

(19)



(11)

EP 1 556 613 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
07.10.2009 Patentblatt 2009/41

(51) Int Cl.:
F04B 39/12 ^(2006.01) **F04B 35/04** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03758000.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/011494

(22) Anmeldetag: **16.10.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/038221 (06.05.2004 Gazette 2004/19)

(54) **LINEARVERDICHTEREINHEIT**

LINEAR COMPRESSOR UNIT

UNITE COMPRESSEUR LINEAIRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

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

(30) Priorität: **22.10.2002 DE 10249215**

(72) Erfinder: **MRZYGLOD, Matthias
89075 Ulm (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.07.2005 Patentblatt 2005/30

(56) Entgegenhaltungen:
US-B1- 6 398 523

EP 1 556 613 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 eine Linearverdichtereinheit, die insbesondere zum Verdichten eines Kältemittels in einem Kältegerät wie etwa einem Kühlschrank, einem Gefriergerät oder dergleichen einsetzbar ist.

[0002] Herkömmlicherweise werden in Haushaltskältegeräten durch Rotationsmotoren angetriebene Hubkolbenverdichter eingesetzt. Für den Einsatz in Haushalten ist es von hoher Bedeutung, dass derartige Verdichter nur minimale Laufgeräusche erzeugen. Eine wichtige Quelle solcher Geräusche ist die durch die Hin- und Herbewegung des Kolbens bedingte stoßweise Ansaugung des zu verdichtenden Kältemittels. Diese stoßweise Ansaugung verursacht Pulsationen, die durch entsprechende Dämpfungseinrichtungen reduziert werden müssen. Ein gängiges Konstruktionsprinzip hierfür ist, den Strom des gasförmigen Kältemittels über Kammern zu leiten, die z. B. als Helmholtz-Resonatoren oder ähnliches ausgebildet sind, so dass die Pulsationen stark gedämpft werden und nicht nach außen gelangen. Diese Kammern sind üblicherweise direkt an die Pumpe des Verdichters angebaut. Diese Pumpe ist zur Geräuschkämpfung und -dämmung in eine Kapsel eingeschlossen. Zwischen dem Einlass der Kammern und der Kapsel des Verdichters besteht ein kleiner Abstand, der den Durchtritt von Kältemittel in das die Pumpe umgebende Puffervolumen der Kapsel erlaubt.

[0003] In jüngerer Zeit sind sogenannte Linearverdichter entwickelt worden (Siehe z.B. US 6 398 523), die auf einen Rotationsmotor zum Antreiben des Verdichterkolbens verzichten und statt dessen diesen Kolben direkt durch einen Magneten antreiben, der in einem elektromagnetischen Wechselfeld zu linearen Hin- und Herbewegungen antreibbar ist. Bedingt durch dieses Antriebsprinzip ist bei einem Linearverdichter der Zylinder starken Schwingungen ausgesetzt, die durch die Hin- und Herbewegung des Magneten und des daran gekoppelten Kolbens angeregt werden.

[0004] Versucht man, das aus dem Bau von rotationsmotorbetriebenen Verdichtern bekannte Konstruktionsprinzip, dem zufolge sich eine Einlassöffnung eines Zylinders und ein Einlassdurchgang der den Zylinder enthaltenden Kapsel berührungslos unter Ausbildung eines Durchgangs zum Puffervolumen gegenüber liegen, auf den Bau von Linearverdichtereinheiten zu übertragen, so ergibt sich das Problem, dass die unvermeidliche Schwingbewegung der Linearverdichtereinheit den Querschnitt des Durchgangs zum Puffervolumen mit der Resonanzfrequenz des beweglichen Kolbens moduliert und auf diese Weise die Geräuscherzeugung eher noch vermehrt, als sie zu dämpfen.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine Linearverdichtereinheit mit einem gekapselten Zylinder anzugeben, bei dem die Geräuscherzeugung durch Modulation des Durchgangsquerschnitts zum Puffervolumen wirksam begrenzt ist.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Linearverdichtereinheit mit dem Merkmal des Anspruchs 1. Das Drosselement im Durchgang verhindert die Anregung von Resonanzen im Puffervolumen und damit übermäßige Geräusche.

