

(19)



(11)

EP 2 641 858 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

25.09.2013 Patentblatt 2013/39

(51) Int Cl.:

B65H 23/02 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **13001397.2**(22) Anmeldetag: **19.03.2013**

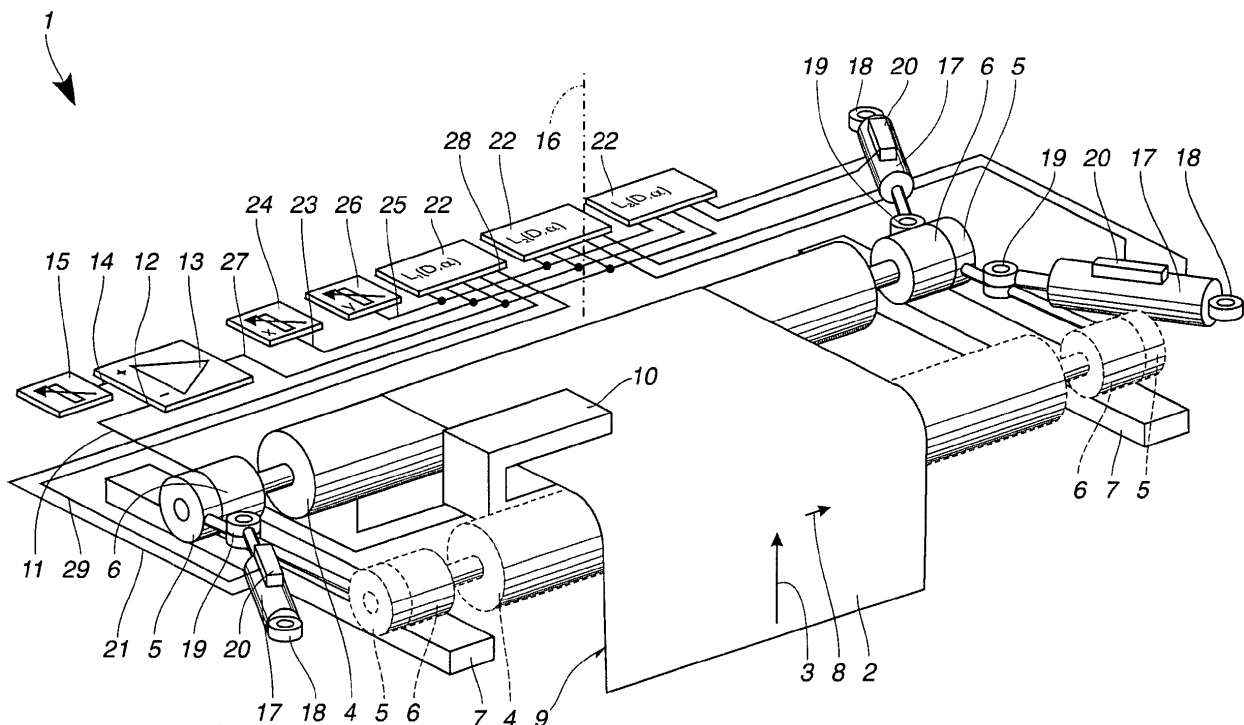
(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **20.03.2012 DE 102012005439**(71) Anmelder: **Texmag GmbH Vertriebsgesellschaft
8800 Thalwil (CH)**(72) Erfinder: **Vonderheiden, Jörg
22941 Bargteheide (DE)**(74) Vertreter: **Witzany, Manfred
Patentanwalt
Falkenstrasse 4
85049 Ingolstadt (DE)****(54) Vorrichtung zum Beeinflussen einer laufenden Warenbahn**

(57) Eine Vorrichtung (1) dient zum Beeinflussen einer laufenden Warenbahn (2). Die Vorrichtung (1) weist hierzu mindestens eine verstellbare, die Warenbahn (2) umlenkende Walze (4) auf. Zur Verbesserung der Bahnlaufeigenschaften der Warenbahn (2) ist die mindestens

eine Walze (4) um mindestens zwei Freiheitsgrade verstellbar. Die mindestens eine Walze (4) steht außerdem mit mindestens zwei Aktoren (17) derart in Wirkverbindung, dass jedem der Freiheitsgrade mindestens einer der Aktoren (17) zugeordnet ist.

***Fig. 1*****EP 2 641 858 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Beeinflussen einer laufenden Warenbahn gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der DE 100 22 926 C2 ist eine Vorrichtung bekannt. Sie weist zwei Walzen auf, die eine Warenbahn umlenken. Die Walzen sind in einem gemeinsamen Drehrahmen verdrehbar gehalten. Durch Verdrehen der Walze relativ zur Bahnaufrichtung entsteht eine axial zu den Walzen gerichtete Querkraft, die die Bahn verschiebt. Damit kann diese Vorrichtung beispielsweise dazu genutzt werden, eine Bahnlaufregelung zu realisieren. Bei geeigneter Wahl der Schwenkachse relativ zur Bahnaufrichtung ist auch ein Spannungsausgleich in der Warenbahn quer zur Bahnaufrichtung realisierbar. In jedem Fall ist die Wahl der Lage der Schwenkachse des Drehrahmens von entscheidender Bedeutung für das Regelergebnis. Um die Schwenkachse möglichst nahe an den Zulauf der Warenbahn zu bringen, schlägt diese Druckschrift vor, ein segmentartig zugeschnittenes Wälzlager als Schwenkachse einzusetzen. Diese Vorrichtung hat sich in der Praxis sehr gut bewährt und bildet den Ausgangspunkt der vorliegenden Erfindung.

[0003] Aus der DE 1 206 297 B ist ein Bandlaufregler mit einer Schwenkwalze bekannt. Diese Schwenkwalze ist mittels zweier Stellantriebe verstellbar, die am gleichen Walzenende angreifen. Die Schwenkwalze ist in einem Lager schwenkgelagert, so dass die Schwenkachse geometrisch vorgegeben und in keiner Weise verstellbar ist.

[0004] Aus der DE 695 28 224 T2 ist ein Bahnspanner bekannt. Dieser weist einen Drehrahmen auf, der um zwei unterschiedliche Achsen verschwenkbar ist. Diese Achsen sind orthogonal aufeinander ausgerichtet, wobei die Lage der Achsen fest vorgegeben ist.

[0005] Aus der DE 1 198 162 B ist eine Verstellvorrichtung für eine Walze zum Entzundern von Blechen bekannt. Diese Walze wird beidseitig durch unabhängige Hydraulikzylinder verstellt. Damit kann diese Walze innerhalb vorgegebener Grenzen sowohl verschwenkt als auch verschoben werden. Die Ansteuerung dieser Walze ist jedoch kompliziert, da die Bewegung jedes Hydraulikzylinders sowohl eine Schwenk- als auch eine Schiebewegung der Walze zur Folge hat.

