



(11)

EP 3 558 563 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.08.2024 Patentblatt 2024/34

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 11/12 (2006.01) **B22D 11/08** (2006.01)
B21B 1/46 (2006.01) **B21B 13/22** (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17826509.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C21D 8/0215; B21B 1/463; B21B 13/22;
B22D 11/08; B22D 11/1206

(22) Anmeldetag: **21.12.2017**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/084162

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/115324 (28.06.2018 Gazette 2018/26)

(54) **VERFAHREN ZUR ENDLOSEN HERSTELLUNG EINES AUFGEWICKELTEN WARMBANDS IN EINER GIESS-WALZ-VERBUNDANLAGE UND GIESS-WALZ-VERBUNDANLAGE**

METHOD FOR THE ENDLESS MANUFACTURE OF A COILED HOT ROLLED SHEET IN A COMBINED CASTING AND ROLLING INSTALLATION, AND A COMBINED CASTING AND ROLLING INSTALLATION

PROCEDE DE FABRICATION DE BANDES BOBINEES SANS FIN LAMINEES A CHAUD DANS UNE INSTALLATION COMBINEE DE COULEE ET DE LAMINAGE, ET INSTALLATION COMBINEE DE COULEE ET DE LAMINAGE

(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

• **WINKLER, Roman**
4203 Altenberg (AT)

(30) Priorität: **22.12.2016 EP 16206350**
06.02.2017 EP 17154807

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.10.2019 Patentblatt 2019/44

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 441 540 WO-A1-2007/054237
WO-A1-2008/113848 WO-A1-2009/121678
DE-A1- 102007 022 932

(73) Patentinhaber: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **LINZER, Bernd**
4621 Leombach (AT)

Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 558 563 B1

Beschreibung

[0001] Warmbands in einer Gieß-Walz-Verbundanlage, und Gieß-Walz-Verbundanlage

5 Gebiet der Technik

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft das technische Gebiet der Gieß-Walz-Verbundanlagen. Das sind Anlagen bei der eine Stranggießanlage zur kontinuierlichen Herstellung eines Stahlstranges mit Brammenformat, z.B. Dünn- oder Mittelbrammen, direkt und inline mit einer Walzstraße zum Warmwalzen eines Warmbands verbunden ist. Das Warmband wird nach der Walzstraße in einer Kühlstrecke abgekühlt und anschließend ausgefördert, z.B. durch Aufwickeln des Bandes zu Bunden (engl. *coils*). In der Literatur sind diese Anlagen z.B. auch unter TSCR (engl. *Thin Slab Casting and Rolling*) oder Arvedi ESP Anlagen bekannt.

[0003] Insbesondere betrifft die Erfindung endlos betriebene Gieß-Walz-Verbundanlagen bei der die Gießanlage als eine Dünnbrammen-Stranggießanlage ausgebildet ist (engl. *TSER Thin Slab Endless Rolling*). Dabei wird der in der Dünnbrammen-Stranggießanlage kontinuierlich hergestellte, endlose Dünnbrammenstrang direkt, inline und ungeschnitten der Walzstraße zugeführt und dort zu einem endlosen Warmband gewalzt. Das Band wird nach der Walzstraße wiederum in einer Kühlstrecke abgekühlt, danach das erste Mal auf eine bestimmte Länge bzw. ein bestimmtes Gewicht geschnitten und zu Bunden aufgewickelt.

20 Stand der Technik

[0004] Obwohl eine Arvedi ESP Anlage bereits wesentlich kompakter als eine CSP oder eine QSP Anlage mit einem Tunnelofen ist, sowie die Betriebskosten und der CO₂ Ausstoß pro Tonne Warmbandes ebenfalls stark reduziert wurden, gibt es einen Bedarf an noch kompakteren Gieß-Walz-Verbundanlagen zur Herstellung einer Jahresproduktionsmenge an Warmband im Bereich von 1 Million Tonnen und weniger.

[0005] Die derzeit auf dem Markt befindlichen Lösungen, wie eine Stranggießanlage mit einer nachgeschalteten Breitbandstraße, eine Arvedi ESP-, Danieli QSP-DUE- oder SMS CSP/CEM-Anlage, sind für diese geringen Mengen nicht kompakt genug und/oder aufgrund der wesentlich höheren Jahresproduktionsmengen von ca. 2,5 Millionen Tonnen und des hohen Kapitaleinsatzes CAPEX bei einer Jahresproduktionsmenge von ca. 1 Millionen Tonnen und weniger nicht wirtschaftlich betreibbar. Somit besteht insbesondere bei kleinen Stahlwerken ein Bedarf nach einer kompakten Gieß-Walz-Verbundanlage, die günstig in Anschaffung und Betrieb ist, aber dennoch hochqualitatives Warmband unterschiedlichster Stahlgüten erzeugen kann.

[0006] Aus dem Stand der Technik sind auch Zweiwalzen-Bandgießanlagen mit einem nachgeschalteten Walzwerk bekannt. Obwohl eine Zweiwalzen-Bandgießanlage sehr kompakt ist und unmittelbar ein Band erzeugt, hat sich diese Technologie bis dato nicht durchsetzen können, da insbesondere mittel bis höher legierte Stahlgüten nicht zuverlässig hergestellt werden können.

[0007] Aus der DE 10 2007 022 932 A1 ist eine Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines Stahlbands bekannt, bei der zwischen der Stranggießmaschine und dem Warmwalzwerk eine Fräsmaschine 4 zum Abfräsen eines Dünnbrammenstrangs 3 angeordnet ist. Der Massenfluss der Stranggießmaschine kann zwischen 0,28 und 0,39 m²/min betragen. Da die Dünnbramme bzw. das Vorband vor dem Fertigwalzen (zwischen-)erwärmt wird, erfolgt das Warmwalzen nicht ausschließlich aus der Gießhitze heraus.

[0008] Aus der WO2008/113848 A1 ist eine Gieß-Walz-Verbundanlage mit einer Dickenreduzierung, einem Vorgerüst und einem Fertigwalzgerüst bekannt, zur Herstellung eines austenitisch gewalzten Warmbands mit 0,8-12 mm Dicke.

[0009] Auch aus der WO 2007/054237 A1 ist eine Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines Stahlbands bekannt. Der Massenfluss der Anlage kann 0,441 m²/min betragen. Da das Vorband vor dem Fertigwalzen zwischenerwärmt wird, erfolgt das Warmwalzen nicht ausschließlich aus der Gießhitze heraus.

[0010] Aus der WO 97/36699 ist ein Konzept für den Endlosbetrieb einer Gieß-Walz-Verbundanlage bekannt. Dabei wird die Temperatur eines in einer Stranggießanlage hergestellten Dünnbrammenstrangs in einem Ausgleichsofen homogenisiert, der Dünnbrammenstrang anschließend entzündert, in einer siebengerüstigen Walzstraße gewalzt, abgekühlt und aufgewickelt. Die Schrift gibt an, dass ab einem spezifischen Durchsatz $h_0 \cdot v_C$ von $h_0 \cdot v_C > 0,487 \text{ m}^2/\text{min}$ das Warmband aus der Gießhitze des Dünnbrammenstrangs im austenitischen Zustand fertiggewalzt werden kann. Insbesondere bei relativ dünnen Dünnbrammensträngen erfordert dieses Konzept jedoch sehr hohe Gießgeschwindigkeiten, so z.B. bei einer Brammendicke von 50 mm eine Gießgeschwindigkeit von ca. 10 m/min. In der industriellen Praxis hat sich herausgestellt, dass Gießgeschwindigkeiten $v_C > 6 \text{ m/min}$ problematisch sind, da die Zuverlässigkeit des Stranggießanlage signifikant abnimmt. Versucht man den angegebenen spezifischen Durchsatz durch den Einsatz relativ dicker Brammen zu erreichen, z.B. bei einer Brammendicke von 100 mm durch eine Gießgeschwindigkeit von ca. 5 m/min, so führt dies zwar zu zuverlässigen Bedingungen in der Stranggießanlage, jedoch muss die Walzstraße viele Gerüste (hohes CAPEX) aufweisen um ein Warmband mit einer Dicke $< 10 \text{ mm}$ erzeugen zu können. In der

praktischen Anwendung hat sich außerdem herausgestellt, dass das vorgewalzte Vorband typischerweise nach 3 oder 4 Walzstichen zwischenerwärmt werden muss. Somit werden heutige Gieß-Walz-Verbundanlagen üblicherweise bei einer Gießgeschwindigkeit von 5, 6 oder 7 m/min betrieben und das Vorband wird in einem Induktionsofen zwischen-
erwärmt. Bedingt durch die Zwischenerwärmung steigen aber die Betriebskosten (OPEX) an. Demnach besteht ein
Bedarf nach einer günstigen und einfachen Gieß-Walz-Verbundanlage (niedriges CAPEX), die einerseits zuverlässig
betrieben werden kann und andererseits ohne Zwischenerwärmung (niedriges OPEX) auskommt, aber dennoch ein
qualitativ hochwertiges Warmband mit einer Dicke von 2,5 bis 10 mm im austenitischen Zustand fertigwalzen kann.

[0011] Wie diese Aufgabe gelöst werden kann, geht aus dem Stand der Technik nicht hervor.

Zusammenfassung der Erfindung

[0012] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden und ein Verfahren zur endlosen Herstellung eines Warmbands aus Stahl in einer Gieß-Walz-Verbundanlage sowie eine kompakte, günstige Gieß-Walz-Verbundanlage der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen qualitativ hochwertiges Warmband unterschiedlichster Stahlgüten (Low-, Medium- und High-Carbon, aber auch HSLA, API Grades etc.) kostengünstig hergestellt werden kann. Das Verfahren soll äußerst zuverlässig sein und extrem niedrige Betriebskosten verursachen. Die erfindungsgemäße Gieß-Walz-Verbundanlage soll deutlich günstiger als vergleichbare ESP/QSP/CSP Anlagen sein. Außerdem soll ein einfaches Verfahren zum Anfahren einer Gieß-Walz-Verbundanlage angegeben werden, sodass die Anlage rasch und zuverlässig angefahren werden kann.

[0013] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur endlosen Herstellung eines aufgewickelten Warmbands aus Stahl in einer Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0014] Konkret erfolgt die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe durch ein Verfahren zur endlosen Herstellung eines aufgewickelten Warmbands aus Stahl in einer Gieß-Walz-Verbundanlage, wobei die Gieß-Walz-Verbundanlage eine Stranggießanlage zur Herstellung eines endlosen Dünnbrammenstrangs, eine Walzstraße mit mehreren Walzgerüsten zum Warmwalzen des Dünnbrammenstrangs zu dem Warmband, eine Kühlstrecke zum Abkühlen des Warmbands, eine Schere zum

[0015] Querteilen des Warmbands und eine Wickeleinrichtung zum Aufwickeln des Warmbands umfasst, aufweisend die Schritte:

- Stranggießen einer Stahlschmelze in einer Durchlaufkokille der Stranggießanlage zu dem Dünnbrammenstrang, wobei der Dünnbrammenstrang beim Austritt aus der Durchlaufkokille einen flüssigen Kern, eine Dicke von 45 bis 70 mm, bevorzugt 55 bis 65 mm, und eine Breite von 900 bis 2300 mm, bevorzugt 1100 bis 1900 mm, aufweist;
- Stützen, Führen und Dickenreduzieren des Dünnbrammenstrangs in einer Strangführung der Stranggießanlage, wobei der dickenreduzierte Dünnbrammenstrang eine Dicke h von 35 bis 52 mm, bevorzugt 40 bis 50 mm, eine Gießgeschwindigkeit v_G und einen spezifischen Durchsatz $D = h \cdot v_G$ von $0,45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$ aufweist;
- Warmwalzen des endlosen, dickenreduzierten Dünnbrammenstrangs in der Walzstraße, wobei der Dünnbrammenstrang ausschließlich aus seiner Gießhitze heraus durch drei bis fünf, besonders bevorzugt durch vier, Walzstiche zu dem Warmband mit einer Dicke von 2,5 bis 10 mm gewalzt wird und der letzte Walzstich im austenitischen Temperaturbereich des Stahls erfolgt;
- Abkühlen des Warmbands in der Kühlstrecke;
- Querteilen des abgekühlten Warmbands; und
- Aufwickeln des Warmbands zu Bündeln in der Wickeleinrichtung.

