

(19)



(11)

EP 1 991 777 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.2015 Patentblatt 2015/12

(51) Int Cl.:
F04B 35/04^(2006.01) F04B 17/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07703714.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/050163

(22) Anmeldetag: **09.01.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/098970 (07.09.2007 Gazette 2007/36)

(54) LINEARVERDICHTER UND ANTRIEBSAGGREGAT DAFÜR

LINEAR COMPRESSOR AND DRIVE UNIT THEREFOR

COMPRESSEUR LINÉAIRE ET MÉCANISME D'ENTRAÎNEMENT POUR LEDIT COMPRESSEUR

(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

(73) Patentinhaber: **BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH**
81739 München (DE)

(30) Priorität: **28.02.2006 DE 102006009232**

(72) Erfinder: **SCHUBERT, Jan-Grigor**
89250 Senden (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.11.2008 Patentblatt 2008/47

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 5 525 845 US-A- 6 077 054
US-A- 6 089 836 US-B1- 6 238 192
US-B1- 6 379 125 US-B2- 6 506 032

EP 1 991 777 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Linearverdichter, insbesondere für den Einsatz zum Verdichten von Kältemittel in einem Kältegerät, und ein Antriebsaggregat zum Antreiben einer oszillierenden Kolbenbewegung für einen solchen Linearverdichter.

[0002] Aus US 6 379 125 B1 ist ein Linearverdichter bekannt, bei dem ein Schwingkörper mit einem Gestell durch Membran- und Schraubenfedern verbunden ist.

[0003] Die Membranfeder hat gegenüber vielen anderen Federtypen den Vorteil, dass sie quer zur Schwingrichtung nur schwer verformbar ist. Der Schwingkörper ist daher nur mit einem Freiheitsgrad beweglich, anders als z. B. ein an einer Schraubenfeder aufgehängter Schwingkörper, der prinzipiell in drei Freiheitsgraden der Translation beweglich ist und einer Führung bedarf, wenn die Beweglichkeit auf einen einzigen Freiheitsgrad eingeschränkt sein soll. Bei einem an einer Membranfeder gehaltenen Schwingkörper ist eine solche Führung nicht erforderlich. Deshalb ist die Bewegung eines solchen Schwingkörpers mit geringen Reibungsverlusten in die notwendigerweise streng linear geführte Bewegung eines Kolbens in einem Verdichter umsetzbar.

[0004] US 6 379 125 B1 macht zur Gestalt der Membranfeder keine genauen Angaben. Ein konkretes Beispiel einer Membranfeder für einen Linearverdichter ist in US 5 525 845 B1 gezeigt. Diese Membranfeder kann Drehschwingungen des Schwingkörpers anregen.

[0005] Idealerweise sollten die Federn lediglich Kräfte, aber keine Drehmomente auf den Schwingkörper ausüben. Aufgabe der Erfindung ist, ein Antriebsaggregat zu schaffen, dessen Federn diese Anforderung erfüllen.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Antriebsaggregat wie in Anspruch 1 definiert. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Die Schraubenfeder ist vorzugsweise um eine imaginäre Gerade herum angeordnet, auf welche der Schwerpunkt des Schwingkörpers hin und her beweglich ist. Vorzugsweise fällt die Gerade mit einer Längsachse der Spiralfeder zusammen.

[0008] Um die Kraft der Spiralfeder drehmomentfrei in den Schwingkörper einzuleiten, ist bevorzugt, dass ein Ende der Spiralfeder an der Peripherie eines Federtellers angreift, an dessen Mittelpunkt der Schwingkörper befestigt ist.

[0009] Um die Genauigkeit der Führung des Schwingkörpers entlang der Geraden zu verbessern, sind vorzugsweise wenigstens zwei Membranfedern vorgesehen, die an in Richtung der Schwingbewegung beabstandeten Bereichen des Schwingkörpers angreifen.

[0010] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Linearverdichter mit einer Arbeitskammer, einem in der Arbeitskammer zum Verdichten eines Arbeitsfluids hin und her beweglichen Kolben und einem Antriebsaggregat wie oben definiert, das zum Antreiben der Hin- und Herbewegung an den Kolben gekoppelt ist. Um einen solchen Linearverdichter kompakt zu machen, kann es zweck-

mäßig sein, dass die Arbeitskammer wenigstens teilweise von der Schraubenfeder umgeben ist.

