(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 722 899 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.12.1998 Patentblatt 1998/51

(51) Int. Cl.[6]: **B65H 23/02**

(21) Anmeldenummer: **96100446.2**

(22) Anmeldetag: **13.01.1996**

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Ausgleich von Spannkräften über die Breite einer laufenden Bahn

Method and device for compensating the tension forces over the width of a running web

Procédé et dispositif pour compenser les forces de tension sur la largeur d'une bande en mouvement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **20.01.1995 DE 19501644**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.07.1996 Patentblatt 1996/30

(60) Teilanmeldung:
98109833.8

(73) Patentinhaber:
ERHARDT + LEIMER GmbH
D-86157 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:
- **Niemann, Heinrich**
  D-32130 Enger (DE)
- **Wulf, Johannes**
  D-33335 Gütersloh (DE)

(74) Vertreter:
Sasse, Volker, Dipl.-Ing.
Parreutstrasse 27
85049 Ingolstadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DD-A- 148 620
DE-A- 3 428 707
DE-A- 3 920 310
GB-A- 2 151 363
US-A- 2 066 306
US-A- 2 066 307

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 722 899 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ausgleich von Spannkräften über die Breite einer laufenden Bahn gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art.

Aus der US 2 066 306 A ist eine derartige Vorrichtung bekannt. Sie besteht aus einer Walze, die auf einer Welle frei drehbar gehalten ist. Die Welle ist an ihren beiden Enden in Kulissen geführt und von einem Hebelgestänge ergriffen. Dieses verhindert eine gleichsinnige Bewegung beider Wellenenden, so daß die Welle und mit ihr die Walze nur um eine Achse schwenkbar gehalten ist. Diese bekannte Vorrichtung weist jedoch den Nachteil auf, daß sowohl in den Kulissen als auch in den Hebelgestängen beim Verschwenken der Welle gleitende Bewegungen erfolgen. Die damit verbundenen Reibungskräfte beschränken die Genauigkeit des durch diese Vorrichtung erzielbaren Spannungsausgleichs. Insbesondere ist ein Spannungsausgleich nicht möglich, wenn die Spannkraftdifferenz zwischen beiden Bahnseiten geringer als die beträchtlichen Haßreibungskräfte in den Kulissen und Hebelgestängen ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die einen präzisen Spannkraftausgleich über die Breite der Bahn gewährleistet, ohne den Bahnlauf zu behindern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1 weist eine schwenkbar gehaltene Spannungs-Ausgleichswalze auf Diese ist auf einer Welle frei drehbar gelagert, deren Enden in einer Schwenklagerung abgestützt sind. Dies stellt sicher, daß der Raum um die Spannungs-Ausgleichswalze frei ist, so daß der Lauf der Bahn in keiner Weise gestört ist. Die Schwenklagerung der Welle wird durch beidseits der Spannungs-Ausgleichswalze vorgesehene Zahngetriebe realisiert. Übt die Bahn auf die Spannungs-Ausgleichswalze ein Drehmoment aus, so versucht dieses, die Spannungs-Ausgleichswalze an der Seite der höheren Spannkraft in Kraftrichtung wegzudrücken. Das Zahngetriebe setzt diese Bewegung der Spannungs-Ausgleichswalze in eine Drehbewegung der Welle um. Diese wird wiederum vom gegenüberliegenden Zahngetriebe in eine gegensinnige Verstellbewegung des gegenüberliegenden Endes der Welle umgesetzt. Dieser Mechanismus stellt sicher, daß die Spannungs-Ausgleichswalze nur um eine Achse schwenkbar gehalten ist und nicht insgesamt verschoben werden kann. Dies wiederum bewirkt, daß bei variierender Gesamtspannkraft der Bahn die Spannungs-Ausgleichswalze keinen ihrer Endanschläge erreicht. Der Spannkraftausgleich über die Breite der Bahn ist daher unter allen vorkommenden Betriebsbedingungen sichergestellt. Die Anwendung von Zahngetrieben zum schwenkbaren Halten der Welle ergibt besonders geringe Reibungskräfte, da die Zähne der Zahngetriebe einander wälzend ergreifen, ohne gegeneinander zu gleiten. Die Abstützung der Wellenenden in Kulissen erfolgt über Wälzlager, die sich an den Kulissen abwälzen. Auf diese Weise werden von den Kulissen ausgehende Reibungskräfte weitgehend unterdrückt. Die zur Verschwenkung der Spannungs-Ausgleichswalze erforderliche Kraft ist daher sehr gering, so daß der Spannungsausgleich der Bahn auch ohne aktives Verstellen der Spannungs-Ausgleichswalze allein durch das von der Bahn übertragene Drehmoment erfolgen kann. Der gewünschte Spannkraftausgleich wird daher mit einfachsten Mitteln besonders kostengünstig erreicht. Außerdem läßt sich die Vorrichtung sehr kompakt aufbauen, so daß auch bestehende Anlagen durch einfaches Auswechseln einer Walze ohne Probleme umgerüstet werden können.

Gemäß Anspruch 2 haben sich als Wälzlager Kugel- oder Rollenlager bewährt. Diese haben sehr günstige Laufeigenschaften, wobei insbesondere die für einen exakten Spannungsausgleich schädliche Reibungskraft vernachlässigbar gering ist. Das Kugel- oder Rollenlager liegt nur einseitig an einer Schiene oder Säule als Gegenlager an und wälzt sich daran ab. Dieses Gegenlager beschränkt die Bewegungsfreiheit der Spannungs-Ausgleichswalze auf eine Ebene. Dies verhindert eine Verschwenkung der Spannungs-Ausgleichswalze um eine zur gewünschten Schwenkachse senkrechte Achse, die einen seitlichen Bahnverlauf zur Folge hätte. Außerdem stellt das Gegenlager eine korrekte Lage der Teile des Zahngetriebes sicher, so daß dessen Zähne stets korrekt ineinander greifen.

Gemäß Anspruch 3 ist es vorteilhaft, das Zahngetriebe von einer Zahnstange und einem Zahnrad zu bilden. Vorzugsweise kämmt das Zahnrad direkt mit der Zahnstange, was die Reibungsverluste der Schwenklagerung minimiert. Da die Zahnstange feststeht, muß sich das Zahnrad bei einer Verstellung der Spannungs-Ausgleichswalze an dieser abwälzen, wobei das Zahnrad zusammen mit der Welle verdreht wird. Vorzugsweise sind die Zahnstangen an beiden Enden der Welle an diagonal gegenüberliegenden Seiten der Wellenachse vorgesehen. Dies bewirkt, daß die Verstellung der Wellenenden zueinander gegensinnig synchronisiert ist. Die Spannungs-Ausgleichswalze läßt sich daher nur um eine feste, vorgegebene Schwenkachse verschwenken, die bei mit der Zahnstange kämmendem Zahnrad durch den Schwerpunkt der Spannungs-Ausgleichswalze verläuft. Alternativ könnten die Zahnstangen auch an der gleichen Seite der Wellenachse vorgesehen sein. In diesem Fall müßte eines der Zahngetriebe ein Zwischenzahnrad aufweisen, das die Drehbewegung dieser Seite umkehrt. Zur Minimierung der Reibungskräfte zwischen dem Zahnrad und der Zahnstange ist es günstig, diese mit einer Evolventen- oder Zykloiden-Verzahnung auszustatten.

