



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 062 307 A1** 2006.07.13

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 062 307.4**

(22) Anmeldetag: **23.12.2004**

(43) Offenlegungstag: **13.07.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F04C 29/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

**BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH,  
81739 München, DE**

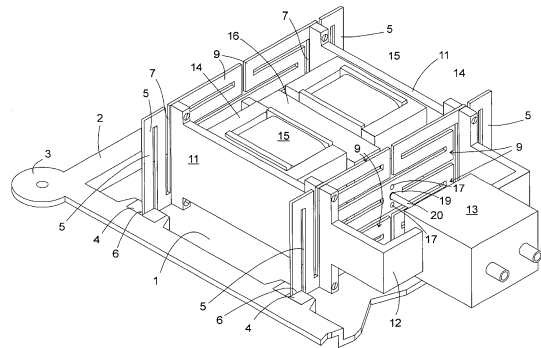
(72) Erfinder:

**Hell, Erich, Dr., 89537 Giengen, DE; Schubert,  
Jan-Grigor, 89250 Senden, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Linearverdichter**

(57) Zusammenfassung: Ein Linearverdichter umfasst einen starren Rahmen (11, 12, 13), an dem ein Schwingkörper (16) über wenigstens eine Feder (9) hin und her beweglich gehalten ist und wenigstens ein Elektromagnet (14, 15) zum Antreiben der Hin- und Herbewegung des Schwingkörpers (16) montiert ist, und eine einen Teil des Rahmens bildende Pumpkammer (13), in der ein mit dem Schwingkörper (16) verbundener Kolben hin und her beweglich ist. Der Rahmen (11, 12, 13) ist mit einem Befestigungskörper (1) zur Befestigung des Linearverdichters an einem Träger durch eine quer zur Bewegungsrichtung des Schwingkörpers (16) ausgerichtete Membranfeder (5, 7, 9) schwingfähig verbunden.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Linearverdichter, insbesondere einen Linearverdichter, der zum Verdichten von Kältemittel in einem Kältegerät geeignet ist.

**[0002]** Aus US 6 642 377 B2 ist ein Linearverdichter mit einer Pumpkammer, in der ein Kolben hin- und her beweglich ist, einem mit der Pumpkammer fest verbundenem Rahmen, an dem ein mit dem Kolben verbundener Schwingkörper über wenigstens eine Feder hin- und her beweglich gehalten ist, und wenigstens einem an dem Rahmen montierten Elektromagneten zum Antreiben der Hin- und Herbewegung des Schwingkörpers bekannt.

**[0003]** Die von dem Magneten auf den Schwingkörper ausgeübte oszillierende Kraft ruft eine entsprechende oszillierende Gegenkraft hervor, die der Rahmen auf eine Halterung ausübt, an der er befestigt ist. Diese oszillierende Gegenkraft kann, wenn sie nicht kompensiert wird, die Halterung oder andere mit ihr verbundene Teile zu Schwingungen anregen, die von einem Benutzer als Betriebsgeräusch wahrgenommen werden.

**[0004]** Um solche Schwingungen gering zu halten, wirken in dem bekannten Linearverdichter zwei Kolben zusammen, die von zwei verschiedenen Seiten her in die Pumpkammer eindringen. Wenn diese Kolben gleiche Massen haben und von gleich starken Federn gehalten sind, ist es möglich, den antreibenden Elektromagneten jedes Kolbens so anzusteuern, dass die Kolben exakt gegenphasig schwingen, so dass die durch die Schwingbewegung verursachten, auf den Rahmen wirkenden Gegenkräfte einander kompensieren.

**[0005]** Ein solcher Linearverdichter ist aufwändig, da die Kolben und diesen zugeordnete Antriebsmittel jeweils doppelt vorhanden sein müssen. Es ist aber auch schwierig, eine exakt spiegelsymmetrische Bewegung der zwei Kolben zu gewährleisten, da eine fertigungsbedingte Streuung der schwingenden Massen und vor allem der Steifigkeit der sie haltenden Federn zu unterschiedlichen Eigenfrequenzen der zwei Kolben führen kann. Daraus können, wenn die Magnete auf beiden Seiten mit dem gleichen Wechselstrom erregt werden; unterschiedliche Amplituden und Phasen der Kolbenbewegung resultieren.

