



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2018 Patentblatt 2018/08

(51) Int Cl.:
B21B 45/02 (2006.01) B21B 45/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17183763.6**

(22) Anmeldetag: **28.07.2017**

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

(30) Priorität: **19.08.2016 DE 102016215632**
13.12.2016 DE 102016224822

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

(72) Erfinder:
• **Klein, Christoph**
57223 Kreuztal (DE)
• **Peters, Matthias**
57223 Kreuztal (DE)
• **Seidel, Jürgen**
57223 Kreuztal (DE)
• **Beuter, Ron**
57271 Hilchenbach (DE)

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

(54) **VERFAHREN ZUM WALZEN EINES WALZGUTS IN EINER WALZSTRASSE UND WALZSTRASSE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Walzen eines Walzguts (1) in einer Walzstraße (2) mit mindestens zwei Walzgerüsten (G_i, G_{i+1}, G_{i+2}), insbesondere Fertigerüsten oder zwei Walzgerüstgruppen, wobei das Walzgut (1) in eine Förderrichtung (F) gefördert wird. Um bei kompakter Bauweise der Walzstraße eine möglichst homogene Temperaturverteilung über die Breite des Walzguts zu erreichen, weist das Verfahren die Schritte auf: a) Erwärmen des Walzguts (1) zumindest zwischen zwei benachbarten Walzgerüsten (G_i, G_{i+1}, G_{i+2}) mittels einer Querfeld-Induktionsheizung (3); b) Ermitteln des Temperaturverlaufs (T) des Walzguts (1) über der Breite (B) des Walzguts (1) an mindestens einer in Förderrichtung

(F) von der Querfeld-Induktionsheizung (3) entfernten Stelle und Zuleiten der ermittelten Werte der Temperatur (T) an eine Steuer- oder Regeleinrichtung; c) Kühlen des Walzguts (1) mit einer Anzahl über der Breite (B) des Walzguts (1) quer zur Förderrichtung (F) angeordneter Kühldüsen (4), wobei die Aktivität der einzelnen Kühldüsen (4) von der Steuer- oder Regeleinrichtung so gesteuert oder geregelt wird, dass sich über der Breite (B) des Walzguts (1) innerhalb einer vorgegebenen Toleranz ein gleichmäßiger Temperaturverlauf, insbesondere Fertigband-Temperaturverlauf, ergibt. Des Weiteren umfasst die Erfindung eine Walzstraße.

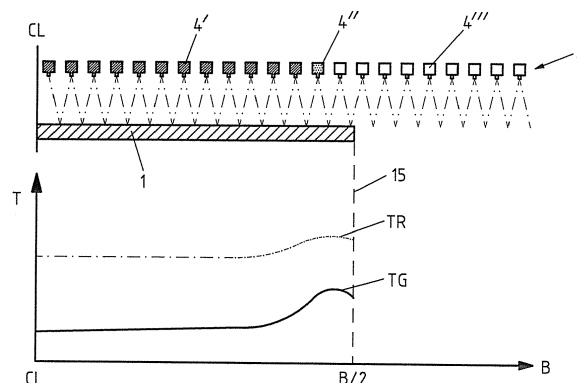


FIG. 6

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Walzen eines Walzguts in einer Walzstraße mit mindestens zwei Walzgerüsten, insbesondere Fertiggerüsten oder zwei Walzgerüstgruppen, wobei das Walzgut in eine Förderrichtung gefördert wird. Des Weiteren umfasst die Erfindung eine Walzstraße.

[0002] Induktionsheizungen innerhalb einer Fertigstraße zur energetisch effizienten Erwärmung des Walzbandes zwischen den Fertiggerüsten einer Walzstraße sind im Stand der Technik bekannt. In der EP 1 951 916 B1 wird eine solche Lösung gezeigt. In der EP 2 624 974 B1 wird beschrieben, wie eine zweigeteilte Querfeld-Induktionsheizung (sog. Induktor-Pärchen) zwischen zwei Walzgerüsten einer Walzstraße eingesetzt wird. Beide Einheiten des Induktor-Pärchens werden so bandkantenorientiert positioniert, dass eine möglichst gleichmäßige Temperaturerhöhung über der Breite möglich ist. Durch Variation der Überlappungspositionen der Induktorschleifenenden relativ zur Bandkante ist dort auch eine gezielte Temperaturbeeinflussung über der Bandbreite möglich. Dadurch, dass zwei Querfeldinduktoren zwischen zwei Gerüsten Platz finden müssen, ist der Raum sehr beengt bzw. es wird ein entsprechend großer Bau-
raum benötigt. Weiterhin ist so eine doppelte Einrichtung sehr aufwendig und teuer.

[0003] Weiterhin problematisch ist bei Einsatz eines Querfeldinduktors, dass sich ein Überhitzen der Bandkanten ergibt, während die Bandmitte gleichmäßig erwärmt wird. Zumeist wird im Bereich von ca. 80 bis 100 mm von der Bandkante zur Mitte hin zu wenig erwärmt. Bei mehreren Induktoren in der Fertigstraße kumulieren sich die Werte; somit wird über die Bandbreite keine einheitliche Fertigbandtemperatur erzielt.

[0004] Somit ist ein bestehender Nachteil die ungleichmäßige Temperatureinbringung über der Bandbreite für den Fall, dass einteilige Querfeld-Induktionsheizungen zwischen den Fertiggerüsten eingesetzt werden, was allerdings unter Raumbedarfsgesichtspunkten vorteilhaft wäre.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art vorzuschlagen, mit dem es möglich ist, bei kompakter Ausgestaltung der Induktionsheizungen zwischen den Walzgerüsten eine möglichst homogene Temperaturverteilung über die Breite des Walzguts - insbesondere hinter der Fertigstraße (Fertigbandtemperatur) - zu erreichen. Weiterhin soll eine entsprechende Walzstraße vorgeschlagen werden, die die entsprechenden Vorteile aufweist.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die Schritte aufweist:

a) Erwärmen des Walzguts zumindest zwischen zwei benachbarten Walzgerüsten mittels einer Querfeld-Induktionsheizung;

b) Ermitteln des Temperaturverlaufs des Walzguts über der Breite des Walzguts an mindestens einer in Förderrichtung von der Querfeld-Induktionsheizung entfernten Stelle und Zuleiten der ermittelten Werte der Temperatur an eine Steuer- oder Regleinrichtung;

c) Kühlen des Walzguts mit einer Anzahl über der Breite des Walzguts quer zur Förderrichtung angeordneter Kühldüsen, wobei die Aktivität der einzelnen Kühldüsen von der Steuer- oder Regeleinrichtung so gesteuert oder geregelt wird, dass sich über der Breite des Walzguts innerhalb einer vorgegebenen Toleranz ein gleichmäßiger Temperaturverlauf, insbesondere Fertigband-Temperaturverlauf, ergibt.

[0007] Bevorzugt wird dabei eine einteilige Querfeld-Induktionsheizung verwendet, die an ihrem einen Ende offen ist und das Walzgut an seiner Ober- und Unterseite umgibt. Die Querfeld-Induktionsheizung wird in diesem Falle bevorzugt so positioniert, dass ihr offenes Ende auf der Bedienungsseite der Walzgerüste liegt.

[0008] Durch die Steuer- oder Regeleinrichtung kann veranlasst werden, dass in Breitenbereichen, die eine Temperatur aufweisen, die über einem vorgegebenen Zielwert liegen, über zu diesem Breitenbereich korrespondierende Kühldüsen mehr Kühlmedium ausgebracht wird.

[0009] Die Aufbringung von Kühlmedium über die Kühldüsen kann dabei in Förderrichtung hinter der Querfeld-Induktionsheizung erfolgen, jedoch bevor das Walzgut die Fertigstraße verlässt.

[0010] Die Aufbringung von Kühlmedium über die Kühldüsen kann in Förderrichtung vor der Querfeld-Induktionsheizung erfolgen. Eine diesbezüglich bevorzugte Möglichkeit sieht vor, dass die Aufbringung von Kühlmedium über die Kühldüsen im Bereich der Segmentkühlung einer Stranggießanlage erfolgt, die der Walzstraße in Förderrichtung vorgelagert ist.

[0011] In der Steuer- oder Regeleinrichtung kann ein Prozessmodell verwendet werden, um in Abhängigkeit vorgegebener und/oder berechneter und/oder gemessener Parameter die Aktivität der einzelnen Kühldüsen zu steuern oder zu regeln.

[0012] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens zwei Querfeld-Induktionsheizungen vorhanden sind, die jeweils zwischen zwei benachbarten Walzgerüsten angeordnet sind, wobei mit den mindestens zwei Querfeld-Induktionsheizungen jeweilige Breitenbereiche des Walzguts unterschiedlich erwärmt werden.

