



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.04.2020 Patentblatt 2020/14

(51) Int Cl.:
B22D 11/043 (2006.01) B22D 11/14 (2006.01)
B22D 11/16 (2006.01) B22D 11/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19197237.1**

(22) Anmeldetag: **13.09.2019**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Heimann, Thomas**
58644 Iserlohn (DE)
• **Plociennik, Uwe**
40882 Ratingen (DE)
• **Müller, Jürgen**
41564 Kaarst (DE)
• **Stuhlsatz, André**
40221 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **27.09.2018 DE 102018216529**

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

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

(54) **VERFAHREN UND ANLAGE ZUM STRANGGIEßEN EINES METALLISCHEN PRODUKTS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage (10) zum Stranggießen eines metallischen Produkts. Die Stranggießanlage (10) umfasst eine Kokille (12), eine sich an die Kokille (12) anschließende stützende Strangführung (13), entlang der ein aus der Kokille (12) insbesondere senkrecht nach unten austretender Strang (S) in einer Förderrichtung (F) transportiert werden kann, und eine sich an die stützende Strangführung (13) anschließende weitere Strangführung (19) mit einem Richtbereich (I), durch den der Strang (S) in die horizontale Richtung umgelenkt werden kann. Durch eine Radar-Messeinrichtung (16) wird eine Dicke des Strangs (S) an einer unmittelbar am Ende (15) der stützenden Strangführung (13) liegenden Messposition (18) gemessen. Durch eine mit der Radar-Messeinrichtung (16) signaltechnisch verbundene Steuereinrichtung (20) mit einer Recheneinheit (21) ist die gemessene Strangdicke mit einem ersten vorbestimmten Vergleichswert vergleichbar. Falls die gemessene Strangdicke größer ist als der erste vorbestimmte Vergleichswert, wird ein Steuersignal erzeugt, mit dem zumindest ein Gießparameter derart verändert wird, dass die Sumpfspitze des Strangs (S) in Richtung der Kokille (12) wandert.

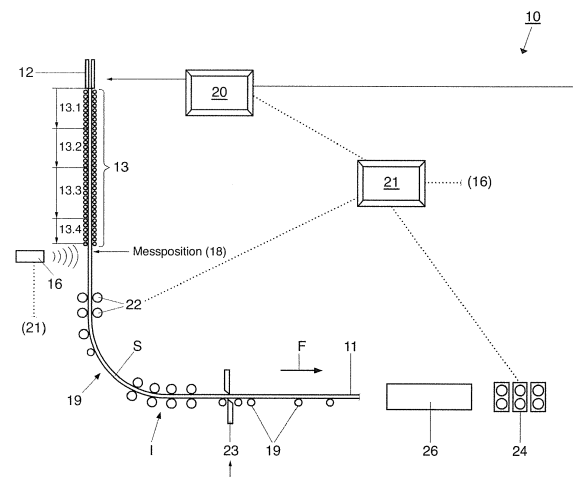


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stranggießen eines metallischen Produkts nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, und eine Stranggießanlage nach dem Oberbegriff von Anspruch 10.

[0002] Bei der Herstellung von metallischen Produkten in einer Stranggießanlage wird das flüssige Metall kontinuierlich in einer Kokille vergossen, wobei sich dort eine erste Strangschale ausbildet. In der Regel tritt der Strang nach unten aus der Kokille aus, wobei der Strang anschließend entlang einer stützenden Strangführung transportiert wird. Nach dem Austreten aus der stützenden Strangführung wird der Strang dann entlang einer weiteren Strangführung mit einem Richtbereich bewegt, durch den der Strang in die horizontale Richtung umgelenkt wird. Im Anschluss hieran können entlang der Strangführung weitere Bearbeitungsstationen für den Strang, oder daraus gebildeter Teilprodukte, vorgesehen sein, zum Beispiel in Form von Walzwerken, durch die der Strang hindurchgeleitet wird.

[0003] Beim Stranggießprozess ist von großer Bedeutung, dass der Strang bereits innerhalb der stützenden Strangführung vollkommen erhärtet bzw. durcherstarrt, um das Ausbrechen des flüssigen Metallkernes zu verhindern und die weitere Bearbeitung des Strangs zu ermöglichen. Zu diesem Zweck werden die Kühlleistung im Bereich der stützenden Strangführung als auch die Gießgeschwindigkeit, derart eingestellt, dass bei einem optimalen Betriebsablauf sich die Sumpfspitze des Strangs stets vor bzw. stromaufwärts des letzten Stützrollen-Paars am Ende der stützenden Strangführung befindet.

[0004] Falls beim Stranggießprozess, z.B. in Folge einer zu hohen Gießgeschwindigkeit, die Sumpfspitze des Stranges hinter bzw. stromabwärts des letzten Stützrollen-Paars der stützenden Strangführung liegt und somit aus der stützenden Strangführung "herausgewandert" ist, tritt das Problem auf, dass der Strang ausbauchen kann, weil nun dem hydrostatischen Druck der flüssigen Schmelze ein Gegendruck durch ein Stützrollenpaar fehlt. Hierdurch können sich während der Bewegung des Stranges in einem nicht Bereich der Strangführung, der nicht zur Stützung des Stranges beiträgt und sich - in einer Förderrichtung des Strangs gesehen - stromabwärts von der stützenden Strangführung befindet, durch eine Dickenzunahme des Strangs Beulen entwickeln.

[0005] Nach dem Stand der Technik ist es aus DE 1 558 345 A bekannt, im kontinuierlichen Stranggussverfahren Beulen auf nicht gestützten Bereichen von Metallsträngen abzufühlen bzw. abzutasten, nämlich durch Verwendung von mechanischen Fühlern mit drehbaren und hitzebeständigen Rädern, die auf den Breitseiten des sich bewegenden Stranges abrollen. Indem diese mechanischen Fühler hin- und herbewegbar sind, in einer Richtung senkrecht zur Förderrichtung des Stranges, können Beulen abgetastet werden, die sich beim Aus-

bauchen des Stranges an mindestens einer Breitseite davon bilden. Für diesen Fall kann vorgesehen sein, die Gießgeschwindigkeit zu ändern oder die Wassermenge, die im Bereich der stützenden Strangführung auf den bewegten Strang gespritzt wird, zu verstellen.

[0006] Das Messprinzip gemäß DE 1 558 345 A, mit dem an der Oberfläche eines sich bewegenden Stranges nach dem Austreten aus einer stützenden Strangführung Beulen bzw. eine Dickenzunahme in mechanischer Weise mit einer berührenden Messrolle ermittelt wird, unterliegt diversen Nachteilen, z.B. einer Abnutzung der Räder der mechanischen Fühler wegen der hohen Temperaturen des Strangs. Des Weiteren können sich Messfehler ergeben, wenn diese Räder nicht sauber auf den Breitseiten des Stranges abrollen.

