



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

**0 152 810
A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85100813.6

51 Int. Cl.⁴: **B 21 B 37/08, B 21 B 1/40**

22 Anmeldetag: 26.01.85

30 Priorität: 06.02.84 CH 532/84

71 Anmelder: **Sulzer - Escher Wyss AG, Hardstrasse 319,
CH-8023 Zürich (CH)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 28.08.85
Patentblatt 85/35

72 Erfinder: **Güttlinger, Heinz, Langhansergasse 19,
CH-8200 Schaffhausen (CH)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **AT BE DE FR GB IT LU NL
SE**

74 Vertreter: **Paschedag, Hansjoachim et al, c/o Sulzer -
Escher Wyss AG Patentabteilung Postfach,
CH-8023 Zürich (CH)**

54 Verfahren und Vorrichtung zum Walzen von Metall-Folien.

57 Beim Walzen von Aluminium-Folien, insbesondere besonders dünnen Folien im Bereich bis zu 10 µm, wird eine verbesserte Gleichmäßigkeit der Foliendicke über die Bahnbreite bei gleichzeitig größerer Zuggeschwindigkeit der Bahn beim Walzen dadurch erreicht, daß in einem Arbeitspunkt der Linienkraft-Verformungs-Charakteristik gearbeitet wird, der unterhalb des Sättigungsbereiches liegt, in welchem zwar die Verformung nahezu unabhängig von der Linienkraft ist, jedoch die Zuggeschwindigkeit durch die anderen Parameter festgelegt ist und nicht variiert werden kann. Die bei dieser Wahl des Arbeitspunktes durch Linienkraft-Variationen über die Breite auftretenden Dicken-Schwankungen werden dadurch kompensiert, daß die Linienkraft steuerbar ist und so geregelt wird, daß die Dicken-Reduktion über die Breite konstant ist oder ein gewünschtes Profil aufweist. Dies kann beispielsweise durch Ausbildung einer der Walzen als Durchbiegungseinstellwalze mit einer Reihe über die Breite der Walze verteilter Druckelemente mit steuerbarer Anpreßkraft erreicht werden.

EP 0 152 810 A1

SULZER-ESCHER WYSS AG, Zürich (Schweiz)

Verfahren und Vorrichtung zum Walzen von Metall-Folien

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Walzen von Metall-Folien, bei welchem eine Metall-Bahn bestimmter Breite zwischen zwei mit einer bestimmten Linienkraft gegeneinander gepressten Arbeitswalzen mit einer bestimmten Bahngeschwindigkeit hindurchgeführt und da-
10 bei deren Dicke von einem Anfangswert auf einen Endwert reduziert wird, sowie eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens.

Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf das Walzen dünnster Aluminium-Folien bis herab zu Dicken in der Grössenordnung von 10 μm , wobei unter Aluminium auch legiertes Aluminium verstanden wird. Bei derartigen dünnsten Folien ist es jedoch schwierig, eine Gleichmässigkeit der Dicke und Planheit des gewalzten Aluminiums über die gesamte Breite der Aluminium-
20 Bahn zu erreichen. Dazu ist eine genaue Einhaltung der Grösse des Walzspaltes erforderlich, bis herab zu Bruchteilen eines μm . Dies ist jedoch in der Praxis nur sehr schwierig zu erreichen, da sich die Walzen durch die Presskräfte während des Betriebes durchbiegen und abflachen. Durch Verwendung bombierter Walzen, Walzenbiegung und differenzierte Kühlung lässt sich die Ungleichmässigkeit bei einer bestimmten Presskraft zwar vermindern, jedoch nicht
25 völlig ausschalten.
30

Um in der Praxis trotzdem eine gute Gleichmässigkeit über die gesamte Bahnbreite zu erreichen, ist es bekannt, die Linienkraft so gross zu wählen, dass sie
35 in den Bereich der Kraft-Verformungs-Charakteristik der Metallbahn fällt, wo die Verformung unabhängig von der Presskraft wird, d.h. dass bei einer kleinen

