



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 19 773 T2** 2004.09.30

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 037 721 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 19 773.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/NL98/00699**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 959 304.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/029446**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.12.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **17.06.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.09.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **12.11.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.09.2004**

(51) Int Cl.7: **B21B 1/46**
B21B 1/26

(30) Unionspriorität:
1007731 08.12.1997 NL

(73) Patentinhaber:
Corus Staal B.V., Ijmuiden, NL

(74) Vertreter:
Müller, Schupfner & Gauger, 80539 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, DE, ES, FR, GB, IT, LU, NL, PT, SE

(72) Erfinder:
BODIN, Andre, NL-2071 BV Santpoort-Noord, NL

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON FERRITISCH GEWALZTEM STAHL-
BAND**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines ferritisch gewalzten Stahlbandes, bei welchem flüssiger Stahl in eine Stranggußmaschine gegossen wird, um eine Bramme zu bilden, und unter Verwendung der Gußwärme durch eine Ofeneinrichtung befördert wird, einem Vorwalzen in einer Vorwalzeinrichtung unterzogen wird und in einer Fertigwalzeinrichtung fertiggewalzt wird, um das ferritische Stahlband mit der gewünschten Enddicke zu bilden. Ein Verfahren dieser Art ist in der Patentanmeldung PCT/NL97/00325 beschrieben, die nicht vorveröffentlicht ist. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Stahlbandes, die insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach der Erfindung geeignet ist, die wenigstens eine Stranggußmaschine zum Gießen von dünnen Brammen, eine Ofeneinrichtung zum Homogenisieren der Bramme, die gegebenenfalls einer Vorreduzierung unterzogen wurde, und eine Walzeinrichtung, um die Bramme zu einem Band mit der gewünschten Enddicke herunterzuwalzen, und eine Coiler-Einrichtung zum Aufwickeln des Bandes aufweist. Eine Vorrichtung dieser Art ist auch aus der Patentanmeldung PCT/NL97/00325 bekannt.

[0002] Die PCT/NL97/00325 beschreibt ein völlig kontinuierliches, endloses oder halbendloses Verfahren zur Herstellung eines Stahlbandes, das wenigstens einem Walzschritt im ferritischen Bereich unterzogen wurde. Das aus der Fertigwalze austretende Band wird bei einer derartigen Temperatur auf eine Coiler-Einrichtung aufgewickelt, die unterhalb der Fertigwalzeinrichtung angeordnet ist, daß an dem Coil eine Rekristallisierung stattfindet.

[0003] Überraschenderweise wurde herausgefunden, daß das Verfahren besonders zur Herstellung eines Stahlbandes mit besonderen Eigenschaften geeignet ist. Bei diesem Verfahren werden verschiedene Gesichtspunkte der Vorrichtung ausgenutzt, wie sie in der Anmeldung PCT/NL97/00325 beschrieben sind. Diese Gesichtspunkte betreffen insbesondere die sehr gute Steuerung und Homogenität der Temperatur der Bramme oder des Bandes sowohl in Breitenrichtung als auch in Dickenrichtung. Die Temperatur ist auch in Längsrichtung homogen, da das Walzverfahren mit einer stetigen Geschwindigkeit abläuft und deshalb während des Walzens wegen der kontinuierlichen, halbendlosen oder endlosen Optionen, welche die Vorrichtung zum Walzen eines ferritischen Bandes bietet, keine Beschleunigung oder Verzögerung erforderlich ist.

[0004] Auch ist die Temperaturhomogenität als Funktion der Zeit besser, als dies unter Verwendung herkömmlicher Anlagen erreicht werden könnte. Zusätzlich bietet die Vorrichtung die Möglichkeit, das Walzen an einem oder mehreren Walzwerkgerüsten auf schmierende Weise durchzuführen. Ebenso sind an verschiedenen Stellen in der Vorrichtung Kühleinrichtungen vorgesehen, so daß das Temperaturprofil

der Stahlbramme oder des Stahlbandes während des Durchgangs durch die Anlage und dem Austritt daraus besonders erfolgreich kontrolliert werden kann.

[0005] Außerdem kann insbesondere bei Verwendung eines Vakuum-Tundish die chemische Zusammensetzung des Stahls besonders fein auf die erwünschten Produkteigenschaften abgestimmt werden. Darüber hinaus ermöglicht die Vorrichtung aufgrund des guten Niveaus der Temperaturhomogenität einen sehr breiten ferritischen Bereich, d. h. er erstreckt sich über einen weiten Temperaturbereich, wie dies in der oben erwähnten Patentanmeldung beschrieben ist.

