

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Oktober 2019 (17.10.2019)

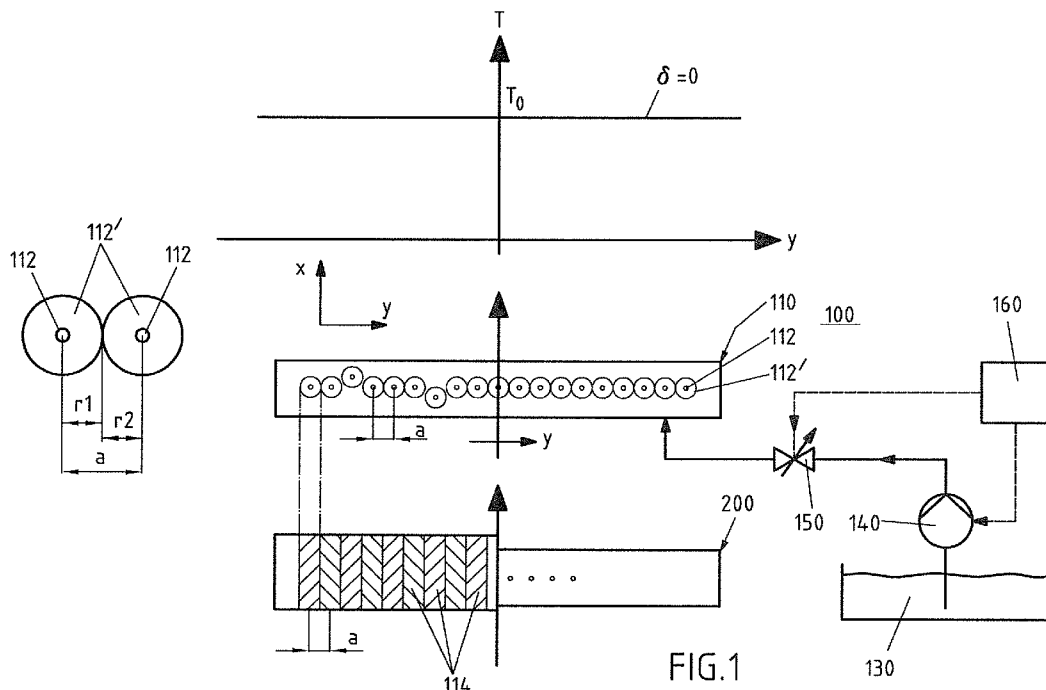


(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/197182 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *B21B 45/02* (2006.01) *B21B 37/74* (2006.01)
- (71) Anmelder: **SMS GROUP GMBH** [DE/DE]; Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/058124
- (72) Erfinder: **GROSSE LORDEMAN, Frederik**; Bor-kumstr. 35, 42579 Heiligenhaus (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 01. April 2019 (01.04.2019)
- (74) Anwalt: **KLÜPPEL, Walter**; HEMMERICH & KOLLEGEN, Hammerstr.2, 57072 Siegen (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2018 205 619.6 13. April 2018 (13.04.2018) DE
10 2018 211 177.4 06. Juli 2018 (06.07.2018) DE

(54) Title: COOLING APPARATUS FOR COOLING A METAL MATERIAL AND METHOD FOR THE PRODUCTION AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung: KÜHLEINRICHTUNG ZUM KÜHLEN EINES METALLISCHEN GUTES SOWIE VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG UND BETRIEB



(57) Abstract: The invention relates to a cooling apparatus (100) for cooling a metal material and to methods for operating and producing the cooling apparatus. The cooling apparatus has at least one cooling beam (110) having a plurality of coolant application elements (112) for applying a coolant to the metal material, wherein each coolant application element (112) has an outlet opening having a cross-sectional area (112') for the outlet of the coolant. In order to be able to adapt such known cooling apparatuses more precisely to different temperature distributions over the width of the metal material to be cooled, according to the invention the density of the cross-sectional areas (112') of the outlet openings of the coolant application elements (112) in the width direction y of the cooling beam (110) is adapted and dimensioned in accordance with the magnitude of the slope of the distribution of the temperature T(y) of the metal material over



WO 2019/197182 A1

SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

the width of the latter before running in under the cooling beam (110).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Kühleinrichtung (100) zum Kühlen eines metallischen Gutes sowie Verfahren zum Betreiben und Herstellen der Kühleinrichtung. Die Kühleinrichtung weist mindestens einen Kühlbalken (110) mit einer Mehrzahl von Kühlmittelbeaufschlagungselementen (112) auf zum Beaufschlagen des metallischen Gutes mit einem Kühlmittel, wobei jedes Kühlmittelbeaufschlagungselement (112) eine Austrittsöffnung mit einer Querschnittsfläche (112') aufweist zum Austreten des Kühlmittels. Um derartige bekannte Kühleinrichtungen noch präziser auf unterschiedliche Temperaturverteilungen über der Breite zu kühlenden metallischen Gutes anpassen zu können, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die Dichte der Querschnittsflächen (112') der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente (112) in Breitenrichtung y des Kühlbalkens (110) nach Maßgabe des Betrags der Steigung der Verteilung der Temperatur $T(y)$ des metallischen Gutes über dessen Breite vor dem Einlauf unter den Kühlbalken (110) zu verteilen bzw. zu bemessen.

Kühleinrichtung zum Kühlen eines metallischen Gutes sowie Verfahren zu deren Herstellung und Betrieb

5

Die Erfindung betrifft eine Kühleinrichtung zum Kühlen eines metallischen Gutes, insbesondere nach einem Walzen des metallischen Gutes. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben dieser Kühleinrichtung sowie ein Verfahren zum Herstellen oder Auswählen eines Kühlbalkens für eine derartige Kühleinrichtung.

