



(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 155/2001
(22) Anmeldetag: 30.01.2001
(42) Beginn der Patentdauer: 15.09.2002
(45) Ausgabetag: 25.04.2003

(51) Int. Cl.⁷: **B22D 11/128**
B22D 11/16, 11/18

(56) Entgegenhaltungen:
JP 8-276258A WO 98/20998A1 EP 917922A1

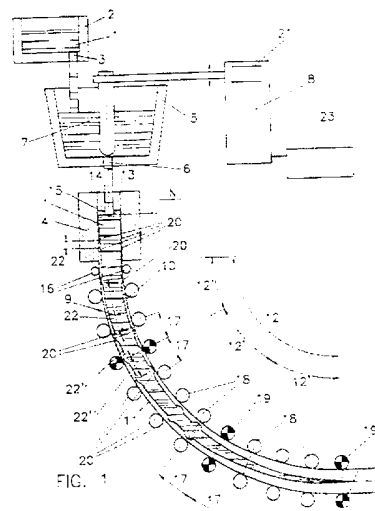
(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
& CO
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:
MÖRWALD KARL DIPL.ING. DR.
ST. FLORIAN, OBERÖSTERREICH (AT).
BRAMERDORFER HEINZ DIPL.ING. DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
SCHÜTZER WOLFGANG ING.
HERZOGSDORF, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM STRANGGIEßEN VON METALLSCHMELZEN

(57) Bei einem Verfahren zum Stranggießen einer Metallschmelze (1) wird die Metallschmelze (1) von einem Zwischengefaß (5) unter Bildung eines Stranges (9) mit einem flüssigen Kern (10) und einer diesen umhüllenden Strangschale (11) in eine Stranggießkokille (4) gegossen und der Strang (9) mit flüssigem Kern (10) aus der Stranggießkokille (4) ausgezogen, sowie über eine von in Abständen (17) angeordneten Rollen (18, 19) gebildete Strangführung (12) geführt.

Zur Vermeidung eines unter Umständen einen Gießabbruch verursachenden Strangpumpens wird die Strangschale (11) mit gezielt erzeugten Dickenunterschieden gebildet, u.zw. durch Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale (11).



AT 410 408 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stranggießen von Metallschmelzen, wobei Metallschmelze von einem Zwischengefäß unter Bildung eines Stranges mit einem flüssigen Kern und einer diesen umhüllenden Strangschale in eine Stranggießkokille gegossen wird, und der Strang mit flüssigem Kern aus der Stranggießkokille ausgezogen und über eine von in Abständen angeordneten Rollen gebildete Strangführung geführt wird.

Beim Stranggießen von Stahl, vor allem beim Stranggießen von peritektisch erstarrenden Stahlqualitäten, ist es bekannt, daß es zu einem sogenannten „Strangpumpen“, in der englischen Literatur auch als „mold level hunting“ bekannt, kommen kann. Darunter versteht die Fachwelt eine periodisch auftretende Unregelmäßigkeit des Gießvorgangs, u.zw. ein periodisches Heben und Senken des Gießspiegels, das im schlimmsten Fall zum Abbruch des Gießens mit automatischer Gießspiegelregelung oder sogar zum Abbruch des Stranggießens selbst führen kann. Ein solches Strangpumpen tritt vor allem bei Anwendung einer sogenannten „weichen“ Kühlung und bei Verwendung eines gut isolierenden Gießpulvers auf.

Es ist ein Merkmal dieser Störung, daß sie bei einer bestimmten Gießgeschwindigkeit mit einer Periodendauer auftritt, die eine aus der Periodendauer und der Gießgeschwindigkeit resultierende Wellenlänge ergibt, die in etwa der durchschnittlichen Rollenteilung mindestens eines Bereiches der Strangführung entspricht, d.h. daß die Wellenlänge zwischen zwei aufeinanderfolgenden Unregelmäßigkeiten einem Abstand zwischen zwei hintereinander angeordneten Rollen der Strangführung entspricht, sofern die Rollen in einem Bereich der Strangführung in etwa gleichen Abständen voneinander angeordnet sind.