[0006] Man hat herausgefunden, daß das bekannte Verfahren ein Stahlband mit besonders guten Verformungseigenschaften bei einer Ausführungsform vorsieht, die erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet ist, daß bei einem völlig kontinuierlichen, einem endlosen oder halbendlosen Verfahren die Bramme im austenitischen Bereich in der Vorwalzeinrichtung gewalzt wird und nach dem Walzen im austenitischen Bereich auf eine Temperatur abgekühlt wird, bei welcher der Stahl eine im wesentlichen ferritische Struktur hat, und das Band in der Fertigwalzeinrichtung mit Geschwindigkeiten gewalzt wird, die im wesentlichen der Geschwindigkeit entspricht, mit welcher es in die Fertigwalzeinrichtung und die folgenden Dickenreduzierungsstufen eintritt, und in wenigstens einem Gerüst der Fertigwalzeinrichtung wird das Band bei einer Temperatur zwischen 850°C und 600°C ferritisch gewalzt und nach dem Verlassen der Fertigwalzeinrichtung rasch auf eine Temperatur unter 500°C abgekühlt, um eine Rekristallisation zu vermeiden.

[0007] Die Erfindung basiert darauf, daß durch rasches Abkühlen des ferritisch gewalzten Bandes nach dem Verlassen der Fertigwalzeinrichtung keine Rekristallisation oder eine geringe Rekristallisation stattfindet und wenigstens ein Teil der Struktur aufrechterhalten wird, die im hohen ferritischen Bereich einer Verformung unterzogen wurde. Das auf diese Weise ferritische gewalzte Band kann darüber hinaus auf an sich bekannte Weise einer kalten ferritischen Reduktion unterzogen werden, z. B. auf solche Weise, daß die gesamte ferritische Reduktion in der Nähe von 70 bis 80% liegt, wobei ein Teil davon im warmen ferritischen Zustand und ein Teil im kalten ferritischen Zustand angewandt wird. Das Ergebnis ist ein kaltgewaltes Stahlband mit einem hohen r -Wert und einem niedrigen Δr -Wert. Als Angabe kann festgestellt werden, daß die Brammendicke etwa 70 mm sein kann und die Dicke der reduzierten Bramme am Übergang vom austenitischen Bereich in den ferritischen Bereich im Bereich zwischen 15 und 40 mm liegt. Durch rasches Abkühlen des warmgewalzten ferritischen Bandes auf eine Temperatur unter 500°C wird verhindert, daß die Verformungsstruktur als Ergebnis einer Rekristallisation verloren geht.

[0008] Die DE-A-195 20 832 beschreibt ebenfalls

ein Verfahren zur Herstellung eines ferritisch gewalzten Stahlbandes ausgehend von flüssigen Stahl, der in einer Stranggußmaschine gegossen wird. Das gewalzte Stahlband wird mit Abkühlungsgeschwindigkeiten von 10–25°C/s vor dem Aufwickeln mit einer Temperatur unter 100°C abgekühlt. Allerdings ist nicht offenbart, daß die gegossenen Brammen durch einen Ofen befördert werden, noch daß die Abkühlung so rasch durchgeführt wird, daß eine Rekristallisation vermieden wird.

[0009] Die WO-A 92/00815 offenbart ein vergleichbares Verfahren, bei welchem das Band vor dem Eintritt in das letzte Walzgerüst bei einer Temperatur zwischen 600 und 250°C abgekühlt wird. Nichts ist zu einer raschen Abkühlung offenbart, die im Ergebnis die Rekristallisation vermeidet.

[0010] Die DE-A-196 00 990 betrifft ein kombiniertes austenitisches und ferritisches Walzen von ELC-, ULC- und IF-Stählen. Nach dem austenitischen Walzen des Bandes auf 2–12 mm und vor dem ferritischen Walzen wird das Band abgekühlt. Ein weiteres Abkühlen nach dem ferritischen Walzen wurde nicht angegeben.

[0011] Außer einer guten Temperaturverteilung ist auch eine gute Verteilung der Größenreduktion durch Walzen über die Dicke und Breite der Bramme oder des Bandes von besonderer Bedeutung. Deshalb wird das Verfahren bevorzugt derart durchgeführt, daß an wenigstens einem Walzgerüst, bei welchem ferritisches Walzen durchgeführt wird, Schmierwalzen durchgeführt wird.

[0012] Eine weitere Verbesserung an der Spannungsverteilung und der Reduktionsverteilung durch den Querschnitt der Bramme oder des Bandes wird mittels eines Verfahrens erreicht, das dadurch gekennzeichnet ist, daß an wenigstens einem Walzwerkgerüst der Vorwalzeinrichtung Walzen auf schmierende Weise durchgeführt wird.

[0013] Besonders gute Verformungseigenschaften, d. h. hohe r -Werte und niedrige Δr -Werte werden mittels einer Ausführungsform des Verfahrens erhalten, die dadurch gekennzeichnet ist, daß der Stahl ein IF-Stahl ist. Ein Stahl dieser Art ermöglicht den Erhalt eines r -Werts von etwa 3. Bevorzugt wird ein IF-Stahl schwerer Analyse mit einem ausreichend hohen Titanteil und einem geeignet angepaßten Schwefelgehalt verwendet, so daß sich während des ferritischen Walzens keine Lücken bilden. Ein Band dieser Art ist besonders als Tiefziehstahl und als Ausgangsmaterial für beschichtetes, insbesondere galvanisiertes Band geeignet.

