



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.06.2016 Patentblatt 2016/22

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

(21) Anmeldenummer: **14195442.0**

(22) Anmeldetag: **28.11.2014**

(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

- **Kunze, Volker**
57076 Siegen (DE)
- **Langejürgen, Markus**
51688 Wipperfürth (DE)
- **Piehlk, Andreas**
40237 Düsseldorf (DE)

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

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

(72) Erfinder:
• **Seidel, Jürgen**
57223 Kreuztal (DE)

(54) **Walzanlage, Gieß-Walz-Anlage und Verfahren zum Erzeugen eines Metallbandes**

(57) Die Erfindung betrifft eine Walzanlage, eine Gieß-Walz-Anlage und ein Verfahren zum Erzeugen eines Metallbandes. Um insbesondere Metallband mit Dicken > 6 mm besonders effektiv, d. h. unter Einsatz von möglichst wenig elektrischer Energie erwärmen und walzen zu können, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass ein Längsfeldinduktor 170 zwischen mindestens einem Vorgerüst 420 und einem ersten Walzgerüst F1 einer Fertigwalzstraße angeordnet ist und dass eine obere Längsfeldinduktor-Verfahrenseinrichtung 140 vorgesehen ist zum Verfahren der oberen Induktionsspule 110 des

Längsfeldinduktors senkrecht zur Oberseite des Metallbandes 200 und/oder eine untere Längsfeldinduktor-Verfahrenseinrichtung vorgesehen ist zum Verfahren der unteren Induktionsspule 120 des Längsfeldinduktors senkrecht zur Unterseite des Metallbandes. Mit Hilfe der Verfahrenseinrichtungen wird der Abstand d der oberen Induktionsspule 110 von der Oberseite des Metallbandes und/oder der Abstand d der unteren Induktionsspule 120 von der Unterseite des Metallbandes in einer Arbeitsposition auf $d < 60$ mm eingestellt.

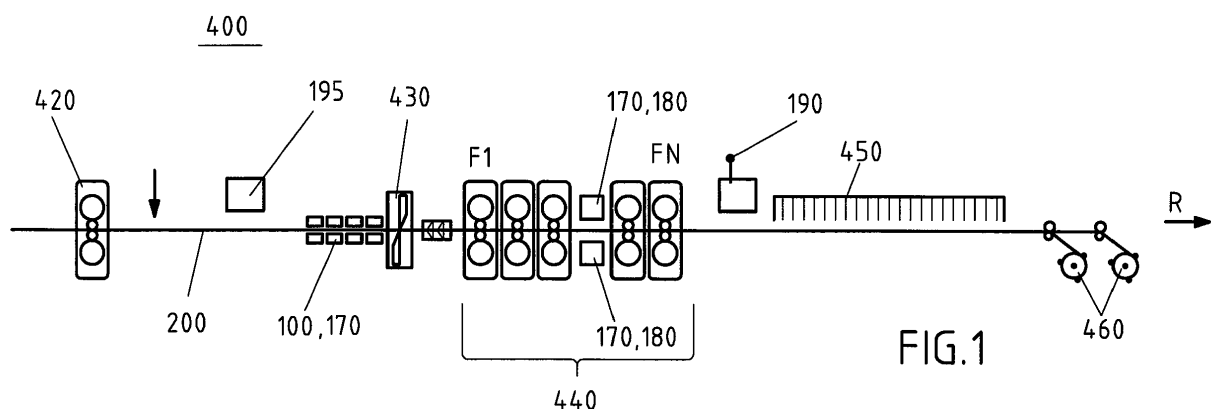


FIG.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Walzanlage mit mindestens einem ersten und einem zweiten Walzgerüst, mindestens einem zwischen dem ersten und dem zweiten Walzgerüst angeordneten Induktor zum Erwärmen von einem durch den Induktor bewegten Metallband, wobei der Induktor eine obere Induktionsspule, welche oberhalb des zu erwärmenden Metallbandes angeordnet ist und eine untere Induktionsspule, welche unterhalb des zu erwärmenden Metallbandes und gegenüberliegend zu der oberen Induktionsspule angeordnet ist, aufweist. Darüber hinaus umfasst die Walzanlage eine Energieversorgungseinrichtung zum Versorgen der oberen und der unteren Induktionsspule mit elektrischer Energie. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Gieß-Walzanlage mit einer Gießmaschine zum Erzeugen des Metallbandes und einer der Gießmaschine in Materialflussrichtung nachgeschalteten erfindungsgemäßen Walzanlage. Darüber hinaus betrifft die Erfindung schließlich auch ein Verfahren zum Erzeugen eines Metallbandes.

[0002] Induktoren zum Erwärmen von Metallband sind im Stand der Technik grundsätzlich bekannt, so z. B. aus der GB 770 548, der JP 022 07 481, der JP 06122928, der JP 2000-252050, der JP 2004 306069-71, der WO 2010 036987 A2 und der WO 2014 021596, wobei die genannten Druckschriften weiter entfernt liegenden Stand der Technik beschreiben.

[0003] Weiterhin sei verwiesen auf die JP 4172122, welche vertikal anstellbare Induktorhälften offenbart, welche vertikal verfahren werden, wenn mit Hilfe einer Kamera ein Ski am Kopf eines Metallbandes detektiert wird, um eine Kollision des Metallbandes mit dem Induktor zu vermeiden. Die oberen und unteren Induktionsspulen werden entsprechend einer gemessenen Bandposition vertikal verfahren. Die besagte japanische Anmeldung spricht jedoch nur von einem Induktor, ohne zwischen Quersfeld- oder Längsfeldinduktoren zu unterscheiden.

[0004] Die US 5,495,094 offenbart Induktorschleifen mit einer 180° Phasenverschiebung, welche insofern einen Längsfeldinduktor repräsentieren. Die Induktorschleifen sind jeweils unabhängig voneinander senkrecht zu einem zu erwärmenden stehenden Werkstück anstellbar.

[0005] Der Einsatz von Längs- und Quersfeldinduktoren in einer Walzstraße ist offenbart in der EP 2 416 900 B1. Die WO 2012 045585 A2 offenbart einen seitlich offenen Quersfeld-Induktor zum Einfahren in die Linie oder aus der Linie eines Metallbandes in einer Walzstraße.

[0006] Die EP 0 721 813 A1 offenbart einen C-förmigen Induktor zwischen zwei benachbarten Walzgerüsten in einer Fertigstraße und darüber hinaus auch sämtliche Merkmale des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0007] In dem besagten Stand der Technik unterscheidet man zwischen Längsfeld- und Quersfeldinduktoren. Quersfeldinduktoren werden vornehmlich für das Erwär-

men dünner Bänder mit Dicken < 12 mm eingesetzt, während Längsfeldinduktoren zum Erwärmen von dickeren Bändern mit Dicken $>$ beispielsweise 6 mm eingesetzt werden. Je nach Design und Randbedingungen sowie einem gewählten Frequenzbereich gibt es einen Übergangsbereich bei der praktikablen Verwendung der beiden Induktionsheizungstypen; siehe EP 2 416 900 B1.

[0008] Figur 9 zeigt den Aufbau und die Wirkungsweise eines bekannten Quersfeldinduktors 180. Er umfasst eine obere Quersfeldinduktionsspule 182, welche der Oberseite des Metallbandes 200 zugeordnet ist. Darüber hinaus umfasst der Quersfeldinduktor eine untere Quersfeldinduktionsspule 184, welche der Unterseite des Metallbandes 200 zugeordnet ist. Wie in Figur 9 gezeigt, liegen die Öffnungsquerschnitte der oberen und der unteren Quersfeldinduktionsspulen einander gegenüber und jeweils parallel zu dem Metallband 200. Die bei Betrieb des Induktors erzeugten Magnetfeldlinien sind in Figur 9 ebenfalls symbolisch dargestellt. Die obere und die untere Quersfeldinduktionsspule 182, 184 sind jeweils unabhängig voneinander senkrecht zur Ebene des Metallbandes 200 verfahrbar, d. h. anstellbar. Wie der Verlauf der Feldlinien zeigt, wirkt das magnetische Feld bzw. der magnetische Fluss vornehmlich senkrecht zur Ebene des Metallbandes. Die geteilte Anordnung der Spulen ermöglicht vorteilhafterweise, dass die beiden Induktionsspulen d. h. bei beiden Induktorhälften unabhängig voneinander senkrecht zur Ebene des Metallbandes anstellbar sind und dass der Induktor seitlich offen ausgebildet werden kann. Bei einer Störung kann deshalb der Abstand der Spulen zum Metallband leicht vergrößert und/oder der Induktor aus der Linie des Metallbandes herausgefahren werden.

[0009] Figur 8 zeigt ein Beispiel für einen bekannten Längsfeldinduktor, der typischerweise als geschlossener Rahmen ausgebildet ist. Das zu erwärmende Metallband läuft deshalb beim Passieren des bekannten Längsfeldinduktors durch einen geschlossenen Rechteckspalt. Wie in Figur 8 zu erkennen ist, erzeugt der Längsfeldinduktor im Wesentlichen ein magnetisches Feld in Transportrichtung des zu erwärmenden Metallbandes.

[0010] Die besagten Definitionen und die Form von Quer- und Längsfeldinduktoren sind auch aus der WO 2014 021596 bekannt.

[0011] Ausgehend von dem in der EP 0 721 813 A1 offenbarten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine bekannte Walzanlage, eine bekannte Gieß-Walz-Anlage sowie ein bekanntes Verfahren zum Erzeugen eines Metallbandes dahingehend weiterzubilden, dass insbesondere dickeres Metallband mit Dicken beispielsweise > 6 mm besonders effektiv erwärmt und gewalzt wird, d. h. unter Einsatz von möglichst wenig elektrischer Energie.

[0012] Diese Aufgabe wird durch die Walzanlage gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet,

- dass es sich bei dem ersten Walzgerüst um mindestens ein Vorgerüst und bei dem zweiten Walzgerüst um ein erstes Walzgerüst aus einer Mehrzahl bzw. Reihe von Walzgerüsten einer Fertigwalzstraße handelt,
- dass die Energieversorgungseinrichtung ausgebildet ist, die obere und die untere Induktionsspule des Induktors mit gegenphasigen elektrischen Strömen und damit dem Induktor als Längsfeldinduktor zu betreiben,
- dass eine obere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung vorgesehen ist zum Verfahren der oberen Induktionsspule senkrecht zur Oberseite des Metallbandes und/oder eine untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung vorgesehen ist zum Verfahren der unteren Induktionsspule senkrecht zur Unterseite des Metallbandes, und
- dass der Abstand der oberen Induktionsspule von der Oberseite des Metallbandes oder der Abstand der unteren Induktionsspule von der Unterseite des Metallbandes in einer Arbeitsposition weniger als 60 mm, vorzugsweise weniger als 20 mm beträgt.

[0013] Der Hauptvorteil der Erfindung einer neuen Induktionsheizung für eine Walzanlage, insbesondere eine Warmbandstraße, besteht darin, die Vorteile bei den obig beschriebenen Induktortypen, nämlich die Anstellmöglichkeit der oberen bzw. unteren Induktorspulen und das effiziente Erwärmen dickerer Bänder oder Brammen zu kombinieren.

