



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.07.2022 Patentblatt 2022/27

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 11/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21150174.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**B22D 11/0605; B22D 11/0622; B22D 11/0651;
B22D 11/0654; B22D 11/0665; B22D 11/0668;
B22D 11/0697**

(22) Anmeldetag: **05.01.2021**

(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:
KH MA MD TN

- **Dr. BADOWSKI, Mark**
53721 Siegburg (DE)
- **MÜLLER, Wolfgang**
96047 Bamberg (DE)
- **Dr. GADE, Dirk**
56073 Koblenz (DE)

(71) Anmelder: **Speira GmbH**
41515 Grevenbroich (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Dr. KARHAUSEN, Kai-Friedrich**
53121 Bonn (DE)

(54) **TRENNMITTELFREIER ALUMINIUMBANDGUSS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Gießwalze oder -kette für eine mitlaufende Kokille einer Bandgussanlage zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbandes; sowie Bandgussanlage zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbandes umfassend mindestens eine mitlaufende Kokille mit einem Gießspalt. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbandes mittels einer Bandgussanlage. Die Aufgabe, eine Gießwalze oder -kette bzw. eine Bandgussanlage bereitzustellen, mit der beim Bandguss einerseits ein Anhaften an der Gießwalze oder -kette vermieden wird und andererseits ein seigerungsarmes und rissfreies Aluminiumlegierungsband insbesondere unter industriellen Bedingungen erzeugt werden kann, wird durch eine spezifische Oberflächenstruktur gelöst, indem die Oberfläche der Gießwalze oder -kette einen Rauheitswert Sa von mehr als $5\text{ }\mu\text{m}$ und eine mittlere Spitzenanzahl $RPc(0,5\text{ }\mu\text{m})$ von weniger als 42 cm^{-1} aufweist.

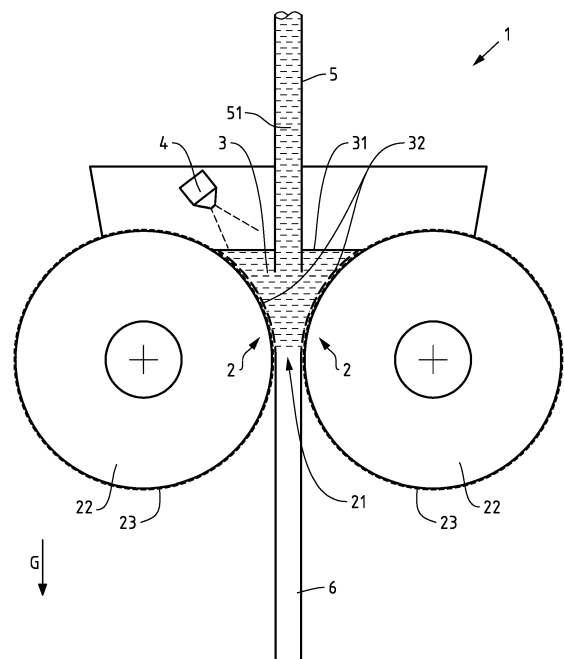


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gießwalze oder -kette für eine mitlaufende Kokille einer Bandgussanlage zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands; sowie eine Bandgussanlage zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands umfassend mindestens eine mitlaufende Kokille mit einem Gießspalt. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands mittels einer Bandgussanlage.

[0002] Der Bandguss mittels Bandgussanlagen ist eine wirtschaftliche und energieeffiziente Alternative zur herkömmlichen Fertigung von Metallbändern über Barrenguss, Wiederaufwärmen und Warmwalzen. Beim Bandguss wird ein Warmband endabmessungsnah direkt aus einer Metallschmelze erzeugt. Hierzu wird die Metallschmelze in einer Bandgussanlage vergossen, bei der der Gießbereich bzw. Erstarrungsbereich, in dem das gegossene Band geformt wird, an mindestens einer Längsseite durch eine während des Gießvorgangs kontinuierlich fortbewegte und gekühlte Barriere begrenzt ist. Diese Barriere läuft dabei mit dem erstarrenden Band mit, sodass hierdurch eine sogenannte mitlaufende Kokille bereitgestellt wird. Mitlaufende Kokillen erlauben eine hohe Gieß- und Erstarrungsgeschwindigkeit. Aufgrund der benötigten Breiten von Metallbändern und weiteren Effizienzverbesserungen hat sich in der Aluminiumindustrie einerseits das Gießwalzen mittels eines Zwei-Rollen Verfahrens (Twin Roll Casting; TRC) etabliert. Bei diesem wird die Metallschmelze insbesondere in ein innengekühltes Walzen- bzw. Rollenpaar eingeführt und erstarrt im Gießspalt zwischen den beiden Walzen zunächst, wird dann umgeformt, als Band abgezogen und beispielsweise aufgewickelt. Eine solche Bandgussanlage ist beispielsweise aus der WO 2004-000487 bekannt. Andererseits hat sich das zumeist horizontal betriebene Zwei-Ketten-Verfahren (Twin Belt Casting bzw. Hazelett Verfahren; TBC) etabliert, bei dem die mitlaufende Kokille durch gegenüberliegende Seiten zweier gekühlter (Dämmblock-)Ketten gebildet wird, zwischen denen ein Gießspalt ausgebildet ist, in dem die Metallschmelze erstarrt. Unter den Kettenverfahren finden auch mitlaufende Kokillen in Form von Raupenkokillen (Blockcasting) Anwendung, bei dem Kühlblöcke auf Kettensegmenten angeordnet sind.

[0003] Problematisch bei der Herstellung von Aluminiumbändern über Bandgussverfahren ist das Anhaften des Bandes auf der Kokillenoberfläche. Zu Beginn des Bandbildungsprozesses kommt die Schmelze mit der Kokille in Kontakt. An den Kontaktpunkten bilden sich Erstarrungskeime. Die Erstarrungskeime wachsen zu Erstarrungslinsen, welche sich im weiteren Verlauf zu stetig anwachsenden Bandschalen verbinden. Die dabei entstehenden beiden stetig anwachsenden Bandschalen werden nachfolgend in einer Umformung zu einem Band gefügt. Der in diesem Prozess vorliegende Kontakt der Schmelze bzw. der heißen Bandoberfläche mit der mitlaufenden Kokille unter hohem Druck führt einerseits

zur Verschweißung der beiden Bandschalen, aber andererseits auch zu unerwünschten Anhaftungen oder Verschweißungen der Bandoberfläche mit der mitlaufenden Kokille. Dies kann zu Heißrissen an der Bandoberfläche oder Inhomogenitäten im Bandgefüge und damit nachteiligen Materialeigenschaften des Bandes führen. Im schlechtesten Fall können die Anhaftungen zu Bandabrissen und damit zu Prozessabbrüchen führen.

[0004] In TRC und TBC Verfahren wird deshalb zur Vermeidung der Anhaftung ein Trennmittel aufgetragen, im Fall des insbesondere horizontalen TRC zumeist eine Graphit-Suspension. Beim TBC Verfahren werden zusätzlich Permanentbeschichtungen auf die umlaufende Kette gebracht. Beim TRC Verfahren wiederum werden in der Regel glatt geschliffene Gießwalzen verwendet.

[0005] Die Nutzung eines Trennmittels ist ein wesentlicher limitierender Faktor der Produktivität der Bandgussverfahren und kann zu Qualitätseinschränkungen führen. Beispielsweise kann der Einsatz eines Trennmittels zu unerwünschten Belägen auf den erzeugten Bändern führen.

[0006] Die vorliegende Erfindung hat sich daher zur Aufgabe gemacht, eine Gießwalze oder -kette bereitzustellen, mit der einerseits ein Anhaften an der Gießwalze oder -kette vermieden wird und andererseits ein seigerungsarmes und rissfreies Aluminiumlegierungsband insbesondere unter industriellen Bedingungen erzeugt werden kann. Ferner hat die vorliegende Erfindung sich die Bereitstellung einer entsprechenden Bandgussanlage und eines entsprechenden Verfahrens zum Bandguss zur Aufgabe gemacht.

[0007] Gemäß einer ersten Lehre wird diese Aufgabe bei einer erfindungsgemäßen Gießwalze oder -kette dadurch gelöst, dass die Oberfläche der Gießwalze oder -kette einen Rauheitswert S_a von mehr als $5\text{ }\mu\text{m}$ und eine mittlere Spitzenanzahl $RP_c(0,5\mu\text{m})$ von weniger als 42 cm^{-1} aufweist.

[0008] Die Oberfläche der Gießwalze oder -kette bezeichnet hier diejenige Oberfläche, welche beim Bandguss mit der Schmelze bzw. einer diese umgebenden Oxidschicht in Kontakt kommt, typischerweise also die Umfangfläche der Walze bzw. Kette. Im Falle einer Gießkette in Form einer Raupenkokille ist die Oberfläche der Kette daher als die entsprechende Oberfläche der Kühlblöcke zu verstehen.

[0009] Zur Strukturierung der Oberfläche der Gießwalze oder -kette kann ein Kugelstrahlverfahren, engl. "Shot Blasting Texturing" (SBT), verwendet werden. Bevorzugt wird die Oberflächenstruktur der Gießwalze oder -kette durch ein Kugelstrahlen erzeugt. Dabei wird die Oberfläche mit einem Strahlmittel über ein Schleuderrad oder über Druckluft bei Drücken von 2-7 bar beaufschlagt. Als Strahlmittel kommen beispielsweise Stahl-, Glas- oder Kunststoffkugeln zum Einsatz, beispielsweise mit einem Durchmesser im Bereich von 1 bis 5 mm. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die Oberfläche umgeformt wird und dadurch eine Verfestigung eingebracht wird, die dazu beiträgt, dass die Oberfläche im Einsatz

verschleißresistenter wird.

[0010] Konventionell werden wie bereits beschrieben geschliffene Gießwalzen eingesetzt. Typischerweise hat eine derart geschliffene konventionelle Gießwalze lediglich eine Mittenrauheit im Bereich von bis zu wenigen Mikrometern. Die Erfinder haben allerdings erkannt, dass überraschenderweise gerade der Einsatz einer rauhen Oberfläche Vorteile in Bezug auf die Vermeidung von Anhaftungen bergen kann. Insbesondere kann auch eine auf der Schmelze gebildete Oxidschicht, die gerade bei Aluminiumschmelzen sehr schnell entstehen kann, genutzt werden, um ein Anhaften der Schmelze, der Bandschalen oder des Bandes an der Gießwalze oder -kette deutlich zu vermindern. Bereits bei einem Rauheitswert S_a von mehr als $5\text{ }\mu\text{m}$ und einer mittleren Spitzenanzahl $RP_c(0,5\text{ }\mu\text{m})$ von weniger als 42 cm^{-1} kann ein Anhaften an der Gießwalze oder -kette vermieden werden, da durch entsprechend fein ausgebildete Spitzen die Kontaktfläche mit der Schmelze verringert wird.

