

12

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 79102611.5

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 22 D 11/04**  
**B 22 D 11/16**

22 Anmeldetag: 24.07.79

30 Priorität: 28.07.78 CH 8134/78  
02.02.79 CH 1029/79  
07.02.79 CH 1184/79

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
05.03.80 Patentblatt 80/5

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

71 Anmelder: **CONCAST AG**  
**Tödistrasse 7**  
**CH-8027 Zürich(CH)**

72 Erfinder: **Lipton, Jan**  
**Glärnischstrasse 24**  
**CH-8820 Wädenswil(CH)**

72 Erfinder: **Däcker, Carl-Ake**  
**Nyponvägen 182**  
**S-61300 Oxelösund(SE)**

72 Erfinder: **Thalmann, Armin**  
**Florastrasse 73**  
**CH-8610 Uster(CH)**

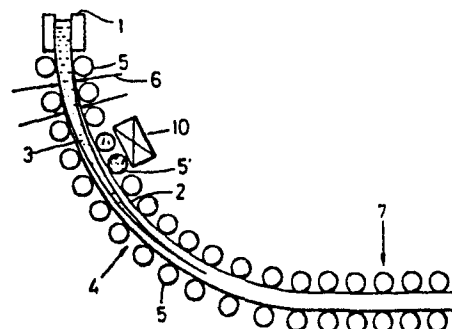
72 Erfinder: **Haefeker, Axel-Ingo**  
**alte Landstrasse 95**  
**CH-8804 Au-Wädenswil(CH)**

7A Vertreter: **Thalmann, Armin et al,**  
**CONCAST AG Tödistrasse 7**  
**CH-8027 Zürich(CH)**

54 **Verfahren zum Stranggiessen von Metall in eine Kokille und Einwirkung eines elektromagnetischen Feldes.**

57 Beim Stranggiessen von Metallen wird zur Verbesserung der Kristallstruktur und zur Verminderung der Nachteile von positiven und negativen Seigerungen mit Hilfe von unterschiedlich auf die Schmelze im flüssigen Kern des Stranges wirkenden, von Asymmetrie in den Phasen der Felder von mindestens einem elektromagnetischen Feld herrührenden Schubkräften eine turbulente Strömung erzeugt.

Fig.1



BEZUG: ... DERT - 1 -  
sich. ...

### Verfahren zum Stranggiessen von Metall

Die vorliegende Erfindung behandelt ein Verfahren zum Stranggiessen von Metall, bei dem Schmelze in eine Kokille gegossen, der entstehende, einen flüssigen Kern aufweisende Strang ausgezogen, geführt sowie weiter gekühlt und  
5 durch mindestens einen elektromagnetische Felder in den Strang induzierenden Rührer eine turbulente Strömung im flüssigen Kern erzeugt wird.

Das Gefüge eines im Stranggiessverfahren hergestellten  
10 Stranges ist neben anderem von der Zusammensetzung des Materials und von der Giesstemperatur abhängig. Bei Giesstemperaturen von nur wenigen Grad Celsius über der Schmelztemperatur überwiegt ein globulitisches, ungerichtetes und bei Giesstemperaturen mit mehr als  $15^{\circ}$  über Liquidus ein  
15 kolumnares, gerichtetes Gefüge mit einer starken, zentralen positiven Seigerung der Begleitelemente. Aus giesstechnischen Gründen muss in der Praxis mit Uebertemperaturen von mehr als  $20^{\circ}\text{C}$  gegossen werden. Es sind darum schon viele Anstrengungen unternommen worden, auch beim Stranggiessen  
20 mit solchen Uebertemperaturen eine Branne mit überwiegend globulitischem, ungerichtetem Gefüge und geringer zentraler Seigerung zu erhalten.

Beim Stranggiessen von Stahl ist es bekannt, durch magnetisches Rühren der Schmelze im flüssigen Kern Verbesserungen der Qualität des gegossenen Materials mittels einer mehr oder weniger starken turbulenten Strömung zu erhalten.

5 Diese Verbesserungen sind durch verschiedene Verfahren zum Aufbringen der Schubkräfte auf die Schmelze erzielt worden.

Im Stahl sind Legierungs- und Begleitelemente, wie C, Si, Mn, P, S usw. enthalten, die beim Erstarren zu Seigerungen, insbesondere Zentralseigerungen, führen können. Solche Seigerungen, wie auch die Kristallstruktur, sind bekanntlich u.a. von der Höhe der Uebertemperatur abhängig. Durch das elektromagnetische Rühren bzw. durch die erzeugte turbulente Strömung sollen solche Seigerungen verhindert werden. Das Erstarrungsgefüge soll derart beeinflusst werden, dass eine möglichst grosse Zone von dichter, ungerichteter Kristallstruktur erhalten wird. Es hat sich aber gezeigt, dass durch die lokale starke Bewegung der Schmelze die Erstarrungsfront so beeinflusst wird, dass sich sogenannte weisse Bänder bilden. Diese weissen Bänder sind negative Seigerungen, die sich qualitätsverschlechternd auswirken können.

Beim Vergiessen von Knüppeln oder Vorblöcken ist es zur Verbesserung der Oberflächen- sowie der Innenqualität bekannt, die Schmelze im flüssigen Kern mit Hilfe einer elektromagnetischen Einrichtung in eine um die Stranglängsachse rotierende Bewegung zu versetzen. Hierbei wird die Rotation mit einem unvollkommenen Drehfeld (drei Magnetpole) erzeugt. Wohl wird dabei eine feinkörnigere Struktur erhalten, aber das Entstehen eines grossen weissen Bandes konnte nicht verhindert werden.

Es ist weiter eine Vorrichtung bekannt, bei der um das Kollennrohr herum eine elektromagnetische Einrichtung mit

- 3 -

drei Polpaaren angeordnet ist, die den flüssigen Kern in eine um die Stranglängsachse rotierende Bewegung versetzt. Diese von einem vollkommenen Drehfeld erzeugte Rotation weist in ihrer Strömung eine ungenügende Turbulenz auf.

