

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 369 496 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.09.2018 Patentblatt 2018/36

(51) Int Cl.:
B22D 11/06 ^(2006.01) **B22D 11/124** ^(2006.01)
B22D 11/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18158502.7**

(22) Anmeldetag: **26.02.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Palzer, Peter**
38704 Liebenburg (DE)
• **Evertz, Thomas**
31228 Peine (DE)

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

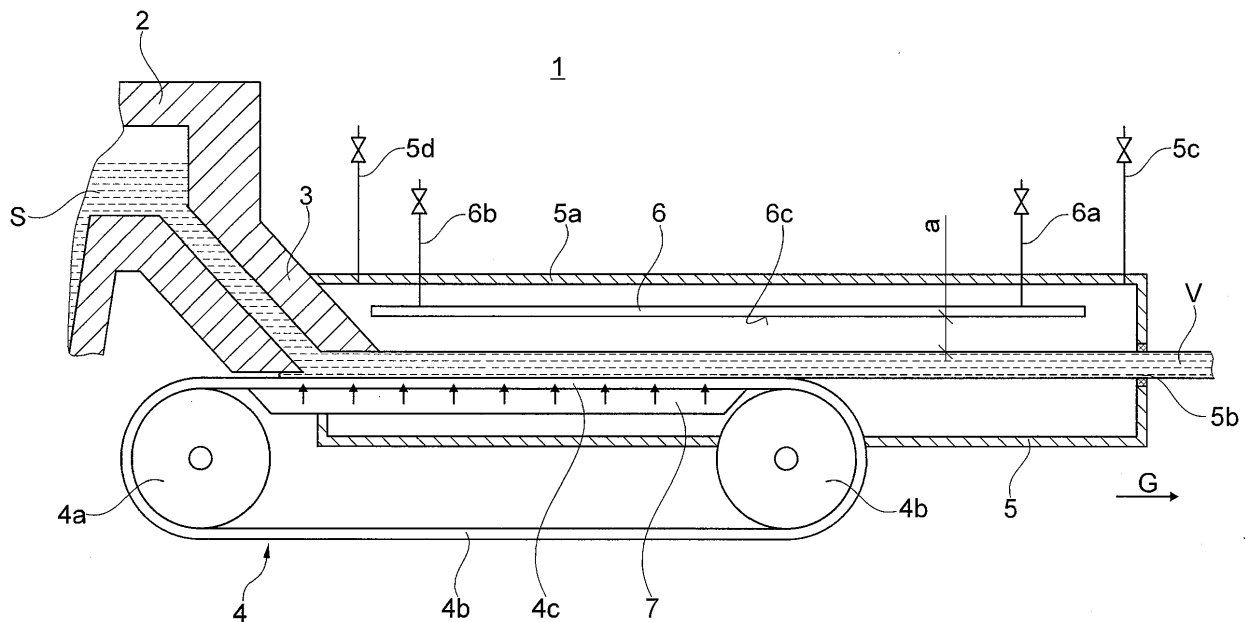
(30) Priorität: **01.03.2017 DE 102017104279**

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(54) HORIZONTALE BANDGIESSANLAGE MIT OPTIMISierter KÜHLUNG

(57) Die Erfindung betrifft eine Anlage zum horizontalen Bandgießen eines Vorbandes (V) aus Metall. Um eine Anlage zum horizontalen Bandgießen eines Vorbandes (V) aus Metall bereitzustellen, mit der eine verbesserte Qualität des Vorbandes und ein erhöhtes Aus-

bringen erreicht wird, wird vorgeschlagen, dass oberhalb des erstarrenden Vorbandes (V) ein Kühlelement (6) zur Kühlung des erstarrenden Vorbandes (V) von oben angeordnet ist.

**Fig. 1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anlage zum horizontalen Bandgießen eines Vorbandes aus Metall.

[0002] Aus der deutschen Patentschrift DE 44 07 873 C2 ist eine horizontale Bandgießanlage zum Erzeugen eines Vorbandes aus Stahl bekannt. Die Bandgießanlage hat ein Schmelzgefäß, aus der Schmelze über eine Gießdüse auf ein horizontal umlaufendes Gießband aufgegeben wird. Für eine Kühlung des Gießbandes ist unter einem oberen Trum des Gießbandes eine Kühleinrichtung angeordnet. Auf dem gekühlten Gießband erstarrt die aufgegebene Schmelze zu einem Vorband. In dem Bereich zwischen der Gießdüse und dem durchgestarteten Vorband weist die Bandgießanlage eine Einhausung auf, in die ein Gasstrom eingeleitet wird, um für die aufgegebene Schmelze und das erstarrende Vorband eine reduzierende oder oxidierende Atmosphäre oder eine Inertgasatmosphäre zu bilden. Der Gasstrom wird über Düsen, die in einem Deckenelement der Einhausung angeordnet sind, eingeleitet. Um auf die Oberfläche des erstarrenden Vorbandes Einfluss nehmen zu können, wird der Gasstrom in Hinblick auf seine Temperatur und sein Geschwindigkeits- und Druckprofil variiert.

[0003] Es ist allgemein bekannt, dass es zeitweise bei der Herstellung von Vorband in einer Banddicke von 6 bis 25 mm durch eine gegenüber dem gekühlten Gießband geringere Wärmeabfuhr an der Oberseite des Vorbandes zu einer Aufwölbung des gegossenen Vorbandes in seitlichen Randbereichen oder einem stellenweisen Abheben des gegossenen Vorbandes von dem Gießband kommen kann. Die Aufwölbungen und das Abheben bedingen ein inhomogenes Profil des gegossenen Vorbandes und größere Lunker, sowie Risse und Poren, was die Weiterverarbeitung deutlich erschwert und das Ausbringen verringert. Die Risse treten in den Randbereichen des gegossenen Vorbandes vermehrt auf und sind in etwa 30 mm bis 100 mm von dem äußeren Rand entfernt. Des Weiteren findet die Aufwölbung der Randbereiche zu einem Zeitpunkt statt, an dem das gegossene Vorband noch nicht durchgestartet ist und sich auf der Oberfläche flüssige Restschmelze befindet. Das Aufwölben führt dann dazu, dass die Schmelze sich in Richtung Bandmitte verlagert und dadurch bereits erstarrte Dendriten an die Bandoberfläche treten, an der bis zu diesem Zeitpunkt noch keine Deckelbildung stattgefunden hat. Dies führt zu einer offenen Porosität bevorzugt in den Randbereichen, welche bei der Verarbeitung des Bandes zu Oberflächen- und Gefügefehlern führt. Diese Risse mit Oberflächenkontakt führen ebenso zu Materialfehlern während der Weiterverarbeitung, weshalb das Material besäumt werden muss und die Wirtschaftlichkeit sinkt.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Anlage zum horizontalen Bandgießen eines Vorbandes aus Metall zu schaffen, mit der eine verbesserte Qualität des Vorbandes und ein erhöhtes Ausbringen erreicht wird.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Anlage zum horizontalen Bandgießen eines Vorbandes aus Metall mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Ansprüchen 2 bis 10 angegeben.