Gemäß Anspruch 4 ist es günstig, zwischen der Zahnstange und der Welle ein Zwischenzahnrad vorzusehen. Damit läßt sich auf einfache Weise die Schwenkachse der Spannungs-Ausgleichswalze belie-

big verlagern. Die Höhe dieser Schwenkachse bezüglich der Spannungs-Ausgleichswalze ist durch die Achsen der mit der Zahnstange kämmenden Zwischenzahnräder festgelegt.

Insbesondere bei Druckmaschinen ist es wünschenswert, daß die Mittellinie der Bahn durch die Spannungs-Ausgleichswalze keinerlei Längenänderung erfährt. Dies wird gemäß Anspruch 5 dadurch erreicht, daß die Schwenkachse der Spannungs-Ausgleichswalze auf ihren Mantel verlagert wird. Die Schwenkachse tangiert die Spannungs-Ausgleichswalze in jenem Bereich, in dem sie von der Bahn umschlungen ist, somit bleiben Seiten- und Längsregister unbeeinflußt.

Ist die Zahnstange gemäß Anspruch 6 als Gewindespindel oder Schnecke ausgebildet, so läßt sich die Spannungs-Ausgleichswalze sehr einfach durch Drehen der Gewindespindel oder Schnecke in ihrer Höhenlage justieren.

Sind die Gewindespindeln oder Schnecken gemäß Anspruch 7 mit Stellantrieben verbunden, so kann die Verschwenkung der Spannungs-Ausgleichswalze aktiv durch die Stellantriebe erfolgen. Um ein freies Verschwenken der Spannungs-Ausgleichswalze unter dem Druck der Bahn zu verhindern, ist die Welle gegenüber einer Verdrehung um ihre Längsachse verblockt. Die Verschwenkung der Spannungs-Ausgleichswalze mittels Stellantrieben bietet den Vorteil, daß ihre Massenträgheit leichter überwunden werden kann als wenn die Bahn selbst die Stellkraft aufbringen müßte.

Gemäß Anspruch 8 ist es günstig, die Stellantriebe mit einer Regeleinrichtung zu verbinden. Die Regeleinrichtung erhält ihren Ist-Wert von Kraftmeßvorrichtungen, die in den Lagern einer Walze vorgesehen sind. Die gemessenen Kraftwerte werden über einen Subtrahierer voneinander abgezogen, dessen Ausgangswert dem von der Bahn auf die Spannungs-Ausgleichswalze ausgeübten Drehmoment proportional ist. Dieser Wert wird von der Regeleinrichtung auf den Sollwert Null geregelt, so daß im eingeschwungenen Zustand der Regeleinrichtung die Spannkräfte der Bahn in beiden Bahnhälften zueinander gleich sind. Da die Verschwenkung der Spannungs-Ausgleichswalze aktiv durch die Regelung erfolgt, spielen Reibungseinflüsse, sowie die Massenträgkeit der Spannungs-Ausgleichswalze für den Spannkraftausgleich nur eine untergeordnete Rolle. Sie beschränken lediglich die Geschwindigkeit, mit der eine Spannkraftdifferenz ausgeregelt wird. Die Genauigkeit des Spannkraftausgleichs wird ausschließlich von der Präzision der Erfassung des von der Bahn auf die Spannungs-Ausgleichswalze ausgeübten Drehmoments und der Güte des Reglers bestimmt. Zur Ermittlung des Drehmoments werden die Lagerkräfte einer der Walzen gemessen und deren Differenz berechnet. Die Differenz der Lagerkräfte beider Enden einer Walze ist bei mittigem Bahnlauf proportional zum Drehmoment, das die Bahn auf die Walze ausübt. Die Lagerkräfte der Walze lassen sich besonders einfach und exakt durch in den Lagern vorgesehene Kraftmeßvorrichtungen ermitteln. Vorzugsweise werden die Lagerkräfte an der Spannungs-Ausgleichswalze ermittelt. Dies stellt sicher, daß die Spannkraft der Bahn korrekt von Reibungseinflüssen anderer Walzen unbeeinflußt erfaßt wird. Außerdem werden auf diese Weise zeitliche Verzögerungen zwischen dem Verschwenken der Spannungs-Ausgleichswalze und der Auswirkung auf die Spannkraft der Bahn auf ein Minimum beschränkt. Die Regelung kann daher eine auftretende Spannkraftdifferenz der Bahn rascher ausgleichen.

Im Falle eines außermittigen Bahnlaufs ist es gemäß Anspruch 9 vorteilhaft, die Lage beider Bahnkanten mittels eines Kantenfühlers zu erfassen und diesen Wert mit den gemessenen Lagerkräften zu verknüpfen. Damit läßt sich die bahnlaufbedingte Lagerkraftdifferenz berechnen und so korrigieren, daß dem Regler ein Signal zugeführt wird, der zum auf die Bahnmitte bezogenen Drehmoment der Bahn proportional ist.

Gemäß Anspruch 10 ist es vorteilhaft, das von der Bahn auf die Spannungs-Ausgleichswalze ausgeübte Drehmoment durch einen Fensterkomparator mit einem Bereich zu vergleichen. In Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis wird die Lage der Spannungs-Ausgleichswalze entweder geregelt und damit aktiv verstellt oder frei schwenkbar gehalten. Ein frei schwenkbares Halten hat den besonderen Vorteil, daß der Spannungsausgleich zwischen beiden Bahnhälften besonders exakt und unabhängig von der Genauigkeit der Kraftmessung erfolgt. Nur bei großen Abweichungen zwischen Sollwert und Istwert wird die Spannungs-Ausgleichswalze in ihrer Lage geregelt und damit aktiv verstellt. Dies stellt sicher, daß eine große Spannkraftdifferenz zwischen beiden Bahnhälften sehr schnell korrigiert wird, da die Stellantriebe zur Verschwenkung der Spannungs-Ausgleichswalze wesentlich mehr Kraft aufbringen können als die Bahn selbst. Dies ist insbesondere bei großen Walzen, die ein entsprechend großes Trägheitsmoment aufweisen, wichtig. Um eine effektive Kraftübertragung durch die Regelung auf die Spannungs-Ausgleichswalze zu gewährleisten, wird die Schwenklagerung der Spannungs-Ausgleichswalze in diesem Fall blockiert.

Anhand der Zeichnung werden bevorzugte Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes beispielhaft beschrieben, ohne den Schutzumfang zu beschränken.

Es zeigt:

- Figur 1 eine perspektivische Darstellung einer Vorrichtung zum Ausgleich von Spannkräften einer Bahn,
- Figur 2 eine perspektivische Darstellung einer Seite einer Schwenklagerung,
- Figur 3 die Schwenklagerung gemäß Figur 2 ohne Zahnrad,
- Figur 4 eine Schnittdarstellung einer alternativen

Ausführungsform einer Seite eines Schwenklagers mit verschobener Schwenkachse und

Figur 5 eine Vorrichtung zum Ausgleich von Spannkräften einer Bahn mit aktiver Regelung.