[0016] Die genannte Durchlaufkokille ist entweder gerade oder bogenförmig ausgeführt. Bevorzugt wird jedoch eine gerade Durchlaufkokille, da Verunreinigungen in der Stahlschmelze durch das Gießpulver aufgenommen werden können und somit die interne Qualität des Dünnbrammenstrangs verbessert wird.

[0017] In der Durchlaufkokille wird ein Dünnbrammenstrang mit einem flüssigen Kern ausgebildet, der beim Austritt aus der Durchlaufkokille eine Dicke von 45 bis 70 mm, bevorzugt 55 bis 65 mm, und eine Breite von 900 bis 2300 mm, bevorzugt 1100 bis 1900 mm, aufweist. Der Dünnbrammenstrang wird in der, der Durchlaufkokille nachfolgenden Strangführung gestützt, geführt und dickenreduziert, sodass der dickenreduzierte Dünnbrammenstrang eine Dicke h von 35 bis 52 mm, bevorzugt 40 bis 50 mm und einen spezifischen Durchsatz $D = h \cdot v_G$ von $0,45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$ aufweist. Das Dickenreduzieren kann vorteilhaft bei flüssigem (sog. *Liquid Core Reduction*) oder teilflüssigem Kern (sog. *Soft Core Reduction*) des Dünnbrammenstrangs erfolgen. Am erfindungsgemäßen Verfahren zur endlosen Herstellung eines aufgewickelten Warmbands ist bemerkenswert, dass nicht - so wie im Stand der Technik angegeben - ein möglichst hoher Durchsatz durch die Stranggießanlage vorteilhaft ist, sondern ein mittlerer spezifischer Durchsatz D zwischen 0,27 und 0,45 m^2/min angestrebt wird. Dadurch wird sichergestellt, dass die Stranggießanlage zuverlässig arbeitet. Der endlose Dünnbrammenstrang wird nach der Dickenreduktion ohne vorher entzündet oder erwärmt worden zu sein, d.h.

ausschließlich aus seiner Gießhitze heraus, in der Walzstraße durch zumindest drei, besonders bevorzugt durch vier, Walzstiche zu dem Warmband mit einer Dicke von 2,5 bis 10 mm gewalzt, wobei der letzte Walzstich im austenitischen Temperaturbereich des Stahls erfolgt. Somit weist das Warmband ein austenitisches Gefüge auf. Anschließend wird das Warmband in der Kühlstrecke abgekühlt, durch die Schere quergeteilt und in der Wickeleinrichtung zu Bunden aufgewickelt.

[0018] Damit der Energiegehalt des dickenreduzierten Dünnbrammenstrangs möglichst genau eingestellt werden kann, ist es vorteilhaft, wenn eine Steuer- oder Regeleinrichtung der Stranggießanlage mithilfe eines mathematischen Modells eine Ist-Position einer Sumpfspitze entlang des Transportweges des Dünnbrammenstrangs in der Strangführung und ein Ist-Temperaturprofil entlang des Transportweges des Dünnbrammenstrangs in der Strangführung und vorzugsweise in Normalebenen dazu kontinuierlich berechnet und der Dünnbrammenstrang unter Berücksichtigung einer Soll-Position der Sumpfspitze in der Strangführung kontinuierlich, geregelt abgekühlt wird, sodass die Ist-Position der Sumpfspitze der Soll-Position möglichst entspricht. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die Ist-Position der Sumpfspitze im letzten Drittel des bogenförmigen Bereichs der Strangführung oder im horizontalen Auslaufbereich der Strangführung liegt.

[0019] Die Temperatur des Warmbandes beim letzten Walzstich kann genau eingestellt werden, wenn die Ist-Temperatur $T_{1\text{Ist}}$ des Warmbands nach dem letzten Walzstich in der Walzstraße und vor dem Abkühlen in der Kühlstrecke gemessen wird und die Abkühlung des Dünnbrammenstrangs in der Strangführung und/oder die Gießgeschwindigkeit v_C geregelt eingestellt wird, sodass die Ist-Temperatur $T_{1\text{Ist}}$ einer Soll-Temperatur $T_{1\text{Soll}}$ möglichst entspricht.

[0020] Die Wickeltemperatur des Warmbandes kann genau eingestellt werden, wenn die Ist-Temperatur $T_{2\text{Ist}}$ des endlosen Warmbands nach dem Abkühlen in der Kühlstrecke gemessen wird und Kühldüsen der Kühlstrecke temperatureregelt angesteuert werden, sodass die Ist-Temperatur $T_{2\text{Ist}}$ einer Soll-Temperatur $T_{2\text{Soll}}$ möglichst entspricht.

[0021] Um die Dicke des Warmbands zu verringern und dessen Oberflächenqualität zu verbessern, ist es günstig, wenn ein Bund anschließend gebeizt und durch mehrere Walzstiche in einer Kaltwalzstraße auf eine Dicke von 0,3 bis 7 mm kaltgewalzt wird.

[0022] Beim Anfahren der Gieß-Walz-Verbundanlage, die eine Stranggießanlage zur Herstellung eines endlosen Dünnbrammenstrangs, eine Walzstraße mit mehreren Walzgerüsten zum Warmwalzen des Dünnbrammenstrangs zu dem Warmband, eine Kühlstrecke zum Abkühlen des Warmbands, eine Schere zum Querteilen des Warmbands und eine Wickeleinrichtung zum Aufwickeln des Warmbands umfasst, wobei das Anfahren nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, werden folgende Schritte ausgeführt:

- Angießen der Stranggießanlage, wobei ein Kaltstrang, der eine Durchlaufkokille der Stranggießanlage fluiddicht abdichtet, in Transportrichtung aus der Durchlaufkokille ausgezogen wird;
- Stützen und Führen eines dem Kaltstrang nachfolgenden Dünnbrammenstrangs in einer Strangführung der Stranggießanlage;
- Passieren der Walzgerüste der Walzstraße, wobei der Kaltstrang die Walzstraße ungewalzt passiert;
- optional Abkühlen des ungewalzten Dünnbrammenstrangs in der Kühlstrecke;
- Abschneiden des Kaltstrangs durch die Schere;
- Ausfördern des Kaltstrangs, wobei der Kaltstrang vorzugsweise die Wickeleinrichtung passiert und in Transportrichtung hinter der Wickeleinrichtung abgelegt wird;
- Querteilen des ungewalzten Dünnbrammenstrangs in ein Häckselgut durch die Schere und Ausfördern des Häckselguts;
- optional Erhöhen einer Gießgeschwindigkeit und Dickenreduzieren des Dünnbrammenstrangs in der Strangführung;
- Anstellen der Walzgerüste an den Dünnbrammenstrang und Warmwalzen des Dünnbrammenstrangs zu einem Warmband;
- Abkühlen des Warmbands in der Kühlstrecke;
- Querteilen des abgekühlten Warmbands; und
- Aufwickeln des Warmbands zu Bunden in der Wickeleinrichtung.

[0023] Anfangs wird der Kaltstrang entweder in Transportrichtung (engl. *top feeding*) oder entgegen der Transportrichtung des Dünnbrammenstrangs (engl. *bottom feeding*) in die Durchlaufkokille eingebracht, sodass er die Kokille fluiddicht abdichtet. Durch das Angießen der Stranggießanlage bildet sich in der Durchlaufkokille ein Dünnbrammenstrang aus, der mit dem Kopf des Kaltstrangs verschweißt ist. Der Kaltstrang inkl. des nachfolgenden Dünnbrammenstrangs wird anschließend aus der Kokille ausgezogen und in der Strangführung gestützt und geführt. Um eine Beschädigung der Walzgerüste durch den Kaltstrang bzw. den relativ kalten Dünnbrammenstrang zu verhindern, werden die Walzgerüste gegenüber der Einstellung zum Walzen eines Warmbands mit einer Dicke zwischen 2,5 und 10 mm aufgefahren, sodass der Kaltstrang die Walzstraße ungewalzt passieren kann. Andernfalls ist es natürlich ebenfalls möglich, dass die Walzgerüste bereits vor dem Anfahren aufgefahren werden. Danach wird der Kaltstrang vom nachfolgenden Dünnbrammenstrang durch die Schere abgeschnitten und der Kaltstrang aus dem Rollgang zwischen der Schere und der Wickeleinrichtung bzw. den Wickeleinrichtungen ausgefördert. Besonders einfach kann dies dadurch

erfolgen, dass der Kaltstrang durch angetriebene Rollgangsrollen beschleunigt wird und in Transportrichtung hinter der Wickeleinrichtung auf dem Rollgang abgelegt wird. Zumindest der ungewalzte Dünnbrammenstrang wird sodann durch die Schere in ein Häckselgut gehäckselt und das Häckselgut ausgefördert. Das Ausfördern kann dadurch erfolgen, dass das Häckselgut in einen Schrottkübel unterhalb des Rollgangs eingebracht wird. Anschließend ist es vorteilhaft, wenn die Gießgeschwindigkeit der Stranggießanlage schrittweise erhöht wird, insbesondere auf einen spezifischen Durchsatz D mit $D = h \cdot v_C$ von $0,45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$, und der Dünnbrammenstrang in der Strangführung der Stranggießanlage durch hydraulisch an den Strang anstellbare Strangführungsrollen dickenreduziert wird. Schließlich werden die Walzgerüste an den Dünnbrammenstrang angestellt, sodass der Dünnbrammenstrang zu einem Warmband gewalzt wird, wobei das Warmband anschließend abgekühlt, quergeteilt und aufgewickelt wird.

[0024] Dem Fachmann ist klar, dass sich die Transportrichtung in der Stranggießanlage von der lotrechten Richtung über einen bogenförmigen Abschnitt in die Horizontale verändert und dem Materialfluss durch die Anlage folgt.

[0025] Eine einfache, äußerst kompakte und günstige Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines Warmbandes aus Stahl, zur Durchführung des o.g. Verfahrens, weist auf:

eine Stranggießanlage, die eine Durchlaufkokille zur kontinuierlichen Herstellung eines Dünnbrammenstrangs, der beim Austritt aus der Durchlaufkokille einen flüssigen Kern, eine Dicke von 45 bis 70 mm und eine Breite von 900 bis 2300 mm, aufweist, und eine Strangführung zum Stützen, Führen und Dickenreduzieren des Dünnbrammenstrangs mit einer Sekundärkühlung zum Abkühlen des Dünnbrammenstrangs, wobei der Dünnbrammenstrang nach der Dickenreduktion eine Dicke von 35 bis 52 mm, bevorzugt 40 bis 50 mm, eine Gießgeschwindigkeit v_C und einen spezifischen Durchsatz $0,45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$ aufweist, umfasst;

- eine Walzstraße zum Warmwalzen des dickenreduzierten Dünnbrammenstrangs, wobei die unmittelbar nach der Stranggießanlage angeordnete Walzstraße drei bis fünf, besonders bevorzugt genau vier, Walzgerüste aufweist, wobei durch das Warmwalzen des Dünnbrammenstrangs ausschließlich aus seiner Gießhitze heraus ein Warmband mit einer Dicke von 2,5 bis 10 mm erzeugt wird und der letzte Walzstich im austenitischen Temperaturbereich erfolgt;

- eine Kühlstrecke zum Abkühlen des Warmbands;

- eine Schere zum Querteilen des abgekühlten Warmbands; und

- eine Wickeleinrichtung zum Aufwickeln des Warmbands zu Bunden.