[0011] In einer nächsten Ausgestaltung der Gießwalze oder -kette weist die Oberfläche der Gießwalze oder -kette einen Rauheitswert S_a von mehr als $15\text{ }\mu\text{m}$ und/oder eine mittlere Spitzenanzahl $RP_c(0,5\text{ }\mu\text{m})$ von weniger als 35 cm^{-1} auf. Vorzugsweise ist die mittlere Spitzenanzahl $RP_c(0,5\text{ }\mu\text{m})$ mindestens 9 oder bevorzugt mindestens 10 cm^{-1} , um einen bevorzugten Spitzenabstand zu erzielen und einen Kontakt der Schmelze oder der Oxidhaut auf der Schmelze mit dem Walzgrund weitestgehend zu verhindern. Die Spitzen sind dabei vorzugsweise stochastisch verteilt und weisen bevorzugt einer Höhe von mindestens $10\text{ }\mu\text{m}$ auf. S_a wiederum ist beispielsweise höchstens $70\text{ }\mu\text{m}$.

[0012] Durch eine rauere Oberfläche und/oder eine geringere Spitzenanzahl kann die Oberflächenspannung der Aluminiumlegierungsschmelze besser genutzt werden, damit ein Kontakt der Schmelze bzw. der sie umgebende Oxidschicht mit der Gießwalze oder -kette nur an Rauheitsspitzen erfolgt und so ein Anhaften an der Gießwalze oder -kette noch besser vermieden wird. So erfolgt der erste Kontakt der Schmelze mit einer mitlaufenden Kokille bspw. der Oberfläche einer Gießwalze oder -kette an den Rauheitsspitzen, an welchen sich folglich die ersten Erstarrungskeime bilden. Ein optimales Zusammenspiel von Rauheit und mittlere Spitzenanzahl ermöglicht, dass statistisch genügend Kontaktpunkte zur Verfügung stehen, damit die Oberflächenspannung der Schmelze ausreicht, um einen Kontakt lediglich an den Rauheitsspitzen zu bewirken. Da auf Trennmittel und damit eine zusätzliche Barriere für den Wärmestrom verzichtet werden kann, erfolgt die Wärmeabfuhr beim Erstarren der Schmelze direkt über die Rauheitsspitzen. Durch das Ausnutzen dieser stabilisierenden Funktion der Oxidschicht kann die Erstarrung der Bandschalen homogenisiert werden und so die Qualität eines damit erzeugten Aluminiumbandes verbessert werden.

[0013] In einer weiteren Ausgestaltung der Gießwalze oder -kette weist die Oberfläche der Gießwalze oder -kette eine Oberflächenstruktur auf, welche in einer (daran

gemessenen) Abbott-Firestone Kurve bei einem Flächenanteil S_{mr} von 10 % einen Höhenwert c von mindestens $20\text{ }\mu\text{m}$ über dem Null-Niveau aufweist, wobei das Null-Niveau als der Höhenwert bei einem Flächenanteil von 50 % definiert ist, d. h. $c(10\%) \geq 20\text{ }\mu\text{m}$, wenn $c(50\%) := 0\text{ }\mu\text{m}$. Bevorzugt weist die Oberfläche der Gießwalze oder -kette eine Oberflächenstruktur auf, welche in einer (daran gemessenen) Abbott-Firestone Kurve bei einem Flächenanteil S_{mr} von 10 % einen Höhenwert c von mindestens $25\text{ }\mu\text{m}$ über dem Null-Niveau aufweist, wobei das Null-Niveau als der Höhenwert bei einem Flächenanteil von 50 % definiert ist, d. h. $c(10\%) \geq 25\text{ }\mu\text{m}$, wenn $c(50\%) := 0\text{ }\mu\text{m}$.

[0014] Diese Eigenschaften führen zu einem geringen Traganteil bei hoher Profilhöhe. Eine entsprechend strukturierte Oberfläche verfügt über tiefe Taschen, d.h. Leervolumina, sodass die Kontaktfläche zwischen Schmelze und Gießwalze oder -kette verkleinert wird. Ferner kann in dem Leervolumen zwischen Schmelze und der Oberfläche der Gießwalze oder -kette Gas eingeschlossen werden, welches zur Stabilisierung der Oxidschicht beiträgt, sodass die Wärmeabfuhr in der Bandwachstumsphase vermindert und homogenisiert wird. Hierzu eignet sich beispielsweise ein sauerstoffhaltiges Gasgemisch wie Luft, welches in der Grenzschicht für eine konstante Oxidation der Oberfläche der Schmelze sorgen kann. Hierdurch kann eine Stabilisation der Oxidschicht auf der Bandschalenoberfläche bewirkt werden, welche ein Anhaften verhindert. Vorteilhafterweise weist die Oberfläche der Gießwalze oder -kette einen geschlossenen Leerflächenanteil a_{clm} von mindestens 30 % auf.

[0015] Um die Abbott-Firestone-Kurve zu erhalten, wird eine Oberfläche üblicherweise optisch dreidimensional vermessen. In das gemessene dreidimensionale Höhenprofil der Oberfläche werden ebene Flächen, die sich parallel zur gemessenen Oberfläche erstrecken, in einer Höhe c eingebracht, wobei c vorzugsweise als Distanz zum Null-Niveau der vermessenen Oberfläche bestimmt wird. Der Flächeninhalt der Schnittfläche der eingebrachten ebenen Flächen mit der gemessenen Oberfläche in der Höhe c wird ermittelt und mit der gesamten Messfläche dividiert, um den Flächenanteil der Schnittfläche an der Gesamtmeßfläche zu erhalten. Dieser Flächenanteil wird für verschiedene Höhen c bestimmt. Die Schnittflächenhöhe wird dann als Funktion des Flächenanteils dargestellt, woraus sich die Abbott-Firestone-Kurve ergibt. Diese beschreibt somit den Materialanteil der Oberfläche abhängig von der Höhe einer Schnittfläche durch die Oberfläche.

[0016] Insbesondere in Verbindung mit einem Rauheitswert S_a von mehr als $15\text{ }\mu\text{m}$ und einer Spitzenanzahl $RP_c(0,5\text{ }\mu\text{m})$ von weniger als 35 cm^{-1} kann eine konstante Kontaktfläche zwischen Schmelze und Gießwalze oder -kette bis zur Ausbildung einer stabilen Bandschale ermöglicht werden, da die die Schmelze umgebende Oxidschicht die Gießwalze oder -kette aufgrund der Oberflächenspannung der Schmelze nur an Rauheitsspit-

zen direkt berührt und diese Kontaktflächen bei der Bildung der Erstarrungslinsen und der Bandschalen erhalten bleibt.

[0017] In einer weiteren Ausgestaltung der Gießwalze oder -kette weist die Oberfläche der Gießwalze oder -kette einen Rauheitswert Sa von 5 bis 40 μm , bevorzugt 15 bis 30 μm , weiter bevorzugt 20 bis 25 μm auf. Diese Bereiche sorgen für eine Verbesserung der Rauheitseigenschaften der Gießwalzenoberfläche in Hinblick auf die bereits genannten Eigenschaften zur Vermeidung von Schmelzeanhaftungen.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung der Gießwalze oder -kette ist die Oberfläche der Gießwalze oder -kette im Wesentlichen isotrop hinsichtlich der Spitzenanzahl.

[0019] Die Isotropie hinsichtlich der Spitzenanzahl kann über das Verhältnis der Spitzenanzahl in X- und Y-Richtung bestimmt werden. Die X- und Y-Richtungen werden durch die beiden Seiten der rechteckigen Messfläche bestimmt. Der Ausdruck im Wesentlichen isotrop bedeutet, dass eine Abweichung von 5 % zugelassen wird, d.h. dass das Verhältnis $\text{RPc (in X-Richtg.)} / \text{RPc (in Y-Richtg.)} = 1(\pm 5\%)$ ist.

[0020] Bevorzugt ist die Oberfläche isotrop hinsichtlich Sa und RPc, besonders bevorzugt ist die Oberfläche im Wesentlichen isotrop, d.h. hinsichtlich aller relevanten Parameter.

[0021] Durch die in dieser Weise isotope Oberfläche kann eine besonders vorteilhafte homogene Erstarrung der Schmelze und damit ein qualitativ besonders hochwertiges Aluminiumlegierungsband hergestellt werden.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung der Gießwalze oder -kette wurde die Oberfläche der Gießwalze oder -kette nach der Strukturierung einem Schliff mit einem Abtrag von bis zu 45 μm , bevorzugt zwischen 30 und 40 μm , besonders bevorzugt von 33 bis 37 μm , insbesondere 35 μm unterzogen. Hierbei wird nach der oben genannten vorteilhaften Strukturierung ein Abschleif der Oberfläche der Gießwalze oder -kette durchgeführt. Dies führt zu einer Verbesserung der Verschleißresistenz der Oberfläche. Die Spitzen werden dabei etwas abgeschliffen, sodass Plateaus entstehen, welche die Schmelze besonders gut abstützen können, wobei gleichzeitig die genannten vorteilhaften Eigenschaften erhalten bleiben. Vorteilhafterweise bilden die Traganteile eine isotope netzförmige Struktur aus

[0023] In einer weiteren Ausgestaltung der Gießwalze oder -kette weist zumindest die Oberfläche der Gießwalze oder -kette ein Material mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als 100 W/(m*K), insbesondere von mehr als 200 W/(m*K), bevorzugt von mehr als 300 W/(m*K) auf.

[0024] Durch die Verwendung eines solchen Materials kann die Temperatur der Schmelze bzw. Bandschale im Bereich des direkten Kontaktes sehr rasch abgesenkt und somit Anhaftungen bzw. Verschweißungen noch besser vermieden werden. Beispielsweise eignet sich als Material eine Kupferlegierung. Vorteilhafterweise weist die Gießwalze oder -kette dieses Material von der Oberfläche bis zu innen liegenden Kühlkanälen auf. Insbe-

sondere besteht die Gießwalze oder -kette im Wesentlichen aus einer entsprechenden Kupferlegierung.

