

(19)



(11)

EP 1 790 600 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

30.05.2007 Patentblatt 2007/22

(51) Int Cl.:

B65H 18/20 ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **06123332.6**(22) Anmeldetag: **02.11.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

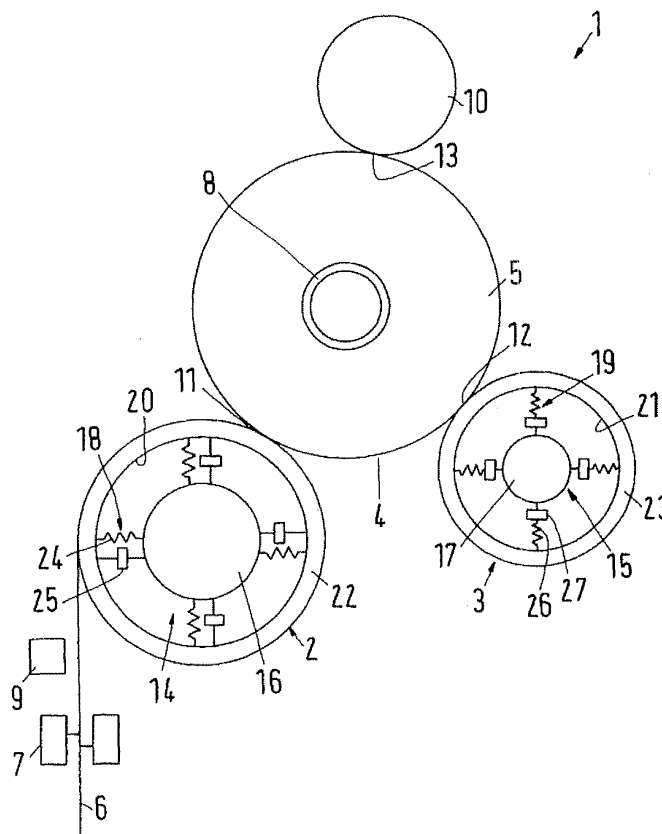
Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU(30) Priorität: **29.11.2005 DE 102005056748****20.05.2006 DE 102006023831**(71) Anmelder: **Voith Patent GmbH****89522 Heidenheim (DE)**(72) Erfinder: **van Haag, Rolf****47647 Kerken (DE)**(74) Vertreter: **Kunze, Klaus****Voith Patent GmbH
Sankt Poeltener Strasse 43
89522 Heidenheim (DE)**(54) **Rollenwickleinrichtung**

(57) Es wird eine Rollenwickleinrichtung (1) angegeben, die zwei Tragwalzen (2, 3) aufweist, die ein Wickelbett (4) bilden, in dem beim Wickeln eine Wickelrolle (5) angeordnet ist.

Man möchte Probleme beim Wickeln von Materialbahnen (6) mit hohem Haftreibwert vermeiden.

Hierzu ist es vorgesehen, daß mindestens eine Tragwalze (2, 3) einen Schwingungstilger (14, 15) aufweist.

Fig.1**EP 1 790 600 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rollenwickleinrichtung, die zwei Tragwalzen aufweist, die ein Wickelbett bilden, in dem beim Wickeln eine Wickelrolle angeordnet ist.

[0002] Um die Wickelrolle zu erzeugen, wird mindestens eine der beiden Tragwalzen angetrieben und versetzt dadurch die Wickelrolle in Rotation. Bei dieser Rotation zieht die Wickelrolle eine Materialbahn auf sich. Ihr Durchmesser steigt.

[0003] Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Papierbahn als Beispiel für eine Materialbahn beschrieben. Sie ist jedoch auch bei anderen Materialbahnen anwendbar, die auf ähnliche Weise gewickelt werden müssen.

[0004] Papierbahnen werden in großer Breite von derzeit über 10 m und quasi endlos produziert. Um für einen späteren Verwender, beispielsweise eine Druckerei, handhabbar zu sein, müssen sie auf eine geringere Breite im Bereich von 0,2 bis 4,8 m geschnitten und dann zu Wickelrollen mit einem Durchmesser im Bereich von 0,5 bis 2,5 m aufgewickelt werden. Das Aufwickeln erfolgt dabei mit Geschwindigkeiten in der Größenordnung von 2.000 bis 3.000 m/min. Das Wickeln einer Rolle dauert größenordnungsmäßig etwa 5 bis 15 Minuten, wobei in Abhängigkeit vom Durchmesser natürlich Überschreitungen oder Unterschreitungen dieser Zeiten möglich sind.

[0005] Man hat nun beobachtet, daß insbesondere beim Wickeln von Papierbahnen mit einem hohen Haftreibwert Schwierigkeiten auftreten. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Haftreibwert der Papierbahnlagen untereinander größer ist als 0,5, insbesondere den Wert 0,7 und mehr erreicht. Beim Wickeln solcher Papiere kommt es häufig zu starken Vibrationen, die sich wiederum negativ auf die Wickelrollen auswirken.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Probleme beim Wickeln von Materialbahnen mit hohem Haftreibwert zu vermindern.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einer Rollenwickleinrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß mindestens eine Tragwalze einen Schwingungstilger aufweist.

[0008] Man geht dabei von der Überlegung aus, daß sich bei Materialbahnen mit hohem Haftreibwert die einzelnen Bahnlagen in der Wickelrolle praktisch nicht gegeneinander verschieben können. Dies hat zur Folge, daß sich dynamisch bedingte Wickelhärteunterschiede am Umfang der Wickelrolle einstellen, die zu Radienveränderungen am Umfang der Wickelrolle führen, weil durch die fehlende Bahnlagenverschiebung diese Wickelhärteunterschiede nicht ausreichend egalisiert oder verwischt werden können. Mit anderen Worten verbleibt bei jeder dynamischen Verformung der Wickelrolle bzw. der dynamischen Belastung der Wickelrolle an den Tragwalzen ein kleiner Anteil als bleibende ortsfeste Verformung, welche dann beim Wiedereinlauf in eine Wickelkontakt-

zone wie eine Wegerregung wirkt. Dieser regenerative Effekt führt beim Zusammentreffen der ein oder anderen Harmonischen der Wickeldrehzahl mit bestimmten Eigenfrequenzen des Wickelsystems aus Tragwalzen und Wickelrolle zu einem Selbsterregungsprozeß. Man kann diesen Selbsterregungsprozeß stören, indem man bei mindestens einer Tragwalze einen Schwingungstilger vorsieht. Dieser Schwingungstilger kann zwar nicht das Entstehen von Schwingungen verhindern. Er wirkt sich aber positiv auf den Aufschwingvorgang aus, indem er den Schwingungen Energie entzieht. Man wird also nach wie vor eine gewisse Schwingungsneigung beobachten können. Allerdings ist die Auswirkung dieser Schwingung dann wesentlich geringer.