5 Die Durchmischung des flüssigen Stahles ist deshalb unvollkommen, weil sich durch die gleichmässige magnetische Beaufschlagung der Schmelze keine quer zum Strang wirkende Kraft ergibt. Diese relativ geringe Turbulenz lässt hinsichtlich der Qualität des gegossenen Produktes in bezug

10 auf die Oberfläche, die Verteilung der Legierungs- und Begleitelemente, aber auch auf die innere Struktur, zu wünschen übrig.

Nach einem bekannten Verfahren werden mit einem elektromagnetischen Wanderfeld Schubkräfte in Richtung der Stranglängsachse erzeugt, wobei die um den Strang verlaufenden Magnete zwischen den Rollenpaaren bis zum Sumpfende angeordnet sind. Die entlang des Sumpfes erzeugte Strömung bringt den gewünschten Bereich von nicht kolumnarem Gefüge

15 und verhindert das Entstehen von massgebenden Seigerungen, insbesondere der Mittenseigerung und weissen Bändern. Eine solche Anordnung benötigt durch die Vielzahl der Magnete einen zu grossen Platz, behindert ein ausreichendes Kühlen des Stranges und ist viel zu aufwendig.

25 Mit einem andern bekannten Verfahren für Brammenformate wird versucht, diese weissen Bänder zu eliminieren, indem mit elektromagnetischen Wanderfeldern, erregt durch zwei an den Längsseiten sich gegenüber befindliche Magnete,

30 Schubkräfte auf den flüssigen Stahl erzeugt werden. Diese Schubkräfte sollen so quer zur Stranglängsachse wirken, dass ein sanftes Anstossen der Strömung an der erstarrten Wand erzielt wird, so dass die umgelenkte Strömung innerhalb eines begrenzten Bereiches gehalten wird. Dieser be-

35 grenzte Wirkungsbereich ergibt eine ungenügende Zone von

- 4 -

dichter, ungerichteter Kristallstruktur. Im weiteren hat sich gezeigt, dass mit diesem Verfahren die weissen Bänder nur mangelhaft eliminiert werden können, so dass durch diese Nachteile kein optimales Produkt erhalten werden kann, was sich z.B. auf das gewalzte Produkt qualitätsmässig negativ auswirken kann.

Bei Versuchen mit von Symmetrie in den Phasen beeinflussten Schubkräften mit quer zur Stranglängsrichtung geradlinig verlaufender Schubrichtung, erzeugt von einem an der Längsseite einer Bramme angeordneten Rührer, zeigten die Schliffbilder weisse Bänder und eine breite Zone von Dendriten, was eine ungenügende Qualität des gegossenen Stahles erbrachte.

15

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit dem eine optimale Strangqualität erhalten wird. Im besonderen soll eine genügende Zone von dichter, ungerichteter Kristallstruktur vorhanden sein. Das gegossene Material soll keine weissen Bänder aufweisen und seigerungsarm sein, insbesondere in bezug auf die Zentralseigerung.

Die Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäss erhalten, indem die turbulente Strömung durch unterschiedlich auf die Schmelze wirkende, von Asymmetrie in den Phasen der Felder beeinflusste Schubkräfte erzeugt wird.

Ueberraschenderweise konnte festgestellt werden, dass bei unterschiedlich auf die Schmelze wirkenden Schubkräften innerhalb der Felder eine derartige turbulente Strömung erzeugt wurde, dass trotz hoher Uebertemperatur praktisch keine weissen Bänder im Schliffbild auftraten sowie die gewünschte Zone von dichter, ungerichteter Kristallstruktur ohne massgebende Zentralseigerung erreicht wurde.

In Abhängigkeit der gegebenen Giessparameter kann nach einer vorteilhaften Anwendung des Verfahrens, von den unterschiedlich wirkenden Schubkräften innerhalb der Felder eine geradlinig verlaufende Schubrichtung in der Schmelze quer  
5 oder längs zur Stranglängsachse erzeugt werden. Bei grösseren Strangquerschnitten mit quer zur Stranglaufrichtung verlaufender Schubwirkung wird daher der Platzbedarf zur Erzeugung eines in Stranglaufrichtung genügend langen Rühr-effektes verringert.

10

Für Knüppel- und Vorkblockformate wird nach einer anderen vorteilhaften Anwendung von den unterschiedlich wirkenden Schubkräften innerhalb der Felder eine bogenförmig um die Stranglängsachse verlaufende Schubrichtung in der Schmelze  
15 erzeugt. Bei Anwendung dieses Verfahrens in der Kokille kann neben der besseren Innenstruktur die Strangoberfläche verbessert werden.

Nach einer weiteren Anwendung der Erfindung können zur Er-  
20 zeugung der unterschiedlichen Schubkräfte auf einfachste Weise die Windungen der einen Phase gegenüber den Windungen mindestens einer anderen Phase von unterschiedlichen Stromstärken beaufschlagt werden. Vorteilhaft liegen dabei diese unterschiedlichen Stromstärken in einem Bereich zwischen  
25 ca. 10% - 25%. Die unterschiedlich wirkenden Schubkräfte können aber auch durch unterschiedlich geometrische Ausbildungen der Phasen erzeugt werden.

Ueberraschenderweise hat sich herausgestellt, dass die tur-  
30 bulente Strömung effizienter wird, wenn, gemäss einem weiteren Merkmal der Erfindung, die schwächere Schubkraft der einen Phase vor der stärkeren Schubkraft der in Schubrichtung nachfolgenden Phase wirksam wird.

35 Bei Giessbeginn verstreicht eine gewisse Zeitspanne, bevor

- 6 -

der flüssige Kern in umlaufende Bewegung versetzt werden kann. Um dabei möglichst rasch die angestrebte turbulente Strömung zu erreichen, wird, nach einem zusätzlichen Merkmal, die Asymmetrie in den Phasen in der Anfahrperiode von  
5 annähernd Null auf einen vorgegebenen Maximalwert eingestellt. Damit konnte erreicht werden, dass auch der vorderste Strangabschnitt die gewünschte metallurgische Qualität aufweist.