10

Derartige Kühleinrichtungen sowie Verfahren zur Herstellung und zum Betrieb von Kühlbalken sind im Stand der Technik grundsätzlich bekannt.

15

So offenbart die WO 2016/189903 A1 einen binären Lösungsansatz, bei dem eine Überkühlung des metallischen Gutes im Kantenbereich ausgeglichen wird durch das Vorsehen von Breitenmaskierungen an den Rändern des metallischen Gutes in Verbindung mit Kühlmittelauffangbehältern.

20

Das europäische Patent EP 2 155 411 B1 offenbart ebenfalls einen Lösungsansatz zur Verringerung einer ungleichförmigen Temperaturverteilung insbesondere an den Rändern eines metallischen Gutes. Auch hier sind Masken für die zur Abdeckung der Ränder vorgesehen, wobei diese Masken jedoch in Breitenrichtung verschiebbar bzw. einstellbar sind und auch eine gewisse Menge an Kühlmittel auf die Ränder des zu kühlenden Gutes durchlassen.

25

Die europäische Patentschrift EP 2 986 400 B1 offenbart einen Kühlbalken mit mehreren Kammern, welche individuell mit dem Kühlmittel beaufschlagt werden können. So lassen sich über der Breite des Düsenbalkens unterschiedliche Drücke oder Volumenströme für das Kühlmittel einstellen. Insbesondere kann die Druck- oder Volumenstromverteilung des Kühlmittels über der Breite des

30

Kühlbalkens an den tatsächlichen Verlauf der Temperatur über der Breite des metallischen Gutes im Einlauf einer Kühleinrichtung angepasst werden. Bei einer konstanten Dichteverteilung der Spritzdüsen an dem Kühlbalken in Breitenrichtung lassen sich so insbesondere lineare Kühlmittelvolumenströme über der Breite des Kühlbalkens einstellen. Dies mag für lineare Temperaturverteilungen über der Breite gut sein.

Die tatsächlichen Verläufe der Temperaturverteilung über der Breite des zu kühlenden metallischen Gutes bzw. des Kühlbalkens verlaufen jedoch in der Regel nicht rein linear, sondern oftmals vielmehr degressiv oder progressiv. In diesen Fällen ist die in der EP' 400 B1 offenbarte lineare Verteilung des Kühlmittels in einzelnen Breitenabschnitten des Kühlbalkens im Hinblick auf eine gewünschte größere Genauigkeit bei der Kompensation von vorgegebenen Temperaturprofilen nicht zielführend. Insbesondere kann dies mitunter zu einer unerwünschten Überkühlung der Ränder des metallischen Gutes führen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine bekannte Kühleinrichtung sowie bekannte Verfahren zu deren Herstellung und Betrieb dahingehend weiterzubilden, dass die von der Kühleinrichtung erzeugte Kühlwirkung auf das metallische Gut besser an eine reale Einlauf-Temperaturverteilung angepasst werden kann.

Diese Aufgabe wird vorrichtungstechnisch durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Demnach ist die erfindungsgemäße Kühleinrichtung dadurch gekennzeichnet, dass die Dichte der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente in Breitenrichtung des Kühlbalkens nach Maßgabe des Betrags der Steigung der Verteilung der Temperatur des metallischen Gutes über dessen Breite vor dem Einlauf unter den Kühlbalken verteilt und bemessen ist.

30

Der Begriff „Dichte der Querschnittsflächen“ bedeutet im Rahmen der vorliegenden Beschreibung die Summe der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente pro Flächeneinheit des Kühlbalkens. Vereinfacht ausgedrückt bezeichnet diese Dichte das Verhältnis von

5 Austrittsfläche für das Kühlmittel zu Flächeneinheit an dem Kühlbalken. Alternativ zu der Querschnittsfläche der Austrittsöffnung an dem Kühlmittelbeaufschlagungselement kann der Begriff „Querschnittsfläche“ auch die Querschnittsfläche eines Sprühflecks auf dem zu kühlenden Gut bedeuten.

10 Durch die beanspruchte Verteilung der Dichte der Querschnittsflächen nach Maßgabe bzw. entsprechend dem Betrag der Steigung der Verteilung der Temperatur des metallischen Gutes über dessen Breite ist es möglich, die Kühlleistung – auch bei Beaufschlagung des metallischen Gutes mit einem konstanten Kühlmittel-Volumenstroms oder Kühlmitteldruck – sehr viel genauer an

15 die tatsächlichen Temperaturverhältnisse in dem metallischen Gut anzupassen. Insbesondere können auch progressive oder degressive Temperaturverläufe sehr genau kompensiert bzw. gekühlt werden. Wenn die Temperatur beispielsweise zu den Rändern des metallischen Gutes hin abfällt, wird die Steigung zu den Rändern hin zunehmend größer und dementsprechend ist die Dichte der

20 Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente zu verringern. Umgekehrt gilt: Wenn die Temperatur zu den Rändern hin beispielsweise ansteigt, dann bedarf es einer stärkeren Kühlung, was dadurch erreicht wird, dass die Kühlmittelaustrittsfläche der Beaufschlagungselemente in den entsprechenden Breitenbereichen vergrößert

25 wird.

Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel wird festgestellt, dass die Dichte der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente repräsentiert wird bzw. repräsentiert werden kann durch den auf die

30 Breitenrichtung des Kühlbalkens projizierten Abstand zwischen zwei benachbarten Kühlmittelbeaufschlagungselementen. Konkret wird vorgeschlagen, dass dieser

projizierte Abstand in Breitenrichtung des Kühlbalkens zu einem Rand des Kühlbalkens hin vergrößert wird, wenn die Temperatur des metallischen Gutes zu diesem Rand des Kühlbalkens hin abfällt. Aufgrund des Abfallens der Temperatur ist dann in diesen Breitenbereichen weniger Kühlleistung erforderlich, was
5 dadurch erreicht wird, dass der projizierte Abstand zwischen einzelnen, insbesondere benachbarten Düsen vergrößert wird. Dies ist gleichbedeutend mit einer Verringerung der Dichte der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente.

