

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 449 771 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den
Einspruch:
12.08.1998 Patentblatt 1998/33

(51) Int. Cl.⁶: **B22D 11/18**, B22D 11/07

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
25.01.1995 Patentblatt 1995/04

(21) Anmeldenummer: **91810170.0**

(22) Anmeldetag: **15.03.1991**

(54) **Programmgesteuertes Einspeisen von schmelzflüssigem Metall in die Kokillen einer automatischen Strangiessanlage**

Controlled feeding of molten metal into the moulds of an automatic continuous casting plant

Alimentation contrôlée de métal en fusion dans des coquilles d'une installation de coulée continue automatique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI SE

(30) Priorität: **26.03.1990 CH 989/90**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.10.1991 Patentblatt 1991/40

(73) Patentinhaber:
Alusuisse Technology & Management AG
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

(72) Erfinder:
• **Thèler, Jean-Jaques**
CH-3960 Sierre (CH)
• **Rey, Edmond**
CH-3960 Sierre (CH)
• **Jordan, Jean-François**
CH-3973 Venthône (CH)

(74) Vertreter:
Wiedmer, Edwin, Dr. et al
Patentanwälte
Breiter + Wiedmer AG,
Seuzachstrasse 2,
Postfach 366
8413 Neftenbach (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 218 855 **BE-A- 555 574**
FR-A- 2 359 662 **FR-A- 2 508 829**
US-A- 4 598 763 **US-A- 4 804 037**

- "Application of the Showa Process to Production of Extrusion and Forging Billet", **LIGHT METAL AGE**, June 1984, page 12-19
- "New Hot-Top Continuous Casting Method Featuring", **LIGHT METALS**, 1978, Volume 2, page 281-291
- **MKS Instruments Inc.**, Bulletin 250 B - 10/85

EP 0 449 771 B2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einspeisen von schmelzflüssigem Metall in die im oberen Bereich innenisolierten Kokillen einer automatischen Stranggiessanlage mit einem vorgeschalteten Giessofen und einem Giessrinnensystem, welches einen alle Kokillen auf gleichem Niveau mit Metall speisenden Verteilungstrog umfasst, wobei im unterhalb eines Innenrings liegenden Bereich ein den direkten Kontakt der Kokille mit dem Metall verhandelndes Gaskissen aufrechterhalten und in dessen Bereich Oel eingespritzt wird. Weiter betrifft die Erfindung eine Anwendung des Verfahrens.

Beim Stranggiessverfahren werden Metalle in Form von mehrere Meter langen Barren oder Bolzen gegossen, welche als Vormaterial für verschiedene nachfolgende Verarbeitungsschritte eingesetzt werden, wie z.B. zum Pressen, Walzen oder Schmieden.

Das wichtigste Element einer Stranggiessmaschine sind die Kokillen, welche in konventionellen Verfahren den Querschnitt des gegossenen Strangs bestimmen. Eine Giessmaschine ist, je nach der Anzahl von gegossenen Strängen, mit entsprechend vielen, absenkbaaren Anfahrböden ausgerüstet, welche fest mit einem Giessstisch verbunden sind.

Während des Stranggiessens fliesst das schmelzflüssige Metall, ggf. unter Einschaltung wenigstens eines Filters, durch ein Rinnensystem vom Giessofen in die Giessmaschine, wo es in die einzelnen Kokillen verteilt wird.

Während sich die Kokillen langsam mit der Schmelze füllen, beginnt das Metall an den getrockneten Anfahrböden zu erstarren. Die Anfahrböden werden anschliessend gekühlt und mit einer derartigen Geschwindigkeit abgesenkt, dass die Soliduslinie des erstarrten Metalls stets innerhalb des Kokillenrahmens bleibt. Die Stränge, deren Erstarrung durch Wasserkühlung beschleunigt wird, wachsen nach unten, in gleichem Masse, wie die Anfahrböden abgesenkt werden. Innerhalb der vorgegebenen Länge eines Strangs ist der Giessvorgang unterbrechungsfrei.

Einer der wesentlichen Nachteile von üblichen Stranggiessverfahren besteht darin, dass das Niveau in jeder einzelnen Kokille separat kontrolliert werden muss und dass lange Kokillen erforderlich sind. Die daraus resultierenden sekundären Effekte führen zu einer geringeren Oberflächenqualität.

Deshalb ist schon vor längerer Zeit das sogenannte Hot Top-Verfahren entwickelt worden, bei welchem das Metall in einen alle Kokillen auf gleichem Niveau speisenden Verteilungstrog (Hot Top) fliesst. Die Niveau-kontrollgeräte aller einzelnen Kokillen können weggelassen und durch ein zentrales Kontrollorgan ersetzt werden, welches eine ruhigere Metalloberfläche und einen vereinfachten Giessprozess erlaubt.

Das übliche Hot Top-Giessverfahren ist durch die Ausbildung eines Gaskissens mit automatischer

Schmierung zu einem halbkontinuierlichen Giessverfahren weiterentwickelt worden, bei welchem ein direkter Kontakt zwischen dem flüssigen Metall und der Kokille dank des Luftkissens und eines Oelfilms im obersten Bereich verhindert ist.

Die Druckluft zur Bildung des Gaskissens wird im oberen Teil der Kokille, unterhalb einer Innenisolation, eingeführt. Mit einem Gaskissen können, verglichen mit dem üblichen Hot Top-Giessverfahren, insbesondere im Zusammenwirken mit einem Oelfilm, folgende zusätzliche Vorteile erzielt werden:

- Oberflächensegregationen und versteckte Kaltschweisstellen werden durch die milderen Kühlungsbedingungen weitgehend verhindert.
- Segregation und Ausfliessen von Schmelze durch keine Oeffnungen des bereits erstarrten Metallmantels werden durch die niedriger ausgebildete Kokille verhindert.
- Reibung und Ausbrüche werden verhindert, weil die Kontaktoberfläche zwischen dem Metall und der Kokille wegen des Gaskissens kürzer und das Schmiermittel besser verteilt ist.

Die US-PS 4 157 728 beschreibt ein Hot Top-Stranggiessverfahren der oben erwähnten Art, wobei ein ringförmig umlaufendes Luftkissen unterhalb des Hof Tops gebildet wird. Dazu ist ein leichter Ueberdruck notwendig. Die Einstellung des Ueberdrucks erfolgt manuell, mittels einer Schraube.

Die Zufuhr von Luft und Oel erfolgt im selben Bereich, aber getrennt.

