(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 815 987 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.01.1998 Patentblatt 1998/02

(51) Int. Cl.[6]: **B22D 11/10**

(21) Anmeldenummer: **97109530.2**

(22) Anmeldetag: **12.06.1997**

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

(30) Priorität: **28.06.1996 DE 19625933**

(71) Anmelder:
SMS SCHLOEMANN-SIEMAG AKTIENGESELLSCHAFT
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
- **Grothe, Horst**
  40237 Düsseldorf (DE)
- **Kaiser, Hans-Peter**
  40474 Düsseldorf (DE)
- **Brosch, Ronald**
  44309 Dortmund (DE)

(74) Vertreter:
Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte
Hemmerich-Müller-Grosse-Pollmeier-Valentin-Gihske
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(54) Elektromagnetischer Rührer und Bremse für eine Stranggiessanlage

(57) Um bei einer Stranggießanlage mit mindestens einem im Bereich des im Inneren flüssigen Stahlstranges ausgebildeten Magnetfeld eine verbesserte Beruhigung des Stahlbades, eine weitere Verringerung von Turbulenzen und damit eine weiter verbesserte Struktur des Stahles zu erzielen, wird an einer Breitseite des Stahlstranges quer zu dessen Bewegungsrichtung mindestens ein Linearmotor (6,7) mit mindestens einem Induktionskamm (13,14) und einer Reaktionsschiene (22) angeordnet, wobei das flüssige Stahl die bewegliche Reaktionsschiene (22) bildet.

EP 0 815 987 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Stranggießanlage mit mindestens einem im Bereich des im Inneren flüssigen Stahlstranges ausgebildeten Magnetfeld.

Technologischer Hintergrund der Erfindung ist die Verbesserung der Struktur des Stahls beim Stranggießen. Wird die Gießtemperatur beim Stranggießen nicht mit Vorsicht in engen Grenzen gehalten, kann sich dies nachteilig auf die Gießstruktur auswirken. Insbesondere eine Überhitzung im Flüssigmetallbereich kann die Entstehung von Lunkern und anderen Fehlern im Stahl begünstigen. Verstärkt wird die ungleichmäßige Temperaturverteilung im Flüssigmetallbereich durch den mit großer Energie in die Kokille und damit den Flüssigmetallbereich einströmenden Flüssigstahl.

Zur Verbesserung der Qualität des Gießproduktes ist es daher bereits seit längerem bekannt, elektromagnetisch zu rühren. Die aus dem Stand der Technik bekannten Rührverfahren erzeugen entweder eine starke Hauptströmung oder anstelle der starken Hauptströmung mehrere schwache, räumlich über einen größeren Bereich verteilte Strömungen. Durch diese Verfahren erhält man sowohl bei Knüppeln als auch bei Brammen ein feineres Gefüge. Außerdem ist es bekannt, den in die Kokille eintretenden Gießstrahl zur Vermeidung von Turbulenzen durch ein zwischen den Breitseiten der Stranggießkokille wirkendes Magnetfeld abzubremsen.

Die hierzu erforderlichen elektromagnetischen Kräfte entstehen durch das Zusammenwirken eines Magnetfeldes und eines Stromes. Hierzu wird mit Spulen ein Wechselmagnetfeld erzeugt, das in den Strang eindringen kann und dort Ströme induziert. Die induzierten Ströme bewirken zusammen mit dem Magnetfeld die Kraftdichte.

Zur Erzeugung des Wechselmagnetfeldes sind an Kupferplatten der Breitseite der Stranggießkokille Ferromagnetkerne angebracht, die durch sie umgebende Spulen erregt werden. Der Magnetkern, die Spulen und das die Magneten der beiden Breitseiten verbindende umlaufende Joch ist dabei auf dem Hubtisch angeordnet. Die durch das Wechselmagnetfeld bewirkte Abbremsung und Ausrichtung des Gießstrahls bewirkt eine Beruhigung des Stahlbades, eine Verringerung der Turbulenzen, eine Vermeidung von Überhitzung sowie eine verbesserte Gießstruktur. Trotzdem können die bekannten elektromagnetischen Rührverfahren Verunreinigungen und Strukturstörungen im Stahl nicht vollständig vermeiden.

