



(11)

EP 1 536 900 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
15.08.2012 Patentblatt 2012/33

(51) Int Cl.:
B22D 11/16 (2006.01) **B22D 11/06 (2006.01)**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
14.12.2005 Patentblatt 2005/50

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/009110

(21) Anmeldenummer: 03798105.7

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/028725 (08.04.2004 Gazette 2004/15)

(22) Anmeldetag: 18.08.2003

(54) Verfahren zum Starten eines Giessvorganges

Method for commencing a casting process

Procede pour debuter un procedure de coulee

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 138 059 **EP-A- 0 867 244**
EP-A- 0 903 190 **EP-A1- 1 372 890**
EP-A2- 0 450 775 **EP-A2- 0 903 191**
EP-A2- 1 025 934 **WO-A-01/21342**
WO-A1-01/39914 **WO-A1-92/02321**
WO-A1-95/09708 **WO-A1-97/34718**
WO-A1-99/48636 **JP-A- 5 956 950**
JP-A- 01 034 553 **JP-A- 01 154 850**
JP-A- 04 167 950 **JP-A- 05 169 205**
JP-A- 06 114 504 **JP-A- 59 215 257**
JP-A- 60 064 753 **JP-A- 60 064 754**
JP-A- 61 232 044 **JP-A- 61 232 045**
JP-A- 61 266 159 **JP-A- 62 097 749**
JP-A- 63 049 347 **JP-A- 63 290 654**
KR-A- 19990 051 823 **KR-A- 20020 017 028**
KR-B1- 930 006 638 **US-A- 4 702 300**
US-A- 5 031 688 **US-A- 5 052 467**
US-A- 5 191 927 **US-A- 5 287 912**
US-A- 5 706 882 **US-A- 5 927 375**
US-A- 5 988 258 **US-A- 6 085 183**

(30) Priorität: 12.09.2002 AT 13672002

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.2005 Patentblatt 2005/23

(73) Patentinhaber: **Siemens VAI Metals Technologies GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• HOHENBICHLER, Gerald
A-4484 Kronsdorf (AT)
• ECKERSTORFER, Gerald
A-4020 Linz (AT)

(74) Vertreter: **Schrittwieser, Waltraud et al**
Siemens AG
CT I CEE
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

- Wechsler, R. et al., "The Castrip Process for Twin-Roll Casting of Steel Strip", September 2002, pages 69-74

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten eines Gießvorganges in einer Zweiwalzengießeinrichtung ohne Anwendung eines Anfahrstranges.

[0002] Zur Herstellung eines kontinuierlich gegossenen Metallstranges unbestimmter Länge werden im Wesentlichen gekühlte Kokillen mit einem durchgehenden Formhohlraum eingesetzt, in welchem die eingangsseitig eingebrachte Metallschmelze zumindest im Kontaktbereich mit den Formhohlraumwänden erstarrt. Ausgangsseitig wird ein im Wesentlichen durcherstarrter Metallstrang aus der Kokille abgezogen. Beim Start des Gießvorganges ist eine Erstfüllung des Formhohlraumes mit Metallschmelze durchzuführen, wobei insbesondere bei vorwiegend vertikaler Ausrichtung des Formhohlraumes ein zur Gänze durcherstarrtes Anfangsstück erzielt werden muss, damit die Metallschmelze nicht unkontrolliert die Kokille durchströmt und aus ihr austritt. Hierbei kommt vor allem der Gießdicke des zu erzeugenden Metallstranges, den Erstarrungsbedingungen und der in der kurzen Aufenthaltszeit in der Kokille durch die Formhohlraumwände abführbaren Wärmemenge wesentliche Bedeutung zu.

[0003] Um den unkontrollierten Austritt von Metallschmelze aus der Kokille in der Startphase des Gießprozesses sicher zu vermeiden, wird üblicherweise vor Gießbeginn ein Anfahrstrang in die Kokille eingebracht, der den Austrittsquerschnitt des Formhohlraumes weitgehend aber nicht zwangsläufig vollständig verschließt und erst nach Ausbildung einer festen Verbindung der eingebrachten Schmelze mit dem Anfahrstrangkopf und einer ausgeprägten Strangschale mit ausreichender Dicke entlang der Formhohlraumwände mit einem Treibrollepaar aus der Kokille ausgefordert wird. Dieses Anfahrverfahren erfordert bei jedem Neustart der Gießanlage zumindest einen neuen an den Anfahrstrang ankopplbaren Anfahrstrangkopf. Ein derartiger Anfahrstrang, wie er bei von Breitseitanwänden und Schmalseitenwänden gebildeten Bandstahl-Gießkokillen verwendet wird, ist beispielsweise aus der US-A 4,719,960 bekannt.

[0004] Ein Anfahrstrang für die spezielle Anwendung in einer Zweiwalzen-Gießanlage ist in der EP-A 208 642 beschrieben. Dieser Anfahrstrang enthält einen Anfahrkopf mit zwei von dünnen Blechstreifen gebildeten Flanschen, die an den Mantelflächen der Gießwalzen anliegen und so einen Raum für die Aufnahme der einströmenden Metallschmelze bilden. Unmittelbar nach der ersten Strangschenkelnbildung erfolgt das Ausfordern des Anfahrstranges und des angegossenen Bandes aus dem von den Gießwalzen gebildeten Gießspalt.

[0005] Bei sehr geringen Gießdicken, vorzugsweise unterhalb von 5,0 mm Gießdicke, ist ein Anfahrstrang nicht zwingend notwendig, da durch die schnelle Erstarrung der Metallschmelze an den Kokillenwänden der offene Gießspalt innerhalb sehr kurzer Zeit überbrückt wird. Anfahrverfahren, bei denen kein Anfahrstrang benötigt wird, sind ebenfalls bereits mehrfach bekannt.

[0006] Beispielsweise ist aus der JP-A 61-266 159 ein Startverfahren bekannt, bei welchem die beiden zusammenwirkenden Gießwalzen vor Gießbeginn in eine Startposition gebracht werden, bei der kein Gießspalt vorhanden ist und die Gießwalzen stillstehen. Unmittelbar nach Beginn der Schmelzenzufuhr und einer ersten Strangschalenbildung an den beiden Mantelflächen der Gießwalzen werden diese auf den Betriebsgießspalt (Banddicke) auseinandergefahren und die Gießgeschwindigkeit entlang einer Hochfahrkurve auf Betriebsgießgeschwindigkeit gebracht. Ein Startvorgang mit stillstehenden Gießwalzen ist jedoch sehr unzuverlässig, weil der erst-Gießspiegel im Schmelzenraum nicht bis an den engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen mit notwendiger Genauigkeit gemessen werden kann. Es ist daher weder ein Kraftanstieg zwischen den beiden Gießwalzen noch der Füllgrad der Kokille vernünftig regelbar. Eine unterschiedlich starke Erstarrung der Schmelze entlang der Bandbreite und insbesondere in Seitenplattennähe kann eine erhebliche Kellbildung durch erstarrtes Metall oberhalb des engsten Querschnittes hervorrufen und nachfolgend zu Seitenplattenbeschädigungen führen. Weiters besteht bei einem derartigen Startverfahren mit stehenden Gießwalzen ein erhöhtes Risiko zu abschnittsweisen Strangschalenklebern auf der Mantelfläche der Gießwalzen.

[0007] Aus der WO 01/21342 ist ein Angleßverfahren für eine Zweiwalzengießeinrichtung bekannt, bei dem vor Beginn der Schmelzenzufuhr der Gießspalt zwischen den beiden Gießwalzen auf einen gegenüber dem Betriebsgießspalt reduzierten Wert eingestellt wird. Die Schmelzenzufuhr erfolgt bei rotierenden Gießwalzen, wobei die Gießgeschwindigkeit so eingestellt wird, dass die Dicke des erzeugten Bandes größer ist, als der zuvor eingestellte Gießspalt. Grundsätzlich wird durch einen verringerten Gießspalt die Neigung zum Durchtröpfen von Metallschmelze reduziert. Andererseits treten bei kleinen Gießspalten die zuvor bezüglich der JP-A 61-266 159 beschriebenen Nachteile in zunehmenden Maße auf, insbesondere die Neigung zu Seitenplattenbeschädigungen.