**[0006]** Es ist zwar auch möglich, einen Linearverdichter mit einem einzigen schwingfähigen Kolben zu realisieren, bei dem die Übertragung von auf einen Rahmen ausgeübten Gegenkräften auf eine Halterung des Verdichters dadurch begrenzt ist, dass der Rahmen seinerseits gegenüber der Halterung schwingfähig aufgehängt ist, doch ist für einen solchen Linearverdichter eine große Zahl von Federn er-

forderlich, die die Montage des Linearverdichters zeitaufwändig und kostspielig machen.

**[0007]** Ein weiteres Problem bei einer gefederten Halterung ist, dass die meisten Federtypen, wenn sie angeordnet sind, um einer Bewegung des Rahmens parallel zur Schwingrichtung des Schwingkörpers entgegenzuwirken, quer zu dieser Richtung leicht verformbar sind, so dass Schlingerbewegungen des Rahmens von erheblicher Amplitude angeregt werden können, sofern sie nicht durch zusätzliche, seitlich abstützende Federn oder durch eine Schienenführung unterdrückt werden.

**Aufgabenstellung**

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, einen Linearverdichter zu schaffen, der mit einfachen Mitteln eine übermäßige Übertragung von Schwingungen auf einen Träger, an dem der Linearverdichter befestigt ist, verhindert.

**[0009]** Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Rahmen mit einem Befestigungskörper, der zur Montage des Linearverdichters an einem externen Träger dient, über eine quer zur Bewegungsrichtung des Schienkörpers ausgerichtete Membranfeder schwingfähig verbunden ist. Eine solche Membranfeder ist in der Bewegungsrichtung des Schwingkörpers wesentlich leichter verformbar als quer dazu, so dass Schlingerbewegungen des Verdichters quer zur Bewegungsrichtung wirksam unterdrückt werden können, ohne dass hierfür eine in der Querrichtung starre Verbindung zwischen dem Befestigungskörper und dem Rahmen erforderlich ist.

**[0010]** Um eine exakte Linearbewegung des Rahmens in bezug auf den Befestigungskörper mit einer geringen Zahl von Bauteilen zu erreichen, sind vorzugsweise zwei entgegengesetzte Endabschnitte der Membranfedern an dem Befestigungskörper und ein dazwischen liegender Abschnitt an dem Rahmen befestigt.

**[0011]** Wenn der Schwerpunkt des Schwingkörpers und der Schwerpunkt des Rahmens auf einer gleichen in der Bewegungsrichtung des Schwingkörpers verlaufenden Linie liegen, werden durch die Schwingung des Schwingkörpers in dem Rahmen nur in Bewegungsrichtung orientierte Gegenkräfte, aber keine oszillierenden Drehmomente induziert, die eine Schlingerbewegung des Rahmens anregen könnten.

**[0012]** Um die Übertragungen von Schwingungen nicht nur als Körperschall, sondern auch über die Luft einzuschränken, ist der Befestigungskörper vorzugsweise als ein die Pumpkammer und den Rahmen umgebendes Gehäuse ausgeführt.

**[0013]** Um bei geringen Abmessungen der Memb-

ranfeder einen großen Hub zu erreichen, umfasst diese vorzugsweise wenigstens einen gekrümmten Federarm. Ein im Zickzack gekrümmter Federarm ist besonders bevorzugt, da dieser allenfalls geringe Drehmomente zwischen gegeneinander schwingenden Teilen hervorruft.

**[0014]** Um in Zusammenhang mit der Schwingung von der Membranfeder zwischen dem Rahmen und dem Schwingkörper ausgeübte Drehmomente gering zu halten, ist es ferner zweckmäßig, wenn die Membranfeder wenigstens zwei den Rahmen mit dem Schwingkörper verbindende gekrümmte und zueinander bezüglich einer zur Bewegungsrichtung des Schwingkörpers parallelen Ebene spiegelsymmetrische Arme umfasst. Die von solchen Armen erzeugten Drehmomente haben jeweils entgegengesetzte Richtung, so dass sie einander kompensieren.