[0006] Erfindungsgemäß wird bei einer Anlage zum horizontalen Bandgießen eines Vorbandes aus Metall, eine verbesserte Qualität des Vorbandes und ein erhöhtes Ausbringen dadurch erreicht, dass oberhalb des erstarrenden Vorbandes ein Kühlelement zur Kühlung des erstarrenden Vorbandes von oben angeordnet ist. Durch diese verbesserte Kühlung des Vorbandes von oben wird vorteilhafter Weise erreicht, dass das erstarrende Vorband gleichmäßiger gekühlt wird und dies zu einer Herabsetzung von lokalen Spannungen im gegossenen Vorband führt. Diese Spannungen werden sonst durch Risse im Randbereich und/oder Verwerfungen des Stranges (U-Form) abgebaut, d.h. die Bandkanten wölben sich aufgrund der schnelleren Wärmeabfuhr und der damit verbundenen Volumenkontraktion des Gefüges an der Bandunterseite und den Bandkanten auf. Insgesamt wird eine Verbesserung der Qualität, der Oberfläche und der Geometrie eines erzeugten Vorbandes erreicht. Auch wird das Ausbringen erhöht und damit verbunden die Wirtschaftlichkeit. Das Kühlelement ist hierbei mit Abstand zu dem erstarrendem Vorband angeordnet und entfaltet seine Kühlwirkung über Aufnahme der von dem Vorband abgestrahlten Wärme. Insgesamt wird eine Ausbildung einer dichten, nicht offenporigen Oberfläche des Vorbandes erreicht.

[0007] Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird unter einem Kühlelement ein sich über eine große Fläche erstreckender Körper verstanden, welcher über seine Fläche die durch Wärmestrahlung vom erstarrenden Vorband abgegebene Wärme aufnimmt. Bevorzugt stimmt somit die Fläche des Kühlelements im Wesentlichen mit der Oberfläche des Gießbandes beziehungsweise der Oberfläche des erstarrenden Vorbandes überein. Es ist selbstverständlich, dass hierbei aus konstruktiven Gründen in Gießrichtung gesehen die Länge des Kühlelements am Beginn und am Ende des Gießbandes kürzer ausfallen kann beziehungsweise muss. Auch kann die Breite des Kühlelements bezogen auf das Gießband in den Randbereichen schmaler ausgebildet sein, um die Kühlwirkung in den Randbereichen zu minimieren. Die Fläche des Kühlelements nimmt somit mindestens 50% vorzugsweise 75% der Oberfläche des Gießbandes beziehungsweise der Oberfläche des erstarrenden Vorbandes ein. Das Kühlelement ist bevorzugt metallisch und quaderförmig, wobei anstatt einer flachen Unterseite auch eine gewölbte Unterseite vorgesehen sein kann. Auch ist das Kühlelement bevorzugt ein Hohlkörper. Das erfindungsgemäße Kühlelement umfasst keine Kühlung des erstarrenden Vorbandes durch Spritzwasserkühlung oder Beschickung mit Gasen. Die Kühlung des erfindungsgemäßen Kühlelementes an sich kann aktiv oder passiv - bevorzugt bei einem Hohlkörper über eine Innenkühlung mit Kühlflüssigkeit -

erfolgen, um die aufgenommene Wärme aus dem vergossenen Material abzuführen. Auch eine Spritzwasserkühlung einer Oberseite des Kühlelementes, die Anordnung von Kühlrippen, eine Gaskühlung oder eine Kühlung über natürliche Konvektion sind denkbar.

[0008] Neben dieser statischen Anordnung des Kühlelementes kann das Kühlelement auch als umlaufendes Kühlband oder umlaufende Kühlkette ausgebildet sein. Die Nutzung der beweglichen Kühlkette oder des beweglichen Kühlbandes als Kühlelement bietet den Vorteil weitgehender Regelmöglichkeiten der Wärmeabfuhr aufgrund der Drehrichtung oder der Geschwindigkeit der Kühlkette oder des Kühlbandes.

[0009] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Kühlelement zumindest im Bereich einer dem erstarrenden Vorband zugewandten Unterseite aus einem Werkstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit von größer 100 W/mK (bei 40 °C), insbesondere von größer 180 W/mK (bei 40 °C), hergestellt ist. Als Werkstoffe eignen sich besonders Aluminium, eine Aluminiumlegierung, Kupfer oder eine Kupferlegierung.

[0010] In einer alternativen oder zusätzlichen Ausführung ist vorgesehen, dass das Kühlelement im Bereich einer dem erstarrenden Vorband zugewandten Unterseite mit einer Oberflächenstruktur versehen ist und die Oberflächenstruktur vorzugsweise ein Pyramiden-, Rauten-, Sicken- oder Punktmuster mit einer Tiefe von 0,5 bis 5 mm im Sinne von Einprägungen oder Erhebungen aufweist. Hierdurch werden Anlagerungen von Staub an das Kühlelement vermieden oder verringert. Auch die Rückreflektion der Wärmestrahlung wird verringert. Zusätzlich wird der für eine reduzierende, inerte oder auf die chemische Zusammensetzung des vergossenen Stahls angepasste Gießatmosphäre in eine Einhausung eingebrachte Gasstrom - im Gegensatz zu einer glatten Oberfläche - gelenkt.

[0011] Eine weitere alternative oder zusätzliche Ausführung sieht vor, dass das Kühlelement im Bereich einer dem erstarrenden Vorband zugewandten Unterseite in Randbereichen mit einer Beschichtung versehen ist, die vorzugsweise BN, ZrO_2 , Al_2O_3 oder AlN enthält und besonders vorzugsweise ein feuerfestes Fasermaterial mit einem Al_2O_3 -Gehalt von mehr als 50 Gew.-%, insbesondere mit einem Al_2O_3 -Gehalt von größer gleich 72 Gew.-%, ist. Hierdurch wird eine Homogenisierung der Abkühlbedingungen über die Bandbreite erreicht und somit eine Verformung des abkühlenden Materials (U-Shape) verhindert.