[0013] Vorgesehen werden kann auch, dass zwei Querfeld-Induktionsheizungen verwendet werden, die jeweils einzeln zwischen zwei vorzugsweise benachbarten Walzgerüsten angeordnet sind, wobei diese eine weitgehend gleichmäßige und symmetrische Temperaturerhöhung des Walzguts über der Breite erzeugen.

[0014] In diesem Falle werden bevorzugt baugleiche Querfeld-Induktionsheizungen verwendet, die an unterschiedlichen Positionen in Richtung quer zur Förderrichtung positioniert werden.

[0015] Durch zwei Querfeld-Induktionsheizungen, die jeweils einzeln zwischen zwei vorzugsweise benachbarten Walzgerüsten angeordnet sind, ergibt sich in Summe eine nahezu gleichmäßige und symmetrische Bandtemperaturerhöhung über der Breite.

[0016] Die Walzstraße zum Walzen eines Walzguts mit mindestens zwei Walzgerüsten, insbesondere Fertiggerüsten, umfasst erfindungsgemäß

- eine Querfeld-Induktionsheizung zum Erwärmen des Walzguts zumindest zwischen zwei benachbarten Walzgerüsten;
- Mittel zum Ermitteln des Temperaturverlaufs des Walzguts über der Breite des Walzguts an mindestens einer in Förderrichtung von der Querfeld-Induktionsheizung entfernten Stelle;
- eine Steuer- oder Regeleinrichtung, die in Verbindung mit den Mitteln zum Ermitteln des Temperaturverlaufs steht, um die ermittelten Werte der Temperatur zu erhalten;
- Kühlmittel zum Kühlen des Walzguts mit einer Anzahl über der Breite des Walzguts quer zur Förderrichtung angeordneter Kühldüsen, wobei die einzelnen Kühldüsen von der Steuer- oder Regeleinrichtung steuerbar oder regelbar sind.

[0017] Für die vorrichtungstechnische Ausgestaltung der Walzstraße gelten bevorzugt dieselben Ausstattungsmerkmale wie oben im Zusammenhang mit der Beschreibung des Verfahrens dargelegt.

[0018] Mit dem vorgeschlagenen Verfahren bzw. der vorgeschlagenen Walzstraße ist somit eine gezielte Einstellung der Band- und/oder Brammen-Kühlung abhängig von der Heizcharakteristik des Querfeldinduktors mit dem Ziel einer möglichst gleichmäßigen Fertigbandtemperatur über der Bandbreite innerhalb vorgegebener Temperatur-Toleranzgrenzen möglich.

[0019] Das vorgeschlagene Verfahren kommt bevorzugt bei CSP-Anlagen oder USP-Anlagen zum Einsatz.

[0020] Dadurch wird ein effektives Verfahren zur Steuerung der Bandkantenkühlung in Verbindung mit der Induktionsheizung unter Verwendung der Temperaturmessung über der Bandbreite möglich.

[0021] Es wird keine paarige Anordnung der Querfeld-Induktionsheizungen vorgesehen. Der (zwischen zwei Gerüsten vorhandene einzige) Querinduktor ist bevorzugt C-förmig ausgebildet, wobei seine offene Seite vorzugsweise zur Bedienungsseite weist. Der Querfeld-Induktor wird vorzugsweise nach dem Einfädeln des Bandes in das folgende Gerüst in die Linie eingeschoben.

[0022] Das vorgeschlagene Konzept nutzt den Um-

stand aus, dass die Bandkanten vor der Erwärmung relativ kalt sind (beispielsweise sind sie durch den Zunderwäscher stark abgekühlt).

[0023] Damit wird eine Kompensation einer ungleichmäßigen Temperatureinbringung über der Breite des Bandes beim Einsatz einer einteiligen Querfeld-Induktionsheizung möglich. Es ist eine gezielte Einstellung der Bandkühlung möglich, dabei kann eine geeignete Düsenanordnung gewählt werden, um an der Bandkante stärker kühlen zu können. Gleichmaßen kann die Menge und der Druck des Kühlwassers eingestellt werden. Dies ist unter Aktivierung einer Kühldüse zu verstehen.

[0024] In vorteilhafter Weise ist somit der Einsatz von platzsparenden, kostengünstigen Querfeld-Induktionsheizungen zwischen den Fertiggerüsten der Walzstraße möglich. Insbesondere können ein größerer Platzbedarf und entsprechende höhere Investitionskosten vermieden werden, wie es beim Einsatz von Querfeld-Induktor-Pärchen zwischen den Fertiggerüsten nachteilig ist.

[0025] Möglich ist weiterhin die Kompensation einer ungleichmäßigen Temperatureinbringung über der Bandbreite beim Einsatz einer einteiligen Querfeld-Induktionsheizung zwischen den Fertiggerüsten.

[0026] Das Kühlwasser wird bevorzugt vor oder nach dem Querfeldinduktor aufgebracht, bevorzugt aber vor dem Verlassen der Fertigstraße.

[0027] Das Wasser soll dabei nicht in den Induktor laufen.

[0028] Zur effektiven Beeinflussung der Kühlwirkung über der Breite des Walzguts kann die Bandkanten-Kühleinrichtung verstellbar angeordnet werden, was symmetrisch oder auch asymmetrisch zur Bandmitte erfolgen kann. Die Kühleinrichtung kann für die gesamte Breite bereichsweise einstellbar sein (d. h. segmentierte abschaltbar) oder auch nur im Bereich der Bandkanten wirken.

[0029] Die Querfeld-Induktionsheizung kann aus einem Induktor insbesondere bei geringen Walzgerüstabständen bestehen. Alternativ wird eine Querfeld-Induktionsheizung bestehend aus mehreren Induktoren eingesetzt, wenn mehr Platz z. B. zwischen zwei Walzgerüstgruppen oder vor einer Walzstraße besteht.

[0030] Beim Einsatz eines Prozessmodells können alle relevanten Parameter und Bedingungen berücksichtigt werden. Hierbei ist insbesondere zu nennen:

Berechnung des Temperaturverlaufs von der Gießmaschine bis zum Ende der Fertigstraße (vorteilhaft auch an mehr als einer Position über der Bandbreite).

Berechnung der Temperaturänderungen innerhalb des Ofens.

Berücksichtigung typischer Kühleffekte an der Bandkante durch die "natürliche Kühlung" (Abstrahlung, Zunderwäscher, etc.).

Festlegen des Heizwerts der Quersfeld-Induktionsheizung; dadurch kann ein Toleranzfenster für die Bandtemperatur hinter der Fertigstraße erreicht werden.

Berücksichtigung der Bandtemperatur im Walzverlauf durch den Stichplanrechner unter Verwendung aller Stichplandaten.

Berücksichtigung der Gießmaschinen Daten.

Berücksichtigung der Kühlwirkung der Bandkantenkühlung und der Segmentkühlung.

Berücksichtigung der gemessenen Temperatur nach der Fertigstraße, optional auch nach der Gießmaschine und vor der Fertigstraße.

Aufbau einer Bandtemperaturregelung.

[0031] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch die Seitenansicht eine Gießwalzanlage (CSP-Anlage), mit der ein Band hergestellt wird, wobei Quersfeld-Induktionsheizungen innerhalb der Fertigstraße vorgesehen sind,

Fig. 2 schematisch die Seitenansicht zweier benachbarter Walzgerüste der Fertigstraße der Gießwalzanlage gemäß Fig. 1, wobei zwischen den beiden Walzgerüsten eine einteilige Quersfeld-Induktionsheizung angeordnet ist,

Fig. 3 die Draufsicht auf eine kompakte einteilige Quersfeld-Induktionsheizung zwischen zwei Walzgerüsten in der Arbeitsposition,

Fig. 4 ein Diagramm mit der relativen Energie- bzw. Wärmeeinbringung beim Einsatz einer Quersfeld-Induktionsheizung, wobei die relative Leistung über der Bandbreite dargestellt ist,

Fig. 5a die Ansicht, gesehen in Förderrichtung, und

Fig. 5b die Draufsicht auf ein Band, das mit einer Bandkantenkühlung im Kantenbereich gekühlt wird,

Fig. 6 eine Bramme, gesehen in Förderrichtung, sowie deren Temperaturverlauf über der Bandbreite, wobei das Vorgehen betreffend die Kühlung der Bramme mittels Kühldüsen dargestellt ist,

Fig. 7 schematisch ein Prozessmodell, mit der die

Temperatur in der Gießwalzanlage über der Breite geregelt wird, und

Fig. 8 die Draufsicht auf zwei in Förderrichtung aufeinander folgende Quersfeld-Induktionsheizungen, mit denen ein Band erwärmt wird.

