



(11) **EP 2 349 612 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch: **04.11.2020 Patentblatt 2020/45**
- (45) Hinweis auf die Patenterteilung: **26.12.2012 Patentblatt 2012/52**
- (21) Anmeldenummer: **09784060.7**
- (22) Anmeldetag: **20.11.2009**
- (51) Int Cl.: **B22D 11/043^(2006.01)**
- (86) Internationale Anmeldenummer: **PCT/EP2009/065526**
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 2010/057967 (27.05.2010 Gazette 2010/21)**

(54) **VERFAHREN UND STRANGGIESSANLAGE ZUM HERSTELLEN VON DICKEN BRAMMEN**
METHOD AND CONTINUOUS CASTING PLANT FOR MANUFACTURING THICK SLABS
PROCÉDÉ ET INSTALLATION DE COULÉE CONTINUE POUR LA PRODUCTION DE BRAMES ÉPAISSES

- (84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
- (30) Priorität: **20.11.2008 AT 18052008**
- (43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **03.08.2011 Patentblatt 2011/31**
- (73) Patentinhaber: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)
- (72) Erfinder:
• **MOERWALD, Karl**
A-4490 St. Florian (AT)
• **PENNERSTORFER, Paul**
A-4600 Thalheim (AT)
• **STIFTINGER, Michael**
A-4209 Engerwitzdorf (AT)
• **WATZINGER, Josef**
A-4204 Reichenau (AT)
- (74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)
- (56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 1 200 216 EP-B1- 1 289 691
WO-A1-2007/010565 AT-B- 249 896
DE-A1- 1 458 154 DE-A1- 3 112 947
DE-A1- 3 112 947 DE-A1- 3 326 746
DE-A1- 3 331 575 DE-A1- 3 331 575
- DE-A1- 4 417 808 DE-A1- 10 057 037**
DE-A1- 19 612 420 DE-A1- 19 724 232
DE-A1-102004 057 427 DE-A1-102009 029 889
GB-A- 2 006 067 GB-A- 2 006 067
JP-A- H1 080 749 JP-A- H1 190 595
JP-A- 53 114 731 JP-A- H04 319 053
JP-A- H07 136 752 JP-A- S59 153 558
JP-A- S61 226 152 JP-A- S61 293 639
JP-A- S62 144 857 JP-A- 2003 025 052
JP-A- 2005 131 677 JP-A- 2005 230 901
JP-A- 2008 093 705 JP-A- 2009 274 116
US-A- 3 729 048 US-A- 6 024 161
- **Siemens: "First Ultra-Thick-Slab Caster in China - Siemens to Supply Shougang Qinhuangdao Works with Caster Capable of Casting 400-mm-Thick Slabs" 13. August 2008 (2008-08-13), Seiten 1-2, XP002565642 Gefunden im Internet: URL:<http://www.cn.siemens.com/cms/cn/English/press/presscontent/Pages/20080813.aspx> [gefunden am 2010-01-27]**
 - **HARSTE KLAUS ET AL: "Construction of a new vertical caster at Dillinger Huettnerwerke" MPT. METALLURGICAL PLANT AND PLANT AND TECHNOLOGY INTERNATIONAL, VERLAG STAHLISEN, DUESSELDORF, DE, Bd. 22, Nr. 4, 1. August 1998 (1998-08-01), Seiten 112-122, XP001539396 ISSN: 0935-7254 in der Anmeldung erwähnt**
 - **T. Sagermann: "Salzgitter orders fourth continuous caster" 30. Mai 2008 (2008-05-30), Seiten 1-2, XP002565643 Gefunden im Internet: URL:http://www.sms-demag/us/pdf/2008_0530b.pdf [gefunden am 2010-01-27]**

EP 2 349 612 B2

- PENNERSTORFER P ET AL: "Production of 355-mm-thick slabs on the voestalpine CC5 conventional bow-type caster with straight mold and 10-m radius" AISTECH. IRON AND STEEL TECHNOLOGY CONFERENCE PROCEEDINGS, ASSOCIATION FOR IRON AND STEEL TECHNOLOGY, US, 5. Mai 2008 (2008-05-05), Seiten 11-19, XP009119556
- "Giessen und Erstarren von Stahl" In: Schwerdtfeger, K.: "Metallurgie des Stranggiessens", 1992, Düsseldorf pages 353-357, 553-560,
- Okumura, Hirohiko: "Recent trends and future prospects of continuous casting technology", Nippon Steel Technical Report, no. 61 , - April 1994 (1994-04), pages 9-14,
- Spitzer, K.-H.: "Mathematical Model for Thermal Tracking and On-line Control in Continuous Casting", ISIJ International, vol. 32, no. 7, 1992, pages 848-856,
- Anonymous: "Outline of steelmaking plant", Nippon Steel Corporation. OITA Works Steel Making Div., 2005,
- Bannenberg, N. et al: "Application of Thermal Modelling on the Iptimisation of Continuous Casting Processes and On-Line Quality Control", METEC Congress, Proceedings Vol. 1, June 1994 (1994-06), pages 187-195, & Nachweis über Veröffentlichung der Anlage E20
- Wahl, H. et al: "3D-Sprays - dynamic secondary cooling with continuous spray width adjustment", AISTech, Iron and Steel Technology conference, 2007, 2007, pages 1-8,
- Geerkens, C.: "Strand Cooling and drive concepts for Slab Caster", The Third Int. Conf. on Continuous Casting of Steel in Developing Countries, Sept. 14-17, 2004, 2004, pages 360-364,
- Grethe, Ulrich et al: "Increased productivity and extended range of steel grades: the new continuous caster no.3 in Salzgitter", Stahl und Eisen. Revue de Metallurgie, June 2005 (2005-06), pages 21-28,
- 'Stranggiessen', veröffentlicht im Internet unter <http://de.wikipedia.org>, der freien Enzyklopädie, unter dem Stichwort 'Stranggiessen' in der alten version, zuletzt bearbeitet am 27. Sept. 2007, seiten 1 bis 3
- Jacobi, H.: "Stranggiesstechnologie für die Erzeugung von Brammenmit guter Oberflächenqualität, Anlageband II zur Habilitationsschrift", pages 113-129, & Nachweis über Veröffentlichung der Anlage E33
- Anonymous: "Fourth continuous slab caster for Salzgitter", SMS metallurgy, vol. 15, no. 1, May 2008 (2008-05), page 23,
- Harste, K. et al: "Near net-shape casting of heavy plate products", proceedings The Tenth Japan - Germany seminar, 18 May 1999 (1999-05-18), - 19 May 1999 (1999-05-19), pages 152-159,
- Asburn, R. et al: "Slab Caster Upgrade", Steel Technology International 2000, 2000, pages 107-113,
- Harste et al: "New vertikal caster for thick slabs at Dillinger Hütenerke", Konferenzband zum METEC Congress 99, Int. Conf. on new developments in etallurgical process technology, vol. 1, June 1999 (1999-06), pages 112-119,
- Harste et al: "Optimierung und Überwachung der Prozessführung beim Stranggiessen von Stahl", Stahl und Eisen, vol. 113, no. 7, 19 July 1993 (1993-07-19) , pages 51-58,
- Eingabe der Patentinhaberin im Prüfungsverfahren des Streitpatentes vor dem EPA vom 080312
- Wahl, H. et al: "Connect and cast with VAI casting technology", Continuous-Casting Innovation Session, Linz/Austria, June 2004, no. 7.5, June 2004 (2004-06), pages 1-8,

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von dicken Brammen aus Stahl mit einer 360 mm überschreitenden Gießdicke und einer 1000 mm überschreitenden Gießbreite in einer Stranggießanlage.

