

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 493 566 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.05.2006 Patentblatt 2006/20

(51) Int Cl.:
B41F 13/18 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03015093.2**

(22) Anmeldetag: **03.07.2003**

(54) **Druckmaschine**

Printing machine

Machine à imprimer

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.01.2005 Patentblatt 2005/01

(73) Patentinhaber: **FISCHER & KRECKE GMBH & CO.**
33609 Bielefeld (DE)

(72) Erfinder:
• **Kolbe, Wilfried, Dr.**
21483 Gülzow (DE)
• **Kückelmann, Andreas**
49479 Ibbenbüren (DE)
• **Steinmeier, Bodo**
33739 Bielefeld (DE)

(74) Vertreter: **TER MEER - STEINMEISTER &**
PARTNER GbR
Artur-Ladebeck-Strasse 51
33617 Bielefeld (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 150 047 **EP-A- 0 385 948**
DE-A- 3 131 059

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 017, no. 300
(M-1426), 8. Juni 1993 (1993-06-08) & JP 05 024174
A (DAINIPPON PRINTING CO LTD), 2. Februar
1993 (1993-02-02)

EP 1 493 566 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Druckmaschine mit mindestens einem Gegendruckzylinder.

[0002] Ein Gegendruckzylinder dient beispielsweise bei einer Flexodruckmaschine dazu, den Bedruckstoff gegen einen Druckzylinder anzudrücken. Der Bedruckstoff wird dabei üblicherweise um den Gegendruckzylinder herumgeführt und von diesem transportiert. Damit an der Kontaktstelle zwischen dem Gegendruckzylinder und dem Druckzylinder die Druckfarbe präzise von dem Druckzylinder auf den Bedruckstoff übertragen werden kann, ist eine genaue Einhaltung eines optimalen Abstandes zwischen den Zylindern für ein gleichmäßig gutes Druckbild, das den heutzutage üblichen hohen Anforderungen entspricht, notwendig.

[0003] Der Durchmesser des Gegendruckzylinders kann beispielsweise im Bereich von 2 m bis 3.5 m liegen. Mit einem linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten für Stahl von ca. $11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ergibt sich bei einer Schwankung der Temperatur des Gegendruckzylinders um 5°C eine Änderung des Außenradius um einen Betrag von etwa $55 \mu\text{m}$ bis $95 \mu\text{m}$. Um unzulässige Schwankungen des Radius des Gegendruckzylinders zu verhindern, wird daher bei herkömmlichen Druckmaschinen eine Temperaturstabilisierung vorgenommen. So sind stählerne Gegendruckzylinder mit einer äußeren Stahldoppelwand bekannt, deren Zwischenraum als Temperierwasserkanal dient.

[0004] Mit einer Temperiereinrichtung mit Flüssigkeitskühlung kann beispielsweise bei einer Schwankung der Umgebungstemperatur im Drucksaal zwischen 15°C und 35°C die Temperaturschwankung des Gegendruckzylinders auf einen Wert von $\pm 0,5^\circ\text{C}$ oder $\pm 1^\circ\text{C}$ begrenzt werden, wodurch die benötigte Maßhaltigkeit des Gegendruckzylinderradius gewährleistet ist.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Druckmaschine zu schaffen, bei der die für hohe Druckqualität erforderliche Maßhaltigkeit eines Gegendruckzylinders mit einfacheren Mitteln erreicht wird.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Druckmaschine der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Gegendruckzylinder einen Zylinderkörper aus einem Material aufweist, das in Umfangsrichtung des Gegendruckzylinders einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten kleiner als $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ hat. Der thermische Ausdehnungskoeffizient des Materials ist dann bestimmend für die thermische Ausdehnung des Gegendruckzylinders.

