

(19)



(11)

EP 1 831 559 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.01.2015 Patentblatt 2015/05

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

(21) Anmeldenummer: **05845997.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/056356

(22) Anmeldetag: **30.11.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/069884 (06.07.2006 Gazette 2006/27)

(54) **LINEARVERDICHTER UND ANTRIEBSAGGREGAT DAFJR**

LINEAR COMPRESSOR AND CORRESPONDING DRIVE UNIT

COMPRESSEUR LINEAIRE ET UNITE D'ENTRAINEMENT 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

(30) Priorität: **23.12.2004 DE 102004062302**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.09.2007 Patentblatt 2007/37

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

(72) Erfinder:
• **SCHADE, Alexander**
09599 Freiberg (DE)
• **SCHUBERT, Jan-Grigor**
89250 Aufheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 909 895 EP-A- 1 045 145
WO-A-89/03480 US-A- 5 255 521
US-A- 5 779 455

EP 1 831 559 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 Kältemitteln in einem Kältegerät, und insbesondere ein Antriebsaggregat zum Antreiben einer oszillierenden linearen Kolbenbewegung für einen solchen Linearverdichter.

[0002] Aus US 6 596 032 B2 ist ein Linearverdichter bekannt, dessen Antriebsaggregat ein Gestell und einen in dem Gestell über eine Membranfeder gelagerten Schwingkörper umfasst. Der Schwingkörper umfasst einen Permanentmagneten, eine mit dem Permanentmagneten starr verbundene Kolbenstange und einen an die Kolbenstange angelenkten Kolben, der in einem Zylinder hin- und her beweglich ist. Die Bewegung des Kolbens ist angetrieben durch einen rings um den Zylinder angeordneten Elektromagneten, der mit dem Permanentmagneten wechselwirkt. Eine scheibenförmige Membranfeder ist mittig an der Kolbenstange verschraubt, und der äußere Rand der Membranfeder ist einem Joch verbunden, das den Zylinder, den Elektromagneten und den Permanentmagneten umgibt.

[0003] Der Schwingkörper und die Membranfeder bilden ein schwingfähiges System, dessen Eigenfrequenz durch die Masse des Schwingkörpers und der Membranfeder sowie die Steifigkeit der Membranfeder bestimmt ist. Die Membranfeder lässt nur kleine Schwingungsamplituden zu, da jede Auslenkung des Schwingkörpers mit einer Dehnung der Membranfeder verbunden ist. Aufgrund der geringen Schwingungsamplitude ist es schwierig, das Totvolumen des Zylinders zuverlässig klein zu machen. Je größer aber das Totvolumen ist, um so schlechter ist der Wirkungsgrad des Verdichters. Der kleine Hub zwingt ferner dazu, den Zylinder mit in Verhältnis zur Länge großem Durchmesser auszubilden, um einen gegebenen Durchsatz zu erreichen. Es ist aufwändig, den entsprechend großen Umfang des Kolbens hinreichend abzudichten.

[0004] Da der Schwingkörper in radialer Richtung nur durch seine Verbindung mit der Feder gehalten ist, besteht die Möglichkeit, dass der den Kolben tragende Kopf der Kolbenstange hin- und herpendelt und an der Zylinderwand schleift. Um dies zu verhindern, ist eine Druckgaslagerung für den Kolben vorgesehen, d. h. die von dem Kolben überstrichene Zylinderwand weist Öffnungen auf, die mit dem Hochdruckauslass des Linearverdichters verbunden sind, um ein Gaskissen zwischen der Innenwand des Zylinders und dem Kolben zu bilden. Ein solches Druckgaslager funktioniert jedoch nur, wenn an dem Auslass der Linearverdichters der erforderliche Überdruck vorhanden ist, also nicht beim Anfahren bzw. Auslaufen des Verdichters. Zu diesen Zeiten besteht die Gefahr, dass der Kolben an der Zylinderwand schleift, so dass der Verdichter vorzeitig verschleißt.

[0005] Ein Linearverdichter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus US 6 641 377 B2 bekannt. Bei diesem Doppelkolben-Linearverdichter ist jeder Kolben durch

zwei jeweils zweiarmige Membranfedern gehalten.

[0006] Aufgrund der Krümmung der Arme ist ein größerer Kolbenhub möglich, doch übt jede Membranfeder auf den Kolben im ausgelenkten Zustand ein Drehmoment aus. Wenn dieses Drehmoment nicht exakt kompensiert wird, führt der Kolben zusätzlich zu seiner linearen Schwingbewegung eine Drehschwingung aus, und es können Taumelbewegungen des Kolbens angeregt werden, die zu Kontakt zwischen Kolben und Zylinder und infolgedessen zu erhöhtem Verschleiß führen können.

