

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 719 722 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.07.1996 Patentblatt 1996/27**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B65H 23/188**, B41F 13/02,  
F16H 37/02

(21) Anmeldenummer: **95120211.8**

(22) Anmeldetag: **20.12.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI SE**

(30) Priorität: **29.12.1994 DE 4447089**

(71) Anmelder: **KOENIG & BAUER-ALBERT**  
**AKTIENGESELLSCHAFT**  
**D-97080 Würzburg (DE)**

(72) Erfinder: **Weis, Anton**  
**D-64653 Lorsch (DE)**

### (54) **Zugwalzenantrieb**

(57) Bei einem steuerbaren Zugwalzenantrieb zum Transportieren einer Bahn in einer Rotationsdruckmaschine mittels eines Differentialgetriebes besteht die Aufgabe darin, jeweils eine einzige Antriebs- und Abtriebswelle zueinander coaxial anzuordnen.

Erfindungsgemäß wird dies durch ein Kugelringgetriebe mit einem nachgeschalteten Spannungswellenge triebe erreicht.

**EP 0 719 722 A2**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Zugwalzenantrieb zum steuerbaren Transportieren einer Bahn in einer Rotationsdruckmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Die DE-OS 23 28 949 beschreibt einen Antrieb für Papierspannung beeinflussende Walzen mittels eines Differentialgetriebes. Dieses Differentialgetriebe ist als Spannungswellengetriebe ausgeführt, wobei ein Spannungswellenzeuger mittels einer Magnetpulverbremse abbremsbar ist.

Nachteilig ist hierbei, daß eine konstante Drehzahl nur mit hohem Regelaufwand für die Bremse möglich ist.

"Harmonic Drive"-Getriebe der Fa. Harmonic Drive Systems GmbH werden als Standardgetriebe für große Untersetzungen verwendet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Zugwalzenantrieb zum steuerbaren Transportieren einer Bahn in einer Rotationsdruckmaschine mittels eines Differentialgetriebes zu schaffen, bei dem nur jeweils eine einzige Antriebs- und Abtriebswelle erforderlich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Anspruches 1 gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß bei dem erfindungsgemäßen Zugwalzenantriebes mit coaxialer Antriebs- und Abtriebswelle sich der Bauraum verringert und aufwendige Umlenk- bzw. Zwischengetriebe entfallen können. Ein Kugelringgetriebe ermöglicht auch Verstellung des Übersetzungsverhältnisses des Zugwalzenantriebes im Stillstand der Rotationsdruckmaschine, so daß das Übersetzungsverhältnis bereits im Stillstand den Produktionsverhältnisse beispielsweise eines Wiederholauftrages angepaßt werden kann. Dieses Kugelringgetriebe überträgt durch Wälzen die Drehbewegung, was nur minimalen Verschleiß hervorruft. Ein Spannungswellengetriebe ermöglicht hohe Übersetzungsverhältnisse auf kleinstem Raum. Zudem sind in Vergleich zu z. B. einem herkömmlichen Planetenradgetriebe eine Drehzahl eines Planetenrades gering und eine Zahnüberdeckung sehr hoch, was den Verschleiß minimiert.

In besonders vorteilhafter Weise wird durch den erfindungsgemäßen Zugwalzenantrieb ein sehr genaues, konstantes Übersetzungsverhältnis erreicht, das stufenlos sehr fein einstellbar ist. Zum Betrieb des Zugwalzenantriebes sind keine zusätzlichen Antriebe bzw. Bremsen notwendig.