So konnte beobachtet werden, daß bei einer Strangführung mit einer Rollenteilung von 275 mm bei einer Gießgeschwindigkeit 1,3 m/min die Periodendauer des Strangpumpens 12,6 s betrug. Dies entspricht einer Wellenlänge von 273 mm, ist also nahezu identisch mit der durchschnittlichen Rollenteilung von 275 mm in einigen Segmenten der Strangführung.

Es ist ein Charakteristikum des Strangpumpens, daß es nur über einer empirisch zu ermittelnden kritischen Gießgeschwindigkeit auftritt, die wiederum vom verwendeten Gießpulver und der angewendeten Sekundärkühlung, d.h. Direktkühlung des Stranges in der Strangführung, abhängt. Eine weitere Besonderheit des Strangpumpens ist darin zu sehen, daß es nur im Gießbetrieb mit automatischer Gießspiegelregelung, nicht aber bei manueller Gießspiegelregelung auftritt. In der Fachliteratur finden sich Hinweise, daß bei Stranggießanlagen mit einer Strangführung mit stark unterschiedlicher Rollenteilung über ihre Länge dieses Problem nicht oder nur minimal auftritt. Dies würde bedeuten, daß hintereinander liegende Segmente bzw. Abschnitte der Strangführung jeweils unterschiedliche Rollenteilung aufweisen müßten, um dieses Problem zu vermeiden. Dies bedingt jedoch den Nachteil, daß die Konstruktion, Anschaffung und Wartung inakzeptabel hohe Kosten verursacht, denn es müßten für eine Strangführung mehrere unterschiedlich konstruierte Segmente bzw. Abschnitte angeschafft und auch auf Lager gehalten werden.

Ein Vermeiden des Strangpumpens durch Begrenzung der Gießgeschwindigkeit wird von Betreibern von Stranggießanlagen abgelehnt, da in der Regel eine Stranggießanlage im Verbund mit einem Stahlwerk betrieben wird und dieses bestimmte Gießleistungen zur optimalen Nutzung des Stahlwerks erfordert.

In der Fachliteratur wird das Strangpumpen durch das Vorhandensein von lokal vorhandenen leichten Schwächungen der Strangschale erläutert. Es kommt beim Bewegen des Stranges entlang der Strangführung immer dann, wenn sich eine geschwächte Strangschalenstelle, d.h. eine Stelle des Stranges mit dünner Strangschale, zwischen zwei Strangführungsrollen befindet, zu einem gegenüber dem normal stattfindenden Ausbauchen der Strangschale verstärktem Ausbauchen und damit zu einer Strömungssenke unterhalb des Gießspiegels; der Gießspiegel sinkt also ab. Der Gießspiegel hebt sich jedoch wieder, sobald diese örtliche Schwachstelle über eine Strangführungsrolle geführt wird, da dann die Ausbauchung durch die Strangführungsrolle zurückverformt wird. Die damit verbundene Badspiegeländerung, d.h. Änderung der Höhe des Badspiegels, führt ihrerseits wieder zu einem unterschiedlichen Wachstum der Strangschale innerhalb der Stranggießkokille, wobei Theorien besagen, daß dies bedingt ist durch die unterschiedliche Dicke der vom Gießpulver gebildeten Schlackenschicht, die zwar eine Gleitschicht, aber auch eine thermische Isolierschicht zwischen der Strangoberfläche und der Kokillenoberfläche bildet. Eine stochastisch entstandene Schwachstelle der Strangschale kann somit eine größere Anzahl von Schwachstellen in einem später entstehenden Strangabschnitt hervorrufen. Eine Fortsetzung

dieses Prozesses führt schlußendlich zu einer periodisch auftretenden Störung der Gießspiegellage, d.h. zum sogenannten "Strangpumpen".

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, die oben beschriebenen Schwierigkeiten und Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren anzugeben, bei dem bei Aufrechterhaltung des Automatikbetriebes für die Gießspiegelregelung unabhängig von einer kritischen Gießgeschwindigkeit und trotz konstanter Rollenteilung der Strangführung zumindest über deren größte Länge ein Strangpumpen vermieden werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Strangschale mit gezielt erzeugten Dickenunterschieden gebildet wird, u.zw. durch Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale.