[0012] Noch eine weitere alternative oder zusätzliche Ausführung sieht vor, dass das Kühlelement im Bereich einer dem erstarrenden Vorband zugewandten Unterseite im Querschnitt gesehen in Richtung des erstarrenden Vorband gewölbt ist und die Wölbung in einer Gießrichtung gesehen mittig zum Kühlelement ausgerichtet ist. Die neue Querschnittsform führt auch zu einer Homogenisierung der Abkühlbedingungen über die Bandbreite. Die verringerte Wärmeabfuhr in den Kantenbereichen bewirkt eine Verminderung der Poren- und Lunkerbil-

dung in den Randbereichen.

[0013] In einer alternativen oder zusätzlichen Ausführung ist vorgesehen, dass das Kühlelement in Gießrichtung gesehen in einzelne Segmente unterteilt ist, die über eine Breite des Kühlelements mindestens einen Kühlkreislauf aufweisen und die in Gießrichtung gesehen vorzugsweise eine Länge von 15 bis 150 cm aufweisen. Des Weiteren wird die Messtechnik insofern modifiziert, dass in Gießrichtung gesehen der genaue Ort der Erstarrung der Oberfläche des Vorbandes bezogen auf das Gießband durch Auswertung der Kühlwassertemperaturen einzelner Kühlsegmente bestimmt werden kann.

[0014] Ferner sieht eine weitere alternative oder zusätzliche Ausführung vor, dass das Kühlelement in einem Abstand von 10 bis maximal 25 mm zur Oberseite des erstarrenden Vorbandes im Bereich einer Mitte des erstarrenden Vorbandes und in einer Gießrichtung gesehen in einem angemessenen Abstand von der Schmelzenaufgabe, vorzugsweise mindestens 0,5 m in Gießrichtung von der Schmelzenaufgabe entfernt, angeordnet ist. Bevorzugt ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass das Kühlelement zur Einstellung eines Abstandes zwischen einer Unterseite des Kühlelements und einer Oberseite des erstarrenden Vorbandes anhebbar und absenkbar ist.

[0015] Hierdurch lässt sich tafelförmiges Vorband mit guter Geometrie und einer verbesserten Oberfläche herstellen. Insbesondere werden Kantenrisse und eine Offenporigkeit der Oberfläche des Vorbandes reduziert beziehungsweise verhindert. Dies bedeutet die Erzeugung eines Vorbandes mit geringeren Fehlern, wodurch ein Ausbringen der horizontalen Bandgießanlage erhöht und damit eine wesentliche Verbesserung von deren Wirtschaftlichkeit erreicht wird.

[0016] Da das erzeugte Vorband beziehungsweise Warmband keine Poren im Randbereich und insgesamt wesentlich geringere Kantenfehler aufweist, wird das sonst zumindest teilweise erforderliche Besäumen des Vorbandes beziehungsweise Warmbandes deutlich reduziert und die Wirtschaftlichkeit der Herstellung erhöht.

[0017] Insgesamt führt die verminderte Wärmeabfuhr zu einer Verminderung von Bandverwerfungen (beispielsweise die bekannte U-Form) des erzeugten Vorbandes. Diese Bandverwerfungen entstehen unter anderem durch zu hohe lokale Wärmeabfuhr im Bereich der Bandkanten.

[0018] Insgesamt kann mit der erfindungsgemäßen horizontalen Bandgießanlage Warmband beziehungsweise Tafelmateriale in der angestrebten Dicke von 6 bis 25 mm (gemessen in der Bandmitte) mit guter Geometrie und verbesserter Oberfläche aus hochmanganhaltigen oder hochaluminiumhaltigen oder hochsiliziumhaltigen Leichtbaustählen, Elektroblechen oder Hadfield-Stahl hergestellt werden.

[0019] Nachfolgend wird die Erfindung an Hand von in Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Seitenansicht einer horizontalen Bandgießanlage,

Figur 2a einen vertikalen Teil-Querschnitt eines Kühlelementes der Bandgießanlage aus Figur 1 in einer ersten Ausführungsform und

Figur 2b einen vertikalen Teil-Querschnitt des Kühlelementes in einer zweiten Ausführungsform.

[0020] Die in Figur 1 gezeigte schematische Seitenansicht einer horizontalen Bandgießanlage 1 besteht im Wesentlichen aus einem Schmelzgefäß 2, einer Gießdüse 3, einem Gießband 4 und einer Einhausung 5 mit einem Kühlelement 6, das auch als Topcooler bezeichnet werden kann. Über das Schmelzgefäß 2 wird flüssige Schmelze S, insbesondere Metallschmelze, über eine sich hieran anschließende Gießdüse 3 auf das Gießband 4 in Form eines Stranges beziehungsweise erstarrenden Vorbandes V aufgegeben. Hierbei läuft das endlose Gießband 4 in einer Gießrichtung G um eine vordere Umlenkrolle 4a und eine hiervon in Gießrichtung G beabstandete hintere Umlenkrolle 4b um und fördert das erstarrende Vorband V somit in Gießrichtung G. Entsprechender Weise lässt sich das Gießband 4 in ein oberes Trum 4c, auf dem das Vorband V erstarrt und das sich oben zwischen den vorderen und hinteren Umlenkrollen 4a, 4b erstreckt, und ein unteres Trum 4d aufteilen, das sich unten zwischen den vorderen und hinteren Umlenkrollen 4a, 4b erstreckt. Das Gießband 4 verläuft im Bereich des oberen Trums 4c im Wesentlichen horizontal und ist im Bereich des oberen Trums 4c mittels einer Kühlvorrichtung 7 von unten gekühlt, die nahezu das gesamte Obertrum 4c unter Ausnahme kurzer Bereiche am Übergang zu den Umlenkrollen 4a, 4b von unten mit Kühlmittel, vorzugsweise Wasser, beaufschlagt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind üblicher Weise vorhandene und sich in Gießrichtung G erstreckende Seitenbegrenzungselemente für das auf dem Obertrum 4c erstarrende Vorband V nicht dargestellt. Die Einhausung 5 der horizontalen Bandgießanlage 1 umschließt das erstarrende Vorband V in einem Bereich zwischen der Gießdüse 3 und einem Austritt 5b für das durchgestartete Vorband V aus der Einhausung 5. Die Einhausung 5 ist in üblicher Weise vorgesehen, um die Schmelze S in einer reduzierenden Atmosphäre, einer Inertgasatmosphäre oder einer auf die chemische Zusammensetzung des vergossenen Stahls angepassten Gießatmosphäre, zu vergießen und zu dem Vorband V erstarren zu lassen. Hierfür sind an die Einhausung 5 im Bereich eines oberen und im Wesentlichen sich horizontal erstreckenden Deckenelements 5a eine Gaszuleitung 5c und eine Gasableitung 5d angeschlossen. Die Gaszuleitung 5c befindet sich im Bereich des Austritts 5b und die Gasableitung 5d im Bereich der Gießdüse, so dass das Gas entgegen der Gießrichtung G im Gegenstrom zu dem erstarrenden Vorband V strömt.

