

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 207/2008**

(51) Int. Cl.⁸: **B21C 47/08** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **08.02.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.08.2009**

(73) Patentinhaber:

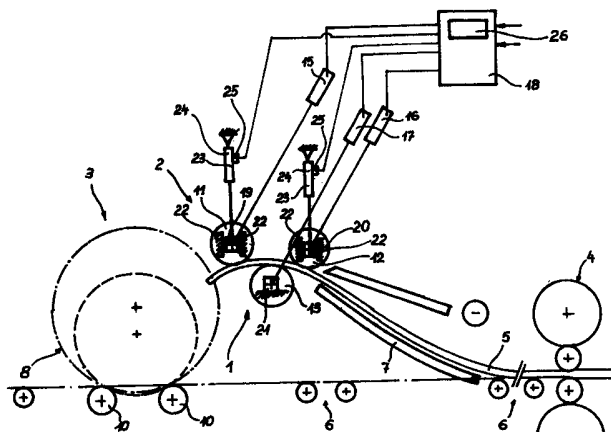
SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES
GMBH & CO
A-4031 LINZ (AT)

(72) Erfinder:

MINICHMAYR ROBERT DIPL.ING.
ENNS (AT)
SEILINGER ALOIS DIPL.ING.
LINZ (AT)

(54) **VERFAHREN UND BIEGEEINRICHTUNG ZUM PROGRESSIVEN ANBIEGEN EINES METALLBANDES IM EINLAUFBEREICH EINER DORNLOSEN BANDHASPELEINRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Biegevorrichtung zum Progressiven Anbiegen eines Metallbandes im Einlaufbereich einer dornlosen Bandhaspeleinrichtung. Zur Vermeidung von Schlupf zwischen dem Metallband und den angetriebenen Biegerollen und damit Schädigungen an der Metallbandoberfläche zu vermeiden, wird die Umfangsgeschwindigkeit aller angetriebenen Biegerollen (11, 12, 13) an der jeweiligen Berührungslinie (BL₁₁, BL₁₂, BL₁₃) mit der Metallbandoberfläche auf die Oberflächengeschwindigkeit (v₁₁, v₁₂, v₁₃) des Metallbandes an der Berührungslinie eingestellt.



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Biegevorrichtung zum Progressiven Anbiegen eines Metallbandes im Einlaufbereich einer dornlosen Bandhaspeleinrichtung. Zur Vermeidung von Schlupf zwischen dem Metallband und den angetriebenen Biegerollen und damit Schädigungen an der Metallbandoberfläche zu vermeiden, wird die Umfangsgeschwindigkeit aller angetriebenen Biegerollen (11, 12, 13) an der jeweiligen Berührungslinie (BL₁₁, BL₁₂, BL₁₃) mit der Metallbandoberfläche auf die Oberflächengeschwindigkeit (v_{11} , v_{12} , v_{13}) des Metallbandes an der Berührungslinie eingestellt.

(Fig, 1)

Beschreibung

Verfahren und Biegeeinrichtung zum progressiven Anbiegen eines Metallbandes im Einlaufbereich einer dornlosen Bandhaspeleinrichtung:

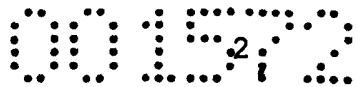
Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum progressiven Anbiegen eines Metallbandes, vorzugsweise eines Warmbandes, insbesondere eines warmgewalzten Stahlbandes, im Einlaufbereich einer dornlosen Bandhaspeleinrichtung, wobei das Metallband von drehangetriebenen Biegerollen geführt und gebogen wird. Zur Umsetzung dieses Verfahrens wird eine Biegeeinrichtung zum progressiven Anbiegen eines Metallbandes im Einlaufbereich einer dornlosen Bandhaspeleinrichtung mit mehreren drehangetriebenen Biegerollen vorgeschlagen.

Stand der Technik

In Walzwerksanlagen wird warmgewalztes wickelfähiges Metallband nach dem Austritt aus einem Walzgerüst oder nach dem Austritt aus dem letzten Walzgerüst einer Walzstraße in einer Bandhaspeleinrichtung zu einem Bund aufgewickelt. Dieser Wickelvorgang kann entweder unter Einbindung eines Haspeldorns oder dornlos erfolgen. Beim dornlosen Wickeln des Metallbandes in einer Bandhaspeleinrichtung (coilbox) ist es notwendig das einlaufende Metallband in einer Biegeeinrichtung anzubiegen, damit sich in der Bandhaspeleinrichtung ein kompakt gewickelter Bund bilden kann.

