



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.01.2022 Patentblatt 2022/04

(21) Anmeldenummer: **20187300.7**

(22) Anmeldetag: **23.07.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 11/00 (2006.01) **B21B 1/46** (2006.01)
B21B 13/22 (2006.01) **B22D 11/12** (2006.01)
B22D 11/14 (2006.01) **C21D 8/02** (2006.01)
C21D 9/52 (2006.01) **B21B 37/28** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22D 11/002; B21B 1/463; B21B 13/22;
B21B 37/28; B22D 11/1206; B22D 11/142;
B22D 11/16; C21D 8/0226; C21D 9/52

(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

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **Grosseiber, Simon**
4060 Leonding (DE)

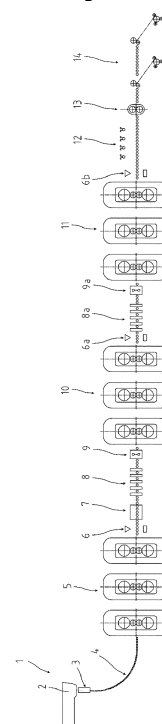
- **Lengauer, Thomas**
4616 Weißkirchen a.d. Traun (AT)
- **Linzer, Bernd**
4621 Leombach (AT)
- **Schwarz, Gero**
4030 Linz (AT)
- **Winkler, Roman**
4203 Altenberg (AT)
- **Zahedi, Michael**
4502 St. Marien (AT)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(54) **GIESS-WALZ-VERBUNDANLAGE ZUR HERSTELLUNG EINES WARMGEWALZTEN FERTIGBANDS AUS EINER STAHLSCHELZE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines warmgewalzten Fertigbands aus einer Stahlschmelze. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine neuartige Gieß-Walz-Verbundanlage zu finden, auf der kostengünstig und mit hoher Produktivität Stahlbänder mit einer Dicke $\leq 0,6$ mm, einer hervorragenden Planheit und einem hervorragenden Profil hergestellt werden können. Diese Aufgabe wird durch eine Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 1 gelöst.

Fig. 1



Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Metallurgie von Stahlwerkstoffen. Konkret betrifft die Erfindung eine Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines warmgewalzten Fertigbands aus einer Stahlschmelze.

Stand der Technik

[0002] Gieß-Walz-Verbundanlagen sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt. Auf einer Gieß-Walz-Verbundanlage kann kostengünstig und mit hoher Produktivität aus einer Stahlschmelze ein Stahlband hergestellt werden. Beispielsweise zeigt die EP 1 662 012 B1 eine Gieß-Walz-Verbundanlage vom Typ Arvedi ESP. Die EP 1 909 979 B1 zeigt eine Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung von Grobblechen. Die EP 1 940 566 B1 und die EP 2 19 622 B1 zeigen je eine Gieß-Walz-Verbundanlage vom Typ Arvedi ESP zur Herstellung von Stahlbändern mit einer Dicke von 1,5 bis 5 mm bzw. von 0,8 bis 12 mm.

[0003] Obwohl sich Gieß-Walz-Verbundanlagen durchgesetzt haben, wird immer noch der Großteil von dünnen Stahlbändern mit einer Dicke $< 0,8$ mm durch Warm-, Kaltwalzen und anschließendes Glühen hergestellt. Dies führt dazu, dass die Produktion von Stahlbändern nach wie vor zu einem relativ hohen CO_2 Ausstoß führt.

[0004] Wie auf Gieß-Walz-Verbundanlagen ein signifikanter Anteil ($> 10\%$ der Jahresproduktion) von Stahlbändern mit einer Dicke $\leq 0,6$ mm, einer hervorragenden Planheit und einem hervorragenden Profil hergestellt werden kann, ohne dass die Stahlbänder nach dem Warmwalzen noch kaltgewalzt werden müssen, geht aus dem Stand der Technik nicht hervor.

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die existierenden Gieß-Walz-Verbundanlagen dahingehend weiterzubilden und so eine neuartige Gieß-Walz-Verbundanlage zu finden, auf der kostengünstig und mit hoher Produktivität Stahlbänder mit einer Dicke $\leq 0,6$ mm, einer hervorragenden Planheit und einem hervorragenden Profil hergestellt werden können, ohne dass die Stahlbänder nach dem Warmwalzen noch kaltgewalzt werden müssten.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Konkret erfolgt die Lösung durch eine Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines warmgewalzten Fertigbands, aufweisend:

- eine Stranggießanlage mit einer bogenförmigen

Strangführung zum Stranggießen einer Stahlschmelze zu einem endlosen Strang mit Brammen- oder Dünnbrammenquerschnitt;

- optional einen Brammenentzunder zum Entzundern des Strangs vor einem Vorwalzen;
- eine Vorstraße mit mehreren, bevorzugt genau drei, Vorwalzgerüsten zum Vorwalzen des endlosen Strangs zu einem Vorband, wobei zumindest ein, bevorzugt jedes, Vorwalzgerüst, zumindest einen Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Vorbands aufweist;
- ein erster Induktionsofen zum Erwärmen des Vorbands auf eine erste Walztemperatur;
- ein erstes Messgerät zur Messung des Ist-Profils des Vorbands, wobei das erste Messgerät in Materialflussrichtung zwischen dem letzten Vorwalzgerüst der Vorstraße und dem ersten Induktionsofen angeordnet ist;
- eine erste Entzunderungseinrichtung zum Entzundern des erwärmten Vorbands;
- eine Zwischenstraße mit mehreren, bevorzugt genau drei, Zwischenwalzgerüsten zum Zwischenwalzen des endlosen Vorbands zu einem Zwischenband, wobei zumindest ein, bevorzugt jedes, Zwischenwalzgerüst, zumindest einen Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Zwischenbands aufweist;
- ein zweites Messgerät zur Messung des Ist-Profils des Zwischenbands;
- optional ein zweiter Induktionsofen zum Erwärmen des Zwischenbands auf eine zweite Walztemperatur und eine zweite Entzunderungseinrichtung zum Entzundern des erwärmten Zwischenbands;
- eine Fertigstraße mit mehreren, bevorzugt genau drei, Fertigwalzgerüsten zum Fertigwalzen des endlosen Zwischenbands zu einem Fertigband, wobei zumindest ein, bevorzugt jedes, Fertigwalzgerüst, zumindest einen Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Fertigbands aufweist;
- ein drittes Messgerät zur Messung des Ist-Profils des Fertigbands;
- optional eine Kühlstrecke zum Abkühlen des Fertigbands auf eine Wickeltemperatur;
- eine Schere zum Querteilen des Fertigbands; und
- eine Wickeleinrichtung mit zumindest zwei Haspeldornen zum Aufwickeln des Fertigbands zu Bunden.