[0007] Das Drosselement ist vorzugsweise gebildet durch an der Kapsel bzw. an dem Zylinder angebrachte und ineinander greifende Wände. Die Wände können eine beliebige geeignete Form haben, um durch Reibung an ihnen Druckabfall an zwischen der Einlassöffnung und dem Puffervolumen hin und her strömendem Gas zu verursachen. Bevorzugt sind Wände, die die Einlassöffnung bzw. den Einlassdurchgang ringförmig und konzentrisch umgeben.

[0008] Vorzugsweise weist der Zylinder selbst eine oder mehrere schalldämpfende Kammern zwischen seiner Einlassöffnung und einer den Kolben aufnehmenden Arbeitskammer auf. So werden vom Kolben in der Arbeitskammer erzeugte intensive Druckstöße teilweise abgefangen, noch bevor sie den Durchgang zum Puffervolumen erreichen.

[0009] Eine weitere zweckmäßige schalldämpfende Maßnahme ist, eine von dem zu verdichtenden Medium durchströmte schalldämpfende Kammer in den Einlassdurchgang der Kapsel einzufügen. Diese Kammer kann unmittelbar an die Wand der Kapsel angefügt sein und eine flach zylindrische Form haben, durch die der Einlassdurchgang entlang der Zylinderachse der Kammer verläuft.

[0010] Die schwingfähige Halterung des Zylinders ist vorzugsweise durch eine Ausgangsleitung gebildet, durch die verdichtetes Medium den Zylinder verlässt. Die Ausgangsleitung ist vorzugsweise schraubenlinienförmig um die Zylinderkammer herumgeführt. Der Magnet, der die Hin- und Herbewegung des Kolbens antreibt, kann insbesondere in axialer Verlängerung des Kolbens oder auch ringförmig um den Kolben herum angeordnet sein.

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

Fig. 1 einen schematischen Teilschnitt durch eine erste Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Linearverdichtereinheit;

Fig. 2 einen detaillierteren Schnitt durch den Kopfbereich der Linearverdichtereinheit aus Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt durch eine zweite Ausgestaltung der Linearverdichtereinheit.

[0012] Die in Fig. 1 gezeigte Linearverdichtereinheit umfasst eine hermetisch dichte metallische Kapsel 1, die einen Pumpabschnitt 2 und einen Antriebsabschnitt 3 der Verdichtereinheit aufnimmt. Der im Schnitt gezeigte Antriebsabschnitt 03 umfasst im wesentlichen einen

stabförmigen Permanentmagneten 4, der im inneren Hohlraum einer Spule 5 in deren Längsrichtung beweglich angeordnet ist. Eine Rückstellfeder 6, hier in Form einer Schraubenfeder, drückt den Magneten 4 in Richtung des Pumpabschnitts 2. Durch einen an die Spule 5 angelegten Wechselstrom ist in deren Innenraum ein magnetisches Wechselfeld erzeugbar, dass den Magneten 4 zu Hin- und Herbewegungen entlang der Achse der Spule 5 anregt.

[0013] An dem Magneten 4 ist fest ein Kolben 7 montiert, der in eine Arbeitskammer 8 eines Zylinders 9 eingreift und durch die Bewegung des Magneten in dieser verschiebbar ist. An einer dem Kolben 7 gegenüber liegenden Wand der Arbeitskammer 8 sind zwei Öffnungen jeweils mit einem Ventil 10, 11 bestückt. Die Ventile 10, 11 sind hier als Klappen- oder Lamellenventil dargestellt, es versteht sich jedoch, dass jeder beliebige Typ von Ventil verwendet werden kann, der einen Durchfluss von Medium nur in eine Richtung - in die Arbeitskammer 8 hinein im Falle des Ventils 10 und aus ihr heraus im Falle des Ventils 11 - zulässt.

[0014] Zu verdichtendes Medium erreicht die Arbeitskammer 8 über einen Einlassdurchgang 12 in Form eines Rohrstückes, das die Kapsel 1 kreuzt und in dieser fest verankert ist, eine Einlassöffnung 13 des Zylinders 9 und eine Folge von Kammern 14, 15, 16, die im Gehäuse des Zylinders 9 der Arbeitskammer 8 vorgelagert sind.