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zum Ausgleich von Spannkräften über die Breite einer in Richtung des Pfeiles 2 laufenden Bahn 3. Diese Bahn 3 wird an in Lagern 12 gehaltenen Walzen 4, 5, 6 umgelenkt, wobei die mittlere Walze 5 als Spannungs-Ausgleichswalze ausgebildet ist. Die Spannungs-Ausgleichswalze 5 ist frei drehbar auf einer Welle 7 gelagert, die um eine durch ihren Schwerpunkt S verlaufende Schwenkachse 8 schwenkbar gehalten ist. Beide Enden 9 der Welle 7 sind in Lagern 10 abgestützt, die an einem Gestell 11 gehalten sind und zusammen ein Schwenklager für die Welle 7 bilden.

Der Aufbau und die Funktion der Lager 10 wird anhand der Figuren 2 und 3 näher beschrieben. Figur 2 zeigt das Lager 10 bestehend aus einem Gehäuseblock 15, dessen Deckel abgenommen ist. Im Gehäuseblock 15 befindet sich eine stationär gehaltene Gewindespindel 16. Diese kämmt mit einem Zahnrad 17, dessen Verzahnung 18 nur angedeutet ist. Das Zahnrad 17 ist mit der Welle 7 drehfest verbunden.

In der Praxis drückt die Bahn 3 mit einer Kraft F auf die Welle 7 und versucht, diese in diese Richtung zu verschieben. Da das Zahnrad 17 mit der Gewindespindel 16 kämmt, muß es sich bei dieser Verschiebung an der Gewindespindel 16 abwälzen, so daß es gleichzeitig in Richtung 19 in Drehung versetzt wird. Im am Gegenende 9 vorgesehenen Lager 10 ist die Welle 7 spiegelbildlich zur Darstellung gemäß Figur 2 gehalten. Dies bewirkt, daß die beschriebene Drehung 19 des Zahnrades 17 und damit der Welle 7 an ihrem Gegenende 9 eine entgegen der Kraft F gerichtete Verschiebung bewirkt. Die Bewegungen der Enden 9 der Welle 7 sind daher zueinander gegensinnig synchronisiert, so daß die Welle 7 und damit die Spannungs-Ausgleichswalze 5 nur um die in Figur 1 angedeutete Schwenkachse 8 verschwenkbar ist.

Die Figur 3 zeigt das Lager 10 gemäß Figur 2, wobei das Zahnrad 17 mit der Welle 7 entfernt ist, um die darunterliegenden Teile sehen zu können. Im Gehäuseblock 15 sind in einem Abstand e zwei Säulen 20 festgelegt, die für die Welle 7 eine Kulissenführung bilden. Dazu trägt die Welle 7 ein Wälzlager 21, das allein und nur mit seiner Aufnahmeöffnung 22 dargestellt ist. Das Wälzlager 21 läuft zwischen den Säulen 20, deren Abstand e voneinander geringfügig größer als der Außendurchmesser D des Wälzlagers ist. Dadurch wird erreicht, daß das Wälzlager 21 nur an einer der beiden Säulen 20 anliegt und sich daran ohne zu gleiten abwälzt. Die Kulissenführung bewirkt, daß sich die Welle 7 nur innerhalb einer Ebene ε bewegen kann. Dies stellt sicher, daß die Achse 23 der Welle 7 stets von der Gewindespindel 16 gleich weit beabstandet ist, so daß die Verzahnungen 19 der Gewindespindel 16 und des Zahnrades 17 korrekt ineinander eingreifen. Dies ist wichtig, damit sich die Zähne des Zahnrades 17 an denen der Gewindespindel 16 ohne zu gleiten abwälzen.

Im Gehäuseblock 15 sind in der Bewegungsebene des Wälzlagers 21 Durchgangsbohrungen 24 vorgesehen, in denen nicht dargestellte Anschläge zur beidseitigen Begrenzung des Stellwegs der Welle 7 vorgesehen sind. Zusätzlich könnte in einer der Durchgangsbohrungen 24 ein Stoßdämpfer vorgesehen sein, der Schwingungsbewegungen der Welle 7 dämpft.

In Figur 4 ist eine alternative Ausführungsform des Lagers 10 dargestellt. Es besteht aus dem Gehäuseblock 15, an dem ein Deckel 30 festgelegt ist. Der Dekkel 30 weist eine von der Welle 7 durchdrungene Öffnung 31 auf. Die Welle 7 ist mittels des Wälzlagers 21 an den Säulen 20 abgestützt und mit dem Zahnrad 17 drehfest verbunden. Das Zahnrad 17 kämmt mit einem Zwischenzahnrad 32, dessen Welle 33 über ein weiteres Wälzlager 34 ebenfalls an den Säulen 20 abgestützt ist. Die Wellen 7, 33 sind über Wälzlager 35 an einem Käfig 36 abgestützt, der den gegenseitigen Abstand M zwischen der Wellenachse 23 und der Wellenachse 37 konstant hält. Die beiden Wälzlager 21, 34 erlauben eine Auf- und Abwärtsbewegung des Käfigs 36 in Richtung der Kraft F. Sie verhindern aber eine Seitwärtsbewegung sowie ein Verschwenken des Käfigs 36. Um die Welle 33 in Längsrichtung in Lage zu halten, ist im Deckel 30 ein Anschlag 38 vorgesehen, der gegen die Welle 33 drückt. Vorzugsweise ist die Kugel 39 federnd gehalten. Der Anschlag 38 begrenzt die Bewegung des Käfigs 36 zwar nur in einer Richtung, jedoch ist am Gegenende 9 der Welle 7 ein weiteres, dem Lager 10 diagonal gegenüberliegendes Lager vorgesehen, das die Bewegung des dort vorgesehenen Käfigs 36 in der Gegenrichtung begrenzt. Da beide Käfige 36 mit der Welle 7 verbunden sind, ist eine Bewegung der Welle 7 in Richtung ihrer Längsachse 23 ausgeschlossen.

Um die Schwenkachse 8 tangential an den Mantel 40 der Spannungs-Ausgleichswalze 5 zu legen, wo auch die Bahn 3 die Ausgleichswalze 5 berührt, ist ein Zwischenzahnrad 32 kämmend mit der Gewindespindel 16 und dem Zahnrad 17 vorgesehen, dessen Achse 37 mit dem Mantel 40 fluchtet. Die Zahnräder 17, 32 sind in ihrem Durchmesser entsprechend dimensioniert.