[0007] Nach dem Stand der Technik ist es ferner bekannt, eine Dickenmessung des Strangs durch Verwendung von Laserstrahlen durchzuführen. Jedoch unterliegt ein solches optisches Verfahren dem Nachteil, dass Wasserdampf, der sich in der Messumgebung wegen der Kühlung des Stranges mit Wasser bilden kann, dann die Laserstrahlen entweder blockiert oder zumindest ablenkt, was zu verfälschten Messergebnissen führt. Des Weiteren unterliegt der Einsatz von Laserstrahlen ebenfalls dem Nachteil einer möglichen Verschmutzung der Apertur.

[0008] Beim Stranggießprozess wird die Position der Sumpfspitze des Stranges in der Regel mit mathematisch-physikalischen Modellen überwacht. Dennoch gibt es Gründe dafür, dass die Sumpfspitze den Bereich der stützenden Strangführung verlässt bzw. daraus herausläuft. Diese Gründe können sein:

- eine Überhitzung, die im tatsächlichen Gießprozess höher ist als dem mathematisch-physikalischen Modell zugeführt wurde,
- zu große Maulweiten der Segmente der stützenden Strangführung, die im tatsächlichen Gießprozess höher sind als dem mathematisch-physikalischen Modell zugeführt wurde,
- reduzierte Sekundärkühlung, die im tatsächlichen Gießprozess geringer ist als dem mathematisch-physikalischen Modell zugeführt wurde,
- geänderte chemische Zusammensetzung des Werkstoffs, aus dem der Strang vergossen wird, wobei diese geänderte chemischen Zusammensetzung dem mathematisch-physikalischen Modell nicht zugeführt wurde, und/oder
- Modellfehler in dem mathematisch-physikalischen Modell.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Stranggießen eines metallischen Produkts hinsichtlich einer Qualitätsverbesserung zu optimieren und gleichzeitig die Betriebssicherheit zu erhöhen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und durch eine Stranggießanlage mit den Merkmalen von Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiter-

bildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0011] Ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung dient zum Herstellen eines metallischen Produkts. Hierbei tritt in einer Stranggießanlage ein Strang des metallischen Produkts kontinuierlich aus einer Kokille insbesondere senkrecht nach unten aus und wird anschließend entlang einer stützenden Strangführung in einer Förderrichtung transportiert, wobei der Strang in einem Richtbereich in die horizontale Richtung umgelenkt wird. Bei diesem Verfahren wird in einem Schritt (i) eine Dicke des Strangs durch eine Radar-Messeinrichtung an einer Messposition gemessen, wo der Strang die stützende Strangführung unmittelbar verlässt, und anschließend in einem Schritt (ii) die gemessene Strangdicke mit einem ersten vorbestimmten Vergleichswert verglichen. Hiernach wird dann in einem Schritt (iii), falls die gemessene Strangdicke größer ist als der erste vorbestimmte Vergleichswert, zumindest ein Gießparameter derart verändert, dass die Sumpfspitze des Strangs in Richtung der Kokille wandert.

[0012] In gleicher Weise sieht die Erfindung eine Stranggießanlage zur Herstellung eines metallischen Produkts vor. Eine solche Anlage umfasst eine Kokille, und eine sich an die Kokille anschließende stützende Strangführung, entlang der ein aus der Kokille insbesondere senkrecht nach unten austretender Strang in einer Förderrichtung transportiert werden kann. Im Anschluss an die stützende Strangführung ist eine weitere Strangführung mit einem Richtbereich vorgesehen, durch den der Strang in die horizontale Richtung umgelenkt werden kann. Des Weiteren sind eine Radar-Messeinrichtung, mit der eine Dicke des Strangs an einer unmittelbar am Ende der stützenden Strangführung liegenden Messposition gemessen werden kann, und eine mit der Radar-Messeinrichtung signaltechnisch verbundene Steuereinrichtung mit einer Recheneinheit vorgesehen, mit der die gemessene Strangdicke mit einem ersten vorbestimmten Vergleichswert verglichen werden kann. Die Steuereinrichtung ist programmtechnisch derart eingerichtet, dass, falls die gemessene Strangdicke größer ist als der erste vorbestimmte Vergleichswert ist, dann ein Steuersignal werden kann, mit dem zumindest ein Gießparameter derart verändert wird, dass die Sumpfspitze des Strangs in Richtung der Kokille wandert.

[0013] Der Erfindung liegt die wesentliche Erkenntnis zugrunde, dass die Vermessung einer Dicke des Strangs an einer Messposition, wo der Strang die stützende Strangführung unmittelbar verlässt, mittels Radartechnologie durchgeführt wird. Zu diesem Zweck ist eine Radar-Messeinrichtung unmittelbar am Ende der stützenden Strangführung angeordnet, nämlich dort, wo der Strang aus der stützenden Strangführung austritt. Die Radar-Messtechnik hat im Vergleich zu den eingangs genannten Messmethoden nach dem Stand der Technik die Vorteile, dass eine Temperaturstrahlung im nahen IR-Bereich, die vom heißen Strang ausgeht, die Radarmessung nicht beeinflusst, und dass in der Messumge-

bung Wasserdampf, der aus der Strangkühlung mittels Wasser entsteht, ohne Verfälschung der Messung von den Radarstrahlen bis zum Strang durchdrungen wird. Darüber hinaus ist eine Radarmessung gegenüber einer optischen Messung mittels Laser als auch einer mechanischen Messung mittels einer berührenden Messrolle unempfindlich(er) gegenüber einer Verschmutzung.

[0014] Hinsichtlich der Positionierung der Radar-Messeinrichtung in der Stranggießanlage empfiehlt sich, dass hierbei ein relativ großer Abstand zum heißen Strang eingehalten wird. Dies ist dank der berührungslosen Radarmessung möglich. Durch einen solch ausreichend großen Abstand der Radar-Messeinrichtung von dem heißen Strang ist ein guter Schutz der Radarelekttronik gegenüber der dem Strang ausgehenden Strahlungshitze gewährleistet.

[0015] Eine Anordnung der Radar-Messeinrichtung relativ zu der stützenden Strangführung und dem daraus austretenden Strang erfolgt derart, dass die Radarstrahlen bzw. -wellen im Wesentlichen senkrecht auf eine Oberfläche des Strangs, nämlich auf dessen Breitseite(n) gerichtet sind. In dieser Weise werden die Radarstrahlen durch die Radar-Messeinrichtung senkrecht auf die Oberfläche von zumindest einer Breitseite des Strangs gerichtet bzw. gesendet.

[0016] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung werden die Radarstrahlen ausgehend von der Radar-Messeinrichtung von beiden Seiten des Strangs her senkrecht auf dessen Breitseiten gerichtet. Dies gewährleistet eine gleichmäßige und lückenlose Messung der Dicke des Strangs, unmittelbar nachdem dieser aus der stützenden Strangführung ausgetreten ist, in Verbindung mit einer Erkennung von möglichen "Beulen" an den Oberflächen der Breitseiten. Eine solche Überwachung des Strangs von beiden Seiten her kann dadurch erreicht werden, dass die Radar-Messeinrichtung separate Send-/Empfangsmodule aufweist, die beiderseits der Breitseiten des Strangs angeordnet sind und ihre Radarstrahlen bzw. -wellen im Wesentlichen senkrecht auf die Breitseiten des Strangs aussenden. Ergänzend und/oder alternativ hierzu kann die Radar-Messeinrichtung auch separate Parabol-Elemente, die beiderseits der Breitseiten des Strangs angeordnet sind und die Radarstrahlen im Wesentlichen senkrecht auf die Breitseiten des Strangs ausrichten. Durch eine solche Umlenkung der Radarstrahlen mittels der Parabol-Elemente kann die eigentliche Radar-Messeinrichtung, mit ihrer empfindlichen Send-/Empfangseinheit, in einer ausreichenden Entfernung von dem heißen Strang und damit in Verbindung stehenden Komponenten der Stranggießanlage positioniert werden.