[0007] Die Druckschrift EP 1 045 145 B1 offenbart eine Feder in der Form einer im wesentlichen planaren Biegefeder aus Federstahl mit einem ringförmigen äußeren Randteil, einem inneren Nabenteil, und einem dehnbaren Trageglied, welches zwischen dem äußerem Randteil und dem inneren Nabenteil gekoppelt ist. Das dehnbare Trageglied schließt eine Vielzahl dehnbarer Federarme ein, die zwischen dem äußeren Randteil und dem inneren Nabenteil gekoppelt sind und sich sowohl in umlaufender als auch in radialer Richtung dazwischen erstrecken. Eine Vielzahl von Öffnungen trennen die dehnbaren Federarme, das innere Nabenteil und das äußere Randteil voneinander.

[0008] Die Druckschrift US 5,255,521 A beschreibt in den Figuren 2A bis 2C Blattfedern, deren Formen Schlitz aufweisen. Fig. 2C zeigt ein Beispiel der Struktur, in dem der rechteckige äußere Umfangsteil und der kreisförmige innere Umfangsteil der Blattfeder miteinander durch vier Armteile verbunden sind.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein verschleißarmes Antriebsaggregat für einen Linearverdichter mit einem Gestell und einem in dem Gestell über eine Membranfeder gelagerten Schwingkörper zu schaffen, bei dem die Membranfeder einen großen Hub des Schwingkörpers erlaubt, bzw. der einen hohen Durchsatz bei geringen Kolbendurchmesser erreichen kann.

[0010] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die mehreren Arme der Membranfeder jeweils mit einem Ende am Gestell und mit einem anderen Ende am Schwingkörper angreifen, und dass die Arme zwischen den zwei Enden jeweils paarweise Abschnitte mit entgegengesetzter Krümmung aufweisen. Die Arme erstrecken sich somit nicht auf dem kürzesten Wege zwischen den zwei Enden, so dass sie sich, wenn der Schwingkörper ausgelenkt wird, strecken und der geradlinigen Form annähern können, ohne dass dafür das Material der Arme gedehnt werden muss. Innerhalb eines gleichen Werkstücks ist es recht einfach, die Arme so zu fertigen, dass ihre Drehmomente einander exakt kompensieren; wenn wie bei US 6 641 377 B2 beschrieben, zwei Membranfedern mit in jeweils verschiedene Richtung gekrümmten Armen vorgesehen sind, können Abweichungen der Materialstärke von einer Feder zur anderen die Kompensation vereiteln oder zumindest erheblich erschweren.

[0011] Vorzugsweise hat die Membranfeder Paare von Armen mit in jeweils entgegengesetzte Richtungen gekrümmten Abschnitten.

[0012] Im einfachsten Fall hat jeder Arm einen einzigen in eine Richtung gekrümmten Abschnitt. Jeder solche Arm übt beim Auslenken auch ein Drehmoment auf den von ihm getragenen Schwingkörper aus, das aber von dem mit ihm gepaarten, entgegengesetzt gekrümmten Armen kompensiert wird.

[0013] Vorzugsweise hat jeder Arm zwei in unterschiedliche Richtungen gekrümmte Abschnitte. Da auch hier die unterschiedlich gekrümmten Abschnitte Drehmomente in entgegengesetzte Richtungen hervorrufen, kann so dass das Drehmoment jedes einzelnen Armes sehr klein gemacht oder zum Verschwinden gebracht werden.

[0014] Vorteilhaft ist auch, wenigstens eine zweite Membranfeder vorzusehen, deren Arme an einem Bereich des Schwingkörpers angreifen, der vom Angriffsbereich der ersten Membranfeder in Richtung der Schwingbewegung beabstandet ist. Durch die zwei Membranfedern ist der Schwingkörper zuverlässig linear in Richtung der gewünschten Schwingbewegung geführt, und eine seitliche Ausweichbewegung, die zu einem Kontakt zwischen einem von dem Schwingkörper getragenen Kolben und einem den Kolben umgebenden Zylinder führen könnte, kann vermieden werden.

[0015] Die Arme einer gleichen Membranfeder hängen vorzugsweise an ihren am Gestell angreifenden Enden und/oder an ihren an den Schwingkörper angreifenden Enden jeweils einteilig zusammen. Die am Gestell angreifenden Enden können durch einen mit den Blattfedern einteiligen Rahmen verbunden sein.

[0016] Um ohne Gefahr von Materialermüdung einen großen Hub zu ermöglichen, sollten die Arme der wenigstens einen Membranfeder Die einem sehr dünnen Material gefertigt sein. Dessen Stärke kann so knapp bemessen sein, dass sie lediglich ausreicht, um ein seitliches Ausweichen des Schwingkörpers zu verhindern. Eine solche schwache Membranfeder würde jedoch zu einer niedrigen Eigenfrequenz des Antriebsaggregates und damit bei vorgegebenem Hub zu einem geringen Durchsatz eines von dem Antriebsaggregat angetriebenen Verdichters führen. Um eine für einen benötigten Durchsatz ausreichende Eigenfrequenz des Antriebsaggregates zu erzielen, ist vorzugsweise jedem Arm eine Rückstellfeder zugeordnet, die einer Verformung des Armes entgegenwirkt, so dass die Membranfeder zusammen mit den Rückstellfedern jeweils ein elastisches System bildet, dessen Steifigkeit deutlich größer ist als die der Membranfeder allein.