Um die Spannungs-Ausgleichswalze 5 auch durch aktive Regelung mittels Stellantrieben verschwenken zu können, durchdringt die Gewindespindel 16 an ihrem unteren Ende den Gehäuseblock 15. Auf diese Weise kann die Gewindespindel 16 mit einem Stellantrieb, beispielsweise einem Elektromotor oder einem Hydraulikmotor, verbunden werden, der sie in Drehung versetzt. Diese Drehung der Gewindespindel 16 wird über die Zahnräder 32 und 17 auf die Welle 7 übertragen. Das am Gegenende 9 der Welle 7 befindliche Lager 10 besitzt dann ebenfalls einen Stellantrieb. Beide Stellan-

triebe sind gegensinnig gekoppelt, so daß ein Lager 10 eine Aufwärtsbewegung des Wellenendes 9 und das gegnüberliegende Lager 10 eine Abwärtsbewegung des Wellenendes 9 verursacht. Damit die Drehung der Gewindespindel 16 in eine Verstellung des Käfigs 36 umgesetzt wird und nicht lediglich eine Verdrehung der Welle 7 verursacht, ist am Schlitten 36 eine Bremsvorrichtung 41 vorgesehen. Sie wirkt gegen die Welle 7 und verhindert in angezogener Stellung ihre Verdrehung gegenüber dem Käfig 36. In gelöster Stellung ist die Bremsvorrichtung 41 von der Welle 7 beabstandet, so daß sich die Spannungs-Ausgleichswalze 5 frei verschwenken kann.

Figur 5 zeigt eine alternative Ausführungsform der Vorrichtung 1 mit aktiver Verstellung der Spannungs-Ausgleichswalze 5. Der grundsätzliche Aufbau entspricht der Vorrichtung 1 gemäß Figur 1, wobei die Welle 7 gegenüber einer Verdrehung um ihre Längsachse 23 blockiert ist. Die Gewindespindeln 16 der Lager 10 sind mit Stellantrieben 50 verbunden. Diese können beispielsweise Elektromotore mit angeflanschtem Getriebe oder Hydraulikmotore sein. Die Stellantriebe 50 versetzen die Gewindespindeln 16 in Drehung und verursachen auf diese Weise eine Höhenverstellung der Enden 9 der Welle 7. Die Stellantriebe 50 stehen mit Weggebern 51 in Wirkverbindung, die den Verstellweg der Gewindespindel 16 erfassen. Da die Drehbewegung der Gewindespindel 16 über das Zahnrad 17 mit der Welle 7 gekoppelt ist, ist das vom Weggeber 51 gewonnene Signal auch proportional zum Verstellweg des Endes 9 der Welle 7. Zwischen den Lagern 10 und dem Gestell 11 sind Kraftmeßvorrichtungen 52 vorgesehen, die die von der Spannungs-Ausgleichswalze 5 und der Bahn 3 ausgeübten Lagerkräfte F erfassen. An beiden Bahnkanten 53 sind zur ständigen Erfassung der Bahnlage Kantenfühler 54 vorgesehen.

Die Stellantriebe 50, die Weggeber 51, die Kantenmeßvorrichtungen 52 und die Kantenfühler 54 stehen mit einer Regeleinrichtung 55 in Wirkverbindung. Diese Regeleinrichtung 55 hat die Aufgabe, Spannkraftdifferenzen in beiden Bahnhälften durch Verstellen der Spannungs-Ausgleichswalze 5 auszugleichen. Ein Summierer 56 steht eingangsseitig mit den Kraftmeßvorrichtungen 52 in Wirkverbindung und berechnet die Differenz der gemessenen Lagerkräfte, die proportional zum von der Bahn 3 auf die Spannungs-Ausgleichswalze 5 ausgeübten Drehmoment ist. Das Ausgangssignal des Summierers 56 wird über einen weiteren Summierer 57 einem Regler 58 zugeführt, der vorzugsweise ein P-, PI- oder PID-Verhalten aufweist. Das vom Regler 58 gewonnene Korrektursignal wird einem nicht invertierenden Eingang 59 sowie einem invertierenden Eingang 60 von Summierern 61, 62 zugeführt, die über nicht dargestellte Leistungsverstärker mit den Stellantrieben 50 in Wirkverbindung stehen. Durch diese Regelschleife wird bei einer auftretenden Lagerkraftdifferenz zwischen den Enden 9 der Welle 7 eine gegensinnige Höhenverstellung der Welle 7 hervorgerufen, diese also verschwenkt. Um die Lage der Schwenkachse 8 der Welle 7 konstant zu halten, wird auch der Mittelwert der Verstellwege von den Enden 9 der Spannungs-Ausgleichswalze 5 geregelt. Hierzu sind die Weggeber 51 mit einem weiteren Summierer 63 verbunden, dessen Ausgangssignal zum Mittelwert der Verstellwege beider Enden 9 der Welle 7 proportional ist. Dieses Signal wird in einem weiteren Regler 64 auf einen konstanten Sollwert geregelt. Auch der Regler 64 hat vorzugsweise ein P-, PI- oder PID-Verhalten. Das vom Regler 64 gewonnene Korrektursignal gelangt an nicht invertierende Eingänge 65, 66 der Summierer 61, 62 und verursacht daher eine gleichsinnige Verstellung beider Enden 9 der Welle 7. Über diese Regelschleife wird die mittlere Lage der Spannungs-Ausgleichswalze 5 und damit die Lage ihrer Schwenkachse 8 festgehalten.

Die vorbeschriebenen Regelkreise setzen voraus, daß die Bahn 3 mittig über die Spannungs-Ausgleichswalze 5 verläuft, so daß für den Fall gleicher Spannkräfte in beiden Bahnhälften auch beide Lagerkräfte F gleich groß sind und deren Differenz gleich Null ist. Soll die Bahn 3 ausnahmsweise außermittig über die Spannungs-Ausgleichswalze 5 verlaufen, so verursacht dieser außermittige Lauf auch bei ausgeglichenen Spannkräften beider Bahnhälften ein Drehmoment und damit unterschiedliche Lagerkäfte F an beiden Enden 9. Um auch für diesen Anwendungsfall eine ordnungsgemäße Spannkraftregelung zu erzielen, ist eine Korrekturvorrichtung 67 vorgesehen. Diese besitzt einen Schaltungsblock 68, der eingangsseitig mit den Kantenfühlern 54 in Wirkverbindung steht. Der Schaltungsblock 68 berechnet aus den von den Kantenfühlern 54 gewonnenen Signalen den Ausdruck

$$f = 2 \cdot \frac{L(a-b)+b^2-a^2}{L(L-a-b)},$$

wobei a, b den horizontalen Abständen der Bahnkanten 53 von den Kraftmeßvorrichtungen 52 und L dem Abstand beider Kraftmeßvorrichtungen 52 entspricht.

Das vom Schaltungsblock 68 berechnete Signal f wird in einem Muliplizierer 69 mit einem Signal multipliziert, das der gesamten von der Bahn 3 auf die Spannungs-Ausgleichswalze 5 ausgeübten Kraft entspricht. Dieses Signal wird von einem Summierer 70 gewonnen, der eingangsseitig mit den Kraftmeßvorrichtungen 52 in Wirkverbindung steht. Über einen invertierenden Eingang 71 ist der Summierer 70 mit einem Koeffizientenglied 72 verbunden, mit dessen Hilfe die Gewichtskraft der Spannungs-Ausgleichswalze 5 aus den von den Kraftmeßvorrichtungen 52 gemessenen Werten abgezogen wird. Der Multiplizierer 69 berechnet jene Kraftdifferenz beider Enden der Welle 7, die durch den außermittigen Bahnlauf verursacht wird. Dieser Wert wird einem invertierenden Eingang 73 des Summierers

57 zugeführt, so daß am Ausgang 74 des Summierers 57 ein zur Spannkraftdifferenz beider Bahnhälften proportionales Signal ansteht.

