

(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  
19. September 2019 (19.09.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/174826 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation: *B21B 45/02* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/053000
- (22) Internationales Anmeldedatum: 07. Februar 2019 (07.02.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 203 640.3 12. März 2018 (12.03.2018) DE  
10 2018 219 276.6 12. November 2018 (12.11.2018) DE
- (71) Anmelder: SMS GROUP GMBH [DE/DE]; Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf (DE).
- (72) Erfinder: ALKEN, Johannes; Morgenstraße 24, 57076 Siegen (DE). BERG, Henning; Zum Hammerseifen 1, 57223 Kreuztal (DE). KIESSLING-ROMANUS, Jens; Kleiststraße 27, 57072 Siegen (DE).
- (74) Anwalt: KLÜPPEL, Walter; Hemmerich & Kollegen, Hammerstr.2, 57072 Siegen (DE).
- (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,

(54) Title: COOLING UNIT OF A LAMINAR COOLING DEVICE

(54) Bezeichnung: KÜHLGRUPPE EINER LAMINARKÜHLVORRICHTUNG

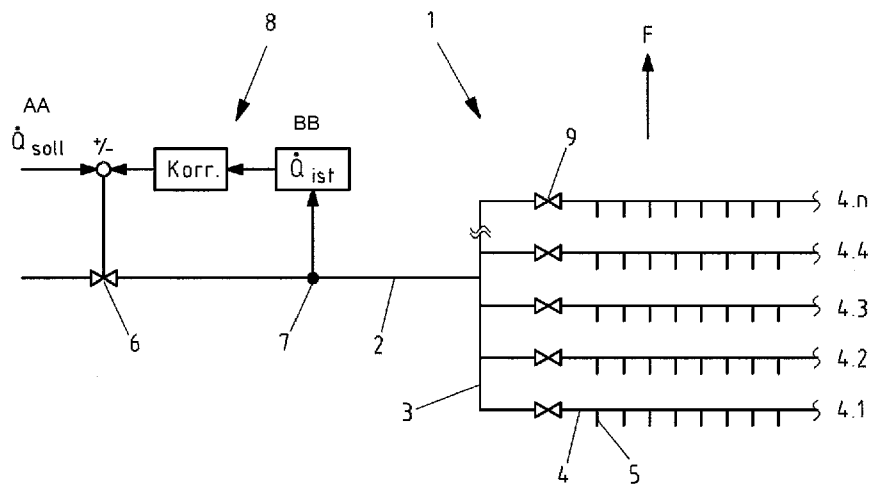


FIG.1

AA Qtarget  
BB Qactual

(57) Abstract: The invention relates to a cooling unit of a laminar cooling device (1). At least one cooling unit of the cooling device is arranged above and below a strip to be cooled in order to supply the strip with a cooling liquid, comprising a central inlet (2), via which cooling liquid is supplied, a distributing tube (3) which is supplied with cooling liquid by the central inlet (2), and a number of supplying units (4) which are supplied with cooling liquid from the distributing tube (3). Each supplying unit (4) is equipped with a number of cooling nozzles (5), via which cooling liquid is discharged onto the strip. In order to minimize the influence of the number of supplying units which are switched on or switched off, and thus have as little expenditure as possible, a volumetric flow rate regulating valve is arranged in or in front of the central inlet (2), said regulating valve being used to conduct a defined volume of cooling liquid through the central inlet (2) per unit of time.



WO 2019/174826 A1

OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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)

---

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung (1), von der mindestens eine oberhalb und unterhalb eines zu kühlenden Bandes angeordnet ist, um das Band mit einer Kühlflüssigkeit zu beaufschlagen, umfassend einen zentralen Zulauf (2), über den Kühlflüssigkeit zugeführt wird, ein vom zentralen Zulauf (2) mit Kühlflüssigkeit versorgtes Verteilerrohr (3) und eine Anzahl Beaufschlagungseinheiten (4), die vom Verteilerrohr (3) mit Kühlflüssigkeit versorgt werden, wobei an jeder Beaufschlagungseinheit (4) eine Anzahl Kühldüsen (5) angeordnet ist, über die Kühlflüssigkeit auf das Band ausgebracht wird. Um den Einfluss der Anzahl der zu-bzw. abgeschalteten Beaufschlagungseinheiten zu minimieren und hierbei einen möglichst geringen Investitionsaufwand zu haben, sieht die Erfindung vor, dass im oder vor dem zentralen Zulauf (2) ein Volumenstromregelventil angeordnet ist, mit dem ein definiertes Volumen an Kühlflüssigkeit pro Zeit durch den zentralen Zulauf (2) geleitet wird.

## Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung, von der mindestens eine oberhalb und unterhalb eines zu kühlenden Bandes angeordnet ist, um das Band mit einer Kühlflüssigkeit zu beaufschlagen, umfassend einen zentralen Zulauf, über den Kühlflüssigkeit zugeführt wird, ein vom zentralen Zulauf mit Kühlflüssigkeit versorgtes Verteilerrohr und eine Anzahl Beaufschlagungseinheiten, die vom Verteilerrohr mit Kühlflüssigkeit versorgt werden, wobei an jeder Beaufschlagungseinheit eine Anzahl Kühldüsen angeordnet ist, über die Kühlflüssigkeit auf das Band ausgebracht wird.

Typischerweise ist eine gattungsgemäße Laminarkühlvorrichtung (Laminarkühlstrecke) zum Kühlen von gewalztem Metallband in einzelne Kühlgruppen unterteilt. Jede Kühlgruppe besteht aus einem zentralen Zulauf und einem Verteilerrohr, welches in mindestens vier oder mehr Beaufschlagungseinheiten (Kühlbalken) mündet, die oberhalb oder unterhalb des zu kühlenden Metallbandes angeordnet sind. Die Gruppen, die unmittelbar hinter dem Walzprozesses angeordnet sind, werden vorzugsweise mit einer höheren Durchflussmenge belegt als die am Kühlende befindlichen bzw. diejenigen, welche kurz vor dem Haspel angeordnet sind.

Gattungsgemäße Kühlvorrichtungen offenbaren beispielsweise die CN 103861879, die CN 102397888, die CN 102513385 und die CN 203419952 U.

Das Einstellen einer definierten Abkühlkurve setzt eine bestimmte Kühlstrategie voraus, gemäß der einzelne Beaufschlagungseinheiten einer Kühlgruppe die Wassermengen so freisetzen, dass die vorgegebene Abkühlkurve erreicht und bei sich ändernden Prozessparametern (zum Beispiel Änderung der Walzgeschwindigkeit oder Endwalztemperatur) die angestrebte Solltemperatur während des Aufhaspelns (Haspeltemperatur) eingehalten wird.

Voraussetzung dafür ist, dass aus den einzelnen Beaufschlagungseinheiten immer die genau vorgesehene, im besten Fall gleiche Wassermenge austritt, unabhängig davon, welcher Schaltzustand in der Kühlgruppe auftritt.

- 5 Hierzu ist nach einer ersten vorbekannten Lösung vorgesehen, dass der Zulauf zu einer Kühlgruppe durch einen mit dem Kühlwasser gefüllten Hochbehälter erfolgt, durch den ein fester Vordruck an der Zuführung der Kühlgruppe gegeben ist. Unmittelbar vor den einzelnen Beaufschlagungseinheiten befinden sich die Schaltarmaturen, die entweder vollständig geöffnet oder vollständig geschlossen  
10 sind, je nachdem, ob aus der jeweiligen Einheit Kühlwasser auf das Metallband aufgebracht werden soll oder nicht.

Nachteilig ist bei dieser Konstellation, dass der eigentlich konstante Vordruck je nach Strömungsgeschwindigkeit in den Leitungssystemen zu einem Druckverlust  
15 führt, der die strömende Wassermenge in den Beaufschlagungseinheiten je nach Schaltzustand verringert. Damit geht nachteilig einher, dass die individuelle Durchflussmenge durch eine Beaufschlagungseinheit abhängig von dem Schaltzustand der gesamten Gruppe ist. Eine Kühlstrategie zum Bandkühlen kann damit nur ungenau arbeiten.

20

Nach einer zweiten vorbekannten Lösung ist vorgesehen, dass vor jeder Beaufschlagungseinheit eine Durchflussregelung angeordnet wird. Hierdurch wird dann die gewünschte Menge unabhängig vom Vordruck eingestellt.

- 25 Nachteilig ist allerdings bei dieser Lösung, dass der hierfür zu treibende Aufwand hoch ist und daher eine hohe Investition erforderlich ist; ferner ist der regelungstechnische Aufwand hier deutlich höher als bei der zuvor beschriebenen Variante.