[0017] Die effektive Federkonstante der Korrelation von Membranfeder und Rückstellfeder kann verstellbar gemacht sein, um die Eigenfrequenz des Antriebsaggregates nach Bedarf abstimmen zu können.

[0018] Als Rückstellfeder wird vorzugsweise eine Schraubenfeder verwendet.

[0019] 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 zum Antreiben der Hin-

und Herbewegung an den Kolben gekoppelten Antriebsaggregat der oben beschriebenen Art.

[0020] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch einen Linearverdichter;

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Membranfeder zur Verwendung in dem Linearverdichter der Fig. 1 gemäß der Erfindung;

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine zweite Ausgestaltung einer Membranfeder;

Fig. 4 eine teilweise geschnittene Seitenansicht eines Linearverdichters mit der in Fig. 3 gezeigten Membranfeder; und

Fig. 5 eine weitere Ausgestaltung einer Membranfeder.

[0021] Der in Fig. 1 gezeigte Linearverdichter für ein Kältegerät umfasst eine Verdichterkammer 1, die einerseits von einem beweglichen Kolben 2 und andererseits von einem Zylinder 3 begrenzt ist, der aus einem Rohrabschnitt 4 und einem Deckel 5 zusammengefügt ist. In dem Deckel 5 befinden sich, nicht dargestellt, in an sich bekannter Art und Weise ein Saugstutzen, ein Druckstutzen sowie Ventile, die einen Zustrom von Kältemittel in die Verdichterkammer nur über den Saugstutzen und einen Abfluss nur über den Druckstutzen erlauben.

[0022] Der Rohrabschnitt 4 ist konzentrisch von einem zweiten Rohrabschnitt 6 umgeben und mit ihm über einen radialen Flansch 7 verbunden. An dem vom Flansch 7 abgewandten Ende des Rohrabschnittes 6 ist der Umfang einer Membranfeder 8 befestigt. Am Mittelpunkt der Membranfeder 8 ist ein Schwingkörper 9 angebracht, der sich aus einer Kolbenstange 10, an die der Kolben 2 angelenkt ist, einem an der Kolbenstange 10 befestigten Flansch 11 sowie einem Permanentmagneten 12 zusammensetzt, der am Flansch 11 befestigt ist und in den Zwischenraum zwischen den Rohrabschnitten 6, 4 eintaucht. Ebenfalls in dem Zwischenraum untergebrachte Elektromagnete zum Ausüben einer Kraft in Richtung der Kolbenstange 10 auf den Permanentmagneten 12 sind in der Fig. weggelassen.

[0023] Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die Membranfeder 8. Sie umfasst einen umlaufenden äußeren Ring 13 und von dem Ring 13 aus jeweils spiralförmig nach innen verlaufende paarweise spiegelbildliche Arme 14, die an ihren vom Ring 13 abgewandten Enden untereinander verbunden sind. Eine zentrale Öffnung 15 ist zum Verschrauben der Kolbenstange 10 vorgesehen.

[0024] Die Membranfeder 8 besteht aus Federstahl oder einem anderen elastisch verformbaren, aber im We-

sentlichen nicht dehnbaren Material. Der zentrale Bereich der Membranfeder 8 ist mit geringer Kraft in eine Richtung senkrecht zur Ebene der Fig. 2 elastisch auslenkbar, wobei die Auslenkung dazu führt, dass die Arme 14 in der Draufsicht ihre Krümmung geringfügig verringern und der zentrale Bereich geringfügig im Gegenuhrzeigersinn gedreht wird. Die Beständigkeit der Membranfeder 8 gegen eine Verschiebung des zentralen Bereiches in der Ebene der Fig. 2 ist wesentlich größer als der Widerstand gegen eine Auslenkung senkrecht zu dieser Ebene, so dass das an der Öffnung 15 der Membranfeder 8 befestigte Ende der Kolbenstange 10 zuverlässig linear beweglich geführt ist.

[0025] Eine zweite Ausgestaltung der Membranfeder 8 ist in Fig. 3 in einer Draufsicht gezeigt. Auch diese Ausgestaltung hat einen geschlossenen äußeren Ring 13. Dieser Ring ist hier von rechteckiger Gestalt, was jedoch für die Funktion der Membranfeder von geringer Bedeutung ist. Von den Ecken des Rahmens 13 aus erstrecken sich vier Arme 14 zum zentralen Bereich 16 hin, die jeweils aus drei gradlinigen Abschnitten 17 und zwei die Abschnitte 17 verbindenden gekrümmten Abschnitten 18, 19 aufgebaut sind. Die zwei Abschnitte 18, 19 jedes Armes 14 haben jeweils entgegengesetzte Krümmungsrichtung. Vier Bohrungen 20 zur Befestigung der Membranfeder befinden sich an den Ecken des Rahmens 13.

