



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 847 819 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
17.06.1998 Patentblatt 1998/25(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B22D 11/04

(21) Anmeldenummer: 97121152.9

(22) Anmeldetag: 02.12.1997

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

(30) Priorität: 11.12.1996 DE 19651531

(71) Anmelder: DIDIER-WERKE AG  
65189 Wiesbaden (DE)(72) Erfinder:  
• Brückner, Raimund  
65527 Niedernhausen (DE)  
• Grimm, Daniel  
65307 Bad Schwalbach (DE)(74) Vertreter:  
Brückner, Raimund, Dipl.-Ing.  
Didier-Werke AG  
Abraham-Lincoln-Strasse 1  
65189 Wiesbaden (DE)

## (54) Verfahren zur Regelung der Temperatur und zur Vergleichsmässigung des Temperaturprofils eines schmelzflüssigen, metallischen Stranges

(57) Es wird ein Verfahren zur Regelung der Temperatur und zur Vergleichsmässigung des Temperaturprofils eines schmelzenflüssigen, metallischen Stranges, insbesondere Stahlstranges, beim Durchfließen eines Ausgusses in einem metallurgischen Gefäß vorgeschlagen, wobei der Strang in dem Ausguß durch induktives elektromagnetisches Ankoppeln des Ausgusses und/oder des Stranges mittels eines elektromagnetischen Wechselfeldes aufgeheizt wird und durch induktives Ankoppeln des Stranges mittels wenigstens eines räumlich veränderlichen Magnetfeldes gerührt wird.

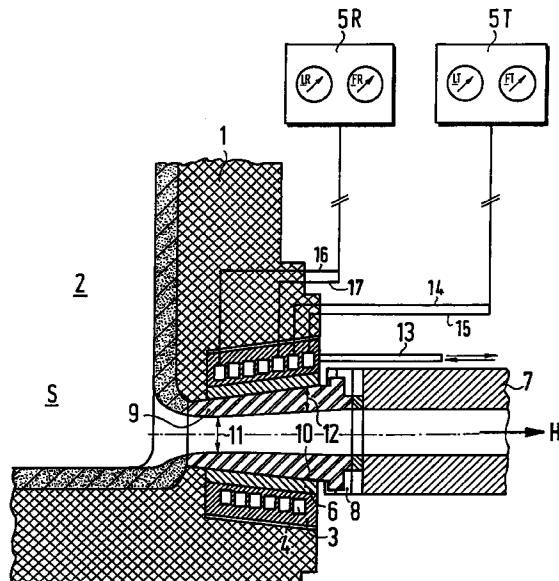


Fig. 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Temperatur und zur Vergleichmäßigung des Temperaturprofils eines schmelzenflüssigen, metallischen Stranges, insbesondere Stahlstranges, beim Durchfließen eines Ausgusses in einem metallurgischen Gefäß.

In der DE 44 28 297 A1 ist ein Verfahren zum Vergießen einer Metallschmelze aus einem metallurgischen Gefäß beschrieben. Innerhalb des Bodens des Gefäßes sind ein Induktor und eine Ausgußdüse angeordnet. Zum Aufheizen der Ausgußdüse und/oder Angießen wird der Induktor eingeschaltet, wodurch die Düse induktiv aufgeheizt wird. Im Gießbetrieb kann der Induktor weiterarbeiten. Eine Vergleichmäßigung des Temperaturprofils der Schmelze im Ausguß und ein induktives Ankoppeln der Schmelze an das elektromagnetische Feld des Induktors ist nicht vorgesehen.