[0002] Das Gießen von Stahlsträngen in Stranggießanlagen, bei denen der gegossene Stahlstrang nach seinem Austritt aus der Stranggießkokille in einer nachgeordneten Strangführung zuerst gebogen und anschließend wieder gerade gerichtet wird, wird mit zunehmender Strangdicke zunehmend schwieriger. Die während des Verformungsvorganges in der Strangschale auftretenden Zug- und Druckspannungen führen zu Rissbildungen im Strangkanten- und Oberflächenbereich des Stahlstranges. Es gibt daher bisher nur wenige Stranggießanlagen, mit denen Stahlstränge mit Strangdicken über 360 mm gegossen und Brammen in diesem Dickenbereich erzeugt werden können.

[0003] Derzeit besteht seitens der weiterverarbeitenden Industrie ein steigender Bedarf an Brammen in einem Dickenbereich von 360 bis 450 mm zur nachfolgenden Erzeugung von entsprechend dicken Grobblechen.

Stand der Technik

[0004] Eine Stranggießanlage vom Typ "Vertikalanlage oder Senkrecht-Abbiegeanlage", die einen langen vertikalen Strangführungsteil mit anschließender Biege- und Richtzone aufweist, ist aus der Veröffentlichung von Dr.-Ing. Klaus Harste et al; "Construction of a new vertical caster at Dillinger Hüttenwerke"; MPT International 4/1998; S. 112-122 bereits bekannt. Diese Gießanlage, deren Layout in Figur 8 dargestellt ist, ermöglicht das Gießen von Stahlsträngen mit einer Gießbreiten von 1400 bis 2200 mm und einer Gießdicke zwischen 230 und 400 mm. Sie verfügt über eine sehr lange vertikale Strangführung mit Kühleinrichtungen für eine intensive Strangkühlung in diesem Abschnitt, um das nachfolgende Biegen und Richten des Stahlstranges bei durcherstarrtem Strang durchführen zu können. Dieses Anlagenkonzept führt zu einer großen Bauhöhe der Stranggießanlage von etwa 45 m und damit zu hohen Investitionskosten, speziell auch in der notwendigen Infrastruktur und zu schwierigen Instandhaltungsbedingungen. Bei Gießdicken von 400 mm beträgt die erzielbare Gießgeschwindigkeit etwa 0,3 m/min, wodurch die Produktivität pro Strang relativ gering ausfällt. Die geringe Gießgeschwindigkeit führt aber auch dazu, dass der gegossene Stahlstrang zum Richten nicht heiß genug gehalten werden kann und daher mit intensiver Kühlung unterhalb einer kritischen Temperatur gehalten werden muss, um Duktilitätsproblemen auszuweichen, die typischerweise in Temperaturbereichen von 600 bis 850°C auftreten.

[0005] Aus der DE 31 12 947 A1 ist bereits eine Bo-

genstranggießanlage zum Gießen eines Stahlstranges mit einer in einem Dickenbereich von 200 bis 300 mm liegenden Strangdicke bekannt, mit der Brammen in guter Qualität erzeugt werden können. Die Formung des Metallstranges erfolgt bei dieser Bogenstranggießanlage in einer Bogenkokille mit einem Krümmungsradius, der in einem Bereich von 2,0 bis 4,9 m liegt und der dem Krümmungsradius in einer ersten Zone der nachfolgenden Strangführung entspricht. In einer nachfolgenden sehr langen Richtzone wird der Stahlstrang wieder gerade gerichtet, wobei es zwangsweise zur Ausbildung eines trapezförmigen Querschnittes des Stahlstranges kommt. Diese Querschnittsverzerrung wird umso größer, je größer die Strangdicke und je geringer der Krümmungsradius in der Bogenkokille ist und führt zu Qualitätsproblemen bei der nachfolgenden Walzung im Grobblechwalzwerk.

[0006] Aus der Veröffentlichung

Siemens: "First Ultra-Thick-Slab Caster in China - Siemens to Supply Shougang Qinhuangdao Works with Caster Capable of Casting 400-mm-Thick Slabs" 13. August 2008 (2008-08-13), Seiten 1-2, XP002565642, ist das Gießen eines Stahlstrangs mit einer Dicke von 400 mm durch eine Stranggießanlage mit einer geraden Kokille bekannt. Wie eine ultradicke Bramme durch eine Bogenkokille gegossen werden kann, geht aus dieser Schrift nicht hervor.

Darstellung der Erfindung

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die Nachteile des bekannten Standes der Technik zu vermeiden und ein Verfahren zur Herstellung von dicken Brammen aus Stahl vorzuschlagen, wobei die Herstellung von qualitativ hochwertigen Stahlsträngen und Brammen bei einer 360 mm überschreitenden Gießdicke bei guter Innenqualität, geringer Rissanfälligkeit und weitgehender Formathaltigkeit gewährleistet ist.

[0008] Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, die Investitions- und Betriebskosten bei hoher Produktivität der Gießanlage gering zu halten.

[0009] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Herstellen von dicken Brammen aus Stahl mit einer 360 mm überschreitenden Gießdicke und einer 1000 mm überschreitenden Gießbreite durch die Kombination folgender Merkmale erreicht:

- Gießen eines Stahlstranges mit noch flüssigem Kern in einer Bogenkokille mit einem zumindest über einen Teilbereich seiner Längserstreckung ausgangsseitig gekrümmt ausgerichteten Kokillenformhohlraum, wobei der gegossene Stahlstrang die Bogenkokille gekrümmt mit einem aufgeprägten Kokillen-Bogenradius verlässt,
- Umlenken des gegossenen Stahlstranges von einer durch den Kokillen-Bogenradius bestimmten Gießrichtung in eine horizontale Transportrichtung

und Stützen und Führen des Stahlstranges in einer Strangführung, die sich vom Austritt des Stahlstranges aus der Bogenkokille bis zum Eintritt in eine Zerteileinrichtung erstreckt,

- Führen des Stahlstranges in einer Kreisbogenführung der Strangführung auf einem Strangführungs-Bogenradius von 9,0 bis 15,0 m,
- Rückbiegen des gegossenen Stahlstranges von dem Strangführungs-Bogenradius auf einen geraden Stahlstrang bei noch flüssigem bzw. teilflüssigem Kern in einer Richtzone innerhalb der Strangführung,
- kontinuierliches Kühlen des gegossenen Stahlstranges in der Strangführung, wobei das Kühlen des gegossenen Stahlstranges geregelt durch Aufbringen von Kühlmittel auf die Breitseiten des gegossenen Stahlstranges mit einer Kühleinrichtung in der Strangführung erfolgt,
- Halten der Oberflächentemperatur des Stahlstranges in die Richtzone der Strangführung über dem Duktilitätstief der jeweiligen Stahlsorte,
- Halten des Anteils der festen Strangschale des gegossenen Stahlstranges bei maximal 95% der halben Strangdicke während der Phase des Rückbiegens in der Richtzone,
- Zerteilen des Stahlstranges auf Brammen vorbestimmter Länge in einer Zerteileinrichtung.