[0014] Ganz besonders wichtig ist die Anstellbarkeit bzw. das Verfahren der oberen und/oder unteren Längsfeldinduktorspulen senkrecht zum Metallband, wenn die Metallbanddicke im Bereich der Längsfeld-Induktionsheizungen von z. B. 6-20 mm - d. h. um z. B. $\Delta H = 14$ mm - oder in einem anderen Anwendungsfall zwischen z. B. 32-70 mm - d. h. um z. B. $\Delta H = 38$ mm - variiert. Allgemein macht die Anstellbarkeit der geteilten Längsfeldinduktoren Sinn bei Dickenvariationen von $\Delta H \geq 6$ mm oder besonders bevorzugt von $\Delta H \geq 15$ mm.

[0015] Bei Verwendung eines Vorgerüsts innerhalb einer z. B. konventionellen Walzanlage verliert das Vorband zwischen dem Vorgerüst und dem ersten Walzgerüst der Fertigstraße besonders rasch an Temperatur. Insbesondere das "wartende" Bandende kühlt aus, weil es länger vor der Fertigwalzstraße verweilen muss oder einfach kälter ist. Dies erfordert beim Walzen des Bandendes höhere Walzkräfte in der Fertigwalzstraße. Das erfindungsgemäße Vorsehen einer Induktionsheizung in Form eines Induktors ermöglicht es vorteilhafterweise, das Temperaturniveau am Bandende, aber auch über der gesamten Bandlänge soweit wie erforderlich anzuheben. Die Ansteuerung des Induktors mit gegenphasigen Strömen, so dass der Induktor als Längsfeldinduktor zwischen dem Vorgerüst und dem ersten Gerüst der Fer-

tigwalzstraße betrieben werden kann, bietet insbesondere bei dickeren Bändern den Vorteil einer effizienteren Erwärmung. Schließlich ermöglicht die weiterhin beanspruchte Verfahrbarkeit der oberen und unteren Induktionsspule senkrecht zur Ebene des Metallbandes den Vorteil, dass der Abstand der beiden Spulen zum Metallband individuell optimal im Hinblick auf die jeweilige Metallbanddicke eingestellt werden kann, so dass ein möglichst effektiver Wärmeübergang in das Metallband möglich ist. In der Praxis wird in einer Arbeitsposition, d. h. wenn das Metallband während des Betriebs der Walzanlage ohne Störung durch den Induktor läuft, ein Abstand von weniger als 60 mm, vorzugsweise weniger als 20 mm jeweils einer Induktionsspule zum Metallband angestrebt. Vorteilhaft hat sich ein minimaler Abstand von 15 mm gezeigt.

[0016] Durch die beanspruchte Kombination der genannten Maßnahmen werden insbesondere dickere Metallbänder mit Dicken von beispielsweise größer 6mm vor dem Einlaufen in eine Fertigwalzstraße optimal erwärmt.

[0017] Die Begriffe "Induktorspule" und "Induktionsspule" werden in der Beschreibung gleichbedeutend verwendet.

[0018] Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel weist die Energieversorgungseinrichtung obere Kondensatoren auf, welche mit der oberen Induktionsspule zu einem oberen Teilschwingkreis verschaltet sind, und weist die Energieversorgungseinrichtung untere Kondensatoren auf, welche mit der unteren Induktionsspule zu einem unteren Teilschwingkreis verschaltet sind. Die obere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung ist dann ausgebildet zum Verfahren des oberen Teilschwingkreises senkrecht zur Oberseite des Metallbandes und/oder die untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung ist dann ausgebildet zum Verfahren des unteren Teilschwingkreises senkrecht zur Unterseite des Metallbandes.

[0019] Der oben beanspruchte Betrieb der oberen und unteren Induktionsspule des Induktors mit gegenphasigen elektrischen Strömen ermöglicht es, dass der Induktor, d. h. der Längsfeldinduktor C-förmig ausgebildet werden kann. Dies ermöglicht vorteilhafterweise zusätzlich das Querverfahren des Längsfeldinduktors in die und aus der Linie des Metallbandes. Die Möglichkeit aus der Linie des Metallbandes herauszufahren ist insbesondere vorteilhaft bei einer Störung in der Walzanlage oder bei Vorliegen einer Welle in dem Metallband oder bei Vorliegen eines Skis am Kopf des Metallbandes.

[0020] Die obere und die untere Induktionsspule können jeweils aus einer einzigen Windung oder aus einer Mehrzahl von parallel und vorzugsweise über Kreuz geschalteten Teilwindungen gebildet sein. Das Vorsehen einer einzigen Windung wird oftmals bei hohen Frequenzen gewählt. Um eine möglichst gleichmäßige Stromverteilung bei der Parallelschaltung von Windungen zu bewirken, ist ein Stürzen, d. h. eine Überkreuz-Verschaltung der Wicklungen vorzusehen. Diese aus der Elektromotorentchnik bekannte Technik sorgt dafür, dass ein

außen liegender Teileiter im Hinleiter und beim Rückleiter innen angeordnet ist. Durch diese kreuzweise Verschaltung vergleichmäßig sich die Strombelastung der parallelen Leiter. Da sich die Leiter an den Wickelköpfen kreuzen müssen, sollten diese besonders streufeldarm ausgeführt sein. Durch die Kreuz-Verschaltung werden auch gleiche Teilinduktivitäten erreicht.

[0021] Die Energieversorgungseinrichtung ist vorteilhafterweise ausgebildet, die Induktionsspulen und die Teilschwingkreise - je nach Dicke des Metallbandes - mit Strom- oder Spannungs-Frequenzen zwischen 2 kHz und 30 kHz zu betreiben. Dabei steigt die Frequenz mit geringer werdender Banddicke.

[0022] Die Anzahl der Teilwindungen pro Induktionsspule liegt, je nach Frequenz, zwischen 3 und 15. Je größer die Anzahl der Teilwindungen ist, desto feiner verteilt sich der Strom. Aber auch die Komplexität des Induktors steigt mit größerer Anzahl von Teilwindungen. Die Induktorwindungen sind typischerweise überdeckt mit Blechpaketen aus laminierten, geschichteten Elektroblechen zur Reduzierung des Streufeldes. Diese Maßnahme ist sinnvoll und notwendig, weil die oberen und unteren Induktionsspulen in unmittelbarer Nähe zu anderen Walzwerkskomponenten installiert werden. Da die anderen Walzwerkskomponenten fast ausschließlich aus feritischen Werkstoffen hergestellt sind, darf von den Induktionsspulen des Längsfeld- oder des Quersfeldinduktors kein Streufeld austreten und die anderen Walzwerkskomponenten mit aufheizen.

[0023] Neben dem beanspruchten Längsfeldinduktor zwischen dem mindestens einen Vorgerüst und dem ersten Walzgerüst der Fertigstraße kann auch mindestens ein Quersfeldinduktor in der Walzanlage vorgesehen sein, welcher dann zusätzlich zu dem mindestens einen Längsfeldinduktor betrieben werden kann. Mit den Quersfeldinduktoren soll nicht nur die Bandmitte erwärmt werden, sondern gleichzeitig werden die Bandkanten verstärkt erhitzt, um effizient eine gleichmäßige Bandtemperatur über die Fertigbandbreite zu erzeugen.

[0024] Eine obere Quersfeldinduktorspule bzw. ein oberer Quersfeldinduktor-Teilschwingkreis und eine untere Quersfeldinduktorspule bzw. ein unterer Quersfeldinduktor-Teilschwingkreis des Quersfeldinduktors sind dann ebenfalls mit Hilfe zugeordneter Quersfeldinduktor-Verfahrenseinrichtungen jeweils senkrecht zu der von dem Metallband aufgespannten Ebene und/oder quer zur Längsrichtung des Metallbandes verfahrbar.

[0025] Die obere und untere Quersfeldinduktor-Verfahrenseinrichtung und/oder die obere und/oder untere Längsfeldinduktor-Verfahrenseinrichtung werden typischerweise von einer Steuereinrichtung angesteuert.

[0026] Es kann eine Temperatur-Messeinrichtung vorgesehen sein zum Erfassen der Verteilung der Temperatur des Metallbandes über seiner Breite und die Steuereinrichtung kann dann ausgebildet sein zum Ansteuern der oberen und/oder unteren Längsfeldinduktor-Verfahrenseinrichtung, der oberen und/oder unteren Quersfeldinduktor-Verfahrenseinrichtung und/oder eines Induktorwa-

gens so, dass der Längsfeldinduktor oder der Quersfeldinduktor im Ansprechen auf die gemessene Temperatur-Verteilung so positioniert werden kann, dass die Differenz zwischen der gemessenen Temperaturverteilung und einer vorgegebenen Solltemperaturverteilung über der Breite des Metallbandes hinter der Fertigwalzstraße minimal wird. Mehrere Längsfeld- oder Quersfeldinduktoren können vorzugsweise über der Länge der Anlage verteilt angeordnet sein.

[0027] Alternativ oder zusätzlich kann eine Sensoreinrichtung vorgesehen sein zum Detektieren einer Unregelmäßigkeit in dem Metallband, wie einem Ski am Kopf des Metallbandes, einer Welle oder einem Bogen in dem Metallband oder einer sonstigen Störung des Walzprozesses. Auch in diesem Fall ist die Steuereinrichtung ausgebildet zum Ansteuern der oberen und/oder unteren Längsfeldinduktor-Verfahrenseinrichtung und/oder der oberen und/oder unteren Quersfeldinduktor-Verfahrenseinrichtung und/oder des Induktionswagens derart, dass der Abstand der Induktionsspulen von der Oberseite oder der Unterseite des Metallbandes im Bereich der Unregelmäßigkeit geeignet geändert wird und/oder die Induktoren aus der Linie des Metallbandes heraus verfahren werden.

[0028] Weiterhin kann mindestens ein Berührungssensor vorgesehen sein zum Detektieren einer Berührung des Längsfeldinduktors und/oder Quersfeldinduktors durch das Metallband. In diesem Fall ist die Steuereinrichtung ausgebildet zum Ansteuern der Verfahrenseinrichtungen so, dass der Längsfeldinduktor und/oder der Quersfeldinduktor in Dickenrichtung geöffnet und/oder seitlich aus der Linie des Metallbandes herausgefahren wird.

[0029] Durch den Einsatz von Liquid Core Reduction, d. h. einer Veränderung der Brammendicke innerhalb der Gießanlage, ändern sich die Dicken, mit welchen das Metallband aus der Gießanlage in einen Ofen oder das mindestens eine Vorgerüst der Walzanlage eintritt. Auch innerhalb der Walzstraße hinter einem Vorgerüst oder zwischen den einzelnen Walzgerüsten einer Fertigwalzstraße ändern sich jeweils die Dicken des Metallbandes. Aufgrund ihrer Anstellbarkeit quer zur Ebene des Metallbandes sind die beanspruchten Längsfeld- und Quersfeldinduktoren an den genannten Stellen jeweils optimal auf die individuelle Dicke des Metallbandes anstellbar. Weil die Induktoren, insbesondere die Längsfeldinduktoren, jeweils C-förmig ausgebildet bzw. seitlich offen sind, sind sie zusätzlich auch bei größeren Toleranzen bezüglich des seitlichen Verlaufs des Metallbandes gut einsetzbar.