Außerdem ist das sogenannte konduktive Rühren bekannt, bei dem ein zeitlich konstantes Magnetfeld mit Hilfe von Magneten erzeugt wird. Gleichzeitig wird ein Gleichstrom durch den Strang geschickt. Die resultierende Kraft wirkt in einer Richtung, die senkrecht zur Richtung des Stromes und senkrecht zu den magnetischen Feldlinien verläuft.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Beruhigung des Stahlbades, eine weitere Verringerung von Turbulenzen und damit eine verbesserte Struktur des Stahles zu erzielen.

Die Lösung dieser Aufgabe basiert auf dem Gedanken, die hohe Energie des tief in den Strang eindringenden Flüssigstahls zu kompensieren.

Im einzelnen wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß bei einer Stranggießanlage der eingangs erwähnten Art an einer Breitseite des Stahlstranges quer zu dessen Bewegungsrichtung mindestens ein Linearmotor mit mindestens einem Induktionskamm und einer Reaktionsschiene angeordnet ist, wobei der flüssige Stahl die bewegliche Reaktionsschiene bildet.

Die Anordnung des Linearmotors quer zur Bewegungsrichtung des Stahlstranges beeinflußt in Abhängigkeit der Breite des Stahlstranges die Querströmung dergestalt, daß der auf die bereits erstarrten Schmalseiten des Stranges auftreffende Flüssigstahlstrom keine Vertikalkomponente mehr nach oben oder nach unten bildet. Der nach Art einer Induktionspumpe arbeitende Linearmotor verhindert, daß der flüssige Stahl tief in den Strang eindringen kann. Infolge dessen verbleiben Verunreinigungen im Strang weiter oben in Richtung der Metallzuführung.

In der einfachsten Ausführung der Erfindung ist lediglich ein Linearmotor an einer Breitseite des Stahlstranges quer zu dessen Bewegungsrichtung angeordnet. Der Linearmotor besteht wie üblich aus dem Primärteil, auch als Induktionskamm bezeichnet und dem Sekundärteil, das auch als Reaktionsschiene bezeichnet wird. Der Induktionskamm trägt Drehstromwicklungen, in die ein Drehstrom eingespeist wird, wodurch ein längs fortschreitendes Magnetfeld (Wanderfeld) ausgebildet wird. Das Wanderfeld induziert in der Reaktionsschiene, die von dem flüssigen Stahl gebildet wird, elektrische Wechselspannungen. Die damit verknüpften Wirbelströme und das magnetische Wanderfeld bilden Kräfte aus, die den flüssigen Stahl in der zur Fortschreitrichtung des Wanderfeldes entgegengesetzten Richtung bewegen. Für den magnetischen Rückschluß kann die Reaktionsschiene, wie bei Linearmotoren üblich, mit ferromagnetischem Material hinterlegt werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung liegt dem Induktionskamm jedes Linearmotors auf der gegenüberliegenden Breitseite des Stahlstranges ein weiterer Induktionskamm gegenüber (Doppelinduktor), der den magnetischen Rückschluß übernimmt.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist jeder Linearmotor an der Stranggießkokille angeordnet. Diese Maßnahme ermöglicht es, unterhalb der Stranggießkokille einen Magneten mit stationärem Magnetfeld anzuordnen, das beispielsweise, wie eingangs beschrieben, konduktiv erzeugt wird. Dieses gegenüber dem Wanderfeld stationäre Magnetfeld reduziert die im Abstand von den Schmalseiten noch vorhandenen Vertikalströmungen des Flüssigstahlstromes und führt

daher zu einer weiteren Verbesserung der Struktur des Gießproduktes.

In der Praxis hat sich die Anordnung von zwei Linearmotoren mit Doppelinduktoren im Bereich der Stranggießkokille als vorteilhaft herausgestellt.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein in den Figuren 1 - 3 dargestelltes Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung näher erläutert ist. Es zeigen

Figur 1 eine Draufsicht auf eine Stranggießkokille mit zwei Linearmotoren;

Figur 2 eine Seitenansicht der Stranggießkokille nach Fig. 1 mit schematischer Darstellung der vertikalen Geschwindigkeitskomponenten des Flüssigstahlstromes; und

Figur 3 einen Querschnitt durch die Stranggießkokille nach Figur 1.