[0008] Auf der Stranggießanlage mit einer bogenförmigen Strangführung wird aus einer Stahlschmelze ein endloser Strang mit Brammen- oder Dünnbrammenquerschnitt gegossen. Die Gießgeschwindigkeit der Stranggießanlage beträgt je nach der chem. Zusammensetzung der Stahlschmelze typischerweise zwischen 4 und 7,5 m/min, die Strangdicke zwischen 50 und 130 mm sowie die Strangbreite zwischen 800 und 2200 mm. Vorzugsweise wird die Dicke des teil- oder durcherstarten Strangs bereits in der Strangführung reduziert, z.B. durch eine Liquid- oder Soft-Core-Reduction.

Nach der Durcherstarrung wird der ungeschnittene Strang in einer Vorstraße mit mehreren, bevorzugt genau drei, Vorwalzgerüsten zu einem Vorband warmgewalzt. Zumindest ein, bevorzugt jedes, Vorwalzgerüst der Vorstraße weist zumindest einen Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Vorbands auf. Durch den Aktuator bzw. die Aktuatoren in den Vorwalzgerüsten kann das Profil des Vorbands gezielt eingestellt werden.

Ein erster Induktionsofen, typischerweise mit mehreren Induktionsmodulen, erwärmt das endlose Vorband auf eine erste Walztemperatur.

Zur Erfassung des Bandprofils des Vorbands ist in Materialflussrichtung zwischen dem letzten Vorwalzgerüst der Vorstraße und dem ersten Induktionsofen ein erstes Messgerät zur Messung des Ist-Profils des Vorbands angeordnet.

Nach dem letzten Induktionsmodul und vor dem ersten Zwischenwalzgerüst der Zwischenstraße ist eine erste Entzunderungseinrichtung zum Entzundern des erwärmten Vorbands angeordnet. Dabei werden die Ober- und die Unterseite des Vorbands entzündert, sodass kein Zunder beim Zwischenwalzen eingewalzt werden kann. Die Dicke des endlosen Vorbands wird durch ein Warmwalzen in der Zwischenstraße mit mehreren, bevorzugt genau drei, Zwischenwalzgerüsten zu einem Zwischenband weiter reduziert. Zumindest ein, bevorzugt jedes, Zwischenwalzgerüst weist zumindest einen Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Zwischenbands auf. Durch den Aktuator bzw. die Aktuatoren in den Zwischenwalzgerüsten können das Profil und die Planheit des Zwischenbands gezielt eingestellt werden. Nach dem letzten Zwischenwalzgerüst der Zwischenstraße ist ein zweites Messgerät zur Messung des Ist-Profils des Zwischenbands angeordnet.

Nach der Zwischenstraße sind vorzugsweise ein zweiter Induktionsofen, typischerweise mit mehreren Induktionsmodulen, zum Erwärmen des Zwischenbands auf eine zweite Walztemperatur und nach dem zweiten Induktionsofen und vor dem ersten Fertigwalzgerüst der Fertigstraße eine zweite Entzunderungseinrichtung zum Entzundern des Zwischenbands angeordnet. Dabei werden die Ober- und die Unterseite des Zwischenbands entzündert, sodass kein Zunder beim Fertigwalzen eingewalzt werden kann.

Die Dicke des endlosen Zwischenbands wird durch ein Warmwalzen in der Fertigstraße mit mehreren, bevorzugt genau drei, Fertigwalzgerüsten zu einem Fertigband weiter reduziert. Zumindest ein, bevorzugt jedes, Fertigwalzgerüst weist zumindest einen Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Fertigbands auf. Durch den Aktuator bzw. die Aktuatoren in den Fertigwalzgerüsten können das Profil und die Planheit des Fertigbands gezielt eingestellt werden.

Nach dem letzten Fertigwalzgerüst der Fertigstraße ist ein drittes Messgerät zur Messung des Ist-Profils des Fertigbands angeordnet.

Nach der Fertigstraße ist typischerweise eine Kühlstre-

cke zum Abkühlen des Fertigbands auf eine Wickeltemperatur angeordnet. Die Ober- und die Unterseite des Fertigbands werden dabei durch mehrere Kühleinrichtungen, engl. *cooling header*, abgekühlt.

Das Fertigband wird durch eine Schere quergeteilt und in der Wickeleinrichtung mit zumindest zwei Haspeldorren zu Bunden aufgewickelt.

[0009] In Anspruch 1 wurde jeweils zumindest ein Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Vorbands, des Zwischenbands und des Fertigbands genannt. Dem Fachmann ist bekannt, dass das Profil und/oder die Planheit eines bandförmigen Walzguts z.B. durch das Durchbiegen wenigstens einer Arbeitswalze eines Walzgerüsts, eine SmartCrown Verstellung, eine breitenabhängige Multizonenkühlung oder ein gezieltes Verschieben der Arbeitswalzen etc. erfolgen kann.

[0010] Durch die Aufteilung der Dickenreduktion auf zumindest drei (Vor-, Zwischen- und Fertigstraße), bevorzugt vier (z.B. Liquid Core Reduction LCR in der Strangführung, Vor-, Zwischen- und Fertigstraße) Stufen, die Messung des Ist-Profils nach der Vor-, Zwischen- und Fertigstraße sowie durch die Ausstattung der Gerüste in der Vor-, Zwischen- und Fertigstraße mit Aktuatoren zur Beeinflussung des Bandprofils und/oder der Bandplanheit, kann sichergestellt werden, dass auch ein ultradünnes Fertigband mit einer Dicke $\leq 0,8$ mm bzw. sogar $\leq 0,6$ mm eine hervorragende Planheit und ein hervorragendes Profil aufweisen. Außerdem können durch die Induktionsöfen die erste Walztemperatur in der Zwischenstraße, die zweite Walztemperatur in der Fertigstraße sowie die Endwalztemperatur im letzten Gerüst der Fertigstraße hochgenau eingestellt werden. Die erfindungsgemäße Gieß-Walz-Verbundanlage kann somit nicht nur ein Band mit hochgenauen geometrischen Eigenschaften erzeugen, sondern auch den Temperaturverlauf in der Walzstraße entsprechend dem gewünschten Gefüge des Fertigbands exakt einstellen.