- 30 Der Erfindung liegt daher die **A u f g a b e** zugrunde, eine Laminarkühlvorrichtung der eingangs genannten Art so zu gestalten, dass der Einfluss der Anzahl der zu-

bzw. abgeschalteten Beaufschlagungseinheiten auf die Strömungsgeschwindigkeit und -menge des Wassers minimal bleibt. Hierbei ist allerdings dafür Sorge zu tragen, dass der Investitionsaufwand möglichst gering bleibt.

- 5 Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass im oder vor dem zentralen Zulauf ein Volumenstromregelventil angeordnet ist, mit dem ein definiertes Volumen an Kühlflüssigkeit pro Zeit durch den zentralen Zulauf geleitet wird.
- 10 Mit der erfindungsgemäßen Lösung wird auf einfache, jedoch effektive Weise sichergestellt, dass den Beaufschlagungseinheiten genau diejenige Flüssigkeitsmenge zur Verfügung steht, die zum Einstellen der Kühlrate erforderlich ist. Ein Druckverlust auf der kurzen Leitungsstrecke ist vernachlässigbar bei Berücksichtigung der unten stehenden Auslegungs-
- 15 merkmale, so dass die Beaufschlagungseinheiten einer Kühlgruppe gleichmäßig versorgt werden können.

Die Laminarkühlvorrichtung ist vorzugsweise ausgebildet, durch eine oberhalb oder unterhalb des zu kühlenden Bandes angeordnete Vorrichtung einen

20 Volumenstrom zwischen 30 und 200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> h pro Bandseite zu leiten.

Der Querschnitt des Verteilerrohrs und der Querschnitt der Beaufschlagungseinheiten stehen vorzugsweise in einem Verhältnis von mindestens 1,0; besonders bevorzugt ist für das Verhältnis ein Wert von mindestens 1,5

25 vorgesehen.

Im Falle der Anordnung der Laminarkühlvorrichtung oberhalb des zu kühlenden Bandes ist diese bevorzugt so ausgebildet, dass das Verhältnis der

— Strömungsgeschwindigkeit im Verteilerrohr zur Strömungsgeschwindigkeit in der

30 Beaufschlagungseinheit im Bereich zwischen 0,6 und 3,0 beträgt.

Im Falle der Anordnung der Laminarkühlvorrichtung unterhalb des zu kühlenden Bandes beträgt das Verhältnis der Strömungsgeschwindigkeit im Verteilerrohr zur Strömungsgeschwindigkeit in der Beaufschlagungseinheit bevorzugt im Bereich zwischen 0,2 und 1,0.

5

Die Reynolds-Zahl im zentralen Zulauf, im Verteilerrohr und/oder in den Beaufschlagungseinheiten liegt bevorzugt zwischen 2.000 und 3.000. Die Reynoldszahl ist dabei das Produkt aus der Dichte des Kühlmediums mit der Strömungsgeschwindigkeit und der charakteristischen Länge (Bezugslänge) des durchströmten Körpers geteilt durch die dynamische Viskosität des Kühlmediums.

10

Die Laminarkühlvorrichtung ist bevorzugt so ausgebildet, dass der Druck in einer oberhalb des Bandes angeordneten Beaufschlagungseinheit oberhalb von 0,05 bar gehalten wird.

15

Sie ist bevorzugt so ausgebildet, dass der Druck in einer unterhalb des Bandes angeordneten Beaufschlagungseinheit oberhalb von 0,025 bar gehalten wird.

Die Einstellung des Volumenstrom-Regelventil wird dabei bevorzugt aus der Beziehung

20

$$\dot{Q}_{SOLL} = \sum_{i=1}^n \dot{Q}_{SOLL(4.n)}$$

ermittelt, wobei

25

 $\dot{Q}_{SOLL}$ 

der gesamte Soll-Volumenstrom und

 $\dot{Q}_{SOLL(4.n)}$ 

die Soll-Teilvolumenströme in den einzelnen Beaufschlagungseinheiten (4.1, 4.2, ...) ist.

In diesem Falle ist bevorzugt vorgesehen, dass der Soll-Volumenstrom mit einer Regelstrecke geregelt wird, mit der das Volumenstrom-Regelventil in seiner Einstellung verändert wird, vorzugsweise unter Berücksichtigung eines Korrekturwertes zur Durchflussmengeneinstellung.