[0025] Gemäß einer zweiten Lehre wird die Aufgabe auch durch eine Bandgussanlage zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands umfassend mindestens eine mitlaufende Kokille mit zwei mitlaufenden Barrieren, zwischen denen ein Gießspalt ausgebildet ist, wobei insbesondere mindestens eine mitlaufende Barriere durch eine Gießwalze oder -kette bereitgestellt wird, dadurch gelöst, dass die Oberfläche mindestens einer mitlaufenden Barriere einen Rauheitswert Sa von mehr als 5 μm und eine mittlere Spitzenanzahl $\text{RPc}(0,5 \mu\text{m})$ von weniger als 42 cm^{-1} aufweist. Eine derart strukturierte Oberfläche kann als Mittel zum Transportieren einer Oxidschicht, insbesondere von der Oberfläche eines vor der mitlaufenden Kokille gebildeten Schmelzepools in den Gießspalt angesehen werden. Somit weist die mindestens eine mitlaufende Kokille der Bandgussanlage insbesondere mindestens eine erfindungsgemäße Gießwalze oder -kette auf.

[0026] Hierdurch können bereits beschriebene vorteilhafte Eigenschaften realisiert werden. Beispielsweise kann eine auf der Oberfläche des Schmelzepools gebildete Oxidschicht zur trennmittelfreien Herstellung von Aluminiumlegierungsband genutzt werden.

[0027] Insbesondere kann eine im Wesentlichen ungebrochene Oxidschicht von der Oberfläche des Schmelzepools kontrolliert und kontinuierlich in den Gießspalt hineingezogen werden. Die hineingezogene Oxidschicht bildet dann vorteilhaft eine Trennschicht zwischen Kokillenwand, beispielsweise einer Walze, und der Aluminiumschmelze.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Bandgussanlage weist die Oberfläche der mindestens einen mitlaufenden Barriere einen Rauheitswert Sa von mehr als 15 μm und/oder eine mittlere Spitzenanzahl $\text{RPc}(0,5 \mu\text{m})$ von weniger als 35 cm^{-1} auf.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Bandgussanlage weist die Oberfläche der mindestens einen mitlaufenden Barriere eine Oberflächenstruktur auf, welche in einer (daran gemessenen) Abbott-Firestone Kurve bei einem Flächenanteil S_{mr} von 10 % einen Höhenwert c von mindestens 20 μm über dem Null-Niveau aufweist, wobei das Null-Niveau als der Höhenwert bei einem Flächenanteil von 50 % definiert ist. Durch den geringen Traganteil bei hoher Profilhöhe kann eine Stabilisierung bzw. kontinuierliche Erneuerung der Oxidschicht auf der Schmelzeoberfläche in der Grenzschicht von Schmelze und mitlaufender Kokille erzielt werden, beispielsweise durch Einbringen eines sauerstoffhaltigen Gasgemischs in diese Grenzschicht. Hierdurch kann ein stationärer Zustand zwischen nachbildender Oxidschicht und hineingezogener Oxidschicht ausgebildet werden. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, die Bildung der Oxidschicht sogar aktiv durch Sauerstoffzufuhr zu steuern.

[0030] Bevorzugt weist die Barriere einen geschlossenen Leerflächenanteil von mindestens 30 % auf. Hierdurch

kann die Wärmeabfuhr durch Stabilisierung einer Gas-schicht bspw. Luft in der Grenzschicht homogenisiert werden.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Bandgussanlage ist die Oberfläche der mindestens einen mitlaufenden Barriere im Wesentlichen isotrop hinsichtlich der Spitzenanzahl. Dies führt zu bereits beschriebenen vorteilhaften Eigenschaften für die Qualität eines hergestellten Aluminiumlegierungsbands.

[0032] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Bandgussanlage weist die Oberfläche der mindestens einen mitlaufenden Barriere einen flächenbezogenen Rauheitswert Sa von 5 bis 40 µm, bevorzugt 15 bis 30 µm, weiter bevorzugt 20 bis 25 µm auf.

[0033] In einer nächsten Ausgestaltung der Bandgussanlage weist die Bandgussanlage Mittel zum Einstellen der Zusammensetzung einer Atmosphäre an der Oberfläche der mitlaufenden Kokille auf. So kann beispielsweise ein bestimmtes Gasgemisch in die Zwischenschicht zwischen Schmelze und mitlaufende Kokille eingebracht werden. Bevorzugt wird ein sauerstoffhaltiges Gas, beispielsweise Luft oder ein Gasgemisch mit einem erhöhten Sauerstoffanteil eingesetzt, um so die konstante Nachbildung bzw. Stabilisierung einer Oxidschicht zu unterstützen. So kann beispielsweise die Oberfläche des Schmelzepools mit einem Gasgemisch über eine Düse beaufschlagt werden. Auch kann ein Gasgemisch mittels einer Düse gezielt in den Kontaktbereich zwischen Schmelze und mitlaufende Barriere eingebracht werden, sodass dieses in dem Leervolumen zwischen Schmelze und der Oberfläche der Gießwalze oder -kette eingeschlossen werden kann. Beispielsweise kann der Sauerstoffanteil im Gasgemisch eingestellt werden, um so die Bildung einer Oxidschicht auf der Oberfläche der Schmelze bzw. des Bandes zu kontrollieren.

[0034] Vorzugsweise weist die Bandgussanlage Mittel zum Einstellen einer spezifischen Flächenlast beim Fügen von Bandschalen von 10 bis 800 kN/m, bevorzugt von 20 bis 400 kN/m, weiter bevorzugt von 100 bis 200 kN/m auf.

[0035] In einer nächsten Ausgestaltung der Bandgussanlage ist die Bandgussanlage eine vertikale oder horizontale Bandgussanlage. Es hat sich herausgestellt, dass die erfindungsgemäß vorgesehene Oberflächenstruktur besonders vorteilhaft für vertikal oder horizontal ausgerichtete Bandgussanlagen, insbesondere TRC-Anlagen eingesetzt werden kann.

[0036] In einer weiteren Ausgestaltung der Bandgussanlage umfasst die Bandgussanlage Mittel zum Zuführen einer Aluminiumlegierungsschmelze in einen vor dem Gießspalt ausgebildeten Schmelzepool, über welche die Aluminiumlegierungsschmelze dem Schmelzepool unterhalb der Oberfläche des Schmelzepools zugeführt werden kann. Beispielsweise weist die Bandgussanlage einen vor dem Gießspalt angeordneten Gießbereich auf und umfasst Mittel zum Zuführen einer Aluminiumlegierungsschmelze in den Gießbereich, über welche eine Aluminiumlegierungsschmelze dem Gießbereich unter-

halb der Oberfläche eines im Gießbereich ausgebildeten Schmelzepools zugeführt werden kann.

[0037] Der Gießbereich ist vor der mitlaufenden Kokille angeordnet und wird in der Regel durch die mitlaufende Kokille begrenzt. Der Gießbereich kann als Gießzwickel ausgebildet sein, wobei der Gießbereich bzw. der Gießzwickel durch die mitlaufende Kokille und mindestens einen Seitendamm gebildet wird, bevorzugt zwei Seitendämme, die gegenüberliegend zu beiden Seiten der mitlaufenden Kokille angebracht sind. Im Gießbereich wird bei der Herstellung eines Metallbandes ein Schmelzepool ausgebildet, von dem Aluminiumlegierungsschmelze in den Walzspalt strömt und/oder gezogen wird. Bei vertikalen Bandgussanlagen ist der Gießbereich bzw. Gießzwickel im Wesentlichen oberhalb des Gießspaltes angeordnet und durch den oberen Bereich der mitlaufenden Kokille begrenzt. Sind Mittel zum Zuführen der Metallschmelze in den Gießbereich derart ausgestaltet, dass die Aluminiumlegierungsschmelze dem Gießbereich unterhalb der Oberfläche eines Schmelzepools zugeführt werden kann, kann die Oberfläche des Schmelzepools besonders ruhig gehalten werden. Ein Durchbrechen der Oberfläche des Schmelzepools, beispielsweise durch Verwirbelungen der Oberfläche, wird hierbei vermieden, sodass eine unregelmäßige Nachbildung von Oxiden oder eine Untermischung von Oxiden effektiv unterbunden werden können. Auch kann vermieden werden, dass eine gebildete Oxidschicht unkontrolliert in den Gießspalt eingezogen und untergemischt wird. Stattdessen kann auf der Oberfläche des Schmelzepools eine ungebrochene Oxidschicht gleichmäßiger Dicke bereitgestellt werden. Beispielsweise über eine Gießwalze mit einer bereits beschriebenen Oberflächenstruktur, kann dann diese ungebrochene Oxidschicht des Schmelzepools kontrolliert und kontinuierlich in den Gießspalt hineingezogen werden. Die hineingezogene Oxidschicht bildet dann bereits vorteilhaft eine Trennschicht zwischen Kokillenwand, beispielsweise einer Walze oder einem Kühlband, und der Aluminiumlegierungsschmelze.

[0038] Gemäß einer dritten Lehre wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands mittels einer erfindungsgemäßen Bandgussanlage gelöst, welches die folgenden Schritte umfasst:

- Ausbilden eines Schmelzepools aus einer Aluminiumlegierungsschmelze in einem Gießbereich vor der mitlaufenden Kokille;
- Stabilisieren einer Oxidschicht auf der Oberfläche des Schmelzepools durch Beaufschlagen der Schmelze mit einem sauerstoffhaltigen Gasgemisch, beispielsweise Luft;
- Einziehen der Oxidschicht in den Gießspalt;
- vorzugsweise Einstellen einer spezifischen Flächenlast beim Fügen der beim Erstarren der Schmelze entstehenden Bandschalen von 10 bis 800 kN/m, bevorzugt von 20 bis 400 kN/m, weiter bevorzugt

von 100 bis 200 kN/m.

[0039] Hierdurch kann wie bereits beschrieben vorteilhaft ein qualitativ hochwertiges Aluminiumlegierungsband, beispielsweise aus einer AA8xxx Legierung, insbesondere aus einer AA8111 Legierung trennmittelfrei hergestellt werden. Insbesondere durch die Einstellung einer geringen spezifischen Flächenlast kann zudem ein Aufreißen der Oxidschicht und ein ungeregeltes Untermischen von Oxiden in die Schmelze vermieden werden. Einerseits kann so ein Anhaften der Schmelze an der Gießwalze oder -kette noch besser unterbunden werden. Andererseits können Defekten des hergestellten Aluminiumbandes vermieden werden, die durch ein ungeregeltes Untermischen von Oxiden während des Bandgusses entstehen könnten.