10 Zum Grundverständnis der vorliegenden Erfindung ist es wichtig, zu verstehen, dass trotz der beanspruchten Abhängigkeit zwischen der Dichte der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen und dem Betrag der Steigung die Dichte der Querschnittsflächen keineswegs null werden muss, wenn der Betrag der Steigung null ist, d. h. wenn die Temperaturverteilung in Breitenrichtung
15 konstant ist. Typischerweise ist dann auch die Dichte der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen in Breitenrichtung über dem entsprechenden Breitenabschnitt konstant, aber typischerweise ungleich null, genauer gesagt größer null.

Wie bereits oben erwähnt, bietet die Erfindung den Vorteil, dass auch bei einer
20 Beaufschlagung des zu kühlenden Gutes mit einem konstanten Volumenstrom bzw. einem konstanten Druck des Kühlmittels über der Breite des Kühlbalkens die besagte genaue Anpassung der Kühlleistung an den tatsächlichen Temperaturverlauf bereits alleine durch die entsprechende beanspruchte Dichteverteilung der Kühlmittelbeaufschlagungselemente mit ihren jeweiligen
25 Querschnittsflächen erreicht werden kann. Dem steht nicht entgegen, dass neben der beanspruchten Verteilung der Dichte der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen auch zusätzlich der Volumenstrom oder der Druck des Kühlmittels in einzelnen Breitenbereichen unterschiedlich eingestellt werden kann, um die Verteilung des Kühlmittels und der Kühlleistung in Breitenrichtung an die
30 reale Temperaturverteilung anzupassen.

Der Kühlbalken kann zu diesem Zweck vorzugsweise mit mehreren einzelnen Kühlkammern ausgebildet sein, die entsprechend unterschiedlich mit Kühlmittel beaufschlagt werden. Dies erfolgt typischerweise über den einzelnen Kammern zugeordnete Ventile, die von einer Steuereinrichtung entsprechend individuell angesteuert werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die oben genannte Aufgabe der Erfindung wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben der beanspruchten Kühleinrichtung nach Anspruch 5, wobei der Druck oder Volumenstrom des Kühlmittels, mit welchem die Kühlmittelbeaufschlagungselemente versorgt werden, für alle Kühlmittelbeaufschlagungselemente des Kühlbalkens gleich eingestellt wird.

Die oben genannte Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch ein Verfahren zum Herstellen oder Auswählen eines Kühlbalkens für eine Kühleinrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche gemäß Anspruch 7 gelöst. Die beanspruchte Auswahl eines Kühlbalkens betrifft den Fall, dass der Anwender eine Mehrzahl von unterschiedlichen Kühlbalken auf Lager liegen hat und er für einen bestimmten Anwendungsfall jeweils einen geeigneten Kühlbalken auswählen muss.

Die Vorteile der beanspruchten Verfahren entsprechen den oben mit Bezug auf die beanspruchte Kühleinrichtung genannten Vorteilen.

Der Erfindung sind drei Figuren beigelegt, wobei

Figur 1 die erfindungsgemäße Kühleinrichtung 100 mit einer Dichteverteilung der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

Figur 2 die erfindungsgemäße Kühleinrichtung mit einem Kühlbalken mit einer Verteilung der Dichte der Querschnittsflächen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel; und

5

Figur 3 die Kühleinrichtung mit einem Kühlbalken mit einer Verteilung der Dichte der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel

10 zeigt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der genannten Figuren in Form von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben. In allen Figuren sind gleiche technische Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

15

Figur 1 zeigt in der Mitte die erfindungsgemäße Kühleinrichtung 100 zum Kühlen eines metallischen Gutes 200, wie es in dem unteren Teilbild von Figur 1 gezeigt ist. Die Kühleinrichtung 100 umfasst mindestens einen Kühlbalken 110 mit einer Mehrzahl von Kühlmittelbeaufschlagungselementen 112. Dabei kann es sich um Spritzdüsen, Schlitze oder U-Rohre mit entsprechenden Austrittsöffnungen für das Kühlmittel handeln. Die in Figur 1 gezeigten Punkte bzw. kleinen Kreise innerhalb des Kühlbalkens 110 repräsentieren jeweils die Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112. Die konzentrischen Kreise um die Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 herum symbolisieren die jeweiligen Querschnittsflächen 112' der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112. Der Kühlbalken 110 wird mit Hilfe einer Pumpe 140 mit Kühlmittel beaufschlagt, welches mit Hilfe der Pumpe 140 aus einem Tank 130 in den Kühlbalken gepumpt wird. Das Pumpen des Kühlmittels erfolgt über ein Ventil 150, welches, vorzugsweise genauso wie die Pumpe 140 von einer Steuereinrichtung 160 individuell eingesteuert wird. Der Kühlbalken, bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel bildet lediglich eine Kammer für das Kühlmittel aus;

30

dementsprechend werden alle Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 über der gesamten Breite des Kühlbalkens mit demselben Druck oder demselben Volumenstrom an Kühlmittel beaufschlagt.

