



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.01.2018 Patentblatt 2018/01

(51) Int Cl.:
B22D 11/14 (2006.01) **B22D 2/00** (2006.01)
B22D 41/015 (2006.01) **B22D 41/60** (2006.01)
B22D 11/103 (2006.01) **B22D 11/16** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17177553.9**

(22) Anmeldetag: **23.06.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

- **Bausch, Jörg**
40627 Düsseldorf (DE)
- **von Wyl, Horst**
47169 Duisburg (DE)
- **Müller, Peter**
38871 Ilsenburg (DE)
- **Schäperkötter, Markus**
38112 Braunschweig (DE)

(30) Priorität: **30.06.2016 DE 102016211786**

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: **Kluppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(72) Erfinder:
• **Friedrich, Martin**
40885 Ratingen (DE)

(54) **VERFAHREN UND GIESSMASCHINE ZUM GIEßEN EINER METALLSCHMELZE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Gießmaschine zum Gießen einer Metallschmelze. Bei bekannten Gießmaschinen ist es beispielsweise bekannt, die Temperatur der Metallschmelze in der Verteilerrinne auf einen gewünschten Temperatur-Soll-Wert zu regeln. Um die Qualität des durchgestarteten Gießstranges 210, insbesondere von dessen Gefüge oder von dessen Materialzusammensetzung zu verbessern, sieht die Erfindung vor, dass die Temperatur in wenigstens einer der Komponenten Gießpfanne 110, Schattenrohr bzw. Gießkasten 120, Verteilerrinne 130 und/oder in dem Tauchausguss 140 während des Gießens auf einen jeweils für die einzelnen Komponenten individuell vorgegebenen Sollwert geregelt wird, wobei die Vorgabe der Temperatur-Soll-Werte in Abhängigkeit von mindestens einem zuvor ermittelten Qualitätsmerkmal des durchgestarteten Gießstranges 210 erfolgt.

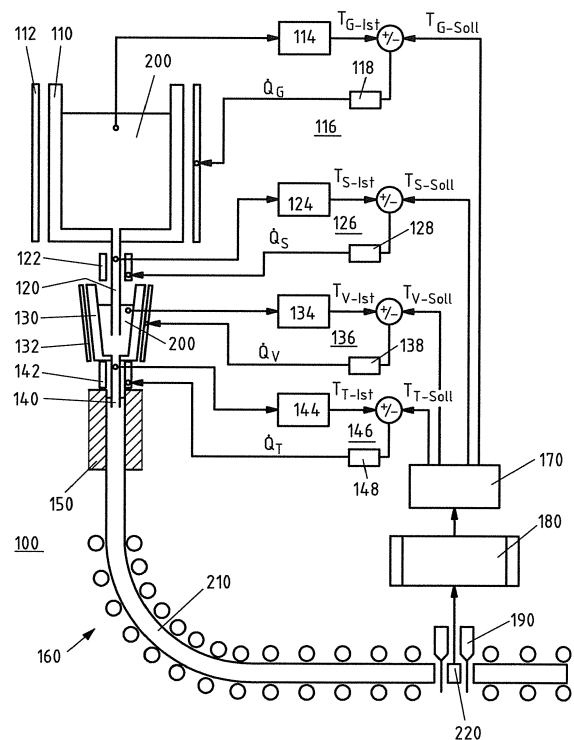


FIG.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Gießmaschine zum Gießen einer Metallschmelze.

[0002] Derartige Verfahren und Gießmaschinen sind im Stand der Technik grundsätzlich bekannt, so z. B. aus der japanischen Offenlegungsschrift JP-2001219250 A1 oder der deutschen Auslegeschrift DE 1 288 760.

[0003] Konkret offenbart die japanische Patentanmeldung ein Verfahren zum Regeln der Temperatur einer Metallschmelze in einer Verteilerrinne. Zu diesem Zweck wird die Temperatur in der Verteilerrinne zu verschiedenen Zeitpunkten geschätzt und auf einen gewünschten Wert eingestellt. Die Einstellung erfolgt mit Hilfe eines Plasmabrenners, dessen Leistung in Abhängigkeit der Differenz zwischen der geschätzten Ist-Temperatur und einer vorgegebenen Soll-Temperatur für die Schmelze.

[0004] Die besagte Auslegeschrift DE 1 288 760 offenbart ein Verfahren zum Gießen einer Metallschmelze in einer Gießmaschine, insbesondere einer Stranggießanlage. Dabei gelangt die Metallschmelze aus einer Gießpfanne über ein Schattenrohr in eine Verteilerrinne und von der Verteilerrinne über einen Tauchausguss in die Kokille der Gießmaschine. In der Kokille wird durch Abkühlung der Schmelze ein Gießstrang erzeugt, welcher am Ausgang der Kokille ausgezogen wird und in einer nachfolgenden Strangführung gestützt und geführt wird. Gemäß dem Verfahren der Auslegeschrift wird die Temperatur der Metallschmelze in der Verteilerrinne zunächst mit Hilfe einer Verteilerrinnen-Temperaturmesseinrichtung gemessen und gegebenenfalls mit Hilfe einer Verteilerrinnen-Heizeinrichtung in Form eines Plasmabrenners auf eine vorgegebene Soll-Temperatur erwärmt, so dass der Stahl immer mit der gleichen Temperatur in die Kokille fließt. Das Verfahren gemäß der Auslegeschrift dient auch dazu, die Zusammensetzung des Stahls konstant zu halten und Abbrandverluste, die durch eine lange Verweilzeit des Stahls in der Gießpfanne entstehen, auszugleichen. Zu diesem Zweck wird eine Stahlprobe aus der Gießpfanne entnommen. Werden Abweichungen von der geforderten Analyse bzw. Qualität der Metallschmelze festgestellt, so werden die fehlenden Stoffe den Plasmagasen auf bekannte Art und Weise zugeführt, aufgeschmolzen und bei der Beaufschlagung der Plasmagase auf das blanke Bad der Metallschmelze gut vom Stahl aufgenommen.