Der erfindungsgemäße Zugwalzenantrieb ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 einen schematischen Aufbau eines Einzugs-  
werkes einer Rotationsdruckmaschine;

Fig. 2 einen schematischen Schnitt eines erfindungsgemäßen Zugwalzenantriebes gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

5 Fig. 3 einen schematischen Schnitt eines erfindungsgemäßen Zugwalzenantriebes gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Einem Einzugswerk 1 einer Rotationsdruckmaschine wird von einer Rolle 2 eine Bahn 3, aus beispielsweise Papier, Kunststoff oder Gewebe zugeführt. Die Bahn 3 wird in dem Einzugswerk 1 zwischen einer ersten Zugwalze 4 und einer gefederten Anpreßwalze 6 geführt und gelangt von dort zu einer ersten Leitwalze 7, die die Bahn 3 um ca. 90° zu einer ortsveränderbaren Tänzerwalze 8 umlenkt. Die Tänzerwalze 8 wird von der Bahn 3 um ca. 180° umschlungen und steuert durch ihre Stellung eine Bahnspannung. Von der Tänzerwalze 8 gelangt die Bahn 3 zu einer zweiten Leitwalze 9, die die Bahn 3 wieder um ca. 90° umlenkt und zu einer zweiten Zugwalze 11 führt.

Zwischen dieser Zugwalze 11 und einer Anpreßwalze 12 wird die Bahn 3 geführt und zu nichtdargestellten Aggregaten transportiert.

Ein Antrieb der zweiten Zugwalze 11 erfolgt über ein Kegelrad 13, welches mit der Zugwalze 11 verbunden ist und mit einem Kegelrad 14 einer Längswelle 16 zusammenwirkt. Die Längswelle 16 wird von einem nicht dargestellten Antrieb angetrieben.

An der Längswelle 16 befindet sich ein weiteres Kegelrad 17, welches einem mit der ersten Zugwalze 4 zusammenwirkenden Kegelrad 18 zugeordnet ist. Zwischen diesem Kegelrad 18 und einem Zapfen 19 der Zugwalze 4 ist ein Feinsteinstellgetriebe 21 angeordnet. Das Feinsteinstellgetriebe 21 kann aber auch an anderen Stellen zwischen Zugwalze 4 und Antrieb z. B. in der Längswelle oder bei anderen nicht dargestellten Ausführungen in Stehwellen zwischengeschaltet sein.

Das Feinsteinstellgetriebe 21 besteht aus einem Reibradgetriebe mit stufenlos einstellbarer Übersetzung mit einem integriertem Überlagerungsgetriebe. Das Reibradgetriebe ist als Kugelringgetriebe 22 und das Überlagerungsgetriebe als Spannungswellengetriebe 23 mit einem Übersetzungsverhältnis  $i_{23}$ , z. B.  $i_{23} = 32$ , ausgeführt.

In einem Gehäuse 24 des Feinsteinstellgetriebes 21 ist eine Antriebswelle 26 drehbar und axial unbeweglich gelagert. Auf dieser Antriebswelle 26 ist ein erster mit einer konzentrischen, planen Wälzfläche 27 versehener Antriebslaufring 28 drehsteif befestigt. Diesem ersten Antriebslaufring 28 liegt ein zweiter Antriebslaufring 29, der eine konzentrische, konkave Wälzfläche 31 aufweist, axial gegenüber und wirkt mittels Tellerfedern 32 gegen einen bezüglich der Antriebswelle 26 festen Anschlag 33 zusammen. Konzentrisch zu dem ersten Antriebslaufring 28 ist ein in axialer Richtung verschiebbarer, mit einer planen Wälzfläche 34 versehener Stellring 36 im Gehäuse 24 angeordnet. Die axiale Verstellung des Stellringes 36 erfolgt über einen Stellnocken 37, der eine

Verdrehung des Stellrings 36 in Umfangsrichtung bewirkt. An diesem Stellring 36 sind entlang des Umfangs keilförmige Flächen 38 angeordnet, die mit gehäusfesten Lagerbolzen 39 zusammenwirken.

