



(11)

EP 2 462 248 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.03.2018 Patentblatt 2018/11

(51) Int Cl.:
C21D 8/02 (2006.01) B22D 11/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10745149.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/004814

(22) Anmeldetag: **05.08.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/015365 (10.02.2011 Gazette 2011/06)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN EINES MIKROLEGIERTEN STAHLS, INSBESONDERE EINES RÖHRENSTAHLS**

METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A MICROALLOYED STEEL, IN PARTICULAR A PIPE STEEL

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'UN ACIER MICRO-ALLIÉ, EN PARTICULIER D'UN ACIER POUR TUBES

(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 SE SI SK SM TR

• **OHLERT, Joachim**
50670 Köln (DE)

(30) Priorität: **06.08.2009 DE 102009036378**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.06.2012 Patentblatt 2012/24

(73) Patentinhaber: **SMS group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 771 596 EP-A1- 0 885 974
EP-A2- 0 870 553 WO-A1-03/064069
WO-A1-2007/073841 DE-A1-102008 003 222
DE-A1-102008 029 581 DE-C1- 19 758 108

(72) Erfinder:
• **SEIDEL, Jürgen**
57223 Kreuztal (DE)

EP 2 462 248 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines mikrolegierten Stahls, insbesondere eines Röhrenstahls, wobei eine gegossene Bramme eine Anlage durchläuft, die in Förderrichtung der Bramme in dieser Reihenfolge eine Gießmaschine, einen ersten Ofen, mindestens ein Vorwalzgerüst, einen zweiten Ofen, mindestens ein Fertigwalzgerüst und eine Kühlstrecke aufweist. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Anlage zum Herstellen eines mikrolegierten Stahls.

[0002] Für die Herstellung eines Bandes sind im Stand der Technik diverse Möglichkeiten beschrieben, die nach dem gattungsgemäßen Verfahren arbeiten. Beispielsweise wird auf die US 2005/0115649 A1, auf die WO 2009/012963 A1, auf die WO 2007/073841 A1, auf die WO 2009/027045 A1, auf die EP 0 611 610 B1 und auf die EP 1 860 204 A1 hingewiesen.

[0003] Thermomechanisches Walzen ist ein etabliertes Verfahren. Mikrolegierte Stähle haben im Laufe der letzten Zeit zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dabei sind Röhrenstähle (nach API Specification 5L) eine der wichtigsten Untergruppen innerhalb der mikrolegierten Stähle. Der Bedarf an diesen Stählen nimmt stetig zu.

[0004] Der größte Teil der Röhrenstähle wird auf Grobblechwalzwerken produziert. Allerdings lassen sich Röhrenstähle insbesondere bei nicht zu großen Enddicken und Endbreiten ebenso auch auf Warmbreitbandstraßen, sog. CSP-Anlagen und anderen Einrichtungen zum Warmwalzen herstellen.

[0005] Besonderes Augenmerk ist bei der Herstellung von mikrolegierten Stählen im Allgemeinen und von Röhrenstählen im Besonderen auf den Temperaturverlauf als Funktion der Zeit (bzw. als Funktion des Orts innerhalb der Fertigungsanlage) zu richten. Dieser Verlauf beeinflusst in Kombination mit der Abnahmeverteilung in entscheidendem Maße die Entwicklung der Mikrostruktur und bestimmt somit mechanische und technologische Eigenschaften des Stahls. Aus diesem Grunde verwendet man beispielsweise leistungsstarke Kühleinrichtungen hinter der Fertigstraße, mittels derer der gewünschte Temperaturverlauf eingestellt werden kann. Nachteilig ist, dass vorbekannte Fertigungseinrichtungen und Verfahrenswesen nicht optimal geeignet sind, um bei der Fertigung von mikrolegierten Stählen, insbesondere von Röhrenstählen, flexibel auf die jeweiligen Ausgangsbedingungen und Anforderungen zu reagieren, um diese Stahlsorten mit einem weitgehend frei wählbaren Temperaturprofil über der Zeit bzw. über dem Förderweg zu fertigen. Damit ist es nicht optimal möglich, die Gefügeentwicklung im Stahl zu kontrollieren und zu beeinflussen. Die flexible Herstellung des genannten Stahls hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung und Abmessungen ist daher eingeschränkt.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. mit der es möglich ist, die genannten Nachteile zu überwinden. Demgemäß

soll eine verbesserte Steuerung des Verlaufs der Temperatur gemäß einem gewünschten Profil über der Zeit bzw. über dem Förderweg möglich sein, um so die Gefügeentwicklung besser kontrollieren und steuern zu können. Weiterhin soll damit eine flexiblere Fertigung von mikrolegierten Stählen, insbesondere von Röhrenstählen, möglich werden.

[0007] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist verfahrensgemäß durch die Abfolge der folgenden Schritte gekennzeichnet:

a) Definition eines gewünschten Temperaturprofils für die Bramme über deren Lauf durch die Anlage;

b) Positionieren mindestens zweier temperaturbeeinflussender Elemente zur Temperierung der Bramme gemäß dem definierten Temperaturprofil in die Prozesslinie der Anlage, wobei die temperaturbeeinflussenden Elemente zwischen den ersten Ofen und das mindestens eine Vorwalzgerüst und zwischen den zweiten Ofen und das mindestens eine Fertigwalzgerüst eingebracht werden;

c) Produktion der Bramme bzw. des Bandes in der so konfigurierten Anlage, wobei die temperaturbeeinflussenden Elemente so betrieben werden, dass das definierte Temperaturprofil zumindest weitgehend eingehalten wird, wobei

durch Verwendung eines temperaturbeeinflussenden Elements in Form einer Kühlung eine so niedrige Einlauftemperatur in das mindestens eine Fertigwalzgerüst erreicht wird, dass dort die Rekristallisation und das Kornwachstum weitgehend unterbleiben, wobei das Temperaturniveau zwischen dem Einlauf in das mindestens eine Vorwalzgerüst und dem Einlauf in das temperaturbeeinflussende Element in Form einer Kühlung entweder

aa) insbesondere für Röhrenstähle mit niedrigen Gehalten an Mikrolegierungselementen und geringen Brammendicken mittels eines temperaturbeeinflussenden Elements in Form einer Kühlung abgesenkt wird, um die Korngröße beim Einlauf in die Fertigwalzstraße zu reduzieren, oder

bb) insbesondere für Röhrenstähle mit hohen Gehalten an Mikrolegierungselementen und großen Brammendicken mittels eines temperaturbeeinflussenden Elements in Form einer Heizung erhöht wird, um eine vollständige Rekristallisation beim Vorwalzen zu gewährleisten.

[0008] Eine alternative Verfahrensweise sieht die Abfolge der folgenden Schritte vor:

a) Definition eines gewünschten Temperaturprofils für die Bramme über deren Lauf durch die Anlage;

b) Positionieren mindestens zweier temperaturbeeinflussender Elemente zur Temperierung der Bramme gemäß dem definierten Temperaturprofil in die Prozesslinie der Anlage, wobei die temperaturbeeinflussenden Elemente zwischen den ersten Ofen und das mindestens eine Vorwalzgerüst und zwischen den zweiten Ofen und das mindestens eine Fertigwalzgerüst eingebracht werden;

c) Produktion der Bramme bzw. des Bandes in der so konfigurierten Anlage, wobei die temperaturbeeinflussenden Elemente so betrieben werden, dass das definierte Temperaturprofil zumindest weitgehend eingehalten wird, wobei

durch Verwendung eines temperaturbeeinflussenden Elements in Form einer Heizung eine so hohe Einlauftemperatur in das mindestens eine Fertigwalzgerüst erreicht wird, so dass dort die Rekristallisation vollständig abläuft und entweder

Aa) aufgrund der hohen Temperaturen und Abnahmen bereits während der ersten Fertigstiche erfolgt und sodann von einer Akkumulation von Verformung in den letzten Fertigstichen gefolgt wird oder

Bb) aufgrund moderater Temperaturen und Abnahmen erst während der letzten Fertigstiche erfolgt, nachdem zuvor eine Akkumulation von Verformung stattgefunden hat.

[0009] Als temperaturbeeinflussendes Element kommt dabei gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ein weiterer Ofen zum Einsatz. Dies kann ein Induktionsofen oder ein Ofen sein, der durch direkte Flammenbeaufschlagung (DFI-Oxyfuel-Ofen) die Bramme erhitzt. In letzterem Falle ist bevorzugt vorgesehen, dass die direkte Flammenbeaufschlagung der Bramme durch einen Gasstrahl mit mindestens 75% Sauerstoff erfolgt, in den ein gasförmiger oder flüssiger Brennstoff gemischt wird. Als weiterer Ofen kann auch ein Ausgleichsofen, ein Rollenherdofen oder ein Hubbalkenofen bzw. Stoßofen verwendet werden.

[0010] Als temperaturbeeinflussendes Element kann auch eine weitere Kühlstrecke verwendet werden. Bei dieser kann es sich beispielsweise um eine Intensivkühlstrecke oder um eine laminare Bandkühlstrecke handeln.

[0011] Als temperaturbeeinflussendes Element kann schließlich auch ein temperaturdämmendes Element verwendet werden (Rollgangskapselung).