Variation der Linienkraft die Verformung, d.h. die Enddicke des gewalzten Aluminiums wenigstens annähert konstant bleibt. Gewisse Variationen der Linienkraft über die Bahnbreite führen daher nicht zu einer Ungleichmässigkeit der Dicke über die Breite, sondern ergeben eine einigermaßen gleichmässige Dicke der gewalzten Aluminium-Folie. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in diesem Bereich der Linienkraft der Grenzwert der Enddicke im wesentlichen von der Bahngeschwindigkeit und in geringerem Masse von der mittleren Zugspannung abhängig ist. Bei einem vorgegebenen Endwert der Dicke ist daher die Bahngeschwindigkeit von vornherein festgelegt und kann nicht beliebig variiert werden. Es ist daher bei diesen vorbekannten Walzverfahren bzw. Vorrichtungen nicht möglich, die Bahngeschwindigkeit der Bahn zu vergrössern und auf einen optimalen Wert einzustellen. Auch eine Variation der mittleren Zugspannung ergibt keine Verbesserung, da die Zugspannung durch die anderen Parameter auf einen günstigsten Wert festgelegt wird. Bei einer zu grossen Zugspannung besteht die Gefahr des Abreissens der Bahn, und bei einer zu geringen mittleren Zugspannung tritt eine Welligkeit der gewalzten Folie auf.

Die Erfindung setzt sich die Aufgabe, bei den eingangs angegebenen Verfahren und Vorrichtungen zum Walzen von Metall-Folien die vorstehend erwähnten Nachteile zu vermeiden, und insbesondere die Gleichmässigkeit der gewalzten Metall-Folien über die Bahnbreite zu verbessern, wobei die Bahngeschwindigkeit der Metall-Bahn grösser sein kann als bei vorbekannten Verfahren.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Bahngeschwindigkeit der Metall-Bahn und die mittlere Linienkraft der Arbeitswalzen so gewählt wer-

- den, dass die Linienkraft unterhalb des Bereiches liegt, indem die Dicken-Reduktion bei gegebener Bahngeschwindigkeit unabhängig von der Linienkraft ist, und dass die Linienkraft über die Breite der Arbeitswalzen variiert und so eingestellt wird, dass die Dicken-Reduktion und die Zugspannungs-Verteilung über die Breite der Bahn ein vorgegebenes Profil, z.B. einen konstanten Wert besitzt.
- 10 Die Erfindung weicht dabei bewusst von vorbekannten Verfahren ab, bei denen im Sättigungsbereich der Linienkraft-Verformungs-Charakteristik gearbeitet wurde, in dem eine gewisse Erhöhung und Verminderung der mittleren Linienkraft fast keine Aenderung der Dicken-Reduktion ergibt. Die durch die unvermeidbaren Schwankungen über die Breite zu erwartenden Variationen der Linienkraft werden dabei durch die zusätzlich vorgesehene Variations- und Steuermöglichkeit der Linienkraft über die Breite aufgefangen.
- 20 Besonders vorteilhaft ist es dazu, die Arbeitswalzen oder in einer bevorzugten Ausführung die die Arbeitswalzen gegeneinanderpressenden Stützwalzen als Durchbiegungseinstellwalzen auszubilden, die eine gesteuerte Variation der Anpresskraft über die Walzenbreite ermöglichen. Dafür geeignete Walzen sind beispielsweise in US 3 802 044 oder US 3 885 283 beschrieben. Die Druckelemente dieser Durchbiegungseinstellwalzen können mit besonderem Vorteil durch Sensoren gesteuert werden, welche über die Breite der gewalzten Bahn verteilt angeordnet sind und charakteristische Daten, beispielsweise die Foliendicke oder die Zugspannung an den entsprechenden Messpunkten bestimmen und die Anpresskraft der einzelnen Druckelemente über eine
- 35 entsprechende Regeleinrichtung regeln.

Die Erfindung wird anhand des in Figur 1 wiedergegebenen Kraft-Verformungs-Diagrammes im Vergleich zu vorbekannten Verfahren erläutert.

- 5 Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Walzvorrichtung.

Figur 1 zeigt in Diagrammform die Abhängigkeit der Verformung, oder genauer gesagt, der Enddicke h einer Aluminium-Folie der Anfangsdicke h_0 beim Walzen mit einer Linienkraft F für verschiedene Bahngeschwindigkeiten v_1 und v_2 , wobei die Zugspannung der Einfachheit halber als konstant angenommen wurde. Man erkennt, dass bei steigender Linienkraft F zunächst die Dicke nach dem Walzen vom Ausgangswert h_0 abnimmt. Nach weiterer Steigerung der Linienkraft kommt man jedoch in einen Bereich, wo die Charakteristik auf einen bestimmten Endwert einläuft, beispielsweise die Kurve v_1 auf die Enddicke h_1 . Bei einer weiteren Steigerung der Linienkraft F würde keine weitere Dickenreduktion stattfinden.