[0011] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und anderen Beispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Linearverdichters;

Fig. 2 eine der zwei Membranfedern des Linearverdichters aus Fig. 1;

Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch einen Teil des Linearverdichters entlang einer imaginären Geraden G;

Fig. 4 eine alternative Ausgestaltung der Membranfeder des Linearverdichters; und

Fig. 5 ein nochmals vereinfachtes Beispiel der Ausgestaltung einer Membranfeder, die nicht im Schutzzumfang des hiesigen Patents enthalten ist.

[0012] Ein Gestell 1 des Linearverdichters umfasst eine Grundplatte 2, von der platten- oder rippenartige Vorsprünge 3, 4, 5 abstehen. An den Schmalseiten der zwei einander gegenüberstehenden Vorsprünge 3 sind zwei Membranfedern 6 des in Fig. 2 dargestellten Typs verschraubt. Die Membranfedern 6 umfassen jeweils an den Stirnseiten der Vorsprünge 3 anliegende Stege 7, von deren Enden Z- bzw. S-förmige Federarme 8 abstehen. Die von den Stegen 7 entfernten Enden der Federarme 8 treffen in einem Mittelabschnitt 9 der Membranfeder 6 aufeinander, in welchem drei Öffnungen 10, 11 gebildet sind. Ein Schwingkörper 12 ist zwischen den zwei Membranfedern 6 mit Hilfe von (nicht dargestellten) Schrauben oder Nieten befestigt, die sich durch die oberen und unteren Öffnungen 10 der Membranfedern 6 erstrecken. Die Öffnung 11 bildet einen Durchgang für eine Kolbenstange 13, die sich zwischen dem Schwingkörper 12 und einer von dem Vorsprung 5 getragenen Verdichterbaugruppe 14 erstreckt.

[0013] In einem von den Vorsprüngen 3 und den Membranfedern 6 begrenzten Hohlraum sind beiderseits des permanentmagnetischen Schwingkörpers 12 zwei Elektromagnete 15 angeordnet, die bestrombar sind, um zwischen sich einander entgegengesetzte Magnetfelder erzeugen, die den Schwingkörper 12 aus seiner in Fig. 1 gezeigten Gleichgewichtsstellung auf einer durch den Schwerpunkt des Schwingkörpers 12 verlaufenden Geraden G in die eine oder die andere Richtung auszulenkten.

[0014] Die Gerade G verläuft axial durch die Kolbenstange 13 und die Verdichterbaugruppe 14, und sie ist gleichzeitig die Symmetrieachse von zwei Federtellern 16, die durch Spiralfedern 17 gegen die Außenseiten der

zwei Membranfedern 6 gedrückt sind. Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch einen Teil des linearen Verdichters entlang dieser Geraden G. Die Federteller 16 haben jeweils am Rand ihrer von den Membranfedern 6 abgewandten konkaven Seite eine umlaufende Rippe, die eine an dem Federteller 16 anliegende letzte Windung der Schraubenfeder 17 in radialer Richtung fixiert. Die entgegengesetzten Enden der Schraubenfedern 17 sind jeweils durch ins Innere der Federn eingreifende Vorsprünge fixiert. Einer ist ein flacher Vorsprung 18 an der Platte 4 des Gestells 1, der andere Vorsprung 19 ist ein Teil des Verdichtergehäuses 14.

[0015] Die Schraubenfedern 17 sind jeweils zwischen den Federtellern 16 und den sie tragenden Vorsprüngen 18 oder 19 so vorgespannt, dass an keinem Umkehrpunkt der Bewegung des Schwingkörpers 12 eine der Schraubenfedern 17 spannungslos wird. Die Schraubenfedern 17 halten daher ständig die Federteller 16 gegen die Membranfedern 6 gedrückt, auch wenn der Verdichter in Betrieb ist und der Schwingkörper 12 oszilliert. Es ist daher keine feste Verbindung zwischen den Federtellern 16 und den von ihnen berührten Membranfedern 6 erforderlich, um den Kontakt zwischen ihnen stets aufrecht zu erhalten. Da die Kraft der Federn 17 jeweils über den gesamten Umfang der Federteller 16 recht gleichmäßig verteilt auf die Federteller 16 einwirkt, resultiert allenfalls ein geringes Drehmoment, das eine Verkipfung der Achsen der Federteller in Bezug auf die Gerade G bewirken könnte. Doch selbst wenn ein solches Drehmoment aufträte, könnte es mangels einer material-schlüssigen Verbindung zwischen den Federtellern 16 und den Membranfedern 6 nicht auf letztere übertragen werden. Auf Grund der zu den Membranfedern 6 hin verjüngten Form der Federteller 16 leiten diese die Kraft der Schraubenfeder 17 sehr nah an der Linie G in die Membranfedern 6 ein, so dass selbst bei einer ungleichmäßigen Kraftverteilung ein daraus resultierendes, auf die Membranfedern 6 einwirkendes Drehmoment klein bleibt. Die Membranfedern 6 und der von ihnen gehaltene Schwingkörper 12 ist also durch die Schraubenfedern 17 im wesentlichen nur exakt in Richtung der Geraden G orientierten Kräften, aber keinen nennenswerten Drehmomenten ausgesetzt, die eine Bewegung des Schwerpunkts des Schwingkörpers 12 abseits der Linie G anregen könnten.