[0012] Das Temperaturprofil wird dabei bevorzugt unter Zugrundelegung eines Gefügemodells ermittelt. Das Gefügemodell legt dabei bevorzugt folgende Parameter fest und/oder überwacht sie: das Temperaturprofil über der Zeit bzw. der Stichanzahl, die Abnahmeverteilung über der Zeit bzw. der Stichanzahl, die Halte- bzw. Pendelzeiten, die Walzgeschwindigkeiten und Transportgeschwindigkeiten und/oder die Heiz- und Kühlintensitäten.

[0013] Eine Anlage zum Herstellen eines mikrolegierten Stahls, insbesondere eines Röhrenstahls, die in Förderrichtung einer Bramme in dieser Reihenfolge eine Gießmaschine, einen ersten Ofen, mindestens ein Vorwalzgerüst, einen zweiten Ofen, mindestens ein Fertigwalzgerüst und eine Kühlstrecke aufweist, kann dadurch gekennzeichnet sein, dass zwischen dem ersten Ofen und dem mindestens einen Vorwalzgerüst und zwischen dem zweiten Ofen und dem mindestens einen Fertigwalzgerüst ein temperaturbeeinflussendes Element zur Temperierung der Bramme in die Prozesslinie wahlweise einbringbar ist, wobei das temperaturbeeinflussende Element auswählbar ist aus einem der Elemente: ein weiterer Ofen, eine weitere Kühlstrecke, ein temperaturdämmendes Element.

[0014] Eine Fortbildung sieht vor, dass mindestens eines der temperaturbeeinflussenden Elemente weiterer Ofen, weitere Kühlstrecke und temperaturdämmendes Element so querverschieblich zur Förderrichtung der Bramme angeordnet ist, dass eines der Elemente wahlweise in die Prozesslinie eingebracht werden kann.

[0015] Mindestens eines der Elemente weiterer Ofen, weitere Kühlstrecke und temperaturdämmendes Element kann dabei so um eine in Förderrichtung weisende Drehachse verschwenkbar angeordnet sein, dass eines der Elemente wahlweise in die Prozesslinie eingebracht werden kann.

[0016] Mit der vorgeschlagenen Lösung wird eine verbesserte Herstellung von mikrolegierten Stählen, insbesondere von Röhrenstählen (wie beispielsweise X52 ... X120) möglich, was zu günstigen Eigenschaftskombinationen führt. Optimale Werte von Festigkeit und Zähigkeit sowie eine maximale Flexibilität hinsichtlich der verwendeten chemischen Zusammensetzungen wie auch der Abmessungen des Endprodukts werden durch eine gezielte Steuerung des Temperaturverlaufs erreicht. Die aufgrund der bislang üblichen Prozessführung vorhandenen Einschränkungen lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Vorschlag weitgehend aufheben. In sehr vorteilhafter Weise wird das Fahren eines gewünschten Temperatur-Zeit-Verlaufs bei der Herstellung des Stahls erreicht, was es erlaubt, Röhrenstahl mit höchster Qualität zu produzieren.

[0017] Nach der vorgeschlagenen Vorgehensweise kann die Temperatur sowohl vor der Vorstraße als auch zwischen der Vorstraße und der Fertigstraße entweder angehoben, konstant gehalten oder abgesenkt werden. Es wird also ein Höchstmaß an Flexibilität hinsichtlich der Temperaturführung erreicht, was nicht nur die grundsätzliche Möglichkeit der Herstellung von Röhrenstählen eröffnet, sondern darüber hinaus je nach Anforderung unterschiedliche Verfahrenswege zur Herstellung dieser Stahlsorte und die Einstellung unterschiedlicher Werkstoffeigenschaften ermöglicht.

[0018] Ferner können viele andere Stahlsorten, bei denen der Temperaturverlauf eine wichtige Rolle spielt, deutlich problemloser und in bestimmten Fällen mit verbesserten Eigenschaften hergestellt werden, wie dies

beispielsweise für Mehrphasenstähle und alle Sorten mikrolegierter Stähle der Fall ist.

[0019] Schließlich können mit Hilfe der veränderten Temperaturverläufe veränderte Abnahmeverteilungen angewendet und insbesondere höhere Abnahmen durchgeführt werden. Das hat auch geringere erreichbare Enddicken bei allen Stahlsorten oder aber zusätzliche Freiräume bei der Anlagenauslegung zur Folge.

[0020] Die Verwendung effektiver Heizungen (induktiver Heizungen oder Öfen nach dem DFI-Oxyfuel-Verfahren) und/oder der Einsatz einstellbarer intensiver Kühlungen (z. B. an Stelle des Pendelns von Vorbändern an der Luft) vergrößern weiterhin die Gesamtproduktivität der Anlage bzw. sie vereinfachen den Produktionsablauf.

[0021] Mithin ermöglicht die vorgeschlagene Verfahrensweise bzw. Vorrichtung eine gezielte Beeinflussung der Temperatur der Brame vor der Vorwalzung in Abhängigkeit von Materialanalysen, Materialabmessungen und Materialeigenschaften. Gleichmaßen ist eine gezielte Beeinflussung der Temperatur des Vorbands vor der Fertigwalzung in Abhängigkeit der Materialanalyse, von Materialabmessungen und von Materialeigenschaften möglich.

[0022] Die gezielte Steuerung der Temperaturführung während der einzelnen Prozessschritte erfolgt bevorzugt durch die Verwendung bzw. den Einsatz eines Gefügemodells. Das Gefügemodell legt dabei - wie schon erwähnt - den Verlauf folgender Parameter fest und überwacht diese:

- Temperaturprofil über der Zeit bzw. Stichanzahl,
- Abnahmeverteilung über der Zeit bzw. Stichanzahl,
- Halte- bzw. Pendelzeiten,
- Walzgeschwindigkeiten und Transportgeschwindigkeiten zur Beeinflussung des Temperaturprofils,
- Heiz- und Kühlintensitäten.

[0023] Weiterhin können eine gezielte Steuerung der verschiedenen Arten von Entfestigungsvorgängen während der einzelnen Prozessschritte und eine damit verbundene Steuerung der Materialeigenschaften erfolgen.

[0024] Das Verfahren kann für unterschiedliche thermomechanische Behandlungen eingesetzt werden.

[0025] Der Einbau einer Brammenkühlung kann vor der Vorverformung der Brame im Vorgerüst erfolgen. Gleichmaßen kann ein Einbau einer Induktionsheizung oder einer DFI-Oxyfuel-Heizung vor der Vorverformung im Vorgerüst erfolgen. Die verschiedenen Kühl- und Heizaggregate können durch Verschieben oder Schwenken gegeneinander ausgetauscht werden.

[0026] Es ist eine Beeinflussung der maximal erreichbaren Abnahmen und der gesamten Abnahmeverteilung durch eine gezielte Temperaturerhöhung vor der Vor- und Fertigwalzung mit Auswirkungen auf die Abmessungen und Eigenschaften des Produkts und die Anlagenauslegung möglich.

[0027] Damit erhöht sich die Produktivität der Walzanlage durch gezieltes (zusätzliches) Kühlen und/oder Hei-

zen.

[0028] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

- | | | |
|----|---------|--|
| 5 | Fig. 1 | schematisch eine Gießwalzanlage in der Seitenansicht mit Gießmaschine, erstem Ofen, Vorstraße, zweitem Ofen, Fertigstraße und Kühlstrecke(n), |
| 10 | Fig. 2 | eine zu Fig. 1 alternative Ausgestaltung der Gießwalzanlage gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, |
| 15 | Fig. 3 | eine zu Fig. 1 weitere alternative Ausgestaltung der Gießwalzanlage gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel, |
| 20 | Fig. 4 | eine zu Fig. 1 weitere alternative Ausgestaltung der Gießwalzanlage gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel, |
| 25 | Fig. 5 | eine zu Fig. 1 weitere alternative Ausgestaltung der Gießwalzanlage gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel, |
| 30 | Fig. 6 | eine zu Fig. 1 weitere alternative Ausgestaltung der Gießwalzanlage gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel, |
| 35 | Fig. 7 | schematisch eine Gießwalzanlage in der Draufsicht gemäß einer weiteren Ausführungsform, |
| 40 | Fig. 8 | schematisch dargestellte temperaturbeeinflussende Elemente der Gießwalzanlage, gesehen in Förderrichtung der Brame gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung, |
| 45 | Fig. 9 | eine zu Fig. 8 weitere alternative Ausgestaltung der temperaturbeeinflussenden Elemente gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, |
| 50 | Fig. 10 | eine zu Fig. 8 weitere alternative Ausgestaltung der temperaturbeeinflussenden Elemente gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung und |
| 55 | Fig. 11 | eine zu Fig. 8 weitere alternative Ausgestaltung der temperaturbeeinflussenden Elemente gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung. |

[0029] In Fig. 1 ist eine Anlage 2 zum Gießen und Walzen in einer Linie von Röhrenstahl (nach API-Spezifikation 5L) in der Seitenansicht skizziert. Sie weist eine Gießmaschine 3 auf (vertikale Gießanlage oder Bogen gießanlage), in der in bekannter Weise eine Brame 1

durch Stranggießen hergestellt wird. Typische Abmessung der Bramme können eine Dicke zwischen 50 bis 150 mm und eine Breite zwischen 900 und 3.000 mm sein. In Förderrichtung F folgen der Gießmaschine 3 ein erster Ofen 4, eine Vorstraße zum Walzen der Bramme, wobei nur ein einziges Vorwalzgerüst 5 dargestellt ist (zuweilen sind auch mehrere Vorwalzgerüste vorgesehen), ein zweiter Ofen 6, eine Fertigstraße zum Walzen der Bramme bzw. des Bandes, wobei nur ein einziges Fertigwalzgerüst 7 dargestellt ist (zumeist sind mehrere Fertigwalzgerüste vorgesehen) und eine Kühlstrecke 8.