[0006] Aus der DE 30 19 001 A1 ist eine gattungsgemäße Walze bekannt, die unabhängige Stellzylinder auf beiden Seiten aufweist. Beide Stellzylinder sind über eine Druckausgleichsvorrichtung miteinander gekoppelt. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass auf beiden Walzenenden die gleiche Zugkraft wirkt. Dabei ergibt sich jedoch eine undefinierte Verstellung der Walze, so dass diese Ansteuerung nur für Tänzerwalzen geeignet ist. Diese Druckschrift bildet den Ausgangspunkt der vorliegenden Erfindung.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die beim Verschwenken der Walze verbesserte Bahnlaufeigenschaften für die Warenbahn ergibt.

genschaften für die Warenbahn ergibt.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1 dient zum Beeinflussen einer laufenden Warenbahn, wobei es grundsätzlich unerheblich ist, ob die Vorrichtung den Bahnlauf, die Bahnspannung oder beides beeinflusst. In jedem Fall weist die Vorrichtung mindestens eine verstellbare Walze auf, welche die Warenbahn umlenkt. Die mindestens eine Walze wird demnach um einen bestimmten Winkel von der Warenbahn umschlungen. Nur auf diese Weise kann die mindestens eine Walze die Warenbahn in irgendeiner Weise beeinflussen.

[0010] Um die Bahnlaufeigenschaften der Warenbahn zu verbessern, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die mindestens eine Walze um mindestens zwei Freiheitsgrade verstellbar auszubilden. Die mindestens eine Walze kann je nach Anforderung 2, 3, 4 oder 5 Freiheitsgrade haben. Damit ist keine feste Schwenkachse mehr vorgegeben, um die die mindestens eine Walze verschwenkbar ist. Damit die Walze dennoch im Betrieb eine definierte Lage einnimmt, steht sie mit mindestens zwei Aktoren in Wirkverbindung. Die Aktoren müssen dabei derart angeordnet sein, dass jedem der Freiheitsgrade mindestens einer der Aktoren zugeordnet ist. Damit ist die Lage der Wälze als Funktion der einzelnen Aktoren definiert. Die mindestens eine Walze ist demnach nicht mehr frei verstellbar. Dies ist wichtig, um eine definierte Reaktion der Warenbahn auf die Verstellung der mindestens einen Walze zu erzielen. Durch diese Maßnahme kann die Verstellung der Walze recht freizügig erfolgen, so dass insbesondere eine imaginäre Schwenkachse in einem vorgegebenen Bereich beliebig verstellbar ist. Bei asymmetrischer Bahnführung ist es beispielsweise zweckmäßig, die Schwenkachse nicht walzenmittig sondern bahnmittig anzuordnen. Diese Maßnahme reduziert bei einer gewünschten Bahnlaufbeeinflussung Nebenwirkungen in Bezug auf die Bahnspannung. Es hat sich außerdem herausgestellt, dass die optimale Lage der Schwenkachse der mindestens einen Walze bei etwa 2/3 der Zulaufänge der Warenbahn liegt. Diese Zulaufänge hängt nicht nur von der konkreten Einbausituation sondern auch von der gewählten Betriebsart der vorgeordneten Station ab. Ist die vorgeordnete Station beispielsweise in der Lage, die in Bahnaufrichtung gesehen letzte Walze aus dem Bahnlauf zu entfernen, so wird hierdurch die Zulaufänge der nachgeordneten Station verändert. Durch die mehrdimensionale Verstellbarkeit der mindestens einen Walze ohne feste Schwenkachse kann dieser Veränderung Rechnung getragen werden, indem die imaginäre Schwenkachse einfach versetzt wird. Dies erfordert insbesondere keine Änderung in der Mechanik und kann daher im laufenden Betrieb vorgenommen werden. Es gibt auch Anwendungsfälle, in denen eine Bahnlaufregleinrichtung je nach Warenbahnart einmal in Vorwärtsrichtung und einmal in Rückwärtsrichtung durchlaufen wird. Dabei ist in der Regel ein Umdrehen der Bahnlaufregleinrichtung nicht realisierbar.

Durch die variable Schwenkachse kann die Vorrichtung zum Beeinflussen der laufenden Warenbahn in diesem Fall problemlos an die veränderte Durchlaufrichtung angepasst werden, ohne dass mechanische Änderungen erforderlich sind.

[0011] Am geeignetsten haben sich linear verstellbare Antriebe herausgestellt. Es spielt dabei keine Rolle, ob diese Aktoren hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch angetrieben sind. Entscheidend ist lediglich, dass mit ihnen ein Abstand zweier Punkte des Aktors auch gegen entsprechende Kraftwirkung verstellbar ist. Derartige Aktoren lassen sich problemlos kombiniert einsetzen, um die mindestens eine Walze in die unterschiedlichen Freiheitsgrade zu verstellen.

[0012] Da die Aktoren neben Schiebe- auch Schwenkbewegungen realisieren sollen, ist es wichtig, dass diese entsprechenden Schwenkbewegungen nicht blockieren. Dies lässt sich am einfachsten dadurch realisieren, dass beide Seiten des mindestens einen Aktors in Anlenkungen gehalten sind. Eine erste Anlenkung befindet sich dabei auf einer Seite des Aktors, während eine zweite Anlenkung an der zweiten Seite des Aktors mit der mindestens einen Walze verbunden ist. Es spielt dabei keine Rolle, ob die erste Anlenkung am Maschinenrahmen fest oder beispielsweise durch weitere Aktoren verstellbar ist. Entscheidend ist lediglich, dass nur eine Seite des Aktors an der Walze bzw. deren Lagerung eingreift.

[0013] Ein grundsätzliches Problem der Aktoren ist allerdings, dass die Bewegung der Walze aufgrund der Aktorbewegung relativ komplex und damit wenig nachvollziehbar ist. In der Regel möchte man erreichen, dass die mindestens eine Walze eine definierte Schwenkbewegung um einen vorgegebenen Schwenkwinkel und eine vorgegebene, imaginäre Schwenkachse ausführt. Der Schwenkwinkel wird dabei regelmäßig von einem Regler vorgegeben. Die Lage der Schwenkachse sowie gegebenenfalls deren Richtung wird allerdings den jeweiligen Erfordernissen angepasst. Um dies bei einfacher Bedienbarkeit der Vorrichtung zu erreichen, wird vorgeschlagen, mindestens einen der Aktoren mit mindestens einer Rechenschaltung zu verbinden. Diese Rechenschaltung berechnet aus dem relativen vektoriellen Abstand $\vec{A}$ der ersten Anlenkung und dem relativen vektoriellen Abstand $\vec{B}$ der zweiten Anlenkung von einer vorgegebenen, imaginären Schwenkachse und einem vorgegebenen Schwenkwinkel α der mindestens eine Walze eine Aktorlänge L nach folgender Formel:

$$L = \sqrt{\vec{A}^2 + \vec{B}^2 + 2\vec{A}\vec{B}\begin{bmatrix} -\cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix}}$$