[0015] Die Einlassöffnung 13 des Zylinders 9 befindet sich am Ende eines Rohrstützens 17, der von einer Stirnwand des Zylinders 9 in einer Richtung parallel zur Bewegungsrichtung des Magneten 4 und des Kolbens 7 absteht. Dieser Rohrstutzen 17 liegt einem zweiten Rohrstutzen 18 fluchtend gegenüber, der den ins Innere der Kapsel 1 eingreifenden Teil des Einlassdurchgangs 12 bildet.

[0016] Der Rohrstutzen 18 trägt einen radial abstehenden Flansch 19, an dem eine Mehrzahl von zylindrischen Wänden 20 konzentrisch zur Längsachse des Einlassdurchgangs 12 angeordnet sind. Entsprechende Wände 21 mit passend gestaffelten Durchmessern sind an der Stirnseite des Zylinders 9 angebracht und greifen jeweils zwischen zwei der Wände 20 ein.

[0017] Verdichtetes Medium verlässt die Arbeitskammer 8 über eine Auslassleitung 22, die an einem Ende am Zylinder 9 befestigt ist, schraubenlinienförmig um den Zylinder 9 herum verläuft und schließlich die Wand der Kapsel 1 durchquert. Diese Auslassleitung 22 bildet gleichzeitig eine Aufhängung des Zylinders 9 in der Kapsel 1, die Schwingbewegungen des Zylinders 9, insbesondere in der Längsrichtung, zulässt.

[0018] Im Betrieb der Verdichtereinheit wird mit jeder Bewegung des Kolbens 7 nach links in der Figur in der Arbeitskammer 8 enthaltenes Medium komprimiert und entweicht durch das Auslassventil 11, sobald der Druck in der Arbeitskammer 8 den in der Auslassleitung 22 übersteigt. Dabei übt der Kolben 7 auf den Zylinder 9 einen in der Figur nach links gerichteten Druck aus, dem der Zylinder 9 aufgrund seiner elastischen Aufhängung

ein Stück weit nachgeben kann. Bei dieser Bewegung des Kolbens 7 verschieben sich die Wände 20 und 21 gegeneinander, und ein Spalt zwischen dem Ende des Rohrstützens 18 und der Einlassöffnung 13 des Zylinders 9 verengt sich. Durch diese Beweglichkeit wird eine Übertragung von starken Klopfgeräuschen, die der Kolben 7 an seinem linken Umkehrpunkt verursacht, auf die Kapsel 1 und damit in die Umgebung der Verdichtereinheit vermieden.

[0019] Wenn anschließend der Kolben 7 vom Magneten 4 nach rechts gezogen wird und die Arbeitskammer 8 sich wieder vergrößert, entsteht in dieser ein Unterdruck, der einerseits dazu führt, dass frisches Medium über den Einlassdurchgang 12 angesaugt wird und andererseits dazu, dass der Zylinder 9 dem Kolben 7 ein Stück weit nach rechts folgt. Die daraus resultierende Verbreiterung des Spalts 23 ist jedoch nicht so groß, dass dadurch die Wände 20, 21 außer Eingriff geraten. Die ineinandergreifende Wände 20, 21 wirken so als ein Drosselement, das den Abstrom von Medium aus dem Puffervolumen 24 in die Arbeitskammer 8 während der Expansionsphase der Arbeitskammer 8 und entsprechend auch einen Zustrom des Mediums zurück in das Puffervolumen 24 über den Einlassdurchgang 12 in der Kompressionsphase der Arbeitskammer 8 dämpft. So werden auch in dem Fall, dass die Arbeitsfrequenz der Linearverdichtereinheit, d.h. die Schwingfrequenz des Magneten 4, mit der Resonanzfrequenz des Puffervolumen 24 übereinstimmt, Druckschwingungen des Puffervolumens 24 wirksam gedämpft und ihre Amplitude klein gehalten. So ist eine der Komponenten, die zum Betriebsgeräusch einer Linearverdichtereinheit beitragen, wirksam unterdrückt.

[0020] Die Kammern 14, 15, 16 des Zylinders 9 haben ebenfalls schalldämpfende Funktionen. Sie sind in an sich aus der Schalldämpfungstechnik bekannter Weise als Helmholtz-Resonatoren ausgeführt.