Eine eingangsseitig einer Bandhaspeleinrichtung angeordnete Biegeeinrichtung der gattungsbildenden Art ist aus der DE 20 59 711 A1 bereits bekannt. Die Biegeeinrichtung umfasst zwei oberhalb eines Banddurchlaufweges angeordnete angetriebene Biegerollen und eine unterhalb des Banddurchlaufweges angeordnete einstellbare und angetriebene Biegerolle, die sich in Bandlaufrichtung des Metallbandes an einer Wegstrecke zwischen den beiden oberhalb angeordneten Biegerollen befindet. Mit der einstellbaren Biegerolle wird der Anbiegeradius des



anzubiegenden Metallbandes eingestellt, wobei wechselnde Banddicken berücksichtigt werden können. Üblicherweise ist den angetriebenen oberen Biegerollen eine gemeinsame Antriebseinheit mit einem Verteilergetriebe und der unteren Biegerolle ein Einzelantrieb zugeordnet. Da das Metallband bei seinem Transport durch die Biegeeinrichtung an den jeweiligen Berührungslinien mit den Biegerollen unterschiedliche Krümmungsradien aufweist, tritt örtlich Schlupf zwischen der Biegerolle und dem Metallband auf, der zu Oberflächenbeschädigung (Riefenbildung) am Metallband führt.

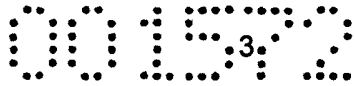
Aus der JP 62-279021 A2 ist es bereits bekannt, die Banddicke des Metallbandes als Kriterium für die Bemessung unterschiedlicher Antriebsgeschwindigkeiten für die einzelne untere Biegerolle und für die auslaufseitige obere Biegerolle des Bieegerüstes heranzuziehen. Hierbei wird vorausgesetzt, dass das angebogene Metallband an der Kontaktlinie mit den beiden Biegerollen Krümmungsradien mit einem gemeinsamen Momentanpol aufweist. Diese Annahme entspricht allerdings nicht der Realität des Bandverlaufes entlang des durch die Positionen der Biegerollen vorgegebenen Banddurchlaufweges.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher die Nachteile des bekannten Standes der Technik zu vermeiden und ein Verfahren sowie eine Biegeeinrichtung vorzuschlagen, bei denen Schlupf zwischen dem Metallband und den Anbiegerollen und daraus resultierend Oberflächenbeschädigungen am Metallband weitestgehend vermieden werden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 7 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen finden sich in den abhängigen Patentansprüchen.

Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, dass die Umfangsgeschwindigkeit aller angetriebenen Biegerollen an der jeweiligen Berührungslinie mit der Metallbandoberfläche auf die Oberflächengeschwindigkeit des Metallbandes an der Berührungslinie eingestellt wird.

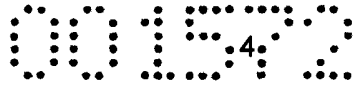


Der Banddurchlaufweg des Metallbandes zwischen den Biegerollen ist nicht nur durch die Position der Biegerollen zueinander bestimmt, sondern wird auch durch Zulaufbedingungen, die sich aus dem letzten Walzgerüst oder dem Zuführrollgang ergeben, und durch Ablaufbedingungen bzw. durch Rückwirkungen aus der Bundbildung, wie beispielsweise dem momentanen Bunddurchmesser, wesentlich beeinflusst. Diese komplexen Zusammenhänge bedingen eine Einzelansteuerung der angetriebenen Biegerollen, um für den jeweiligen Betriebszustand optimale Bedingungen einstellen zu können. Dies wird sichergestellt, indem die Umfangsgeschwindigkeit jeder angetriebenen Biegerolle in der Biegeeinrichtung auf die Oberflächengeschwindigkeit des Metallbandes an der jeweiligen Berührungslinie eingestellt oder geregelt wird.

Um dem Werkstoffverhalten und den produktionsbedingten Randbedingungen gerecht zu werden, ist es vorteilhaft, wenn die Oberflächengeschwindigkeit des Metallbandes an der Berührungslinie mit der Biegerolle in Abhängigkeit von den Momentanpositionen der am Anbiegevorgang beteiligten Biegerollen und von Zustandsgrößen des Metallbandes in einem mathematischen Modell bestimmt wird und in Abhängigkeit davon die Umfangsgeschwindigkeit oder die Drehzahl jeder angetriebenen Biegerolle eingestellt wird.

Ein gebogenes Metallband weist bei Betrachtung eines Längenabschnittes in Abhängigkeit der aufgetragenen Krümmung an der Bogeninnenseite Stauchungen und an der Bogenaußenseite Dehnungen in den jeweils oberflächennahen Bereichen auf. Dementsprechend umfasst das mathematische Modell eine Rechenvorschrift zur Ermittlung der an der Berührungslinie von angetriebenen Biegerollen und Metallbandoberfläche auftretenden Dehnungen und Stauchungen und/oder des sich einstellenden Krümmungsradius des Metallbandes und in Abhängigkeit von den errechneten Werten wird die Umfangsgeschwindigkeit oder die Drehzahl jeder angetriebenen Biegerolle bestimmt und eingestellt.

Als systemrelevante Zustandsgrößen des Metallbandes fließen zumindest die Metallbanddicke, die Metallbandtemperatur und die Qualität des Metallbandes, wobei darunter insbesondere die temperaturabhängigen Werkstoffeigenschaften zu verstehen sind, als Vorgabewerte oder als Messwerte in das mathematische Modell ein. Darüber hinaus ist auch der Einlauf- und Auslaufwinkel des Metallbandes in oder aus der Biegeeinrichtung von großer Bedeutung. Speziell der Auslaufwinkel aus der

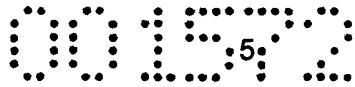


Biegeeinrichtung wird durch den momentanen Bunddurchmesser wesentlich beeinflusst und verändert das Banddurchlaufverhalten in der Biegeeinrichtung.