Diesem Stellring 36 gegenüberliegend ist ein vierter, bezüglich der Antriebswelle 26 drehbarer, aber axial starrer Abtriebsring 41, welcher ebenfalls mit einer konzentrischen, planen Wälzfläche 42 versehen ist, angeordnet. Zwischen diesen Antriebslaufringen 28, 29, 36, 41 ist eine Anzahl von Übertragungskugeln 43, die mittels eines Käfigs 44 beabstandet sind, auf einer Kreisbahn angeordnet, wobei jede der Übertragungskugeln 43 jede der vier Wälzflächen 27, 31, 34, 42 berührt.

Der Abtriebsring 41 ist auf einer konzentrisch zur Antriebswelle 26 liegenden Hohlwelle 46 befestigt, wobei Abtriebsring 41 und Hohlwelle 46 im Gehäuse 24 mittels einer Lagerung bezüglich der Antriebswelle 26 frei drehbar gelagert sind. An einem dem Abtriebsring 41 gegenüberliegenden Ende der Hohlwelle 46 ist eine elliptische Nockenscheibe 47 des Spannungswellengetriebes 23 drehfest befestigt.

Auf einer Mantelfläche 48 dieser elliptischen Nockenscheibe 47 wälzen entlang des Umfangs eine Vielzahl von Zylinderrollen 49, die von einem elastischen, dünnen Ring 51 umhüllt und von einem ebenfalls elastischen Käfig 52 beabstandet werden.

Dieser elastische Ring 51 stützt ein mit einer Innen- und Außenverzahnung 53, 54 versehenes Planetenrad 56 der Breite  $b_{56}$  in zwei gegenüberliegenden Bereichen in ca. der Hälfte der Breite  $b_{56}$  der Innenverzahnung 53 ab. Die Innen- und Außenverzahnung 53, 54 des Planetenrades 56 weist gleiche Zähnezahzahl  $z_{56}$ , z. B.  $z_{56} = 130$ , auf. In die verbleibende Hälfte der Breite der Innenverzahnung 53 greift ein außenverzahntes Stirnrad 57 mit einer Zähnezahzahl  $z_{57}$ , z. B.  $z_{57} = 128$ , ein. Dieses Stirnrad 57 ist starr mit der Antriebswelle 26 verbunden. Die Außenverzahnung 54 des Planetenrades 56 wälzt in einer Innenverzahnung 58 eines Sonnenrades 59 mit einer Zähnezahzahl  $z_{59}$ , z. B.  $z_{59} = 132$ , und einer Breite  $b_{59}$ , die der Breite  $b_{56}$  des Planetenrades entspricht. Dieses Sonnenrad 59 ist auf einer Abtriebswelle 61 befestigt, welche sich in dem Zapfen 19 der Zugwalze 4 fortsetzt und mit einer Abtriebsdrehzahl  $n_{61}$  dreht.

Die Wirkweise des erfindungsgemäßen Zugwalzenantriebes ist folgendermaßen:

Verändert die Tänzerwalze 8 zur Spannungsregelung der Bahn 3 ihre Stellung oder dehnt sich die Bahn 3 im Bereich zwischen den beiden Zugwalzen 4, 11 muß ein Drehzahlverhältnis der beiden Zugwalzen 4, 11 verändert werden. Dazu wird im vorliegenden Beispiel die Drehzahl der ersten Zugwalze 4 mittels des Feinsteinstellgetriebes 21 verändert:

Die Antriebsdrehzahl  $n_{26}$  wird mittels des auf der Antriebswelle 26 befestigten Kegelrades 18 der Antriebswelle 26 zugeführt, wodurch auch die beiden Antriebsringe 28, 29 mit der Antriebsdrehzahl  $n_{26}$  rotieren. Die Übertragungskugeln 43 stützen sich am Stellring 36 ab und übertragen durch ihre Wälzbewegung eine Drehbewegung an den Abtriebsring 41. Eine Dreh-

zahl  $n_{41}$  des Abtriebsringes 41 wird über die Lage der Übertragungskugeln 43 bezüglich der Wälzflächen 27, 31, 34, 42 der Antriebslaufringe 28, 29, 36, 41 bestimmt. Zur Veränderung der Drehzahl  $n_{41}$  des Abtriebsringes 41 wird mittels eines nicht dargestellten Stellantriebes, z. B. eines Elektromotors, der Stellnocken 37 tangential zum Stellring 36 verschoben und der Stellring 36 somit in Umfangsrichtung verdreht.