[0026] Da die Walzstraße unmittelbar nach der Stranggießanlage angeordnet ist, ist zwischen dem Ende der Stranggießanlage und dem ersten Walzgerüst der Walzstraße weder eine Heizung noch ein Entzunderer angeordnet. Somit tritt der Dünnbrammenstrang nach der Stranggießanlage mit hoher Oberflächen- und Kerntemperatur in die Walzstraße ein und wird dort ausschließlich aus seiner Gießhitze heraus zu einem Warmband gewalzt, wobei der letzte Walzstich im austenitischen Temperaturbereich erfolgt.

[0027] Für die Kompaktheit der Stranggießanlage ist es günstig, wenn ein bogenförmiger Abschnitt der Strangführung einen Bogenradius R von 4,5 bis 6,5 m, bevorzugt 5 bis 6 m, aufweist.

[0028] Um die Kantenbereiche des Dünnbrammenstrangs nicht zu unterkühlen, ist es günstig, wenn die Sekundärkühlung an mehreren Positionen innerhalb der Strangführung jeweils zumindest zwei in einer Breitenrichtung des Dünnbrammenstrangs verfahrbare Spritzdüsen aufweist.

[0029] Um möglichst viel Gießhitze von der Stranggießanlage in die Walzstraße mitzunehmen, ist es vorteilhaft, wenn im Bereich zwischen dem Ende eines horizontalen Abschnitts der Strangführung und dem ersten Gerüst der Walzstraße Wärmeisulationspanele (sog. Encopanels bzw. engl. *heat covers*), vorzugsweise ein Thermotunnel, angebracht sind.

[0030] Außerdem hat es sich als günstig erwiesen, wenn der horizontale Abstand zwischen zwei Walzgerüsten der Walzstraße zwischen 3 und 6 m, insbesondere zwischen 4 und 5 m, und/oder die Länge der Kühlstrecke zwischen 10 und 60 m beträgt.

[0031] Schließlich ist es günstig, wenn zwischen der Schere und einem Paar von Treiberrollen eine Hubeinrichtung angeordnet ist, wobei das Warmband durch die Treiberrollen geklemmt und das Warmband von der Hubeinrichtung angehoben werden kann, wodurch das Warmband von der Schere weggezogen werden kann. Bei einem sog. *Cobble* in der Gieß-Walz-Verbundanlage wird zuerst das Warmband durch die Schere getrennt, anschließend das in Transportrichtung hinter der Schere liegende Warmband durch Treiberrollen geklemmt und durch die Hubeinrichtung angehoben. Dadurch wird das Warmband von der Schere weggezogen, sodass eine Kollision mit dem nachfolgenden Warmband verhindert wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0032] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele. Die nachfolgenden schematisch dargestellten Figuren zeigen:

Fig 1 eine schematische Darstellung einer Gieß-Walz-Verbundanlage

Fig 2 eine Darstellung der Stranggießanlage aus Fig 1

Fig 3 eine Darstellung der unterschiedlichen Abschnitte der Strangführung der Stranggießanlage

Fig 4 eine Darstellung mehrerer breitenverstellbarer Spritzdüsen in der Strangführung der Stranggießanlage

Fig 5 eine Darstellung eines Temperaturverlaufs bei der erfindungsgemäßen Herstellung eines dünnen, warmgewalzten Fertigbands in einer Gieß-Walz-Verbundanlage

Fig 6a und 6b je eine Darstellung einer Vorderansicht einer Hubeinrichtung in einem nicht angehobenen und einem angehobenen Zustand

Fig 7a bis 7e die Schritte beim Anfahren einer erfindungsgemäßen Gieß-Walz-Verbundanlage

Beschreibung der Ausführungsformen

[0033] Die Fig 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines warmgewalzten Warmbands aus Stahl. Der durch eine Vakuumbehandlung vorbehandelte flüssige Stahl mit einem Wasserstoffgehalt ≤ 1 ppm wird in Pfannen zum Pfannendrehturm (in Fig 2 ist links oben eine in den Pfannendrehturm eingehängte Pfanne 8 dargestellt) der Stranggießanlage 1 transportiert und dort über einen Gießverteiler 9 in die als Trichterkokille ausgebildete Durchlaufkokille 2 gegossen. In der Durchlaufkokille 2 bildet sich ein Dünnbrammenstrang mit einer dünnen Strangschale aus, der eine Dicke von 55 mm und eine Breite von 1700 mm aufweist. Der teilerstarre Dünnbrammenstrang wird aus der Durchlaufkokille 2 kontinuierlich ausgezogen und in der nachfolgenden Strangführung 4 gestützt, geführt und durch Spritzdüsen (siehe Fig 4, Bezugszeichen 19) einer Sekundärkühlung weiter abgekühlt. Die Strangführung 4 weist einen vertikalen Abschnitt 4a, einen bogenförmigen Abschnitt 4b mit mehreren Strangführungssegmenten, und einen horizontalen Abschnitt 4c auf (siehe Fig 3). In Fig 2 sind zwei Strangführungssegmente 6 dargestellt. Jedes Strangführungssegment 6 weist jeweils mehrere, hydraulisch an den Dünnbrammenstrang 3 anstellbare Strangführungsrollen auf, wodurch der Dünnbrammenstrang 3 auf eine Dicke von 45 mm reduziert wird. Vorzugsweise weist der Dünnbrammenstrang 3 bei der Dickenreduktion einen flüssigen Kern 5 (bei einer sog. *Liquid Core Reduction*) oder teilflüssigen Kern auf. Um die mechanische Verformungsarbeit bei den nachfolgenden Walzschritten in der Walzstraße 14 möglichst niedrig zu halten und die Gießhitze im Dünnbrammenstrang 3 zu halten, wird die Sekundärkühlung in der Strangführung 4 sowie die Gießgeschwindigkeit v_G durch eine Steuer- oder Regeleinrichtung 20 der Stranggießanlage 1 derart eingestellt, dass der Dünnbrammenstrang 3 an einer vorbestimmten Position innerhalb der Strangführung 4 durcherstarrt (siehe Fig 3). Die Stranggießanlage 1 wird mit einer Gießgeschwindigkeit v_G von 6 m/min und mit einem spezifischen Durchsatz $D = h \cdot v_G = 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$ betrieben.

[0034] Der durch die Steuer- oder Regeleinrichtung 20 gesteuerte oder geregelte Betrieb der Stranggießanlage 1, sodass die Sumpfspitze (d.h. der Durcherstarrungspunkt) des Dünnbrammenstrangs 3 an einer vorbestimmten Position innerhalb der Strangführung 4 zu liegen kommt, ist z.B. aus der WO 01/03867 A1 bekannt. Die entsprechende Offenbarung wird hiermit per Referenz in diese Anmeldung aufgenommen.

[0035] Der dickenreduzierte, durcherstarrte, nicht entzündete und endlose Dünnbrammenstrang 3 wird unmittelbar nach dem Stranggießen durch vier Walzgerüste F1...F4 der Walzstraße 14 zu einem Warmband mit einer Dicke von 3,2 mm gewalzt (siehe die nachfolgende Tabelle mit den einzelnen Dickenabnahmen und Durchschnittstemperaturen).

Tab 1

	vor F1	nach F1	nach F2	nach F3	nach F4
Dicke [mm]	45	19	9	4,5	3,2
Ø Temperatur [°C]	1090	1040	950	885	830

[0036] Das Warmband wird anschließend durch eine Kühlstrecke 16 auf Wickeltemperatur abgekühlt, von der Schere 17 geschnitten und von einer der Wickeleinrichtungen 18 zu Bündeln aufgewickelt.

[0037] Sollte ein Problem in der Walzstraße 14 oder der Kühlstrecke 16 auftreten, wird das Warmband von der Schere 17 abgeschnitten, der in Transportrichtung hinter der Schere 17 liegende Warmbandabschnitt durch Treiberrollen (z.B. ein Treiberrollenpaar 18a der Wickeleinrichtungen 18) geklemmt und der Fuß des Warmbandabschnitts durch die Hubeinrichtung 10 von der Schere 17 weggezogen. Das von der Walzstraße 14 nachkommende Warmband wird von der Schere 17 zu kurzen Warmbandabschnitten gehäckselt und z.B. mittels Schrottkübeln 11 ausgefordert.

[0038] In Fig 2 sind weitere Details der Stranggießanlage 1 dargestellt.

[0039] Die Fig 3 zeigt den vertikalen Abschnitt 4a, den bogenförmigen Abschnitt 4b und den horizontalen Abschnitt 4c der Strangführung 4 der Stranggießanlage 1 näher. Durch die gerade Durchlaufkokille 2 und den vertikalen Abschnitt 4a sammeln sich Einschlüsse in der Stahlschmelze am Meniskus an, diese werden vom Gießpulver aufgenommen und in Form von Gießschlacke zur Strangschmierung verwendet. Der Radius R der bogenförmigen Strangführung 4b ist in Fig 3 gezeigt und beträgt bei der erfindungsgemäßen Stranggießanlage ca. 5 m. Der Dünnbrammenstrang 3 tritt unmittelbar (d.h. ohne entzündet zu werden) nach dem horizontalen Abschnitt 4c in das erste Walzgerüst F1 der Walzstraße ein. Weiters zeigt die Figur, wie ein Dünnbrammenstrang 3 mit einem flüssigen Kern 5 die Durchlaufkokille 2 verlässt und in der Strangführung 4 dickenreduziert wird. Der dickenreduzierte Dünnbrammenstrang 3 wird durch eine als ein Paar von angetriebenen Strangführungsrollen ausgebildete Auszieheinrichtung 7 aus der Durchlaufkokille 2 ausgezogen. Um die Sumpfspitze des Dünnbrammenstrangs 3 an einer bestimmten Position zu halten, wird die Gießgeschwindigkeit v_C , optional auch die Dickenreduktion des Dünnbrammenstrangs 3 durch die Strangführungssegmente 6, durch die Steuer- oder Regeleinrichtung 20 gesteuert bzw. geregelt eingestellt.

[0040] In Fig 4 ist eine breitenverstellbare Sekundärkühlung in der Strangführung 4 gezeigt. Sowohl bei schmalen 3 als auch bei breiten Dünnbrammensträngen 3' wird eine Überkühlung der Kantenbereiche des Strangs 3 verhindert, indem die äußeren zwei Spritzdüsen 19 sowohl in Breitenrichtung als auch normal zur Strangoberfläche verschieblich ausgebildet sind. Die Spritzdüsen 19 sind über Spritzdüsenhalter 21, 21' mit einem Linearantrieb 22 verbunden, der die Spritzdüsen 19 in der axialen Richtung des Linearantriebs 22 verschiebt. Die mittlere Spritzdüse 19 kann entweder fix oder so wie dargestellt, ebenfalls verschieblich ausgebildet sein.