[0009] Hierbei ist bevorzugt, daß der Schwingungstilger eine Eigenfrequenz aufweist, die auf eine Frequenz in einem vorbestimmten Bereich unterhalb der zweithöchsten Kontakteigenfrequenz zum Ende des Wickelvorgangs zwischen der Tragwalze und der Wickelrolle abgestimmt ist. Der vorbestimmte Bereich hat eine Größenordnung von etwa 5 bis 10 % der Eigenfrequenz. Erstaunlicherweise bleibt die absolute Größe der Problemfrequenz (in einigen Fällen gibt es auch mehrere Problemfrequenzen) bei unterschiedlichen Wickeldurchmessern relativ konstant. Es ergeben sich auch praktisch keine Abhängigkeiten von der Produktionsgeschwindigkeit, d.h. der Geschwindigkeit, mit der die Materialbahn auf die Wickelrolle aufgewickelt wird. Die Eigenfrequenz des Schwingungstilgers wird dann auf die Frequenz eingestellt, die unterhalb der zweithöchsten Kontakteigenfrequenz zwischen Tragwalze und Wickelrolle liegt, bei der sich am Umfang der Wickelrolle ein ganzzahliges Wellenmuster ergeben würde. Wenn man diese Frequenz genau trifft, hat man das Optimum erreicht. Da sich der Umfang der Wickelrolle mit zunehmendem Durchmesser vergrößert, ist es allerdings praktisch nicht möglich, diese Bedingung durchgehend einzuhalten. Es reicht aber in den meisten Fällen aus, wenn man den Schwingungstilger so dimensioniert, daß er für einen bestimmten Durchmesser, der beispielsweise bei einem Durchmesser von 80 bis 100 % des Enddurchmessers liegt, diese Bedingung erfüllt. Für die übrigen Durchmesserbereiche ist der Schwingungstilger noch in ausreichendem Maße in der Lage, die entstehenden Schwingungen abzdämpfen. Da die Tilgerfrequenz unterhalb der zweithöchsten Kontakteigenfrequenz liegt, dämpft der Tilger zwar nicht optimal, bezogen auf eine einzelne Frequenz. Sie deckt aber den zu erwartenden Frequenzverlauf bei zunehmendem Durchmesser der Wickelrolle besser ab als eine Tilgerfrequenz, die oberhalb der zweithöchsten Kontakteigenfrequenz liegt.

[0010] Weiterhin ist hierbei bevorzugt, daß der Schwingungstilger eine Eigenfrequenz aufweist, die oberhalb der ersten freien Biegeeigenfrequenz der Tragwalze liegt. Die "freie Biegeeigenfrequenz" ist dabei per Definition die Eigenfrequenz der Tragwalze ohne den Einfluss einer aufliegenden Wickelmasse, beispielsweise der Wickelrolle. Der Schwingungstilger kann bevor-

zugt eine Eigenfrequenz aufweisen, die mehr als 10 %, vorzugsweise mehr als 15 % oberhalb der ersten freien Biegeeigenfrequenz der Tragwalze liegt.

[0011] Vorzugsweise weist die einlaufseitige Tragwalze den Schwingungstilger auf. Hier werden die meisten Schwingungen eingetragen. Eine Dämpfung der ersten Tragwalze führt also in vielen Fällen bereits dazu, daß die Rollenwickleinrichtung insgesamt in ausreichendem Maße gedämpft wird.

[0012] Alternativ dazu können auch beide Tragwalzen jeweils einen Schwingungstilger aufweisen. Dies ergibt eine verbesserte Schwingungsdämpfung. Jede Tragwalze kann dann auf die eigene Kontaktfrequenz mit der Wickelrolle abgestimmt werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Tragwalzen unterschiedliche Durchmesser aufweisen oder ihr Kontaktnip mit der Wickelrolle in unterschiedlichen Höhen, bezogen auf die Schwerkraft-richtung, angeordnet sind.

[0013] Vorzugsweise ist der Schwingungstilger als passiver Schwingungstilger mit einer Tilgermasse ausgebildet. In diesem Fall ist es nicht erforderlich, Hilfsenergien von außen zuzuführen. Der Schwingungstilger entzieht dem schwingungsfähigen System einfach dadurch Energie, daß die Tilgermasse gegen einen Dämpfer bewegt wird.

[0014] Hierbei ist bevorzugt, daß die Tilgermasse in der Tragwalze angeordnet ist. Die Walze weist hierzu ein Walzenrohr oder einen Walzenmantel auf, ist also hohl. In diesem Hohlraum kann man ohne größeren Zusatzaufwand die Tilgermasse unterbringen. Dies hat zwei Vorteile. Zum einen wird Bauraum außerhalb der Tragwalze eingespart, weil man einen ohnehin vorhandenen, aber bislang praktisch nicht genutzten Raum innerhalb der Walze verwendet. Zum anderen kann die Tilgermasse unmittelbar auf die Tragwalze wirken, muß also ihre Wirkung nicht auf dem Umweg über irgendwelche Lager oder ähnliches entfalten.

[0015] Vorzugsweise wirkt die Tilgermasse von innen auf einen Walzenmantel. Mit anderen Worten greift die Tilgermasse von innen am Walzenmantel an. Dies ist eine sehr unmittelbare Form der Schwingungsdämpfung. Wenn die Rollenwickleinrichtung in Schwingungen gerät, dann entstehen diese Schwingungen primär durch das Zusammenwirken von Wickelrolle und Walzenmantel. Wenn man dann die Schwingungen direkt am Walzenmantel abdämpft, dann verhindert man mit hoher Zuverlässigkeit, daß sich die Schwingungen weiter ausbreiten.

[0016] Bevorzugterweise entspricht die Tilgermasse mindestens 5 % der Masse der Tragwalze. Je größer die Tilgermasse ist, desto breiter ist der Frequenzbereich, in dem der Schwingungstilger wirksam ist. Man muß dementsprechend die Frequenz, die gedämpft werden soll, nicht genau treffen. Dies hat umgekehrt die positive Auswirkung, daß man im Grunde ein ganzes Frequenzband mit dem Schwingungstilger abdecken kann und zwar genau das Frequenzband, das sich ausbildet, wenn der Durchmesser der Wickelrolle von etwa 60 oder 70 % auf

100 % des Durchmessers ansteigt. Wie oben bereits ausgeführt, ist dieses Frequenzband aber ohnehin nicht allzu breit.

[0017] Auch ist von Vorteil, wenn die Tilgermasse höchstens 10 % der Masse der Tragwalze entspricht. Prinzipiell könnte man zwar davon ausgehen, daß die Dämpfungswirkung um so besser ist, je größer die Tilgermasse ist. Neben der Dämpfungswirkung sind beim Betrieb einer Rollenwickleinrichtung allerdings auch noch andere Randbedingungen zu berücksichtigen, beispielsweise die Antriebsleistung und die Bremsleistung. Mit einer Größe von etwa 10 % der Walzenmasse für die Tilgermasse ist ein annehmbarer Kompromiß zwischen der Dämpfungsleistung und der Antriebsleistung erreicht.

[0018] Vorzugsweise ist der Schwingungstilger in mehrere Einzelmodule aufgeteilt, die über die axiale Länge der Tragwalze verteilt sind. Dies bietet dann die Möglichkeit, daß der Schwingungstilger bzw. seine Einzelmodule auf Unsymmetrien, die in der Praxis auftreten können, besser reagieren können. Auch erfolgt die Dämpfung über die axiale Länge der Tragwalze gleichmäßiger als dann, wenn der Schwingungstilger an einer Position konzentriert ist.