[0010] Eine Bogenkokille weist wegen ihrer gekrümmten Formgebung und der daraus resultierenden verringerten vertikalen Länge nicht die von einer geraden Kokille bekannt guten Bedingungen für die Einleitung der Stahlschmelze in die Kokille und für eine gleichmäßige Strangschalenbildung auf. Allerdings kann im Gegensatz zu einer geraden Kokille die Notwendigkeit einer Strangbiegung in einer Biegezone unmittelbar nach oder mit geringem Abstand zur Kokille weitgehend oder zur Gänze vermieden werden. Die Rissbildungsgefahr im Kanten- oder Oberflächenbereich des Stranges wird dadurch reduziert.

[0011] Weiters weist eine Anlage mit Bogenkokille im Vergleich zu einer Anlage mit gerader Kokille bei gleichem Strangführungs-Bogenradius eine geringere Bauhöhe auf.

[0012] Die beim vorgeschlagenen Verfahren eingesetzte Bogenkokille kann mit einem geraden Einlaufabschnitt und einem gekrümmten Auslaufabschnitt ausgebildet sein, wobei der Auslaufabschnitt eine Krümmung entsprechend einem vorbestimmten Kokillen-Biegeradius aufweist. Alternativ dazu kann der Formhohlraum der Bogenkokille auch durchgehend gekrümmt mit einem konstanten Kokillen-Bogenradius ausgestattet sein. Auch Variationen dieser Ausführungsformen sind möglich.

[0013] Wenn der Kokillen-Bogenradius des gegossenen Stahlstranges beim Austritt aus der Bogenkokille dem Strangführungs-Bogenradius der Kreisbogenführung in der Strangführung entspricht, wird der gegossene

Stahlstrang frei von Biegekräften von der Bogenkokille in die Kreisbogenführung der Strangführung übergeleitet.

[0014] Günstige Produktionsbedingungen für einen gegossenen Stahlstrang oder für Brammen mit einer 360 mm überschreitenden Gießdicke, insbesondere bei einer Gießdicke in einem Dickenbereich von 360 bis 450 mm, werden erzielt, wenn der gegossene Stahlstrang in der Bogenkokille mit einem Kokillen-Bogenradius zwischen 9,0 m und 15,0 m erzeugt wird, in einer nachfolgenden Kreisbogenführung der Strangführung auf diesem Bogenradius ohne weitere Verformung gehalten wird und in einer nachfolgenden Richtzone innerhalb der Strangführung von einem Bogenradius (R) zwischen 9,0 m und 15,0 m wieder geradegerichtet wird.

[0015] Nach einer alternativen Ausführungsform kann der Kokillen-Bogenradius des gegossenen Stahlstranges beim Austritt aus der Bogenkokille größer oder kleiner sein als der Strangführungs-Bogenradius in der Strangführung und der gegossene Stahlstrang in einer Biegezone innerhalb der Strangführung vom Kokillen-Bogenradius des gegossenen Stahlstranges beim Austritt aus der Bogenkokille auf den Strangführungs-Bogenradius in der Strangführung gebogen werden. Diese Ausführungsform eröffnet die Möglichkeit, den gegossenen Stahlstrang nach seinem Austritt aus der Bogenkokille mit der ihm aufgeprägten Krümmung, die dem kokillenausgangsseitigen Kokillen-Bogenradius entspricht, über eine bestimmte Wegstrecke konstant zu halten und anschließend eine Strangbiegung auf den Strangführungs-Bogenradius innerhalb einer Biegezone vorzunehmen oder diesen Biegevorgang auch unmittelbar nach dem Austritt des Stahlstranges aus der Bogenkokille vorzunehmen. Jedenfalls wird der Biegevorgang bei noch geringer Strangschalendicke gering gehalten.

[0016] Das Biegen des gegossenen Stahlstranges bis auf einen vorbestimmten Krümmungsradius in einer Biegezone und das Rückbiegen des gegossenen Stahlstranges in einer Richtzone entspricht dem Konzept bekannter Brammen-Stranggießanlagen und hat sich als solches bewährt. Wesentlich für das Gießen von dicken Brammen ist, dass beide Vorgänge zu Zeitpunkten stattfinden, bei denen der Stahlstrang noch einen flüssigen bzw. teilflüssigen Kern aufweist, bzw. es ist notwendig die Kühlung des Stahlstranges in der Strangführung dementsprechend zu regeln. Mit zunehmender Strangdicke steigen die Anforderungen an eine möglichst gleichmäßige Kühlung, die sich unbedingt in eine über die Stranglänge und die Strangbreite möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung bei hohem Temperaturniveau niederschlagen muss, um eine gleichmäßige Elastizität des Stranges zu gewährleisten und Rissbildungen in Folge von Temperaturunterschieden zu vermeiden.

[0017] Das angestrebte und der Anlagenregelung vorgegebene Temperaturprofil ist durch eine Eintrittsoberflächentemperatur des Stahlstranges in die Richtzone der Strangführung bestimmt. Damit soll der Stahlstrang inklusive des Oberflächenbereiches in einem Tempera-

turbereich gehalten werden, der oberhalb des Duktilitätstiefs liegt, womit die Neigung zur Ausbildung von Oberflächenrisen ebenfalls minimiert wird.

[0018] Eine Anlage mit Bogenkokille hat im Vergleich zu einer Anlage mit gerader Kokille bei gleichem Strangführungs-Bogenradius eine geringere Stranglänge vom Gießspiegel bis zur Richtzone. Daher ist auch die Zeit, die der Strang bei gleicher Gießgeschwindigkeit für diese Strecke benötigt, kürzer als bei einer vergleichbaren Anlage mit gerader Kokille. Aufgrund der kürzeren Zeit, die für eine Abkühlung zur Verfügung steht, ist es möglich die Oberflächentemperatur auf einem vergleichsweise höheren Niveau zu halten. Dies minimiert die Neigung zur Ausbildung von Oberflächenrisen.

[0019] Zweckmäßig beträgt der Anteil der festen Strangschale des gegossenen Stahlstranges maximal 95% der halben Strangdicke während der Phase des Rückbiegens in der Richtzone.

[0020] Nach einer zweckmäßigen Weiterentwicklung wird durch eine Dickenreduktion des Stahlstranges unter Anwendung einer Soft-Reduction oder einer dynamischen Soft-Reduction eine Durchmischung der vorzugsweise teilerstarten Kernzone nahe dem Durcherstartungspunkt des Stranges angestrebt und damit eine verbesserte Gefügestruktur im Kernbereich der Bramme erreicht und Ansätze zu Zeilenseigerungen sowie Porositäten vermieden. Dementsprechend wird eine Soft-Reduction, insbesondere eine dynamische Soft-Reduction, auf dem gegossenen Stahlstrang in einem Bereich mit noch flüssigem oder teilflüssigem Kern des Stahlstranges mit einer Anstellvorrichtung für Strangführungsrollen angewendet.

