984	Prüfer STEIN K.K.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td></td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : nichtschriftliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : nichtschriftliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur																	
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																