Weitere Verbesserungen des Verfahrens sind in letzter Zeit insbesondere in Richtung des sogenannten Air Slip-Verfahrens, wie in der US-PS 4 598 763 beschrieben, gesucht worden. Der obere Innenbereich einer Kokille wird mit einem offenporigen Grafitring ausgelegt. Luft und Oel können gemischt oder getrennt über die Poren des Grafitrings in den Kokilleninnenraum geführt werden. Grafit ist selbstschmierend, das Oel wird nicht in erster Linie als Schmiermittel, sondern als Porenfüller zugegeben. Wasser wird erst unterhalb des Grafitrings aufgespritzt.

Mit einem Grafitring, durchströmt von Luft und Oel, kann eine sehr milde, also vorteilhafte Kühlung erzielt werden. Die Verwendung eines Grafitrings hat jedoch den Nachteil, für eine Automatisierung des entsprechenden Giessverfahrens aufwendig und kompliziert zu sein.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche eine weitergehende Automatisierung des Hot Top-Giessverfahrens erlauben.

In bezug auf das Verfahren wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass eine gemeinsame Hauptleitung mit Verteilungsleitungen Luft oder ein Inertgas mit dem gleichen, geringen Ueberdruck in alle

Kokillen führt, und der Relativdruck zwischen einem in Funktion der über eine Niveausonde gemessenen Metallhöhe programm berechneten Soll-Wert und einem in der Hauptleitung mit einem Messumformer gemessenen Ist-Wert der programm gesteuerten Regelung und Ueberwachung dient, indem die Regelfunktion mittels eines Prozessors durch Abgabe eines Signals für den Aktuator eines gemeinsamen Druckregelventils erfüllt wird.

Als Inertgase werden beispielsweise Stickstoff und oder Argon eingesetzt. Aus Kostengründen wird jedoch in der Regel Luft eingesetzt, weshalb im Folgenden einfachheitshalber die Bezeichnung Luft auch inerte Gase einschliesst.

Die Höhe der Metalloberfläche kann mit einer Niveausonde an sich bekannter Bauart gemessen werden, aber auch mit einem Lasersensor. Der in der Hauptleitung gemessene Ist-Druck zeigt wegen des grossen Durchmessers bei kleinen Druckverlusten keine Schwankungen.

Der je nach Wetterlage beträchtlich ändernde Aussendruck sollte den Giessvorgang nicht beeinflussen. Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird deshalb der Einfluss des variablen Aussendrucks mit bekannten Mitteln selbsttätig ausgeglichen, indem ein handelsüblicher Differentialdruckmesser verwendet wird.

Beim Giessbeginn ist kein flüssiges Metall in der Kokille, das dem Gasdurchfluss Widerstand entgegen setzt. Mit einem Durchflussmesser wird ein erster höherer Wert eingestellt. Wenn das darauf in die Kokille geleitete flüssige Metall die Gasaustrittsöffnung erreicht, sinkt die Gasdurchflussmenge wegen dem sukzessive höher werdenden metallostatistischen Widerstand. Wenn der Gasdurchfluss einen zweiten, tieferen Wert unterschreitet, wird nach kurzer Zeit das Absenken des Giesstisches mit den Anfahrböden für die gegossenen Stränge ausgelöst. Ohne Metall wird ein Luftdurchfluss von 12 - 15 NI/min als ersten Wert erreicht, als zweiter Wert zur Auslösung des Absenkens über die Durchflussmengendifferenz werden etwa 8 - 10 NI/min eingestellt. Einige Sekunden, zweckmässig etwa 5 sec, nach dem Erreichen dieses zweiten Werts beginnt das Absenken des Giesstisches. Die Durchflussregelung erfolgt mit dem Relativdruck, der Differenz zwischen dem Soll- und Ist-Wert für den Druck in der Hauptleitung.

Wegen des geringen Gasdurchflusses durch die von der Hauptleitung abzweigenden Verteilungsleitungen spielt deren Länge keine Rolle, alle Kokillen werden unter gleichen Bedingungen versorgt.

Die Versorgung aller Kokillen mit der gleichen Menge Oel dagegen war früher nur gewährleistet, wenn die einzelnen, zu den Kokillen führenden Oelleitungen ab Qelhauptleitung alle gleich lang waren. Dies ist heute kein Erfordernis mehr, mit bekannten Mitteln kann allen Kokillen pro Zeitenheit, unabhängig vom Leitungswiderstand, die gleiche Menge Oel zugeführt werden.

Das zur Schmierung notwendige Oel wird bevorzugt pulsweise in den Bereich des Gaskissens gespritzt. Damit kann das Oel mit höherem Druck eingespritzt werden, ohne dass der Gesamtverbrauch zu hoch wird.

Die Austrittskanäle für das Gas und das Oel können getrennt oder zu einem Kanal vereinigt sein.

Der Druck im Gaskissen darf einen bestimmten Maximalwert nicht überschreiten, sonst bilden sich in der metallischen Schmelze Gasblasen. Der Druck des Gaskissens darf jedoch auch einen bestimmten minimalen Wert nicht unterschreiten, sonst kann das schmelzflüssige Metall in die Gaszufuhrkanäle eindringen. Der minimale und der maximale Wert für den Druck im Gaskissen verlaufen linear zum jeweiligen metallostatistischen Druck in der Kokille. Der minimale Druck, welcher nicht unterschritten werden darf, entspricht einer Funktion der Dichte ρ , der Erdbeschleunigung g , dem Metallstand oberhalb der Gasaustrittsöffnungen, der Grenzflächenspannung der Schmelze im Bereich Isolation Kokille und der Oberflächenspannung der Schmelze im Bereich des Gaskissens. Der maximale Druck im Gaskissen, welcher nicht überschritten werden darf, ist eine Funktion der Dichte der Schmelze ρ , der Erdbeschleunigung g und der Tiefe der Hinterschneidung der Isolation.

In bezug auf die Vorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass sie eine Hauptleitung für die Gaszufuhr mit anlagenseitig einem Servodruckventil und einem Messumformer sowie rechnerseitig einen die Ist-Druckregelgrössen des Messumformers und die Regelgrösse des Soll-Werts vergleichenden, eine Stellgrösse für den Aktuator des Druckregelventils auslösenden Prozessor umfasst, und dass der Solldruck über ein Programm in Funktion der über eine Niveausonde gemessenen Metallhöhe (H_1) berechnet wird.

Der Sollwert wird rechnerisch aufgrund des beispielsweise mit einem Lasersensor gemessenen Metallstandes bestimmt.

Die von der Hauptleitung abzweigenden Verteilungsleitungen zu den Kokillen bestehen beispielsweise aus Kautschuk oder einem Kunststoff mit einem ausenliegenden, verstärkenden und schützenden Metallgewebe.