[0008] Weitere Angleßverfahren für übliche Zweiwalzengießeinrichtungen mit speziellen Verfahrensvorschritten für den Verlauf der Gießgeschwindigkeit in der Startphase oder die Wahl einer günstigen Startgießdicke in Relation zur Betriebsgießdicke sind aus der JP-A 63-290654, der JP-A 1-133644 oder der JP-A 6-114504 bereits bekannt. Die EP-A 867 244 beschreibt eine Regelung, mit der in der Startphase des Gießprozesses in aufeinander folgenden Zeitperioden zuerst die Momentangeschwindigkeit der Gießwalzen in Abhängigkeit von einer Badhöhenmessung im Schmelzenpool zwischen den Gießwalzen und danach die Metallschmelzenzufuhr in Abhängigkeit von einer Walzengeschwindigkeitsmessung geregelt wird.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die eingangs beschriebenen Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und ein Verfahren zum Starten

eines Gießvorganges in einer Zweiwalzen-Gießeinrichtung sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorzuschlagen, wobei der Durchtritt von Metallschmelze durch den Gießspalt gering gehalten werden kann und gleichzeitig die Neigung zu Keilbildungen und Verdickungen am Anfang des gegossenen Bandes möglichst vermieden wird. Gleichzeitig soll eine Trennung eines ersten Stückes des gegossenen Bandes, welches den Qualitätsansprüchen einer kontinuierlichen Produktion nicht entspricht, von dem nachfolgend unter weitgehend stationären Betriebsbedingungen erzeugten Bandes erreicht werden, ohne dass hierfür mechanische Trenneinrichtungen benötigt werden.

[0010] Diese Aufgabe wird durch das erfundungsähnliche Verfahren mit folgenden Schritten gelöst:

- Einstellen einer Betriebs-Gießdicke und Rotieren der Gießwalzen mit einer Gießwalzen-Umfangsgeschwindigkeit, die einer gegenüber einer stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit verringerten Start-Gießgeschwindigkeit entspricht,
- Zuführen von Metallschmelze in einen von den rotierenden Gießwalzen und den an ihnen anliegenden Seitenplatten gebildeten Schmelzenraum und Ausbilden eines gegossenen Metallbandes mit im Wesentlichen gleichbleibendem, vorbestimmtem Querschnittsformat bei gleichzeitiger Erhöhung der Gießgeschwindigkeit auf eine Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit,
- nachfolgendes Erhöhen der Gießgeschwindigkeit auf eine Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit, die signifikant höher ist, als eine den aktuellen Durcherstarungsbedingungen genügende Gießgeschwindigkeit und Abtrennen des bisher gegossenen Metallbandes,
- Einstellen der stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit,
- Umlenken des nachfolgenden gegossenen Metallbandes zu einer Bandtransporteinrichtung und Beginn eines stationären Gießbetriebes.

[0011] Die Gießgeschwindigkeit wird stets von der Gießwalzen-Umfangsgeschwindigkeit bestimmt, da die an den Gießwalzenmäntel gebildeten und anhaftenden Strangschalen mit dieser Geschwindigkeit durch den engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen transportiert und miteinander verbunden werden.

[0012] Die Start-Gießgeschwindigkeit ist eine niedrige Gießgeschwindigkeit, bei welcher wegen der verlängerten Verweilzeit der sich bildenden Strangschalen im Schmelzenraum ein verstärktes Strangschalenwachstum eintritt und daher der nach unten offenen Gießspalt besonders schnell überbrückt werden kann.

[0013] Die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ist eine insbesondere vom jeweils aktuellen Flüssigmetall-Gießspiegel und auch von den Erstarrungsbedingungen sowie der aufgrund der Stahlanalyse erforderlichen Gießrollen-Trennkraft abhängige Gießgeschwindigkeit,

bei der eine Bandbildung und der Abtransport des gebildeten Bandes nach unten erfolgt und bei der weitgehend gleichbleibende Bandformungsbedingungen eingehalten werden können. Während des Überganges von der Start-Gießgeschwindigkeit zur Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit erfolgt die kontinuierliche Füllung des Schmelzenraumes mit Metallschmelze bis auf das Niveau des Betriebs-Gießspiegels, wobei die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit mit steigendem Gießspiegel kontinuierlich zunimmt.

[0014] Da der Gießspalt beim beanspruchten Verfahren während des ganzen Startvorganges auf dem Wert der Betriebs-Gießdicke gehalten wird, ergeben sich zusätzliche Vorteile: Durch eine verringerte Start-Gießgeschwindigkeit wird ein geringer Banddurchsatz bis zum vollständigen Erreichen des Soll-Betriebsgießspiegels erzielt und solcherart der Ausschussanteil gering gehalten. Weiters bewirkt die in der Startphase nicht verringerte Betriebs-Gießdicke weniger Störungen, die infolge von Erstarrungen an den Schmalseitenwänden zu Gießspaltaufweitungen beim Durchgang durch den Gießquerschnitt und gegebenenfalls unkontrollierten Abrissen des gegossenen Stranges führen. Der Verzicht auf eine radiale Verschiebung der Gießwalzen, die zwangsweise eintritt, wenn der Startvorgang mit einer gegenüber der Betriebs-Gießdicke verkleinerten Start-Gießdicke begonnen wird, bewirkt weiters eine Verringerung der parasitären Erstarrungen, die sich an den relativ kalten, freigegebenen Zonen an den Seitenplatten bilden würden.

[0015] Zur Erzielung eines ausreichend schnellen Strangschalenwachstums an den Mantelflächen der Gießwalzen und damit einer schnellen Überbrückung des Gießspaltes durch erstarrte Metallschmelze wird die Start-Gießgeschwindigkeit kleiner gewählt als die halbe Betriebs-Gießgeschwindigkeit, wobei die Gießwalzen üblicherweise rotieren. Bei Gießdicken über 3 mm kann die Startphase auch mit stehenden Gießwalzen eingeleitet werden, sodass die Start-Gießgeschwindigkeit bei Beginn des Zuführens von Metallschmelze noch 0 m/min beträgt und die Gießwalzen anschließend rasch beschleunigt werden.

[0016] Besonders günstige Bedingungen für die schnelle Überbrückung des Gießspaltes durch erstarrte Metallschmelze in der Startphase ergeben sich, wenn die Start-Gießgeschwindigkeit weniger als 12 m/min beträgt. Eine Start-Gießgeschwindigkeit in diesem Bereich ermöglicht eine gute zeitliche Abstimmung zwischen der Schmelzenzuführung bis zur Erreichung des Betriebs-Gießspiegels und dem Hochfahren der Start-Gießgeschwindigkeit auf eine Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit, die etwa der Betriebs-Gießgeschwindigkeit entspricht. Dies wird durch eine moderate, stetige Erhöhung der Gießwalzenumfangsgeschwindigkeit auf eine Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit erreicht, die zu einem messbaren Soll-Gießspiegel passt, um eine zuverlässige Bandbildung (Strangschalenbildung auf den Gießwalzenoberflächen im Schmelzenpool) zu gewährleisten.

Dementsprechend wird die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit entsprechend einem messbaren Soll-Gießspiegel eingestellt oder geregelt.

[0017] Eine weitere Möglichkeit die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit bestmöglich einzustellen besteht darin, dass die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der zwischen den Gießwalzen auftretenden Trennkraft geregelt wird. Die zwischen den beiden Gießwalzen wirkende Trennkraft ist bei einem vorgegebenen Gießspalt ein Maß für die Strangschalendicke und den aktuellen Erstarrungszustand im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen. Sie ist höher, je weiter der Erstarrungsvorgang in diesem Bereich fortgeschritten ist. Der in der Startphase überwiegend stets steigende Metallbadspiegel, der auf die Strangschalenbildung maßgeblichen Einfluss nimmt, wird hier mitberücksichtigt.

[0018] Zur Regelung der Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit können auch die Messwerte einer Badspiegelmessung und einer Trennkraftmessung in Kombination herangezogen werden.

[0019] Als Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ist diejenige Gießgeschwindigkeit zu verstehen, bei der der erste Teil des gegossenen Metallbandes, welcher unter instationären Gießbedingungen in der Startphase des Gießprozesses erzeugt wurde und somit als Ausschussmaterial anzusehen ist, vom kontinuierlich nachfolgenden unter weitgehend stationären Gießbedingungen erzeugten Metallband abgetrennt wird. Diese Trennung erfolgt nach einer möglichen Ausführungsform ausschließlich unter Einwirkung des Eigengewichtes des den engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen verlassenden nach unten hängenden Anfangsstückes des gegossenen Metallbandes durch Abreißen desselben im Gießspalt Durch die Erhöhung der Gießgeschwindigkeit auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit werden die Erstarrungsbedingungen und damit die mechanischen Eigenschaften des gegossenen Bandes im Gießquerschnitt, speziell durch Verringerung der Zugfestigkeit, so verändert, dass das Band in diesem Querschnitt ohne zusätzliche mechanische Maßnahmen abreißt.