Als zweckmäßig hat sich hierbei ergeben, die Momentanposition von mindestens einer der Biegerollen während des Haspelvorganges in Abhängigkeit vom stetig anwachsenden Bunddurchmesser des in der Bandhaspeleinrichtung gewickelten Metallbandes einzustellen.

Um einen weitgehend schlupffreien Bandtransport durch die Biegeeinrichtung sicherzustellen, ist es zweckmäßig, dass das momentane Antriebsdrehmoment oder eine dazu korrelierende Größe einer oder mehrerer angetriebenen Biegerollen kontinuierlich gemessen und bei einem Abfall des Antriebsdrehmomentes oder bei Unterschreitung eines Soll-Drehmoment die Drehzahl der Drehantriebe (Antriebsmotoren) bzw. der Biegerollen oder die Umfangsgeschwindigkeit der Biegerollen im Sinne einer Optimierung der Antriebsdrehmomentverteilung verändert oder geregelt wird. Vorzugsweise wird die Drehzahl der Biegerollen und als korrelierende Größe für das Antriebsdrehmoment die Stromaufnahme der Drehantriebe kontinuierlich gemessen und der Regelung zugrunde gelegt. Damit ist es möglich, die Schlupfbedingungen zwischen Biegerollen und Metallband kontinuierlich zu überwachen, zu analysieren und Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung einzuleiten. Gegebenenfalls können auch Alarmsignale generiert werden, die im Weiteren ein manuelles Eingreifen ermöglichen.

Bei einer Biegeeinrichtung zum progressiven Anbiegen eines Metallbandes der eingangs genannten Art, welches im Einlaufbereich einer dornlosen Bandhaspeleinrichtung mit mehreren drehangetriebenen Biegerollen ausgerüstet ist, wird die eingangs gestellte Aufgabe dadurch gelöst, dass jede angetriebene Biegerolle mit einem unabhängig ansteuerbaren Drehantrieb verbunden ist und allen Drehantrieben eine gemeinsame Steuereinrichtung zur Festlegung individueller Umfangsgeschwindigkeiten oder Drehzahlen für jede Biegerolle zugeordnet ist. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, unterschiedliche oder sich über einen Wickelzyklus verändernde Biegeradien des Metallbandes an der Berührungslinie der Biegerolle mit der Metallbandoberfläche kontinuierlich zu berücksichtigen und bei einem unvorhersehbaren, plötzlich auftretenden Schlupfverhalten korrigierend einzugreifen. Veränderungen im Schlupfverhalten können durch variable Reibungsbedingungen zwischen Rolle und Metallband entstehen.



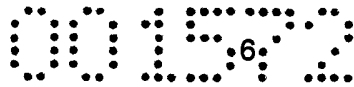
Nach einer Ausführungsform der Erfindung umfasst die Steuereinrichtung eine Recheneinheit mit mindestens einem mathematischen Modell zur Ermittlung der Drehzahl oder der Umfangsgeschwindigkeit jeder angetriebenen Biegerolle bezogen auf die jeweilige Berührungslinie mit der Metallbandoberfläche. Das mathematische Modell basiert auf den Grundlagen der Festigkeitslehre und berücksichtigt das Werkstoffverhalten des Metallbandes im elastischen und plastischen Bereich.

Die Biegeeinrichtung umfasst mindestens drei angetriebene, unabhängig voneinander ansteuerbare Biegerollen. Die Ansteuerung der Biegerollen bezieht sich hierbei ausschließlich auf den Drehantrieb der Biegerollen. Zusätzlich ist es durchaus möglich, beispielsweise eingangsseitig der Biegeeinrichtung, mindestens eine weitere Biegerolle oder Transportrolle vorzusehen, die den Metallband-Einlauf stabilisiert.

Jedem Drehantrieb einer Biegerolle sind Messeinrichtungen zur Erfassung der Drehzahl des Drehantriebes oder der Biegerolle und des Antriebsdrehmomentes oder einer dazu korrelierenden Größe des Drehantriebes, sowie ein Regler zur Regelung der Drehzahl der Biegerolle zugeordnet. Die Erfassung des momentanen Antriebsdrehmomentes kann beispielsweise durch eine Stromaufnahmemessung mit einem Stromaufnahmemessgerät erfolgen.