Aus den obigen Ausführungen ergibt sich, daß eine gezielt erzeugte Schwachstelle (nachfolgend auch „Störung“ genannt) im Strang, sofern ihr Abstand ungleich ist der durchschnittlichen Rollenteilung oder ungleich ist einem ganzzahligen Vielfachen der durchschnittlichen Rollenteilung einer Strangführung von einer zuvor entstandenen Schwachstelle der Strangschale, eine unkritische Störung darstellt, die zu keinem Aufschaukeln der Höhenänderung des Gießspiegels führen kann.

Von Bedeutung ist, daß die Störungen immer oder zumindest über einer kritischen Gießgeschwindigkeit aufgebracht werden. In Längsrichtung des Stranges können sie begrenzt oder unbegrenzt sein. Werden die Störungen über der kritischen Gießgeschwindigkeit nicht ständig aufgebracht, muß der Abstand aufeinanderfolgender Störungspakete kleiner sein als die Länge jenes Teiles der Strangführung, der die Resonanzen hervorruft.

Zweckmäßig wird die Strangschale mit in Längsrichtung des Stranges örtlich beschränkten und im Abstand voneinander liegenden Dickenunterschieden gebildet.

Vorzugsweise wird die Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale innerhalb der Stranggießkokille Änderungen unterworfen.

Gemäß einer bevorzugten Variante wird die Größe der Abstände zwischen in Längsrichtung des Stranges benachbarten Dickenunterschieden der Strangschale durch in unterschiedlichen Zeitabständen aufeinanderfolgendes Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale variiert.

Zweckmäßig kann das Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale periodisch erfolgen.

Eine weitere bevorzugte Variante ist dadurch gekennzeichnet, daß Zeitabstände zwischen aufeinanderfolgenden Änderungen der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale gewählt werden, die in einem Abstand liegende Dickenunterschiede bewirken, der um mindestens 1 % größer oder kleiner ist als der Abstand benachbarter Rollen zumindest eines Bereiches der Strangführung, vorzugsweise um mindestens 5 % größer oder kleiner ist.

Das bewußte Erzeugen einer Störung, d.h. das Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale, wird zweckmäßig durch eine zeitweise Änderung des Niveaus des von der Metallschmelze im Inneren der Stranggießkokille gebildeten Gießspiegels durchgeführt, wobei zweckmäßig die Niveauänderung des Gießspiegels durch eine Änderung der Zuflußmenge an Metallschmelze in die Stranggießkokille bewirkt wird.

Hierbei wird vorteilhaft eine Änderung der Zuflußmenge durch eine konstant oder variabel periodisch schwankende, wie sinusförmige oder sägezahnförmige, Einstellung bestimmter Zuflußmengen durchgeführt.

Zweckmäßig erfolgt eine Änderung der Zuflußmenge mit Hilfe eines Zufallsgenerators, wobei vorteilhaft der Zufallsgenerator Änderungen der örtlichen Dickenunterschiede der Strangschale des Stranges bewirkt, bei denen der Abstand von Dickenunterschied zu Dickenunterschied ein nicht ganzzahliges Vielfaches des Abstandes der Rollen der Strangführung beträgt.

Es hat sich als Vorteil erwiesen, wenn eine Änderung der Zuflußmenge zusätzlich hochfrequent erfolgt, insbesondere in einem Bereich von 1 bis 10 Hz, da hierdurch Ablagerungen an der Einrichtung zur Durchflußmengeneinstellung, wie z.B. an einem Stopfen oder an einem Schieber, vermieden werden können sowie Spiele bei einer solchen Einrichtung unschädlich sind.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt eine Änderung der erzeugten Dickenunterschiede der Strangschale durch eine Nulllagenänderung einer Kokillenoszillation.

Um eine ausreichende Wirkung der erfindungsgemäßen Maßnahmen zu erzielen, erfolgt jede

Änderung der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale über eine Mindestzeitdauer, die einen Dickenunterschied in der Strangschale über eine Stranglänge von mindestens einer Länge eines Segmentes einer segmentierten Strangführung bewirkt.

