

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 223 017
A1

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 86113282.7

51

Int. Cl. 4: B22D 39/00

22

Anmeldetag: 26.09.86

30

Priorität: 07.10.85 DE 3535796

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.05.87 Patentblatt 87/22

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

71

Anmelder: INTERATOM Gesellschaft mit
beschränkter Haftung
Friedrich-Ebert-Strasse
D-5060 Bergisch Gladbach 1(DE)

72

Erfinder: Berg, Bruno
Am Zuckerberg 15
D-5060 Bergisch Gladbach 2(DE)
Erfinder: Lauhoff, Theodor, Dipl.-Ing.
Enrico-Fermi-Strasse 2
D-5060 Bergisch Gladbach 1(DE)
Erfinder: Thissen, Klaus, Dipl.-Ing.
Aachener Strasse 392-394
D-5000 Köln 41(DE)
Erfinder: Barzantny, Joachim
Im Wiesengrund 42
D-5067 Kürten-Eichhof(DE)

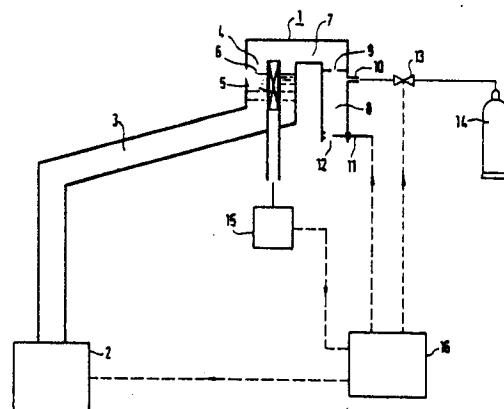
74

Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al
Postfach 22 01 76
D-8000 München 22(DE)

54 Verfahren zur Dosierung von Flüssigmetall und zugehörige Pumpe.

57 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Dosierung von Flüssigmetall, wobei durch Regelung der Förderleistung einer Förderpumpe (2), insbesondere einer elektromagnetischen Pumpe, in den Förderpausen mittels eines Füllstandsfühlers (5) eine bestimmte Förderhöhe (6) in einem Zuführsystem (3, 4, 7, 8) eingehalten und während der Förderzeiten die Förderleistung erhöht wird. Erfindungsgemäß wird die Förderleistung während der Förderzeiten immer um einen bestimmten Betrag über die zur Einhaltung der Förderhöhe (6) in den Förderpausen nötige Förderleistung erhöht. Durch diese Vorgehensweise erübrigen sich Messungen der Füllstandshöhe im Schmelzenbehälter und eventuell der Temperatur der Schmelze. Da die Förderhöhe (6) in den Förderpausen geringfügig schwankt, sollte ein Regler mit Integralanteil, vorzugsweise ein PID-Regler verwendet werden, dessen Integralanteil getrennt gemessen bzw. berechnet

wird, woraus sich dann der Mittelwert der Förderleistung in den Förderpausen ergibt, zu dem die zusätzliche Förderleistung in den Förderzeiten addiert wird. Das vorgeschlagene Verfahren vereinfacht die Regelung einer Dosiervorrichtung für Flüssigmetall.



EP 0 223 017 A1

Verfahren zur Dosierung von Flüssigmetall und zugehörige Pumpe

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Dosierung von Flüssigmetall nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere unter Verwendung einer elektromagnetischen Pumpe. Aus der EP-A-0 095 620 ist bereits ein Verfahren zur Regelung der Förderleistung einer induktiven Flüssigmetallförderpumpe bekannt, bei welcher mehrere verschiedene Parameter zur Regelung der Pumpe benutzt werden. Aus dieser Schrift ist auch bekannt, daß während der Förderpausen der Flüssigmetallspiegel immer an einer definierten Stelle im Förderrohr gehalten werden muß, um eine präzise Dosierung zu ermöglichen.