Zur Optimierung des Bandeinlaufes in die Bandhaspelinrichtung, insbesondere zur Einstellung eines günstigen Anbiegeradius, der für die Ausbildung eines fest gewickelten Bundes maßgeblich ist, ist mindestens eine der angetriebenen Biegerollen in Lagerböcken zur achsparallelen Verlagerung der Biegerolle abgestützt, wobei die Lagerböcke mit einer Verstelleinrichtung verbunden sind und die Verstelleinrichtung ein Stellglied und einen Positionsgeber umfasst und dieses Stellglied mit der Steuereinrichtung wirksam verbunden ist. Den Lagerböcken sind Führungen zugeordnet. Diese Führungen können gleichermaßen an speziellen Führungsblöcken angeordnet sein, die nicht gleichzeitig die Lagerblöcke bilden.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform sind zwei obere angetriebene Biegerollen in Lagerblöcken zur achsparallelen Verlagerung der Biegerollen abgestützt. Damit können die beiden oberen Biegerollen so positioniert werden, dass dem durchlaufenden Metallband auslaufseitig eine vorbestimmte Krümmung aufgeprägt



wird. Die den Lagerblöcken zugeordneten Verstelleinrichtungen sind unabhängig voneinander ansteuerbar. Vorzugsweise sind die beiden oberen, angetriebenen Biegerollen in einem gemeinsamen Tragrahmen abgestützt und geführt.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die folgenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

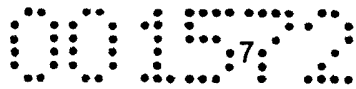
Fig. 1 eine dornlose Bandhaspeleinrichtung mit einer erfindungsgemäßen Biegeeinrichtung zum Anbiegen eines Metallbandes in einer schematischen Darstellung auslaufseitig eines Walzgerüsts,

Fig. 2 den progressiv gekrümmten Banddurchlauf des Metallbandes durch die erfindungsgemäße Biegeeinrichtung.

Ausführung der Erfindung

Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung die grundsätzliche Anordnung einer Biegeeinrichtung 1 im Einlaufbereich 2 einer dornlosen Bandhaspeleinrichtung 3, die an ein Walzgerüst 4 oder ein letztes Walzgerüst 4 einer Walzstraße anschließt. Ein im Walzgerüst 4 warmgewalzt wickelbares Metallband 5 wird über einen Rollgang 6 und beliebig ausgestalteten Leiteinrichtungen 7 der Biegeeinrichtung 1 zugeführt und während des Durchlaufes durch die Biegeeinrichtung 1 angebogen und mit einer Krümmung versehen, die nach dem Eintritt des Metallbandes in die dornlose Bandhaspeleinrichtung 3 das Aufwickeln des Metallbandes zu einem kompakt gewickelten Bund 8 ermöglicht. Der Bund 8 ist mit strichlierter Linie mit einem kleinen Durchmesser in einer Zwischenposition des Wickelvorganges und mit strichpunktierter Linie mit seinem maximalen Durchmesser angedeutet. Der gewickelte Bund ist während des Wickelvorganges auf zwei drehbaren Stützrollen 10 abgestützt.

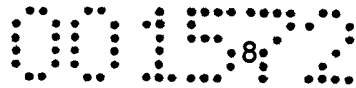
Die Biegeeinrichtung 1 umfasst drei drehangetriebene Biegerollen 11, 12, 13, von denen zwei Biegerollen oberhalb und eine Biegerolle unterhalb eines Banddurchlaufweges 14 angeordnet sind. Solcherart wird eine Dreipunktbiegung des



durchgeleiteten Metallbandes umgesetzt. Jeder Biegerolle 11, 12, 13 ist ein von einem Elektromotor gebildeter Drehtrieb 15, 16, 17 zugeordnet, wobei die Drehtriebe unabhängig voneinander bedarfsabhängig ansteuerbar sind. Die Drehtriebe sind mit einer für alle Drehtriebe gemeinsamen Steuereinrichtung 18 über Signalleitungen zur Übertragung von Istwerte der Drehtriebe an die Steuereinrichtung und Stellgrößen von der Steuereinrichtung an die Drehtriebe verbunden. Die Biegerollen 11, 12, 13 sind in Lagerböcken 19, 20, 21 drehbar gelagert, die ihrerseits in einem nicht näher dargestellten Gehäuse der Biegeeinrichtung abgestützt sind. Mindestens einer, in der dargestellten Ausführungsform zwei dieser Lagerböcke 19, 20 sind an Führungen 22 zur achsparallelen Verlagerung der Biegerollen 11, 12 verschiebbar abgestützt und mit jeweils einer Verstelleinrichtung 23 zur Umsetzung von Positionsänderungen der Biegerollen 11,12 verbunden. Die Verstelleinrichtungen 23 umfassen jeweils ein von einem Druckmittelzylinder gebildetes Stellglied 24, dem ein Positionsgeber 25 zugeordnet ist. Vom Positionsgeber kann die jeweilige Ist-Position der Biegerolle an die Steuereinrichtung 18 übermittelt werden und Stellgrößen auf das Stellglied 24 aufgeschalten werden. Mit der geregelten Positionierung der Biegerollen 11, 12 relativ zur weiteren Biegerolle 13 kann die Krümmung des Metallbandes am Ausgang aus der Biegeeinrichtung in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussgrößen vorgegeben werden.