In dem Fachbuch "Metallurgie des Stranggießens", Herausgeber: K. Schwerdtfeger, Stahl-Eisen, Düsseldorf 1992, S. 449 ff. ist das elektromagnetische Röhren beim Stranggießen beschrieben. Durch das Röhren der Schmelze wird der Erstarrungsvorgang derart beeinflußt, daß eine dentritische Struktur unterbriicht und eine globulitische Struktur bevorzugt erreicht wird (vgl. S. 472). Die Rührer erzeugen ein räumlich veränderliches Magnetfeld. Aus dem genannten Fachbuch sind Drehfeldrührer, Linearfeldrührer und Helicoidalrührer bekannt (vgl. S. 473 ff.). Diese Rührer sind innerhalb oder in Gießrichtung unter einer Kokille angeordnet.

In der Literaturstelle ISIJ International, Vol. 36 (1996), No. 5, pp. 487 bis 492 sind Mehrfrequenzrührer beschrieben.

In der DE 195 00 012 A1 ist eine Regel- und Verschlußeinrichtung für ein metallurgisches Gefäß beschrieben, die mit einem Rotor und einem Stator arbeitet (Rohr-im-Rohr-Verschlußsystem). Je nach der Materialauswahl für den Rotor koppelt entweder dieser oder die diesen durchfließende Schmelze an das elektromagnetische Feld eines Induktors an.

Bei Horizontal-Stranggießmaschinen greift die Ausgußhülse bzw. greifen die Ausgußhülsen in eine Seitenwand des Schmelzenbehälters. Die Ausgußhülse bzw. die Ausgußhülsen sind an eine Kokille angeflanscht, so daß die Schmelze horizontal durch die Ausgußhülse bzw. die Ausgußhülsen in die Kokille fließt. In dem metallurgischen Gefäß (Verteiler) stellt sich zwangsläufig ein gewisses Temperaturgefälle ein. Dieses führt in dem die Ausgußhülse durchströmenden flüssigen Metall zu sogenannten Temperatursträhnen bzw. "schwarzen Streifen", also zu einem ungleichmäßigen Temperaturprofil, was eine Qualitätsminderung des Stahlproduktes zur Folge hat.

Aufgabe der Erfindung ist es, im Ausguß eine Temperaturabsenkung und ein ungleichmäßiges Temperaturprofil der ihn durchströmenden Schmelze zu vermeiden.

Erfindungsgemäß ist obige Aufgabe durch die

Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Unter "Strang" wird hier nicht der eine Kokille verlassende und erstarrende Stranggießstrang verstanden, sondern die im Auslaufbereich des metallurgischen Gefäßes strömende Schmelze, welche beim Horizontalstrangguß horizontal in die Kokille eintritt.

Durch das Aufheizen ist gewährleistet, daß das Temperaturprofil des Strangs im Ausguß nicht noch ungleichmäßiger wird wie es gegebenenfalls aus dem metallurgischen Gefäß in den Auslauf eintritt. Außerdem wird durch das Aufheizen erreicht, daß sich die Temperatur des Strangs im Ausguß nicht oder nicht wesentlich verringert. Das Aufheizen des Strangs kann dadurch erfolgen, daß der Strang selbst an das elektromagnetische Wechselfeld induktiv ankoppelt und/oder der Ausguß ankoppelt und Wärme durch Wärmeleitung und/oder Wärmestrahlung auf den Strang überträgt.

Durch das elektromagnetische Röhren des Strangs vergleichmäßigt sich dessen Temperaturprofil im Ausguß derart, daß über den Querschnitt des Strangs gesehen an allen Stellen im wesentlichen die gleiche Temperatur herrscht.

Die beschriebenen Maßnahmen führen zu einer Verbesserung der Qualität insbesondere durch eine Verbesserung der Oberfläche des Stranggießprodukts.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen.

In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 einen Teilschnitt eines metallurgischen Gefäßes mit zwei Induktorbereichen an einer Kokille einer Horizontal-Stranggießmaschine und

Figur 2 ein metallurgisches Gefäß mit einem Induktor an einer Kokille einer Horizontal-Stranggießmaschine.