[0032] In Figur 1 ist eine Gießwalzanlage (CSP-Anlage) schematisch dargestellt, bei der eine Gießmaschine 18 eine Bramme gießt, die durch einen Rollenherdofen 5 geführt wird, bevor sie in einer Walzstraße 2 in Form einer Fertigstraße zum Band 1 gewalzt wird. Das Walzgut bzw. das Band 1 wird dabei in Förderrichtung F gefördert. Die Walzstraße 2 weist mehrere Fertiggerüste F1, F2, F3, ... auf, zwischen denen Fertigstraßen-Induktionsheizungen 6 angeordnet sind; gleichermaßen befindet sich vor der Fertigstraße 2 eine solche Induktionsheizung.

[0033] Wesentlich ist, dass zwischen den einzelnen Walzgerüsten der Fertigstraße 2 einteilige Quersfeld-Induktionsheizung 3 angeordnet sind, wie es Figur 2 zeigt. Um die Platzbedingungen zu verbessern und möglichst kompakt und mit einer einfachen Bauform dem Band zwischen den Fertiggerüsten Energie zuzuführen, ist also nach der vorliegenden Erfindung eine einteilige Quersfeld-Induktionsheizung angedacht. In Figur 2 sind zwei in Förderrichtung F aufeinander folgende Walzgerüste G_i und G_{i+1} zu sehen, die das Band 1 walzen. Zu erkennen ist eine Einlauf-Seitenführung 7, ein Looper 8 und eine Niederhalterolle 9.

[0034] Der Induktor ist auf der Antriebsseite mit der Induktorspeisung verbunden und auf der Bedienungsseite offen (C-förmige Ausgestaltung des Quersfeldinduktors). Nach dem Einfädeln des Bandes ins Folgergerüst wird die Induktionsheizung von der Warteposition neben dem Band in die Arbeitsposition (quer und horizontal zur Förderrichtung F) gefahren.

[0035] Hinsichtlich einer möglichen Ausgestaltung der zum Einsatz kommenden Quersfeld-Induktionsheizungen wird ausdrücklich auf die WO 2014/135710 der Anmelderin Bezug genommen. Die in diesem Dokument beschriebenen Einzelheiten der Induktionsheizungen können im vorliegenden Falle vorteilhaft genutzt werden.

[0036] Figur 3 zeigt diese einteilige Quersfeld-Induktionsheizung 3 zwischen zwei in Förderrichtung F aufeinanderfolgende Walzgerüste G_i und G_{i+1} in der Arbeitsposition. Bei diesem Einsatzfall bleibt die Quersfeld-Induktionsheizung 3 während der Heizphase in einer konstanten Arbeitsposition stehen. Zu einer möglichen stabilen Anordnung kann die offene C-Seite des Induktors auf der Bedienungsseite BS am Ende des seitlichen Verfahrwegs in einer Induktorhalterung (Gegenlager) 11 arretiert werden. Der offene Induktorspalt ist mit 10 markiert.

[0037] Generell gilt, dass eine Quersfeld-Induktionsheizung zum Erwärmen eines Bandes eine ungünstige Eigenschaft bezüglich der Gleichmäßigkeit der Energieeinbringung über der Bandbreite aufweist, wie es in Figur 4 illustriert ist. Bei gleichmäßiger Erwärmung in der Band-

mitte (siehe Bezugszeichen 12 in Figur 4) ergibt sich ein Überhitzen der Bandkante (siehe Bezugszeichen 14 in Figur 4). Etwas von der Bandkante entfernt (ca. 80 bis 100 mm) kann es zu einer geringeren Erwärmung kommen (siehe Bezugsziffer 13 in Figur 4). Beim Einsatz der vorgesehenen Querfeld-Induktionsheizungen vor allem zwischen mehreren Gerüsten einer Fertigstraße kumulieren sich diese ungleichmäßigen Energie-Einbringungen auf und führen zu einer ungleichmäßigen Verteilung der Temperatur T über der Breite B am Fertigprodukt, wenn keine entsprechenden Gegenmaßnahmen getroffen werden.

[0038] Ziel ist es also, beim Einsatz der oben beschriebenen einteiligen Querfeld-Induktionsheizungen trotz ungleichmäßiger Energiezufuhr eine möglichst homogene Temperaturverteilung über der Breite am Fertigband innerhalb der Temperatur-Toleranzgrenzen zu erzeugen. Hierzu können verschiedene Maßnahmen und Stellglieder vorgesehen werden:

Es kann eine gezielte Einstellung der Bandkühlung abhängig von der Heizcharakteristik des Querfeld-induktors vorgesehen werden, d.h. an Positionen (in Breitenbereichen des Bandes) der erhöhten Energieeinbringung wird eine erhöhte Kühlwassermenge aufgebracht.

[0039] Durch eine geeignete Düsenanordnung an der Bandober- und/oder Bandunterseite wird in Bereichen hohe Wärmeeinbringung vornehmlich an der Bandkante eine erhöhte Wassermenge appliziert. Hierzu wird auf Figur 5 hingewiesen wo ein Band 1 gesehen in Förderrichtung F (siehe Figur 5a) bzw. in der Draufsicht (siehe Figur 5b) dargestellt ist. Zu erkennen ist, dass ein gekühlter Bereich $B_{\text{Kühl}}$ an der Bandkante 15 vorliegt, der in spezieller Weise gezielt gekühlt wird. Hierzu versorgt ein Verteilerrohr 16 eine Anzahl Kühldüsen 4, die gezielt Kühlmedium auf den Bereich der Bandkante 15 ausbringen können. Der gekühlte Bereich $B_{\text{Kühl}}$ entspricht dabei vorzugsweise dem Bereich, bei dem der Energieeintrag ins Band an der Kante größer ist als im mittleren Bandbereich.

[0040] Dabei ist eine Verstellung 17 der Düsengruppe in Breitenrichtung des Bandes möglich, so dass gezielt spezielle Breiten-Abschnitte des Bandes 1 gekühlt werden können bzw. die Düsengruppe der Bandkante folgen kann. Dabei kann die Spritzrichtung der Kühldüsen 4 so eingestellt werden, dass Wasser nicht zur Induktionsheizung gelangen kann, sondern vornehmlich in Richtung der Bandkante 15 läuft. Die Bandkanten-Kühleinrichtung ist also breitenverstellbar und kann der Bandkante symmetrisch oder asymmetrisch zur Mitte folgen. Die Breitereinstellung erfolgt mittels separater Breitenverstell-einrichtungen oder durch Nutzung einer bereits vorhandenen Breitenverstelleinrichtung, wie zum Beispiel einer Seitenführung.

[0041] Die Aufbringung des Kühlmediums erfolgt dabei vor und/oder hinter der Querfeld-Induktionsheizung

zwischen den Fertiggerüsten oder an einer beliebigen anderen Position innerhalb der Gieß-Walzanlage, vorzugsweise aber vor Verlassen des Bandes aus der Fertigstraße.

[0042] Die Kühleinrichtung kann auf einen Ort (zum Beispiel auf die Bandkante) wirken oder über der gesamten Breite installiert und segmentiert abschaltbar sein. Zwecks Einstellung der Kühlleistung hinsichtlich des eingebrachten Energieniveaus können die Kühldüsen druck- und/oder mengengeregt sein. Auch lassen sich einzelne Düsen komplett abschalten.

[0043] Dabei wird der Umstand ausgenutzt, dass die Bandkanten vor Erreichung der ersten Querfeld-Induktionsheizung kalt sind. D. h. infolge der Wärmeabstrahlung an der Kante oder infolge Wasserkühlung (zum Beispiel im Bereich des Zunderwäschers) können die Bandkanten kälter sein. Um diesen Betrag braucht die Zusatzkühlung die Bandkanten nicht erneut zu kühlen.

[0044] Zur Unterstützung der Bandtemperaturbeeinflussung kann auch die Segmentkühlung der Stranggießanlage einbezogen werden, wie es in Figur 6 illustriert ist. In den Bereichen der geringeren Temperaturzufuhr durch die Querfeld-Induktionsheizungen kann in der Segmentkühlung die Wassermenge reduziert werden, so dass dort hinter der Stranggießanlage und abgeschwächt vor der Fertigstraße diese Bereiche wärmer sind.

[0045] In Figur 6 ist hierzu zu sehen, dass (ausgehend von der Bandmitte CL) die Kühlung der Bramme 1 durch die Kühldüsen 4 erfolgt, die allerdings individuell in Abhängigkeit der Temperaturverteilung über der Bandbreite geschaltet werden. Vorliegend sind die Kühldüsen 4' aktiv, die Kühldüse 4'' ist nur teilweise aktiviert und die Kühldüsen 4''' sind abgeschaltet.

[0046] Unterhalb der Bramme 1 ist in Figur 6 der Temperaturverlauf über der Bandbreite skizziert, wobei die Temperaturverteilung TR hinter dem Rollenherdofen und die Temperaturverteilung TG hinter der Gießmaschine dargestellt sind. Die Temperaturverteilung TG im Randbereich der Bramme 1 ergibt sich durch eine gezielte reduzierte Segmentkühlung bzw. durch Abschalten von Kühldüsen im Kantenbereich.