[0020] Alternativ kann das Abtrennen des gegossenen Metallbandes bei Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit unter Einwirkung eines gegenüber der Schwerkraftwirkung erhöhten Bandzuges erfolgen, der durch eine Treiberanordnung aufgebracht wird, die austrittsseitig unterhalb des Gießspaltes der Zweiwalzengießeinrichtung angeordnet ist.

[0021] Eine Verbesserung der Abtrennbedingungen kann erreicht werden, wenn der Erhöhung der Gießgeschwindigkeit auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit eine kurzzeitige Vergrößerung der Gießdicke um 5 bis 40 % überlagert wird.

[0022] Die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ist höher als die Betriebs-Gießgeschwindigkeit, vorzugsweise ist sie um 5% bis 40% höher als die Betriebs-Gießgeschwindigkeit.

[0023] Diese Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit wird

kurzzeitig eingestellt, sobald annähernd stationäre Gießbedingungen erreicht sind. Bevorzugt wird, dass auch bereits eine gleichbleibende Bandqualität sichergestellt ist. Die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit wird in der Startphase zweckmäßig dann eingestellt, wenn die Metallschmelze im Schmelzenraum im Wesentlichen den Soll-Betriebsgießspiegel erreicht hat.

[0024] Um einen kontinuierlichen Übergang zu stationären Gießbedingungen und damit zu stationären Erstarrungsbedingungen an den Gießwalzen und im Gießspalt zu gewährleisten ist es zweckmäßig, wenn vor dem Erreichen des Soll-Betriebsgießspiegels im Schmelzenraum die Gießgeschwindigkeit auf etwa die Betriebs-Gießgeschwindigkeit gesteigert wird.

[0025] Das vorgeschlagene Verfahren ermöglicht, dass der stationäre Gießbetrieb innerhalb von 5 bis 60 sec nach Beginn der Zufuhr von Metallschmelze in den Schmelzenraum erreicht wird.

[0026] Insbesondere bei sehr dünnen Bändern ist es vorteilhaft, dass bei Starten eines Gießvorganges eine gegenüber der Betriebs-Gießdicke vergrößerte Start-Gießdicke eingestellt wird und diese Start-Gießdicke frühestens nach Ausbilden eines gegossenen Metallbandes mit gleichbleibenden Querschnittsformat auf die Betriebs-Gießdicke zurückgeführt wird. Dieses Verfahren wird vorzugsweise angewendet bei Gießdicken unter 2,5 mm, da speziell in diesem Dickenbereich die eingingangs beschriebenen Schwierigkeiten mit Seitenplattenerstarungen und Keilbildung und nachfolgenden unkontrollierten BandrisSEN auftreten können und das der Bandtrennung nachfolgende Band dadurch eine bessere Eigensteifigkeit zur Führung durch die Anlage besitzt.

[0027] Zur Gewährleistung eines automatisierten Ablaufes des Startverfahrens ist es zweckmäßig, dass zumindest Referenzdaten der momentanen Gießgeschwindigkeit und der momentanen Gießspiegelhöhe der Metallschmelze im Schmelzenraum und/oder der momentanen Trennkraft zwischen den Gießwalzen und/oder der Spaltweite zwischen den Gießwalzen und/oder der Banddicke des gegossenen Metallbandes während des Gießstartes kontinuierlich ermittelt und einer Recheneinheit zugeführt werden und aus diesen Referenzdaten unter Einbeziehung eines mathematischen Modells für den Startvorgang Stellgrößen für die Gießgeschwindigkeit, für die Position einer Bandleiteinrichtung und für die Transportgeschwindigkeit des gegossenen Metallbandes in einer Bandtransporteinrichtung generiert und an die Antriebseinheiten dieser Einrichtungen übermittelt werden.

[0028] Zusätzlich werden die Abtrennbedingungen für die Abtrennung des ersten Stückes des gegossenen Metallbandes im Gießquerschnitt verbessert, wenn aus dem mathematischen Modell auf der Grundlage von aktuellen Eingangsdaten, wie Stahlqualität, Betriebs-Gießdicke, Temperaturverhältnisse, qualitätsbezogene Erstarrungsbedingungen etc., zusätzlich eine Stellgröße für die Abstandspositionierung der beiden Gießwalzen zueinander, insbesondere eine erhöhte Start-Gießdicke, ge-

neriert wird.

[0029] Die Qualität des erzeugten Metallbandes kann generell und während des Gießprozesses laufend optimiert und an wechselnde Betriebsbedingungen angepasst werden, wenn das mathematische Modell ein metallurgisches Modell zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Metallband und/oder zur Beeinflussung der Geometrie des gegossenen Metallbandes umfasst.

[0030] Eine Zweiwalzengießeinrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens zum Starten eines Gießvorganges ohne Anfahrstrang besteht aus zwei mit Drehantrieben gekoppelten, gegensinnig rotierenden Gießwalzen und an den Gießwalzen anliegende Seitenplatten, die gemeinsam einen Schmelzenraum zur Aufnahme der Metallschmelze formen, sowie mindestens einer verlagerbaren Bandleiteinrichtung und mindestens einer Bandtransporteinrichtung. Sie ist dadurch gekennzeichnet,

- dass den Gießwalzen eine Geschwindigkeitsmesseinrichtung zur Ermittlung der momentanen Gießgeschwindigkeit zugeordnet ist,
- dass dem Schmelzenraum eine Niveaumesseinrichtung zur Ermittlung der momentanen Gießspiegelhöhe der Metallschmelze zugeordnet ist,
- dass die Geschwindigkeitsmesseinrichtung und die Niveaumesseinrichtung durch Signalleitungen mit einer Recheneinheit verbunden sind und
- die Recheneinheit durch Signalleitungen mit dem Drehantrieb der Gießwalzen, mit einer Positionsstelleneinrichtung der Bandleiteinrichtung und dem Antrieb einer Bandtransporteinrichtung verbunden ist. Die beiden Gießwalzen können auch mit einem gemeinsamen Drehantrieb unter Zwischenschaltung eines Verteilergetriebes gekoppelt sein.

[0031] Eine solcherart ausgestattete Zweiwalzengießeinrichtung ermöglicht die Übernahme von aktuellen Erzeugungsdaten aus dem Stahlerzeugungsprozess und deren gemeinsame Verarbeitung mit Messdaten an der Gießeinrichtung in einem Rechenmodell zur Optimierung des Startverfahrens.

[0032] Ein zweckentsprechender Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens ist auch möglich, wenn statt der kontinuierlichen Messung der Gießspiegelhöhe im Schmelzenraum mit einer Niveaumesseinrichtung alternativ eine Trennkraft-Messeinrichtung zur Ermittlung der momentanen, im wesentlichen durch die Bandbildung hervorgerufenen Trennkraft zwischen den beiden Gießwalzen oder eine Positions-Messeinrichtung zur Ermittlung der momentanen Spaltweite zwischen den Gießwalzen oder eine Messeinrichtung zur Ermittlung der momentanen Banddicke eingesetzt wird. Jede dieser Messungen liefert Referenzdaten, die zumindest indirekt einen mathematisch beschreibbaren Zusammenhang mit der Strangschalenausbildung im Schmelzenpool und damit mit der Metallstrangbildung im engsten Quer-

schnitt zwischen den Gießwalzen herstellen und die daher in einem mathematischen Modell zur Errechnung von Stellgrößen herangezogen werden können, um den Startvorgang zeitminimiert bzw. optimiert hinsichtlich

5 Form und Führbarkeit der Bandabrisskante durchzuführen. Eine weitere Verbesserung des Startverfahrens kann durch Kombination von mindestens zwei dieser Messmethoden erzielt werden, wobei die Messungen zeitgleich durchgeführt und in einem dementsprechend erweiterten mathematischen Modell verarbeitet werden.

[0033] Eine weitere Optimierung des Verfahrens ergibt sich, wenn zumindest eine der beiden Gießwalzen mit einer Gießwalzen-Verstelleinrichtung gekoppelt und die Recheneinheit zusätzlich durch eine Signalleitung mit einer Gießwalzen-Verstelleinrichtung zur Einstellung einer Start-Gießdicke verbunden ist. Dadurch kann für vorgegebene Produktionskenngrößen, wie insbesondere die Stahlqualität, das Gießformat, vorzugsweise die Betriebs-Gießdicke, sowie aus der Stahlproduktion

20 übemommene Kenndaten, wie beispielsweise die Überhitzungstemperatur der Schmelze, und aus Messdaten an der Anlage im Prozessmodell eine spezifische höhere Start-Gießdicke ermittelt und an der Gießanlage eingestellt werden.