Die üblich auf einem in der Zeichnung nicht dargestellten Hubtisch angeordnete Stranggießkokille 1 besteht aus an Breitseiten 2, 3 angebrachten Kupferplatten 4, 5, an denen die insgesamt mit 6, 7 bezeichneten Linearmotoren befestigt sind. Oberhalb und unterhalb der Linearmotoren 6, 7 sind die Wasserkästen 8, 9 erkennbar (Figur 3).

Die beiden doppelseitigen Linearmotoren 6, 7 bestehen jeweils aus einem auf der einen Breitseite 3 angeordneten Induktionskamm 11 bzw. 12 sowie einem zweiten, auf der gegenüberliegenden Breitseite 2 angeordneten weiteren Induktionskamm 13 bzw. 14, der den magnetischen Rückschluß übernimmt. Jeder Induktionskamm 11, 12, 13, 14 trägt Wicklungen 15, 16, 17, 18, in die ein Drehstrom eingespeist wird. Der in die Drehstromwicklungen 15, 16, 17, 18 eingespeiste Drehstrom erzeugt ein quer zur Bewegungsrichtung des Stranges fortschreitendes magnetisches Wanderfeld, das in einer von dem flüssigen Stahl gebildeten Reaktionsschiene 22 elektrische Wechselspannungen induziert. Die mit den induzierten Wechselspannungen verknüpften Wirbelströme und das magnetische Wanderfeld bilden in dem flüssigen Stahl Kräfte aus, die die Querströmung des einströmenden Stahls dergestalt beeinflussen, daß der auf die Schmalseiten 19, 21 des erstarrten Stranges auftreffende Flüssigstahlstrom keine Vertikalkomponente v nach oben oder unten mehr besitzt, wie dies in der Ansicht in Figur 2 angedeutet ist. Die verstellbaren Schmalseiten 19, 21 erlauben es, die Breite des Stranges zu verändern; in Fig. 1 sind mit "Min" und "Max" die kleinste bzw. größte Strangbreite angedeutet.

Zum Zentrum des einströmenden Flüssigstahls hin besteht jedoch nach wie vor eine Vertikalkomponente der Strömungen. Diese vertikalen Strömungen lassen sich vermeiden, indem unterhalb der Stranggießkokille ein in den Figuren nicht dargestellter weiterer Magnet mit einem stationären Magnetfeld angeordnet wird.

Durch Vermeiden der Vertikalströmungen des Flüssigstahls bleiben die Stahlstruktur verschlechternde Verunreinigungen sowie Lunker in der Nähe des Badspiegels 23 (Figur 3). Des weiteren wird durch die Linearmotoren 6, 7 der mit großer Energie in die Kokille 1 einströmende Flüssigstahl abgebremst und dringt weniger tief in den flüssigen Stahlstrang ein, wie dies in Figur 3, Positionsziffer 24 schematisch angedeutet ist; bei kleineren Stahlmengen wird die Strömung beschleunigt.

Die Vermeidung vertikaler Strömungen in Verbindung mit der Bremswirkung verbessert wirksam die Struktur des Gießproduktes.

Patentansprüche

1. Stranggießanlage mit mindestens einem im Bereich des im Inneren flüssigen Stahlstranges ausgebildeten Magnetfeld,
dadurch gekennzeichnet,
daß an wenigstens einer Breitseite (2, 3) des Stahlstranges quer zu dessen Bewegungsrichtung mindestens ein Linearmotor (6,7) mit mindestens einem Induktionskamm (11, 12) und einer Reaktionsschiene (22) angeordnet ist, wobei der flüssige Stahl die bewegliche Reaktionsschiene bildet.

2. Stranggießanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß dem Induktionskamm (11, 12) jedes Linearmotors (6, 7) auf der gegenüberliegenden Breitseite (2) des Stahlstranges ein weiterer Induktionskamm (13, 14) gegenüberliegt.

3. Stranggießanlage nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß jeder Linearmotor (6, 7) an der Stranggießkokille (1) angeordnet ist.