[0030] Vorhanden sind auch weitere Elemente, die hinsichtlich der Temperaturführung nicht bedeutend bzw. nur untergeordnet sind. Zwischen der Gießmaschine 3 und dem ersten Ofen 4 ist eine Schere 12 angeordnet, mit der die Bramme 1 auf eine gewünschte Brammenlänge abgeschnitten werden kann (alternativ kann auch eine Brennschneidanlage eingesetzt werden). Zwischen dem ersten Ofen 4 und dem Vorwalzgerüst 5 ist ein Zunderwäscher 13 angeordnet. Ein weiterer Zunderwäscher 14 befindet sich auch unmittelbar vor dem Fertigwalzgerüst 7. Hinter der Kühlstrecke 8 ist - in bekannter Weise - ein Haspel 15 vorgesehen, der das fertige Band aufwickelt.

[0031] Bei Röhrenstählen bestehen erhöhte Ansprüche bezüglich der Temperaturführung der Bramme bzw. des Bandes beim Weg durch die Anlage 2.

[0032] Vor der Fertigung des Bandes wird zunächst das gewünschte Temperaturprofil über der Zeit bzw. über dem Förderweg in Förderrichtung F bestimmt. Hierfür wird bevorzugt ein computergestütztes Gefügemodell eingesetzt, das als solches bekannt ist und das in fachmännischer Weise festlegt, wie die Temperatur der Bramme 1 bzw. des Bandes verlaufen soll, damit ein optimales Produkt gefertigt werden kann. Beispielhafte Angaben für einen solchen Temperaturverlauf finden sich weiter unten, indem für spezielle Orte der Fertigungsanlage 2 Temperaturbereiche der Bramme 1 bzw. des Bandes angegeben sind.

[0033] Abhängig von dem vorgegebenen Temperaturprofil gilt es dann, die Anlage 2 so vorzubereiten, dass das gewünschte Profil gefahren werden kann. Erfindungsgemäß erfolgt dies so, dass ein Positionieren mindestens eines temperaturbeeinflussenden Elements zur Temperierung der Bramme 1 gemäß dem definierten Temperaturprofil in die Prozesslinie der Anlage 2 erfolgt, wobei das temperaturbeeinflussende Element zwischen dem ersten Ofen 4 und dem mindestens eine Vorwalzgerüst 5 und/oder zwischen dem zweiten Ofen 6 und dem mindestens eine Fertigwalzgerüst 7 eingebracht wird. In Fig. 1 ist das temperaturbeeinflussende Element 9 eine Kühlstrecke, die hinter dem zweiten Ofen 6 in die Prozesslinie wirksam eingebracht ist. Bei dieser kann es sich um eine Intensivkühlung oder um eine laminare Kühlung handeln, abhängig von der benötigten Kühlleistung, die zum Erreichen des gewünschten Temperaturprofils erforderlich ist.

[0034] Nach dem Abkühlen und dem Durchlaufen des

Zunderwäschers 14 erfolgt eine kontinuierliche oder reversierende Fertigwalzung in dem mindestens einen Fertigwalzgerüst 7, wobei bevorzugt eine Anzahl von Fertigwalzgerüsten vorgesehen ist, also eine Fertigwalzstafel. Das Fertigwalzen erfolgt auf die gewünschte Fertigbanddicke und Fertigbandtemperatur, woran sich die Kühlung des Bandes in der Kühlstrecke 8 anschließt. Als letzter Schritt erfolgt das Aufwickeln des Bandes auf dem Haspel 15. Statt das fertiggewalzte Band aufzuwickeln, kann es alternativ auch direkt der Adjustage zugeführt werden.

[0035] Für die Fertigwalzung von Röhrenstahl im Rahmen einer klassischen thermomechanischen Behandlung ist ein Temperaturbereich von 850 bis 950 °C hinter dem Ofen 6 und der Kühlung 9 vorgesehen. Die niedrige Einlaufftemperatur gewährleistet, dass während des nahezu isothermen Walzens in der Fertigstraße Rekristallisation und Kornwachstum weitestgehend unterbleiben und nahezu die gesamte Verformung akkumuliert wird, so dass bei der folgenden Umwandlung ein sehr feinkörniges Gefüge entsteht. Weitere Voraussetzungen sind eine ausreichend niedrige Endwalztemperatur von typischerweise weniger als 820 °C und eine hinreichend hohe Abkühlgeschwindigkeit in der Kühlstrecke.

[0036] Allerdings kann es zusätzlich zu der oben beschriebenen Abkühlung im Bereich zwischen Vorwalzgerüst 5 und Fertigwalzgerüst 7 notwendig werden, die Temperatur des Bandes bereits vor dem Eintritt in das Vorwalzgerüst 5 zu beeinflussen. Hierzu zeigt Fig. 2 eine Anlage 2 zur Herstellung von Röhrenstählen nach API, bei denen der hintere Teil des ersten Ofens 4 durch eine Bandkühlung 10 ersetzt wurde. Genauer gesagt wurde als temperaturbeeinflussendes Element 10 hier eine zusätzliche Kühlstrecke 10 in die Prozesslinie eingebracht.

[0037] Durch das Abkühlen der Bramme kann das Ausmaß der thermomechanischen Behandlung weiter gesteigert und das Kornwachstum zwischen Vorwalz- und Fertigwalzstraße eingeschränkt werden. Dabei muss eine vollständige Rekristallisation dennoch sichergestellt werden, weswegen diese Vorgehensweise insbesondere für Röhrenstähle mit niedrigen Gehalten an Mikrolegierungselementen und geringeren Brammendicken geeignet ist.

[0038] Bei besonders hohen Gehalten an Legierungselementen und großen Brammendicken kann hingegen sogar ein Aufheizen auf höhere Temperaturen sinnvoll sein, um höhere Umformgrade zu ermöglichen und eine vollständige dynamische oder statische Rekristallisation zu gewährleisten. Ferner kann sich die erhöhte Temperatur günstig auf den Lösungszustand der Mikrolegierungselemente auswirken. Eine Ausführungsform der Erfindung, die dies in besonders vorteilhafter Weise ermöglicht, ist in Fig. 3 dargestellt. Hier ist hinter dem ersten Ofen 4 und vor dem Vorwalzgerüst 5 ein temperaturbeeinflussendes Element 10 in Form einer Induktivheizung in die Prozesslinie eingebracht worden.

[0039] Die Figuren 4, 5 und 6 zeigen Anlagenkonzepte, bei denen vornehmlich im Vergleich mit der Lösung ge-

mäß der Figuren 2 und 3 die vor der Fertigwalzung angeordnete Bandkühlung durch eine Induktionsheizung oder einen Ofen ersetzt wurde.

[0040] Während bisher eine klassische thermomechanische Behandlung angestrebt wurde, die eine Maximierung der akkumulierten Verformung zum Ziel hat, soll für bestimmte Stähle ein anderes Verfahren angewendet werden. Statt nach einer vollständigen Rekristallisation im Anschluss an die Vorwalzung auf eine weitere Entfestigung im Bereich der Fertigstraße zu verzichten, wird eine erneute Rekristallisation angestrebt. Diese Rekristallisation erfordert hohe Temperaturen, die besonders vorteilhaft durch eine Induktionsheizung oder einen DFI-Oxyfuel-Ofen erzeugt werden können. Dabei kann die Rekristallisation bei besonders hohen Temperaturen und Umformgraden bereits während der ersten Fertigstiche erfolgen und von einer anschließenden Akkumulation von Verformung in den letzten Fertigstichen gefolgt werden, oder aber eine dynamische Rekristallisation tritt bei weniger hohen Temperaturen und Umformgraden erst während der letzten Fertigstiche auf, nachdem eine Akkumulation von Verformung in den ersten Fertigstichen stattgefunden hat. In beiden Fällen führt die Temperaturerhöhung im Vergleich zur klassischen thermomechanischen Behandlung beispielsweise gemäß der Lösungen nach den Figuren 1, 2 und 3 dazu, dass der maximal mögliche Umformgrad ansteigt, während der zum Auslösen von Rekristallisation benötigte Umformgrad sinkt, so dass die Tendenz zur Entfestigung deutlich zunimmt.

[0041] Durch die erfindungsgemäße Erweiterung der Möglichkeiten zur Temperaturbeeinflussung können bisher widersprüchliche Anforderungen an den Temperaturverlauf in den einzelnen Anlagenzonen erfüllt werden, so dass in jeder einzelnen Zone der im Hinblick auf die Produkteigenschaften optimale Prozessverlauf ermöglicht wird, d. h. das Fahren eines optimal gewählten Temperaturverlaufs in der Bramme bzw. im Band entlang der Förderrichtung F. Eine flexible Anpassung an gewünschte Materialeigenschaften oder Materialabmessungen oder unterschiedliche Materialanalysen sind hierdurch gegeben.