In einer Seitenwandung 1 eines metallurgischen Gefäßes, dessen Innenraum mit 2 bezeichnet ist, ist in einem Lochstein 3 ein Induktor 4 angeordnet. Der Induktor 4 ist über Rohrleitungen 13 mit Wasser und/oder Luft gekühlt. Der Induktor 4 ist nach Figur 1 in zwei Induktorbereiche aufgeteilt, wobei der eine Induktorbereich über elektrische Anschlüsse 14,15 an einen Frequenz-Umrichter oder Umformer 5T und der andere Induktorbereich über elektrische Anschlüsse 16,17 an einen weiteren Umrichter oder Umformer 5R angeschlossen ist. Die Frequenzen F und die Leistungen L der Umrichter oder Umformer 5T und 5R sind einstellbar.

Der Induktor 4 ist um eine Zwischenhülse 6 angeordnet, die der Temperaturisolierung und der Einführbarkeit einer Ausgußhülse 9 dient. Die Ausgußhülse 9 ist mittel einer Halteinrichtung 8 an eine dem metallurgischen Gefäß zugeordnete Kokille 7 auswechselbar angeflanscht. In den Figuren ist nur eine Ausgußhülse

gezeigt. Weitere in gleicher Weise an der Kokille 7 angebrachte Ausgußhülsen befinden sich gegebenenfalls hinter der Zeichnungsebene. In der Darstellung nach den Figuren ist die bzw. sind die von der Kokille 7 getragenen Ausgußhülsen 9 in die Zwischenhülse 6 durch horizontale Bewegung der Kokille 7 eingeschoben. Eine Kittschicht 10 dient der Abdichtung zwischen Ausgußhülse 9 und Zwischenhülse 6.

Die ein Verschleißteil darstellende Ausgußhülse 9 besteht aus kohlenstoffgebundenem, tonerhaltigem, keramischem Material, das an ein elektromagnetisches Feld des Induktors 4 induktiv ankoppelt. Die Ausgußhülse 9 bildet einen Durchflußquerschnitt 11 für aus dem Innenraum 2 des metallurgischen Gefäßes in die Kokille 7 strömende Stahlschmelze. Die Durchströmung erfolgt in horizontaler Richtung H. Mit 12 ist die Wandstärke der Ausgußhülse 9 bezeichnet.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 dient der an den Frequenz-Umrichter oder Umformer 5T angeschlossene Induktorbereich dem Aufheizen der Ausgußhülse 9 vor und beim Angießen und dem Aufheizen bzw. der Temperaturregelung des den Durchflußquerschnitt 11 durchströmenden schmelzenflüssigen, metallischen Stranges, insbesondere Stahlstranges. Dieser Induktorbereich ist vom Umrichter oder Umformer 5T mit einem Wechselstrom gespeist und erzeugt ein entsprechendes elektromagnetisches Wechselfeld und umschließt spulenförmig die Ausgußhülse 9.

Der an den Umrichter oder Umformer 5R angeschlossene Induktorbereich dient dem Rühren der Schmelze im Durchflußquerschnitt 11. Dieser Induktorbereich erzeugt - durch entsprechende Ansteuerung vom Umrichter oder Umformer 5R - in dem Strang im Durchflußquerschnitt 11 ein räumlich veränderliches Magnetfeld, das zu einem Rühreffekt führt. Dieser Induktorbereich kann aus einer oder mehreren Spulen aufgebaut sein, wobei die Spulen auch am Umfang der Ausgußhülse 9 verteilt sein können. Dieser Induktorbereich ist vorzugsweise als Drehfeldrührer oder Helicoidalrührer oder auch als Linear-Wanderfeldrührer aufgebaut, wie dies in dem eingangs genannten Fachbuch beschrieben ist. Er ist so aufgebaut, daß die aus dem Innenraum 2 in die Ausgußhülse 9 eintretende Metallschmelze S derart durchwirbelt wird, daß über den Durchflußquerschnitt 11 ein möglichst gleichmäßiges Temperaturprofil in dem Strang entsteht.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 ist der rührende, mit dem Umrichter oder Umformer 5R verbundene Induktorbereich in Strömungsrichtung H vor dem heizenden, mit dem Umrichter oder Umformer 5T verbundenen Induktorbereich angeordnet. Dies ist vorteilhaft, weil dabei der schon gerührte Strang nachgeheizt wird. Es wäre jedoch auch die umgekehrte Anordnung möglich.

