



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 933 472 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.1999 Patentblatt 1999/31

(51) Int. Cl.⁶: **D21G 1/00**

(21) Anmeldenummer: **99101366.5**

(22) Anmeldetag: **26.01.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Kayser, Franz**
47608 Geldern (DE)

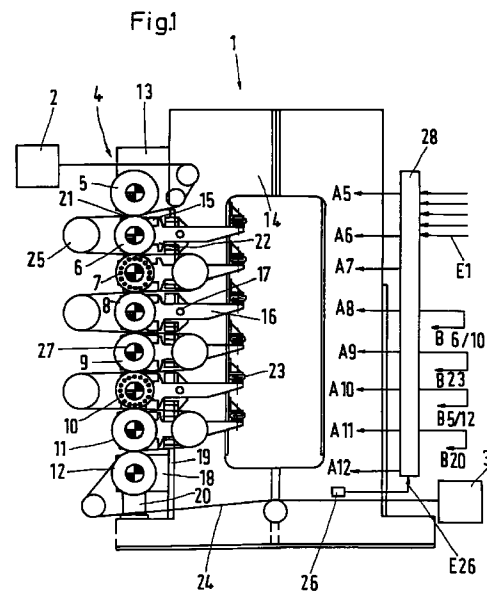
(74) Vertreter:
Knoblauch, Ulrich, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte Dr. Knoblauch,
Kühhornshofweg 10
60320 Frankfurt (DE)

(30) Priorität: **29.01.1998 DE 19803323**

(71) Anmelder:
Voith Sulzer Papiertechnik Patent GmbH
89522 Heidenheim (DE)

(54) **Verfahren zum Betrieb eines Kalanders und Kalanders**

(57) Ein Verfahren zum Betriebs eines Kalanders für ein Bahnmaterial, wie Papier, weist einen Walzenstapel (4) auf, der zwischen zwei Endwalzen (5, 12) mindestens eine Mittelwalze (6 bis 11) aufweist. Die Walzen haben je einen eigenen Antrieb (27) und sind durch einen Hydraulikzylinder (20) in Stapelrichtung belastbar. Zur Beeinflussung des Druckspannungsquerschnitts in mindestens einem Arbeitsspalt (21) soll zumindest eine Mittelwalze (6 bis 11) aus der Stapel-ebene herausgebogen werden. Die hierfür erforderlichen Reaktionskräfte werden durch entsprechende Einstellung der Antriebsmomente erzeugt. Bei einem Kalanders (1) der genannten Art hat mindestens eine Mittelwalze (6 bis 11) einen Schlankheitsgrad über 10. Eine Steuervorrichtung (28) ist für die Zufuhr von Antriebsmomenten vorgesehen, welche die Reaktionskräfte an dieser Walze und damit deren Ausbiegung aus der Stapelebene im Zulässigkeitsbereich hält. Dies führt zu einer günstigen Beeinflussung des Druckspannungsquerschnitts.



EP 0 933 472 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Kalenders gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und auf einen Kalender gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8.

[0002] Bei einem bekannten Kalender dieser Art (DE 295 18 424) sind fünf und mehr Walzen, vorzugsweise 8 Walzen, über-einander angeordnet. Die Walzen bilden eine Anzahl von Arbeitsspalten, die je durch eine harte Walze und eine elastische Walze begrenzt sind, und einen Wechselspalt, der durch zwei elastische Walzen begrenzt ist. Für jede Walze ist ein eigener Antrieb vorgesehen. Die zusätzlich zum Hauptantrieb vorgesehenen Hilfsantriebe dienen dazu, die Umfangsgeschwindigkeit der jeweiligen Walze auf Bahngeschwindigkeit zu bringen, so daß das Walzenpaket bei Papier-Einführungsgeschwindigkeit geschlossen werden kann.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neue Beeinflussungsmöglichkeit des Kalenders anzugeben.