[0042] Gleichzeitig ist die Beeinflussung der Temperaturführung ein leistungsfähiges Werkzeug, um die Last- und Abnahmeverteilung in Vor- und Fertigerüsten zu beeinflussen, was dazu genutzt werden kann, die minimal erreichbaren Enddicken zu reduzieren oder aber bei der Auslegung auf kleinere Aggregate zurückzugreifen.

[0043] Die Beschreibung der vielfältigen Auswirkungen des Temperaturverlaufs auf die Mikrostruktur veranschaulicht, dass eine Kontrolle der Gefügeentwicklung jederzeit notwendig ist und dass das Walzen von Röhrenstählen gemäß der vorgeschlagenen Vorgehensweise insbesondere dann zu den gewünschten mechanischen Eigenschaften führt, wenn der Prozess von einem geeigneten Gefügemodell überwacht und/oder gesteuert bzw. geregelt wird.

[0044] Bei der Walzung von Normalstahl auf der glei-

chen Anlage werden vor der Fertigstraße im Regelfall Temperaturen von ca. 1.000 bis 1.150 °C verwendet, in besonderen Fällen aber auch höhere oder niedrigere. Die Notwendigkeit zur Einstellung abweichender Temperaturen steigt mit der Komplexität des Legierungskonzepts. Für Mehrphasenstähle und verschiedene mikrolegierte Stähle ist diese Vorgehensweise in besonderem Maße vorteilhaft. Mit dem vorgeschlagenen Anlagenkonzept lassen sich Bramme, Dünnbramme, Zwischenband, Band und Blech in den meisten Fällen auf das angestrebte Temperaturniveau bringen, so dass keinerlei Restriktionen hinsichtlich der geforderten Materialeigenschaften bestehen.

[0045] Für eine optimale Anpassung an die jeweiligen Prozessbedingungen ist vorgesehen, dass die Bandkühlung 9 (in den Figuren 1, 2 und 3) und die Induktionsheizung 10 (in Fig. 3 und in Fig. 5) bzw. 9 (in Fig. 4) in Richtung quer zur Förderrichtung F verschiebbar bzw. schwenkbar ausgeführt sind und entweder das eine oder das andere Aggregat 9, 10 aktiviert werden kann.

[0046] Analog kann gemäß Fig. 6 alternativ zu Fig. 4 statt der Bandkühlung 10 bzw. der Induktionsheizung 9 ein konventioneller Ausgleichsofen 9, 10 in die Prozesslinie eingefahren werden. Dies gilt für die verschiedenen Aggregate vor und hinter der Vorwalzanlage.

[0047] Die Gießmaschine 3 kann in der Prozesslinie mit der Walzstraße 5 stehen oder von ihr örtlich getrennt angeordnet sein. Hierzu wird auf Fig. 7 hingewiesen, wo in der Draufsicht ein entsprechendes Beispiel zu sehen ist. Hier sind zwei obere Gießmaschinen 3' parallel zueinander angeordnet, hinter denen die Bramme mittels Brennschneidemaschinen 12' auf eine gewünschte Länge abgetrennt werden. Mittels eines Hubbalkenofens 4' oder Stoßofens kann die Bramme 1 von den oberen beiden Prozesslinien L auf die untere Prozesslinie L in Querrichtung Q zur Förderrichtung F verschoben werden; in der unteren Prozesslinie befinden sich die weiteren Anlagenteile für die Fertigung des Bandes. Die untere Prozesslinie L weist ebenfalls eine Gießmaschine 3 auf, hinter der eine Schere 12 angeordnet ist.

[0048] Durch die Öfen 4, 4' wird die Bramme 1 auf eine Vorwalztemperatur von ca. 1.100 bis 1.200 °C aufgeheizt. Nach dem Zunderwäscher 13 erfolgt die Vorwalzung an einem oder alternativ an mehreren Vorwalzgerüsten 5 kontinuierlich oder reversierend auf eine Zwischendicke.

[0049] Mit der Wahl der Walzgeschwindigkeit am Vorwalzgerüst 5 kann auch die Ofeneinlauftemperatur beeinflusst werden.

[0050] Hinter dem Vorwalzgerüst 5 ist ein zweiter Ofen 6 als Halteofen angeordnet. Der Halteofen 6 bietet ausreichend Platz, um eine im Vorwalzgerüst 5 umgeformte Dünnbramme vollständig aufnehmen zu können. Es kann auch ein kurzes Pendeln der umgeformten Dünnbramme im Ofen 6 stattfinden.

[0051] Statt eines Halteofens 6 kann hier auch eine Rollgangskapselung oder ein normaler Rollgang angeordnet sein. Im Anschluss an den Ofen 6 bzw. an die

Rollgangskapselung ist ein temperaturbeeinflussendes Element 9 in Form einer Kühlstrecke in der Prozesslinie L positioniert, mit der die Bramme 1 auf die gewünschte Temperatur vor der Fertigwalzung im Fertigwalzgerüst 7 gebracht werden kann. Alternativ kann sich die Bandkühlung 9 auch vor dem Halteofen bzw. vor der Rollgangskapselung befinden.

[0052] Details zum Austausch der verschiedenen Aggregate durch seitliches Verschieben oder Hinein- bzw. Hinausschwenken der temperaturbeeinflussenden Elemente 9, 10 sind in den Figuren 8 bis 11 skizziert. Gegebenenfalls kann darüber hinaus durch geeignete Vorrichtung für die Verschiebung der Aggregate sichergestellt werden, dass sich drei verschiedene Aggregate einen Platz in der Prozesslinie teilen.

[0053] In Fig. 8 ist zu sehen, wie alternativ ein zusätzlicher Ofen (links in Fig. 8) oder ein Induktionsofen (rechts in Fig. 8) durch Verschieben in die Querrichtung Q in die Prozesslinie L gefahren werden kann. Ausweichpositionen 16, 16' beiderseits der Prozesslinie L erlauben die gleichzeitige Verschiebung der beiden Öfen von der dargestellten Stellung nach rechts und umgekehrt.

[0054] Die analoge Situation ist in Fig. 9 für alternativ in die Prozesslinie L einbringbare temperaturbeeinflussende Elemente 9, 10 in Form einer Kühlung (links in Fig. 9) und eines Induktionsofens (rechts in Fig. 9) skizziert. Wiederum gilt das Analoge gemäß Fig. 10 für einen Rollenherdofen (links) und eine Brammenkühlung (rechts).

[0055] In Fig. 11 ist zu sehen, dass ein temperaturbeeinflussendes Element 9 in Form eines Kühlbalkens um eine Drehachse 11 verschwenkt werden kann, um es in Eingriff oder außer Eingriff zu bringen. Indes wird der Induktionsofen 10 wiederum querverschieblich in Richtung Q angeordnet, um - wenn er außer Eingriff gebracht werden soll - ihn in die Ausweichposition 16' zu verfahren.

Bezugszeichenliste:

[0056]

- 1 Bramme (Band)
- 2 Anlage
- 3 Gießmaschine
- 3' Gießmaschine
- 4 erster Ofen
- 4' Hubbalkenofen oder Stoßofen
- 5 Vorwalzgerüst
- 6 zweiter Ofen
- 7 Fertigwalzgerüst
- 8 Kühlstrecke
- 9 temperaturbeeinflussendes Element
- 10 temperaturbeeinflussendes Element
- 11 Schwenkachse
- 12 Schere
- 12' Brennschneidanlage
- 13 Zunderwäscher
- 14 Zunderwäscher

- 15 Haspel
- 16 Ausweichposition
- 16' Ausweichposition

- 5 F Förderrichtung
- Q Querverschieberichtung
- L Prozesslinie

10 Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines mikrolegierten Stahls, insbesondere eines Röhrenstahls, wobei eine gegossene Bramme (1) eine Anlage (2) durchläuft, die in Förderrichtung (F) der Bramme (1) in dieser Reihenfolge eine Gießmaschine (3), einen ersten Ofen (4), mindestens ein Vorwalzgerüst (5), einen zweiten Ofen (6), mindestens ein Fertigwalzgerüst (7) und eine Kühlstrecke (8) aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

a) Definition eines gewünschten Temperaturprofils für die Bramme (1) über deren Lauf durch die Anlage (2);

b) Positionieren mindestens zweier temperaturbeeinflussender Elemente (9, 10) zur Temperierung der Bramme (1) gemäß dem definierten Temperaturprofil in die Prozesslinie (L) der Anlage (2), wobei die temperaturbeeinflussenden Elemente (9, 10) zwischen den ersten Ofen (4) und das mindestens eine Vorwalzgerüst (5) und zwischen den zweiten Ofen (6) und das mindestens eine Fertigwalzgerüst (7) eingebracht werden;

c) Produktion der Bramme (1) bzw. des Bandes in der so konfigurierten Anlage (2), wobei die temperaturbeeinflussenden Elemente (9, 10) so betrieben werden, dass das definierte Temperaturprofil zumindest weitgehend eingehalten wird, wobei

durch Verwendung eines temperaturbeeinflussenden Elements (9) in Form einer Kühlung eine so niedrige Einlauftemperatur in das mindestens eine Fertigwalzgerüst (7) erreicht wird, dass dort die Rekristallisation und das Kornwachstum weitgehend unterbleiben, wobei das Temperaturniveau zwischen dem Einlauf in das mindestens eine Vorwalzgerüst (5) und dem Einlauf in das temperaturbeeinflussende Element (9) in Form einer Kühlung entweder aa)

insbesondere für Röhrenstähle mit niedrigen Gehalten an Mikrolegierungselementen und geringen Brammendicken mittels eines temperaturbeeinflussenden Elements (10) in Form einer Kühlung abgesenkt wird, um die Korngröße beim Einlauf in die Fertigwalzstraße (7) zu re-