[0016] Auch die hochgradige Symmetrie der zwei Membranfedern 6 trägt dazu bei, dass diese den Schwingkörper 12 exakt linear führen.

[0017] Der Schnitt der Fig. 3 zeigt auch den inneren Aufbau der Verdichterbaugruppe 14. In einer internen Kammer 20 der Verdichterbaugruppe 14 ist ein von der Kolbenstange 13 gehaltener Kolben 21 hin und her verschiebbar, um über einen Saugstutzen 22 Kältemittel in die Kammer 20 zu saugen und das verdichtete Kältemittel an einem Druckstutzen 23 wieder auszugeben. Mit dem Druckstutzen 23 kommuniziert ein Ringraum 24, der sich becherförmig um die Kammer 20 erstreckt. In der von den Flanken des Kolbens 21 überstrichenen Trenn-

wand 25 zwischen der Kammer 20 und dem Ringraum 24 ist eine Vielzahl von feinen Durchgängen 26 gebildet, durch die ein Teil des verdichteten Kältemittels aus dem Ringraum 24 zurück in die Kammer 20 strömen kann. Das rückströmende Kältemittel bildet zwischen der Trennwand 25 und den Flanken des Kolbens 21 ein Gaskissen, welches im Betrieb einen direkten schleifenden Kontakt zwischen Kolben 21 und Trennwand 25 verhindert und so den Verschleiß der Verdichterbaugruppe 14 gering hält. Auf Grund der exakt geradlinigen Führung des Schwingkörpers 12, die durch die Aufhängung mit Membran- und Schraubenfedern 6, 17 erreicht wird, genügt ein geringer Gasdurchsatz in den Durchgängen 26, um ein wirksam vor Schleifen schützendes Gaskissen zu schaffen.

[0018] Um geringfügige Ungenauigkeiten bei der Ausrichtung des Antriebsaggregats und der Verdichterbaugruppe zueinander zu kompensieren, die anderenfalls auch zum Reiben des Kolbens 21 an der Wand 25 führen könnten, sind in der Kolbenstange 13 zwei elastisch biegsame Schwachstellen 27 gebildet. Eine leichte Verbiegung dieser Schwachstellen 27 erlaubt es, einen kleinen Versatz zwischen der Geraden G, auf der sich der Schwerpunkt des Schwingkörpers 12 bewegt, und der Längsmittelachse der Kammer 20 oder auch eine geringfügige Nichtparallelität beider zu kompensieren.

[0019] Vereinfachte Ausgestaltungen der Membranfeder sind in Fig. 4 und 5 gezeigt. Die Feder 6' der Fig. 4 entspricht im Wesentlichen einer halbierten Membranfeder aus Fig. 3, mit nur zwei S- bzw. Z-förmig gekrümmten Armen 8, die sich von einem Steg 7 zum Mittelabschnitt 9 erstrecken. Bei der Feder 6" der Fig. 5 sind die gekrümmten Arme durch einen geradlinigen Arm 8" ersetzt und somit fällt dieses Beispiel nicht unter dem Schutzbereich des Anspruchs 1. Das freie Ende des geradlinigen Armes 8" bewegt sich zwar genau genommen nicht exakt auf einer Geraden, sondern auf einem Kreisbogen, doch ist diese Abweichung vernachlässigbar, wenn die Amplitude des Schwingkörpers so begrenzt ist, dass die Seitwärtskomponente der Bewegung des Schwingkörpers kleiner als das seitliche Spiel des Kolbens ist.