[0004] Diese Aufgabe wird verfahrensmäßig durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Durch eine gezielte Ausbiegung einer Walze, mehrerer Walzen oder aller Walzen quer zur Mittelebene des Stapels läßt sich das Druckspannungsquersprofil beeinflussen. Innerhalb des großen Zulässigkeitsbereichs lassen sich je nach Grad der Durchbiegung kleinere bis größere Korrekturen erzielen. Insbesondere kann die Ausbiegung einer Walze der Ausbiegung der Nachbarwalze angepaßt werden, so daß sich ein hohes Maß an Gleichmäßigkeit ergibt. Dies gilt insbesondere im ersten und letzten Arbeitsspalt, weil an den Endwalzen eine nicht unterschreitbare Reaktionskraft angreift, die zu einer lediglich von der Steifigkeit der Walze abhängigen Ausbiegung führt.

[0006] Die Druckspannungs-Beeinflussung nach Anspruch 2 beruht auf der neuartigen Erkenntnis, daß bei einer Spreizung der Biegelinien benachbarter Walzen eine Entlastung nicht etwa in der Bahnmitte, sondern in den Randbereichen der Bahn erfolgt.

[0007] Die Merkmale des Anspruchs 3 geben an, wie die Antriebe angesteuert werden können, um auf einfache Weise Entlastung oder Belastung des Randbereichs zu erzielen.

[0008] Gemäß Anspruch 4 ist auch eine Regelung des Druckspannungsquersprofils von Vorteil. Hierbei sind die Antriebe Teil des Regelkreises.

[0009] Anspruch 5 bietet die vorteilhafte Möglichkeit, daß die Scherkräfte in der Bahn annähernd Null sind, was allerdings voraussetzt, daß eine Ausbiegung der Walzen vorhanden ist. Ein so hergestelltes Papier besitzt eine höhere Reißfestigkeit.

[0010] Die Forderung des Anspruchs 6, den Kleinstwert der Reaktionskräfte ungleich Null zu halten, bringt den Vorteil, daß die als Wälzlager ausgelegten Walzenlager eine höhere Lebensdauer haben, weil sie

ständig unter Belastung stehen.

[0011] Die Ausgestaltung nach Anspruch 7 führt zu einem sehr gleichmäßigen Druckspannungsquersprofil.

[0012] Konstruktiv wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst. Mittelwalzen mit einem Schlankheitsgrad über 10 sind sehr leicht biegsam und geraten daher über die Grenze des Zulässigkeitsbereichs, wenn keine Gegensteuerung durch die Antriebsmomente erfolgt. Der Zulässigkeitsbereich wird überschritten, wenn die Biegelinien benachbarter Walzen so weit gespreizt sind, daß sich die Walzenenden voneinander abheben. Der Schlankheitsgrad ist definiert als Verhältnis von Länge zum Durchmesser. Solche schlanken Walzen sind von großem Vorteil, weil sie wegen der stärkeren Krümmung zu einer höheren Druckspannung im Spalt führen und weil sie ein geringeres Gewicht haben.

[0013] Ein bevorzugter Schlankheitsgrad liegt gemäß Anspruch 9 zwischen 12 und 16 und gemäß Anspruch 10 etwa bei 14.

[0014] Die beiden Endwalzen sollen dagegen gemäß Anspruch 11 einen geringeren Schlankheitsgrad haben. Ihre unvermeidliche Ausbiegung wird daher kleiner gehalten, so daß auch die Anpassung der nächsten Walze an die Durchbiegung der Endwalze nur eine geringe Ausbiegung erfordert.

[0015] Des weiteren kann der Kalender nach Anspruch 12 off-line angeordnet sein. Ein solcher Kalender, der unabhängig von der Papiermaschine arbeitet, läuft mit erheblich geringerer Geschwindigkeit als ein In-line-Kalender, der an eine Papiermaschine angeschlossen ist. Für einen solchen Off-line-Kalender hatte man einen einzigen Antrieb an einer Walze, die alle übrigen Walzen durch Reibung mitschleppte, für ausreichend angesehen und konnte daher die Wirkungen des Einzelantriebs nicht nutzen.

