

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 343/2006

(51) Int. Cl.⁸: **F16C 21/00** (2006.01)

(22) Anmeldetag: 2006-03-01

F16C 33/10 (2006.01)

F16C 13/00 (2006.01)

(43) Veröffentlicht am: 2007-07-15

(56) Entgegenhaltungen:

DE 1973747U DE 19858665A1

US 3012827A DE 4133005A1

(73) Patentanmelder:

UNIVERSITÄT LINZ

A-4040 LINZ (AT)

(72) Erfinder:

GSTÖTTENBAUER NORBERT

DIPL.ING.

ENGERWITZDORF (AT)

MANHARTSGRUBER BERNHARD DR.

LEONDING (AT)

SCHEIDL RUDOLF DR.

ERLAUF (AT)

(54) VORRICHTUNG ZUM LAGERN EINER DRUCKROLLE FÜR EINE VORGEGEBENE DRUCKBELASTUNG

(57) Es wird eine Vorrichtung zum Lagern einer Druckrolle (1) für eine vorgegebene Druckbelastung mit einer Lagerachse (3) für die Druckrolle (1), deren gegenüber der Lagerachse (3) drehbarer Mantel (6) aus einem ferromagnetischen Werkstoff im Umfangsbereich der Druckbelastung auf einer sich in Umlaufrichtung der Druckrolle (1) verjüngenden magnetorheologischen Flüssigkeitsschicht abgestützt ist, und mit wenigstens einem der Lagerachse (3) zugehörigen Elektromagneten (10) beschrieben, dessen Feldlinien die magnetorheologische Flüssigkeit im Umfangsbereich der Druckbelastung radial durchsetzen. Um eine vorteilhafte Druckabstützung des Mantels (6) der Druckrolle (1) sicherzustellen, wird vorgeschlagen, daß die Druckrolle (1) einen auf der Lagerachse (3) drehbar gelagerten, vom Mantel (6) mit radialem Spiel umschlossenen Nabenteil (4) aufweist und daß der Ringspalt (12) zwischen dem Mantel (6) und dem Nabenteil (4) mit der magnetorheologischen Flüssigkeit ausgefüllt ist.

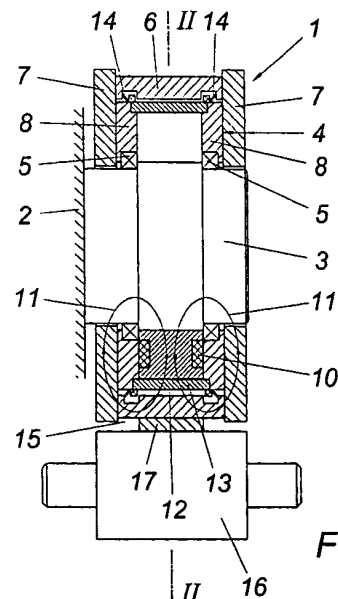


FIG. 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Lagern einer Druckrolle für eine vorgegebene Druckbelastung mit einer Lagerachse für die Druckrolle, deren gegenüber der Lagerachse drehbarer Mantel aus einem ferromagnetischen Werkstoff im Umfangsbereich der Druckbelastung auf einer sich in Umlaufrichtung der Druckrolle verjüngenden magnetorheologischen Flüssigkeitsschicht abgestützt ist, und mit wenigstens einem der Lagerachse zugehörigen Elektromagneten, dessen Feldlinien die magnetorheologische Flüssigkeit im Umfangsbereich der Druckbelastung radial durchsetzen.