[0040] Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind der folgenden detaillierten Beschreibung einiger beispielhafter Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, insbesondere in Verbindung mit der Zeichnung, zu entnehmen. Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen vertikalen Bandgussanlage,

Fig. 2a Oberflächenabschnitt eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze,

Fig. 2b eine Abbott-Firestone-Kurve der Oberfläche eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze,

Fig. 3a Oberflächenabschnitt eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze,

Fig. 3b eine die Abbott-Firestone-Kurve der Oberfläche eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze,

Fig. 4a Oberflächenabschnitt eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze,

Fig. 4b eine Abbott-Firestone-Kurve der Oberfläche eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze,

Fig. 5a Oberflächenabschnitt eines Vergleichsbeispiels einer nicht erfindungsgemäßen Gießwalze,

Fig. 5b eine Abbott-Firestone-Kurve der Oberfläche eines Vergleichsbeispiels einer nicht erfindungsgemäßen Gießwalze.

[0041] Fig. 1 zeigt eine Bandgussanlage 1 zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands 6 umfassend eine mitlaufende Kokille 2 mit zwei mitlaufenden Barrieren, zwischen denen ein Gießspalt 21 ausgebildet ist, wobei

die mitlaufenden Barrieren jeweils durch eine Gießwalze 22 bereitgestellt werden, d. h. die Bandgussanlage 1 umfasst eine mitlaufende Kokille 2 mit einem Gießspalt 21, wobei die mitlaufende Kokille 2 zwei Gießwalzen 22 aufweist. Die Oberfläche 23 der Gießwalze 22 weist einen Rauheitswert S_a von mehr als $15 \mu\text{m}$ und eine Spitzenanzahl $RP_c(0,5 \mu\text{m})$ von weniger als 35 cm^{-1} auf. Zudem weist die Oberfläche 23 der Gießwalze 22 eine Oberflächenstruktur auf, welche in einer (daran gemessenen) Abbott-Firestone Kurve bei einem Flächenanteil S_{mr} von 10 % einen Höhenwert c von mindestens $20 \mu\text{m}$ über dem Null-Niveau aufweist, wobei das Null-Niveau als der Höhenwert bei einem Flächenanteil von 50 % definiert ist, d. h. $c(50\%) := 0 \mu\text{m}$ und $c(10\%) \geq 20 \mu\text{m}$. Die Oberfläche 23 der Gießwalze 22 kann zudem einen Rauheitswert S_a von 5 bis $40 \mu\text{m}$, bevorzugt 15 bis $30 \mu\text{m}$ aufweisen. Die Oberfläche 23 der Gießwalze 22 ist im wesentlichen isotrop hinsichtlich der Spitzenanzahl mit einem Verhältnis von RP_c (in X-Richtg.) / RP_c (in Y-Richtg.) = $1(\pm 5\%)$. Die Gießwalze 22 besteht aus einer Kupferlegierung, die eine Wärmeleitfähigkeit von mehr als $300 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ aufweist, welche von der Oberfläche bis zu innen liegenden Kühlkanälen wirksam ist. Nach der entsprechenden Strukturierung kann die Oberfläche 23 der Gießwalze 22 einem Schliff mit $35 \mu\text{m}$ Abtrag unterzogen werden. Die Bandgussanlage 1 weist zudem Mittel 4 zum Einstellen der Zusammensetzung einer Atmosphäre an der Oberfläche der mitlaufenden Kokille 2 und/oder der Oberfläche 31 des Schmelzepools 3 auf. Die Mittel 4 erlauben hierbei eine kontrollierte Beaufschlagung der entsprechenden Oberflächen mit einem sauerstoffhaltigen Gasgemisch, beispielsweise Luft.

[0042] Ein Gießofen ist hier mit dem Gießzwickel durch ein Rohrsystem verbunden, welches beheizbare Keramikrohre 5 umfasst. Ferner weist der Gießzwickel zwei Seitendämme auf. Durch ein Zufuhrrohr 51 wird die Aluminiumlegierungsschmelze von oben in den Gießzwickel geführt. Das Zufuhrrohr 51 kann dabei als Mittel zum Zuführen der Aluminiumlegierungsschmelze in den Gießzwickel ausgeführt sein, über welche die Aluminiumlegierungsschmelze dem Gießbereich unterhalb der Oberfläche des im Gießbereich ausgebildeten Schmelzepools 3 zugeführt werden kann. Beispielsweise kann die Ausflussöffnung des Zufuhrrohrs 51 unter der Oberfläche des Schmelzepools liegen.

[0043] Hierdurch kann die auf der Oberfläche 31 des Schmelzepools 3 gebildete ungebrochene Oxidschicht kontrolliert und kontinuierlich in den Gießspalt 21 eingezogen werden. Die hineingezogene Oxidschicht 32 bildet dann vorteilhaft eine Trennschicht zwischen Kokillenwand und der Schmelze bzw. dem abgezogenen Aluminiumlegierungsband 6. Vorteilhaft kann diese Oxidschicht unbeschädigt in den Gießspalt 21 eingezogen werden und kann so als Trennschicht zwischen Schmelze und Gießwalze bzw. Gießrolle dienen, wodurch Abrieb vermieden wird und sich eine gleichförmige und saubere Oberfläche des produzierten Aluminiumlegierungsbands 6 nach dem Bandgießen erreichen lässt.

[0044] Die genannten Parameter sowie die Abbott-Firestone-Kurve werden üblicherweise über eine optische Messung der 3D-Oberflächenstruktur bestimmt. Die optische Erfassung der Oberfläche erfolgt beispielsweise flächenhaft über Interferometrie oder bevorzugt konfokale Mikroskopie. Die Messfläche muss dabei ausreichend groß gewählt werden, um eine statistisch repräsentative Messung der Oberfläche zu gewährleisten. Beispielsweise kann im vorliegenden Rauheitsbereich eine vorzugsweise quadratische Messfläche mit einer Seitenlänge von jeweils 7 mm verwendet werden. Der laterale Messpunkt Abstand muss so gewählt werden, dass eine ausreichende Auflösung der einzelnen Oberflächenmerkmale gegeben ist, z. B. 1,6 μm . Die in den Rohdaten der Messung enthaltene Walzenkrümmung wird mittels eines F-Operators (Polynom 2. Ordnung) entfernt. Die Bestimmung des Rauheitswerts S_a und des flächenhaften Materialanteils S_{mr} basierend auf der Abbott-Firestone-Kurve erfolgt gemäß DIN-EN-ISO 25178-2:2012. Aus der optischen Messung der 3D-Oberflächenstruktur kann ebenfalls die Spitzenzahl RP_c ermittelt werden, indem jeweils das Profil entlang einer Linie, beispielsweise entlang oder parallel zu einer der Seiten der Messfläche ausgewertet wird und von diesen Linienprofilen ausgehend die mittlere Spitzenzahl RP_c der Oberfläche DIN EN 10049:2005 (Anwendungsgruppe 1 - allerdings ohne weiteres Entfernen der Welligkeits- und Feinstrauheitsanteile) folgend bestimmt wird. Die Verwendung von RP_c als Kennwert hat sich bei den hier vorliegenden Topographien als vorteilhaft erwiesen. Auf einen Welligkeitsfilter wird verzichtet, da er bei den sehr hohen Rauheiten zum einen impraktikabel große Messflächen voraussetzen würde. Zum anderen sind die langen Wellen für die Kontaktbedingungen der Aluminiumschmelze auf einer Gießrolle oder -kette unbedeutend. Die Messung und Auswertung erfolgen üblicherweise mit entsprechender normkonformer Software.

[0045] In Fig. 2a ist eine Darstellung eines quadratischen Messbereichs von $x = 7 \text{ mm}$ und $y = 7 \text{ mm}$ gezeigt, die an der Oberfläche eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze mittels optischer 3D-Messung ermittelt wurde. Die Gießwalze wies dabei eine Kupferoberfläche auf.

[0046] In Fig. 2b ist die zugehörige, an der Oberfläche dieses Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze gemessene Abbott-Firestone-Kurve $S_{mr}(c)$ aufgetragen. Bei dieser Kurve handelt es sich um die kumulative Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion des Oberflächenhöhenprofils $S(c)$. Sie liefert zu einem prozentualen Wert S_{mr} (Flächenanteil) zwischen 0 und 100 % (aufgetragen auf der Abszisse) diejenige Profilhöhe c (Schnittflächenlage), über der sich der entsprechende prozentuale Anteil der Oberfläche befindet. Sie beschreibt also den Materialanteil der Oberfläche abhängig von der Höhe c einer Schnittfläche durch die Oberfläche.

[0047] Aus der Abbott-Firestone-Kurve der Fig. 2b ist deutlich zu sehen, dass das Null-Niveau als der Höhenwert bei einem Flächenanteil von 50 % definiert ist und

das ein Flächenanteil S_{mr} von 10 % einen Höhenwert c von mindestens 20 μm über dem Null-Niveau aufweist, wobei das Null-Niveau als der Höhenwert bei einem Flächenanteil von 50 % definiert ist.

[0048] Aus der zur Ermittlung der Abbott-Firestone-Kurve durchgeführten optischen 3D-Messung der Oberfläche an einem quadratischen Messbereich von $x = 7 \text{ mm}$ und $y = 7 \text{ mm}$ wurde zudem jeweils entlang der x - und der y -Richtung eine 2D-Auswertung zur Ermittlung der Größe der Mittenrauheit R_a , der Spitzenanzahl RP_c (0,5 μm), des quadratischen Mittenrauwerts R_q und der mittleren Rautiefe R_z durchgeführt. Dies geschah automatisiert entlang einer großen Anzahl von Linien jeweils parallel zu den Seiten des Messbereichs. Es ergab sich entlang der x -Richtung eine Mittenrauheit R_a von 26,4 ($\pm 5,1$) μm , ein mittlerer quadratischer Mittenrauwert R_q von 32,1 ($\pm 5,5$) μm , eine mittlere Rautiefe R_z von 104,1 ($\pm 13,0$) μm und eine Spitzenanzahl RP_c (0,5 μm) von 17,0 ($\pm 5,1$) pro cm. Entlang der y -Richtung ergab sich ein Mittenrauheit R_a von 26,4 ($\pm 2,9$) μm , ein mittlerer quadratischer Mittenrauwert R_q von 32,4 ($\pm 3,2$) μm , eine mittlere Rautiefe R_z 104,8 ($\pm 9,8$) μm und eine Spitzenanzahl RP_c (0,5 μm) von 17,4 ($\pm 4,4$) pro cm. Insbesondere ist R_a entlang der x -Richtung gleich zu R_a entlang der y -Richtung und aufgrund der Isotropie insbesondere gleich zum Rauheitswert S_a von 26,4 ($\pm 2,9$) μm . Das Verhältnis RP_c (in X -Richtg.) / RP_c (in Y -Richtg.) = 0,98. Die Oberfläche ist insbesondere isotrop hinsichtlich RP_c , R_a und R_z .