Die Kühlwassermenge einer jeden Beaufschlagungseinheit wird gemäß der Vorgabe einer an sich bekannten Kühlstrategie berechnet. Der gesamte Kühlmittelbedarf ergibt sich gemäß obiger Formel aus der Summe der Kühlmittelmengen der einzelnen Beaufschlagungseinheiten (1 bis n). Die Kühlmittelmengen der einzelnen Beaufschlagungseinheiten kann in den einzelnen Einheiten gleich oder unterschiedlich sein.

Bevorzugt sind mindestens sechs, besonders bevorzugt mindestens acht Beaufschlagungseinheiten in Förderrichtung des Bandes aufeinander folgend in einer Kühlgruppe angeordnet.

Das vorgeschlagene Konzept stellt demgemäß darauf ab, vor jede Kühlgruppe ein Volumenstromregelventil zu setzen, welches die gewünschte Durchflussmenge in der Gruppe unabhängig vom Vordruck regelt. Weiterhin sind die Durchmesser-Verhältnisse (Querschnittsverhältnisse) der Zuleitungen zu den Kühlbalken in spezieller Weise gewählt. Hiermit wird gewährleistet, dass das Zu- oder Abschalten von Beaufschlagungseinheiten (gleichgültig in welcher Konstellation) der Gruppe keinerlei Einfluss auf die lokale Durchflussmenge einer einzelnen Beaufschlagungseinheit hat.

Bevorzugt ist also eine gruppenweise geregelte Kühlstrecke vorgesehen, bei der eine spezifische Beaufschlagungsmenge zwischen 30 und 200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> h pro Bandseite vorgesehen ist. Das Querschnittsverhältnis zwischen Verteilerrohr/Kühlbalken beträgt dabei mindestens 1,0, vorzugsweise mindestens 1,5. Das Geschwindigkeitsverhältnis zwischen Verteilerrohr/Beaufschlagungseinheit der

oberen Kühlgruppe liegt bevorzugt zwischen 0,6 und 3,0; dasjenige der unteren Kühlgruppe bevorzugt zwischen 0,2 und 1,0.

5 Der Betriebsdruck der oberen Beaufschlagungseinheit beträgt mindestens 0,050 bar, derjenige der unteren Beaufschlagungseinheit mindestens 0,025 bar.

Mit der vorgeschlagenen Lösung wird eine Kühlanlage zur Kühlung einer Bramme bzw. eines Bandes bereitgestellt, mit der eine verbesserte Kühlwirkung erreicht werden kann.

10

Der Durchfluss des Kühlmittels wird direkt gemessen und geregelt, so dass ein vorgegebener Wert des Volumenstroms präzise eingehalten werden kann. Hierzu ist mindestens eine Regelstrecke vorgesehen, um einen Durchflussmengenbereich zu regeln. Hierfür sind mindestens ein Durchflussmesser und mindestens  
15 ein Regelventil vorgesehen, die an entsprechenden Positionen der Zuleitung angeordnet sind.

Hiermit kann die Menge des Kühlmittels sowie die beaufschlagte Fläche variiert werden.

20

Die Kühlanlage und deren Kühlleistung werden bevorzugt in ein Prozessmodell eingebunden.

Mit der vorgeschlagenen Vorrichtung bzw. der entsprechenden Verfahrensweise  
25 kann eine Verbesserung hinsichtlich der Regelgenauigkeit und der Regelgeschwindigkeit der Kühlbeaufschlagung erreicht werden (beispielsweise hinsichtlich des „Band speedup“, der Gefügeeinstellung sowie der Inhomogenität des Bandes).

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die einzige Figur zeigt in schematischer Darstellung eine Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung, die die Oberseite eines nicht dargestellten Bandes kühlt.

5 Die Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung 1 umfasst im Ausführungsbeispiel fünf Beaufschlagungseinheiten 4 in Form von Kühlbalken, die in Förderrichtung F des (nicht dargestellten) Bandes aufeinanderfolgend angeordnet sind. Vorzugsweise werden 6 bis 8 Beaufschlagungseinheiten 4 zu einer Kühlgruppe zusammengeslossen. Aus Gründen der vereinfachten Darstellung ist in Figur 1  
10 hierauf verzichtet worden. Die Kühlbalken 4 sind mit einer Vielzahl von Kühldüsen 5 versehen, die Kühlmittel von oben auf das (nicht dargestellte) Band aufbringen.