Die Erfindung ist keinesfalls auf die Positionierung der oberen Biegerollen 11, 12 relativ zur weiteren Biegerolle 13 beschränkt. Zur Erzielung einer gewünschten Anbiegung des Metallbandes beim Eintritt in die Bandhaspeleinrichtung kann die Einstellung der Biegerollen zueinander mehr oder weniger gleichwirkend durch die Verlagerung einer oder mehrerer die Biegeeinrichtung bildenden Biegerollen erfolgen. Die Anstellung kann hierbei mit verschiedenen konstruktiven Lösungen, beispielsweise linear, wie in Figur 1 dargestellt, oder mit einem Hebel oder einem Hebelsystem erfolgen.

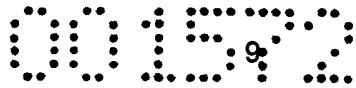
Figur 2 veranschaulicht den Banddurchlauf des progressiv gekrümmten Metallbandes durch die Biegeeinrichtung entlang des Banddurchlaufweges 14. Das gewalzte Metallband verlässt mit der Bandtransportgeschwindigkeit v das Walzgerüst und durchläuft mit dieser Geschwindigkeit die Biegeeinrichtung und tritt mit dieser Bandtransportgeschwindigkeit in die Bandhaspeleinrichtung ein. Die Bandtransportgeschwindigkeit v bezieht sich auf die neutrale Faser des



Metallbandes. Je kleiner der Krümmungsradius r , r_{11} , r_{12} , r_{13} des Metallbandes ist, desto größer sind Dehnungen und Stauchungen, somit Verlängerungen und Verkürzungen des Metallbandes an der Bandoberfläche und im oberflächennahem Bereich des Metallbandes, wodurch es in Relation zur konstanten Bandtransportgeschwindigkeit an der Bogenaußenseite des Metallbandes zu einer Geschwindigkeitserhöhung und an der Bogeninnenseite zu einer Geschwindigkeitsverminderung kommt, die primär von der Banddicke und dem momentanen Krümmungsradius abhängen. Jede Biegerolle 11, 12, 13 ist entlang einer Berührungslinie BL_{11} , BL_{12} , BL_{13} , die in Figur 2 normal zur Bildebene verläuft, in Berührung mit der Bandoberfläche des durchgeleiteten Metallbandes. An den Berührungslinien weist das Metallband momentane Oberflächengeschwindigkeiten v_{11} , v_{12} , v_{13} auf, die bei unterschiedlichen Krümmungsradien, die sich jeweils aus dem Normalabstand des Momentanpols MP_{11} , MP_{12} , MP_{13} von der zugehörigen Berührungslinie BL_{11} , BL_{12} , BL_{13} darstellen, unterschiedlich groß sind. Eine weitgehend schlupffreie Übertragung eines Antriebsmomentes von der angetriebenen Biegerolle auf das Metallband ist jedoch nur möglich, wenn die Oberflächengeschwindigkeit des Metallbandes an der Berührungslinie der Biegerolle mit der Metallbandoberfläche der Umfangsgeschwindigkeit der Biegerolle oder unter Berücksichtigung des Rollendurchmessers der Drehzahl n_{11} , n_{12} , n_{13} der angetriebenen Biegerolle entspricht.

Es ist keinesfalls eine zwingende Voraussetzung, dass alle Biegerollen der Biegeeinrichtung angetriebene Rollen sind. Es liegt durchaus im Bereich des Schutzzumfangs der Erfindung, wenn eine oder mehrere der Biegerollen lediglich mit dem Metallband mitlaufende Rollen bilden, die allerdings einen Beitrag zum Anbiegen des Metallbandes leisten.

Die Steuereinrichtung 18 umfasst eine Recheneinheit 26 (Prozessor), in der mindestens ein mathematisches Modell zur Berechnung von Dehnungen und Stauchungen an der Bandoberfläche, beziehungsweise der momentanen Oberflächengeschwindigkeit v_{11} , v_{12} , v_{13} an den Berührungslinien BL_{11} , BL_{12} , BL_{13} der Biegerollen mit der Metallbandoberfläche hinterlegt ist. Ausgehend von vorgegebenen oder gemessenen Eingangsgrößen, wie beispielsweise Bandbreite, Banddicke, Stahlqualität, Einlauftemperatur, gewünschtem Anbiegeradius und festliegenden Biegerollenpositionen, werden nach den Grundsätzen der Festigkeitslehre unter Einbeziehung des plastischen Verhaltens des Metallbandes



Dehnungen und Stauchungen an der Bandoberfläche, beziehungsweise Werte der momentanen Oberflächengeschwindigkeit an den Berührungslinien der Biegerollen mit der Metallbandoberfläche berechnet. Weiters kann in einem derartigen mathematischen Modell auch eine Optimierung des Banddurchlaufweges und des Anbiegeradius an der austrittsseitigen Biegerolle der Biegeeinrichtung vorgenommen werden. Zusätzlich können Einlauf- und Auslaufbedingungen festgelegt und berücksichtigt werden, die sich beispielsweise durch die Bandlänge im einlaufseitigen Bandverlauf oder durch transportbedingte Kräfte ergeben oder auslaufseitig durch den kontinuierlich anwachsenden Bunddurchmesser auftreten.