[0017] Ein weiter verbesserter Schutz der Radar-Messeinrichtung gegenüber den hohen Temperaturen des Strangs kann durch thermische Isolationsschichten erreicht werden, in denen die Radar-Messeinrichtung gekapselt aufgenommen ist. Dies ist deshalb möglich, weil Radarstrahlen solchen dielektrischen Materialien in Form er thermischen Isolationsschichten durchdringen.

[0018] Ein wichtiges Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens, und in gleicher Weise einer programmtechnisch entsprechend eingerichteten Steuereinrichtung der erfindungsgemäßen Stranggießanlage, besteht darin, dass für den Fall, sollte die von der Radar-Messeinrichtung gemessene Strangdicke größer sein als der erste vorbestimmte Vergleichswert, dann zumindest ein Gießparameter in der Weise verändert wird, dass die Sumpfspitze des Strangs in Richtung der Kokille wandert.

[0019] Dies bedeutet, dass sich durch die geeignete Veränderung von zumindest einem Gießparameter dann die Sumpfspitze - in Förderrichtung des Strangs gesehen - stromaufwärts verlagert, und dadurch zurück in die stützende Strangführung hinein "wandert". Die besagte Veränderung von zumindest einem Gießparameter besteht zweckmäßigerweise darin, dass die Gießgeschwindigkeit reduziert wird, jedoch dabei nicht kleiner als eine minimalen Gießgeschwindigkeit eingestellt wird, bei der sich die Sumpfspitze des Strangs unterhalb von *Liquid-CoreReduction* (LCR-) Segmenten der gestützten Strangführung befindet. Ergänzend und/oder alternativ kann im Zuge der Veränderung von zumindest einem Gießparameter auch die Kühlleistung im Bereich der stützenden Strangführung vergrößert werden.

[0020] Im Sinne der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei dem ersten vorbestimmten Vergleichswert, mit dem in Schritt (ii) die von der Radar-Messeinrichtung gemessene Strangdicke verglichen wird, um einen Abstand der beiden letzten Stützrollen am Ende der stützenden Strangführung, d.h. an deren Austrittsbereich, wo der bewegte Strang die stützende Strangführung verlässt. Diesbezüglich darf gesondert darauf hingewiesen werden, dass bei diesem Abstand der beiden letzten Stützrollen zueinander auch deren Durchbiegung berücksichtigt wird, die beim Hindurchführen des Strangs zwischen diesen gegenüberliegenden Stützrollen auftreten kann.

[0021] Wie vorstehend erläutert, kann in Abhängigkeit von der durch die Radar-Messeinrichtung gemessenen Strangdicke und für den Fall, dass diese Strangdicke größer ist als der erste vorbestimmte Vergleichswert (=Abstand zwischen den beiden letzten Stützrollen am Ende der stützenden Strangführung), dann die Gießgeschwindigkeit reduziert werden. Diesbezüglich ist hervorzuheben, dass eine Reduzierung der Gießgeschwindigkeit sich unmittelbar auf die gesamte Länge des Stranges auswirkt, und somit auch auf die Position der Sumpfspitze des Stranges, die hiermit stromaufwärts, d.h. entgegen der Förderrichtung des Stranges in Richtung der Kokille verlagert wird.

[0022] Mit der vorliegenden Erfindung wird erreicht, dass mittels einer Radarmessung die Dicke des Strangs, nachdem dieser aus der stützenden Strangführung ausgetreten ist, exakt vermessen wird. Hierdurch können mögliche Ausbauchungen des Strangs beim Austreten aus der stützenden Strangführung präzise und zuverlässig erkannt werden, in Verbindung mit Einleitung einer

sofortigen "Gegenmaßnahme", vorzugsweise in Form der Reduzierung der Gießgeschwindigkeit.

[0023] Nachstehend sind Ausführungsformen der Erfindung anhand einer schematisch vereinfachten Zeichnung im Detail beschrieben. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine schematisch vereinfachte Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Stranggießanlage,
- 10 Fig. 2a eine Seitenansicht einer stützenden Strangführung, die Teil der Stranggießanlage von Fig. 1 ist, in Verbindung mit einer Radar-Messeinrichtung nach einer Ausführungsform der Erfindung,
- 15 Fig. 2b eine Querschnittsansicht des Strangs an der Messposition der Stranggießanlage von Fig. 1, in Verbindung mit einer Radar-Messeinrichtung nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,
- 20 Fig. 3, 4 jeweils schematisch vereinfachte Seitenansichten von verschiedene Betriebsstellungen einer stützenden Strangführung, die Teil der Stranggießanlage von Fig. 1 ist, und
- 25 Fig. 5 ein Flussdiagramm zur Erläuterung des Ablaufs eines erfindungsgemäßen Verfahrens, das z.B. mit einer Stranggießanlage von Fig. 1 durchgeführt werden kann.

[0024] Nachstehend sind unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 5 bevorzugte Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Stranggießanlage 10 und eines entsprechenden Verfahrens zum Herstellen eines metallischen Produkts erläutert. Gleiche Merkmale in der Zeichnung sind jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen. An dieser Stelle wird gesondert darauf hingewiesen, dass die Zeichnung lediglich vereinfacht und insbesondere ohne Maßstab dargestellt ist.

[0025] Die erfindungsgemäße Stranggießanlage 10 umfasst eine Kokille 12, an die sich eine stützende Strangführung 13 mit insgesamt vier Segmenten 13.1-13.4 anschließt. Ausweislich der Darstellungen in Fig. 3 bzw. Fig. 4 wird flüssiges Metall im Bereich eines Schmelzeinlaufs 6 in die Kokille 12 eingefüllt, wobei dann ein Strang S mit einem zunächst noch flüssigen Kern 7 nach unten aus der Kokille 12 in die stützende Strangführung 13 eintritt. In den Segmenten 13.1 - 13.4 der stützenden Strangführung 13 sind jeweils gegenüberliegend angeordnete Stützrollen-Paare 14, 14' angeordnet, zwischen denen der Strang in der Förderrichtung F hindurchbewegt wird. Diese Stützrollen-Paare 14, 14' sind jeweils von weg- bzw. positionsgeregelten, nicht näher gezeigten Hydraulikzylindern beaufschlagt, so dass sie die hydrostatischen Drücke der Schmelze 8 überwinden und dadurch eine örtliche Dickenreduktion im Strang verursachen können. Dies gilt insbesondere für die beiden ersten Segmente 13.1, 13.2 der stützenden Strangführung 13, wo der Strang S mit seinem flüssigen Kern 7 durch Zusammendrücken der Segmente in seiner Di-

cke reduziert werden kann, was auch als *LiquidCoreReduction* (=LCR) bezeichnet wird.