Patentansprüche

1. Antriebsaggregat für einen Linearverdichter mit einem Gestell (1) und einem durch wenigstens eine Membranfeder (6) und eine Schraubenfeder (17) mit dem Gestell (1) verbundenen und in Bezug auf das Gestell (1) geradlinig hin und her beweglich geführten Schwingkörper(12), wobei die Schraubenfeder (17) sich um eine Gerade (G) herum erstreckt, auf welcher der Schwerpunkt des Schwingkörpers (12) hin und her beweglich ist, und die Membranfeder (6) mehrere gekrümmte Arme (8) umfasst, von denen jeweils ein Ende am Gestell (1) und ein anderes Ende (9) am Schwingkörper (12) fest ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gerade (G) Teil einer Sym-

metrieebene der Membranfeder (6) ist.

2. Antriebsaggregat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gerade (G) mit einer Längsachse der Spiralfeder (17) zusammenfällt.
3. Antriebsaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ende der Spiralfeder (17) an der Peripherie eines Federtellers (16) angreift, dessen Mittelpunkt gegen den Schwingkörper (12) drückt.
4. Antriebsaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Arm (8) zwei in unterschiedliche Richtungen gekrümmte Abschnitte aufweist.
5. Antriebsaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens eine zweite Membranfeder (6) umfasst, und dass die erste und die zweite Membranfeder (6) an in Richtung der Schwingbewegung beabstandeten Bereichen des Schwingkörpers (12) angreifen.
6. Linearverdichter mit einer Arbeitskammer (20), einem in der Arbeitskammer (20) zum Verdichten eines Arbeitsfluids hin und her beweglichen Kolben (21) und einem zum Antreiben der Hin- und Herbewegung an den Kolben (21) gekoppelten Antriebsaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
7. Linearverdichter nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kolbenstange (13) sich zwischen dem Kolben (21) und dem Schwingkörper (12) auf der Geraden (G) erstreckt.
8. Linearverdichter nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitskammer (20) wenigstens teilweise von der Schraubenfeder (17) umgeben ist.

Claims

1. Drive unit for a linear compressor having a frame (1) and an oscillating body (12) connected to the frame (1) by at least one diaphragm spring (6) and a coil spring (17) and guided to allow linear reciprocating motion with respect to the frame (1), wherein the coil spring (17) extends around a straight line (G), along which the centre of gravity of the oscillating body (12) can move in a reciprocating motion, and the diaphragm spring (6) comprises a plurality of bent arms (8), one end of each arm being fixed to the frame (1) and another end (9) to the oscillating body (12), **characterised in that** the straight line (G) is part of an axis of symmetry of the diaphragm spring (6).

2. Drive unit according to claim 1, **characterised in that** the straight line (G) coincides with a longitudinal axis of the coil spring (17).

3. Drive unit according to one of the preceding claims, **characterised in that** one end of the coil spring (17) acts on the circumference of a spring plate (16), whose centre presses against the oscillating body (12).

4. Drive unit according to one of the preceding claims, **characterised in that** each arm (8) has two sections bent in different directions.

5. Drive unit according to one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises at least a second diaphragm spring (6), and the first and the second diaphragm spring (6) act on areas of the oscillating body (12) that are set apart in the direction of the oscillating movement.

6. Linear compressor having a working chamber (20), a piston (21) performing a reciprocating motion in the working chamber (20) in order to compress a working fluid, and a drive unit according to one of the preceding claims, which is coupled to the piston (21) to drive the reciprocating motion.

7. Linear compressor according to claim 6, **characterised in that** a piston rod (13) extends between the piston (21) and the oscillating body (12) along the straight line (G).

8. Linear compressor according to claim 6 or 7, **characterised in that** the working chamber (20) is surrounded at least partially by the coil spring (17).

Revendications

1. Unité d'entraînement pour un compresseur linéaire comprenant un support (1) et un corps oscillant (12) relié au support (1) au moyen au moins d'un ressort à diaphragme (6) et d'un ressort cylindrique (17) et guidé de manière déplaçable en va-et-vient de manière rectiligne par rapport au support (1), le ressort cylindrique (17) s'étendant autour d'une droite (G) sur laquelle le centre de gravité du corps oscillant (12) est déplaçable en va-et-vient, et le ressort à diaphragme (6) comprenant plusieurs bras courbés (8) dont respectivement une extrémité est fixe sur le support (1) et une autre extrémité (9) est fixe sur le corps oscillant (12), **caractérisée en ce que** la droite (G) fait partie d'un plan de symétrie du ressort à diaphragme (6).
2. Unité d'entraînement selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la droite (G) coïncide avec un

axe longitudinal du ressort hélicoïdal (17).