Die mit den Lagerbolzen 39 zusammenwirkenden keilförmigen Flächen 38 bewirken somit bei der Verdrehung des Stellrings 36 eine axiale Verschiebung des Stellrings 36. Dies bewirkt eine veränderte axiale Stellung des Antriebslaufringes 29, welche durch die Elastizität der Tellerfedern 32 ermöglicht wird.

Hierdurch ändert sich die Stellung der Übertragungskugeln 43. Dieses vorliegende Kugelinggetriebe 22 läßt eine stufenlose Veränderung des Übersetzungsverhältnisses von der Drehzahl  $n_{41}$  des Abtriebsringes 41 und damit der Hohlwelle 46 im Bereich von 0 bis  $0,4 \times n_{26}$  zu.

Die mit dem Abtriebsring 41 fest verbundene, elliptische Nockenscheibe 47 dreht sich somit mit einer Drehzahl  $n_{47}$ , die gleich der Drehzahl  $n_{41}$  ist. Mittels der auf der Nockenscheibe 47 abwälzenden Zylinderrollen 49 und dem elastischen Ring 51 wird diese Drehbewegung als radiale Bewegung an das Planetenrad 56 übertragen. Das Planetenrad 56 wird radial verformt und ändert dadurch partiell seinen Durchmesser.

Durch diese Verformung wird die Lage der Innen- und Außenverzahnung 53, 54 des Planetenrades 56 verändert, so daß die Außenverzahnung 54 an den höchsten Bereichen der elliptischen Nockenscheibe 47 voll mit der Innenverzahnung 58 des Sonnenrades 59 im Eingriff steht und die Innenverzahnung 53 des Planetenrades 56 nicht mit dem Stirnrad 57 zusammenwirkt. In den niedrigsten Bereichen der elliptischen Nockenscheibe 47 steht die Innenverzahnung 53 des Planetenrades 56 mit dem Stirnrad 57 im Eingriff und die Außenverzahnung 54 des Planetenrades 56 wirkt nicht mit der Innenverzahnung 53 des Sonnenrades 59 zusammen. Zwischen diesen Extrembereichen wirkt das Planetenrad 56 sowohl mit dem Sonnenrad 59 als auch mit dem Stirnrad 57 zusammen.

Durch die radiale Verformung des Planetenrades 56 mittels der Drehung der elliptischen Nockenscheibe 47 wandern die Eingriffsbereiche von Planetenrad 56, Stirnrad 57 und Sonnenrad 59. Hierdurch wird eine Relativedrehung zwischen Stirnrad 57 und Sonnenrad 59 in Abhängigkeit von der Relativedrehzahl der Nockenscheibe 47 zum Planetenrad 56 nach der Beziehung  $n_{61} = n_{41}/(i_{23} + 1) + (n_{26} \times i_{23})/(i_{23} + 1)$ , erreicht.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird das Planetengetriebe als Differentialgetriebe benutzt. Daher ergibt sich ein Drehzahlverhältnis von der Antriebsdrehzahl  $n_{26}$  der Abtriebswelle 26 zu der Abtriebsdrehzahl  $n_{41}$  des Abtriebsringes 41 und damit der Nockenscheibe 47.

In einem zweiten Ausführungsbeispiel besteht das Spannungswellengetriebe 23 im wesentlichen aus der

elliptischen Nockenscheibe 47 mit einem auf Zylinderrollen 49 gelagerten, elastischen Planetenrad 62, und zwei jeweils mit einer Innenverzahnung 63, 64 versehenen Sonnenrädern 66, 67. Das erste Sonnenrad 66 ist drehsteif mit der Antriebswelle 26 und das zweite Sonnenrad 67 ist ebenfalls drehsteif mit der Abtriebswelle 61 verbunden. Das elastische Planetenrad 62 weist eine Außenverzahnung 67 auf, die sowohl mit der Innenverzahnung 63 des Sonnenrades 66 als auch mit der Innenverzahnung 64 des Sonnenrades 67 zusammenwirkt.