[0014] Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Lage der zweiten Anlenkung zwar grundsätzlich vom Schwenkwinkel der mindestens einen Walze abhängt, die obige Formel ist jedoch dahingehend zu verstehen, dass die

Lage der zweiten Anlenkung für die unverschwenkte Walze ($\alpha=0$) einzusetzen ist. Demnach hängen die Vektoren $\vec{A}$ und $\vec{B}$ nicht vom Schwenkwinkel α ab. Die obige Formel ist zwar relativ kompliziert, kann jedoch problemlos von verfügbaren Mikrocontrollern während des laufenden Betriebs ausgewertet werden. Greifen an der mindestens einen Walze mehrere linear wirkende Aktoren an, so kann die obige Formel für jeden dieser Aktoren in an und für sich gleicher Weise angewendet werden. Es müssen lediglich die Werte $\vec{A}$ und $\vec{B}$ für jeden einzelnen Aktor individuell berechnet werden. Bei der obigen Formel ist zu berücksichtigen, dass das "t" beim Vektor $\vec{A}$ als Transponierungsvorschrift aufzufassen ist. Die Vektoren $\vec{A}$ und $\vec{B}$ sind grundsätzlich Spaltenvektoren. Durch die Transponierung ergibt sich daraus ein Zeilenvektor, der dann mit der folgenden modifizierten Drehmatrix multipliziert wiederum einen Spaltenvektor ergibt. Dieser Spaltenvektor wird dann skalar mit dem Vektor $\vec{B}$ multipliziert.

[0015] Berücksichtigt man die Rotationssymmetrie der mindestens einen Walze so hat diese 5 mögliche Freiheitsgrade. Ohne weitere Maßnahmen wären daher mindestens 5 Aktoren erforderlich, um diese Walze in einer definierten Lage zu halten. Dies macht die Vorrichtung aufwendig, teuer und gleichzeitig stör anfällig. In der Regel wird jedoch eine Verstellbarkeit der Walze um alle 5 möglichen Freiheitsgrade gar nicht benötigt. Zur Vereinfachung der Vorrichtung ist es daher gemäß Anspruch 2 vorteilhaft, wenn die mindestens eine Walze in mindestens einer Führung gehalten ist. Diese Führung schränkt einen oder mehrere Freiheitsgrade der mindestens einen Walze ein, ohne dass hierfür ein zusätzlicher Aktor erforderlich wäre. Soll die Vorrichtung beispielsweise den Bahnlauf einer Warenbahn korrigieren, so können die beiden Freiheitsgrade der mindestens einen Walze in Richtung der Winkelhalbierenden zwischen dem Bahnzulauf und dem Bahnablauf durch eine entsprechende Führung blockiert werden. Die Funktionalität der Vorrichtung wird hierdurch nicht beeinträchtigt. Soll dagegen die Bahnspannung quer zur Bahnaufrichtung beeinflusst werden, sind Freiheitsgrade in Bahnaufrichtung bedeutungslos und können durch entsprechende Führungen blockiert werden. Damit reduziert sich die Anzahl der erforderlichen Aktoren erheblich. Parallel dazu reduziert sich auch der Aufwand zur Ansteuerung der gesamten Vorrichtung.

[0016] Gemäß Anspruch 3 ist es günstig, wenn die mindestens eine Walze mit mindestens einem Warenbahnregler in Wirkverbindung steht. Dieser Warenbahnregler kann beliebige Eigenschaften der Warenbahn durch Verschwenken der mindestens einen Walze regeln. Besitzt die mindestens eine Walze hinreichend viele Freiheitsgrade, so ist auch eine Einflussnahme von mehreren Warenbahnreglern realisierbar, die beispielsweise zum einen den Bahnlauf und zum anderen die Bahnspannung regeln. Diese Warenbahnregler wirken dann auf unterschiedlich gerichtete Schwenkachsen der mindestens einen Walze. Damit ist der Einsatz der min-

destens einen Walze beispielsweise als kombinierte Bahnlaufund Bahnspannungs-Regelwalze möglich. Grundsätzlich kann dabei die Schwenkachse für beide Verschwenkrichtungen individuell frei gewählt werden. Es ist jedoch auch möglich, beide Schwenkachsen zu koppeln, was die Einstellung erleichtert.

[0017] Gemäß Anspruch 4 ist es günstig, wenn die Vorrichtung mindestens einen Bahnkantensensor aufweist. Dieser erfasst die Lage einer Bahnkante der Warenbahn. Damit ist es möglich, die Lage der Bahnkante auszuregeln, indem die mindestens eine Walze um die imaginäre Schwenkachse verschwenkt. Damit kann die Schwenkachse entsprechend den Erfordernissen beliebig eingestellt werden.

[0018] Alternativ oder zusätzlich ist es gemäß Anspruch 5 günstig, wenn die Vorrichtung mindestens zwei Kraftsensoren aufweist, die die Spannkraftdifferenz der Warenbahn über ihre Breite erfassen. Durch Verschwenken der mindestens einen Walze kann dann diese Spannkraftdifferenz ausgeglichen werden.

[0019] Der Erfindungsgegenstand wird beispielhaft anhand der Zeichnung erläutert, ohne den Schutzbereich zu beschränken.

[0020] Es zeigt:

Figur 1 eine Vorrichtung zum Beeinflussen einer laufenden Warenbahn in einer Ausgangsstellung einer Walze,

Figur 2 die Vorrichtung gemäß Figur 1 in verschwenkter Lage der Walze,

Figur 3 eine alternative Ausführungsform der Vorrichtung gemäß Figur 1 und

Figur 4 eine bevorzugte Ausführungsform einer Rechenschaltung zur Ansteuerung von Aktoren.

[0021] Die Figur 1 zeigt eine räumliche Darstellung einer Vorrichtung 1 zum Beeinflussen einer Warenbahn 2. Die Warenbahn 2 besitzt eine Laufrichtung 3 und wird um mindestens eine Walze 4 umgelenkt. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist die hintere der beiden Walzen 4 zwingend vorgesehen, während die vordere, strichliert gezeichnete Walze 4 lediglich optional ist. Je nach Warenbahnart und den geometrischen Zu- und Ablaufbedingungen der Warenbahn 2 kann auch eine einzige Walze 4 ausreichen, so dass die strichliert dargestellte Walze 4 auch entfallen kann.

[0022] Die beiden Walzen 4 sind endseitig in Wälzlager 5 drehbar abgestützt. Es spielt dabei keine Rolle, ob die Walzen 4 frei drehbar oder motorisch angetrieben sind. Diese Wahl hängt im Wesentlichen von den Reibungsverlusten der Warenbahn 2 beim Umlenken um die Walze 4 ab.