**[0015]** Eine stabile Aufhängung unter Verwendung einer minimalen Zahl von Bauteilen ist realisierbar, wenn die die Membranfeder eine einteilige Feder ist, die auch die den Schwingkörper mit dem Rahmen verbindende Feder umfasst.

**[0016]** Eine solche Feder ist vorzugsweise in einem Mittelabschnitt mit dem Schwingkörper, in zwei Endabschnitten mit dem Befestigungskörper und an jeweils zwischen dem Mittelabschnitt und dem Endabschnitten liegenden Abschnitten mit dem Rahmen verbunden.

**[0017]** Um die Übertragung von Schwingungen auf den Träger weiter zu reduzieren, kann die Feder mit dem Befestigungskörper über ein schwingungsdämpfendes Element verbunden sein.

**[0018]** Um eine exakte Linearführung des Schwingkörpers zu gewährleisten, ist der Linearverdichter vorzugsweise mit einer zweiten einteiligen, den Schwingkörper mit dem Rahmen und den Rahmen mit dem Befestigungskörper verbindenden Feder ausgestattet, wobei die Federn in Richtung der Hin- und Herbewegung beabstandet an dem Schwingkörper angreifen.

**[0019]** Zum Antreiben der Schwingbewegung dient vorzugsweise wenigstens ein Paar von antiparallel und mit zur Bewegungsrichtung des Schwingkörpers orientierter Feldachse auf entgegengesetzten Seiten des Schwingkörpers angeordneten Magneten.

#### Ausführungsbeispiel

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

**[0021]** [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht eines er-

findungsgemäßen Linearverdichters;

**[0022]** [Fig. 2](#) eine Draufsicht auf eine Membranfeder des Linearverdichters der [Fig. 1](#); und

**[0023]** [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Linearverdichters in einer zweiten Ausgestaltung.

**[0024]** Der in [Fig. 1](#) gezeigte Linearverdichter umfasst ein schallisolierendes Gehäuse, von dem in der Figur nur eine von zwei Schalen **1** teilweise dargestellt ist. Die Schalen berühren einander an einem umlaufenden Flansch **2** und bilden so eine – bis auf nicht gezeigte Durchführungen für eine Kältemittel-Saugleitung bzw. eine Druckleitung – geschlossene Hülle. An dem Flansch **2** sind mehrere Ösen **3** zum Befestigen der Schalen aneinander und an einem Träger gebildet, der in der Fig. nicht dargestellt ist und nicht als Teil des Verdichters angesehen wird.

**[0025]** An der Innenwand der Schale **1** sind vier Fassungen für Puffer **4** aus Gummi, elastischem Schaumstoff oder einem anderen schwingungsabsorbierenden Material gebildet, von denen nur zwei, die an einer dem Betrachter zugewandten Rand der Schale **1** liegen, sichtbar sind. Die Puffer **4** haben jeweils einen Schlitz, der einen Endabschnitt **6** eines Federarmes **5** aufnimmt. Die Federarme **5** sind jeweils Teil einer einteilig aus Federstahl gestanzten Membranfeder, die in [Fig. 2](#) in einer Draufsicht dargestellt ist.

**[0026]** Die Membranfeder hat zwei Federarme **5**, die jeweils von einem langgestreckten Zwischenabschnitt **7** ausgehen und jeweils zwei geradlinige, zu dem Zwischenabschnitt **7** parallele Abschnitte **8** umfassen. Weitere Federarme **9** erstrecken sich von entgegengesetzten Längsenden der zwei Zwischenabschnitte **7** aus zickzackförmig zu einem Mittelabschnitt **10** der Feder hin, an dem alle vier Federarme **9** aufeinandertreffen. Die Federarme **9** haben jeweils drei geradlinige Abschnitte. Jeder Federarm **9** ist das Spiegelbild der zwei ihm benachbarten Federarme bezogen auf durch strichpunktierte Linien I und II in [Fig. 2](#) dargestellte, zur Schwingrichtung parallele Symmetrieebenen.

**[0027]** Bohrungen an den Längsenden der Zwischenabschnitte **7** dienen zur Befestigung eines Rahmens, der sich aus drei Elementen zusammensetzt, zwei Wandstücken **11**, die sich jeweils zwischen einander zugewandten Zwischenabschnitten **7** der zwei Membranfedern erstrecken, und einem Bogen **12**, der sich über die Federarme **9** der vorderen Membranfeder hinwegwölbt und in dem eine Pumpkammer **13** gebildet ist.