Die Hauptleitung für die Gaszufuhr hat zweckmässig einen Innendurchmesser von 5 - 10 cm. Die abzweigenden Verteilungsleitungen führen bevorzugt direkt, ohne Sekundärleitungen, zu den Kokillen. Die Hauptleitung ist vorzugsweise überdimensioniert, d.h. die Summe des Querschnitts aller Verteilungsleitungen liegt wesentlich unter dem Querschnitt der Hauptleitung, vorzugsweise wenigstens 20%. Es ist bereits erwähnt worden, dass die Verteilungsleitungen nicht gleich lang sein müssen. Mit dem Querschnitt ist hier und im übrigen stets der Innenquerschnitt gemeint.

Damit zwischen dem minimal und maximal zulässigen Druck im Gaskissen ein relativ grosserer Spielraum

bleibt, wird der untere Rand der die Kokille überragenden Isolationsschicht vorzugsweise hinterschnitten. Als optimaler Wert für diese Hinterschneidung haben sich etwa 10 mm herausgestellt, was besser ermöglicht, ein stabiles Gaskissen zu bilden. Obwohl die Hinterschneidung jede geometrische Form annehmen kann, verläuft diese vorzugsweise als kegelmantelförmige Anschrägung.

Als Niveaumessgerät für die Festlegung des überall im Giessrinnensystem und in den Kokillen gleichen Metallniveaus wird zweckmässig ein ggf. demontierbarer Lasersensor verwendet.

Die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens liegt in erster Linie bei der Automatisierung des Anfahrens und des Giessendes sowie der Qualitätskontrolle während der stationären Phase des Stranggiessens.

Die Erfindung wird anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele, welche auch Gegenstand von abhängigen Ansprüchen sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine perspektivische Teilansicht einer Hot Top-Giessmaschine,
- Fig. 2 einen teilweisen Vertikalschnitt durch den Kokillenbereich einer Hot Top-Giessmaschine,
- Fig. 3 Kurven für den metallostatistischen Druck in Funktion des Metallstandes,
- Fig. 4 eine automatische Druckregelung,
- Fig. 5 den Durchfluss von Luft während des Giessens, und
- Fig. 6 den Durchfluss von Luft und die Luftverluste.

Die in Fig. 1 dargestellte Prinzipskizze des an sich bekannten Hot Top-Stranggiessens umfasst im wesentlichen ein Giessrinnensystem 10, aus feuerfestem Material bestehende Hot Tops 12, auch Heissköpfe genannt, Kokillen 14, gegossene Stränge 16 und einen Giesstisch 18.

Das Giessrinnensystem 10, in welchem das Metall mit gleichem Niveau in allen Rinnen in Richtung des Pfeils 20 fliesst, umfasst einen Verteilungstrog 22. Dieser dient als Reservoir für flüssiges Metall. Die einzelnen Giessrinnen gehen in Nuten 24 des Hot Tops 12 über. Entsprechend den angeordneten Kokillen 14 verlaufen die Nuten 24 auch in Querrichtung und gehen oberhalb der Kokillen 14 in Bohrungen durch den Hot Top 12 über. Damit ist gewährleistet, dass das Metallniveau nur an einer Stelle gemessen werden muss. Dieses Niveau ist in der ganzen Giessmaschine innerhalb der Messtoleranzen gleich.

Auf dem in Richtung des Pfeils 26 abgesenkten Giesstisch 18 sind eine der Anzahl von Kokillen 14 entsprechende Anzahl von Anfahrböden 28 angeordnet.

Fig. 2 zeigt einen Hot Top 12, eine Kokille 14 und einen gegossenen Metallstrang 16 im Detail.

Der Hot Top 12 leitet, wie in Fig. 1 dargestellt, das schmelzflüssige Metall 30 über Nuten 24 in die Kokillen

14. Der Hot Top 12 besteht aus feuerfestem Isoliermaterial.

Die aus drei Ringen bestehende Kokille 14 hat im oberen Innenbereich eine ringförmige Innenisolation 32, welche den Kontakt des schmelzflüssigen Metalls 30 mit dem oberen Bereich der Kokille 14 verhindert.

Im unteren Bereich hat die Isolation 32 eine hinterschneidende Anschrägung 34. Der aus einem feuerfesten Material bestehende Isolationsring 32 wird mittels einer Druckplatte 36 auf die Kokille 14 gedrückt. Ein nicht dargestellter O-Ring gewährleistet die Dichtheit zwischen der Kokille 14 und dem Isolationsring 32.

Die Innenfläche eines unteren Kokillenrings 38 bestimmt den Durchmesser des Strangs 16. Vom ringförmig ausgebildeten Wasserreservoir 40 wird über Kanäle 42 Wasser 44 auf den Strang 16 gespritzt.

Ein mittlerer Kokillenring 46 enthält eine durch den unteren Kokillenring 38 begrenzte, ringförmige Oelkammer mit Austrittskanälen 50, welche unmittelbar unterhalb der Schrägfläche 34 des Isolationsrings 32 ausmünden. Die Oelkammer 48 wird über nicht gezeigte Radialkanäle gespeist, welche aus dem unteren Ring 38 oder aus dem mittleren Ring 46 ausgespart und durch den jeweils anderen Ring begrenzt sind.

Ein oberer Kokillenring 52 beinhaltet eine ringförmige Luftkammer 53 mit nicht dargestellten radialen Stichkanälen zwischen dem mittleren und dem oberen Kokillenring.

Die Luft wird mit einem geringen Ueberdruck, im Bereich von etwa 45 mbar, unmittelbar unterhalb der Abschrägung 34 der Isolation 32 in den Kokillinnenraum geleitet. Dabei entsteht ein ringförmiges Luftkissen 54. Dieses mildert den Kälteschock des auf die Kokille 14 auftreffenden, schmelzflüssigen Metalls 30.

Luft und Oel treten im selben Bereich, im ringförmigen Luft- bzw. Gaskissen 54, aus, im vorliegenden Fall getrennt.

Zwischen dem schmelzflüssigen Metall 30 und dem erstarrten Teil 56 des Strangs 16 bildet sich, zwischen der Liquidusfläche L und der Solidusfläche S, ein pastöser Bereich 58 mit einem Gemisch von flüssiger und fester Phase.

Die vertikale Distanz zwischen dem gemeinsamen Niveau 60 des schmelzflüssigen Metalls 30 im Giessrinnensystem 10, den Nuten 24 und der Kokille 14 und dem Uebergang der Anschrägung 34 des Isolationsrings 32 auf die Kokille 14, im Bereich der Luftaustrittskanäle, wird als Metallstand H_1 bezeichnet. Der Metallstand H_1 liegt im Bereich von 200 mm. Die Isolation 32 hat eine Anschrägungstiefe H_2 von etwa 10 mm. Die Summe von $H_1 + H_2$ wird mit H bezeichnet.