Die bisherigen Verfahren zur Dosierung von Flüssigmetall gingen in ihrem Regelungs- bzw. Steuerkonzept davon aus, daß für eine präzise Dosierung mehrere Parameter, so beispielsweise die Höhe der Schmelze im Vorratsbehälter und deren Temperatur, bekannt sein mußten, damit die Förderleistung der Pumpe in den Förderzeiten entsprechend eingestellt werden konnte.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines vereinfachten Verfahrens zur Dosierung von Flüssigmetall, welches mit einem geringen Aufwand an Instrumentierung und Regelungstechnik auskommt. Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren nach dem Hauptanspruch vorgeschlagen. Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, daß die Förderleistung, welche in den Förderpausen zur Einhaltung einer bestimmten Förderhöhe in einem Zuführsystem nötig ist, schon alle für die Regelung benötigten Informationen über das Fördersystem enthält. Bei einem niedrigen Spiegel der Schmelze im Schmelzenbehälter beispielsweise oder bei hoher Schmelzentemperatur wird schon in den Förderpausen eine erhöhte Förderleistung zur Einhaltung der bestimmten Förderhöhe im Zuführsystem benötigt. Es ist daher nicht nötig, die entsprechenden Parameter im Schmelzenbehälter zu messen. Vielmehr kann man während der Förderzeiten die Pumpleistung immer um einen bestimmten Betrag über die Pausenleistung erhöhen und erreicht dadurch eine konstante Fördermenge pro Zeiteinheit, so daß eine präzise Dosierung durch reine Zeitsteuerung des Pumpvorganges möglich ist. Dies vereinfacht die Steuerung des Dosiervorganges Außer einem Füllstandsfühler wird keine weitere Instrumentierung benötigt. Das bisher beschriebene Verfahren weist jedoch bei sehr hohen Anforderungen an die Genauigkeit eine Schwierigkeit auf. Die Flüssigmetallsäule im Zuführsystem ist eine schwingfähige Masse, deren Einregelung auf einen bestimmten Sollwert mit einem einfachen Proportionalregler nicht genügend genau ist. Es muß daher ein Regler mit Integrala-

nteil, vorzugsweise ein PID-Regler oder ein ID-Regler verwendet werden. Geregelt wird die Förderleistung der Förderpumpe und gemessen wird der Füllstand, d. h. die Höhe der Flüssigmetallsäule im Zuführsystem. Bei dieser Art der Regelung stellt sich keine konstante Förderleistung zur Einhaltung einer bestimmten Flüssigmetallsäulenhöhe ein, sondern es finden während der Förderpausen ständig kleine Regelschwankungen statt. Dennoch läßt sich der Mittelwert der Förderleistung in den Förderpausen, welcher für das erfindungsgemäße Verfahren von Bedeutung ist, leicht ermitteln, indem der Integralanteil des Reglers getrennt gemessen bzw. berechnet wird, woraus sich dann der Mittelwert der Förderleistung ergibt, zu dem die zusätzliche Förderleistung in den Förderzeiten addiert werden muß.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird im Anspruch 3 vorgeschlagen, daß der Flüssigmetallstrom im Zuführsystem, vorzugsweise in dessen End- bzw. Auslaßbereich mittels einer definierten Drosselstelle gedrosselt wird. Bei einer reinen Zeitsteuerung der Dosiervorrichtung ist es wichtig, daß in den Förderzeiten immer konstante Fördermengen pro Zeiteinheit erreicht werden, wobei sich diese im Laufe der Betriebszeit nicht verändern sollen. Durch eine definierte Drosselstelle werden Einflüsse von sonstigen Ablagerungen im Zuführsystem stark verringert, da im wesentlichen der Querschnitt der Drosselstelle die Fördermenge pro Zeiteinheit bestimmt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird im Anspruch 4 vorgeschlagen, daß in den Förderpausen der nicht mit Flüssigmetall gefüllte Bereich des Zuführsystems unter Schutzgas gehalten wird, und zwar durch schwallartige Zufuhr am Ende der Förderzeiten und durch geringe Zufuhr in den Förderpausen. Diese Maßnahme, welche insbesondere für leicht oxidierbare Flüssigmetalle, beispielsweise Magnesium, von Bedeutung ist, verringert zusätzlich das Risiko von oxidischen Ablagerungen im Zuführsystem.

Ergänzend dazu wird im Anspruch 5 noch vorgeschlagen, daß am Ende der Förderzeiten nach Beendigung des Flüssigmetallflusses das Ende des Zuführsystems mittels eines Schiebers oder dergleichen verschlossen wird. Dadurch wird das System weitgehend gegen Sauerstoffzufuhr abgedichtet, ohne daß der Verbrauch an Schutzgas besonders hoch wird.

In Anspruch 6 wird eine besonders für das Verfahren geeignete elektromagnetische Pumpe beschrieben. Normalerweise zeigt jede solche Pumpe eine funktionale Abhängigkeit des

Förderdruckes ΔP bei gegebenem Quadrat des Spulenstromes I^2 von der Temperatur der Schmelze. Erfindungsgemäß wird die Pumpe so ausgelegt, daß $\Delta P / I^2$ möglichst unabhängig von der Schmelztemperatur ist. Dies ist durch entsprechende Geometrie und Spulendimensionierung möglich. Dadurch braucht die Regelung nur noch den Flüssigmetallspiegel im Schmelzenbehälter, nicht jedoch die Schmelztemperatur zu berücksichtigen, wodurch die Genauigkeit erhöht wird.