[0047] Diese Vorgehensweise (gemäß Fig. 6) der Aktivierung bzw. Abschaltung von einzelnen Kühldüsen wird natürlich analog eingesetzt, wenn das Band an anderer Stelle gekühlt werden soll.

[0048] Zur optimalen Beeinflussung der Temperaturführung über der Breite ist ein Prozessmodell vorgesehen, das alle Einflussgrößen berücksichtigen kann:

Berechnung des Temperaturverlaufs an verschiedenen Punkten über der Bandbreite, vorzugsweise von der Gießmaschine bis zum Fertigstraßenpyrometer.

Berechnung der Änderung der Temperatur innerhalb des Ofens und (falls vorhanden) einer Längs- und/oder Querfeld-Induktionsheizung, die vor der Fertigstraße (nicht dargestellt in Figur 7) eingesetzt

wird.

Berücksichtigung des typischen Kühleffekts an der Bandkante im Bereich der natürlichen Kühlung.

Festlegung des notwendigen Heizeffektes der Quersfeld-Induktionsheizung, um innerhalb des Toleranzfensters die Bandtemperatur hinter der Fertigstraße zu erreichen. Hierdurch liegt bei gegebenen Bedingungen der unterschiedliche Wärmeeintrag über der Breite fest.

Berücksichtigung der unterschiedlichen Bandtemperatur während des Transports von Gerüst zu Gerüst und der Umformung und einer unterschiedlichen Einbringung von Umformenergie durch den Stichplanrechner unter Verwendung aller typischen Stichplandaten.

Berücksichtigung der Gießmaschinenparameter.

Berücksichtigung der Kühlwirkung und Festlegung des Niveaus der Temperaturstellglieder wie Bandkantenkühlung und Segmentkühlung.

Berücksichtigung der gemessenen Bandtemperaturen über der Breite hinter der Fertigstraße und hinter der Gießmaschine bzw. vor der Fertigstraße.

Aufbau einer Bandtemperaturregelung: Abhängig von der gemessenen Temperaturverteilung werden die Temperaturstellglieder so eingestellt, dass man der Zieltemperaturverteilung (gleichmäßig über die Breite) möglichst nahe kommt.

[0049] Das Prozessmodell muss dabei nicht alle genannten Aspekte berücksichtigen; es ist auch die Berücksichtigung nur eines Teils der genannten Aspekte möglich.

[0050] Zum bevorzugt eingesetzten Prozessmodell wird auf Figur 7 hingewiesen, wo obiges Vorgehen illustriert ist. Zu erkennen ist hier schematisch die Gießmaschine 18 mit der sich anschließenden Strangführung und der Segmentkühlung 19. Hinter dem Rollenherdofen 5 wird die Temperaturverteilung durch einen Temperaturscanner 20 erfasst. Im Bereich der Fertigstraße 2 sind zwischen den einzelnen Gerüsten die Quersfeld-Induktionsheizungen 3 platziert. Hinter dem letzten Gerüst erfolgt erneut eine Temperaturerfassung mittels eines Temperaturscanners 21. Die Bandkantenkühlung 22 (gemäß dem Prinzip von Fig. 6) ist im Bereich der Fertigstraße 2 platziert.

[0051] Analog zur Fahrweise der Induktionsheizungen der oben genannten EP 1 951 916 B1 mit der paarweisen Anordnung der Induktoren zwischen zwei Gerüsten können von Gerüst zu Gerüst die einteiligen Quersfeld-Induktionsheizungen angeordnet werden, wie es in Figur 8 gezeigt ist.

[0052] Hier ist zu sehen, wie die Quersfeldinduktoren 3', 3" als Bandtemperaturstellglieder bandkantenorientiert positioniert werden, so dass beispielsweise mit der Quersfeld-Induktionsheizung 3' nur die Bedienungsseite BS und mit der Quersfeld-Induktionsheizung 3" die Antriebsseite AS überhitzt wird. Die jeweiligen anderen Seiten erwärmen abhängig von der Position des Induktionsschleifenendes 23, 24 das Band entsprechend weniger, so dass in Summe der beiden in Figur 8 dargestellten Quersfeld-Induktionsheizungen 3', 3" zwischen den drei Gerüsten G_i , G_{i+1} , G_{i+2} (d. h. in den beiden sich ergebenden Gerüstzwischenräumen) die Bandtemperaturerhöhung nahezu gleich ist. Die teilweise asymmetrischen Bedingungen am Band (einseitig höhere Bandtemperatur beispielsweise hinter der Quersfeld-Induktionsheizung 3') werden am Gerüst G_{i+1} durch asymmetrische Ansteuerung der hydraulischen Anstellung (Schwenken zwecks Bandkeil- oder Band-Positionsbeeinflussung) und/oder unterschiedliche Aktivierung der Arbeitswalzenbiegung an der Antriebs- und Bedienungsseite (zwecks einseitiger Planheitsbeeinflussung oder Bandpositionsbeeinflussung) ausgeglichen.

[0053] In Figur 8 wird diesbezüglich auf die Enden 23 der Induktionsschleife an der Bedienungsseite und 24 an der Antriebsseite hingewiesen. Dargestellt ist auch die Verschieberichtung Q der Quersfeld-Induktionsheizungen 3', 3".

[0054] Mit BÜ ist der Bereich der Überhitzung der Bandkante 15 für die Quersfeld-Induktionsheizung 3" markiert, der Bereich BG nahezu gleichmäßiger Temperaturerhöhung ist für diese Induktionsheizung gleichermaßen markiert.

[0055] Das Verfahren, das Band an den verschiedenen Positionen gezielt zu kühlen und die einteiligen Quersfeld-Induktionsheizungen von Gerüst zu Gerüst (vorzugsweise bestehend aus 2, 4 oder 6 Einheiten) kantenversetzt zu positionieren (siehe hierzu Figur 8), kann in Kombination betrieben werden, um die Fertigbandtemperaturen über der Breite zu vergleichmäßigen.

[0056] Auch ist eine Kombination konventioneller Technik mit zwei Quersfeld-Induktoren (Pärchen) zwischen zwei Gerüsten (beispielsweise den hinteren Gerüsten) und der Einbau einzelner Quersfeld-Induktoren zwischen anderen bzw. benachbarten Fertigerüsten möglich.

[0057] Um die zonale Bandkühlung präzise durchführen zu können, wird eine enge Bandführung vorgesehen (vorzugsweise kleiner als +/- 20 mm, besonders bevorzugt zwischen 0 und 10 mm), wozu Parallel- oder Rollenseitenführungen vor und/oder innerhalb der Fertigstraße vorgesehen werden können. Alternativ oder zusätzlich kann eine Bandkantenpositionserfassung an mindestens einer Position in, vor oder hinter der Fertigstraße vorgesehen werden, um die Sprühbalken abhängig von der erfassten Position über der Bandlänge der Bandbreite folgend genauer positionieren zu können.

Bezugszeichenliste:

[0058]

1	Walzgut / Band	
2	Walzstraße (Fertigstraße)	
3	Querfeld-Induktionsheizung	
3'	Querfeld-Induktionsheizung	
3"	Querfeld-Induktionsheizung	
4	Kühldüse	10
4'	aktive Kühldüse	
4"	teilweise aktivierte Kühldüse	
4'''	abgeschaltete Kühldüse	
5	Rollenherdofen	
6	Fertigstraßen-Induktionsheizungen	15
7	Einlauf-Seitenführung	
8	Looper	
9	Niederhalterolle	
10	offener Induktorspalt	
11	Gegenlager (Induktorhalterung)	20
12	gleichmäßige Temperatursteigerung im mittleren Bandbereich	
13	Bereich zu geringer Erwärmung	
14	überhöhte Temperatursteigerung an der Bandkante	25
15	Bandkante	
16	Verteilerrohr	
17	Verstellung der Düsengruppe in Breitenrichtung	
18	Gießmaschine	
19	Segmentkühlung	30
20	Temperaturscanner	
21	Temperaturscanner	
22	Bandkantenkühlung / segmentierte Bandkühlung	
23	Ende der Induktionsschleife Bedienungsseite	
24	Ende der Induktionsschleife Antriebsseite	35
G_i	Walzgerüst der Fertigstraße	
G_{i+1}	Walzgerüst der Fertigstraße	
G_{i+2}	Walzgerüst der Fertigstraße	
F1, F2, F3, ...	Fertiggerüste	40
Q	Verschieberichtung der Querfeld-Induktionsheizung	
F	Förderrichtung	
T	Temperatur / Temperaturverlauf	45
TR	Temperaturverteilung hinter dem Rollenherdofen	
TG	Temperaturverteilung hinter der Gießmaschine	
B	Breite des Walzguts	
$B_{Kühl}$	gekühlter Bereich	50
BÜ	Bereich der Überhitzung der Bandkante	
BG	Bereich nahezu gleichmäßiger Temperaturerhöhung	
BS	Bedienungsseite der Walzgerüste	55
AS	Antriebsseite der Walzgerüste	
CL	Bandmitte / Brammenmitte	

