



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 855 238 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
29.07.1998 Patentblatt 1998/31

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B22D 11/18

(21) Anmeldenummer: 97810035.2

(22) Anmeldetag: 24.01.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

(71) Anmelder:  
Alusuisse Technology & Management AG  
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

(72) Erfinder:  
• Vuignier, Eric  
1971 Champlan (CH)  
• Caloz, Etienne  
3972 Miège (CH)  
• Seppey, Jean-Pierre  
1971 Champlan (CH)

### (54) Verfahren zum Vertikalstranggiessen von Metallen

(57) Bei einem Verfahren zum automatischen Vertikalstranggiessen von Metallen, insbesondere von Aluminiumlegierungen, in einer mehrere Kokillen umfassenden Giessanlage, wird das flüssige Metall von einem Ofen über eine Giessrinne an die Kokillen herangeführt und über Düsen mit regelbarem Durchfluss in die von auf einem absenkbaren Giesstisch angeordneten Anfahrböden zunächst geschlossenen Kokillen geleitet. Die Metaldurchflussmenge jeder Düse wird, ausgehend von einer Anfangszeit ( $t_0$ ) und einem Anfangsniveau ( $N_0$ ) des Metalls, bei der die Metallstandsregelung beginnt, in jeder Kokille individuell so geregelt, dass das Metall in allen Kokillen zu einer vorbestimmten Startzeit ( $t_s$ ) ein im wesentlichen gleiches Startniveau ( $N_s$ ) aufweist, bei dem das Absenken des Giesstisches zur Erzeugung der Metallstränge beginnt. Das Metallniveau ( $N$ ) wird während des Füllvorganges zwischen dem Anfangsniveau ( $N_0$ ) bei der Anfangszeit ( $t_0$ ) und dem Startniveau ( $N_s$ ) bei der Startzeit ( $t_s$ ) in allen Kokillen gleichzeitig und als Funktion der Zeit ( $t$ ) nach einer für alle Kokillen identischen Sollwertkurve  $N=f(t)$  geregelt. Hierbei ist die Steigung  $\frac{dN}{dt}$  der Sollwertkurve in einem Bereich (A) ausgehend vom Anfangsniveau ( $N_0$ ) grösser und in einem Bereich (B) gegen das Startniveau ( $N_s$ ) kleiner als die mittlere Steigung

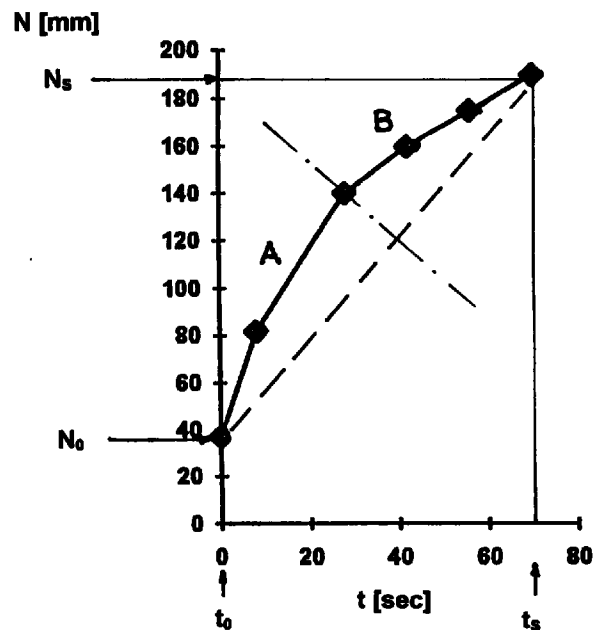


Fig.2

$$\left( \frac{N_s - N_0}{t_s - t_0} \right)$$

zwischen Anfangs- und Startniveau.