[0034] Das vorliegende Verfahren und die zugehörige Zweiwalzengießanlage ist für das Vergießen von Metallschmelzen, vorzugsweise Fe-hältige Metalllegierungen, insbesondere für Stähle, geeignet.

[0035] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

35 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Zweiwalzengießeinrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig.2a 40 eine schematische Darstellung der Erstar- rungsbedingungen im Gießspalt bei Betriebs- Gießgeschwindigkeit,

Fig.2b 45 eine schematische Darstellung der Erstar- rungsbedingungen im Gießspalt bei Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit,

Fig. 3 50 den Verlauf der Gießgeschwindigkeit, der Gießspaltweite, des Gießspiegelsignals und der Gießwalzen-Trennkraft während des Starts eines Gießvorganges für einen Stahl der Qualität AISI 304.

[0036] Eine Zweiwalzengießanlage mit den für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens notwendigen Einrichtungen ist in Fig.1 schematisch dargestellt. Sie besteht aus zwei in einer Horizontalebene im Abstand voneinander angeordneten und mit einer nicht dargestellten Innenkühlung ausgestatteten Gießwalzen

1, 2. Diese sind in Wellenlagern 3, 4 drehbar abgestützt und mit Drehantrieben 5, 6 gekoppelt, die ein gegensinniges Rotieren der Gießwalzen 1, 2 um Gießwalzenachsen 1', 2' mit einer regelbaren Umfangsgeschwindigkeit, die der Gießgeschwindigkeit entspricht, ermöglichen. Zur Bestimmung der momentanen Gießgeschwindigkeit ist zumindest einer der Gießwalzen 1, 2 oder den zugeordneten Drehantrieben 5, 6 oder auch dem gegossenen Metallband selbst eine Geschwindigkeitsmesseinrichtung 34 zugeordnet. Eine der beiden Gießwalzen 2 ist in der Horizontalebene quer zur Gießwalzenachse 2' verschiebbar abgestützt und mit einer Gießwalzen-Verstellseinrichtung 7 gekoppelt, wodurch der Abstand der beiden Gießwalzen 1, 2 zueinander regelbar einstellbar ist. An die Gießwalzen 1, 2 sind stirnseitig Seitenplatten 8 anpressbar angestellt, die gemeinsam mit einem Abschnitt der Mantelflächen 9, 10 der rotierenden Gießwalzen einen Schmelzenraum 11 für die Aufnahme von Metallschmelze 12 bilden. Die Metallschmelze 12 wird aus einem Zwischengefäß 13 durch ein Tauchrohr 14 in den Schmelzenraum 11 kontinuierlich und geregelt eingebracht, sodass während des stationären Gießbetriebes die Schmelzenzufuhr durch die Tauchrohrauslässe in untergetauchter Form, d.h. stets unterhalb eines auf konstantem Niveau gehaltenen Gießspiegels 15 erfolgt. Durch eine oberhalb des Schmelzenraumes 11 angeordnete Niveaumesseinrichtung 16 erfolgt eine kontinuierliche Überwachung der Gießspiegelhöhe.

[0037] Ausgangsseitig ist der Schmelzenraum 11 durch den Gießspalt 18 begrenzt, der durch den Abstand der beiden Gießwalzen 1, 2 voneinander festgelegt ist und die Gießdicke D des gegossenen Metallbandes bestimmt. Die an den Mantelflächen 9, 10 der Gießwalzen im Schmelzenraum 11 gebildeten erstarrten Strangschalen 19, 20 werden im Gießspalt 18 zu einem weitgehend durcherstarnten Metallband 21 verbunden, welches durch die Rotationsbewegung der Gießwalzen 1, 2 aus dem Gießspalt 18 nach unten ausgefordert, durch eine nachgeordnete verschwenkbare Bandleiteinrichtung 22 und Bandführungsrollen 23 in eine weitgehend horizontale Transportrichtung umgelenkt und einer von einem Treibrollenpaar gebildeten Bandtransporteinrichtung 24 aus der Zweiwalzengießeinrichtung ausgefördert wird. Die bogenförmig ausgebildete Bandleiteinrichtung 22 ist mit einer Antriebseinheit 25 verbunden, die es ermöglicht, die Bandleiteinrichtung 22 von einer Rückzugposition A in eine Betriebsposition B und zurück zu verschwenken. Während des Startvorganges des Gießprozesses befindet sich die Bandleiteinrichtung in der Rückzugposition A und wird nach dem Abtrennen eines ersten Stückes des gegossenen Metallbandes in die Betriebsposition B verschwenkt und kann dort während des gesamten stationären Produktionsprozesses verbleiben. Vertikal unterhalb des Gießspaltes 18 ist ein Schrottaufnahmewagen 26 angeordnet, in welchem allenfalls anfangs durchtropfende Metallschmelze und der erste Abschnitt des gegossenen Bandes aufgefangen und bei Bedarf abtransportiert werden kann.

[0038] Der Schrottaufnahmewagen kann auch ohne Räder ausgeführt sein. Er kann innerhalb einer Kammerumwandlung, die den Weg des gegossenen Metallbandes von den Gießwalzen bis zum ersten Treiber umschließt, positioniert sein. Auch muss dieser erste Abschnitt des gegossenen Bandes nicht notwendigerweise direkt in den Schrottaufnahmewagen fallen, sondern kann auch indirekt diesem zugeführt werden.

[0039] Nachdem das gegossene Metallband aus der mit einer Antriebseinheit 27 ausgestattete Bandtransporteinrichtung 24 austritt, wird es in nicht näher dargestellten Weiterbehandlungseinrichtungen 28 veredelt und abschließend zu Bunden 29 gewickelt und/oder zu Tafeln zerteilt. Die Weiterbehandlungseinrichtungen 28 können beispielsweise von Walzgerüsten, Besäumeinrichtungen, Oberflächenbehandlungseinrichtungen, thermischen Behandlungseinrichtung verschiedenster Art, wie Heizeinrichtungen, Halteöfen, Temperaturoausgleichsofen, und Kühlstrecken gebildet sein.

[0040] Die Zweiwalzengießeinrichtung ist mit einer Recheneinheit 36 ausgestattet, die es ermöglicht, den Startvorgang in Abhängigkeit von vorgegebenen Eingangsgrößen und an der Einrichtung ermittelten aktuellen Messgrößen automatisiert durchzuführen. Mit Kenndatenfeldem und/oder einem mathematischen Modell werden in der Recheneinheit optimale Stellgrößen, wie die Start-Gießgeschwindigkeit v_{gst} , die Position der Bandleiteinrichtung, die Antriebsgeschwindigkeit der Bandtransporteinrichtung und gegebenenfalls die Start-Gießdicke D_{St} und weitere Stellgrößen generiert und der Startvorgang fortlaufend geregelt und überwacht.

[0041] Stellgrößen, die zur Durchführung des Startverfahrens aus der Recheneinheit 36 generiert werden, beruhen auf aktuell erhobene Messdaten aus der Gießanlage, die direkt oder indirekt einen Zusammenhang mit dem Strangschalenwachstum aufweisen. Hierfür prädestiniert sind das momentane Niveau des Gießspiegels 15, d.h. die Gießspiegelhöhe im Schmelzenraum 11, welche mit einer Niveaumesseinrichtung 16 kontinuierlich ermittelt werden kann. Die Trennkraft F_{Tr} zwischen den beiden Gießwalzen 1, 2, stellt eine Reaktionskraft auf die durchgeleiteten Strangschalen dar und liefert ebenfalls einen Referenzwert für den Grad der Durcherstarrung im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen. Sie ist mit einer Trennkraft-Messeinrichtung 30 zu ermittelt, die den Gießwalzenlagerungen 3, 4 zugeordnet oder in der Gießwalzenverstelleinrichtung 7 eingebaut ist. Eine weitere Möglichkeit, eine Referenzgröße zu ermitteln, bietet die momentane Spaltweite G zwischen den Gießwalzen, die eng mit der Trennkraft F_{Tr} zusammenhängt, da eine höhere Trennkraft ein erhöhtes radiales Ausweichen der Gießwalzen 1, 2 voneinander bzw. deren Verformung bewirkt. Dies kann auf direktem Weg durch eine Positionsmeesseinrichtung 31 an den Gießwalzen oder auf indirektem Weg über eine Banddicken-Messeinrichtung 32 gemessen werden. Die zeitgleiche Messung und Verarbeitung der Messdaten von mehreren der beschriebenen Messsysteme minimiert den Zeit-

aufwand für den Anlagenstart und erhöht insbesondere die Qualität der Bandabrißkante des nachfolgenden Metallbandes hinsichtlich deren Geometrie und deren Führbarkeit durch die Anlage, sowie auch die Qualität des erzeugten Produktes vom Produktionsbeginn an.