[0019] Hierbei ist von Vorteil, wenn die Einzelmodule unterschiedliche Eigenfrequenzen aufweisen. Wenn man den Schwingungstilger auf unterschiedliche Einzelmodule aufteilt, ist es möglich, diese Einzelmodule auf eine leicht unterschiedliche Frequenz vom Rand zur Mitte der Tragwalze hin abzustimmen und natürlich auch von der Mitte wieder zum Rand. Dies kann insbesondere bei sehr breiten Maschinen nützlich sein, bei denen sich die Kontakteigenfrequenzen aufgrund von Antriebselementen, beispielsweise der angekoppelten Masse einer Kardanwelle, auf beiden Seiten der Maschine nicht exakt gleich ausbilden.

[0020] Auch ist von Vorteil, wenn der Schwingungstilger im Hinblick auf seine Eigenfrequenz einstellbar ist. Dies hat mehrere Vorteile. Zum einen kann man dann beispielsweise bei der Inbetriebnahme eine Feinabstimmung vornehmen, um die optimale Schwingungsdämpfung zu erreichen. Zum anderen kann man dann gleiche Schwingungstilger für unterschiedliche Anwendungszwecke verwenden, was die Ersatzteilbevorratung und die Wartung vereinfacht.

[0021] Hierbei ist bevorzugt, wenn der Schwingungstilger eine Tilgermassenlagerung aufweist, die eine Feder mit einer nicht linearen Kennlinie aufweist, wobei die Vorspannung der Feder veränderbar ist. Durch eine Veränderung der Vorspannung der Feder der Tilgermassenlagerung ergibt sich dann eine andere Federkonstante, die wiederum die Eigenfrequenz des Schwingungstilgers verändert.

[0022] In vielen Fällen wird es ausreichend sein, die Feinabstimmung des Schwingungstilgers im Stillstand der Maschine durchzuführen. In manchen Fällen ist es jedoch von Vorteil, wenn mindestens ein hilfskraftbetätigtes Einstellelement zum Verändern der Vorspannung

vorgesehen ist. Als Hilfskraft kann man pneumatische, hydraulische oder elektrische Energien verwenden. In diesem Fall ist die Verstellung sozusagen ferngesteuert möglich. Dies ist relativ komfortabel.

[0023] Vorzugsweise weist der Schwingungstilger mindestens ein Piezoelement auf, das mit einem elektrischen Schwingkreis verbunden ist. In vielen Fällen ist es dabei günstig, mehrere über den Umfang der Walze verteilte Piezoelemente zu verwenden, die jeweils mit einem eigenen Schwingkreis verbunden sind. Man kann auch mehrere Piezoelemente mit einem gemeinsamen Schwingkreis verbinden. Das Piezoelement erzeugt bei einer Walzenverformung, die bei einer Schwingung auftritt, eine elektrische Spannung. Diese elektrische Spannung wird an den elektrischen Schwingkreis weitergegeben. Wenn der elektrische Schwingkreis in seiner Resonanzfrequenz betrieben wird, die auf die Problemfrequenz der mechanischen Struktur abgestimmt ist, dann wirkt die elektrische Spannung auf das Piezoelement zurück. Bei einer entsprechenden Auslegung kann man erreichen, daß das Piezoelement annähernd in Gegenphase zur Schwingung angeregt wird. Durch die Rückkopplung der schwingenden elektrischen Ströme wird über die Ausdehnung der Piezoelemente eine dämpfende Ausdehnungskomponente in die Tragwalze eingeleitet, welche die gleichen dämpfenden Effekte wie rein mechanisch wirkende Tilgermodule bewirkt.

[0024] Hierbei ist bevorzugt, daß das Piezoelement als Folienmodul ausgebildet ist. Piezokeramische Folienmodule sind im Handel zu vertretbaren Kosten erhältlich. Sie lassen sich leicht handhaben und anschließen.

[0025] Hierbei ist bevorzugt, daß die Piezoelemente mit ihrer Wirkrichtung parallel zur Richtung der größten Dehnung der Tragwalze von innen am Walzenmantel befestigt sind. Die Piezoelemente wirken also unmittelbar auf den Walzenmantel. Jedes Piezoelement wird dann sowohl generatorisch als auch motorisch betrieben, in Abhängigkeit von der Position, wo es sich gerade befindet.

[0026] Der Schwingungstilger kann in einer bevorzugten Ausgestaltung auch als aktives System ausgebildet sein, das mehrere elektromechanische Aktuatoren, insbesondere Piezoelemente, aufweist, die mit einem elektrischen Regelkreis verbunden sind, der elektrische Energie von außen zuführt. Der elektrische Regelkreis weist außerdem noch einen Sensor auf, der die durch die Schwingung der Tragwalze bedingten Verformungen ermittelt. Dieser Sensor kann allerdings auch durch einen elektromechanischen Aktuator selbst gebildet sein. Ein aktives System hat den Vorteil, daß man sehr flexibel auf sich verändernde Problemfrequenzen reagieren kann.

[0027] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß der Schwingungstilger mindestens einen Walzeneinschub aufweist, der sich über Federn von innen am Walzenmantel abstützt, wobei ein Spalt zwischen Walzeneinschub und Walzenmantel mit einer zähflüssigen Flüssigkeit gefüllt ist. Mit Hilfe der zähflüssigen Flüssigkeit lassen sich die Dämpfungseigenschaften ein-

stellen. Die Federn bestimmen hingegen die Resonanzfrequenz.

[0028] In einer alternativen Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß der Schwingungstilger mindestens einen Walzeneinschub aufweist, der sich über Gummifeder-Pakete am Walzenmantel abstützt. Eine Gummifeder vereint in einem Bauelement eine Federfunktion und eine Dämpfungsfunktion. Durch die Wahl des Materials der Gummifeder-Pakete lassen sich also in gewissen Grenzen die gewünschten Eigenfrequenzen und die gewünschten Dämpfungseigenschaften realisieren.

[0029] In einer dritten Alternative kann vorgesehen sein, daß der Schwingungstilger mindestens einen Walzeneinschub aufweist, der sich über ein Federpaket am Walzenmantel abstützt, wobei eine hydraulische Kolben-Zylinder-Anordnung in Reihe mit oder parallel zu dem Federpaket angeordnet ist. Auch hier ist die Feder wieder für die Eigenfrequenz verantwortlich, während die Kolben-Zylinder-Anordnung die Dämpfung bewirkt. Hierbei ist es ausreichend, wenn die Kolben-Zylinder-Anordnung eine Flüssigkeit von einer Kammer in eine andere verdrängt und in dem Verbindungsweg zwischen den beiden Kammern eine Drossel oder eine ähnliche Engstelle vorgesehen ist, um der Schwingung Energie zu entziehen.