EP 0 855 238 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Vertikalstranggiessen von Metallen, insbesondere von Aluminiumlegierungen, in einer mehrere Kokillen umfassenden Giessanlage, bei welchem Verfahren das flüssige Metall von einem Ofen über eine Giessrinne an die Kokillen herangeführt und über Düsen mit regelbarem Durchfluss in die von auf einem absenkbaaren Giesstisch angeordneten Anfahrböden zunächst geschlossenen Kokillen geleitet wird, wobei die Metaldurchflussmenge jeder Düse, ausgehend von einer Anfangszeit und einem Anfangsniveau des Metalls, bei der die Metallstandsregelung beginnt, in jeder Kokille individuell so geregelt wird, dass das Metall in allen Kokillen zu einer vorbestimmten Startzeit ein im wesentlichen gleiches Startniveau aufweist, bei dem das Absenken des Giesstisches zur Erzeugung der Metallstränge beginnt.

Entscheidend für den störungsfreien Betrieb einer mehrsträngigen Giessanlage ist die Beherrschung des Anfahrvorganges, d.h. die optimale Steuerung der Metallzufuhr zu den einzelnen Giesseinheiten bis zum eigentlichen Giesstart, der durch das Absenken des Giesstisches eingeleitet wird.

Während der Anfahrboden- und Kokillen-Füllphase erfolgt üblicherweise eine individuelle Regelung der Metallzufuhr zu den einzelnen Kokillen über diesen zugeordnete Düsen, deren Metaldurchflussmenge mittels einer motorisch angetriebenen Stopfenstange veränderbar eingestellt werden kann. Gleichzeitig wird in bekannter Weise über Niveaumessgeräte der Metallstand in jeder Kokille kontinuierlich gemessen, mit der Sollwertvorgabe verglichen und über die Differenz zwischen Ist- und Sollwert durch entsprechende Ansteuerung des Stopfenstangen-Antriebs in der zugehörigen Düse die Geschwindigkeit der Metallzufuhr in die Kokille angepasst.

Aus der GB-A-2 099 189 ist eine Metallstandsregelung für eine mehrsträngige Giessanlage bekannt, bei der mit dem Erreichen eines ersten Metallniveaus in einer Kokille ein zeitlich linear ansteigender Sollwert auf ein für alle Kokillen gemeinsames zweites Niveau vorgegeben wird. Die Regelung des Metallstandes in den einzelnen Kokillen erfolgt aufgrund des ansteigenden Sollwertes, sobald dieser in den einzelnen Kokillen erreicht ist.

Die EP-B-0 517 629 offenbart ein Verfahren der eingangs genannten Art, bei dem die individuelle Metallstandsregelung in jeder Kokille einsetzt, sobald das einströmende Metall eine vorbestimmte Minimalhöhe über dem jeweiligen Anfahrboden erreicht hat. Ausgehend von dieser Minimalhöhe über dem Anfahrboden erfolgt die Niveauregelung in jeder Kokille aufgrund individueller, zeitlich linear ansteigender Sollwertkurven, so dass ein vorbestimmtes, gemeinsames Niveau in allen Kokillen gleichzeitig erreicht wird.

Ein wesentlicher Nachteil der Verfahren nach dem

Stand der Technik mit unterschiedlichen Füllkurven für jede Kokille liegt in der Gefahr, dass das System ausser Kontrolle gerät, wenn sich eine der Kokillen wegen vorzeitiger Erstarrung von Metallschmelze nicht oder mit grosser Verspätung zu füllen beginnt. Zudem können grosse Unterschiede in der Füllkinetik beim Absenken des Giesstisches auftreten, wenn sich einzelne Kokillen zu spät füllen und demzufolge gegen Ende des Füllvorgangs eine steile Füllkurve aufweisen. Bei unterschiedlichen Füllkurven wird auch der Algorithmus wesentlich komplizierter.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem der Metallstand in den einzelnen Kokillen während der Anfahrboden- und Kokillen-Füllphase auf einfache Weise und in möglichst kurzer Zeit auf ein für den Beginn des Absenkens des Giesstisches vorbestimmtes Niveau geregelt werden kann, ohne dass die Gefahr des Einfrierens von Metall besteht.

Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt, dass das Metallniveau während des Füllvorganges zwischen dem Anfangsniveau bei der Anfangszeit und dem Startniveau bei der Startzeit in allen Kokillen gleichzeitig und als Funktion der Zeit nach einer für alle Kokillen identischen Sollwertkurve  $N=f(t)$  geregelt wird, wobei die Steigung  $\frac{dN}{dt}$  der Sollwertkurve in einem Bereich ausgehend vom Anfangsniveau grösser und in einem Bereich gegen das Startniveau kleiner ist als die mittlere Steigung zwischen Anfangs- und Startniveau.

Bevorzugt erstreckt sich der Teil der Sollwertkurve mit der grösseren Steigung, ausgehend vom Anfangsniveau, in einem Bereich von etwa 10 bis 70%, vorzugsweise 30 bis 60%, des gesamten Niveauanstiegs. Der Teil der Sollwertkurve mit der kleineren Steigung gegen das Startniveau erstreckt sich bevorzugt über einen Bereich von 10 bis 40%, vorzugsweise 15 bis 25%, des gesamten Niveauanstiegs.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass eine genügend genaue Regelung erzielt werden kann, wenn die Sollwertkurve aus 4 bis 8, vorzugsweise 5 bis 6, Wertepaaren zusammengesetzt ist.

Bei einer einfachen und zweckmässigen Durchführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens beginnt die Metallstandsregelung in allen Kokillen gleichzeitig, sobald in einer Kokille das Anfangsniveau erreicht ist. Zweckmässigerweise beginnt auch das Absenken des Giesstisches mit den Anfahrböden, sobald in einer Kokille das Startniveau erreicht ist.

Bevorzugt wird auch der Metallstand in der Giessrinne vom Beginn der Füllphase der Anfahrböden und der Kokillen bis und mit der stationären Giessphase auf einem konstanten Niveau gehalten.

Die Metallzufuhr in die Kokillen aufgrund der Sollwertkurve erfolgt bevorzugt PID-geregt.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt schematisch in

- Fig. 1 einen vereinfachten Querschnitt durch einen Teil einer Kokille mit eingefahrenem Anfahrboden;
- Fig. 2 eine Sollwertkurve des zeitlichen Verlaufs des Metallstandes in den einzelnen Kokillen.

Vor Beginn eines Abgusses werden während einer Prüfphase sämtliche Einstellungen an der Giessanlage überprüft. Wenn sämtliche Startbedingungen erfüllt sind, wird durch Kippen des das flüssige Metall enthaltenden Ofens die Giessrinne bis auf ein vorgegebenes Metallniveau gefüllt. Sobald ein Sensor -- z.B. ein induktiver Messwertgeber -- die richtige Füllhöhe anzeigt, öffnet sich ein Schieber und das Füllen der Anfahrböden 12 und der Kokillen 10 mit dem flüssigem Metall 14 beginnt. Der Metallstand im Anfahrboden 12 bzw. in der Kokille 10 erfolgt z.B. PID-geregt über einen induktiven Messwertgeber.

Sobald das Metall in einer Kokille einen vorbestimmten Wert  $N_o$  erreicht hat, beginnt in allen Kokillen der Giessanlage die Metallstandsregelung aufgrund einer gemeinsamen Sollwertkurve  $N=f(t)$  vom Anfangsniveau  $N_o$  bei der Anfangszeit  $t_o$  bis zum Startniveau  $N_s$  bei der Startzeit  $t_s$ , wo das Absenken des Giesstisches zur Erzeugung der Metallstränge beginnt.

Die in Fig. 2 gezeigte Sollwertkurve kann in einen vom Anfangswert  $N_o$  ausgehenden Bereich A und in einen daran anschliessenden, gegen das Startniveau  $N_s$  verlaufenden Bereich B aufgeteilt werden. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass der Bereich A der Sollwertkurve eine gegenüber der mittleren Steigung

$$\frac{N_s - N_o}{t_s - t_o}$$

grössere Steigung aufweist. Entsprechend ergibt sich für den Bereich B eine kleinere Steigung. Im gezeigten Beispiel ist die Sollwertkurve durch 6 Messwertpaare  $N_x, t_x$  gebildet.