[0021] Neben der Kühlung des erstarrenden Vorbandes V mit der Kühlvorrichtung 7 von unten, die mit dem erstarrenden Vorband V über das Gießband 4 direkt in

Kontakt steht, ist eine zusätzliche Kühlung des erstarrenden Vorbandes V von oben mit einem Kühlelement 6 vorgesehen. Das Kühlelement 6 ist innerhalb der Einhausung 5 und oberhalb des erstarrenden Vorbandes V angeordnet. In Gießrichtung G gesehen erstreckt sich das Kühlelement 6 von einem Bereich, der sich an die Gießdüse 3 anschließt, bis zu einem Bereich in der Nähe des Austritts 5b des Vorbandes V aus der Einhausung 5 und mindestens über die gesamte Breite des erstarrenden Vorbandes V beziehungsweise des Gießbandes 4. Das Kühlelement 6 an sich ist ein flacher quaderförmiger Hohlkörper, der von einem Kühlmittel, vorzugsweise Wasser, über eine Zuleitung 6a und Ableitung 6b im Gegenstrom zur Gießrichtung G oder in Gießrichtung G durchströmt wird. Da das Kühlelement 6 in einem vorgewählten Abstand a oberhalb des erstarrenden Vorbandes V angeordnet ist, führt das Kühlelement 6 die von dem erstarrenden Vorband V abgegebene Wärmestrahlung ab und trägt somit zur Kühlung des erstarrenden Vorbandes V von oben bei. Der Abstand a erstreckt sich hierbei lotrecht zwischen der Oberseite des erstarrenden Vorband V und der Unterseite 6c des Kühlelements 6.

[0022] Für die Herstellung des Kühlelements 6 sind Werkstoffe wie Aluminium, Aluminiumlegierungen, Kupfer oder Kupferlegierung geeignet. Diese Werkstoffe haben eine Wärmeleitfähigkeit von größer 100 W/mK (bei 40 °C), vorzugsweise von größer 180 W/mK (bei 40 °C).

[0023] Insbesondere ist zusätzlich oder alternativ vorgesehen, das Kühlelement 6 an seiner dem erstarrenden Vorband V zugewandten Unterseite 6c mit einer Oberflächenstruktur anstatt mit einer planen Oberfläche zu versehen. Während des Gießprozesses entstehen Stäube, die im Wesentlichen aus Fe-, Mn-, Zn- und Pb-Oxiden sowie geringen Mengen an C und Cl bestehen und sich in Form einer Staubschicht an der Unterseite 6c des Kühlelements 6 absetzen. Da die Staubschicht eine geringere Wärmeleitfähigkeit als das Kühlelement 6 aufweist, wird hierdurch die Kühlleistung des Kühlelements 6 herabgesetzt. Die Oberflächenstruktur der Unterseite 6c wirkt dem Absetzen der Staubschicht entgegen, so dass die Wärmeabfuhr durch die Staubschicht nicht behindert wird. Als Oberflächenstruktur kommen beispielsweise ein Pyramiden-, Rauten-, Sicken- oder Punktmuster mit einer Tiefe von 0,5 bis 5 mm im Sinne von Einprägungen oder Erhebungen in Frage. Die Tiefe von 0,5 bis 5 mm ist hierbei lotrecht auf den nicht mit einer Oberflächenstruktur versehenen Teil der Unterseite 6c des Kühlelements 6 bezogen. Durch die Oberflächenstruktur entstehen kleine Verwirbelungen der Atmosphäre in der Einhausung 5 im Bereich der Kanten der jeweiligen Oberflächenstruktur. Hierdurch wird das gleichmäßige Absetzen der Staubschicht verhindert. Zusätzlich löst sich der Staub, welcher sich in tieferen Bereichen der Oberflächenstruktur sammelt, nach Erreichen einer kritischen Dicke selbsttätig ab und wird mit dem erstarrenden Vorband V ausgefördert beziehungsweise verbrennt. Auch vergrößert die Oberflächenstruktur die Oberfläche der Unterseite 6c insgesamt und somit die Kühlfläche. Ferner

bewirkt die Oberflächenstruktur eine Veränderung der Reflektionswinkel in Bezug auf die Wärmestrahlung von dem erstarrenden Vorband. Hierdurch wird die zurückgestrahlte Wärme auf das erstarrende Vorband V um mindestens 5 % verringert, wodurch eine höhere Kühlleistung des Kühlelements 6 erzielt wird. Alternativ ist es möglich, den Gasstrom durch eine Topographie mit Sicken (Längsnuten) zu lenken.

[0024] In der Figur 1 ist das Kühlelement 6 als ein einzelnes sich in Gießrichtung G erstreckendes quaderförmiges Hohlelement ausgebildet.

[0025] In der Figur 2a ist ein vertikaler Teil-Querschnitt des Kühlelementes 6 der Bandgießanlage 1 in einer ersten Ausführungsform dargestellt. Anstatt einer quaderförmigen Querschnittsform mit einer planen Unterseite 6c ist die Unterseite 6c in der ersten Ausführungsform mit einer Wölbung 6d versehen. Diese Wölbung 6d ist in Gießrichtung G gesehen und auf eine Mitte m des Kühlelementes 6 bezogen symmetrisch. Der Abstand a zwischen der Unterseite 6c des Kühlelementes 6 an der Mitte m des Kühlelementes 6 und der Oberfläche des Vorbandes V beziehungsweise der Oberseite des Gießbandes 4 ist minimal und steigt jeweils ausgehend von der Mitte m zu der rechten und der linken Seite 6e des Kühlelementes 6 entsprechend dem Krümmungsgrad der Wölbung 6d an. Ausgehend von der Mitte m zu den Seiten 6e hin nimmt der Krümmungsgrad der Wölbung 6d vorzugsweise zu. Zusätzlich endet die Wölbung 6d nicht im Bereich der Seiten 6e des Kühlelementes 6 nach innen mit Abstand hierzu und geht in einer zu dem Gießband 4 parallelen Randabschnitt 6f über, der nicht gewölbt und somit plan ist.