[0007] Bei einem solchermaßen aufgebauten Gegendruckzylinder mit einem Durchmesser von beispielsweise 2 m ist bei einer Temperaturschwankung um 5°C die auftretende Abweichung von Außenradius kleiner als $10 \mu\text{m}$. Auf ein inneres Temperiersystem des Gegendruckzylinders kann daher verzichtet werden, wenn die Umgebungstemperatur im Drucksaal hinreichend konstant gehalten wird. Je nach Anwendungsfall könnte bei größeren Temperaturschwankungen auch eine stärkere

Maßabweichung des Außenradius hinnehmbar sein. In den genannten Fällen kann daher auf ein Temperiersystem mit Flüssigkeitsumlauf durch den Gegendruckzylinder verzichtet werden.

[0008] Bevorzugt wird jedoch ein Material verwendet, dessen linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient in der genannten Richtung sogar kleiner als $1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ist, besonders bevorzugt jedoch kleiner als $0,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ist. Je geringer der thermische Ausdehnungskoeffizient ist, desto geringer kann der Temperieraufwand ausfallen und desto höhere Temperaturschwankungen im Drucksaal sind zulässig, um eine hohe Druckqualität zu gewährleisten. So ergibt sich bei Verwendung eines Materials mit einem linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von $0,45 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bei einer angenommenen Temperaturschwankung der Umgebungstemperatur im Drucksaal im Bereich von 15°C bis 35°C eine Maßhaltigkeit des Gegendruckzylinders, die die eines auf $\pm 0,5^\circ\text{C}$ temperierten Gegendruckzylinders aus Stahl noch übertrifft. Durch den Wegfall der Flüssigkeitskühlung ergibt sich ein einfacherer Aufbau der Druckanlage und darüber hinaus eine Energieeinsparung im Betrieb.

[0009] Wenn im folgenden an weiteren Stellen ein bevorzugter Wertebereich kleiner als $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ für lineare thermische Ausdehnungskoeffizienten genannt wird, so gilt auch hier, daß ein Wert kleiner als $1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ vorteilhafter ist, und ein Wert kleiner als $0,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ besonders bevorzugt wird. Im allgemeinen ist ein Ausdehnungskoeffizient um so vorteilhafter, je näher er an Null liegt.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] Bevorzugt besteht ein den Zylinderkörper radial von innen abstützender Teil des Gegendruckzylinders aus einem Material, das in dieser Richtung einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten kleiner als $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ hat.

[0012] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Zylinderkörper eine zylindrische Hülse, und der den Zylinderkörper radial von innen abstützende Teil des Gegendruckzylinders wird durch Scheiben gebildet. Anstelle von Scheiben sind auch Speichen denkbar.

[0013] Aufgrund der geringen Dicke der Hülse verglichen mit dem Radius des Gegendruckzylinders trägt der radiale Ausdehnungskoeffizient des Materials, aus dem die Hülse überwiegend besteht, nur sehr wenig zu einer temperaturabhängigen Veränderung des Außenradius des Gegendruckzylinders bei. Ein Material mit richtungsabhängigem thermischen Ausdehnungskoeffizienten kann daher besonders vorteilhaft eingesetzt werden; beispielsweise kann die Hülse aus kohlefaserverstärktem Kunststoff hergestellt sein, bei dem die Fasern in Umfangsrichtung der Hülse gewickelt sind und von einer Matrix aus Kunststoff umgeben sind. Der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient kann dann in Umfangsrichtung der Hülse gleich Null sein.

[0014] Bevorzugt weist der Gegendruckzylinder eine Achse auf, die überwiegend aus einem Material besteht, das in Umfangsrichtung der Achse und/oder radialer

Richtung einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten kleiner als $2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ hat. Die Achse trägt den den Zylinderkörper radial von innen abstützenden Teil des Gegendruckzylinders, also beispielsweise die Scheiben.

[0015] Bevorzugt ist das Material, dessen linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient kleiner als $2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ist, ein Verbundmaterial, insbesondere ein Faserverbundwerkstoff. Dabei können auch verschiedene Verbundmaterialien für die einzelnen Teile des Gegendruckzylinders verwendet werden. Es kann auch ein Verbundmaterial mit anderen Materialien kombiniert werden. Alternativ kann der Gegendruckzylinder auch in einem Stück hergestellt sein.