[0026] Wenn der zentrale Bereich 16 ausgelenkt wird, führt dies zu einer leichten Aufbiegung der gekrümmten Abschnitte 18, 19. Aufgrund der entgegengesetzten Krümmungsrichtungen der zwei Abschnitte 18, 19 jedes Armes resultieren aus der Aufbiegung jeweils entgegengesetzte Drehmomente, so dass das von jedem einzelnen Arm 14 auf den zentralen Bereich 16 ausgeübte Drehmoment gering ist. Darüber hinaus kompensieren sich die Drehmomente jeweils benachbarter Arme 14, da jeweils einer von ihnen das Spiegelbild des anderen ist und die von ihnen ausgeübten Drehmomente daher entgegengesetzt gleich. Der zentrale Bereich 16 und folglich auch eine daran befestigte Kolbenstange 10 sind somit exakt linear und verdrehungsfrei geführt.

[0027] Fig. 4 zeigt eine teilweise geschnittene Seitenansicht eines Linearverdichters, in dem Membranfedern 8 der in Fig. 3 gezeigten Art verwendet sind. Der Verdichter hat ein Gestell mit einer zentralen Kammer 21, bei der in zwei gegenüberliegenden Wänden, hier unter Bezugnahme auf die Darstellung in der Fig. der Anschaulichkeit halber als Decke 22 und Boden 23 bezeichnet, Öffnungen gebildet sind, durch die sich spielhaltig eine stabförmige Schwingmasse 24 erstreckt. Die Kammer ist vorgesehen, um nicht dargestellte Elektromagnete zum Antreiben einer Hin- und Herbewegung eines in die Schwingmasse eingefügten Permanentmagneten aufzunehmen.

[0028] Die Enden der Schwingmasse 24 sind an den zentralen Bereichen 16 von zwei Membranfedern 8 der in Fig. 3 gezeigten Form mit Hilfe von Schrauben oder Nieten 25 befestigt. Der Rahmen 13 jeder Membranfeder 8 wiederum ruht auf von der Decke 22 bzw. dem Boden

23 der zentralen Kammer 21 abstehenden Stegen 26. Die Höhe der Stege 26 legt den maximalen Hub der Bewegung der Schwingmasse 24 fest; wird dieser maximale Hub überschritten, stoßen die zentralen Bereiche 16 der Membranfeder 8 gegen Decke 22 bzw. Boden 23 an.

[0029] Die Membranfedern 8 sind an den Stegen 26 jeweils durch Schrauben oder Nieten 27 gehalten, die jeweils ein Fußstück 28 eines oberen bzw. unteren Jochs 29, 30 und eine der Bohrungen 19 in den Ecken des Rahmens 13 kreuzen und in die zentrale Kammer 21 eingreifen.

[0030] Das untere Joch 30 trägt zwei Schraubenfedern 31, die jeweils so platziert sind, dass freie Kopfstücke 32 von ihnen, wie auch als strichpunktierter Umriss in Fig. 3 angedeutet, jeweils die gekrümmten Abschnitte 18 von zwei Armen 14 berühren, wenn diese nach unten ausgelenkt sind, und sich so einer Auslenkung der Schwingmasse 24 nach unten widersetzen. Entsprechende Schraubenfedern 31, die die gekrümmten Abschnitte 18 von Armen der oberen Membranfeder 8 berühren und einer Auslenkung der Schwingmasse nach oben entgegenwirken, sind am oberen Joch 29 vorgesehen.

[0031] Das obere Joch 29 trägt ferner einen Zylinder 33, in den ein mit der Schwingmasse 24 über eine Kolbenstange 10 verbundener, in der Fig. nicht sichtbarer Kolben hin und her beweglich ist. Da die Schwingmasse 24 durch die zwei Membranfedern 8 exakt linear geführt ist, kann die Kolbenstange 12 und mit ihr der von ihr getragene Kolben nicht quer zur Bewegungsrichtung ausweichen, und ein Schleifen des Kolbens an der Innenwand des Zylinders 33 kann vermieden werden.

[0032] Wenn sich die Schwingmasse 24 an einem der Umkehrpunkte ihrer Bahn befindet, ist ihre gesamte Bewegungsenergie in Form von Verformungsenergie in den Membranfedern 8 und den Schraubenfedern 31 gespeichert, wobei sich die Verteilung der Energie auf die Federtypen nach deren jeweiligen Federkonstanten richtet. Die Membranfedern können daher sehr dünn und leicht verformbar gemacht werden, so dass auch bei lang andauerndem Betrieb keine Materialermüdung auftritt, denn die Energie, die die Membranfedern mangels ausreichender Steifigkeit nicht zu speichern im Stande sind, kann von entsprechend dimensionierten Schraubenfedern 31 aufgenommen werden. Außerdem können mit einem gleichen Modell von Membranfeder Verdichter mit unterschiedlichem Durchsatz realisiert werden, indem die Membranfedern jeweils mit Schraubenfedern mit unterschiedlichen Federkonstanten kombiniert werden, die jeweils unterschiedliche Eigenfrequenzen des schwingfähigen Systems ergeben.

[0033] Denkbar ist auch, die Eigenfrequenz eines Antriebsaggregates abstimmbaar zu machen, indem die Schraubenfedern 31 jeweils verschiebbar an den Jochen 29, 30 montiert werden. Je näher der von den Kopfstücken 32 der Schraubenfedern 31 berührte Bereich der Arme 14 am zentralen Bereich 16 der Membranfedern 8 liegt, um so steifer ist das Gesamtsystem aus Membranfeder und Schraubenfedern, und um so höher ist die Ei-

genfrequenz des resultierenden Antriebsaggregates.