[0030] Schließlich kann vorgesehen sein, daß mindestens ein walzenförmiger Einschubkörper im Walzenmantel angeordnet ist, der in eine Zwischenschicht aus viskoelastischem Material eingeschrumpft ist. Dabei kann es sich beispielsweise um einen Gummi- oder Kunststoffbelag handeln. Damit ergibt sich sozusagen eine ringförmige Abstützung des Walzenkörpers im Walzenmantel, der zu einer allseitigen Dämpfung führt.

[0031] Die Erfindung wird im folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 eine Rollenwickleinrichtung in schematischer Darstellung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Rollenwickleinrichtung zur Erläuterung von Schwingungsausbildungen,

Fig. 3 eine erste Ausgestaltung einer Tragwalze im schematischen Längsschnitt,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Feder-Dämpfungs-Elements,

Fig. 5 eine abgewandelte Ausführungsform einer Tragwalze im Längsschnitt,

Fig. 6 eine dritte Ausgestaltung einer Tragwalze im Längs- und im Querschnitt und

Fig. 7 eine vierte Ausgestaltung einer Tragwalze.

[0032] Eine Rollenwickleinrichtung 1 weist zwei Trag-

walzen 2, 3 auf, die ein Wickelbett 4 bilden, in dem beim Wickeln eine Wickelrolle 5 ruht. Auf die Wickelrolle wird eine Materialbahn, im vorliegenden Fall eine Papierbahn 6, aufgewickelt. Die Papierbahn 6, die im Ausgangszustand eine Breite von bis zu 10 m oder sogar darüber hinaus haben kann, durchläuft vor dem Auftreffen auf die zulaufseitige Tragwalze 2 eine Längsschneideeinrichtung 7, mit deren Hilfe sie in ihre Teilbahnen geschnitten wird, die eine Breite im Bereich von 0,2 bis 4,8 m aufweisen.

[0033] Zu Beginn eines Wickelvorganges wird die Papierbahn 6 zunächst an einer Wickelhülse 8 befestigt, beispielsweise durch Kleben. Am Ende eines Wickelvorganges wird das Ende der Papierbahn 6 am Umfang der Wickelrolle 5 befestigt, beispielsweise ebenfalls durch Kleben. Um den Anfang und das Ende der Papierbahn 6 zu erzeugen, ist eine nur schematisch dargestellte Querschneideeinrichtung 9 vorgesehen.

[0034] Man kann nun beobachten, daß es insbesondere beim Wickeln von Papierbahnen 6 (und auch anderen Materialbahnen), die einen hohen Haftreibbeiwert haben, zu Problemen kommt. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Haftreibwert der Papierlagen untereinander größer ist als 0,5, insbesondere den Wert 0,7 und mehr erreicht. Beim Wickeln solcher Papiere kommt es häufig zu starken Schwingbewegungen der Wickelrolle 5 und der Tragwalzen 2, 3. Derartige Schwingbewegungen sind aus mehreren Gründen unerwünscht. Zum einen besteht die Gefahr, daß die Wickelrolle 5 aus dem Wickelbett 4 ausgeworfen wird. Zum anderen kommt es zu Unrundheiten in der Wickelrolle 5, die sich wiederum störend auf die Weiterverarbeitung auswirken.

[0035] Einen Teil der Probleme kann man dadurch vermindern, daß man eine Belastungswalze 10 vorsieht, die die Wickelrolle 5 in das Wickelbett 4 drückt. Die Belastungswalze 10 kann auch zu Beginn eines Wickelvorganges einen ausreichenden Anpreßdruck erzeugen, um die Wickelhärte im radialen Inneren der Wickelrolle zu steigern. Dennoch treten unerwünschte Schwingungen auf.

[0036] Dieses Verhalten ist möglicherweise durch einen Selbsterregungseffekt auf der Wickelrolle 5 zu erklären. Bedingt durch einen hohen Haftreibwert der Papierlagen untereinander werden die üblichen Lagenverschiebungen beim Aufwickeln der Papierbahn 6 weitgehend unterdrückt. Dies hat zur Folge, daß sich dynamisch bedingte Wickelhärteunterschiede am Umfang des Wickels einstellen, welche zu Radienveränderungen am Umfang des Wickels führen, weil durch die fehlenden Papierlagenverschiebungen diese Wickelhärteunterschiede nicht ausreichend egalisiert oder verwischt werden. Anders ausgedrückt: Aus jeder dynamischen Wickelverformung bzw. dynamischen Wickelbelastung an den Tragwalzen 2, 3 verbleibt ein kleiner Anteil als bleibende ortsfeste Verformung, die dann beim Wiedereinlauf in eine Wickelkontaktzone 11-13 wie eine Wegerregung wirkt. Dieser regenerative Effekt führt beim Zusammentreffen einiger Harmonischen der Wickeldrehzahl

mit bestimmten Eigenfrequenzen des Wickelsystems (Tragwalzen 2, 3 und Wickelrolle 5) zu einem Selbsterregungsprozeß. Meist handelt es sich dabei um die Eigenfrequenzen, bei denen die Wickelrolle selbst eine große dynamische Verformung erfährt, die im Grunde mit einem Federweg gleichzusetzen ist. Dies ist insbesondere bei den sogenannten Kontakteigenfrequenzen der Fall, bei denen die Tragwalzen 2, 3 und die Wickelrolle 5 in einer gegenphasigen Bewegung zueinander schwingen.

[0037] Fig. 2 zeigt nun in einer stark vereinfachten Darstellung die Rollenwickleinrichtung 1, bei der alle bewegten Massen, also die beiden Tragwalzen 2, 3, die Wickelrolle 5 und die Belastungswalze 10, jeweils einen Freiheitsgrad der Bewegung in X-Richtung (horizontale Richtung) und einen in Y-Richtung (vertikale Richtung) haben. Für ein derartiges Berechnungsmodell sind die beiden Tragwalzen 2, 3, die Wickelrolle 5 und die Belastungswalze 10 als über Federn und Dämpfer (Dämpfer sind in Fig. 2 der Einfachheit halber nicht dargestellt) verbundene Massepunkte abgebildet. Die einzelnen Federsteifigkeiten sind so abgestimmt, daß jede Masse für sich die Eigenfrequenz des zugehörigen Bauteils im nicht gekoppelten Zustand möglichst exakt abbildet.

[0038] In einem derartigen System lassen sich nun die Eigenfrequenzen berechnen und zwar auch für unterschiedliche Durchmesser der Wickelrolle 5. Dabei zeigt sich, daß die meisten Eigenfrequenzen der Rollenwickleinrichtung 1 mit zunehmendem Durchmesser der Wickelrolle 5 sinken. Dies war im Grunde zu erwarten. Für die zweithöchste Kontakteigenfrequenz ergibt sich jedoch ein Verlauf, der sich mit dem Durchmesser der Wickelrolle 5 nur unbedeutend ändert.