Magnetorheologische Flüssigkeiten, also Flüssigkeiten mit ferromagnetischen Partikeln, die unter dem Einfluß eines äußeren Magnetfeldes Partikelketten entlang der Feldlinien bilden, haben die Eigenschaft, ihr rheologisches Verhalten in Abhängigkeit von der Größe des angelegten Magnetfeldes zu ändern. Dieser Umstand wird beispielsweise zur Schwingungsdämpfung ausgenützt. Es ist aber auch möglich, Druckrollen unter Ausnützung der Eigenschaften magnetorheologischer Flüssigkeiten so zu lagern, daß die auf den Mantel einer Druckrolle in einer vorgegebenen Richtung wirksamen Druckkräfte über den Erregerstrom für das elektromagnetische Feld gesteuert werden können. Zu diesem Zweck ist es bekannt (US 2005/0197239 A1), auf der Lagerachse für den Mantel der Druckrolle über dessen axiale Länge verteilte Leitwände vorzusehen, zwischen denen und dem Mantel der Druckrolle sich in Umlaufrichtung des Mantels verjüngende Keilspalte gebildet werden, in denen eine den radialen Zwischenraum zwischen Mantel und Lagerachse ausfüllende magnetorheologische Flüssigkeit dem elektromagnetischen Feld eines Elektromagneten ausgesetzt wird, so daß die zwischen den feststehenden Leitwänden und dem drehenden Rollenmantel in der magnetorheologischen Flüssigkeit induzierten Scherkräfte und den resultierenden Druckkräften eine radiale Kraftkomponente auf den Rollenmantel zur Folge haben. Der Rollenmantel kann somit über seine axiale Länge im Bereich der mit einem radialen Magnetfeld beaufschlagten Keilspalte durch Druckbelastungen verformt werden, wobei die Kraftwirkungen über den Erregerstrom der den einzelnen Keilspalten zugeordneten Magnetfelder in vorteilhafter Weise gesteuert werden können, um ein bestimmtes Biegeverhalten der Druckrolle zu erreichen, wie dies beispielsweise im Bereich eines Formungsspalt zwischen zwei Formrollen zum Kalibrieren eines extrudierten Kunststoffbandes gefordert wird. Nachteilig ist allerdings, daß durch die Scherbelastungen der magnetorheologischen Flüssigkeit eine Dissipation auftritt, die nicht nur zu Energieverlusten führt, sondern auch aufgrund der zusätzlichen Wärmebelastung zu einer vorzeitigen Alterung der magnetorheologischen Flüssigkeit Anlaß geben kann. Außerdem ist die Größe der erreichbaren radialen Verformungen vergleichsweise gering.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Lagern einer Druckrolle für eine vorgegebene Druckbelastung der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, daß die Belastungsverhältnisse mit einem vergleichsweise geringen Konstruktionsaufwand in weiten Grenzen gesteuert werden können, ohne höhere Energieverluste in Kauf nehmen oder eine vorzeitige Alterung der magnetorheologischen Flüssigkeit befürchten zu müssen.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß die Druckrolle einen auf der Lagerachse drehbar gelagerten, vom Mantel mit radialem Spiel umschlossenen Nabenteil aufweist und daß der Ringspalt zwischen dem Mantel und dem Nabenteil mit der magnetorheologischen Flüssigkeit ausgefüllt ist.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß nur dann eine Dissipation weitgehend verhindert werden kann, wenn die magnetorheologische Flüssigkeit im wesentlichen nur einer Quetschbelastung, also einer Druckbelastung in Richtung des sie beaufschlagenden elektromagnetischen Feldes, ausgesetzt wird. Dies setzt voraus, daß Relativbewegungen zwischen den die sich verjüngende magnetorheologische Flüssigkeitsschicht begrenzenden Wänden in Umfangsrichtung weitgehend vermieden werden. Aus diesem Grunde weist die Druckrolle neben dem Mantel einen drehbar auf der Lagerachse gelagerten Nabenteil auf, zwischen dem und dem Mantel sich ein mit der magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllter Ringspalt ergibt. Die magnetorheologische Flüssigkeit zwischen dem Mantel und dem Nabenteil sorgt bei ihrer