Der Druck im Luftkissen 54 darf den metallostatistischen Druck in der Tiefe H_1 , vermehrt um die Grenzflächen- und Oberflächenspannung, aus den oben erwähnten Gründen nicht unterschreiten und in der Tiefe H nicht überschreiten.

In Fig. 3 wird der metallostatistische Druck in Funktion des Metallstandes H_1 aufgetragen. Der metallostatisti-

sche Druck p berechnet sich wie folgt:

$$p = \rho g H_1,$$

wobei ρ die von der Legierung und der Temperatur abhängige Dichte des schmelzflüssigen Metalls ist und g der ortskonstanten Erdbeschleunigung entspricht. Die nach dieser Formel berechneten Werte sind in Fig. 3 auf der Kurve C eingetragen.

Die für optimale Giessbedingungen gemessenen Werte sind auf der Kurve A aufgetragen, welche geringfügig über der theoretischen Kurve C liegt. Der Abstand beträgt etwa 2 mbar.

Schliesslich sind in Kurve B noch die Werte für die beginnende Blasenbildung eingetragen worden. Theoretisch beginnt die Blasenbildung, wenn in der obenstehenden Formel, unter Hinzufügung der bereits erwähnten Grenzflächen- und Oberflächenspannung, H anstelle von H_1 in die obenstehende Formel eingesetzt wird, wobei $H = H_1 + H_2$ (Fig. 2).

Fig. 3 kann in der Praxis verwendet werden um bei gegebenem Metallstand den anzuwendenden optimalen Druck abzulesen. Dieser liegt, wie bereits erwähnt, bei oder knapp unter 50 mbar.

Fig. 4 zeigt eine Hauptleitung 62 der Druckluftspeisung, welche durch ein Druckregelventil 64 geführt wird. Nach der Abzweigung zu einem Messumformer 66 für den Ist-Druck zweigen von der Hauptleitung 62 zu den Kokillen führende Verteilungsleitungen 68 ab. Die Anzahl der Verteilungsleitungen 68 entspricht der Anzahl Kokillen in der Giessmaschine, beispielsweise bis 36.

Vom Messumformer 66 wird eine Regelgrösse zu einem Prozessor 70 geleitet. Dort wird die dem Ist-Druck entsprechende Regelgrösse mit einer von einem Computer 72 berechneten Regelgrösse für den vom Metallstand abhängigen Soll-Druck verglichen. Besteht ein Relativdruck, also eine Druckdifferenz zwischen dem Soll- und Ist-Druck, löst der Prozessor ein als Stellgrösse bezeichnetes Signal aus, welches auf den Aktuator 74 des Druckregelventils 64 einwirkt und dieses je nach Vorzeichen und Absolutwert des festgestellten Δp verändert. Der Aktuator 74 kann beispielsweise ein Schrittmotor oder ein Gleichstrommotor sein.

Mit dieser automatischen Druckregelung wird laufend ein vom Metallstand H_1 (Fig. 2) abhängiger Soll-Wert errechnet, der mit dem Ist-Wert der Luftspeisung verglichen wird. Der Druck im Luftkissen wird durch Aenderung des Drucks in der Hauptleitung 62 automatisch an einen veränderten Metallstand angepasst.

Der in Fig. 5 dargestellte Luftdurchfluss V pro Zeiteinheit und Kokille ist in Funktion der Giesszeit t aufgetragen. Am Giessanfang t_1 ist der Luftdurchfluss V_A verhältnismässig hoch. Mit dem Einsetzen der Zufuhr von flüssigem Metall und steigendem Metallniveau fällt der Luftdurchfluss verhältnismässig steil ab. Beim Erreichen der Luftmenge V_1 wird, mit einer Verzögerung von etwa 5 sec, ein Signal für das Absenken des Gies-

stichs ausgelöst. Im vorliegenden Fall tritt kurz nach dem Erreichen des minimalen Soll-Wertes V_s von etwa 2 bis 3 mbar ein Kaltlauf K auf. Wegen schlechter Strangqualität kann Luft zwischen der Kokille und dem Strang entweichen. Nach kurzer Zeit ist die Qualität normal, der Luftdurchfluss sinkt wieder auf den minimalen Sollwert V_s . Am Giessende, zur Zeit t_2 sinkt das Metallniveau in der Kokille, der Luftdurchfluss V steigt entsprechend steil an. Beim Erreichen von V_2 wird ein Signal für das Giessende ausgelöst.

Mit einer gestrichelten Linie 76 ist der Reglerdruck, im vorliegenden Fall im stationären Normalbetrieb 45 mbar, angegeben. Die punktierte Linie 78 zeigt den Druckverlauf nach 3 m Länge in einer Hauptleitung mit 6 mm Innendurchmesser.

Aus Fig. 5 ist gut ersichtlich, dass bei geringerem Druck p in der Hauptleitung der Luftdurchfluss V grösser ist.

Fig. 6 zeigt, dass der Luftdurchfluss Q der Summe aller Luftverluste entspricht. Der Luftdurchfluss wird über einen Durchflussmesser 80 festgestellt.

Die Verluste zwischen dem Durchflussmesser und der Kokille, in Leitungen, Kupplungen, Filtern, Ventilen, Druckreglern usw., werden mit Q_1 bezeichnet, die Verluste in der Kokille selbst mit Q_2 .

Im Bereich des Luftkissens 54 treten folgende Luftverluste auf:

- Q_3 : Undichtigkeiten zwischen dem Isolationsring 32 und der Kokille 14,
- Q_4 : Undichtigkeiten des Isolationsrings 32 (z.B. Risse),
- Q_5 : Blasenbildung, wenn der Druck des Luftkissens über dem maximal zulässigen Druck liegt,
- Q_6 : Reaktion der Luft mit der Schmelze und/oder dem Schmiermittel,
- Q_7 : Undichtigkeiten zwischen der Kokille und dem gegossenen Strang (Oberflächenrauigkeit des Strangs, Zustand der Kokillenwand).

Die Verluste Q_1 bis Q_4 sind durch den Zustand der Anlage bedingt, sie müssen bei funktionsfähigen Anlagen vernachlässigbar klein sein.

Die Luftverluste Q_5 und insbesondere Q_7 lassen Rückschlüsse auf die Qualität des gegossenen Strangs zu.