[0034] Im Extremfall ist es möglich, die zwei Schraubenfedern 31 jedes Jochs 29, 30 jeweils durch eine einzige Schraubenfeder zu ersetzen, die unmittelbar den zentralen Bereich 16 berührt.

[0035] Fig. 5 zeigt eine Abwandlung der Membranfeder 8 aus Fig. 3, die an deren Stelle in dem Verdichter der Fig. 4 einsetzbar ist. Bei der Membranfeder der Fig. 5 ist der äußere Rahmen 13 weggefallen; statt dessen sind nur noch die zwei rechten bzw. die zwei linken Arme 14 an ihren von dem zentralen Bereich 16 abgewandten Enden durch einen Materialstreifen 34 verbunden. Die Funktionsweise unterscheidet sich nicht von derjenigen der Membranfeder aus Fig. 3.

Patentansprüche

1. Antriebsaggregat für einen Linearverdichter mit einem Gestell (21, 29, 30) und einem in dem Gestell (21, 29, 30) über wenigstens eine Membranfeder (8) gelagerten, in einer linearen Richtung hin und her beweglichen Schwingkörper (24, 10), bei dem die Membranfeder (8) mehrere Arme 14 aufweist, die mit einem Ende am Gestell (21, 29, 30) und mit einem anderen Ende am Schwingkörper (24) angreifen, und zwischen den zwei Enden einen gekrümmten Verlauf aufweisen so dass sich die Arme nicht auf dem Kürzesten Wege zwischen den zwei Enden erstrecken **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membranfeder (8) Paare von Armen (14) mit in jeweils entgegengesetzte Richtungen gekrümmten Abschnitten (18, 19) aufweist, so dass ein aufgrund einer Auslenkung des Schwingkörpers (24, 10) durch jeweils einen der Arme (14) auf den Schwingkörper (24) ausgeübtes Drehmoment von jeweils einem mit ihm gepaarten Arm (14) kompensiert wird.
2. Antriebsaggregat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Arm (14) zwei in unterschiedliche Richtungen gekrümmte Abschnitte (18, 19) aufweist.
3. Antriebsaggregat nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens eine zweite Membranfeder (8) umfasst, und dass die erste und die zweite Membranfeder (8) an in Richtung der Schwingbewegung beabstandeten Bereichen des Schwingkörpers (24, 10) angreifen.
4. Antriebsaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arme (14) einer gleichen Membranfeder (8) an ihren am Schwingkörper (24, 10) angreifenden Enden (16) einteilig zusammenhängen.
5. Antriebsaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ar-

me (14) einer gleichen Membranfeder (8) an ihren am Gestell (21, 29, 30) angreifenden Enden einteilig zusammenhängen.

- 5 6. Antriebsaggregat nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die am Gestell (21, 29, 30) angreifenden Enden durch einen mit den Armen (14) einteiligen Rahmen (13) verbunden sind.
- 10 7. Antriebsaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Arm (14) eine Rückstellfeder (31) zugeordnet ist, die einer Verformung des Arms (14) entgegenwirkt.
- 15 8. Antriebsaggregat nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steifigkeit der Membranfeder (8) in der Verformungsrichtung kleiner als die der Rückstellfeder (31) ist
- 20 9. Antriebsaggregat nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine effektive Federkonstante der Kombination von Membranfeder (8) und Rückstellfeder (31) verstellbar ist.
- 25 10. Antriebsaggregat nach Anspruch 7, 8, oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückstellfeder (31) eine Schraubenfeder ist.
- 30 11. Antriebsaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Masse des Schwingkörpers (24, 10) größer ist als die Masse aller Federn (8, 31).
- 35 12. Linearverdichter mit einer Arbeitskammer, einem in der Arbeitskammer zum Verdichten eines Arbeitsfluids hin und her beweglichen Kolben und einem zum Antreiben der Hin- und Herbewegung an den Kolben gekoppelten Antriebsaggregat nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Claims

1. Drive unit for a linear compressor with a framework (21, 29, 30) and an oscillating body (24, 10) able to be moved back and forth in a linear direction, supported via at least one membrane spring (8) in the framework (21, 29, 30), in which the membrane spring (8) has a number of arms (14) which engage with one end on the framework (21, 29, 30) and with another end on the oscillating body (24), and have a curved course between the two ends so that the arms do not extend on the shortest paths between the two ends, **characterised in that** the membrane spring (8) has pairs of arms (14) with sections (18, 19) curved in opposing directions in each case, so that a torque exerted on the oscillating body (24) as a result of a deflection of the oscillating body (24, 10)

by one of the arms (14) in each case is compensated for by an arm (14) paired with it in each case.