[0016] Gemäß Anspruch 13 sollte der Durchmesser wenigstens einer Mittelwalze maximal 100 cm sein. Dieser obere Grenzwert gilt für einen Kalender mit einer Breite von 10 m und mehr.

[0017] Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch einen erfindungsgemäß Kalender und

Fig. 2 die Kräfteverhältnisse in den oberen drei Walzen des Stapels.

[0018] Ein Kalender 1 ist als Off-line-Kalender zwischen einer Abwickelstation 2 und einer Aufwickelstation 3 angeordnet. Er könnte aber auch als In-line-Kalender an den Ausgang einer Papiermaschine anschließen. Der Kalender besitzt einen vertikalen Stapel 4 aus acht Walzen 5 bis 12, nämlich einer Oberwalze 5 und einer Unterwalze 12, die beide als zonenweise gesteuerte Biegeeinstellwalzen ausgebildet sein können, und sechs Mittelwalzen 6 bis 11. Vier

Walzen 5, 7, 10 und 12 haben eine harte metallische Oberfläche und vier Walzen 6, 8, 9 und 11 einen elastischen Kunststoffbelag. Die Walzen 7 und 10 sind mittels Heißdampf beheizbar.

[0019] Der Lagerblock 13 der Oberwalze 5 ist fest am Ständer 14 des Kalanders 1 angebracht. Die Lagerblöcke 15 der Mittelwalzen 6 bis 11 werden von Hebeln 16 getragen, die um am Ständer 14 befestigte Schwenkachsen 17 drehbar sind. Der Lagerblock 18 für die Unterwalze 12 ist an einer Vertikalführung 19 gehalten und kann mittels eines Hydraulikzylinders 20 nach oben gedrückt werden, so daß sich in den Arbeitsspalten 21 des Stapels eine ausreichende Streckenlast ergibt. Beim Absenken des Hydraulikzylinders 20 folgen diesem auch die Mittelwalzen 6 bis 11, bis die zugehörigen Hebel 16 an einem Anschlag 22 zur Anlage kommen und sämtliche Walzenspalte offen stehen. Die Hebel 16 werden durch Kraftgeber 23 belastet, mit denen die an den Hebeln hängenden Lasten und Gewichte ganz oder teilweise kompensiert werden können.

[0020] Eine Papierbahn 24 wird mit Hilfe von Leitwalzen 25 durch die Walzenspalte geführt. Ausgangsseitig ist eine Meßvorrichtung 26 vorgesehen, die einen Parameter der Papierbahn 24 mißt, und zwar über die gesamte Breite, sei es durch ein hin- und hergehendes Meßelement oder durch mehrere über die Breite verteilte Meßelemente. Als Parameter kommen beispielsweise Glanz, Glätte, Dicke o.dgl. in Betracht.

[0021] Jede der acht Walzen 5 bis 12 besitzt einen eigenen Antrieb 27, dessen Antriebsmoment durch eine Steuervorrichtung 28 vorgegeben wird, wie dies schematisch durch die Ausgänge A5 bis A12 angegeben ist. Die Steuervorrichtung 28 besitzt weitere Ausgänge, insbesondere einen Ausgang B20, der den Druck für den Hydraulikzylinder 20 bestimmt, Ausgänge B5/20, welche den Druck in den Biegeeinstellvorrichtungen der Endwalzen 5 und 12 bestimmen, Ausgänge B23, welche den Druck in den Kraftgebern 23 bestimmen, und Ausgänge B6/10, welche die Zufuhr des Wärmeträgers in den beheizbaren Walzen 7 und 10 bestimmen.

[0022] Zahlreiche Eingänge E1 dienen der Eingabe von Daten, die für die Papierveredlung wesentlich sind, insbesondere die Sollwerte der gewünschten Papierparameter. Weitere Eingänge, wie der Eingang E 26, dienen der Eingabe von gemessenen Istwerten, beispielsweise der Glätte, Glanz oder Dicke.