[0021] Nach einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung wird der gegossene Stahlstrang in einer Biegezone innerhalb der Strangführung auf einen Bogenradius zwischen 9,0 m und 15,0 m gebogen, in einer nachfolgenden Kreisbogenführung der Strangführung auf diesem Bogenradius ohne weitere Verformung gehalten und in einer nachfolgenden Richtzone innerhalb der Strangführung ausgehend von einem Bogenradius zwischen 9,0 m und 15,0 m wieder geradegerichtet. Speziell für Gießdicken zwischen 360 und 450 mm liefert dieser Bogenradius bei gleichzeitiger, möglichst genau geregelter Kühlung in diesen Bereichen der Strangführung beste Oberflächenqualität und Rissminimierung am gegossenen Stahlstrang.

[0022] Nach einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung wird beim Kühlen des gegossenen Stahlstranges die Auftreffposition der Kühlmittelstrahlen auf den Stahlstrang zumindest in einem Teilbereich der Strangführung auf der Grundlage einer kontinuierlichen Ermittlung des Temperaturprofils entlang des Transportweges des Stahlstranges und in Normalebene dazu geregelt.

[0023] Zweckmäßig wird die auf den Stahlstrang in der Strangführung bis zum Eintritt in die Richtzone aufgebrauchte Kühlmittelmenge in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Temperaturprofil entlang des Transportweges des Stahlstranges und in einer Normalebene dazu

geregelt. Damit soll eine weitere Steigerung der Genauigkeit der Temperaturverteilung über die Stahlstrangoberfläche erreicht werden. Das vorgegebene Temperaturprofil berücksichtigt die Duktilitätseigenschaften der zu vergießenden Stahlsorte.

[0024] Eine weiterführende Stabilisierung der Kühlbedingungen wird erreicht, wenn das geregelte Kühlen des gegossenen Stahlstranges nach der Trockenfahrweise innerhalb der Strangführung unter Einbindung von peripheriegekühlten Strangführungsrollen erfolgt. Hierbei wird die Notwendigkeit, die Kühlung der Strangführungsrollen als ein wesentliches Element bei der Bemessung der Intensität der Kühlmittelaufbringung zu berücksichtigen, bzw. die Intensität der Kühlmittelaufbringung in Einzelbereichen nach den Bedürfnissen der Strangführungsrollen auszurichten, vermieden. Das bedeutet, dass die Strangoberflächentemperatur zumindest im Bereich bis zum Rückbiegen des Stahlstranges auf einem sehr hohen Niveau gehalten werden kann. Die Kühlung der Strangführungsrollen erfolgt hierbei nahezu ausschließlich durch eine Innenkühlung der Strangführungsrollen, wobei das Kühlmittel zweckmäßig im Rollenmantelbereich möglichst nahe der Rollenmanteloberfläche durch Kühlmittelkanäle geführt wird.

[0025] Zur Optimierung der Abscheiderate an nichtmetallischen Elementen, beispielsweise Gießpulverpartikel, im Bereich der Kokille und knapp darunter, ist es vorteilhaft, wenn die Strömungsbewegung der Stahlschmelze des flüssigen Kerns des Stahlstranges in der Kokille oder im Bereich der Strangführung durch eine elektromagnetische Einrichtung beeinflusst wird. Neben einem verstärkten Aufsteigen der nichtmetallischen Begleitstoffe zur Badspiegeloberfläche in der Kokille kommt es zu einer gezielten Durchmischung der Stahlschmelze und zur Verringerung von Seigerungstendenzen.

[0026] Vorzugsweise wird das beschriebene Verfahren zum Herstellen dicker Stahlstränge angewendet, wenn der Stahlstrang mit einer in einem Dickenbereich von 360 mm bis 450 mm liegenden Gießdicke gegossen wird.

[0027] Wesentlich ist die Kombination einer Bogenkokille mit einer nachgeordneten Strangführung, mit einer Kreisbogenführung und mit einer Richtzone, die in Verbindung mit einer Kühleinrichtung zur geregelten Kühlung des Stahlstranges das Formen, den Transport und das Richten des gegossenen Stahlstranges bei flüssigem Kern und hohen Qualitätsanforderungen an den gegossenen Stahlstrang oder die Brammen im beanspruchten Dickenbereich sicherstellt.

[0028] Biegebeanspruchungen der Strangschale des die Bogenkokille verlassenden Stahlstranges werden vermieden, wenn der ausgangsseitige Kokillen-Bogenradius der Bogenkokille dem Strangführungs-Bogenradius der Kreisbogenführung innerhalb der Strangführung entspricht.

[0029] Eine Optimierung von metallurgischen Erfordernissen und Investitions- und Betriebskosten der Gießanlage für die Herstellung eines gegossenen Stahl-

stranges oder für Brammen mit einer 360 mm überschreitenden Gießdicke, insbesondere bei einer Gießdicke in einem Dickenbereich von 360 bis 450 mm, werden erzielt, wenn der Strangführungs-Bogenradius der Kreisbogenführung innerhalb der Strangführung 9,0 bis 15,0 m beträgt. Dementsprechend entspricht der gewählte Wert des Kokillen-Bogenradius dem gewählten Wert des Strangführungs-Bogenradius innerhalb dieses bevorzugten Bereiches.

[0030] Eine Optimierung von metallurgischen Erfordernissen und Investitions- und Betriebskosten der Gießanlage ergeben sich, wenn der ausgangsseitige Kokillen-Bogenradius der Bogenkokille 8,0 bis 20,0 m unter Aussparung des festgelegten Wertes für den Strangführungs-Bogenradius beträgt und der Strangführungs-Bogenradius der Kreisbogenführung innerhalb der Strangführung 9,0 bis 15,0 m beträgt.

[0031] In beiden Fällen bleibt die Bauhöhe der Gießanlage gering und es werden die Qualitätsvorgaben, die für gegossene Stahlstränge mit beispielsweise 200 - 250 mm Gießdicke zum Standard gehören, nahezu erreicht.

[0032] Die Kühleinrichtung in der Strangführung ist mit mehreren unabhängig regelbaren Kühlzonen über die Gießbreite und / oder mit höhenverstellbaren Spritzdüsen mit ansteuerbaren Verstelleinrichtungen ausgestattet. Damit ist eine gezielte Beeinflussung der Strangkantentemperatur durch eine breitenabhängige Regelung der Kühlwassermenge und / oder eine Veränderung des Abstandes der Spritzdüsen von der Stahlstrangoberfläche und damit eine Veränderung des seitlichen Abstandes des Kühlmittelstrahles von der Stahlstrangkante möglich.

[0033] Eine oder mehrere elektromagnetische Einrichtungen, wie beispielsweise eine Rührspule, zur Beeinflussung der Strömungsbewegung der Stahlschmelze des flüssigen Kerns des Stahlstranges sind in der Kokille oder im Bereich der gebogenen Strangführung angeordnet.