**[0028]** Die Wandstücke **11** tragen an ihren einander zugewandten Seiten jeweils einen Weicheisenkern

**14** mit drei untereinander verbundenen, parallelen Schenkeln, von denen jeweils der mittlere in der Figur durch eine Magnetspule **15** verborgen ist, durch deren Wicklung er sich erstreckt.

**[0029]** In einem Spalt zwischen den einander zugewandten freien Enden der Weicheisenkerne **14** ist ein Schwingkörper **16** aufgehängt. Ein permanentmagnetisches Mittelstück des Schwingkörpers **16** füllt den Spalt zwischen den Weicheisenkernen **14** im Wesentlichen aus. Verjüngte Endabschnitte des Schwingkörpers **16** sind jeweils mit Hilfe von Schrauben oder Nieten **17**, die sich durch Bohrungen **18** im Mittelabschnitt **10** der Membranfedern erstrecken, an letzteren gehalten. Durch eine größere, zentrale Bohrung **19** der in der Figur dem Betrachter zugewandten Membranfeder erstreckt sich eine Kolbenstange **20**, die den Schwingkörper **16** starr mit einem in der Pumpkammer **13** hin- und her beweglichen, nicht gezeigten Kolben verbindet.

**[0030]** Der mittlere Abschnitt des Schwingkörpers **16** ist ein Permanent-Stabmagnet, dessen Feldachse mit der Längsachse der Kolbenstange **20** zusammenfällt und dessen Pole in der in [Fig. 1](#) gezeigten Gleichgewichtsstellung in Schwingrichtung aus dem Spalt zwischen den Weicheisenkernen **14** vorstehen. Die Magnetspulen **15** sind so verschaltet, dass ihre Felder jeweils gleichnamige einander zugewandte Pole aufweisen. Durch Erregen der Magnetspulen **15** mit einem Wechselstrom wird jeweils abwechselnd der Nordpol oder der Südpol des Permanentmagneten in die Mitte des Spaltes gezogen und dadurch der Schwingkörper **16** zum Schwingen angeregt.

**[0031]** Die Schwerpunkte des Rahmens und der starr daran befestigten Teile einerseits und des Schwingkörpers **16** und des Kolbens andererseits definieren eine zur Schwingungsrichtung des Schwingkörpers **16** parallele Gerade. Dadurch ist gewährleistet, dass der Rahmen in Reaktion auf die Bewegung des Schwingkörpers sich nur hin und herbewegt, aber keine Schlingerbewegungen ausführt.

**[0032]** Durch die Aufhängung des Schwingkörpers **16** mit Hilfe von jeweils vier Federarmen **9** an seinen beiden Längsenden ist der Schwingkörper **16** leicht in Richtung der Kolbenstange **20** verschiebbar; in einer zu dieser Richtung senkrechten Richtung ist die Steifigkeit der Federarme **9** erheblich größer, so dass der Schwingkörper **16** und mit ihm der Kolben zuverlässig in der Schwingrichtung geführt ist.

**[0033]** [Fig. 3](#) zeigt eine abgewandelte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verdichters. Teile des Verdichters der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#), die in [Fig. 3](#) identisch wiederkehren, sind mit den gleichen Bezugszeichen wie in [Fig. 1](#) belegt und werden nicht erneut beschrieben.

**[0034]** Der Unterschied zwischen den zwei Ausgestaltungen liegt im wesentlichen darin, dass bei der Ausgestaltung der [Fig. 3](#) die den Schwingkörper **16** tragenden Membranfedern nicht über die Außenseiten der Wandstücke **11** hinaus verlängert sind, sondern dass statt dessen eine schwingfähige Verbindung zwischen dem Rahmen und der Schale **1** des Gehäuses durch zwei zusätzliche Membranfedern **21**, **22** gebildet ist. Die Membranfedern **21**, **22** sind im Gegensatz zu denen, die den Schwingkörper **16** tragen, nicht geschlitzt und daher bei gleicher Materialstärke erheblich steifer als letztere. Daher ist eine Eigenfrequenz, mit der der Rahmen in Bezug zum Gehäuse schwingt, bei der Ausgestaltung der [Fig. 3](#) deutlich höher als die des Schwingkörpers **16**, so dass dessen Bewegung den Rahmen nicht effizient zu Schwingungen in Bezug auf das Gehäuse anregen kann.