Zur Vermeidung von Störungen des Gießbetriebes bewirkt das Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale Schwachstellen in der Strangschale, an denen die Strangschale bei Austritt aus der Stranggießkokille um mindestens 1 %, jedoch höchstens um 20 % dünner ist als an benachbarten Stellen.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert, wobei Fig. 1 eine Stranggießanlage in schematischer Darstellung im Längsschnitt veranschaulicht. Fig. 2 veranschaulicht die Verwirklichung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Diagrammform.

Gemäß der in Fig. 1 dargestellten Stranggießanlage wird eine Stahlschmelze 1 aus einer Gießpfanne 2 über einen Bodenauslaß 3 in ein oberhalb einer Durchlauf-Stranggießkokille 4 in Stellung gebrachtes Zwischengefäß 5 eingefüllt. Von diesem Zwischengefäß 5 fließt die Stahlschmelze 1 in die Stranggießkokille 4, u.zw. ebenfalls über eine Bodenöffnung 6, deren freier Querschnitt mittels einer Einrichtung 7 zur Einstellung der Durchflußmenge, wie eines in Fig. 1 beispielhaft dargestellten Stopfens 7, einstellbar ist, wobei der Stopfen 7 über eine Regelung 8 gemäß der gewünschten Stahldurchtrittsmenge höhen einstellbar ist. Anstelle des Stopfens 7 kann auch ein die Öffnung 6 mehr oder weniger freigebender Schieber am Zwischengefäß 5 vorgesehen sein.

In der Stranggießkokille 4 bildet sich ein Strang 9 mit einem flüssigen Kern 10 und einer diesen Kern 10 umhüllenden Strangschale 11, deren örtliche Dicke u.a. von der Intensität der Kühlung, u.zw. der Primärkühlung innerhalb der Stranggießkokille 4 als auch der Sekundärkühlung in einem der Stranggießkokille 4 nachfolgenden Bereich einer Strangführung 12, abhängt.

Der sich in einem bestimmten Niveau N in der Stranggießkokille 4 ausbildende Gießspiegel 13 ist von einer Gießpulverschicht 14 bedeckt, wobei das verbrauchte Gießpulver nach und nach ersetzt wird. Dieses Gießpulver bildet zwischen den Kokillenseitenwänden 15 und der Strangschale 11 eine Gleitschicht, so daß die Reibung der Strangschale an den Kokillenseitenwänden 15 reduziert ist. Wie oben erwähnt, beeinflusst diese Gleitschicht ebenfalls den Wärmeübergang vom Strang 9 zur Stranggießkokille 4.

Der in der Stranggießkokille 4 gebildete Strang 9 wird über die der Stranggießkokille 4 nachfolgend angeordnete, vorzugsweise bogenförmig gestaltete Strangführung 12 zumindest so weit geführt, bis er durcherstarrt ist. Die Strangführung 12 weist zunächst knapp unterhalb der Stranggießkokille sogenannte Kokillen-Fußrollen 16 auf, die zum Zweck einer eng benachbarten Stützung des noch eine sehr dünne Strangschale 10 aufweisenden Stranges 9 einen kleinen Durchmesser aufweisen. Von diesen Fußrollen 16 ist in der Zeichnung nur ein Paar, das den Strang 9 an gegenüberliegenden Seiten abstützt, dargestellt.

Den Fußrollen 16 nachfolgend sind beidseitig des Stranges 9 jeweils im äquidistanten Abstand vorgesehene Rollen 18, 19 angeordnet, die ein Ausbauchen der Strangschale 11 infolge des ferrostatischen Druckes so weit wie möglich verhindern. Zum Zweck des Ausziehens des Stranges 9 aus der Stranggießkokille 4 sind über die Länge der Strangführung 12 verteilt auch einige der Rollen antreibbar, nämlich die Rollen 19.

Die Strangführung 12 kann aus hintereinander angeordneten Segmenten 12', von denen jedes mehrere Rollen 18 bzw. 19 trägt, gebildet sein.

Zur Vermeidung des oben beschriebenen Prozesses des Strangpumpens werden erfindungsgemäß während des Stranggießens in Längsrichtung des Stranges 9 im Abstand voneinander liegende dünnere Stellen 20 (nachfolgend auch Störung 20 genannt) in der Strangschale 11 erzeugt, u.zw. durch ein zeitlich begrenztes, d.h. kurzzeitiges Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale 11. Dies geschieht durch Ändern des Niveaus N des von dem flüssigen Stahl 1 im Inneren der Stranggießkokille 4 gebildeten Gießspiegels 13, indem die Zuflußmenge der Stahlschmelze 1 in die Stranggießkokille 4 variiert wird, was durch Ändern der Lage des Stopfens 7 des Zwischengefäßes 5 bewirkt wird.