[0039] Wenn man nun den Verlauf der Wickeldrehzahl und deren Harmonische in das gleiche Diagramm wie die Eigenfrequenzen einträgt, also bezogen jeweils auf den Durchmesser der Wickelrolle 5, dann erkennt man, daß es in Abhängigkeit von der Wickelgeschwindigkeit zu unterschiedlichen Schnittpunkten der Harmonischen mit den Eigenfrequenzen kommt. Für die Bildung der Wickelwelligkeiten sind jedoch immer die Kontakteigenfrequenzen verantwortlich. An den Schnittpunkten besteht die Gefahr, daß sich das System aus Tragwalzen 2, 3, Wickelrolle 5 und Belastungswalze 10 aufschauelt.

[0040] Es läßt sich nun beobachten, daß auch bei unterschiedlichen Wickelgeschwindigkeiten oder Produktionsgeschwindigkeiten die Problemfrequenz immer im gleichen Frequenzbereich liegt, der in der Größenordnung der zweiten Kontakteigenfrequenz liegt.

[0041] Um ein Aufschwingen der Rollenwickleinrichtung 1 zu vermeiden, weisen daher die beiden Tragwalzen 2, 3 jeweils einen Schwingungstilger 14, 15 auf.

[0042] Jeder Schwingungstilger weist eine Tilgermasse 16, 17 auf, die über eine Feder-Dämpfer-Anordnung 18, 19 an der Innenwand 20, 21 des Walzenmantels 22, 23 der beiden Tragwalzen 2, 3 befestigt ist. Für die Ausbildung der Feder-Dämpfer-Anordnung gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten. Man kann beispielsweise eine Feder

24 parallel zu einem Dämpfer 25 anordnen. Man kann auch eine Feder 26 in Reihe mit einem Dämpfer 27 anordnen.

[0043] Unabhängig von der konkreten Ausbildung der Feder-Dämpfer-Anordnung 18, 19 kann man durch eine geeignete Dimensionierung der verwendeten Elemente dafür sorgen, daß die Schwingungstilger 14, 15 eine Eigenfrequenz aufweisen, die auf eine Frequenz direkt unterhalb der zweithöchsten Kontakteigenfrequenz abgestimmt ist. Gegebenenfalls bezieht sich diese zweithöchste Kontakteigenfrequenz dann auf einen vorbestimmten Wickeldurchmesser, der beispielsweise im Bereich von 80 bis 100 % des Enddurchmessers der Wickelrolle 5 liegt. Damit ergeben sich zwar gewisse Ungenauigkeiten bei kleineren Durchmessern. Dies ist jedoch unkritisch, weil die Schwingungstilger 14, 15 auch in benachbarten Frequenzen noch eine ausreichende Dämpfungswirkung entfalten.

[0044] Weiterhin kann man unabhängig von der konkreten Ausbildung der Feder-Dämpfer-Anordnung 18, 19 durch eine geeignete Dimensionierung der verwendeten Elemente auch dafür sorgen, daß der Schwingungstilger eine Eigenfrequenz aufweist, die oberhalb der ersten freien Biegeeigenfrequenz der Tragwalze liegt. Die "freie Biegeeigenfrequenz" ist dabei per Definition die Eigenfrequenz der Tragwalze ohne den Einfluss einer aufliegenden Wickelmasse, beispielsweise der Wickelrolle. Der Schwingungstilger kann bevorzugt eine Eigenfrequenz aufweisen, die mehr als 10 %, vorzugsweise mehr als 15 % oberhalb der ersten freien Biegeeigenfrequenz der Tragwalze liegt. Der Schwingungstilger kann also eine Eigenfrequenz aufweisen, die vorzugsweise zwischen der zweithöchsten und höchsten Kontakteigenfrequenz liegt.

[0045] Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Tilgermassen 16, 17 einen nennenswerten Anteil an der Masse der Tragwalzen 2, 3 haben und stark gedämpft werden. In der Regel reichen 5 bis 10 % der Tragwalzenmasse als Tilgermasse 16, 17 aus, um die Welligkeitsbildung an der Wickelrolle 2 stark zu reduzieren.

[0046] Fig. 3 zeigt nun ein Beispiel, wie man eine Tragwalze 2 mit einem Schwingungstilger ausbilden kann. Die Tragwalze 2 weist einen Walzenmantel 22 auf, in dem eine Tilgermasse 16 als Walzeneinschub angeordnet ist. Die Tilgermasse 16 ist über Federn 24 mit der Innenseite des Walzenmantels 22 verbunden. In einem Spalt 28 zwischen der Tilgermasse 16 und dem Walzenmantel 22 ist ein zähflüssiges Öl angeordnet, dessen Viskosität die Dämpfungseigenschaften beeinflusst. Durch Wahl einer geeigneten Viskosität lassen sich also auch die Dämpfungseigenschaften verändern. Die Federn 24 können beispielsweise als Tellerfedern ausgebildet sein.

[0047] Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt aus der Tragwalze 3, bei dem erkennbar ist, daß die Tilgermasse 17 über die Feder-Dämpfer-Anordnung 19 mit dem Walzenmantel 23 verbunden ist. Die Feder-Dämpfer-Anordnung 19 weist eine Feder 26 auf, die als Federpaket aus Tellerfedern ausgebildet ist. Die Feder liegt in Reihe mit einem

Dämpfer 27, der einen Kolben 29 aufweist, der in einem Zylinder 30 hin und her bewegbar ist. Der Kolben 29 weist eine Drosselbohrung 31 auf, durch die bei der Bewegung des Kolbens 29 Flüssigkeit strömen muß. Alternativ dazu kann auch vorgesehen sein, daß zwischen dem Außenumfang des Kolbens 29 und dem Innenumfang des Zylinders 30 ein Ringspalt 32 vorgesehen ist, der im Grunde die gleiche Aufgabe wie die Drosselbohrung 31 erfüllt.

[0048] In Fig. 5 ist eine abgewandelte Ausgestaltung der Tragwalze 2 dargestellt, bei der die Tilgermasse 16 mit dem Walzenmantel 22 über eine viskoelastische Zwischenschicht 33, beispielsweise aus einem Gummimaterial oder einem Kunststoff, verbunden ist. Die Zwischenschicht 33 erfüllt dann sowohl die Aufgabe der Feder 24 als auch die Aufgabe des Dämpfers 25.

[0049] In Fig. 6 ist eine abgewandelte Ausgestaltung der Tragwalze 2 dargestellt, bei der die Tilgermasse über mehrere Gummifeder-Pakete 34 mit dem Walzenmantel 22 verbunden ist. Die einzelnen Gummifeder-Pakete 34 haben sowohl in axialer Richtung einen Abstand zueinander als auch in Umfangsrichtung, wie aus den Fig. 6a und 6b hervorgeht.

[0050] Eine derartige Ausgestaltung hat darüber hinaus den Vorteil, daß man den Schwingungstilger sozusagen in mehrere Einzelmodule 14a, 14b, ..., 14n aufteilen kann, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel noch die Tilgermasse 16 gemeinsam haben. Man kann allerdings die Eigenfrequenzen der einzelnen Tilgermodule 14a-14n in Axialrichtung der Tragwalze 2 unterschiedlich gestalten. Dies bietet dann die Möglichkeit, daß die Schwingungstilger auf Unsymmetrien, die in der Praxis auftreten können, reagieren können. Beispielsweise kann man bei sehr breiten Maschinen berücksichtigen, daß sich die Kontakteigenfrequenzen aufgrund von Antriebselementen, beispielsweise der angekoppelten Masse einer Kardanwelle, auf beiden Seiten der Rollenswickleinrichtung 1 nicht exakt gleich ausbilden.