[0016] Das Verbundmaterial ist bevorzugt kohlefaserhaltiges Material, besonders bevorzugt kohlefaserverstärkter Kunststoff. Ein solches Material ermöglicht es, daß der Gegendruckzylinder eine selbsttragende Hülse aufweist, durch die aufgrund ihrer hohen Eigensteifheit die beim Drucken auftretenden Verformungen des Gegendruckzylinders innerhalb der zulässigen Toleranzgrenzen bleiben. Aufgrund des relativ geringen spezifischen Gewichts einer solchen Materialart bleibt das Gesamtgewicht und das Trägheitsmoment der Hülse relativ niedrig, was sich günstig auf die Laufruhe der Druckmaschine auswirkt.

[0017] Durch einheitlichen Materialeinsatz in der Weise, daß in den genannten relevanten Richtungen der Ausdehnungskoeffizient jeweils wie angegeben beschränkt ist, wird das Auftreten mechanischer Verspannungen vermieden. Dabei können die Kohlefasern bestimmte Orientierungen aufweisen, wie oben beschrieben wurde.

[0018] Der Zylinderkörper ist bevorzugt aus einem Kohlefaser-Verbundmaterial mit einem gewickelten Gerüst aus Kohlefasern hergestellt.

[0019] Außer den obengenannten Materialien kann zur Herstellung des Gegendruckzylinders auch Polymerbeton oder Mineralguß verwendet werden. Dieser Werkstoff kann bei geeignetem Herstellungsverfahren die notwendigen mechanischen Eigenschaften aufweisen, insbesondere einen, unter Umständen richtungsabhängigen, thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der geringer ist als der von Stahl. Es ergeben sich die gleichen Vorteile wie bei der Verwendung der obengenannten Materialien. Es versteht sich, daß weitere geeignete, andere Verbundmaterialien, insbesondere Faserverbundmaterialien, zur Herstellung des Gegendruckzylinders verwendet werden können.

[0020] Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

[0021]

Fig. 1 eine Teilseitenansicht einer Druckmaschine;

Fig. 2 einen Schnitt längs der Linie II-II in Figur 1; und

Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen Gegendruckzylinder.

5

[0022] Figur 1 zeigt eine Teilseitenansicht einer Flexodruckmaschine, Figur 2 zeigt einen Schnitt längs der Linie II-II in Figur 1. Die Druckmaschine weist ein Gestell 10 auf, das zwei Seitenteile 12 und 14 aufweist. In Figur 1 ist nur das Seitenteil 12 zu erkennen. Zwischen den Seitenteilen 12 und 14 ist ein Gegendruckzylinder 16 gelagert, an dessen Umfang mehrere Farbwerke 18 angeordnet sind. Jedes Farbwerk 18 umfaßt einen Druckzylinder 20 und eine Auftragwalze 22. Die Seitenteile 12 und 14 weisen jeweils Streben 24 auf, zwischen denen mehrere Fenster 26 ausgebildet sind. Die Druckzylinder 20 und die Auftragwalzen 22 sind in Schlitten 28 gelagert, die längs Führungsschienen 30 verfahrbar sind. Die Führungsschienen 30 sind jeweils unterhalb eines zugehörigen Fensters 26 auf der Innenseite des Seitenteils 12 bzw. 14 angebracht. Der Gegendruckzylinder 16 weist Achsstummel 32 auf, mit denen er in den Seitenteilen 12 bzw. 14 gelagert ist.

[0023] Der in Figur 3 im Längsschnitt gezeigte Gegendruckzylinder 16 weist einen Zylinderkern 34 aus kohlefaserverstärktem Kunststoff auf, der eine durchgehende Achse bildet und an seinen beiden Enden die Achsstummel 32 aufweist, die zur Lagerung in den beiden Seitenteilen 12 und 14 des Gestells 10 dienen. Weiterhin weist der Zylinderkern 34 eine Axialbohrung 36 auf, über die Druckluft zugeführt werden kann, die dann über radiale Durchbrüche 38 zur Umfangsfläche 40 des Zylinderkerns mit einem inneren Hohlraum 42 des Gegendruckzylinders kommuniziert.