[0026] Die Figur 2b zeigt einen vertikalen Teil-Querschnitt des Kühlelementes 6 der Bandgießanlage 1 in einer zweiten Ausführungsform. Die Ausgestaltung der Unterseite 6c des Kühlelementes 6 ist vergleichbar mit der zuvor zu Figur 2a beschriebenen. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Wölbung 6d jeweils bis an die Seiten 6e reicht und somit keine planen Randabschnitte 6f vorhanden sind. Auch hier nimmt ausgehend von der Mitte m zu den Seiten 6e hin der Krümmungsgrad der Wölbung 6d vorzugsweise zu.

[0027] Die in den Figuren 2a und 2b beschriebenen Querschnittsformen des Kühlelementes 6 haben gemeinsam, dass eine verringerte Wärmeabfuhr in den seitlichen Randbereichen 8 des erstarrenden Vorbandes V - in Gießrichtung G gesehen - beziehungsweise eine verbesserte Wärmeabfuhr in der Mitte M des erstarrenden Vorbandes V - in Gießrichtung G gesehen - erfolgt. Hierdurch wird einem etwaigen Aufwölben des Randbereiches 8 des Vorbandes V - sogenannter U-Shape - entgegenwirkt. Die dadurch wärmeren Randbereiche 8 des erstarrenden Vorbandes V verhindern beziehungsweise verringern eine Verwerfung des Vorbandes V, welche aus einer lokalen Temperaturerhöhung der Unterseite des erstarrenden Vorbandes V aufgrund eines Abhebens des erstarrenden Vorbandes V vom Gießband 4 im Bereich der Mitte M des erstarrenden Vorbandes V re-

sultiert. Ziel ist es, eine Verringerung der Wärmeabfuhr in den Randbereichen 8 in Verbindung mit einer Erhöhung der Wärmeabfuhr in der Mitte M des erstarrenden Vorbandes V zu erreichen. Der minimale Abstand a zwischen Kühlelement 6 und erstarrendem Vorband V, vorzugsweise im Bereich der Mitte M des erstarrenden Vorbandes V, soll 10 bis 35 mm betragen. Der maximale Abstand a, vorzugsweise in den Randbereichen 8 des erstarrenden Vorbandes V, soll 45 bis 80 mm betragen. Um dies zu erreichen, wird die Unterseite 6c des Kühlelementes 6 im Querschnitt und in Gießrichtung G gesehen in einem Bereich um seine Mitte m - wie zuvor beschrieben - nach unten gewölbt, wodurch die Strömungsgeschwindigkeit der Atmosphäre in der Einhausung 5 im Bereich der Mitte M des erstarrenden Vorbandes V steigt und die Strömungsrichtung der Atmosphäre von der Mitte M des erstarrenden Vorbandes V in Richtung der Randbereiche 8 gelenkt wird. Damit wird zusätzlich auch Staubablagerungen im Bereich der Mitte M der Unterseite 6c des Kühlelementes 6 entgegengewirkt. Weiterhin positiv führt die Wölbung 6d zu einem verstärkten Absetzen des Staubes in den Randbereichen 8 des Kühlelementes 6 und somit vorteilhaft zu einer verringerten Wärmeabfuhr in Randbereichen 8 des erstarrenden Vorbandes V. Außerdem wird ein Risiko, dass ein sich im Randbereich 8 aufwölbendes Vorband V das Kühlelement 6 berührt, verringert.

[0028] Auch kann zusätzlich oder alternativ das Kühlelement 6 in einzelne Segmente unterteilt werden, welche über die Breite der Bandgießanlage 1 mindestens einen Kühlkreislauf aufweisen und in Gießrichtung G eine Länge von 15 bis 150 cm aufweisen. Die erstarrte Oberseite des Vorbandes V weist einen im Vergleich zur schmelzflüssigen Oberfläche höheren thermischen Emissionskoeffizienten auf, wodurch die Wärmeabfuhr durch Strahlung ansteigt. Durch die Messung der Kühlwassertemperaturen der einzelnen Segmente und die daraus berechnete aufgenommene Wärmemenge kann verlässlich festgestellt werden, in welchem Bereich beziehungsweise an welchem Ort der Bandgießanlage 1 die Erstarrung der Oberfläche des erstarrenden Vorbandes V erfolgt. Hierdurch kann die Gießgeschwindigkeit für die jeweiligen Legierungen und Gießdicken optimal angepasst werden, so auch zur exakten Positionierung der Resterstarrung.

[0029] Des Weiteren kann zusätzlich oder alternativ eine Beschichtung des Randbereiches 8 des Kühlelementes 6 vorgenommen werden. Diese Beschichtung vermindert die Wärmeleitfähigkeit beziehungsweise den Wärmeübergang und/oder den thermischen Absorptionskoeffizienten des Kühlelementes 6 von der Oberfläche der Beschichtung in das Kühlelement 6. Beispielsweise kann eine Beschichtung mit spiegelnder Oberfläche vorgesehen werden. Die Wärmeabfuhr kann beispielsweise durch Aufbringen einer Isolierschicht begrenzt werden. Als Beschichtung für die Anwendung bei hohen Temperaturen kommen dabei insbesondere BN (Bornitrid, hexagonal), ZrO_2 , Al_2O_3 oder AlN zum Einsatz. Als Isolier-

schicht in dem Randbereich 8 kommt feuerfestes Fasermaterial, vorzugsweise mit einem Al_2O_3 -Gehalt von mehr als 50 Gew.-%, insbesondere mit einem Al_2O_3 -Gehalt von ≥ 72 Gew.-%, in Frage. Der Wärmeübergang wird dabei im Vergleich zu den nicht beschichteten Bereichen um mindestens 5 % gesenkt.