Auch hier dreht sich die elliptische Nockenscheibe 47 mit der vom Kugelrollengetriebe 27 vorgegebenen Drehzahl  $n_{41}$ , womit sich die Stellung der hohen Bereiche der Nockenscheibe 47 ändern. Das Planetenrad 62 wird von dem Sonnenrad 66 in Umfangsrichtung bewegt und von der elliptischen Nockenscheibe 47 radial verformt. Dadurch wird eine Relativbewegung sowohl von Planetenrad 62 zu dem ersten Sonnenrad 66 als auch von beiden Sonnenrädern 66, 67 zueinander erzeugt. Somit wird das gewünschte Drehzahlverhältnis von der Antriebsdrehzahl  $n_{26}$  der Antriebswelle 61 zur Abtriebsdrehzahl  $n_{61}$  der Abtriebswelle 61 erreicht.

Durch die Kombination des Kugelringgetriebes 22 mit dem Spannungswellengetriebe 23 des Feinsteinstellgetriebes ergibt sich ein Regelbereich z. B. im vorliegenden, ersten Beispiel der Antriebsdrehzahl  $n_{61}$  der Abtriebswelle 61 von  $n_{61} = 0,97 \times n_{26}$  bis  $n_{61} = 0,98 \times n_{26}$  der Antriebsdrehzahl  $n_{26}$  der Antriebswelle 26.

#### Teileliste

|    |                         |
|----|-------------------------|
| 1  | Einzugswerk             |
| 2  | Rolle                   |
| 3  | Bahn                    |
| 4  | Zugwalze, erste         |
| 5  | -                       |
| 6  | Anpreßwalze             |
| 7  | Leitwalze, erste        |
| 8  | Tänzerwalze             |
| 9  | Leitwalze, zweite       |
| 10 | -                       |
| 11 | Zugwalze, zweite        |
| 12 | Anpreßwalze             |
| 13 | Kegelrad (11)           |
| 14 | Kegelrad (16)           |
| 15 | -                       |
| 16 | Längswelle              |
| 17 | Kegelrad (16)           |
| 18 | Kegelrad (4)            |
| 19 | Zapfen (4)              |
| 20 | -                       |
| 21 | Feinsteinstellgetriebe  |
| 22 | Kugelringgetriebe       |
| 23 | Spannungswellengetriebe |
| 24 | Gehäuse                 |
| 25 | -                       |
| 26 | Antriebswelle           |
| 27 | Wälzfläche (28)         |
| 28 | Antriebslaufring        |

|     |                           |
|-----|---------------------------|
| 29  | Antriebslaufring          |
| 30  | -                         |
| 31  | Wälzfläche, konkav (29)   |
| 32  | Tellerfedern              |
| 33  | Anschlag                  |
| 34  | Wälzfläche, plan (36)     |
| 35  | -                         |
| 36  | Stelling                  |
| 37  | Stellnocken               |
| 38  | Flächen, keilförmige (36) |
| 39  | Lagerbolzen               |
| 40  | -                         |
| 41  | Abtriebsring              |
| 42  | Wälzfläche, plan (41)     |
| 43  | Übertragungskugel         |
| 44  | Käfig                     |
| 45  | -                         |
| 46  | Hohlwelle                 |
| 47  | Nockenscheibe, elliptisch |
| 48  | Mantelfläche (47)         |
| 49  | Zylinderrollen            |
| 50  | -                         |
| 51  | Ring, elastisch           |
| 52  | Käfig, elastisch          |
| 53  | Innenverzahnung (56)      |
| 54  | Außenverzahnung (56)      |
| 55  | -                         |
| 56  | Planetenrad               |
| 57  | Stirnrad                  |
| 58  | Innenverzahnung           |
| 59  | Sonnenrad                 |
| 60  | -                         |
| 61  | Abtriebswelle             |
| 62  | Planetenrad, elastisch    |
| 63  | Innenverzahnung (66)      |
| 64  | Innenverzahnung (67)      |
| 65  | -                         |
| 66  | Sonnenrad, erstes         |
| 67  | Sonnenrad, zweites        |
| b56 | Breite                    |
| i23 | Übersetzungsverhältnis    |
| n26 | Antriebsdrehzahl          |
| n41 | Drehzahl                  |
| n47 | Drehzahl                  |
| n61 | Abtriebsdrehzahl          |
| z56 | Zähnezahl                 |
| z57 | Zähnezahl                 |
| z59 | Zähnezahl                 |