[0024] Der Zylinderkern 34 ist mit Abstand von einer zylindrischen Hülse 44 umgeben, die durch einen rohrförmigen Körper aus kohlefaserverstärktem Kunststoff gebildet wird. Solche Rohrkörper aus Kohlefaser-Verbundmaterial sind an sich bereits bekannt und werden bisher in Druckmaschinen beispielsweise als Rasterwalzen oder für Druckzylinder eingesetzt. Typischerweise haben diese Rohrkörper ein Gerüst aus gewickelten Kohlefasern, die in eine Matrix aus Kunststoff eingebettet sind. Die Fasern sind unter einem geringen Winkel von beispielsweise 10° zur Umfangsrichtung gewickelt, können aber auch in andere Richtungen orientiert sein, beispielsweise diagonal, in Umfangs- oder in Längsrichtung. Die Hülse 44 ist rotationssymmetrisch gewickelt, so daß bei Temperaturschwankungen ihr Außendurchmesser annähernd konstant ist. Die Hülse 44 ist so exakt gefertigt, daß ihr Außendurchmesser eine Genauigkeit von $5 \mu\text{m}$ aufweist.

[0025] Vorteile der Verwendung von kohlefaserverstärkten Kunststoffen sind ihre niedrige Dichte, ihre hohe Festigkeit und Steifigkeit und ihr geringer thermischer Ausdehnungskoeffizient, der deutlich kleiner als $1 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ und richtungsabhängig sogar annähernd Null ist.

[0026] Die Hülse 44 ist an beiden Stirnseiten durch

flache Scheiben 46, die ebenfalls aus kohlefaserverstärktem Kunststoff hergestellt sind, auf dem Zylinderkern 34 abgestützt. Die Scheiben 46 sind drehfest mit dem Zylinderkern 34 verbunden, wie in der Zeichnung durch Keile 48 symbolisiert wird. Entsprechend ist auch die Hülse 44 drehfest mit den Scheiben 46 verbunden, so daß der Zylinderkern 34, die Scheiben 46 und die Hülse 44 zusammen einen starren, biege- und torsionssteifen Gegendruckzylinder bilden. Die beim Drucken auf die Außenfläche 50 der Hülse 44 einwirkenden Radialkräfte werden in die beiden Scheiben 46 eingeleitet, ohne daß sich die Hülse 44 dabei nennenswert verformt. Da die Krafteinleitung in den Zylinderkern 34 in der Nähe der Achsstummel 32 erfolgt, wird auch eine Durchbiegung des Zylinderkerns 34 weitgehend vermieden. Darüber hinaus wird die Biegesteifigkeit des Gegendruckzylinders 16 insgesamt durch den schalenförmigen Aufbau erhöht.

[0027] Die Faserrichtungen des Verbundmaterials sind jeweils so orientiert, daß die linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten des jeweiligen Werkstückes in den für die Gesamtausdehnung des Gegendruckzylinders relevanten Richtungen jeweils kleiner als $0,5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ sind. Die relevanten Richtungen sind für die Hülse 44 die Umfangsrichtung parallel zu ihrer Außenfläche 50 und für die Scheiben 46 und den Zylinderkern 34 die in der Ebene der Scheiben liegenden Richtungen. Insgesamt wird so erreicht, daß der Radius der Außenfläche 50 des Gegendruckzylinders 16 sich bei einer Temperaturänderung um 1°C um weniger als $0,5 \mu\text{m}$ pro Radius in Metern verändert.

[0028] Die Hülse 44 ist auf ihrer Innenseite mit (nicht dargestellten) Versteifungsrippen versehen, die sich in Umfangsrichtung erstrecken. Alternativ sind auch andere Richtungen für die Versteifungsrippen denkbar. Die Scheiben 46 können ebenfalls Versteifungsrippen aufweisen.