**[0035]** In ähnlicher Weise wie bei der Ausgestaltung der [Fig. 1](#) sind die Membranfedern **21**, **22** an ihren entgegengesetzten Längsenden **23** in Nuten des Gehäuses eingefügt. Ein Mittelabschnitt **24** der Membranfedern **21**, **22** ist mit dem Rahmen des Verdichters verbunden, im Falle der hinteren Membranfeder **21** durch Abstandhalterklötzchen **25**, deren Ausdehnung den maximal möglichen Hub des Schwingkörpers **16** festlegt, im Falle der vorderen Plattfeder **22** durch zwei eingestanzte oder gebohrte Öffnungen, durch die sich jeweils ein Saug- bzw. Druckstutzen **26** bzw. **27** der Pumpkammer **13** erstreckt. Der formschlüssige Eingriff der Stutzen **26**, **27** in die Öffnungen der Membranfeder **22** vereinfacht die Montage des Verdichters, da er ein unverlierbares Befestigen der Membranfeder **22** am Rahmen durch Schweißen, Nieten, Verschrauben oder dergleichen überflüssig macht. Die Membranfedern **21**, **22** sind geringfügig gegeneinander vorgespannt, so dass ihre Endbereiche jeweils spielfrei an einer Flanke der sie aufnehmenden Nuten des Gehäuses anliegen, auch wenn die Nuten des Gehäuses breiter sind, als der Stärke der Membranfeder entspricht: Ein Klappern durch zeitweilig verloren gehenden Kontakt zwischen den Membranfedern **21**, **22** und besagten Flanken der Nuten oder zwischen der Pumpkammer **13** und der Membranfeder **22** ist daher ausgeschlossen.

**[0036]** An Stelle des Durchgriffs der Stutzen **26**, **27** durch die Öffnungen der Membranfedern **22** könnte zwischen dieser und der Pumpkammer **13** eine Verbindung auch durch Eingriff eines in Prinzip beliebig geformten Vorsprungs der Blattfeder **22** bzw. der Pumpkammer **13** in eine komplementär geformte Vertiefung der Pumpkammer **13** bzw. der Blattfeder **22** oder eine materialschlüssige Verbindung, zum Beispiel durch Punktschweißung vorgesehen sein.

#### Patentansprüche

1. Linearverdichter mit einem starren Rahmen

(11, 12, 13), an dem ein Schwingkörper (16) über wenigstens eine Feder (9) hin und her beweglich gehalten ist und wenigstens ein Elektromagnet (14, 15) zum Antreiben der Hin- und Herbewegung des Schwingkörpers (16) montiert ist, und einer einen Teil des Rahmens bildenden Pumpkammer (13), in der ein mit dem Schwingkörper (16) verbundener Kolben hin und her beweglich ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rahmen (11, 12, 13) mit einem Befestigungskörper (1) zur Befestigung des Linearverdichters an einem Träger durch eine quer zur Bewegungsrichtung des Schwingkörpers ausgerichtete Membranfeder (5, 7, 9) schwingfähig verbunden ist.

2. Linearverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei entgegengesetzte Endabschnitte der Membranfeder an dem Befestigungskörper und ein dazwischenliegender Abschnitt an dem Rahmen befestigt ist.

3. Linearverdichter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwerpunkt des Schwingkörpers und der Schwerpunkt des Rahmens auf einer gleichen in der Bewegungsrichtung des Schwingkörpers verlaufenden Linie liegen.

4. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Befestigungskörper (1) ein die Pumpkammer (13) und den Rahmen (11, 12) umgebendes Gehäuse ist.

5. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranfeder (5, 7, 9) wenigstens einen im Zickzack gekrümmten Federarm (5) umfasst, der den Rahmen (11, 12) mit dem Befestigungskörper (1) verbindet.

6. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranfeder (5, 7, 9) eine einteilige Feder ist, die die den Schwingkörper (16) mit dem Rahmen (11, 12) verbindende Feder (9) mit umfasst.