[0030] Die oben genannte Aufgabe wird bezüglich der Gieß-Walz-Anlage durch den Gegenstand des Anspruchs 16 gelöst. Die Vorteile dieser Lösung entsprechen den oben mit Bezug auf die beanspruchte Walzanlage genannten Vorteilen.

[0031] Zwischen der Gießmaschine und der Walzstraße kann ein Ofen geschaltet sein und vorteilhafterweise kann dann zwecks weiterer Aufheizung ein weiterer

Längsfeldinduktor und/oder der Quersfeldinduktor zwischen den Ofen und das Vorgerüst geschaltet sein. Besonders vorteilhaft ist die Anordnung des weiteren Längsfeldinduktors zwischen dem Ofen und dem mindestens einen Vorgerüst, auch die Anordnung des Längsfeldinduktors zwischen dem Vorgerüst und dem ersten Gerüst der Fertigwalzstraße und die Anordnung eines Quersfeld-Induktors zwischen einzelne Gerüste der Fertigwalzstraße.

[0032] Bezüglich des Verfahrens wird die oben genannte Aufgabe durch die Ansprüche 19 bis 26 gelöst. Die Vorteile dieser verfahrensmäßigen Lösung entsprechen den oben mit Bezug auf die Walzanlage und die Gieß-Walz-Anlage genannten Vorteilen.

[0033] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Walzanlage, der Gieß-Walz-Anlage sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0034] Weitere allgemeine Aussagen zum Gegenstand der Erfindung:

Der Einsatz von geteilten, anstellbaren Induktionsspulen des Längsfeldinduktors eignet sich insbesondere für Dicken des Metallbandes > 6 mm, weil in diesem Dickenbereich der erfindungsgemäße nicht geschlossene Längsfeldinduktor einen besseren Wirkungsgrad bietet als der Quersfeldinduktor und/oder der mit Rahmenstruktur ausgebildete geschlossene Längsfeldinduktor. Der erfindungsgemäße geteilte, anstellbare Längsfeldinduktor wird vorzugsweise bei einem Bandtemperaturbereich von > 750°C verwendet. Er eignet sich insbesondere zum Endloswalzen (Definition siehe weiter unten) oder auch zum konventionellen Walzen von Flachprodukten in einer Warmbandstraße. Der Abstand d der Induktorfläche von dem Metallband, d. h. der Abstand zwischen der dem Metallband zugewandten Seite bzw. Fläche einer Induktionsspule zu dem Metallband beträgt während des aktiven Betriebs des Längsfeldinduktors, wie gesagt, vorzugsweise weniger als 20 mm. Beim Anfahren der Anlage oder bei einer Störungsbeseitigung kann ein Sicherheitsabstand der Induktionsspulen zum Metallband auch mehr als 100 mm, in Ausnahmefällen auch mehr als 500 mm betragen.

[0035] Die geteilten, anstellbaren Längs- und auch Quersfeldinduktoren werden bevorzugt bei einem Endlos-Gießwalzprozess eingesetzt. Bei dieser Fahrweise sind die Gießanlage und die Walzanlage über den Gießstrang verbunden. Beide Anlagen sind dann gekoppelt und arbeiten mit dem gleichen Massenfluss. Dieser Prozess muss irgendwann gestartet werden und genau dann ist eine Induktionsheizung, die aus geteilten Induktoren (oben, unten) besteht, die anstellbar und seitlich offen sind, besonders vorteilhaft. Diese Bauweise ist auch vorteilhaft beim Anfahr- und Ausfädelprozess oder in einer Störungssituation.

[0036] Anfahren des Endlos-Gießwalzprozesses unter Verwendung von geteilten, anstellbaren Längsfeldinduktoren:

- 5 - Bei diesem Einfädelvorgang des Bandkopfes ist/sind die teilbaren Längsfeldinduktoren weiter geöffnet oder/und alternativ in Warteposition neben dem Band, weil mit einem Band-Ski oder Bandwellen bzw. -bögen gerechnet werden muss.
- 10 - Nach Passieren des jeweiligen Induktors oder nach Aufbau eines Bandzuges zwischen den zwei Gerüsten oder zwischen einem Gerüst und Treiber werden die geöffneten Induktoren auf den engen Betriebsabstand, d. h. eine enge Arbeitsposition ange stellt oder erst in die Walzlinie gebracht und dann an gestellt.
- 15 - Erst in Betriebsposition oder nahe der Betriebsposition wird der jeweilige Induktor aktiviert und das Band durch den Induktor geheizt.
- 20 - Bei Verstellung (z. B. Verminderung) der Dicke werden die Induktorpositionen entsprechend nachgefahren (z. B. enger gestellt).
- 25

[0037] Ausfädeln des Brammen- bzw. Bandendes nach dem Gießende oder Abbruch des Endlos-Gießwalzprozesses:

- 30 - Kurz bevor das Bandende das Gerüst vor der jeweiligen Induktorstrecke verlässt und der Bandzug abgebaut wird, wird der teilbare Längsfeldinduktor wieder geöffnet oder/und der Induktor herausgefahren, um auch dort eine Beschädigung oder Berührung der Induktoren zu vermeiden. Diese Fahrweise muss nicht zwangsläufig stattfinden, die Anlage kann aber sicherheitshalber so betrieben werden.
- 35

[0038] Störungsschutz während des Walzvorgangs:

- 40 - Kommt es zu einem Walzunfall oder andere Massenflussstörungen im Filetteil des Bandes so besteht die Gefahr, dass sich ein Bandbogen im Bereich des Induktors bildet und eine Berührung des Bandes am Induktor stattfindet. Auch in diesem Fall wird der geteilte Längsfeldinduktor geöffnet.
- 45
- 50 - Zur Störungsbeseitigung wird der Längsfeldinduktor ggf. auch aus der Walzlinie heraufgefahren.
- 55 - Eine eventuelle Berührung des Bandes an dem Induktor wird durch optische oder mechanische Sensoren detektiert. Vorteilhafterweise werden Bewegungssensoren z. B. Beschleunigungsgeber am Längsfeldinduktor oder an einer Längsfeldinduktorgruppe angebracht (oben oder/und ggf. unten). Bei einem Berührungssignal oder Berührungssgefahr

wird die Längsfeldinduktionsheizung entsprechend oben, unten oder beidseitig aufgefahren.

[0039] Obige Fahrweise bzw. Einsatz von anstellbaren Induktoren findet vorzugsweise bei Endlos-Bandgießprozessen insbesondere zwischen zwei Fertigerüsten statt, die einen Gerüstabstand von 5m bis < 40 m aufweisen und die im Endlosmode betrieben werden.

[0040] Zur Steuerung der Anfahr- und Ausfädelstrategie beim Endlos-Bandgießprozess wird ein Prozessmodell eingesetzt, welche/welches die Setzung der Walzgerüste und Aktivierung der Induktoren steuert bzw. regelt.

[0041] Insbesondere werden auch die Bandbereiche unterschiedlicher Bandtemperatur durch die Walzstraße verfolgt und die Auswirkung der Temperaturunterschiede auf die Gerüstbelastung und Gerüstanstellung berücksichtigt. D. h., der kalte Bandkopf wird auf eine höhere Banddicke eingestellt bzw. die Abnahmen begrenzt und so z. B. auch die Gerüstbelastung in zulässigen Grenzen gehalten.

[0042] Der Erfindung sind neun Figuren beigelegt, wobei

- Figur 1 eine Walzanlage mit eingebauten erfindungsgemäßen Induktoren;
- Figur 2 die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Längsfeldinduktors zwischen dem Vorgerüst und dem ersten Gerüst der Fertigwalzstraße;
- Figur 3 einen Längsfeldinduktor gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Figur 4 Vorrichtungseinrichtungen für einen Längsfeld- oder Quersfeldinduktor senkrecht zur Ebene des Metallbandes sowie einen Induktionswagen zum Verfahren des Längs- oder Quersfeldinduktors quer zum Metallband;
- Figur 5 die Verwendung einer Temperaturreineinrichtung und Sensoreinrichtungen zum Detektieren einer Unregelmäßigkeit in dem Metallband zum geeigneten Verfahren der Induktoren;
- Figur 6 eine Gieß-Walz-Anlage mit einem Beispiel für den Einsatz der erfindungsgemäßen Längsfeld- und Quersfeldinduktoren;
- Figur 7 den Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen geteilten anstellbaren Längsfeldinduktoren in Abhängigkeit der Banddicke und im Vergleich zu Längsfeldinduktoren mit geschlossener Rahmenstruktur und zu Quersfeldinduktoren;
- Figur 8 einen Längsfeldinduktor mit geschlossener

Rahmenstruktur gemäß dem Stand der Technik; und

Figur 9 einen Quersfeldinduktor gemäß dem Stand der Technik

zeigt.

[0043] Die Erfindung wird nachfolgend in Form von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die genannten Figuren detailliert beschrieben. In allen Figuren sind gleiche technische Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0044] Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Walzanlage 400. Sie umfasst ein Vorgerüst 420 sowie eine dem Vorgerüst in Materialflussrichtung nachgeschaltete Fertigwalzstraße 440 mit den Fertigwalzgerüsten F1 - F_N. In Materialflussrichtung R umfasst die Walzanlage 400 hinter der Fertigwalzstraße 440 eine Kühleinrichtung 450 sowie eine Haspeleinrichtung 460.

[0045] Zwischen dem Vorgerüst 420 und dem ersten Walzgerüst F1 der Fertigwalzstraße 440 ist ein erfindungsgemäß ausgebildeter Längsfeld-Induktor 170 angeordnet. Zusätzlich können vor der Fertigwalzstraße 440 und/oder zwischen einzelnen Gerüsten der Fertigwalzstraße 440 Quersfeldinduktoren 180 oder weitere Längsfeldinduktoren 170 angeordnet sein.

[0046] Figur 2 veranschaulicht die Wirkungsweise des Längsfeldinduktors 170: Ohne das Vorhandensein des Längsfeldinduktors 170 würde die Temperatur des Metallbandes in z. B. der konventionellen Walzstraße gemäß der durchgezogenen Linie in Figur 2 vor dem Einlauf in das erste Gerüst F1 der Fertigwalzstraße 440 vom Bandkopf zum Bandende hin stark abfallen. Dies hätte die im allgemeinen Teil der Beschreibung erwähnten Nachteile zur Folge. Vorteilhafterweise bewirkt der erfindungsgemäße Längsfeldinduktor zwischen dem Vorgerüst 420 und dem ersten Gerüst F1 der Fertigwalzstraße 440, dass die Temperatur des Metallbandes 200 vom Bandkopf bis zum Bandende auf hohem Niveau konstant gehalten werden kann, wie dies in Figur 2 durch die horizontale gestrichelte Linie angedeutet ist.