- duzieren, oder
 bb) insbesondere für Röhrenstähle mit hohen Gehalten an Mikrolegierungselementen und großen Brammendicken mittels eines temperaturbeeinflussenden Elements (10) in Form einer Heizung erhöht wird, um eine vollständige Rekristallisation beim Vorwalzen zu gewährleisten.
2. Verfahren zum Herstellen eines mikrolegierten Stahls, insbesondere eines Röhrenstahls, wobei eine gegossene Bramme (1) eine Anlage (2) durchläuft, die in Förderrichtung (F) der Bramme (1) in dieser Reihenfolge eine Gießmaschine (3), einen ersten Ofen (4), mindestens ein Vorwalzgerüst (5), einen zweiten Ofen (6), mindestens ein Fertigwalzgerüst (7) und eine Kühlstrecke (8) aufweist, wobei das Verfahren umfasst:
- a) Definition eines gewünschten Temperaturprofils für die Bramme (1) über deren Lauf durch die Anlage (2);
 b) Positionieren mindestens zweier temperaturbeeinflussender Elemente (9, 10) zur Temperierung der Bramme (1) gemäß dem definierten Temperaturprofil in die Prozesslinie (L) der Anlage (2), wobei die temperaturbeeinflussenden Elemente (9, 10) zwischen den ersten Ofen (4) und das mindestens eine Vorwalzgerüst (5) und zwischen den zweiten Ofen (6) und das mindestens eine Fertigwalzgerüst (7) eingebracht werden;
 c) Produktion der Bramme (1) bzw. des Bandes in der so konfigurierten Anlage (2), wobei die temperaturbeeinflussenden Elemente (9, 10) so betrieben werden, dass das definierte Temperaturprofil zumindest weitgehend eingehalten wird, wobei
- durch Verwendung eines temperaturbeeinflussenden Elements (10) in Form einer Heizung eine so hohe Einlaufftemperatur in das mindestens eine Fertigwalzgerüst (7) erreicht wird, so dass dort die Rekristallisation vollständig abläuft und entweder
- Aa) aufgrund der hohen Temperaturen und Abnahmen bereits während der ersten Fertigstiche erfolgt und sodann von einer Akkumulation von Verformung in den letzten Fertigstichen gefolgt wird oder
 Bb) aufgrund moderater Temperaturen und Abnahmen erst während der letzten Fertigstiche erfolgt, nachdem zuvor eine Akkumulation von Verformung stattgefunden hat.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als temperaturbeeinflussendes Element (9, 10) ein weiterer Ofen verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Ofen ein Induktionsofen verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im weiteren Ofen ein Erwärmen der Bramme (1) durch direkte Flammenbeaufschlagung (DFI-Oxyfuel-Ofen) erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die direkte Flammenbeaufschlagung der Bramme (1) durch einen Gasstrahl mit mindestens 75% Sauerstoff erfolgt, in den ein gasförmiger oder flüssiger Brennstoff gemischt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Ofen ein Ausgleichsofen verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Ofen ein Rollenherdofen verwendet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weiterer Ofen ein Hubbalkenofen oder ein Stoßofen verwendet wird, der einen Querschnitt der Bramme ermöglicht.
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als temperaturbeeinflussendes Element (9, 10) eine weitere Kühlstrecke verwendet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weitere Kühlstrecke eine Intensivkühlstrecke verwendet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als weitere Kühlstrecke eine laminare Bandkühlstrecke verwendet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Temperaturprofil unter Zugrundelegung eines Gefügemodells ermittelt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gefügemodell folgende Parameter festlegt und/oder überwacht: das Temperaturprofil über der Zeit bzw. der Stichanzahl, die Abnahmeverteilung über der Zeit bzw. der Stichanzahl, die Halte- bzw. Pendelzeiten, die Walzgeschwindigkeiten und Transportgeschwindigkeiten und/oder die Heiz- und Kühlintensitäten.

Claims

1. Method of producing a micro-alloyed steel, particularly a tube steel, wherein a cast slab (1) runs through a plant (2) which in conveying direction (F) of the slab (1) comprises, in this sequence, a casting machine (3), a first furnace (4), at least one roughing stand (5), a second furnace (6), at least one finishing rolling stand (7) and a cooling path (8), wherein the method comprises:

- a) definition of a desired temperature profile for the slab (1) over the transit thereof through the plant (2);
- b) positioning of at least two temperature-influencing elements (9, 10) for temperature-influencing of the slab (1) in accordance with the defined temperature profile in the process line (L) of the plant (2), wherein the temperature-influencing elements (9, 10) are inserted between the first furnace (4) and the at least one roughing stand (5) and between the second furnace (6) and the at least one finishing rolling stand (7); and
- c) production of the slab (1) or of the strip in the thus-configured plant (2), wherein the temperature-influencing elements (9, 10) are so operated that the defined temperature profile is at least largely maintained, wherein

through use of a temperature-influencing element (9) in the form of cooling means an entry temperature of such depth is achieved in the at least one finishing rolling stand (7) that recrystallisation and grain growth are largely suppressed there, wherein the temperature level between the entry into the at least one roughing stand (5) and the entry into the temperature-influencing element (9) in the form of cooling means

- aa) is either - particularly for tube steels with low contents of micro-alloyed elements and low slab thicknesses - lowered by means of a temperature-influencing element (10) in the form of cooling means in order to reduce the grain size on entry into the finishing rolling train (7)
- bb) or - particularly for tube steels with high contents of micro-alloyed elements and large slab thicknesses - raised by means of a temperature-influencing element (10) in the form of heating means in order to ensure complete recrystallisation when roughing takes place.

2. Method of producing a micro-alloyed steel, particularly a tube steel, wherein a cast slab (1) runs through a plant (2) which in conveying direction (F) of the slab (1) comprises, in this sequence, a casting machine (3), a first furnace (4), at least one roughing

stand (5), a second furnace (6), at least one finishing rolling stand (7) and a cooling path (8), wherein the method comprises:

- a) definition of a desired temperature profile for the slab (1) over the transit thereof through the plant (2);
- b) positioning of at least two temperature-influencing elements (9, 10) for temperature-influencing of the slab (1) in accordance with the defined temperature profile in the process line (L) of the plant (2), wherein the temperature-influencing elements (9, 10) are inserted between the first furnace (4) and the at least one roughing stand (5) and between the second furnace (6) and the at least one finishing rolling stand (7); and
- c) production of the slab (1) or of the strip in the thus-configured plant (2), wherein the temperature-influencing elements (9, 10) are so operated that the defined temperature profile is at least largely maintained, wherein

through use of a temperature-influencing element (10) in the form of heating means an entry temperature of such height is achieved in the at least one finishing rolling stand (7) that recrystallisation takes place completely there and

- Aa) either due to the high temperatures and decreases takes place already during the first finishing passes and thereafter is followed by an accumulation of deformation in the last finishing passes
- Bb) or due to moderate temperatures and decreases takes place only during the last finishing passes after an accumulation of deformation has previously taken place.

- 3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** a further furnace is used as temperature-influencing element (9, 10).
- 4. Method according to claim 3, **characterised in that** an induction furnace is used as further furnace.
- 5. Method according to claim 3, **characterised in that** heating of the slab (1) takes place by direct flame action (DFI oxyfuel furnace) in the further furnace.
- 6. Method according to claim 5, **characterised in that** the direct flame action on the slab (1) is carried out by a gas jet with at least 75% oxygen in which a gaseous or liquid fuel is mixed.
- 7. Method according to claim 3, **characterised in that** a compensating furnace is used as further furnace.

8. Method according to claim 3, **characterised in that** a roller hearth furnace is used as further furnace.
9. Method according to claim 3, **characterised in that** a walking beam furnace or a pusher heating furnace is used and enables transverse transport of the slab. 5
10. Method according to claim 1, **characterised in that** a further cooling path is used as temperature-influencing element (9, 10). 10
11. Method according to claim 10, **characterised in that** an intensive cooling path is used as further cooling path. 15
12. Method according to claim 10, **characterised in that** a laminar strip cooling path is used as further cooling path.
13. Method according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that** the temperature profile is determined on the basis of a structural model. 20
14. Method according to claim 13, **characterised in that** the structural model establishes and/or monitors the following parameters: the temperature profile over time or pass number, the reduction distribution over time or pass number, the waiting or commute times, the rolling speeds and transport speeds and/or the heating and cooling intensities. 25 30

Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'un acier microallié, en particulier d'un acier pour tubes, dans lequel une brame coulée (1) traverse une installation (2) qui présente, dans la direction de transport (F) de la brame (1), dans cet ordre, une machine de coulée (3), un premier four (4), au moins une cage de pré laminage (5), un deuxième four (6), au moins une cage de laminage de finition (7) et un tronçon de refroidissement (8), dans lequel le procédé comprend : 35 40
 - a) la définition d'un profil de température désiré pour la brame (1) au cours de son passage à travers l'installation (2) ; 45
 - b) le positionnement d'au moins deux éléments (9, 10) influençant la température pour le traitement thermique de la brame (1) conformément au profil de température défini dans la ligne de traitement (L) de l'installation (2), les éléments (9, 10) influençant la température étant incorporés entre le premier four (4) et ladite au moins une cage de pré laminage (5) et entre le deuxième four (6) et ladite au moins une cage de laminage de finition (7) ; 50 55
 - c) la production de la brame (1) respectivement

de la bande dans l'installation (2) ainsi configurée, les éléments (9, 10) influençant la température étant entraînés d'une manière telle que le profil de température défini est maintenu au moins dans une large mesure, production dans laquelle en utilisant un élément (9) influençant la température sous la forme d'un refroidissement, on obtient une température d'entrée dans ladite au moins une cage de laminage de finition (7) à ce point basse que l'on empêche dans une large mesure à cet endroit la recristallisation et la croissance des grains, procédé dans lequel, en ce qui concerne le niveau de température entre l'entrée dans ladite au moins une cage de pré laminage (5) et l'entrée dans l'élément (9) influençant la température sous la forme d'un refroidissement, soit

aa) en particulier pour des aciers destinés à des tubes possédant une faible teneur en éléments de microalliage et des épaisseurs de brame minimes, on l'abaisse au moyen d'un élément (10) influençant la température, sous la forme d'un refroidissement, afin de réduire la granulométrie lors de l'entrée dans le train finisseur (7) ;

bb) soit, en particulier pour des aciers destinés à des tubes possédant des teneurs élevées en éléments de microalliage et de grandes épaisseurs de brame, on l'élève au moyen d'un élément (10) influençant la température, sous la forme d'un chauffage, afin de garantir une recristallisation complète lors du pré laminage.

2. Procédé pour la fabrication d'un acier microallié, en particulier d'un acier pour tubes, dans lequel une brame coulée (1) traverse une installation (2) qui présente, dans la direction de transport (F) de la brame (1), dans cet ordre, une machine de coulée (3), un premier four (4), au moins une cage de pré laminage (5), un deuxième four (6), au moins une cage de laminage de finition (7) et un tronçon de refroidissement (8), dans lequel le procédé comprend :

- a) la définition d'un profil de température désiré pour la brame (1) au cours de son passage à travers l'installation (2) ;
- b) le positionnement d'au moins deux éléments (9, 10) influençant la température pour le traitement thermique de la brame (1) conformément au profil de température défini dans la ligne de traitement (L) de l'installation (2), les éléments (9, 10) influençant la température étant incorporés entre le premier four (4) et ladite au moins une cage de pré laminage (5) et entre le deuxième four (6) et ladite au moins une cage de laminage de finition (7) ;
- c) la production de la brame (1) respectivement de la bande dans l'installation (2) ainsi configurée, les éléments (9, 10) influençant la tempé-

- rature étant entraînés d'une manière telle que le profil de température défini est maintenu au moins dans une large mesure, production dans laquelle en utilisant un élément (10) influençant la température sous la forme d'un chauffage, on obtient une température d'entrée dans ladite au moins une cage de finition (7) à ce point élevée que la recristallisation s'y déroule à cet endroit ; et,
- Aa) soit a lieu, sur base des températures et des diminutions élevées déjà au cours des premières coulées de finition et est suivie d'une accumulation de déformation dans les dernières coulées de finition ;
- Bb) soit a lieu, sur base de températures et de diminutions modérées, seulement au cours des dernières coulées de finition, après que l'on a obtenu au préalable une accumulation de déformation.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'on utilise**, à titre d'élément (9, 10) influençant la température, un four supplémentaire.
 4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'on utilise** à titre de four supplémentaire, un four à induction.
 5. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**, dans le four supplémentaire, a lieu un réchauffement de la brame (1) via une sollicitation directe par les flammes (four DFI à oxycombustion).
 6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la sollicitation directe de la brame (1) par des flammes a lieu avec un jet de gaz comprenant au moins 75 % d'oxygène, dans lequel on mélange un combustible gazeux ou liquide.
 7. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'on utilise**, à titre de four supplémentaire, un four de compensation.
 8. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'on utilise**, à titre de four supplémentaire, un four continu à rouleaux.
 9. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'on utilise**, à titre de four supplémentaire, un four à longerons mobiles ou un four poussant qui permet un transport transversal de la brame.
 10. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on utilise**, à titre d'élément (9, 10) influençant la température, un tronçon de refroidissement supplémentaire.
 11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'on utilise**, à titre de tronçon de refroidissement supplémentaire, un tronçon de refroidissement intense.
 12. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'on utilise**, à titre de tronçon de refroidissement supplémentaire, un tronçon de refroidissement de bande laminaire.
 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'on détermine** le profil de température en prenant comme base un modèle de structure.
 14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le modèle de structure détermine et/ou surveille les paramètres suivants à savoir : le profil de température au cours du temps, respectivement sur le nombre de coulées, la répartition des diminutions au cours du temps, respectivement sur le nombre de coulées, les temps d'arrêt, respectivement de déplacement, les vitesses de laminage et les vitesses de transport et/ou les intensités de chauffage et de refroidissement.