Den Drehantrieben ist eine Antischlupfregelung zugeordnet. Hierzu werden die Drehzahlen der einzelnen Biegerollen oder der Drehantriebe und die Stromaufnahmewerte der Drehantriebe kontinuierlich erfasst und Reglern zur Drehzahlregelung zugeführt. Auf die erwartete Oberflächengeschwindigkeit abgestimmte Soll-Drehzahlen der einzelnen Biegerollen können als Erfahrungswerte vorgegeben oder durch das mathematische Modell berechnet sein. Plötzliche Veränderungen in der Stromaufnahme einzelner Biegerollen stellen ein Kriterium für das Auftreten von Schlupf dar und lösen die Regelung aus. Dies kann beispielsweise durch Spannungskorrektursignale erfolgen.

Bezugszeichenliste:

1	Biegeeinrichtung
2	Einlaufbereich der Bandhaspeleinrichtung
3	Bandhaspeleinrichtung
4	Walzgerüst
5	Metallband
6	Rollgang
7	Leiteinrichtung
8	Bund
10	Stützrollen
11, 12, 13	Biegerollen
14	Banddurchlaufweg
15, 16, 17	Drehantriebe
18	Steuereinrichtung
19, 20, 21	Lagerböcke
22	Führungen des Lagerbockes
23	Verstelleinrichtung
24	Stellglied
25	Positionsgeber
26	Recheneinheit
v	Bandtransportgeschwindigkeit
$r, r_{11}, r_{12}, r_{13}$	Krümmungsradius
v_{11}, v_{12}, v_{13}	momentane Oberflächengeschwindigkeit
$BL_{11}, BL_{12}, BL_{13}$	Berührungslinie von Biegerolle und Metallbandoberfläche
$MP_{11}, MP_{12}, MP_{13}$	Momentanpol des Krümmungsradius
n_{11}, n_{12}, n_{13}	Drehzahl der Biegerollen

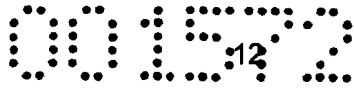
Patentansprüche:

1. Verfahren zum progressiven Anbiegen eines Metallbandes (5), vorzugsweise eines Warmbandes, im Einlaufbereich einer dornlosen Bandhaspelinrichtung (3), wobei das Metallband von drehangetriebenen Biegerollen (11, 12, 13) geführt und gebogen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass die** Umfangsgeschwindigkeit aller angetriebenen Biegerollen (11, 12, 13) an der jeweiligen Berührungslinie (BL_{11} , BL_{12} , BL_{13}) mit der Metallbandoberfläche auf die Oberflächengeschwindigkeit (v_{11} , v_{12} , v_{13}) des Metallbandes an der Berührungslinie eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass die** Oberflächengeschwindigkeit (v_{11} , v_{12} , v_{13}) des Metallbandes (5) an der Berührungslinie (BL_{11} , BL_{12} , BL_{13}) mit der Biegerolle (11, 12, 13) in Abhängigkeit von den Momentanpositionen der am Anbiegevorgang beteiligten Biegerolle und von Zustandsgrößen des Metallbandes in einem mathematischen Modell bestimmt wird und in Abhängigkeit davon die Umfangsgeschwindigkeit oder die Drehzahl (n_{11} , n_{12} , n_{13}) jeder angetriebenen Biegerolle eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass das** mathematische Modell eine Rechenvorschrift zur Ermittlung der an der Berührungslinie (BL_{11} , BL_{12} , BL_{13}) von angetriebenen Biegerollen (11, 12, 13) und der Metallbandoberfläche auftretenden Dehnungen und Stauchungen und/oder des sich einstellenden Krümmungsradius (r_{11} , r_{12} , r_{13}) des Metallbandes (5) umfasst und in Abhängigkeit von diesen errechneten Werten die Umfangsgeschwindigkeit oder die Drehzahl (n_{11} , n_{12} , n_{13}) jeder angetriebenen Biegerolle (11, 12, 13) bestimmt und eingestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass als** Zustandsgrößen des Metallbandes zumindest die Metallbanddicke, die Metallbandtemperatur und die Qualität des Metallbandes