10 Beim erfindungsgemässen Verfahren ergibt sich auf Grund physikalischer Gesetze zusätzlich zu der in Rührrichtung wirkenden Kraft, eine zwischen Null und einem Maximum pulsierende Querkraft. Diese überlagerte Kraft wirkt sich durch eine zusätzliche Verstärkung der Turbulenz dann vor-  
15 teilhaft aus, wenn, gemäss einem anderen Merkmal der Erfindung, durch Einstellen der Schubrichtung der Felder die aus der Asymmetrie in den Phasen resultierende, senkrecht zur Rühreroberfläche verlaufende Kraft von der, dem Strang zugekehrten Rührerfläche weg wirksam wird. Hierdurch kann ei-  
20 ne zusätzliche Qualitätsverbesserung, insbesondere bei einseitiger Rühreranordnung, erzielt werden.

Beispiele der Erfindung werden anhand von Figuren näher beschrieben, wobei diese Figuren folgendes veranschaulichen:

25

Fig. 1 die Anordnung eines Rührers mit geradlinig verlaufender Schubrichtung zur Durchführung des Verfahrens in einer Bogenanlage,

Fig. 2 ein Schliffbild eines halben Querschnittes einer  
30 Bramme, deren flüssiger Kern mit einem quer zum Strang wirkenden Wanderfeld gerührt wurde,

Fig. 3 die Verteilung des Schwefels entlang der Linie III-III der Fig.2,

Fig. 4 ein Schliffbild eines halben Querschnittes einer  
35 Bramme, deren flüssiger Kern gemäss der Erfindung gerührt wurde,

- 7 -

Fig. 5 die Verteilung des Schwefels entlang der Linie V-V  
der Fig.4 und

Fig. 6 einen Schnitt durch eine Knüppel- oder Vorblock-  
kokille mit einem, eine bogenförmig verlaufende  
5 Schubrichtung erzeugenden Rührer.

In Fig.1 ist mit 1 eine gekühlte, gebogene und oszillieren-  
de Kokille zum Giessen einer Bramme bezeichnet, die aus ei-  
nem nicht dargestellten Giessgefäss über ein in die Kokille  
10 1 reichendes Giessrohr mit flüssigem Stahl versorgt wird.  
Der in der Kokille 1 entstehende, einen flüssigen Kern 3  
aufweisende Strang 2 wird in einer der Kokille 1 folgenden  
gebogenen Strangbahn 4 mit einem Radius von 10 m mit Hilfe  
von Rollen 5 geführt und gestützt. Zwischen den Rollen 5  
15 sind Sprühdüsen 6 zur weiteren Kühlung des Stranges 2 ange-  
ordnet. Von einem Treib-Richter 7 wird der Strang ausgezo-  
gen und gerichtet.

In einem Abstand von ca. 5 m unterhalb des Kokillenendes  
20 ist ein Rührer in Form eines Wanderfeld-Magneten 10 bekann-  
ter Konstruktion an der Innenseite der Strangbahn 4 ange-  
ordnet. Zwischen dem Magneten 10 und der Innenseite des  
Stranges 2 sind Rollen 5' aus einem antimagnetischen Mate-  
rial, beispielsweise rostfreiem Stahl, angebracht. Der Mag-  
25 net 10 ist zweiphasig aufgebaut. Auch dreiphasige Magnete  
können Anwendung finden. Die vom Rührer erzeugten Schub-  
kräfte wirken quer zur Stranglängsachse.

Die auf der beschriebenen Anlage gegossenen Brammen hatten  
30 ein Format von 1550 mm x 270 mm. Die Auszugsgeschwindigkeit  
betrug etwa 0,55 m/min. Beide Phasen wurden bei einer Span-  
nung von 200 V mit einer Frequenz von 2 Hz und ca. 1000 Am-  
père, d.h. symmetrisch, beaufschlagt. Fig.2 zeigt das  
Schliffbild eines mit einer Uebertemperatur von 29°C gegos-  
35 senen Stahles mit 0,15% C, 0,025% S und üblichen weiteren

Begleitelementen, wobei ein konventionelles Rührverfahren angewendet wurde. Das Schliffbild zeigt eine relativ dünne Randzone 20 mit überwiegend globulitischem Gefüge. An diese Zone 20 schliesst sich eine Zone 21 mit kolumnarem Gefüge zur Mitte gerichteter Dendriten an. Der Zone 21 folgt eine Zone 22, die über eine ungerichtete Kristallstruktur verfügt, heller ist und ein weisses Band darstellt. Dieses Band kann aus einem Stück bestehen, wie das Bezugszeichen 22 verweist, oder in mehrere Bänder 23, 24, 25 unterteilt sein. Der Zone 22 folgt eine Zone 26 mit dichter, ungerichteter Kristallstruktur, die in die Mittenseigerung 27 übergeht.

In Fig.3 ist das Ergebnis der quantitativen Analyse des Schwefelanteils längs der Linie III-III der Fig.2 dargestellt. Auf der Ordinate ist der Schwefelgehalt in Prozenten und auf der Abzisse die Brammendicke aufgetragen. Aus dem Diagramm ist zu erkennen, dass der Schwefelgehalt im weissen Band (Zone 23, 24, 25) merklich verringert ist.