[0049] Beim Bandguss einer AA8111 Legierung mit einer Gießwalze, welche die in Fig. 2a und 2b dargestellte Oberflächencharakteristik aufwies, konnten gute Bandbildungseigenschaften erzielt werden.

[0050] Die Kupferoberfläche eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze ist in Fig. 3a durch eine Darstellung eines quadratischen Messbereichs von $x = 7 \text{ mm}$ und $y = 7 \text{ mm}$ beispielhaft wiedergegeben. In Fig. 3b ist die zugehörige Abbott-Firestone-Kurve $S_{mr}(c)$ dieses weiteren Ausführungsbeispiels aufgetragen. Auch die Abbott-Firestone-Kurve der Fig. 3b zeigt bei einem Flächenanteil S_{mr} von 10 % einen Höhenwert c von mindestens 20 μm über dem Null-Niveau. Aus der zur Ermittlung der Abbott-Firestone-Kurve durchgeführten optischen 3D-Messung der Oberfläche wurden zudem die auch zum Ausführungsbeispiel der Fig. 2a/b ermittelten Größen bestimmt. Es ergab sich entlang der x -Richtung ein Mittenrauheit R_a von 23,5 ($\pm 2,9$) μm , ein mittlerer quadratischer Mittenrauwert R_q von 28,6 ($\pm 3,5$) μm , eine mittlere Rautiefe R_z von 92,6 ($\pm 11,2$) μm und eine Spitzenanzahl RP_c (0,5 μm) von 16,1 ($\pm 5,1$) pro cm. Entlang der y -Richtung ergab sich ein Mittenrauheit R_a von 23,8 ($\pm 3,5$) μm , ein mittlerer quadratischer Mittenrauwert R_q von 28,9 ($\pm 4,2$) μm , eine mittlere Rautiefe R_z von 92,7 ($\pm 14,3$) μm und eine Spitzenanzahl RP_c (0,5 μm) von 16,1 ($\pm 4,0$) pro cm. Es ergab sich ein Rauheitswert S_a von 23,6 ($\pm 2,3$) μm . Auch beim Bandguss einer AA8111 Legierung mit einer Gießwalze, welche die in Fig. 3a und 3b dargestellte

Oberflächencharakteristik aufwies, konnten gute Bandbildungseigenschaften erzielt werden.

[0051] Fig. 4a zeigt einen quadratischen Bereich mit 7 mm Kantenlänge der Oberfläche eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Gießwalze. In Fig. 4b ist die zugehörige Abbott-Firestone-Kurve $S_{mr}(c)$ aufgetragen. Für dieses Ausführungsbeispiel wurde die Oberfläche der Gießwalze, deren Abbott-Firestone Kurve in Fig. 2b dargestellt ist, einem Schliff mit einem Abtrag von $35\text{ }\mu\text{m}$ unterzogen. Durch den Abschliff zeigt die Abbott-Firestone-Kurve hin zu kleinen S_{mr} Werten einen flacheren Verlauf. Trotz des Abschliffs zeigt auch die Abbott-Firestone-Kurve der Fig. 4b bei einem Flächenanteil S_{mr} von 10 % einen Höhenwert c von mindestens $20\text{ }\mu\text{m}$ über dem Null-Niveau. Es wurden zudem wiederum die zum Ausführungsbeispiel der Fig. 2a/b ermittelten Größen bestimmt. Es ergab sich entlang der x-Richtung ein Mittenrauheit R_a von $25,6(\pm 4,8)\text{ }\mu\text{m}$, ein mittlerer quadratischer Mittenrauwert R_q von $30,8(\pm 5,1)\text{ }\mu\text{m}$, eine mittlere Rautiefe R_z von $92,7(\pm 11,0)\text{ }\mu\text{m}$ und eine Spitzenanzahl $RP_c(0,5\text{ }\mu\text{m})$ von $16,8(\pm 5,1)$ pro cm. Entlang der y-Richtung ergab sich ein Mittenrauheit R_a von $25,6(\pm 2,8)\text{ }\mu\text{m}$, ein mittlerer quadratischer Mittenrauwert R_q von $31,1(\pm 3,1)\text{ }\mu\text{m}$, eine mittlere Rautiefe R_z von $93,6(\pm 8,8)\text{ }\mu\text{m}$ und eine Spitzenanzahl $RP_c(0,5\text{ }\mu\text{m})$ von $17,4(\pm 4,5)$ pro cm. Es ergab sich ein Rauheitswert S_a von $25,6(\pm 2,8)\text{ }\mu\text{m}$.

[0052] Durch den Abschliff sind solche Oberflächen verschleißresistenter und bilden ein Plateau, das die Schmelze gut abstützt. Gleichzeitig bleiben die wesentlichen Struktureigenschaften erhalten, sodass die Oberfläche insbesondere über tiefe Taschen verfügt, die die Kontaktfläche verkleinern. Die Spitzenanzahl RP_c und der Rauheitswert S_a bleiben im Rahmen der Messunsicherheiten trotz des Abschliffs im Wesentlichen unverändert. Die tragenden Anteile bilden eine isotrope netzförmige Struktur aus, wie aus den 3D-Oberflächenmessungen hervorgeht und durch die nur geringen Abweichungen von RP_c in x- und y-Richtung indiziert wird.

[0053] Für einen Vergleichsversuch wurde ein Band aus einer AA8111 Legierung unter Verwendung einer nicht erfindungsgemäßen Gießwalze mit Kupferoberfläche gegossen. In Fig. 5a ist wiederum eine Darstellung eines quadratischen Messbereichs mit 7 mm Kantenlänge der Oberfläche der nicht-erfindungsgemäßen Gießwalze gezeigt. In Fig. 5b ist die zugehörige Abbott-Firestone Kurve aufgetragen. Die Oberfläche ist nicht isotrop mit einer Rauheit quer zur Schleifrichtung von nur $0,21(\pm 0,01)\text{ }\mu\text{m}$ und längs zur Schleifrichtung von $0,16(\pm 0,08)\text{ }\mu\text{m}$ sowie einer Spitzendichte RP_c von $10,3(\pm 3,3)$ pro cm quer zur Schleifrichtung und $0,0(\pm 0,2)$ pro cm längs zur Schleifrichtung. Der mittlere quadratische Mittenrauwert R_q ergab sich zu $0,2(\pm 0,1)\text{ }\mu\text{m}$ längs und zu $0,3(\pm 0,0)\text{ }\mu\text{m}$ quer zur Schleifrichtung; die mittlere Rautiefe R_z zu $0,2(\pm 0,1)\text{ }\mu\text{m}$ längs und zu $1,4(\pm 0,1)\text{ }\mu\text{m}$ quer zur Schleifrichtung. Wie aus Fig. 5b ersichtlich liegt zudem ein Flächenanteil S_{mr} von 10 % bei einem Höhenwert c von deutlich unter $20\text{ }\mu\text{m}$ vor. Im

Vergleichsversuch mit dieser nicht erfindungsgemäßen Gießwalze zeigten sich schlechte Bandbildungseigenschaften.

[0054] Durch die beschriebenen Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Gießwalzen lässt sich eine trennmittelfreie Herstellung eines Aluminiumlegierungsbandes mittels Bandguss realisieren. Hierdurch wird insbesondere eine Barriere des Wärmestroms von der Schmelze bzw. Bandschale in die mitlaufende Kokille eliminiert. Dies wirkt sich somit direkt auf die mögliche Produktivität der Gießanlage aus. Des weiteren kann der Einsatz eines Trennmittels, meist als Graphitsuspension zu unerwünschten Belägen auf den erzeugten Bändern führen. Dies wird erfindungsgemäß vermieden. Trotzdem können die Nachteile eines Anhaftens mit den beschriebenen Mitteln effektiv vermieden werden. Somit kann ein qualitativ hochwertiges Aluminiumlegierungsband besonders produktiv bereitgestellt werden.

Patentansprüche

1. Gießwalze (22) oder -kette für eine mitlaufende Kokille (2) einer Bandgussanlage (1) zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbandes (6),
dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche (23) der Gießwalze (22) oder -kette ein Rauheitswert S_a von mehr als $5\text{ }\mu\text{m}$ und eine mittlere Spitzenanzahl $RP_c(0,5\text{ }\mu\text{m})$ von weniger als 42 cm^{-1} aufweist.
2. Gießwalze (22) oder -kette nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche (23) der Gießwalze (22) oder -kette ein Rauheitswert S_a von mehr als $15\text{ }\mu\text{m}$ und/oder eine mittlere Spitzenanzahl $RP_c(0,5\text{ }\mu\text{m})$ von weniger als 35 cm^{-1} aufweist.
3. Gießwalze (22) oder -kette nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche (23) der Gießwalze (22) oder -kette eine Oberflächenstruktur aufweist, welche in einer Abbott-Firestone Kurve bei einem Flächenanteil S_{mr} von 10 % einen Höhenwert c von mindestens $20\text{ }\mu\text{m}$ über dem Null-Niveau aufweist, wobei das Null-Niveau als der Höhenwert bei einem Flächenanteil von 50 % definiert ist.
4. Gießwalze (22) oder -kette nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche (23) der Gießwalze (22) oder -kette einen Rauheitswert S_a von 5 bis $40\text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt 15 bis $30\text{ }\mu\text{m}$, weiter bevorzugt 20 bis $25\text{ }\mu\text{m}$ aufweist.
5. Gießwalze (22) oder -kette nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