Selbstverständlich können, wie erwähnt, anstelle der in den Beispielen aufgeführten Luft auch andere Gase, insbesondere Stickstoff oder Argon verwendet werden. Die wesentlichen Merkmale der Erfindung werden dadurch nicht beeinflusst, obwohl der Verlust Q_6 verschwindet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einspeisen von schmelzflüssigem Metall (30) in die im oberen Bereich innenisolierten Kokillen (14) einer automatisierten Stranggiessan-

lage mit einem vorgeschalteten Giessoßen und einem Giessrinnensystem (10), welches einen alle Kokillen (14) auf gleichem Niveau (60) mit Metall speisenden Verteilungstrog (22) umfasst, wobei im unterhalb eines Innenrings (32) liegenden Bereich ein den direkten Kontakt der Kokille (14) mit dem schmelzflüssigen Metall (30) verhinderndes Gaskissen (54) aufrecht erhalten und in dessen Bereich Oel eingespritzt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine gemeinsame Hauptleitung (62) mit Verteilungsleitungen (68) Luft oder ein Inertgas mit dem gleichen, geringen Ueberdruck in alle Kokillen (14) führt, und der Relativdruck zwischen einem in Funktion der über eine Niveausonde gemessenen Metallhöhe (H_1) programmrechneten Sollwert und einem in der Hauptleitung (62) mit einem Messumformer (66) gemessenen Ist-Wert der programmgesteuerten Regelung und Ueberwachung dient, indem die Reglerfunktion mittels eines Prozessors (70) durch Abgabe eines Signals für den Aktuator (74) eines gemeinsamen Druckregelventils (64) erfüllt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der variable Aussendruck ausgeglichen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Giessbeginn, ohne flüssiges Metall (30), der Luftdurchfluss (V) pro Kokille (14) einen ersten, höheren Wert (V_A) erreicht und, mit fließendem Metall (30), kurz nach dem Unterschreiten eines zweiten, tieferen Werts (V_1) für den Luftdurchfluss (V), das Absenken des Giesstisches (18) mit den Anfahrböden (28) ausgelöst wird, wobei der erste Wert (V_A) bei einem eingestellten Druck von etwa 45 mbar vorzugsweise 12 - 15 NI/min, der zweite Wert (V_1) etwa 8 - 10 NI/min und die Verzögerung nach dem Erreichen des zweiten Wertes etwa 5 sec beträgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der minimale und der maximale Druck im Gaskissen (54) in Funktion des metallostatistischen Druck eingestellt werden, wobei der minimale Druck eine Funktion der Dichte der Schmelze (ρ), der Erdbeschleunigung (g), des Metallstands (H_1), der Grenzflächenspannung der Schmelze (30) im Bereich Isolation (32)/Kokille (14) und der Oberflächenspannung der Schmelze (30) im Bereich des Gaskissens (54), und der maximale Druck eine Funktion der Dichte der Schmelze (30), der Erdbeschleunigung (g) und der Tiefe (H_2) der Abschrägung (34) des Isolationsrings (32) ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass pro Zeiteinheit

unabhängig vom Leitungswiderstand allen Kokillen (14) die gleiche Menge Oel zugeführt und das Oel bevorzugt pulsweise in den Bereich des Gaskissens (54) gespritzt wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit innenisolierten Kokillen (14) einer automatisierten Stranggießanlage, einem vorgeschalteten Gießofen und einem Gießrinnensystem (10), welches einem Verteilungstrag (22) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Hauptleitung (62) für die Gaszufuhr mit anlageseitig einem Servodruckventil (64) und einem Messumformer (66) sowie rechnerseitig einen die Istdruck-Regelgrößen des Messumformers (66) und die Regelgröße des Solldrucks vergleichenden, eine Stellgröße für den Aktuator (74) des Druckregelventils (64) auslösenden, Prozessor (70) umfasst, und dass der Solldruck über ein Programm in Funktion der über eine Niveausonde gemessenen Metallhöhe (H_1) berechnet wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass von der Hauptleitung (62) mit einem Innendurchmesser von vorzugsweise 5 - 10 cm ausschliesslich direkt zu den Kokillen (14) führende Verbindungsleitungen (68) abzweigen, wobei die Summe des Querschnitts aller Verbindungsleitungen (68) wesentlich unter dem Querschnitt der Hauptleitung (62) liegt, vorzugsweise wenigstens 20%.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein oberliegender Isolationsring (32) der Kokillen (14) auf der Unterseite eine Hinterschneidung, vorzugsweise eine Anschrägung (34) mit einer Tiefe (H_2) von etwa 10 mm, aufweist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Messung des überall gleichen Metallniveaus (60) ein auch demontierbarer Lasersensor angeordnet ist.
10. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Automatisierung des Anfahrens und des Giessendes sowie zur Qualitätskontrolle während der stationären Phase des Stranggiessens.

Claims

1. Process for feeding molten metal (30) into the moulds (14), internally insulated in the upper region, of an automatic continuous casting plant comprising an upstream pouring furnace and a runner system (10) which includes a distributing trough (22) feeding all of the moulds (14) with metal to the same level (60), a gas cushion (54) preventing

direct contact between the mould (14) and the molten metal (30) being maintained in the region situated below an inner ring (32) and oil being injected into this region, characterised in that a common main (62) with distributing lines (68) leads air or an inert gas at the same slight excess pressure into all of the moulds (14) and the relative pressure between a desired value program-calculated as a function of the metal level (H_1) measured by a level probe and an actual value measured in the main (62) by a measuring transducer (66) serves for the program-controlled control and monitoring, the controller function being performed by means of a processor (70) delivering a signal for the actuator (74) of a common pressure control valve (64).

2. Process according to claim 1, characterised in that the variable external pressure is compensated for.

3. Process according to claim 1 or claim 2, characterised in that, at the start of casting, without molten metal (30), the air flow rate (V) per mould (14) reaches a first higher value (V_A) and, with flowing metal (30), lowering of the casting plate (18) with the starting bases (28) is triggered shortly after the air flow rate (V) falls below a second lower value (V_1), the first value (V_A) preferably being 12 - 15 NI/min at a set pressure of approximately 45 mbar, the second value (V_1) being approximately 8 - 10 NI/min and the delay after the second value is reached being approximately 5 sec.

4. Process according to one of claims 1 to 3, characterised in that the minimum and the maximum pressure in the gas cushion (54) are set as a function of the metalostatic pressure, the minimum pressure being a function of the density of the melt (ρ), the acceleration due to gravity (g), the metal level (H_1), the interface strain of the melt (30) in the region of the insulation (32) and the mould (14) and the surface tension of the melt (30) in the region of the gas cushion (54), and the maximum pressure being a function of the density of the melt (30), the acceleration due to gravity (g) and the depth (H_2) of the bevel (34) of the insulating ring (32).