Fig.4 veranschaulicht ein Schliffbild des halben Querschnittes einer nach dem erfindungsgemässen Verfahren gerührten Bramme. Format des Brammenquerschnittes, Stahlqualität, Auszugsgeschwindigkeit, Richtung der Schubkräfte und Frequenz waren gleich wie für Fig.2 beschrieben. Die Ueber-  
temperatur betrug  $43^{\circ}\text{C}$ . Die Stärke für den Erregerstrom betrug für die eine Phase 830 A und für die andere Phase 1000 Ampère. Die eine Phase ist also gegenüber der anderen Phase mit einem um ca. 20% höheren Strom beaufschlagt, d.h. die Phasen der elektromagnetischen Felder sind asymmetrisch. Im Schliffbild ist wiederum eine Zone 31 mit überwiegend globulitischem Gefüge zu erkennen. Daran anschliessend folgt eine Zone 32 mit gegen die Mitte der Bramme gerichteten Dendriten. Eine schwach ausgebildete Zone 33 mit einer Kristallstruktur, die keine Ausrichtung zeigt, schliesst sich

der Zone 32 an. Die Mitte der Bramme verfügt über eine Zone 34 mit einer ebenfalls ungerichteten Kristallstruktur, die aber feiner und dichter als diejenige gemäss Fig.2 ist.

5 Fig.5 zeigt das Ergebnis der quantitativen Analyse des Schwefelanteils längs der Linie V-V der Fig.4. Die Analyse lässt erkennen, dass beim Rühren des flüssigen Kernes nach dem erfindungsgemässen Verfahren mit der dadurch erzeugten turbulenten Strömung eine relativ gleichmässige Verteilung  
10 des Schwefels erreicht wird. Sowohl die positive Mittenseigerung als auch die negative Seigerung in der Zone 32 treten zum grossen Teil nicht mehr auf und nur noch unbedeutende weisse Bänder sind vorhanden.

15 Durch die beschriebene Asymmetrie entstehen Schubkräfte mit unterschiedlicher Schubwirkung auf die Schmelze, d.h. durch den häufigen, frequenzabhängigen Wechsel zwischen stärkerer und schwächerer Schubkraft wird die Turbulenz innerhalb der Strömung im flüssigen Kern wesentlich erhöht. Durch die  
20 zeitliche Reihung der schwächeren vor der stärkeren Schubkraft, d.h. die mit 830 A beaufschlagte Phase wird vor derjenigen mit 1000 A wirksam, kommt es in Wirkrichtung des Wanderfeldes durch die periodisch pulsierende Schubkraft zu Turbulenzerhöhungen.

25

Anhand von Schliffbildern hat sich gezeigt, dass im praktischen Giessbetrieb bei Giessbeginn eine wesentlich längere Zeitspanne bis zum Erreichen eines qualitätsmässig einwandfreien Gussgefüges verstreicht, wenn anstelle einer annähernd symmetrischen Betriebsweise des Rührers dieser schon  
30 in der Anfahrperiode asymmetrisch betrieben wird. Es müssen nämlich, um die gewünschte Turbulenz in der Schmelze zu erzielen, zunächst im Strangkern geschlossene Strömungskreisläufe, sogenannte Strömungswalzen, ausgebildet werden, in  
35 welche sodann auf Grund des Unterschiedes in den Schubkräf-

ten beider Phasen bei asymmetrischer Betriebsweise zusätzliche Turbulenzen integriert werden. Dies sieht in der Praxis so aus, dass bei Giessbeginn, bis sich eine ausreichende Strömung im Sumpf des Stranges ausgebildet hat, das Rühren mit nur geringem Unterschied in der Strombeaufschlagung beider Phasen, z.B. wird Phase 1 mit 1000 und Phase 2 mit annähernd 1000 Ampère beaufschlagt, begonnen wird. Nach Ausbilden der notwendigen Strömung, d.h. nach Erreichen einer turbulenten umlaufenden Bewegung im flüssigen Kern, wird auf die schon beschriebene asymmetrische Beaufschlagung umgeschaltet. Auf diese Weise konnte der in der Qualität schlechtere, erste Teil der Bramme deutlich verkürzt werden.

Es hat sich weiterhin gezeigt, dass auch die Laufrichtung des Wanderfeldes einen entscheidenden Einfluss auf die Gussqualität ausübt. Beispielsweise kann beim Rühren quer zum Strang mit einer geradlinig verlaufenden Schubrichtung diese an einer Brammenbreite von links nach rechts oder umgekehrt verlaufen. Der Rührer kann auf einer oder auf beiden Breitseiten angeordnet sein. Mit der Asymmetrie entsteht eine resultierende, naturgegebene, senkrecht zur Hauptbewegungskomponente und ebenfalls senkrecht zur Strangausziehrichtung wirkende Querkraft. Im bevorzugten Fall soll durch Einstellen der Schubrichtung der Felder die aus der Asymmetrie in den Phasen resultierende, senkrecht zur Rühreroberfläche verlaufende Kraft von der dem Strang zugekehrten Rührerfläche weg wirksam sein. Bei gewissen Giessparametern kann ihre Wirkrichtung um  $180^\circ$  gedreht, d.h. von der Strangmitte weg auf die Stranghaut zu gerichtet, sein.

Bei Zusammenwirken zweier, einander gegenüberliegender Rührer, z.B. bei dicken Brammen, können diese vorzugsweise so geschaltet sein, dass ihre Wanderfelder gegeneinander lau-

- 11 -

fen, damit sowohl die Querkraft des einen als auch die des anderen Wanderfeldes zur Strangmitte hin gerichtet sind.

Die nach dem beschriebenen Verfahren erzeugte dichtere, ungerichtete Kristallstruktur sowie die unbedeutenden weissen Bänder ergeben beim Auswalzen der Brammen wesentlich bessere Eigenschaften des gewalzten Produktes. Obendrein wird für die Vorrichtung zur Erzeugung der optimalen turbulenten Strömung wenig Platz beansprucht.