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein bekanntes Verfahren und eine bekannte Gießmaschine zum Gießen einer Metallschmelze dahingehend weiterzubilden, dass die Qualität des mit dem Verfahren erzeugten Gießstrangs weiter verbessert wird.

[0006] Diese Aufgabe wird bezüglich des Verfahrens durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Qualitätsmerkmal des durchgestarteten Gießstrangs in oder hinter der Strangführung ermittelt wird und dass die Vorgabe des Temperatur-Soll-Wertes für die mindestens eine Komponente der Gießmaschine in Abhängigkeit von dem mindestens einen ermittelten Qualitätsmerkmal des durchgestarteten Stranggießstrangs erfolgt.

[0007] Erfindungsgemäß wird also die Temperatur der Metallschmelze in mindestens einer Komponente der Gießmaschine in Betracht bzw. im Hinblick auf mindestens ein Qualitätsmerkmal des durchgestarteten Gießstrangs vorgegeben. Auf diese Weise wird erreicht, dass das Gießen mit geringster Überhitzung und gleichzeitig hoher Betriebssicherheit und weitem Betriebsfenster risikoarm erfolgen kann zur Erzeugung einer verbesserten Qualität. Gleichzeitig verbessert sich durch das erfindungsgemäße Verfahren die Erstarrungseffizienz. Die verbesserte Qualität des gegossenen Gießstranges zeigt sich insbesondere in einem vergrößerten Anteil des globulitischen Gefüges, in einer Reduktion der Seigerungen sowie in einer Reduktion von Hohlstellen, d. h. von Poren, Kernauflockerungen oder Lunkern etc. in dem Gießstrang.

[0008] Zur begrifflichen Erläuterung: Ein Schattenrohr wird immer an der Gießpfanne befestigt; ein Gießkasten bildet dagegen eine Einheit mit der Verteilerrinne. Normalerweise ragt ein Schattenrohr in die Verteilerrinne hinein. Bei Verwendung eines Gießkastens ist dieser typischerweise auf die Vertikalrinne aufgemauert. Auf den Gießkasten wird dann die Gießpfanne abgesetzt. Wenn - etwa zur Kostensenkung bzw. technischen Vereinfachung - der Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Temperaturregelkreis mit demjenigen einer angrenzenden Komponente zusammengefasst werden soll, wäre es empfehlenswert, dass er im Falle der Verwendung eines Schattenrohres sinnvollerweise der Pfanne und bei einer Konfiguration mit Gießkasten der Verteilerrinne zugeschlagen wird.

[0009] Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird zum Ermitteln des mindestens einen Qualitätsmerkmals eine Probe aus dem durchgestarteten Gießstrang entnommen und z. B. mit Hilfe der Ultraschall-Methode zur Markroätzung im Hinblick auf seine Gefügestruktur oder seine Materialzusammensetzung als Qualitätsmerkmal analysiert. Alternativ oder zusätzlich wird zum Ermitteln des mindestens einen Qualitätsmerkmals die Oberfläche des durchgestarteten Gießstrangs (210) optisch, z.B. mit Hilfe von Röntgenstrahlung, im Hinblick auf seine Gefügestruktur als Qualitätsmerkmal inspiziert. Die Kenntnis der Gefügestruktur erlaubt auch Rückschlüsse auf die Materialzusammensetzung des Gießstrangs.

[0010] Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird die Metallschmelze in der Gießpfanne mit geringer Überhitzung produziert und logistisch optimiert der Stranggießanlage zugeführt, unter Berücksichtigung des aktuellen Pfannen Zustands (alt oder neu).

Bereich der Überhitzung:

[0011] $T_{\text{Ü}}$ (Überhitzung) = T (Liquidus) + 5 ... 12 K, vorzugsweise 8...10;

untere Temperaturgrenze (5 bzw. 8 K) = T_{u} ;

obere Temperaturgrenze (10 bzw. 12 K) = T_{o}

Bei Stählen mit großem Erstarrungsintervall sind niedrige Werte für die $T_{\text{Ü}}$ (Überhitzung) einzustellen, bei Stählen mit niedrigem Erstarrungsintervall hohe Werte (Def. Erstarrungsintervall = T (Liquidus) - T (Solidus))

[0012] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel erfolgt die Einstellung bzw. das Halten der Temperatur der Schmelze in der mindestens einen Komponente der Gießmaschine mit Hilfe einer Steuerung oder eines geschlossenen Regelkreises, z. B. in Form einer Zweipunkt-Regelung oder einer Proportional-Regelung. Bei der Regelung wird die Ist-Temperatur der Schmelze auf der für mindestens eine der Komponenten vorgegebenen Soll-Temperatur, zumindest jedoch in dem für die jeweilige Komponente vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Soll-Fenster gehalten.

[0013] Wenn der Regelalgorithmus beispielsweise aus mindestens einem Zweipunktregler besteht, dann gilt:

$T_{\text{Ü}} < T_{\text{u}}$ >>> Heizung ein

$T_{\text{Ü}} > T_{\text{o}}$ >>> Heizung aus

[0014] Alternativ, wenn der Regelalgorithmus einen Proportionalregler abbildet, dann gilt:

$T_{\text{Ü}} < T_{\text{u}}$ >>> Heizung 100 %

$T_{\text{Ü}} > T_{\text{o}}$ >>> Heizung 0 %

$T_{\text{u}} \leq T_{\text{Ü}} \leq T_{\text{o}}$ >>> Heizung = $100 \times (T_{\text{o}} - T_{\text{Ü}}) / (T_{\text{o}} - T_{\text{u}})$ [%]

[0015] Die maximale Heizleistung wird vorteilhaft als Funktion des Gefäßinhaltes bestimmt.

[0016] Die Bemessung der vorteilhaften $T_{\text{Ü}}$ (Überhitzung) erfolgt vorzugsweise aus dem Feedback der Qualitätsstatistik.

[0017] Die oben genannte Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch eine Gießmaschine nach Anspruch 8 gelöst. Die Vorteile dieser Gießmaschine entsprechen den oben mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren genannten Vorteilen.