Bei der Ausführung nach Figur 1 kann der an den Umrichter oder Umformer 5R angeschlossene Induktorbereich beim Angießen auch zum Aufheizen der Ausgußhülse 9 verwendet werden, wenn die Frequenz

und/oder Leistung des Umrichters oder Umformers 5R entsprechend eingestellt wird.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist nur ein Induktor vorgesehen, der mittels der elektrischen Anschlüsse 14,15 mit dem Umrichter oder Umformer 5TR verbunden ist, dessen Leistung und Frequenz einstellbar sind. Der Induktor 4 wird dabei von dem Umrichter oder Umformer 5TR derart angesteuert, daß er die Funktionen: Röhren des Strangs und Heizen des Strangs übernimmt. Dies kann dadurch geschehen, daß der Umrichter oder Umformer 5TR zyklisch auf Rührfrequenz, Rührleistung und Heizfrequenz, Heizleistung umgesteuert wird. Dies kann auch dadurch geschehen, daß, wie in der eingangs genannten Literaturstelle beschrieben, ein Umrichter oder Umformer 5TR verwendet wird, der den/die Induktor(en) mit einem mehrfrequenten Wechselstrom speist, wobei die Frequenzen jeweils überlagert sind. Durch entsprechende Frequenz- bzw. Leistungseinstellung ist es auch möglich, zum Angießen die Ausgußhülse 9 vorzuheizen.

Bei beiden Ausführungsbeispielen erfolgt das Rühren des Strangs vorzugsweise mit einer niedrigeren Frequenz als das Aufheizen des Strangs. Die elektromagnetischen Felder zum Aufheizen und Röhren können sich zeitlich und/oder räumlich überlagern.

Im Durchflußquerschnitt 11 wird der Strang aufgrund der Temperaturschichtung im Innenraum 2 des metallurgischen Gefäßes eine niedrigere Temperatur haben als weiter oben. Um dem beim Aufheizen entgegenzuwirken, ist vorzugsweise der Induktor 4 bzw. beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 der an den Umrichter oder Umformer 5T angeschlossene Induktorbereich unterhalb der Mittelachse H des Durchflußquerschnitts 11 weniger weit von dieser beabstandet als oberhalb der Mittelachse H.

Die Arbeitsweise ist im wesentlichen folgende:

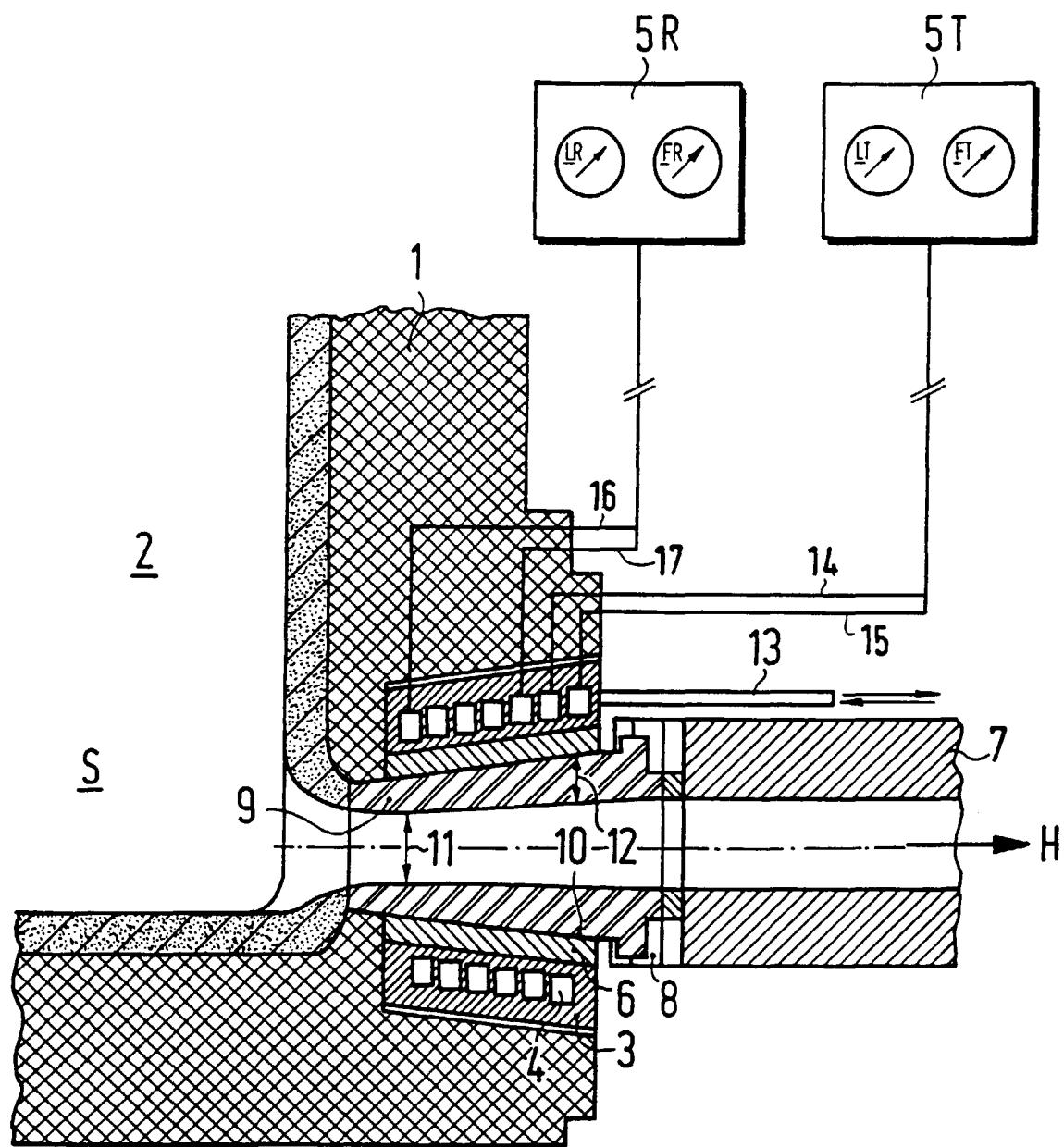
Spätestens nachdem die Kokille 7 mit der bzw. den Ausgußhülsen 9 in die in den Figuren dargestellte Position an dem noch leeren metallurgischen Gefäß gebracht ist, wird mittels des Umrichters oder Umformers 5T bzw. 5TR der Induktor 4 zum Aufheizen der Ausgußhülsen auf Betriebstemperatur eingeschaltet. Dabei wird mittels des Umrichters oder Umformers 5 eine Frequenz und eine elektrische Leistung eingestellt, die die Ausgußhülse 9 bis erforderlichenfalls etwa auf Liquidustemperatur der vorgesehenen Metallschmelze bringt. Anschließend wird dann Metallschmelze S in den Innenraum 2 des metallurgischen Gefäßes eingefüllt. Dieses strömt als flüssiger Strang durch die Ausgußhülse 9 in die Kokille 7. Sie kann dabei nicht an der Ausgußhülse 9 einfrieren, weil diese entsprechend hoch aufgeheizt ist. Nach dem Angießen werden zum Vergießen des flüssigen Stahls die Frequenzen der Umrichter oder Umformer 5T, 5R bzw. des Umrichters oder Umformers 5TR so eingestellt, daß die elektromagnetischen Felder die Wandstärke 12 der Ausgußhülse 9 durchdringen und auf den Strang einerseits röhrend und andererseits heizend wirken. Die Heizwirkung kann

dabei auch indirekt dadurch erfolgen, daß die sich im elektromagnetischen Feld erhitze Ausgußhülse 9 Wärme auf den Strang überträgt.