#### 50 Patentansprüche

1. Zugwalzenantrieb zum steuerbaren Transportieren einer Bahn (3) in einer Rotationsdruckmaschine, wobei zwischen einer Zugwalze (4) und einem Antrieb, z. B. einer Längswelle (16), ein als Differentialgetriebe ausgeführtes Feinsteinstellgetriebe (21) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß als Feinsteinstellgetriebe (21) ein Kugelringgetriebe

(22) mit einem koaxial nachgeschalteten Spannungswellengetriebe (23) vorgesehen ist.

2. Zugwalzenantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Kugelringgetriebe (22) zwei Antriebslaufringe (28; 29), ein Stellring (36), ein Abtriebsring (41) und mit diesen zusammenwirkende Übertragungskugeln (43) vorgesehen sind, daß die Antriebslaufringe (28; 29) mittels einer Antriebswelle (26) unmittelbar oder mittelbar mit dem Antrieb drehsteif verbunden sind, daß der Abtriebsring (41) mit dem Spannungswellengetriebe (23) verbunden ist. 5  
10
  
3. Zugwalzenantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Spannungswellengetriebe (23) im wesentlichen aus einer elliptischen Nockenscheibe (47), einem elastischen, außen- und innenverzahnten Planetenrad (56), einem Innenverzahnten Sonnenrad (59) und einem außenverzahnten Stirnrad (57) besteht, daß das Planetenrad (56) unmittelbar mit der Antriebswelle (26) verbunden ist, daß die elliptische Nockenscheibe (47) mit dem Abtriebsring (41) des Kugelringgetriebes (22) drehsteif verbunden ist, daß das Sonnenrad (59) mittels einer Abtriebswelle (61) unmittelbar oder mittelbar mit der Zugwalze (4) verbunden ist. 15  
20  
25
  
4. Zugwalzenantrieb nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebslaufringe (28; 29) des Kugelringgetriebes (22) und das elastische Stirnrad (57) des Spannungswellengetriebes (23) auf einer gemeinsamen Antriebswelle (26) drehsteif befestigt sind. 30  
35
  
5. Zugwalzenantrieb nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Spannungswellengetriebe (23) im wesentlichen aus einer elliptischen Nockenscheibe (47), einem elastischen, außenverzahnten Planetenrad (62) und zwei jeweils eine Innenverzahnung (63; 64) aufweisende Sonnenrädern (66; 67) besteht, daß das erste Sonnenrad (66) mit der Antriebswelle (26) drehsteif verbunden ist, daß das zweite Sonnenrad (66) mit der Abtriebswelle (61) drehsteif verbunden ist, daß die elliptische Nockenscheibe (47) mit dem Abtriebsring (41) des Kugelringgetriebes (22) drehsteif verbunden ist. 40  
45
  
6. Zugwalzenantrieb nach den Ansprüchen 1, 2 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebslaufringe (28; 29) des Kugelringgetriebes (22) und das erste Sonnenrad (66) des Spannungswellengetriebes (23) auf einer gemeinsamen Antriebswelle (26) drehsteif befestigt sind. 50  
55