Bei vorbekannten Verfahren zum Walzen von Aluminium-Folien wählte man nun den Arbeitspunkt P_1 bei einer so hohen Linienkraft, dass er in diesen Sättigungsbereich fällt. Diese hohe Linienkraft war erforderlich, damit die unvermeidliche Balligkeit der Arbeitswalzen durch die Durchbiegung der Stützwalzen kompensiert werden kann, was nur mit einer variablen Walzkraft möglich war. Bei einer Schwankung der Anpresskraft F_1 um einen Betrag ΔF blieb daher die Enddicke bei einem Wert h_1 nahezu konstant, sofern im Sättigungsbereich gearbeitet wird. Die Bahngeschwindigkeit kann aber dabei nicht beliebig erhöht werden, z.B. nicht vom Wert v_1 auf einen höheren optimalen Wert v_2 , da sie durch die Linienkraft F_1 und die Dicke h_1 festgelegt ist.

Um trotzdem eine höhere Bahngeschwindigkeit v_2 erreichen zu können, wird erfindungsgemäss absichtlich mit einer deutlich niedrigeren Anpresskraft F_2 gearbeitet, d.h. im Arbeitspunkt P_2 , in dem eine Linienkraft-Variation um den Betrag ΔF eine deutliche Dickenänderung Δh ergeben würde, und zwar bewusst in Abweichung vom bisherigen Trend der technischen Entwicklung und von der Auffassung der Fachwelt. Um jedoch die Dickenschwankungen über die Bahnbreite und mangelnde Planheit zu vermeiden, die sich bei einem Abwandern des örtlichen Arbeitspunktes über die Bahnbreite von P_2 beispielsweise auf P_3 notwendigerweise ergeben würden, werden erfindungsgemäss solche Variationen dadurch kompensiert, dass die Anpress- bzw. Linienkraft über die Breite der Walzen steuerbar gemacht wird, wobei die Steuerung so erfolgt, dass die Dickenreduktion über die Breite der Bahn einem gewünschten und vorgegebenen Profil entspricht, beispielsweise über die gesamte Breite angenähert konstant bleibt.

Im Punkt P_2 wird die Enddicke also nicht nur durch die Bahngeschwindigkeit, sondern ausserdem durch die mittlere Linienkraft bestimmt.

Figur 2 zeigt eine dazu geeignete Walzvorrichtung zusammen mit einer Regeleinrichtung in schematischer Darstellung. Hierbei wird die gewalzte Aluminium-Bahn 1 zwischen zwei Arbeitswalzen 2 und 3 gewalzt, wobei die beiden Arbeitswalzen durch Stützwalzen 7 und 8 gegeneinander gepresst werden und im Walzspalt 6 eine Linienkraft auf die Aluminium-Bahn 1 ausüben. Eine der Stützwalzen 7 ist als Durchbiegungseinstellwalze ausgebildet und besteht aus einem feststehenden Träger 11 und einem um den Träger 11 rotierbaren Walzenmantel 12, der auf dem Träger 11 mittels hydrostatischer Druckelemente 13 abgestützt ist, die über Leitungen 14 mit einem Druckmittel

steuerbaren Drucks versorgt werden. Durch den Druck dieses Druckmittels wird der Walzenmantel 12 in der Pressebene auf die Arbeitswalze 2 gedrückt, so dass die beiden Arbeitswalzen 2 und 3 mit einer gewissen
5 Anpresskraft gegeneinander gepresst werden.

Die Durchbiegungseinstellwalze 7 und die hydrostatischen Druckelemente 13 können beispielsweise gemäss US 3 802 044 ausgeführt sein, jedoch sind auch andere
10 bekannte Ausführungen verwendbar, beispielsweise solche, bei denen eine oder mehrere Druckkammern oder hydrodynamische Druckelemente oder elektrisch, pneumatisch oder mechanisch gesteuerte Druckelemente vorgesehen sind.

15 Die andere Stützwalze 8 kann als konventionelle Metallwalze ausgeführt sein, oder ebenfalls als Durchbiegungseinstellwalze analog zur anderen Stützwalze 7. Statt der Stützwalzen können auch die Arbeitswalzen
20 2 und 3 selbst als Durchbiegungseinstellwalzen ausgeführt sein.

Zur Einstellung der mittleren Linienkraft ist auf der gewalzten Bahn ein Dickenmessgerät 16 vorgesehen,
25 das einen Dickenregler 27 ansteuert, der ein Stell-signal an eine Druckregeleinrichtung 28 weitergibt. Von dieser Einrichtung wird der Druck in den Druckleitungen 14 für die Druckmittelzufuhr zu den hydrostatischen Druckelementen 13 gesteuert, so dass die
30 mittlere Linienkraft einen vorgegebenen Sollwert erreicht. Zusätzlich kann der Dickenregler 27 auch noch die Bahngeschwindigkeit v steuern. Zusätzlich sind über die Breite B_2 der gewalzten Bahn 1 mehrere Sensoren 29 vorgesehen, beispielsweise Dickenfühler
35 oder Zugspannungssensoren bekannter Art. Diese Sensoren 29 steuern einen Regler 30 an, welcher wiederum die Druckregeleinrichtung 28 beeinflusst, durch die

die Drücke in den Druckleitungen 14 für die Druckmittelzufuhr zu den Druckelementen 13 individuell so geregelt werden, dass die Sensoren 29 ein vorgegebenes gewünschtes Profil, beispielsweise einen konstanten
5 Wert über die gesamte Breite B_2 registrieren. Die über die Breite B_1 verteilten Druckelemente 13 können dabei individuell von der Druckregeleinrichtung 28 angesteuert werden oder gruppenweise, d.h. zu Gruppen benachbarter Druckelemente zusammengefasst, was den Regelungsaufwand in gewissen Fällen vereinfacht. Die für
10 die Regelung erforderlichen Steuer- und Regeleinrichtungen sind dem Fachmann bekannt, weiterhin sind im Bild nicht dargestellte Einrichtungen zur Erzeugung einer bestimmten Bahngeschwindigkeit v und Zugspannung σ
15 für die Folienbahn 1 vorgesehen.

Es sei noch erwähnt, dass statt mehrerer Sensoren 29, die über die gesamte Breite B_2 der Bahn verteilt und an bestimmten Messstellen fest angebracht sind, auch
20 ein einziger Sensor vorgesehen sein kann, der über die Bahnbreite hin- und herläuft und dabei entsprechende Signale an die Regeleinrichtung 30 in Abhängigkeit von der jeweiligen Position abgibt.

25 Anstelle einer vollständig automatischen Regelung der Anpresskraft der einzelnen Druckelemente kann auch eine halbautomatische Regelung vorgesehen sein, bei der eine Bedienungs-Person die Anpresskräfte nachstellt, so dass die Messwerte der Sensoren vorgegebene Werte annehmen, oder eine manuelle Steuerung
30 der Anpresskräfte nach dem visuellen Eindruck der gewalzten Folie.

In einer Versuchs-Anlage wurde eine Aluminium-Folien-
35 Walzvorrichtung mit 1100 mm breiten Arbeitswalzen von 165 mm Durchmesser und Stützwalzen von 380 mm

Durchmesser zum Walzen einer legierten Aluminium-Folie von einer Ausgangs-Dicke von 40 μm auf eine Enddicke von 20 μm gemäss der Erfindung umgerüstet und betrieben. In konventioneller Weise war die Walzvorrichtung mit einer Anstellkraft von 550 kN an jeder Seite, also mit einer Gesamt-Anpresskraft von 1100 kN, d.h. einer mittleren Linienkraft von 1000 N/mm und einer Bahngeschwindigkeit von 320 m/min gefahren worden. Nach Ersatz der beiden Stützwalzen durch hydrostatische Durchbiegungseinstellwalzen des Fabrikates "Escher Wyss, Typ K" (obere Walze) und "Typ F" (untere Walze) mit "NIPCO"-Steuerung konnte eine qualitativ gleichartige Aluminium-Folie von 20 μm Dicke bei einer auf 550 N/mm herabgesetzten Linienkraft, jedoch auf 450 m/min erhöhten Bahngeschwindigkeit, also um ca. 40 % erhöhten Maschinenleistung versuchsweise hergestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Walzen von Aluminium-Folien, bei
welchem eine Materialbahn (1) bestimmter Breite
5 (B₂) zwischen zwei mit einer bestimmten Linien-
kraft (F) gegeneinandergespressten Arbeitswalzen
(2, 3) mit einer bestimmten Bahngeschwindigkeit
(v) hindurchgeführt und dabei deren Dicke (h)
von einem Anfangswert (h₀) auf einen Endwert (h₁)
10 reduziert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die
Zuggeschwindigkeit (v) der Aluminiumbahn (1) und
Linienkraft (F) der Arbeitswalzen (2, 3) so ge-
wählt werden, dass die Linienkraft (F₂) unter-
halb desjenigen Bereiches (F₁) liegt, in dem die
15 Dicken-Reduktion (h₀-h₁) bei gegebener Bahngeschwin-
digkeit (v) unabhängig von der Linienkraft (F)
ist, und dass die Linienkraft (F) über die Brei-
te (B₁) der Arbeitswalzen (2, 3) variiert und so
eingestellt wird, dass die Dicken-Reduktion
20 (h₀ - h₁) über die Breite (B₂) der Bahn ein vor-
gegebenes Profil besitzt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Linienkraft (F) über die Breite (B₁)
25 der Arbeitswalzen (2, 3) so eingestellt wird, dass
die Dicken-Reduktion (h₀ - h₁) über die Breite (B₂)
der Bahn wenigstens angenähert konstant ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
30 zeichnet, dass die Variation der Einstellung der
Linienkraft (F) über die Breite (B₁) der Arbeits-
walzen (2, 3) mittels einer als Durchbiegungsein-
stellwalze ausgebildeten, auf die Arbeitswalzen
wirkenden Stützwalze (7) vorgenommen wird, welche

über die Breite verteilte auf die Arbeitswalzen drückende, steuerbare Druckelemente (13) aufweist.

- 5 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der Druckelemente (13) in Abhängigkeit von über die Breite (B_2) der Bahn (1) verteilt angeordnete Sensoren (29) erfolgt.
- 10 5. Vorrichtung zur Anwendung des Verfahrens zum Walzen von Aluminium-Folien nach einem der Ansprüche 1-4 mit zwei Arbeitswalzen (2, 3), zwischen denen eine Aluminium-Bahn (1) gewalzt wird und gegebenenfalls die Arbeitswalzen anpressenden Stützwalzen (7, 8), dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens
15 eine der Walzen (7) als Durchbiegungseinstellwalze mit über die Breite (B_1) der Walze verteilten, steuerbaren Druckelementen (13) versehen ist.
- 20 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbiegungseinstellwalze (7) eine Stützwalze ist, die einen feststehenden Träger (11) und einen um diese rotierbaren, mittels der Druckelemente (13) gegen den Träger (11) abgestützen und eine Linienkraft auf die Arbeitswalzen (2, 3)
25 ausübenden Walzenmantel (12) aufweist.
- 30 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckelemente (13) als hydrostatische, mit einem Druckmittel mit steuerbarem Druck versorgten Stützelemente ausgebildet sind.
- 35 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 - 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinrichtung (28, 30) zur Steuerung der von den Druckelementen (13) auf die Arbeitswalzen (2, 3) ausgeübten Linienkraft in

Abhängigkeit von über die Breite (B_2) der Bahn (1) verteilt angeordneten Sensoren (29) vorgesehen ist.

- 5 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 - 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf der gewalzten Bahn (1) ein Dickenmessgerät (16) zur Messung der Enddicke und ein Dickenregler (27) zur Regelung der mittleren Linienkraft in Abhängigkeit von den Messwerten des Dickenmessgerätes (16) zur Regelung der Enddicke auf einen vorgegebenen Wert (h_1) vorgesehen sind.
- 10



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0152810
Nummer der Anmeldung

EP 85 10 0813

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	FR-A-2 360 713 (ESCHER WYSS S.A.) * Anspruch 1; Abbildungen 1,2; Seiten 1,2; Seite 3, Zeilen 1-19 *	1,3-9	B 21 B 37/08 B 21 B 1/40
A	--- EP-A-0 091 586 (SULZER-ESCHER WYSS AG) * Abbildung 5; Seiten 1-7 *	1,5	
A	--- DE-B-1 294 317 (SIEMAG SIEGENER MASCHINENBAU GmbH) * Abbildungen 4,5; Spalten 1-8 *	1	
A	--- GB-A-2 018 949 (ESCHER WYSS LTD.) * Abbildung 4; Seiten 1-3 *	1,5	
	-----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			B 21 B F 16 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 03-05-1985	Prüfer NOESEN R.F.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, über ein bestimmtes Dokument	
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			