[0011] Um das Profil des Vorbands ausregeln zu können, ist es vorteilhaft, wenn ein erster Profilregler zumindest einen Aktuator in der Vorstraße in Abhängigkeit des Ist-Profils des Vorbands derart ansteuern kann, dass das Ist-Profil des Vorbands einem Soll-Profil möglichst entspricht.

[0012] Es ist vorteilhaft, wenn das zweite Messgerät in Materialflussrichtung zwischen dem letzten Zwischenwalzgerüst der Zwischenstraße und dem ersten Fertigwalzgerüst der Fertigwalzstraße, bevorzugt zwischen dem letzten Zwischenwalzgerüst der Zwischenstraße und dem zweiten Induktionsofen, angeordnet ist.

[0013] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das zweite Messgerät auch die Ist-Planheit des Zwischenbands messen kann. Dies kann dadurch erfolgen, dass das zweite Messgerät eine Messeinheit zur Messung des Ist-Profils und eine weiteren Messeinheit zur Messung der Ist-Planheit umfasst.

[0014] Um das Profil des Zwischenbands ausregeln zu können, ist es vorteilhaft, wenn ein zweiter Profilregler zumindest einen Aktuator in der Zwischenstraße in Ab-

hängigkeit des Ist-Profiles des Zwischenbands derart ansteuern kann, dass das Ist-Profil des Zwischenbands einem Soll-Profil möglichst entspricht.

[0015] Um die Planheit des Zwischenbands ausregeln zu können, ist es vorteilhaft, wenn ein erster Planheitsregler zumindest einen Aktuator in der Zwischenstraße in Abhängigkeit der Ist-Planheit des Zwischenbands derart ansteuern kann, dass die Ist-Planheit des Zwischenbands einer Soll-Planheit möglichst entspricht.

[0016] Die Regelung des Ist-Profiles und der Ist-Planheit in der Zwischenstraße ist möglich, wenn beide Regelkreise aktiv und einander überlagert ausgeführt werden.

[0017] Um den Verschleiß der Arbeitswalzen in der Fertigstraße kompensieren zu können, ist es vorteilhaft, wenn zumindest ein Fertigwalzgerüst der Fertigstraße, bevorzugt jedes Fertigwalzgerüst der Fertigstraße, zwei Verschiebeeinrichtungen zum axialen Verschieben der Arbeitswalzen in entgegengesetzte Richtungen aufweisen. Bevorzugt erlauben die Verschiebeeinrichtungen ein sog. "long stroke" Verschieben der Arbeitswalzen mit einer max. Verschiebung von 200 mm, 500 mm, bzw. 800 mm.

[0018] Es ist vorteilhaft, wenn das dritte Messgerät in Materialflussrichtung zwischen dem letzten Fertigwalzgerüst der Fertigstraße und der Wickeleinrichtung, bevorzugt zwischen dem letzten Fertigwalzgerüst der Fertigstraße und der Kühlstrecke, angeordnet ist. Auch das dritte Messgerät kann bspw. aus zwei Messeinheiten bestehen, einer Einheit zur Messung des Ist-Profiles und einer weiteren zur Messung der Ist-Planheit.

[0019] Um das Profil des Fertigbands ausregeln zu können, ist es vorteilhaft, wenn ein dritter Profilregler zumindest einen Aktuator in der Fertigstraße in Abhängigkeit des Ist-Profiles des Fertigbands derart ansteuern kann, dass das Ist-Profil des Vorbands einem Soll-Profil möglichst entspricht.

[0020] Um die Planheit des Fertigbands ausregeln zu können, ist es vorteilhaft, wenn ein zweiter Planheitsregler zumindest einen Aktuator in der Fertigstraße in Abhängigkeit der Ist-Planheit des Fertigbands derart ansteuern kann, dass die Ist-Planheit des Fertigbands einer Soll-Planheit möglichst entspricht.

[0021] Die Regelung des Ist-Profiles und der Ist-Planheit in der Fertigstraße ist möglich, wenn beide Regelkreise aktiv und einander überlagert ausgeführt werden.

[0022] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mit Messgeräten jeweils nach der Vor-, Zwischen- und Fertigstraße kann eine besonders gute Planheit erzielt werden, weil das relative Bandprofil nach der Vor-, Zwischen- und Fertigstraße konstant gehalten werden kann und weil etwaige Profilabweichungen nicht erst nach dem Fertigwalzen, sondern bereits nach dem Vor- und Zwischenwalzen erkannt und ggf. kompensiert werden können. Dies ist insbesondere bei ultradünnen Bändern vorteilhaft, da das relative Bandprofil bei jedem Walzstich konstant gehalten werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0023] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen:

Fig 1 ein Schema einer ersten Gieß-Walz-Verbundanlage,

Fig 2 ein Regelschema für einen ersten Profilregler in der Vorstraße 5 aus Fig 1,

Fig 3 ein Regelschema für einen zweiten Profilregler in der Zwischenstraße 10 aus Fig 1,

Fig 4 ein Regelschema für einen zweiten Planheitsregler in der Fertigstraße 11 aus Fig 1,

Fig 5 ein Schema einer zweiten Gieß-Walz-Verbundanlage,

Fig 6 ein Temperaturverlauf bei der Herstellung eines ultradünnen Fertigbands in einer Gieß-Walz-Verbundanlage, und

Fig 7 ein Dickenverlauf bei der Herstellung eines ultradünnen Fertigbands in einer Gieß-Walz-Verbundanlage.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0024] In der Fig 1 ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Gieß-Walz-Verbundanlage dargestellt. In der Stranggießanlage 1 wird Stahlschmelze zu einem endlosen Strang 4 mit Brammenformat und einer Enddicke von 100 mm vergossen. Dazu wird die Stahlschmelze über einen Gießverteiler 2 der Kokille 3 zugeführt. Der Strang 4 verlässt die Kokille mit einer Dicke von 105 mm. In der bogenförmigen Strangführung der Stranggießanlage 1 wird die Dicke des Strang 4 durch eine LCR auf die Enddicke von 100 mm reduziert. Anschließend tritt der Strang 4 in das erste Vorwalzgerüst der Vorstraße 5 ein und wird in der Vorwalzstraße durch drei Walzstiche zu einem Vorband mit einer Dicke von 9 mm reduziert. Der letzte Walzstich in der Vorwalzstraße 5 erfolgt bei 900 °C. Das Vorband wird im ersten Induktionsofen 8 auf eine Temperatur von 1150 °C erwärmt und anschließend in der ersten Entzunderungseinrichtung 9 entzündert. Dabei fällt die Temperatur des Vorbands auf 1050 °C ab. In der nachfolgenden Zwischenstraße 10 wird das Vorband durch drei Walzstiche zu einem Zwischenband mit einer Dicke von 1,3 mm reduziert. Der letzte Walzstich im letzten Zwischenwalzgerüst der Zwischenstraße 10 erfolgt bei einer Temperatur von 925 °C.