5. Process according to one of claims 1 to 4, characterised in that the same quantity of oil is supplied to all of the moulds (14) per unit of time irrespective of the line resistance and the oil is preferably injected in pulses into the region of the gas cushion (54).

6. Device for carrying out the process according to one of claims 1 to 5, comprising internally insulated moulds (14) of an automatic continuous casting plant, an upstream pouring furnace and a runner system (10) which includes a distributing trough (22), characterised in that it includes a main (62) for

the gas supply with a servo-control valve (64) and a measuring transducer (66) at the plant side and a processor (70) comparing the actual pressure controlled variables of the measuring transducer (66) and the controlled variable of the desired pressure and triggering a manipulated variable for the actuator (74) of the pressure control valve (64) at the computer side, and in that the desired value is calculated by a program as a function of the metal level (H_1) measured by a level probe.

7. Device according to claim 6, characterised in that connecting lines (68) leading exclusively directly to the moulds (14) with an inner diameter of preferably 5 - 10 cm branch off from the main (62), the sum of the cross section of all of the connecting lines (68) being substantially below the cross section of the main (62), preferably at least 20 %.

8. Device according to claim 6 or claim 7, characterised in that an upper insulating ring (32) of the moulds (14) is provided on its underside with an undercut, preferably a bevel (34) with a depth (H_2) of approximately 10 mm.

9. Device according to one of claims 6 to 8, characterised in that a likewise removable laser sensor is provided for measuring the metal level (60) identical throughout.

10. Application of the process according to one of claims 1 to 5 for automating the starting and end of casting and for quality control during the stationary phase of continuous casting.

Revendications

1. Procédé d'alimentation de métal en fusion dans les coquilles (14), isolées intérieurement dans la région supérieure, d'une installation de coulée continue automatique, avec un four de coulée disposé en amont et un système de goulottes de coulée (10) qui comprend une auge de répartition (22) qui alimente en métal toutes les coquilles (14) au même niveau (60), dans lequel on maintient dans une région au-dessous d'une bague intérieure (32) un coussin de gaz (54) qui empêche le contact direct de la coquille (14) avec le métal en fusion (30) et dans la région duquel on injecte de l'huile, caractérisé en ce que une conduite principale commune (62) avec des conduites de répartition (68) amène de l'air ou un gaz inerte sous la même légère surpression dans toutes les coquilles (14), et en ce que la pression relative entre une valeur de consigne, calculée par un programme en fonction de la hauteur de métal (H_1) mesurée au moyen d'une sonde de niveau, et une valeur réelle, mesurée dans la conduite princi-

- pale (62) au moyen d'un transducteur de mesure (66), sert à la régulation et à la surveillance sous la commande d'un programme, la fonction de régulation étant remplie au moyen d'un processeur (70) en délivrant un signal pour l'actionneur (74) d'une valve de régulation de pression commune (64). 5
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la pression extérieure variable est compensée. 10
3. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lors du début de la coulée, sans métal liquide (30), le débit d'air (V) par coquille (14) atteint une première valeur plus élevée (V_A) et, tandis que le métal (30) s'écoule, brièvement avant de tomber au-dessous d'une seconde valeur plus basse (V_1) pour le débit d'air (V), on déclenche l'abaissement de la table de coulée (18) au moyen des plateformes de départ (28), la première valeur (V_A) s'élevant de préférence de 12 à 15 NI/min pour une pression établie d'environ 45 mbar, la seconde valeur (V_1) s'élevant à environ 8 à 10 NI/min, et le retard après avoir atteint la seconde valeur s'élevant à environ 5 secondes. 15 20 25
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la pression minimum et la pression maximum dans le coussin de gaz (54) sont réglées en fonction de la pression statique du métal, la pression minimum étant une fonction de la densité de la fonte (δ), de l'accélération terrestre (g), de la hauteur de métal (H_1) de la tension superficielle de la fonte (30) dans la région entre l'isolation (32) et la coquille (14), et de la tension superficielle de la fonte (30) dans la région du coussin de gaz (54), et la pression maximum étant une fonction de la densité de la fonte (30), de l'accélération terrestre (g), et de la profondeur (H_1) de la découpe oblique (34) de la bague d'isolation (32). 30 35 40
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on admet par unité de temps et indépendamment de la résistance des conduites la même quantité d'huile à toutes les coquilles (14), et en ce que l'huile est injectée de préférence par impulsions dans la région du coussin de gaz (54). 45
6. Appareil pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant des coquilles (14) intérieurement isolées d'une installation de coulée continue automatique, un four de coulée disposé en amont, et un système de gouttes de coulée (10) qui comprend une auge de répartition (22), caractérisé en ce qu'il comprend côté installation une conduite principale (62) pour l'alimentation en gaz, avec une valve d'asservissement de pression (64) et un transducteur de mesure (66), et côté ordinateur a processeur (70) qui compare les valeurs de régulation de la pression réelle du transducteur de mesure (66) et la valeur de régulation de la pression de consigne, et qui déclenche une valeur de réglage pour l'actionneur (74) de la valve de régulation de pression (64), et en ce que la valeur de consigne est calculée par un programme en fonction de la hauteur de métal (H_1) mesurée au moyen d'une sonde de niveau. 50 55
7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que des conduites de liaison (68) qui mènent exclusivement directement aux coquilles (14) sont branchées en dérivation depuis la conduite principale (62) avec un diamètre intérieur de préférence de 5 à 10 cm, la somme des sections transversales de toutes les conduites de liaison (68) étant notablement inférieure à la section transversale de la conduite principale (62), de préférence d'au moins 20%. 60
8. Appareil selon l'une ou l'autre des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce qu'une bague d'isolation (32) située en haut des coquilles (14) comporte à la face inférieure une contre-dépouille, de préférence une découpe en oblique (34) avec une profondeur (H_2) d'environ 10 mm. 65
9. Appareil selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce qu'on prévoit un détecteur à laser, également démontable, pour la mesure du niveau de métal (60), ce dernier étant partout le même. 70
10. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, pour l'automatisation du démarrage et de la fin de coulée ainsi que pour le contrôle qualité pendant la phase stationnaire de la coulée continue. 75