[0029] Durch Zuleitung von Druckluft über die Axialbohrung 36 kann in dem Hohlraum 42 zwischen dem Zylinderkern 34 und der Hülse 44 ein Überdruck erzeugt werden. Auf diese Weise kann im Bedarfsfall die Hülse 44 von innen vorgespannt werden, um die Balligkeit der Hülse zu beeinflussen.

[0030] Alternativ oder zusätzlich zum Einsatz von Keilen 48 oder anderen Formteilen zur Befestigung der Hülse 44 an den Scheiben 46 kann die Befestigung auch mittels Kleben oder anderer Verfahren erfolgen, oder die Hülse 44 kann mit den Scheiben 46 in einem Stück hergestellt sein.

[0031] Abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel können auch mehr als zwei Scheiben 46 im Gegendruckzylinder angeordnet sein, und die Scheiben 46 können auch an den beiden Enden des Gegendruckzylinders 16 gegenüber der Hülse 44 in axialer Richtung nach innen versetzt sein.

[0032] Die Scheiben 46 und/oder der Zylinderkern 34 können alternativ auch aus einem von dem Material der Hülse verschiedenen Material hergestellt sein. Dazu

muß die Dicke der Hülse 44 ausreichend bemessen sein, um durch Wärmeausdehnung der Scheiben 46 entstehende Verspannungskräfte aufzufangen, bzw. die Stärke der Scheiben 46 muß ausreichend bemessen sein, um durch Wärmeausdehnung des Zylinderkerns 34 auftretende Verspannungskräfte aufzufangen. Der Gegendruckzylinder 16 ist jedoch bevorzugt so aufgebaut, daß keine inneren Spannungen auftreten.

Patentansprüche

1. Druckmaschine mit mindestens einem Gegendruckzylinder (16), **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gegendruckzylinder (16) einen Zylinderkörper (44) aus einem Material aufweist, das in Umfangsrichtung des Gegendruckzylinders (16) einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten kleiner als $2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ hat.
2. Druckmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zylinderkörper eine zylindrische Hülse (44) ist.
3. Druckmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein den Zylinderkörper (44) radial von innen abstützender Teil (46) des Gegendruckzylinders (16) aus einem Material besteht, das in dieser Richtung einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten kleiner als $2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ hat.
4. Druckmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der den Zylinderkörper (44) radial von innen abstützende Teil (46) des Gegendruckzylinders (16) durch Scheiben (46) gebildet wird.
5. Druckmaschine nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Achse (32, 34) den den Zylinderkörper (44) radial von innen abstützenden Teil (46) des Gegendruckzylinders (16) trägt und die Achse (32, 34) überwiegend aus einem Material besteht, das in Umfangsrichtung der Achse und/oder radialer Richtung einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten kleiner als $2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ hat.
6. Druckmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Material, dessen linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient kleiner als $2 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ist, ein Verbundmaterial ist.
7. Druckmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verbundmaterial kohlefasershaltiges Material ist.
8. Druckmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verbundmaterial kohlefaserverstärkter Kunststoff ist.

9. Druckmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zylinderkörper (44) aus einem Kohlefaser-Verbundmaterial mit einem gewickelten Gerüst aus Kohlefasern hergestellt ist.

Claims

1. Printing machine having at least one impression cylinder (16), **characterised in that** the impression cylinder (16) has a cylinder body (44) made of a material which, in circumferential direction of the impression cylinder (16), has a linear thermal expansion coefficient of less than $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. 10
2. Printing machine according to claim 1, **characterised in that** the cylinder body is a cylindrical sleeve (44). 15
3. Printing machine according to claim 1 or 2, **characterised in that** a part (46) of the impression cylinder (16) which radially supports the cylinder body (44) from inside is made of a material which, in this direction, has a linear thermal expansion coefficient of less than $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. 20
4. Printing machine according to claim 3, **characterised in that** the part (46) of the impression cylinder (16) which supports the cylinder body (44) radially from inside is formed by disks (46). 25
5. Printing machine according to claim 3 or 4, **characterised in that** the part (46) of the impression cylinder (16) which supports the cylinder body (44) radially from inside is carried on an axle (32, 34) which predominantly is made of a material having, in circumferential direction and/or in radial direction of the axle, a linear thermal expansion coefficient of less than $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. 30
6. Printing machine according to any of the claims 1 to 5, **characterised in that** the material, the linear thermal expansion coefficient of which is less than $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, is a composite material. 35
7. Printing machine according to claim 6, **characterised in that** the composite material is a material containing carbon fibres. 40
8. Printing machine according to claim 7, **characterised in that** the composite material is a synthetic resin reinforced with carbon fibres. 45
9. Printing machine according to one of the preceding claims, **characterised in that** the cylinder body (44) is made of a carbon fibre composite material having a wound structure of carbon fibres. 50