Die Versorgung mit Kühlmittel erfolgt durch einen zentralen Zulauf 2 von dem aus ein Verteilerrohr 3 mit Kühlmittel gespeist wird. Vom Verteilerrohr 3 gelangt das  
15 Kühlmittel zu den Kühlbalken 4.

Wesentlich ist, dass im oder vor dem zentralen Zulauf 2 ein Volumenstrom-Regelventil 6 angeordnet ist, mit dem ein definiertes Volumen an Kühlflüssigkeit pro Zeit durch den zentralen Zulauf 2 geleitet wird.

20 Der Durchfluss durch den zentralen Zulauf wird mittels der Durchflussmessung 7 direkt gemessen und anhand des Messergebnisses geregelt. Für jeden Durchflussmengenbereich ist jeweils (mindestens) eine Regelstrecke 8 vorgesehen, in der der gemessene Ist-Wert mit dem Soll-Wert verglichen wird und gegebenenfalls mit einem Korrekturwert (Korr.) zur Durchflussmengeneinstellung  
25 das Regelventil 6 in seiner Einstellung verändert wird. Je nach der Durchflussmenge sind mindestens ein Durchflussmesser und/oder ein Regelventil an separaten Leitungen eingesetzt.

30 Durch Ventile 9 können einzelne Beaufschlagungseinheiten 4.n in ihrer Durchflussmenge eingestellt, aber auch zu- oder abgeschaltet werden. Dadurch

kann nicht nur die Kühlrate, sondern auch die Beaufschlagungsfläche variiert werden. Alternativ kann das Ventil 9 auch als reines Schaltventil (An/Aus) zur ausschließlichen Einstellung der Schaltfläche ausgebildet sein. Durch die Einbindung in eine Regelung können Veränderungen in der Sollwertvorgabe des  
5 Kühlmittelbedarfs hinsichtlich der Kühlrate und/oder der Kühlfläche einzelner Beaufschlagungseinheiten ohne negative Auswirkungen ausgeglichen werden.

Die Kühlmittelmenge und die Beaufschlagungsfläche können dabei variiert werden. Die Regeleinrichtung regelt gegen den Gegendruck (mindestens 40 %  
10 des Gesamtdruckverlustes) eine Blende und ermöglicht so eine stufenlose, volumengesteuerte Wassermengenversorgung insbesondere zwischen 40 % und 100 % der Gesamtwassermenge.

Durch die Durchflussmessung kann der gewünschte Schaltzustand überprüft bzw.  
15 in der Automatisierung überwacht werden.

Zusätzlich kann eine Funktionalität für die Überprüfung der Funktionseinheit der Kühleinrichtung bzw. der Beaufschlagungseinheiten vorgesehen werden. Hierzu kann im Betrieb eine aktive Reaktion im Rahmen eines Prozessmodells ermöglicht  
20 werden. Im Wartungszyklus können Fehlfunktionen festgestellt werden.

Die komplette Wasserwirtschaft kann hierbei eingebunden sein und über die berechneten und eingestellten Wassermengen die Pumpensteuerung vorgenommen werden. So wird nur die zur Kühlaufgabe notwendige Massemenge  
25 durch die Pumpen freigegeben.

## Bezugszeichenliste

	1	Kühlgruppe der Laminarkühlvorrichtung
5	2	zentraler Zulauf
	3	Verteilerrohr
	4	Beaufschlagungseinheit (Kühlbalken)
	4.1	Beaufschlagungseinheit (Kühlbalken)
	4.2	Beaufschlagungseinheit (Kühlbalken)
10	4.3	Beaufschlagungseinheit (Kühlbalken)
	4.4	Beaufschlagungseinheit (Kühlbalken)
	4.n	Beaufschlagungseinheit (Kühlbalken)
	5	Kühldüse
	6	Volumenstrom-Regelventil
15	7	Durchflussmessung
	8	Regelstrecke
	9	Ventil
	F	Förderrichtung
20		