Beaufschlagung durch das Magnetfeld zumindest nach einer Anlaufphase für eine im wesentlichen schlupffreie Drehmitnahme des Nabenteils durch den Mantel, wobei jedoch die Richtung der belastungsbedingten Exzentrizität zwischen Nabenteil und Mantel erhalten bleibt, so daß die magnetorheologische Flüssigkeit zufolge der Drehbewegung in dem sich in Umlaufrichtung der Druckrolle verjüngenden Ringspalt radiale Druckkräfte zwischen Nabenteil und Mantel ausübt, die von der Größe des Magnetfeldes und damit vom Erregerstrom abhängen. Da der Nabenteil radial auf der Lagerachse abgestützt ist, wird der entweder gegenüber dem Nabenteil schwimmend gehaltene oder radial verformbare Mantel mit diesen Druckkräften beaufschlagt, was beispielsweise eine über den Erregerstrom des elektromagnetischen Feldes steuerbare Druckbeaufschlagung eines Werkstückes mit Hilfe der Druckrolle erlaubt.

Die sich zwischen dem Nabenteil und dem Mantel der Druckrolle ergebende Exzentrizität bedingt für den Ringspalt zwischen Mantel und Nabenteil eine in Umlaufrichtung der Druckrolle über den halben Umfang zunehmende und eine über die andere Umfangshälfte abnehmende Spaltweite. Da nur die magnetorheologische Flüssigkeitsschicht im sich in Umlaufrichtung verjüngenden Abschnitt des Ringspaltes einen Beitrag für die Druckbeaufschlagung des Mantels leisten kann, braucht sich das Feld des Elektromagneten nur über maximal den halben Umfang des Ringspaltes zwischen dem Mantel und dem Nabenteil der Druckrolle zu erstrecken. Der sich in Umlaufrichtung verjüngende Ringspaltabschnitt hat eine in Umlaufrichtung zunehmende Dichte des elektromagnetischen Feldes zur Folge, wobei sich im Bereich der magnetorheologischen Flüssigkeit eine resultierende Radialkraft ergibt. Um diese resultierende Radialkraft bezüglich einer vorgegebenen Richtung der Druckbelastung ausrichten zu können, kann der Elektromagnet auf der Lagerachse in Umfangsrichtung verstellbar angeordnet werden. Für diverse Anwendungen kann es allerdings auch von Vorteil sein, wenn sich das Feld des oder der Elektromagneten über den vollen Umfang des Ringspaltes erstreckt.

Das Wickeln der Erregerspule eines sich nur über einen Teilumfang der Lagerachse erstreckenden Elektromagneten ist vergleichsweise aufwendig. Einfachere Wickelbedingungen können dadurch erhalten werden, daß sich der Elektromagnet über den vollen Umfang der Lagerachse erstreckt und im Bedarfsfall eine gegenüber dem Nabenteil sich über wenigstens den halben Umfang erstreckende magnetische Abschirmung aufweist, so daß wiederum nur maximal eine Umfangshälfte des Ringspaltes zwischen Nabenteil und Mantel mit einem elektromagnetischen Feld beaufschlagt wird. Zur Einstellung der resultierenden Radialkraft der dem Magnetfeld ausgesetzten magnetorheologischen Flüssigkeit ist in diesem Fall allerdings die magnetische Abschirmung auf der Lagerachse in Umfangsrichtung verstellbar anzuordnen.

Soll der Mantel der Druckrolle über seine Länge verteilt unterschiedlich verformt werden, wie dies z. B. für die Regelung der Walzkraft im Walzspalt eines Walzgerüsts erforderlich ist, so kann die Lagerachse mehrere über die axiale Länge des Mantels der Druckrolle verteilte, je für sich erregbare Elektromagnete aufweisen, die die Verformung des Druckrollenmantels über die resultierenden Kräfte der magnetorheologischen Flüssigkeit in ihrem axialen Einflußbereich bedingen. Auch in einem solchen Anwendungsfall können die durch eine Quetschbelastung der magnetorheologischen Flüssigkeit gegebenen Vorteile gut genutzt werden.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Lagern einer Druckrolle für eine vorgegebene Druckbelastung in einem vereinfachten Axialschnitt,

Fig. 2 einen Schnitt nach der Linie II - II der Fig. 1,

Fig. 3 eine Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ausschnittsweise in einem Axialschnitt und

Fig. 4 einen Schnitt nach der Linien IV - IV der Fig. 3.