[0018] Konkrete Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens oder der erfindungsgemäßen Gießmaschine sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0019] Der Beschreibung sind zwei Figuren beigelegt, anhand derer die erfindungsgemäße Gießmaschine sowie das erfindungsgemäße Verfahren nachfolgend in Form von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben werden.

[0020] Die Figur 1 zeigt eine Gießmaschine 100 mit folgenden Komponenten: einer Gießpfanne 110, die mit einer Metallschmelze 200 gefüllt ist. Über ein Schattenrohr 120 oder einen Gießkasten 120 kann die Metallschmelze aus der Gießpfanne 110 in eine Verteilerrinne 130 gelangen. Aus der Verteilerrinne wiederum kann die Metallschmelze über einen Tauchausguss 140 in eine Kokille 150 fließen. Am Ausgang der Kokille 150 wird ein Gießstrang 210 mit zunächst noch flüssigem Kern ausgezogen, der nachfolgend in einer Strangführung 160 gestützt und typischerweise in die Horizontale überführt wird. Auf seinem Weg durch die Strangführung 160 erstarrt der Gießstrang 210 durch.

[0021] Weiterhin zeigt die Figur 1, dass vorzugsweise jeder der Komponenten Gießpfanne 110, Schattenrohr oder Gießkasten 120, Verteilerrinne 130 und Tauchausguss 140 ein eigener Temperaturregelkreis zugeordnet sein kann.

[0022] So kann ein Gießpfannenregelkreis 116 vorgesehen sein mit einer Gießpfannen-Temperaturmeseinrichtung 114 zum Messen der Ist-Temperatur $T_{\text{G-Ist}}$ der Metallschmelze 200 in der Gießpfanne 110. Der Gießpfannen-Temperaturregelkreis 116 sieht vor, dass diese Ist-Temperatur mit einer vorgegebenen Soll-Temperatur $T_{\text{G-Soll}}$ für die Temperatur der Schmelze in der Gießpfanne verglichen wird und eine dabei eventuell festgestellte Temperaturdifferenz als Regelabweichung einem Gießpfannen-Temperaturregler 118 als Eingangsgröße zugeführt wird. Der Temperaturregler 118 erzeugt ein

[0023] Stellsignal $\dot{Q}_{\text{G}}$ für eine Gießpfannen-Heizeinrichtung 112, die in dem Regelkreis 116 als Stellglied fungiert. Der Gießpfannen-Temperaturregler 118 generiert das Stellsignal so, dass die ihm zugeführte Regeldifferenz möglichst zu 0 wird, d. h. dass die Temperatur der Metallschmelze in der Gießpfanne auf den Wert der vorgegebenen Soll-Temperatur $T_{\text{G-Soll}}$ oder zumindest in einem vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Soll-Wert-Fenster für die Metallschmelze in der Gießpfanne gehalten wird.

[0024] Weiterhin kann alternativ oder zusätzlich ein Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Temperaturregelkreis 126 vorgesehen sein mit einer Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Temperaturmeseinrichtung 124 zum Messen der Ist-Temperatur $T_{\text{S-Ist}}$ der Metallschmelze 200 in dem Schattenrohr 120 bzw. Gießkasten. Der Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Tempe-

raturregelkreis 126 sieht vor, dass diese Ist-Temperatur mit einer vorgegebenen bzw. Gießkasten-Soll-Temperatur T_{S-Soll} für die Temperatur der Schmelze in dem Schattenrohr bzw. Gießkasten verglichen wird und eine dabei eventuell festgestellte Temperaturdifferenz als Regelabweichung einem Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Temperaturregler 128 als Eingangsgröße zugeführt wird. Der Temperaturregler 128 erzeugt ein Stellsignal Q_S für eine Schattenrohr- bzw.

Gießkasten-Heizeinrichtung 122, die in dem

[0025] Regelkreis 126 als Stellglied fungiert. Der Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Temperaturregler 128 generiert das Stellsignal so, dass die ihm zugeführte Regeldifferenz möglichst zu 0 wird, d. h. dass die Temperatur der Metallschmelze in dem Schattenrohr bzw. Gießkasten auf den Wert der vorgegebenen Soll-Temperatur T_{S-Soll} oder zumindest in einem vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Soll-Wert-Fenster für die Metallschmelze in dem Schattenrohr bzw. Gießkasten gehalten wird.

[0026] Weiterhin kann alternativ oder zusätzlich ein Verteilerrinnen-Temperaturregelkreis 136 vorgesehen sein mit einer Verteilerrinnen-Temperaturmesseinrichtung 134 zum Messen der Ist-Temperatur T_{V-Ist} der Metallschmelze 200 in der Verteilerrinne 130. Der Verteilerrinnen-Temperaturregelkreis 136 sieht vor, dass diese Ist-Temperatur mit einer vorgegebenen Soll-Temperatur T_{V-Soll} für die Temperatur der Schmelze in der Verteilerrinne verglichen wird und eine dabei eventuell festgestellte Temperaturdifferenz als Regelabweichung einem Verteilerrinnen-Temperaturregler 138 als Eingangsgröße zugeführt wird. Der Temperaturregler 138 erzeugt ein Stellsignal Q_V für eine Verteilerrinnen-Heizeinrichtung 132, die in dem Regelkreis 136 als Stellglied fungiert. Der Verteilerrinnen-Temperaturregler 138 generiert das Stellsignal so, dass die ihm zugeführte Regeldifferenz möglichst zu 0 wird, d. h. dass die Temperatur der Metallschmelze in der Verteilerrinne auf den Wert der vorgegebenen Soll-Temperatur T_{V-Soll} oder zumindest in einem vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Soll-Wert-Fenster für die Metallschmelze in der Verteilerrinne gehalten wird.