[0047] Aus dem Vorgerüst kann der Bandkopf mit einem Ski auslaufen. Dieser wird nach dem Stand der Technik vor der Induktionsheizung mit einer Rollenrichtmaschine beseitigt oder vermindert. Gelingt das nicht und ein Ski wird dennoch detektiert, so wird das Vorband zurückgefahren und abgeschoben. Dies ist nachteilig.

[0048] Ein geteilter, anstellbarer Längsfeldinduktor deren Öffnungsweite vergrößert werden kann (Anheben des oberen Induktor und/oder Absenken des unteren Induktors), kann einen sicheren Transport durch die Induktionsheizstrecke vornehmlich am Kopf gewährleisten. Abhängig davon, ob ein Ski oder Bandbogen detektiert wird oder auch eine Walzstörung austritt oder auch generell ohne Bandformerfassung, wird der Induktorabstand vergrößert. Nach Durchlaufen des Bandkopfes (z. B. skibehaftet) kann dann der Induktor wieder geschlos-

sen und das Vorband geheizt werden. Es kann so auf eine Rollenrichtmaschine oder andere Maßnahmen vor einer geteilten, anstellbaren Längsfeldinduktionsheizung verzichtet werden, wenn an jedem skibehafteten nicht zu heizenden Bandkopf der Induktorspalt vergrößert wird.

[0049] Figur 3 zeigt den konstruktiven Aufbau des erfindungsgemäßen Längsfeldinduktors 100, 170. Er umfasst eine obere Induktionsspule 110, welche oberhalb des zu erwärmenden Metallbandes 200 angeordnet ist und eine untere Induktionsspule 120, welche unterhalb des zu erwärmenden Metallbandes gegenüberliegend zu der oberen Induktionsspule 110 angeordnet ist. Die beiden Induktionsspulen 110, 120 werden von einer Energieversorgungseinrichtung 130 mit elektrischer Energie, genauer gesagt mit gegenphasigen elektrischen Strömen gespeist. Aufgrund dieses Betriebs der oberen und der unteren Induktionsspule mit gegenphasigen Strömen wirkt der Induktor 100 als Längsfeldinduktor 170. Im Unterschied zu traditionellen Längsfeldinduktoren bietet die in Figur 3 beschriebene Ausbildung des Längsfeldinduktors den Vorteil, dass die obere Induktionsspule 110 und die untere Induktionsspule 120 unabhängig voneinander vertikal verschiebbar sind, so dass der Abstand der oberen Induktionsspule zur Oberseite des Metallbandes 200 und der Abstand der unteren Induktionsspule 120 zur Unterseite des Metallbandes 200 individuell in gewünschter Weise und in Abhängigkeit der Dicke des Metallbandes 200 eingestellt werden können.

[0050] Figur 4 veranschaulicht, dass der oberen Induktionsspule 110 typischerweise ein oberer Kondensator 115 zugeordnet ist, wobei die obere Induktionsspule und der obere Kondensator 115 zu einem oberen Teilschwingkreis verschaltet sind. Analog ist die untere Induktionsspule mit einem zugeordneten Kondensator 125 zu einem unteren Teilschwingkreis verschaltet. Dem oberen Teilschwingkreis ist eine obere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung 140 zugeordnet zum Verfahren des oberen Teilschwingkreises oder zumindest der oberen Spule 110 senkrecht zu der von dem Metallband 200 ausgebildeten Ebene. Analog ist dem unteren Teilschwingkreis eine untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung 150 zugeordnet zum Verfahren des unteren Teilschwingkreises oder zumindest der unteren Induktionsspule 120 senkrecht zu der von dem Metallband 200 aufgespannten Ebene.

[0051] Die obere und die untere Induktionsspule 110, 120 des Längsfeldinduktors 100, 170 oder deren Gehäuse sind, wie in Figur 4 gezeigt, C-förmig ausgebildet zum Querverfahren des Induktors mit Hilfe des Induktorwagens 142 oder einem ähnlichen Querverfahrmechanismus in die oder aus der Linie des Metallbandes 200. Die Linie entspricht der Materialflussrichtung R, welche in Figur 4 in die Zeichenebene hinein oder aus dieser heraus gerichtet ist.

[0052] Wie bereits oben unter Bezugnahme auf Figur 1 erwähnt, kann die Walzanlage 400 zusätzlich zu dem mindestens einen Längsfeldinduktor 100, 170 zwischen

dem Vorgerüst 120 und dem ersten Gerüst F1 der Fertigwalzstraße 440 einen Querfeldinduktor 180 aufweisen. Der Querfeldinduktor ist in bekannter Weise, wie oben im Stand der Technik unter Bezugnahme auf Figur 9 beschrieben, ausgebildet. Die oben mit Bezug auf den Längsfeldinduktor 100, 170 beschriebene Anordnung gemäß Figur 4 gilt gleichermaßen auch für den Querfeldinduktor 180. Konkret umfasst der Querfeldinduktor 180 eine der Oberseite des Metallbandes 200 zugeordnete obere Querfeldinduktorspule 182 und eine der Unterseite des Metallbandes 200 zugeordnete untere Querfeldinduktorspule 184. Auch den Querfeldinduktorspulen 182, 184 können Kondensatoren 115, 125 zugeordnet sein, welche zusammen mit den Induktorspulen jeweils Teilschwingkreise ausbilden. Es ist eine obere Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung 186 vorgesehen zum Verfahren der oberen Querfeldinduktorspule 182 bzw. des oberen Querfeldinduktor-Teilschwingkreises senkrecht zu der von dem Metallband aufgespannten Ebene. Gleichermäßen ist eine untere Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung 188 vorgesehen zum Verfahren der unteren Querfeldinduktorspule 184 bzw. des unteren Querfeldinduktor-Teilschwingkreises ebenfalls senkrecht zu der von dem Metallband aufgespannten Ebene.

[0053] Die obere und untere Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung 186, 188 und/oder die obere und untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung 140, 150 können eine bauliche Einheit bilden. Dieser baulichen Einheit ist vorzugsweise ein Induktorwagen 142 zugeordnet zum Verfahren des Längsfeldinduktors und/oder des Querfeldinduktors quer zur Längsrichtung des Metallbandes aus der Linie des Metallbandes heraus oder in die Linie des Metallbandes 200 hinein.

[0054] Die Querfeldinduktor-Verfahreinrichtungen 186, 188 und/oder die Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtungen 140, 150 oder der Induktorwagen 142 werden von einer Steuereinrichtung 187 angesteuert; siehe Figur 4.

[0055] Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf das Metallband 200. Zu erkennen ist eine Temperatur-Messeinrichtung 190 und ggf. 550 zum Erfassen der Verteilung der Temperatur über dessen Breite. Die Temperatur-Messeinrichtung 190 ist vorzugsweise hinter dem letzten Walzgerüst F_N der Fertigwalzstraße 440 angeordnet. Die gemessene Temperaturverteilung wird als Eingangsgröße der Steuereinrichtung 187 zugeführt, damit diese im Ansprechen auf die Temperaturverteilung die obere und/oder die untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung 140, 150 und/oder die obere und/oder die untere Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung 186, 188 und/oder den Induktorwagen 142 geeignet ansteuert. Geeignet heißt in diesem Fall, dass der Induktor 100, d. h. der Längsfeldinduktor 170 oder der Querfeldinduktor 180 im Ansprechen auf den notwendigen Energieeintrag und auf die gemessene Temperatur-Verteilung so positioniert wird, dass die Differenz zwischen der gemessenen Temperaturverteilung hinter der Fertigwalzstraße 440 und einer vorgegebenen Solltemperaturverteilung an

gleicher Position über der Materialbreite minimal wird. Durch Berücksichtigung der Effekte an den Induktoren und in der Walzstraße können die Eigenschaften des Fertigproduktes über der Breite optimal eingestellt werden.

[0056] Für die geeignete Ansteuerung der Induktoren (Leistungen, Induktoranstellungen) mit Hilfe eines Prozessmodells wird auch optional die Eingangstemperaturverteilung 550 berücksichtigt.

[0057] Weiterhin kann eine Sensoreinrichtung 195 vorgesehen sein zum Detektieren einer Unregelmäßigkeit in dem Metallband 200, wie einem Ski z. B. am Kopf des Metallbandes, einer Welle oder einem Bogen in dem Metallband oder einer sonstigen Störung des Walzprozesses. Die Sensoreinrichtung 187 ist dann im Ansprechen auf ein Signal der Sensoreinrichtung, welches die Unregelmäßigkeit repräsentiert, ausgebildet zum Ansteuern der Längsfeldinduktor-Verfahrenrichtungen 140, 150 und/oder der Quersfeldinduktor-Verfahrenrichtungen 186, 188 oder des Induktorwagens 142 derart, dass der Abstand d der Induktorspulen von der Oberseite/Unterseite des Metallbandes im Bereich der Unregelmäßigkeit geeignet geändert wird und/oder die Induktoren aus der Linie des Metallbandes heraus verfahren werden.

[0058] Weiterhin kann zumindest ein Berührungssensor 198 vorgesehen sein, z. B. in Form eines Bewegungssensors oder eines Beschleunigungsgebers zum Detektieren einer Berührung des Längsfeldinduktor 170 und/oder den Quersfeldinduktor 180 durch das Metallband 200. Die Steuereinrichtung 187 ist dann im Ansprechen auf ein Signal des Berührungssensors, welches die eventuelle Berührung repräsentiert, ausgebildet zum Ansteuern der Längsfeldinduktor-Verfahrenrichtungen 140, 150 und/oder der Quersfeldinduktor-Verfahrenrichtungen 186, 188 und/oder des Induktorwagens 142 derart, dass der Längsfeldinduktor 100, 170 und/oder der Quersfeldinduktor 180 bei Berührung des Metallbandes 200 in Dickenrichtung geöffnet und/oder seitlich aus der Linie herausgefahren wird.

[0059] Figur 6 zeigt die erfindungsgemäße Gieß-Walz-Anlage 500. Sie umfasst eine Gießmaschine 300 zum Erzeugen des Metallbandes 200 sowie die bereits beschriebene, der Gießmaschine 300 in Materialflussrichtung R nachgeschaltete Walzanlage 400. Gemäß einer ersten Ausführungsform ist zwischen die Gießmaschine 300 und die Walzstraße 400 ein Ofen 350 geschaltet. Die Walzanlage 400 weist, wie oben bereits beschrieben, zwischen dem mindestens einen Vorgerüst 420 und dem ersten Gerüst $F1$ der Fertigwalzstraße 440 einen erfindungsgemäßen Längsfeldinduktor 170 und/oder Quersfeldinduktor 180 auf.

[0060] Zwischen den Ofen 350 und dem mindestens einem Vorgerüst 420 kann ein weiterer Längsfeldinduktor 170 und/oder der Quersfeldinduktor 180 geschaltet sein.

[0061] Konkret kann auch der weitere Längsfeldinduktor 170 zwischen den Ofen 350 und dem Vorgerüst geschaltet sein und kann der Quersfeldinduktor 180 zwi-

schen einzelne der Fertigwalzgerüste der Fertigwalzstraße geschaltet sein.