Die Vorrichtung zum Lagern einer Druckrolle 1 weist gemäß dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 ein Gestell 2 mit einer Lagerachse 3 auf, auf der ein Nabenteil 4 der Druckrolle 1

mit Hilfe von Wälzlagern 5 drehbar gelagert ist. Der Nabenteil 4 wird mit radialem Spiel von einem Mantel 6 der Druckrolle 1 umschlossen, der zwischen dem Nabenteil 4 zugehörigen Stirnwänden 7 axial geführt wird. Zwischen Seitenwangen 8 des Nabenteils 4 ragt ein auf der Lagerachse 3 angeordneter, sich nur über einen halben Umfang der Lagerachse 3 erstreckender Spulenträger 9 für die Erregerspule eines Elektromagneten 10, dessen in der Fig. 1 ange-

5 deutete Feldlinien 11 den Ringspalt 12 zwischen dem Mantel 6 und einer Umfangswand 13 des Nabenteils 4 der Druckrolle 1 im wesentlichen radial durchsetzen. Der Ringspalt 12, der seitlich durch in Umfangsrichtung verlaufende Dichtungen 14 flüssigkeitsdicht abgedichtet ist, ist mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit gefüllt.

10 Wie insbesondere der Fig. 2 entnommen werden kann, stellt sich zumindest nach einer Anlaufphase während des Betriebes der Druckrolle 1 zwischen dem auf der Lagerachse 3 radial abgestützten Nabenteil 4 und dem gegenüber dem Nabenteil 4 schwimmend gelagerten Mantel 6 eine Exzentrizität ein, die einen sich in Umlaufrichtung verjüngenden und einen daran anschließenden, sich erweiternden Ringspaltabschnitt bedingt. Da lediglich der sich in Umlaufrichtung

15 der Druckrolle 1 verjüngende Ringspaltabschnitt für eine Quetschbelastung der magnetorheologischen Flüssigkeit genützt werden kann, verläuft der Elektromagnet 10 im wesentlichen nur entlang dieses sich verjüngenden Ringspaltabschnittes. Die Beaufschlagung der magnetorheologischen Flüssigkeit durch das Magnetfeld des Elektromagneten 10 bedingt eine Drehmitnahme des Nabenteils 4 durch den Mantel 6 über die magnetorheologische Flüssigkeit, so daß der

20 Mantel 6, der Nabenteil 4 und die magnetorheologische Flüssigkeit im wesentlichen schlupffrei umlaufen. Wegen der belastungsbedingt räumlich gleichbleibenden Exzentrizitätslage des Mantels 6 gegenüber dem Nabenteil 4 wird die magnetorheologische Flüssigkeit zwischen dem Nabenteil 4 und dem Mantel 6 im sich verjüngenden Ringspaltabschnitt mit der Wirkung radial

25 gequetscht, daß sich zwischen dem Nabenteil 4 und dem Mantel 6 radiale Druckkräfte aufbauen, die zu einer entsprechenden Druckbelastung des schwimmend gelagerten Mantels 6 führen, und zwar in Richtung der resultierenden Radialkraft R der magnetorheologischen Flüssigkeit. Da das magnetische Feld in dem sich verjüngenden Ringspaltabschnitt eine ungleichmäßige Dichte aufweist, werden die rheologischen Eigenschaften der magnetorheologischen

30 Flüssigkeit über die Länge dieses Ringspaltabschnittes unterschiedlich verändert, was eine gegenüber der Lage des Elektromagneten 10 asymmetrische Ausrichtung der resultierenden Radialkraft R zu Bereichen geringerer Felddichte hin zur Folge hat. Um die resultierende Radialkraft R gegenüber der vorgegebenen Richtung der Druckbelastung genau auszurichten, kann der Spulenträger 9 des Elektromagneten 10 in Umfangsrichtung auf der Lagerachse 3

35 verstellt werden.