10

Im angeführten Beispiel werden die unterschiedlichen Schubkräfte durch Beaufschlagen der Windungen mit unterschiedlichen Stromstärken erzeugt. Diese unterschiedlichen Schubkräfte können aber auch durch unterschiedliche geometrische Ausbildung der Phasen, z.B. der Windungszahlen, erzeugt werden. Die Wanderfeld-Magnete können auch so angeordnet werden, dass die unterschiedlichen Schubkräfte in Richtung der Stranglängsachse oder schräg zu dieser wirken. Anstelle von einem, von einer Strangseite wirkenden Wanderfeld kann ein zusätzliches Wanderfeld an der anderen Strangseite vorgesehen werden. Bei Strängen mit langen flüssigen Kernen kann in Stranglängsrichtung mehr als ein Wanderfeld wirken. Die turbulente Strömung kann auch in der Kokille wirksam sein, wobei die Strömung vorteilhaft so gehalten wird, dass sie den Badspiegel nicht beeinflusst, um keine negative Wirkung auf die Oberflächenqualität des Stranges hervorzurufen. Die beschriebene Asymmetrie kann auch durch das Zusammenwirken mehrerer Rührsegmente im gleichen Rührer mit unterschiedlicher Beaufschlagung oder geometrischer Ausbildung der Phasen erreicht werden.

Anhand von Fig.6 wird die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens für eine Knüppelkokille beschrieben, wobei eine bogenförmig verlaufende Schubrichtung eine Drehbewegung der Schmelze um die Stranglängsachse erzeugt. Mit 51 ist im

- Schnitt eine Kokille bezeichnet. Sie besteht aus einem Kokillenrohr 52 aus Kupfer und einem Kokillenmantel 53. Um das Rohr 52 ist ein Kühlmantel 54 angeordnet. Durch den Raum zwischen Kokille 52 und Kühlmantel 54 strömt Kühlwasser. Im Innern der Kokille 52 ist ein teilerstarrter Strang 60 mit einem flüssigen Kern 61 gezeigt. Dieser Strang 60 wird mit bekannten Mitteln aus der Kokille gezogen und weiter gekühlt.
- 10 An jeder Seite des Kühlmantels 54 sind Magnetpole 70, 71, 72, 73 angebracht, die mit je einer Windung 74, 75, 76, 77 versehen sind. Diese Magnetpole werden durch Kühlwasser im Raum zwischen Kühlmantel 54 und Kokillenmantel 53 gekühlt. Die Windungen 74, 75, 76, 77 sind so geschaltet, dass ein
- 15 Wanderfeld entsteht. Diese Magnetpole bilden einen elektromagnetische Felder in den Strang induzierenden Rührer. Entsprechend der Giessparameter wird dabei die eine Phase gegenüber der anderen, nachfolgenden Phase mit einem um 10 - 25% höheren Strom gespeist. Für einen Knüppel von 100 x 100
- 20 mm sind die Windungen 74 und 76 bei einer Frequenz von 50 Hz und einer Spannung von 50 V mit 400 A und die Windungen 75 und 77 mit 320 A beaufschlagt. Das Wanderfeld erzeugt im flüssigen Stahl unterschiedlich wirkende Schubkräfte, die auf Grund der beschriebenen Anordnung der Magnetpole eine
- 25 Drehbewegung der Schmelze bewirken. Wird tieferes Eindringen der Rührwirkung oder eine kleinere Rührgeschwindigkeit gewünscht, so wird die Frequenz entsprechend verringert, speziell bei grossen Wandstärken des Kokillenrohres.
- 30 Die Schaltung kann aber auch so gewählt werden, dass der magnetische Fluss zwischen den Polpaaren 70, 72 bzw. 71, 73 fliesst und mit Hilfe des magnetischen Feldes die Drehbewegung auf diese Weise erzeugt wird. Dabei werden die Polpaare 70, 72 beispielsweise mit 400 A und die Polpaare 71, 73
- 35 mit 320 A erregt.

- Für grössere Knüppel- und Vorblockformate kann die Anzahl der Pole erhöht werden. Anstelle der asymmetrischen Beaufschlagung der Windungen mit Strom können die unterschiedlich wirkenden Schubkräfte durch unterschiedliche geometrische Ausbildung der Phasen erzeugt werden, z.B. durch unterschiedliche Windungszahl oder durch unterschiedliche Ausbildung der Poleisen, wie Form und Grösse der Eisenquerschnitte und/oder Polachsenrichtungen usw.
- 10 Die asymmetrische Beaufschlagung mit Strom oder die unterschiedliche geometrische Ausbildung können auch kombiniert werden. Im angeführten letzten Beispiel ist das Rühren mit bogenförmig verlaufender Schubrichtung in der Kokille beschrieben worden. Dieses Rühren kann aber auch in der Sekundärkühlzone Anwendung finden. Anstelle der bogenförmig verlaufenden Schubrichtung kann in der Kokille auch die geradlinige, in Stranglängsrichtung verlaufende Schubrichtung angewendet werden.
- 15
- 20 Das erfindungsgemässe Verfahren kann für alle Typen von Stranggiessanlagen mit Durchlaufkokillen Anwendung finden, auch für Anlagen zum Giessen von Träger-Vorprofilen und von Nichteisenmetallen. Bei Strängen mit langen, flüssigen Kernen können mehrere Rührer zusammen wirken.

P A T E N T A N S P R U E C H E

1. Verfahren zum Stranggiessen von Metall, bei dem Schmelze in eine Kokille gegossen, der entstehende, einen  
5 flüssigen Kern aufweisende Strang ausgezogen, geführt sowie weiter gekühlt und durch mindestens einen elektromagnetische Felder in den Strang induzierenden Rührer eine turbulente Strömung im flüssigen Kern erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die turbulente Strömung  
10 durch unterschiedlich auf die Schmelze wirkende, von Asymmetrie in den Phasen der Felder beeinflusste Schubkräfte erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
15 von den unterschiedlich wirkenden Schubkräften innerhalb der Felder eine geradlinig verlaufende Schubrichtung in der Schmelze quer oder längs zur Stranglängsachse erzeugt wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von den unterschiedlich wirkenden Schubkräften innerhalb der Felder eine bogenförmig um die Stranglängsachse verlaufende Schubrichtung in der Schmelze erzeugt wird.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Windungen einer Phase gegenüber den Windungen mindestens einer anderen Phase der Felder von unterschiedlichen Stromstärken beaufschlagt werden.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Windungen der einen Phase gegenüber den Windungen der anderen Phase mit einem um 10% bis 25% höheren Strom beaufschlagt werden.