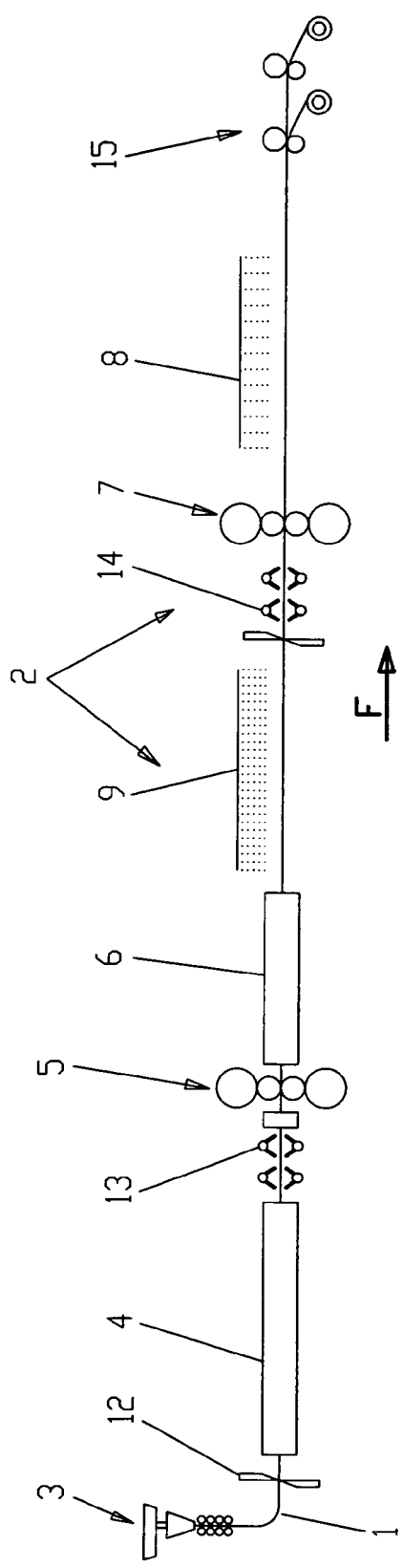


FIG.1

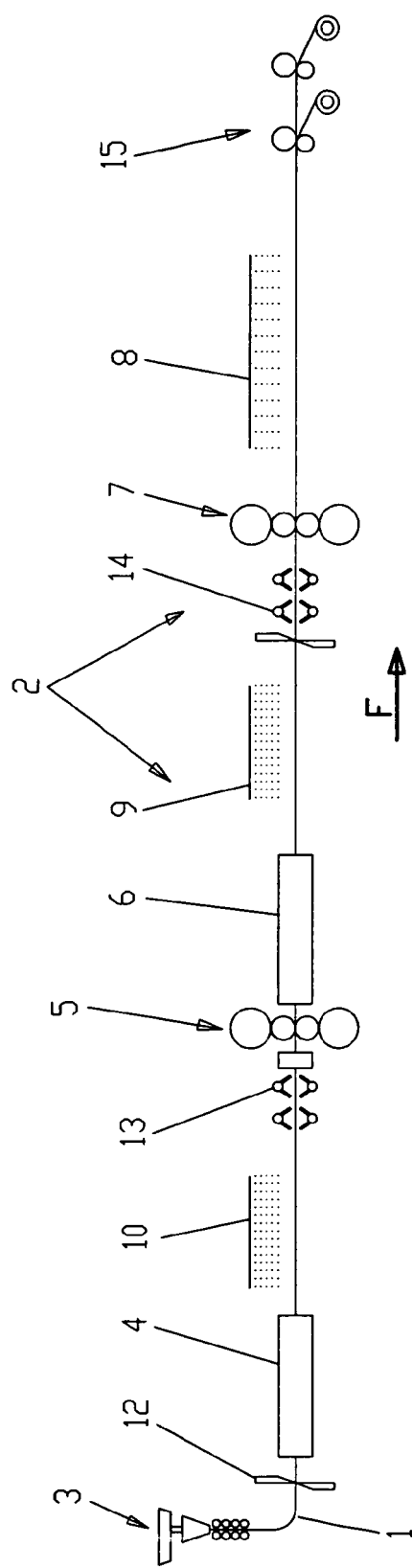


FIG. 2

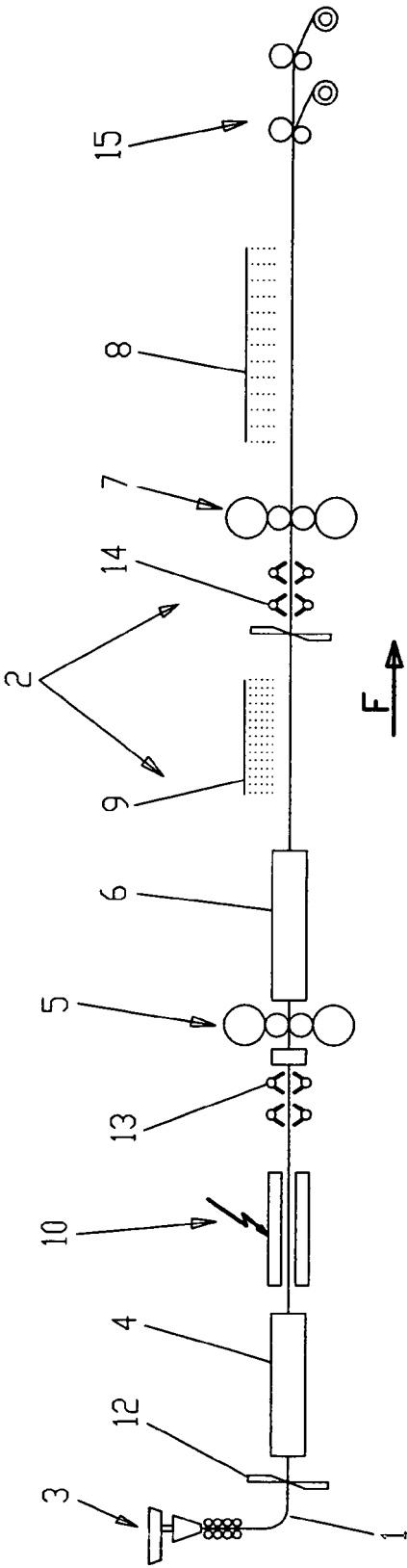


FIG.3

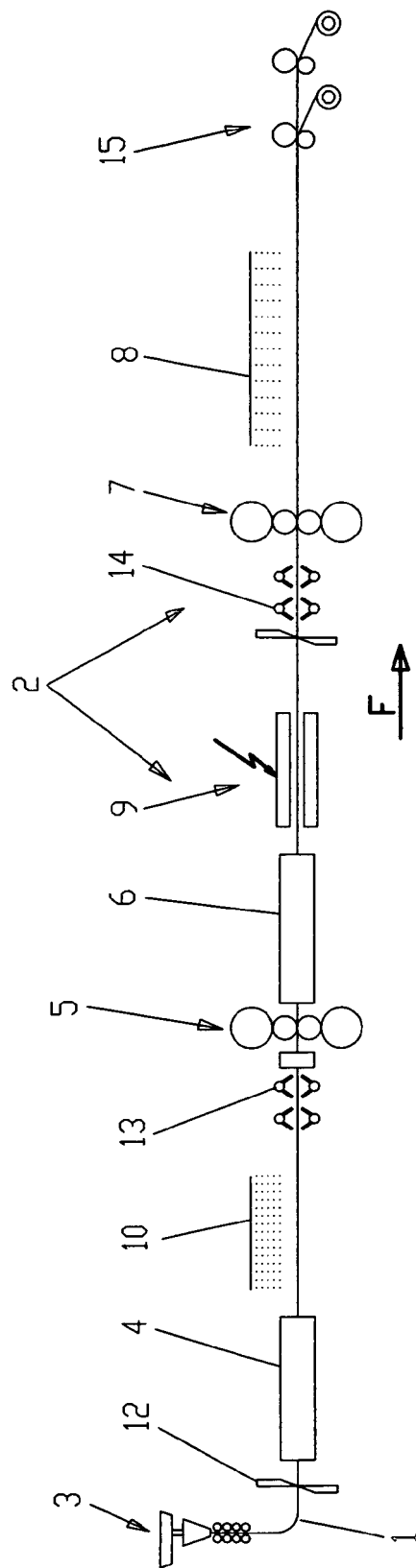


FIG. 4

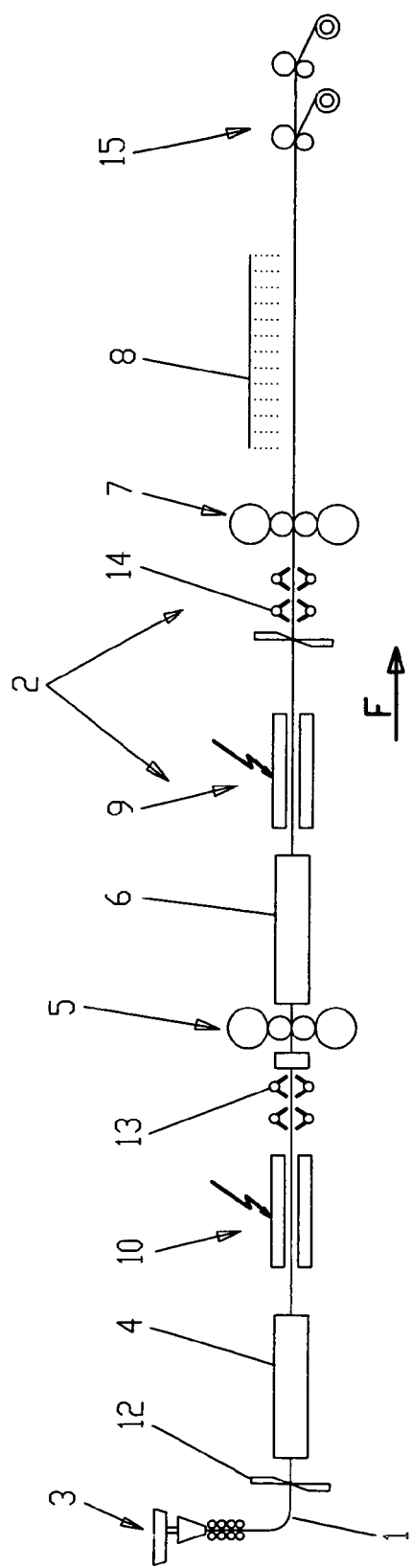


FIG.5

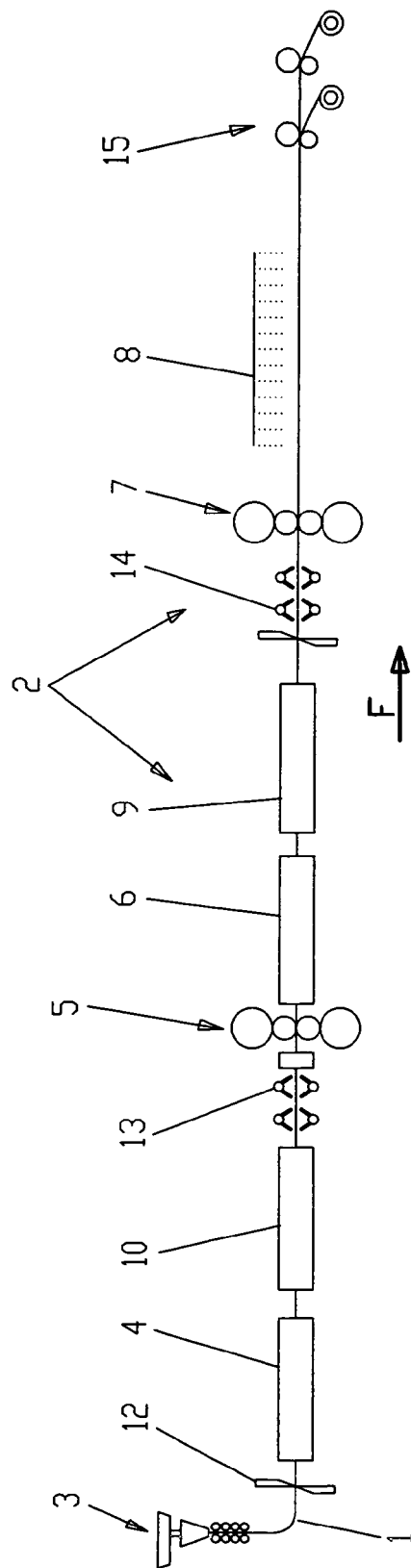
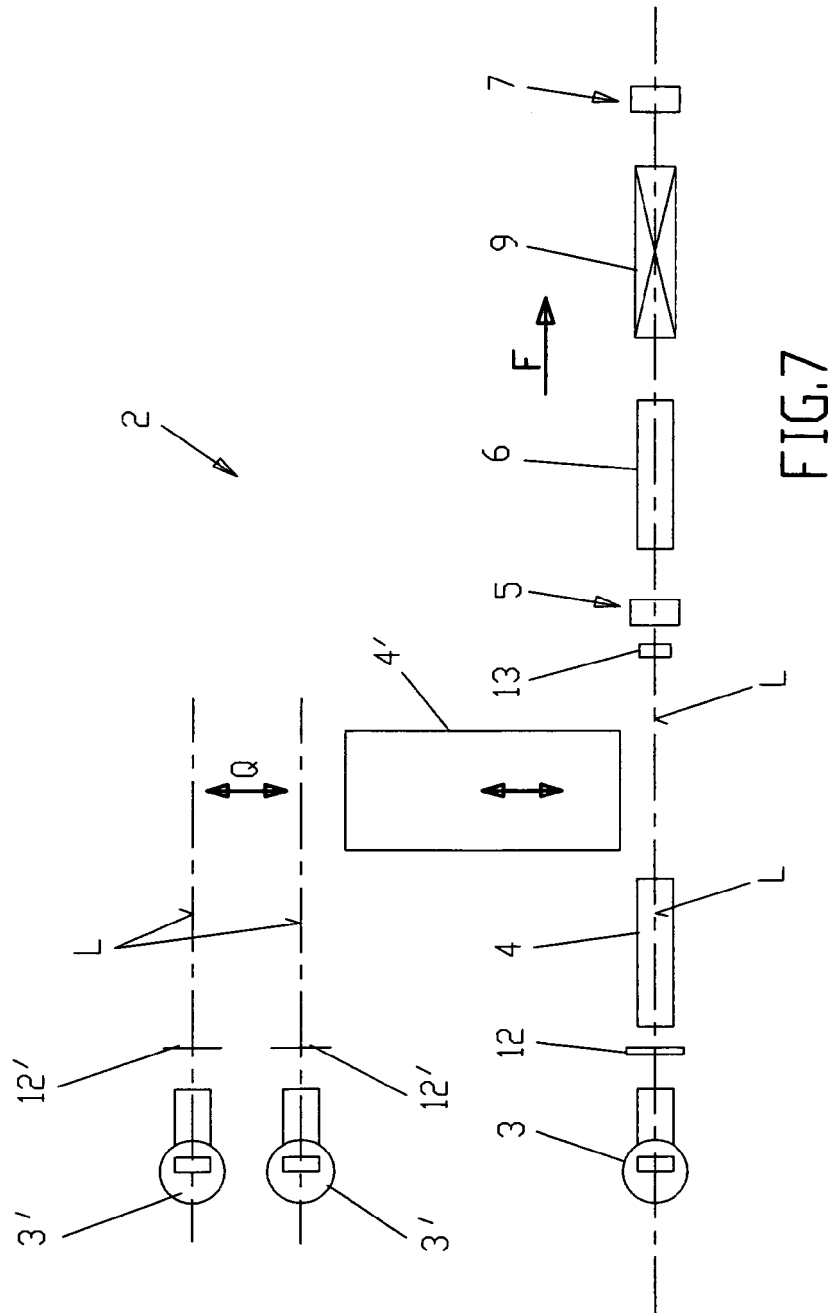