Die Zeichnung zeigt in schematischer Darstellung ein Dosiersystem für Flüssigmetall mit seinen zugehörigen Regeleinrichtungen. Besonders im Maßstab herausgestellt ist der Gießkopf 1, welcher von einer Flüssigmetallförderpumpe 2 über ein Zuführrohr 3 mit Flüssigmetall gefüllt werden kann. Das Flüssigmetall stammt aus einem hier nicht dargestellten üblichen Schmelzenbehälter oder dergleichen. Der Gießkopf 1 weist eine Vorkammer 4, einen Überlaufabschnitt 7 und eine Auslaßkammer 8 auf. In der Vorkammer 4 ist eine Füllstandsmeßanordnung 5 angeordnet, und zwar vorzugsweise ein induktiver Füllstandsmesser, welcher von unten in ein entsprechendes Sackrohr einführbar ist. Mittels dieses Füllstandsmessers 5 kann der Flüssigmetallspiegel 6 in der Vorkammer 4 genau gemessen und in den Förderpausen auf einen ganz bestimmten Sollwert präzise eingeregelt werden. Der Überlaufabschnitt 7 bzw., wie hier dargestellt die Auslaßkammer 8 weist eine Drosselstelle 9 auf, welche einen definierten Förderquerschnitt für das Flüssigmetall bildet. Ferner weist die Auslaßkammer 8, vorzugsweise hinter der Drosselstelle 9 eine Schutzgaseinspeisung 10 auf, durch welche Schutzgas zugeführt werden kann. Ein Verschlusschieber 11 am unteren Ende 12 der Auslaßkammer 8, ermöglicht ein Verschließen der Auslaßkammer in Förderpausen. Ein steuerbares Ventil 13 ermöglicht die schwallweise Zufuhr von Schutzgas aus einem Vorratsbehälter 14. Eine zentrale Steuerelektronik 16 steuert den gesamten Dosiervorgang. Dazu wird die Elektronik zunächst mit den in einer Füllstandsmeßelektronik 15 gemessenen Füllstandswerten in der Vorkammer 4 beaufschlagt. Daraus bestimmt die Steuerelektronik 16 die Förderleistung der Förderpumpe 2 in den Förderpausen, so daß ein präziser Füllstand 6 eingehalten werden kann. Während der Förderzeiten erhöht die Steuerschaltung 16 die Förderleistung für eine bestimmte Zeit um einen bestimmten Betrag, so daß die gewünschte Flüssigmetallmenge gefördert wird. Anschließend wird die Förderleistung wieder auf den Ausgangswert reduziert und der Flüssigmetallspiegel 6 der Vorkammer auf den vorherigen Sollwert gebracht. Gleichzeitig wird bei Beendigung des Fördervorganges das Ventil 13 geöffnet und ein Schwall Schutzgas

in die Auslaßkammer 8 eingelassen. Dadurch wird der Zutritt von Sauerstoff in den Gießkopf 1 verhindert. Durch Schließen des Verschlusschiebers 11 wird die sauerstofffreie Atmosphäre im Gießkopf 1 erhalten und ein Nachtropfen verhindert. Der vorgeschlagene Gießkopf eignet sich in besonderer Weise zur Förderung von Flüssigmetall in Verbindung mit elektromagnetischen Förderpumpen, da diese eine gute Regelbarkeit und schnelle Ansprechzeiten besitzen.

Ansprüche

1. Verfahren zur Dosierung von Flüssigmetall, wobei durch Regelung der Förderleistung einer Förderpumpe (2), insbesondere einer elektromagnetischen Pumpe, in den Förderpausen mittels eines Füllstandsfühlers (5) eine bestimmte Förderhöhe (6) in einem Zuführsystem (3, 4, 7, 8) eingehalten und während der Förderzeiten die Förderleistung erhöht wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Förderleistung während der Förderzeiten immer um einen bestimmten Betrag über die zur Einhaltung der Förderhöhe (6) in den Förderpausen nötige Förderleistung erhöht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelung der Förderhöhe während der Förderpausen durch einen Regler mit Integralanteil, vorzugsweise einen PID-Regler oder einen ID-Regler erfolgt, wobei der Integralanteil des Reglers getrennt gemessen bzw. berechnet wird, woraus dann der Mittelwert der Förderleistung in den Förderpausen bestimmt wird, zu dem die zusätzliche Förderleistung in den Förderzeiten addiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flüssigmetallstrom im Zuführsystem (3, 4, 7, 8), vorzugsweise in dessen End- bzw. Auslaßbereich (7, 8) mittels einer definierten Drosselstelle (9) gedrosselt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Förderpausen der nicht mit Flüssigmetall gefüllte Bereich (7, 8) des Zuführsystems (3, 4, 7, 8) unter Schutzgas gehalten wird, und zwar durch schwallartige Zufuhr am Ende der Förderzeiten und durch geringe Zufuhr in den Förderpausen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Ende der Förderzeiten, nach Beendigung des Flüssigmetallflusses, das Ende (12) des Zuführsystems (3, 4, 7, 8) mittels eines Schiebers (11) oder dergleichen verschlossen wird.

