

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 888 993 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.01.1999 Patentblatt 1999/01

(51) Int. Cl.⁶: B65H 23/02

(21) Anmeldenummer: 98109833.8

(22) Anmeldetag: 13.01.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: 20.01.1995 DE 19501644

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
96100446.2 / 0 722 899

(71) Anmelder: ERHARDT + LEIMER GmbH
D-86157 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:
• Niemann, Heinrich
32130 Enger (DE)

• Wulf, Johannes
33335 Gütersloh (DE)

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

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 29 - 05 - 1998 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

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

(57) Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausgleich von Spannkraften über die Breite einer laufenden Bahn (3) verwendet eine Spannungs-Ausgleichswalze (5), welche um eine Schwenkachse (8) schwenkbar gehalten ist. Beim Auftreten einer Spannkraftdifferenz über die Breite der Bahn (3) wird die Spannungs-Ausgleichswalze (5) mittels einer Drehmomentenregelung soweit aktiv verschwenkt, daß die Spannkraften in beiden Bahnhälften ausgeglichen werden.

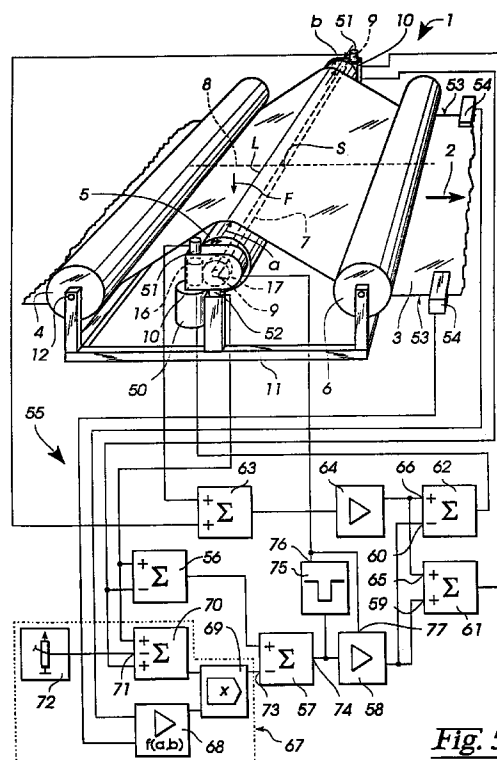


Fig. 5

EP 0 888 993 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausgleich von Spannkraften über die Breite einer laufenden Bahn gemäß der in den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 6 genannten Art.

Aus der US 2 066 306 ist eine Vorrichtung bekannt, die aus einer Welle besteht, auf der eine Walze 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 Haftreibungskräfte in den Kulissen und Hebelgestängen ist.

Aus der DE 39 20 310 A1 ist ein Materialspannungsmesser und ein damit aufgebauter Materialspannungsregler bekannt. Der Materialspannungsmesser ermittelt dabei die mittlere Zugspannung der Bahn, die von einer Regeleinrichtung durch translatorisches Verstellen einer Walze auf einen vorbestimmten Sollwert geregelt wird. Dieser bekannte Materialspannungsregler ist demnach nicht in der Lage, unterschiedliche Spannkraften über die Breite einer laufenden Bahn zu erfassen bzw. auszugleichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die einen präzisen Spannkraftausgleich über die Breite der Bahn gewährleistet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Verfahrensschritten des Patentanspruchs 1 sowie mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6 gelöst.

Bei diesem Verfahren wird ein Signal erfaßt, das zum von der Bahn auf die Spannungs-Ausgleichswalze ausgeübten Drehmoment proportional ist. Dieses Signal wird als Korrektursignal für eine Regelung herangezogen. Bei dieser Regelung wird durch Verschwenken der Spannungs-Ausgleichswalze das von der Bahn ausgeübte Drehmoment auf den Sollwert Null geregelt. Dadurch wird erreicht, daß die Spannkraften beider Bahnhälften im eingeschwungenen Zustand der Regelung gleich sind. Da die Verschwenkung der Spannungs-Ausgleichswalze aktiv durch die Regelung erfolgt, spielen Reibungseinflüsse, sowie die Massenträgheit 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 Span-

nungs-Ausgleichswalze ausgeübten Drehmoments und der Güte des Reglers bestimmt.