[0014] Eine weitere Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl ein kohlenstoffarmer Stahl ist. Das bekannte Verfahren zur Herstellung von DWI-Stählen ermöglicht den Erhalt von r -Werten in der Nähe von 1,1. In der Packungstahlwelt ist ein r -Wert von 1,2 erwünscht. Mit dem Verfahren nach der Erfindung läßt sich leicht ein r -Wert von 1,3 oder mehr erhalten. Dies hat den Hintergrund, daß im Gegensatz zu dem

herkömmlichen Verfahren zur Herstellung von DWI-Stahl unter Verwendung des Verfahrens nach der Erfindung ein guter Ausgangswert des Gefüges erreicht werden kann, der zu dem gewünschten r -Wert von 1,3 führt. In diesem Zusammenhang ist kohlenstoffarmer Stahl als Stahl mit einer Kohlenstoffkonzentration zwischen 0,01 und 0,1%, bevorzugt zwischen 0,01 und 0,07% zu verstehen.

[0015] Um die gewünschte hohe Abkühlungsgeschwindigkeit zu erreichen, ist eine weitere Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß das Band nach dem Verlassen der Fertigwalzeinrichtung von einer Kühleinrichtung mit einer Kühlkapazität von mehr als 2 MW/m² abgekühlt wird. Um den Abstand zwischen der Fertigwalzeinrichtung und der Aufwickleinrichtung so kurz wie möglich zu halten und einen hohen Flexibilitätsgrad bezüglich der Abkühlungsgeschwindigkeit zu erreichen, ist eine weitere Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß die Kühleinrichtung eine Kühlkapazität von mehr als 3 MW/m² hat.

[0016] Solche Abkühlungsgeschwindigkeiten können mittels eines Verfahrens erreicht werden, das erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet ist, daß in der Kühleinrichtung Wasser verwendet wird, das auf die Bramme durch kohärente Strahlen gesprüht wird, die mit einer hohen Positionsdichte angeordnet sind.

[0017] Eine Kühleinrichtung, die das Erreichen der erfindungsgemäß erwünschten Abkühlungsgeschwindigkeiten ermöglicht, ist unter anderem in dem Abschlußbericht eines ECSC-Projekts Nr. 7210-EA/214 beschrieben, dessen Inhalt hiermit als bezugsweise in die vorliegende Anmeldung aufgenommen gilt. Ein deutlicher Vorteil der aus diesem Bericht bekannten Kühleinrichtung ist der weite Bereich, über den die Kühlkapazität geregelt werden kann, die Homogenität der Abkühlung und die hohe Kühlkapazität pro Einheitsoberflächeninhalt. Durch die Auswahl einer hohen Kühlkapazität dieser Art läßt sich die erwünschte Abkühlungsgeschwindigkeit bei den Austrittsgeschwindigkeiten erreichen, die sich bei einem kontinuierlichen, endlosen oder halbendlosen Walzverfahren ergeben.

[0018] Die Erfindung ist auch durch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Stahlbandes verkörpert, die insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach der Erfindung geeignet ist, und die wenigstens eine Stranggußmaschine zum Gießen von dünnen Brammen aufweist, eine Ofeneinrichtung zum Homogenisieren einer Bramme, die gegebenenfalls einer Vorgrößenreduktion unterzogen wurde, und eine Walzeinrichtung zum Walzen der Bramme zu einem Band mit der gewünschten Enddicke in einer Vorwalzeinrichtung und einer Coiler-Einrichtung zum Aufwickeln des Bandes.

[0019] Überraschenderweise wurde nun herausgefunden, daß der sogenannte Close-in Coiler direkt unterhalb des Walzwerkgerüsts durch eine Ausführungsform der Vorrichtung vermieden werden kann,

die dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Kühleinrichtung mit einer Kühlkapazität von wenigstens 2 MW/m² zwischen dem Fertigwalzgerüst der Walzeinrichtung und der Coiler-Einrichtung angeordnet ist.

[0020] In der Vergangenheit wurden zahlreiche Vorschläge zu Vorrichtungen und Verfahren gemacht, um eine hohe Abkühlungsgeschwindigkeit eines Stahlbandes unterhalb einer Walzeinrichtung und oberhalb einer Coiler-Einrichtung zu erreichen. Im Falle einer Vorrichtung, wie sie in der PCT/LN97/00325 beschrieben ist, lassen sich sowohl ein ferritisch gewalztes Band, das an dem Coil rekristallisiert, als auch ein austenitisch gewalztes Band herstellen. Außerdem ist die Vorrichtung besonders geeignet zum Herstellen eines ferritisch gewalzten Stahlbandes nach der vorliegenden Erfindung. Wird ein ferritisches Band hergestellt, das an dem Coil rekristallisiert, dann wird versucht, die Abkühlung des Bandes nach dem Verlassen der Fertigwalzeinrichtung so niedrig wie möglich zu halten und deshalb eine Coiler-Einrichtung zu verwenden, die so nahe wie möglich unterhalb der Fertigwalzeinrichtung angeordnet ist (Close-in Coiler). Wenn ein austenitisch gewalztes Stahlband hergestellt wird, muß dieses Band vor dem Aufwickeln abgekühlt werden. Deshalb ist der eben erwähnte Close-in Coiler für diesen Zweck nicht geeignet. Wenn die Kühlkapazität der Kühleinrichtung hoch ist, dann ist die Länge kurz, über welche die Abkühlung durchgeführt wird, und der Close-in Coiler kann weggelassen werden, wodurch sich der zusätzliche Vorteil deutlicher Einsparungen ergibt.