Ein Fensterkomparator 75 ist mit dem Ausgang 74 des Summierers 57 verbunden und vergleicht die Regelabweichung mit zwei festen Grenzwerten. An einem Digitalausgang 76 des Fensterkomparators 75 steht ein Null-Pegel an, wenn sich die Regelabweichung innerhalb des Bereichs zwischen den Grenzwerten befindet. Der Digitalausgang 76 steht mit einem Halteeingang 77 des Reglers 58 in Wirkverbindung, der im Falle eines Null-Pegels inaktiv wird. Dies ist wichtig, damit Integratoren im Regler 58 keine undefinierten Ausgangswerte annehmen. Zusätzlich steht der Ausgang 76 mit einer Bremsvorrichtung des Lagers 10 in Wirkverbindung, die bei anstehendem Eins-Pegel die Welle 7 gegenüber einer Verdrehung um ihre Längsachse blockiert, so daß die Stellantriebe 50 die Spannungs-Ausgleichswalze 5 verstellen können. Durch diese spezielle Anordnung wird erreicht, daß im Falle einer großen Regelabweichung die Welle 7 blockiert wird, und die Stellantriebe 50 über die Gewindespindeln 16 die Spannungs-Ausgleichswalze 5 aktiv verstellen. Diese Verstellung erfolgt sehr schnell, da die Stellantriebe 50 relativ große Kräfte auf die Spannungs-Ausgleichswalze 5 ausüben können. Sind die Spannkräfte beider Bahnhälften nahezu ausgeglichen, also die Regelabweichung am Ausgang 74 innerhalb des vom Fensterkomparator 75 festgelegten Bereichs, so wird der Regler 58 über den Halteeingang 77 abgeschaltet und die Blockierung der Welle 7 gelöst. Damit ist die Spannungs-Ausgleichswalze 5 wieder frei schwenkbar und stellt sich selbsttätig unter der Wirkung der Spannkraft der Bahn 3 ein.

Die Regeleinrichtung 55 kann durch analoge bzw. digitale Rechenschaltungen realisiert werden. Insbesondere ist eine Realisierung mittels eines Mikrocomputers vorteilhaft, da in diesem Fall zusätzliche Funktionen sowie Änderungen der Regelalgorithmen leicht durch Anpassung des Programms berücksichtigt werden können.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung
2	Bahnlaufrichtung
3	Bahn
4	Walze
5	Spannungs-Ausgleichswalze
6	Walze
7	Welle
8	Schwenkachse
9	Ende
10	Lager
11	Gestell
12	Lager
15	Gehäuseblock
16	Gewindespindel
17	Zahnrad
18	Verzahnung
19	Drehrichtung
20	Säule
21	Wälzlager
22	Öffnung
23	Achse
24	Durchgangsbohrung
30	Deckel
31	Öffnung
32	Zwischenzahnrad
33	Welle
34,35	Wälzlager
36	Käfig
37	Achse
38	Anschlag
39	Kugel
40	Mantelfläche
41	Bremsvorrichtung
50	Stellantrieb
51	Weggeber
52	Kraftmeßvorrichtung
53	Bahnkante
54	Kantenfühler
55	Regeleinrichtung
56, 57	Summierer
58	Regler
59	nicht invertierender Eingang
60	invertierender Eingang
61,62,63	Summierer
64	Regler
65,66	nicht invertierender Eingang
67	Korrekturvorrichtung
68	Schaltungsblock
69	Multiplizierer
70	Summierer
71	invertierender Eingang
72	Koeffizientenglied
73	invertierender Eingang
74	Ausgang
75	Fensterkomparator
76	Digitalausgang
77	Halteeingang
a, b	Abstand der Bahnkante von den Kraftmeßvorrichtungen
D	Außendurchmesser
e	Abstand der Säulen
F	Kraft
L	Abstand
S	Schwerpunkt
ε	Ebene

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ausgleich von Spannkräften über die Breite einer über Walzen (4, 5, 6) gezogenen Bahn (3), vorzugsweise einer Papier- oder Folienbahn, mit einer die Bahn (3) umlenkenden, frei

drehbaren, auf einer um ihre Längsachse (23) verdrehbaren Welle (7) gelagerten Spannungs-Ausgleichswalze (5), wobei die Welle (7) in einer Schwenklagerung (10) abgestützt ist, die in einem Gestell (11) gehalten ist, und die Welle (7) beidseits der Spannungs-Ausgleichswalze (5) die Bewegung ihrer beiden Enden gegensinnig koppelnd gehalten und in Kulissen (20) geführt ist, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Welle (7) beidseits der Spannungs-Ausgleichswalze (5) durch Zahngetriebe (16, 17, 32) bewegbar gehalten und in den Kulissen (20) über Wälzlager (21) abgestützt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß das Wälzlager (21) ein auf der Welle (7) festgelegtes Kugel- oder Rollenlager ist, das sich an einer Schiene oder Säule (20) als Gegenlager abstützt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß das Zahngetriebe (16, 17, 32) von einer Zahnstange (16) gebildet ist, die mit einem drehfest mit der Welle (7) verbundenen Zahnrad (17) in Wirkverbindung steht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß zwischen der Zahnstange (16) und dem Zahnrad (17) der Welle (7) als Wirkverbindung ein Zwischenzahnrad (32) vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Achse (37) des Zwischenzahnrades (32) mit der Mantelfläche (40) der Spannungs-Ausgleichswalze (5)fluchtet.

6. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Zahnstange (16) als Gewindespindel oder Schnecke ausgebildet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet,** daß an beiden Gewindespindeln (16) oder Schnecken miteinander gegensinnig gekoppelte Stellantriebe (50) angreifen, und die Welle (7) gegenüber einer Verdrehung um ihre Längsachse (23) verblockt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Stellantriebe (50) mit einer Regeleinrichtung (55) in Wirkverbindung stehen, welche zumindest von an den Lagern (12) einer der Walzen (4, 5, 6), vorzugsweise der Spannungs-Ausgleichswalze (5), vorgesehenen Kraftmeßvorrichtungen (52) beeinflußt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Regeleinrichtung (55) von mindestens einem die Lage der Bahnkante (53) erfassenden Kantenfühler (54) beeinflußt ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Kraftmeßeinrichtungen (52) mit einem Fensterkomparator (75) in Wirkverbindung stehen, der das von der Bahn (3) auf die Spannungs-Ausgleichswalze (5) ausgeübte Drehmoment mit einem zwischen zwei Grenzwerten liegenden Bereich vergleicht, wobei die Spannungs-Ausgleichswalze (5) bei Drehmomenten innerhalb des Bereichs frei schwenkbar gehalten und sonst von den Stellantrieben (50) in ihrer Lage geregelt ist.