Das Zwischenband wird anschließend im zweiten Induktionsofen 8a auf eine Temperatur von 975 °C erwärmt. Da das Erwärmen im zweiten Induktionsofen 8a sehr rasch und um lediglich 50 °C erfolgt, wird das erwärmte Zwischenband in der zweiten Entzunderungseinrichtung 9a nicht entzündet und tritt direkt in das erste Fertigwalzgerüst der Fertigstraße 11 ein. In der Fertigstraße 11 wird das Zwischenband wiederum durch drei Walzstiche zu einem ultradünnen Fertigband mit einer Dicke von 0,6 mm reduziert. Der letzte Walzstich in der Fertigstraße 11 erfolgt im austenitischen Temperaturbereich bei einer Temperatur von 875 °C. Nach der Fertigstraße 11 wird das Fertigband in der Kühlstrecke 12 auf 650 °C abgekühlt, anschließend durch die Schere 13 quergeteilt und in den Wickeleinrichtungen 14 aufgewickelt. Das Verfahren läuft im Endlosbetrieb ab, d.h. dass das endlose Band erstmals durch die Schere 13 quergeteilt wird. Die Temperaturverläufe sowie die Dickenverläufe bei der Herstellung des ultradünnen Fertigbands mit einer Dicke von 0,6 mm sind in den Fig 6 und 7 angegeben.

[0025] Die Funktionsweise eines ersten Profilreglers wird anhand der Fig 2 erläutert. Nach dem letzten Vorwalzgerüst R3 der Vorstraße 5 und vor dem ersten Induktionsofen 8 ist ein erstes Messgerät 6 zur Messung des Ist-Profils des Vorbands angeordnet. Die Messwerte m1 für das Ist-Profil des Vorbands werden an den Regler 15 übermittelt. Der Regler 15 berechnet in Abhängigkeit der Messwerte m1 für das Ist-Profil und in Abhängigkeit des Soll-Profils des Vorbands drei Stellgrößen u1...u3 aus, die an die Aktuatoren zur Durchbiegung der Arbeitswalzen in den drei Vorwalzgerüsten R1...R3 der Vorstraße 5 übertragen werden. Die Aktuatoren biegen die Arbeitswalzen der Vorwalzgerüste so durch, dass das Ist-Profil dem Soll-Profil möglichst entspricht.

[0026] Die Funktionsweise eines zweiten Profilreglers wird anhand der Fig 3 erläutert. Nach dem letzten Zwischenwalzgerüst I3 der Zwischenstraße 10 und vor dem zweiten Induktionsofen 8a ist ein zweites Messgerät 6a zur Messung des Ist-Profils des Zwischenbands angeordnet. Die Messwerte m2 für das Ist-Profil werden an den Regler 15 übermittelt. Der Regler 15 berechnet in Abhängigkeit der Messwerte m2 für das Ist-Profil und in Abhängigkeit des Soll-Profils des Zwischenbands drei Stellgrößen u4...u6 aus, die an die Aktuatoren zur Durchbiegung der Arbeitswalzen in den drei Zwischenwalzgerüsten I1...I3 der Zwischenstraße 10 übertragen werden. Die Aktuatoren biegen die Arbeitswalzen der Zwischenwalzgerüste so durch, dass das Ist-Profil dem Soll-Profil möglichst entspricht.

[0027] Die Funktionsweise eines dritten Profilreglers und eines zweiten Planheitsreglers werden anhand der Fig 4 erläutert. Nach dem letzten Fertigwalzgerüst F3 der Fertigstraße 11 und vor der Kühlstrecke ist ein drittes Messgerät 6b zur Messung des Ist-Profils m3 und der Ist-Planheit m4 des Fertigbands angeordnet. Die Funktionsweise des dritten Profilreglers ist analog zu den bereits erklärten Profilreglern. Der zweite Planheitsregler funktioniert wie folgt: Die Messwerte m4 für die Ist-Plan-

heit werden ebenfalls an den Regler 15 übermittelt. Der Regler 15 berechnet in Abhängigkeit der Messwerte m4 für die Ist-Planheit und in Abhängigkeit der Soll-Planheit des Fertigbands drei Stellgrößen u7...u9 aus, die an die Aktuatoren zur Durchbiegung der Arbeitswalzen in den drei Fertigwalzgerüsten F1...F3 der Fertigstraße 11 übertragen werden. Die Aktuatoren biegen die Arbeitswalzen der Fertigwalzgerüste so durch, dass die Ist-Planheit der Soll-Planheit möglichst entspricht.

[0028] Es ist möglich, dass in den Fertigwalzgerüsten der Fertigstraße 11 Aktuatoren zur Durchbiegung der Arbeitswalzen und zusätzlich eine breitenabhängige Multizonenkühlung der Arbeits- oder eventuell sogar der Stützwalzen vorhanden sind.

[0029] Die Fig 5 zeigt die Gieß-Walzverbundanlage aus Fig 1 mit drei Profilreglern zur Regelung des Profils nach der Vor- Zwischen- und Fertigstraße 5, 10, 11 und zwei Planheitsreglern zur Regelung der Planheit nach der Zwischen- und Fertigstraße 10, 11. Die drei Profilregler und die zwei Planheitsregler sind zu einem digitalen Regler 15 zusammengefasst.