Diese Änderung der Lage des Stopfens 7 des Zwischengefäßes 5 wird über einen Stopfenantrieb 21, beispielsweise einen Elektromotor mit Stellspindel etc., durchgeführt, wobei die zeitliche Abfolge derart gewählt ist, daß die in der Zeichnung nur schematisch dargestellten Dickenunterschiede der Strangschale 11, beispielsweise Schwachstellen 20 in der Strangschale in Abständen 22, 22', 22'',.... in Längsrichtung des Stranges 9 vorhanden sind, die ungleich sind einem ganzzah-

ligen Vielfachen der Abstände 17 benachbarter Rollen 18, 19 der Strangführung 12. Die Abstände 22, 22', 22'', ... können untereinander unterschiedlich sein.

Die theoretische Erklärung hierfür lautet wie folgt:

Es ist in der Fachwelt bekannt, daß die Stärke, d.h. Dicke, der Strangschale 11, mit der der Strang 9 aus der Stranggießkokille 4 austritt, im wesentlichen von der Verweildauer in der Stranggießkokille 4 und der aus Hub, Frequenz, Oszillationsform und Gießgeschwindigkeit resultierenden "positiv strip"-Zeit und der Isolierwirkung des als Schmiermittel wirkenden Gießpulvers 14 bestimmt wird. Das Gießpulver 14 beeinträchtigt nämlich mehr oder weniger, je nach Isolierwirkung und Dicke, den Wärmeübergang vom Stahl 1 auf die Seitenwände 15 der Stranggießkokille 4. Es ist weiters bekannt, daß die Dicke des Schmiermittels zwischen Strangschale 11 und den Seitenwänden 15 der Stranggießkokille 4 proportional ist der Gießgeschwindigkeit, dem Hub beim Oszillieren der Stranggießkokille 4, der Frequenz der Oszillation der Stranggießkokille 4 und der positiven Zeit des Ausziehens des Stranges 9 aus der Stranggießkokille 4.

Erfindungsgemäße Variationen des Gießspiegels 13 relativ zur Nulllage der Oszillation haben die Aufgabe, den Gießpulververbrauch und damit die Wärmeabfuhr in der Stranggießkokille 4 zu variieren, so daß ein Strang 9 mit einer in seiner Längserstreckung an vorbestimmten Stellen 20 leicht verminderten Dicke der Strangschale 11 aus der Stranggießkokille 4 austritt. Diese dünneren Stellen 20 der Strangschale 11, die über die Länge des Stranges 9 verteilt sind, stellen sicher, daß beim Ausziehen des Stranges 9 aus der Stranggießkokille 4 aufgrund dieser dünneren Stellen 20 auftretende Ausbauchungen der Strangschale 11 zwischen den Rollen 18, 19 der Strangführung 12 nicht in gleichen Abständen, d.h. in Abständen 17, die den benachbarten Rollen 18, 19 entsprechen, auftreten.

Dies ist anhand des nachstehenden Beispiels erläutert:

Beträgt beispielsweise die Gießgeschwindigkeit 1,3 m/min und ist ein Rollenabstand 17 benachbarter Rollen 18, 19 der Strangführung 12 von 260 mm verwirklicht, so ergibt das eine Periode für kritische Störungen von etwa 12 s, wie dies in der Beschreibungseinleitung ausgeführt ist.

Wird nun eine Störung des Strangschalenwachstums mit beispielsweise 9 s Periodendauer induziert, so ergibt das in der Strangschale 11 Störungen 20 (d.h. dünnere Stellen 20) im Abstand von 195 mm. Nimmt man für diese Störungen 20 einen sinusförmigen Verlauf mit einer Amplitude von 1 mm an, bedeutet dies eine maximale Änderungsgeschwindigkeit für den Spiegel von 0,038 m/min, dies entspricht ca. 3 % der Gießgeschwindigkeit und ist daher als unkritisch anzusehen.