Das in der Zeichnung wiedergegebene Ausführungsbeispiel bezieht sich auf das Stranggiessen einer Aluminiumlegierung in einer konventionellen Kokille. Das erfindungsgemässe Verfahren ist jedoch auch bei anderen Giessverfahren wie beispielsweise beim Giesen in einem elektromagnetischen Wechselfeld (EMC) anwendbar.

Das Verfahren ist auch nicht auf das Giessen von Aluminiumlegierungen beschränkt. Weitere Werkstoffe, die mit dem erfindungsgemässen Verfahren zu Strängen vergossen werden können, sind z.B. Magnesium- oder Kupferlegierungen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Vertikalstranggiessen von Metallen, insbesondere von Aluminium-

legierungen, in einer mehrere Kokillen umfassenden Giessanlage, bei welchem Verfahren das flüssige Metall von einem Ofen über eine Giessrinne an die Kokillen herangeführt und über Düsen mit regelbarem Durchfluss in die von auf einem absenkbar Giesstisch angeordneten Anfahrböden zunächst geschlossenen Kokillen geleitet wird, wobei die Metaldurchflussmenge jeder Düse, ausgehend von einer Anfangszeit ( $t_o$ ) und einem Anfangsniveau ( $N_o$ ) des Metalls, bei der die Metallstandsregelung beginnt, in jeder Kokille individuell so geregelt wird, dass das Metall in allen Kokillen zu einer vorbestimmten Startzeit ( $t_s$ ) ein im wesentlichen gleiches Startniveau ( $N_s$ ) aufweist, bei dem das Absenken des Giesstisches zur Erzeugung der Metallstränge beginnt, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallniveau ( $N$ ) während des Füllvorganges zwischen dem Anfangsniveau ( $N_o$ ) bei der Anfangszeit ( $t_o$ ) und dem Startniveau ( $N_s$ ), bei der Startzeit ( $t_s$ ) in allen Kokillen gleichzeitig und als Funktion der Zeit ( $t$ ) nach einer für alle Kokillen identischen Sollwertkurve  $N=f(t)$  geregelt wird, wobei die Steigung  $\frac{dN}{dt}$  der Sollwertkurve in einem Bereich (A) ausgehend vom Anfangsniveau ( $N_o$ ) grösser und in einem Bereich (B) gegen das Startniveau ( $N_s$ ) kleiner ist als die mittlere Steigung

$$\left( \frac{N_s - N_o}{t_s - t_o} \right)$$

zwischen Anfangs- und Startniveau.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steigung  $\frac{dN}{dt}$  der Sollwertkurve  $N=f(t)$ , ausgehend vom Anfangsniveau ( $N_o$ ), in einem Bereich von 10 bis 70%, vorzugsweise 30 bis 60%, des gesamten Niveauanstiegs ( $N_s - N_o$ ) grösser und gegen das Startniveau ( $N_s$ ) in einem Bereich von 10 bis 40%, vorzugsweise 15 bis 25%, des gesamten Niveauanstiegs kleiner ist als die mittlere Steigung

$$\left( \frac{N_s - N_o}{t_s - t_o} \right)$$

zwischen Anfangs- und Startniveau.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sollwertkurve aus 4 bis 8, vorzugsweise 5 bis 6, Wertepaaren ( $N_x, t_x$ ) zusammengesetzt ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallstandsregelung in allen Kokillen gleichzeitig beginnt, sobald

in einer Kokille das Anfangsniveau ( $N_0$ ) erreicht ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Absenken des Giesstisches mit den Anfahrböden beginnt, sobald in einer Kokille das Startniveau ( $N_s$ ) erreicht ist. 5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Metallstand in der Giessrinne vom Beginn der Füllphase der Anfahrböden und der Kokillen bis und mit der stationären Giessphase auf einem konstanten Niveau gehalten wird. 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallzufuhr in die Kokillen aufgrund der Sollwertkurve PID-geregt erfolgt. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