5 Die Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 sind in Figur 1 an der Unterseite des Kühlbalkens 110 in Form von parallelen Reihen in Breitenrichtung angeordnet. Gemäß einem Ausführungsbeispiel kann dies so sein; diese Reihenanzordnung ist jedoch keineswegs zwingend. Alternativ können die Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 auch beliebig an der Unterseite des
10 Kühlbalkens verteilt angeordnet sein. Es ist auch nicht erforderlich, dass die Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 in mehreren parallelen Reihen angeordnet sein müssen; beispielsweise können die Kühlmittelbeaufschlagungselemente auch in lediglich einer Reihe in Breitenrichtung nebeneinander angeordnet sein. Auch können beispielsweise
15 einzelne der Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 z. B. in y-Richtung versetzt angeordnet sein. Im Sinne der Erfindung kommt es lediglich auf die Verteilung der Dichte der Querschnittsflächen in Breitenrichtung y des Kühlbalkens 110 an. Der Abstand zwischen zwei in Breitenrichtung beabstandeten Kühlmittelbeaufschlagungselementen bzw. deren entsprechenden
20 Querschnittsflächen ist in Figur 1 mit a bezeichnet.

Bei dem in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel ist die Dichte der Querschnittsflächen 112' der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 in Breitenrichtung y des Kühlbalkens 110 gleichverteilt. Diese
25 Gleichverteilung ist erfindungsgemäß bedingt durch die in Figur 1 über dem Kühlbalken 110 gezeigte gleichverteilte Temperatur des metallischen Gutes über seiner Breite y. Die Temperatur beträgt hier beispielhaft T_0 und ist über der gesamten Breite des metallischen Gutes konstant, d. h. die Steigung δ der T-Verteilung ist hier Null. In diesem Fall ist über der gesamten Breite des
30 Kühlbalkens eine gleiche Kühlleistung erforderlich, die jedoch ungleich null, genauer gesagt größer null sein muss. Dies wird durch die besagte

Gleichverteilung der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente realisiert. In der Konsequenz bedeutet dies, dass die durch die Kühlmittelbeaufschlagung erzeugten Kühlmittelspuren auf dem zu kühlenden metallischen Gut vorzugsweise ohne axialen Abstand dicht aneinander liegen, wie dies in der unteren Abbildung von Figur 1 gezeigt ist.

Generell gilt, dass die Querschnittsflächen 112' der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 an dem Kühlbalken 110 alle gleich groß sein können, aber nicht müssen. So können als Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 beispielsweise Spritzdüsen mit jeweils zylinderförmigem Kühlmittelstrahl vorgesehen sein, wobei die Querschnittsflächen 112 der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 einander berühren, wie dies in Figur 1 in einer Detailfigur von Figur 1 gezeigt ist. Bei der konstanten Temperaturverteilung und konstanten Dichteverteilung der Querschnittsflächen empfiehlt sich die Verwendung von Spritzdüsen mit jeweils gleichen Querschnittsflächen; deren Radien r_1 und r_2 wären dann gleich groß bemessen. Grundsätzlich besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Querschnittsflächen unterschiedlich groß zu wählen, insbesondere mit dann unterschiedlich großen Radien r_1 und r_2 .

Der erfindungsgemäße Kühlbalken wird jeweils individuell im Hinblick auf eine vorgegebene Temperaturverteilung des metallischen Gutes vor Einlauf in die Kühleinrichtung hergestellt oder ausgewählt. Unterschiedliche Temperaturverteilungen erfordern unterschiedliche Dichteverteilungen der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente. Für die Herstellung sind erfindungsgemäße folgende Schritte durchzuführen:

Zunächst muss die Temperatur-Verteilung des zu kühlenden metallischen Gutes über dessen Breite vor Einlauf unter den Kühlbalken ermittelt werden. Diese ermittelte Temperatur-Verteilung ist dann im Hinblick auf Breitenabschnitte Δy

auszuwerten, in welchen die Temperatur ansteigt, konstant bleibt oder abfällt. Diese Auswertung erfolgt durch Auswerten bzw. Ermitteln der Steigung der Temperaturverteilung. Im Sinne der Erfindung wird die Temperaturverteilung als ein funktionaler Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Breitenrichtung des metallischen Gutes bzw. des Kühlbalkens verstanden, wobei dieser funktionale Zusammenhang durch Interpolation von einzelnen Temperaturmesswerten in Breitenrichtung ermittelt werden kann.

Für die vorliegende Erfindung ist das Vorzeichen der Steigung nicht von Bedeutung; deswegen sind jeweils die Beträge der Steigungen an einzelnen Orten bzw. Punkten in Breitenrichtung zu ermitteln. Der erfindungsgemäße Kühlbalken ist dann derart mit Kühlmittelbeaufschlagungselementen in Breitenrichtung auszustatten, dass die Dichte der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen, d. h. die Dichte der Kühlmittelaustrittsflächen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente in Breitenrichtung des Kühlbalkens nach Maßgabe des Betrags der Steigung der Verteilung der Temperatur des metallischen Gutes über dessen Breite vor dem Einlauf unter den Kühlbalken verteilt und bemessen ist. Bei einem Anstieg der Temperatur zu den Rändern des metallischen Gutes hin ist auch die Dichte der Querschnittsflächen der Austrittsöffnungen zu vergrößern, weil dann in den Randbereichen mehr Kühlleistung erforderlich ist. Umgekehrt ist bei einem Abfall der Temperatur zu den Rändern des metallischen Gutes hin weniger Kühlleistung erforderlich; deshalb genügt es dort die Dichte der Querschnittsflächen dann geringer zu bemessen als in dem Mittenbereich des metallischen Gutes bzw. des Kühlbalkens.

Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung. Es unterscheidet sich von dem in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel darin, dass die Dichte der Querschnittsflächen 112' der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 in Breitenrichtung des Kühlbalkens 110 zu den Rändern des Kühlbalkens bzw. des metallischen Gutes hin abnimmt. Dementsprechend werden in diesem Ausführungsbeispiel die Ränder des

metallischen Gutes weniger stark gekühlt als dessen Mittenbereich. Dies ist der in dem oberen Teilbild von Figur 2 gezeigten Temperaturverteilung geschuldet, wo erkennbar ist, dass die Temperaturverteilung zu den Rändern hin abfällt. Die Steigungen der Tangenten an die Temperaturverteilung sind dort mit δ bezeichnet.