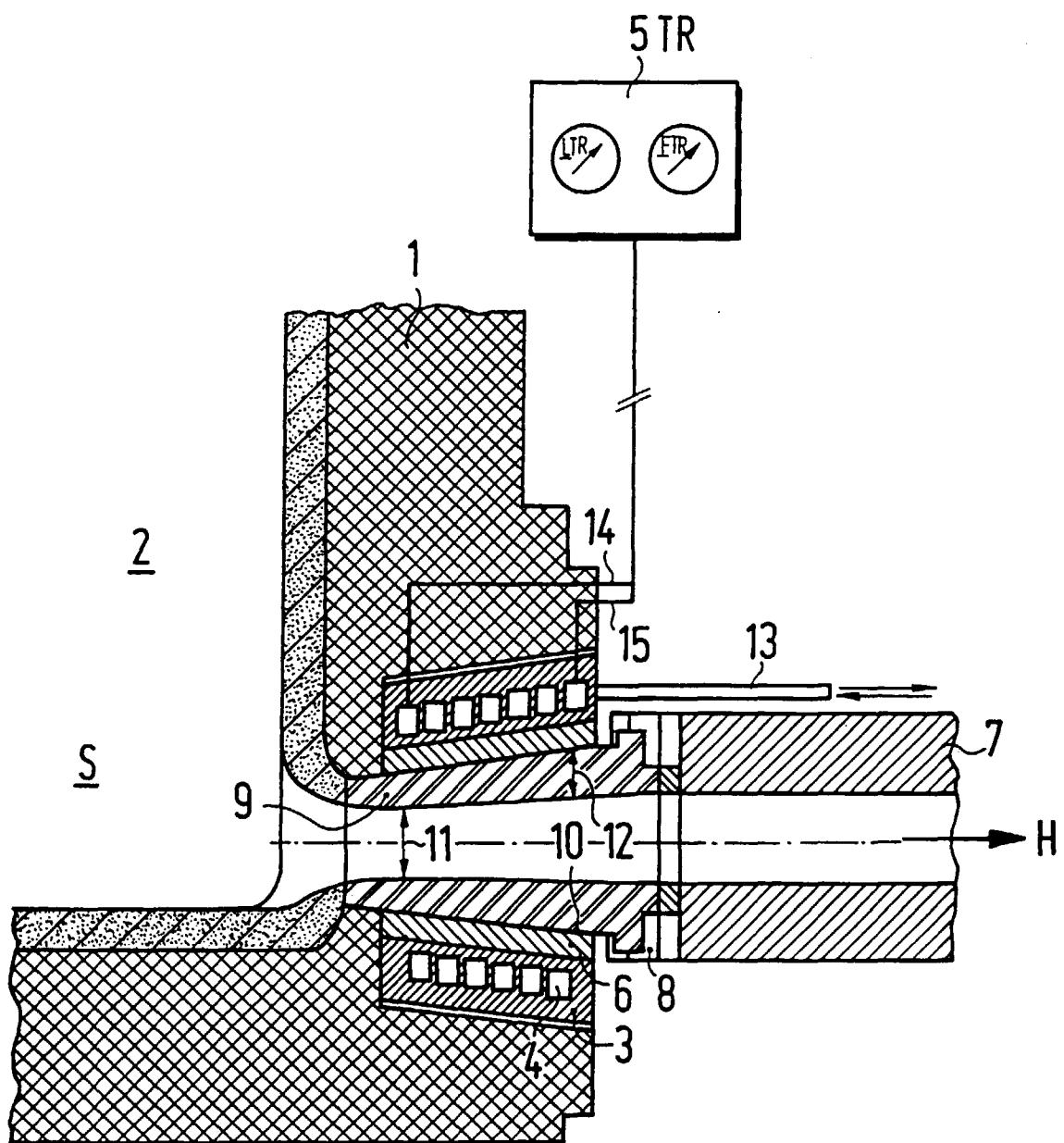
**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Regelung der Temperatur und zur Vergleichmäßigung des Temperaturprofils eines schmelzenflüssigen, metallischen Stranges, insbesondere Stahlstranges, beim Durchfließen eines Ausgusses in einem metallurgischen Gefäß, wobei der Strang im Bereich des Ausgusses durch induktives elektromagnetisches Ankoppeln des Ausgusses und/oder des Stranges mittels eines elektromagnetischen Wechselfeldes aufgeheizt wird und durch induktives Ankoppeln des Stranges mittels wenigstens eines räumlich veränderlichen Magnetfeldes gerührt wird. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von mehreren Induktoren oder von mehreren Induktorbereichen eines Induktors elektromagnetische Felder zum Aufheizen und/oder Rühren des Stranges benutzt werden. 20
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Induktor mit mehreren sich überlagernden elektromagnetischen Feldern zum Aufheizen und Rühren des Stranges benutzt wird. 25
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufheizung durch unterschiedliche Beabstandung des Induktors oder eines Induktorbereichs von der Mittelachse des Stranges beeinflußt wird. 30
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß beim Horizontalstrangguß der Strang in seinem unteren Bereich stärker als in seinem oberen Bereich aufgeheizt wird. 35
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Rühren mittels eines Drehfeldrührers oder eines Linearwanderfeldrührers erfolgt. 40
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Rühren mittels eines Helicoidalrührers erfolgt. 50