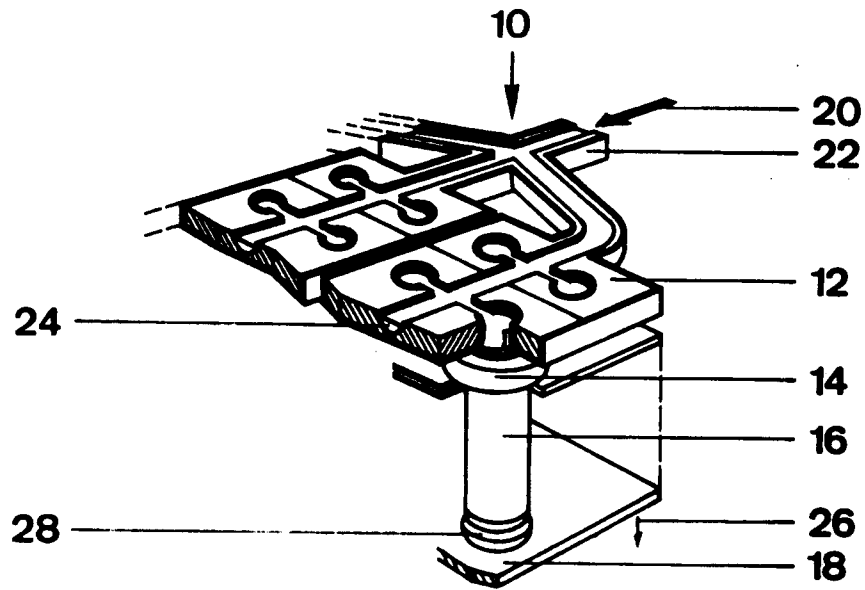


Fig. 1

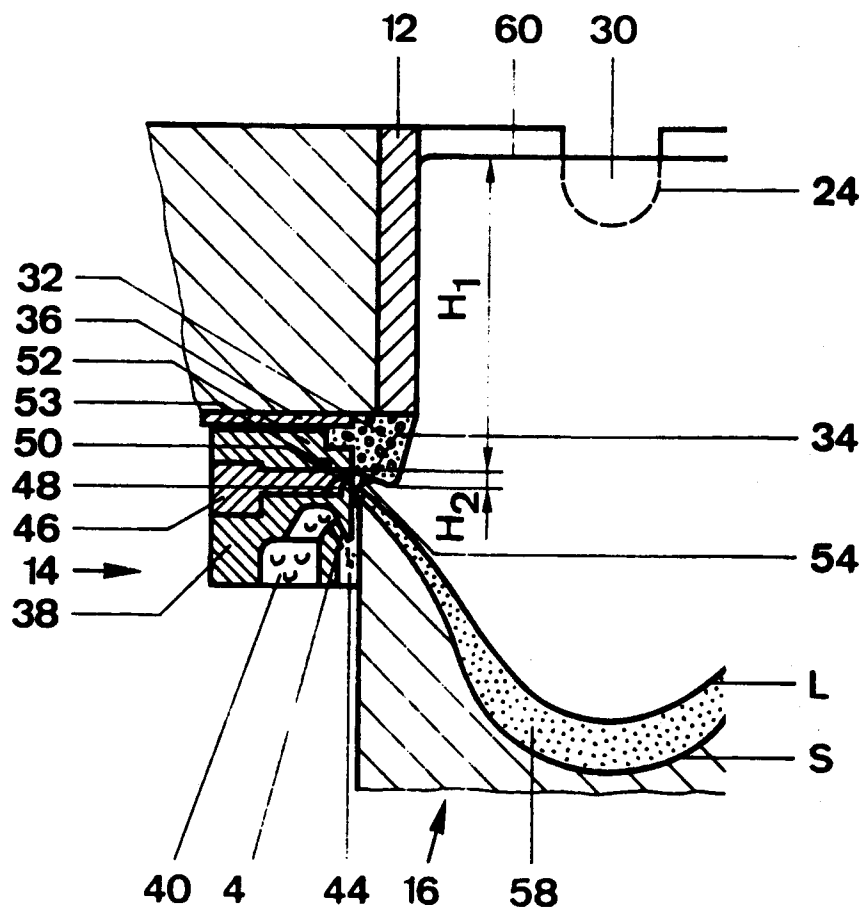


Fig. 2

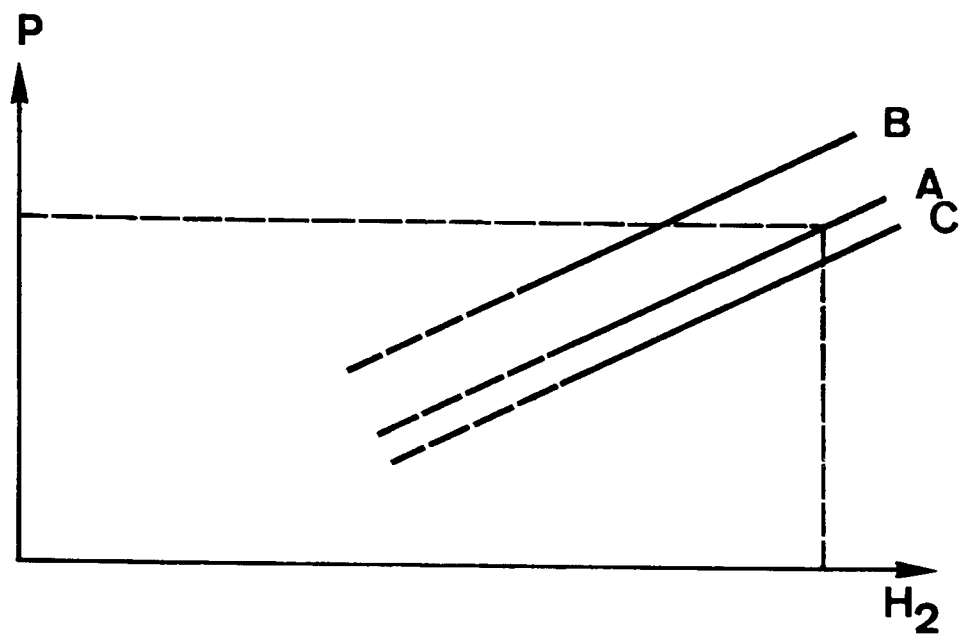


Fig. 3