Gemäß Anspruch 2 ist es vorteilhaft, zur Ermittlung des Drehmoments die Lagerkräfte einer der Walzen zu messen und deren Differenz zu berechnen. 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 und 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.

Eine Verschwenkung der Spannungs-Ausgleichswalze mittels Stellantrieben gemäß Anspruch 3 bietet den Vorteil, daß ihre Massenträgheit leicht überwunden werden kann.

Gemäß Anspruch 4 ist es günstig, zusätzlich die Lage der Bahnmitte zu erfassen und die Lagerkraftdifferenz zu korrigieren. Aus der Differenz der Lagerkräfte der Walze läßt sich lediglich ein auf die Walzenmitte bezogenes Drehmoment ermitteln. Bei außermittigem Verlauf der Bahn muß jedoch das hiervon abweichende, auf die Bahnmitte bezogene Drehmoment ausgeregelt werden. Dies wird dadurch sichergestellt, daß die bahnlauflbedingte Abweichung der Differenz der Lagerkräfte berechnet und die ermittelte Lagerkraftdifferenz um diesen Wert korrigiert wird.

Gemäß Anspruch 5 ist es vorteilhaft, das von der Bahn auf die Spannungs-Ausgleichswalze ausgeübte Drehmoment 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.

Die Vorrichtung gemäß Anspruch 6 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 vorzugsweise durch beidseits der Spannungs-Ausgleichswalze vorgesehene Zahngetriebe realisiert. Diese Schwenklagerung 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 aneinander zu gleiten. Die Abstützung der Wellenenden erfolgt bevorzugt über Wälzlager, die sich an 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 Spannungs-ausgleich der Bahn rasch 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. Die Spannungs-Ausgleichswalze wird von Stellantrieben verschwenkt, die von einer Regeleinrichtung angesteuert werden. Die Regeleinrichtung erhält als Ist-Wert das Drehmoment, das die Bahn auf eine der Walzen ausübt. Dieser Wert wird von der Regeleinrichtung auf den Sollwert Null geregelt, so daß im eingeschwungenen Zustand der Regeleinrichtung die Spannkkräfte der Bahn in beiden Bahnhälften zueinander gleich sind.

Gemäß Anspruch 7 ist es günstig, das Drehmoment der Bahn mittels Kraftmeßvorrichtungen zu messen, 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.

Gemäß Anspruch 8 ist es vorteilhaft, bei äußerem Bahnlauf die Lage der Bahnkanten mittels Kantenfühler 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.

Werden zwei unabhängig wirkende Stellantriebe eingesetzt, so ist es erforderlich diese miteinander gegensinnig zu synchronisieren. Dies kann gemäß Anspruch 9 sehr einfach dadurch erreicht werden, daß die beiden Weggeber die Verstellwege beider Wellenenden erfassen. Der Mittelwert der Verstellwege wird von der Regeleinrichtung auf einen Sollwert geregelt, so daß die mittlere Lage der Spannungs-Ausgleichswalze konstant gehalten wird.

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 Spannungs-ausgleich 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.

Sind die Stellantriebe gemäß Anspruch 11 mit Gewindespindeln oder Schnecken verbunden, so ergibt sich eine besonders kräftige Untersezung der Stellantriebe. Die Verschwenkung der Spannungs-Ausgleichswalze ist besonders einfach. Um ein freies Verschwenken der Spannungs-Ausgleichswalze unter dem Druck der Bahn zu verhindern, ist die Welle gegenüber einer Verdrehung um ihre Längsachse verblockt. Vorzugsweise wird hierzu eine lösbare Bremsvorrichtung eingesetzt. Da das Zahnrad direkt mit der Zahnstange kämmt, werden Reibungsverluste der Schwenklagerung minimiert. Zur Minimierung der Reibungskräfte zwischen dem Zahnrad und der Zahnstange ist es günstig, diese mit einer Evolventen- oder Zykloiden-Verzahnung auszustatten.

Anhand der Zeichnung wird ein bevorzugtes Beispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie bevorzugte Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes beispielhaft beschrieben, ohne den Schutzzumfang zu beschränken.

Es zeigt:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung einer Vorrichtung zum Ausgleich von Spannkkräften

- 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 Schwenk-
 achse und
 Figur 5 eine alternative Ausführungsform einer Vor-
 richtung zum Ausgleich von Spannkraften
 einer Bahn.