- dadurch gekennzeichnet, dass**
die Oberfläche (23) der Gießwalze oder -kette im Wesentlichen isotrop hinsichtlich der Spitzenanzahl ist.
- 5
6. Gießwalze (22) oder -kette nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Oberfläche (23) der Gießwalze (22) oder -kette nach der Strukturierung einem Schliff mit einem Abtrag bis zu 45 μm , bevorzugt zwischen 30 und 40 μm unterzogen wurde.
- 10
7. Gießwalze (22) oder -kette nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest die Oberfläche (23) der Gießwalze (22) oder -kette ein Material mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als 100 W/(m*K), bevorzugt von mehr als 200 W/(m*K), besonders bevorzugt von mehr als 300 W/(m*K) aufweist.
- 15
8. Bandgussanlage (1) zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands umfassend mindestens eine mitlaufende Kokille (2) mit einem Gießspalt (21),
dadurch gekennzeichnet, dass
die mindestens eine mitlaufende Kokille (2) mindestens eine Gießwalze (22) oder -kette nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist.
- 20
- 25
- 30
9. Bandgussanlage (1) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Bandgussanlage (1) Mittel (4) zum Einstellen der Zusammensetzung einer Atmosphäre an der Oberfläche der mitlaufenden Kokille (2) aufweist.
- 35
10. Bandgussanlage (1) nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Bandgussanlage (1) eine vertikale oder horizontale Bandgussanlage (1) ist.
- 40
11. Bandgussanlage (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Bandgussanlage (1) Mittel zum Zuführen einer Aluminiumlegierungsschmelze in einen vor dem Gießspalt (21) ausgebildeten Schmelzepool (3) umfasst, über welche die Aluminiumlegierungsschmelze dem Schmelzepool (3) unterhalb der Oberfläche des Schmelzepools (3) zugeführt werden kann.
- 45
- 50
12. Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumlegierungsbands mittels einer Bandgussanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 11, welches die folgenden Schritte umfasst:
- 55
- Ausbilden eines Schmelzepools (3) aus einer Aluminiumlegierungsschmelze in einem Gießbereich vor der mitlaufenden Kokille (2);
- Stabilisieren einer Oxidschicht (31) auf der Oberfläche des Schmelzepools (3) durch Beaufschlagen der Aluminiumlegierungsschmelze mit einem sauerstoffhaltigen Gasgemisch, beispielsweise Luft;
- Einziehen der Oxidschicht (31) in den Gießspalt (21);
13. Verfahren nach Anspruch 12, umfassend:
- Einstellen einer spezifischen Flächenlast beim Fügen der beim Erstarren der Aluminiumlegierungsschmelze entstehenden Bandschalen von 10 bis 800 kN/m, bevorzugt von 20 bis 400 kN/m, weiter bevorzugt von 100 bis 200 kN/m.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, umfassend:
- Zuführen der Aluminiumlegierungsschmelze in den Schmelzepool (3) unterhalb der Oberfläche des Schmelzepools (3).