[0041] In Fig 5 ist der Temperaturverlauf in °C bei der erfindungsgemäßen Herstellung eines warmgewalzten Warmbands in einer erfindungsgemäßen Gieß-Walz-Verbundanlage dargestellt; die Figur korrespondiert mit der obigen Beschreibung und den Angaben in Tab 1. Die Kerntemperatur ist jeweils punktiert, die Oberflächentemperatur strichliert und die Durchschnittstemperatur durchgezogen dargestellt. Eine Stahlschmelze der Güte DD11 wird vor dem Stranggießen einer Vakuumbehandlung unterworfen, wodurch der Wasserstoffgehalt im flüssigen Stahl auf ≤ 1 ppm reduziert wird. In der Durchlaufkokille 2 der Stranggießanlage 1 wird ein teilerstarteter Dünnbrammenstrang 3 mit einer Dicke von 55 mm und einer Breite von 1700 mm gebildet und durch eine Liquid Core Reduction zu einem durcherstarteten Dünnbrammenstrang 3 mit einer Dicke von 45 mm dickenreduziert. Der durcherstartete Dünnbrammenstrang 3 verlässt den horizontalen Abschnitt 4c der Stranggießanlage 1 mit einer Gießgeschwindigkeit von $v_C = 6$ m/min und somit mit einem spezifischen Durchsatz $D = h \cdot v_C = 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$. Der durcherstartete Dünnbrammenstrang 3 wird ohne entzündet zu werden einer Walzstraße 14 zugeführt und dort durch vier Walzgerüste F1 bis F4 auf eine Dicke von 3,2 mm reduziert. Hierbei ist bemerkenswert, dass selbst bei dem sehr niedrigen spezifischen Durchsatz von $D = 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$ der letzte Walzstich im Walzgerüst F4 im austenitischen Zustand des Stahls erfolgt. Anschließend wird das Warmband in der Kühlstrecke 16 abgekühlt, geschnitten und zu Bündeln aufgewickelt.

[0042] Die Fig 6a zeigt die Hubeinrichtung 10 aus Fig 1 in einem nicht angehobenen und in Fig 6b in einem angehobenen Zustand. Im nicht angehobenen Zustand bilden sämtliche untenliegenden Rollgangsrollen - inkl. der beiden anhebbaren Hubrollen 13 - einen horizontalen Rollgang 12 aus. Wenn, wie in der Beschreibung zu Fig 1 umrissen, ein Problem während des Endlosbetriebs in dem Walzwerk 14 oder danach auftritt, wird das endlose Warmband von der Schere 17 geschnitten, geklemmt und die beiden Hubrollen 13 werden nach oben verfahren (siehe den angehobenen Zustand in Fig 6b). Da das Warmband 15 an einer Position hinter der Schere 17 geklemmt ist, wird der Fuß des Warmbandabschnitts von der Schere 17 weggezogen. Dadurch wird auf einfache Weise eine Kollision zwischen dem weggezogenen Warmbandabschnitt und dem von der Walzstraße 14 nachkommenden Warmband vermieden.

[0043] Die Figuren 7a bis 7e zeigen schematisch die Verfahrensschritte beim Anfahren einer erfindungsgemäßen Gieß-Walz-Verbundanlage, wobei diese Verfahrensschritte nicht Teil der Erfindung sind.

[0044] Die Fig 7a zeigt die Gieß-Walz-Verbundanlage vor dem Gießbeginn der Stranggießanlage. Die Durchlaufkokille 2 wird durch einen Kaltstrang 30, der einen Kaltstrangkopf 31 und eine Gliederkette 32 umfasst, fluiddicht abgedichtet. Nach dem Angießen der Stranggießanlage 1 wird der Kaltstrang 30 durch Treiberrollen 18a in Transportrichtung T aus der gekühlten Durchlaufkokille 2 ausgezogen. Durch das Angießen verschweißt der Kaltstrangkopf 31 mit dem nachfolgenden Dünnbrammenstrang 3 (siehe Fig 7b), wobei der Dünnbrammenstrang 3 von der Strangführung 4 (meist von Strangführungsrollen eines Strangführungssegments 6) gestützt, geführt und durch eine Sekundärkühlung weiter abgekühlt wird.

[0045] In Fig 7b ist der Kaltstrang 30 bereits weitgehend aus der Stranggießanlage 1 ausgezogen. Da der Kaltstrang 30 wesentlich kälter und härter als der nachfolgende Dünnbrammenstrang 3 ist, befinden sich die Walzgerüste F1...F4 der Walzstraße 14 in einem aufgefahrenen Zustand, sodass der Kaltstrang 30 die Walzstraße 14 ungewalzt passieren kann. Dadurch wird eine Beschädigung der Arbeitswalzen der Walzgerüste F1...F4 verhindert.

[0046] In Fig 7c hat der Kaltstrang 30 bereits die Walzstraße 14 und die Kühlstrecke 16 passiert und wurde durch die Schere 17 vom Dünnbrammenstrang 3 abgeschnitten. Im dargestellten Zustand wurde der Kaltstrang 30 durch angetriebene Rollen 33 bzw. Treiberrollen von der Schere 17 getrennt.

[0047] Gemäß Fig 7d wurde der Kaltstrang 30 durch angetriebene Rollen 33 hinter den Treiberrollen 18a der Wickleinrichtung 18 auf einem Rollgang 12 abgelegt. Außerdem wurde die Gießgeschwindigkeit v_C der Stranggießanlage 1

erhöht und der Dünnbrammenstrang 3 durch die Strangführung 4 dickenreduziert, wodurch sich ein keilförmiges Keilstück 34 ausbildet. Der ungewalzte Dünnbrammenstrang 3 und das Keilstück 34 werden von der Schere 17 gehäckselt und das Häckselgut vom Rollgang 12 zwischen der Schere 17 und der Wickeleinrichtung 18 ausgefordert, bspw. durch ein Abschieben des Häckselguts in horizontaler Richtung quer zur Transportrichtung T. Außerdem werden die Walzgerüste F1 bis F4 der Walzstraße 14 nun schrittweise an den dickenreduzierten Dünnbrammenstrang 3 angestellt und der Dünnbrammenstrang 3 zu einem Warmband 15 gewalzt. In der Figur ist der Zeitpunkt dargestellt, bei dem das erste Walzgerüst F1 an den dickenreduzierten Dünnbrammenstrang 3 angestellt wird. Die Walzgerüste F2 bis F4 werden noch ungewalzt passiert.

[0048] In Fig 7e wurden schließlich alle Walzgerüste F1...F4 angestellt, sodass der dickenreduzierte Dünnbrammenstrang 3 zu einem Warmband 15 mit einer Dicke zwischen 2,5 und 10 mm gewalzt wird. Das Warmband 15 wird in der Kühlstrecke 16 abgekühlt, anschließend auf Bundlänge bzw. -gewicht von der Schere 17 quergeteilt und in der Wickeleinrichtung 18 zu Bunden aufgewickelt.

[0049] Im Unterschied zu Gieß-Walz-Verbundanlagen nach dem Stand der Technik ist die erfindungsgemäße Anlage deutlich einfacher, da diese z.B. nur eine einzige Schere 17 benötigt und gänzlich ohne Entzunderer auskommt. Außerdem ist das Anfahren der Gieß-Walz-Verbundanlage wesentlich einfacher. Dennoch eignet sich das hergestellte Warmband 15 hervorragend als Vorprodukt für das klassische Kaltwalzen.

[0050] 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, innerhalb des Schutzzumfangs der beiliegenden Ansprüche.

Bezugszeichenliste

[0051]

1	Stranggießanlage
2	Durchlaufkokille
3, 3'	Dünnbrammenstrang
4	Strangführung
4a	vertikaler Abschnitt der Strangführung
4b	bogenförmiger Abschnitt der Strangführung
4c	horizontaler Abschnitt der Strangführung
5	flüssiger Kern
6	Strangführungssegment
7	Auszieheinrichtung
8	Pfanne
9	Gießverteiler
10	Hubeinrichtung
11	Schrottkübel
12	Rollgang
13	anhebbare Hubrolle
14	Walzstraße
15	Warmband
16	Kühlstrecke
17	Schere
18	Wickeleinrichtung
18a	Treiberrollen
19	Spritzdüse
20	Steuer- oder Regeleinrichtung
21, 21'	Spritzdüsenhalter
22	Linearantrieb
30	Kaltstrang
31	Kaltstrangkopf
32	Gliederkette
33	angetriebene Rolle
34	Keilstück
h	Dicke des dickenreduzierten Dünnbrammenstrangs
F1...F4	Walzgerüst

D	spezifischer Durchsatz
R	Radius
T	Transportrichtung
v_C	Gießgeschwindigkeit

5

Patentansprüche

1. Verfahren zur endlosen Herstellung eines aufgewickelten Warmbands (15) aus Stahl in einer Gieß-Walz-Verbundanlage, wobei die Gieß-Walz-Verbundanlage

10

- eine Stranggießanlage (1) zur Herstellung eines endlosen Dünnbrammenstrangs (3, 3');
- eine Walzstraße (14) mit mehreren Walzgerüsten (F1...F4) zum Warmwalzen des Dünnbrammenstrangs (3, 3') zu dem Warmband (15);
- eine Kühlstrecke (16) zum Abkühlen des Warmbands (15);
- eine Schere (17) zum Querteilen des Warmbands (15); und
- eine Wickeleinrichtung (18) zum Aufwickeln des Warmbands (15);

15

umfasst, aufweisend die Schritte:

20

- Stranggießen einer Stahlschmelze in einer Durchlaufkokille (2) der Stranggießanlage (1) zu dem Dünnbrammenstrang (3, 3'), wobei der Dünnbrammenstrang (3, 3') beim Austritt aus der Durchlaufkokille (2) einen flüssigen Kern (5), eine Dicke von 45 bis 70 mm, bevorzugt 55 bis 65 mm, und eine Breite von 900 bis 2300 mm, bevorzugt 1100 bis 1900 mm, aufweist;
- Stützen, Führen und Dickenreduzieren des Dünnbrammenstrangs (3, 3') in einer Strangführung (4) der Stranggießanlage (1), wobei der dickenreduzierte Dünnbrammenstrang (3, 3') eine Dicke h von 35 bis 52 mm, bevorzugt 40 bis 50 mm, eine Gießgeschwindigkeit v_C und einen spezifischen Durchsatz $D = h \cdot v_C$ von $0,45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$ aufweist;
- Warmwalzen des endlosen, dickenreduzierten Dünnbrammenstrangs in der Walzstraße (14), wobei der Dünnbrammenstrang ausschließlich aus seiner Gießhitze heraus durch drei bis fünf, besonders bevorzugt durch vier, Walzstiche zu dem Warmband (15) mit einer Dicke von 2,5 bis 10 mm gewalzt wird und der letzte Walzstich im austenitischen Temperaturbereich des Stahls erfolgt;
- Abkühlen des Warmbands (15) in der Kühlstrecke (16);
- Querteilen des abgekühlten Warmbands (15); und
- Aufwickeln des Warmbands (15) zu Bündeln in der Wickeleinrichtung (18).

25

30

35

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuer- oder Regeleinrichtung (20) der Stranggießanlage (1) mithilfe eines mathematischen Modells

40

- eine Ist-Position einer Sumpfspitze entlang des Transportweges des Dünnbrammenstrangs (3, 3') in der Strangführung (4) und
- ein Ist-Temperaturprofil entlang des Transportweges des Dünnbrammenstrangs (3, 3') in der Strangführung (4) und in Normalebenen dazu kontinuierlich berechnet und der Dünnbrammenstrang (3, 3') unter Berücksichtigung einer Soll-Position der Sumpfspitze in der Strangführung (4) kontinuierlich geregelt abgekühlt wird, sodass die Ist-Position der Sumpfspitze der Soll-Position möglichst entspricht.