[0034] Zweckmäßig sind in der Strangführung zum Stützen und Führen des Stahlstranges peripheriegekühlte Strangführungsrollen angeordnet. Durch den Einsatz dieser peripheriegekühlten Strangführungsrollen kommt es zu einer wesentlichen Entkopplung des unterschiedlichen Kühlbedarfes des gegossenen Metallstranges und der Strangführungsrollen, die im direkten Linienkontakt mit dem heißen Stahlstrang sind und seiner Strahlungswärme ausgesetzt sind.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

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

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Stranggießanlage

zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine Stranggießanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 die Anordnung von Spritzdüsen einer Kühleinrichtung in einer Strangführung,

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform der Kühleinrichtung mit unabhängig regelbaren Kühlzonen.

Ausführung der Erfindung

[0036] In Figur 1 ist in einem schematischen Längsschnitt der strukturelle Aufbau einer Stranggießanlage zum Herstellen von Brammen aus Flüssigstahl für eine Gießdicke von 400 mm veranschaulicht.

[0037] Die Stranggießanlage verfügt über eine Bogenkokille 1 mit gekrümmt ausgerichtetem Formhohlraum 1a. Sie ist als oszillierende, innengekühlte Verstellkokille mit Breitseitenwänden und Schmalseitenwänden ausgebildet und ermöglicht das Gießen von Stahlsträngen mit unterschiedlicher Strangbreite und gegebenenfalls auch unterschiedlicher Strangdicke. Die Kokille 1 ist mit einer elektromagnetischen Einrichtung 2, wie einer Rührspule oder einer elektromagnetischen Bremse, zur Beeinflussung der Strömungsbewegung der Stahlschmelze im flüssigen Kern des gegossenen Stahlstranges ausgestattet.

[0038] An die Kokille 1 schließt eine Strangführung 3 an, die sich bis zu einer als Brennschneidmaschine ausgebildeten Zerteileinrichtung 4 zum Zerteilen des Stahlstranges in Brammen erstreckt. In der Strangführung wird der gegossene Stahlstrang an seinen Breitseitenwänden in einem engen Korsett von angetriebenen und nicht angetriebenen Strangführungsrollen 5 gestützt und geführt und von einer durch den Kokillen-Bogenradius RK bestimmten Gießrichtung G in eine horizontale Transportrichtung T umgeleitet. Gruppen von beiderseits des Stahlstranges angeordneten Strangführungsrollen 5 sind in Strangführungssegmenten 6 zusammengefasst.

[0039] Die Strangführung 3 umfasst eine Reihe von aufeinander folgenden Abschnitten mit bestimmten Funktionen, deren Aufbau im Wesentlichen bekannt ist. Der aus der Kokille 1 austretende Stahlstrang wird ohne Aufbringung von Biegebeanspruchungen entlang einem Kreisbogen mit dem Strangführungs-Bogenradius RSt in einer Kreisbogenführung 9 und unter Beibehaltung dieses Bogenradius transportiert. Der Strangführungs-Bogenradius RSt entspricht hierbei dem Kokillen-Bogenradius RK, wodurch der biegebelastungsfreie Transport gewährleistet ist. In einem ersten Abschnitt der Strangführung 3, unmittelbar im Anschluss an die Bogenkokille 1, erfolgt zusätzlich eine Strangstützung mit Strangführungsrollen 5 auch an den Schmalseiten des Stahlstranges. In einer der Kreisbogenführung 9 nachfolgenden

Richtzone 10 erfolgt ein Rückbiegen und Geraderichten des Stahlstranges. Anschließend wird der Stahlstrang in einer Horizontalstrangführung 11 bis zur Zerteileinrichtung 4 gefördert.

[0040] Dieser strukturelle Aufbau kann durch verschiedene nicht dargestellte und nicht beschriebene Zusatzeinrichtungen zwischen und innerhalb der beschriebenen Abschnitte der Strangführung ergänzt werden.

[0041] Eine mögliche weitere Ausführungsform der Stranggießanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Figur 2 dargestellt. Auch hier umfasst die Strangführung 3 eine Reihe von aufeinander folgenden Abschnitten mit bestimmten Funktionen. In einer gebogenen Strangstützeinrichtung 7 wird der aus der Bogenkokille 1 austretende Stahlstrang ohne Aufbringung von Biegebeanspruchungen entsprechend dem Kokillen-Bogenradius RK geführt und gestützt. In einem ersten Bereich der Strangstützeinrichtung 7 erfolgt zusätzlich eine Strangstützung mit Strangführungsrollen 5 auch an den Schmalseiten des Stahlstranges. In einer nachfolgenden Biegezone 8 erfolgt ein progressives Biegen des Stahlstranges von Kokillen-Bogenradius RK auf den Strangführungs-Bogenradius RSt der nachfolgenden Kreisbogenführung 9. In der Kreisbogenführung 9 wird der Stahlstrang unter Beibehaltung des Strangführungs-Bogenradius weiter transportiert. Der weiterführende Transport des Stahlstranges erfolgt analog der Ausführungsform gemäß Figur 1.

[0042] In der Strangführung 3 wird der Stahlstrang mit seinem durch strichlierte Linien angedeuteten flüssigen Kern einer geregelten Kühlung unterzogen. Die Kühleinrichtung 12 umfasst, wie in den Figuren 3 und 4 dargestellt, zwischen den Strangführungsrollen 5 positionierbare Spritzdüsen 13, die in einer Normalebene N zur Transportrichtung T zumindest in Teilbereichen unabhängig regelbar sind. In jeder Kühlzone Z über der Gießbreite B sind entsprechend der Figur 3 höhenverstellbare Spritzdüsen 13 mit zugeordneten Verstelleinrichtungen 14, oder wie in Figur 4 dargestellt, Spritzdüsen 13 mit Steuerventilen 18 zur Regelung der Wassermenge vorgesehen. Die Verstelleinrichtungen 14 oder die Steuerventile 18 werden von einer Recheneinheit 15 angesteuert.

[0043] Einem oder mehreren der Strangführungssegmente 6, welche zwischen der Richtzone 10 und der Zerteileinrichtung 4 angeordnet sind, sind spezielle Anstellvorrichtungen 17 für Strangführungsrollen 5 zugeordnet. Diese Segmente bilden eine Soft Reduction Zone 16. Die Strangführungsrollen in diesen Segmenten können keilförmig an den Stahlstrang angestellt werden und ermöglichen damit eine geringe Dickenreduktion des Metallstranges und eine Verbesserung der metallurgischen Eigenschaften in der Kernzone des Stahlstranges.