[0021] Bei einer hohen Kühlkapazität dieser Art ist der Abstand zwischen den Ausgangsseiten der Fertigwalzeinrichtung und dem Coiler nach der Kühleinrichtung so kurz, daß der Temperaturabfall eines ferritisch gewalzten Stahlbandes über diesen Abstand ebenfalls niedrig ist, so daß es sich dennoch als möglich herausgestellt hat, das Band bei einer Temperatur aufzuwickeln, bei welcher an dem Coil eine Rekristallisation stattfindet.

[0022] Nun wird die Erfindung im einzelnen unter Bezug auf eine nicht einschränkende Ausführungsform nach der Zeichnung beschrieben; darin zeigen:

[0023] **Fig. 1** eine diagrammartige Seitenansicht einer Vorrichtung, mit welcher das Verfahren nach der Erfindung durchgeführt werden kann;

[0024] **Fig. 2** einen Graph, der das Temperaturprofil in dem Stahl als Funktion der Position in der Vorrichtung veranschaulicht; und

[0025] **Fig. 3** einen Graph, der das Dickenprofil des Stahls als Funktion der Position in der Vorrichtung veranschaulicht.

[0026] In **Fig. 1** gibt die Bezugsziffer **1** eine Stranggußmaschine zum Gießen von dünnen Brammen an. In dieser einführenden Beschreibung ist dieser Begriff als Stranggußmaschine zum Gießen von dünnen Brammen mit einer Dicke von weniger als 150 mm, bevorzugt weniger als 100 mm, bevorzugter weniger als 80 mm zu verstehen. Die Stranggußmaschine kann einen oder mehrere Stränge aufweisen. Es kön-

nen auch mehrere Gießmaschinen nebeneinander positioniert sein. Diese Ausführungsformen fallen in den Umfang der Erfindung. Die Bezugsziffer **2** gibt eine Gießpfanne an, aus welcher der zu gießende flüssige Stahl einem Tundish **3** zugeführt wird, der in Form eines Vakuum-Tundish ausgelegt ist. Der Tundish ist bevorzugt mit Mitteln wie Meßmitteln, Mischmitteln und Analysemitteln versehen, um die chemische Zusammensetzung des Stahls auf eine gewünschte Zusammensetzung einzustellen, das bei der vorliegenden Erfindung die Zusammensetzung wichtig ist. Unter dem Tundish **3** ist eine Gußform **4**, in welche der flüssige Stahl gegossen und wenigstens teilweise verfestigt wird. Falls gewünscht, kann die Gußform **4** mit einer elektromagnetischen Bremse ausgestattet sein. Die Standardstranggußmaschine hat eine Gießgeschwindigkeit von etwa 6 m/Min.; zusätzliche Maßnahmen wie ein Vakuum-Tundish und/oder eine elektromagnetische Bremse liefern die Aussicht auf Gießgeschwindigkeiten von 8 m/Min. oder mehr. Die verfestigte dünne Bramme wird in einen Tunnelofen **7** eingebracht, der eine Länge von z. B. 250–330 m hat. Sobald die gegossene Bramme das Ende des Ofens **7** erreicht hat, wird die Bramme in einem Halabendlosverfahren unter Verwendung der Schereinrichtung **6** in Brammenabschnitte geschnitten. Ein halabendloses Verfahren ist als Verfahren zu verstehen, bei welchem eine Anzahl von Coils, bevorzugt mehr als drei, bevorzugter mehr als fünf Coils der Standard-Coil-Größe aus einer einzigen Bramme oder einem Brammenabschnitt in einem kontinuierlichen Walzverfahren wenigstens in der Fertigwalzeinrichtung gewalzt werden, so daß sich die endgültige Dicke ergibt. Bei einem endlosen Walzverfahren werden die Brammen oder, nach der Vorwalzeinrichtung, die Bänder derart zusammengekoppelt, daß in der Fertigwalzeinrichtung ein endloses Walzverfahren durchgeführt werden kann. Bei einem kontinuierlichen Verfahren bewegt sich eine Bramme durch den Pfad zwischen der Stranggußmaschine und der Ausgangsseite der Walzvorrichtung ohne Unterbrechung. Die Erfindung ist hier auf der Basis eines halabendlosen Verfahrens erläutert, aber sie kann offensichtlich auch für ein endloses oder kontinuierliches Verfahren verwendet werden. Jeder Brammenabschnitt stellt eine Stahlmenge dar, die fünf bis sechs herkömmlichen Coils entspricht. In dem Ofen ist Platz zum Lagern einer Anzahl von Brammenabschnitten dieser Art, beispielsweise zum Speichern von drei Brammenabschnitten. Im Ergebnis können die unterhalb der Anlage liegenden Teile weiter arbeiten, während die Gießpfanne in der Stranggußmaschine ausgetauscht wird und eine neue Bramme gegossen werden soll, und es ist sichergestellt, daß die Stranggußmaschine weiter arbeiten, wenn unterhalb ein Fehler auftritt. Ebenso erhöht die Lagerung in dem Ofen die Verweilzeit der Brammenabschnitte, woraus sich eine verbesserte Temperaturhomogenisierung der Brammenabschnitte ergibt. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Bramme in den Ofen eintritt, ent-