[0026] An einem Ende 15 der stützenden Strangführung 13, d.h. dort, wo der Strang S in der Förderrichtung F aus der stützenden Strangführung 13 austritt, ist ein letztes Stützrollen-Paar 14L, 14L' (vgl. Fig. 3, Fig. 4) vorgesehen. Von großer Bedeutung für den Stranggießprozess ist, dass der Strang, bevor er durch dieses letzte Stützrollen-Paar 14L, 14L am Ende 15 der stützenden Strangführung 13 hindurchtritt, bereits vollständig durcherstarrt ist. Dies wird dadurch gewährleistet, dass sich eine Sumpfspitze SP des Strangs S noch innerhalb der stützenden Strangführung 13 befindet, wie es in der Fig. 4 veranschaulicht ist. Damit kann dann eine Ausbuchtung des Strangs S im Anschluss an die stützende Strangführung 13, auch als "Walbildung" bezeichnet, wirksam verhindert werden.

[0027] Die Stranggießanlage 10 umfasst, ausweislich der Seitenansicht von Fig. 1, eine weitere Strangführung 19 mit einem Richtbereich I, in dem der Strang S durch Biegerollen 22 in die horizontale Richtung umgelenkt wird. Im Anschluss an den Richtbereich I ist in der Strangführung 19 eine Schere 23 angeordnet, gefolgt von zumindest einem Walzwerk 24 und einem davor angeordneten Ofen 26.

[0028] Des Weiteren umfasst die Stranggießanlage 10 eine Radar-Messeinrichtung 16, mit der eine Dicke des Strangs S an einer Messposition 18 gemessen wird, nämlich unmittelbar dort, wo der Strang nach dem Durchlaufen des letzten Stützrollen-Paars 14L, 14L' aus der stützenden Strangführung 13 austritt. Diese Messposition 18 ist durch einen Pfeil in der Fig. 1 veranschaulicht.

[0029] Bei einer Ausführungsform der Radar-Messeinrichtung 16 werden - ausweislich der Seitenansicht gemäß Fig. 2a - Radarstrahlen im Wesentlichen senkrecht auf die beiden Breitseiten des Strangs S gerichtet. Hierzu weist die Radar-Messeinrichtung 16 separate Send-/Empfangsmodule 16.1, 16.2 auf, die jeweils beiderseits der Breitseiten des Strangs S angeordnet sind, und mit denen dann Radarstrahlen jeweils senkrecht auf die Oberfläche einer Breitseite des Strangs gerichtet werden. Diesbezüglich wird darauf hingewiesen, dass ein Abstand dieser Send-/Empfangsmodule 16.1, 16.2 von der stützenden Strangführung 13 und dem hierin geführten heißen Strang S ausreichend groß ist, so dass diese Module durch die von dem Strang S ausgehende thermische Strahlung keinen Schaden nehmen.

[0030] Bei einer weiteren Ausführungsform der Radar-Messeinrichtung 16 gemäß Fig. 2b sind separate Parabol-Elemente 17.1, 17.2 vorgesehen, die beiderseits der Breitseiten B1, B2 des Strangs S angeordnet sind, um dadurch die Radarstrahlen im Wesentlichen senkrecht auf die Breitseiten B1, B2 zu richten. Hierdurch ist es möglich, die eigentliche Radar-Messeinrichtung 16 im Strahlungsschatten anzuordnen, wodurch ein weiter verbesserter Schutz gegenüber der Wärmestrahlung des Strangs S gewährleistet ist.

[0031] Die Stranggießanlage 10 umfasst eine Steuer-

einrichtung 20 mit einer Recheneinheit 21, die mit der Radar-Messeinrichtung 16, den Biegerollen 22 im Bereich der Strangführung 19 und dem zumindest einen Walzwerk 24 signaltechnisch verbunden ist, in Fig. 1 jeweils durch punktierte Linien symbolisiert. Hierdurch wird erreicht, dass einerseits die von der Radar-Messeinrichtung 16 gemessene Strangdicke an die Recheneinheit 21 übermittelt wird, und dass die Recheneinheit 21 andererseits auch Informationen in Bezug sowohl auf einen Abstand zwischen den Biegerollen 22 als auch auf den Abstand von (nicht gezeigten) Arbeitswalzen des Walzwerks 24 erhält. Des Weiteren ist durch die Pfeile, die in der Fig. 1 von der Steuereinrichtung 20 sowohl auf die Kokille 20 als auch auf die Schere 23 gerichtet sind, symbolisiert, dass durch die Steuereinrichtung 20 geeignete Steuersignale erzeugt werden können, um damit sowohl eine Gießgeschwindigkeit in der Kokille 12 zu verändern als auch die Schere 23 - bei Bedarf - zu betätigen, wie nachstehend noch gesondert erläutert.

[0032] Die Erfindung funktioniert nun wie folgt: Im laufenden Stranggießprozess wird auf Grundlage der aktuellen Prozesswerte (chemische Analyse des Werkstoffs, Strangdicke, eingestellte Kühlleistung für die Segmente 13.1-13.4 der stützenden Strangführung 13) eine minimale Gießgeschwindigkeit $V_{\min}$ bestimmt, bei der die Sumpfspitze SP unterhalb der beiden LCR-Segmente 13.1, 13.2 liegt (vgl. Darstellung in Fig. 4). Durch die Radar-Messeinrichtung 16 wird fortwährend eine Dicke des Strangs S gemessen, wie vorstehend erläutert an der Messposition 18, d.h. unmittelbar dort, wo der Strang S aus dem Ende 15 der stützenden Strangführung 13 austritt. Dies entspricht einem Schritt (i) eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei die gemessene Strangdicke an die Recheneinheit 21 der Steuereinrichtung 20 übertragen wird. Im Anschluss daran, nämlich in einem Schritt (ii) des erfindungsgemäßen Verfahrens, wird die gemessene Strangdicke mit einem ersten vorbestimmten Vergleichswert verglichen, der einem Abstand der beiden letzten Stützrollen 14L, 14L' zueinander entspricht.

[0033] Falls dann in einem Schritt (iii) des erfindungsgemäßen Verfahrens durch die Recheneinheit 21 festgestellt werden sollte, dass die mit der Radar-Messeinrichtung 16 gemessene Strangdicke des Strangs S größer als der erste vorbestimmte Vergleichswert (= Abstand der beiden letzten Stützrollen 14L, 14L' zueinander) ist, besteht die Gefahr, dass die Sumpfspitze SP des Strangs S entweder bereits außerhalb (bzw. unterhalb, in Förderrichtung F des Strangs S gesehen) der stützenden Strangführung 13 liegt, wie es in der Fig. 3 veranschaulicht ist, oder zumindest die Tendenz besteht, dass sich die Sumpfspitze SP dorthin verlagert. Für diesen Fall wird nun durch die Steuereinrichtung 20 sofort ein Steuersignal erzeugt, mit dem z.B. die Gießgeschwindigkeit auf einen reduzierten Wert V_{red} eingestellt wird. Hierbei ist zu beachten, dass die reduzierte Gießgeschwindigkeit V_{red} stets größer als die vorstehend erläuterte minimale Gießgeschwindigkeit $V_{\min}$

bleibt. Durch Einhaltung dieser Bedingung wird erreicht, dass die Sumpfspitze SP des Strangs S nicht zu weit "nach oben" wandert, d.h. in den Bereich der beiden LCR-Segmente 13.1, 13.2 gelangt.