Patentansprüche

- Verfahren zum Walzen eines Walzguts (1) in einer Walzstraße (2) mit mindestens zwei Walzgerüsten (G_i , G_{i+1} , G_{i+2}), insbesondere Fertiggerüsten oder zwei Walzgerüstgruppen, wobei das Walzgut (1) in eine Förderrichtung (F) gefördert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die Schritte aufweist:
 - Erwärmen des Walzguts (1) zumindest zwischen zwei benachbarten Walzgerüsten (G_i , G_{i+1} , G_{i+2}) mittels einer Querfeld-Induktionsheizung (3);
 - Ermitteln des Temperaturverlaufs (T) des Walzguts (1) über der Breite (B) des Walzguts (1) an mindestens einer in Förderrichtung (F) von der Querfeld-Induktionsheizung (3) entfernten Stelle und Zuleiten der ermittelten Werte der Temperatur (T) an eine Steuer- oder Regeleinrichtung;
 - Kühlen des Walzguts (1) mit einer Anzahl über der Breite (B) des Walzguts (1) quer zur Förderrichtung (F) angeordneter Kühldüsen (4), wobei die Aktivität der einzelnen Kühldüsen (4) von der Steuer- oder Regeleinrichtung so gesteuert oder geregelt wird, dass sich über der Breite (B) des Walzguts (1) innerhalb einer vorgegebenen Toleranz ein gleichmäßiger Temperaturverlauf, insbesondere Fertigband-Temperaturverlauf, ergibt.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine einteilige Querfeld-Induktionsheizung (3) verwendet wird, die an ihrem einen Ende offen ist und das Walzgut (1) an seiner Ober- und Unterseite umgibt.
- Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querfeld-Induktionsheizung (3) so positioniert wird, dass ihr offenes Ende auf der Bedienungsseite (BS) der Walzgerüste (G_i , G_{i+1} , G_{i+2}) liegt.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Steuer- oder Regeleinrichtung veranlasst wird, dass in Breitenbereichen, die eine Temperatur aufweisen, die über einem vorgegebenen Zielwert liegen, über zu diesem Breitenbereich korrespondierende Kühldüsen (4) mehr Kühlmedium ausgebracht wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufbringung von Kühlmedium über die Kühldüsen (4) in Förderrichtung (F) hinter der Querfeld-Induktionsheizung (3) erfolgt, jedoch bevor das Walzgut (1) die Fertigstraße verlässt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufbringung von Kühlmedium über die Kühldüsen (4) in Förderrichtung (F) vor der Querfeld-Induktionsheizung (3) erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufbringung von Kühlmedium über die Kühldüsen (4) im Bereich der Segmentkühlung einer Stranggießanlage erfolgt, die der Walzstraße (2) in Förderrichtung (F) vorgelagert ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuer- oder Regeleinrichtung ein Prozessmodell verwendet wird, um in Abhängigkeit vorgegebener und/oder berechneter und/oder gemessener Parameter die Aktivität der einzelnen Kühldüsen (4) zu steuern oder zu regeln.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Querfeld-Induktionsheizungen (3', 3'') vorhanden sind, die jeweils zwischen zwei benachbarten Walzgerüsten (G_i , G_{i+1} , G_{i+2}) angeordnet sind, wobei mit den mindestens zwei Querfeld-Induktionsheizungen (3', 3'') jeweilige Breitenbereiche des Walzguts (1) unterschiedlich erwärmt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Querfeld-Induktionsheizungen (3', 3'') verwendet werden, die jeweils einzeln zwischen zwei vorzugsweise benachbarten Walzgerüsten (G_i , G_{i+1} , G_{i+2}) angeordnet sind, wobei diese eine weitgehend gleichmäßige und symmetrische Temperaturerhöhung des Walzguts (1) über der Breite erzeugen.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** baugleiche Querfeld-Induktionsheizungen (3', 3'') verwendet werden, die an unterschiedlichen Positionen in Richtung quer zur Förderrichtung (F) positioniert werden.
12. Walzstraße (2) zum Walzen eines Walzguts (1) mit mindestens zwei Walzgerüsten (G_i , G_{i+1} , G_{i+2}), insbesondere Fertigerüsten, wobei das Walzgut (1) in eine Förderrichtung (F) gefördert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie umfasst:
- eine Querfeld-Induktionsheizung (3) zum Erwärmen des Walzguts (1) zumindest zwischen zwei benachbarten Walzgerüsten (G_i , G_{i+1} , G_{i+2});
 - Mittel zum Ermitteln des Temperaturverlaufs (T) des Walzguts (1) über der Breite (B) des Walzguts (1) an mindestens einer in Förderrichtung (F) von der Querfeld-Induktionsheizung (3) entfernten Stelle;
 - eine Steuer- oder Regeleinrichtung, die in Verbindung mit den Mitteln zum Ermitteln des Temperaturverlaufs (T) steht, um die ermittelten Werte der Temperatur (T) zu erhalten;
 - Kühlmittel (4, 4', 4'', 4''') zum Kühlen des Walzguts (1) mit einer Anzahl über der Breite (B) des Walzguts (1) quer zur Förderrichtung (F) angeordneter Kühldüsen (4), wobei die einzelnen Kühldüsen (4) von der Steuer- oder Regeleinrichtung steuerbar oder regelbar sind.
13. Walzstraße nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querfeld-Induktionsheizung (3) einteilig ist, die an ihrem einen Ende offen ist und das Walzgut (1) an seiner Ober- und Unterseite umgibt.
14. Walzstraße nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querfeld-Induktionsheizung (3) so positioniert ist, dass ihr offenes Ende auf der Bedienungsseite (BS) der Walzgerüste (G_i , G_{i+1} , G_{i+2}) liegt.
15. Walzstraße nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühldüsen (4) in Förderrichtung (F) hinter der Querfeld-Induktionsheizung (3) angeordnet sind, jedoch bevor das Walzgut (1) die Fertigstraße verlässt.
16. Walzstraße nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühldüsen (4) in Förderrichtung (F) vor der Querfeld-Induktionsheizung (3) angeordnet sind.
17. Walzstraße nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühldüsen (4) im Bereich der Segmentkühlung einer Stranggießanlage angeordnet sind, die der Walzstraße (2) in Förderrichtung (F) vorgelagert ist.
18. Walzstraße nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Querfeld-Induktionsheizungen (3', 3'') vorhanden sind, die jeweils zwischen zwei benachbarten Walzgerüsten (G_i , G_{i+1} , G_{i+2}) angeordnet sind.
19. Walzstraße nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Querfeld-Induktionsheizungen (3', 3'') vorhanden sind, die jeweils einzeln zwischen zwei vorzugsweise benachbarten Walzgerüsten (G_i , G_{i+1} , G_{i+2}) angeordnet sind.
20. Walzstraße nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querfeld-Induktionsheizungen (3', 3'') baugleich sind, wobei diese an un-

terschiedlichen Positionen in Richtung quer zur Förderrichtung (F) angeordnet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