[0042] Die Erstarrungsbedingungen an den Mantelflächen 9, 10 der beiden Gießwalzen und im Gießspalt 18 bei stationärer Betriebs-Gießgeschwindigkeit und bei Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit sind in den Figuren 2a und 2b gegenübergestellt. Bei stationärer Betriebs-Gießgeschwindigkeit (Fig. 2a) befinden sich die beiden Gießwalzen 1, 2 auf einen Gießspalt 18 eingestellt, der insbesondere dem stationären Gießspiegel und der Betriebs-Gießdicke D des gewünschten gegossenen Metallbandes entspricht. Hierbei bildet sich an jeder der Mantelflächen 9, 10 der Gießwalzen je eine in Drehrichtung der Gießwalzen, somit zum Gießspalt 18 orientiert, zunehmend dicker werdende Strangschale 19, 20 aus. Im Gießquerschnitt 18 werden die beiden Strangschalen 19, 20 zusammengefügt und es bildet sich bei stationären Gießbedingungen ein durcherstarres Metallband. Die V-förmigen Linien 37 veranschaulichen hierbei den Übergang von 100 % Schmelze zu einem Mischbereich mit einem zunehmenden Festkörperanteil und die V-förmige Linie 38 veranschaulicht den Übergang zu 100 % Festkörperanteil, somit den durcherstarnten Strangteil. Fig. 2b zeigt die geänderten Erstarrungsbedingungen bei einer Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit, die gegenüber der Betriebs-Gießgeschwindigkeit erhöht ist. Das bedeutet, dass die Umfangsgeschwindigkeit der Gießwalzen vergrößert ist. Die Kühlbedingungen wurden hierbei nicht verändert. Dadurch wird die verfügbare Strangschalen-Bildungszeit im Schmelzenraum und damit das Strangschalenwachstum verringert, sodass sich der Durcherstarrungspunkt 39 in Gießrichtung verschiebt und im Gießquerschnitt entweder noch ein erhöhter Anteil von Flüssigkörperanteil vorhanden ist und/oder die durchschnittliche Bandtemperatur zumindest höher liegt als bei Betriebs-Gießgeschwindigkeit. In beiden Fällen ist die Zugfestigkeit des nach unten hängenden Metallbandstückes bei der Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit soweit herabgesetzt, dass das Metallband unter der Einwirkung seines Gewichtes im Gießquerschnitt abreißt.

[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Gießgeschwindigkeit auf eine so hohe Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit erhöht und anschließend gleich wieder abgesenkt, dass vorübergehend keine Trennkraft gemessen wird. In dieser kurzen Phase fließt Metallschmelze wegen der mangelnden Verbindung zwischen den beiden Strangschalen und unter der Wirkung des ferrostatischen Druckes in den Raum unterhalb des engsten Querschnittes zwischen den Gießwalzen nach. Dadurch kommt es lokal zu einem Ausbauchen des Metallbandes und einer erheblichen Wiedererwärmung der oberflächennahen Bandschichten und unter dem Einfluss des nach unten hängenden Bandeigengewichtes zum Abriss.

[0044] Fig. 3 zeigt den Ablauf des beschriebenen Ver-

fahrens zum Starten eines Gießvorganges in einer Zweiwalzengießanlage für einen rostfreien Cr-Ni-Stahl der Qualität AISI 304 mit einer stationären Betriebs-Gießdicke D = 2,5 mm und einer Betriebs-Gießgeschwindigkeit

5 $V_{g\text{Betr}} = 60 \text{ m/min}$. Vor der Schmelzenzuführung wird der Betriebsgießspalt von 2,5 mm eingestellt und die Gießwalzen mit einer Umfangsgeschwindigkeit angetrieben, die einer Start-Gießgeschwindigkeit $v_{g\text{St}} = 10 \text{ m/min}$ entspricht. Mit Beginn der Schmelzenzuführung wird die
10 Gießgeschwindigkeit v_g kontinuierlich bis auf die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit $v_{g\text{Bb}}$ erhöht, die etwa der Betriebs-Gießgeschwindigkeit $V_{g\text{Betr}} = 60 \text{ m/min}$ entspricht. Bereits kurz nach Beginn der Schmelzenzufuhr kommt es zur Überbrückung des nach unten offenen
15 Gießspaltes durch die sich bildenden Strangschalen bei noch sehr geringer Gießgeschwindigkeit. Dies zeigt sich am kurzfristig stark ansteigenden Kurvenverlauf für die Gießspaltposition G und die Gießwalzen-Trennkraft F_{Tr} , die direkt korrelieren. Die Gießspaltposition G wird am
20 Hydraulikkolben eines AGC-Systems gemessen. Mit zunehmender Gießgeschwindigkeit V_g kehrt sich die Tendenz einer ansteigenden Trennkraft wieder um, da auch die Strangschalenbildung wegen der geringeren Verweildauer der Strangschale im Schmelzenraum abnimmt.
25 Das Gießspiegelniveau h_{Gsp} ist erst nach Erreichen eines bestimmten Füllgrades messbar, da der Schmelzenraum bedingt durch die Gießwalzenanordnung zum Gießquerschnitt hin trichterförmig verengt ist und in diesem sehr engen Bereich eine Niveaumessung technisch
30 nicht realisierbar ist. Nach einer Zeitspanne von etwa 5 bis 15 sec, die variabel gewählt werden kann, wird der Betriebs-Gießspiegel h_{Betr} erreicht und auf diesem Niveau gehalten. Damit sind annähernd konstante Gießbedingungen erreicht und es wird die Gießgeschwindigkeit für eine kurze Zeitspanne von 0,2 sec auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit $v_{g\text{Tr}} = 80 \text{ m/min}$ erhöht, die 20 m/min höher liegt, als die stationäre Betriebs-Gießgeschwindigkeit $V_{g\text{Betr}}$. Bei dieser Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit reißt das gegossene Metallband
35 unter dem Einfluss des Eigengewichtes im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen ab. Hierbei fällt die Gießwalzen-Trennkraft F_{Tr} kurzzeitig auf Null zurück. Mit Rückführung der Gießgeschwindigkeit auf den Wert der Betriebs-Gießgeschwindigkeit $V_{g\text{Betr}} = 60 \text{ m/min}$ steigt die Gießwalzen-Trennkraft F_{Tr} unmittelbar auf den Wert vor der Anhebung der Gießgeschwindigkeit auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit an. Damit sind die Bedingungen für einen stationären Gießbetrieb erreicht und die Herstellung eines Stahlbandes gleichbleibender
40 Qualität gewährleistet.

Patentansprüche

55 1. Verfahren zum Starten eines Gießvorganges in einer Zweiwalzengießeinrichtung ohne Anfahrstrang, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Einstellen einer Betriebs-Gießdicke (D) und Rotieren der Gießwalzen (1, 2) mit einer Gießwalzen-Umfangsgeschwindigkeit, die einer gegenüber einer stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Betr}}$) verringerten Start-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{St}}$) entspricht,
 - Zuführen von Metallschmelze (12) in einen von den rotierenden Gießwalzen (1, 2) und den an ihnen anliegenden Seitenplatten (8) gebildeten Schmelzenraum (11) und Ausbilden eines gegossenen Metallbandes (21) mit im Wesentlichen gleichbleibendem, vorbestimmtem Querschnittsformat bei gleichzeitiger Erhöhung der Gießgeschwindigkeit (v_g) auf eine Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Bb}}$),
 - nachfolgendes Erhöhen der Gießgeschwindigkeit (v_g) auf eine Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Tr}}$), die signifikant höher ist, als eine den aktuellen Durcherstarrungsbedingungen genügende Gießgeschwindigkeit (v_g) und Abtrennen des bisher gegossenen Metallbandes (21),
 - Einstellen einer stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Betr}}$),
 - Umlenken des nachfolgenden gegossenen Metallbandes (21) zu einer Bandtransporteinrichtung (24) und Beginn des stationären Gießbetriebes.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Start-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{St}}$) kleiner ist als die halbe Betriebs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Betr}}$).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Start-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{St}}$) weniger als etwa 12 m/min beträgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Start-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{St}}$) bei Beginn des Zuführens von Metallschmelze noch 0 m/min beträgt und nachfolgend beschleunigt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Bb}}$) entsprechend einem messbaren Soll-Gießspiegel ($h_{G\text{sp}}$) eingestellt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Bb}}$) im wesentlichen der stationären Betriebs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Betr}}$) entspricht.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Bb}}$) in Abhängigkeit von der zwischen den Gießwalzen auftretenden Trennkraft (F_{Tr}) geregelt wird.
- 5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Tr}}$) höher ist als die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Bb}}$) und/oder die Betriebs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Betr}}$).
- 10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Tr}}$) um 5 % bis 40 % höher ist als die Bandbildungs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Bb}}$) und/oder die Betriebs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Betr}}$).
- 15 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erhöhung der Gießgeschwindigkeit auf die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Tr}}$) eine kurzzeitige Vergrößerung der Gießdicke (D) um 5 bis 40 % überlagert wird.
- 20 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Tr}}$) eingestellt wird, sobald die Metallschmelze im Schmelzenraum (11) im wesentlichen den Soll-Betriebsgießspiegel ($h_{G\text{sp}}$) erreicht hat.
- 25 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abtrennen des gegossenen Metallbandes bei Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Tr}}$) durch Abreißen des gegossenen Bandes unter Wirkung des Eigengewichtes des Metallbandes im Gießspalt (18) zwischen den Gießwalzen (1, 2) erfolgt.
- 30 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abtrennen des gegossenen Metallbandes bei Bandtrenn-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Tr}}$) unter Einwirkung eines erhöhten Bandzuges erfolgt.
- 35 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest in einer Zeitspanne vor dem Erreichen des Soll-Betriebsgießspiegels ($h_{G\text{sp}}$) im Schmelzenraum (11) die Gießgeschwindigkeit (v_g) auf etwa die Betriebs-Gießgeschwindigkeit ($v_{g\text{Betr}}$) gesteigert wird.
- 40 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stationäre Gießbetrieb innerhalb von 5 bis 60 sec nach erstmaliger Zufuhr der Metallschmelze in den Schmelzenraum (11) erreicht wird.
- 45 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Starten eines Gießvorganges zur Herstellung eines sehr
- 50
- 55