[0062] Figur 7 veranschaulicht das bevorzugte Einsatzgebiet des erfindungsgemäßen geteilten Längsfeldinduktors ohne Rahmenstruktur, d. h. mit individuell senkrecht zur Ebene des Metallbandes anstellbarer oberer und unterer Induktionsspule. Die gestrichelten Linien zeigen den Verlauf des elektrischen Wirkungsgrades für einen Längsfeldinduktor mit geschlossenem Induktorrahmen, dessen obere und untere Induktionsspule nicht an die jeweiligen Dickenverhältnisse des Metallbandes anpassbar sind. Die strichpunktierte Linie zeigt den Verlauf des Wirkungsgrades für einen Quersfeldinduktor und die beiden durchgezogenen Linien zeigen den Verlauf des elektrischen Wirkungsgrades in Abhängigkeit der Banddicke für einen Längsfeldinduktor mit vorteilhafterweise individuell anstellbarer oberer und/oder unterer Induktionsspule in Abhängigkeit der Banddicke. Sowohl die gestrichelten Linien für den geschlossenen Längsfeldinduktor wie auch die durchgezogenen Linien für den geteilt anstellbaren Längsfeldinduktor sind jeweils für zwei verschiedene Frequenzen f_i , f_m und f_n angegeben, wobei die verschiedenen Frequenzen jeweils optimal im Hinblick auf die Banddicken-Einsatzbereiche gewählt werden. Allgemein veranschaulicht das Diagramm gemäß Figur 7, dass der elektrische Wirkungsgrad besonders hoch ist bei der Verwendung von Quersfeldinduktoren (strichpunktierte Linie) für Banddicken < 6 mm. Im Unterschied dazu ist für Banddicken von z. B. 100 mm der Wirkungsgrad besonders groß bei der Verwendung von Längsfeldinduktoren, wobei es dann egal ist, ob geteilte anstellbare Längsfeldinduktoren oder geschlossene Längsfeldinduktoren verwendet werden. Unabhängig davon ist zu erkennen, dass für mittlere Banddicken zwischen ca. 6 und z. B. 100 mm die Verwendung von

[0063] Längsfeldinduktoren mit individuell anstellbarer oberer und unterer Induktionsspule (durchgezogene Linien) elektrisch besonders effektiv ist; siehe den senkrecht schraffierten Bereich in Figur 7.

[0064] Die Erfindung betrifft schließlich ein Verfahren zum Erzeugen eines Metallbandes mit einer erfindungsgemäßen Walzanlage 400 oder einer erfindungsgemäßen Gieß-Walz-Anlage 500. Die Walzanlage und die Gieß-Walz-Anlage umfassen jeweils mindestens einen Längsfeldinduktor 170 sowie optional zusätzlich mindestens einen Quersfeldinduktor 180. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass der Abstand d der oberen und unteren anstellbaren Induktorspulen des Längsfeldinduktors oder des Quersfeldinduktors während des Walzens des Filets des Metallbandes 200 in Abhängigkeit der jeweiligen Dicke des Metallbandes auf einen geeigneten Betriebsabstand $d < 60$ mm eingestellt wird. Dieser Betriebsabstand wird während des Walzens des Filets vorzugsweise auf einem Abstand von $d < 20$ mm konstant gehalten. Vorteilhaft hat sich ein minimaler Abstand von 15 mm gezeigt.

[0065] Die obere und/oder die untere anstellbare Induktorspule des Längsfeldinduktors und gegebenenfalls

auch die des Quersfeldinduktors werden während des Einfädelvorgangs des Kopfes des Metallbandes in ein Walzgerüst entweder auf einen vordefinierten Sicherheitsabstand aufgefahren oder nach außerhalb der Bandlinie verfahren. Erst nach Abschluss des Einfädelvorgangs werden die Induktionsspulen, gleichbedeutend mit Induktorspulen, auf den jeweils geeigneten Betriebsabstand eingestellt. Erst wenn der jeweils gewünschte Betriebsabstand d zu dem Metallband erreicht ist oder dem nahe kommt, werden die Induktoren 100, 170, 180 aktiviert, d. h. mit elektrischer Energie beaufschlagt. Die erfindungsgemäße Energieversorgungseinrichtung 130 ist ausgebildet zum Versorgen aller elektronischer Komponenten, d. h. insbesondere der Induktionsspulen und der Verfahreinrichtungen und des Induktorwagens mit elektrischer Energie.

[0066] Die oberen und unteren Induktionsspulen 110, 120, 184, 186 des Längsfeldinduktors 170 und/oder des Quersfeldinduktors 180 werden wieder auf den vordefinierten Sicherheitsabstand aufgefahren z. B. kurz bevor das Ende des Metallbandes 200 ein Walzgerüst vor dem jeweiligen Längsfeldinduktor oder Quersfeldinduktor verlässt oder wenn ein zuvor bestehender Bandzug abgebaut wird oder wenn ein Walzunfall passiert war oder bei einer anderen Störung des Massenflusses. Alternativ zum Auffahren auf den vordefinierten Sicherheitsabstand können die Induktionsspulen auch aus der Linie des Metallbandes herausgefahren werden.

[0067] Die Gieß-Walz-Anlage wird vorzugsweise in einem Endlosmode und/oder in einem Semi-Endlosmode betrieben. Eine Definition des "Endlosmode" ist oben im allgemeinen Teil der Beschreibung gegeben. Der Begriff "Semi-Endlosmode" meint ein Gießen einer langen Bramme, die Platz in dem Ofen 350 findet, und ein anschließendes Walzen und Trennen der Bänder vor dem Haspel zu einigen Coils. Je nach Länge des Ofens werden z. B. 5 verbundene Brammen nacheinander kontinuierlich gewalzt (ähnlich wie Endlos) und erst hinter der Fertigstraße mit der Schere geteilt und zu z. B. 5 Einzelcoils gewickelt.

Bezugszeichenliste

[0068]

100	Induktor
110	obere Längsfeld-Induktorspule
115	obere Kondensatoren
120	untere Längsfeld-Induktorspule
125	untere Kondensatoren
130	Energieversorgungseinrichtung
140	obere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung
142	Induktorwagen
150	untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung
170	Längsfeldinduktor
180	Quersfeldinduktor
182	obere Quersfeldinduktorspule
184	untere Quersfeldinduktorspule

186	obere Quersfeldinduktor-Verfahreinrichtung
187	Steuereinrichtung
188	untere Quersfeldinduktor-Verfahreinrichtung
190	Temperatur-Messeinrichtung
5 195	Sensoreinrichtung
198	Berührungssensor
200	Metallband
300	Gießmaschine
350	Ofen
10 400	Walzanlage
420	Vorgerüst
430	Trenneinrichtung
440	Fertigwalzstraße
450	Kühleinrichtung
15 460	Haspeleinrichtung
500	Gieß-Walz-Anlage
550	Temperatur-Messeinrichtung

F_1	Zweites Walzgerüst = erstes Fertigwalzgerüst
20 F_1-F_n :	Fertigwalzgerüst
d	Abstand
R	Materialflussrichtung
ΔH	Variation der Metallbanddicke

Patentansprüche

1. Walzanlage (400) mit
 mindestens einem ersten (420) und einem zweiten
 Walzgerüst; mindestens einem zwischen dem ersten und dem zweiten Walzgerüst angeordneten Induktor (100) zum Erwärmen von einem durch den Induktor bewegten Metallband (200), wobei der Induktor eine obere Induktionsspule (110), welche oberhalb des zu erwärmenden Metallbandes (200) angeordnet ist, und eine untere Induktionsspule (120), welche unterhalb des zu erwärmenden Metallbandes gegenüberliegend zu der oberen Induktionsspule angeordnet ist, aufweist; und
 einer Energieversorgungseinrichtung (130) zum Versorgen der oberen und der unteren Induktionsspule mit elektrischer Energie;
dadurch gekennzeichnet,
dass es sich bei dem ersten Walzgerüst um mindestens ein Vorgerüst (420) und bei dem zweiten Walzgerüst (F_1) um ein erstes Walzgerüst aus einer Mehrzahl von Walzgerüsten einer Fertigwalzstraße handelt;
dass die Energieversorgungseinrichtung (130) ausgebildet ist, die obere und die untere Induktionsspule (110, 120) des Induktors (100) mit gegenphasigen elektrischen Strömen und damit den Induktor als Längsfeld-Induktor (170) zu betreiben;
dass eine obere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (140) vorgesehen ist zum Verfahren der oberen Induktionsspule (110) senkrecht zur Oberseite des Metallbandes (200) oder/und eine untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (150) zum Verfahren

- der unteren Induktionsspule (120) senkrecht zur Unterseite des Metallbandes (200); und
dass der Abstand (d) der oberen Induktionsspule (110) von der Oberseite des Metallbandes und/oder der Abstand d der unteren Induktionsspule (120) von der Unterseite des Metallbandes in einer Arbeitsposition $d < 60\text{mm}$, bevorzugt $d < 20\text{mm}$ beträgt.
2. Walzanlage (400) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Energieversorgungseinrichtung (130) obere Kondensatoren (115) aufweist, welche mit der oberen Induktionsspule (110) zu einem oberen Teilschwingkreis verschaltet sind, und untere Kondensatoren (125) aufweist, welche mit der unteren Induktionsspule (120) zu einem unteren Teilschwingkreis verschaltet sind; und
dass die obere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (140) ausgebildet ist zum Verfahren des oberen Teilschwingkreises senkrecht zur Oberseite des Metallbandes oder/und dass die untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (150) ausgebildet ist zum Verfahren der unteren Induktionsspule (120) senkrecht zur Unterseite des Metallbandes (200).
 3. Walzanlage (400) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die obere und die untere Induktionsspule (110, 120) des Längsfeldinduktors (100) oder deren Gehäuse C-förmig ausgebildet sind zum Querverfahren des Längsfeldinduktors in die und aus der Linie des Metallbandes (200).
 4. Walzanlage (400) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die obere und die untere Induktionsspule (110, 120) jeweils aus einer einzigen Windung oder aus einer Mehrzahl von parallel und vorzugsweise über Kreuz geschalteten Teilwindungen gebildet sind.
 5. Walzanlage nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Energieversorgungseinrichtung (130) ausgebildet ist, die Induktionsspulen (110, 120) und die Teilschwingkreise -je nach Dicke des Metallbandes - mit Strom- oder Spannungs-Frequenzen zwischen 2kHz und 30kHz zu betreiben.
 6. Walzanlage nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anzahl der Teilwindungen pro Induktionsspule -je nach Frequenz - zwischen 3 und 15 liegt.
 7. Walzanlage (400) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, weiterhin **gekennzeichnet durch** mindestens einen Querfeldinduktor (180), welcher zusätzlich zu dem mindestens einen Längsfeldinduktor in der Walzanlage betreibbar ist.
 8. Walzanlage (400) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Querfeldinduktor (180) einen oberen der Oberseite des Metallbandes zugeordneten Querfeldinduktor-Teilschwingkreis mit einem Kondensator (115) und einer Querfeldinduktorspule (182) und einen unteren der Unterseite des Metallbandes zugeordneten Querfeldinduktor-Teilschwingkreis mit einem Kondensator 125 und einer Querfeldinduktorspule (184) aufweist; und
dass eine obere Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung (186) vorgesehen ist zum Verfahren des oberen Querfeldinduktor-Teilschwingkreises und eine untere Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung (188) vorgesehen ist zum Verfahren des unteren Querfeldinduktor-Teilschwingkreises, jeweils senkrecht zu der von dem Metallband (200) aufgespannten Ebene.
 9. Walzanlage (400) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die obere und untere Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung (186, 188) und/oder die obere und untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (140, 150) eine bauliche Einheit bilden.
 10. Walzanlage (400) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die bauliche Einheit einen Induktorwagen (142) aufweist zum Verfahren des Längsfeldinduktors und/oder des Querfeldinduktors quer zur Längsrichtung des Metallbandes aus der Linie oder in die Linie des Metallbandes (200).
 11. Walzanlage (400) nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Steuereinrichtung (187) vorgesehen ist zum Ansteuern der oberen und/oder unteren Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung (186, 188) und/oder der oberen und/oder unteren Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (140, 150) oder des Induktorwagens (142).
 12. Walzanlage (400) nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Temperatur-Messeinrichtung (190) vorgesehen ist zum Erfassen der Verteilung der Temperatur des Metallbandes über seiner Breite; dass die Temperatur-Messeinrichtung vorzugsweise hinter dem letzten Walzgerüst der Fertigwalzstraße angeordnet ist; und
dass die Steuereinrichtung (187) ausgebildet ist zum Ansteuern der oberen und/oder unteren Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (140, 150) und/oder der oberen und/oder unteren Querfeldinduktor-Ver-