[0030] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0031]

1, CCM	Stranggießanlage
2	Gießverteiler
3	Kokille
4	Strang
5	Vorstraße
6	Erstes Messgerät
6a	Zweites Messgerät
6b	Drittes Messgerät
7	Rollgang
8, IH1	Erster Induktionsofen
8a, IH2	Zweiter Induktionsofen
9, DESC	Erste Entzunderungseinrichtung
9a	Zweite Entzunderungseinrichtung
10	Zwischenstraße
11	Fertigstraße
12	Kühlstrecke
13	Schere
14, DC	Wickeleinrichtung
15	Regler
m1...m4	Messgrößen
u1...u9	Stellgrößen
R1... R3	Erstes bis drittes Vorwalzgerüst
I1...I3	Erstes bis drittes Zwischenwalzgerüst
F1...F3	Erstes bis drittes Fertigwalzgerüst

Patentansprüche

1. Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines warmgewalzten Fertigbands, aufweisend:

- eine Stranggießanlage (1) mit einer bogenförmigen Strangführung zum Stranggießen einer Stahlschmelze zu einem endlosen Strang (4) mit Brammen- oder Dünnbrammenquerschnitt;
- optional einen Brammenentzunder zum Entzundern des Strangs (4) vor einem Vorwalzen;
- eine Vorstraße (5) mit mehreren, bevorzugt genau drei, Vorwalzgerüsten (R1...R3) zum Vorwalzen des endlosen Strangs (4) zu einem Vorband, wobei zumindest ein, bevorzugt jedes, Vorwalzgerüst, zumindest einen Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Vorbands aufweist;
- ein erster Induktionsofen (8) zum Erwärmen des Vorbands auf eine erste Walztemperatur;
- ein erstes Messgerät (6) zur Messung des Ist-Profils des Vorbands, wobei das erste Messgerät (6) in Materialflussrichtung zwischen dem letzten Vorwalzgerüst (R3) der Vorstraße (5) und dem ersten Induktionsofen (8) angeordnet ist;
- eine erste Entzunderungseinrichtung (9) zum Entzundern des erwärmten Vorbands;
- eine Zwischenstraße (10) mit mehreren, bevorzugt genau drei, Zwischenwalzgerüsten (I1...I3) zum Zwischenwalzen des endlosen Vorbands zu einem Zwischenband, wobei zumindest ein, bevorzugt jedes, Zwischenwalzgerüst, zumindest einen Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Zwischenbands aufweist;
- ein zweites Messgerät (6a) zur Messung des Ist-Profils des Zwischenbands;
- optional ein zweiter Induktionsofen (8a) zum Erwärmen des Zwischenbands auf eine zweite Walztemperatur und eine zweite Entzunderungseinrichtung (9a) zum Entzundern des erwärmten Zwischenbands;
- eine Fertigstraße (11) mit mehreren, bevorzugt genau drei, Fertigwalzgerüsten (F1...F3) zum Fertigwalzen des endlosen Zwischenbands zu einem Fertigband, wobei zumindest ein, bevorzugt jedes, Fertigwalzgerüst zumindest einen Aktuator zur Einstellung des Profils und/oder der Planheit des Fertigbands aufweist;
- ein drittes Messgerät (6b) zur Messung des Ist-Profils des Fertigbands;
- optional eine Kühlstrecke (12) zum Abkühlen des Fertigbands auf eine Wickeltemperatur;
- eine Schere (13) zum Querteilen des Fertigbands; und
- eine Wickeleinrichtung (14) mit zumindest zwei Haspeldornen zum Aufwickeln des Fertigbands

zu Bunden.

2. Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Profilregler zumindest einen Aktuator in der Vorstraße (5) in Abhängigkeit des Ist-Profils des Vorbands derart ansteuern kann, dass das Ist-Profil des Vorbands einem Soll-Profil möglichst entspricht.
3. Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Messgerät (6a) in Materialflussrichtung zwischen dem letzten Zwischenwalzgerüst (I3) der Zwischenstraße (10) und dem ersten Fertigwalzgerüst (F1) der Fertigwalzstraße (11), bevorzugt zwischen dem letzten Zwischenwalzgerüst (I3) der Zwischenstraße (10) und dem zweiten Induktionsofen (8a) angeordnet ist.
4. Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Messgerät (6a) neben der Messung des Ist-Profils auch zur Messung der Ist-Planheit des Zwischenbands ausgebildet ist.
5. Gieß-Walz-Verbundanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweiter Profilregler zumindest einen Aktuator in der Zwischenstraße (10) in Abhängigkeit des Ist-Profils des Zwischenbands derart ansteuern kann, dass das Ist-Profil des Zwischenbands einem Soll-Profil möglichst entspricht.
6. Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Planheitsregler zumindest einen Aktuator in der Zwischenstraße (10) in Abhängigkeit der Ist-Planheit des Zwischenbands derart ansteuern kann, dass die Ist-Planheit des Zwischenbands einer Soll-Planheit möglichst entspricht.
7. Gieß-Walz-Verbundanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Fertigwalzgerüst (F1...F3) der Fertigstraße (11), bevorzugt jedes Fertigwalzgerüst der Fertigstraße (11), zwei Verschiebeeinrichtungen zum axialen Verschieben der Arbeitswalzen in entgegengesetzte Richtungen aufweisen.
8. Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschiebeeinrichtungen eine axiale Verschiebung um 200 mm, bevorzugt 500 mm, besonders bevorzugt um 800 mm, erlauben.
9. Gieß-Walz-Verbundanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dritte Messgerät (6b) in Materialflussrichtung zwischen dem letzten Fertigwalzgerüst (F3) der

Fertigstraße (11) und der Wickeleinrichtung (14), bevorzugt zwischen dem letzten Fertigwalzgerüst (F3) der Fertigstraße (11) und der Kühlstrecke (12), angeordnet ist.

5

10. Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dritte Messgerät (6b) neben der Messung des Ist-Profiles auch zur Messung der Ist-Planheit des Fertigbands ausgebildet ist.

10

11. Gieß-Walz-Verbundanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein dritter Profilregler zumindest einen Aktuator in der Fertigstraße (11) in Abhängigkeit des Ist-Profiles des Fertigbands derart ansteuern kann, dass das Ist-Profil des Fertigbands einem Soll-Profil möglichst entspricht.

15

12. Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweiter Planheitsregler zumindest einen Aktuator in der Fertigstraße (11) in Abhängigkeit der Ist-Planheit des Fertigbands derart ansteuern kann, dass die Ist-Planheit des Fertigbands einer Soll-Planheit möglichst entspricht.