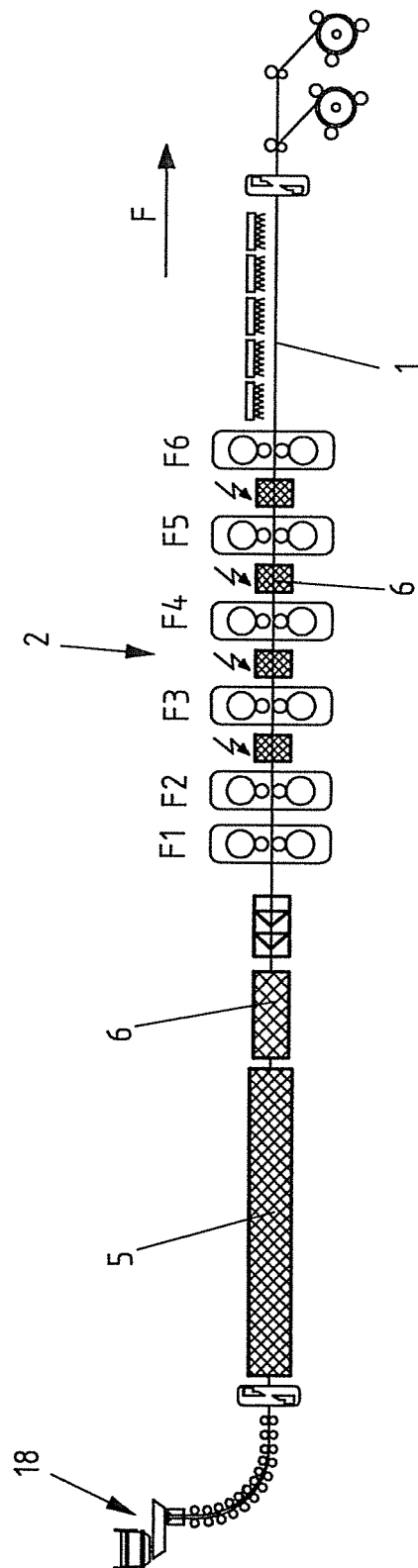
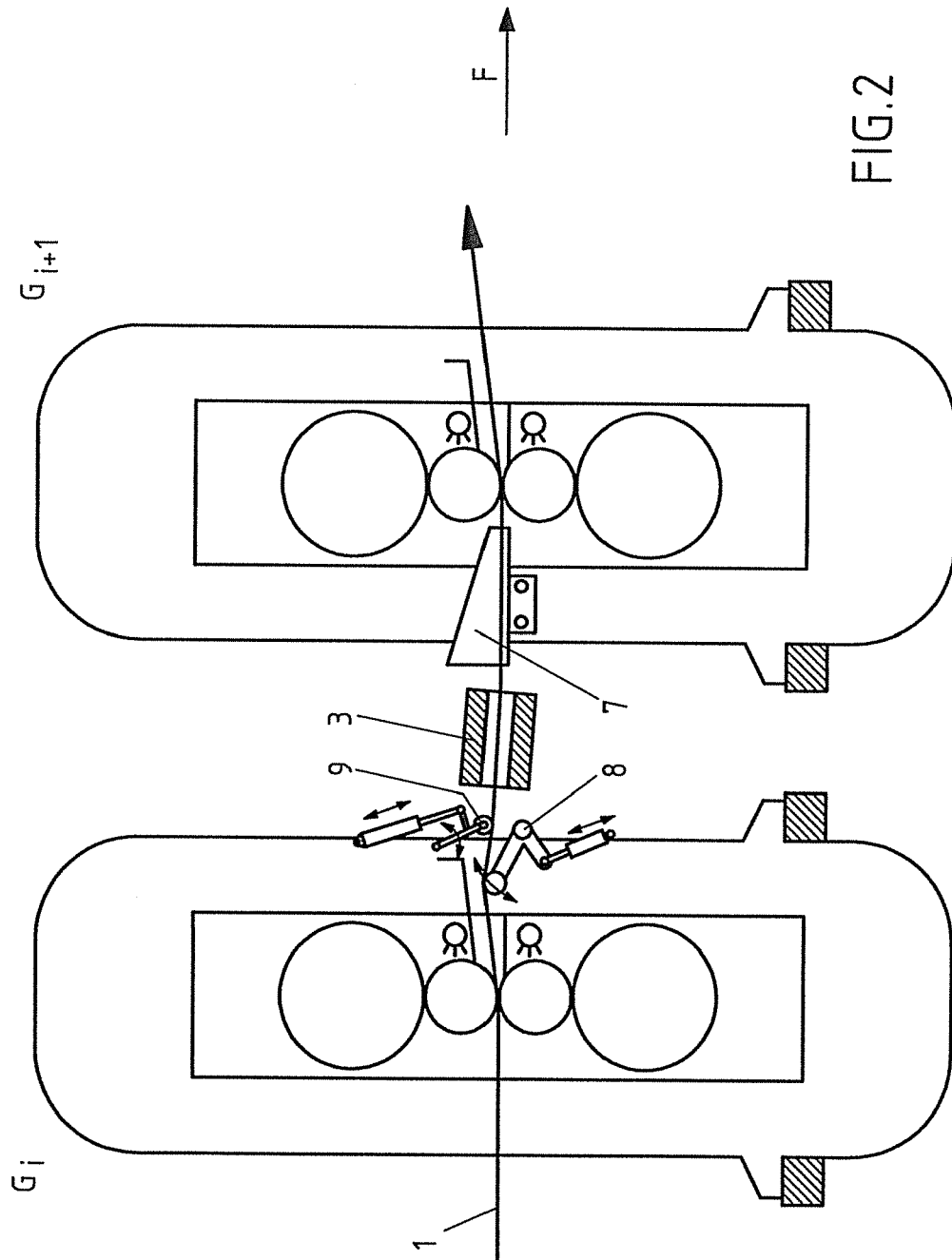