7. Linearverdichter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder (5, 7, 9) in einem Mittelabschnitt (10) mit dem Schwingkörper (16), in zwei Endabschnitten (6) mit dem Befestigungskörper (1) und an jeweils zwischen dem Mittelabschnitt (10) und den Endabschnitten (6) liegenden Abschnitten (7) mit dem Rahmen (11, 12, 13) verbunden ist.

8. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die den Schwingkörper (16) mit dem Rahmen (11, 12, 13) verbindende Feder (9) einen im Zickzack gekrümmten Federarm (9) umfasst.

9. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die den Schwingkörper (16) mit dem Rahmen (11, 12)

verbindende Feder (9) wenigstens zwei den Rahmen (11, 12) mit dem Schwingkörper (16) verbindende gekrümmte, zueinander bezüglich einer zur Bewegungsrichtung des Schwingkörpers parallelen Ebene (I, II) spiegelsymmetrische Arme (9) umfasst.

10. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder (5, 7, 9) mit dem Befestigungskörper (1) über wenigstens ein schwingungsdämpfendes Element (4) verbunden ist.

11. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er eine zweite den Rahmen (11, 12, 13) mit dem Befestigungskörper (1) verbindende Membranfeder (5, 7, 9) aufweist, die von der ersten Membranfeder (5, 7, 9) in Richtung der Hin- und Herbewegung beabstandet ist.

12. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er wenigstens ein Paar von antiparallel und mit quer zur Bewegungsrichtung des Schwingkörpers orientierter Feldachse auf entgegengesetzten Seiten des Schwingkörpers angeordneten Elektromagneten (14, 15) aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