spricht der Gußgeschwindigkeit und beträgt deshalb etwa 0,1 m/s. Unterhalb des Ofens **7** befindet sich eine Oxidentfernungseinrichtung **9**, in diesem Fall in Form von Hochdruckwasserstrahlen mit einem Druck von etwa 400 Atmosphären, um das Oxid wegzublasen, das sich auf der Oberfläche der Bramme gebildet hat. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Bramme durch die Oxidentfernungsanlage läuft und in die Ofeneinrichtung **7** eintritt, beträgt etwa 0,15 m/s. Die Walzeinrichtung **10**, die die Funktion der Vorwalzeinrichtung erfüllt, weist zwei Quartogerüste auf, die bevorzugt mit einer Einrichtung zum Walzenschmieren ausgestattet sind. Falls gewünscht, kann für Notsituationen eine Schereinrichtung **8** aufgenommen sein.

[0027] Aus **Fig. 2** ist zu ersehen, daß die Temperatur der Stahlbramme, die beim Verlassen des Tundish etwa 1450°C beträgt, im Walzgerüst auf ein Niveau von etwa 1150°C abfällt, und die Bramme bei dieser Temperatur in der Ofeneinrichtung homogenisiert wird. Durch das intensive Sprühen mit Wasser in der Oxidentfernungseinrichtung **9** wird bewirkt, daß die Temperatur der Bramme von etwa 1150°C auf etwa 1050°C abfällt. Dies gilt sowohl für das austenitische als auch für das ferritische Verfahren a bzw. f. In den zwei Walzwerkgerüsten der Vorwalzeinrichtung **10** fällt die Temperatur der Bramme mit jedem Walzeninkrement um etwa weitere 50°C ab, so daß die Bramme, deren Dicke ursprünglich 70 mm betrug und die in zwei Schritten mit einer Zwischendicke von 42 mm zu einem Stahlband von etwa 16,8 mm gebildet wird, auf einer Temperatur von etwa 950°C liegt. Das Dickenprofil als Ortsfunktion ist in **Fig. 3** gezeigt. Die Zahlen geben die Dicke in mm an. Eine Kühleinrichtung **11**, ein Satz von Coilboxen **12** und, falls gewünscht, eine zusätzliche (nicht gezeigte) Ofeneinrichtung sind unterhalb der Vorwalzeinrichtung **10** aufgenommen. Während der Herstellung eines austenitisch gewalzten Bandes kann das aus der Walzeinrichtung **10** austretende Band zeitweilig in den Coilboxen **12** gelagert und homogenisiert werden und, falls eine zusätzliche Temperaturerhöhung erforderlich ist, in der (nicht gezeigten) Heizeinrichtung erwärmt werden, die unterhalb der Coilbox positioniert ist. Dem Fachmann wäre klar, daß die Coiler-Einrichtung **11**, die Coilboxen **12** und die nicht gezeigte Ofeneinrichtung anders als oben erwähnt, in unterschiedlichen Positionen angeordnet sein können. Als Ergebnis dieser Dickenreduktion tritt das gewalzte Band in die Coilboxen mit einer Geschwindigkeit von etwa 0,6 m/s ein. Eine zweite Oxidentfernungseinrichtung **13** mit einem Wasserdruck von etwa 400 Atmosphären ist unterhalb der Kühleinrichtung **11**, der Coilboxen **12** oder der (nicht gezeigten) Ofeneinrichtung positioniert, um wieder eine Oxidhaut zu entfernen, die sich an der Oberfläche des gewalzten Bandes gebildet haben kann. Falls gewünscht, kann eine weitere Schereinrichtung aufgenommen sein, um ein Band oben und hinten abzuschneiden. Das Band wird dann in eine Walzenstraße eingebracht, die in Form von sechs Quartogerü-

sten vorliegen kann, die hintereinander positioniert und bevorzugt mit einer Einrichtung zum Walzenschmieren konstruiert sind.