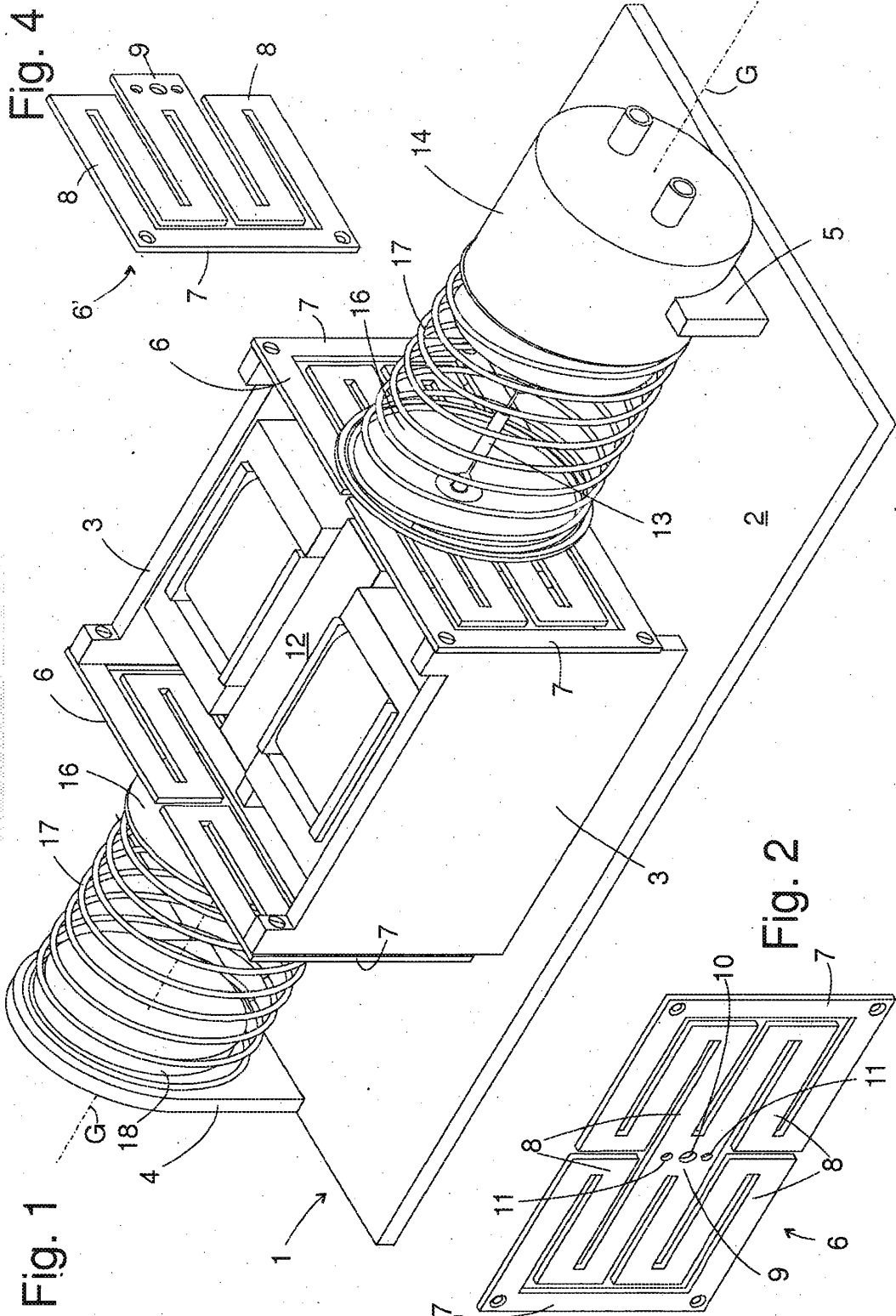
3. Unité d'entraînement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**une extrémité du ressort hélicoïdal (17) a prise sur la périphérie d'une cuvette de ressort (16) dont le centre appuie contre le corps oscillant (12). 5
4. Unité d'entraînement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque bras (8) présente deux sections courbées dans différentes directions. 10
5. Unité d'entraînement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle comprend au moins un deuxième ressort à diaphragme (6), et **en ce que** le premier et le deuxième ressorts à diaphragme (6) ont prise sur des zones du corps oscillant (12), distancées dans le sens du mouvement oscillant. 15
20
6. Compresseur linéaire comprenant une chambre de travail (20), un piston (21) déplaçable en va-et-vient dans la chambre de travail (20) pour comprimer un fluide de travail, et une unité d'entraînement selon l'une quelconque des revendications précédentes, couplée au piston (21) dans le but d'entraîner le mouvement en va-et-vient. 25
7. Compresseur linéaire selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**une tige de piston (13) s'étend sur la droite (G) entre le piston (21) et le corps oscillant (12). 30
8. Compresseur linéaire selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la chambre de travail (20) est entourée au moins en partie par le ressort cylindrique (17). 35