[0051] Eine ähnliche Ausgestaltung ist in Fig. 7 gezeigt. In Fig. 7 ist eine Tragwalze 2 im schematischen Längsschnitt vorgesehen, bei der mehrere Tilgermassen 16a-16c in den Walzenmantel 22 eingeschrumpft sind und zwar unter Einschluß einer Zwischenschicht 33a-33c, wobei zwischen der Zwischenschicht 33a-33c und dem Walzenmantel 22 piezokeramische Folienmodule 35a-35c angeordnet sind. Diese piezokeramischen Folienmodule erstrecken sich nicht über den gesamten Umfang. Man kann vielmehr über den Innenumfang des Walzenmantels 22 verteilt vier oder mehr derartiger Folienmodule 35a-35c vorsehen.

Im Zusammenhang mit einem nicht näher dargestellten, aber innerhalb der Tragwalze 2 angeordneten passiven elektrischen Netzwerk läßt sich mit den piezokeramischen Folienmodulen ein passiver elektromechanisch wirkender Schwingungstilger realisieren. Hierzu werden die piezokeramischen Folienmodule 35a-35c in ihre Wirkrichtung so an den Innenumfang des Walzenmantels 22 angeklebt, daß ihre Wirkrichtung der Richtung der größten Dehnung der Walze entspricht. Die bei einer

Schwingung auftretenden axialen Walzendehnungen erzeugen in den Folienmodulen 35a-35c eine elektrische Spannung. Die an den Folienmodulen 35a-35c angeschlossenen elektrischen Schwingkreise werden in ihrer Resonanzfrequenz auf die Problemfrequenz der mechanischen Struktur hin abgestimmt. Schwingt die mechanische Struktur in diese Frequenz, so wird durch die elektromechanische Kopplung auch das elektrische Netzwerk in seiner Resonanz betrieben. Durch die Rückkopplung der schwingenden elektrischen Ströme wird über die Dehnung der piezokeramischen Folienmodule 35a-35c eine dämpfende Dehnungskomponente in den Walzenmantel 22 eingeleitet, welche die gleichen dämpfenden Effekte wie die rein mechanisch wirkenden Tilgermodule bewirkt.

[0052] In ähnlicher Weise kann man durch die Verwendung von piezokeramischen Folienmodulen 35a-35c ein aktives Dämpfungssystem realisieren. Hierzu ist dann allerdings ein Regelkreis notwendig, mit dem die Folienmodule 35a-35c spannungsmäßig angesteuert werden. Zur Regelung dieser Spannung kann die erfaßte Schwingbewegung nach Amplitude und Phasenlage der jeweiligen Tragwalze 2, 3 erfaßt werden. Ein aktives System hat natürlich den Vorteil, daß man sehr flexibel auf sich verändernde Problemfrequenzen reagieren kann. Es ist allerdings mit einem erhöhten Kostenaufwand verbunden, weil man beispielsweise in die drehende Tragwalze eine elektrische Energie zuführen muß.

[0053] In nicht näher dargestellter Weise kann man vorsehen, daß die Schwingungstilger 14, 15 bzw. die Tilgermodule 14a-14n in einem begrenzten Frequenzbereich einstellbar sind. Dies kann man beispielsweise dadurch realisieren, daß man eine Vorspannung einer nicht linear wirkenden Feder der Tilgermassenlagerung verändert.

[0054] In den meisten Fällen ist es ausreichend, diese Feinabstimmung im Stillstand der Rollenwickleinrichtung 1 durchzuführen. Eine Fernverstellung der Eigenfrequenzen der Schwingungstilger 14, 15 über Stellelemente, die beispielsweise pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch ausgeführt sein können, ist denkbar und auch komfortabel.

Patentansprüche

1. Rollenwickleinrichtung, die zwei Tragwalzen aufweist, die ein Wickelbett bilden, in dem beim Wickeln eine Wickelrolle angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens eine Tragwalze (2, 3) einen Schwingungstilger (14, 15) aufweist.
2. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14, 15) eine Eigenfrequenz aufweist, die auf eine Frequenz in einem vorbestimmten Bereich unterhalb der zweithöchsten

Kontakteigenfrequenz zum Ende des Wickelvorgangs zwischen der Tragwalze (2, 3) und der Wickelrolle (5) abgestimmt ist.

3. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14, 15) eine Eigenfrequenz aufweist, die oberhalb der ersten freien Biegeeigenfrequenz der Tragwalze (2, 3) liegt.
4. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14, 15) eine Eigenfrequenz aufweist, die mehr als 10 %, vorzugsweise mehr als 15 % oberhalb der ersten freien Biegeeigenfrequenz der Tragwalze (2, 3) liegt.
5. Rollenwickleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die einlaufseitige Tragwalze (2) den Schwingungstilger (14) aufweist.
6. Rollenwickleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß beide Tragwalzen (2, 3) jeweils einen Schwingungstilger (14, 15) aufweisen.
7. Rollenwickleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14, 15) als passiver Schwingungstilger mit einer Tilgermasse (16, 17) ausgebildet ist.
8. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Tilgermasse (16, 17) in der Tragwalze (2, 3) angeordnet ist.
9. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Tilgermasse (16, 17) von innen auf einen Walzenmantel (22, 23) wirkt.
10. Rollenwickleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Tilgermasse (16, 17) mindestens 5 % der Masse der Tragwalze (2, 3) entspricht.
11. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Tilgermasse (16, 17) höchstens 10 % der Masse der Tragwalze (2, 3) entspricht.
12. Rollenwickleinrichtung nach einem der vorherge-