Bezugszeichenliste:

[0044]

1	Bogenkokille
1a	Kokillenformhohlraum
2	elektromagnetische Einrichtung
3	Strangführung
5	4 Zerteileinrichtung
5	5 Strangführungsrollen
6	6 Strangführungssegment
7	7 Strangstützeinrichtung
8	8 Biegezone
10	9 Kreisbogenführung
10	10 Richtzone
11	11 Horizontalstrangführung
12	12 Kühleinrichtung
13	13 Spritzdüsen
15	14 Verstelleinrichtung für Spritzdüsen
15	15 Recheneinheit
16	16 Soft Reduction Zone
17	17 Anstellvorrichtungen für Strangführungsrollen
18	18 Steuerventile
20	RK Kokillen-Bogenradius
	RSt Strangführungs-Bogenradius
	G Gießrichtung
	T Transportrichtung
25	Z Kühlzone
	B Gießbreite

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zum Herstellen von dicken Brammen aus Stahl mit einer 360 mm überschreitenden Giessdicke und einer 1000 mm überschreitenden Giessbreite in einer Stranggießanlage, **gekennzeichnet durch** die Kombination folgender Merkmale:
- 35
- Giessen eines Stahlstranges mit noch flüssigem Kern in einer Bogenkokille (1) mit einem zumindest über einen Teilbereich seiner Längserstreckung ausgangseitig gekrümmt ausgerichteten Kokillenformhohlraum (1a) wobei der gegossene Stahlstrang die Bogenkokille gekrümmt mit einem aufgeprägten Kokillen-Bogenradius (RK) verlässt,
 - 40 - Umlenken des gegossenen Stahlstranges von einer durch den Kokillen-Bogenradius (RK) bestimmten Giessrichtung in eine horizontale Transportrichtung und Stützen und Führen des Stahlstranges in einer Strangführung (3), die sich vom Austritt des Stahlstranges aus der Bogenkokille bis zum Eintritt in eine Zerteileinrichtung (4) erstreckt,
 - Führen des Stahlstranges in einer Kreisbogenführung (9) der Strangführung (3) auf einem Strangführungs-Bogenradius (RSt) von 9,0 bis 15,0 m,
 - 50 - Rückbiegen des gegossenen Stahlstranges von dem Strangführungs-Bogenradius (RSt) auf
- 55

- einen geraden Stahlstrang bei noch flüssigem bzw. teilflüssigem Kern in einer Richtzone (10) innerhalb der Strangführung (3),
- kontinuierliches Kühlen des gegossenen Stahlstranges in der Strangführung (3), wobei das Kühlen des gegossenen Stahlstranges geregelt durch Aufbringen von Kühlmittel auf die Breitseiten des gegossenen Stahlstranges mit einer Kühleinrichtung (12) in der Strangführung (3) erfolgt,
 - Halten der Oberflächentemperatur des Stahlstranges in die Richtzone (10) der Strangführung (3) über dem Duktilitätstief der jeweiligen Stahlsorte,
 - Halten des Anteils der festen Strangschale des gegossenen Stahlstranges bei maximal 95% der halben Strangdicke während der Phase des Rückbiegens in der Richtzone (10),
 - Zerteilen des Stahlstranges auf Brammen vorbestimmter Länge in einer Zerteileinrichtung (4).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gegossene Stahlstrang frei von Biegekräften von der Bogenkokille in die Strangführung übergeleitet wird, wobei der Kokillen-Bogenradius (RK) des gegossenen Stahlstranges beim Austritt aus der Bogenkokille dem Strangführungs-Bogenradius (RSt) in der Strangführung (3) entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gegossene Stahlstrang in der Bogenkokille mit einem Kokillen-Bogenradius (RK) zwischen 9,0 m und 15,0 m erzeugt wird, in einer nachfolgenden Kreisbogenführung (9) der Strangführung (3) auf diesem Bogenradius ohne weitere Verformung gehalten wird und in einer nachfolgenden Richtzone (10) innerhalb der Strangführung (3) von einem Bogenradius (R) zwischen 9,0 m und 15,0 m wieder geradegerichtet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kokillen-Bogenradius (RK) des gegossenen Stahlstranges beim Austritt aus der Bogenkokille größer oder kleiner ist als der Strangführungs-Bogenradius (RSt) in der Strangführung (3) und der gegossene Stahlstrang in einer Biegezone (8) innerhalb der Strangführung (3) vom Kokillen-Bogenradius (RK) des gegossenen Stahlstranges beim Austritt aus der Bogenkokille auf den Strangführungs-Bogenradius (RSt) in der Strangführung (3) gebogen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gegossene Stahlstrang in der Biegezone (8) innerhalb der Strangführung (3) auf einen Bogenradius (R) zwischen 9,0 m und 15,0 m gebogen wird, in einer nachfolgenden Kreisbogenführung (9) der Strangführung (3) auf diesem Bogenradius ohne weitere Verformung gehalten wird und in einer nachfolgenden Richtzone (10) innerhalb der Strangführung (3) von einem Bogenradius (R) zwischen 9,0 m und 15,0 m wieder geradegerichtet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Kühlen des gegossenen Stahlstranges die Auftreffposition der Kühlmittelstrahlen auf den Stahlstrang auf der Grundlage einer kontinuierlichen Ermittlung des Temperaturprofils entlang des Transportweges des Stahlstranges und in Normalebene dazu geregelt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf den Stahlstrang in der Strangführung (3) bis zum Verlassen der Richtzone (10) aufgebrauchte Kühlmittelmenge in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Temperaturprofil unter Berücksichtigung der Duktilitätseigenschaften der jeweiligen Stahlsorte entlang des Transportweges des Stahlstranges und in einer Normalebene dazu geregelt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** geregeltes Kühlen des gegossenen Stahlstranges nach der Trockenfahrweise unter Einbindung von peripheriegekühlten Strangführungsrollen (5) erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Soft Reduction, insbesondere eine dynamische Soft Reduction auf dem gegossenen Stahlstrang in einem Bereich mit noch flüssigem oder teilflüssigem Kern des Stahlstranges mit einer Anstellvorrichtung für Strangführungsrollen (17) angewendet wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsbewegung der Stahlschmelze des flüssigen Kerns des Stahlstranges in der Kokille (1) oder im Bereich der Strangführung durch eine elektromagnetische Einrichtung (2) beeinflusst wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Stahlstrang mit einer Gießdicke bis 450 mm gegossen wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahlstrang mit einer Gießgeschwindigkeit zwischen 0,5 und 1,0 m/min gegossen wird.

Claims

1. Method for manufacturing thick slabs of steel with a cast thickness exceeding 360 mm and a cast width exceeding 1000 mm in a continuous casting plant, **characterized by** the combination of the following features:

- casting a steel strand having a core which is still liquid in a bow-type mold (1) with a mold cavity (1a) which is oriented so as to be curved on the output side at least over a partial region of its longitudinal extent, the cast steel strand leaving the bow-type mold in curved form with an impressed mold arc radius (RK),
- deflecting the cast steel strand from a casting direction determined by the mold arc radius (RK) to a horizontal direction of transportation and supporting and guiding the steel strand in a strand guide (3) which extends from the point at which the steel strand issues from the bow-type mold to the point at which it enters a dividing means (4),
- guiding the steel strand in a circular arc guide (9) of the strand guide (3) on a strand guide arc radius (RSt) of 9.0 to 15.0 m,
- bending the cast steel strand back from the strand guide arc radius (RSt) to a straight steel strand while the core is still liquid or partially liquid in a straightening zone (10) within the strand guide (3),
- continuously cooling the cast steel strand in the strand guide (3), the cast steel strand being cooled in a regulated manner by applying coolant to the wide sides of the cast steel strand using a cooling means (12) in the strand guide (3),
- maintaining the surface temperature of the steel strand in the straightening zone (10) of the strand guide (3) above the ductility trough of the respective grade of steel,
- maintaining the proportion of the solid strand shell of the cast steel strand at at most 95% of half the strand thickness during the bending-back phase in the straightening zone (10),
- dividing the steel strand into slabs of predetermined length in a dividing means (4).