2. Drive unit according to claim 1, **characterised in that** each arm (14) has two sections (18, 19) curved in different directions. 5
3. Drive unit according to claim 1, **characterised in that** it comprises at least one second membrane spring (8) and that the first and the second membrane spring (8) engage on areas of the oscillating body (24, 10) spaced apart in the direction of the oscillating movement. 10
4. Drive unit according to one of the preceding claims, **characterised in that** the arms (14) of an identical membrane spring (8) are contiguous in one piece at their ends (16) engaging on the oscillating body (24, 10). 15
5. Drive unit according to one of the preceding claims, **characterised in that** the arms (14) of an identical membrane spring (8) are contiguous in one piece at their ends engaging on the framework (21, 29, 30). 20
6. Drive unit according to claim 5, **characterised in that** the ends engaging on the framework (21, 29, 30) are connected by a frame (13) in one piece with the arms (14). 25
7. Drive unit according to one of the preceding claims, **characterised in that** each arm (14) is assigned a reset spring (31) which counteracts a deformation of the arm (14). 30
8. Drive unit according to claim 7, **characterised in that** the stiffness of the membrane spring (8) in the deformation direction is smaller than that of the reset spring (31). 35
9. Drive unit according to claim 7 or 8, **characterised in that** an effective spring constant of the combination of membrane spring (8) and reset spring (31) is able to be adjusted. 40
10. Drive unit according to claim 7, 8, or 9, **characterised in that** the reset spring (31) is a coil spring. 45
11. Drive unit according to one of the preceding claims, **characterised in that** the mass of the oscillating body (24, 10) is greater than the mass of all springs (8, 31). 50
12. Linear compressor with a working chamber, a piston able to be moved back and forth in the working chamber to compress a working fluid and a drive unit coupled to the piston for driving the back and forth movement at the piston according to one of the preceding

claims.

Revendications

1. Unité d'entraînement pour un compresseur linéaire comprenant un châssis (21, 29, 30) et, monté dans le châssis (21, 29, 30) par l'intermédiaire d'au moins un ressort à membrane (8), un corps oscillant (24, 10) effectuant un mouvement de va-et-vient dans une direction linéaire, le ressort à membrane (8) comportant plusieurs bras (14) dont l'une des extrémités est en prise avec le châssis (21, 29, 30) et l'autre avec le corps oscillant (24) et qui présentent une forme courbe entre les deux extrémités, de sorte que les bras ne suivent pas le chemin le plus court entre les deux extrémités, **caractérisée en ce que** le ressort à membrane (8) comporte des paires de bras (14) qui ont chacun des portions (18, 19) courbées dans des directions opposées, de sorte qu'un couple exercé suite à un débattement du corps oscillant (24, 10) sur le corps oscillant (24) par l'un des bras (14) est compensé par l'autre bras (14) en paire avec celui-ci.
2. Unité d'entraînement selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** chaque bras (14) a deux portions (18, 19) courbées dans des directions opposées.
3. Unité d'entraînement selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**elle comprend au moins un second ressort à membrane (8), et **en ce que** les premier et second ressorts à membrane (8) sont en prise avec des parties du corps oscillant (24, 10) espacées dans la direction du mouvement oscillatoire.
4. Unité d'entraînement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les bras (14) du même ressort à membrane (8) sont réunis en une seule pièce au niveau de leurs extrémités (16) en prise avec le corps oscillant (24, 10).
5. Unité d'entraînement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les bras (14) du même ressort à membrane (8) sont réunis en une seule pièce au niveau de leurs extrémités en prise avec le châssis (21, 29, 30).
6. Unité d'entraînement selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** les extrémités en prise avec le châssis (21, 29, 30) sont reliées par un cadre (13) formant une seule pièce avec les bras (14).
7. Unité d'entraînement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque bras (14) est associé à un ressort de rappel (31) qui s'oppose à une déformation du bras (14).

8. Unité d'entraînement selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** la raideur du ressort à membrane (8) dans la direction de la déformation est inférieure à la raideur du ressort de rappel (31). 5
9. Unité d'entraînement selon la revendication 7 ou 8, **caractérisée en ce qu'**une constante de rappel effective de la combinaison de ressort à membrane (8) et de ressort de rappel (31) est réglable. 10
10. Unité d'entraînement selon la revendication 7, 8 ou 9, **caractérisée en ce que** le ressort de rappel (31) est un ressort hélicoïdal. 15
11. Unité d'entraînement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la masse du corps oscillant (24, 10) est supérieure à la masse de tous les ressorts (8, 31). 20
12. Compresseur linéaire comprenant une chambre de travail, un piston effectuant un mouvement de va-et-vient dans la chambre de travail pour comprimer un fluide de travail et une unité d'entraînement couplée au piston pour entraîner le mouvement de va-et-vient selon l'une des revendications précédentes. 25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