6. Elektromagnetische Pumpe, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Pumpe so ausgelegt ist, daß das Verhältnis

des Förderdruckes zum Quadrat des in den Pumpenspulen fließenden Stromes ($\Delta P/I^2$) sich möglichst wenig in Abhängigkeit von der Schmelzentemperatur ändert.

5

10

15

20

25

30

35

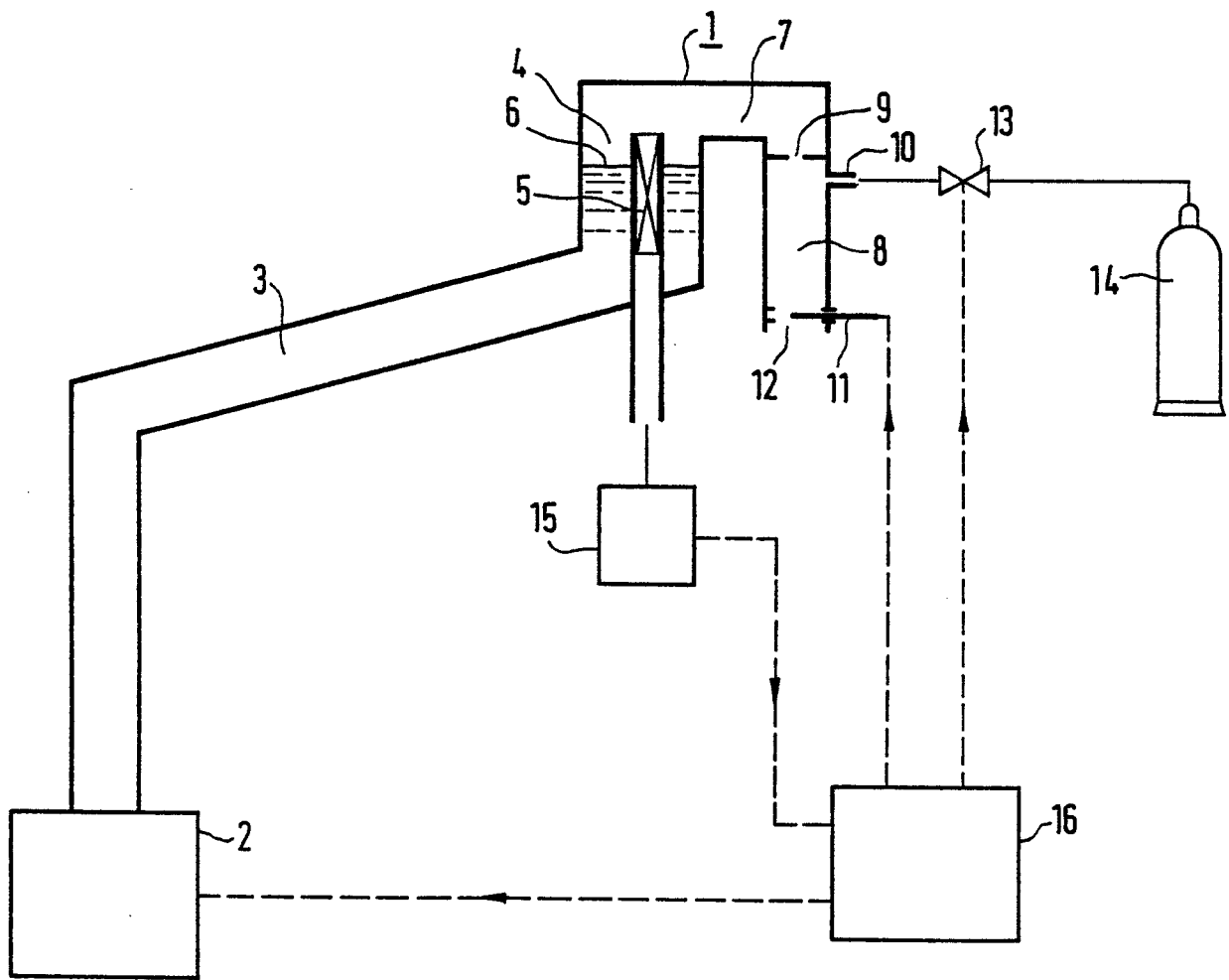
40

45

50

55

4





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Y,D	EP-A-0 095 620 (INTERATOM) * Patentansprüche *	1,3	B 22 D 39/00
Y	DE-C-1 286 701 (A.E.G.-ELOTHERM) * Insgesamt *	1	
Y	DE-A-2 540 217 (A.E.G.-ELOTHERM) * Figur 1; Seite 5, Absatz 3 - Seite 8, Absatz 2 *	1,3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			B 22 D G 05 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 29-01-1987	Prüfer MAILLIARD A.M.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			