(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 937 429 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.2009 Patentblatt 2009/12

(21) Anmeldenummer: **06841185.9**

(22) Anmeldetag: **28.12.2006**

(51) Int Cl.:
B22D 11/124 *(2006.01)* ***B22D 11/14*** *(2006.01)*
B22D 11/22 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/012560

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/087893 (09.08.2007 Gazette 2007/32)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM STRANGGIESSEN**

METHOD AND APPARATUS FOR CONTINUOUS CASTING

PROCEDE ET DISPOSITIF DE COULEE CONTINUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **11.01.2006 DE 102006001464**
30.11.2006 DE 102006056683

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.07.2008 Patentblatt 2008/27

(73) Patentinhaber: **SMS Demag Aktiengesellschaft**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
- **PLOCIENNIK, Uwe**
  40882 Ratingen (DE)
- **KEMPKEN, Jens**
  41564 Kaarst (DE)
- **JONEN, Peter**
  47249 Duisburg (DE)
- **SCHUSTER, Ingo**
  47877 Willich (DE)
- **BÖCHER, Tilmann**
  40237 Düsseldorf (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 366 838
EP-A1- 0 343 103
EP-A1- 0 611 610
EP-B1- 1 243 343
EP-B1- 1 356 868
WO-A-03/013763
DE-A1- 2 208 928
DE-A1- 2 435 495
DE-A1- 2 507 971
JP-A- 63 112 058

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 1 937 429 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stranggießen von Brammen-, Dünnbrammen-, Vorblock-, Vorprofil-, Rundprofil-, Rohrprofil- oder Knüppelsträngen und dergleichen aus flüssigem Metall in einer Stranggießanlage, bei dem Metall aus einer Kokille senkrecht nach unten austritt, wobei das Metallband dann entlang einer senkrechten Strangführung vertikal abwärts geführt und dabei gekühlt wird, wobei das Metallband dann aus der vertikalen Richtung in die horizontale Richtung umgebogen wird und wobei im Endbereich der Umbiegung in die horizontale Richtung oder nach der Umbiegung in die horizontale Richtung eine mechanische Umformung des Metallbandes erfolgt. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Stranggießanlage, insbesondere zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Ein gattungsgemäßes Verfahren zum Stranggießen ist beispielsweise aus der EP 1 108 485 A1 oder aus der WO 2004/048016 A2 bekannt. Hierbei wird flüssiges Metall, insbesondere Stahl, über eine Kokille senkrecht nach unten ausgebracht, wobei es sich verfestigt und ein Metallband bildet, das allmählich aus der vertikalen Richtung in die horizontale Richtung umgeleitet bzw. umgebogen wird. Unmittelbar unterhalb der Kokille befindet sich eine senkrechte Strangführung, die das noch sehr heiße Metallband zunächst vertikal unten führt. Anschließend wird das Metallband durch entsprechende Walzen bzw. Rollen allmählich in die Horizontale umgebogen. Ist dies erfolgt, schließt sich zumeist ein Richtprozess an, d. h. das Metallband läuft durch eine Richtvorrichtung, in der eine mechanische Verformung des Metallbandes stattfindet.

[0003] Ähnliche Lösungen sind in der JP 63 112058 A, in der WO 03/013763 A, in der EP 0 611 610 A1, in der DE 22 08 928 A1, in der DE 24 35 495 A1, in der DE 25 07 971 A1, in der EP 0 343 103 A1, in der EP 1 243 343 B1, in der EP 1 356 868 B1 und in der EP 1 366 838 A beschrieben.

[0004] Der Kühlung des Metallbandes nach seinem Austritt aus der Kokille kommt eine wichtige Bedeutung zu. Die EP 1 108 485 A1 schlägt hierzu eine Vorrichtung zum Kühlen des Gussstranges in einer Kühlzone vor, in der der Strang mittels Rollenpaaren, die quer zur Strangachse entlang der Strangabzugsrichtung übereinander angeordnet sind, stützend geführt wird, wobei das Aufbringen von Kühlmittel den Strang weiter abkühlt. Zur effizienten Kühlung des Metallbandes umfasst die vorgeschlagene Vorrichtung ein zwischen jeweils zwei übereinander liegenden Rollen angeordnetes kühlmittelförderndes Kühlmittelelement, das sich entlang der Längsachse der Rollen erstreckt und so gestaltet ist, dass zwischen dem jeweiligen Kühlelement und der Rolle sowie dem Kühlelement und dem Strang Spalträume entstehen, wobei das jeweilige Kühlelement mit mindestens einem kühlmittelfördernden, in einen Spaltraum mündenden Kanal versehen ist.

[0005] Die WO 2004/048016 A2 sieht zur optimalen Temperaturführung des gegossenen Metallbandes vor, das über die Auslauftemperatur, die durch Kontrolle der Oberflächentemperatur am Ende der metallurgischen Stranglänge des Gießstrangs ermittelt wird, ein dynamisches Spritzsystem in Form der Wassermengenverteilung und Druckverteilung bzw. Impulsverteilung über die Strangbreite und die Stranglänge funktional zu einer für die Stranglänge und die Strangbreite errechneten Temperaturverlaufskurve gesteuert wird.

[0006] Eine Vielzahl weiterer Lösungen beschäftigt sich gleichermaßen mit der Frage, wie ein gegossener Metallstrang effizient und in verfahrenstechnisch richtiger Weise gekühlt werden kann. Hierzu wird auf die JP 61074763 A, die JP 9057412, auf die EP 0 650 790 B1, auf die US 6,374,901 B1, auf die US 2002/0129921 A1; auf die EP 0 686 702 B1, auf die WO 01/91943 A1, auf die JP 2004167521 und auf die JP 2002079356 hingewiesen.

[0007] Es hat sich herausgestellt, dass neben der verfahrenstechnisch richtigen bzw. effizienten Kühlung des gegossenen Metallbandes dessen Verzunderung eine erhebliche Rolle spielt. Infolge der sehr hohen Temperatur des Metallbandes unmittelbar nach dem Austritt des Metalls aus der Kokille unterliegt das Band einem starken Verzunderungseffekt, der insbesondere die nachfolgenden Prozessschritte nachteilig beeinflusst. Es ist daher anzustreben, dass der Grad der Verzunderung möglichst gering gehalten wird.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art sowie eine entsprechende Vorrichtung derart weiterzuentwickein, dass es möglich wird, neben einer optimalen Kühlung des Metallbandes auch zu erreichen, dass die Verzunderung der Bandoberfläche minimal gehalten wird.

[0009] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist verfahrensgemäß dadurch gelöst, dass in Förderrichtung des Metallbandes hinter der Kokille und vor der mechanischen Umformung des Metallbandes in einem ersten Abschnitt eine Kühlung des Metallbandes mit einer Wärmeübergangszahl zwischen 3.000 und 10.000 W/(m^2 K) erfolgt, wobei in Förderrichtung nach der Kühlung in einem zweiten Abschnitt durch Wärmeausgleich im Metallband ohne oder mit reduzierter Kühlung der Oberfläche des Metallbandes eine Erwärmung der Oberfläche des Metallbandes auf eine Temperatur über Ac3 bzw. Ar3 erfolgt, wonach in einem dritten Abschnitt die mechanische Umformung erfolgt.

[0010] Wenn nach einem bevorzugten Vorschlag der Erfindung die Oberflächen des Metallbandes vor der Beaufschlagung mit dem Kühlmedium zur Kühlung gesäubert werden, lässt sich die Wirkung der nachfolgend einsetzenden Kühlung weiter verbessern. Das Säubern kann durch Entzundern erfolgen, beispielsweise dadurch, dass die in Strang- bzw. Metallband-Auszugsrichtung einander gegenüberliegeriden, zuerst von dem Metallband/Strang erreichten und somit vordersten bzw. obersten Kühlmittel (Düsen, Düsenbalken od. dgl.) das Kühlmedium unter Hochdruck aufbringen, so dass sich

eine Entzunderung ergibt.

[0011] Die mechanische Umformung in dem dritten Abschnitt kann dabei ein Richtprozess des Metallbandes sein oder einen solchen Prozess umfassen. Alternativ oder additiv kann vorgesehen werden, dass die mechanische Umformung in dem dritten Abschnitt ein Walzprozess des Metallbandes ist oder einen solchen Prozess umfaßt.

[0012] Die Kühlung im ersten Abschnitt kann -als Intensivkühlung ausgebildet - auf den Bereich der senkrechten Strangführung beschränkt werden. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass der Begriff der senkrechten Strangführung auch umfassen soll, dass das Metallband weitgehend vertikal geführt wird.

[0013] Die Kühlung im ersten Abschnitt kann auch intermittierend erfolgen, wobei das Metallband/der Strang abwechselnd intensiv und schwach gekühlt wird, z.B. durch Veränderung der Kühlmediumbeaufschlagungsdichte [l: min:m^2] und/oder Einstellung unterschiedlicher Abstände der Kühlmittel zum Metallband.

[0014] Die vorgeschlagene Stranggießanlage zum Stranggießen von Brammen-, Dünnbrammen-, Vorblock-, Vorprofil-, Rundprofil-, Rohrprofil- oder Knüppelsträngen und dergleichen aus flüssigem Metall, mit einer Kokille, aus der das Metall senkrecht nach unten austritt, einer unterhalb der Kokille angeordneten senkrechten Strangführung und Mitteln zum Umbiegen des Metallbandes aus der vertikalen Richtung in die horizontale Richtung, wobei im Endbereich der Umbiegung in die horizontale Richtung oder nach der Umbiegung in die horizontale Richtung mechanische Umformmittel für das Metallband angeordnet sind, zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass die senkrechte Strangführung eine Anzahl in Förderrichtung des Metallbandes beiderseitig des Metallbandes angeordnete Rollen aufweist, wobei im Bereich der Rollen erste Kühlmittel angeordnet sind, mit denen ein Kühlfluid auf die Oberfläche des Metallbandes aufgebracht werden kann, wobei die Kühlmittel in vertikale und/oder horizontale Richtung verschieblich angeordnet sind und wobei zusätzliche zweite Kühlmittel im Bereich der senkrechten Strangführung ortsfest angeordnet sind

[0015] Alternativ oder ergänzend können die Kühlmittel vorteilhaft oszillierbar ausgebildet sein.

[0016] Die ersten und/oder die zweiten Kühlmittel können ein Gehäuse aufweisen, aus dem das Kühlfluid mittels mindestens einer Düse aufgebracht wird. Das Kühlfluid kann aus dem Gehäuse mittels zweier Düsen oder Düsenreihen aufgebracht werden.

[0017] Gemäß dem Erfindungsvorschlag erfolgt im Bereich der Sekundärkühlung des Metallbandes eine Kühlung mit definierter Intensität, die so gewählt ist, dass einerseits ein qualitativ hochwertiges Metallband produziert werden kann, das die gewünschte Gefügestruktur und Gefügezusammensetzung aufweist, dass andererseits aber auch der Grad der Verzunderung der Bandoberfläche minimal gehalten werden kann.

[0018] Durch den Vorschlag wird auch die Anreicherung von unerwünschten Begleiterscheinungen an der Bandoberfläche vermindert.

[0019] Durch die vorgeschlagene Vorgehensweise entsteht ein so hinreichender Thermoschock, dass sich auf der Oberfläche des Metallbandes befindliche Oxidschichten abtrennen und fortgespült werden. Das führt zu einer gesäuberten Strangoberfläche, was für eine gleichmäßige Abkühlung des Metallbandes und auch für eine mögliche Aufheizung im Tunnelofen von Vorteil ist.

[0020] Das vorgeschlagene Verfahren vermindert die Gefahr durch Ausscheidungen oder von so genannter "Hot Shortness", so dass auch diesbezüglich Vorteile erzielt werden. Durch die für den Thermoschock notwendige Absenkung der Oberflächentemperatur - diese sollte die Martensitstarttemperatur nicht unterschreiten - erfolgt eine Umwandlung des Austenits im Metallband in Ferrit, verbunden mit einer Kornfeinung. Bei der sich anschließenden Wiedererwärmung infolge des großen Temperaturgradienten zwischen Strangoberfläche und Kern des Metallbandes erfolgt eine Rückumwandlung des feinen Ferrits in Austenit mit kleinen Körnern. Bei diesen Umwandlungen werden die Aluminiumnitride (AIN) oder andere Ausscheidungen überwachsen, und auf den Korngrenzen befinden sich prozentual weniger Aluminiumnitride als bei dem großen Austenitkorn vor der Umwandlung. Das feinere Gefüge ist daher weniger rissanfällig, wenn Ausscheidungen vorliegen sollten.

[0021] In der Strangführung unterhalb der Kokille ist der Bereich für die Intensivkühlung vorgesehen, damit die Wiedererwärmung möglichst früh erfolgen kann. Die Ferrit-Umwandlung und die anschließende Umwandlung in Austenit sollen vor der mechanischen Belastung der Strangoberfläche, beispielsweise in den Biegetreibern, erfolgen. Durch diese Maßnahme wird die Gefahr der Rissbildung reduziert, die infolge der Temperaturserokung des Stranges durch den Thermoschock besteht. Eine Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass die genannte (Intensiv)-Kühlung etwa ein Viertel bis ein Drittel des (Bogen-)Weges von der Kokille bis zur mechanischen Umformung umfasst, woran sich ca. drei Viertel bzw. zwei Drittel dieses Weges anschließen, auf denen nicht mehr oder nur reduziert gekühlt wird.

[0022] Die erfindungsgemäße vorgesehene Intensivkühlung kann zwischen den Strangführungsrollen angeordnet sein und sich je nach gewünschter Kühlwirkung über einen längeren Bereich der Strangführung erstrekken. Es kann - wie erwähnt - auch vorteilhaft sein, die Intensivkühlung intermittierend anzuwenden, um die Oberfläche insbesondere bei rissempfindlichen Werkstoffen nicht zu sehr zu unterkühlen.

[0023] Damit kann auch die Warmbrüchigkeit, d. h. die Rissbildung an der Brammenoberfläche, vermindert werden, die insbesondere durch einen hohen Kupfergehalt im Material entstehen kann. Dies ist insbesondere bei Schrott als Ausgangsmaterial relevant, der mitunter einen entsprechend hohen Kupfergehalt aufweist.

[0024] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Stranggießanlage in der Seitenansicht mit der Dar- stellung einiger der Komponenten der Anlage;

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1, nämlich den rechten Ast der senkrechten Strangführung mit ersten und zweiten Kühlmitteln;

Fig. 3 einen weiter vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 2 mit zwei Rollen und einem dazwischen angeordnetem Kühlmittel; und

Fig. 4 das Kühlmittel gemäß Fig. 3 im Detail.

[0025] In Fig. 1 ist schematisch eine Stranggießanlage 2 dargestellt. Flüssiges metallisches Material tritt vertikal nach unten als Strang bzw. Metallband 1 aus einer Kokille 3 in Förderrichtung F aus und wird entlang eines Gießbogenabschnitts allmählich von der Vertikalen V in die Horizontale H umgeleitet. Unmittelbar unterhalb der "Kokille 3 befindet sich eine senkrechte Strangführung 4, die eine Anzahl Rollen 10 aufweist, die das Metallband 1 nach unten führen. Eine Anzahl Rollen 9 fungieren als Mittel zum Umbiegen des Metallbandes 1 von der Vertikalen V in die Horizontale H. Nach erfolgter Umbiegung trifft das Metallband 1 in Mitteln 5 zur mechanischen Umformung ein. Vorliegend handelt es sich hierbei um einen Richttreiber, der das Metallband 1 durch mechanische Umformung einem Richtprozess unterzieht. Vorgesehen werden kann auch ein Walzprozess, der sich zumeist anschließt.

[0026] Der Bereich des Metallbandes vom Austritt aus der Kokille 3 bis zur mechanischen Umformung ist in drei Abschnitte unterteilt: In einem ersten Abschnitt 6 erfolgt eine Intensivkühlung des heißen Metallbandes 1, in einem zweiten Abschnitt 7 wird praktisch keine Kühlung mehr vorgenommen, und die sich im Metallband 1 befindliche Wärme wärmt die gekühlte Oberfläche des Metallbandes 1 wieder auf. Vorrangig im dritten Abschnitt 8, aber auch bereits schon im zweiten Abschnitt 7, findet dann schließlich die mechanische Umformung statt. Das Ausführungsbeispiel zeigt, dass der erste Abschnitt 6 in sich nochmals in Teilabschnitte unterteilt ist. Das ermöglicht in einfacher Weise eine intermittierende Kühlung in dem ersten Abschnitt 6, nämlich eine Intensivkühlung in einem ersten Teilabschnitt und eine schwächere bzw. reduzierte oder auch gar keine Kühlung in dem zumindest einen weiteren Folgeteilabschnitt, dem sich nämlich wiederum ein Intensivkühlabschnitt usw. anschließend kann.

[0027] Die Kühlung des Metallbandes 1 erfolgt mit ersten Kühlmitteln 11 und zweiten Kühlmitteln 12, wie es am besten in Fig. 2 gesehen werden kann. Die ersten Kühlmitteln 11 arbeiten so intensiv, dass eine große Kühlleistung vorliegt. Bei den zweiten Kühlmitteln 12 handelt es sich um übliche und an sich vorbekannte Kühlmittel, die bei vorbekannten Stranggießanlagen eingesetzt werden. Die Auslegung der Kühlmittel 11 erfolgt so, dass die Kühlung des Metallbandes 1 im ersten Abschnitt 6, insbesondere in dem sich der Kokille 3 unmittelbar anschließenden Teilabschnitt, dessen in Auszugsrichtung F obersten bzw. vordersten Kühlmittel zur Entzunderung und damit Säuberung der Oberflächen des Metallbandes 1 auf Hochdruck umschaltbar sind, mit einer Wärmeübergangszahl zwischen 3.000 und 10.000 W/(m^2 K) erfolgt. Dabei geht der überwiegende Anteil der Kühlung auf die ersten Kühlmittel 11 zurück.

[0028] Zur genannten Wärmeübergangszahl sei bemerkt: Die Wärmeübergangszahl (Formelzeichen α), auch Wärmeübergangskoeffizient oder Wärmeübertragungskoeffizient genannt, ist ein Proportionalitätsfaktor, der die Intensität des Wärmeübergangs an einer Oberfläche bestimmt. Der Wärmeübergangskoeffizient beschreibt hierbei die Fähigkeit eines Gases oder einer Flüssigkeit, Energie von der Oberfläche eines Stoffes abzuführen bzw. an die Oberfläche abzugeben. Sie hängt unter anderem von der spezifischen Wärme, der Dichte und dem Wärmeleitkoeffizienten des wärmeabführenden sowie des wärmeliefernden Mediums ab. Die Berechnung des Koeffizienten für Wärmeleitung erfolgt meist über den Temperaturunterschied der beteiligten Medien. Die genannten Einflussgrößen lassen sofort erkennen, dass die Auslegung der Intensität der Kühlung direkte Auswirkungen auf die Wärmeübergangszahl hat. Die Kühlleistung lässt sich beispielsweise durch Veränderung des horizontale Abstandes zwischen den Kühlmitteln 11 bzw. 12 und dem Metallband 1 beeinflussen; sie wird umso niedriger, je größer der Abstand ist.

[0029] Nach der Kühlung in dem Abschnitt 6 erfolgt im zweiten Abschnitt 7 durch Wärmeausgleich im Metallband 1 ohne weitere Kühlung der Oberfläche des Metallbandes 1 eine Erwärmung der Oberfläche des Metallbandes 1 durch Wärmeausgleich auf eine Temperatur über Ac3 bzw. Ar3. Erst dann erfolgt die mechanische Umformung 5 in den Abschnitten 7 (durch das Abbiegen) und 8, vor allem durch das Richten im Abschnitt 8.

[0030] Die genannten Kühlmittel 11 werden nicht für jeden Anwendungsfall benötigt. Daher sind sie - wie es aus Fig. 2 hervorgeht - in vertikale Richtung verschieblich angeordnet, wobei entsprechende Bewegungsmittel nicht dargestellt sind. Dargestellt sind die Kühlmittel 11 mit ausgezogenen Linien in ihrer aktiven Position, wobei der ausgestoßene Strahl Kühlwasser den skizzierten Verlauf nimmt.

[0031] Wird die Intensivkühlung nicht benötigt, können die Kühlmittel 11 vertikal in die gestrichelt dargestellte Position verfahren werden, so dass eine klassische, geringere, d. h. weniger intensive Kühlung durch die Kühlmittel 12 bewerkstellig wird.

[0032] Andere Maßnahmen zur Beeinflussung (Reduzierung oder Erhöhung) der Kühlleistung bestehen darin, den Abstand zwischen den Kühlmitteln 11, 12 und dem Metallband 1 durch horizontales Verschieben zu verändern und/oder die Kühlmittel 11, 12 oszillieren zu verstellen.

[0033] Nicht dargestellt sind entsprechende Leitungs-

systeme mit Ventilen, so dass der jeweils benötigte Strom Kühlwasser eingestellt bzw. geschalten werden kann.

[0034] In den Fig. 3 und 4 wird eine Variante der Ausbildung der ersten Kühlmittel 11 näher dargestellt. Die Kühlmittel 11 weisen ein Gehäuse 13 auf, an dessen dem Metallband 1 zugewandter Seite zwei Düsen 14 und 15 bzw. sich normal auf die Zeichenebene quer über das Metallband 1 erstreckende Düsenreihen angeordnet sind. Das Gehäuse 13 weist in seinem Inneren entsprechend zwei Kammern 16, 17 auf, die jeweils fluidisch mit einer Wasserversorgungsleitung in Verbindung stehen. Die Düsen 14 und 15 sind dabei unterschiedlich ausgeführt, so dass unterschiedlich starke Wasserströme auf das Metallband 1 geleitet werden können - in Abhängigkeit der technologischen Notwendigkeit zur Erzielung einer möglichst zunderfreien und damit gesäuberten Oberfläche des Metallbandes1.

[0035] Die Düsen können auch als Düsenbalken ausgebildet sein, d. h. als Balken, der sich quer über die Breite des Metallbandes 1 erstreckt und aus einer Anzahl Düsenöffnungen Kühlwasser auf die Bandoberfläche leitet.

[0036] Die vorgeschlagene Vorrichtung für die Intensivkühlung weist also ein Gehäuse auf, das mit geringem Abstand zwischen die Stranggussführungsrollen 10 geschoben werden kann und so einen Kühlkanal bildet. Das Gehäuse 13 kann durch ein Schutzblech (nicht dargestellt) vor der Zerstörung bei einem eventuellen Durchbruch geschützt werden, so dass es in diesem Fall wieder eingesetzt werden kann. Durch Änderung des Abstandes zwischen der Strangoberfläche und dem Gehäuse 13 kann die Kühlwirkung beeinflusst werden. Weitere Einflussmöglichkeiten auf die Kühlwirkung können durch die Konstruktion des Gehäuses und der Düsen 14, 15 erreicht werden.

[0037] So besteht die Möglichkeit, die Düsen in mehrere Gruppen zu unterteilen und die einzelnen Düsengruppen mit einer eigenen Wasserversorgung zu versehen. Durch Zu- bzw. Abschalten einzelner Düsengruppen und/oder durch Änderung des Durchflusses bzw. des Fluiddruckes kann dann die Kühlwirkung variiert werden. Im Falle einer Standardkühlung, d. h. falls Stähle verarbeitet werden, bei denen eine Intensivkühlung nicht sinnvoll ist, kann eine geringere Zahl an Düsen zugeschaltet werden. Eine andere Möglichkeit ist, die Intensivkühlvorrichtung aus dem Sprühbereich der Standardkühlung wegzuschwenken oder wegzufahren.

[0038] Eine Unterkühlung der Kantenbereich des Metallbandes kann ebenfalls durch ein Zu- bzw. Abschalten von Düsengruppen vermieden werden.

[0039] Zur Intensivkühlung können auch Sprühdüsen eingesetzt werden. Diese sollten nahe aneinander über die Breite des Metallbandes verteilt werden, um die notwendige Abkühlung und die notwendige Abkühlung und die damit verbundene Kornfeinung und Entzunderungswirkung zu erzielen. Durch Zu- und Abschalten dieser Gruppen kann auch hier eine Unterkühlung der Kanten vermieden werden. Für den Gießbetrieb, bei der eine intensive Kühlung nicht vorteilhaft ist, können die Düsen deaktiviert, weggeschwenkt, weggefahren oder der Durchfluss des Kühlmediums (Wasser) gesenkt werden, um die Standardkühlung zu gewährleisten.

[0040] Vorgesehen kann auch werden, dass zu der vorhandenen Sekundärkühlung eine zusätzliche Kühlung, bestehend aus mehreren mit Sprühdüsen versehenen Sprühbalken mit einer separaten Wasserversorgung eingesetzt werden. Die zusätzlichen Sprühbalken werden dabei nur bei Bedarf eingeschaltet. Ebenfalls kann auch hier durch Zu- und Abschalten von Düsengruppen eine Unterkühlung der Kanten vermieden werden.

[0041] Im Stand der Technik sind für die Entzunderung spezielle Entzunderungsdüsen bekannt, die Wärmeübergangszahlen von mehr als 20.000 W/(m^2 K) erreichen.

[0042] Derartige Düsen kommen für die vorliegende Erfindung wegen ihrer zu intensiven Kühlwirkung und der damit verbundenen niedrigen Oberflächentemperatur der Oberfläche des Metallbandes nicht zum Einsatz bzw. sie sind hier nicht brauchbar.

[0043] Der erfindungsgemäße Kerngedanke kann also darin gesehen werden, dass eine Intensivkühlung im Bereich der Sekundärkühlung insbesondere bei Dünnbrammenanlagen erfolgt, um eine Säuberung der Oberfläche der Bramme zu erreichen, bei der die Intensivkühlung kurz nach der Kokille - in Förderrichtung betrachtet - beginnt. Allerdings ist weiter vorgesehen, dass die Kühlung so frühzeitig endet, dass eine Wiedererwärmung über die Temperatur Ac3 bzw. Ar3 erfolgen kann, bevor mechanische Beanspruchungen auftreten, wie es beispielsweise am Biegetreiber der Fall ist. Ziel ist es dabei, keine bzw. eine nur geringe Ausscheidung auf den Korngrenzen.

[0044] Die vorgeschlagene Vorrichtung zur Intensivkühlung weist eine deutlich höhere Kühlwirkung auf, als es sonst bei der Sekundärkühlung einer Stranggießanlage der Fall ist. Bei vorbekannte Anlagen liegen die üblichen Wärmeübergangszahlen zwischen 500 W/(m^2 K) und 2.500 W/(m^2 K). Andererseits sind Entzunderungsanlagen bekannt, bei denen eine Kühleinrichtung eingesetzt wird, die Wärmeübergangszahlen von mehr als 20.000 W/(m^2 K) realisieren.

[0045] Die vorliegend benötigten Wärmeübergangszahlen sind - wie bereits oben angedeutet - werkstoffabhängig und auch abhängig von der Gießgeschwindigkeit. Sie ergeben sich aus der maximalen Abkühlgeschwindigkeit, bei der noch kein Martensit- oder Zwischenstufengefüge erzeugt wird. Für niedrige Kohlenstoffstähle beträgt die Abkühlungsgeschwindigkeit ca. 2.500 °C/min, was bei einer Gießgeschwindigkeit von 5,0 m/min einer Wärmeübergangszahl von ca. 5.500 W/(m^2 K) entspricht.

[0046] Durch ein schnelles Umschalten zwischen Standard- und Intensivkühlung wird die vorgeschlagene Stranggießeinrichtung sehr individuell und flexibel nutz-

bar.

[0047] Werden die vorgeschlagenen Systeme mit den beschriebenen Kühldüsen eingesetzt, werden infolge der sich bildenden hohen Turbulenz des Wassers zwischen dem Gehäuse der Kühlmittel und dem Metallband bei relativ geringer Wassermenge höhere Wärmeübergangszahlen als bei der konventionellen Sprühkühlung erreicht.

[0048] Die Intensität der Kühlung kann durch die Anzahl der nebeneinander angeordneten Düsen variiert werden. Weiterhin ist es auch möglich, zusätzliche Düsenbalken zu konventionellen Sprühkühlungseinrichtungen einzusetzen.

[0049] Die Länge der Intensivkühlung - in Förderrichtung F betrachtet - wird durch das Erstarrungsgefüge bis 2 mm unter der Oberfläche des Metallbandes bestimmt. Bei einer dendritischen Erstarrung verlängert sich die Intensivkühllänge ca. um den Faktor 2 bis 3 gegenüber der Länge bei einer globulitischen Erstarrung.

[0050] Die Wärmeübergangszahl ergibt sich auch aus der Konstruktion der Kühlmittel, vorliegend insbesondere der ersten Kühlmittel 11. Die Zahl wird gezielt im beanspruchten Bereich gewählt, da hier die Bedingungen zur Intensivkühlung des gefertigten Metallbandes 1 optimal sind und gleichzeitig eine weitgehend zunderfreie Bandoberfläche erzielt werden kann.

Bezugszeichenliste:

[0051]

1	Metallband
2	Stranggießanlage
3	Kokille
4	senkrechte Strangführung
5	mechanische Umformung
6	erster Abschnitt
7	zweiter Abschnitt
8	dritter Abschnitt
9	Mittel zum Umbiegen des Metallbandes
10	Rollen
11	erste Kühlmittel
12	zweite Kühlmittel
13	Gehäuse
14	Düse
15	Düse
16	Kammer
17	Kammer
V	vertikale Richtung
H	horizontale Richtung
F	Förder- bzw. Auszugsrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Stranggießen von Brammen-, Dünnbrammen-, Vorblock-, Vorprofil-, Rundprofil-, Rohrprofil- oder Knüppelsträgen (1) und dergleichen aus flüssigem Metall in einer Stranggießanlage (2), bei dem Metall aus einer Kokille (3) senkrecht nach unten austritt, wobei das Metallband (1) dann entlang einer senkrechten Strangführung (4) vertikal abwärts geführt und dabei gekühlt wird, wobei das Metallband (1) dann aus der vertikalen Richtung (V) in die horizontale Richtung (H) umgebogen wird und wobei im Endbereich der Umbiegung in die horizontale Richtung (H) oder nach der Umbiegung in die horizontale Richtung (H) eine mechanische Umformung (5) des Metallbandes (1) erfolgt,
dadurch gekennzeichnet;
dass in Förderrichtung (F) des Metallbandes (1) hinter der Kokille (3) und vor der mechanischen Umformung (5) des Metallbandes (1) in einem ersten Abschnitt (6) eine Kühlung des Metallbandes (1) mit einer Wärmeübergangszahl zwischen 3.000 und 10.000 W/(m^2 K) erfolgt, wobei in Förderrichtung (F) nach der Kühlung in einem zweiten Abschnitt (7) durch Wärmeausgleich im Metallband (1) ohne oder mit reduzierter Kühlung der Oberfläche des Metallbandes (1) eine Erwärmung der Oberfläche des Metallbandes (1) auf eine Temperatur über Ac3 bzw. Ar3 erfolgt, wonach in einem dritten Abschnitt (8) die mechanische Umformung (5) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Oberflächen des Metallbandes (1) unmittelbar vor der Kühlbeaufschlagung gesäubert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Abschnitt (6) unterteilt ist, wobei das Metallband (1) intermittierend gekühlt wird und in einem der Kokille (3) unmittelbar nachgeschalteten Teilabschnitt intensiv und in mindestens einem Folgeteilabschnitt schwächer sowie dann nachfolgend wieder intensiver gekühlt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mechanische Umformung (5) in dem dritten Abschnitt (8) ein Richtprozess des Metallbandes (1) ist oder einen solchen Prozess umfasst.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mechanische Umformung (5) in dem dritten Abschnitt (8) ein Walzprozess des Metallbandes (1) ist oder einen solchen Prozess umfasst.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlung im ersten Abschnitt (6) auf den Bereich der senkrechten Strangführung (4) be-

schränkt wird.

7. Stranggießanlage (2) zum Stranggießen von Brammen-, Dünnbrammen-, Vorblock-, Vorprofil-, Rundprofil-, Rohrprofil- oder Knüppelsträgen (1) und dergleichen aus flüssigem Metall, mit einer Kokille (3), aus der das Metall senkrecht nach unten austritt, einer unterhalb der Kokille (3) angeordneten senkrechten Strangführung (4) und Mitteln (9) zum Umbiegen des Metallbandes (1) aus der vertikalen Richtung (V) in die horizontale Richtung (H), wobei im Endbereich der Umbiegung in die horizontale Richtung (H) oder nach der Umbiegung in die horizontale Richtung (H) mechanische Umformmittel (5) für das Metallband (1) angeordnet sind, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die senkrechte Strangführung (4) eine Anzahl in Förderrichtung (F) des Metallbandes (1) beiderseitig des Metallbandes (1) angeordnete Rollen (10) aufweist, wobei im Bereich der Rollen (10) erste Kühlmittel (11) angeordnet sind, mit denen ein Kühlfluid auf die Oberfläche des Metallbandes (1) aufgebracht werden kann, wobei die Kühlmittel (11) in vertikale und/oder horizontale Richtung (V, H) verschieblich angeordnet sind und wobei zusätzliche zweite Kühlmittel (12) im Bereich der senkrechten Strangführung (4) ortsfest angeordnet sind.

8. Stranggießanlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Kühlmittel (11) oszillierbar ausgebildet sind.

9. Stranggießanlage nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die ersten und/oder die zweiten Kühlmittel (11, 12) ein Gehäuse (13) aufweisen, aus dem das Kühlfluid mittels mindestens einer Düse (14, 15) ausgebracht wird.

10. Stranggießanlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet,**
dass Kühlfluid aus dem Gehäuse (13) mittels zweier Düsen (14, 15) oder Düsenreihen ausgebracht wird.

Claims

1. Method for continuous casting of slab, thin slab, bloom, preliminary section, round section, tubular section or billet girders (1) and the like of liquid metal in a continuous casting plant (2), in which metal issues vertically downwardly from a mould (3), wherein the metal strip (1) is then guided vertically downwardly along a vertical strip guide (4) and in that case cooled, wherein the metal strip (1) is then deflected from the vertical direction (V) into the horizontal direction (H) and wherein a mechanical reshaping (5) of the metal strip (1) is carried out in the end region of the bending around into the horizontal direction (H) or after the bending around into the horizontal direction (H), **characterised in that** a cooling of the metal strip (1) with a heat transfer coefficient between 3,000 and 10,000 W/(m^2K) is carried out in a first section (6) in conveying direction (F) of the metal strip (1) behind the mould (3) and ahead of the mechanical reshaping (5) of the metal strip (1), wherein a heating of the surface of the metal strip (1) to a temperature above Ac3 or Ar3 is carried out in a second section (7), in conveying direction (F) after the cooling, by heat compensation in the metal strip (1) without or with reduced cooling of the surface of the metal strip (1), whereafter the mechanical reshaping (5) is carried out in a third section (8).

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the surfaces of the metal strip (1) are cleaned directly before the cooling action.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the first section (6) is subdivided, wherein the metal strip (1) is intermittently cooled and is intensively cooled in a subsection directly downstream of the mould (3), more weakly cooled in at least one following subsection and then subsequently more intensively cooled again.

4. Method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the mechanical reshaping (5) in the third section (8) is a straightening process of the metal strip (1) or comprises such a process.

5. Method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the mechanical reshaping (5) in the third section (8) is a rolling process of the metal strip (1) or comprises such a process.

6. Method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the cooling in the first section (6) is restricted to the region of the vertical strip guide (4).

7. Continuous casting plant (2) for the continuous casting of slab, thin slab, bloom, preliminary profile, round profile, tube profile or billet girders (1) and the like of liquid metal, with a mould (3) from which the metal issues vertically downwardly, a vertical strip guide (4) arranged below the mould (3) and means (9) for bending around the metal strip (1) from the vertical direction (V) into the horizontal direction (H), wherein mechanical reshaping means (5) for the metal strip (1) are arranged in the end region of the bending around into the horizontal direction (H) or after the bending around into the horizontal direction (H), for performance of the method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the ver-

tical strip guide (4) comprises a number of rollers (10) arranged on either side of the metal strip (1) in conveying direction (F) of the metal strip (1), wherein first cooling means (11) by which a cooling fluid can be applied to the surface of the metal strip (1) are arranged in the region of the rollers (10), wherein the cooling means (11) are arranged to be displaceable in vertical and/or horizontal direction (V, H) and wherein additional second cooling means (12) are arranged in stationary position in the region of the vertical strip guide (4).

8. Continuous casting plant according to claim 7, **characterised in that** the cooling means (11) are constructed to be oscillatable.

9. Continuous casting plant according to claim 7 or 8, **characterised in that** the first and/or the second cooling means (11, 12) comprise a housing (13) from which the cooling fluid is expelled by means of at least one nozzle (14, 15).

10. Continuous casting plant according to claim 9, **characterised in that** cooling fluid is expelled from the housing (13) by means of two nozzles (14, 15) or nozzle rows.

Revendications

1. Procédé de coulée continue de barres de brames, de brames minces, de barres de blooms, de barres de profils plein, de barres de profils longs, de barres de profils tubulaire ou de barres de billettes (1) et similaires dans une installation de coulée continue (2), dans lequel un métal sort d'une lingotière (3), à la verticale vers le bas, la bande métallique (1) étant alors guidée vers le bas, à la verticale, le long d'un corset de guidage (4) et refroidie à cet effet, la bande métallique (1) étant alors cintrée de la direction verticale (V) dans la direction horizontale (H) et dans la zone d'extrémité du cintrage dans la direction horizontale (H) ou après le cintrage dans la direction horizontale (H), une déformation mécanique (5) de la bande métallique (1) étant effectuée,
caractérisé en ce que,
dans la direction de transport (F) de la bande métallique (1), à l'arrière de la lingotière (3) et avant la déformation mécanique (5) de la bande métallique (1) dans une première section (6), un refroidissement de la bande métallique (1) étant effectué avec un coefficient de transmission thermique compris entre 3.000 et 10.000 W/(m^2 K), en direction de transport (F) après le refroidissement, dans une deuxième section (7) par compensation thermique dans la bande métallique (1) sans ou avec refroidissement réduit de la surface de la bande métallique (1), un réchauffement de la bande métallique (1) étant effectué à une température supérieure à Ac3 ou Ar3, après quoi, dans une troisième section (8) la déformation mécanique (5) est effectuée.

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que,
les surfaces de la bande métallique (1) sont nettoyées directement avant la soumission au refroidissement.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que,
la première section (6) est divisée, la bande métallique (1) étant refroidie en intermittence et dans une section partielle directement située en aval de la lingotière (3), étant refroidie intensivement et dans au moins une section partielle suivante, refroidie plus faiblement et ensuite de nouveau refroidie intensivement.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**,
la déformation mécanique (5) dans la troisième section (8) est un processus de dressage de la bande métallique (1) ou comprend un tel processus.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que,
la déformation mécanique (5) dans la troisième section (8) est un processus de laminage de la bande métallique (1) ou comprend un tel processus.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que,
le refroidissement dans la première section (6) est restreint à la zone du corset de guidage vertical (4).

7. Installation de coulée continue (2) de barres de brames, de brames minces, de barres de blooms, de barres de profils pleins, de barres de profils longs, de barres de profils tubulaires ou de barres de billettes (1) et similaires à partir de métal liquide, avec une lingotière (3) hors de laquelle le métal sort à la verticale vers le bas, un corset de guidage (4) disposé en dessous de la lingotière (3) et des moyens (9) pour cintrer la bande métallique (1) à partir de la direction verticale (V) dans la direction horizontale (H), dans la zone d'extrémité du cintrage dans la direction horizontale (H) ou après le cintrage dans la direction horizontale (H) étant disposés des moyens de déformation (5) pour la bande métallique (1), pour la réalisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que**,
le corset de guidage vertical (4) comprend un nombre de galets (10) disposés dans la direction de

transport (F), de la bande métallique (1), de part et d'autre de la bande métallique (1), dans la zone des galets (10) étant disposés des premiers moyens de refroidissement (11) permettant d'appliquer un fluide de refroidissement sur la surface de la bande métallique (1), les moyens de refroidissement (11) étant disposés de sorte à être déplaçables en translation en direction verticale et/ou horizontale (V, H) et des deuxièmes moyens de refroidissement supplémentaires (12) étant disposés de façon stationnaire dans la zone du corset de guidage vertical (4).

8. Installation de coulée continue selon la revendication 7,
caractérisée en ce que,
les moyens de refroidissement (11) sont conçus en version oscillante.

9. Installation de coulée continue selon la revendication 7 ou 8,
caractérisée en ce que
les premiers et/ou les deuxièmes moyens de refroidissement (11, 12) comportent un boîtier (13) à partir duquel le fluide de refroidissement est expulsé au moyen d'au moins une buse (14, 15).

10. Installation de coulée continue selon la revendication 9,
caractérisée en ce que,
le fluide de refroidissement est expulsé du boîtier (13) au moyen de deux buses (14, 15) ou de rangées de buses.

Fig.1

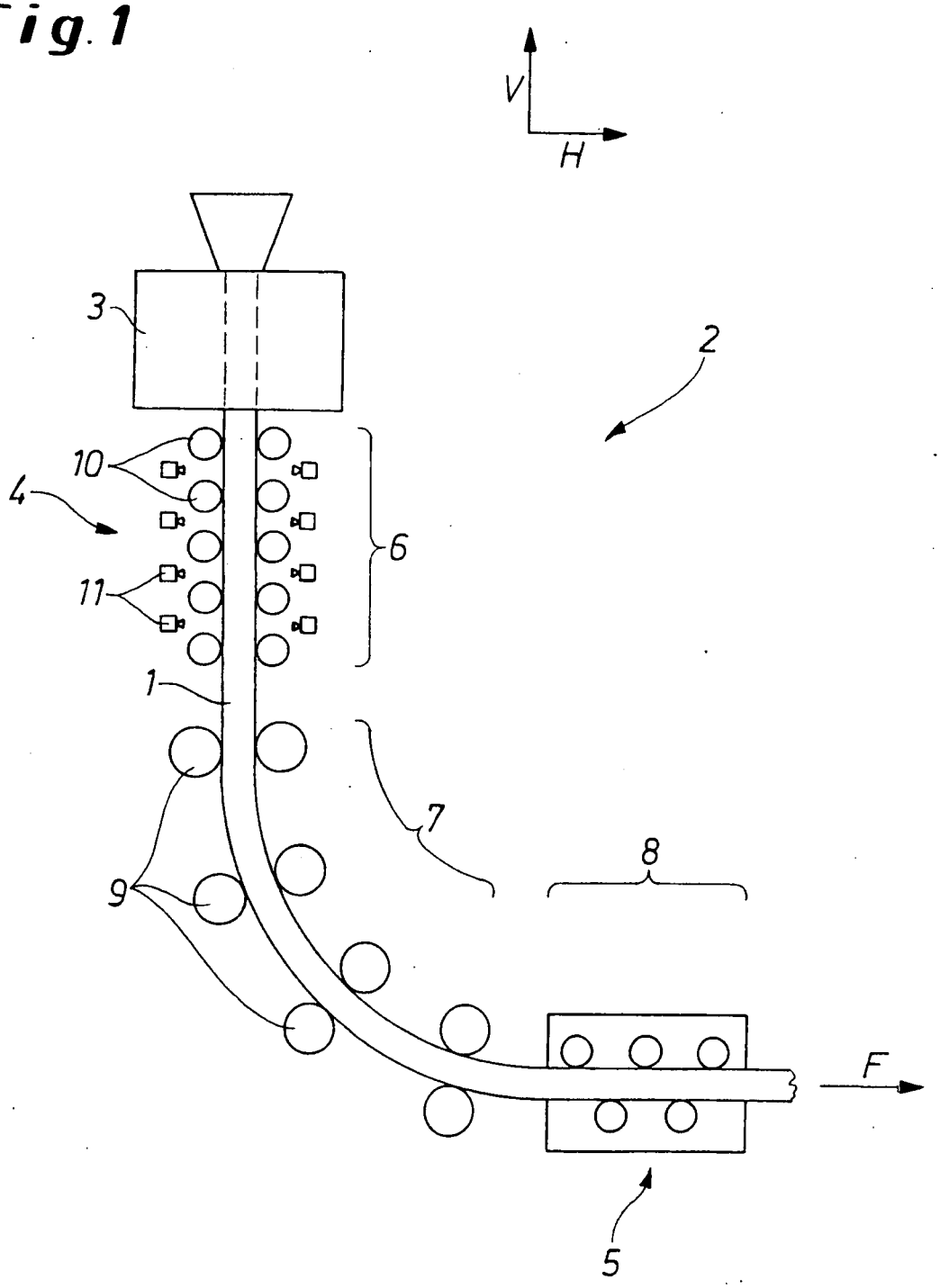


Fig. 2

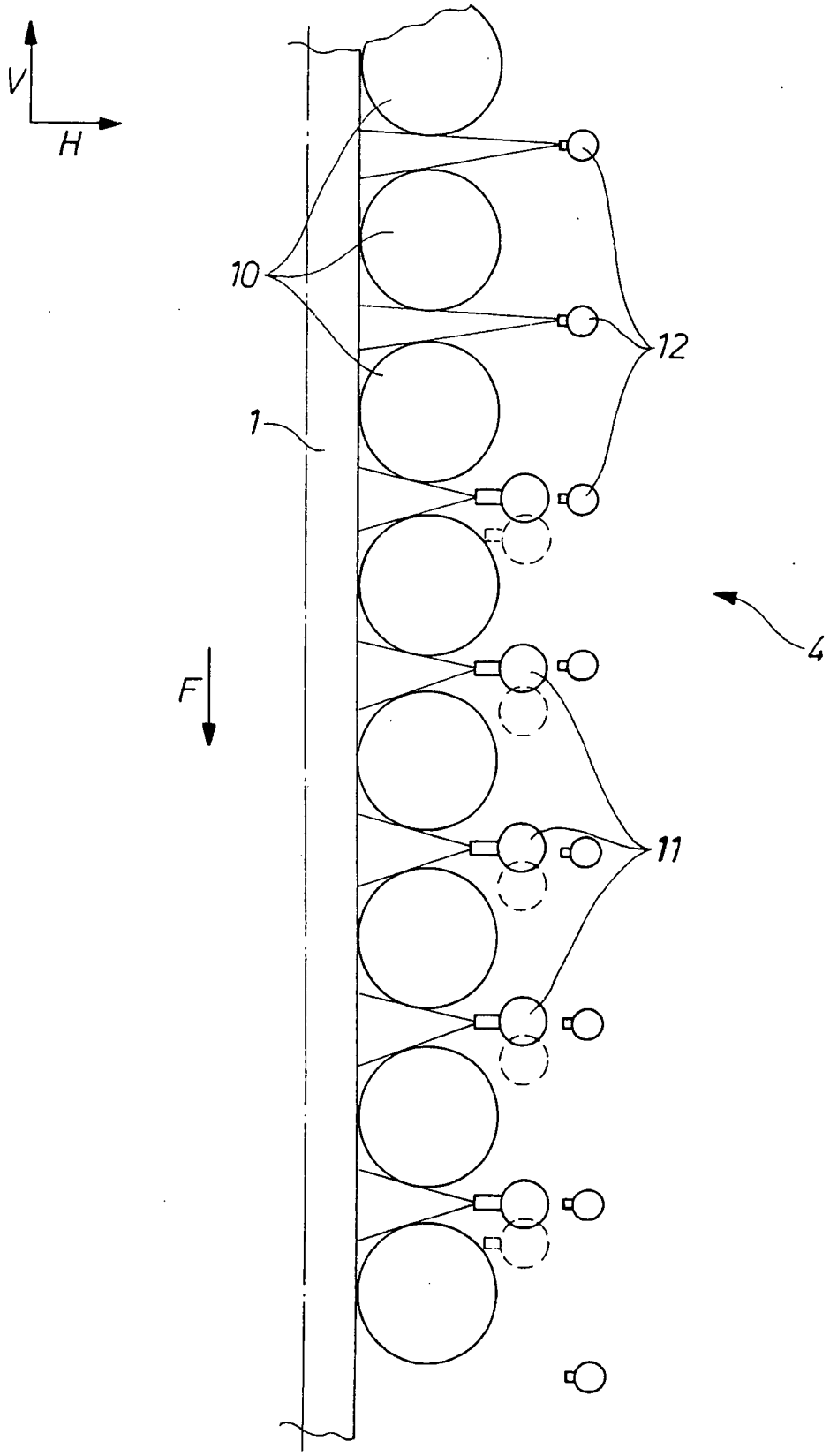


Fig. 3

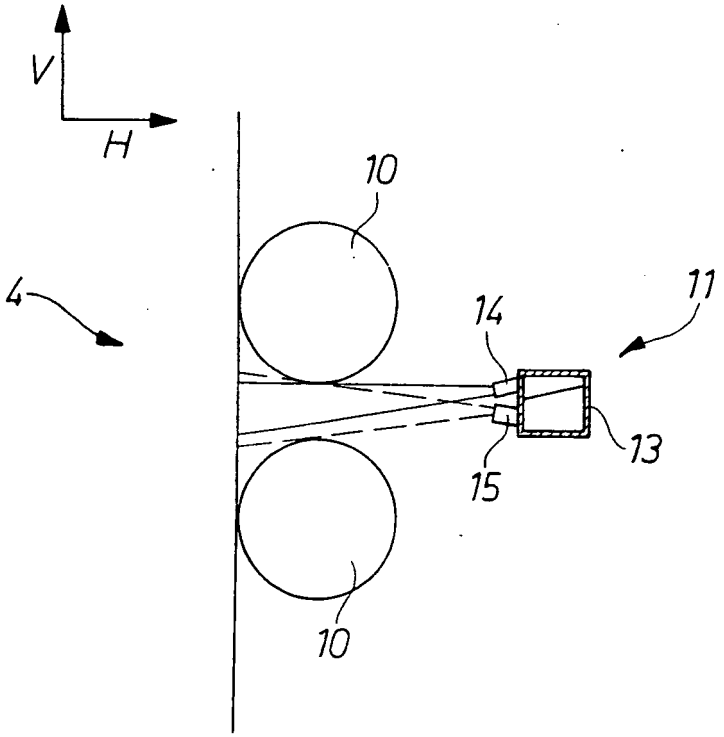
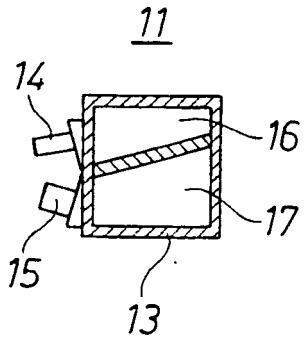


Fig. 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1108485 A1 **[0002] [0004]**
- WO 2004048016 A2 **[0002] [0005]**
- JP 63112058 A **[0003]**
- WO 03013763 A **[0003]**
- EP 0611610 A1 **[0003]**
- DE 2208928 A1 **[0003]**
- DE 2435495 A1 **[0003]**
- DE 2507971 A1 **[0003]**
- EP 0343103 A1 **[0003]**
- EP 1243343 B1 **[0003]**
- EP 1356868 B1 **[0003]**
- EP 1366838 A **[0003]**
- JP 61074763 A **[0006]**
- JP 9057412 B **[0006]**
- EP 0650790 B1 **[0006]**
- US 6374901 B1 **[0006]**
- US 20020129921 A1 **[0006]**
- EP 0686702 B1 **[0006]**
- WO 0191943 A1 **[0006]**
- JP 2004167521 B **[0006]**
- JP 2002079356 B **[0006]**