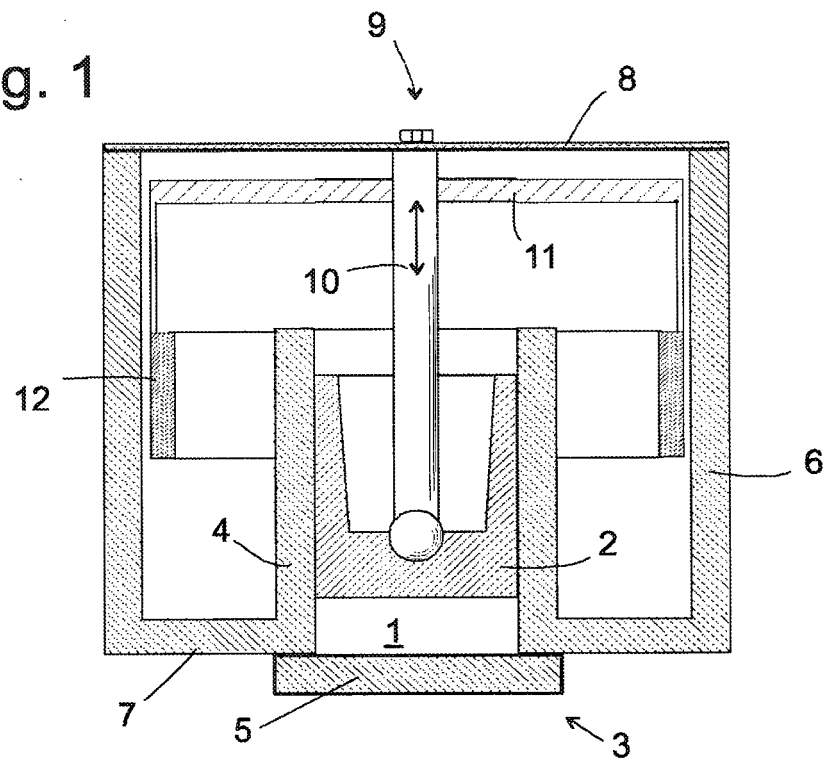


Fig. 2

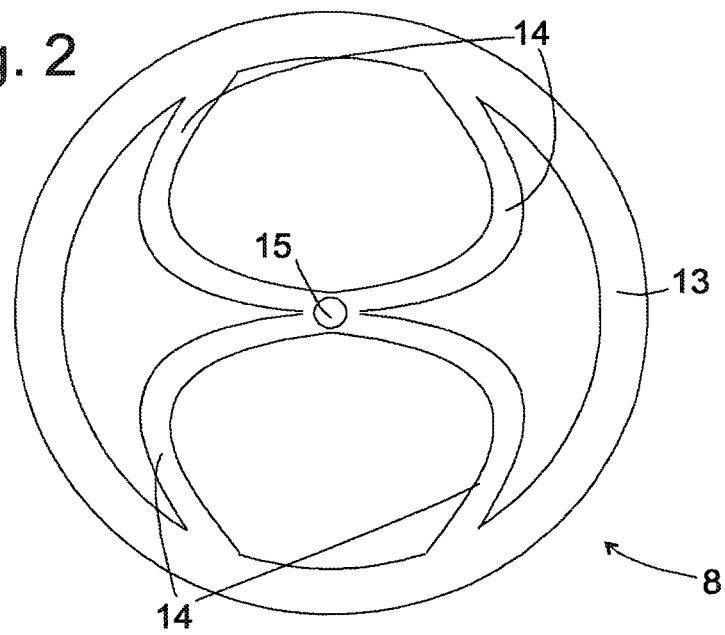


Fig. 3

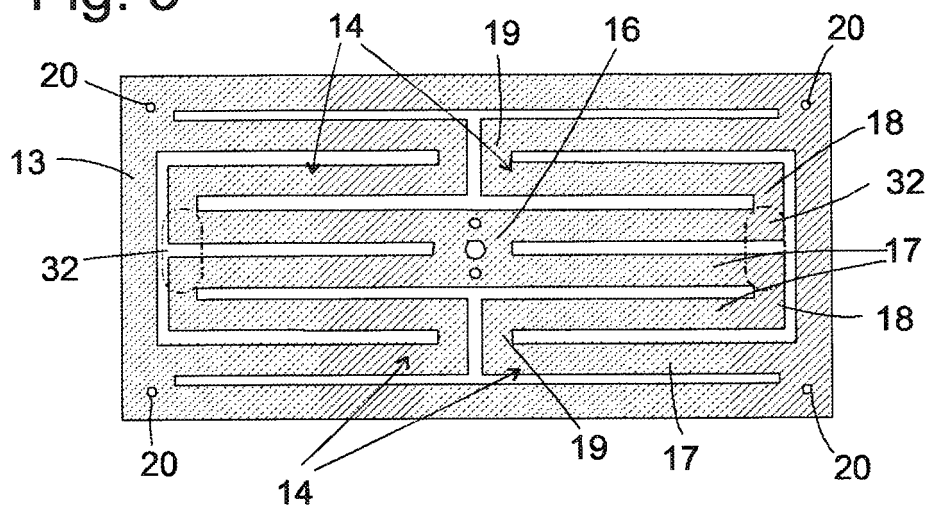
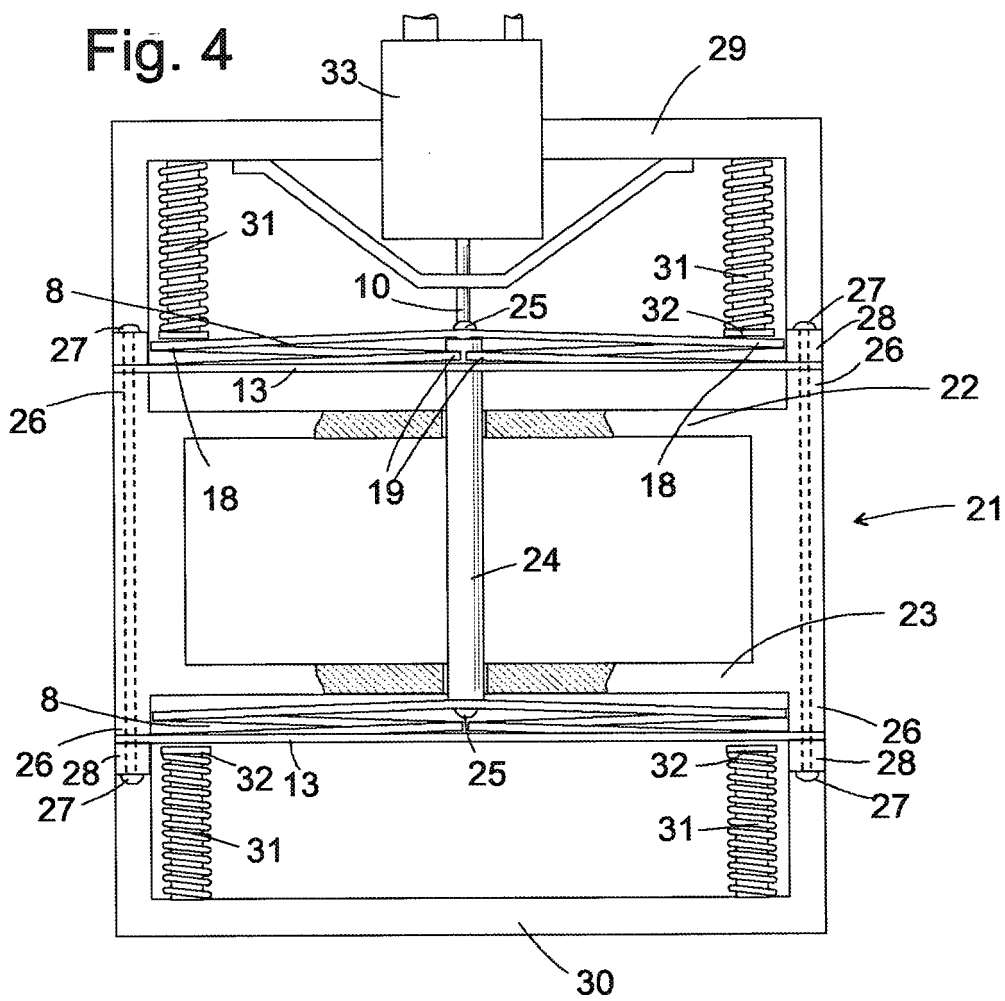