[0021] Als eine weitere die Betriebsgeräusche der Verdichtereinheit dämpfende Maßnahme ist eine weitere schalldämpfende Kammer 25 in den Einlassdurchgang 12 der Kapsel 1 eingefügt. Diese Kammer 25, von der eine Wand durch die Kapsel 1 selbst gebildet ist, hat eine flachzylindrische Form, wobei der Einlassdurchgang 12 die Kammer 25 entlang ihrer Zylinderachse kreuzt. Auch die Kammer 25 wirkt als ein Helmholtz-Resonator mit einer Eingangsöffnung, die sich über den gesamten Umfang des Einlassdurchgangs 12 erstreckt und daher besonders wirksam ist.

[0022] Fig. 3 zeigt eine zweite Ausgestaltung der Linearverdichtereinheit, die sich von der der Fig. 1 durch die Bauform ihres Antriebsabschnitts 3 unterscheidet. Die Pumpabschnitte 2 beider Ausgestaltungen sind identisch. Während bei der Ausgestaltung der Fig. 1 der Permanentmagnet 4 in axialer Verlängerung der Kolbens 7 angeordnet ist, umgibt er im Falle der Fig. 3 den Kolben 7 ringförmig und ist mit ihm durch einen Flansch 28 oder einzelne radial orientierte Tragarme fest verbunden. Dieser ringförmige Magnet 4 ist außen von einer Spule 5

umgeben, die in der Lage ist, ihn durch ein magnetisches Wechselfeld zu Schwingungen anzuregen. Für eine effektive Kopplung des Magnetfelds der Spule an den Magneten 4 sorgen zwei Blechpackungen 26, 27, die jeweils unter Einhaltung eines geringen Luftspalts zum Magneten 4 in einem ringförmigen Zwischenraum zwischen diesem und dem Zylinder 9 bzw. den Magneten 4 und die Spule 5 ringförmig außen umgebend angeordnet sind.

Patentansprüche

1. Linearverdichtereinheit mit einem in einem elektromagnetischen Wechselfeld hin- und her beweglichen Magneten (4), einem von dem Magneten (4) angetriebenen, in einem Zylinder (9) beweglichen Kolben (7) und mit einer Kapsel (1), die den Zylinder (9) und ein Puffervolumen (24) umschließt, wobei der Zylinder (9) in der Kapsel (1) schwingfähig angebracht ist und eine Einlassöffnung (13) des Zylinders (9) und ein Einlassdurchgang (12) der Kapsel (1) einander berührungslos unter Ausbildung eines Durchgangs (23) zum Puffervolumen (24) gegenüberliegen, **dadurch gekennzeichnet, daß** in dem Durchgang (23) ein Drosselement (20, 21) angebracht ist.
2. Linearverdichtereinheit nach Anspruch 1, bei der das Drosselement durch an der Kapsel (1) bzw. an dem Zylinder (9) angebrachte, ineinandergreifende Wände (20, 21) gebildet ist.
3. Linearverdichtereinheit nach Anspruch 2, bei der die Wände (20, 21) die Einlassöffnung (13) bzw. den Einlassdurchgang (12) ringförmig umgeben.
4. Linearverdichtereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der wenigstens eine von dem zu verdichtenden Medium durchströmte schalldämpfende Kammer (14, 15, 16) zwischen der Einlassöffnung (13) des Zylinders (9) und einer den Kolben (7) aufnehmenden Kammer (8) des Zylinders (9) angeordnet ist.
5. Linearverdichtereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der wenigstens eine von dem zu verdichtenden Medium durchströmte schalldämpfende Kammer (25) in den Einlassdurchgang (12) der Kapsel (1) eingefügt ist.
6. Linearverdichtereinheit nach Anspruch 5, bei der die Kammer (25) flachzylindrisch ist und der Einlassdurchgang (12) entlang der Zylinderachse der Kammer (25) verläuft.
7. Linearverdichtereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die schwingfähige Halterung des Zylinders (9) durch eine Ausgangsleitung

(22) des Zylinders (9) gebildet ist.

8. Linearverdichtereinheit nach Anspruch 7, bei der die Ausgangsleitung (22) sich schraubenlinienförmig um den Zylinder (9) herum erstreckt.
9. Linearverdichtereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der den Kolben (7) antreibende Magnet (4) in axialer Verlängerung des Kolbens (7) angeordnet ist.
10. Linearverdichtereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der der den Kolben (7) antreibende Magnet (4) sich ringförmig um den Kolben (7) erstreckt.