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the cast steel strand is passed from the bow-type mold to the strand guide without bending forces, the mold arc radius (RK) of the cast steel strand corresponding, at the point at which the steel strand issues from the bow-type mold, to the strand guide arc radius (RSt) in the strand guide (3).
3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the cast steel strand is produced in the bow-type mold with a mold arc radius (RK) between 9.0 m and 15.0 m, is maintained in a subsequent circular arc guide (9) of the strand guide (3) at this arc radius without further deformation and is restraightened in a subsequent straightening zone (10) within the strand guide (3) from an arc radius (R) between 9.0 m and 15.0 m.
4. Method according to Claim 1, **characterized in that** the mold arc radius (RK) of the cast steel strand is greater or less, at the point at which the steel strand issues from the bow-type mold, than the strand guide arc radius (RSt) in the strand guide (3) and the cast steel strand is bent, in a bending zone (8) within the strand guide (3), from the mold arc radius (RK) of the cast steel strand, at the point at which the steel strand issues from the bow-type mold, to the strand guide arc radius (RSt) in the strand guide (3).
5. Method according to Claim 4, **characterized in that** the cast steel strand is bent, in the bending zone (8) within the strand guide (3), to an arc radius (R) between 9.0 m and 15.0 m, is maintained in a subsequent circular arc guide (9) of the strand guide (3) at this arc radius without further deformation and is restraightened in a subsequent straightening zone (10) within the strand guide (3) from an arc radius (R) between 9.0 m and 15.0 m.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, during the cooling of the cast steel strand, the position in which the jets of coolant strike the steel strand is regulated on the basis of a continuous determination of the temperature profile along the path of transportation of the steel strand and in planes normal thereto.
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the amount of coolant that is applied to the steel strand in the strand guide (3) until the steel strand leaves the straightening zone (10) is regulated as a function of a predefined temperature profile in consideration of the ductility properties of the respective grade of steel along the path of transportation of the steel strand and in a plane normal thereto.
8. Method according to one of the preceding claims,

characterized in that the cast steel strand is cooled in a regulated manner after dry operation involving peripherally cooled strand guide rolls (5).

9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a soft reduction, in particular a dynamic soft reduction, is applied to the cast steel strand in a region with a steel strand core which is still liquid or partially liquid using a device for attaching strand guide rolls (17). 5
10. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the flow movement of the steel melt of the liquid core of the steel strand is influenced by an electromagnetic means (2) in the mold (1) or in the region of the strand guide. 10
11. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the steel strand is cast with a cast thickness of up to 450 mm. 15
12. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the steel strand is cast at a casting speed between 0.5 and 1.0 m/min. 20

Revendications

1. Procédé pour la production de brames épaisses en acier avec une épaisseur de coulée supérieure à 360 mm et une largeur de coulée supérieure à 1 000 mm dans une installation de coulée continue, **caractérisé par** la combinaison des caractéristiques suivantes :
- coulée d'une barre d'acier présentant un cœur encore liquide dans une lingotière courbe (1) avec une cavité de coulée en lingotière (la) orientée de façon courbe côté sorti au moins sur une zone partielle de son extension longitudinale, dans lequel la barre d'acier coulée quitte la lingotière courbe sous forme courbée avec un rayon de courbure de lingotière imposé (RK),
 - déviation de la barre d'acier coulée d'une direction de coulée déterminée par le rayon de courbure de lingotière (RK) dans une direction de transport horizontale et support et guidage de la barre d'acier dans un corset de guidage de barre (3), qui s'étend de la sortie de la barre d'acier hors de la lingotière courbe jusqu'à l'entrée dans un dispositif de tronçonnage (4),
 - guidage de la barre d'acier dans un guidage en arc de cercle (9) du corset de guidage de barre (3) sur un rayon de courbure de corset de guidage de barre (RSt) de 9,0 m à 15,0 m,
 - redressement de la barre d'acier coulée du rayon de courbure du corset de guidage de barre (RSt) en une barre d'acier rectiligne avec un

cœur encore liquide ou partiellement liquide dans une zone de redressement (10) à l'intérieur du corset de guidage de barre (3),

- refroidissement continu de la barre d'acier coulée dans le corset de guidage de barre (3), dans lequel le refroidissement de la barre d'acier coulée est régulé par l'apport d'agent de refroidissement sur les faces larges de la barre d'acier coulée avec un dispositif de refroidissement (12) dans le corset de guidage de barre (3),
- maintien de la température de surface de la barre d'acier dans la zone de redressement (10) du corset de guidage de barre (3) au-dessus du puits de ductilité de la nuance d'acier respective,
- maintien de la fraction de la peau de barre solide de la barre d'acier coulée à 95% au maximum de la moitié de l'épaisseur de barre pendant la phase de redressement dans la zone de redressement (10),
- tronçonnage de la barre d'acier en brames de longueur prédéterminée dans un dispositif de tronçonnage (4).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on transfère la barre d'acier coulée sans efforts de flexion de la lingotière courbe au corset de guidage de barre, dans lequel le rayon de courbure de lingotière (RK) de la barre d'acier coulée correspond, à la sortie de la lingotière courbe, au rayon de courbure de corset de guidage de barre (RSt) du corset de guidage de barre (3). 25
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'on produit la barre d'acier coulée dans la lingotière courbe avec un rayon de courbure de lingotière (RK) compris entre 9,0 m et 15,0 m, on la maintient à ce rayon de courbure sans autre déformation dans un guidage en arc de cercle suivant (9) du corset de guidage de barre (3) et on la redresse de nouveau d'un rayon de courbure (R) compris entre 9,0 m et 15,0 m dans une zone de redressement qui suit (10) à l'intérieur du corset de guidage de barre (3). 30
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le rayon de courbure de lingotière (RK) de la barre d'acier coulée à la sortie de la lingotière courbe est plus grand ou plus petit que le rayon de courbure du corset de guidage de barre (RSt) dans le corset de guidage de barre (3) et on courbe la barre d'acier coulée du rayon de courbure de lingotière (RK) de la barre d'acier coulée à la sortie de la lingotière courbe au rayon de courbure du corset de guidage de barre (RSt) dans le corset de guidage de barre (3) dans une zone de courbure (8) à l'intérieur du corset de guidage de barre (3). 35
5. Procédé selon la revendication 4, 40