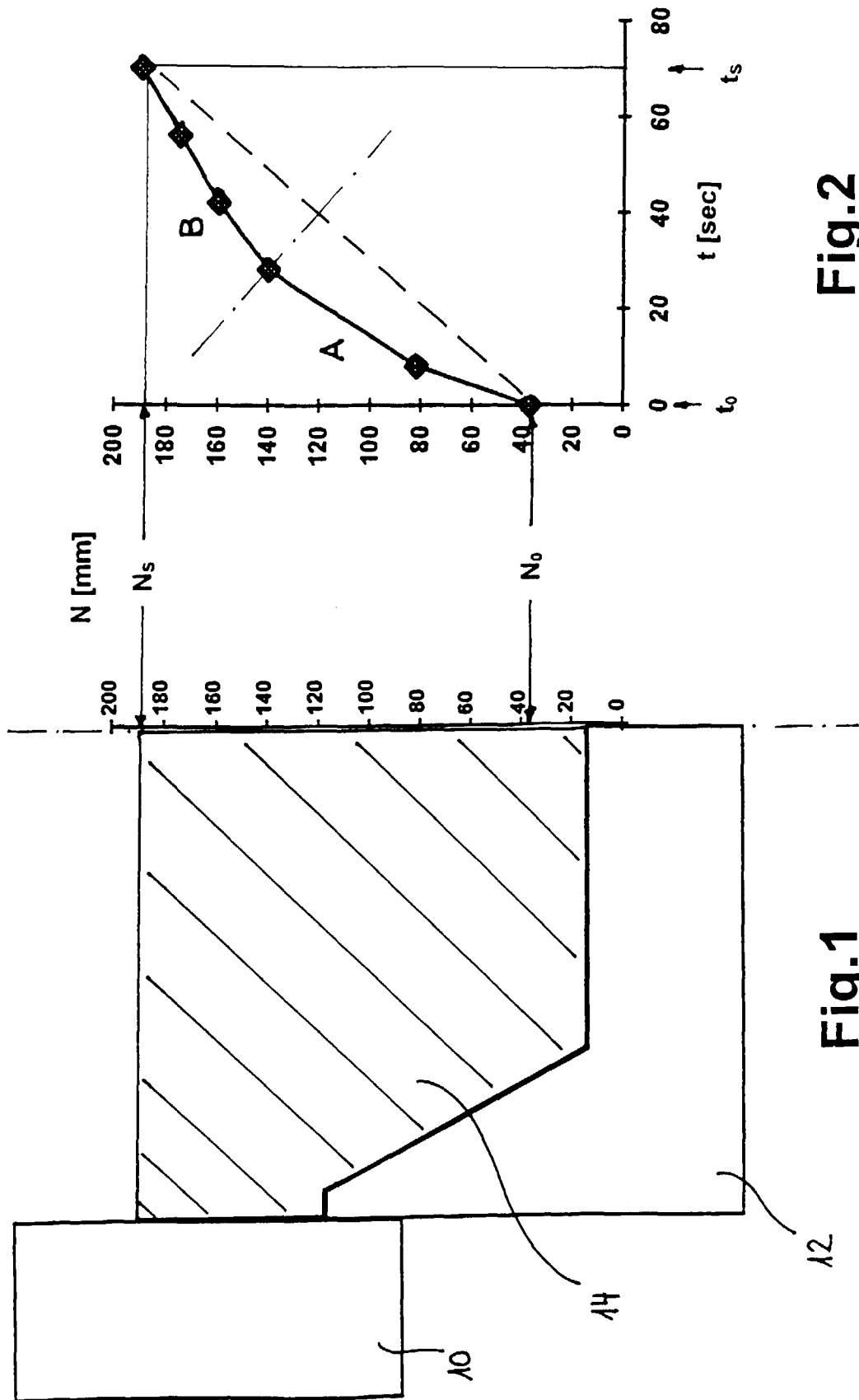


Fig. 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 81 0035

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DE 32 05 480 A (KAISER ALUMINUM & CHEMICAL CORP.) * Anspruch 1 *	1	B22D11/18
D	& GB 2 099 189 A ---		
A,D	EP 0 517 629 B (ALUMINIUM PECHINEY) * Anspruch 1 *	1	
A	EP 0 223 078 A (META CON AG) * Anspruch 1 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B22D
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 27. Juni 1997	Prüfer Sutor, W
<p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></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</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  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  .....  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)