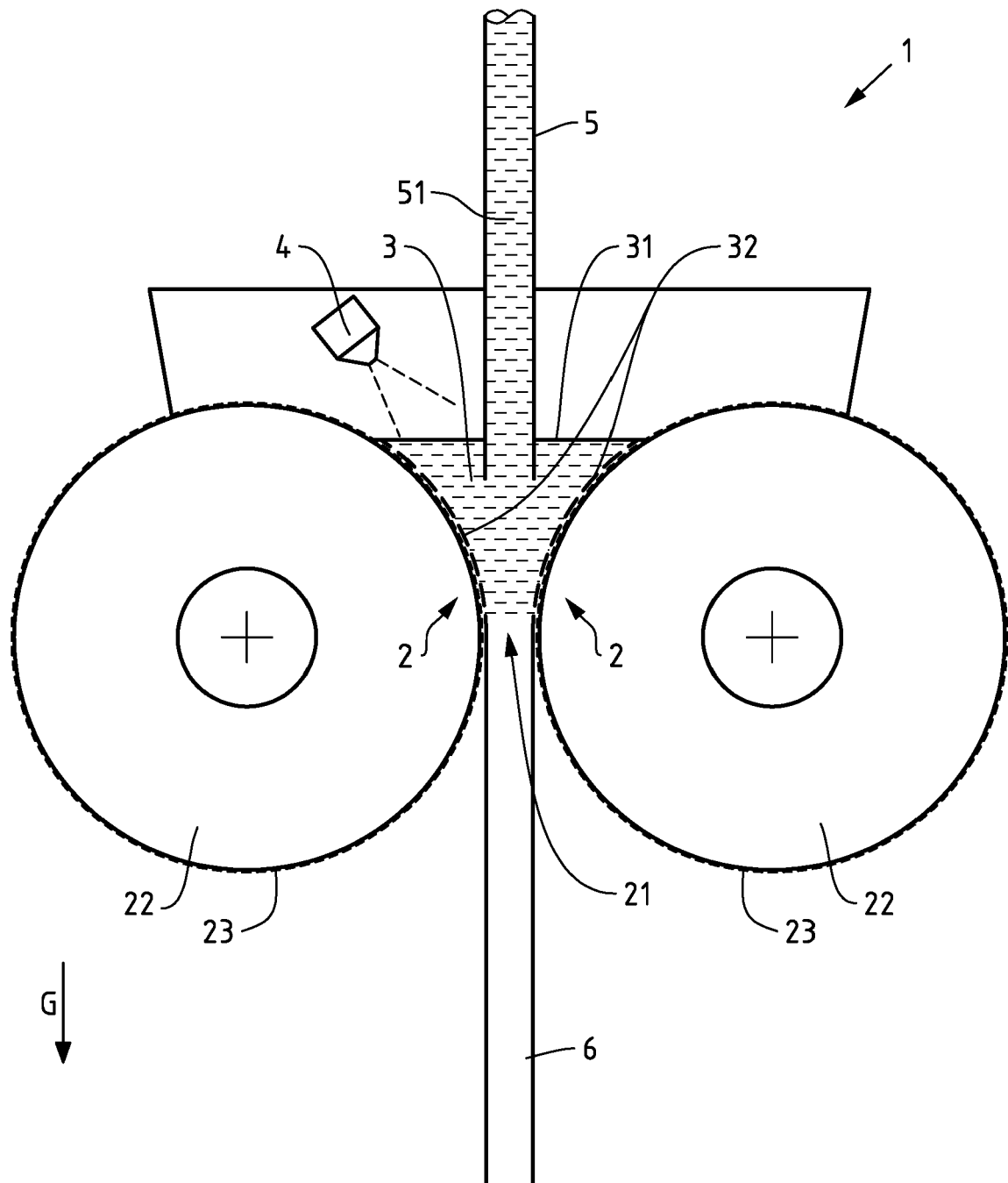


Fig.1

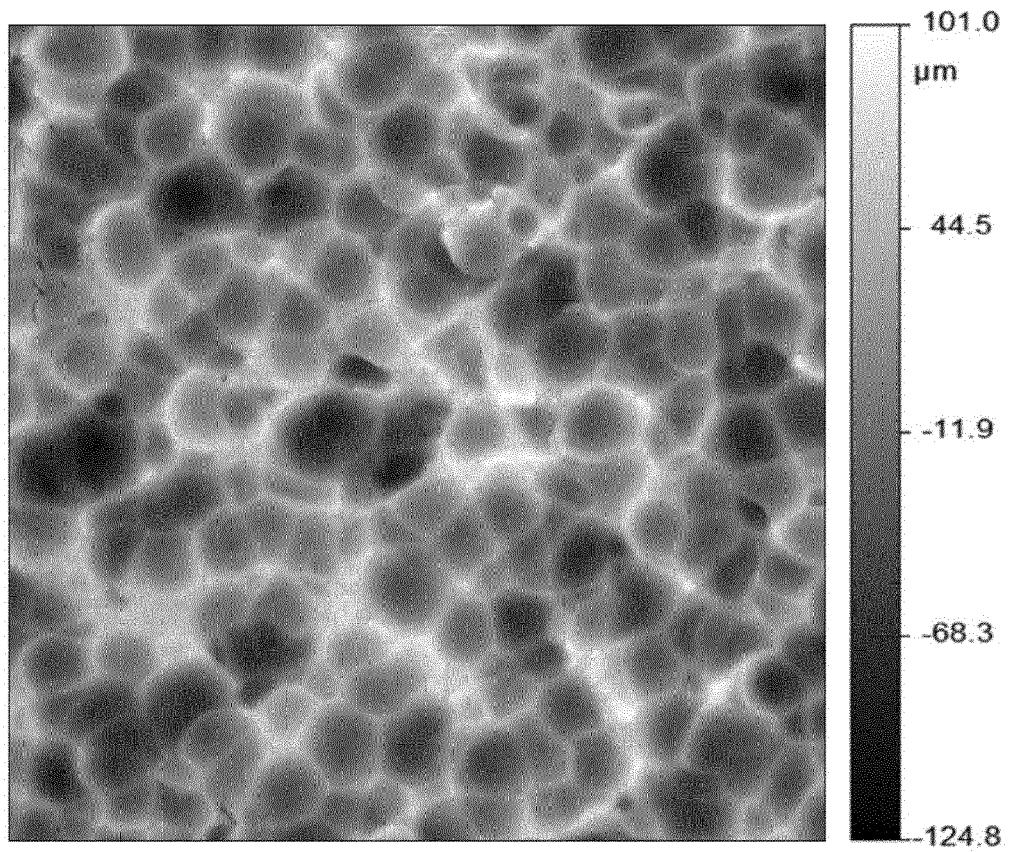


Fig.2a

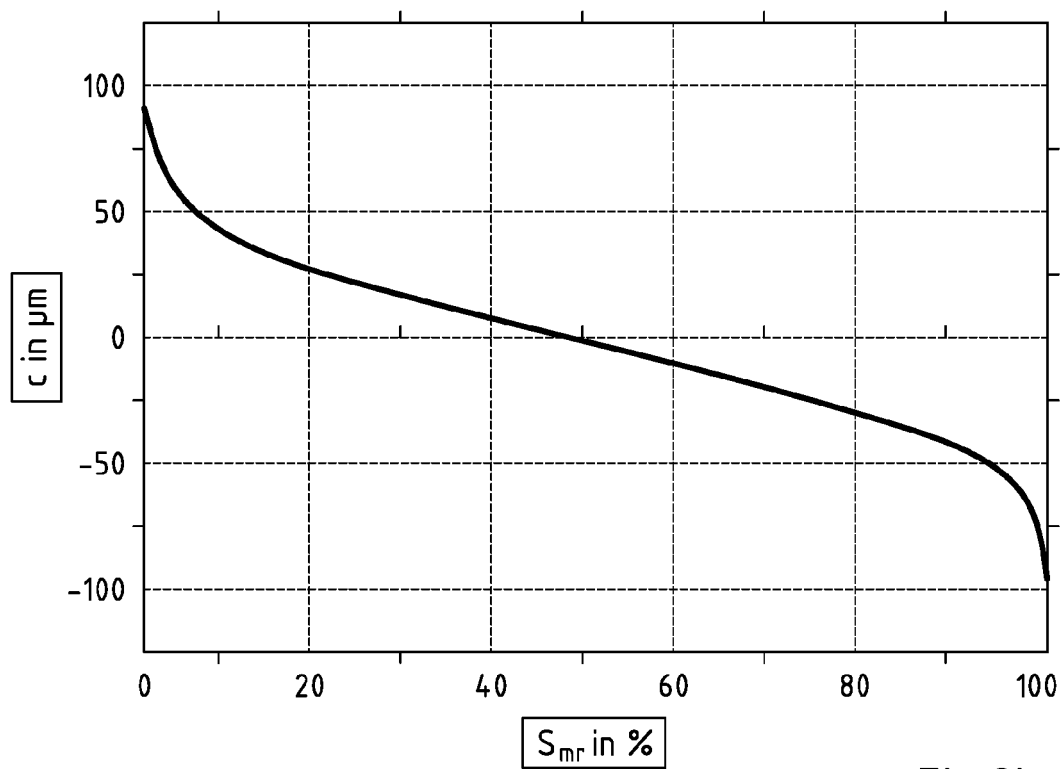


Fig.2b

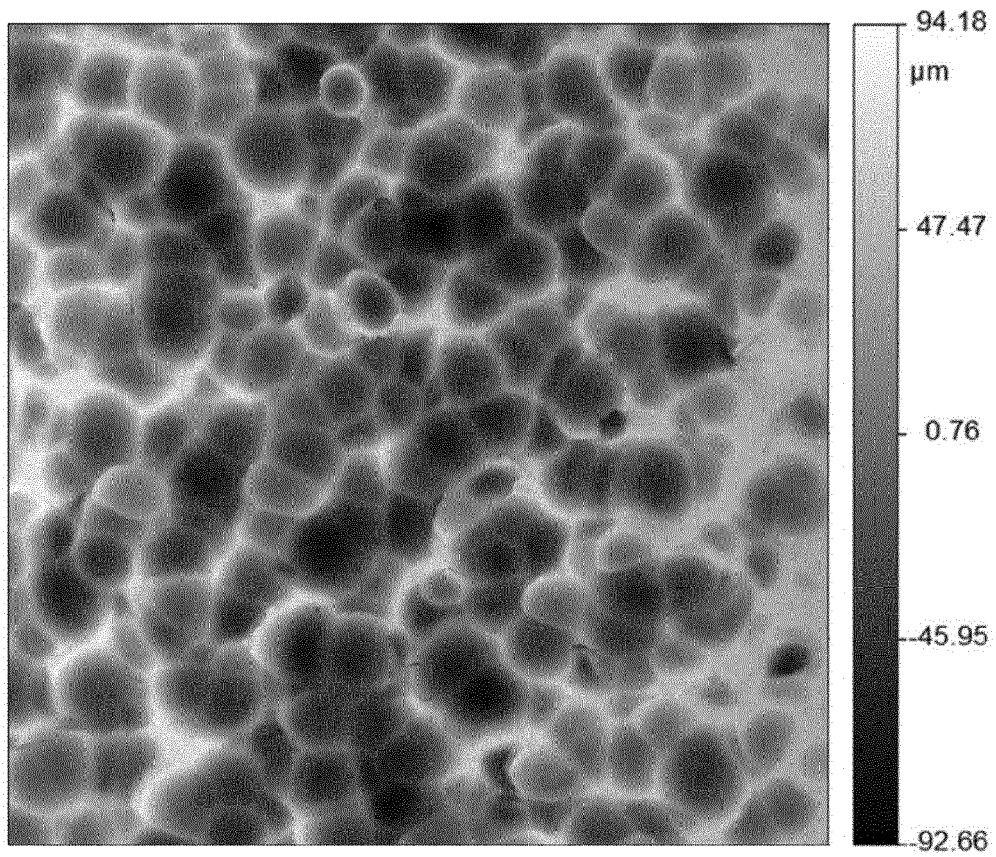


Fig.3a

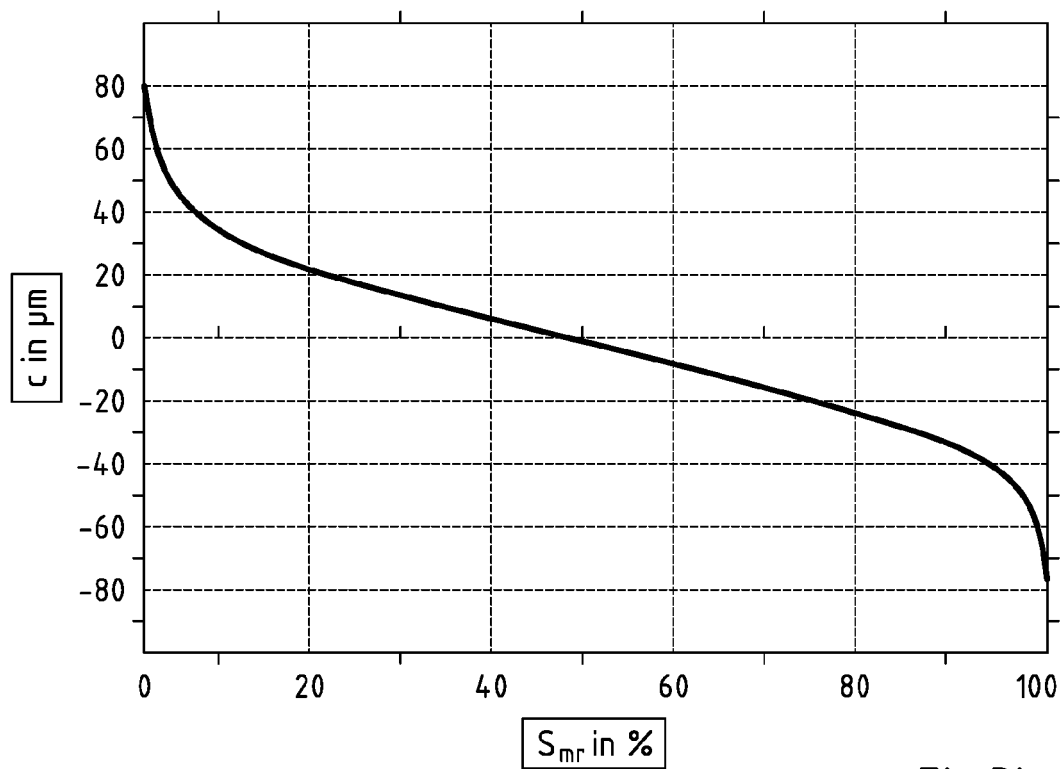


Fig.3b

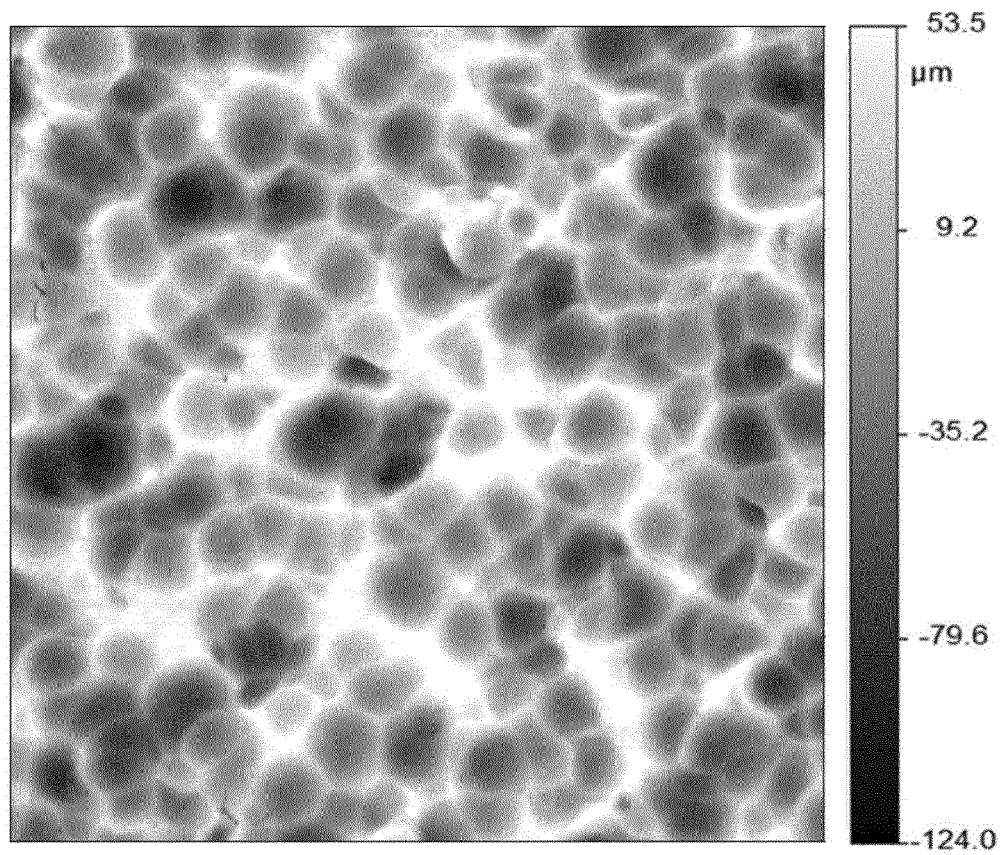


Fig.4a

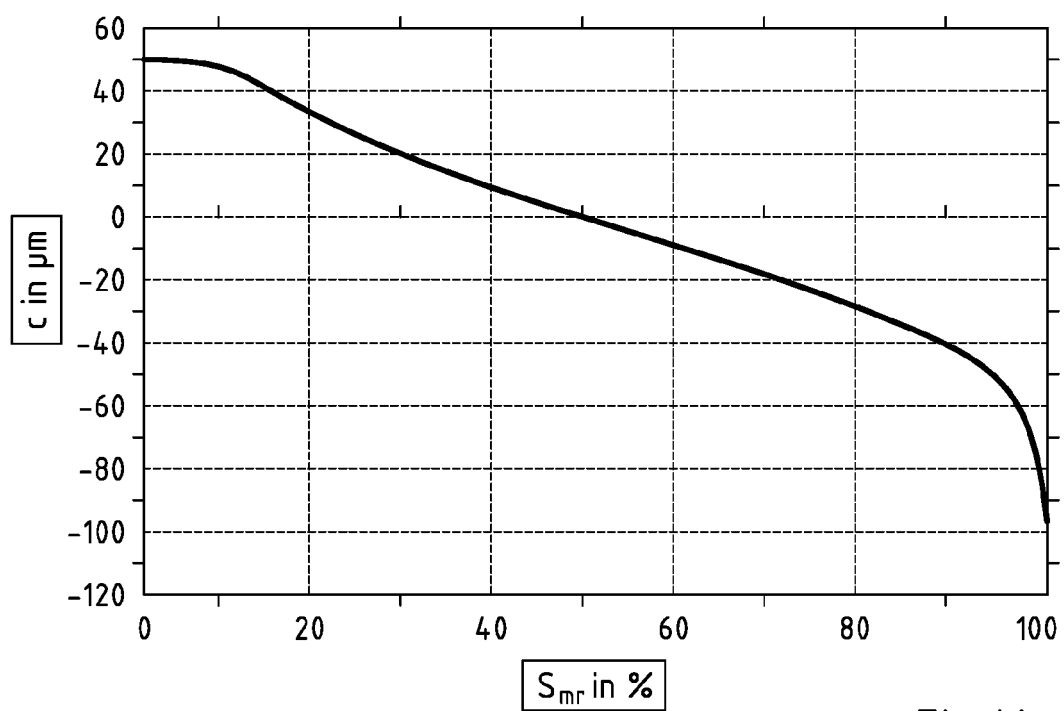


Fig.4b

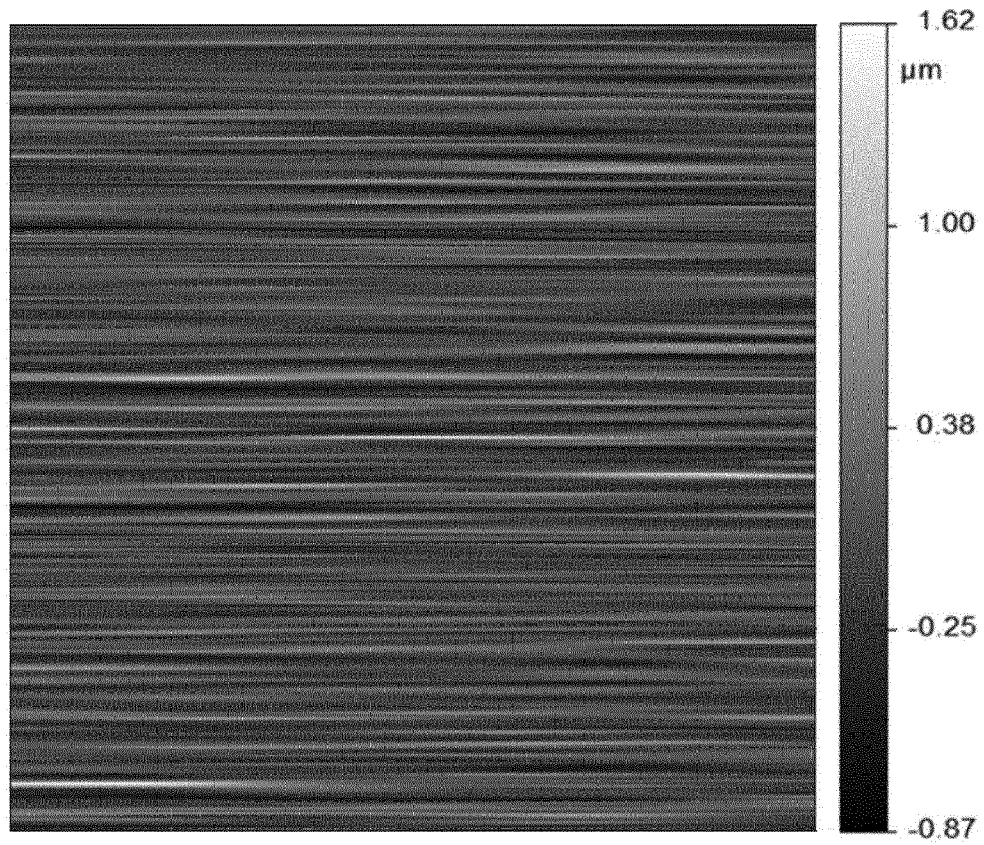


Fig.5a

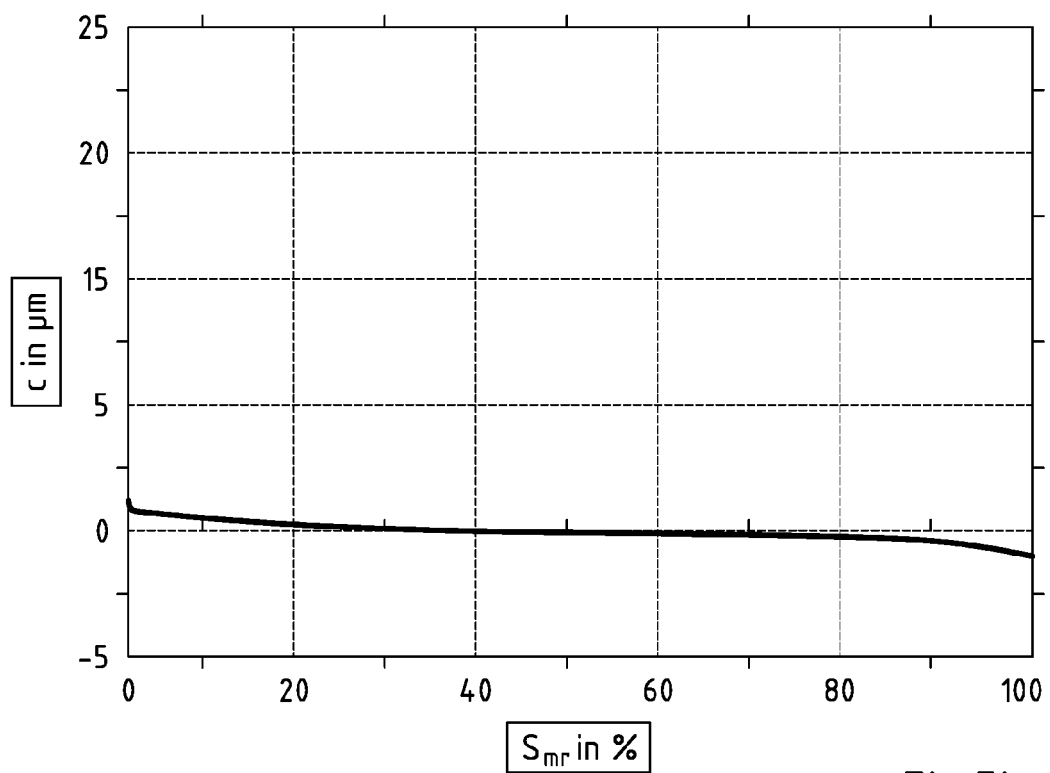


Fig.5b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 15 0174

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	CN 104 002 202 A (BAOSHAN IRON & STEEL) 27. August 2014 (2014-08-27)	1,2,4-8, 10	INV. B22D11/06
Y	* See machine translation, Embodiments	9,11-14	
A	1-3; Absatz [0028] - Absatz [0036]; Anspruch 1; Abbildung 1 *	3	

X	CN 104 002 203 A (BAOSHAN IRON & STEEL) 27. August 2014 (2014-08-27)	1,2,4-8, 10	
Y	* See also Machine translation, "the	9,11-14	
A	specific embodiment" + embodiment 1-3.; Absatz [0045] - Absatz [0058]; Anspruch 1; Abbildung 1 *	3	

X	CN 106 272 087 A (BAOSHAN IRON & STEEL) 4. Januar 2017 (2017-01-04)	1,2,4-8, 10	
Y	* See also machine translation embodiments	9,11-14	
A	1-3; Absatz [0062] - Absatz [0070]; Anspruch 1; Abbildungen 1-2 *	3	

X	US 2010/300643 A1 (ALBRECHT-FRUEH ULRICH [DE] ET AL) 2. Dezember 2010 (2010-12-02)	1,2,4-8, 10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	* Absatz [0007] *	9,11-14	B22D
A	* Absatz [0011] - Absatz [0016] *	3	