45

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Temperatur $T_{1\text{Ist}}$ des Warmbandes (15) nach dem letzten Walzstich in der Walzstraße (14) und vor dem Abkühlen in der Kühlstrecke (16) gemessen wird und die Abkühlung des Dünnbrammenstrangs (3, 3') in der Strangführung (4) und/oder die Gießgeschwindigkeit v_C geregelt eingestellt wird, sodass die Ist-Temperatur $T_{1\text{Ist}}$ einer Soll-Temperatur $T_{1\text{Soll}}$ möglichst entspricht.

50

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dickenreduzieren eine Soft Reduction in einem Bereich mit noch flüssigem Kern (5) oder teilflüssigem Kern des Dünnbrammenstrangs (3, 3') anwendet.

55

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ist-Temperatur $T_{2\text{Ist}}$ des endlosen Warmbands (15) nach dem Abkühlen in der Kühlstrecke (16) gemessen wird und Kühldüsen der

Kühlstrecke (16) temperaturgeregelt angesteuert werden, sodass die Ist-Temperatur $T_{2\text{Ist}}$ einer Soll-Temperatur $T_{2\text{Soll}}$ möglichst entspricht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Bund anschließend gebeizt und durch mehrere Walzstiche in einer Kaltwalzstraße auf eine Dicke von 0,3 bis 7 mm kaltgewalzt wird.

7. Gieß-Walz-Verbundanlage zur Herstellung eines aufgewickelten Warmbandes (15) aus Stahl, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend

- eine Stranggießanlage (1), die

- eine Durchlaufkokille (2) zur kontinuierlichen Herstellung eines Dünnbrammenstrangs (3, 3'), der beim Austritt aus der Durchlaufkokille (2) einen flüssigen Kern (5), eine Dicke von 45 bis 70 mm, bevorzugt 55 bis 65 mm, und eine Breite von 900 bis 2300 mm, bevorzugt 1100 bis 1900 mm, aufweist; und

- eine Strangführung (4) zum Stützen, Führen und Dickenreduzieren des Dünnbrammenstrangs (3, 3') mit einer Sekundärkühlung zum Abkühlen des Dünnbrammenstrangs (3, 3'), wobei der Dünnbrammenstrang (3, 3') nach der Dickenreduktion eine Dicke von 35 bis 52 mm, bevorzugt 40 bis 50 mm, eine Gießgeschwindigkeit v_G und einen spezifischen Durchsatz $D = h \cdot v_G$ von $0,45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$ aufweist; umfasst;

- eine Walzstraße (14) zum Warmwalzen des dickenreduzierten Dünnbrammenstrangs (3, 3'), wobei die unmittelbar nach der Stranggießanlage (1) angeordnete Walzstraße (14) drei bis fünf, besonders bevorzugt genau vier, Walzgerüste (F1...F4) aufweist, wobei durch das Warmwalzen des Dünnbrammenstrangs (3, 3') ausschließlich aus seiner Gießhitze heraus ein Warmband (15) mit einer Dicke von 2,5 bis 10 mm erzeugt wird und der letzte Walzstich im austenitischen Temperaturbereich erfolgt;

- eine Kühlstrecke (16) zum Abkühlen des Warmbands (15);

- eine Schere (17) zum Querteilen des abgekühlten Warmbands (15); und

- eine Wickeleinrichtung (18) zum Aufwickeln des Warmbands (15) zu Bündeln.

8. Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stranggießanlage (1) eine Steuer- oder Regeleinrichtung (20) und ein mathematisches Modell zur kontinuierlichen Berechnung

- einer Ist-Position einer Sumpfspitze entlang des Transportweges des Dünnbrammenstrangs (3, 3') in der Strangführung (4) und

- eines Ist-Temperaturprofils entlang des Transportweges des Dünnbrammenstrangs (3, 3') in der Strangführung (4) und in Normalebenen dazu

umfasst, wobei die Steuer- oder Regeleinrichtung (20) zumindest eine Größe aus der Gruppe einer Kühlintensität in der Sekundärkühlung und der Gießgeschwindigkeit v_G unter Berücksichtigung einer Soll-Position einer Sumpfspitze in der Strangführung geregelt einstellt, sodass die Ist-Position der Sumpfspitze des Dünnbrammenstrangs (3, 3') der Soll-Position möglichst entspricht.

9. Gieß-Walz-Verbundanlage nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein bogenförmiger Abschnitt (4b) der Strangführung (4) einen Bogenradius R von 4,5 bis 6,5 m, bevorzugt 5 bis 6 m, aufweist.

10. Gieß-Walz-Verbundanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich zwischen dem Ende eines horizontalen Abschnitts (4c) der Strangführung (4) und dem ersten Gerüst (F1) der Walzstraße (14) Wärmeisulationspaneele, vorzugsweise ein Thermotunnel, angebracht sind.

11. Gieß-Walz-Verbundanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der horizontale Abstand zwischen zwei Walzgerüsten (F1, F2, F3, F4) der Walzstraße (14) zwischen 3 und 6 m, insbesondere zwischen 4 und 5 m, beträgt.

12. Gieß-Walz-Verbundanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge der Kühlstrecke (16) zwischen 10 und 60 m beträgt.

13. Gieß-Walz-Verbundanlage nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Schere (17) und einem Paar von Treiberrollen (18a) eine Hubeinrichtung (10) angeordnet ist, wobei das Warmband

(15) durch die Treiberrollen (18a) geklemmt und das Warmband (15) von der Hubeinrichtung (10) angehoben werden kann, wodurch das Warmband (15) von der Schere (17) weggezogen werden kann.

5 Claims

1. Method for the continuous production of a coiled hot strip (15) of steel in a combined casting-rolling installation, wherein the combined casting-rolling installation comprises

- 10
 - a continuous casting installation (1) for producing a continuous thin slab strand (3, 3');
 - a rolling line (14) having a plurality of roll stands (F1...F4) for hot rolling the thin slab strand (3, 3') to the hot strip (15);
 - a cooling section (16) for cooling the hot strip (15);
 - a set of shears (17) for transversely separating the hot strip (15); and
 - 15 - a coiling unit (18) for coiling the hot strip (15);

said method comprising the following method steps:

- 20
 - continuously casting a steel melt in a linear permanent mould (2) of the continuous casting installation (1) to the thin slab strand (3, 3'), wherein the thin slab strand (3, 3') when exiting the linear permanent mould (2) has a liquid core (5), a thickness of 45 to 70 mm, preferably 55 to 65 mm, and a width of 900 to 2300 mm, preferably 1100 to 1900 mm;
 - supporting, guiding, and reducing in thickness the thin slab strand (3, 3') in a strand guide (4) of the continuous casting installation (1), wherein the thickness-reduced thin slab strand (3, 3') has a thickness h of 35 to 52 mm, preferably 40 to 50 mm, a casting speed v_C , and a specific throughput $D = h \cdot v_C$ of $0.45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0.27 \text{ m}^2/\text{min}$;
 - 25 - hot-rolling the continuous thickness-reduced thin slab strand in the rolling line (14), wherein the thin slab strand exclusively at the casting heat emanating from the latter is rolled by way of at least three to five, particularly preferably by way of four, rolling passes to the hot strip (15) having a thickness of 2.5 to 10 mm, and the last rolling pass is performed in the austenitic temperature range of the steel;
 - 30 - cooling the hot strip (15) in the cooling section (16);
 - transversely separating the cooled hot strip (15); and
 - coiling the hot strip (15) to coils in the coiling unit (18) .

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** a controlling or regulating unit (20) of the continuous casting installation (1) with the aid of a mathematical model continuously computes

- 35
 - an actual position of a crater end along the transportation path of the thin slab strand (3, 3') in the strand guide (4) ; and
 - an actual temperature profile along the transportation path of the thin slab strand (3, 3') in the strand guide (4) and in normal planes to the latter; and the thin slab strand (3, 3') while taking into consideration a nominal position of the crater end is continuously cooled in a regulated manner in the strand guide (4) such that the actual position of the crater end ideally corresponds to the nominal position.
 - 40

3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the actual temperature $T_{1\text{act}}$ of the hot strip (15) is measured after the last rolling pass in the rolling line (14) and prior to cooling in the cooling section (16), and the cooling of the thin slab strand (3, 3') in the strand guide (4) and/or the casting speed v_C are/is set in a regulated manner such that the actual temperature $T_{1\text{act}}$ ideally corresponds to a nominal temperature $T_{1\text{nom}}$.

4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the thickness reduction applies a soft reduction in a region of the thin slab strand (3, 3') that still has a liquid core (5) or a partially liquid core.

5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the actual temperature $T_{2\text{act}}$ of the continuous hot strip (15) is measured after cooling in the cooling section (16), and cooling nozzles of the cooling section (16) are actuated in a temperature-controlled manner such that the actual temperature $T_{2\text{act}}$ ideally corresponds to a nominal temperature $T_{2\text{nom}}$.

6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a coil is subsequently pickled and by way of a plurality of rolling passes in a cold-rolling line is cold-rolled to a thickness of 0.3 to 7 mm.

7. Combined casting-rolling installation for the production of a coiled hot strip (15) of steel, in particular for carrying out the method according to one of the preceding claims, having:

- a continuous casting installation (1) which comprises

- a linear permanent mould (2) for the continuous production of a thin slab strand (3, 3') which when exiting the linear permanent mould (2) has a liquid core (5), a thickness of 45 to 70 mm, preferably 55 to 65 mm, and a width of 900 to 2300 mm, preferably 1100 to 1900 mm; and

- a strand guide (4) for supporting, guiding, and reducing in thickness the thin slab strand (3, 3'), having a secondary cooling for cooling the thin slab strand (3, 3'), wherein the thin slab strand (3, 3') after the reduction in thickness has a thickness of 35 to 52 mm, preferably 40 to 50 mm, a casting speed v_C , and a specific throughput $D = h \cdot v_C$ of $0.45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0.27 \text{ m}^2/\text{min}$;

- a rolling line (14) for hot-rolling the thickness-reduced thin slab strand (3, 3'), wherein the rolling line (14) that is disposed directly after the continuous casting installation (1) has three to five, particularly preferably exactly four, roll stands (F1...F4), wherein a hot strip (15) having a thickness of 2.5 to 10 mm is generated from the hot-rolling of the thin slab strand (3, 3') exclusively at the casting heat emanating from the latter, and the last rolling pass is performed in the austenitic temperature range;

- a cooling section (16) for cooling the hot strip (15);

- a set of shears (17) for transversely separating the cooled hot strip (15); and

- a coiling unit (18) for coiling the hot strip (15) to coils.

8. Combined casting-rolling installation according to Claim 9, **characterized in that** the continuous casting installation (1) comprises a controlling or regulating unit (20) and a mathematical model for continuously computing

- an actual position of a crater end along the transportation path of the thin slab strand (3, 3') in the strand guide (4); and

- an actual temperature profile along the transportation path of the thin slab strand (3, 3') in the strand guide (4) and in normal planes to the latter;

wherein the controlling or regulating unit (20), while taking into consideration a nominal position of a crater end in the strand guide, sets in a regulated manner at least one variable from the group of a cooling intensity in the secondary cooling and the casting speed v_C such that the actual position of the crater end of the thin slab strand (3, 3') ideally corresponds to the nominal position.