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zum Ausgleich von Spannkraften 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 von der Bahn 3 mit einer Kraft F beaufschlagt 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 bzw. antreibbare Gewindespindel 16. Diese kämmt mit einem Zahnrad 17, dessen Verzahnung 18 nur angedeutet ist. Das Zahnrad 17 ist mit der Weile 7 drehfest verbunden.

An der Gewindespindel 16 greift ein nicht dargestellter Stellantrieb an, dessen Drehbewegung auf das Zahnrad 17 und die Welle 7 übertragen wird. Im am Gegenende 9 vorgesehenen Lager 10 ist die Welle 7 spiegelbildlich zur Darstellung gemäß Figur 2 gehalten. 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 mit seiner Aufnahmeöffnung 22 zur Aufnahme der Welle 7 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 abwalzen.

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 Deckel 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 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 Stellantriebe sind gegensinnig gekoppelt, so daß ein Lager 10 eine Aufwärtsbewegung des Wellenendes 9 und das gegenüberliegende 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 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 mittels einer Bremsvorrichtung blockierbar 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 Lagerkraftdif-

ferenz 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 Spannkraften 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 Spannkraften beider Bahnhälften ein Drehmoment und damit unterschiedliche Lagerkräfte 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 Multiplizierer 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 Spannkraften 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
55	Patentansprüche
1.	Verfahren zum Ausgleich von Spannkraften über die Breite einer über Walzen (4, 5, 6) gezogenen

- Bahn (3), vorzugsweise einer Papier- oder Folienbahn, bei dem eine die Bahn (3) umlenkende Spannungs-Ausgleichswalze (5) um eine in etwa senkrecht zu ihr liegende Schwenkachse (8) verschwenkt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein von der Bahn (3) auf eine der Walzen (4, 5, 6) ausgeübtes Drehmoment erfaßt und durch aktives Verschwenken der Spannungs-Ausgleichswalze (5) auf einen Sollwert geregelt wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erfassung des Drehmomentes der Bahn (3) durch Messung beider Lagerkräfte (F) einer der Walzen (4, 5, 6), vorzugsweise der Spannungs-Ausgleichswalze (5), und Berechnung ihrer Differenz erfolgt. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelung auf an beiden Walzenenden (9) angreifende Stellantriebe (50) einwirkt. 20
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lage der Bahn (3) durch Erfassen ihrer Randkanten (53) erfaßt, und das ermittelte Drehmoment der Bahn (3) um die bahnlaufbedingte Abweichung korrigiert wird. 25
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das von der Bahn (3) auf die Spannungs-Ausgleichswalze (5) ausgeübte Drehmoment mit einem zwischen zwei Grenzwerten liegenden Bereich verglichen wird, wobei die Spannungs-Ausgleichswalze (5) bei Drehmomenten innerhalb des Bereichs frei schwenkbar gehalten und sonst in ihrer Lage geregelt wird. 30 35
6. Vorrichtung zum Ausgleich von Spannkraften 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 an den Wellenenden (9) die Spannungs-Ausgleichswalze (5) verschwenkende Stellantriebe (50) angreifen, die mit einer Regeleinrichtung (55) in Wirkverbindung stehen, welche vom Drehmoment der Bahn (3) beeinflusst ist. 40 45 50 55
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regeleinrichtung (55) mit Kraftmeßvorrichtungen (52) in Wirkverbindung steht, welche an den Lagern (12) einer der Walzen (4, 5, 6), vorzugsweise der Spannungs-Ausgleichswalze (5) vorgesehen sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regeleinrichtung (55) von mindestens einem die Lage der Bahnkante (53) erfassenden Kantenfühler (54) beeinflusst ist.
9. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß an beiden Wellenenden (9) jeweils ein Stellantrieb (50) angreift, und die Regeleinrichtung (55) mit die Lage beider Wellenenden (9) erfassenden Weggebern (51) derart in Wirkverbindung steht, daß die beiden Stellantriebe (50) gegensinnig gekoppelt sind.
10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kraftmeßeinrichtungen (52) mit einem das von der Bahn (3) auf die Spannungs-Ausgleichswalze (5) ausgeübte Drehmoment mit einem zwischen zwei Grenzwerten liegenden Bereich vergleichenden Fensterkomparator (75) in Wirkverbindung stehen, wobei die Spannungs-Ausgleichswalze (5) bei Drehmomenten innerhalb des Bereichs frei schwenkbar gehalten und sonst von den Stellantrieben (50) in ihrer Lage geregelt ist.
11. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stellantrieb (50) mit einer Gewindespindel (16) oder einer Schnecke in Wirkverbindung steht, die mit einem drehfest mit der Welle (7) verbundenen Zahnrad (17) kämmt.