[0027] Schließlich kann alternativ oder zusätzlich ein Tauchausguss-Temperaturregelkreis 146 vorgesehen sein mit einer Tauchausguss-Temperaturmesseinrichtung 144 zum Messen der Ist-Temperatur T_{T-Ist} der Metallschmelze 200 in dem Tauchausguss 140. Der Tauchausguss-Temperaturregelkreis 146 sieht vor, dass diese Ist-Temperatur mit einer vorgegebenen Soll-Temperatur T_{T-Soll} für die Temperatur der Schmelze in der Tauchausguss verglichen wird und eine dabei eventuell festgestellte Temperaturdifferenz als Regelabweichung einem Tauchausguss-Temperaturregler 148 als Eingangsgröße zugeführt wird. Der Temperaturregler 148 erzeugt ein Stellsignal Q_T für eine Tauchausguss-Heizeinrichtung 142, die in dem Regelkreis 146 als Stellglied fungiert. Der Tauchausguss-Temperaturregler 148 generiert das Stellsignal so, dass die ihm zugeführte Regeldifferenz möglichst zu 0 wird, d. h. dass die Temperatur der Metallschmelze in dem Tauchausguss auf den Wert der vorgegebenen Soll-Temperatur T_{T-Soll} oder zumindest in einem vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Soll-Wert-Fenster für die Metallschmelze in dem Tauchausguss gehalten wird.

[0028] Um Energieverluste, insbesondere Wärmeverluste in der Gießmaschine so gering wie möglich zu halten, sind die Gießpfanne 110, das Schattenrohr 120 bzw. der Gießkasten, die Verteilerrinne 130 und/oder der Tauchausguss 140 besonders gut isoliert.

[0029] Als Temperaturmesseinrichtungen können verwendet werden: Pyrometer, Thermoelemente, Infrarotsensoren oder Infrarotkameras und/oder Lichtwellenleiter.

[0030] Die Heizeinrichtungen 112, 122, 132 und/oder 142 können induktiv, kapazitiv, elektromagnetisch oder mit Lichtbögen arbeiten. Sie können als Plasmabrenner, als Porenbrenner, als offene Flamme oder als Strahler ausgebildet sein oder sie können ihre Heizwirkung durch Zugabe von Legierungsmitteln entfalten.

[0031] Die Soll-Temperaturen werden für die einzelnen Regelkreise, d. h. für den Gießpfannen-Temperaturregelkreis 116, für den Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Temperaturregelkreis 126, für den Verteilerrinnen-Temperaturregelkreis 136 und/oder für den Tauchausguss-Regelkreis 146 von einer Soll-Temperatur-Vorgabeeinrichtung 170 individuell erzeugt und bereitgestellt. Die Vorgabeeinrichtung 170 ist ihrerseits ausgebildet, die Werte für die Soll-Temperatur für die Metallschmelze 200 in den einzelnen Komponenten, d. h. in der Gießpfanne 110, in dem Schattenrohr 120 bzw. Gießkasten, in der Verteilerrinne 130 und/oder in dem Tauchausguss 140 in Abhängigkeit der Qualität des durchgestarteten Gießstrangs 210 vorzugeben.

[0032] Zur Ermittlung der Qualität des Gießstrangs kann beispielsweise eine Probenentnahmeeinrichtung 190 vorgesehen zum Entnehmen einer Probe aus dem Gießstrang 210. Die entnommene Probe 220 wird einer Analyseeinrichtung 180 zugeführt, welche ausgebildet ist, die Qualität der Probe, und damit des durchgestarteten Gießstrangs im Hinblick auf mindestens ein Qualitätsmerkmal zu analysieren. Die Analyse kann z. B. mit Hilfe der Ultraschallmethode zur Makroätzung erfolgen. Die Analyse erfolgt z. B. im Hinblick auf die Gefügestruktur oder die Materialzusammensetzung der Probe. Konkret kann die Probe im Hinblick auf den Anteil des globulitischen Gefüges, im Hinblick auf Seigerungen oder im Hinblick auf eventuell vorhandene Hohlstellen jeweils als Qualitätsmerkmale analysiert werden. Alternativ kann die Ermittlung der Qualität des Gießstrangs, insbesondere seiner Gefügestruktur, durch optische Analyse, z.B. mit Hilfe von Röntgenstrahlen erfolgen. Die Entnahme der Probe oder die optische Analyse können an einem beliebigen Ort in der Strangführung erfolgen; der Gießstrang muss lediglich durchgestart sein.

[0033] Die mit Hilfe der Analyseeinrichtung gewonnenen Qualitätsmerkmale des Gießstrangs werden nachfolgend an die besagte Soll-Temperatur-Vorgabeeinrichtung 170 übermittelt, welche ausgebildet ist, wie gesagt, die Temperatur-Soll-Werte für die einzelnen Komponenten der Gießmaschine in Abhängigkeit der ermittelten Qualitätsmerkmale des

Gießstrangs 210 vorzugeben.

[0034] In der Soll-Temperatur-Vorgabeeinrichtung 170 können Prozessmodelle oder Simulationen implementiert sein, um die Soll-Temperaturwerte für die einzelnen Regelkreise auf Basis des zuvor ermittelten mindestens einen Qualitätsmerkmals, beispielsweise der Gefügestruktur, zu generieren und vorzugeben. Die Berechnung der Soll-Temperaturen kann innerhalb der Soll-Temperatur-Vorgabeeinrichtung 170 mit Hilfe eines fuzzy-logic-Regelwerkes mit Hilfe eines neuronalen Netzwerkes oder mit Hilfe von Tabellen erfolgen. Vorteilhafterweise wird der unter Verwendung der Prozessmodelle und/oder der Simulationen berechnete Temperatur-Sollwert erst dann für die mindestens eine Komponente der Gießmaschine vorgegeben, nachdem er durch eine Bedienperson freigegeben wurde.