[0023] In Fig. 2 bezeichnet F_N diejenige Kraft, die zur Überwindung des Kalandrierwiderstandes erforderlich ist. Sie dient der Überwindung der Kompression des elastischen Walzenbezuges sowie den elastischen und plastischen Anteilen der Papierumformung. F_N ändert sich mit den physikalischen Eigenschaften (z.B. der Dichte und Glätte) von Spalt zu Spalt, d.h. nicht nur mit der Walzenlast-Kennlinie).

[0024] M_R bezeichnet die Reibungsmomente der Walzenlager und gegebenenfalls von Schabern und Dichtköpfen (Dreh Einführungen für Heiz- oder Kühlmedien).

Letztere können die Lagerreibungen deutlich übersteigen. Bei Biegeeinstellwalzen dominiert die Reibung aus der Ölströmung zwischen feststehender Achse und rotierendem Mantel sowie den hydrostatischen Ölspalten beziehungsweise den Dichtleisten bei S-Walzen.

[0025] F_U ist die von den Walzen auf die Papierbahn 24 aufzubringende Kraft, die zur Überwindung des Kalandrierwiderstandes und gegebenenfalls einer etwa vorhandenen Bahnzugkraft ΔB_Z erforderlich ist.

[0026] In Fig. 2 ist angenommen, daß die Kräfte F_U je zur Hälfte auf die den Walzenspalt bildenden Walzen aufgeteilt werden. Da die Kalandrierwiderstände und damit die Kräfte F_N von oben nach unten abnehmen, trifft dies auch für die Umfangskräfte F_U zu.

[0027] Aus den Umfangskräften F_{U1} , den Reibungsmomenten M_{R1} und dem Durchmesser D_1 der Walze 5 läßt sich die angegebene Reaktionskraft F_{R1} berechnen, die nicht zu Null gemacht werden kann. Aus den Differenzen der Umfangskräfte ergeben sich für die Mittelwalzen Reaktionskräfte, die durch Änderung des Antriebsmoments der Einzelantriebe in einem gewissen Rahmen änderbar sind. Wichtig ist es, daß die Reaktionskräfte F_R für die Durchbiegung, also die seitliche Ausbiegung der Walzen verantwortlich sind.

[0028] Erfindungsgemäß ist eine Steuervorrichtung 28 vorgesehen, mit der diese Antriebsmomente für jeden Einzelantrieb einstellbar sind, um auf diese Weise das Druckspannungsquersprofil zu beeinflussen. Ein hohes Maß an Gleichmäßigkeit der Druckspannung ergibt sich, wenn die Ausbiegung der obersten Mittelwalze 6 aus der Mittelebene des Stapels der unvermeidbaren Ausbiegung der Oberwalze 5 angepaßt ist. Auch wenn die Ausbiegung der Oberwalze 5 nur gering sein sollte, bringt eine Anpassung der Biegelinie der Walze 6 eine Verbesserung des Druckspannungsquersprofil mit sich.

[0029] In anderen Fällen, beispielsweise bei einer zu großen Kantenpressung, kann es interessant sein, die Biegelinien benachbarter Walzen, also deren Mittellinien, zu spreizen, um auf diese Weise die Druckspannungen an den Rändern der Bahn zu vermindern.

[0030] Eine andere günstige Betriebsweise, mit der besonders zugfestes Papier erzielt werden kann, sieht vor, daß auf die Bahn keine Scherkräfte ausgeübt werden. Auch dies setzt eine gewisse Ausbiegung der Mittelwalzen voraus.

[0031] Eine gewisse Reaktionskraft und Ausbiegung ist ohnehin erwünscht, damit die Walzenlager ständig eine gewisse Belastung erfahren und daher eine hohe Lebensdauer besitzen.

[0032] Bei einer bevorzugten Ausführungsform hatten die Mittelwalzen 6 bis 11 einen Schlankheitsgrad (Länge/Durchmesser) von etwa 14. Durch entsprechende Einstellung der Antriebsmomente der Einzelantriebe 27 wird zwangsweise eine zu starke Verbiegung der Walzen verhindert, so daß die Druckspannungswerte im Zulässigkeitsbereich bleiben und insbesondere kein Abheben der Walzen voneinander an ihren

Enden auftritt.