dünnen Metallbandes eine gegenüber der Betriebs-Gießdicke (D) vergrößerte Start-Gießdicke (D_{St}) eingestellt wird und diese Start-Gießdicke frühestens nach Ausbilden eines gegossenen Metallbandes mit im Wesentlichen gleichbleibendem, vorbestimmtem Querschnittsformat auf die Betriebs-Gießdicke (D) zurückgeführt wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest Referenzdaten der momentanen Gießgeschwindigkeit (v_g) und der momentanen Gießspiegelhöhe der Metallschmelze und/oder der momentanen Trennkraft (F_{Tr}) zwischen den Gießwalzen und/oder der Spaltweite (G) zwischen den Gießwalzen und/oder der Banddicke des gegossenen Metallbandes während des Gießstartes kontinuierlich ermittelt und einer Recheneinheit (36) zugeführt werden und aus diesen Referenzdaten unter Einbeziehung eines mathematischen Modells für den Startvorgang Stellgrößen für die Gleßgeschwindigkeit, für die Position einer Bandleiteinrichtung (22) und für die Transportgeschwindigkeit des gegossenen Metallbandes in einer Bandtransporteinrichtung (24) generiert und an die Antriebseinheiten (5, 6, 25, 27) dieser Einrichtungen übermittelt werden.
 18. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem mathematischen Modell zusätzlich eine Stellgröße für die Abstands-Positionierung der Gießwalzen (1, 2) zueinander, insbesondere eine Start-Gießdicke (D_{St}), generiert wird.
 19. Verfahren nach Anspruch 15 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mathematische Modell ein metallurgisches Modell zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Metallband und/oder zur Beeinflussung der Geometrie des gegossenen Metallbandes umfasst.

Claims

1. A method for starting a casting operation in a two-roll casting device without start-up strand, **characterized by** the following steps:

 - setting an operating casting thickness (D) and rotating the casting rolls (1, 2) at a casting-roll circumferential velocity which corresponds to a starting casting velocity (V_{gSt}), which is lower than a steady-state operating casting velocity (V_{gBetr}),
 - feeding metal melt (12) into a melt space (11), which is formed by the rotating casting rolls (1, 2) and the side plates (8) bearing against them, and forming a cast metal strip (21) with a substantially constant, predetermined cross-sec-

50

45 8. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the strip-separating casting velocity (V_{gTr}) is higher than the strip-forming casting velocity (V_{gBb}) and/or the operating casting velocity (V_{gBetr}).

55

9. The method as claimed in one of claims 1 to 7, **characterized in that** the strip-separating casting velocity (V_{gTr}) is 5% to 40% higher than the strip-forming casting velocity (V_{gBb}) and/or the operating casting velocity (V_{gBetr}).

10. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** a brief increase in the

tional format while at the same time increasing the casting velocity (V_g) to a strip-forming casting velocity (V_{gBb}),

- then increasing the casting velocity (V_g) to a strip-separating casting velocity (V_{gTr}), which is significantly higher than a casting velocity (V_g) which is sufficient for the prevailing full solidification conditions, and separating off the metal strip (21) which has been cast thus far,
 - setting a steady-state operating casting velocity (V_{gBetr}),
 - diverting the subsequent cast metal strip (21) to a strip-conveying device (24) and commencing steady-state casting operation.

2. The method as claimed in claim 1, characterized in that the starting casting velocity (V_{GST}) is lower than half the operating casting velocity (V_{aBetr}).

3. The method as claimed in claim 1 or 2, characterized in that the starting casting velocity (V_{gSt}) is less than approximately 12 m/min.

4. The method as claimed in one of claims 1 to 3, characterized in that the starting casting velocity (V_{gSt}) is still 0 m/min when metal melt starts to be supplied and is then accelerated.

5. The method as claimed in one of the preceding claims, characterized in that the strip-forming casting velocity (V_{gBb}) is set so as to correspond to a measurably desired mold level (h_{Cr}).

6. The method as claimed in one of the preceding claims, characterized in that the strip-forming casting velocity (V_{GBb}) substantially corresponds to the steady-state operating casting velocity (V_{B-ss}).

- The method as claimed in one of the preceding claims, characterized in that the strip-forming casting velocity (V_{gBb}) is regulated as a function of the separating force (F_{Tr}) which occurs between the casting rolls.

8. The method as claimed in one of the preceding claims, characterized in that the strip-separating casting velocity (V_{gTr}) is higher than the strip-forming casting velocity (V_{gBb}) and/or the operating casting velocity (V_{gRetr}).

9. The method as claimed in one of claims 1 to 7, characterized in that the strip-separating casting velocity (V_{gTr}) is 5% to 40% higher than the strip-forming casting velocity (V_{gBb}) and/or the operating casting velocity (V_{qBetr}).

- 10.** The method as claimed in one of the preceding claims, characterized in that a brief increase in the

casting thickness (D) by 5 to 40% is superimposed on the increase in the casting velocity to the strip-separating casting velocity (V_{gTr}).

11. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the strip-separating casting velocity (V_{gTr}) is set as soon as the metal melt in the melt space (11) has substantially reached the desired operating mold level (h_{Gsp}).

12. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the cast metal strip is separated off at the strip-separating casting velocity (V_{gTr}) by the cast strip being torn off under the action of the metal strip's own weight in the casting nip (18) between the casting rolls (1, 2).

13. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the cast metal strip is separated off at the strip-separating casting velocity (V_{gTr}) under the action of increased strip tension.

14. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the casting velocity (V_g) is increased to approximately the operating casting velocity (V_{gBetr}) at least during a period before the desired operating mold level (h_{Gsp}) is reached in the melt space (11).

15. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the steady-state casting operation is reached within 5 to 60 sec of the metal melt first being fed into the melt space (11).

16. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** when starting a casting operation for the production of a very thin metal strip, a starting casting thickness (D_{St}) which is greater than the operating casting thickness (D) is set, and this starting casting thickness is reduced to the operating casting thickness (D) at the earliest after a cast metal strip with a substantially constant, pre-determined cross-sectional format has been formed.

17. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** at least reference data relating to the instantaneous casting velocity (V_g) and the instantaneous mold level of the metal melt and/or the instantaneous separating force (F_{Tr}) between the casting rolls and/or the nip width (G) between the casting rolls and/or the strip thickness of the cast metal strip are determined continuously while casting is starting up and are fed to a calculation unit (36), and on the basis of a mathematical model for the starting operation, these reference data are used to generate control variables for the casting velocity, for the position of a strip-guiding device (22), and for the conveying velocity of the cast metal

strip in a strip-conveying device (24) and to transmit these control variables to the drive units (5, 6, 25, 27) of these devices.

5 18. The method as claimed in claim 15, **characterized in that** a control variable for the spacing positioning of the casting rolls (1, 2) with respect to one another, in particular a starting casting thickness (D_{St}), is additionally generated from the mathematical model.