## Patentansprüche:

- 5 1. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung (1), von der mindestens eine oberhalb und unterhalb eines zu kühlenden Bandes angeordnet ist, um das Band mit einer Kühlflüssigkeit zu beaufschlagen, umfassend einen zentralen Zulauf (2), über den Kühlflüssigkeit zugeführt wird, ein vom zentralen Zulauf (2) mit Kühlflüssigkeit versorgtes Verteilerrohr (3) und eine Anzahl Beaufschlagungseinheiten (4), die vom Verteilerrohr (3) mit Kühlflüssigkeit versorgt werden, wobei an jeder Beaufschlagungseinheit (4) eine Anzahl Kühldüsen (5) angeordnet ist, über die Kühlflüssigkeit auf das Band ausgebracht wird,
- 10 dadurch gekennzeichnet,
- 15 dass im oder vor dem zentralen Zulauf (2) ein Volumenstrom-Regelventil (6) angeordnet ist, mit dem ein definiertes Volumen an Kühlflüssigkeit pro Zeit durch den zentralen Zulauf (2) geleitet wird.
- 20 2. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass diese ausgebildet ist, durch eine oberhalb oder unterhalb des zu kühlenden Bandes angeordnete Vorrichtung einen Volumenstrom zwischen 30 und 200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> h pro Bandseite zu leiten.
- 25 3. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Verteilerrohrs (3) und der Querschnitt der Beaufschlagungseinheiten (4) in einem Verhältnis von mindestens 1,0 stehen.

4. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Verteilerrohrs (3) und der Querschnitt der Beaufschlagungseinheiten (4) in einem Verhältnis von mindestens 1,5 stehen.

5

5. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle der Anordnung der Laminarkühlvorrichtung (1) oberhalb des zu kühlenden Bandes diese so ausgebildet ist, dass das Verhältnis der Strömungsgeschwindigkeit im Verteilerrohr (3) zur Strömungsgeschwindigkeit in der Beaufschlagungseinheit (4) im Bereich zwischen 0,6 und 3,0 beträgt.

10

6. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle der Anordnung der Laminarkühlvorrichtung (1) unterhalb des zu kühlenden Bandes diese so ausgebildet ist, dass das Verhältnis der Strömungsgeschwindigkeit im Verteilerrohr (3) zur Strömungsgeschwindigkeit in der Beaufschlagungseinheit (4) im Bereich zwischen 0,2 und 1,0 beträgt.

15

7. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Reynolds-Zahl im zentralen Zulauf (2), im Verteilerrohr (3) und/oder in den Beaufschlagungseinheiten (4) zwischen 2.000 und 3.000 liegt.

20

8. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie ausgebildet ist, um den Druck in einer

25

oberhalb des Bandes angeordneten Beaufschlagungseinheit (4) oberhalb von 0,05 bar zu halten.

- 5 9. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie ausgebildet ist, um den Druck in einer unterhalb des Bandes angeordneten Beaufschlagungseinheit (4) oberhalb von 0,025 bar zu halten.

10

10. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellung des Volumenstrom-Regelventil (6) aus der Beziehung

$$\dot{Q}_{SOLL} = \sum_{i=1}^n \dot{Q}_{SOLL(4.n)}$$

15 ermittelt wird, wobei

$\dot{Q}_{SOLL}$  der gesamte Soll-Volumenstrom und

$\dot{Q}_{SOLL(4.n)}$  die Soll-Teilvolumenströme in den einzelnen Beaufschlagungseinheiten (4.1, 4.2, ...) ist.

20

11. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Soll-Volumenstrom ( $\dot{Q}_{SOLL}$ ) mit einer Regelstrecke (8) geregelt wird, mit der das Volumenstrom-Regelventil (6) in seiner Einstellung verändert wird, vorzugsweise unter Berücksichtigung eines Korrekturwertes (Korr.) zur Durchflussmengeneinstellung.
- 25

12. Kühlgruppe einer Laminarkühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens sechs, vorzugsweise mindestens acht Beaufschlagungseinheiten (4) in Förderrichtung (F) des Bandes aufeinander folgend angeordnet sind.