Claims

1. A device for compensating tensile forces over the width of a web (3), preferably a paper or film web, drawn over rollers (4, 5, 6), with a freely rotatable tension compensating roller (5) deflecting the web (3) and mounted on a shaft (7) rotatable round its longitudinal axis (23), wherein the shaft (7) is supported in a swivel bearing (10) that is held in a frame (11), and the shaft (7) is held on both sides of the tension compensating roller (5) coupling the movement of its two ends in opposite directions and being carried in guideways (20), **characterized in that** the shaft (7) is held on both sides of the tension compensating roller (5) for movement by toothed gears (16, 17, 32) and is supported in the guideways (20) by means of antifriction bearings (21).

2. A device according to claim 1, **characterized in that** the antifriction bearing (21) is a ball or roller bearing fixed on the shaft (7), which is supported on a rail or column (20) as the bearing means.

3. A device according to claim 1, **characterized in that** the toothed gear (16, 17, 32) is formed by a toothed rod (16) which is disposed in an operative connection with a gear wheel (17) joined secured for rotation to the shaft (7).

4. A device according to claim 3, **characterized in that** between the toothed rod (16) and the gear wheel (17) of the shaft (7) there is provided an intermediate toothed gear (32) as the operative connection.

5. A device according to claim 4, **characterized in that** the axis (37) of the intermediate toothed gear (32) is aligned with the generated surface (40) of the tension compensating roller (5).

6. A device according to at least one of claims 3 to 5, **characterized in that** the toothed rod (16) is designed as a threaded spindle or worm.

7. A device according to claim 6, **characterized in that** on both threaded spindles (16) or worms there act actuating drives (50) coupled for movement in opposite directions, and that the shaft (7) is blocked against rotation round its longitudinal axis (23).

8. A device according to claim 7, **characterized in that** the actuating drives (50) are disposed in an operative connection with a control device (55) which is acted on by force sensing devices (52) provided on at least the bearings (12) of one of the rollers (4, 5, 6), preferably the tension compensating roller (5).

9. A device according to claim 8, **characterized in that** the control device (55) is acted on by at least one edge sensor (54) detecting the position of the web edge (53).

10. A device according to claim 8, **characterized in that** the force sensing devices (52) are disposed in an operative connection with a window comparator (75) which compares the torque exerted by the web (3) on the tension compensating roller (5) with a range lying between two limits, in which arrangement the tension compensating roller (5) is held for free pivoting in the case of torques lying within the range, and otherwise its position is regulated by the actuating drives (50).

Revendications

1. Dispositif pour compenser les forces de tension sur la largeur d'une bande (3) tirée sur des cylindres (4, 5, 6), d'une bande de papier ou d'une feuille de préférence, avec un cylindre de compensation de tension (5)renvoyant la bande (3), doté d'une libre possibilité de rotation, et monté sur un arbre (7) gui peut tourner autour de son axe longitudinal (53), l'arbre (7) étant supporté dans un support pivotant (10) maintenu dans un bâti (11), et l'arbre (7) étant maintenu des deux côtés du cylindre de compensation de tension (5) avec un couplage de sens contraire du mouvement de ses deux extrémités et étant guidé dans des coulisses (20), caractérisé en ce que l'arbre (7) est maintenu avec une possibilité de mouvement par des engrenages (16, 17, 32) de part et d'autre du cylindre de compensation de tension (5), et est supporté dans les coulisses (20) par l'intermédiaire de paliers à roulement (21).

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le palier à roulement (21) est un palier à billes ou à rouleaux fixé sur l'arbre (7), et qui s'appuie sur un rail ou une colonne (20) en tant que butée.

3. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'engrenage (16, 17, 32) est formé par une crémaillère (16), qui est en liaison active avec une roue dentée (17) solidaire de l'arbre (7).

4. Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé en ce qu'une roue intermédiaire (32) est prévue comme liaison active entre la crémaillère (16) et la roue dentée (17) de l'arbre (7).

5. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce que l'axe (37) de la roue intermédiaire (32) est aligné sur la surface d'enveloppe (40) du cylindre de compensation de tension (5).

6. Dispositif suivant l'une au moins des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que la crémaillère (16) est réalisée sous forme de broche filetée ou de vis sans fin.

7. Dispositif suivant la revendication 6, caractérisé en ce que des servomoteurs (50), mutuellement couplés en sens contraire, attaquent les deux broches filetées (16) ou les vis sans fin, et en ce que l'arbre (7) est bloqué contre un mouvement de rotation autour de son axe longitudinal (23).

8. Dispositif suivant la revendication 7, caractérisé en ce que les servomoteurs (50) sont en liaison active avec un dispositif de régulation (55), qui est du moins influencé par des dynamomètres (52) prévus sur les paliers (12) de l'un des cylindres (4, 5, 6), du cylindre de compensation de tension (5) de préférence.

9. Dispositif suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le dispositif de régulation (55) est influencé par au moins un capteur de lisière (54), qui détermine la position du bord (53) de la bande.

10. Dispositif suivant la revendication 8, caractérisé en ce que les dynamomètres (52) sont en liaison active avec un comparateur à fenêtre (75), qui compare le couple exercé par la bande (3) sur le cylindre de compensation de tension (5) à une zone située entre deux valeurs limites, le cylindre de compensation de tension (5) étant maintenu avec une libre possibilité de pivotement pour des couples à l'intérieur de la zone, et étant sinon réglé dans sa position par les servomoteurs (50).