Revendications

1. Machine à imprimer comportant au moins un contre-cylindre d'impression (16), **caractérisée en ce que** le contre-cylindre d'impression (16) comporte un corps de cylindre (44) en un matériau dont le coefficient de dilatation thermique linéaire, dans la direction périphérique du contre-cylindre d'impression (16), est inférieur à $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. 5
2. Machine à imprimer selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le corps de cylindre est un manchon cylindrique (44). 10
3. Machine à imprimer selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce qu'une** partie (46) du contre-cylindre d'impression (16), soutenant radialement de l'intérieur le corps de cylindre (44), se compose d'un matériau qui, dans cette direction, présente un coefficient de dilatation thermique linéaire inférieur à $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. 15
4. Machine à imprimer selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** la partie (46) du contre-cylindre d'impression (16), soutenant radialement de l'intérieur le corps de cylindre (44), est formée par des disques (46). 20
5. Machine à imprimer selon la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce qu'un** axe (32, 34) porte la partie (46) du contre-cylindre d'impression (16), soutenant radialement de l'intérieur le corps de cylindre (44), et l'axe (32, 34) se compose principalement d'un matériau qui, dans la direction périphérique de l'axe et/ou la direction radiale, présente un coefficient de dilatation thermique linéaire inférieur à $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. 25
6. Machine à imprimer selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** le matériau, dont le coefficient de dilatation thermique linéaire est inférieur à $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, est un matériau composite. 30
7. Machine à imprimer selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le matériau composite est un matériau contenant des fibres de carbone. 35
8. Machine à imprimer selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** le matériau composite est une matière plastique renforcée par des fibres de carbone. 40
9. Machine à imprimer selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le corps de cylindre (44) est fabriqué dans un matériau composite aux fibres de carbone avec une structure enroulée en fibres de carbone. 45