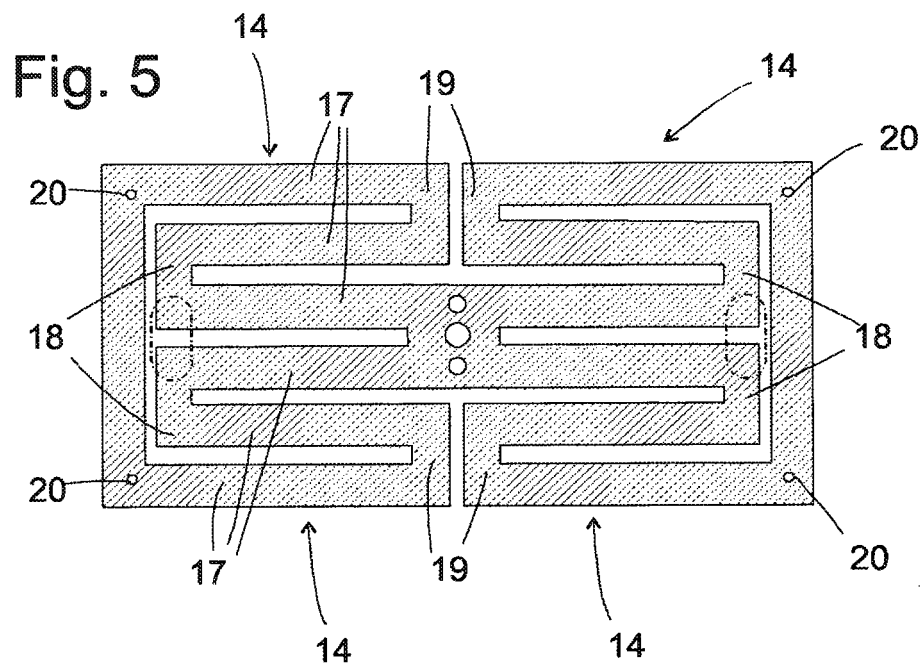


Fig. 4





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 6596032 B2 [0002]
- US 6641377 B2 [0005] [0010]
- EP 1045145 B1 [0007]
- US 5255521 A [0008]