- 2 -

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass die unterschiedlich wirkenden Schubkräfte durch unterschiedliche geometrische Ausbildungen der Phasen erzeugt werden.
- 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass die schwächere Schubkraft der einen Phase vor der stärkeren Schubkraft der in Schubrichtung nachfolgenden Phase wirksam wird.
- 10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Asymmetrie in den Phasen in der Anfahrperiode von annähernd Null auf einen vorgegebenen Maximalwert eingestellt wird.
- 15
9. Verfahren nach Anspruch 2 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch Einstellen der Schubrichtung der Felder die aus der Asymmetrie in den Phasen resultierende, senkrecht zur Rühreroberfläche verlaufende Kraft von
- 20
- der dem Strang zugekehrten Rührerfläche weg wirksam wird.

Fig.1

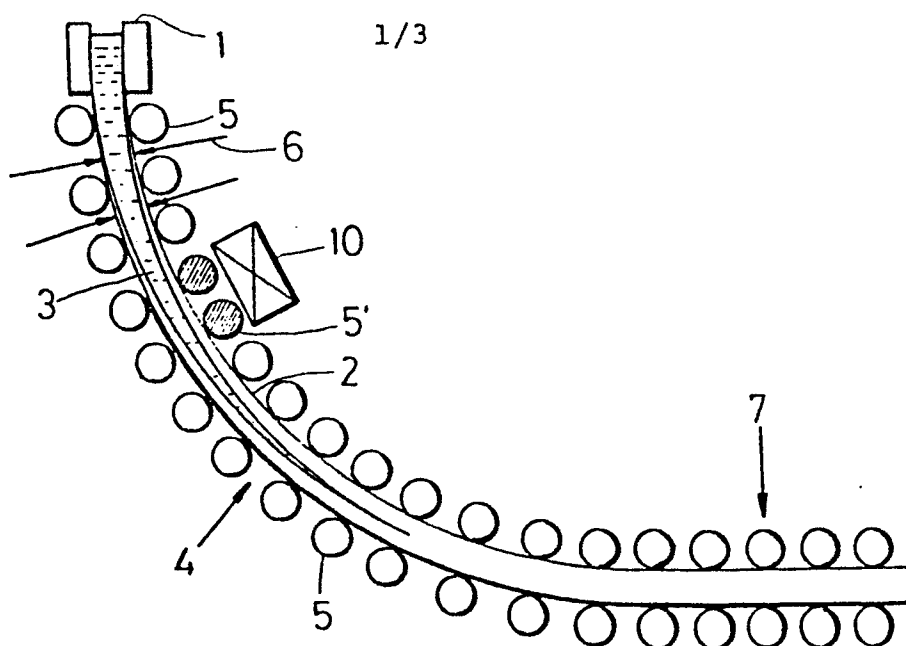


Fig.4

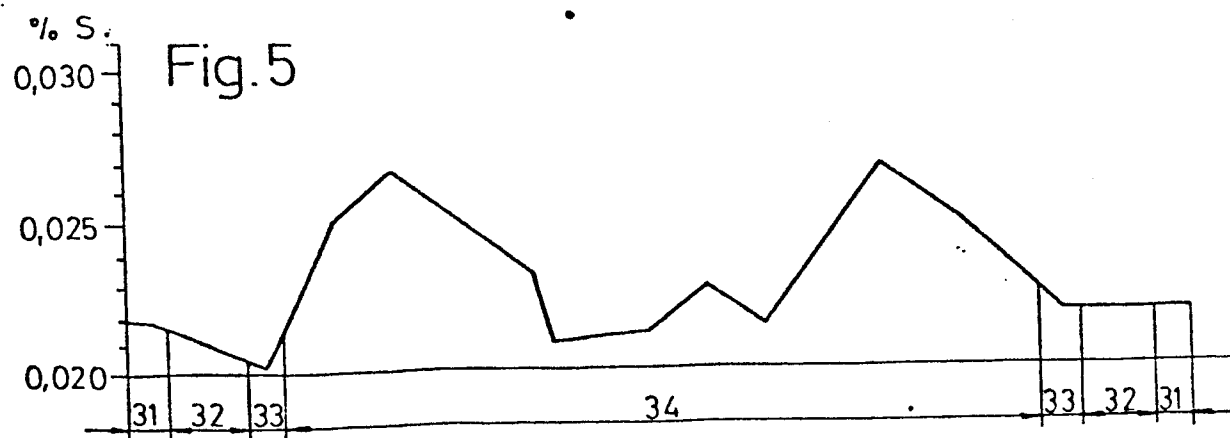
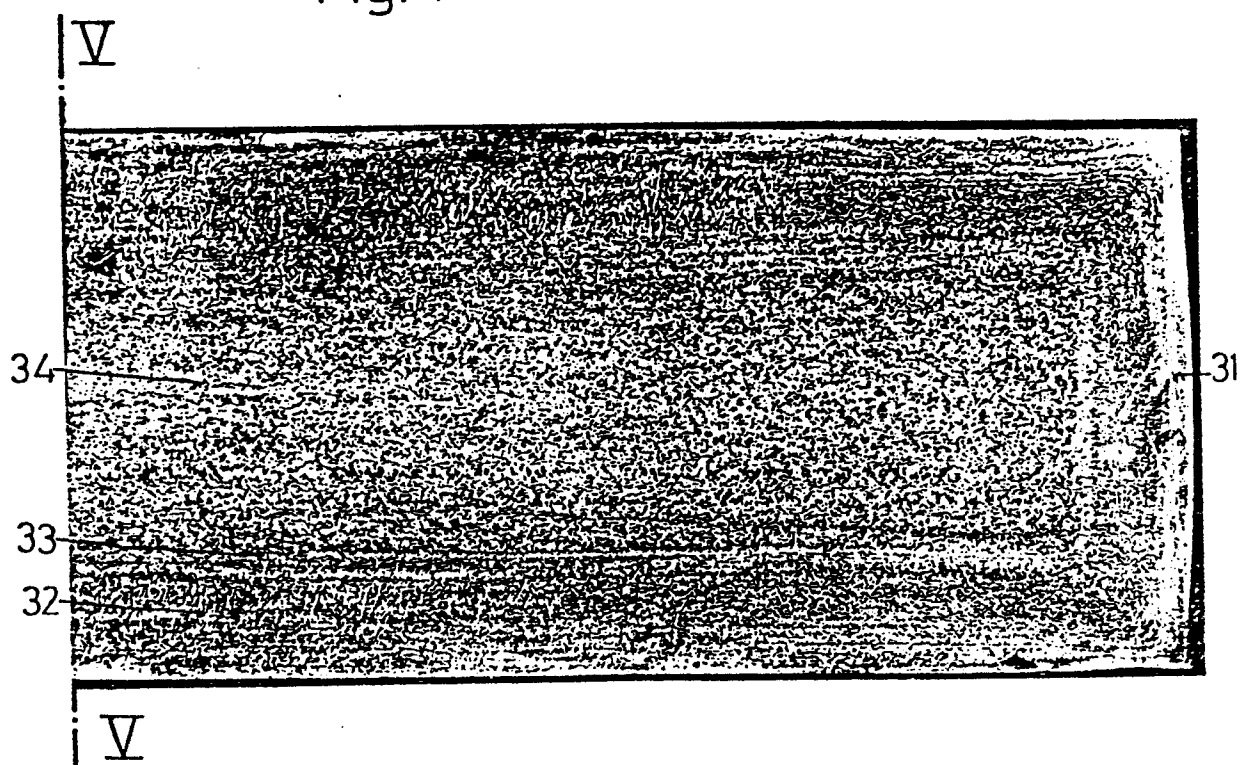