[0035] Der Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, eine sehr gute Innenqualität des durcherstarrten Gießstranges 210 bei sicherem Betrieb der Gießmaschine, bei großem Betriebsfenster und bei effizienter Erstarrung zu realisieren. Die Erfindung bedeutet einen Schritt in Richtung "Gießen eines Walzgefüges", d. h. die Erfindung bietet die Möglichkeit, durch verbesserte Gussgefüge den Walzaufwand in einer nachfolgenden Walzstraße zu verringern.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet eine Verbesserung der Randbedingungen für Super-low-head-casting, d. h. für Anlagen mit geringer Bauhöhe und vorteilhafterweise mit Ovalbogenform. Daraus resultiert ein niedriger ferrostatischer Druck. Außerdem bietet das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, dass keine Softreduction mehr notwendig ist. Es werden nur Kräfte zur Strangführung, nicht aber zur Softreduction benötigt; d. h. der insgesamt benötigte Kraftaufwand ist geringer, und die Segmente in der Strangführung können deshalb leichter ausgeführt werden. Schließlich bietet die Erfindung den Vorteil, dass keine dynamisch angesteuerten, d. h. softreduction-fähige Segmente mit geregelten Zylindern erforderlich sind, sondern statt dessen können einfacher gebaute und damit kostengünstigere Segmente in der Strangführung verwendet werden.

[0036] Figur 2 zeigt im Wesentlichen dieselbe erfindungsgemäße Gießmaschine wie Figur 1. Der einzige Unterschied besteht darin, dass gemäß Figur 2 kein Schattenrohr verwendet wird, sondern ein Gießkasten, ebenfalls mit Bezugszeichen 120 bezeichnet. Dieser ist typischerweise auf die Verteilerrinne aufgemauert. Die Gießpfanne 110 kann auf dem Gießkasten abgesetzt werden. Der Temperatur-Regelkreis 126 arbeitet bei dieser alternativen Ausführungsform analog wie bei der Verwendung eines Schattenrohres. Nur wirkt die Heizung 122 jetzt nicht auf das Schattenrohr, sondern auf den Gießkasten.

Bezugszeichenliste

[0037]

- 100 Gießmaschine
- 110 Gießpfanne
- 112 Gießpfannen-Heizeinrichtung
- 114 Gießpfannen-Temperaturmesseinrichtung
- 116 Gießpfannen-Temperaturregelkreis
- 118 Gießpfannen-Temperaturregler
- 120 Schattenrohr bzw. Gießkasten
- 122 Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Heizeinrichtung
- 124 Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Temperaturmesseinrichtung
- 126 Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Temperaturregelkreis
- 128 Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Temperaturregler
- 130 Verteilerrinne
- 132 Verteilerrinnen-Heizeinrichtung
- 134 Verteilerrinnen-Temperaturmesseinrichtung
- 136 Verteilerrinnen-Temperaturregelkreis
- 138 Verteilerrinnen-Temperaturregler
- 140 Tauchguss
- 142 Tauchguss-Heizeinrichtung
- 144 Tauchguss-Temperaturmesseinrichtung
- 146 Tauchguss-Temperaturregelkreis
- 148 Tauchguss-Temperaturregler
- 150 Kokille
- 160 Strangführung
- 170 Soll-Temperatur-Vorgabeeinrichtung
- 180 Analyseeinrichtung
- 190 Probenentnahmeeinrichtung
- 200 Metallschmelze

- 210 Gießstrang
220 Probe aus dem Gießstrang

	$\dot{Q}_G$	Stellsignal
5	$\dot{Q}_S$	Stellsignal
	$\dot{Q}_T$	Stellsignal
	Q_V	Stellsignal
	T_{G-Ist}	Ist-Temperatur der Schmelze in der Gießpfanne
	T_{G-Soll}	Soll-Temperatur der Schmelze in der Gießpfanne
10	T_{S-Ist}	Ist-Temperatur der Schmelze im Schattenrohr
	T_{S-Soll}	Soll-Temperatur der Schmelze im Schattenrohr
	T_{V-Ist}	Ist-Temperatur der Schmelze in Verteilerrinne
	T_{V-Soll}	Soll-Temperatur der Schmelze in Verteilerrinne
	T_{T-Ist}	Ist-Temperatur der Schmelze im Tauchausguss
15	T_{T-Soll}	Soll-Temperatur der Schmelze im Tauchausguss

Patentansprüche

- 20 1. Verfahren zum Gießen einer Metallschmelze (200) in einer Gießmaschine (100) mit folgenden Komponenten: einer Gießpfanne (110), einer Verteilerrinne (130), in welche ein Schattenrohr (120) der Gießpfanne hineinragt oder eine Verteilerrinne, auf die ein Gießkasten aufgemauert ist, auf welchen sich die Gießpfanne absetzen kann, einer Kokille (150), in welche ein Tauchausguss (140) der Verteilerrinne (130) hineinragt, und mit einer der Kokille nachgeschalteten Strangführung (160); wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

- 25
- Gießen der Metallschmelze in die Gießpfanne (110), über das Schattenrohr bzw. den Gießkasten in die Verteilerrinne (130) und über den Tauchausguss in die Kokille (150);
 - Erzeugen eines Gießstrangs (210) am Ausgang der Kokille (150);
 - Einstellen der Temperatur der Metallschmelze in mindestens einer der Komponenten Gießpfanne (110), Schattenrohr (120) bzw. Gießkasten, Verteilerrinne (130) und/oder in dem Tauchausguss (140) während des Gießens mit Hilfe einer Heizeinrichtung (112, 122, 132, 142) auf einen für die jeweilige Komponente individuell vorgegebenen Temperatur-Sollwert; und
 - Führen und Abkühlen des Gießstrangs (210) in der Strangführung (160);
- 30

35 **dadurch gekennzeichnet,**

dass mindestens ein Qualitätsmerkmal des durchgestarteten Gießstrangs (210) in oder hinter der Strangführung ermittelt wird; und

dass die Vorgabe des Temperatur-Sollwertes für die mindestens eine Komponente in Abhängigkeit von dem mindestens einen ermittelten Qualitätsmerkmal des durchgestarteten Gießstrangs (210) erfolgt.