FIG.1

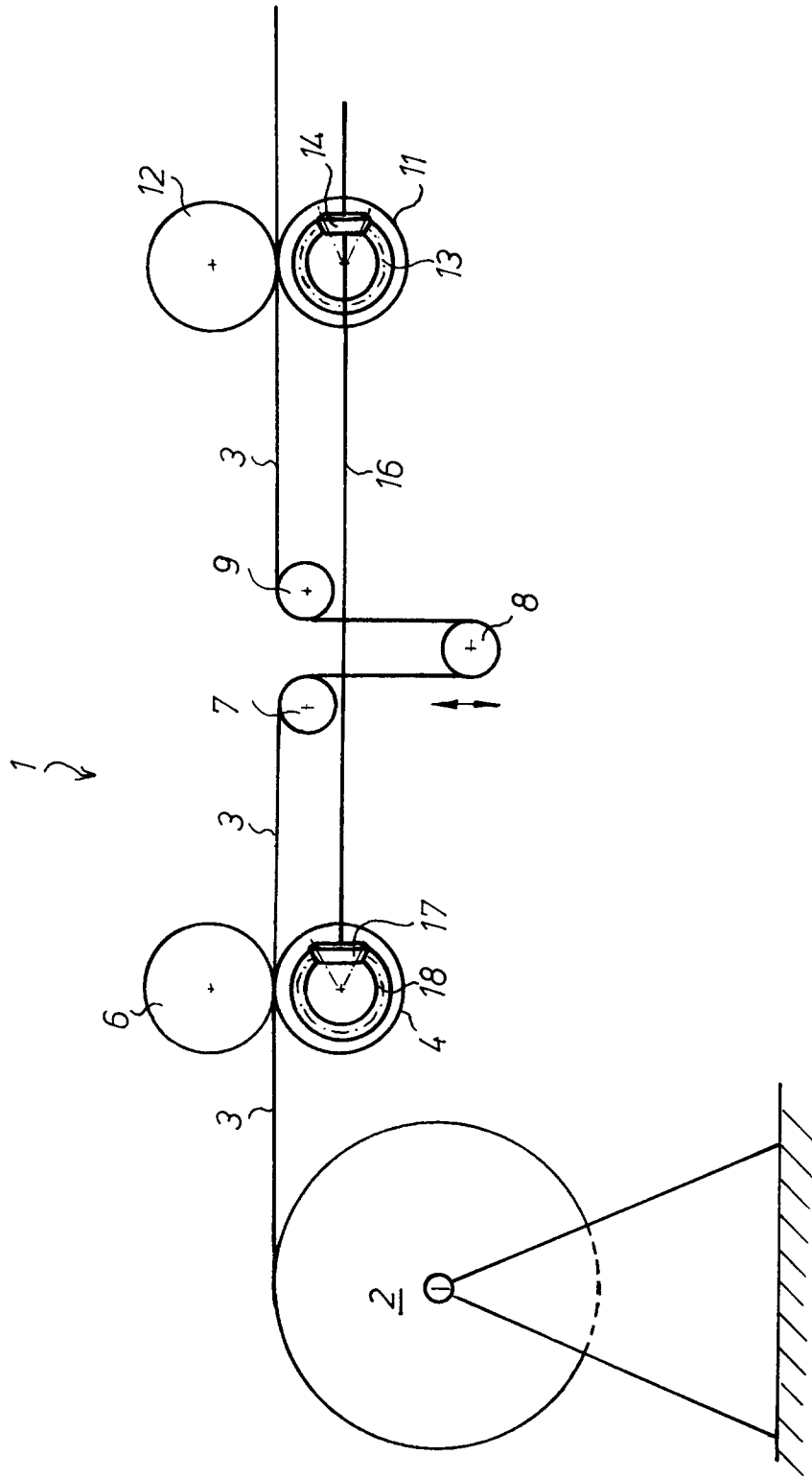


FIG. 2