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

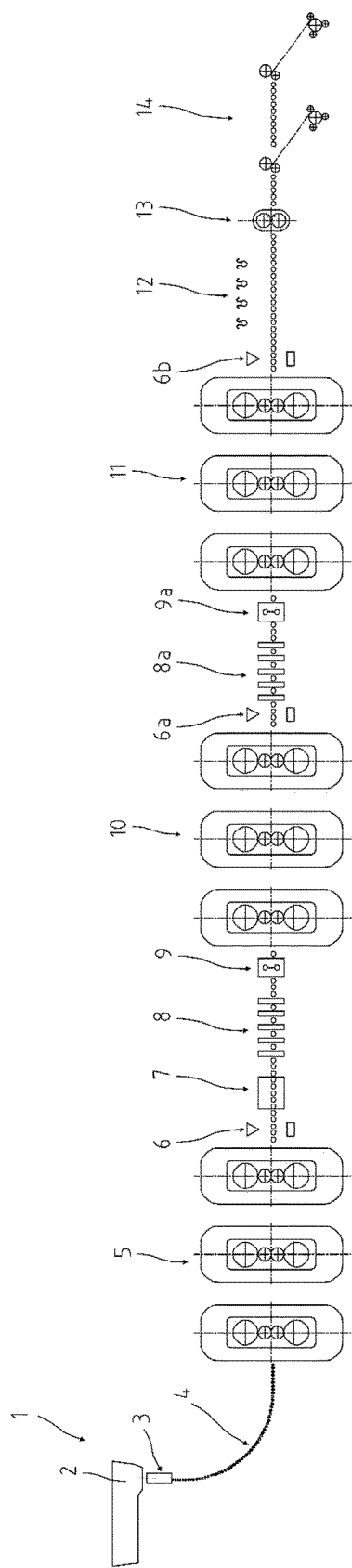


Fig. 2

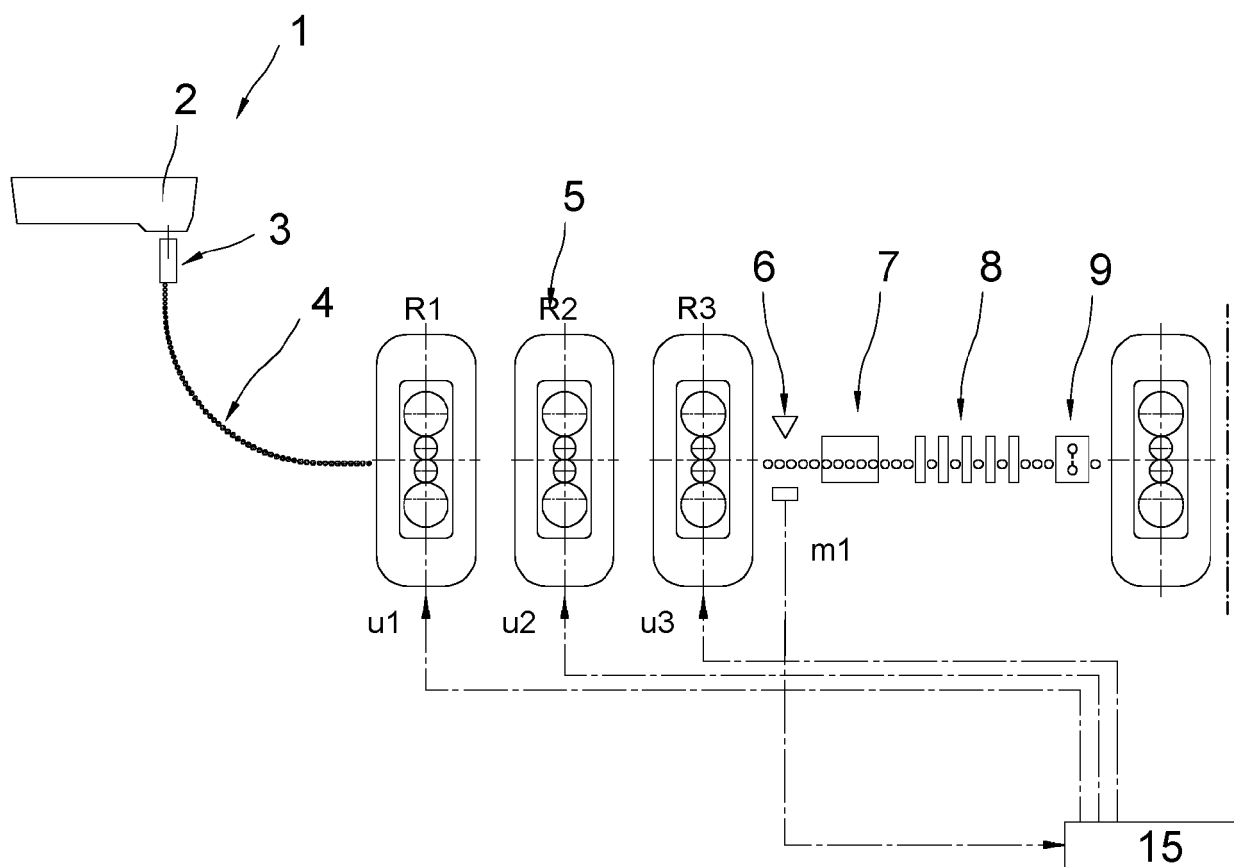


Fig. 3

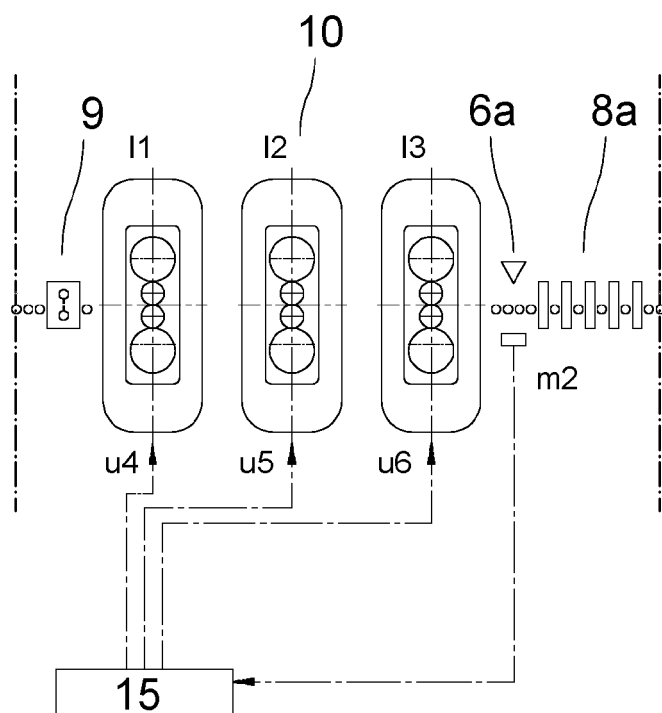


Fig. 4

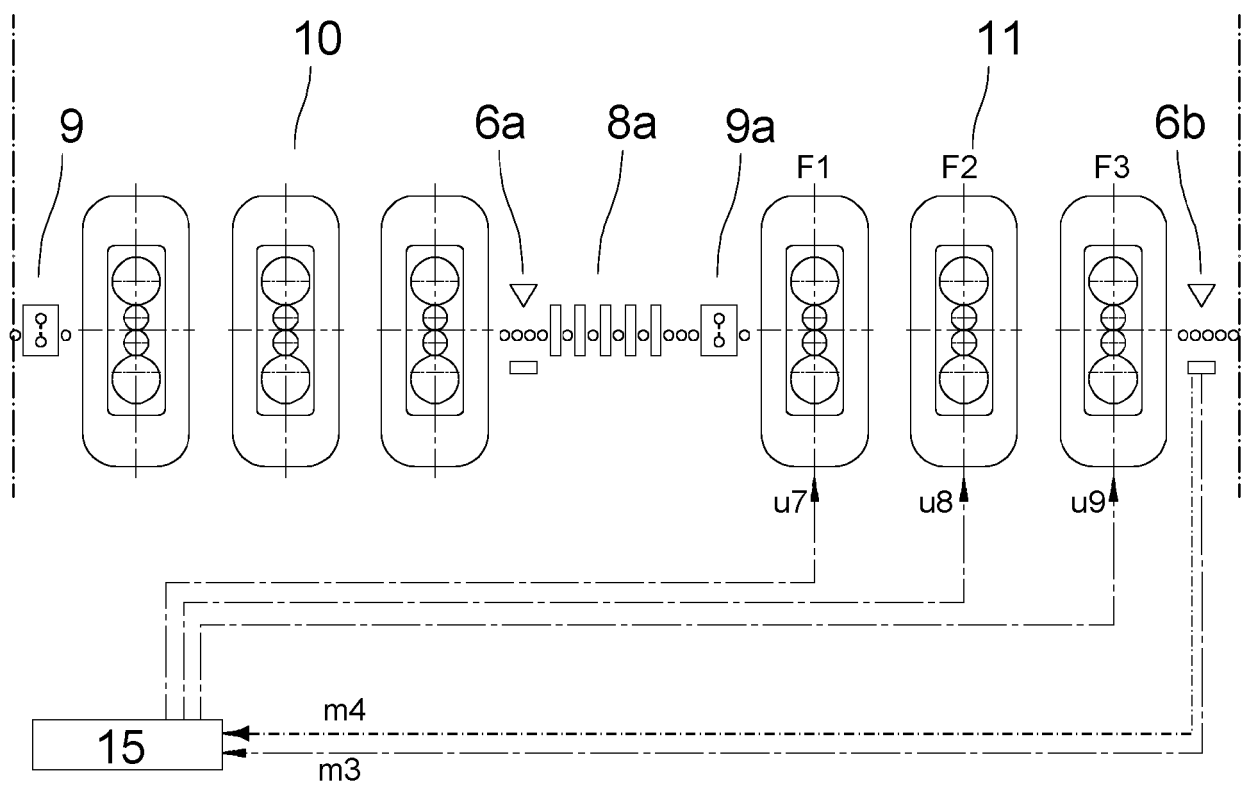


Fig. 5

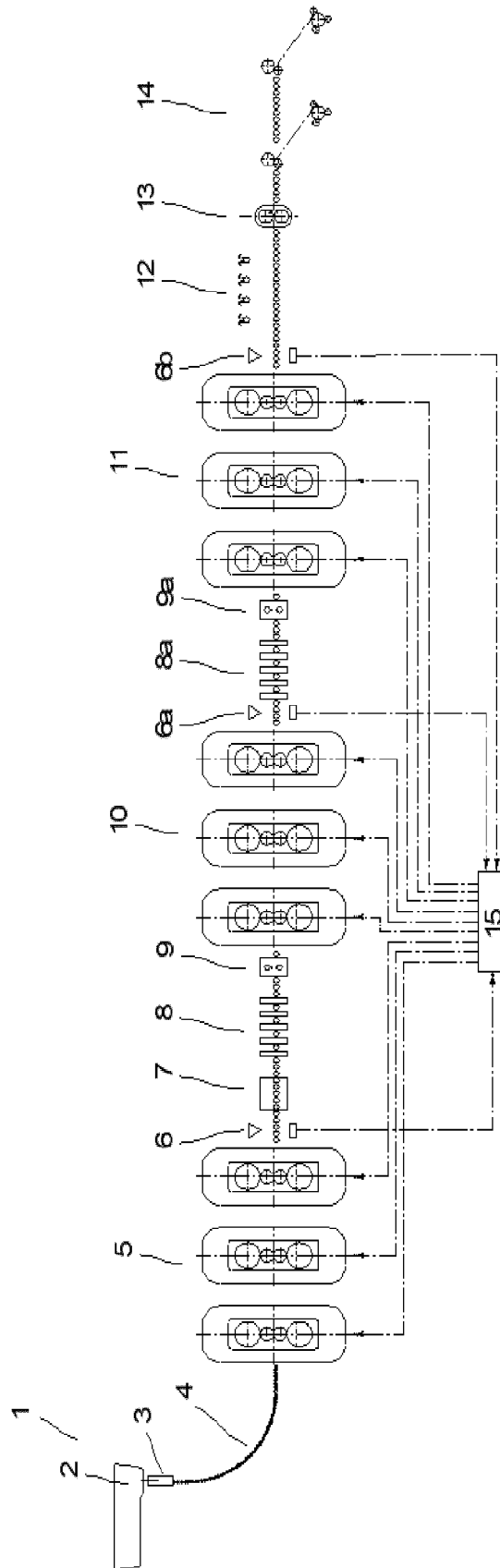


Fig. 6

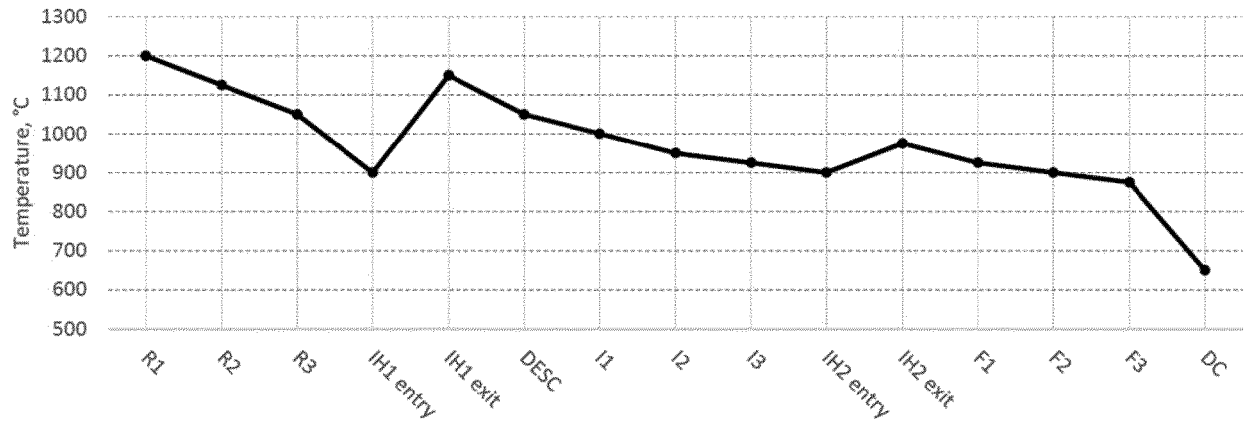
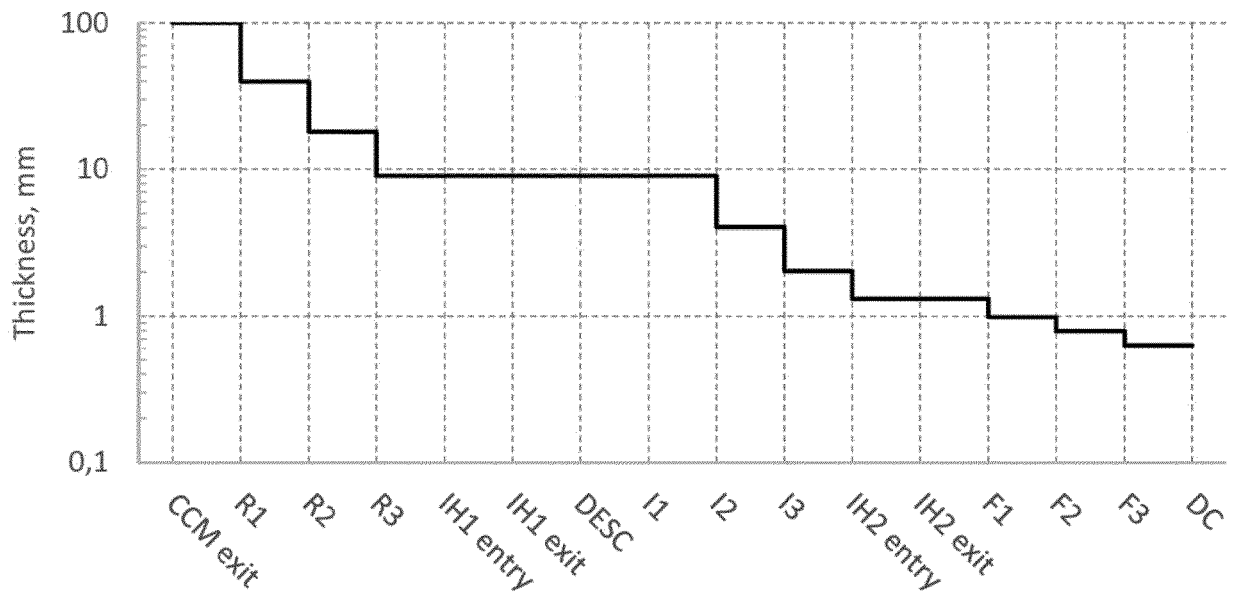


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 18 7300

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	ARVEDI G ET AL: "Arvedi ESP first thin slab endless casting and rolling results", IRONMAKING & STEELMAKING: PROCESSES, PRODUCTS AND APPLICATIONS, MANEY PUBLISHING, UNITED KINGDOM, Bd. 37, Nr. 4, 1. Mai 2010 (2010-05-01), Seiten 271-275, XP002624183, ISSN: 0301-9233, DOI: 10.1179/030192310X12646889255744 * Seite 272, linke Spalte, Zeile 20 - Seite 275, rechte Spalte, Zeile 35; Abbildungen 2, 5, 7 *	1-12	INV. B22D11/00 B21B1/46 B21B13/22 B22D11/12 B22D11/14 C21D8/02 C21D9/52 B21B37/28