- henden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14, 15) in mehrere Einzelmodule (14a-14n) aufgeteilt ist, die über die axiale Länge der Tragwalze (2, 3) verteilt sind. 5
13. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einzelmodule (14a-14n) unterschiedliche Eigenfrequenzen aufweisen. 10
14. Rollenwickleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14, 15) im Hinblick auf seine Eigenfrequenz einstellbar ist. 15
15. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14, 15) eine Tilgungsmassenlagerung aufweist, die eine Feder mit einer nicht linearen Kennlinie aufweist, wobei die Vorspannung der Feder veränderbar ist. 20
16. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein hilfskraftbetätigtes Einstellelement zum Verändern der Vorspannung vorgesehen ist. 25
17. Rollenwickleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14) mindestens ein Piezoelement (35a-35c) aufweist, das mit einem elektrischen Schwingkreis verbunden ist. 30
18. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Piezoelement (35a-35c) als Folienmodul ausgebildet ist. 35
19. Rollenwickleinrichtung nach Anspruch 17 oder 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Piezoelemente (35a-35c) mit ihrer Wirkrichtung parallel zur Richtung der größten Dehnung der Tragwalze (2, 3) von innen am Walzenmantel (22, 23) befestigt sind. 40
20. Rollenwickleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14, 15) als aktives System ausgebildet ist, das mehrere elektromechanische Aktuatoren, insbesondere Piezoelemente (35a-35c), aufweist, die mit einem elektrischen Regelkreis verbunden sind, der elektrische Energie von außen zuführt. 45
21. Rollenwickleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14) mindestens einen Walzeneinschub aufweist, der sich über Federn (24) von innen am Walzenmantel (22) abstützt, wobei ein Spalt (28) zwischen Walzeneinschub und Walzenmantel (22) mit einer zähflüssigen Flüssigkeit gefüllt ist. 50
22. Rollenwickleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger (14) mindestens einen Walzeneinschub aufweist, der sich über Gummifeder-Pakete (34) am Walzenmantel (22) abstützt. 55
23. Rollenwickleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schwingungstilger mindestens einen Walzeneinschub aufweist, der sich über ein Federpaket (26) am Walzenmantel (22) abstützt, wobei eine hydraulische Kolben-Zylinder-Anordnung (27) in Reihe mit oder parallel zu dem Federpaket (26) angeordnet ist.
24. Rollenwickleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein walzenförmiger Einschubkörper im Walzenmantel (22) angeordnet ist, der in eine Zwischenschicht (33) aus viskoelastischem Material eingeschrumpft ist.