- caractérisé en ce que** l'on courbe la barre d'acier coulée à un rayon de courbure (R) compris entre 9,0 m et 15,0 m dans la zone de courbure (8) à l'intérieur du corset de guidage de barre (3), on la maintient à ce rayon de courbure sans autre déformation dans un guidage en arc de cercle suivant (9) du corset de guidage de barre (3) et on la redresse de nouveau d'un rayon de courbure (R) compris entre 9,0 m et 15,0 m dans une zone de redressement qui suit (10) à l'intérieur du corset de guidage de barre (3). 5 10
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, lors du refroidissement de la barre d'acier coulée, on régule le point d'impact des jets d'agent de refroidissement sur la barre d'acier sur la base d'une détermination continue du profil de température le long du chemin de transport de la barre d'acier et dans des plans normaux à celui-ci. 15 20
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on régule le débit d'agent de refroidissement appliqué sur la barre d'acier dans le corset de guidage de barre (3) jusqu'à la sortie de la zone de redressement (10) en fonction d'un profil de température prédéterminé en tenant compte des propriétés de ductilité de la nuance d'acier respective le long du chemin de transport de la barre d'acier et dans un plan normal à celui-ci. 25 30
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le refroidissement régulé de la barre d'acier coulée est effectué après le parcours de séchage avec engagement de rouleaux de guidage de barre (5) refroidis en périphérie. 35
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on applique une Soft Reduction, en particulier une Soft Reduction dynamique, à la barre d'acier coulée dans une région avec le cœur encore liquide ou partiellement liquide de la barre d'acier avec un dispositif d'approche pour des rouleaux de guidage de barre (17). 40 45
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on influence le mouvement d'écoulement du bain d'acier du cœur liquide de la barre d'acier dans la lingotière (1) ou dans la région du corset de guidage de barre au moyen d'un dispositif électromagnétique (2). 50 55
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
- caractérisé en ce que** l'on coule la barre d'acier avec une épaisseur de coulée pouvant atteindre 450 mm.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on coule la barre d'acier avec une vitesse de coulée comprise entre 0,5 m/min et 1,0 m/min.

FIG. 3

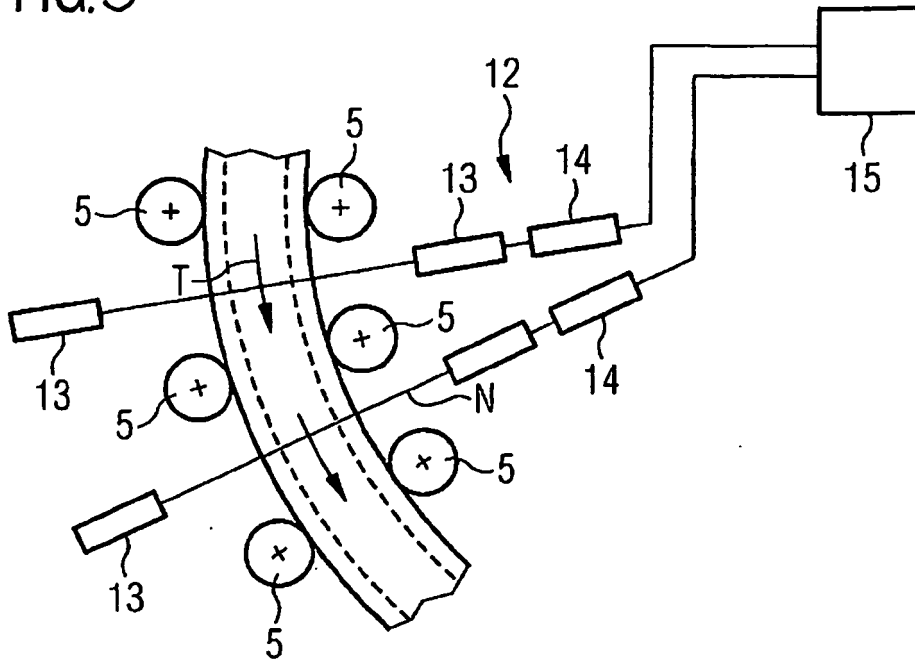
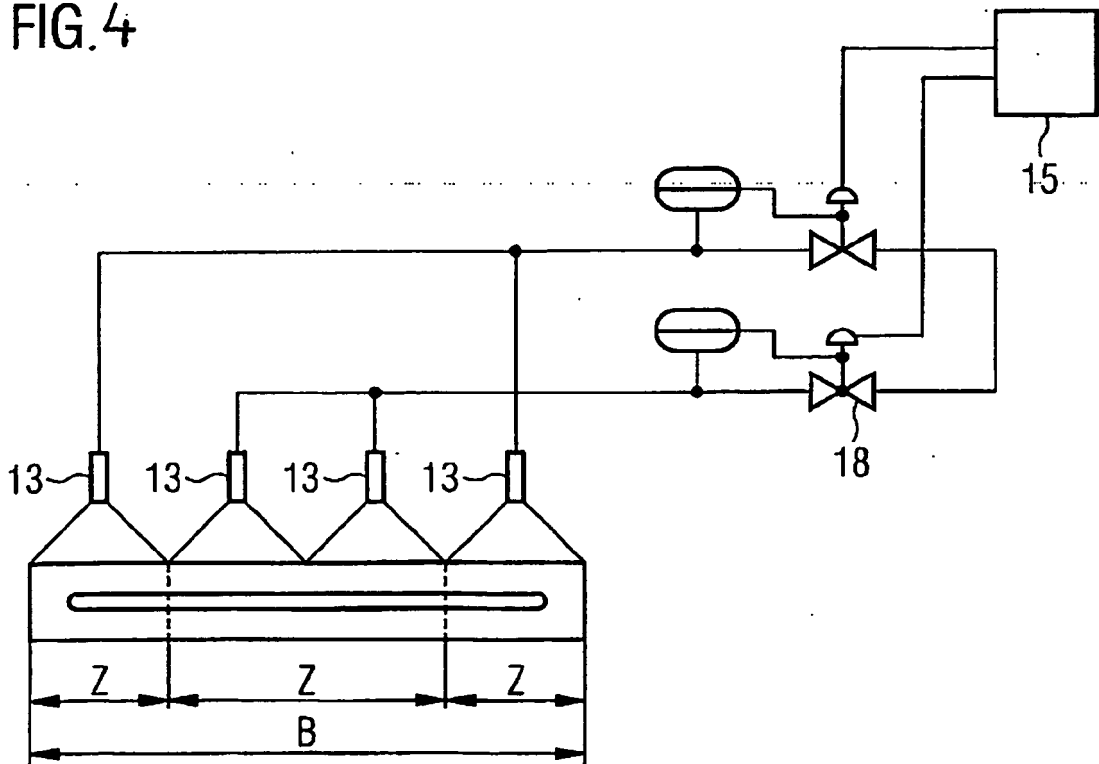


FIG. 4



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

- DE 3112947 A1 [0005]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **DR.-ING. KLAUS HARSTE et al.** Construction of a new vertical caster at Dillinger Hüttenwerke. *MPT International*, 1998, vol. 4, 112-122 [0004]
- **SIEMENS.** *First Ultra-Thick-Slab Caster in China - Siemens to Supply Shougang Qinhuangdao Works with Caster Capable of Casting 400-mm-Thick Slabs*, 13. August 2008, 1-2 [0006]