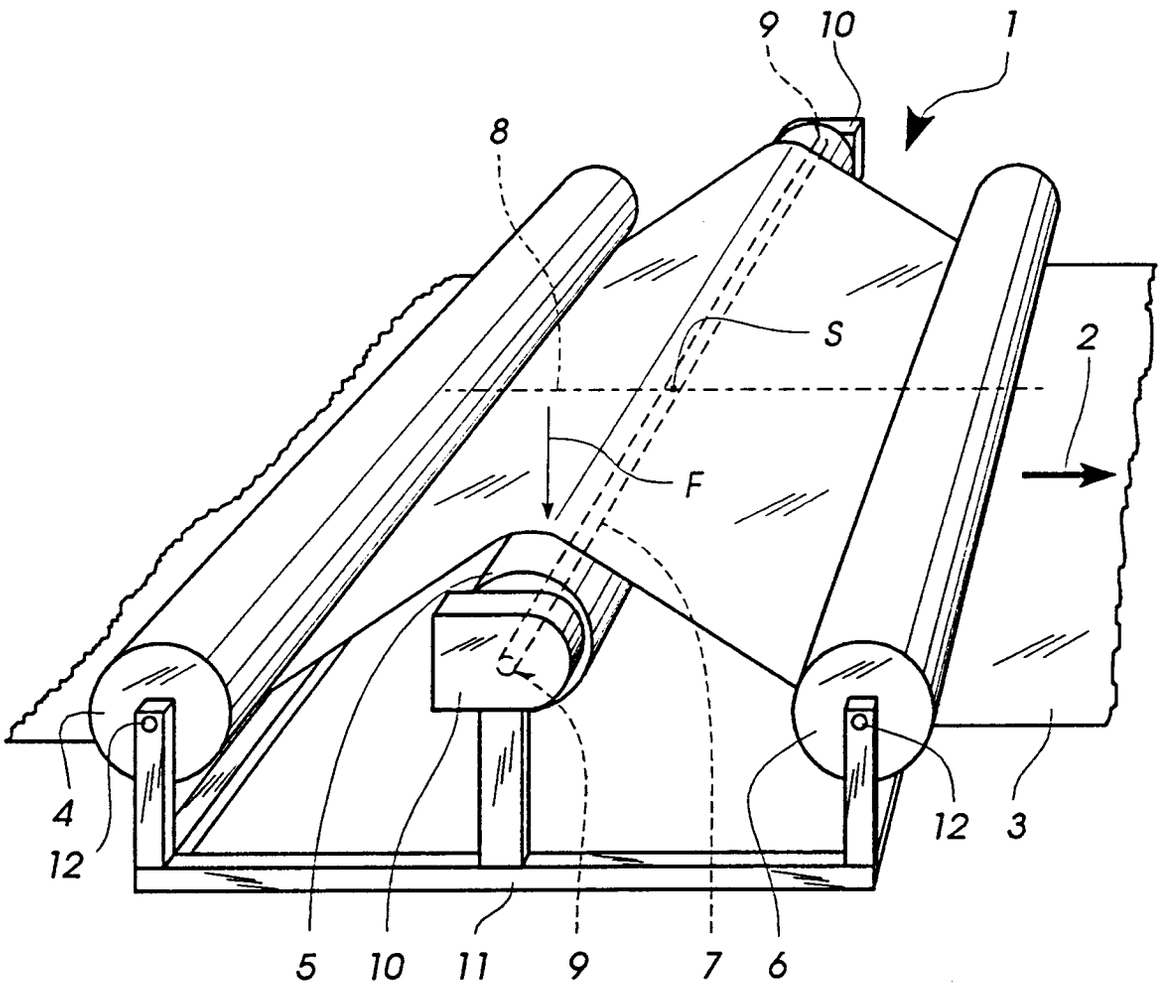

Fig. 1

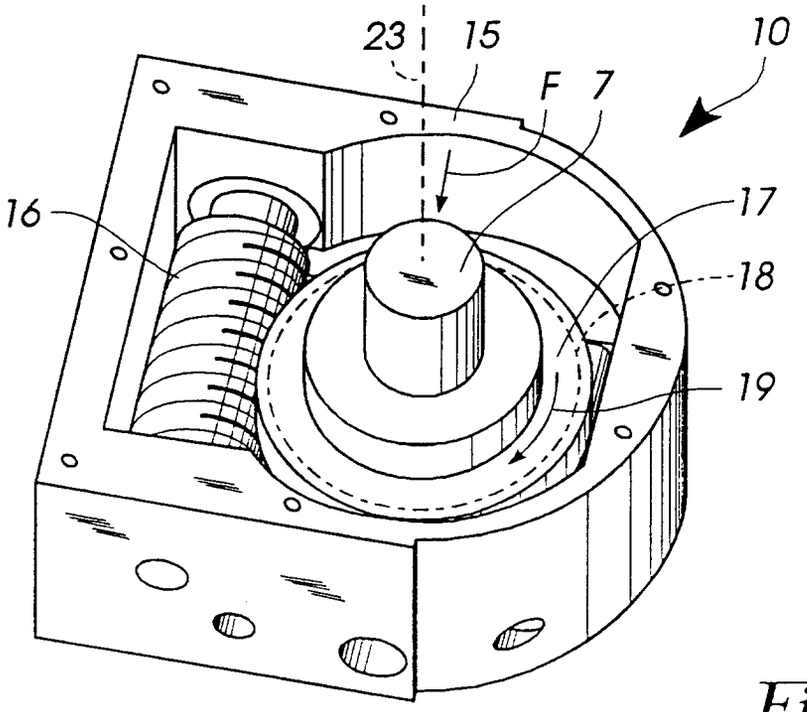

Fig. 2

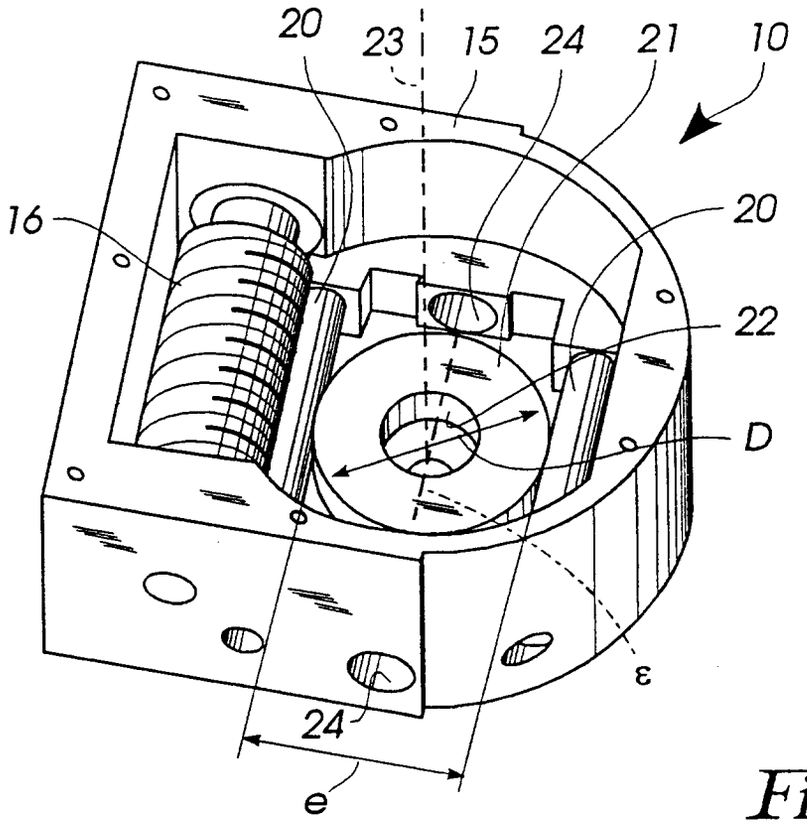

Fig. 3

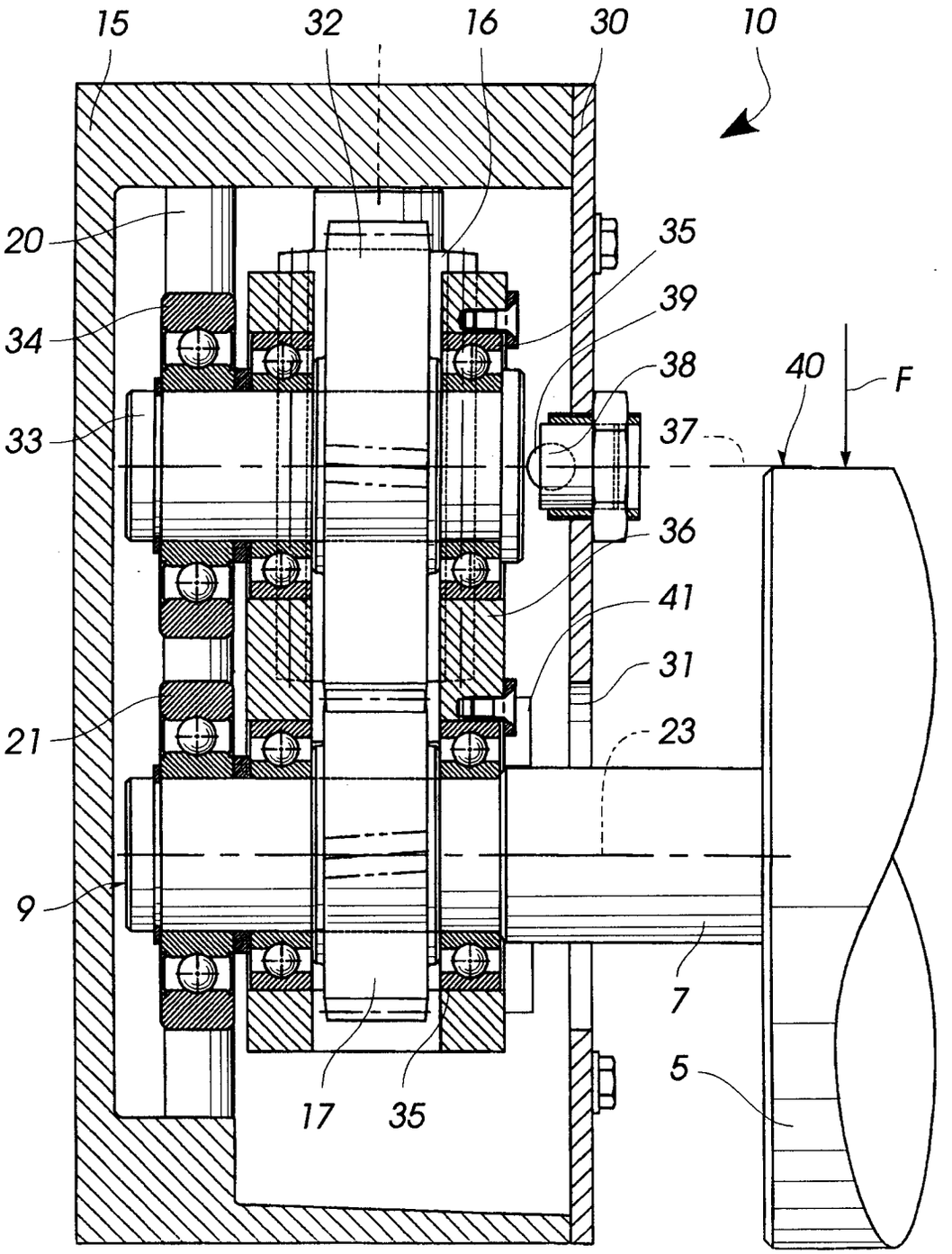

Fig. 4