9. Combined casting-rolling installation according to Claim 7 or 8, **characterized in that** an arcuate portion (4b) of the strand guide (4) has an arc radius R of 4.5 to 6.5 m, preferably 5 to 6 m.

10. Combined casting-rolling installation according to one of Claims 7 to 9, **characterized in that** thermal insulation panels, preferably a thermo-tunnel, are/is attached in the region between the end of a horizontal portion (4c) of the strand guide (4) and the first stand (F1) of the rolling line (14).

11. Combined casting-rolling installation according one of Claims 7 to 10, **characterized in that** the horizontal spacing between two roll stands (F1, F2, F3, F4) of the rolling line (14) is between 3 and 6 m, in particular between 4 and 5 m.

12. Combined casting-rolling installation according to one of Claims 7 to 11, **characterized in that** the length of the cooling section (16) is between 10 and 60 m.

13. Combined casting-rolling installation according to one of Claims 7 to 12, **characterized in that** a lifting unit (10) is disposed between the set of shears (17) and a pair of driving rollers (18a), wherein the hot strip (15) can be clamped by the driving rollers (18a) and the hot strip (15) can be raised by the lifting unit (10), on account of which the hot strip (15) can be withdrawn from the set of shears (17).

Revendications

1. Procédé pour la fabrication sans fin d'un feuillard à chaud bobiné (15) à partir d'acier dans une installation mixte

de coulée et de laminage, dans lequel l'installation mixte de coulée et de laminage comporte

- une installation de coulée continue (1) pour la fabrication d'un lingot en brame mince sans fin (3, 3') ;
- un train de laminage (14) avec plusieurs cages de laminage (F1 ... F4) pour le laminage à chaud du lingot en brame mince (3, 3') en le feuillard à chaud (15) ;
- une ligne de refroidissement (16) pour le refroidissement du feuillard à chaud (15) ;
- une cisaille (17) pour le tronçonnage du feuillard à chaud (15) ; et
- un dispositif d'enroulement (18) pour le bobinage du feuillard à chaud (15) ;

comprenant les étapes suivantes :

- coulée continue d'une masse fondue d'acier dans une lingotière (2) de l'installation de coulée continue (1) en le lingot en brame mince (3, 3'), dans lequel le lingot en brame mince (3, 3') présente à la sortie de la lingotière (2) un coeur liquide (5), une épaisseur allant de 45 à 70 mm, de préférence de 55 à 65 mm, et une largeur allant de 900 à 2 300 mm, de préférence de 1 100 à 1 900 mm ;
- soutien, guidage et réduction de l'épaisseur du lingot en brame mince (3, 3') dans un dispositif de guidage de lingot (4) de l'installation de coulée continue (1), dans lequel le lingot en brame mince (3, 3') d'épaisseur réduite présente une épaisseur h allant de 35 à 52 mm, de préférence de 40 à 50 mm, une vitesse de coulée v_C et une capacité de production spécifique $D = h \cdot v_C$ vérifiant $0,45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$;
- laminage à chaud du lingot en brame mince sans fin d'épaisseur réduite dans le train de laminage (14), dans lequel le lingot en brame mince est laminé exclusivement à partir de sa chaleur de coulée par trois à cinq, de manière particulièrement préférée par quatre, passes de laminage en le feuillard à chaud (15) avec une épaisseur allant de 2,5 à 10 mm et la dernière passe de laminage s'effectue dans la gamme de température austénitique de l'acier ;
- refroidissement du feuillard à chaud (15) dans la ligne de refroidissement (16) ;
- tronçonnage du feuillard à chaud (15) refroidi ; et
- bobinage du feuillard à chaud (15) en bobines dans le dispositif d'enroulement (18).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de commande ou de régulation (20) de l'installation de coulée continue (1), à l'aide d'un modèle mathématique, calcule en continu

- une position réelle d'une extrémité de cratère liquide le long du parcours de transport du lingot en brame mince (3, 3') dans le dispositif de guidage de lingot (4) et
- un profil de température réelle le long du parcours de transport du lingot en brame mince (3, 3') dans le dispositif de guidage de lingot (4) et dans des plans normaux à celui-ci,

et le lingot en brame mince (3, 3') est refroidi de manière régulée en continu avec prise en considération d'une position théorique de l'extrémité de cratère liquide dans le dispositif de guidage de lingot (4) de telle sorte que la position réelle de l'extrémité de cratère liquide corresponde autant que possible à la position théorique.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la température réelle T_{1st} du feuillard à chaud (15) est mesurée après la dernière passe de laminage dans le train de laminage (14) et avant le refroidissement dans la ligne de refroidissement (16), et le refroidissement du lingot en brame mince (3, 3') dans le dispositif de guidage de lingot (4) et/ou la vitesse de coulée v_C sont ajustés de manière régulée de telle sorte que la température réelle T_{1st} corresponde autant que possible à une température théorique T_{1Soll} .

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la réduction d'épaisseur applique une réduction douce (*Soft Réduction*) dans une zone avec encore du coeur liquide (5) ou du coeur partiellement liquide du lingot en brame mince (3, 3').

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la température réelle T_{2st} du feuillard à chaud sans fin (15) est mesurée après le refroidissement dans la ligne de refroidissement (16), et des buses de refroidissement de la ligne de refroidissement (16) sont commandées de manière régulée en température de telle sorte que la température réelle T_{2st} corresponde autant que possible à une température théorique T_{2Soll} .

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** bobine est ensuite décapée et laminée à froid par plusieurs passes de laminage dans un train de laminage à froid jusqu'à une épaisseur allant de 0,3 à 7 mm.

7. Installation mixte de coulée et de laminage pour la fabrication d'un feuillard à chaud bobiné (15) à partir d'acier, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant

- une installation de coulée continue (1), laquelle comporte

- une lingotière (2) pour la fabrication en continu d'un lingot en brame mince (3, 3'), lequel présente à la sortie de la lingotière (2) un coeur liquide (5), une épaisseur allant de 45 à 70 mm, de préférence de 55 à 65 mm, et une largeur allant de 900 à 2 300 mm, de préférence de 1 100 à 1 900 mm ; et

- un dispositif de guidage de lingot (4) pour le soutien, le guidage et la réduction de l'épaisseur du lingot en brame mince (3, 3') avec un dispositif de refroidissement secondaire pour le refroidissement du lingot en brame mince (3, 3'), dans laquelle le lingot en brame mince (3, 3') présente après la réduction d'épaisseur une épaisseur allant de 35 à 52 mm, de préférence de 40 à 50 mm, une vitesse de coulée v_C et une capacité de production spécifique $D = h \cdot v_C$ vérifiant $0,45 \text{ m}^2/\text{min} \geq D \geq 0,27 \text{ m}^2/\text{min}$;

- un train de laminage (14) pour le laminage à chaud du lingot en brame mince (3, 3') d'épaisseur réduite, dans laquelle le train de laminage (14) disposé immédiatement après l'installation de coulée continue (1) comprend de trois à cinq, de manière particulièrement préférée exactement quatre, cages de laminage (F1 ... F4), dans laquelle, par le laminage à chaud du lingot en brame mince (3, 3') exclusivement à partir de sa chaleur de coulée, un feuillard à chaud (15) avec une épaisseur allant de 2,5 à 10 mm est produit, et la dernière passe de laminage s'effectue dans la gamme de température austénitique ;

- une ligne de refroidissement (16) pour le refroidissement du feuillard à chaud (15) ;

- une cisaille (17) pour le tronçonnage du feuillard à chaud (15) refroidi ; et

- un dispositif d'enroulement (18) pour le bobinage du feuillard à chaud (15) en bobines.

8. Installation mixte de coulée et de laminage selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** l'installation de coulée continue (1) comporte un dispositif de commande ou de régulation (20) et un modèle mathématique pour le calcul en continu

- d'une position réelle d'une extrémité de cratère liquide le long du parcours de transport du lingot en brame mince (3, 3') dans le dispositif de guidage de lingot (4) et

- d'un profil de température réelle le long du parcours de transport du lingot en brame mince (3, 3') dans le dispositif de guidage de lingot (4) et dans des plans normaux à celui-ci,

dans laquelle le dispositif de commande ou de régulation (20) ajuste de manière régulée au moins une grandeur dans le groupe d'une intensité de refroidissement dans le dispositif de refroidissement secondaire et de la vitesse de coulée v_C avec prise en considération d'une position théorique d'une extrémité de cratère liquide dans le dispositif de guidage de lingot de telle sorte que la position réelle de l'extrémité de cratère liquide du lingot en brame mince (3, 3') corresponde autant que possible à la position théorique.

9. Installation mixte de coulée et de laminage selon la revendication 7 ou la revendication 8, **caractérisée en ce qu'une** section en forme d'arc (4b) du dispositif de guidage de lingot (4) présente un rayon de courbure R allant de 4,5 à 6,5 m, de préférence de 5 à 6 m.

10. Installation mixte de coulée et de laminage selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisée en ce que** des panneaux d'isolation thermique, de préférence un tunnel thermique, sont montés dans la zone comprise entre l'extrémité d'une section horizontale (4c) du dispositif de guidage de lingot (4) et la première cage (F1) du train de laminage (14).

11. Installation mixte de coulée et de laminage selon l'une des revendications 7 à 10, **caractérisée en ce que** la distance horizontale entre deux cages de laminage (F1, F2, F3, F4) du train de laminage (14) est comprise entre 3 et 6 m, en particulier entre 4 et 5 m.

12. Installation mixte de coulée et de laminage selon l'une des revendications 7 à 11, **caractérisée en ce que** la longueur de la ligne de refroidissement (16) est comprise entre 10 et 60 m.

13. Installation mixte de coulée et de laminage selon l'une des revendications 7 à 12, **caractérisée en ce qu'un** dispositif de levage (10) est disposé entre la cisaille (17) et une paire de rouleaux d'entraînement (18a), dans laquelle le feuillard à chaud (15) peut être pincé par les rouleaux d'entraînement (18a) et le feuillard à chaud (15) peut être soulevé par le dispositif de levage (10), moyennant quoi le feuillard à chaud (15) peut être éloigné de la cisaille (17).