[0023] An den Walzen 4 sind über weitere Wälzlager Rollen 6 gehalten, die rollend an einer Führung 7 geführt sind. Grundsätzlich können die Rollen 6 auch an den

Wälzlager 5 abgestützt sein, was insbesondere zu einer verringerten Lagerbelastung führt. Außerdem können statt der Rollen 6 auch Gleitschuhe unmittelbar an den Wälzlager 5 angebracht sein, die entlang der Führung 7 gleiten. Wird die Warenbahn 2 entsprechend der Darstellung in der Figur 1 von unten der Vorrichtung 1 zugeführt und nach unten von dieser weggeführt, so übt die Zugkraft der Warenbahn 2 ausschließlich eine nach unten gerichtete Kraftkomponente auf die Walzen 4 aus. In diesem Fall ist es völlig ausreichend, nur unterhalb der Rollen 6 oder der alternativen Gleitschuhe eine entsprechende Führung 7 vorzusehen. Insbesondere wenn auch alternative Bahnverläufe erlaubt sein sollen, ist es gegebenenfalls erforderlich, die Führung 7 doppelseitig auszubilden, so dass die Rollen 6 in einen entsprechenden Freiraum der ober- und unterseitig zu den Rollen 6 vorgesehenen Führung 7 greifen.

[0024] Die Warenbahn 2 bewegt sich zwar grundsätzlich in Richtung der Laufrichtung 3, bedingt durch äußere Einflüsse oder Ungenauigkeiten in den Ausrichtungen von Walzen in vorgeordneten Bearbeitungsvorrichtungen entsteht jedoch auch ein geringfügiger Querverlauf 8 der Warenbahn 2. Ohne weitere Maßnahmen würde die Warenbahn 2 über die Walzenenden hinaus verschoben werden, was eine weitere Bearbeitung der Warenbahn 2 unmöglich machte. Zu diesem Zweck sind die Walzen 4 der Vorrichtung 1 verstellbar ausgebildet. Die Verstellung der Walzen 4 erfolgt dabei derart, dass eine Bahnkante 9 in einer vorgegebenen Sollage gehalten wird. Zu diesem Zweck weist die Vorrichtung 1 einen Bahnkantensensor 10 auf, der die Lage der Bahnkante 9 permanent oder zylindrisch erfasst und über einen Signalweg 11 einem Ist-Eingang 12 eines Warenbahnreglers 13 zuführt. Der Warenbahnregler 13 hat vorzugsweise ein P-, PI- oder PID-Verhalten. Der Warenbahnregler 13 besitzt außerdem einen Soll-Eingang 14, der mit einem Sollwertgeber 15 in Wirkverbindung steht.

[0025] Um eine geschlossene Regelschleife zu bilden, muss der Warenbahnregler 13 mit den Walzen 4 derart in Wirkverbindung stehen, dass das Ausgangssignal des Warenbahnreglers 13 eine Verstellung der Walze 4 hervorruft. Es ist bekannt, Warenbahnregler unmittelbar mit einem Aktor zu verbinden, der die Walze 4 verschwenkt. In diesem Fall müsste jedoch die Walze 4 eine feste Schwenkachse aufweisen, was die Anwendbarkeit der Vorrichtung 1 erheblich einschränkt.

[0026] Um zu erreichen, dass die Walze 4 nicht nur verschwenkbar ist, sondern eine Schwenkachse 16 auch noch variabel einstellbar ist, ist die Walze 4 um drei Freiheitsgrade - zwei translatorische und einen Schwenkfreiheitsgrad - verstellbar. An der Walze 4 greifen drei Aktoren 17 an, die beispielsweise in Form von Hydraulikzylindern, Pneumatikzylindern oder elektrischen Stellantrieben ausgebildet sind. Diese Aktoren 17 weisen jeweils eine erste Anlenkung 18 und eine zweite Anlenkung 19 auf. Die erste Anlenkung 18 ist dabei fest zu einem nicht dargestellten Maschinenrahmen ausgebildet und ist daher in ihrer Lage unabhängig von der Stellung des

Aktors 17. Die zweite Anlenkung 19 ist dagegen mit den Wälzlager 5 der Walze 4 verbunden und damit in ihrer Lage von der Aktorstellung abhängig. Durch Verstellen der Aktoren 17 ändert sich der Abstand der ersten Anlenkung 18 von der zweiten Anlenkung 19, wodurch sich das Wälzlager 5 der Walze 4 entsprechend verstellt.

[0027] An jedem Aktor 17 ist außerdem ein Weggeber 20 vorgesehen, der die jeweilige Stellung des Aktors 17 erfasst und über einen Signalweg 21 ausgibt.

[0028] Jedem Aktor 17 ist eine Rechenschaltung 22 zugeordnet. Diese Rechenschaltung 22 steht über einen Signalweg 23 mit einem Wertgeber-X 24 in Wirkverbindung, der die X-Koordinate der Schwenkachse 16 einstellbar vorgibt. Über einen weiteren Signalweg 25 steht die Rechenschaltung 22 mit einem Wertgeber-Y 26 in Wirkverbindung, der die Y-Koordinate der Schwenkachse 16 vorgibt. Über einen weiteren Signalweg 27 erhält die Rechenschaltung 22 das Ausgangssignal des Warenbahnreglers 13. Die Signalwege 23, 25 und 27 sind für alle Rechenschaltungen 22 identisch, so dass diese entsprechend einer Parallelschaltung miteinander verbunden sind. Der Signalweg 21 übermittelt dagegen die momentane Lage des jeweiligen Aktors 17 und ist für jede der Rechenschaltungen 22 individuell. Die Rechenschaltungen 22 besitzen jeweils einen Ausgang 28 der über jeweils einen Signalweg 29 mit jeweils einem der Aktoren 17 verbunden ist. Damit wird die Ansteuerung der einzelnen Aktoren 17 unabhängig voneinander entsprechend den Vorgaben des Warenbahnreglers 13 und des Wertgebers-X 24 sowie des Wertgebers-Y 26 berechnet.

[0029] Die Figur 2 zeigt die Vorrichtung 1 gemäß Figur 1 in verstellter Lage der Walzen 4. Dabei wurde die Schwenkachse 16 als virtuelle Achse verwendet, die durch keinerlei Mechanik in ihrer Lage definiert ist. Die Verschwenkung der Walze 4 um die Schwenkachse 16 erfolgt nur durch entsprechend abgestimmte Ansteuerung der Aktoren 17.