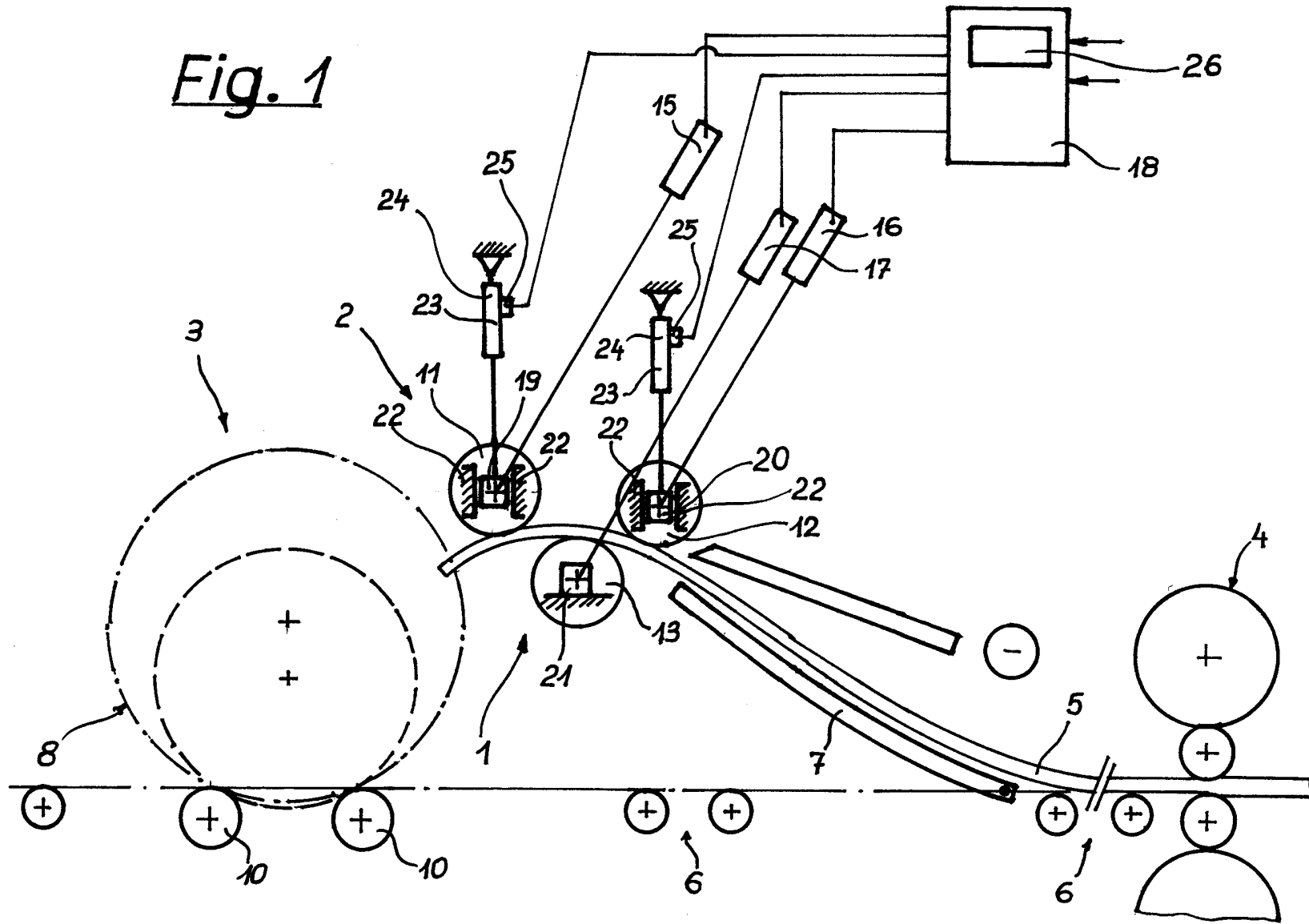


(temperaturabhängige Werkstoffeigenschaften) als Vorgabewerte oder als Messwerte in das mathematische Modell einfließen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Momentanposition von mindestens einer der Biegerollen (13) während des Haspelvorganges in Abhängigkeit vom stetig anwachsenden Bunddurchmesser des in der Bandhaspeleinrichtung gewickelten Metallbandes eingestellt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das momentane Antriebsdrehmoment oder eine dazu korrelierende Größe einer oder mehrerer angetriebenen Biegerollen (11, 12, 13) kontinuierlich gemessen und bei einem Abfall des Antriebsdrehmomentes oder bei Unterschreitung eines Soll-Drehmoment die Drehzahl (n_{11} , n_{12} , n_{13}) der Drehantriebe oder die Umfangsgeschwindigkeit der Biegerollen im Sinne einer Optimierung der Antriebsdrehmomentverteilung geregelt wird.
7. Biegeeinrichtung zum progressiven Anbiegen eines Metallbandes (5), vorzugsweise eines Warmbandes, im Einlaufbereich einer dornlosen Bandhaspeleinrichtung (3) mit mehreren drehangetriebenen Biegerollen (11, 12, 13), **dadurch gekennzeichnet, dass** jede angetriebene Biegerolle (11, 12, 13) mit einem unabhängig ansteuerbaren Drehantrieb (15, 16, 17) verbunden ist und allen Drehantrieben eine gemeinsame Steuereinrichtung (18) zur Festlegung individueller Umfangsgeschwindigkeiten oder Drehzahlen (n_{11} , n_{12} , n_{13}) für jede Biegerolle zugeordnet ist.
8. Biegeeinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (18) eine Recheneinheit (26) mit mindestens einem mathematischen Modell zur Ermittlung der Drehzahl (n_{11} , n_{12} , n_{13}) oder der Umfangsgeschwindigkeit jeder angetriebenen Biegerolle (11, 12, 13) bezogen auf die jeweilige Berührungslinie (BL_{11} , BL_{12} , BL_{13}) mit der Metallbandoberfläche umfasst.
9. Biegeeinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens drei angetriebene, unabhängig voneinander ansteuerbare Biegerollen (11, 12, 13) umfasst.

10. Biegeeinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Drehantrieb (15, 16, 17) einer Biegerolle (11, 12, 13) Messeinrichtungen zur Erfassung der Drehzahl der Biegerolle oder des Drehantriebes und/oder des Antriebsdrehmomentes oder einer dazu korrelierenden Größe des Drehantriebes sowie ein Regler zur Regelung der Drehzahl (n_{11} , n_{12} , n_{13}) und/oder des Antriebsdrehmomentes der Biegerolle zugeordnet sind.
11. Biegeeinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der angetriebenen Biegerollen (11, 12, 13) in Lagerböcken (19, 20) zur achsparallelen Verlagerung der Biegerolle abgestützt ist, dass die Lagerböcke (19, 20) mit einer Verstelleinrichtung (23) verbunden sind und dass die Verstelleinrichtung (23) ein Stellglied (24) und einen Positionsgeber (25) umfasst und dieses Stellglied mit der Steuereinrichtung (18) wirksam verbunden ist.
12. Biegeeinrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei obere angetriebene Biegerollen (11, 12) in Lagerböcken (19, 20) zur achsparallelen Verlagerung der Biegerollen (11, 12) abgestützt sind.

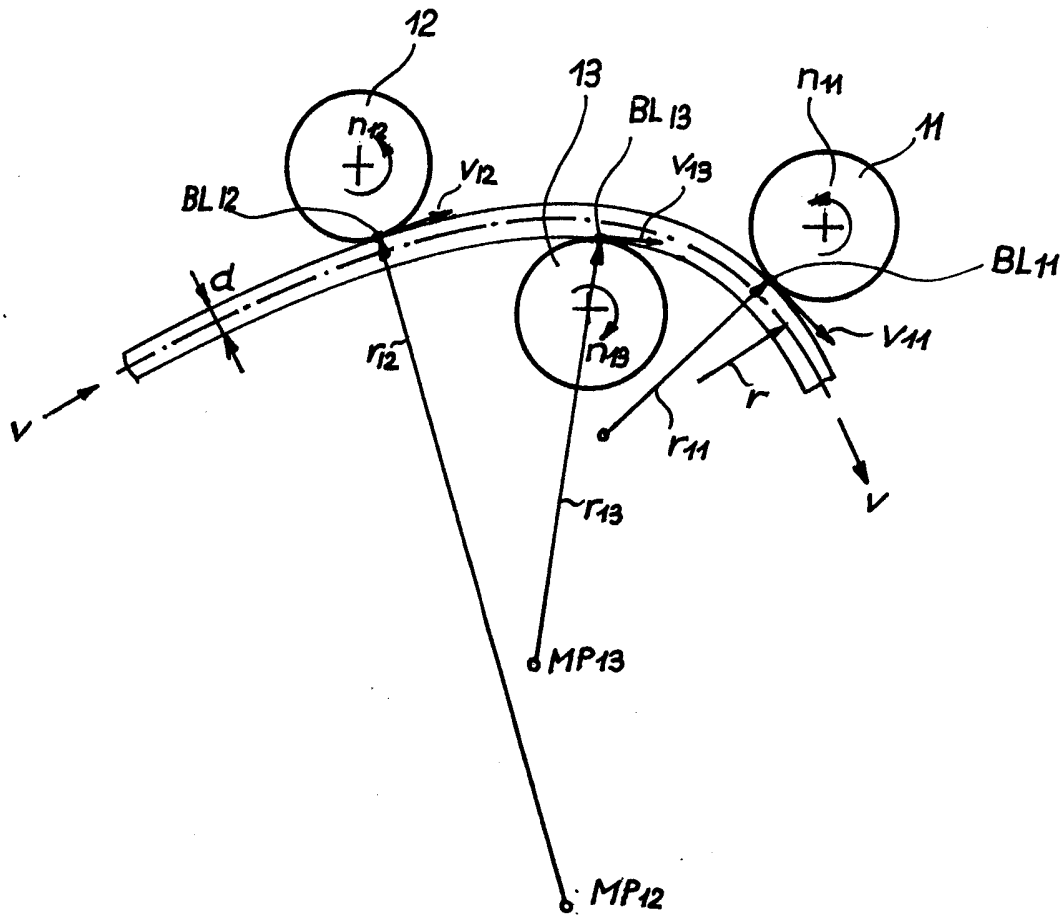
Fig. 1



1/2

0052

1

Fig.2



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ⁶ : B21C 47/08 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: B21C 47/08		
Recherchierter Prüfstoﬀ (Klassifikation): B21C, B65H		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 8. Februar 2008 eingereichten Ansprüchen 1-12 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreﬀend Anspruch
A	DE 42 41 191 A1 (MANNESMANN AG) 9. Juni 1994 (09.06.1994) <i>Figur 1</i>	1,7
	--	
A	JP 9168823 A (KOBE STEEL LTD.) 30. Juni 1997 (30.06.1997) <i>Zusammenfassung</i>	1,7

Datum der Beendigung der Recherche: 16. September 2008		Prüfer(in): Dipl.-Ing. WANKMÜLLER
<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt		
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:		
<p>X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.</p> <p>Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.</p>		<p>A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.</p> <p>P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.</p> <p>E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).</p> <p>& Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.</p>