4. Stranggießanlage nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß unterhalb der Stranggießkokille (1) ein Magnet mit einem stationären Magnetfeld angeordnet ist.

5. Stranggießanlage nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß das stationäre Magnetfeld konduktiv erzeugt wird.

6. Stranggießanlage nach einem der Ansprüche 1 - 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie zwei Linearmotoren (6, 7) mit Doppelinduktoren (11, 13, 12, 14) besitzt.

Fig. 1

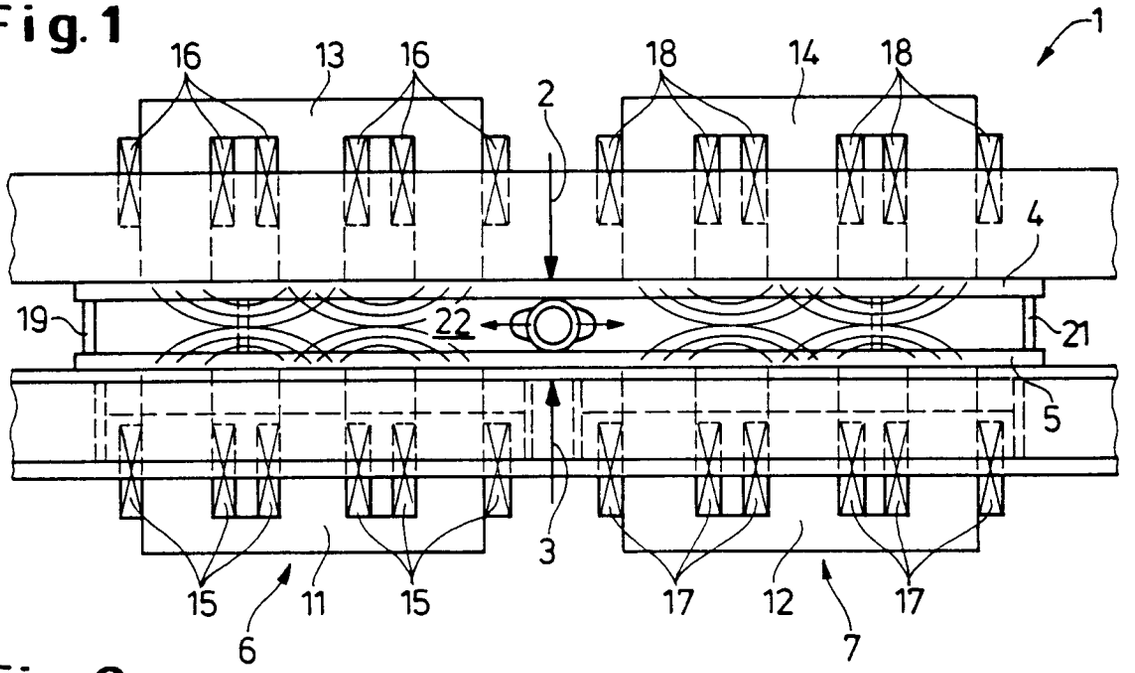


Fig. 2

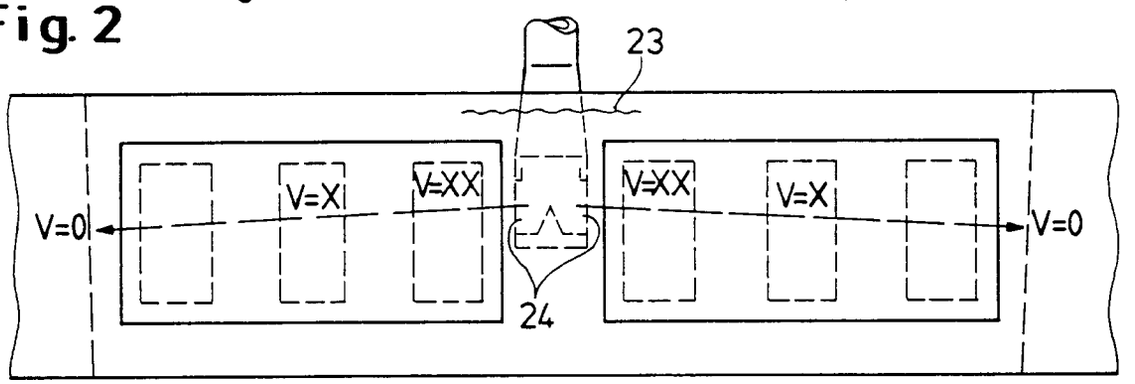
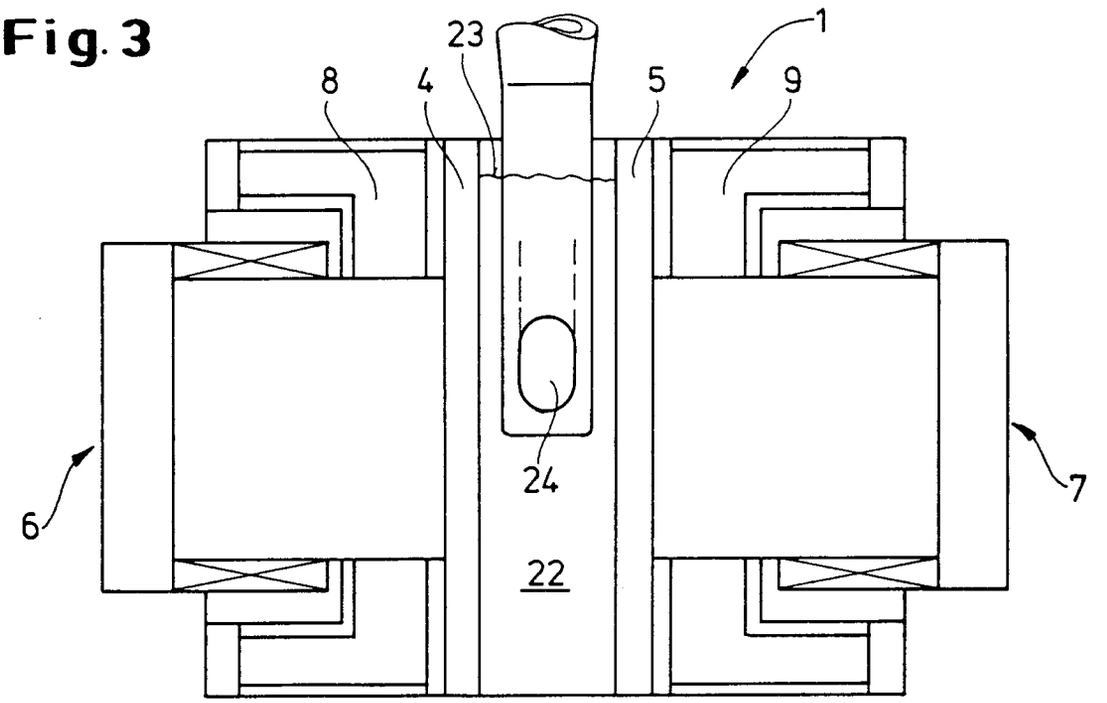


Fig. 3



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 10 9530

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 132 (M-303), 20.Juni 1984 & JP 59 033061 A (SUMITOMO KINZOKU KOGYO KK), 22.Februar 1984, * Zusammenfassung *	1-3	B22D11/10
Y		6	

X	FR 2 550 717 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES LTD., JP) * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 10 * * Seite 5, Zeile 25 - Zeile 32 * * Abbildungen 6,8-11 *	1-3	
Y		6	

A	DIFFERENT AUTHORS: "Metallurgie des Stranggiessens" 1993 , K. SCHWERDTFEGER , DÜSSELDORF, DE XP002039889 * Seite 469, Absatz 4.1.4.1 - Seite 470 * * Abbildung 4.1.28 *	4,5	
	---		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	EP 0 015 301 A (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH, FRANKFURT, DE) * Seite 2, Zeile 5 - Zeile 10 * * Abbildung 4A *	4,5	B22D

Y	WO 85 00769 A (KAWASAKI STELL CORP.,JP) * Abbildung 3B *	6	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	8.September 1997	Peis, S

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

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
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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)