[0030] Es wird darauf hingewiesen, dass die Anwendung der Vorrichtung 1 zur Regelung der Bahnkante 9 der Warenbahn 2 lediglich beispielhaft zu verstehen ist. Grundsätzlich kann die Vorrichtung 1 die Warenbahn 2 in beliebiger Weise beeinflussen, sofern dies durch eine Verstellung von wenigstens einer der Walzen 4 möglich ist. Die Figur 3 zeigt eine alternative Ausführungsform der Vorrichtung 1 gemäß Figur 1, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Teile benennen. Statt dem Bahnkantensensor 10 sind Kraftsensoren 30 in den Wälzlager 5 vorgesehen, die die Lagerkraft der Walze 4 messen. Beide Kraftsensoren 30 stehen mit einem Differenzverstärker 31 in Wirkverbindung, der die Differenz der Lagerkräfte an beiden Walzenenden berechnet und dem Ist-Eingang 12 des Warenbahnreglers 13 zuführt. In diesem Fall arbeitet die Vorrichtung 1 als Spannungsausgleichsvorrichtung, um Spannungen der Warenbahn 2, die sich quer zu ihrer Laufrichtung 3 ausbilden, auszugleichen. Der Bahnlauf der Warenbahn 2 ist so gewählt, dass er beim Verstellen der Walze 4 eine möglichst große Län-

genänderung aufweist. Dies wird erreicht, indem die Warenbahn aus horizontaler Richtung kommt, um 180° umgelenkt und in horizontaler Richtung wieder abgeführt wird. Dabei reicht eine Walze 4 zur Spannkraftregelung aus.

[0031] Die Rechenschaltungen 22 sind zueinander gleich aufgebaut und werden beispielhaft anhand des Prinzipschaltplanes gemäß Figur 4 erläutert. Dabei bedeuten gleiche Bezugszeichen gleiche Teile. Die Rechenschaltung 22 erhält über den Signalweg 23 ein zur X-Koordinate der imaginären Schwenkachse 16 proportionales Signal. Über den Signalweg 25 erhält sie ein zur Y-Koordinate der Schwenkachse 16 proportionales Signal. Das Ausgangssignal des Warenbahnreglers 13 gibt den erforderlichen Schwenkwinkel der Walzen 4 wieder und wird der Rechenschaltung 22 über den Signalweg 27 zugeführt. Schließlich erhält die Rechenschaltung 22 das Signal des Weggebers 20 über den Signalweg 29. Die Rechenschaltung 22 berechnet ein Ausgangssignal, welches über den Signalweg 21 den Aktoren 17 zugeführt wird.

[0032] Die Rechenschaltung 22 weist vier Wertgeber 40-43 auf, deren Ausgangssignal die X- und Y-Koordinaten der Ruhelagen der Anlenkungen 18, 19 repräsentieren. Dabei liefert der Wertgeber 40 die X-Koordinate und der Wertgeber 41 die Y-Koordinate der ersten Anlenkung 18, die fest im Rahmen der Vorrichtung 1 vorgesehen ist. Der Wertgeber 42 liefert dagegen die X-Koordinate und der Wertgeber 43 die Y-Koordinate der Ruhelage der zweiten Anlenkung 19, welche mit dem Wälzlager 5 der Walze 4 verbunden ist. Als Ruhelage ist dabei die unverschwenkte Lage der Walze 4 zu verstehen, die von der mindestens einen Walze 4 eingenommen wird, wenn das Signal am Signalweg 27 gleich null ist. Diese wird die Walze 4 nur dann einnehmen, wenn keine Korrektur des Bahnlaufs der Warenbahn 2 erforderlich ist.

[0033] Jeder der Wertgeber 40-43 steht mit einem nicht invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers 44-47 in Wirkverbindung. Invertierende Eingänge der Differenzverstärker 44, 45 stehen über den Signalweg 23 mit dem Wertgeber-X 24 zur Bestimmung der X-Koordinate der Schwenkachse 16 in Wirkverbindung. Invertierende Eingänge der Differenzverstärker 46, 47 stehen dagegen über den Signalweg 25 mit dem Wertgeber-Y 26 zur Bestimmung der Y-Koordinate der Schwenkachse 16 in Wirkverbindung. Damit berechnet der Differenzverstärker 44 die X-Koordinate des Abstandsvektors der ersten Anlenkung 18 von der Schwenkachse 16. Der Differenzverstärker 45 ermittelt dagegen die X-Koordinate des Abstandsvektors der zweiten Anlenkung 19 in der Ruhelage der Walze 4 von der Schwenkachse 16. Die Differenzverstärker 46, 47 berechnen die entsprechenden Y-Koordinaten der beiden genannten Vektoren. Ein Winkelsignal, welches vom Warenbahnregler 13 über den Signalweg 27 der Rechenschaltung 22 zugeführt wird, wird einerseits einem Cosinusgenerator 48 und andererseits einem Sinusgenerator 49 zugeführt, die aus

dem über den Signalweg 27 ankommenden Signal den Cosinus-Wert bzw. den Sinus-Wert berechnen.

[0034] Die Differenzverstärker 44, 46, welche die X- und Y-Koordinate der ersten Anlenkung 18 repräsentieren, stehen zusammen mit den Ausgangssignalen des Cosinusgenerators 48 und Sinusgenerators 49 mit Multiplizierern 51-54 in Wirkverbindung. Diese Multiplizierer 51-54 sind dabei so verschaltet, dass jede Kombination von Ausgangssignalen der Differenzverstärker 44, 46 einerseits und Cosinusgenerator 48 und Sinusgenerator 49 andererseits multipliziert wird. Diese Multiplizierer 51-54 stehen ausgangsseitig mit zwei Summierern 55, 56 in Wirkverbindung, wobei der Summierer 55 invertierend und der Summierer 56 nicht invertierend ist. Diese Summierer 55, 56 ermitteln die X-Koordinate und die Y-Koordinate des Produkts des Abstandsvektors der ersten Anlenkung 18 von der Schwenkachse 16 mit einer modifizierten Drehmatrix in der Form:

$$\begin{pmatrix} -\cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

Dabei ist der genannte Abstandsvektor als Zeilenvektor aufzufassen und nicht als Spaltenvektor.

[0035] In einer folgenden Stufe 60 ermitteln Multiplizierer 61-64 Quadrate der Ausgangssignale der Differenzverstärker 44-47. Weitere Multiplizierer 65, 66 ermitteln ein Skalarprodukt zwischen dem Abstandsvektor der zweiten Anlenkung 19 von der Schwenkachse 16 und dem Vektor, den Ausgangssignale der Summierer 55, 56 repräsentieren.

[0036] Die Ausgangssignale aller Multiplizierer 61, 66 werden anschließend in einem Summierer 67 addiert und einem Operationsverstärker 68 zugeführt. Dieser Operationsverstärker 68 ist über einen Quadrierer 69 rückgekoppelt, so dass er die Quadratwurzel des Ausgangssignales des Summierers 67 berechnet und an einen Signalweg 70 ausgibt. Das Signal am Signalweg 70 repräsentiert dabei die geforderte Länge des zugeordneten Aktors 17, also den geforderten Abstand seiner ersten Anlenkung 18 von der zweiten Anlenkung 19.

[0037] Ein Ausgangssignal des Operationsverstärkers 68 wird einem nicht invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers 80 zugeführt, dessen invertierender Eingang über den Signalweg 29 mit dem Weggeber 20 des Aktors 17 verbunden ist. Der Differenzverstärker 80 berechnet einen Ist-Sollwertvergleich und steht ausgangsseitig mit einem Servoregler 81 in Wirkverbindung. Dieser Servoregler 81 hat vorzugsweise ein P-, PI- oder PID-Verhalten und sorgt für eine Lageregelung des Aktors 17, so dass dieser unabhängig von auftretenden Kräften eine Länge einnimmt, wie sie als Signal auf dem Signalweg 70 vorgegeben ist.