10 19. The method as claimed in claim 15 or 16, **characterized in that** the mathematical model comprises a metallurgical model relating to the formation of a defined microstructure in the cast metal strip and/or to the influencing of the geometry of the cast metal strip.

Revendications

20 1. Procédé de démarrage d'un processus de coulée dans un dispositif de coulée à deux cylindres sans barre d'amorce, **caractérisé par** les étapes suivantes :

- réglage d'une épaisseur de coulée de fonctionnement (D) et mise en rotation des cylindres de coulée (1, 2) à une vitesse circonférentielle de cylindres de coulée qui équivaut à une vitesse de coulée de départ (V_{gSt}) réduite par rapport à une vitesse stationnaire de coulée de fonctionnement (V_{gBetr}),

- acheminement de coulée métallique (12) dans une chambre de coulée (11) formée par les cylindres de coulée en rotation (1, 2) et les plaques latérales (8) les touchant et formation d'une bande métallique coulée (21) ayant un format de section transversale prédéfini sensiblement constant avec augmentation simultanée de la vitesse de coulée (v_g) jusqu'à une vitesse de coulée de formation de bande (V_{gBb}),

- augmentation consécutive de la vitesse de coulée (v_g) jusqu'à une vitesse de coulée de sectionnement de bande (v_{gTr}) qui est significativement plus élevée qu'une vitesse de coulée (v_g) suffisante pour les conditions momentanées de solidification et sectionnement de la bande métallique (21) coulée jusqu'à ce moment,

- réglage d'une vitesse stationnaire de coulée de fonctionnement (V_{gBetr}),
- réorientation de la bande métallique coulée suivante (21) vers un dispositif de transport de bande (24) et début du fonctionnement en coulée stationnaire.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée de démarrage (V_{gSt}) est

- inférieure à la moitié de la vitesse de coulée de fonctionnement (v_{gBetr}).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée de démarrage (V_{gSt}) s'élève à moins d'environ 12 m/min. 5
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée de démarrage (v_{gSt}) s'élève encore à 0 m/min. au début de l'acheminement de coulée métallique et s'accélère ensuite. 10
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée de formation de bande (v_{gBb}) se règle en fonction d'un niveau théorique mesurable de coulée (h_{Gsp}). 15
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée de formation de bande (v_{gBb}) équivaut sensiblement à la vitesse stationnaire de coulée de fonctionnement (v_{gBetr}). 20
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée de formation de bande (v_{gBb}) se règle en fonction de la force de sectionnement (F_{Tr}) apparaissant entre les cylindres de coulée. 25
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée de sectionnement de bande (v_{gTr}) est supérieure à la vitesse de coulée de formation de bande (v_{gBb}) et/ou la vitesse de coulée de fonctionnement (v_{gBetr}). 30
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée de sectionnement de bande (v_{gTr}) est de 5 % à 40 % supérieure à la vitesse de coulée de formation de bande (v_{gBb}) et/ou la vitesse de coulée de fonctionnement (v_{gBetr}). 35
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'à** l'augmentation de la vitesse de coulée jusqu'à la vitesse de coulée de sectionnement de bande (v_{gTr}) se superpose une augmentation de brève durée de l'épaisseur de coulée (D) à raison de 5 à 40 %. 40
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée de sectionnement de bande (v_{gTr}) est réglée dès que la coulée métallique de la chambre de coulée (11) a atteint sensiblement le niveau théorique de coulée de fonctionnement (h_{Gsp}). 45
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le sectionnement de la bande métallique coulée se fait à la vitesse de coulée de sectionnement de bande (v_{gTr}) par cassure de la bande coulée sous l'effet du poids propre de la bande métallique dans le canal de coulée (18) entre les cylindres de coulée (1, 2). 50
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le sectionnement de la bande métallique coulée se fait à la vitesse de coulée de sectionnement de bande (v_{gTr}) sous l'effet d'une traction accrue de la bande. 55
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée (v_g) augmente jusqu'à atteindre approximativement la vitesse de coulée de fonctionnement (v_{gBetr}) au moins pendant un laps de temps avant d'atteindre le niveau théorique de coulée de fonctionnement (h_{Gsp}) dans la chambre de coulée (11).
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le fonctionnement en coulée stationnaire est atteint dans les 5 à 60 secondes après le premier acheminement de coulée métallique dans la chambre de coulée (11).
16. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** démarrage d'un processus de coulée pour la fabrication d'une bande métallique très mince, une épaisseur de coulée de démarrage (D_{St}) accrue par rapport à l'épaisseur de coulée de fonctionnement (D) est réglée et que cette épaisseur de coulée de démarrage est ramenée au plus tôt après formation d'une bande métallique coulée d'un format de section transversale prédéfini sensiblement constant à l'épaisseur de coulée de fonctionnement (D).
17. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moins des données de référence de vitesse de coulée (v_g) et de hauteur momentanée de niveau de coulée momentanée et/ou de force momentanée de sectionnement (F_{Tr}) entre les cylindres de coulée et/ou de largeur de canal (G) entre les cylindres de coulée et/ou d'épaisseur de bande de la bande métallique coulée sont déterminées en continu pendant le démarrage de la coulée et acheminées à une unité de calcul (36) et qu'à partir de ces données de référence, en faisant intervenir un modèle mathématique pour le processus de démarrage, des grandeurs de réglage pour la vitesse de coulée, pour la position d'un dispositif de guidage de bande (22) et pour la vitesse de transport de la bande métallique coulée dans un dispositif de transport de bande (24) sont

générées et communiquées aux unités de commande (5, 6, 25, 27) de ces dispositifs.

18. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'à** partir du modèle mathématique, on génère 5 en plus une grandeur de réglage pour le positionnement en espacement des cylindres de coulée (1, 2) l'un par rapport à l'autre, notamment une épaisseur de coulée de démarrage (D_{St}).

10

19. Procédé selon la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que** le modèle mathématique est un modèle métallurgique servant à constituer une certaine structure dans la bande métallique coulée et/ou à influer sur la géométrie de la bande métallique coulée. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