Fig 1

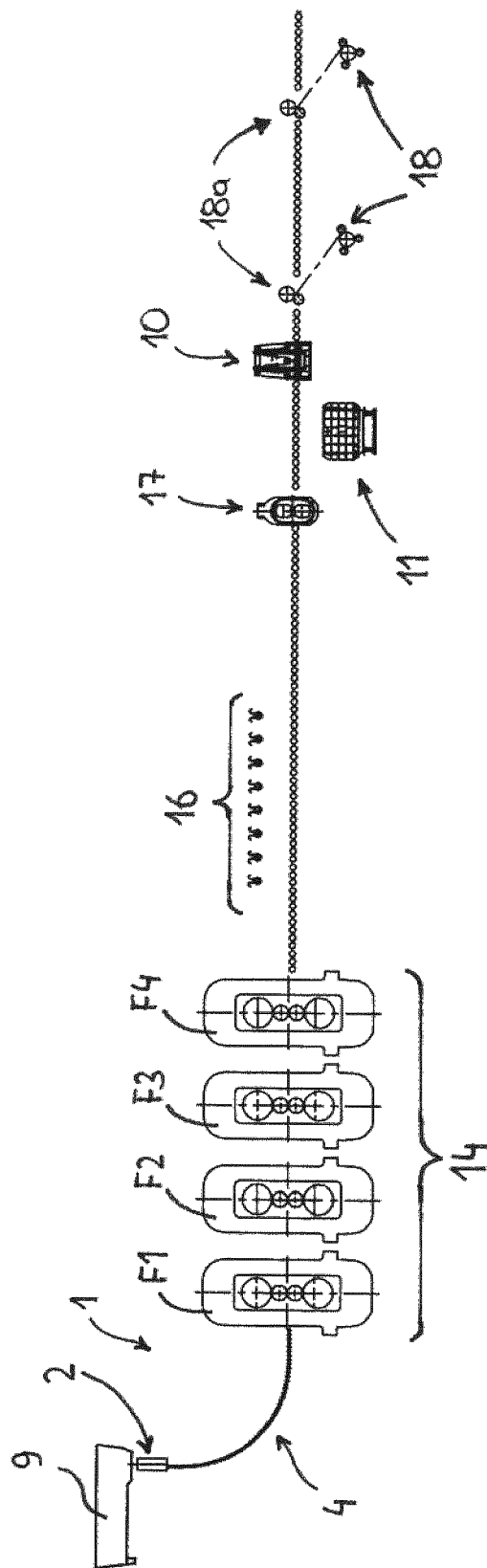


Fig 2

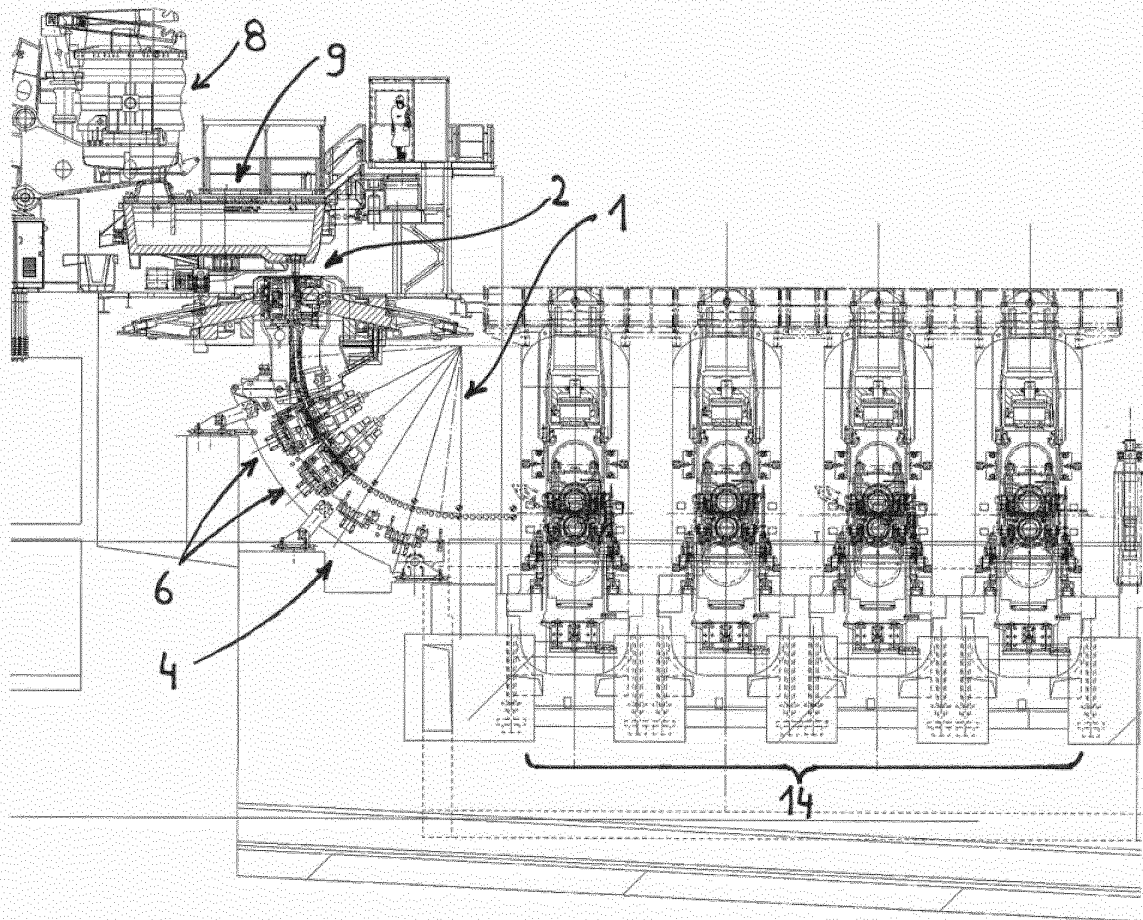


Fig 3

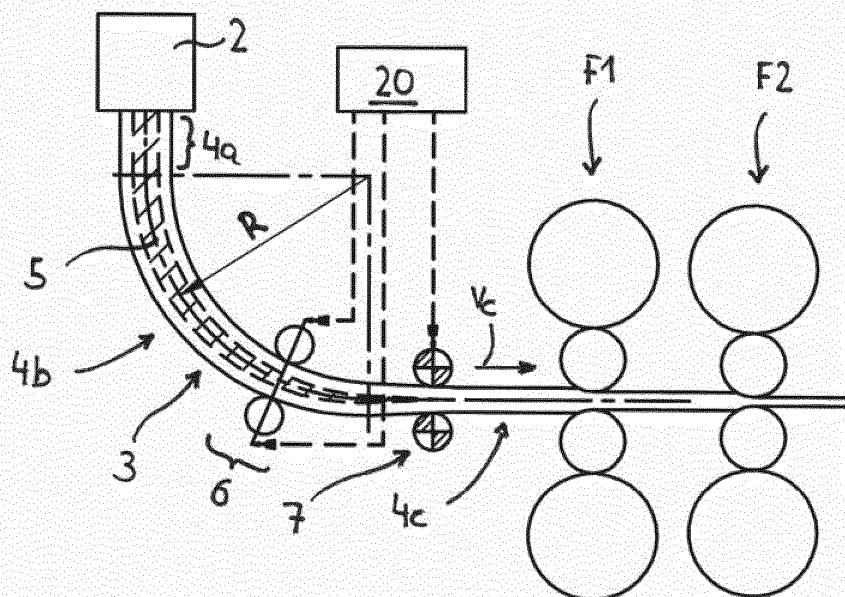


Fig 4

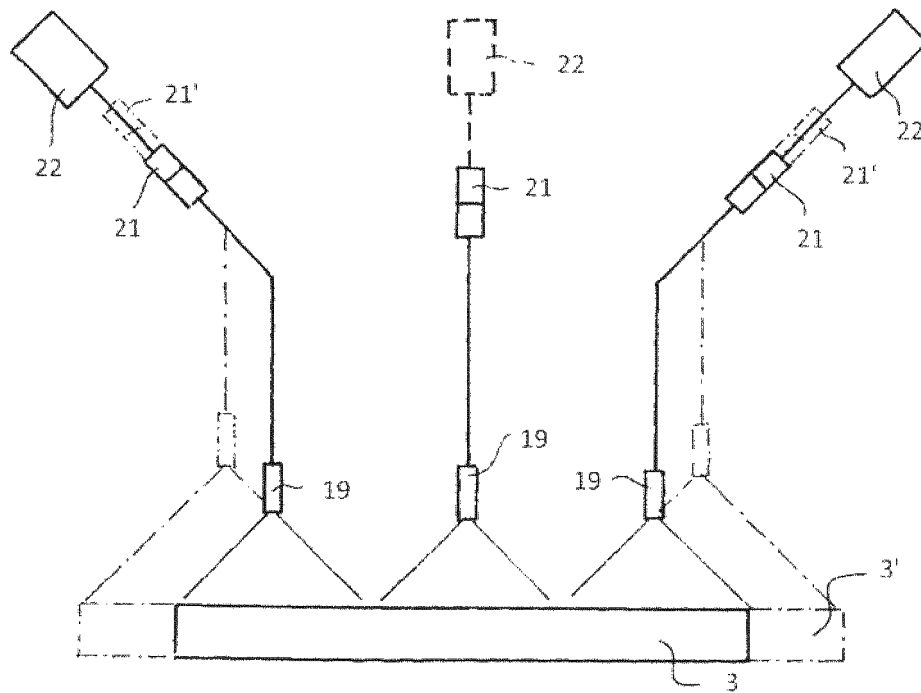


Fig 5

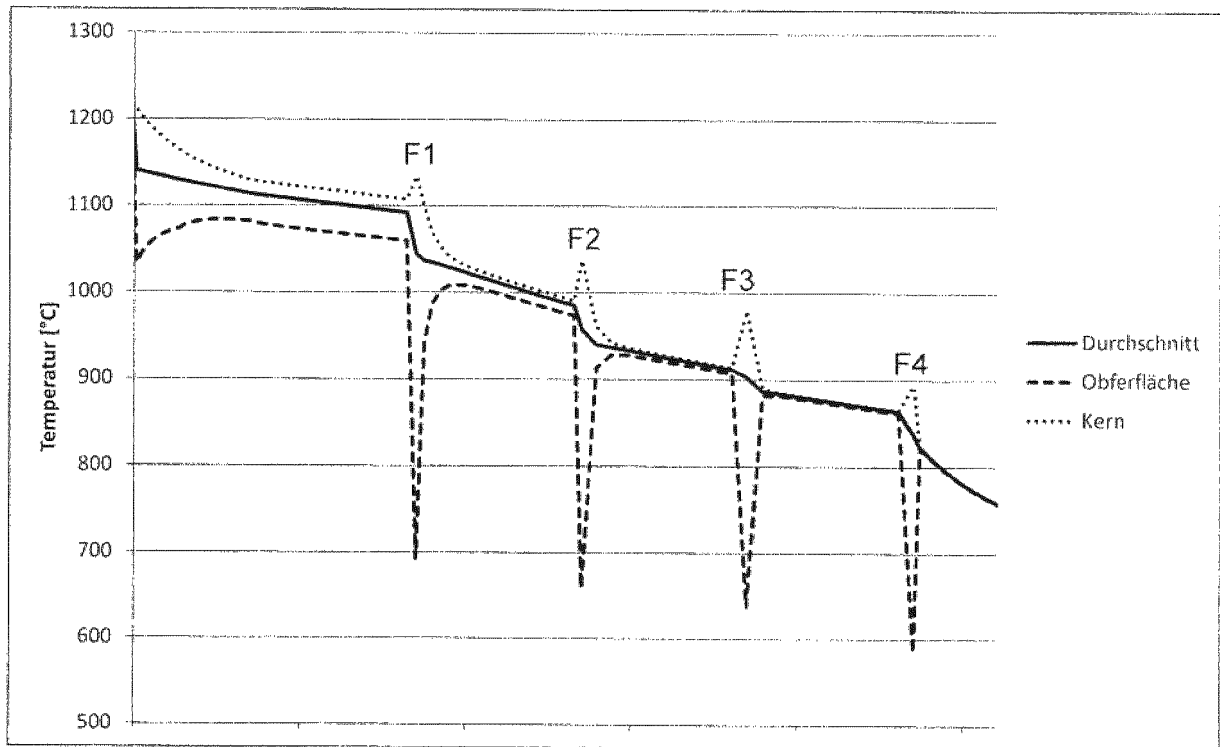


Fig 6a

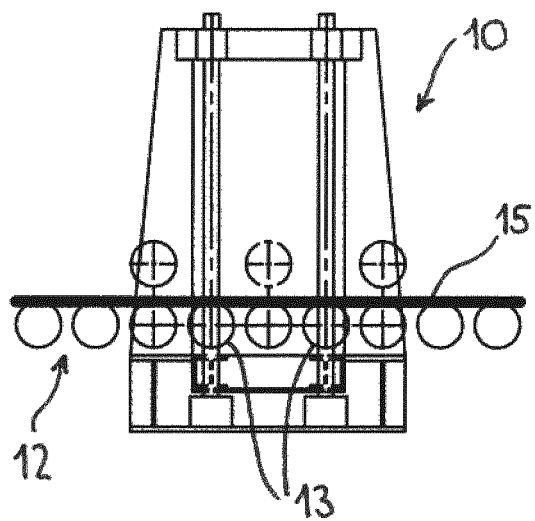


Fig 6b

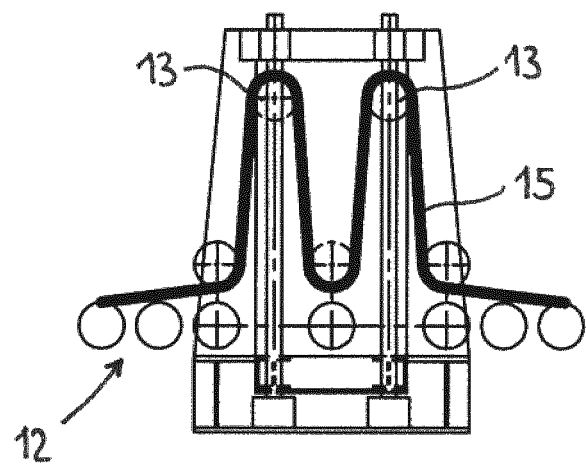


Fig 7a

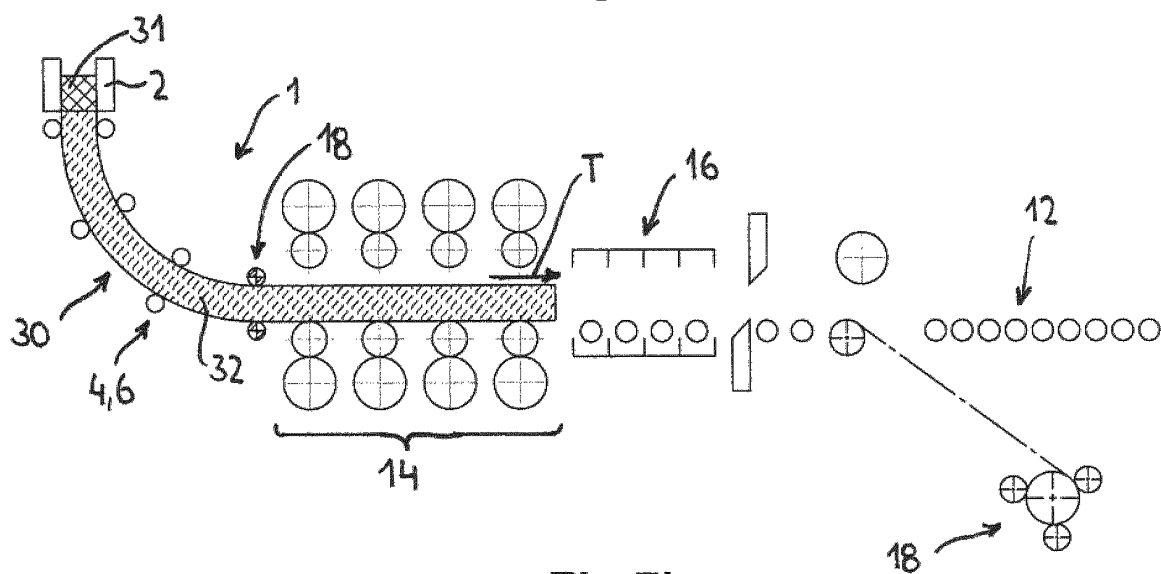