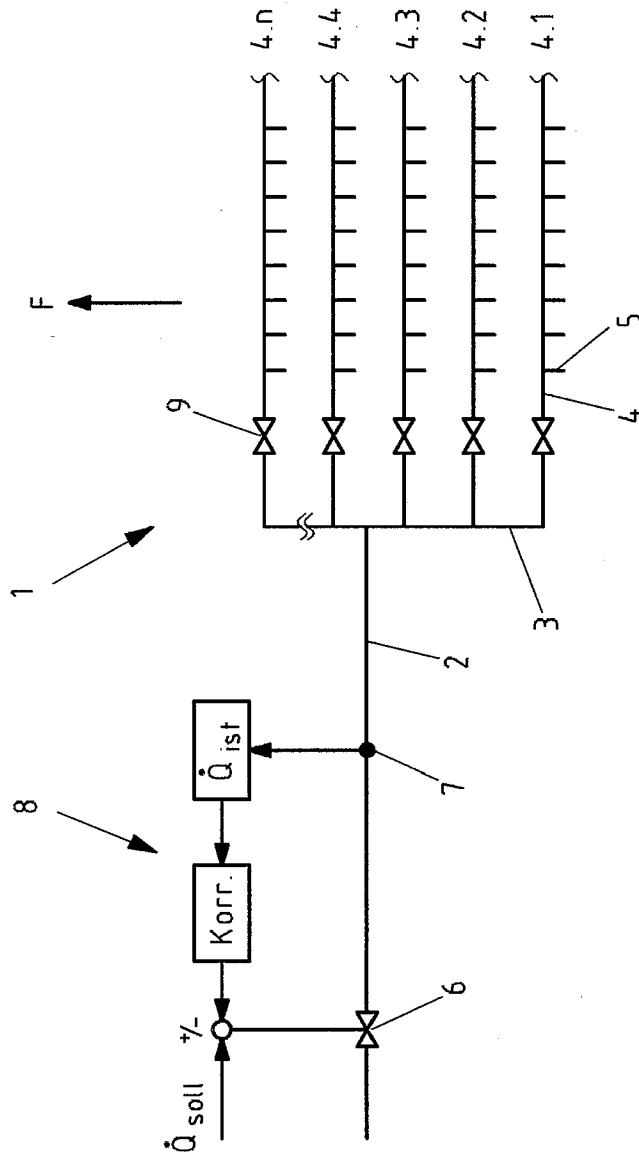


FIG.1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/053000**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>B21B 45/02</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B21B; B08B; C21D		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP S5457414 A (NIPPON KOKAN KK) 09 May 1979 (1979-05-09) figures 1-2 abstract	1-6,8-12 7
Y	JP H02290923 A (KAWASAKI STEEL CO) 30 November 1990 (1990-11-30) paragraph [0001] abstract	7
X	DE 102010049020 A1 (CMI M & W ENGINEERING GMBH [DE]; THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG [DE]) 26 April 2012 (2012-04-26) claims 1,9-10; figures 1-6,9-10	1
A	WO 2014167138 A1 (CT DE RECH S MÉTALLURGIQUES ASBL CT VOOR RES IN DE METALLURG VZW [BE]) 16 October 2014 (2014-10-16) claim 12; figure 1	1,2,8,9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>14 March 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>25 March 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Forciniti, Marco</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/053000**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	S5457414	A	09 May 1979	JP	S5457414	A	09 May 1979
				JP	S6043209	B2	27 September 1985
JP	H02290923	A	30 November 1990	NONE			
DE	102010049020	A1	26 April 2012	DE	102010049020	A1	26 April 2012
				WO	2012052118	A2	26 April 2012
WO	2014167138	A1	16 October 2014	EP	2813298	A1	17 December 2014
				WO	2014167138	A1	16 October 2014

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 B21B B08B C21D

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	JP S54 57414 A (NIPPON KOKAN KK) 9. Mai 1979 (1979-05-09)	1-6,8-12
Y	Abbildungen 1-2 Zusammenfassung	7
Y	JP H02 290923 A (KAWASAKI STEEL CO) 30. November 1990 (1990-11-30) Absatz [0001] Zusammenfassung	7
X	DE 10 2010 049020 A1 (CMI M & W ENGINEERING GMBH [DE]; THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG [DE]) 26. April 2012 (2012-04-26) Ansprüche 1,9-10; Abbildungen 1-6,9-10	1
	----- -/-	



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

14. März 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/03/2019

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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2014/167138 A1 (CT DE RECH S MÉTALLURGIQUES ASBL CT VOOR RES IN DE METALLURG VZW [BE]) 16. Oktober 2014 (2014-10-16) Anspruch 12; Abbildung 1 -----	1,2,8,9

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/053000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S5457414 A	09-05-1979	JP S5457414 A JP S6043209 B2	09-05-1979 27-09-1985
-----			
JP H02290923 A	30-11-1990	KEINE	
-----			
DE 102010049020 A1	26-04-2012	DE 102010049020 A1 WO 2012052118 A2	26-04-2012 26-04-2012
-----			
WO 2014167138 A1	16-10-2014	EP 2813298 A1 WO 2014167138 A1	17-12-2014 16-10-2014
-----			