Fig.1

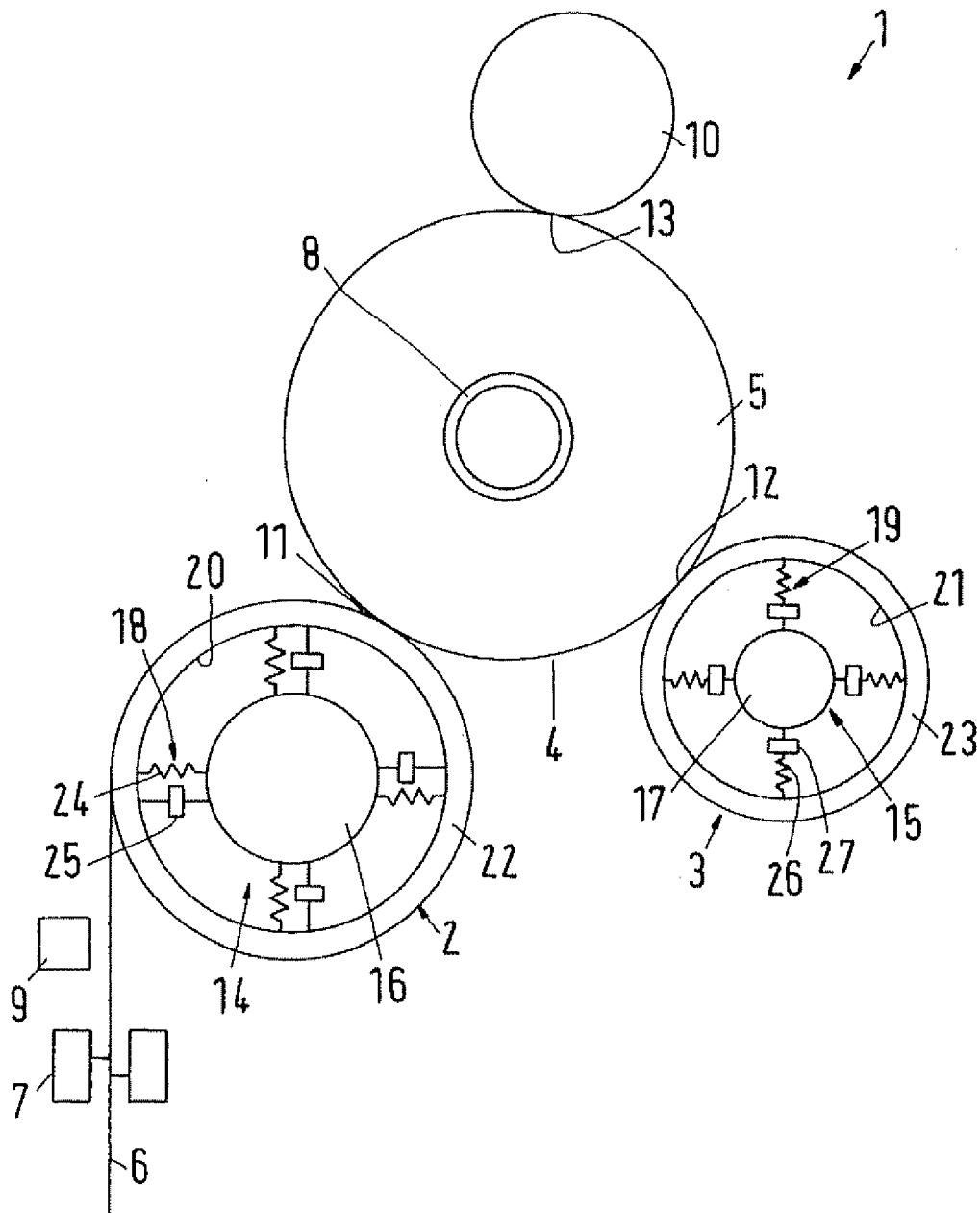


Fig.2

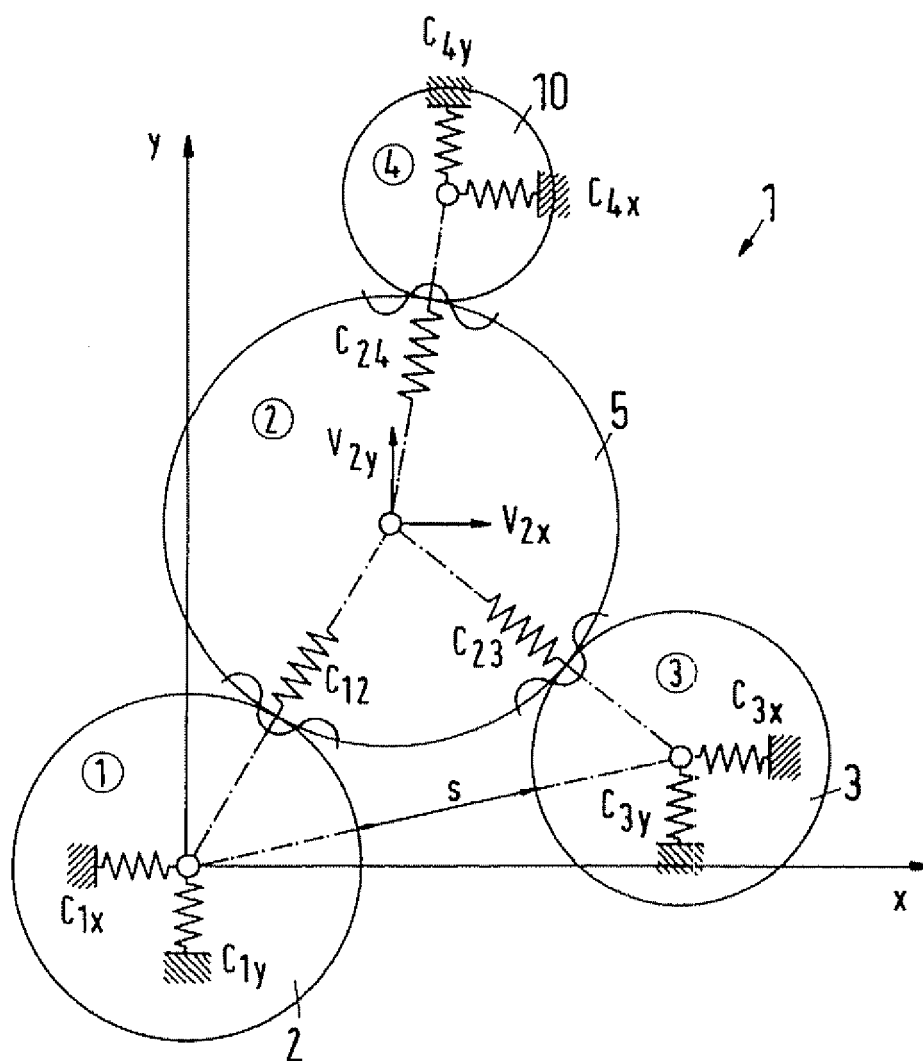


Fig.3

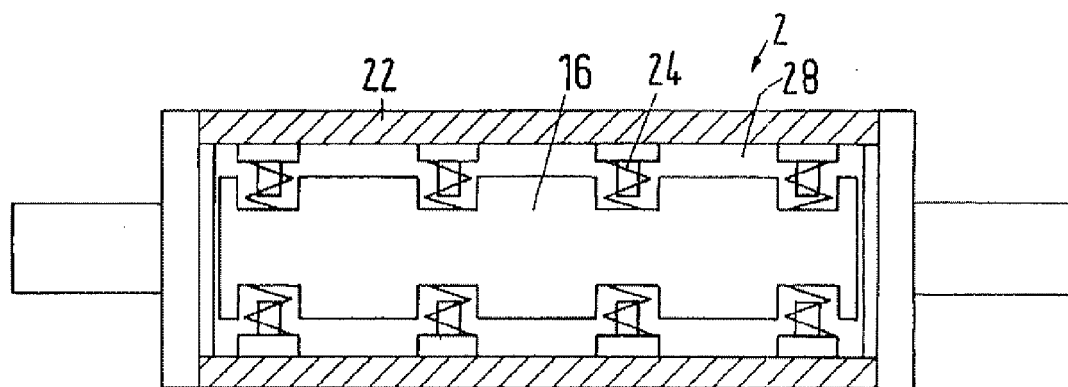


Fig.4

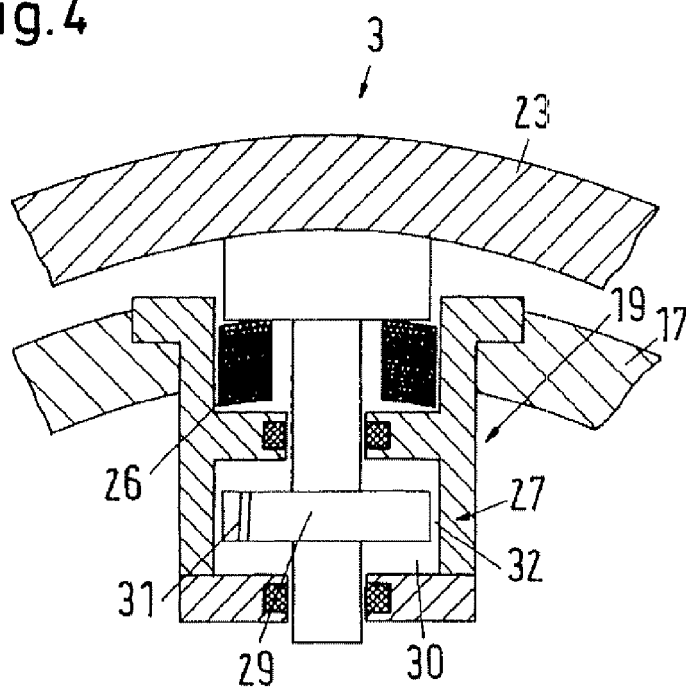


Fig.5

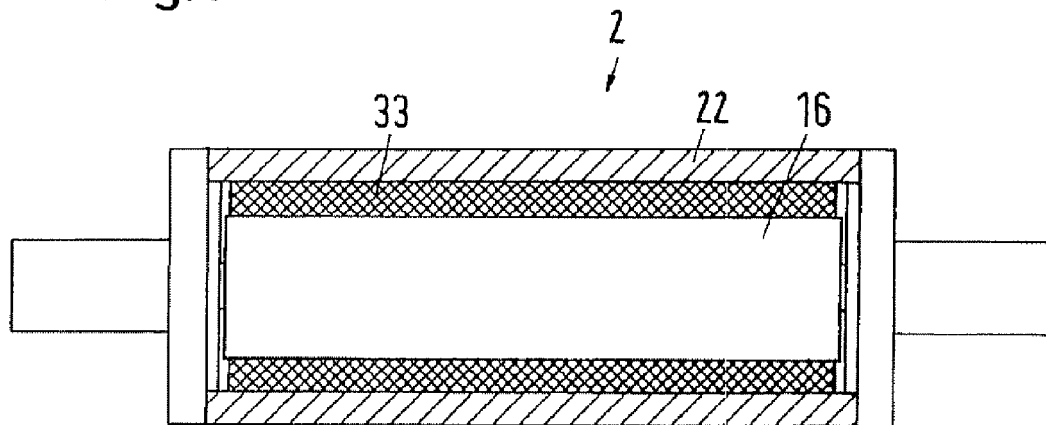


Fig.6a

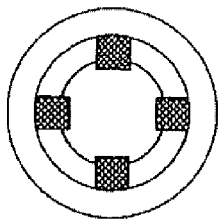


Fig.6b

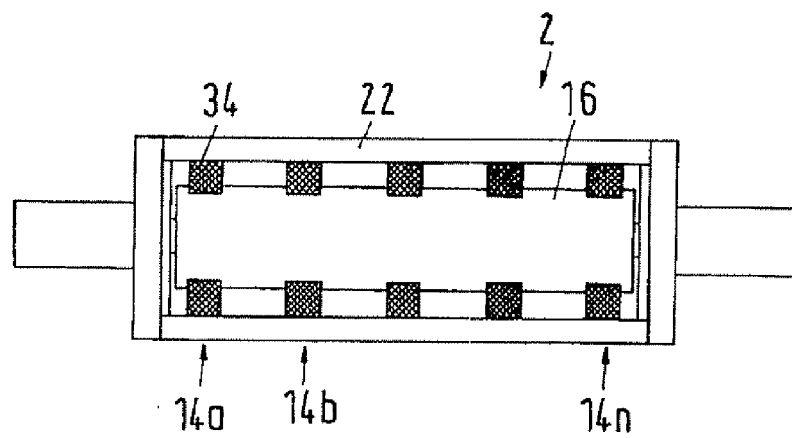


Fig.7