5

Die verringerte Dichte der Querschnittsflächen in den Randbereichen des Kühlbalkens wird bei dem zweiten Ausführungsbeispiel dadurch realisiert, dass die Abstände zwischen den durch die Kühlmittelbeaufschlagung erzeugten Kühlmittelspuren 114 auf dem zu kühlenden metallischen Gut zu den Rändern hin größer werden. Insbesondere können diese Abstände a , a_1 , a_2 , a_3 größer null sein, d. h. die Kühlmittelspuren müssen nicht unmittelbar benachbart sein und dicht aneinander, sondern beabstandet zueinander liegen.

10

Aufgrund des zunehmenden Abfalls der Temperatur zu den Rändern des Metallbandes 200 hin, werden auch die Abstände a , a_1 , a_2 , a_3 zu den Rändern hin zunehmend größer.

15

Figur 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei die Dichte der Querschnittsflächen 112' der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente 112 in Breitenrichtung y des Kühlbalkens 110 zunimmt. Vereinfacht bedeutet dies, dass in den Randbereichen mehr Kühlmittelbeaufschlagungselemente bzw. Kühlmittelbeaufschlagungselementen mit größeren Kühlmittelaustrittsflächen angeordnet sind. Dadurch können die von den einzelnen Kühlmittelbeaufschlagungselementen bzw. deren Kühlmittelstrahlen auf dem zu kühlenden metallischen Gut 200 verursachten Kühlmittelspuren 114 zu den Rändern hin zunehmend überlappen, wie dies in dem unteren Teilbild von Figur 3 dargestellt ist. Die Abstände a , a_1 , a_2 , a_3 werden deshalb zu den Rändern hin zunehmend kleiner. Diese besagte Dichteverteilung der Kühlmittelbeaufschlagungselemente bzw. deren Querschnittsflächen ist der in der oberen

Abbildung von Figur 3 gezeigten Temperaturverteilung geschuldet. Bei diesem dritten Ausführungsbeispiel steigt die Temperatur gegenüber dem Mittenbereich

20

25

30

des metallischen Gutes zu dessen Rändern hin an. Die Steigung der Temperaturverteilung ist auch hier wieder mit dem Bezugszeichen δ gekennzeichnet.

Bezugszeichenliste

5	100	Kühleinrichtung
	110	Kühlbalken
	112	Kühlmittelbeaufschlagungselement
	112'	Querschnittsfläche der Austrittsöffnung des Kühlmittelbeaufschlagungselementes
10	114	Kühlmittelspuren
	130	Tank für Kühlmittel
	140	Pumpe
	150	Ventil
	160	Steuereinrichtung
15	200	zu kühlendes metallisches Gut

a, a1, a2, a3 Abstand

r1, r2 Radius der Querschnittsfläche der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente

20 T Temperatur

x Massenflussrichtung bzw. Transportrichtung des metallischen Gutes

y Breitenrichtung des Kühlbalkens und des metallischen Gutes

δ Steigung der Tangente an die Temperaturverteilung

25

Patentansprüche:

5

1. Kühleinrichtung (100) zum Kühlen eines metallischen Gutes (200),
aufweisend:
mindestens einen Kühlbalken (110) mit einer Mehrzahl von
Kühlmittelbeaufschlagungselementen (112) zum Beaufschlagen des
10 metallischen Gutes mit einem Kühlmittel, wobei jedes
Kühlmittelbeaufschlagungselement eine Austrittsöffnung mit einer
Querschnittsfläche (112') aufweist zum Austreten des Kühlmittels;
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dichte der Querschnittsflächen (112') der Austrittsöffnungen der
15 Kühlmittelbeaufschlagungselemente (112) in Breitenrichtung (y) des
Kühlbalkens (110) nach Maßgabe des Betrags der Steigung (δ) der
Verteilung der Temperatur des metallischen Gutes (200) über dessen
Breite (y) vor dem Einlauf unter den Kühlbalken (110) verteilt und
bemessen ist; und
20 dass die Dichte der Querschnittsflächen nach Maßgabe der Temperatur-
Verteilung in einer Breitenrichtung zunimmt, wenn die Temperatur in dieser
Breitenrichtung ansteigt; oder umgekehrt.

15

20

25

30

2. Kühleinrichtung (100) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dichte der Querschnittsflächen (112') der Austrittsöffnungen der
Kühlmittelbeaufschlagungselemente repräsentiert ist durch den auf die
Breitenrichtung y des Kühlbalkens (110) projizierten Abstand a zwischen
zwei benachbarten Kühlmittelbeaufschlagungselementen; und
dass der projizierte Abstand a zwischen zwei benachbarten
Kühlmittelbeaufschlagungselementen in Breitenrichtung y des Kühlbalkens

zu einem Rand des Kühlbalkens hin größer wird, wenn die Temperatur des metallischen Gutes (200) zu diesem Rand des Kühlbalkens (100) hin abfällt; oder

dass der projizierte Abstand a zwischen zwei benachbarten

5 Kühlmittelbeaufschlagungselementen (112) in Breitenrichtung y des Kühlbalkens (110) zu einem Rand des Kühlbalkens hin kleiner wird, wenn die Temperatur des metallischen Gutes (200) zu diesem Rand des Kühlbalkens (100) hin ansteigt.