Fig 7b

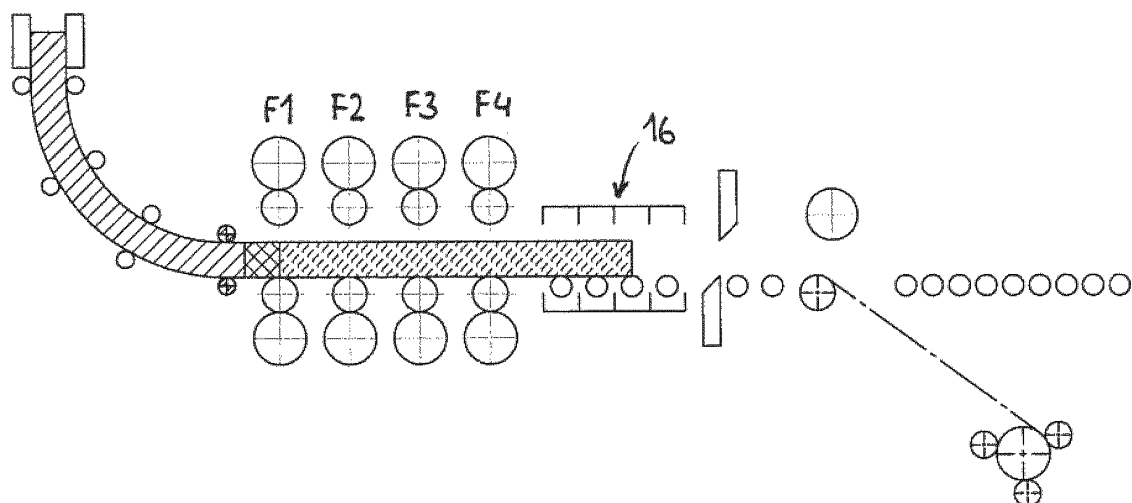


Fig 7c

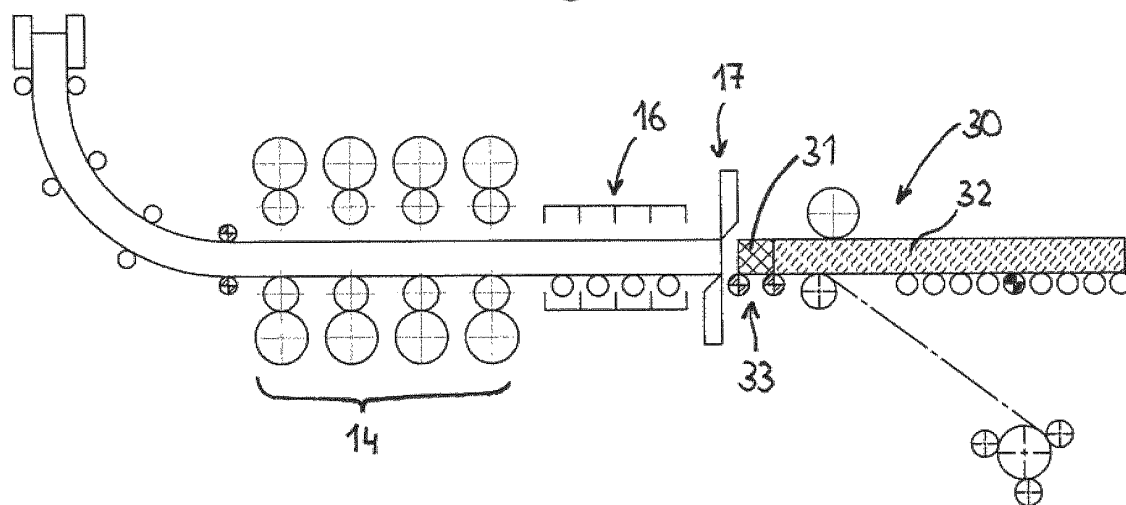


Fig 7d

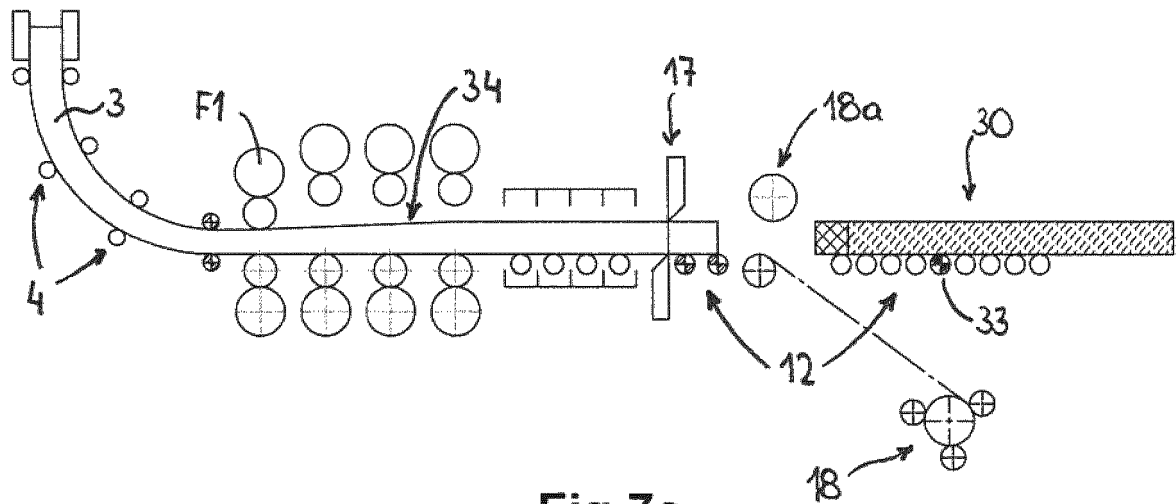
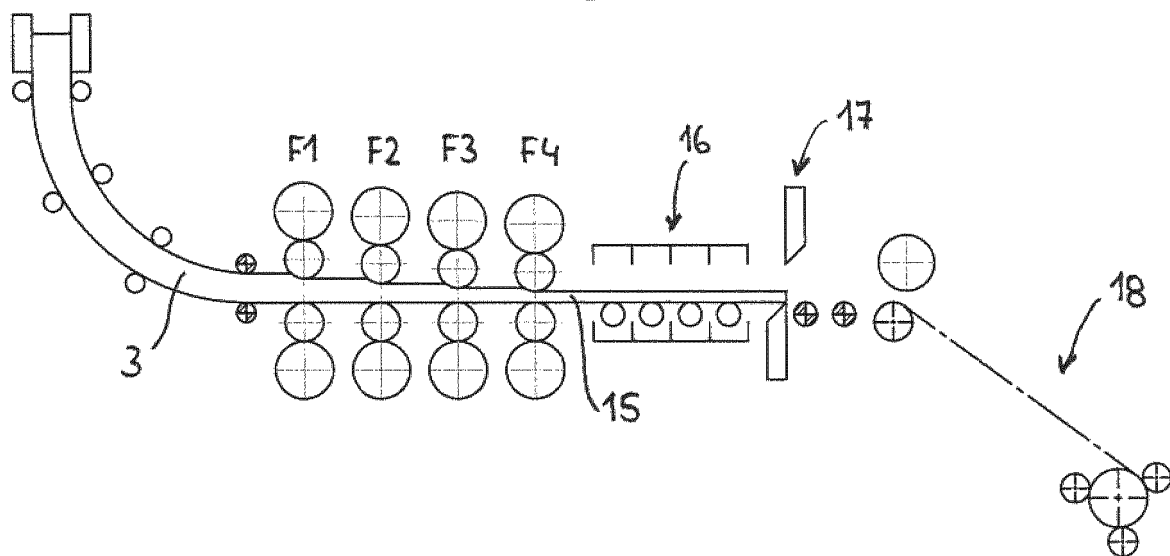


Fig 7e



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 102007022932 A1 **[0007]**
- WO 2008113848 A1 **[0008]**
- WO 2007054237 A1 **[0009]**
- WO 9736699 A **[0010]**
- WO 0103867 A1 **[0034]**