[0034] Nachdem die Gießgeschwindigkeit auf den reduzierten Wert V_{red} eingestellt worden ist, wird für den weiteren Verlauf des Stranggießprozesses in der Recheneinheit 21 eine Abfrage durchgeführt, ob die von der Radar-Messeinrichtung 16 im Schritt (i) gemessene Strangdicke kleiner ist als ein vorbestimmter zweiter Vergleichswert, der einem Abstand von gegenüberliegend angeordneten Biegerollen 22 entspricht. Falls bei dieser Abfrage ein "Nein" ermittelt wird, gleichbedeutend damit, dass die Strangverdickung des Strangs S nicht mehr durch die Biegerollen 22 hindurch transportiert werden kann, erfolgt durch die Steuereinrichtung 20 ein Steuersignal für einen sofortigen Gießabbruch, um weiteren Schaden an der Strangführung 19 der Stranggießanlage 12 zu vermeiden.

[0035] Andernfalls erfolgt in der Recheneinheit 21 eine weitere Abfrage dafür, ob die von der Radar-Messeinrichtung 16 im Schritt (i) gemessene Strangdicke kleiner ist als ein vorbestimmter dritter Vergleichswert, der einem Abstand von gegenüberliegend angeordneten Arbeitswalzen in dem Walzwerk 24 entspricht. Falls bei dieser Abfrage ein "Nein" ermittelt wird, ist dies gleichbedeutend damit, dass die vorliegende Strangverdickung in dem Walzwerk 24 nicht auf eine gewünschte Endabmessung gebracht werden kann. Deshalb wird dann durch die Steuereinrichtung 20 ein Steuersignal für die Schere 23 erzeugt, mittels der der verdickte Abschnitt des Strangs S aus der Strangführung 19 herausgetrennt und entsprechend geschreddert wird.

[0036] Die vorstehend genannten Schrittabfolgen für das erfindungsgemäße Verfahren sind auch in dem Flussdiagramm von Fig. 5 entsprechend gezeigt.

Bezugszeichenliste

[0037]

6	Schmelzeinlauf
7	flüssiger Kern
8	Schmelze
10	Stranggießanlage
11	metallisches Produkt
12	Kokille
13	stützende Strangführung
13.1-13.4	Segmente (der stützenden Strangführung 14)
14, 14'	Rollenpaare (eines jeweiligen Segments 14.1-14.4)
15	Ende (der stützenden Strangführung 13)
16	Radar-Messeinrichtung
16.1, 16.2	Sende-/Empfangsmodule (der Radar-Messeinrichtung 16)
17.1, 17.2	Parabol-Elemente (der Radar-Messeinrichtung 16)

18	Messposition
19	Strangführung (nicht gestützt)
20	Steuereinrichtung
21	Recheneinheit
5 22	Biegerollen
23	Schere
24	Walzwerk
26	Ofen
B1, B2	Breitseiten (des Strangs S)
10 F	Förderrichtung
I	Richtbereich
S	Strang
SP	Sumpfspitze
V_{red}	reduzierte Gießgeschwindigkeit
15 V_{min}	minimale Gießgeschwindigkeit

Patentansprüche

1. Verfahren zum Stranggießen eines metallischen Produkts (11), bei dem in einer Stranggießanlage (10) ein Strang (S) des metallischen Produkts (11) kontinuierlich aus einer Kokille (12) insbesondere senkrecht nach unten austritt und anschließend entlang einer stützenden Strangführung (13) in einer Förderrichtung (F) transportiert wird, wobei der Strang (S) in einem Richtbereich (I) in die horizontale Richtung umgelenkt wird, **gekennzeichnet durch**
 - (i) Messen einer Dicke des Strangs (S) durch eine Radar-Messeinrichtung (16) an einer Messposition (18), wo der Strang (S) die stützende Strangführung (13) unmittelbar verlässt,
 - (ii) Vergleichen der gemessenen Strangdicke mit einem ersten vorbestimmten Vergleichswert, und
 - (iii) falls die gemessene Strangdicke größer ist als der erste vorbestimmte Vergleichswert: Verändern zumindest eines Gießparameters derart, dass die Sumpfspitze (SP) des Strangs (S) in Richtung der Kokille (12) wandert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt (iii) die Gießgeschwindigkeit reduziert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf Grundlage von aktuellen Prozesswerten für den laufenden Gießprozeß eine minimale Gießgeschwindigkeit (V_{min}) bestimmt wird, bei der die Sumpfspitze (SP) des Strangs (S) unterhalb von LCR-Segmenten (13.1, 13.2) der stützenden Strangführung (13) liegt, wobei die reduzierte Gießgeschwindigkeit (V_{red}) größer gewählt wird als die minimale Gießgeschwindigkeit (V_{min}).
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste vor-

bestimmte Vergleichswert einem Abstand der beiden letzten Stützrollen (14L, 14L') am Ende (15) der stützenden Strangführung (13) entspricht.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt (iii) die Kühlleistung im Bereich der stützenden Strangführung (13) vergrößert wird. 5
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Schritt (i) gemessene Strangdicke mit einem zweiten vorbestimmten Vergleichswert verglichen wird, wobei, falls die gemessene Strangdicke größer als der zweite vorbestimmte Vergleichswert ist, dann der Gießprozess abgebrochen wird. 10
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite vorbestimmte Vergleichswert einem Abstand von Biegerollen (22) der weiteren Strangführung (19) entspricht, die insbesondere in dem Richtbereich (I) einander gegenüberliegend angeordnet sind. 15
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Schritt (i) gemessene Strangdicke mit einem dritten vorbestimmten Vergleichswert verglichen wird, wobei, falls die gemessene Strangdicke größer als der dritte vorbestimmte Vergleichswert ist, dann ein Bereich des Strangs (S), dessen Strangdicke größer ist als der dritte vorbestimmte Vergleichswert, aus der Strangführung mittels einer Schere (22) herausgetrennt wird. 20
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte vorbestimmte Vergleichswert einem Abstand von Arbeitswalzen in einem Walzwerk (24) entspricht, in dem der durchgestartete Strang (S) weiterverarbeitet wird. 25
10. Stranggießanlage (10) zur Herstellung eines metallischen Produkts (11), umfassend 30

eine Kokille (12), und
 eine sich an die Kokille (12) anschließende stützende Strangführung (13), entlang der ein aus der Kokille (12) insbesondere senkrecht nach unten austretender Strang (S) in einer Förderrichtung (F) transportierbar ist,
 eine sich an die stützende Strangführung (13) anschließende weitere Strangführung (19) mit einem Richtbereich (I), durch den der Strang (S) in die horizontale Richtung umlenkbar ist,
gekennzeichnet durch
 eine Radar-Messeinrichtung (16), mit der eine Dicke des Strangs (S) an einer unmittelbar am Ende (15) der stützenden Strangführung (13)

liegenden Messposition (18) messbar ist, eine mit der Radar-Messeinrichtung (16) signaltechnisch verbundene Steuereinrichtung (20) mit einer Recheneinheit (21), mit der die gemessene Strangdicke mit einem ersten vorbestimmten Vergleichswert vergleichbar ist, wobei die Steuereinrichtung (20) programmtechnisch derart eingerichtet ist, dass, falls die gemessene Strangdicke größer ist als der erste vorbestimmte Vergleichswert ist, dann ein Steuersignal erzeugbar ist, mit dem zumindest ein Gießparameter derart verändert wird, dass die Sumpfspitze (SP) des Strangs (S) in Richtung der Kokille (12) wandert.

11. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das erzeugte Steuersignal die Gießgeschwindigkeit für den Strang (S) reduziert wird. 35
12. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das erzeugte Steuersignal die Gießgeschwindigkeit für den Strang (S) reduziert wird. 40
13. Stranggießanlage (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radar-Messeinrichtung (16) derart eingerichtet ist, dass Radarstrahlen senkrecht auf die Breitseiten (B1, B2) des Strangs (S) von beiden Seiten her gerichtet sind. 45
14. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radar-Messeinrichtung (16) separate Sende-/Empfangsmodule (16.1, 16.2) umfasst, die beiderseits der Breitseiten (B1, B2) des Strangs (S) angeordnet sind. 50
15. Stranggießanlage (10) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radar-Messeinrichtung (16) separate Parabol-Elemente (17.1, 17.2) umfasst, die beiderseits der Breitseiten (B1, B2) des Strangs (S) angeordnet sind. 55
16. Stranggießanlage (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der weiteren Strangführung (19) eine Schere (23) angeordnet ist, die mit der Steuereinrichtung (20) signaltechnisch verbunden ist, wobei die Schere (23) durch die Steuereinrichtung (20) für den Fall ansteuerbar ist, dass die mit der Radar-Messeinrichtung (16) gemessene Strangdicke größer ist als ein Abstand von Arbeitswalzen in einem Walzwerk (24), das - in der Förderrichtung (F) des Strangs (S) gesehen - stromabwärts von der Schere (23) angeordnet ist.