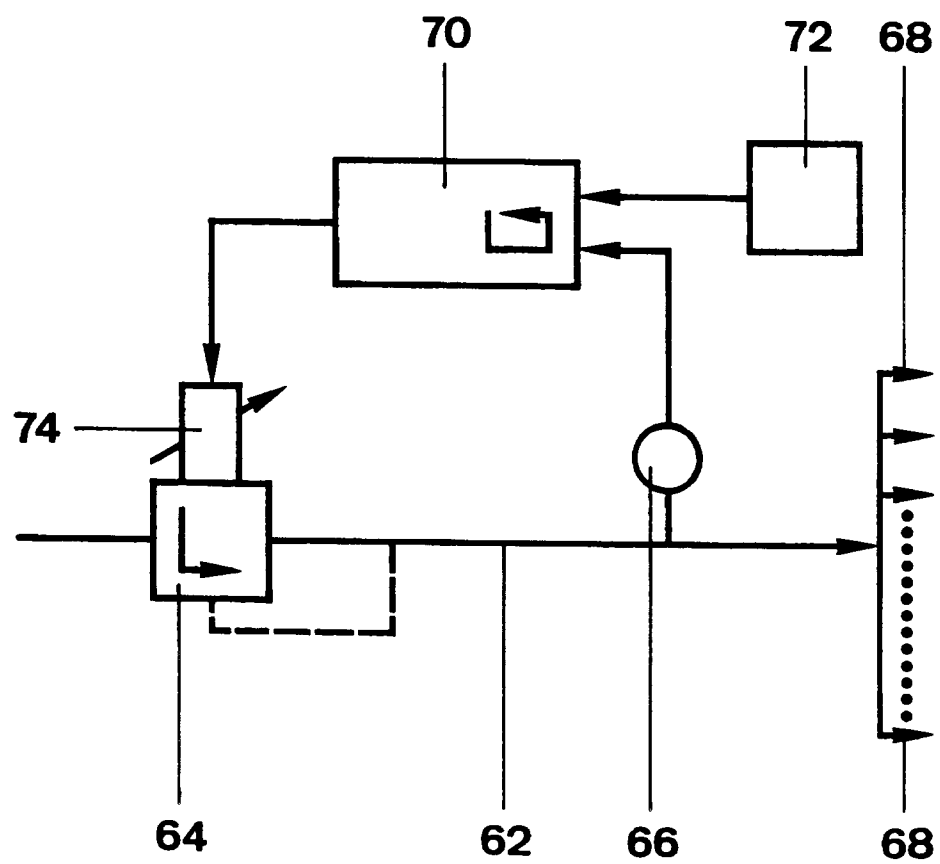


Fig. 4

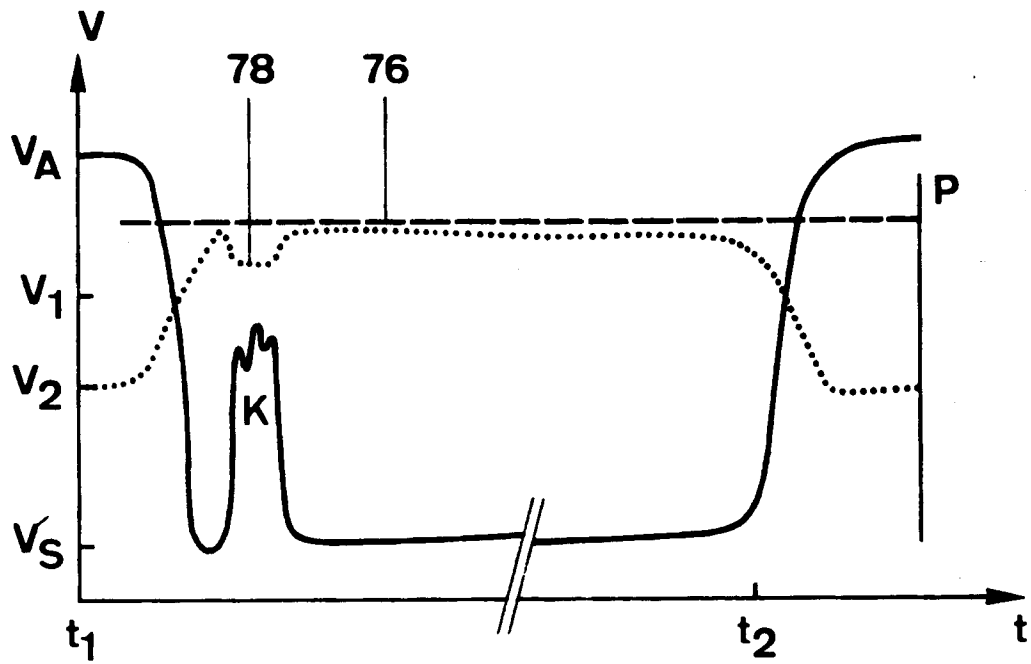


Fig. 5

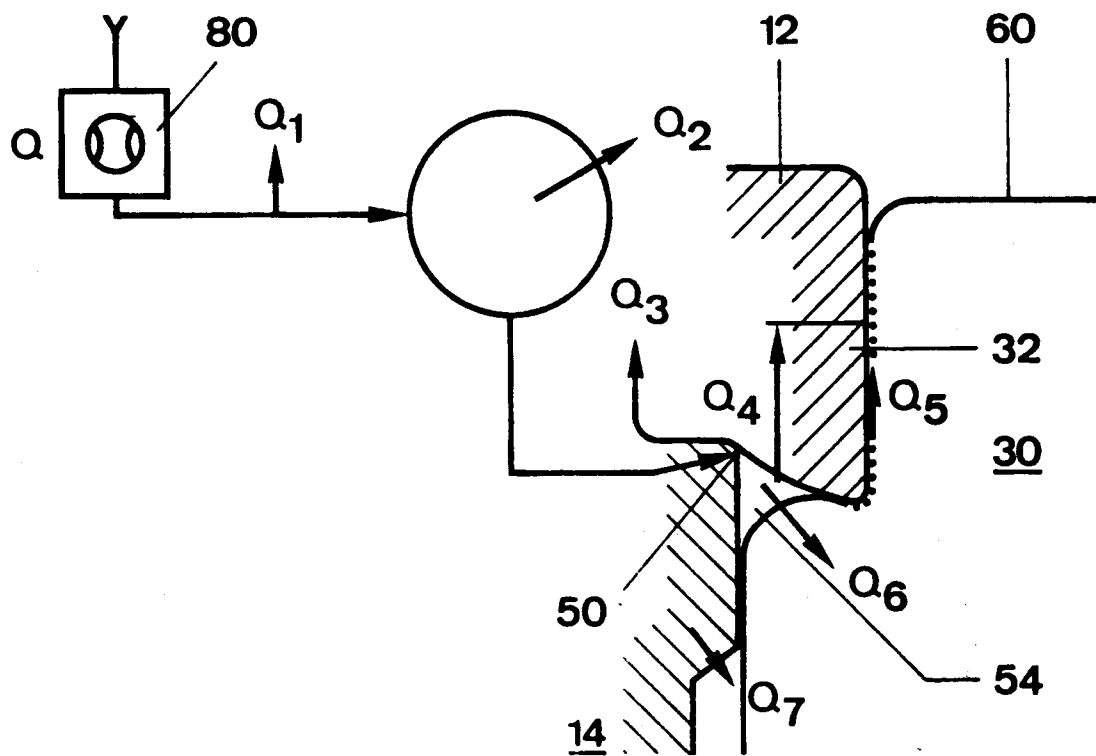


Fig. 6