40

45

50

55



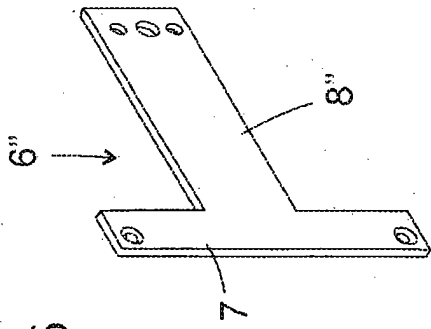


Fig. 5

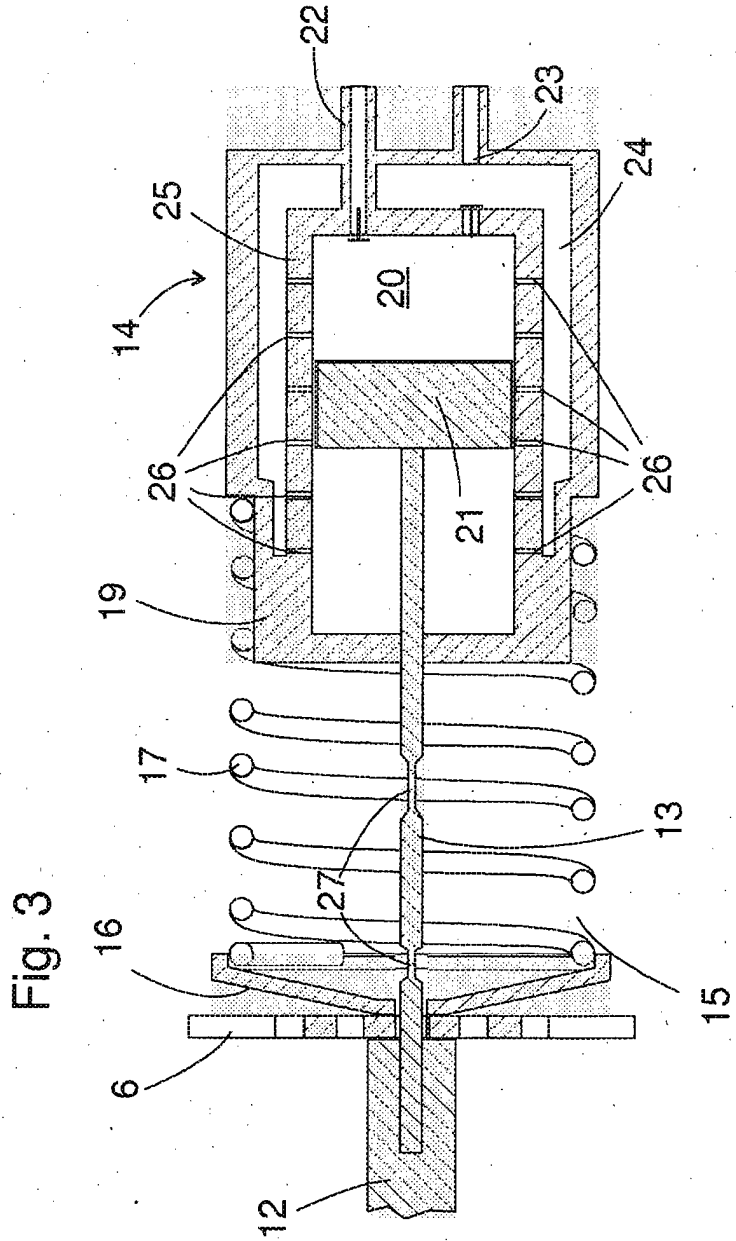


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 6379125 B1 [0002] [0004]
- US 5525845 B1 [0004]