10 3. Kühleinrichtung (100) nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass es sich bei den Kühlmittelbeaufschlagungselementen (112) jeweils um Spritzdüsen mit kreisförmiger Querschnittsfläche und zylinderförmigem Spritzstrahl handelt;

15 dass eine erste Spritzdüse eine Querschnittsfläche mit dem Radius r_1 und eine zweite zu der ersten benachbarte Spritzdüse eine Querschnittsfläche mit dem Radius r_2 aufweist; und

20 dass - in denjenigen Breitenbereichen in welchen der Betrag der Steigung der Temperatur-Verteilung Null ist - für den auf die Breitenrichtung des Kühlbalkens projizierten Abstand a zwischen der ersten und der zweiten Spritzdüse gilt: $a=r_1+r_2$.

4. Kühleinrichtung (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche gekennzeichnet durch

25 einen Tank (130) für das Kühlmittel;

eine Pumpe (140) zum Pumpen des Kühlmittels über mindestens ein Ventil (150) in den Kühlbalken oder in einzelne Kammern des Kühlbalkens; und

eine Steuereinrichtung (160) zum individuellen Ansteuern des Ventils (150) im Hinblick auf einen gewünschten Druck oder Volumenstrom des

30 Kühlmittels in dem Kühlbalken oder dessen Kammern.

5. Verfahren zum Betreiben der Kühleinrichtung (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck oder der Volumenstrom des Kühlmittels mit welchem die Kühlmittelbeaufschlagungselemente versorgt werden, für alle Kühlmittelbeaufschlagungselemente (112) des Kühlbalkens (110) gleich eingestellt wird.
6. Verfahren zum Betreiben der Kühleinrichtung (100) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Kühlbalkens (110) eine Mehrzahl von Kammern ausgebildet sind, denen jeweils andere Kühlmittelbeaufschlagungselemente (112) zugeordnet sind; dass die Ventile und eine Steuereinrichtung zum Ansteuern der Ventile vorgesehen sind zum individuellen Einstellen des Druckes oder des Volumenstromes des Kühlmittels in jeder der Kammern mit ihren zugeordneten Kühlmittelbeaufschlagungselementen (112).
7. Verfahren zum Herstellen oder Auswählen eines Kühlbalkens (110) für eine Kühleinrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4; aufweisend folgende Schritte:
- Ermitteln der Temperatur-Verteilung $T(y)$ des zu kühlenden metallischen Gutes (200) über dessen Breite y vor dem Einlauf unter den Kühlbalken (110);
- Auswerten der Temperatur-Verteilung $T(y)$ im Hinblick auf Breitenabschnitte Δy des Gutes (200), in welchen die Temperatur ansteigt, konstant bleibt oder abfällt durch Auswerten der Steigung der Temperaturverteilung; Ermitteln der Beträge der Steigungen; und
- Herstellen oder Auswählen eines solchen Kühlbalkens (110) für die Kühleinrichtung (100) bei welchem die Dichte der Querschnittsflächen

(112') der Austrittsöffnungen der Kühlmittelbeaufschlagungselemente in Breitenrichtung y des Kühlbalkens (110) nach Maßgabe des Betrags der Steigung der Verteilung der Temperatur des metallischen Gutes über dessen Breite vor dem Einlauf unter den Kühlbalken (110) verteilt und bemessen ist.

5

1/3

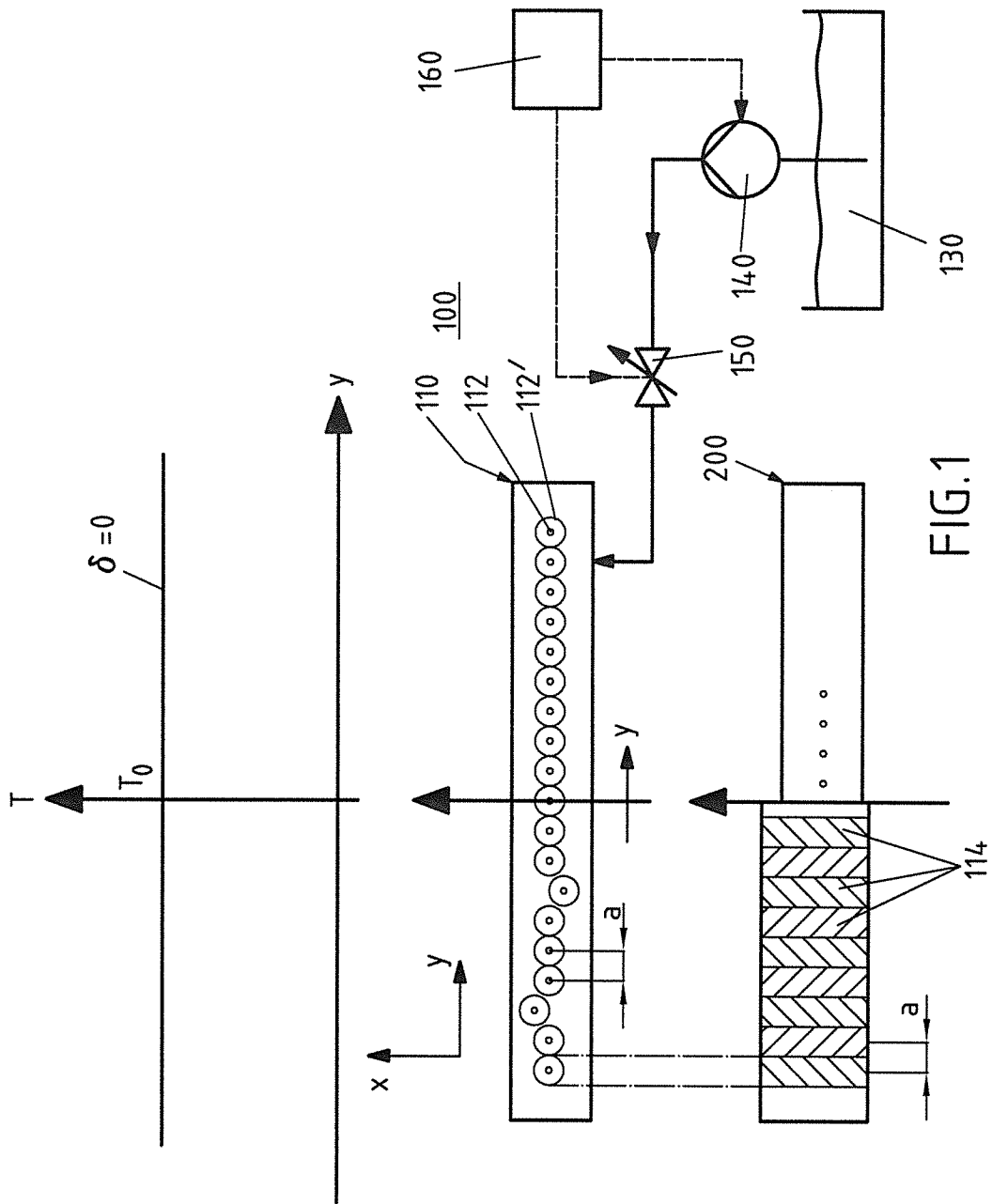
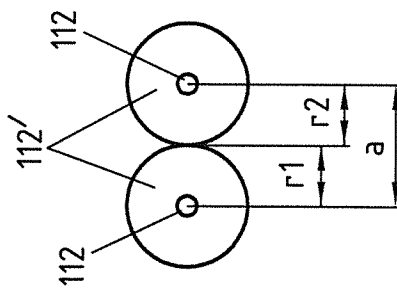