[0028] Bei der Herstellung eines austenitischen Bandes kann die gewünschte Enddicke zwischen z. B. 1,0 und 0,6 mm durch Verwendung von nur fünf Walzwerkgerüsten erreicht werden. Die von jedem Walzwerkgerüst erreichte Dicke ist für eine Brammendicke von 70 mm in der oberen Zahlenreihe in **Fig. 3** angegeben. Nach dem Verlassen der Walzenstraße **14** wird das Band, das sich dann auf einer Endtemperatur von etwa 900°C befindet und eine Dicke von 0,6 mm hat, mittels einer Kühleinrichtung **15** intensiv gekühlt und auf eine Coiler-Einrichtung **16** gewickelt. Die Geschwindigkeit, mit welcher sie in die Coiler-Einrichtung eintritt, beträgt etwa 13–25 m/s.

[0029] Wenn ein ferritisch gewalztes Stahlband nach der Erfindung hergestellt werden soll, wird das aus der Vorwalzeinrichtung **10** austretende Stahlband mittels einer Kühleinrichtung **11** intensiv gekühlt. Diese Kühleinrichtung kann auch zwischen Walzgerüsten der Fertigwalzeinrichtung eingebaut sein. Ebenso kann eine natürliche Kühlung, gegebenenfalls zwischen Walzgerüsten, angewandt werden. Dann überspannt das Band die Coilboxen **12** und, falls gewünscht, die (nicht gezeigte Ofeneinrichtung), und Oxid wird dann in einer Oxidentfernungsanlage **13** entfernt. Das Band, das sich nun im ferritischen Bereich befindet, hat dann eine Temperatur von etwa 750°C. In diesem Fall kann ein weiterer Teil des Materials noch austenitisch sein, aber je nach dem Kohlenstoffgehalt und der gewünschten Endqualität kann dies akzeptabel sein. Um ein ferritisches Band mit der erwünschten Enddicke von z. B. zwischen 0,8 und 0,5 mm vorzusehen, werden alle sechs Gerüste der Walzenstraße **14** verwendet.

[0030] Wie bei der Situation, wo ein austenitisches Band gewalzt wurde, wird zum Walzen eines ferritischen Bandes eine im wesentlichen gleiche Dickenreduktion für jedes Walzwerkgerüst verwendet, abgesehen von der Reduktion, die durch das Fertigwalzgerüst durchgeführt wird. Dies ist alles in dem Temperaturprofil nach **Fig. 2** und dem Dickenprofil nach der unteren Reihe von **Fig. 3** zum ferritischen Walzen des Stahlbandes als Funktion der Position veranschaulicht. Das Temperaturprofil zeigt, daß das Band beim Austritt eine Temperatur hat, die gut über der Rekristallisationstemperatur liegt. Deshalb kann es zur Verhinderung einer Oxidbildung erwünscht sein, eine Kühleinrichtung **15** zu verwenden, um das Band auf die gewünschte Aufwickeltemperatur abzukühlen, bei welcher immer noch eine Rekristallisation stattfinden kann. Wenn die Ausgangstemperatur aus der Walzenstraße **14** zu niedrig ist, dann kann das ferritisch gewalzte Band mittels einer Ofeneinrichtung **18** auf die gewünschte Aufwickeltemperatur gebracht werden, die unterhalb der Walzenstraße positioniert ist. Bei dem Verfahren nach der Erfindung wird das ferritisch gewalzte Stahlband nach dem Verlassen der Nachwalzeinrichtung **14** mittels der Kühl-

einrichtung **15** sehr rasch auf eine Temperatur abgekühlt, bei welcher wenigstens ein beträchtlicher Teil der während des Walzens hergestellten Struktur aufrechterhalten ist. Eine Abkühlung auf unter 500°C reicht für diesen Zweck aus.

[0031] Wegen der hohen Geschwindigkeit, mit welcher das ferritisch gewalzte Band aus der Nachwalzeinrichtung **14** austritt, und um den Abstand niedrig zu halten, über welchen die Abkühlung durchgeführt wird, hat die Kühleinrichtung **15** eine sehr hohe Kühlkapazität von mehr als 2 und bevorzugt mehr als 3 MW/m².

[0032] Weil die Kühleinrichtung **15** sehr kurz ist, ist der Abstand zwischen der Ausgangsseite der Nachwalzeinrichtung **14** und der Coiler-Einrichtung **16**, die in diesem Fall in Form eines sogenannten Karussell-Coilers vorliegt, ebenfalls kurz. Als Ergebnis kann die Coiler-Einrichtung **16** auch in einem dem herkömmlichen Verfahren zur Herstellung eines ferritischen Bandes verwendet werden, bei welchem der Stahl an dem Coil rekristallisiert. Ein sogenannter Close-in Coiler unmittelbar unterhalb der Ausgangsseite der Nachwalzeinrichtung **14** zur Begrenzung des Temperaturabfalls zwischen der Nachwalzeinrichtung **14** und einer Coiler-Einrichtung ist deshalb nicht erforderlich.