A	WO 2016/146621 A1 (SMS GROUP GMBH [DE]) 22. September 2016 (2016-09-22) * Zusammenfassung * * Seite 14, Zeile 21 - Seite 24, Zeile 10 *	1-12	
A	EP 0 121 148 A1 (SCHLOEMANN SIEMAG AG [DE]) 10. Oktober 1984 (1984-10-10) * Zusammenfassung * * Seite 11, Zeile 19 - Seite 19, Zeile 20; Abbildungen 1-4 *	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22D B21B C21D
A	WO 95/34388 A1 (DAVY MCKEE POOLE [GB]; ROBERT JOHN BEATTIE [GB]) 21. Dezember 1995 (1995-12-21) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 8, Zeile 20; Abbildungen 1-3 *	1-12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Oktober 2020	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 Patentedokument, 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 03.82 (P04C03)

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

EP 20 18 7300

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.

21-10-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	WO 2016146621	A1	22-09-2016	CN	107530748 A	02-01-2018
				EP	3271092 A1	24-01-2018
				JP	6704925 B2	03-06-2020
15				JP	2018511483 A	26-04-2018
				KR	20170117147 A	20-10-2017
				RU	2017129842 A	16-04-2019
				TW	201641171 A	01-12-2016
				US	2018056349 A1	01-03-2018
20				WO	2016146621 A1	22-09-2016

	EP 0121148	A1	10-10-1984	EP	0121148 A1	10-10-1984
				JP	2583481 B2	19-02-1997
				JP	S59197309 A	08-11-1984
25				US	4711109 A	08-12-1987

	WO 9534388	A1	21-12-1995	EP	0764064 A1	26-03-1997
				JP	H10501465 A	10-02-1998
				WO	9534388 A1	21-12-1995
30	-----					
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

- EP 1662012 B1 **[0002]**
- EP 1909979 B1 **[0002]**
- EP 1940566 B1 **[0002]**
- EP 219622 B1 **[0002]**