- 40 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Ermitteln des mindestens einen Qualitätsmerkmals eine Probe (220) aus dem durchgestarteten Gießstrang (210) entnommen und z.B. mit Hilfe der Ultraschallmethode zur Macroätzung im Hinblick auf seine Gefügestruktur als Qualitätsmerkmal analysiert wird; und/oder dass zum Ermitteln des mindestens einen Qualitätsmerkmals die Oberfläche des durchgestarteten Gießstrangs (210) optisch, z.B. mit Hilfe von Röntgenstrahlung, im Hinblick auf seine Gefügestruktur als Qualitätsmerkmal inspiziert wird.
- 45

- 50 3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Temperatur-Sollwert als ein Überhitzungstemperatur-Sollwertfenster $T_{\bar{u}}$ vorgegeben wird, welches sich gemäß folgender Formel berechnet:

$$T_{\bar{u}} = T_{li} + \Delta T \text{ mit } 5K < \Delta T < 12K, \text{ vorzugsweise } 8K < \Delta T < 10K, \text{ mit } T_{li} = T_{Liquidus}.$$

- 55 4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einstellung bzw. das Halten der Temperatur der Schmelze in der mindestens einen Komponente mit Hilfe

einer Steuerung oder eines geschlossenen Regelkreises, z.B. in Form einer Zweipunktregelung oder einer Proportionalregelung, derart erfolgt, dass die Ist-Temperatur der Schmelze auf dem für mindestens eine der Komponenten vorgegebenen Temperatur-Soll-Wert, vorzugsweise in dem für mindestens eine der Komponenten vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Sollwertfenster gehalten wird.

- 5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der jeweils geeignete Temperatur-Sollwert unter Verwendung von Prozessmodellen und/oder Simulationen aus dem zuvor ermittelten Qualitätsmerkmal, insbesondere der Gefügestruktur errechnet und vorgegeben wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der unter Verwendung von Prozessmodellen und/oder Simulationen berechnete Temperatur-Sollwert erst dann für die mindestens eine Komponente der Gießmaschine vorgegeben wird, nachdem er durch eine Bedienperson freigegeben wurde.
7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die einzelnen Komponenten während des Gießens gegen Temperaturverluste isoliert werden.
8. Gießmaschine (100) zum Gießen einer Metallschmelze (200) mit folgenden Komponenten:

einer Gießpfanne (110) mit einem Schattenrohr (120),
einer Verteilerrinne (130), in welche das Schattenrohr der Gießpfanne hineinragt oder eine Verteilerrinne, auf die ein Gießkasten aufgemauert ist,
auf welchen sich die Pfanne absetzen kann,
einer Kokille (150), in welche ein Tauchausguss (140) der Verteilerrinne hineinragt;
einer der Kokille (150) nachgeschalteten Strangführung (160) zum Führen eines in der Kokille gegossenen Gießstrangs (210);
mindestens einer Temperaturmesseinrichtung (114, 124, 134, 144) zum Messen der Ist-Temperatur der Metallschmelze (200) in zumindest einer der Komponenten;
eine Soll-Temperatur- Vorgabeeinrichtung (170) zum Vorgeben einer Soll-Temperatur für die Metallschmelze (200) in zumindest einer der Komponenten; und
eine Heizeinrichtung (112, 122, 132, 142) zum Einstellen der Temperatur der Metallschmelze (200) auf die vorgegebene Soll-Temperatur;
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Analyseeinrichtung (180) vorgesehen ist zum Analysieren der Qualität des durchgestarteten Gießstrangs in oder hinter der Strangführung; und
die Soll-Temperatur-Vorgabeeinrichtung ausgebildet ist, die Soll-Temperatur für die mindestens eine Komponente in Abhängigkeit der ermittelten Qualität des durchgestarteten Gießstrangs vorzugeben.
9. Gießmaschine (100) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Gießpfannen-Heizeinrichtung (112) vorgesehen ist zum Heizen der Metallschmelze (200) in der Gießpfanne (110) auf eine vorgegebene Soll-Temperatur (T_{G-Soll}) für die Metallschmelze in der Gießpfanne.
10. Gießmaschine (100) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Gießpfannen-Temperaturmesseinrichtung (114) vorgesehen ist zum Messen der Ist-Temperatur der Metallschmelze in der Gießpfanne (110); und
ein Gießpfannen-Temperaturregelkreis (116) vorgesehen ist zum Halten der Ist-Temperatur der Metallschmelze (200) in der Gießpfanne mit Hilfe der Gießpfannen-Heizeinrichtung (112) auf der vorgegebenen Soll-Temperatur (T_{G-Soll}) oder zumindest in dem vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Sollwertfenster für die Metallschmelze in der Gießpfanne.
11. Gießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Schattenrohr- bzw. Gießkasten-Heizeinrichtung (122) vorgesehen ist zum Heizen der Metallschmelze (200)

in dem Schattenrohr (120) bzw. Gießkasten auf eine vorgegebene Soll-Temperatur (T_{S-Soll}) für die Metallschmelze in dem Schattenrohr (120).

12. Gießmaschine (100) nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Schattenrohr- bzw. Gießkasten- Temperaturmesseinrichtung (124) vorgesehen ist zum Messen der Ist-Temperatur der Metallschmelze (200) in dem Schattenrohr (120) bzw. Gießkasten; und ein Schattenrohr- bzw. Gießkasten- Temperaturregelkreis (126) vorgesehen ist zum Halten der Ist-Temperatur der Metallschmelze in dem Schattenrohr bzw. Gießkasten mit Hilfe der Schattenrohr- bzw. Gießkasten Heizeinrichtung (122) auf der vorgegebenen Soll-Temperatur (T_{S-Soll}) oder zumindest in dem vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Sollwertfenster für die Metallschmelze in dem Schattenrohr bzw. Gießkasten.

13. Gießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Verteilerrinnen-Heizeinrichtung (132) vorgesehen ist zum Heizen der Metallschmelze (200) in der Verteilerrinne auf eine vorgegebene Soll-Temperatur (T_{V-Soll}) für die Metallschmelze in der Verteilerrinne.

14. Gießmaschine (100) nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Verteilerrinnen-Temperaturmesseinrichtung (134) vorgesehen ist zum Messen der Ist-Temperatur der Metallschmelze in der Verteilerrinne; und ein Verteilerrinnen-Temperaturregelkreis (136) vorgesehen ist zum Halten der Ist-Temperatur der Metallschmelze in der Verteilerrinne mit Hilfe der Verteilerrinnen-Heizeinrichtung (132) auf der vorgegebenen Soll-Temperatur (T_{V-Soll}) oder zumindest in dem vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Sollwertfenster für die Metallschmelze in der Verteilerrinne.

15. Gießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Tauchausguss-Heizeinrichtung (142) vorgesehen ist zum Heizen der Metallschmelze (200) in dem Tauchausguss (140) auf eine vorgegebene Soll-Temperatur (T_{T-Soll}) für die Metallschmelze in dem Tauchausguss.

16. Gießmaschine (100) nach Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Tauchausguss-Temperaturmesseinrichtung (144) vorgesehen ist zum Messen der Ist-Temperatur der Metallschmelze in dem Tauchausguss; und ein Tauchausguss-Temperaturregelkreis (146) vorgesehen ist zum Halten der Ist-Temperatur der Metallschmelze in dem Tauchausguss mit Hilfe der Tauchausguss-Heizeinrichtung (142) auf der vorgegebenen Soll-Temperatur (T_{T-Soll}) oder zumindest in dem vorgegebenen Überhitzungstemperatur-Sollwertfenster für die Metallschmelze in dem Tauchausguss (140).

17. Gießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 16,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Gießpfannen-Heizeinrichtung (112) und/oder die Verteilerrinnen-Heizeinrichtung (132) induktiv oder auf Lichtbogenbasis oder auf Plasmabasis ausgebildet sind.

18. Gießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 17,

dadurch gekennzeichnet, dass die Schattenrohr-Heizeinrichtung (122) und/oder die Tauchrohr-Heizeinrichtung (142) vorzugsweise induktiv ausgebildet sind.

19. Gießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 18,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Soll-Temperatur-Vorgabeeinrichtung (170) ausgebildet ist, die Werte für die Soll-Temperatur für die Metallschmelze (200) in den einzelnen Komponenten mit Hilfe eines fuzzy-logic-Regelwerks oder mit Hilfe eines neuronalen Netzwerks oder mit Hilfe von Tabellen auf Basis der von der Analyseeinrichtung (180) ermittelten Qualitätsmerkmale des durchgestarteten Gießstrangs (210) zu berechnen.

20. Gießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 19,

dadurch gekennzeichnet, dass

die mindestens eine Temperaturmesseinrichtung (114, 124, 134, 144) in Form eines Pyrometers, eines Thermoelementes, einer Infrarot-Kamera bzw. eines Infrarotsensors oder eines Lichtwellenleiters ausgebildet ist.