Fig. 1

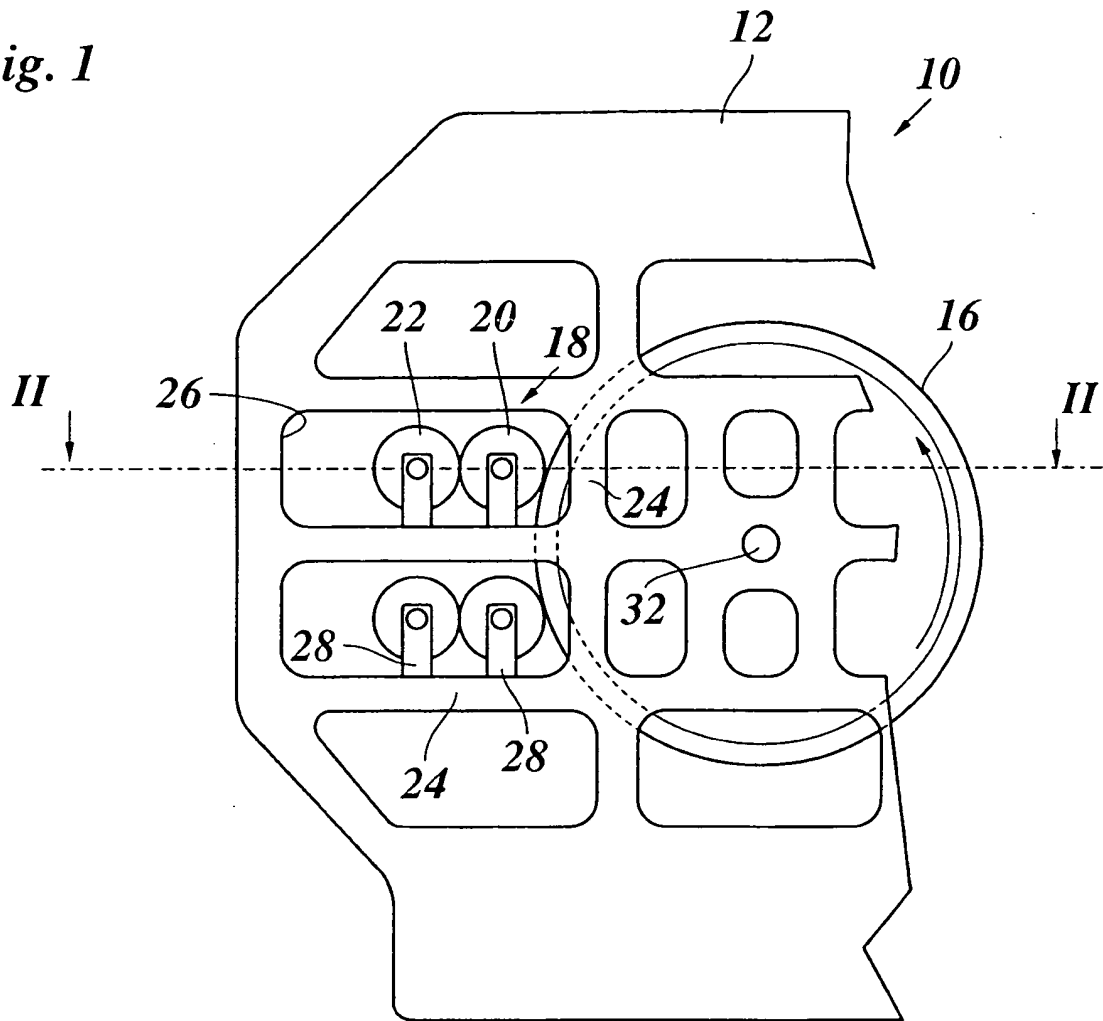


Fig. 2

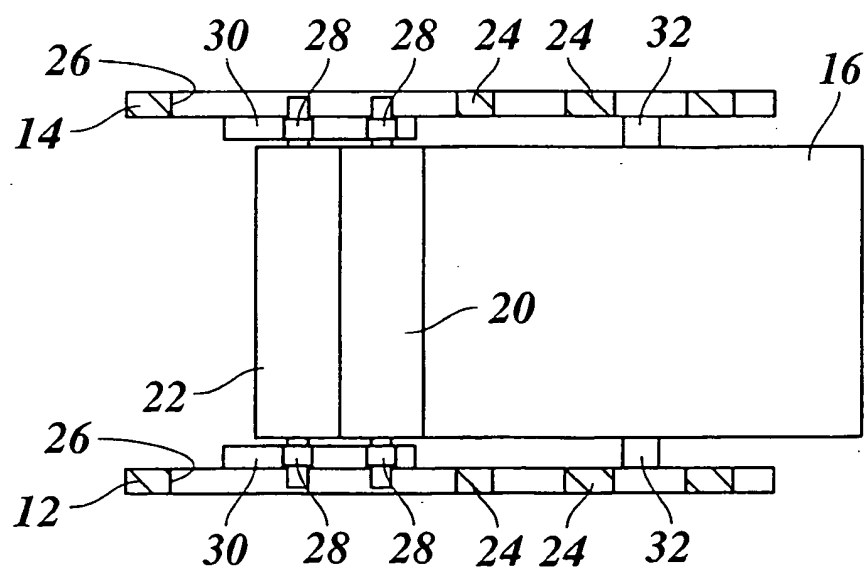


Fig. 3