FIG. 1



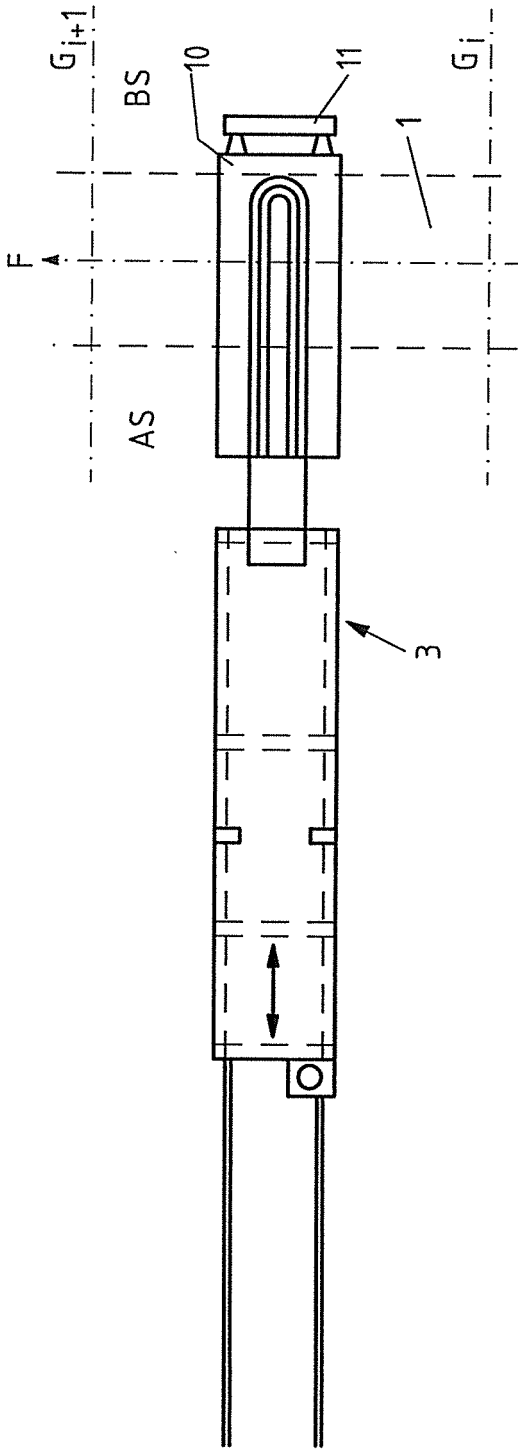


FIG.3

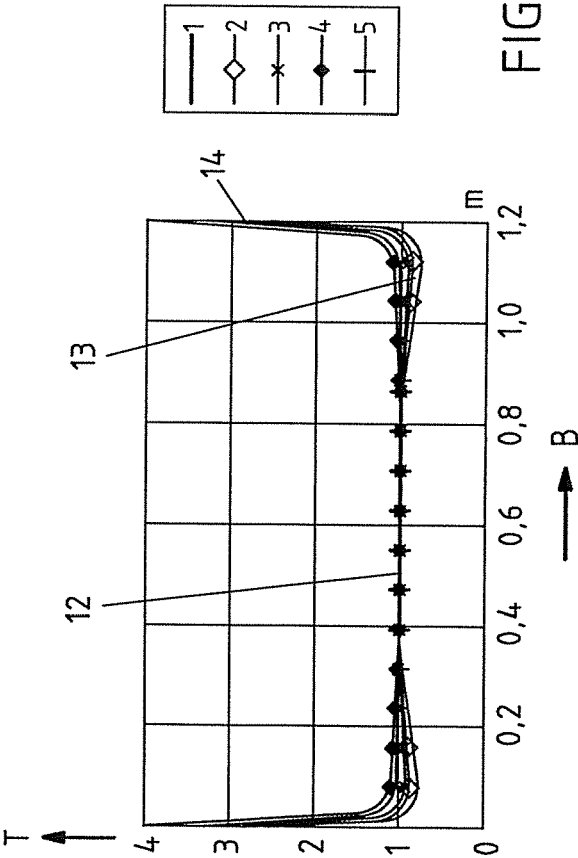
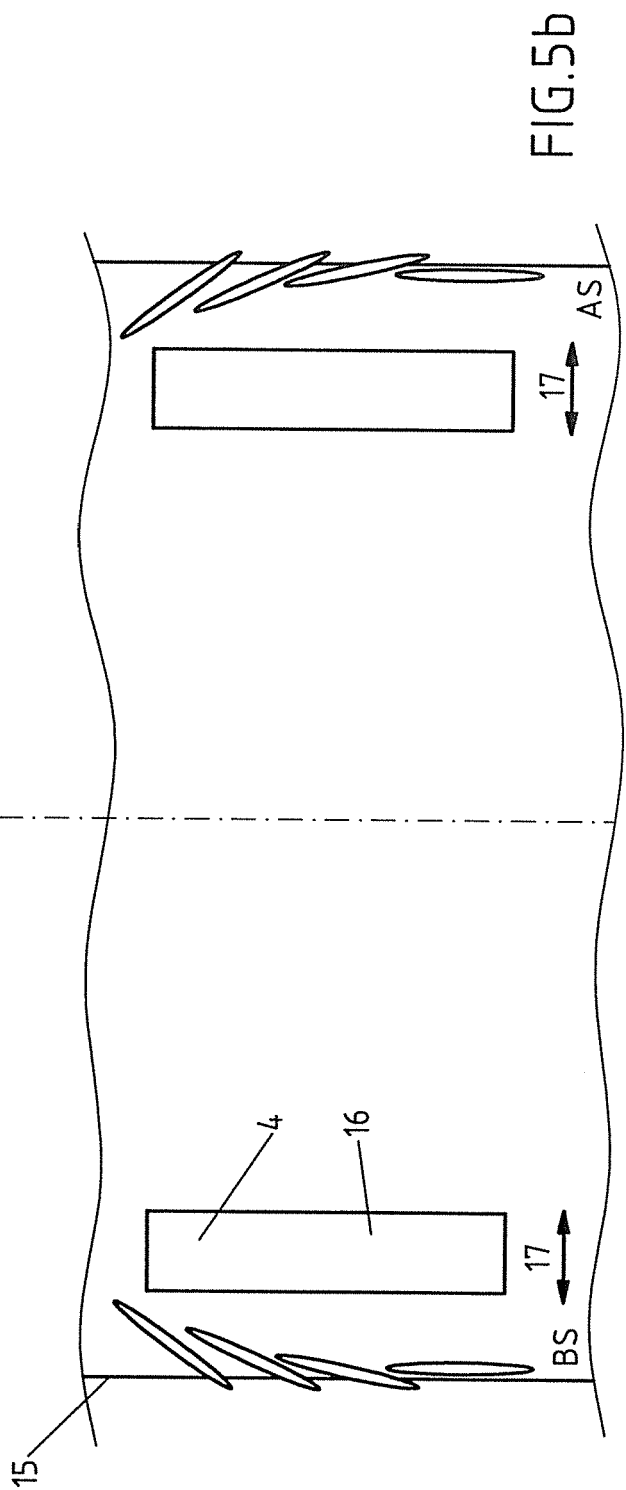
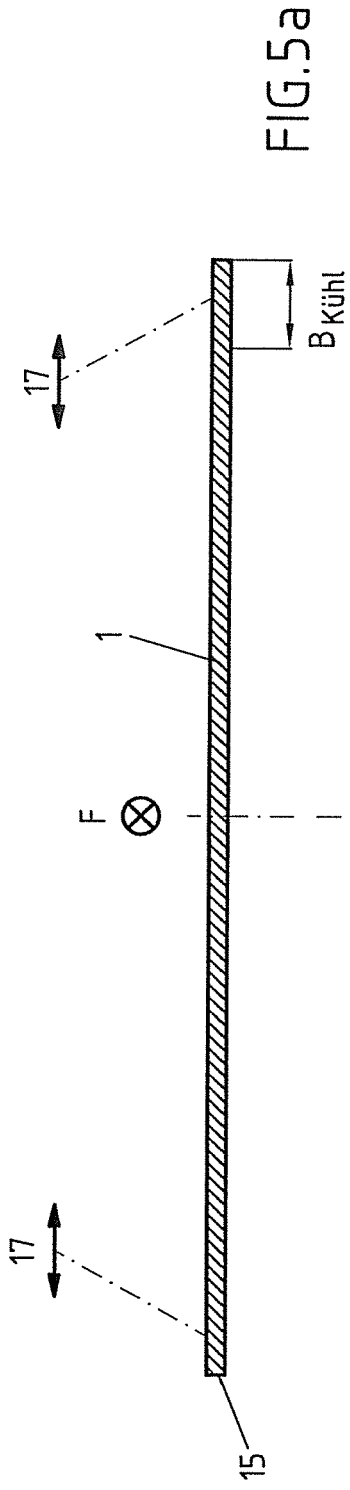