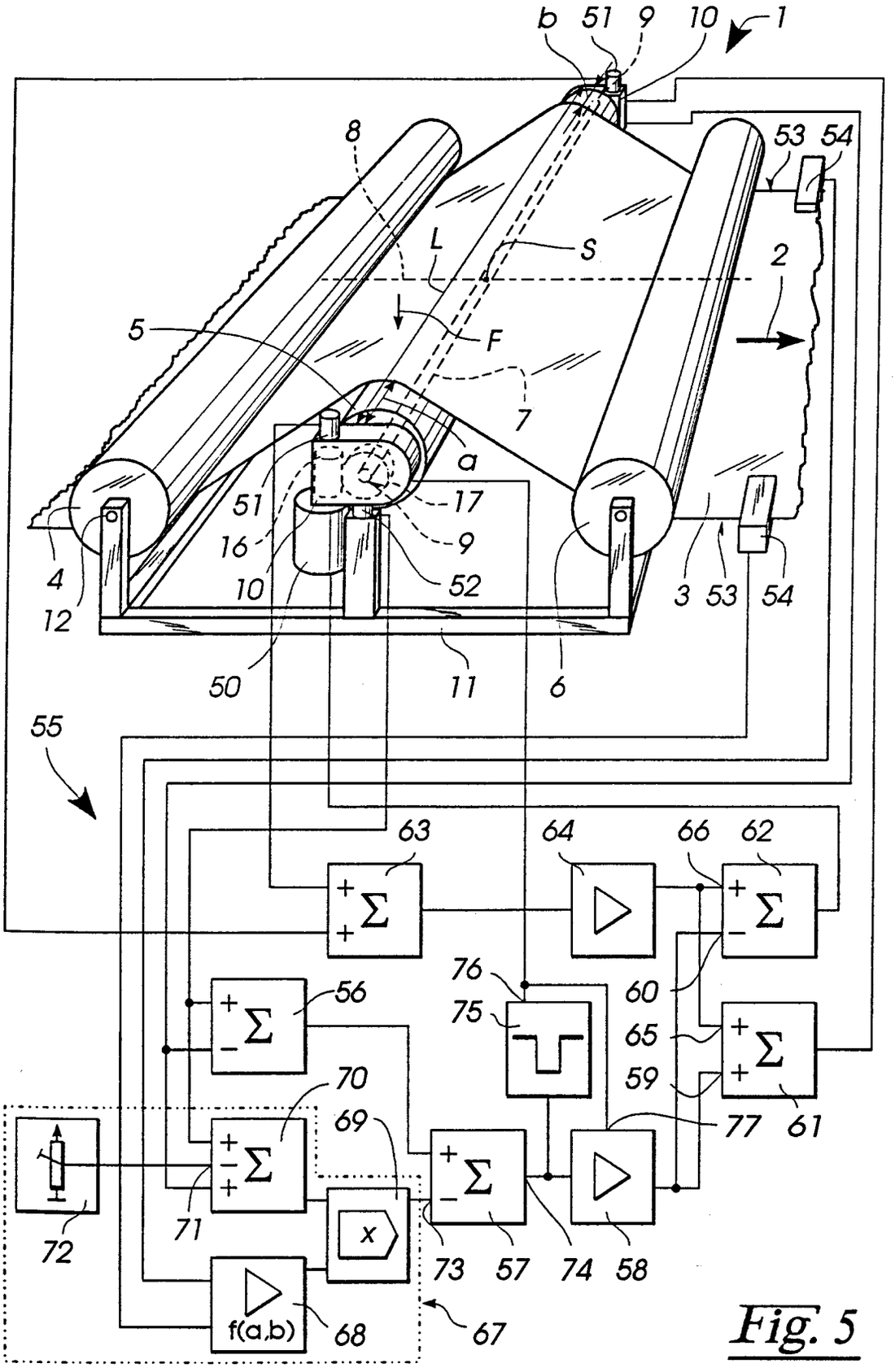
b
51
9
10
1
8
53
54
L
S
2
5
F
7
a
51
17
16
9
4
10
52
3
53
54
12
50
11
6
55
63
64
66
62
76
60
56
75
65
70
59
69
77
61
72
71
73
57
74
58
x
f(a,b)
68
67

Fig. 5