Im Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 wird die Möglichkeit, die auf den Mantel 6 der Druckrolle 1 einwirkende resultierende Radialkraft R mit Hilfe des Erregerstromes für den Elektromagneten 10 zu steuern, zur Regelung der im Walzspalt 15 zwischen der Druckrolle 1 und

40 einer Gegenrolle 16 auf das Walzgut 17 einwirkenden Walzkräfte genützt, beispielsweise um eine gleichmäßige Dicke des Walzgutes 17 auch bei sich änderndem Verformungswiderstand zu erhalten.

Das Ausführungsbeispiel nach den Fig. 3 und 4 unterscheidet sich von dem nach den Fig. 1

45 und 2 vor allem darin, daß die Druckrolle 1 über ihre axiale Länge in axiale Abschnitte unterteilt ist, die je für sich durch voneinander unabhängig erregbare Elektromagnete 10 im Bereich vorgegebener Druckbelastungen mit einem elektromagnetischen Feld beaufschlagt werden können. Zu diesem Zweck ist der Nabenteil 4 aus jeweils für sich auf der Lagerachse 3 drehbar

50 gelagerte Ringscheiben 18 zusammengesetzt, die miteinander durch äußere Ringstege 19 verbunden sind und zwischen sich ringförmige Spulenträger 9 mit den Erregerspulen der Elektromagnete 10 aufnehmen. Die mit der Lagerachse 3 verbundenen Spulenträger 9 umschließen jedoch zum Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 die Lagerachse 3 über

den vollen Umfang, um für die Erregerspulen vorteilhafte Wickelbedingungen zu erreichen. Damit aber das elektromagnetische Feld die magnetorheologische Flüssigkeit im Ringspalt 12

55 nur in dem für die Quetschbelastung nützlichen, sich in Umlaufrichtung der Druckrolle 1 verjün-

genden Ringspaltabschnitt beaufschlagt, wird der nicht mit dem Magnetfeld beaufschlagbare Umfangsabschnitt des Nabenteils 4 mit einer magnetischen Abschirmung 20 versehen, die aus einem Halbring aus ferromagnetischem Werkstoff besteht. Dieser Halbring der magnetischen Abschirmung 20 wird durch einen Halbring 21 aus nicht ferromagnetischem Werkstoff ergänzt, so daß sich im Bereich des Halbringes 21 aus nicht ferromagnetischem Werkstoff die Feldlinien 11 der Elektromagnete 10 über den aus ferromagnetischem Werkstoff gefertigten Mantel 6 schließen, im Bereich der magnetischen Abschirmung 20 jedoch über die Halbringe dieser Abschirmung 20, wie dies der Fig. 3 entnommen werden kann. Der Ringspalt 12 zwischen dem Nabenteil 4 und dem Mantel 6 wird daher entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 nur in einem halben Umfangsbereich von den Feldern der Elektromagnete 10 durchsetzt.

Da die Elektromagnete 10 je für sich erregt werden können, können auch die resultierenden Radialkräfte R im Bereich der einzelnen Elektromagnete 10 für sich in Abhängigkeit von äußeren Parametern geregelt werden. Gemäß der Fig. 4 wird dies zur Einstellung der Biegelinie einer von zwei Arbeitswalzen 22, 23 genützt, die zwischen sich einen Walzspalt 15 für ein Walzgut 17 bilden.