[0033] Die Kühleinrichtung **15** und die Ofeneinrichtung können nebeneinander oder hintereinander positioniert sein. Ebenso kann eine Einrichtung durch die andere Einrichtung ersetzt sein, je nachdem, ob ein ferritisches oder ein austenitisches Band hergestellt wird. Bei der Herstellung eines ferritischen Bandes kann das Walzen endlos oder kontinuierlich durchgeführt werden. Dies bedeutet, daß das aus der Walzeinrichtung **14** und, falls angemessen, aus der Kühleinrichtung oder der Ofeneinrichtung **15** bzw. **18** austretende Band eine größere Länge als üblich zur Bildung eines einzigen Coils hat, und daß ein Brammenabschnitt mit der Länge eines kompletten Ofens oder sogar ein längerer Brammenabschnitt kontinuierlich gewalzt wird. Eine Schereinrichtung **17** ist aufgenommen, um das Band in Entsprechung zu Standard-Coil-Abmessungen auf die gewünschte Länge zuzuschneiden. Durch eine geeignete Auswahl der verschiedenen Komponenten der Vorrichtung und der unter Verwendung dieser Vorrichtung durchgeführten Verfahrensschritte wie Homogenisierung, Walzen, Kühlen und zeitweilige Lagerung hat es sich als möglich herausgestellt, diese Vorrichtung mit einer einzigen Stranggußmaschine zu betreiben, während im Stand der Technik zwei Stranggußmaschinen verwendet werden, um die eingeschränkte Gußgeschwindigkeit an die viel höheren Walzgeschwindigkeiten anzupassen, die üblicherweise verwendet werden. Falls gewünscht, kann ein zusätzlicher sogenannter Close-in Coiler unmittelbar unterhalb der Walzenstraße **14** untergebracht sein, um bei der Steuerung der Bandbewegung und der Bandtemperatur zu helfen, aber dies ist, wie oben angedeutet, nicht nötig. Die Vorrichtung ist für Bänder mit einer

Breite geeignet, die im Bereich zwischen 1000 und 1500 liegt, und einer Dicke von etwa 1,0 mm im Falle eines austenitisch gewalzten Bandes und von etwa 0,5 bis 0,6 mm im Falle eines ferritisch gewalzten Bandes. Die Homogenisierungszeit in der Ofeneinrichtung **7** beträgt etwa 10 Minuten zum Lagern von drei Brammen mit der Länge des Ofens. Die Coilbox ist im Falle von austenitischem Walzen zum Lagern von zwei vollständigen Bändern geeignet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines ferritisch gewalzten Stahlbandes, bei welchem flüssiger Stahl in eine Stranggußmaschine (**1**) gegossen wird, um eine Bramme zu bilden, und unter Verwendung der Gußwärme durch eine Ofeneinrichtung (**7**) befördert wird, einem Vorwalzen in einer Vorwalzeinrichtung (**10**) unterzogen wird und in einer Fertigwalzeinrichtung (**14**) fertiggewalzt wird, um das ferritische Stahlband mit der gewünschten Enddicke zu bilden, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem endlosen oder halbendlosen Verfahren die Bramme im austenitischen Bereich in der Vorwalzeinrichtung (**10**) gewalzt wird und nach dem Walzen im austenitischen Bereich auf eine Temperatur abgekühlt wird, bei welcher der Stahl eine im wesentlichen ferritische Struktur hat, und das Band in der Fertigwalzeinrichtung (**14**) mit Geschwindigkeiten gewalzt wird, die im wesentlichen der Geschwindigkeit entspricht, mit welcher es in die Fertigwalzeinrichtung (**14**) und die folgenden Dickenreduzierungsstufen eintritt, und in wenigstens einem Gerüst der Fertigwalzeinrichtung (**14**) das Band bei einer Temperatur zwischen 850°C und 600°C ferritisch gewalzt und nach dem Verlassen der Fertigwalzeinrichtung (**14**) rasch auf eine Temperatur unter 500°C abgekühlt wird, wodurch eine Rekristallisation im wesentlichen vermieden ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an wenigstens einem Walzgerüst, bei welchem ferritisches Walzen durchgeführt wird, Schmierwalzen durchgeführt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an allen Walzgerüsten, bei welchen ferritisches Walzen durchgeführt wird, Schmierwalzen durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an wenigstens einem Walzwerkgerüst der Vorwalzeinrichtung (**10**) Schmierwalzen durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl ein IF-Stahl ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl ein kohlenstoff-

armer Stahl ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Band nach dem Verlassen der Fertigwalzeinrichtung (14) von einer Kühleinrichtung (15) mit einer Kühlkapazität von mehr als 2 MW/m² gekühlt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühleinrichtung (15) eine Kühlkapazität von mehr als 3 MW/m² hat.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Kühleinrichtung Wasser verwendet wird, das auf die Bramme durch kohärente Strahlen gesprüht wird, die mit hoher Positionsdichte angeordnet sind.

10. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens einer der vorhergehenden Ansprüche, die wenigstens eine Stranggußmaschine zum Gießen von dünnen Brammen, eine Ofeneinrichtung (7) zum Homogenisieren einer Bramme, eine Vorwalzeinrichtung (10) zum Vorwalzen und eine Walzeinrichtung (14) zum Walzen der Bramme zu einem Band mit der gewünschten Enddicke und eine Coiler-Einrichtung (16) zum Aufwickeln des Bandes aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kühleinrichtung (15) mit einer Kühlkapazität von wenigstens 2 MW/m² zwischen dem Fertigwalzgerüst der Walzeinrichtung (14) und der Coiler-Einrichtung (16) angeordnet ist.

11. Verwendung einer Vorrichtung, die wenigstens eine Stranggußmaschine zum Gießen von dünnen Brammen, eine Ofeneinrichtung (7) zum Homogenisieren einer Bramme, eine Vorwalzeinrichtung (10) zum Vorwalzen und eine Walzeinrichtung (14) zum Walzen der Bramme zu einem Band mit der gewünschten Enddicke und eine Coiler-Einrichtung (16) zum Aufwickeln des Bandes aufweist, bei welcher eine Kühleinrichtung (15) mit einer Kühlkapazität von wenigstens 2 MW/m² zwischen dem Fertigwalzgerüst der Walzeinrichtung (14) und der Coiler-Einrichtung (16) angeordnet ist, bei einem Verfahren zur Herstellung eines ferritisch gewalzten Stahlbandes nach einem der Ansprüche 1-9.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

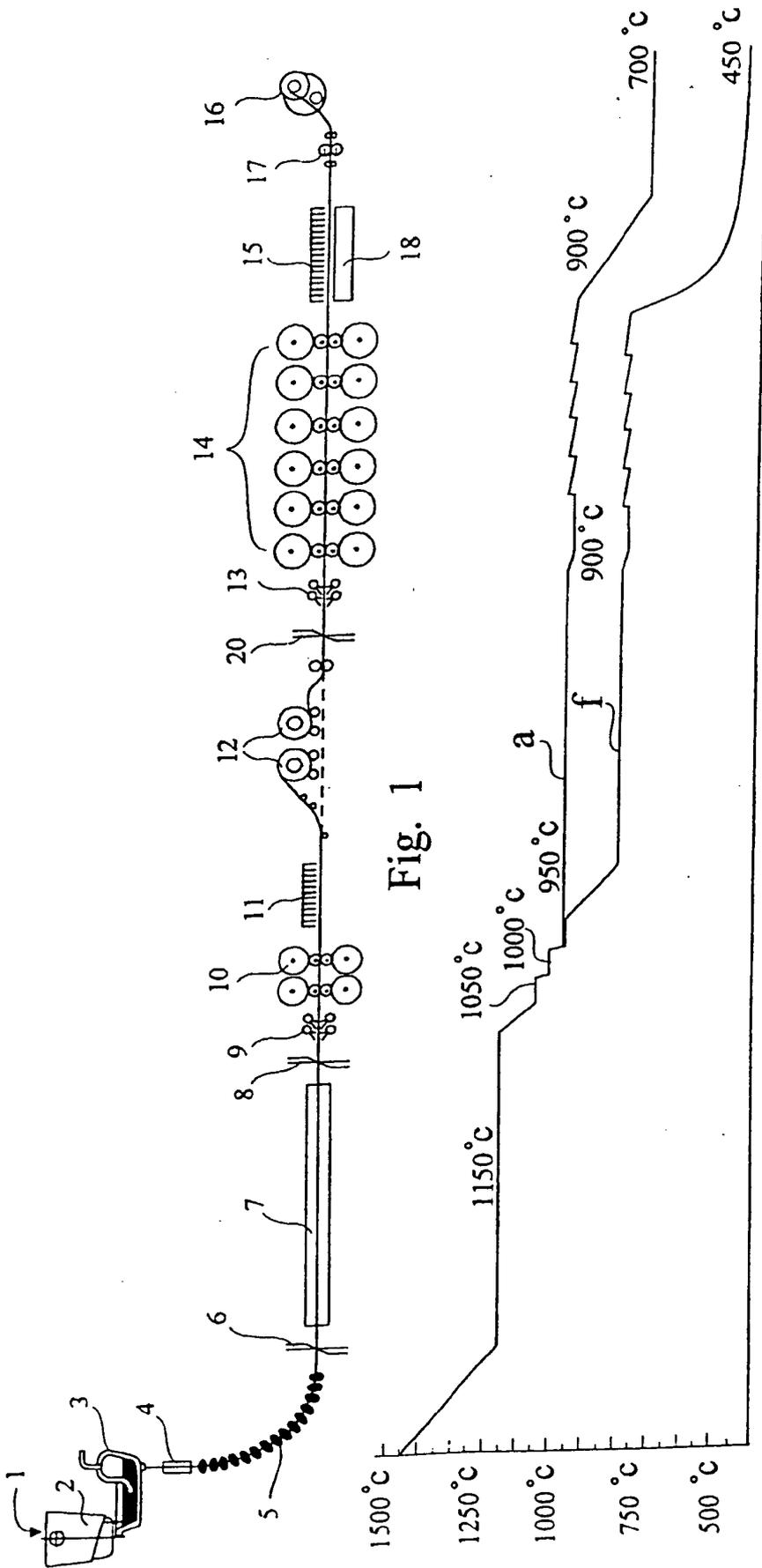


Fig. 2