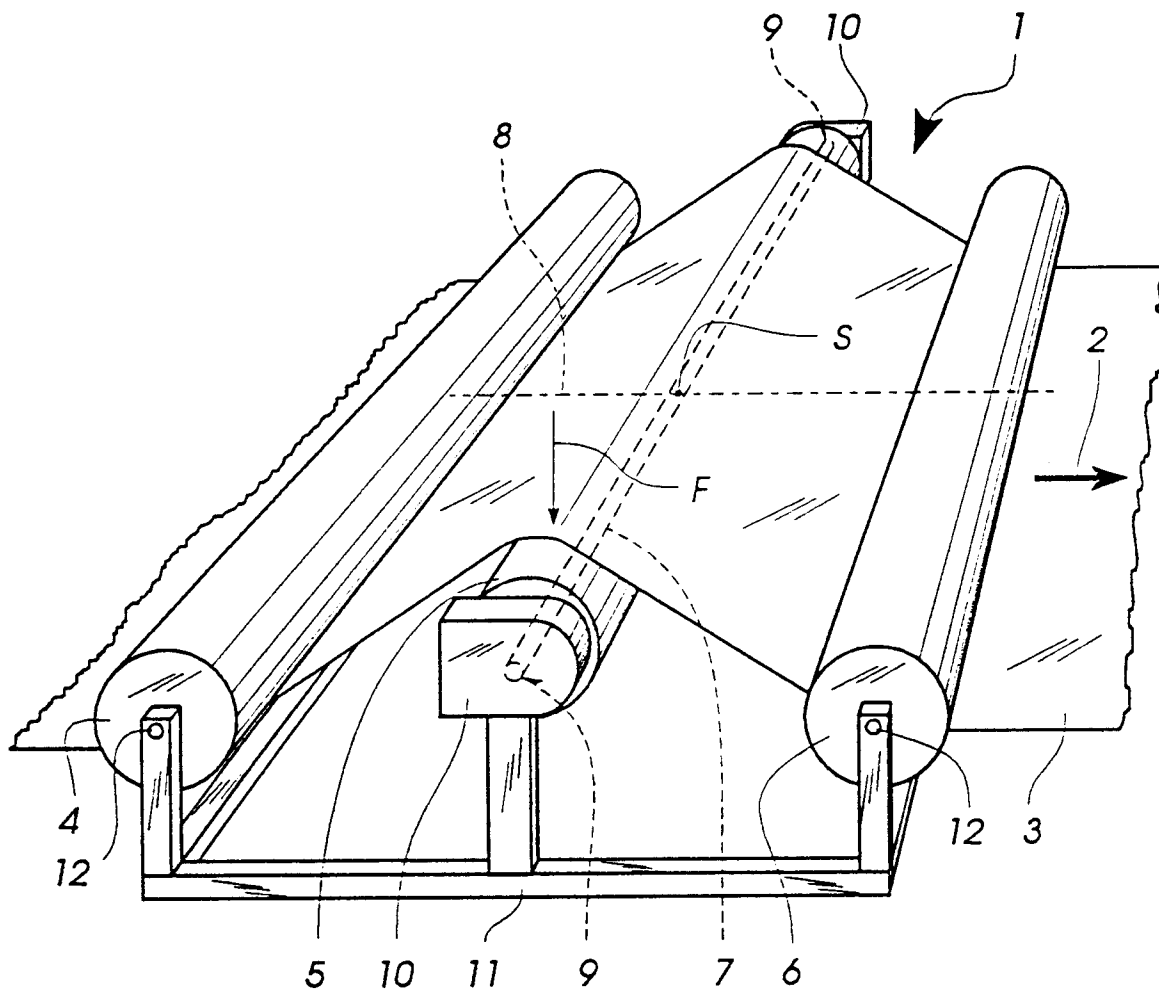


Fig. 1

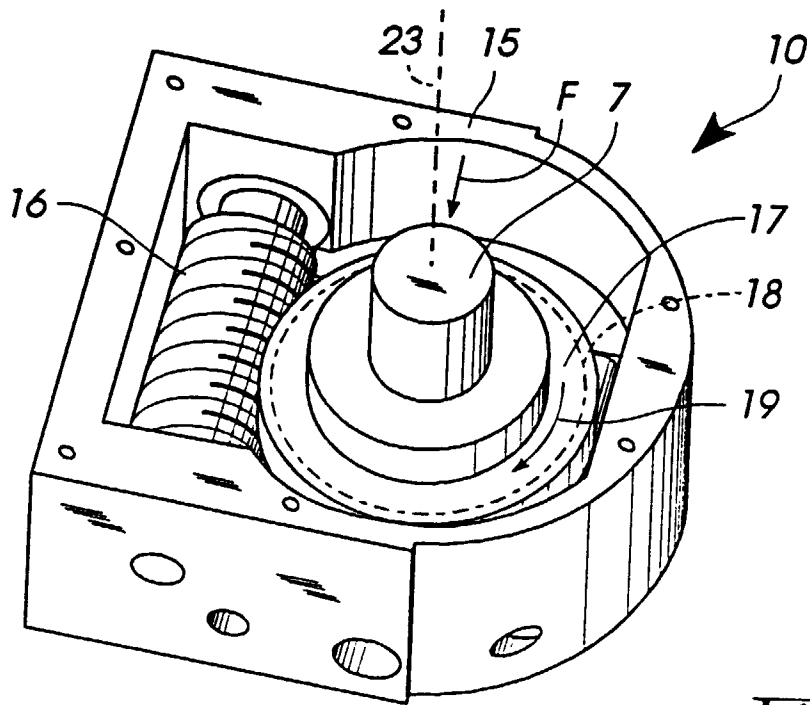


Fig. 2

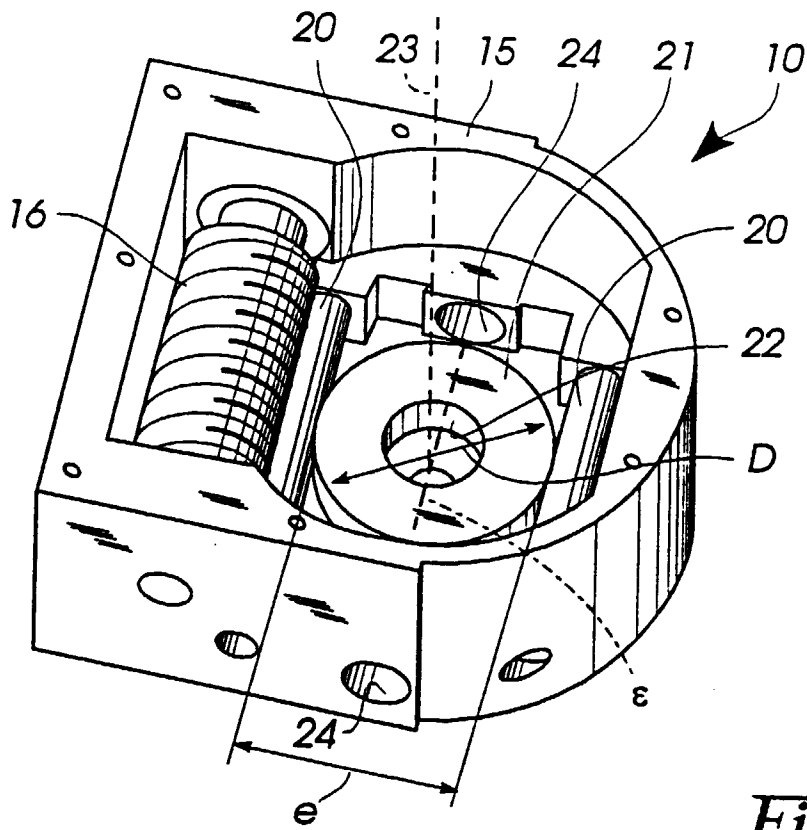


Fig. 3

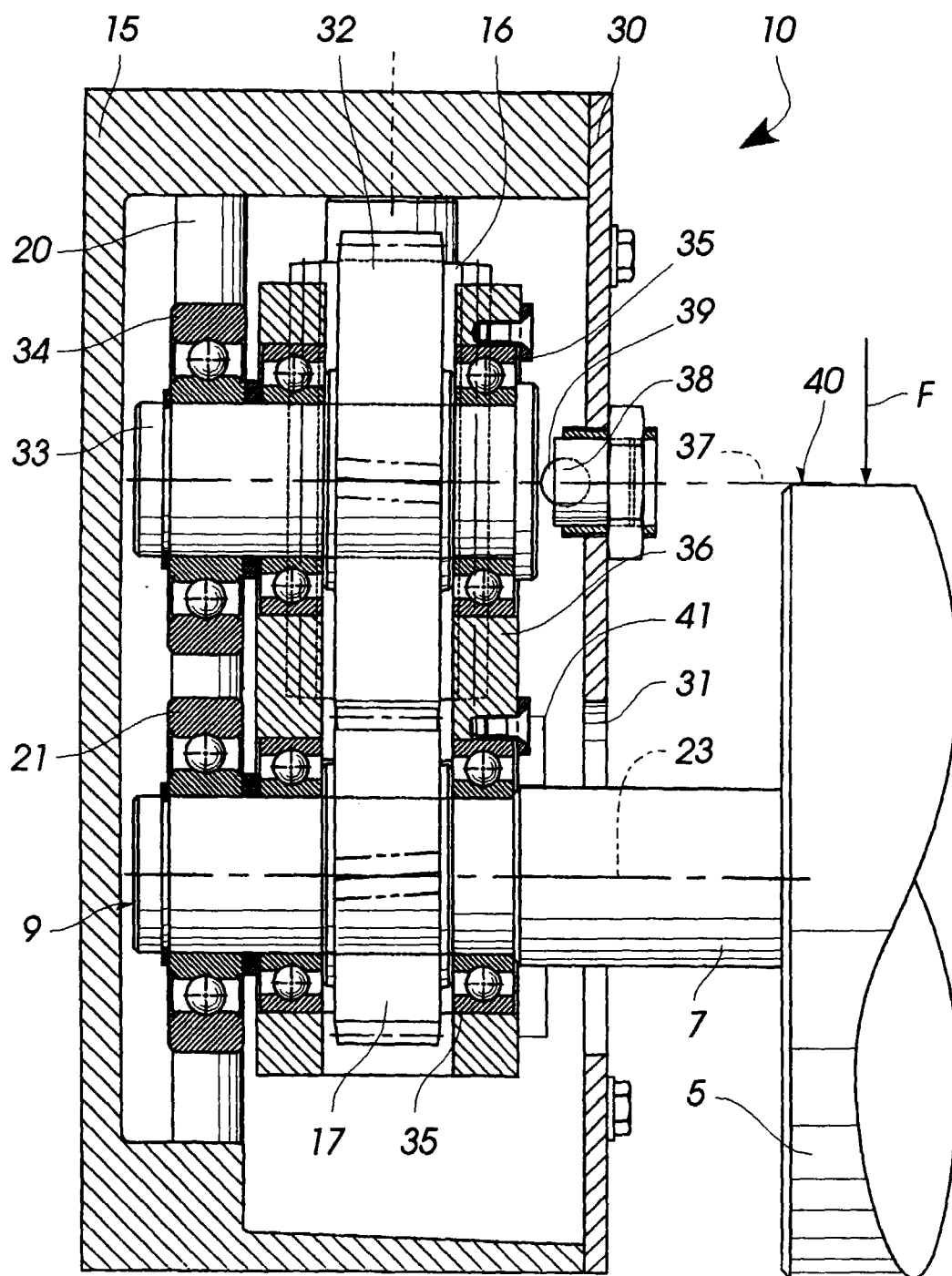


Fig. 4

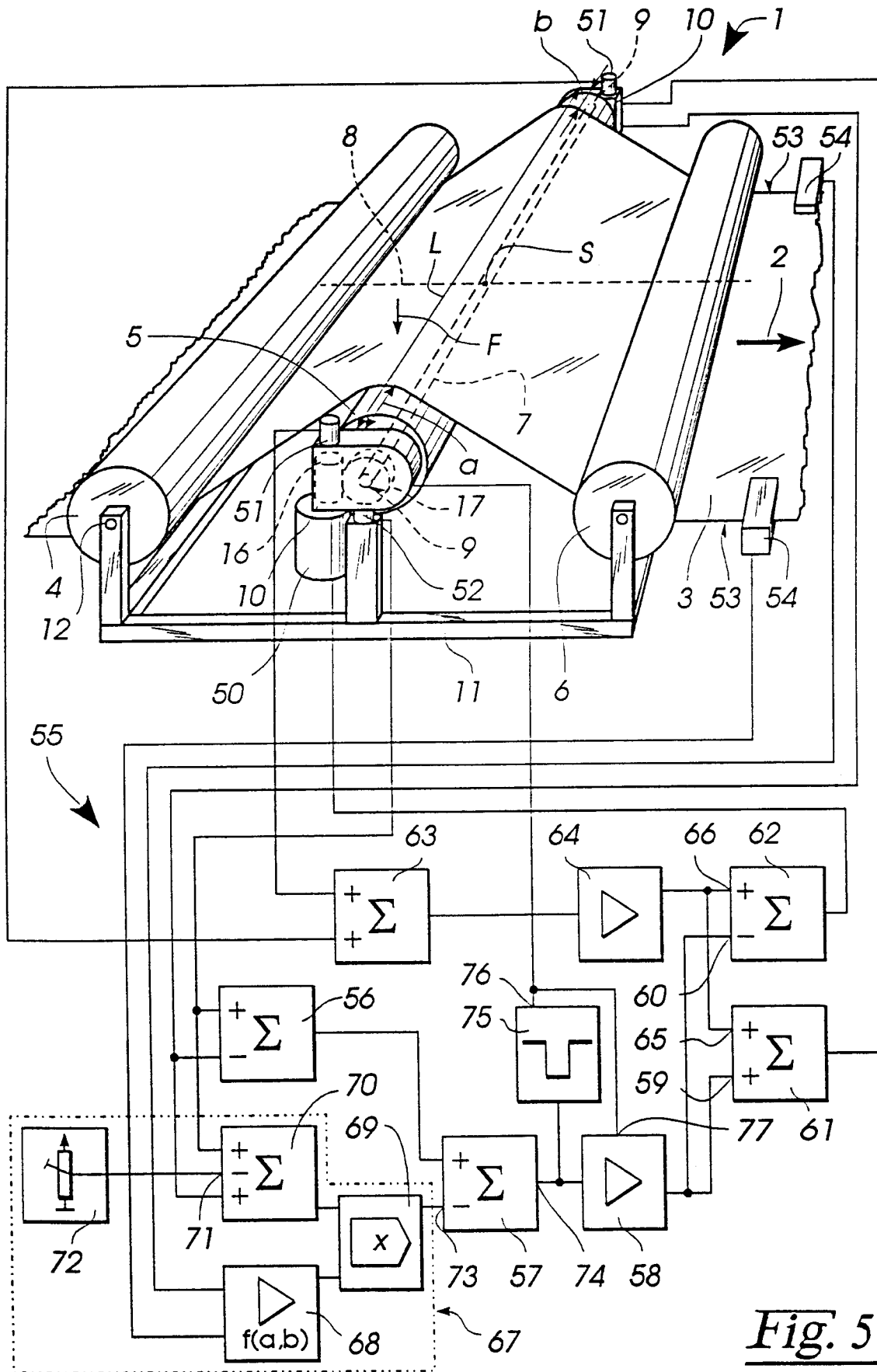


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 9833

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	GB 2 151 363 A (BELOIT CORPORATION) 17.Juli 1985 * Seite 1, Zeile 101 - Zeile 114 * * Seite 2, Zeile 38 - Zeile 53 * * Seite 2, Zeile 75 - Zeile 80; Abbildungen 1,2 * ---	1-3,6,7	B65H23/02
D,A	DE 39 20 310 A (TOKYO KIKAI SEISAKUSHO) 28.Dezember 1989 * Spalte 8, Zeile 63 - Spalte 9, Zeile 34; Abbildung 4 * ---	1,6	
D,A	US 2 066 306 A (A. J. HORTON) 29.Dezember 1936 * Ansprüche 1-3; Abbildungen 5,9-14 * ---	1,6	
A	US 2 066 307 A (A. J. HORTON) 29.Dezember 1936 * Seite 1, rechte Spalte, Zeile 52 - Seite 3, linke Spalte, Zeile 15; Abbildungen * -----	1,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B65H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 5.August 1998	Prüfer Fuchs, H
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P4C03)