[0038] Die beschriebene Rechenschaltung 22 ist relativ komplex und wird in der Regel als Programm eines

Mikrokontrollers realisiert, was den schaltungstechnischen Aufwand erheblich reduziert. Die Beschreibung dieser Rechenschaltung 22 als Analogschaltung erleichtert jedoch das Verständnis, da sie insbesondere programmiersprachenunabhängig erfolgen kann. Jede der drei Rechenschaltungen 22 ist grundsätzlich identisch aufgebaut, wobei zusätzlich die Signalwege 23, 25 und 27 aller Rechenschaltungen 22 miteinander verbunden sind und folglich gleiche Signale aufweisen. Die einzelnen Rechenschaltungen 22 unterscheiden sich nur durch den individuell vom zugeordneten Weggeber 20 herangeführten Signalweg 29 und durch die Einstellungen der Wertgeber 40-43. Ausgangsseitig ist jede Rechenschaltung 22 individuell mit einem ausgewählten Aktor 17 verbunden.

[0039] Durch diese Rechenschaltungen 22 ist es möglich, jeden Aktor 17 individuell derart anzusteuern, dass die Walze 4 einen vom Warenbahnregler 13 vorgegebenen Schwenkwinkel einnimmt, wobei die Lage der Schwenkachse 16 durch die Wertgeber-X 24 und Wertgeber-Y 26 beliebig vorgebar ist. Die Lage der Schwenkachse 16 kann dabei auch während des laufenden Regelbetriebes verändert werden.

25 Bezugszeichenliste

[0040]

	1	Vorrichtung
	2	Warenbahn
	3	Laufriichtung
	4	Walze
	5	Wälzlager
	6	Rolle
	7	Führung
	8	Querverlauf
	9	Bahnkante
	10	Bahnkantensensor
	11	Signalweg
	12	Ist-Eingang
	13	Warenbahnregler
	14	Soll-Eingang
	15	Sollwertgeber
	16	Schwenkachse
	17	Aktor
	18	erste Anlenkung
	19	zweite Anlenkung
	20	Weggeber
	21	Signalweg
	22	Rechenschaltung
	23	Signalweg
	24	Wertgeber-X
	25	Signalweg
	26	Wertgeber-Y
	27	Signalweg

(fortgesetzt)

28	Ausgang
29	Signalweg
30	Kraftsensor
31	Differenzverstärker
40-43	Wertgeber
44-47	Differenzverstärker
48	Cosinusgenerator
49	Sinusgenerator
51-54	Multiplizierer
55-56	Summierer
60	Stufe
61-66	Multiplizierer
67	Summierer
68	Operationsverstärker
69	Quadrierer
70	Signalweg
80	Differenzverstärker
81	Servoregler

$$L = \sqrt{\vec{A}^2 + \vec{B}^2 + \vec{B} \left[\vec{A} \begin{pmatrix} -\cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix} \right]}$$

5

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Walze (4) in mindestens einer Führung (7) gehalten ist.
3. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) mindestens einen Warenbahnregler (13) aufweist, der mit der mindestens einen Walze (4) in Wirkverbindung steht.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (1) mindestens einen Bahnkantensensor (10) aufweist, der die Lage einer Bahnkante (9) der Warenbahn (2) erfasst und den mindestens einen Warenbahnregler (13) beeinflusst.

10

15

20

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Beeinflussen einer laufenden Warenbahn (2), wobei die Vorrichtung (1) mindestens eine verstellbare, die Warenbahn (2) umlenkende Walze (4) aufweist, wobei die mindestens eine Walze (4) um mindestens zwei Freiheitsgrade verstellbar ist, und die mindestens eine Walze (4) mit mindestens zwei Aktoren (17) derart in Wirkverbindung steht, dass jedem der Freiheitsgrade mindestens einer der Aktoren (17) zugeordnet ist, wobei mindestens einer der Aktoren (17) ein linear verstellbarer Antrieb ist, und mindestens einer der Aktoren (17) mit einer Seite in einer ersten Anlenkung (18) und mit seiner weiteren Seite in einer mit der mindestens einen Walze (4) verbundenen zweiten Anlenkung (19) verschwenkbar gehalten ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Aktoren (17) mit mindestens einer Rechenschaltung (22) in Wirkverbindung steht, die aus dem relativen, vektoriellen Abstand der ersten Anlenkung (18) und der zweiten Anlenkung (19) von einer vorgegebenen Schwenkachse (16) und einem vorgegebenen Schwenkwinkel α der mindestens einen Walze (4) eine Aktorlänge L in folgender Weise berechnet, wobei der vektorielle Abstand der zweiten Anlenkung (19) von der Schwenkachse (16) für die unverschwenkte Walze (4) einzusetzen ist ($\alpha=0^\circ$):