	* Absatz [0030] - Absatz [0031] *		
	* Ansprüche 1,2 *		
Y	EP 0 736 350 A1 (USINOR SACILOR [FR]; THYSSEN STAHL AG [DE]) 9. Oktober 1996 (1996-10-09) * Abbildung 1 *	9,11-14	
Y	KR 100 928 768 B1 (POSCO; RES INST IND SCIENCE & TECH) 25. November 2009 (2009-11-25) * Abbildung 2 *	9,11-14	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Mai 2021	
		Prüfer Desvignes, Rémi	
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 21 15 0174

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.

07-05-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 104002202 A	27-08-2014	KEINE	
CN 104002203 A	27-08-2014	KEINE	
CN 106272087 A	04-01-2017	KEINE	
US 2010300643 A1	02-12-2010	DE 102007003548 B3 KR 20090113257 A US 2010300643 A1 WO 2008090192 A1	04-09-2008 29-10-2009 02-12-2010 31-07-2008
EP 0736350 A1	09-10-1996	AT 205760 T AU 698709 B2 BR 9601286 A CA 2173391 A1 CN 1147432 A CZ 289395 B6 DE 69615250 T2 DK 0736350 T3 EP 0736350 A1 ES 2160782 T3 FR 2732627 A1 JP 4016297 B2 JP H08281388 A KR 960037173 A PL 313657 A1 PT 736350 E RO 115944 B1 RU 2147969 C1 SK 43396 A3 TR 199600294 A2 US 5787967 A ZA 962428 B	15-10-2001 05-11-1998 13-01-1998 08-10-1996 16-04-1997 16-01-2002 27-06-2002 26-11-2001 09-10-1996 16-11-2001 11-10-1996 05-12-2007 29-10-1996 19-11-1996 14-10-1996 28-03-2002 30-08-2000 27-04-2000 14-01-1998 21-10-1996 04-08-1998 01-10-1996
KR 100928768 B1	25-11-2009	KEINE	

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

- WO 2004000487 A [0002]