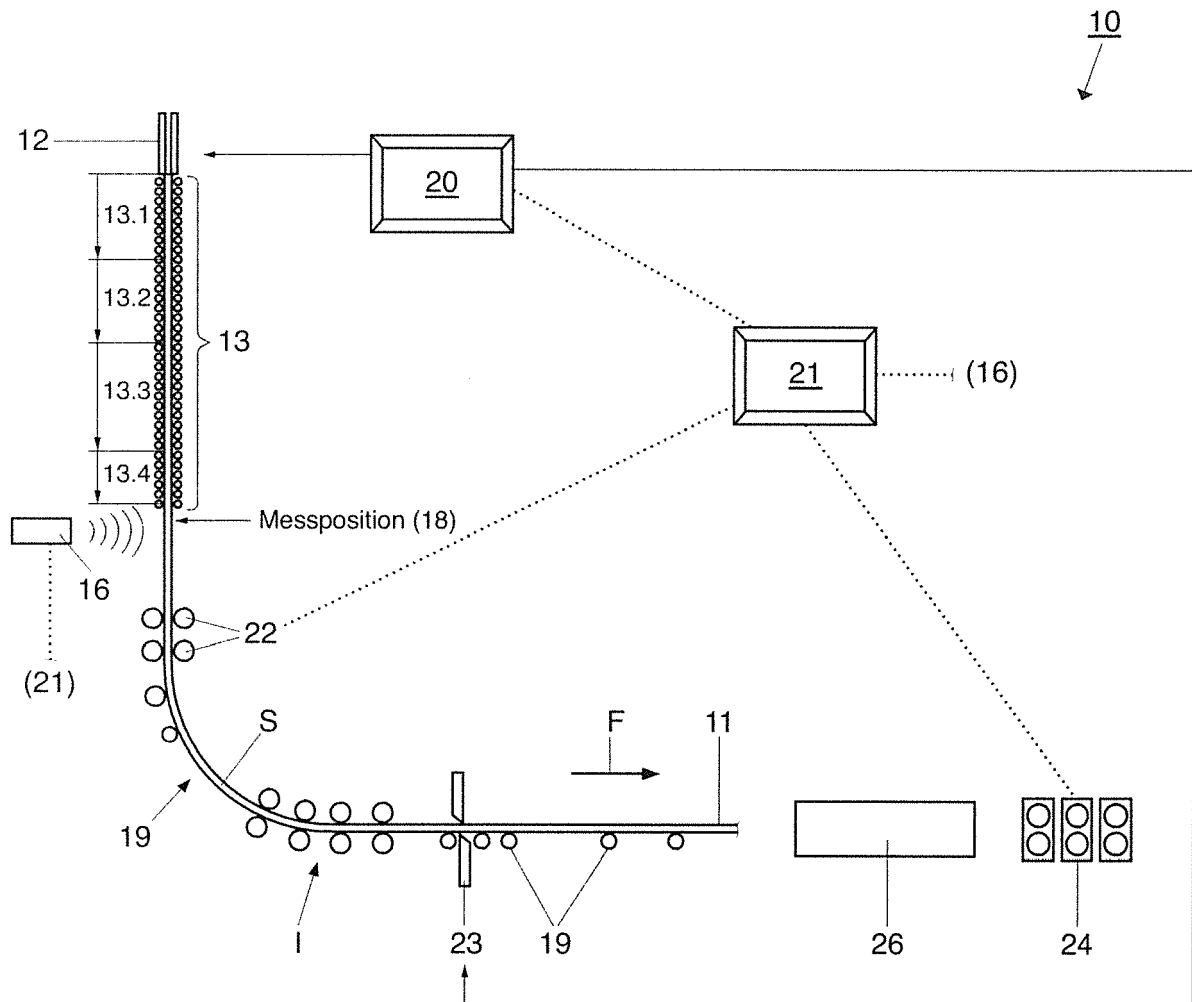


Fig. 1

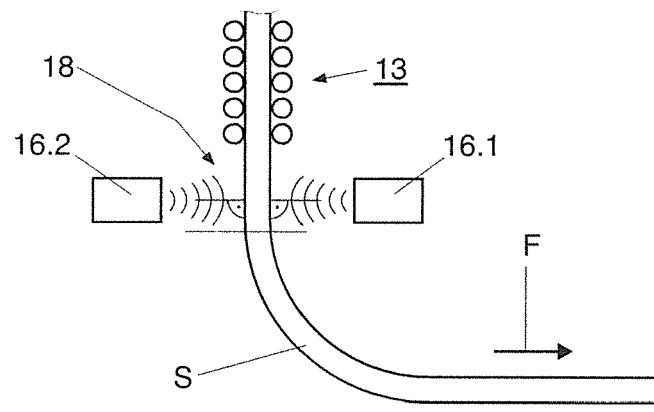


Fig. 2a

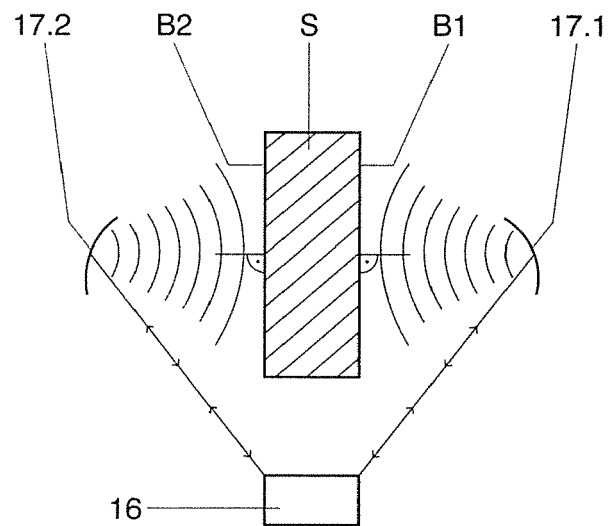


Fig. 2b

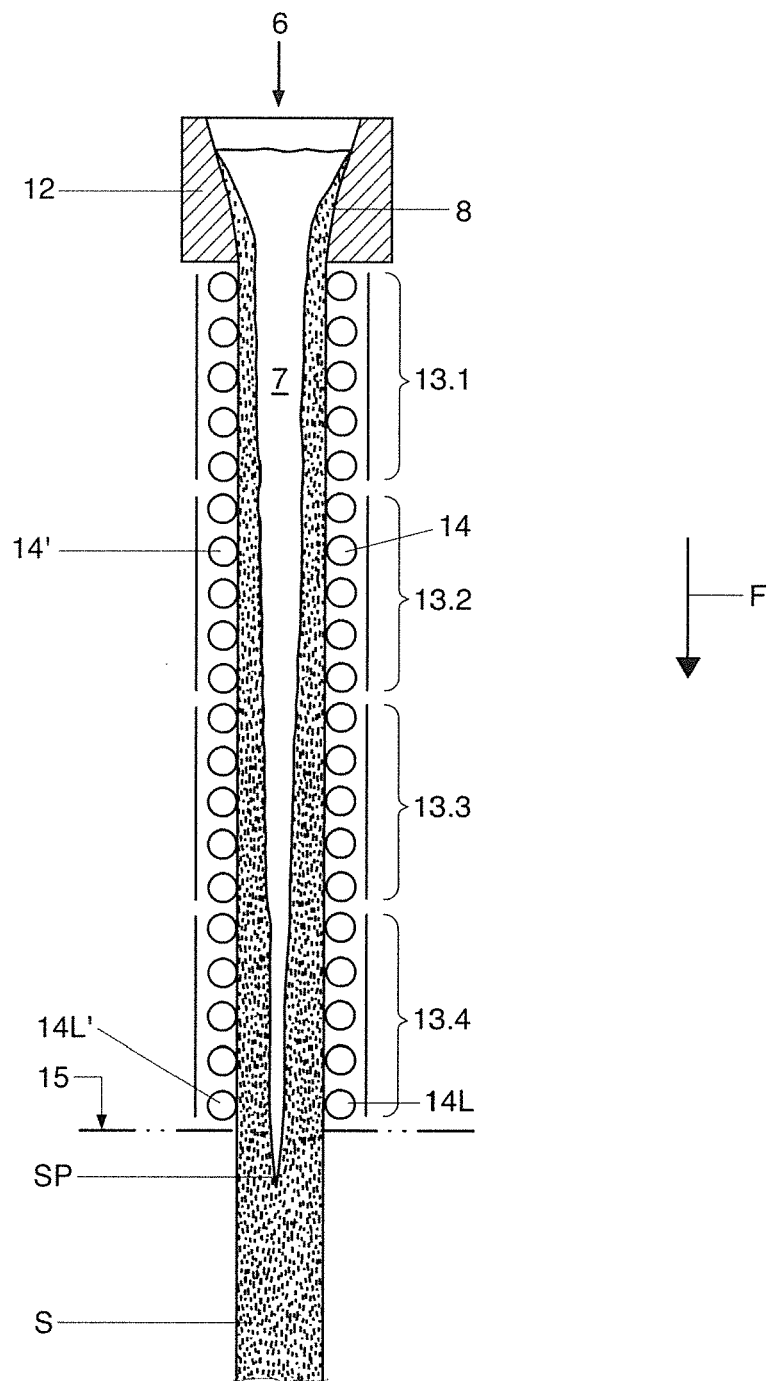


Fig. 3

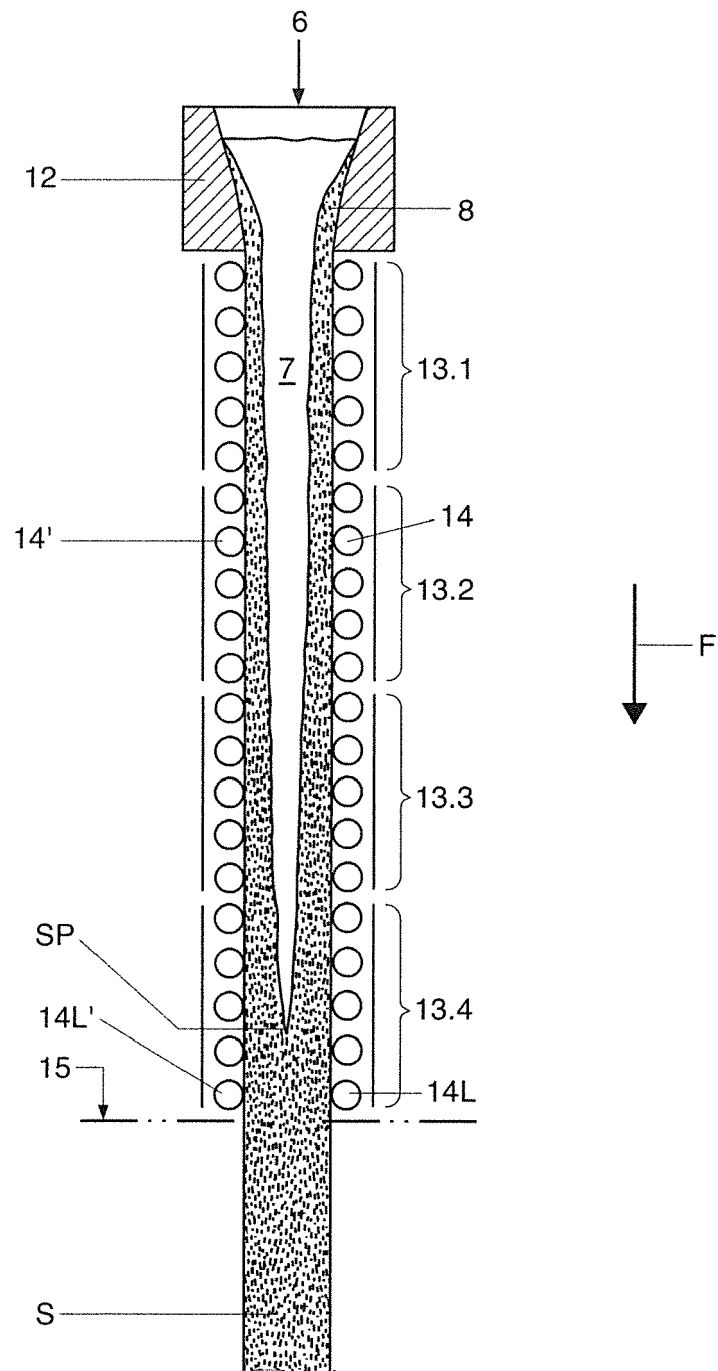


Fig. 4

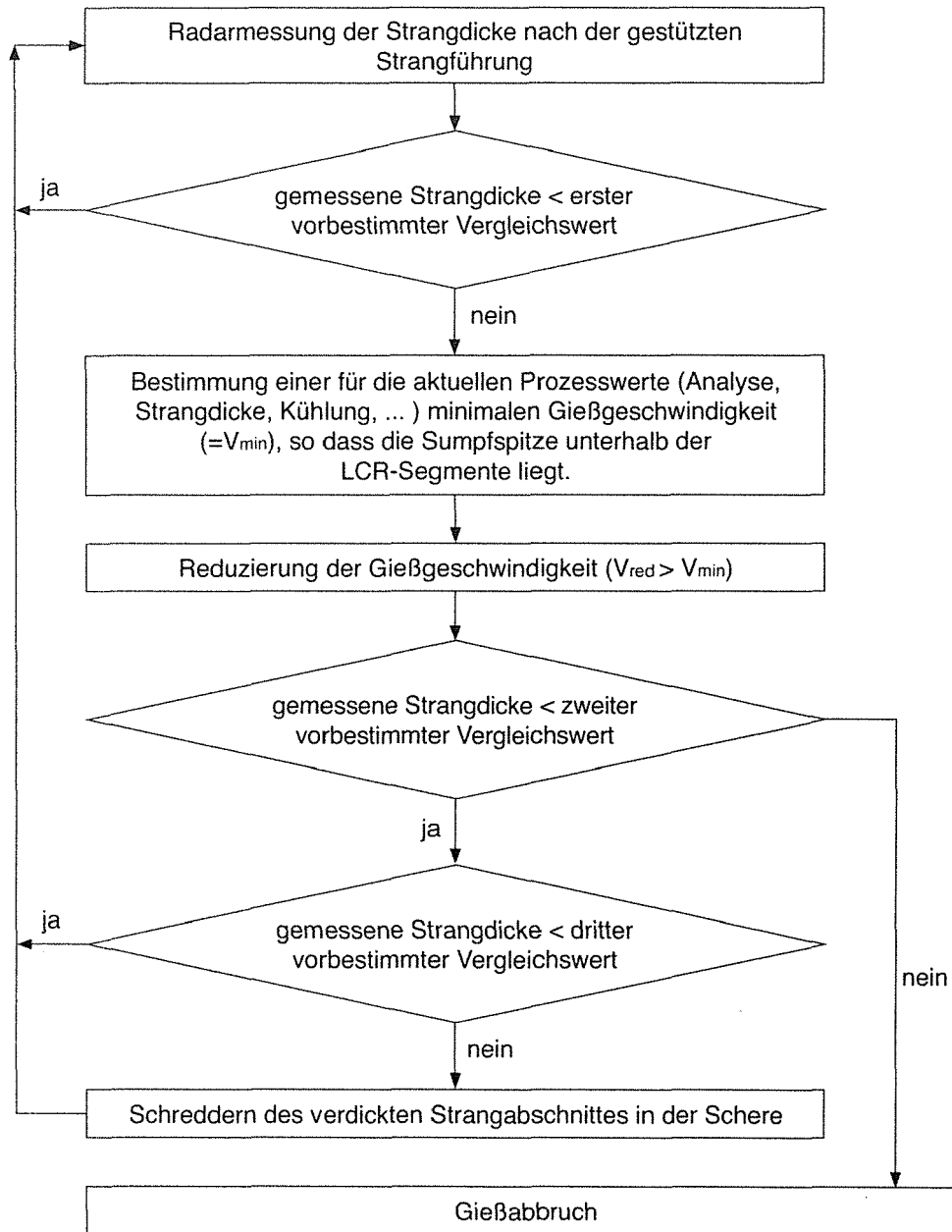


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 19 7237

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)
Y	JP H02 55652 A (NIPPON STEEL CORP) 26. Februar 1990 (1990-02-26) * Absatz [0001] - Absatz [0003]; Abbildungen 1, 3, 6, 7 *	1-16	INV. B22D11/043 B22D11/14 B22D11/16 B22D11/18
Y	EP 2 422 900 A1 (SMS CONCAST AG [CH]) 29. Februar 2012 (2012-02-29) * Absätze [0032], [0033], [0036] *	1-16	
A	EP 2 237 908 A1 (CORUS STAAL BV [NL]) 13. Oktober 2010 (2010-10-13) * Absatz [0009] - Absatz [0017] * * Absatz [0025] - Absatz [0031] * * Absatz [0035]; Abbildung 2 *	1-16	
A	GB 1 173 755 A (CONCAST AG [CH]) 10. Dezember 1969 (1969-12-10) * Zusammenfassung * * Seite 4, Zeile 5 - Zeile 81; Abbildung 2 *	1-16	