20 Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Lagern einer Druckrolle (1) für eine vorgegebene Druckbelastung mit einer Lagerachse (3) für die Druckrolle (1), deren gegenüber der Lagerachse (3) drehbarer Mantel (6) aus einem ferromagnetischen Werkstoff im Umfangsbereich der Druckbelastung auf einer sich in Umlaufrichtung der Druckrolle (1) verjüngenden magnetorheologischen Flüssigkeitsschicht abgestützt ist, und mit wenigstens einem der Lagerachse (3) zugehörigen Elektromagneten (10), dessen Feldlinien die magnetorheologische Flüssigkeit im Umfangsbereich der Druckbelastung radial durchsetzen, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Druckrolle (1) einen auf der Lagerachse (3) drehbar gelagerten, vom Mantel (6) mit radialem Spiel umschlossenen Nabenteil (4) aufweist und daß der Ringspalt (12) zwischen dem Mantel (6) und dem Nabenteil (4) mit der magnetorheologischen Flüssigkeit ausgefüllt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß sich das Feld des Elektromagneten (10) über maximal den halben Umfang des Ringspaltes (12) zwischen dem Mantel (6) und dem Nabenteil (4) der Druckrolle (1) erstreckt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Elektromagnet (10) auf der Lagerachse (3) in Umfangsrichtung verstellbar angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, daß sich der Elektromagnet (10) über den vollen Umfang der Lagerachse (3) erstreckt und gegenüber dem Nabenteil (4) eine sich über wenigstens den halben Umfang erstreckende magnetische Abschirmung (20) aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, *dadurch gekennzeichnet*, daß die magnetische Abschirmung (20) auf der Lagerachse (3) in Umfangsrichtung verstellbar angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Lagerachse (3) mehrere über die axiale Länge des Mantels (6) der Druckrolle (1) verteilte, je für sich erregbare Elektromagnete (10) aufweist.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