FIG.1



2/3

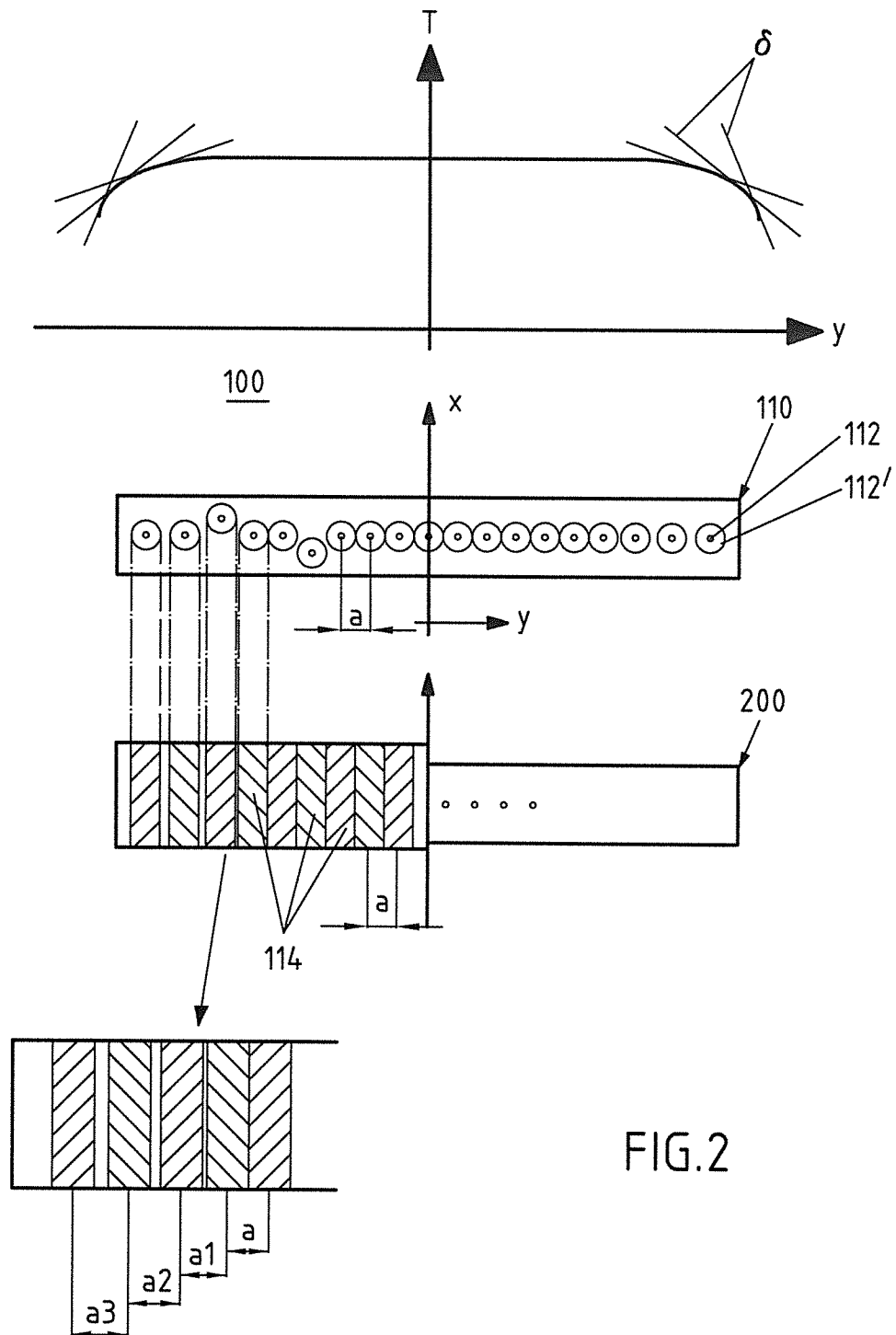


FIG.2

3/3

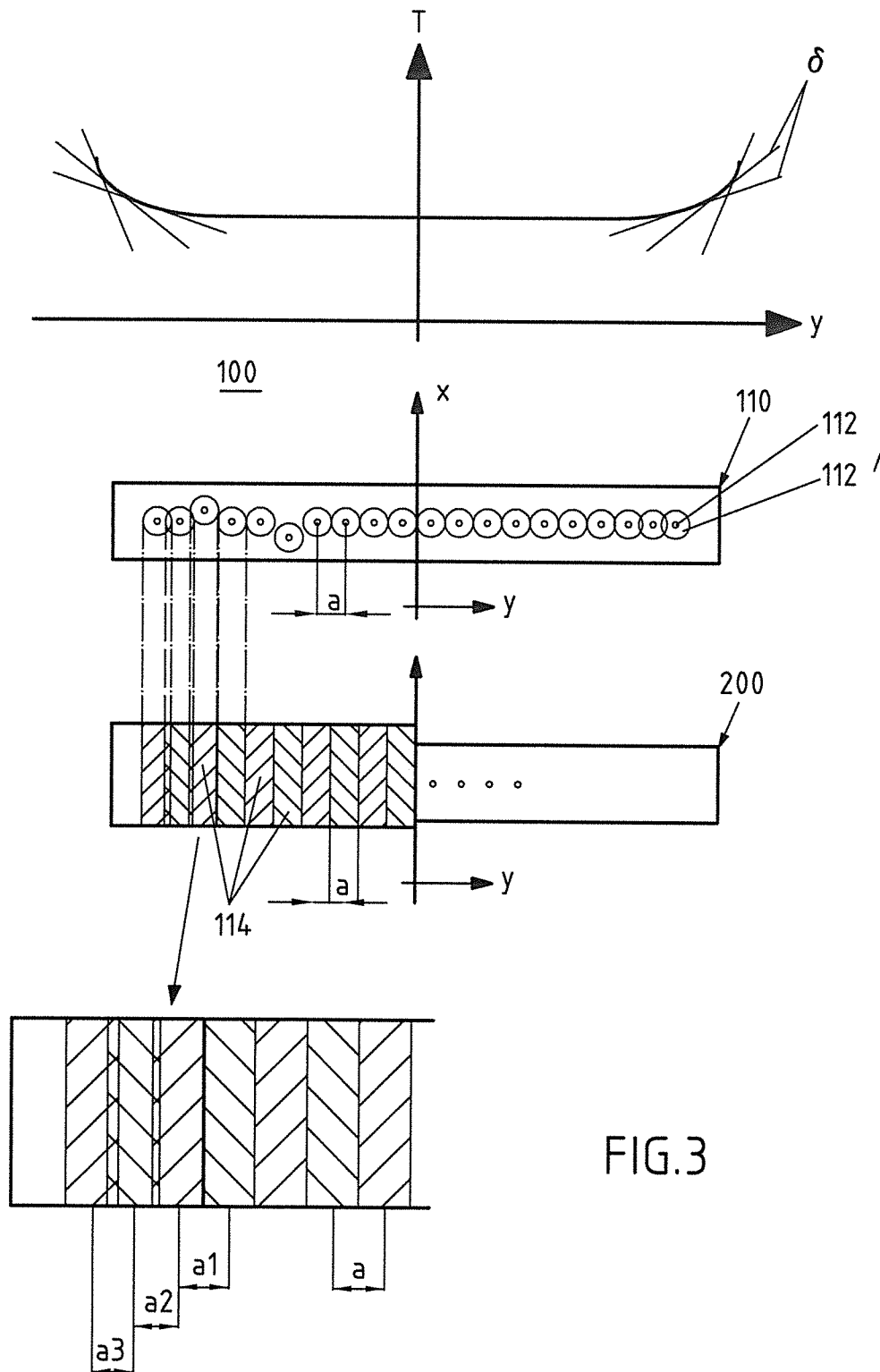


FIG.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/058124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B21B 45/02</i> (2006.01)i; <i>B21B 37/74</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B21B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2015113832 A1 (LOI THERMPROCESS GMBH [DE]) 06 August 2015 (2015-08-06) claims 1-6,8-12; figures 1-3	1-5 6 7
Y	EP 2986400 A1 (PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA GMBH [AT]) 24 February 2016 (2016-02-24) cited in the application claims 1-2; figures 1-2	6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 13 June 2019		Date of mailing of the international search report 27 June 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Forciniti, Marco Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/058124

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2015113832	A1	06 August 2015	DE	102014001146	A1	06 August 2015
				EP	3099829	A1	07 December 2016
				WO	2015113832	A1	06 August 2015
<hr/>							
EP	2986400	A1	24 February 2016	CN	105188975	A	23 December 2015
				EP	2792428	A1	22 October 2014
				EP	2986400	A1	24 February 2016
				JP	6110015	B2	05 April 2017
				JP	2016515474	A	30 May 2016
				KR	20150143746	A	23 December 2015
				RU	2015141167	A	17 May 2017
				US	2016052033	A1	25 February 2016
				WO	2014170139	A1	23 October 2014
<hr/>							

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/058124

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B21B45/02 B21B37/74
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B21B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2015/113832 A1 (LOI THERMPROCESS GMBH [DE]) 6. August 2015 (2015-08-06)	1-5
Y	Ansprüche 1-6,8-12; Abbildungen 1-3	6
A		7
Y	----- EP 2 986 400 A1 (PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA GMBH [AT]) 24. Februar 2016 (2016-02-24) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-2; Abbildungen 1-2 -----	6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. Juni 2019	27/06/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Forciniti, Marco
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/058124

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015113832	A1	06-08-2015	DE 102014001146 A1
			EP 3099829 A1
			WO 2015113832 A1

EP 2986400	A1	24-02-2016	CN 105188975 A
			EP 2792428 A1
			EP 2986400 A1
			JP 6110015 B2
			JP 2016515474 A
			KR 20150143746 A
			RU 2015141167 A
			US 2016052033 A1
			WO 2014170139 A1