- fahreinrichtung (186, 188) und/oder des Induktorwagens (142) so, dass der Längsfeldinduktor (100), der weitere Längsfeldinduktor (170) oder Querfeldinduktor (180) im Ansprechen auf die gemessene Temperatur-Verteilung so positionierbar ist, dass die Differenz zwischen der gemessenen Temperaturverteilung und einer vorgegebenen Solltemperaturverteilung über der Metallbandbreite minimal wird.
13. Walzanlage (400) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** eine Sensoreinrichtung (195) vorgesehen ist zum Detektieren einer Unregelmäßigkeit in dem Metallband, wie einem Ski am Kopf des Metallbandes, einer Welle oder einem Bogen in dem Metallband, oder einer sonstigen Störung des Walzprozesses; und **dass** die Steuereinrichtung (187) ausgebildet ist zum Ansteuern der oberen und/oder unteren Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (140, 150) und/oder der oberen und/oder unteren Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung (186, 188) und/oder des Induktorwagens (142) derart, dass der Abstand (d) der Induktorspulen von der Oberseite/Unterseite des Metallbandes im Bereich der Unregelmäßigkeit geeignet geändert wird oder/und die Induktoren aus der Linie des Metallbandes heraus verfahren werden.
14. Walzanlage (400) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Berührungssensor (198) vorgesehen ist, zum Beispiel in Form eines Bewegungssensors oder eines Beschleunigungsgebers, zum Detektieren einer Berührung des Längsfeld-Induktors (170) oder/und des Querfeldinduktors (180) durch das Metallband 200; und die Steuereinrichtung (187) ausgebildet ist zum Ansteuern der oberen und/oder unteren Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (140, 150) und/oder der oberen und/oder unteren Querfeldinduktor-Verfahreinrichtung (186, 188) und/oder des Induktorwagens (142) derart, dass der Längsfeld-Induktor (100) oder/und der Querfeldinduktor (180) bei Berührung des Metallbandes (200) in Dickenrichtung geöffnet oder/und seitlich aus der Linie herausgefahren wird.
15. Walzanlage (400) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein weiterer Längsfeldinduktor (170) und/oder der Querfeldinduktor (180) zwischen einzelne Walzgerüste der Fertigwalzstraße geschaltet ist.
16. Gieß-Walz-Anlage (500) mit einer Gießmaschine (300) zum Erzeugen eines Metallbandes (200); **gekennzeichnet durch** eine der Gießmaschine in Materialflussrichtung nachgeschaltete Walzanlage (400) nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 15.
17. Gieß-Walz-Anlage (500) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zwischen die Gießmaschine (300) und die Walzstraße (400) ein Ofen (350) geschaltet ist; und **dass** mindestens ein weiterer Längsfeldinduktor (170) und/oder der mindestens eine Querfeldinduktor (180) zwischen den Ofen (350) und das Vorgerüst (420) geschaltet ist.
18. Gieß-Walz-Anlage (500) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der geteilte, in Dickenrichtung des Metallbandes anstellbare mindestens eine weitere Längsfeld-Induktor (170) zwischen den Ofen (350) und das Vorgerüst und der mindestens eine Querfeld-Induktor (180) zwischen einzelne der Fertigwalzgerüste (440n) geschaltet ist.
19. Verfahren zum Erzeugen eines Metallbandes mit einer Walzanlage (400) nach einem der Ansprüche 1 - 15 oder einer Gieß-Walz-Anlage (500) nach einem der Ansprüche 16 bis 18, mit einem Längsfeldinduktor (170) sowie optional zusätzlich einem Querfeldinduktor (180) **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand d der oberen und/oder unteren anstellbaren Induktorspulen des Längsfeld-Induktors oder des Querfeld-Induktors während des Walzens des Filets des Metallbandes (200) in Abhängigkeit der jeweiligen Dicke des Metallbandes auf einen geeigneten Betriebsabstand $d < 60 \text{ mm}$ eingestellt wird.
20. Verfahren nach Anspruch 19 **dadurch gekennzeichnet** **dass** der Abstand (d) während des Walzens des Filets konstant gehalten wird.
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der geeignete Betriebsabstand der Induktoren zu dem Metallband (200) während des Walzens des Filets des Metallbandes auf einen Wert $d < 20 \text{ mm}$ eingestellt wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die oberen und/oder die unteren anstellbaren Induktionsspulen (110, 120, 182, 184) des Längsfeldinduktors (100) und ggf. auch des Querfeldinduktors (180) während des Einfädelvorganges des Kopfes des Metallbandes in ein Walzgerüst entweder auf einen vordefinierten Sicherheitsabstand aufgefahren oder nach außerhalb der Bandlinie verfahren werden; und **dass** die oberen und/oder die unteren Induktions-

- spulen (110, 120, 182, 184) des Längsfeldinduktors (100) und ggf. auch des Quersfeldinduktors (180) erst nach Abschluss des Einfädelvorganges bzw. nach Durchfahren des Bandkopfes - erforderlichenfalls erst in die Linie des Metallbandes eingefahren - und auf den geeigneten Betriebsabstand eingestellt werden. 5
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, **dadurch gekennzeichnet,** 10
dass die Induktoren (100, 170, 180) erst dann aktiviert werden, wenn sie in dem Betriebsabstand zu dem Metallband (200) stehen.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, **dadurch gekennzeichnet,** 15
dass die oberen und unteren Induktionsspulen (110, 120, 184, 186) des Längsfeldinduktors (100, 170) und/oder des Quersfeldinduktors (180) wieder auf den vordefinierten Sicherheitsabstand aufgefahren werden, oder die Induktoren aus der Linie des Metallbandes herausgefahren werden, zum Beispiel kurz bevor das Ende des Metallbandes ein Walzgerüst vor dem jeweiligen Längsinduktor oder Quersfeldinduktor verlässt oder ein zuvor bestehender Bandzug abgebaut wird oder im Falle eines Walzunfalls oder bei einer anderen Störung des Massenflusses. 20 25
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, **dadurch gekennzeichnet,** 30
dass die Gieß-Walz-Anlage (500) in einem Endlosmode oder/und Semi-Endlosmode betrieben wird.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 25, **dadurch gekennzeichnet,** 35
dass der geteilte, in Dickenrichtung des Metallbandes anstellbare Längsfeld-Induktor (100, 170) vorzugsweise ab einer Metallbanddicke ≥ 6 mm verwendet wird. 40
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19-26, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die obere und untere Quersfeldinduktor-Verfahreinrichtung (186, 188) und/oder die obere und untere Längsfeldinduktor-Verfahreinrichtung (140, 150) vorteilhafterweise zur Maximierung des Heizwirkungsgrades am Metallband durch Minimierung des Induktorabstandes d vom Metallband und zur Vermeidung einer Berührung durch das Metallband durch Öffnung des Induktors einsetzbar sind. 45 50
28. Verwendung des Längsfeldinduktors (170) in der Walzanlage nach einem der Ansprüche 1-15; **dadurch gekennzeichnet, dass** 55
der geteilte, in Dickenrichtung des Metallbandes anstellbare Längsfeld-Induktor (100, 170) bei Metallbändern mit Dickenvariationen im Bereich der Induk-

toren von $\Delta H \geq 6$ mm oder besonders bevorzugt von $\Delta H \geq 15$ mm verwendet wird.