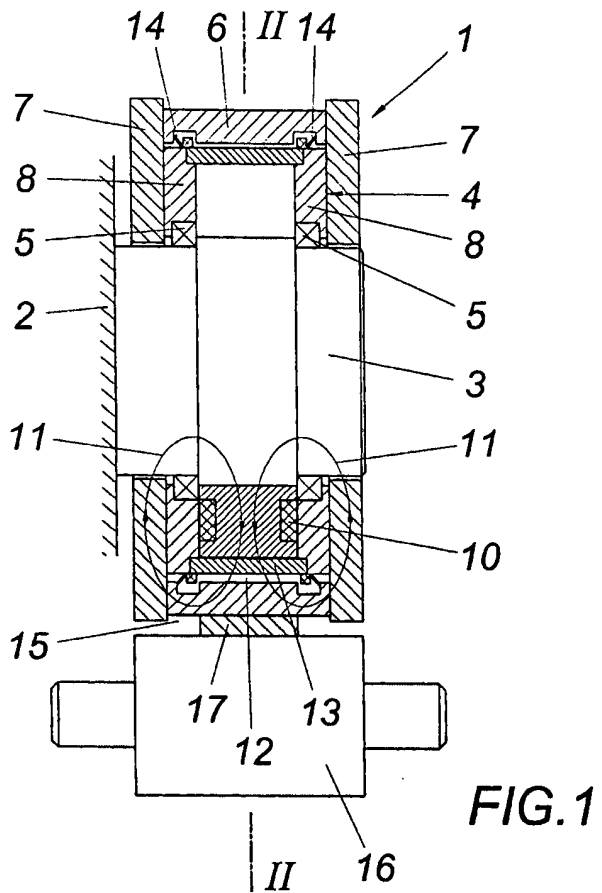


FIG. 1

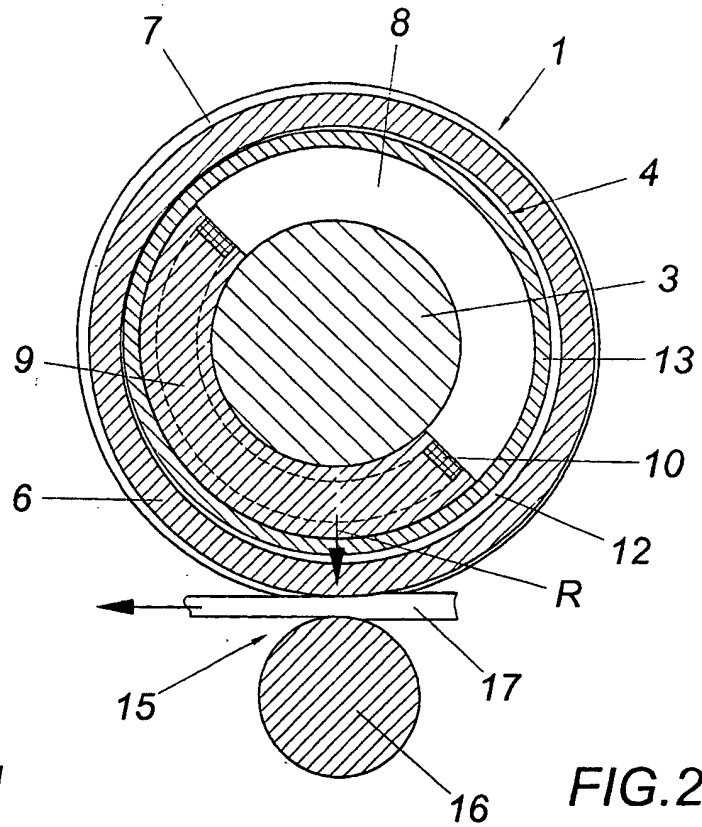


FIG. 2

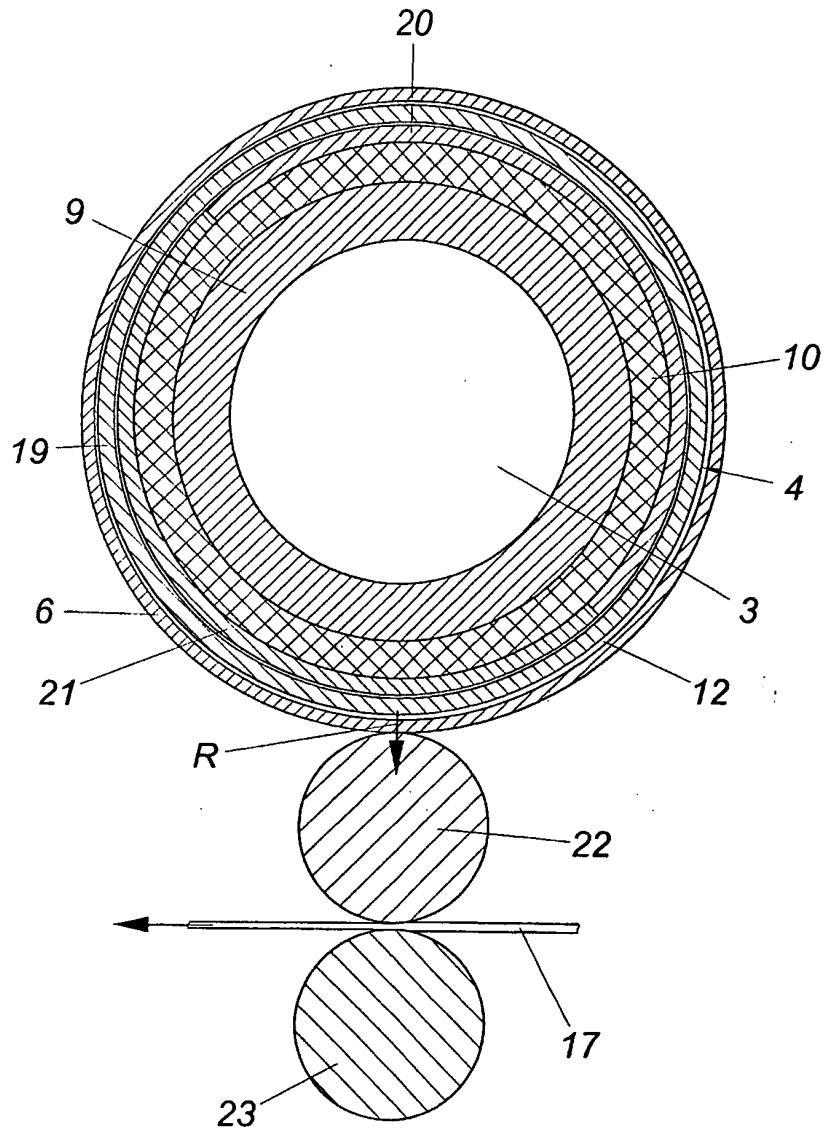


FIG.4