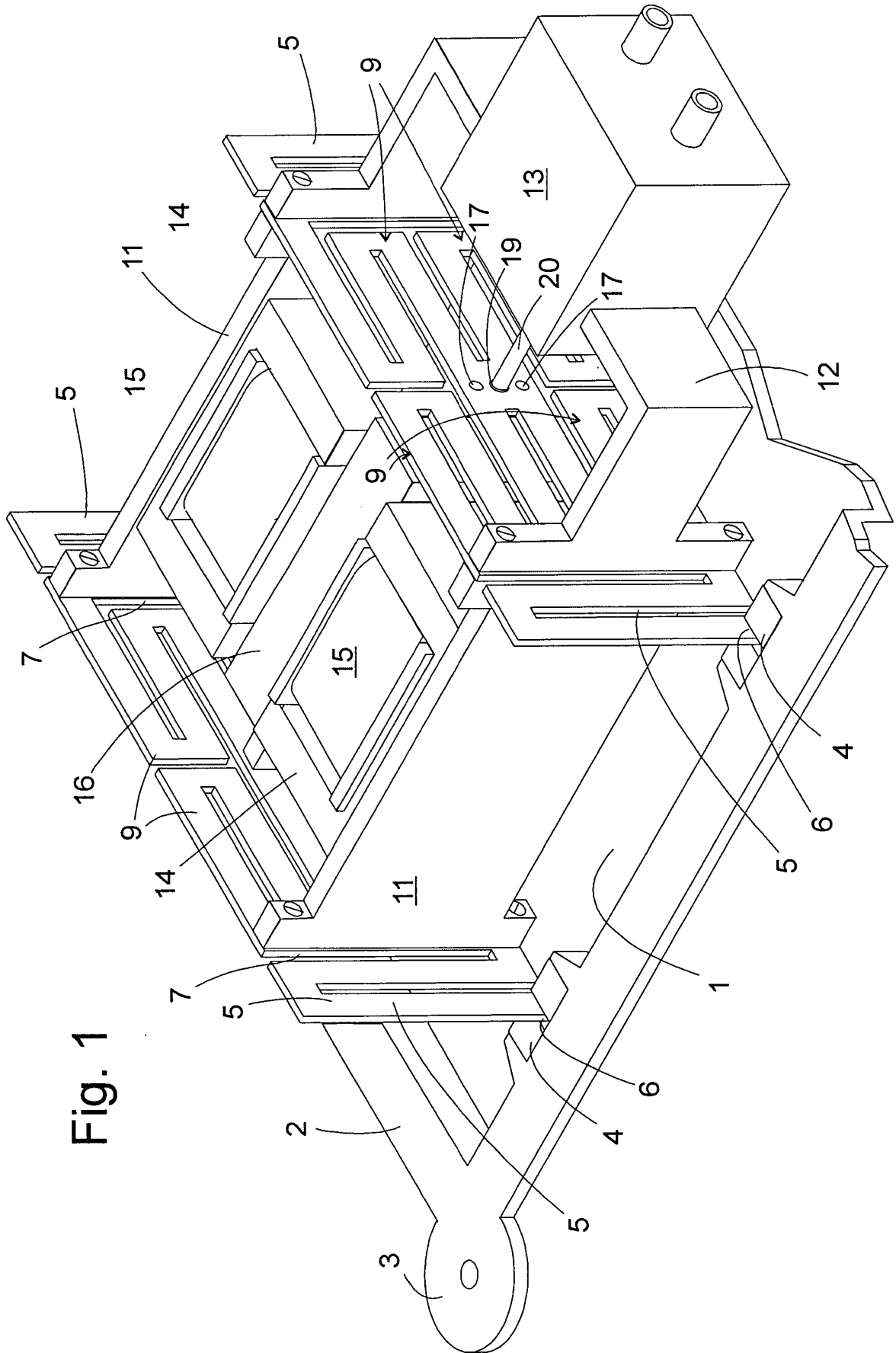
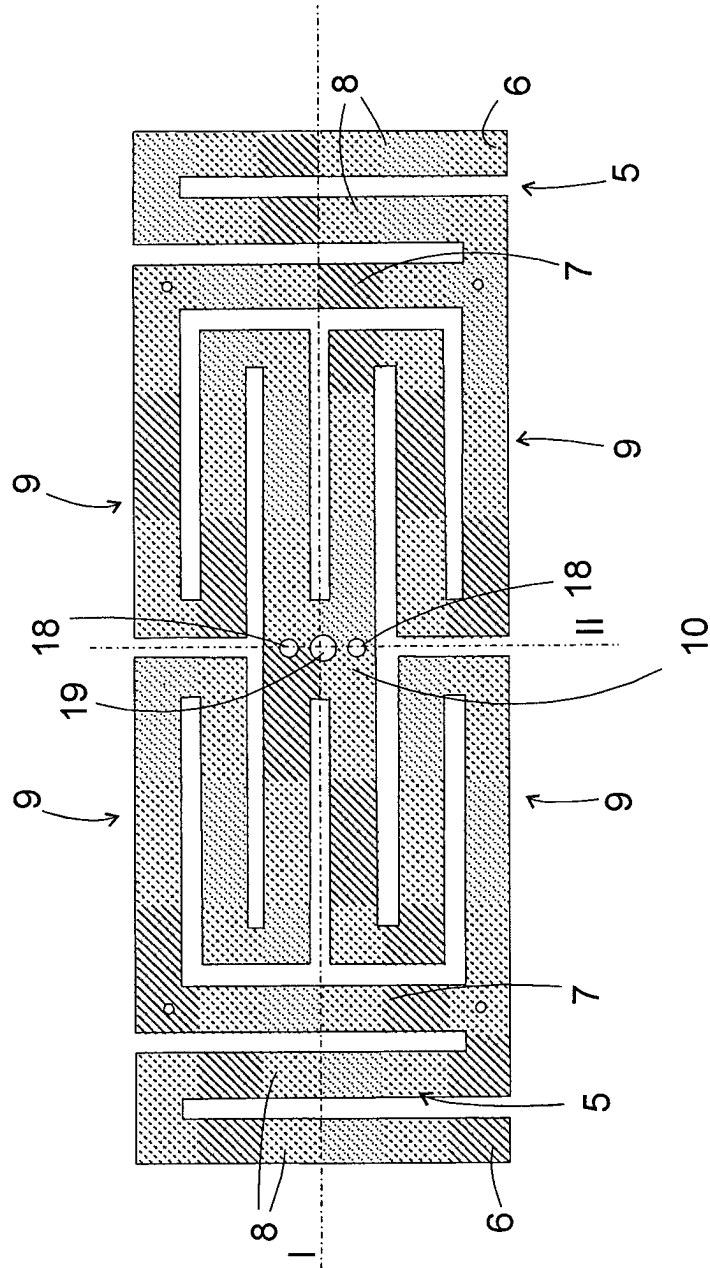