[0033] Außerdem ist es möglich, gezielt für eine Frik-
tion im Walzenspalt zu sorgen.

[0034] Von den dargestellten Beispielen kann in viel-
facher Hinsicht abgewichen werden, ohne den Grund-
gedanken der Erfindung zu verlassen. Insbesondere
kann der Kalanders 1 auch im In-line-Betrieb verwendet
werden. Die Zahl der Walzen kann variieren, wobei die
bevorzugten Werte zwischen vier und acht liegen. Hier-
bei können auch die Endwalzen 5 und 12 als elastische
Walzen ausgelegt und harten Mittelwalzen benachbart
sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Kalanders für ein
Bahnmaterial, wie Papier, mit einem Walzenstapel,
der zwischen zwei Endwalzen mindestens eine Mit-
telwalze aufweist, welche Walzen je einen eigenen
Antrieb haben und in Stapelrichtung belastbar sind,
dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einem
Arbeitsspalt zumindest eine Mittelwalze aus der
Stapelebene herausgebogen wird und die hierfür
erforderlichen Reaktionskräfte durch entspre-
chende Einstellung der Antriebsmomente erzeugt
werden. 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß zur Verminderung der Druckspan-
nung in den Randbereichen und/oder zur Erhöhung
der Druckspannung in der Bahnmitte in wenigstens
einem Arbeitsspalt der Unterschied in der Ausbie-
gung der den Arbeitsspalt begrenzenden Walzen
vergrößert wird. 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, daß zur Entlastung des Randbe-
reichs ein Antrieb die führende Rolle bei der Über-
tragung des Antriebsmoments übernimmt,
während zur Belastung des Randbereichs die
Antriebsmomente gleichmäßiger verteilt sind. 25
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
gekennzeichnet durch eine Regelung des Druck-
spannungsquerprofils, bei der ein Bahnparameter
über die Bahnbreite überwacht und bei Regelab-
weichung mindestens ein Teil der Korrektur durch
Änderung der Antriebsmomente bewirkt wird. 30
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsmo-
mente so gewählt sind, daß die Reaktionskräfte
benachbarter Walzen und damit deren Ausbiegung
ungleich Null und die Scherkräfte in der Bahn annä-
hernd Null sind. 35
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsmo- 40

mente so gewählt sind, daß der Kleinstwert der
Reaktionskräfte ungleich Null ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß eine der Endwalze
benachbarte Mittelwalze zur gleichen Seite wie die
Endwalze aus der Stapelebene herausgebogen
wird. 45
8. Kalanders für ein Bahnmaterial, wie Papier, mit
einem Walzenstapel, der zwischen zwei Endwalzen
mindestens eine Mittelwalze aufweist, welche Wal-
zen je einen eigenen Antrieb haben und in Stapel-
richtung belastbar sind, insbesondere zur
Durchführung des Verfahrens nach einem der
Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß
mindestens eine Mittelwalze (6 bis 11) einen
Schlankheitsgrad über 10 hat und eine Steuervor-
richtung (28) für die Zufuhr der Antriebsmomente
(A5 bis A12) vorgesehen ist, welche die Reaktions-
kräfte (F_R) an dieser Walze und damit deren Aus-
biegung aus der Mittelebene des Stapels im
Zulässigkeitsbereich hält. 50
9. Kalanders nach Anspruch 8, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Schlankheitsgrad 12 bis 16
beträgt. 55
10. Kalanders nach Anspruch 8 oder 9, dadurch
gekennzeichnet, daß, der Schlankheitsgrad etwa
14 beträgt.
11. Kalanders nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, die beiden Endwalzen (5,
12) des Stapels (4) einen Schlankheitsgrad ≤ 10
haben.
12. Kalanders nach einem der Ansprüche 8 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß er off-line angeord-
net ist.
13. Kalanders nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser
wenigstens einer Mittelwalze (6 bis 11) maximal
100 cm ist.