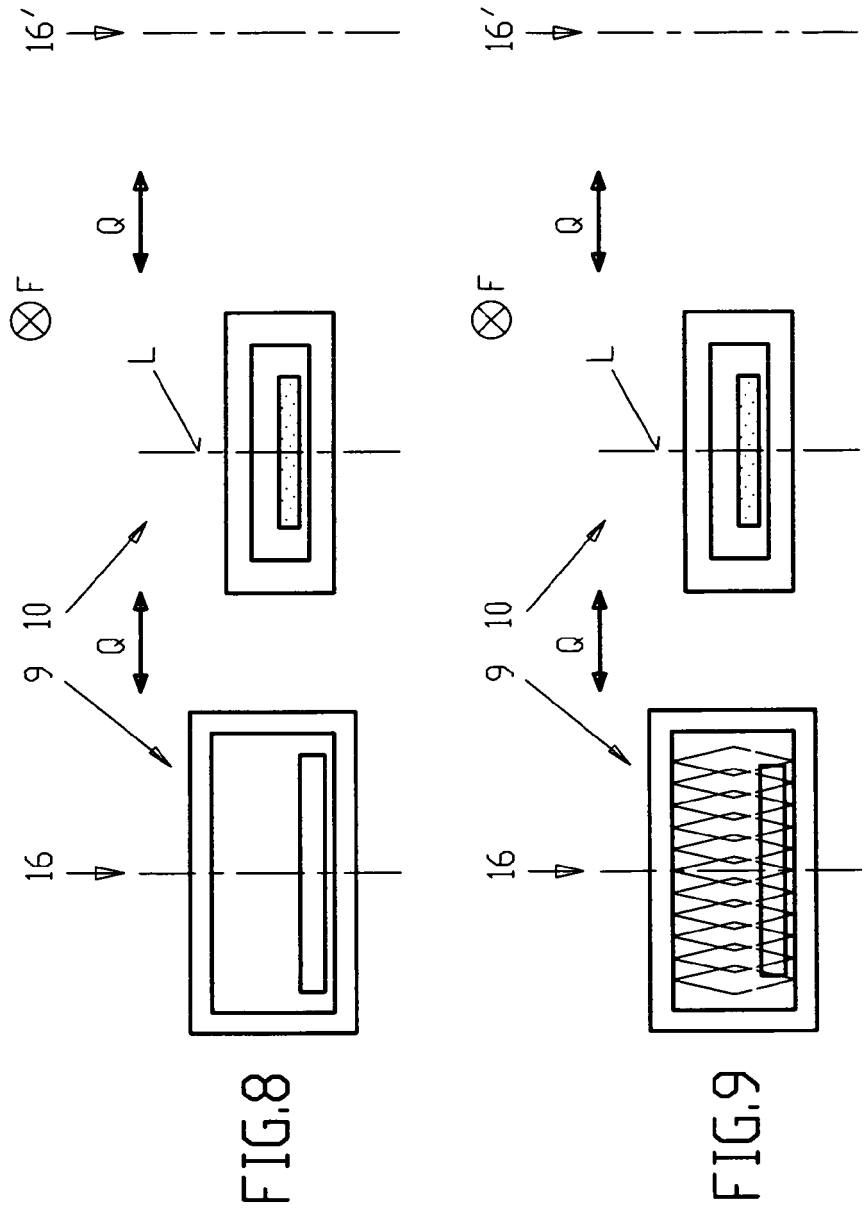
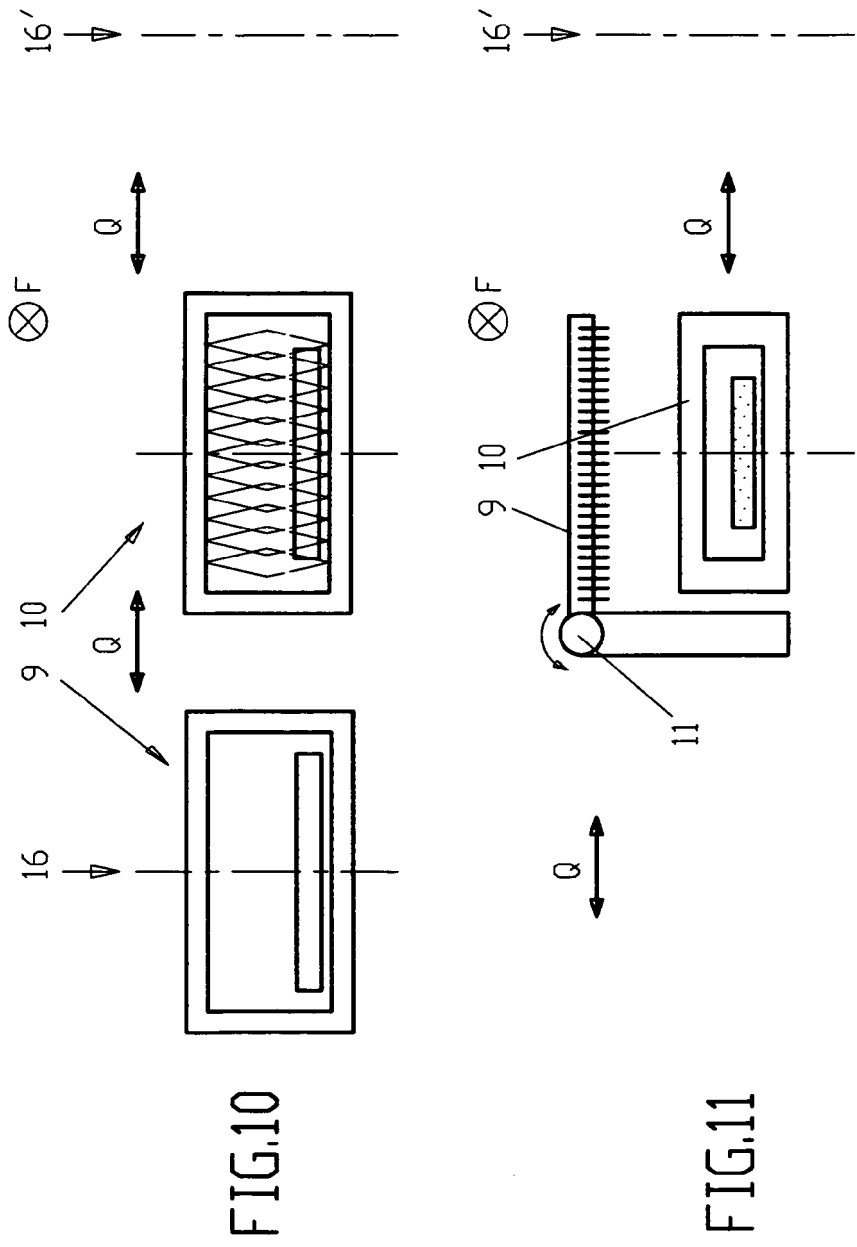


FIG.6







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

- US 20050115649 A1 **[0002]**
- WO 2009012963 A1 **[0002]**
- WO 2007073841 A1 **[0002]**
- WO 2009027045 A1 **[0002]**
- EP 0611610 B1 **[0002]**
- EP 1860204 A1 **[0002]**