[0030] Wiederum zusätzlich oder alternativ kann der Abstand a des Kühlelementes 6 zur Oberseite des erstarrenden Vorbandes V im Bereich der Mitte M des Vorbandes V in einem angemessenen Abstand von der Schmelzenaufgabe, vorzugsweise mindestens 0,5 m vom Aufgabepunkt der Schmelze entfernt, auf 10 bis maximal 25 mm verringert werden, wodurch die Gasströmungsgeschwindigkeit der Atmosphäre in der Einhausung 5 im Bereich des abgesenkten Kühlelementes 6 erhöht und eine Ablagerung von Oxiden und Stäuben an der Unterseite 6c des Kühlelementes 6 zusätzlich vermindert wird. Die Verringerung des Abstands a des Kühlelementes 6 kann dabei auch zeitverzögert durch ein Absenken des Kühlelementes 6 erst nach Gießbeginn erfolgen, um Anhaftungen infolge von Angießeffekten zu vermeiden und eine bestenfalls konstante Wärmeabfuhr entlang des Vorbandes V in Gießrichtung G zu gewährleisten.

[0031] Auch eine zusätzliche oder alternative Lösung sieht vor, die Atmosphäre in der Einhausung 5 in ihrer Strömungsrichtung insofern zu ändern, dass die Atmosphäre entgegengesetzt zur Gießrichtung G eingebracht wird (Gegenstromprinzip) und somit vom Ende der Einhausung 5 im Bereich des Austritts 5b in Richtung der Gießdüse 3 strömt. Damit wird neben der Vermeidung von für die Wärmeabfuhr ungünstigen Strömungsgrenzschichten in Gießrichtung G parallel die Ablagerung einer die Wärmeabfuhr behindernden Staubschicht an der Unterseite 6c des Kühlelementes 6, insbesondere im Bereich der Erstarrung der Oberfläche des erstarrenden Vorbandes V, vermindert.

[0032] Derartige horizontale Bandgießanlagen 1 eignen sich besonders zur Erzeugung von endabmessungsnahem Vorband mit Banddicken im Bereich von 6 bis 25 mm (gemessen in der Bandmitte) aus hochmanganhaltigen oder hochaluminiumhaltigen oder hochsiliziumhaltigen Leichtbaustählen, Elektroblechen oder Hadfield-Stahl. Unter einem Hadfield-Stahl wird im Allgemeinen ein Mangan-Hartstahl verstanden mit Kohlenstoff von 1 bis 1,3 Gew.-% und mit Mangan von 11 bis 13 Gew.-%.

[0033] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Kühlelement 6 als ein einzelnes sich in Gießrichtung G erstreckendes quaderförmiges Hohlelement ausgebildet. Grundsätzlich ist es möglich, in Gießrichtung G gesehen das Kühlelement 6 in mehrere aufeinander folgende Segmente aufzuteilen. Auch kann das Kühlelement 6 als Deckenelement 5a der Einhausung 5 ausgebildet sein.

[0034] Des Weiteren ist es möglich, das Kühlelement als umlaufende Kühlkette oder umlaufendes Kühlband auszubilden. Genauso wie das statische Kühlelement 6

sind die umlaufende Kühlkette oder das umlaufende Kühlband hierbei mit diskretem Abstand zu dem erstarrenden Vorband V angeordnet und entfalten ihre Kühlwirkung über Aufnahme der von dem Vorband V abgestrahlten Wärme. Vorzugsweise ist die Breite der Kühlkette oder des Kühlbandes etwas geringer als die Breite des gegossenen Vorbandes V und die Kühlkette oder das Kühlband werden parallel zu dem Gießband 4 und/oder in beziehungsweise entgegen der Gießrichtung G bewegt. Auf eine aktive Kühlung der Kühlkette oder des Kühlbandes mit Kühlflüssigkeit kann bei ausreichender Wärmekapazität - abhängig vom Werkstoff sowie Volumen/Masse der Kühlkette oder des Kühlbandes - verzichtet werden. Eine Abkühlung des Kühlelementes 6 erfolgt bei Rückführung der Kühlkette oder des Kühlbandes auf der dem erstarrenden Vorband V abgewandten Seite. Alternativ zur Kühlung durch Wärmestrahlung kann eine Spritz- oder Sprühwasserkühlung während der Rückführung der Kühlkette oder des Kühlbandes eingesetzt werden, um die Wärme aus der Kühlkette oder dem Kühlband abzuführen. Eine Reinigung des Kühlelementes 6 kann ebenso bei Rückführung der Kühlkette oder des Kühlbandes auf der dem erstarrenden Vorband V abgewandten Seite erfolgen. Das eingesetzte Kühlband kann eine Dicke zwischen 2 und 15 mm aufweisen.

Bezugszeichenliste

[0035]

- 1 horizontale Bandgießanlage
- 2 Schmelzgefäß
- 3 Gießdüse
- 4 Gießband
- 4a vordere Umlenkrolle
- 4b hintere Umlenkrolle
- 4c oberes Trum
- 4d unteres Trum
- 5 Einhausung
- 5a Deckenelement
- 5b Austritt
- 5c Gaszuleitung
- 5d Gasableitung
- 6 Kühlelement
- 6a Zuleitung
- 6b Ableitung
- 6c Unterseite
- 6d Wölbung
- 6e Seite
- 6f Randabschnitt
- 7 Kühlvorrichtung
- 8 Randbereich
- a Abstand
- m Mitte
- G Gießrichtung
- M Mitte
- S Schmelze
- V Vorband