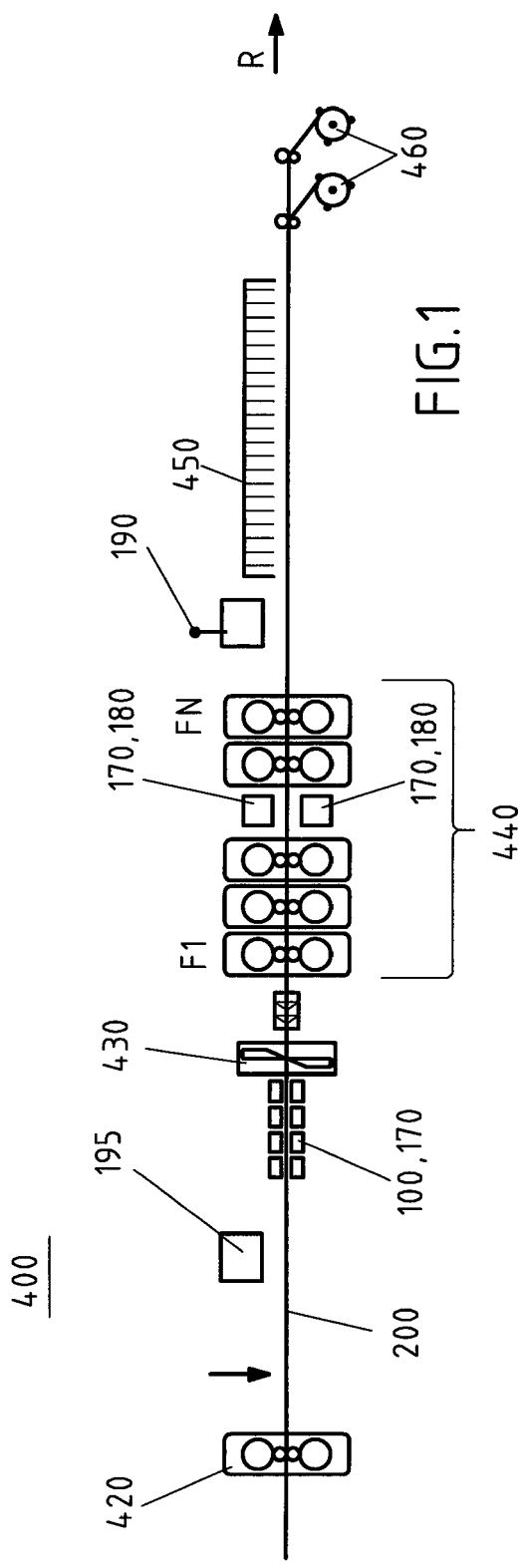


FIG.1

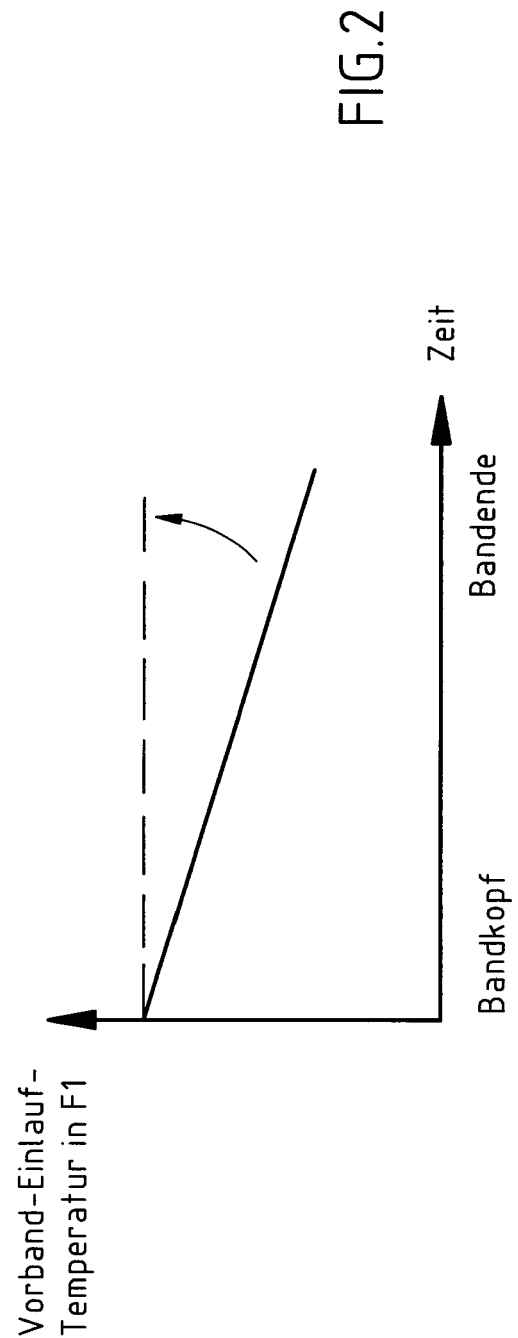


FIG.2

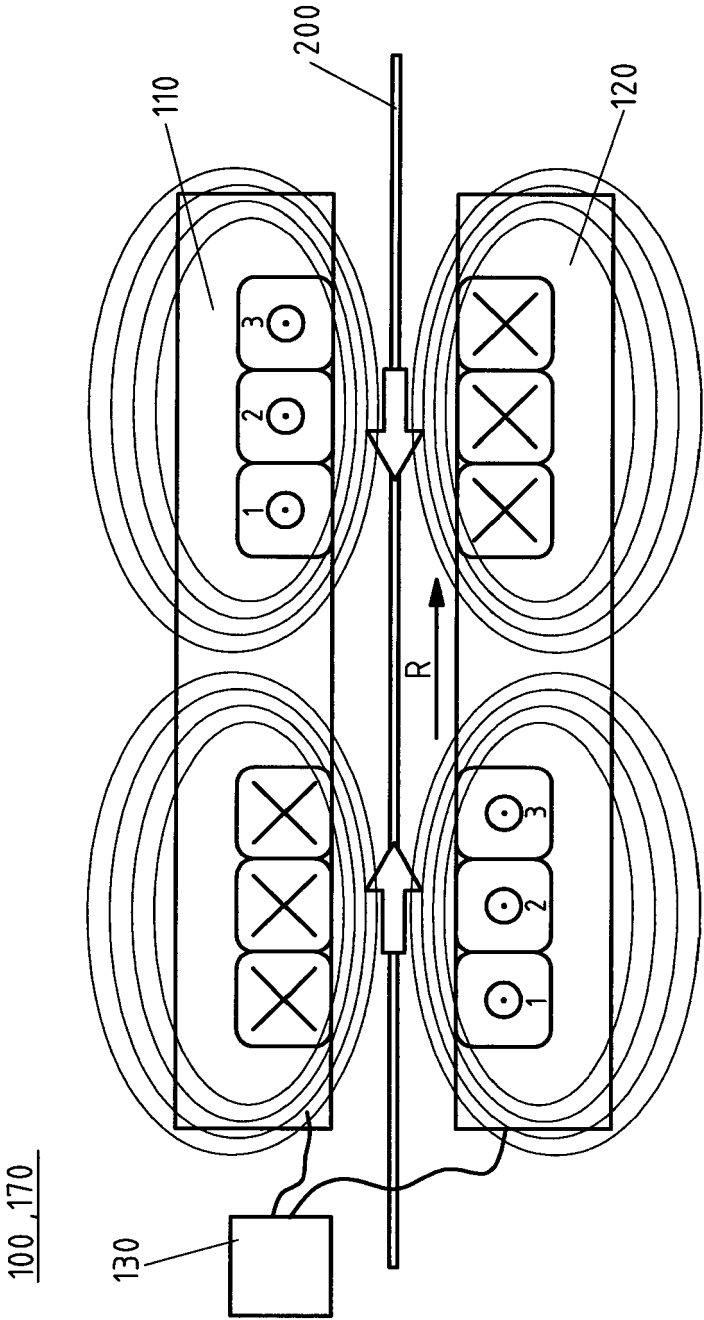


FIG.3

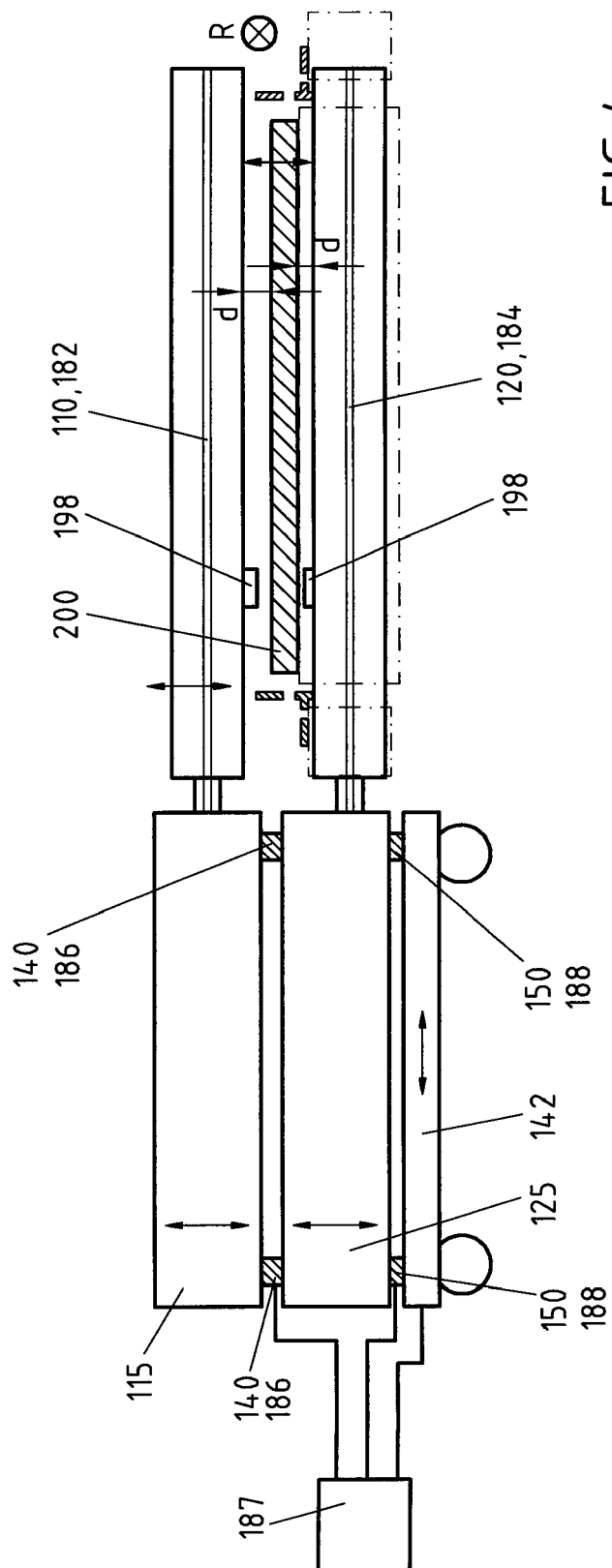
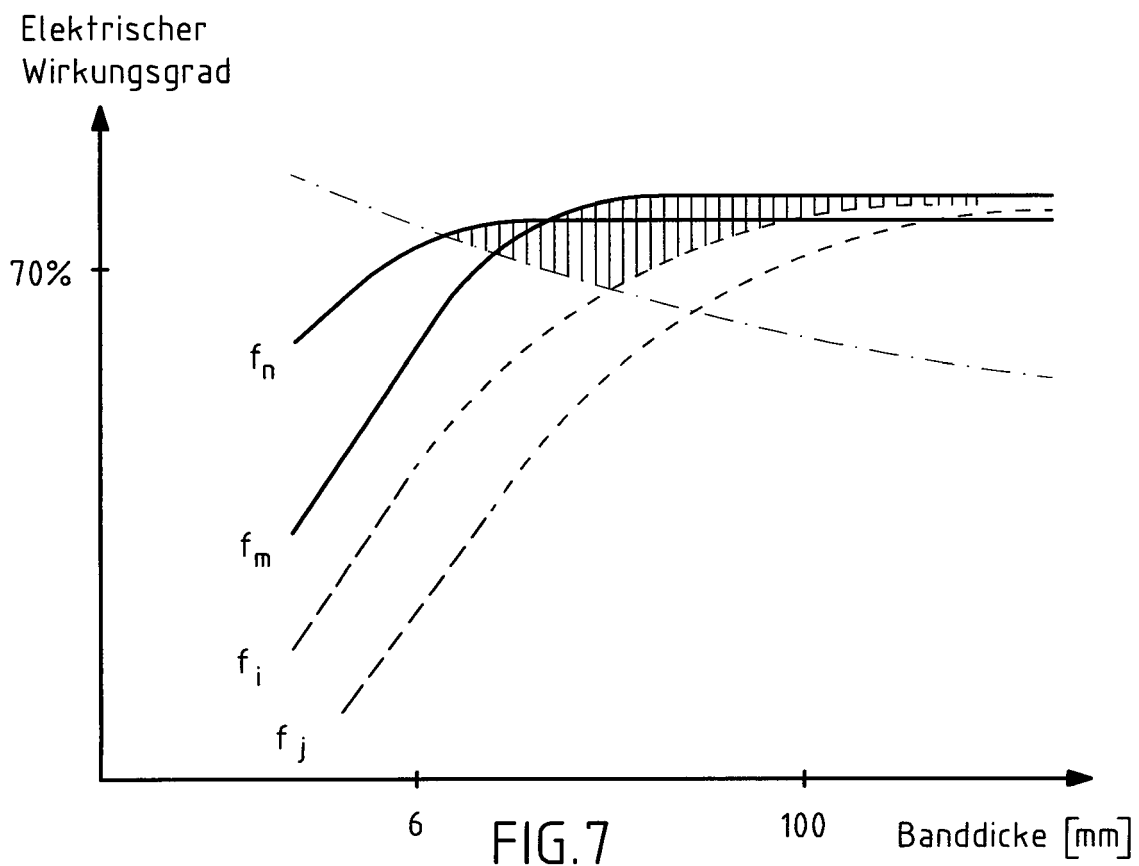
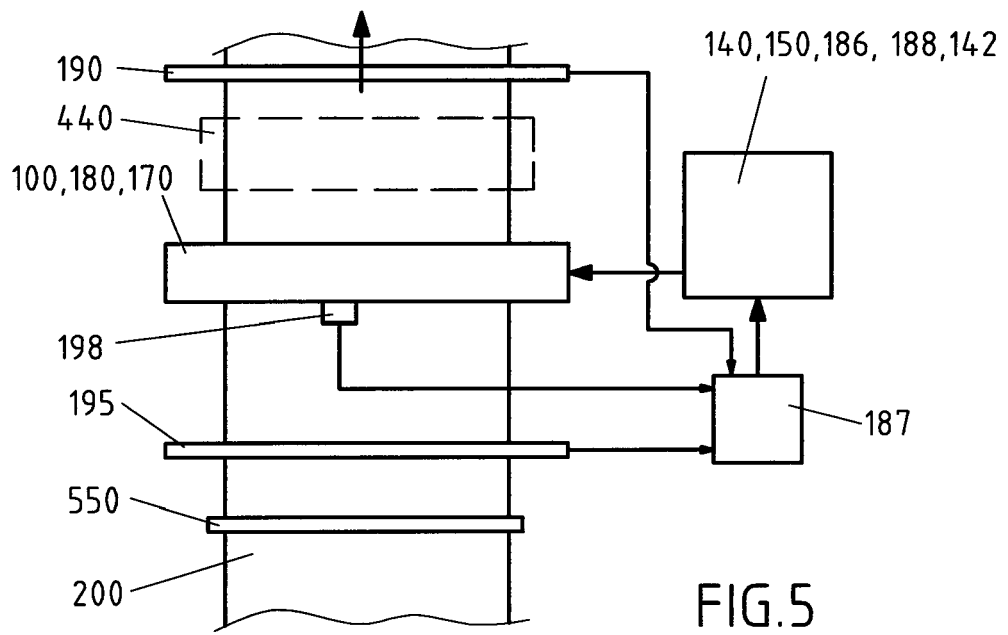