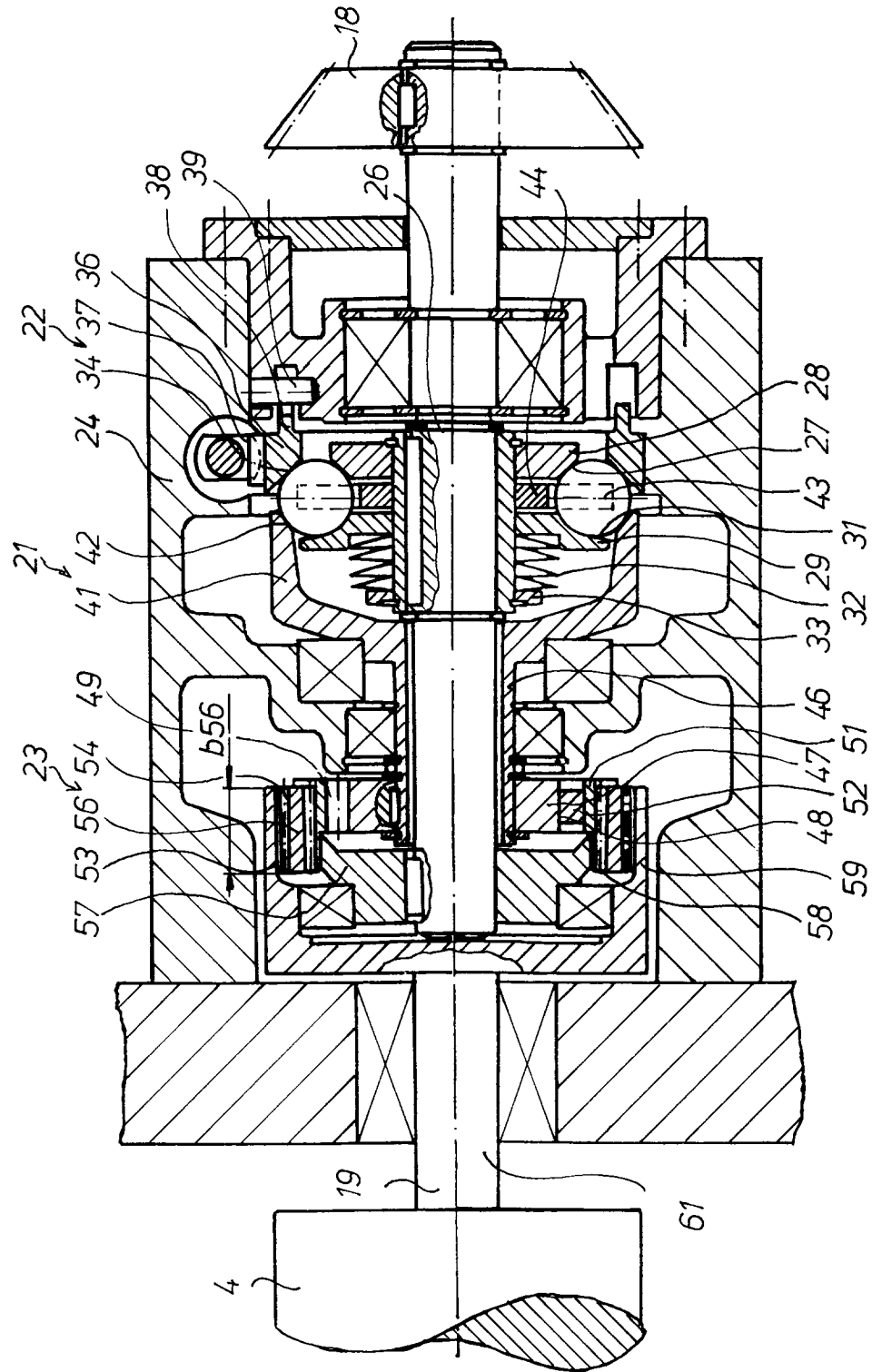


FIG. 3