25

30

35

40

45

50

55

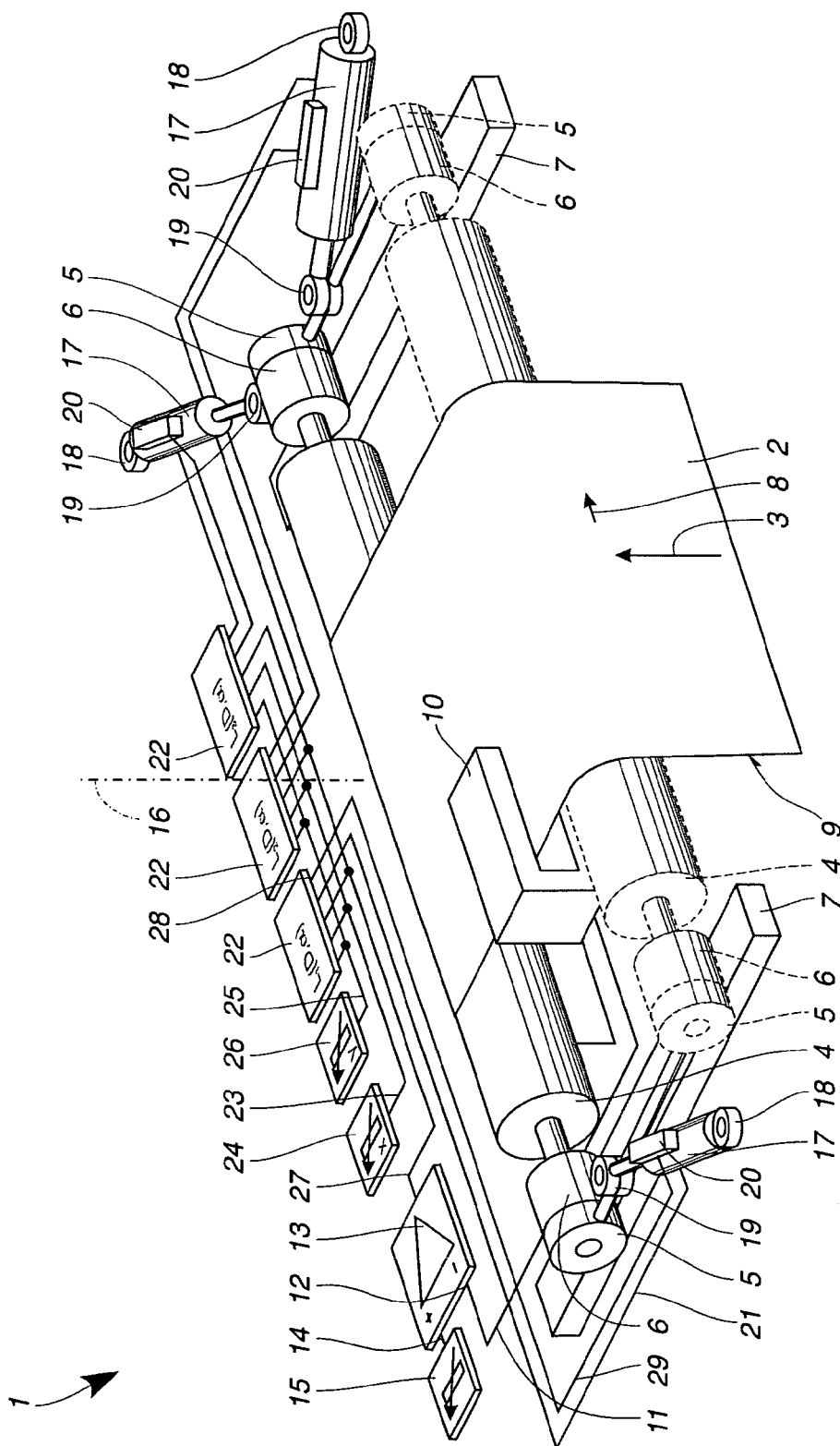


Fig. 1

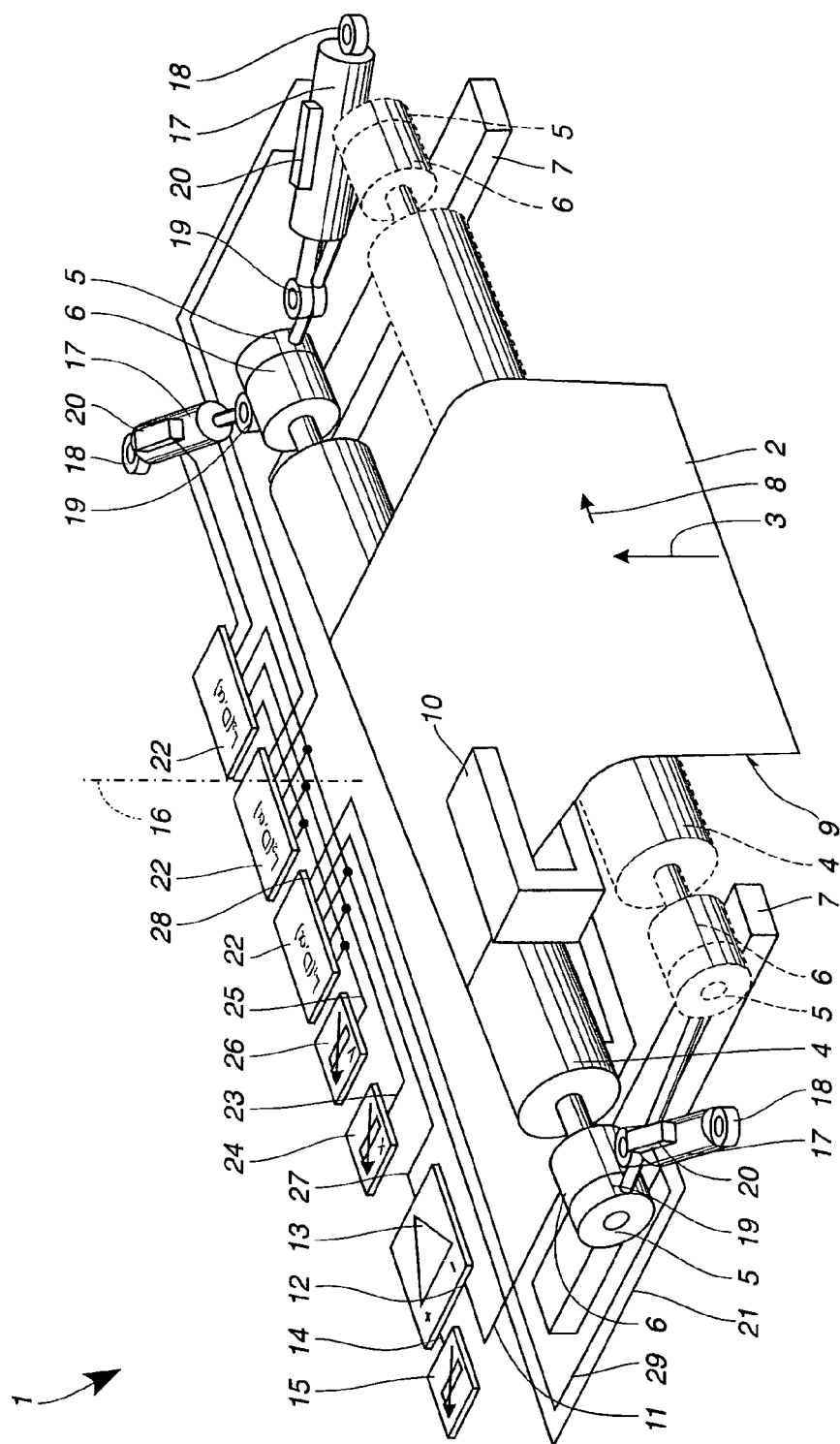


Fig. 2

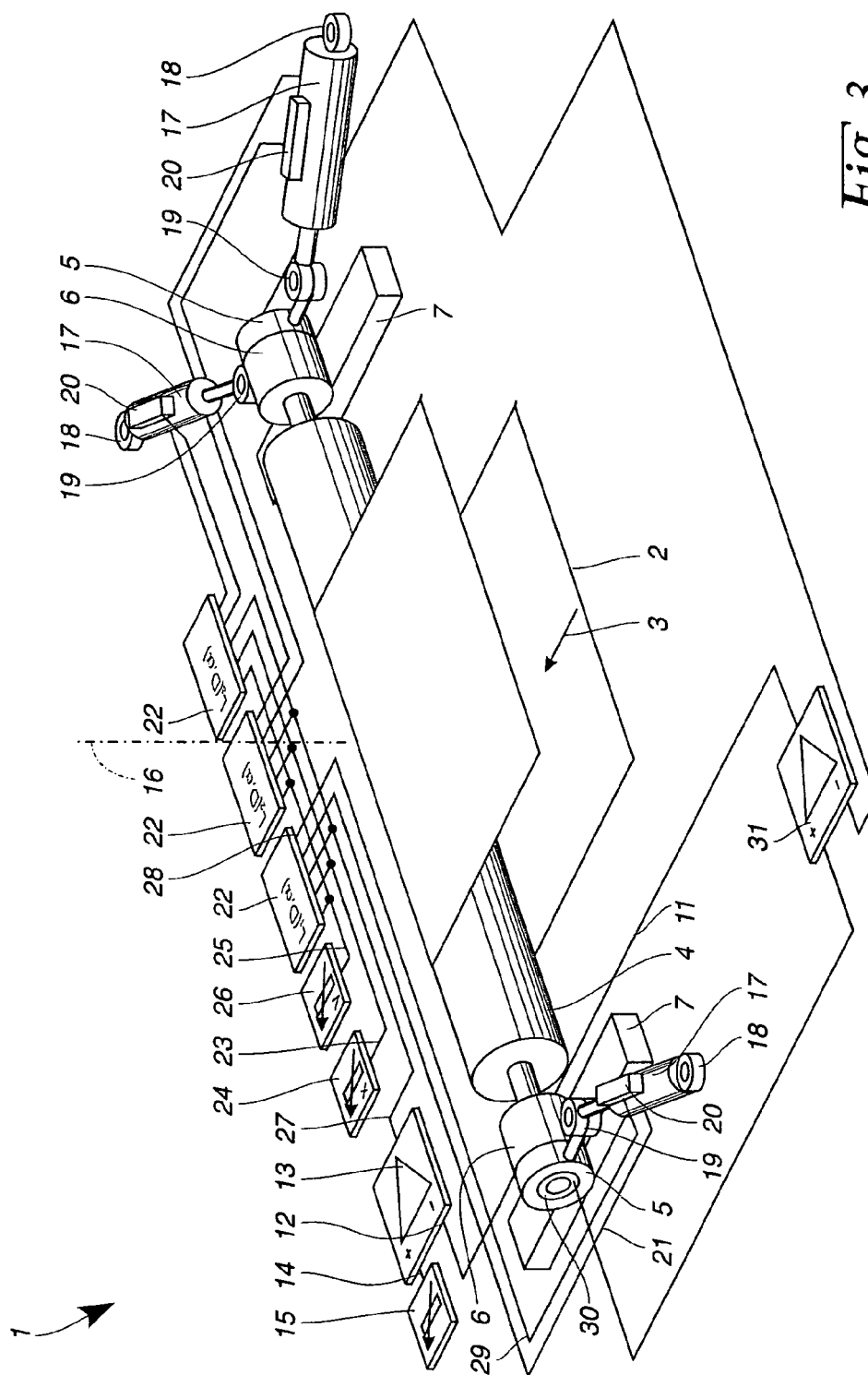