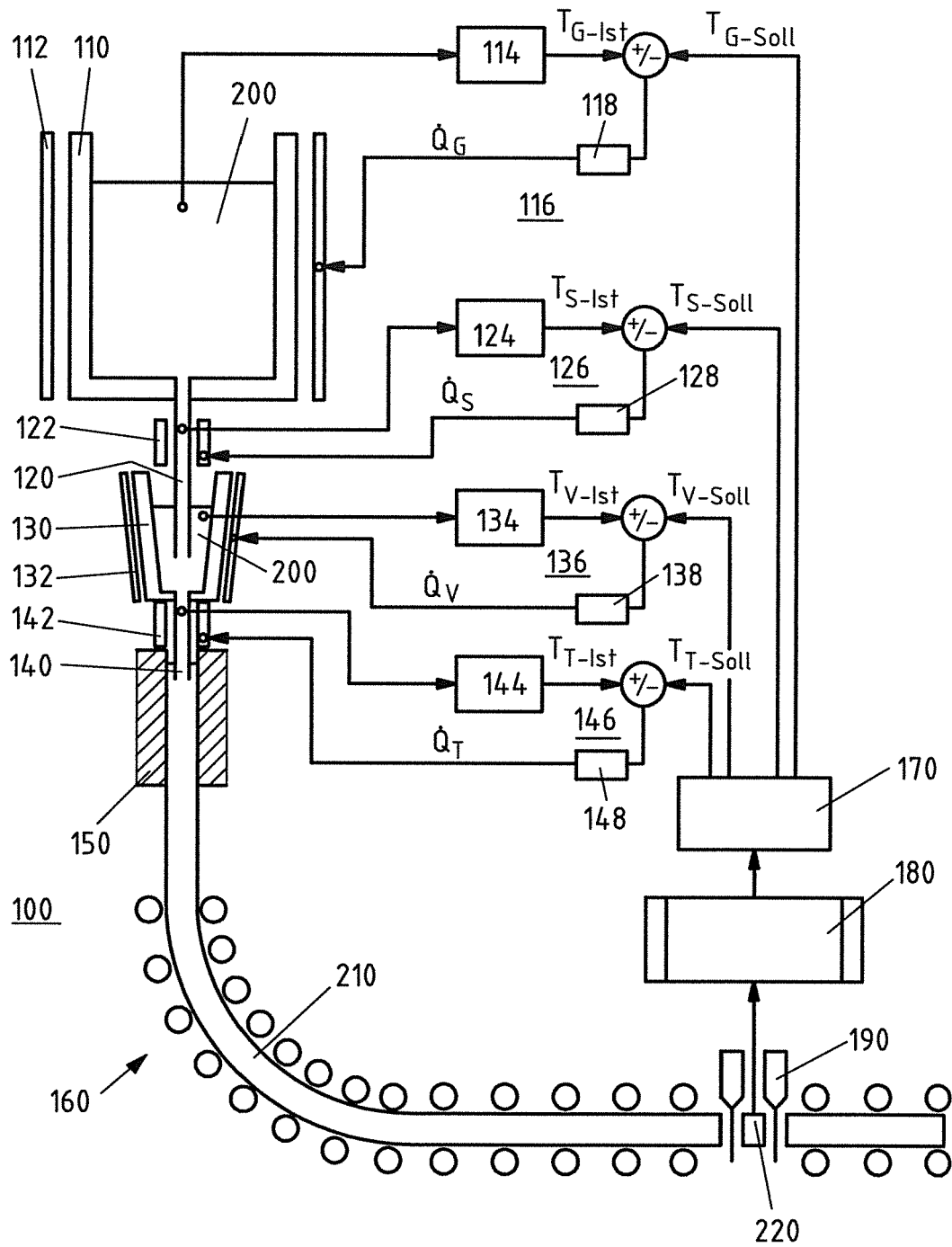


FIG.1

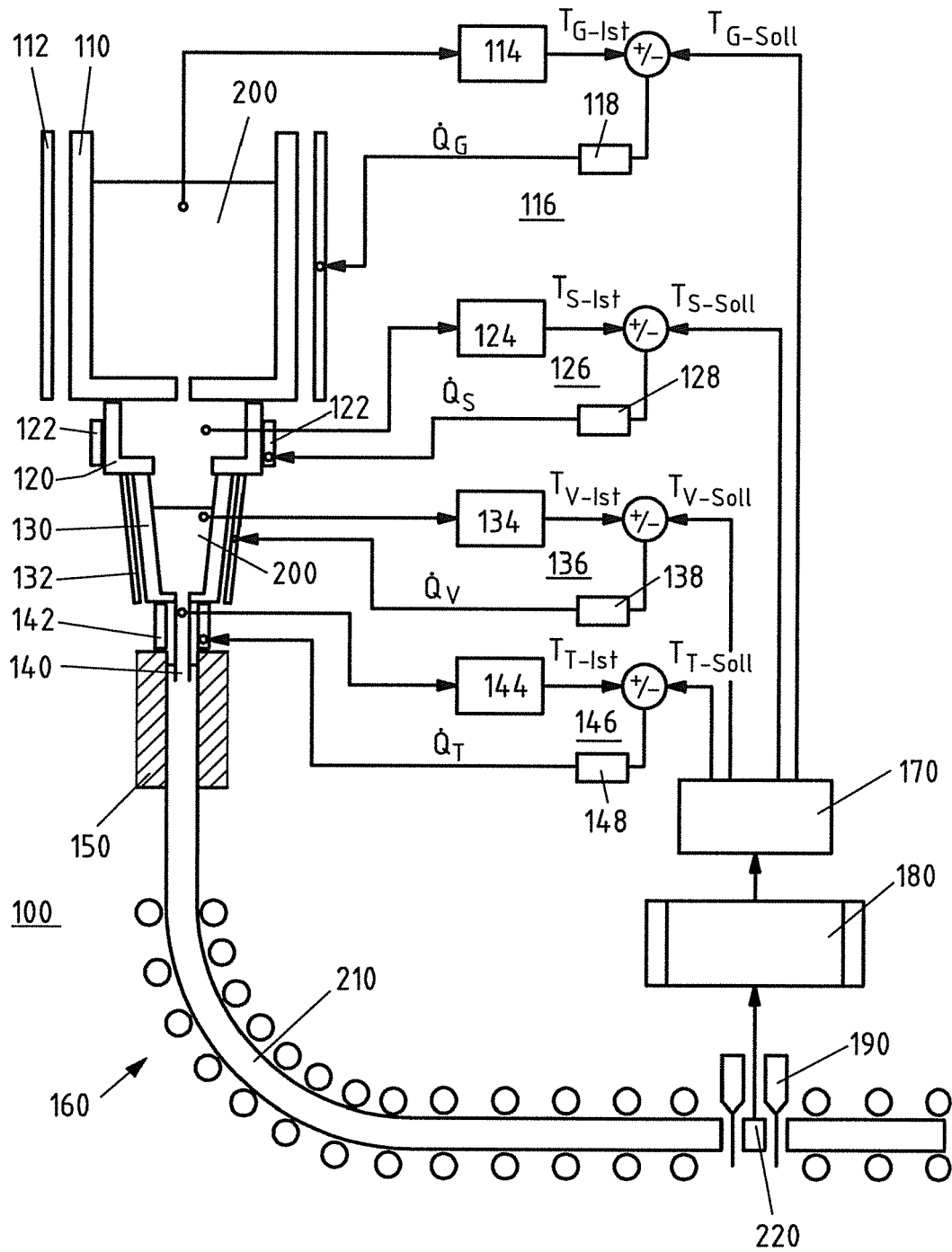


FIG.2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 17 7553

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 197 52 548 A1 (SCHLOEMANN SIEMAG AG [DE]) 10. Juni 1999 (1999-06-10)	1,3-7, 9-18	INV. B22D11/14
Y	* Spalte 2, Zeile 5 - Spalte 4, Zeile 40; Abbildungen *	2,4,8, 11,12, 18-20	B22D2/00 B22D41/015 B22D41/60 B22D11/103 B22D11/16
Y	WO 2015/110984 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]) 30. Juli 2015 (2015-07-30)	1,3-6, 8-10,13, 14,17, 19,20	
	* Absätze [0004], [0055], [0057], [0065]; Abbildungen *		
Y	DE 10 2013 224184 A1 (SMS SIEMAG AG [DE]) 28. Mai 2015 (2015-05-28)	1-6, 8-10,13, 14,17, 19,20	
	* das ganze Dokument *		
Y	JP S60 15054 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 25. Januar 1985 (1985-01-25)	11,12, 18-20	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* Zusammenfassung *		B22D
Y	WO 2004/080628 A1 (SIEMENS AG [DE]; DOELL RUEDIGER [DE]; PRONOLD KLAUS [DE]; SIEBER ALBRE) 23. September 2004 (2004-09-23)	4,19	
	* Seite 4, Zeile 31 - Seite 5, Zeile 2 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. November 2017	Prüfer Hodiamont, Susanna
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 17 7553

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-11-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 19752548 A1	10-06-1999	KEINE	

15	WO 2015110984 A1	30-07-2015	KEINE	

	DE 102013224184 A1	28-05-2015	KEINE	

	JP S6015054 A	25-01-1985	KEINE	

20	WO 2004080628 A1	23-09-2004	CN 1758970 A	12-04-2006
			DE 10310357 A1	30-09-2004
			EP 1601479 A1	07-12-2005
			US 2008135203 A1	12-06-2008
			WO 2004080628 A1	23-09-2004
25	-----			
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- JP 2001219250 A [0002]
- DE 1288760 [0002] [0004]