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für das Rühren niedrigere Frequenzen benutzt werden als für das Aufheizen. 55
9. Verwendung von fluidgekühlten, insbesondere druckluft- und/oder wassergekühlten Induktoren und/oder Rührern zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 8. 60



**Fig. 1**



**Fig. 2**



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 12 1152

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,D	DE 44 28 297 A (DIDIER-WERKE AG) * Ansprüche 1,6; Abbildung *	1	B22D11/04
A,D	PROF. DR.-ING KLAUS SCHWERDTFEGER: "Metallurgie des Stranggiessens" 1991 , VERLAG STAHLLEISEN MBH , DÜSSELDORF, DE XP002055225 * Seite 449 - Seite 531; Abbildung 4.2.2D *	1	
A,D	K.-H. SPITZER ET AL. : "Multi-Frequency Electromagnetic Stirring of Liquid Metals" ISIJ INTERNATIONAL, Bd. 36, Nr. 5, 1996, TOKYO, JP, Seiten 487-492, XP002055224 * Abbildungen 1,2 *	1	
A,D	DE 195 00 012 A (DIDIER-WERKE AG) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	1	
Y	DE 24 55 816 A (INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE ) * Anspruch 1; Abbildung *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Y	SOVIET PATENT ABSTRACTS Section Ch, Week 9340 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M22, AN 93-319114 XP002055226 & SU 1 766 616 A (MACH CONS TECHN INST) , 7.Okttober 1992 * Zusammenfassung *	1	B22D
A	DE 35 27 387 A (K. SCHWERDTFEGER ET AL.) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	1	
A	DE 41 36 066 A (DIDIER-WERKE AG) * Ansprüche 1,9; Abbildung *	1	
		-/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	11. Februar 1998	Sutor, W	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 12 1152

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	
A	DE 27 56 112 A (CONCAST AG) * Seite 4, Zeile 3 - Zeile 7; Anspruch 1; Abbildungen 1-5 *	1	
A	EP 0 489 348 A (NKK CORPORATION) * Anspruch 1; Abbildung 1 *	1	
-----			
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)			
-----			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	11. Februar 1998	Sutor, W	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			