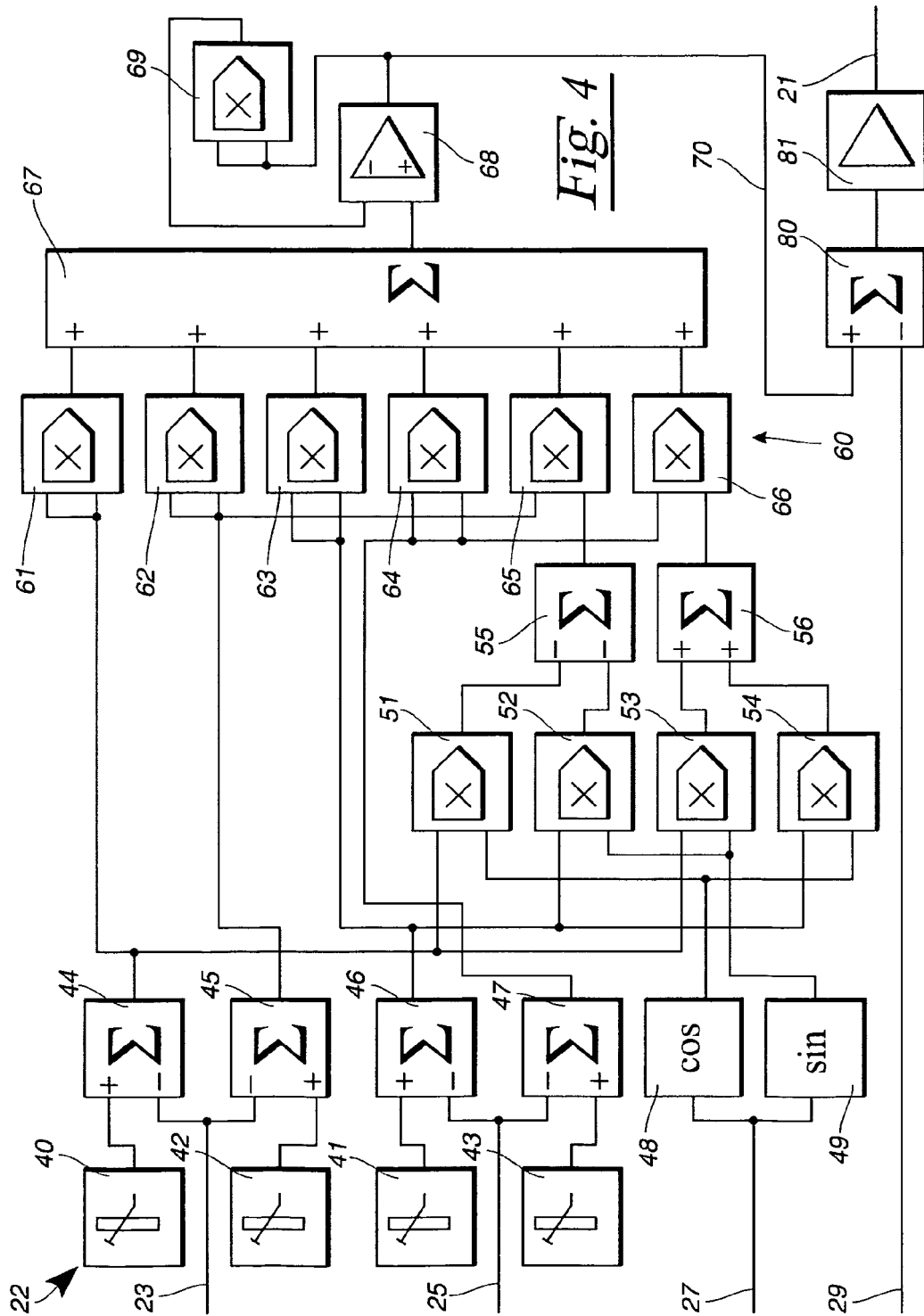


Fig. 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10022926 C2 [0002]
- DE 1206297 B [0003]
- DE 69528224 T2 [0004]
- DE 1198162 B [0005]
- DE 3019001 A1 [0006]