FIG.4



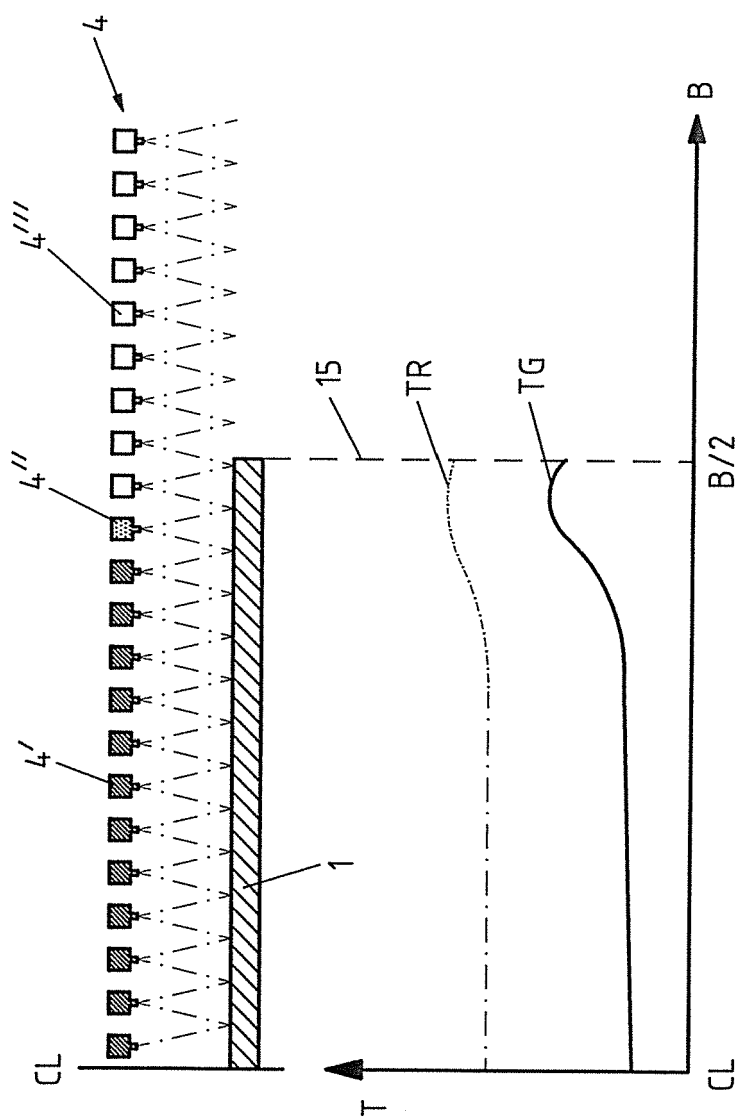


FIG. 6

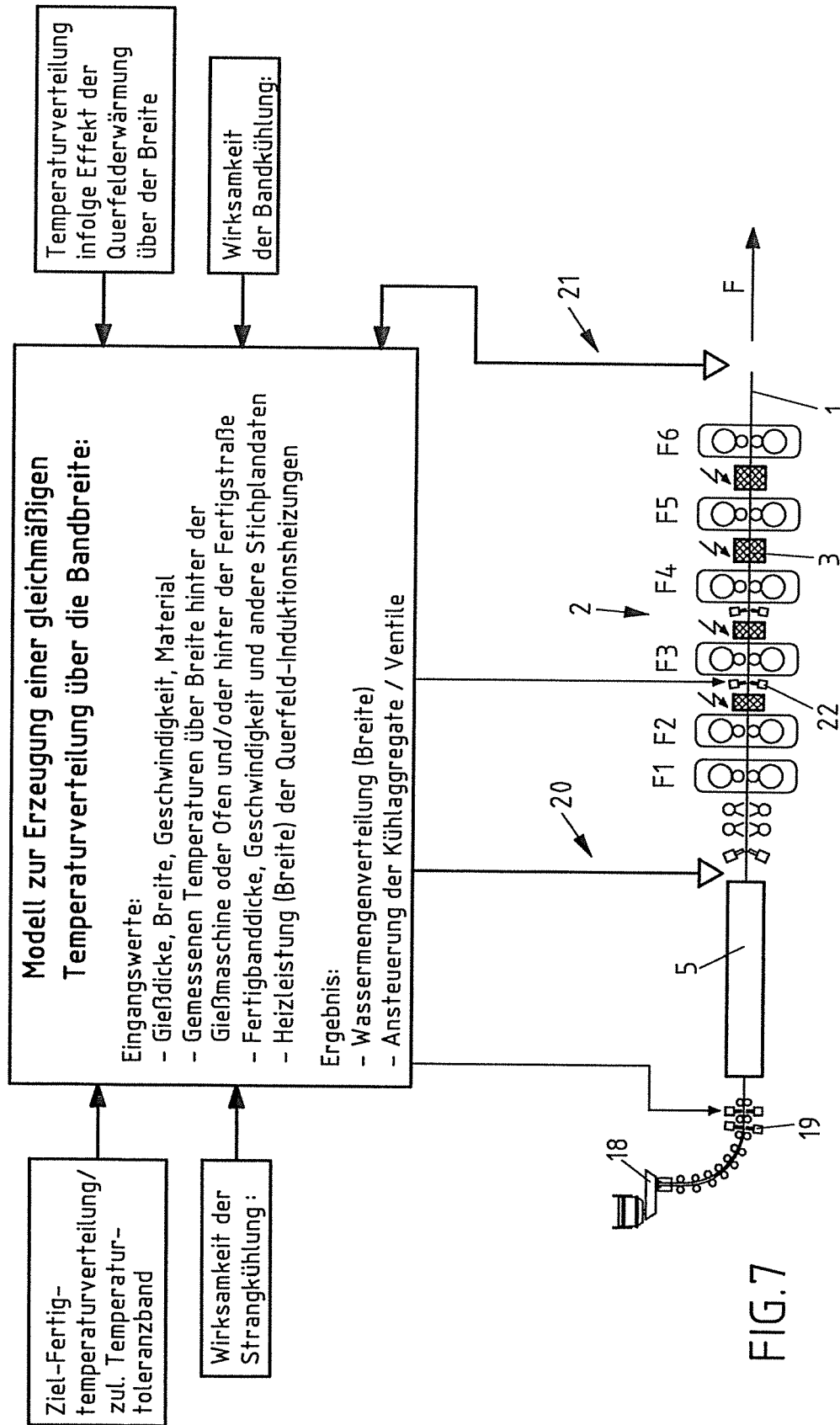


FIG. 7

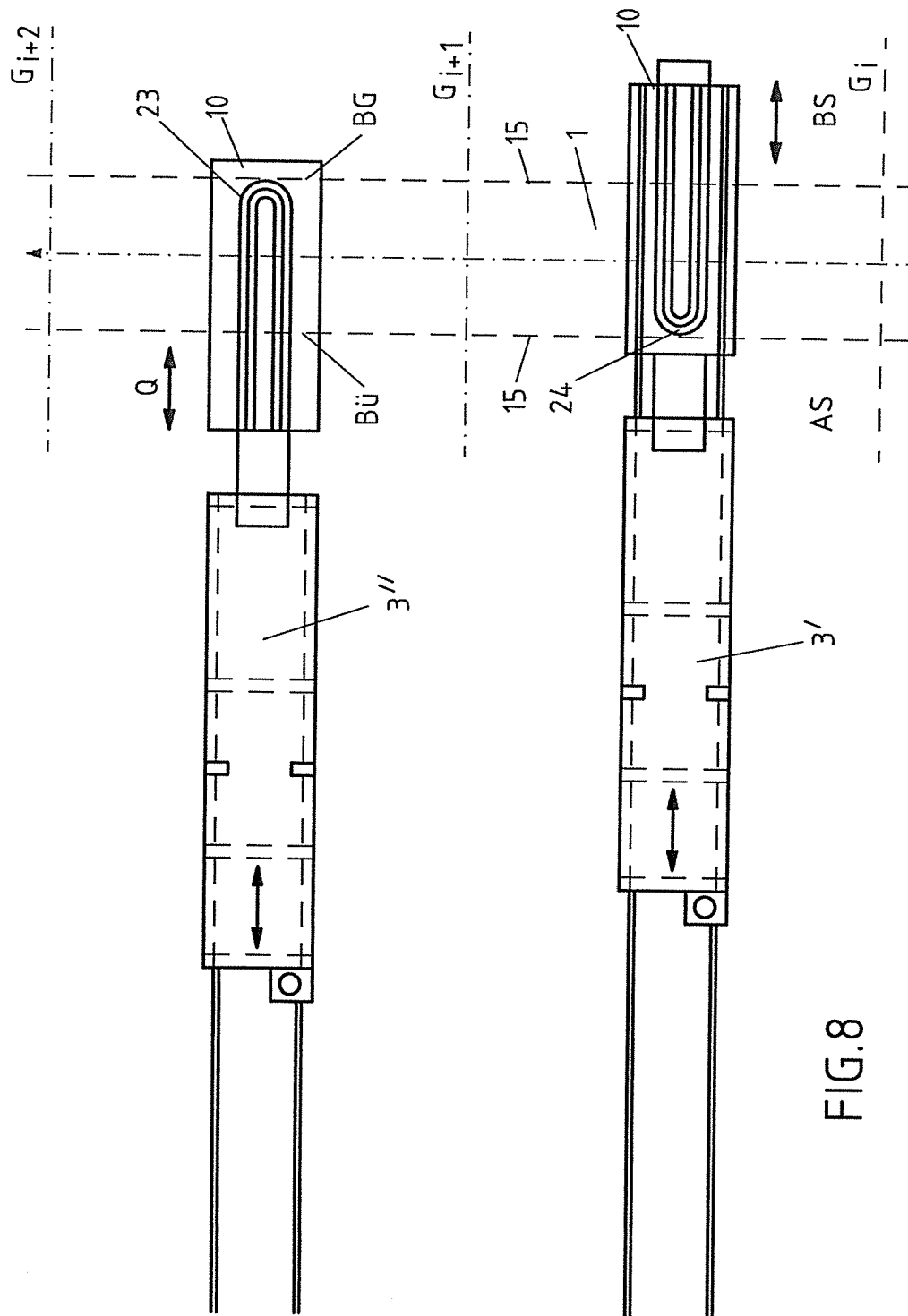


FIG. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 18 3763

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)
Y	WO 2010/083726 A1 (CISDI ENG CO LTD [CN]; LI HONGTU [CN]) 29. Juli 2010 (2010-07-29) * Absatz [0018] - Absatz [0019] * * Absatz [0038] - Absatz [0039]; Abbildungen 6,7 *	1-20	INV. B21B45/02 B21B45/00
Y	DE 10 2011 006357 A1 (SMS SIEMAG AG [DE]) 12. April 2012 (2012-04-12) * Absatz [0025] - Absatz [0029]; Abbildungen 3,4 *	1-20	
Y	WO 2004/103595 A1 (THYSSENKRUPP NIROSTA GMBH [DE]; THYSSENKRUPP STAHL AG [DE]; DEGENHARDT) 2. Dezember 2004 (2004-12-02) * Seite 5, Absatz 1 * * Seite 6, Absatz 2; Abbildungen 2,3 *	1-20	
Y	DE 10 2006 002505 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 3. Mai 2007 (2007-05-03) * Absatz [0028] - Absatz [0029] * * Absatz [0041] - Absatz [0042]; Abbildungen 1,6 *	1-20	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	GB 2 163 985 A (DAVY MCKEE) 12. März 1986 (1986-03-12) * Seite 1, Zeile 106 - Seite 2, Zeile 36; Abbildungen 1,2 *	1-20	B21B
Y	JP S60 238015 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 26. November 1985 (1985-11-26) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-20	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Januar 2018	Prüfer Frisch, Ulrich
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 17 18 3763

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.

10-01-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010083726 A1	29-07-2010	CN 101780478 A WO 2010083726 A1	21-07-2010 29-07-2010
DE 102011006357 A1	12-04-2012	DE 102011006357 A1 EP 2624974 A2 RU 2013120945 A WO 2012045585 A2	12-04-2012 14-08-2013 20-11-2014 12-04-2012
WO 2004103595 A1	02-12-2004	DE 10323796 B3 EP 1648628 A1 US 2007051152 A1 WO 2004103595 A1	10-02-2005 26-04-2006 08-03-2007 02-12-2004
DE 102006002505 A1	03-05-2007	AU 2006310840 A1 BR PI0618108 A2 CA 2627160 A1 DE 102006002505 A1 EP 1951916 A2 JP 5137842 B2 JP 2009513360 A KR 20080063493 A TW I376276 B US 2009320546 A1 WO 2007051521 A2	10-05-2007 16-08-2011 10-05-2007 03-05-2007 06-08-2008 06-02-2013 02-04-2009 04-07-2008 11-11-2012 31-12-2009 10-05-2007
GB 2163985 A	12-03-1986	KEINE	
JP S60238015 A	26-11-1985	KEINE	

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

- EP 1951916 B1 [0002] [0051]
- EP 2624974 B1 [0002]