Fig.1

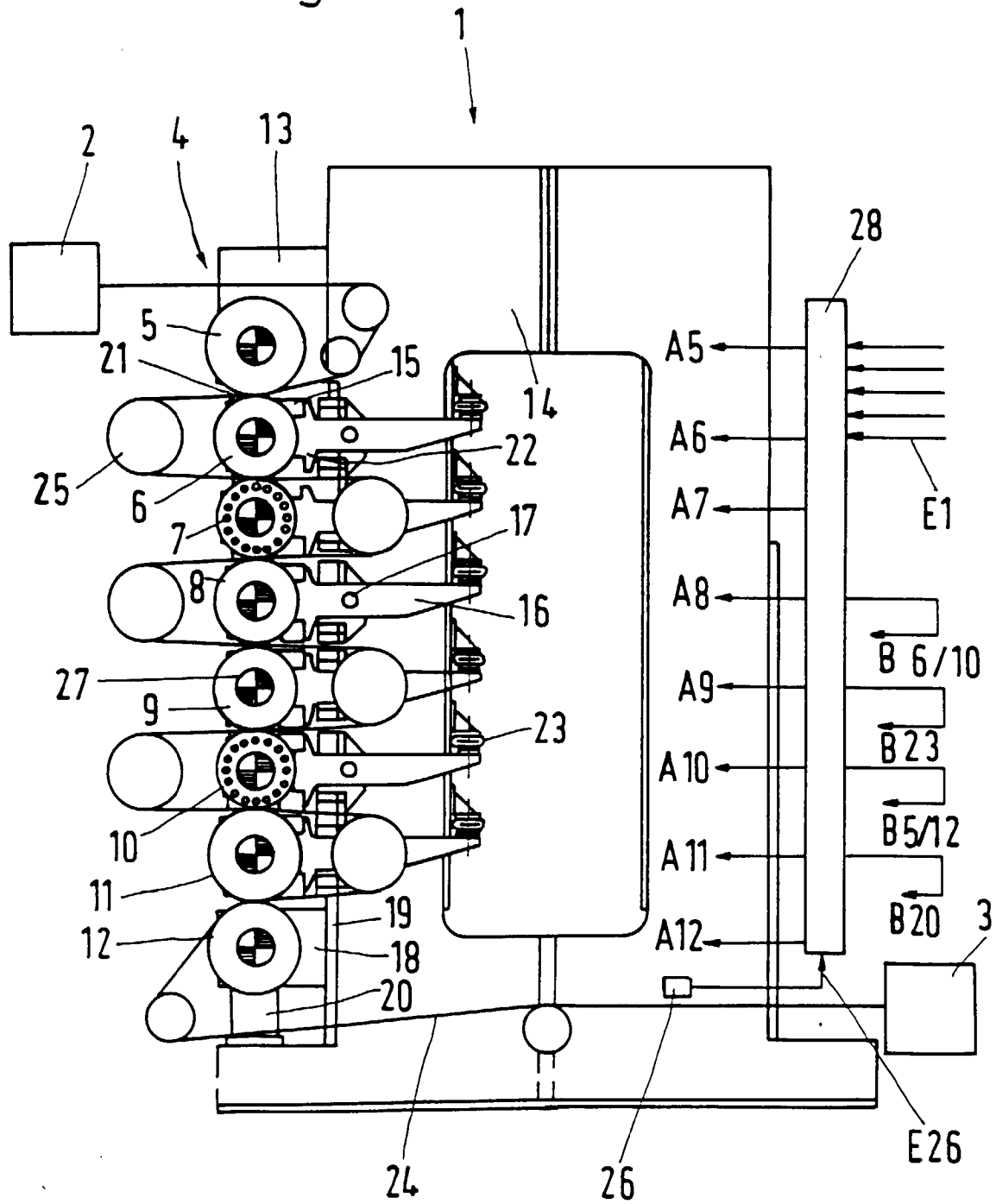


Fig.2