FIG. 4



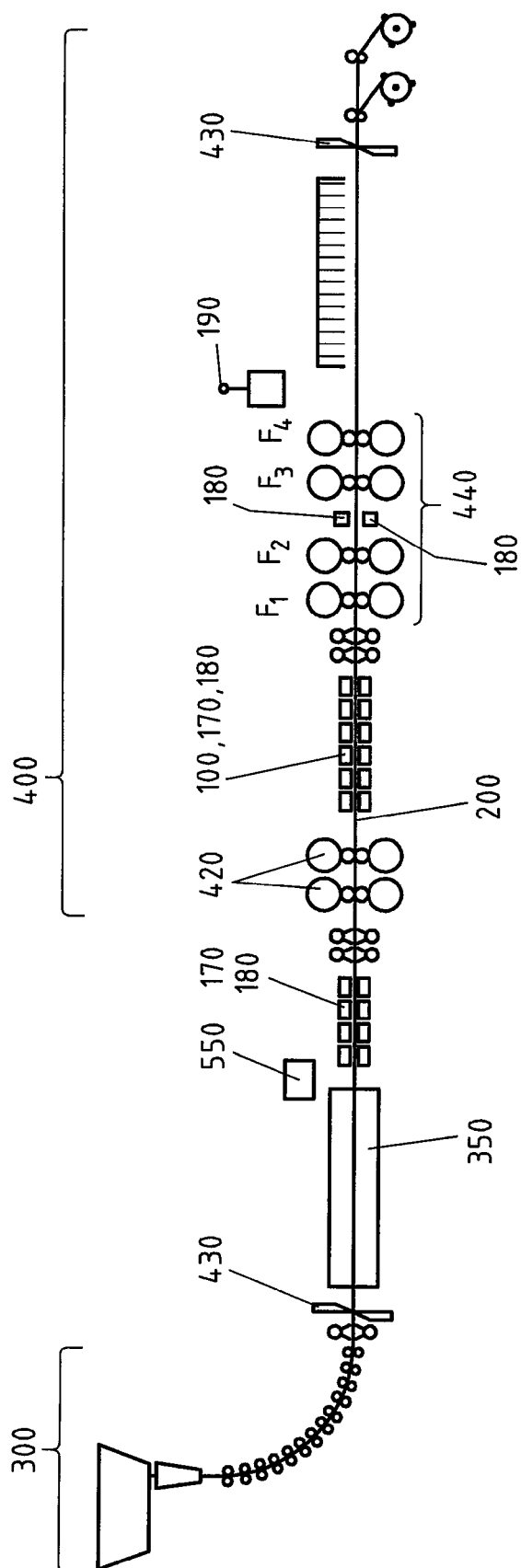


FIG. 6

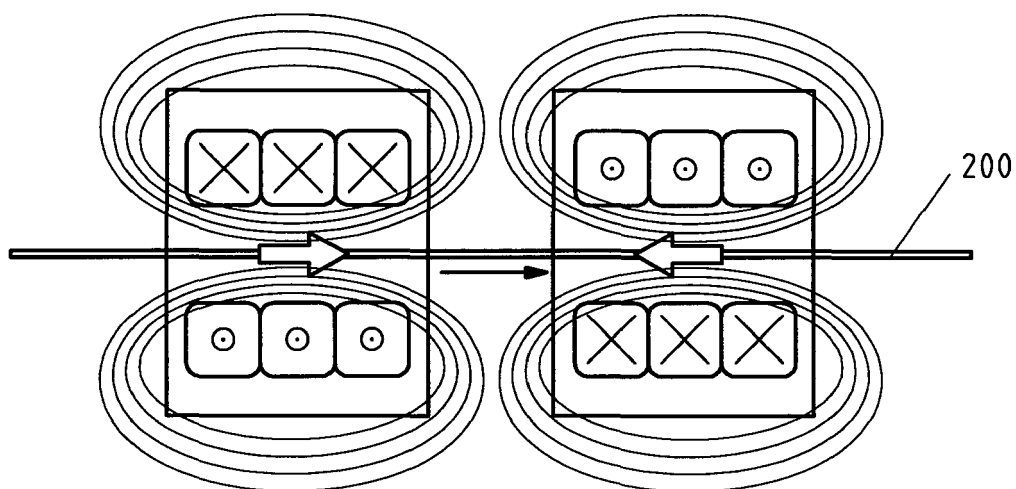


FIG. 8
Stand der Technik

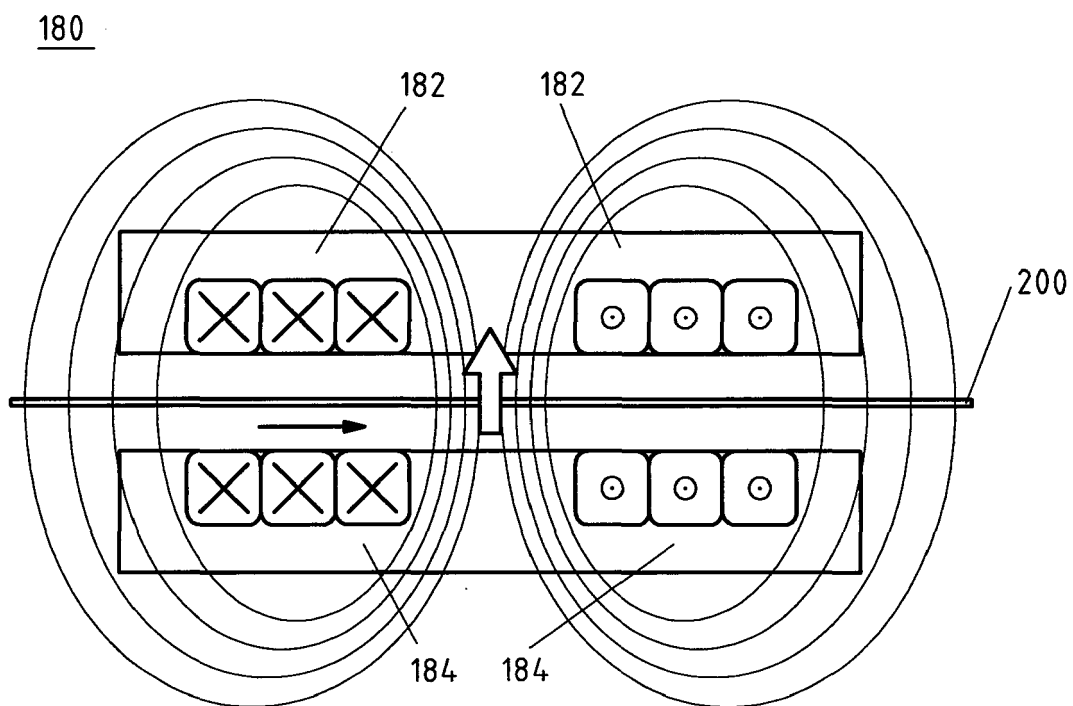


FIG. 9
Stand der Technik



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 14 19 5442

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	JP S61 195708 A (NIPPON KOKAN KK) 30. August 1986 (1986-08-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1-28	INV. B21B45/00
Y	EP 2 340 897 A1 (VOESTALPINE GROBBLECH GMBH [AT]) 6. Juli 2011 (2011-07-06) * Absatz [0012]; Abbildung 1 *	1-28	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. April 2015	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 03.92 (P04C03)

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

EP 14 19 5442

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.

29-04-2015

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	JP S61195708	A	30-08-1986	JP S6331284 B2		23-06-1988
				JP S61195708 A		30-08-1986
15	EP 2340897	A1	06-07-2011	EP 2340897 A1		06-07-2011
				EP 2516075 A2		31-10-2012
				JP 2013515165 A		02-05-2013
				KR 20120096502 A		30-08-2012
20				RU 2012131273 A		27-01-2014
				WO 2011079341 A2		07-07-2011
25	-----					
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- GB 770548 A [0002]
- JP 02207481 A [0002]
- JP 06122928 B [0002]
- JP 2000252050 A [0002]
- JP 200430606971 B [0002]
- WO 2010036987 A2 [0002]
- WO 2014021596 A [0002] [0010]
- JP 4172122 B [0003]
- US 5495094 A [0004]
- EP 2416900 B1 [0005] [0007]
- WO 2012045585 A2 [0005]
- EP 0721813 A1 [0006] [0011]