Fig. 1

Fig. 2



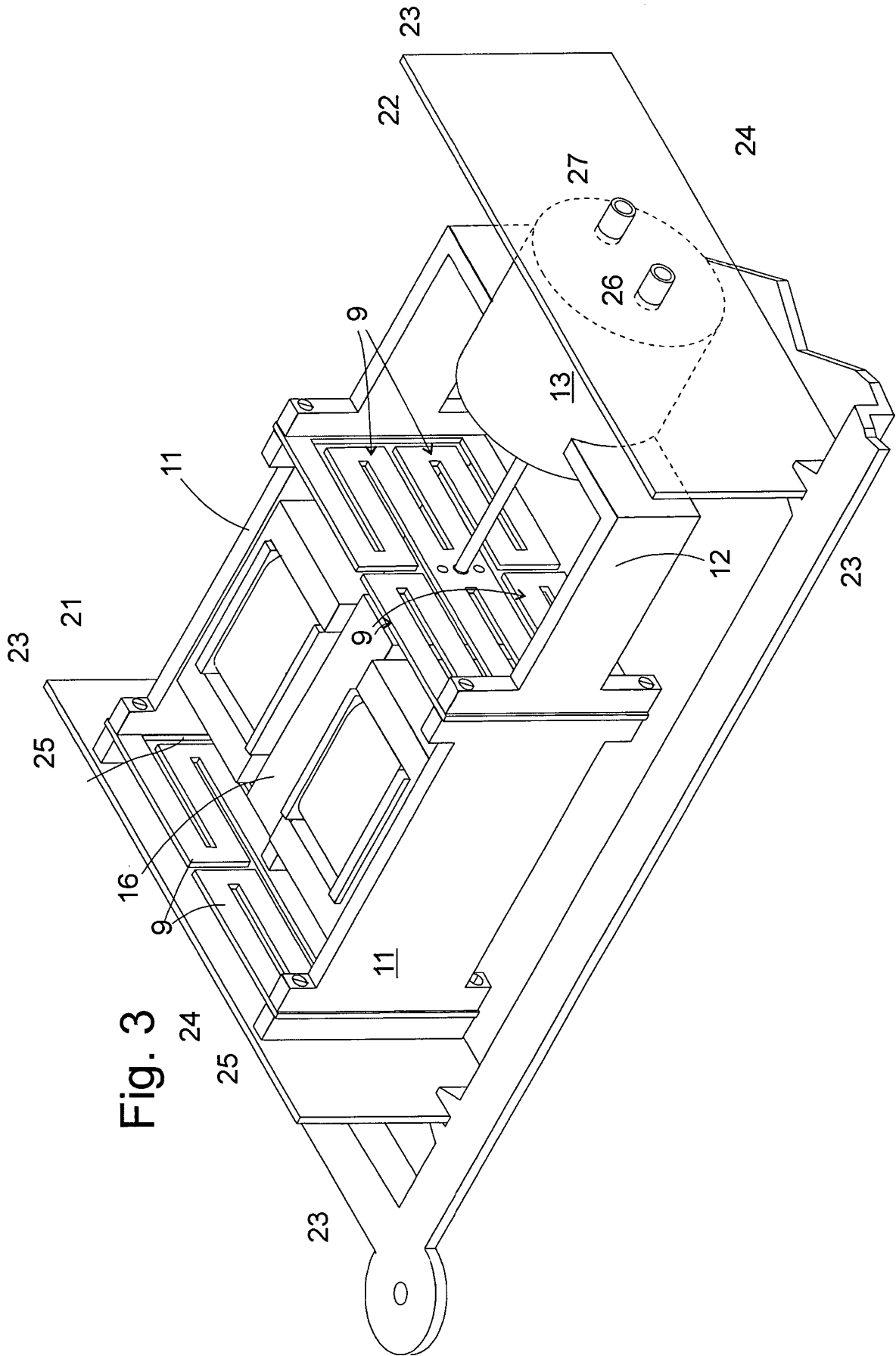


Fig. 3