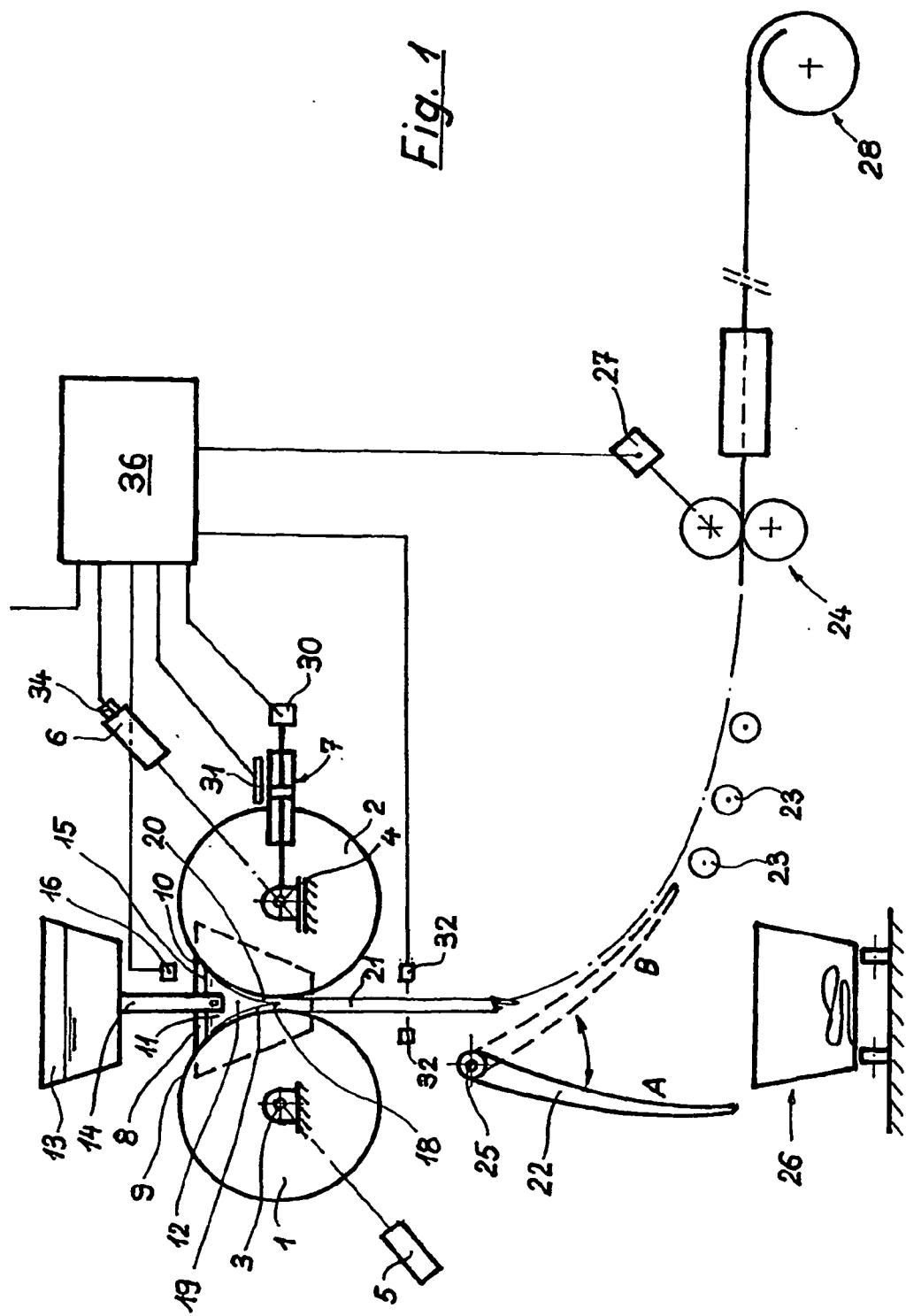
Fig. 1

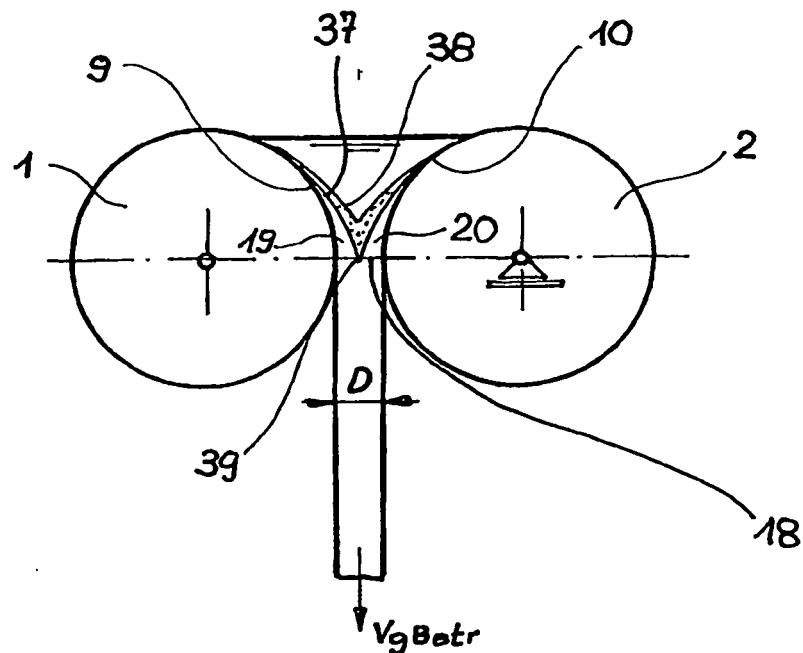
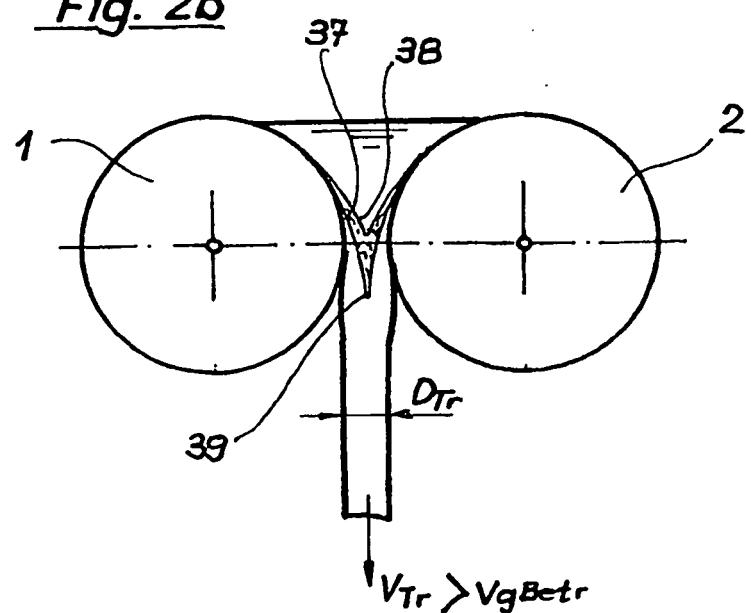
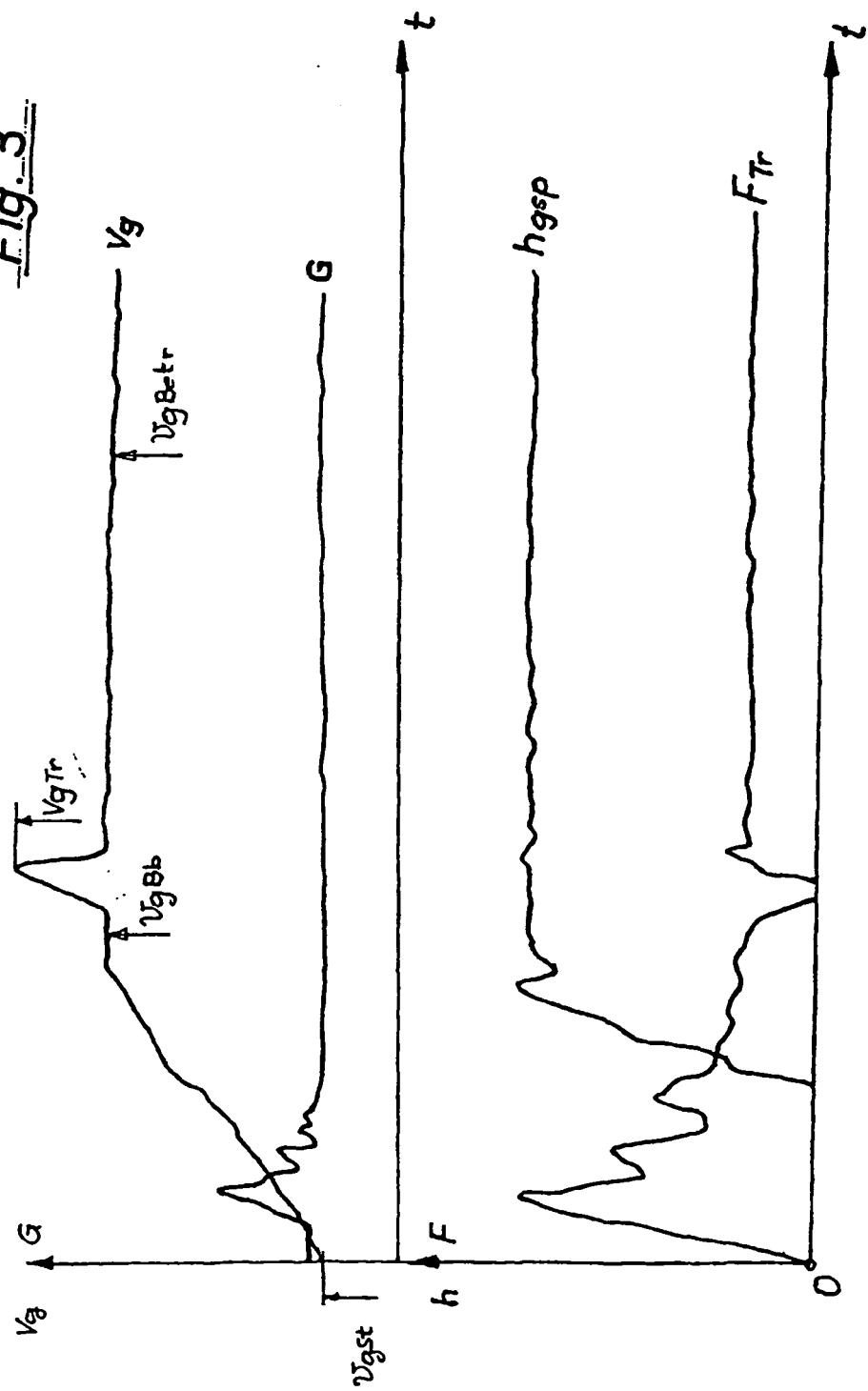
Fig. 2aFig. 2b

Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4719960 A [0003]
- EP 208642 A [0004]
- JP 61266159 A [0006] [0007]
- WO 0121342 A [0007]
- JP 63290654 A [0008]
- JP 1133644 A [0008]
- JP 6114504 A [0008]
- EP 867244 A [0008]