Fig.2

2/3

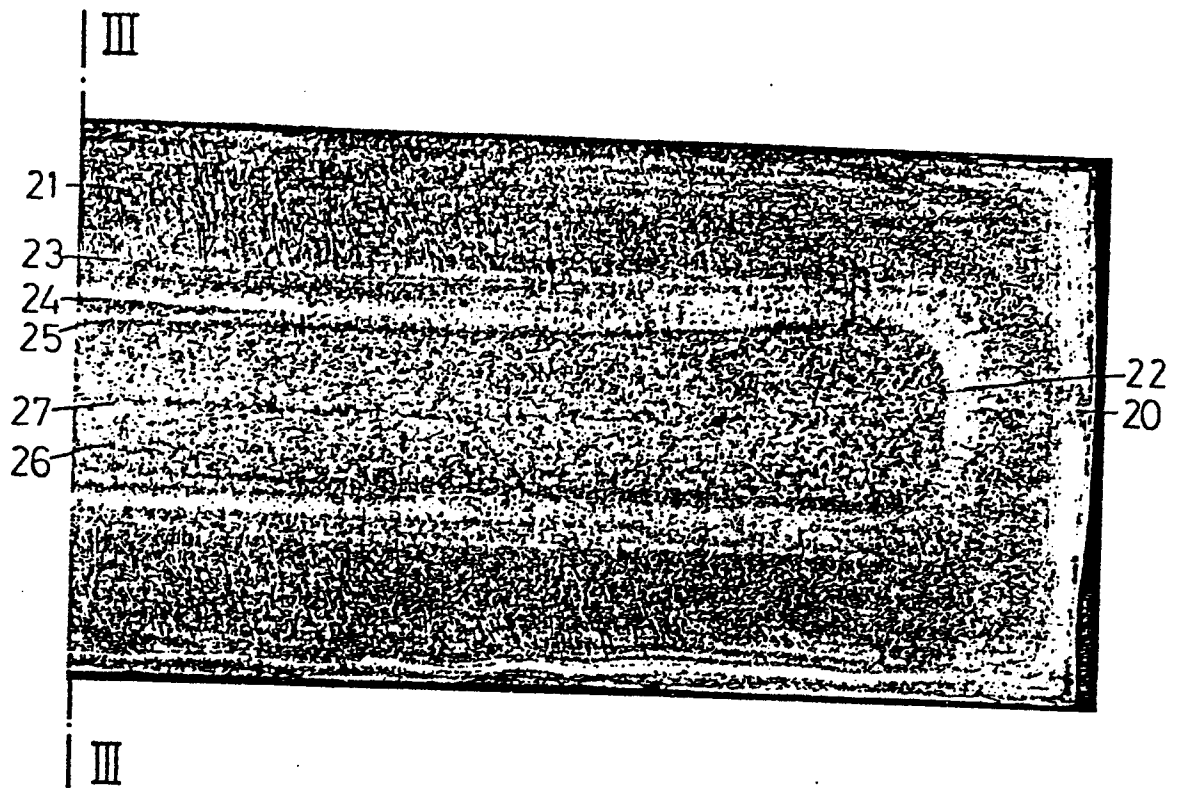


Fig.3

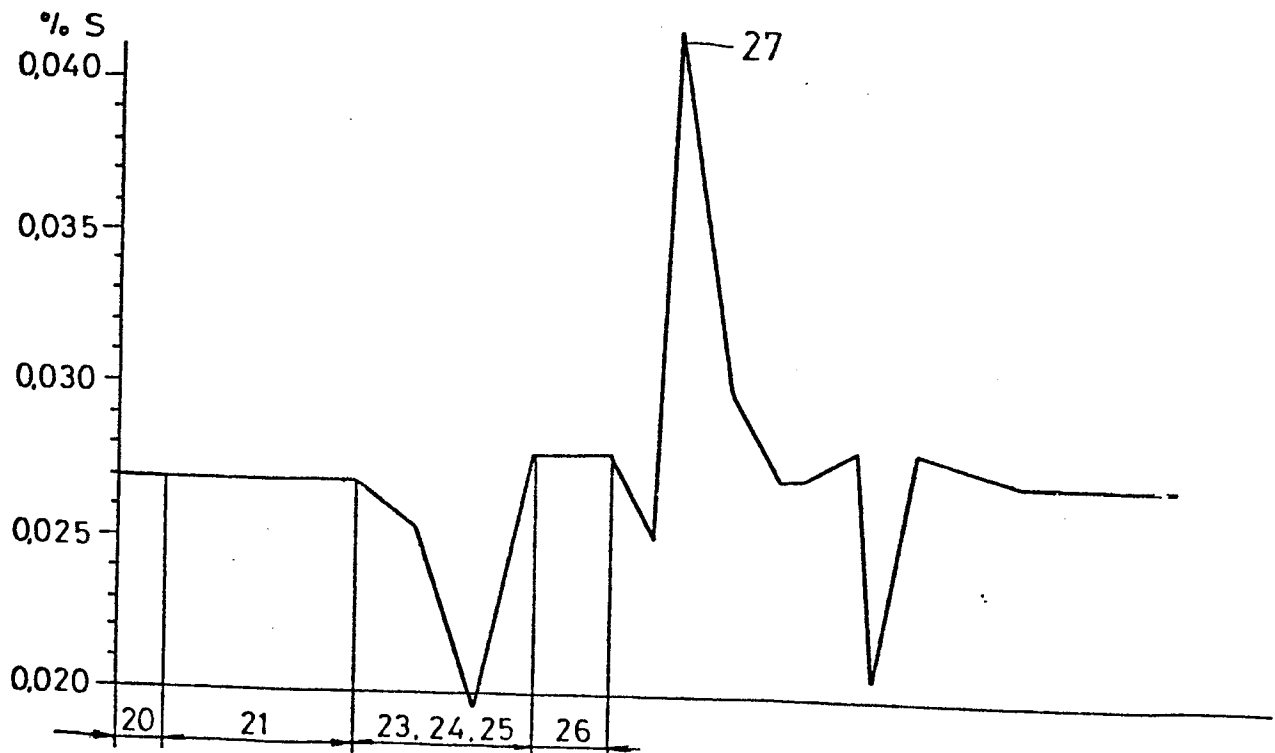
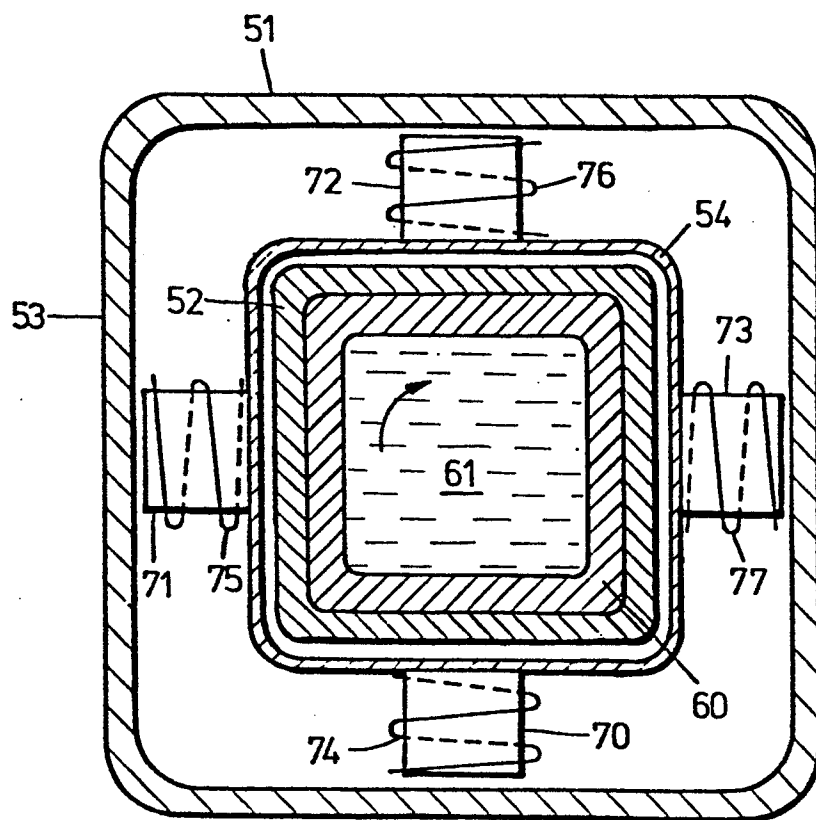


Fig. 6





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 79 102 611.5

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |                                                                                                                                      |                                           | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kategorie               | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                  | betrifft Anspruch                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                         | <p>DE - A1 - 2 720 391 (ASEA AB)</p> <p>* Anspruch 3 *</p> <p>---</p>                                                                | 9                                         | <p>B 22 D 11/04</p> <p>B 22 D 11/16</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| P                       | <p>DE - A1 - 2 810 876 (ACIERIES REUNIES<br/>DE BURBACH-EICH-DUDELANGE S.A. ARBED)</p> <p>* Ansprüche 1 und 2 *</p> <p>---</p>       | 2                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| A                       | <p>DE - U - 6 930 213 (MANNESMANN A.G.)</p> <p>* Fig. 1 bis 5 *</p> <p>---</p>                                                       | 1                                         | <p>RECHERCHIERTE<br/>SACHGEBIETE (Int. Cl.)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| A                       | <p>E. HERRMANN "Handbuch des Stranggiessens"</p> <p>1958, Aluminium Verlag, Düsseldorf</p> <p>* Seiten 417 bis 428 *</p> <p>----</p> | 1                                         | <p>B 22 D 11/00</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                         |                                                                                                                                      |                                           | <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X: von besonderer Bedeutung</p> <p>A: technologischer Hintergrund</p> <p>O: nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P: Zwischenliteratur</p> <p>T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E: kollidierende Anmeldung</p> <p>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L: aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp;: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> |
| X                       | Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.                                                           |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Recherchenort<br>Berlin |                                                                                                                                      | Abschlußdatum der Recherche<br>12-10-1979 | Prüfer<br>GOLDSCHMIDT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |