



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.08.2001 Patentblatt 2001/32

(51) Int Cl.7: **B21B 37/26, B21B 37/48**

(21) Anmeldenummer: **01102289.4**

(22) Anmeldetag: **01.02.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **JOSEF FRÖHLING GmbH**
D-57462 Olpe/Biggese (DE)

(72) Erfinder: **Klößner, Jürgen, Dr.-Ing.**
57250 Netphen-Eschenbach (DE)

(30) Priorität: **02.02.2000 DE 10004532**

(74) Vertreter: **Walter, Helmut, Dipl.-Ing.**
Aubinger Strasse 81
81243 München (DE)

(54) **Vorrichtung zum Walzen von Bändern mit periodisch veränderlicher Banddicke**

(57) Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Walzen von Metallbändern aus einer konstanten Ausgangsdicke zu aufeinanderfolgenden unterschiedlichen Enddickenabschnitten. Zwischen einer Abhaspel und

und dem Walzspalteingang einerseits und dem Walzspaltausgang und einer Aufhaspel andererseits befindet sich je eine Ausgleichsrolle, um die das Band schleifenförmig herumgeführt ist, um den Bandzug zu ver gleichmäßigen.

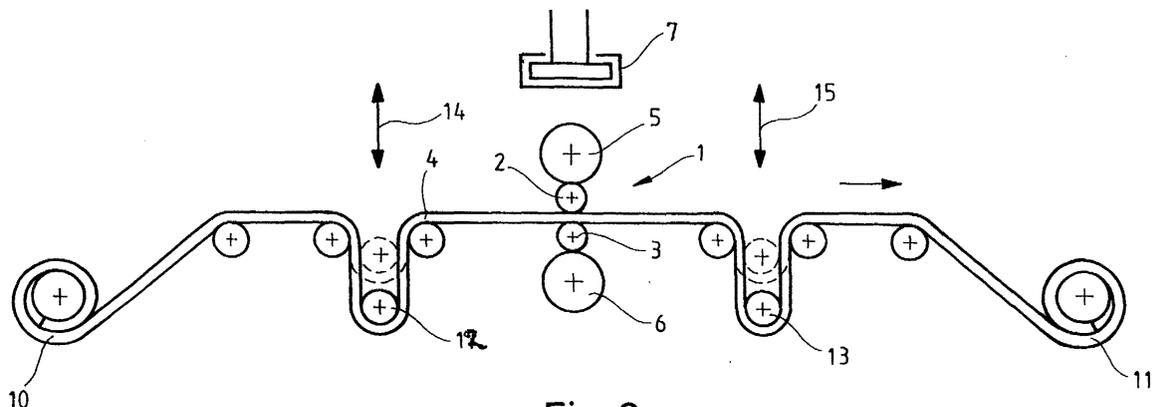


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Walzen von Bändern, mittels eines Walzgerüsts mit einem Walzensatz zur Begrenzung des Walzspaltes und einem Anstellsystem zur Bestimmung der Weite des Walzspaltes. Vor dem Walzgerüst befindet sich eine Abwickelhaspel, eine Aufwickelhaspel ist dem Walzgerüst nachgeordnet. Das in seiner Dicke zu reduzierende Bandmaterial wird von der Abwickelhaspel unter Zug abgewickelt, durch den Walzspalt zwischen den Walzen des Walzensatzes hindurchgeführt und wiederum unter Zug auf die Aufwickelhaspel aufgewickelt. Angestrebt wird dabei eine möglichst gleichmäßige Dicke des bandförmigen Walzgutes nach dem Verlassen des Walzspaltes, wie selbstverständlich auch das auf der Abwickelhaspel in der Form eines Coils befindliche bandförmige Ausgangswalzgut eine möglichst gleiche Dicke über die gesamte Länge haben soll. Es soll also bei den bekannten Lösungen das bandförmige Walzgut eine möglichst konstante Ausgangsdicke und eine möglichst konstante, geringere Enddicke haben. Sollen, beispielsweise im Karosseriebau, flächige Bleche in verschiedenen Bereichen unterschiedliche Dicken haben, so werden Blechbänder unterschiedlicher Dicken miteinander verschweißt.

[0002] Im Laborbetrieb wurden auch schon Blechbänder gewalzt, die in Längsrichtung des Bandes aufeinanderfolgenden Bandabschnitten unterschiedlicher Dicken haben. Folgen einmalig Abschnitte unterschiedlicher Dicken aufeinander, so kann das relativ problemlos durch Veränderung der Weite des Walzspaltes erfolgen.

[0003] Sollen jedoch periodisch Streifenabschnitte unterschiedlicher Dicken aufeinanderfolgen, so kann nur bei einer relativ geringen Bandlaufgeschwindigkeit ein sauberer Übergang zwischen den einzelnen unterschiedlich dicken Bandabschnitten gewährleistet werden. Die mögliche Bandlaufgeschwindigkeit ist zu gering, um den Laborbetrieb in den Bereich industrieller Massenfertigung zu übernehmen. Die Probleme bei der Fertigung von Bändern mit periodisch aufeinanderfolgenden Bandabschnitten unterschiedlicher Banddicken sind in der Tatsache begründet, dass bei Veränderung des Abwalzgrades sich die Bandgeschwindigkeiten am Eingang und am Ausgang des Walzspaltes verändern und Voreilung und Rückstau des Bandes relativ zur Umfangsgeschwindigkeit der Arbeitswalzen mit der Stichveränderung verändern. Darum müssen die Haspelantriebe in ihrer Geschwindigkeit ständig an die veränderlichen Prozeßbedingungen angepaßt werden. Hierzu sind Geschwindigkeitsänderungen bis zu 50% der Nenngeschwindigkeit in kurzer Zeit (z.B. 0,15 Sek.) erforderlich. Dies führt bei den bisher bekannten Kaltwalzwerken zu heftigen Schwankungen der Bandzüge. Daraus folgen ein unregelmäßiger Aufbau des aufzuwickelnden Coils, unzulässige Abweichungen der Endwalz-Dicke von ihrem Sollwert, Risiko von Bandrissen

und Beschädigung von Anlagenteilen.

[0004] Mit großen Arbeitsgeschwindigkeiten sind die bisher vorgeschlagenen Verfahren nicht durchführbar. Senkt man die Geschwindigkeit der Anlage so weit ab, dass der Prozeß beherrschbar ist, so wird die Produktionsleistung so gering, dass der anlagentechnische Aufwand nicht gerechtfertigt wird. Mit den bisher gegebenen Möglichkeiten können Bänder mit periodisch aufeinanderfolgenden Bandabschnitten unterschiedlicher Dicke wirtschaftlich nicht gefertigt werden.

[0005] Vor diesem technischen und wirtschaftlichen Hintergrund ist es nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit aufzuzeigen, auf wirtschaftlich akzeptable Weise zu Coils aufgewickelte Metall-Bänder unter Zug abzuwickeln, in der Dicke zu reduzieren und anschließend unter Zug wieder aufzuwickeln, wobei eine relativ konstante Banddicke (= Ist-Dicke) auf der Einlaufseite unterstellt werden soll und eine periodisch veränderliche Banddicke (=Soll-Dicke) auf der Auslaufseite erreichbar sein soll, wie es in Fig. 1 diagrammartig dargestellt ist.

[0006] Die Mittel zur Lösung dieser Aufgabe ergeben sich aus den Ansprüchen.

[0007] Demzufolge wird bei der Erfindung ein Walzwerk als relevanter Stand der Technik vorausgesetzt, das einlaufseitig eine Abhaspel vor einem Walzgerüst und vorzugsweise auch Umlenkrollen, Bandzugmeßeinrichtungen und Banddickenmeßgeräte aufweist sowie auslaufseitig eine Aufhaspel nach dem genannten Walzgerüst sowie vorzugsweise wiederum Umlenkrollen, Bandzugmeßeinrichtungen und Banddickenmeßgeräte aufweist. Gekennzeichnet ist die Erfindung vor allem durch eine Ausgleichs- bzw. Tänzerrolle einlaufseitig und eine weitere Tänzerrolle auslaufseitig.

[0008] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert, in der zeigen

Fig. 1 ein Diagramm zur Erläuterung von in Bandlängsrichtung aufeinanderfolgenden Bandabschnitten verschiedener Dicke,

Fig. 1a einen größeren Bandlängsschnitt in kleinerer Darstellung,

Fig. 2 in diagrammartiger Darstellung eine erfindungsgemäße Anlage bzw. Vorrichtung,

Fig. 3 eine Darstellung zur Erläuterung des Problems, das mit der Erfindung in einer weiteren Ausgestaltung gelöst wird und

Fig. 4 eine weitere Erläuterung zu der weiteren Ausgestaltung der Erfindung.

[0009] Mit einem solchen erfindungsgemäßen Walzwerk wird bevorzugt folgende Regelstrategie angewendet.

[0010] Das Walzgerüst (Hauptantrieb) wird drehzahl-geregelt auf die gewünschte Soll-Geschwindigkeit ein-gestellt. Beim stationären Walzbetrieb drehen sich die Walzen also mit praktisch konstanter Umfangsge-schwindigkeit.

[0011] Die Tänzerrollen werden kraftgeregelt mit der Aufgabe, den gewünschten Bandzug aufzubringen.

[0012] Die Haspel werden drehzahlgeregelt, wobei die Soll-Drehzahl unter Berücksichtigung des jeweiligen Coil-Durchmessers auf den Mittelwert der Bandge-schwindigkeit eingestellt wird.

[0013] Das heißt, dass die Abhaspel soviel Band ab-spult, wie das Walzgerüst im Mittelwert einzieht und dass die Aufhaspel soviel Band aufwickelt, wie das Walzgerüst an seiner Auslaufseite abgibt.

[0014] Hierbei werden die Positionen der Tänzerrollen überwacht und daraus werden Stellsignale zur Kor-rektur der Haspelgeschwin digkeiten abgeleitet, beispielsweise wie folgt:

sinkt die einlaufseitige Tänzerrolle zu tief unter den unteren Schaltpunkt ab, wird die Abhaspel entspre-chend verzögert.

Steigt diese Tänzerrolle zu weit über den oberen Schaltpunkt auf, wird die Abhaspel beschleunigt.

Bei zu weit absinkender auslaufseitiger Tänzerrolle muß die Aufhaspel etwas schneller fahren und um-gekehrt.

[0015] Im Ergebnis gleichen bei der Erfindung die Tänzerrollen den variablen Materialfluß an Eingang und Ausgang des Walzgerüsts aus.

[0016] Sowohl die Abhaspel als auch die Aufhaspel fahren mit praktisch konstanter Wickelgeschwindigkeit unabhängig vom aktuellen Coil-Durchmesser.

[0017] Die Bandzüge an Ein- und Auslaufseite des Walzgerüsts sind praktisch (in engen Toleranzen) kon-stant.

[0018] Damit sind die Voraussetzungen für ein gut ge-wickeltes Coil auf der Auslaufseite gegeben.

[0019] Außerdem kann die Banddicke relativ willkür-lich variiert werden, ohne Bandrisse und Beschädigun-gen der Anlage zu riskieren.

[0020] Als weitere Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass bei periodischer Veränderung der Soll-Dicke auf der Auslaufseite die Zuordnung der Be-wegung der Tänzerrollen zur Veränderung der Banddik-ke (bekannte Soll-Funktion) zu beobachten.

[0021] Daraus kann man eine aus anderen Rege-lungsaufgaben bekannte Störgrößenaufschaltung (Vor-steuerung) ableiten. Wenn man zum Beispiel gelernt hat, wann eine Tänzerrolle mit einer bestimmten Be-schleunigung bewegt werden muß, kann man die ent-sprechenden Beschleunigungs-Zusatzkräfte auf den Sollwert der Zugkraft der Tänzerrolle aufschalten. Damit ist eine weitere Verbesserung der Konstanz der Band-züge möglich. Dies wirkt sich günstig auf die Stabilität des Prozesses und insbesondere auf die Qualität des Walzgutes aus (z.B. Dickentoleranzen und Oberflä-chenqualität).

[0022] Eine Walzanlage mit erfindungsgemäß je einer Ausgleichsrolle bzw. Tänzerrolle an der Einlauf- und der Auslaufseite eines Walzgerüsts ist in Fig. 2 dargestellt und nachfolgend beschrieben. Es versteht sich, dass es sich dabei nur um ein Ausführungsbeispiel der Erfin-dung handelt.

[0023] Im Zentrum der Walzanlage ist ein Walzgerüst 1 angeordnet, in dem zwei Arbeitswalzen 2, 3 die Weite des Walzspaltes bestimmen, durch den das bandförmige Walzmaterial 4 zwangsweise hindurchgeführt wird, um die Istdicke des Walzmaterials 4 vor dem Walzgerüst 1 zur geringeren Solldicke nach dem Walzgerüst 1 zu reduzieren. Im übrigen entspricht der Aufbau des Walz-gerüsts 1 dem Stand der Technik, sodass auf weitere Darstellung und Beschreibung verzichtet wird und nur noch zwei Stützwalzen bzw. -rollen 5, 6 sowie eine Ein-richtung 7 dargestellt sind, wobei mit der Einrichtung 7 die Walzen senkrecht zum Metallband verstellbar sind, um die Weite des Walzspaltes bestimmen bzw. verän-dern zu können. Die Eingangsdicke des Bandes 4 vor dem Walzgerüst 1 wird als konstant unterstellt, wie es der Abschnitt 8 des Linienzuges im Diagramm gemäß Fig. 1 zeigt, in dem die Dicke des Metallbandes über dessen Länge dargestellt ist. Die Dicken- und Längen-angaben sind in besonderem Maße beispielhaft. Nach dem Walzgerüst 1 soll die Dicke des Bandmaterials auf einen Soll-Wert verringert sein, wie es durch den Ab-schnitt 9 des Linienzuges im Diagramm gemäß Fig. 1 dargestellt ist. Diese Soll-Dicke des Bandmaterials soll nun abweichend vom industriellen Stand der Technik nicht konstant, sondern unterschiedlich sein, wobei die Solldickenveränderung periodisch sich wiederholen soll und zwar bei relativ hoher Bandlaufgeschwindigkeit (Teilfigur 1a).

[0024] Hierzu ist zwischen Abhaspel 10 und Walzge-rüst 1 einerseits und Aufhaspel 11 und Walzgerüst 1 an-dererseits je eine Ausgleichs- bzw. Tänzerrolle 12 bzw. 13 angeordnet.

[0025] Wie bereits oben ausgeführt, wird das Walzge-rüst 1 drehzahlgeregelt und auf die gewünschte Sollge-schwindigkeit eingestellt, werden die Tänzerrollen 12, 13 kraftgeregelt, um den gewünschten Bandzug aufzu-bringen, und werden die Haspel 10 und 11 drehzahlge-regelt, wobei die Solldrehzahl unter Berücksichtigung des jeweiligen Coil-Durchmessers auf den Mittelwert der Bandgeschwindigkeit eingestellt wird, d.h. dass von der Abhaspel 10 soviel Band 4 abgespult wird, wie das Walzgerüst 1 einzieht und dass von der Aufhaspel 11 soviel Band 4 aufgewickelt wird, wie das Walzgerüst 1 auf der Auslaufseite abgibt. Die Tänzerrollen 12, 13 sind nach oben und unten verstellbar, wie es durch die Dop-pelpfeile 14, 15 ausgedrückt ist. Zu den Funktionen im einzelnen wird auf das oben Gesagte verwiesen.

[0026] Insbesondere bei der oben beschriebenen Vorrichtung gemäß der Erfindung und deren Arbeitswei-se kann das Problem auftreten, dass die Walzkraft ent-sprechend den periodisch bzw. zyklisch veränderlichen Dickenveränderungen des Bandmaterials periodisch

bzw. zyklisch schwankt. Dies kann dazu führen, dass sich im Bandmaterial in dessen mittlerem Bereich in der Bandlängsrichtung aufeinanderfolgende Wellen ausbilden, wenn die Dickenabnahme des Walzbandes relativ gering ist, und dass sich solche Wellen in den Randbereichen des Walzbandes ausbilden, wenn die Dickenabnahme des Walzbandes relativ groß ist. Das Problem dieser Rand- bzw. Mittelwellenausbildung ist beherrschbar, wenn periodische Dickenveränderungen in relativ großen Abständen erfolgen und die Anpassungen an die Notwendigkeit der Randwellenunterdrückung bzw. -beseitigung und der Mittelwellenunterdrückung bzw. -beseitigung nur in großen Abständen besteht, sei es, weil die räumlichen, sei es weil die zeitlichen Abstände zwischen zwei aufeinanderfolgenden Dickenveränderungen entsprechend groß sind, oder, anders ausgedrückt, Planheitsregelungssysteme nur auf relativ langweilige Prozeßveränderungen reagieren müssen. Die vorliegende Erfindung zeigt in ihrer weiteren Ausbildung auf, wie das geschilderte Problem dann gelöst werden kann, wenn der Abstand zwischen je zwei von periodisch wiederkehrenden Dickenänderungen kurz und insbesondere kürzer als der Abstand zwischen dem Walzgerüst und einem Planheitsmeßsystem ist. Erfindungsgemäß wird im Zusammenhang damit vorgeschlagen, Mittel für einen Vergleich zwischen Banddickenwert und vorgegebenem Banddickensollwert in der Form einer Bandverfolgungseinrichtung zu installieren und gemäß Fig. 3, 4 in der Weise zu nutzen, dass die tatsächliche Planheit des Bandes in einem Abschnitt "dick" gemessen und mit einem vorgegebenen Sollwert verglichen wird. Ergibt sich eine Abweichung des ermittelten tatsächlichen Istwertes vom Sollwert, so wird eine Veränderung der für die Planheit ursächlichen Faktoren, insbesondere also der Durchbiegung der Arbeitswalzen, bewirkt so, dass bereits der nächstfolgende Abschnitt "dick" in verbesserter Planheit gewalzt wird.

[0027] Entsprechend kann für die Abschnitte "dünn" verfahren werden.

[0028] In Fig. 3 ist das Problem verdeutlicht. Dem Walzgerüst 1 folgt eine Dickenmessung am Walzband 4 im dicken Bereich $n + 1$, im Abstand 18 vom Walzgerüst, während im in der Richtung des Walzbandvorschubes vorhergehenden dicken Bandbereich n im Abstand 19 vom Walzgerüst 12 mittels eines Planheitsmeßsystems 16 die Planheit des Walzbandes ermittelt wird. Während eine etwaige Abweichung des Planheitswertes vom Sollwert im Bereich n festgestellt wird, hat der nächstfolgende dicke Bereich $n + 1$ bereits das Walzgerüst 1 verlassen, eine Berücksichtigung für den Bereich $n + 1$ ist nicht mehr möglich, sondern erst für spätere dicke Bandabschnitte ab $n + 2$, für die eine Neueinstellung erfolgt ist. Dieser Zustand soll beseitigt werden und Korrekturen zum Erhalt optimaler Planheit bereits für das Walzen des Abschnittes $n + 1$ berücksichtigt werden können. Dies geschieht mit einem symbolisch dargestellten Bandverfolgungssystem 17 das insbesondere ein Schieberegister ist, wie es an sich von der Mas-

senfluß-Regelung bekannt ist. Es stellt sich der Erfolg gemäß Fig. 4 ein, indem im Bereich "dick" das Messen der Planheit im Bereich "dick" und im Bereich "dünn" das Messen der Planheit im Bereich "dünn" erfolgt.

[0029] Das Ermitteln der Abweichung des Istwertes vom Sollwert und das Berechnen eines neuen Sollwertes erfolgen bereits für den nächsten noch zu walzenden Bandabschnitt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Walzen von Bändern mit periodisch veränderlicher Banddicke, wobei die Walzvorrichtung ein Walzgerüst mit einem Walzensatz und einem Anstellsystem zur Bestimmung des Walzspaltes aufweist, dem das Bandmaterial mit einer Ausgangsdicke eingangsseitig von einer Abhaspel aus zugeführt wird und von dem aus das Bandmaterial mit der jeweils gewollten Enddicke ausgangssseitig einer Aufhaspel zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl zwischen der Abhaspel (10) und dem Walzgerüst (1) als auch zwischen dem Walzgerüst (1) und der Aufhaspel (11) eine Ausgleichs- bzw. Tänzerrolle (12, 13) angeordnet ist, um die das Bandmaterial (4) schleifenförmig herumgeführt ist, und die bei konstanter Umfangsgeschwindigkeit der den Walzspalt bestimmenden Walzen (2, 3) des Walzgerüsts (1) geregelt werden, um einen gewollten Bandzug aufzubringen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tänzerrollen (12, 13) mit dem Ziel kraftgeregelt werden, dass ein gewollter Bandzug vorliegt.
3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haspel (10, 11) drehzahlgeregelt sind.
4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Soll-Drehzahl der Haspel (10, 11) unter Berücksichtigung des jeweiligen Coil-Durchmessers auf den Mittelwert der Bandgeschwindigkeit eingestellt wird und von der Abhaspel (10) so viel Band (4) abgespult wird, wie im Mittel Band in den Walzspalt eingezogen wird und so viel Band auf die Aufhaspel (11) aufgewickelt wird, wie Band den Walzspalt verläßt.
5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ortsverlagerungen der Tänzerrollen (12, 13) infolge der Gleichgewichtsstörungen zwischen Bandabzug von der Abhaspel (10) und dem Bändeinzug in den Walzspalt und/oder zwischen Bandaustritt aus dem Walzspalt und Aufwickeln des Bandes auf die Aufhaspel (11) er-

mittelt und in Regelsignale für die Drehzahlen von Ab- und Aufhaspel umgesetzt werden.

6. Vorrichtung insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** ein Mittel zum Verfolgen des Materialflusses und zur Lieferung von Befehlssignalen für die Bestimmung der in periodischer Folge sich ändernden Banddicke. 5
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zum Verfolgen des Materialflusses ein an sich bekanntes Schieberegister ist. 10
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** Mittel zur Verbesserung der Konstanz des Bandzuges durch Ermittlung der Periodizität der Banddickenänderung und die Aufschaltung einer Störgröße für die Kompensation der auf die Ausgleichs- bzw. Tänzerrollen (12, 13) einwirkenden Beschleunigungskräfte. 15 20
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **gekennzeichnet durch** eine zyklische abtastende Planheitsregelung, die auf der Basis eines Meßsystems zur Materialverfolgung jeweils die im Bereich des Bandaustritts aus dem Walzspalt gemessene Bandplanheit-Istwert mit einem vorgegebenen Bandplanheit-Sollwert vergleicht und Korrekturbefehle für die Walzenbiegung und gegebenenfalls andere, die Bandplanheit beeinflussende Komponenten bildet. 25 30

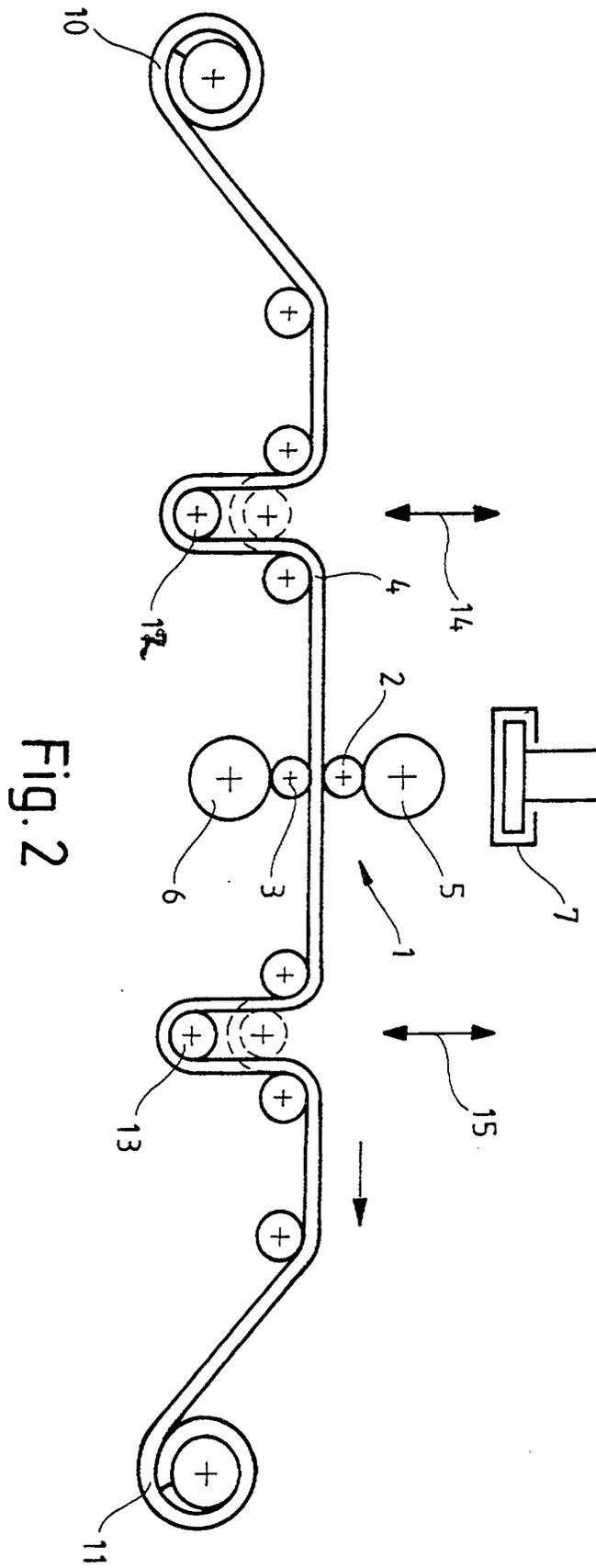
35

40

45

50

55



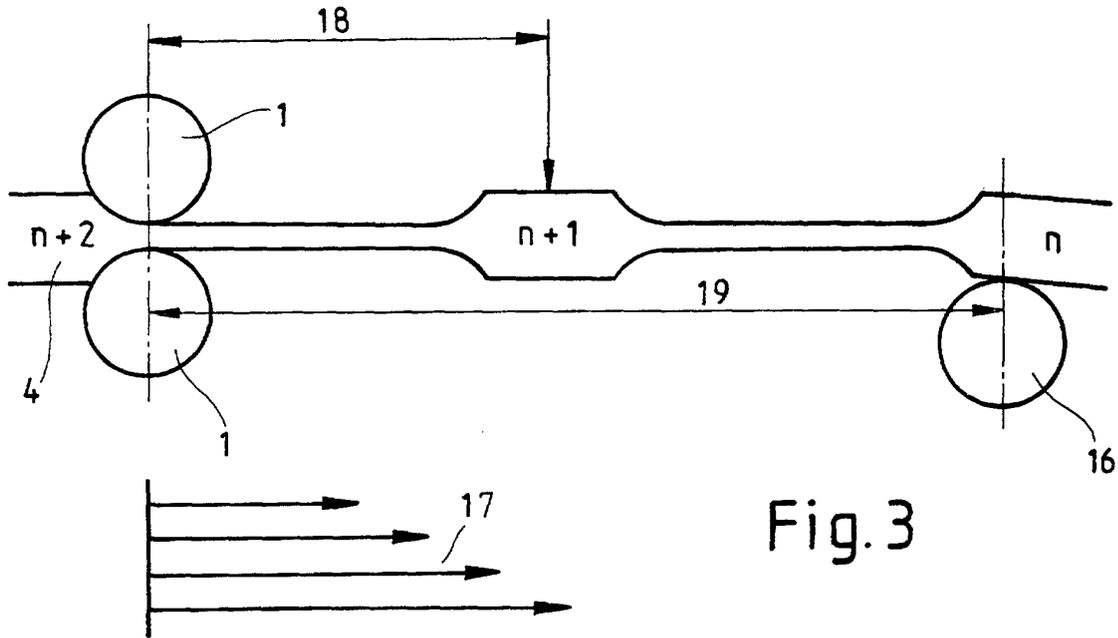


Fig. 3

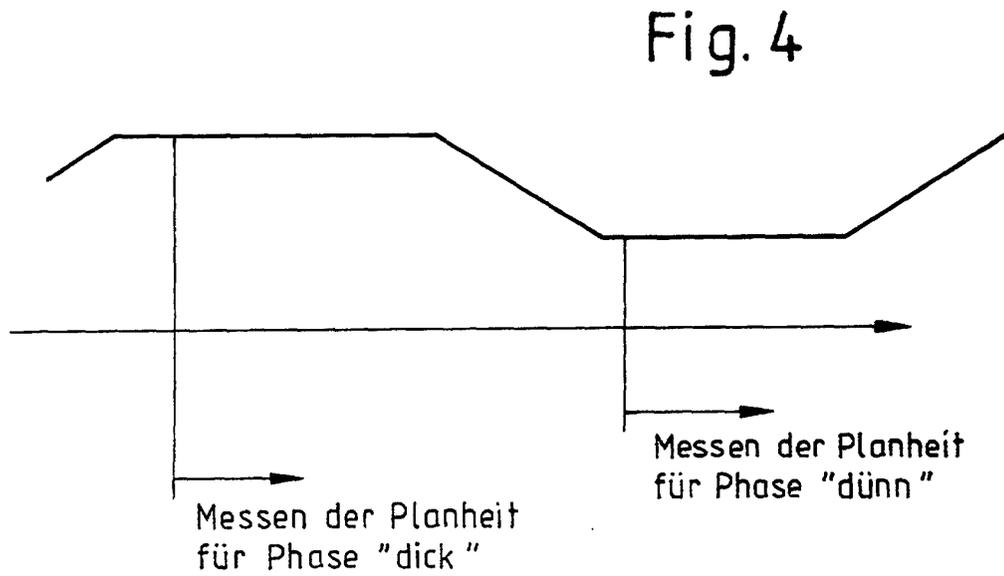


Fig. 4