Die Periodendauer der Störung kann über einen Zufallsgenerator 23 innerhalb bestimmter Grenzen festgelegt werden, wodurch sich variable Abstände 22, 22', 22'', ... der in der Strangschale 11 bewirkten Schwachstellen 20 ergeben, so daß ein Strangpumpen mit Sicherheit vermieden werden kann. Die gezielt eingebrachte Störung 20 im Wachstum der Strangschale 11 kann durch Überlagerung einer sinusförmigen, sägezahnförmigen etc. Stopfen- bzw. Schieberbewegung mit konstanter oder zeitlich variabler Periodendauer erzeugt werden.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Stopfenbewegung (oder auch Schieberbewegung) mit einer hochfrequenten Störung überlagert wird, z.B. von 3 Hz mit 0,5 mm Amplitude, wodurch es zur Vermeidung von Ablagerungen am Stopfen 7 bzw. Schieber sowie zur Unschädlichmachung von Spielen von Stopfenführung bzw. Schieberführung kommt.

Eine Störung 20 im Wachstum der Strangschale 11 kann auch dadurch erreicht werden, daß die Nulllage der Kokillenoszillation verändert wird. Dies kann auch zusätzlich zur oben beschriebenen Änderung des Niveaus N des Gießspiegels 13 in der Stranggießkokille 4 durchgeführt werden, wie dies beispielsweise in Fig. 2 dargestellt ist. In diesem Diagramm ist eine Stopfenbewegung mit einer vollen Linie, die Nulllage der Stranggießkokille 4 mit strichlierter Linie und die Oszillationsbewegung der Stranggießkokille 4 mit strichpunktierter Linie veranschaulicht.

Wird die Stopfenposition mit einer sinusförmigen Störung gemäß Fig. 2 überlagert, so wird die Nulllage der Oszillationsbewegung z.B. mit 180° Phasenverschiebung verändert. Die Form der der Kokillenoszillation überlagerten Störung ist hierbei wiederum variabel (sinusförmig, sägezahnförmig etc.). Ebenso ist die Phasenlage zur Störung an der Gießspiegelregelung variabel.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich sowohl beim Gießen von Dünnbrammen als auch beim Gießen von Dickbrammen einsetzen.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Stranggießen einer Metallschmelze (1), wobei die Metallschmelze (1) von einem Zwischengefäß (5) unter Bildung eines Stranges (9) mit einem flüssigen Kern (10) und einer diesen umhüllenden Strangschale (11) in eine Stranggießkokille (4) gegossen wird, und der Strang (9) mit flüssigem Kern (10) aus der Stranggießkokille (4) ausgezogen und über eine von in Abständen (17) angeordneten Rollen (18, 19) gebildete Strangführung (12) geführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Strangschale (11) mit gezielt erzeugten Dickenunterschieden gebildet wird, u.zw. durch Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale (11).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strangschale (11) mit in Längsrichtung des Stranges (9) örtlich beschränkten und im Abstand (22, 22', 22'',...) voneinander liegenden Dickenunterschieden gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale (11) innerhalb der Stranggießkokille (4) Änderungen unterworfen wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Abstände (22, 22', 22'',...) zwischen in Längsrichtung des Stranges (9) benachbarten Dickenunterschieden der Strangschale (11) variiert wird durch in unterschiedlichen Zeitabständen aufeinanderfolgendes Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale (11).
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale (11) periodisch erfolgt.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Zeitabstände zwischen aufeinanderfolgenden Änderungen der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale (11) gewählt werden, die in einem Abstand (22, 22', 22'',...) liegende Dickenunterschiede bewirken, der um mindestens 1 %, vorzugsweise um mindestens 5 % größer oder kleiner ist als der Abstand (17) benachbarter Rollen (18, 19) zumindest eines Bereiches der Strangführung (12).
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale (11) durch eine Änderung des Niveaus (N) des von der Metallschmelze (1) im Inneren der Stranggießkokille (4) gebildeten Gießspiegels (13) durchgeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Niveauänderung des Gießspiegels (13) durch eine Änderung der Zuflußmenge an Metallschmelze (1) in die Stranggießkokille (4) bewirkt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung der Zuflußmenge durch eine konstant oder variabel periodisch schwankende, wie sinusförmige oder sägezahnförmige, Einstellung bestimmter Zuflußmengen durchgeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung der Zuflußmenge durch einen Zufallsgenerator (23) bewirkt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Zufallsgenerator (23) Änderungen der örtlichen Dickenunterschiede der Strangschale (11) des Stranges (9) bewirkt, bei denen der Abstand (22, 22', 22'',...) von Dickenunterschied zu Dickenunterschied ein nicht ganzzahliges Vielfaches des Abstandes (17) der Rollen (18, 19) der Strangführung (12) beträgt.
12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung der Zuflußmenge zusätzlich hochfrequent erfolgt, insbesondere in einem Bereich von 1 bis 10 Hz.
13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung der erzeugten Dickenunterschiede der Strangschale (11) durch eine Nullagenänderung einer Kokillenoszillation erfolgt.
14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß jede Änderung der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale (11) über eine Mindestzeitdauer erfolgt, die einen Dickenunterschied in der Strangschale (11) über eine