A	DE 199 31 331 A1 (SIEMENS AG [DE]) 18. Januar 2001 (2001-01-18) * Absatz [0002] - Absatz [0013] * * Absatz [0018] - Absatz [0020]; Abbildung 1 *	1-16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. Dezember 2019	Prüfer Pipoli, Tiziana
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 19 19 7237

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.

16-12-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H0255652 A	26-02-1990	JP H0255652 A	26-02-1990
		JP H0464786 B2	16-10-1992
EP 2422900 A1	29-02-2012	EP 2422900 A1	29-02-2012
		JP 2013537486 A	03-10-2013
		TW 201219127 A	16-05-2012
		US 2013333473 A1	19-12-2013
		WO 2012025219 A1	01-03-2012
EP 2237908 A1	13-10-2010	CN 102036771 A	27-04-2011
		EP 2090387 A1	19-08-2009
		EP 2237908 A1	13-10-2010
		JP 2011510279 A	31-03-2011
		KR 20100122484 A	22-11-2010
		US 2011109496 A1	12-05-2011
		WO 2009090025 A1	23-07-2009
GB 1173755 A	10-12-1969	AT 282848 B	10-07-1970
		CH 430066 A	15-02-1967
		GB 1173755 A	10-12-1969
		SE 327260 B	17-08-1970
DE 19931331 A1	18-01-2001	AT 229392 T	15-12-2002
		DE 19931331 A1	18-01-2001
		EP 1200216 A1	02-05-2002
		US 6880616 B1	19-04-2005
		WO 0103867 A1	18-01-2001

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

- DE 1558345 A [0005] [0006]