Patentansprüche

1. Anlage zum horizontalen Bandgießen eines Vorbandes (V) aus Metall, **dadurch gekennzeichnet, dass** oberhalb des erstarrenden Vorbandes (V) ein Kühlelement (6) zur Kühlung des erstarrenden Vorbandes (V) von oben angeordnet ist. 5
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (6) statisch angeordnet ist oder als umlaufendes Kühlband oder Kühlkette ausgeführt ist. 10
3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (6) zumindest im Bereich einer dem erstarrenden Vorband (V) zugewandten Unterseite (6c) aus einem Werkstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit von größer 100 W/mK (bei 40 °C), insbesondere von größer 180 W/mK (bei 40 °C), hergestellt ist. 15
4. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff Aluminium, eine Aluminiumlegierung, Kupfer oder eine Kupferlegierung ist. 20
5. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (6) im Bereich einer dem erstarrenden Vorband (V) zugewandten Unterseite (6c) mit einer Oberflächenstruktur versehen ist und die Oberflächenstruktur vorzugsweise ein Pyramiden-, Rauten-, Sicken- oder Punktmuster mit einer Tiefe von 0,5 bis 5 mm im Sinne von Einprägungen oder Erhebungen aufweist. 25
6. Anlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (6) im Bereich einer dem erstarrenden Vorband (V) zugewandten Unterseite (6c) im Randbereich mit einer Beschichtung versehen ist, die vorzugsweise BN, ZrO₂, Al₂O₃ oder AlN enthält und besonders vorzugsweise ein feuerfestes Fasermaterial mit einem Al₂O₃-Gehalt von mehr als 50 Gew.-%, insbesondere mit einem Al₂O₃-Gehalt von größer gleich 72 Gew.-%, ist. 30
7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (6) im Bereich einer dem erstarrenden Vorband (V) zugewandten Unterseite (6c) im Querschnitt gesehen in Richtung des erstarrenden Vorbandes (V) gewölbt ist und die Wölbung in einer Gießrichtung (G) gesehen mittig zum Kühlelement (6) ausgerichtet ist. 35
8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (6) in einer Gießrichtung (G) gesehen in einzelne Segmente unterteilt ist, die über eine Breite des Kühlelements (6) mindestens einen Kühlkreislauf aufweisen und die in Gießrichtung (G) gesehen vorzugsweise eine Länge von 15 bis 150 cm aufweisen. 40
9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (6) in einem Abstand (a) von 10 bis maximal 25 mm zur Oberseite des erstarrenden Vorbandes (V) im Bereich einer Mitte (M) des erstarrenden Vorbandes (V) und in einer Gießrichtung (G) gesehen in einem angemessenen Abstand von der Schmelzenaufgabe, vorzugsweise mindestens 0,5 m von der Schmelzenaufgabe, angeordnet ist. 45
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (6) zur Einstellung eines Abstandes (a) zwischen einer Unterseite (6c) des Kühlelements (6) und einer Oberseite des erstarrenden Vorbandes (V) anhebbar und absenkbar ist. 50