Stranglänge von mindestens einer Länge eines Segmentes (12') einer segmentierten Strangführung (12) bewirkt.

- 5 15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Ändern der Wachstumsgeschwindigkeit der Strangschale (11) Schwachstellen (20) in der Strangschale (11) bewirkt, an denen die Strangschale (11) bei Austritt aus der Stranggießkokille (4) um mindestens 1 %, jedoch höchstens um 20 % dünner ist als an benachbarten Stellen.

10

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

15

20

25

30

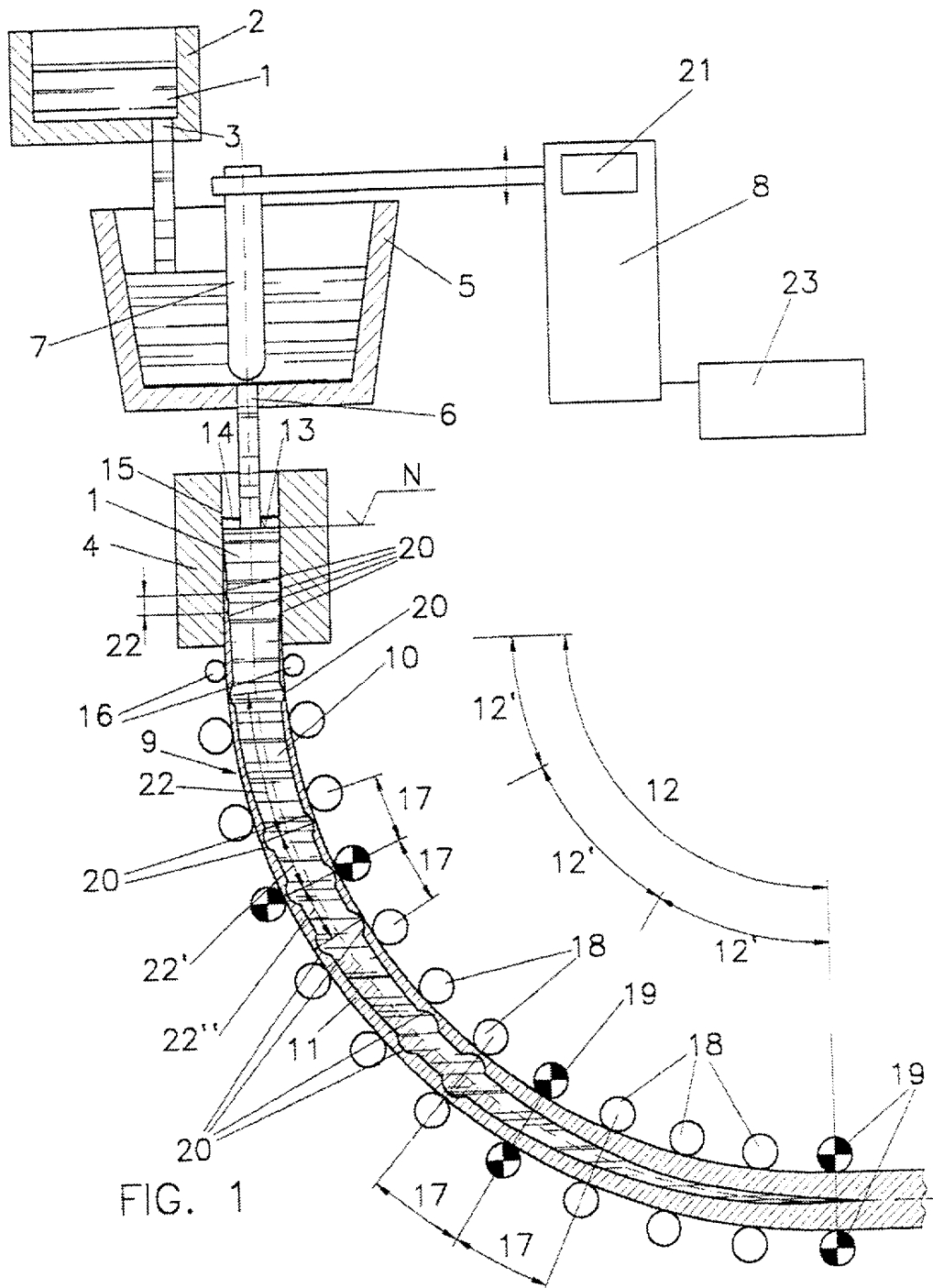
35

40

45

50

55



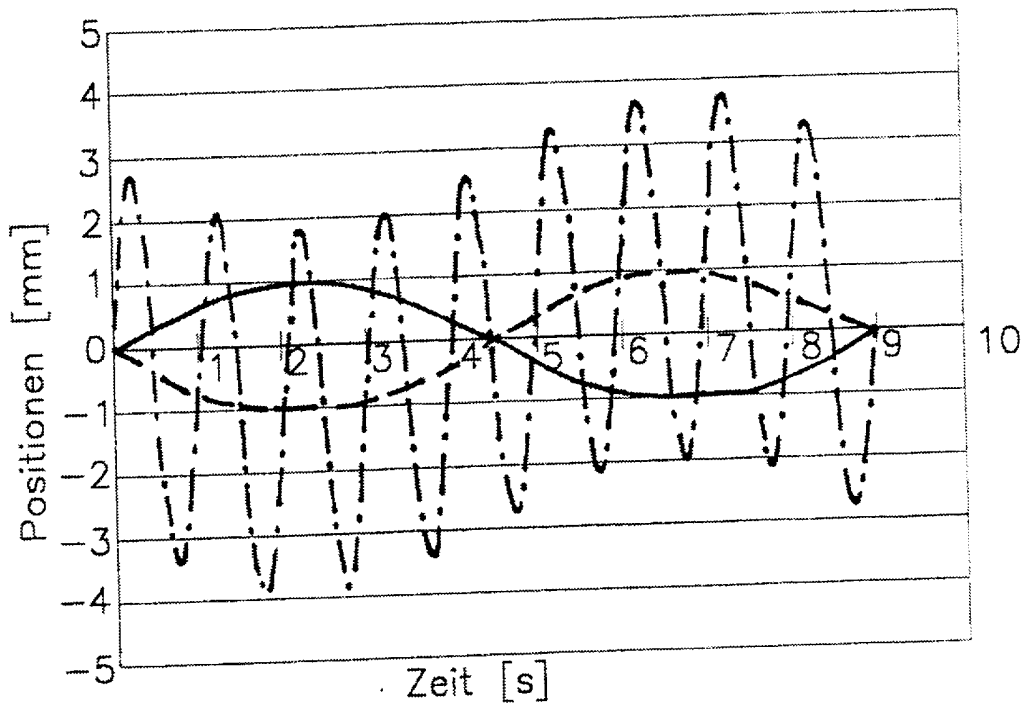
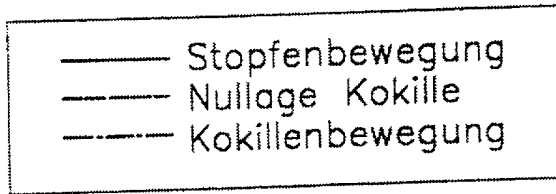


FIG. 2