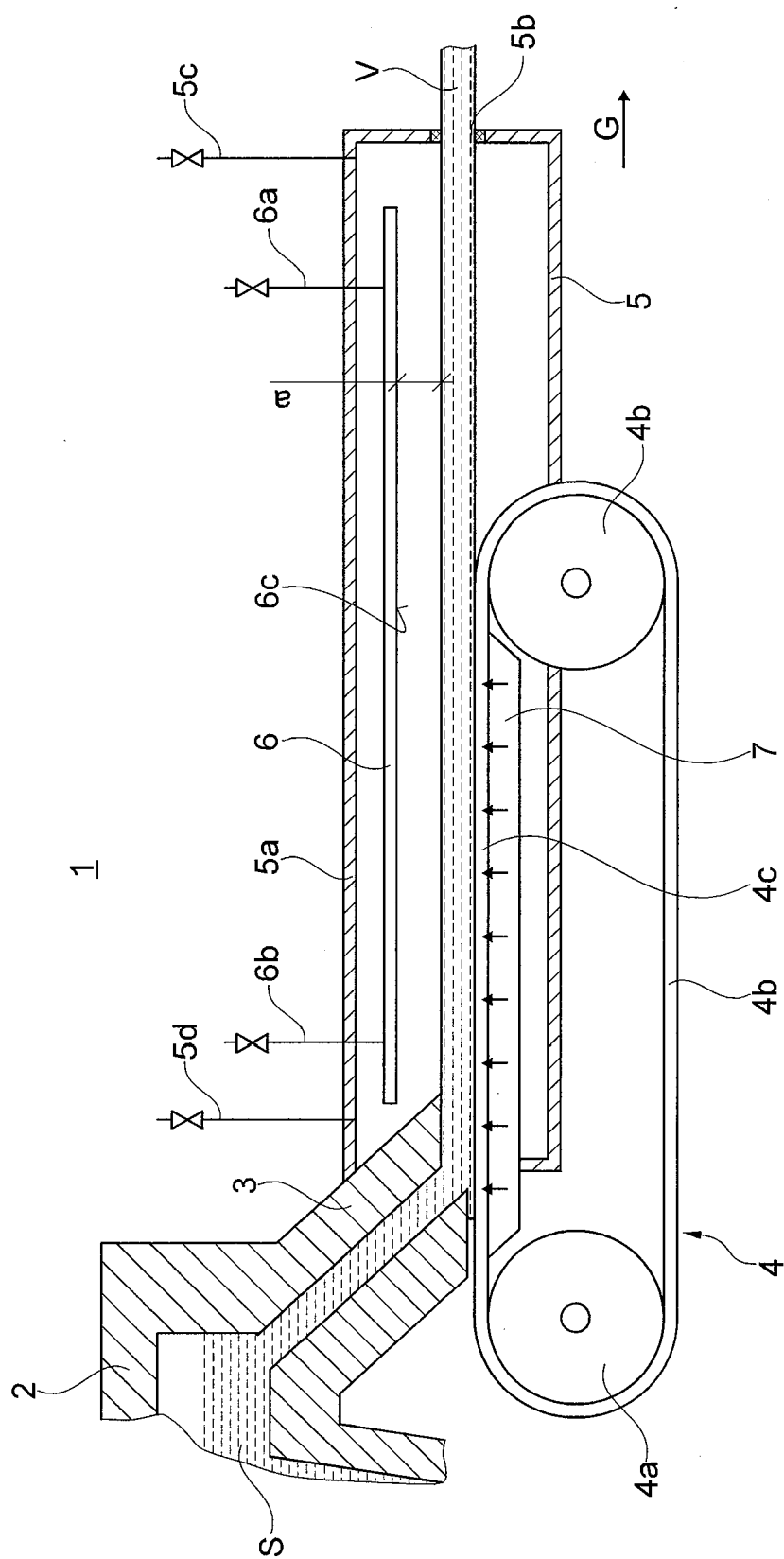


Fig. 1

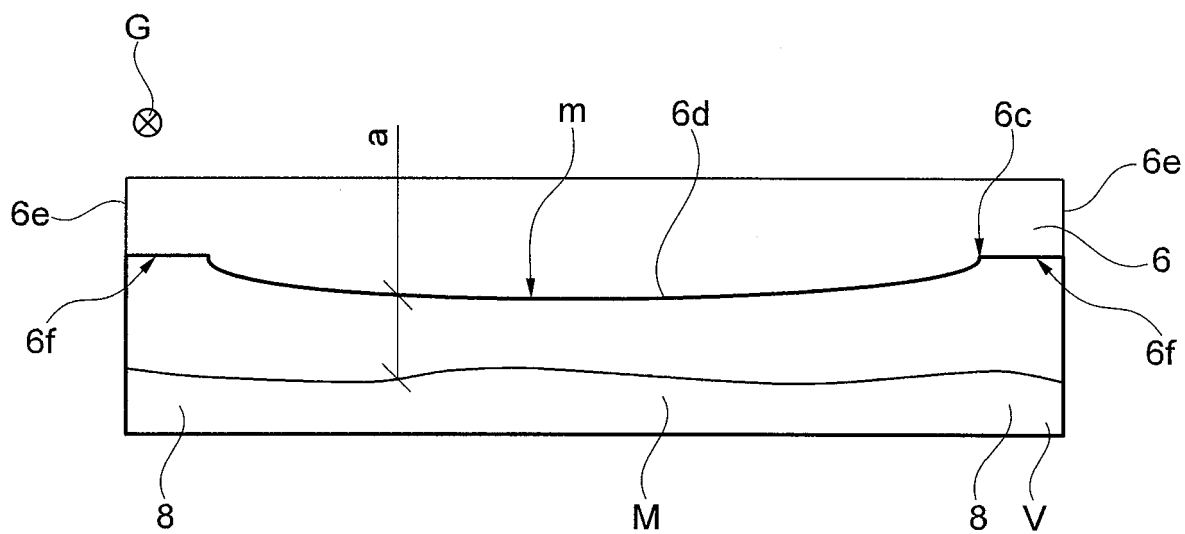


Fig. 2a

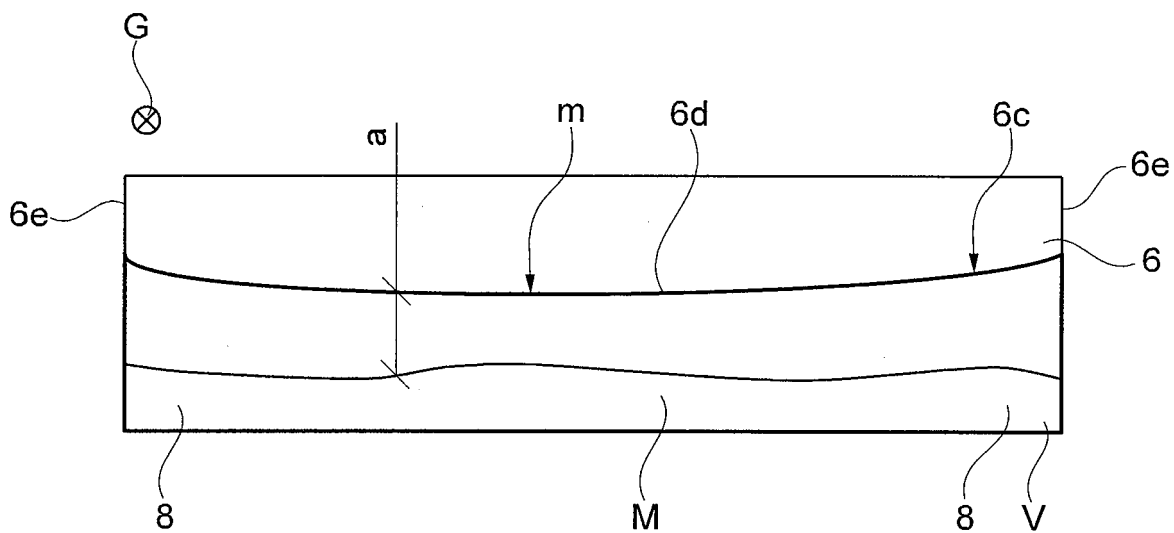


Fig. 2b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 8502

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2008 031476 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 19. Februar 2009 (2009-02-19)	1-4,9,10	INV. B22D11/06 B22D11/124 B22D11/14
A	* Absatz [0007] - Absatz [0036] * * Abbildung 1 *	5-8	

X	US 5 074 353 A (OHNO ATSUMI [JP]) 24. Dezember 1991 (1991-12-24)	1-4,10	
A	* Abbildung 5 * * Spalte 4, Zeile 18 - Spalte 9, Zeile 24 *	5-9	

X,D	DE 44 07 873 C2 (MANNESMANN AG [DE]) 10. April 1997 (1997-04-10)	1,2,9,10	
A	* Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 3, Zeile 12 *	3-8	
* Ansprüche 1,5 * * Abbildung 1 *			

X	DE 199 17 250 A1 (MANNESMANN AG [DE]; SALZGITTER AG [DE]) 19. Oktober 2000 (2000-10-19)	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Spalte 1, Zeile 26 - Spalte 5, Zeile 14 *	3-10	B22D
* Abbildungen 2,3 *			

X	S. GE, M. ISAC, R.I.L. GUTHRIE: "Progress in Strip Casting Technologies for Steel; Technical Developments", ISI INTERNATIONAL, Bd. 53, Nr. 5, 2013, XP002780589,	1,2	
A	* Seite 733 * * Abbildung 7 *	3-10	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 26. April 2018	Prüfer Zimmermann, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 15 8502

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-04-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008031476 A1	19-02-2009	CA 2694592 A1	19-02-2009
		CN 101778681 A	14-07-2010
		DE 102008031476 A1	19-02-2009
		EP 2188080 A1	26-05-2010
		JP 5107427 B2	26-12-2012
		JP 2010535631 A	25-11-2010
		KR 20100036333 A	07-04-2010
		US 2010236748 A1	23-09-2010
		US 2011265970 A1	03-11-2011
		US 2016199905 A1	14-07-2016
		WO 2009021752 A1	19-02-2009

US 5074353 A	24-12-1991	AT 110604 T	15-09-1994
		AU 638305 B2	24-06-1993
		CA 2030755 A1	20-08-1991
		DE 69012092 D1	06-10-1994
		DE 69012092 T2	22-12-1994
		EP 0443268 A1	28-08-1991
		JP H0688106 B2	09-11-1994
		JP H03243247 A	30-10-1991
		US 5074353 A	24-12-1991

DE 4407873 C2	10-04-1997	AT 175136 T	15-01-1999
		AU 679342 B2	26-06-1997
		BR 9506980 A	16-09-1997
		CA 2184719 A1	08-09-1995
		CN 1143340 A	19-02-1997
		DE 4407873 A1	07-09-1995
		EP 0746434 A1	11-12-1996
		JP 3016594 B2	06-03-2000
		JP H09511451 A	18-11-1997
		RU 2122919 C1	10-12-1998
		US 5836377 A	17-11-1998
		WO 9523661 A1	08-09-1995
		ZA 9501664 B	09-02-1996

DE 19917250 A1	19-10-2000	AU 5387900 A	02-11-2000
		DE 19917250 A1	19-10-2000
		WO 0063457 A2	26-10-2000

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4407873 C2 [0002]