Claims

1. Linear compressor unit with a magnet (4) reciprocatingly movable in an electromagnetic alternating field, a piston (7) driven by the magnet (4) and movable in a cylinder (9), and a capsule (1) enclosing the cylinder (9) and a reservoir (24), wherein the cylinder (9) is mounted in the capsule (1) to be capable of oscillation and an inlet opening (13) of the cylinder (9) and an inlet passage (12) of the capsule (1) are disposed opposite one another without contact and with formation of a passage (23) to the reservoir (24), **characterised in that** a throttle element (20, 21) is mounted in the passage (23).
2. Linear compressor unit according to claim 1, in which the throttle element is formed by interengaging walls (20, 21) mounted at the capsule (1) or at the cylinder (9).
3. Linear compressor unit according to claim 2, in which the walls (20, 21) annularly surround the inlet opening (13) or the inlet passage (12).
4. Linear compressor unit according to any one of the preceding claims, in which at least one sound-damping chamber (14, 15, 16) flowed through by the medium to be compressed is arranged between the inlet opening (13) of the cylinder (9) and a chamber (8), which receives the piston (7), of the cylinder (9).
5. Linear compressor unit according to any one of the preceding claims, in which at least one sound-damping chamber (25) flowed through by the medium to be compressed is inserted into the inlet passage (12) of the capsule (1).
6. Linear compressor unit according to claim 5, in which the chamber (25) is of flat-cylindrical form and the inlet passage (12) extends along the cylinder axis of the chamber (25).

7. Linear compressor unit according to any one of the preceding claims, in which the mounting, which is capable of oscillation, of the cylinder (9) is formed by an outlet duct (22) of the cylinder (9).
8. Linear compressor unit according to claim 7, in which the outlet duct (22) extends helically around the cylinder (9).
9. Linear compressor unit according to any one of the preceding claims, in which the magnet (4) driving the piston (7) is arranged in axial prolongation of the piston (7).
10. Linear compressor unit according to any one of claims 1 to 8, in which the magnet (4) driving the piston (7) extends annularly around the piston (7).

Revendications

1. Unité de compresseur linéaire avec un aimant mobile en va-et-vient (4) dans un champ électromagnétique alternatif, un piston (7) entraîné par l'aimant (4) et mobile dans un cylindre (9) et une capsule (1) qui entoure le cylindre (9) et un volume tampon (24), le cylindre (9) étant monté dans la capsule (1) de manière à pouvoir osciller et un orifice d'admission (13) du cylindre (9) et un passage d'admission (12) de la capsule (1) se faisant face sans se toucher en formant un passage (23) vers le volume tampon (24), **caractérisé en ce qu'un** élément d'étranglement (20, 21) est monté dans le passage (23).
2. Unité de compresseur linéaire selon la revendication 1, dans laquelle l'élément d'étranglement est formé par des parois (20, 21) montées sur la capsule (1) resp. sur le cylindre (9) et qui s'engagent l'une dans l'autre.
3. Unité de compresseur linéaire selon la revendication 2, dans laquelle les parois (20, 21) entourent annulairement l'orifice d'admission (13) resp. le passage d'admission (12).
4. Unité de compresseur linéaire selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins une chambre d'amortissement sonore (14, 15, 16) traversée par le fluide comprimer est située entre l'orifice d'admission (13) du cylindre (9) et une chambre (8) du cylindre (9) qui reçoit le piston (7).
5. Unité de compresseur linéaire selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins une chambre d'amortissement sonore (14, 15, 26) traversée par le fluide à comprimer est insérée dans le passage d'admission (12) de la capsule (1).

6. Unité de compresseur linéaire selon la revendication 5, dans laquelle la chambre (25) a la forme d'un cylindre plat et le passage d'admission (12) longe l'axe de cylindre de la chambre (25).
7. Unité de compresseur linéaire selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la fixation apte à osciller du cylindre (9) est formée par un conduit de sortie (22) du cylindre (9).
8. Unité de compresseur linéaire selon la revendication 7, dans laquelle le conduit de sortie (22) s'étend hélicoïdalement autour du cylindre (9).
9. Unité de compresseur linéaire selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'aimant (4) qui entraîne le piston (7) est situé dans le prolongement axial du piston (7).
10. Unité de compresseur linéaire selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle l'aimant (4) qui entraîne le piston (7) s'étend annulairement autour du piston (7).

Fig. 1

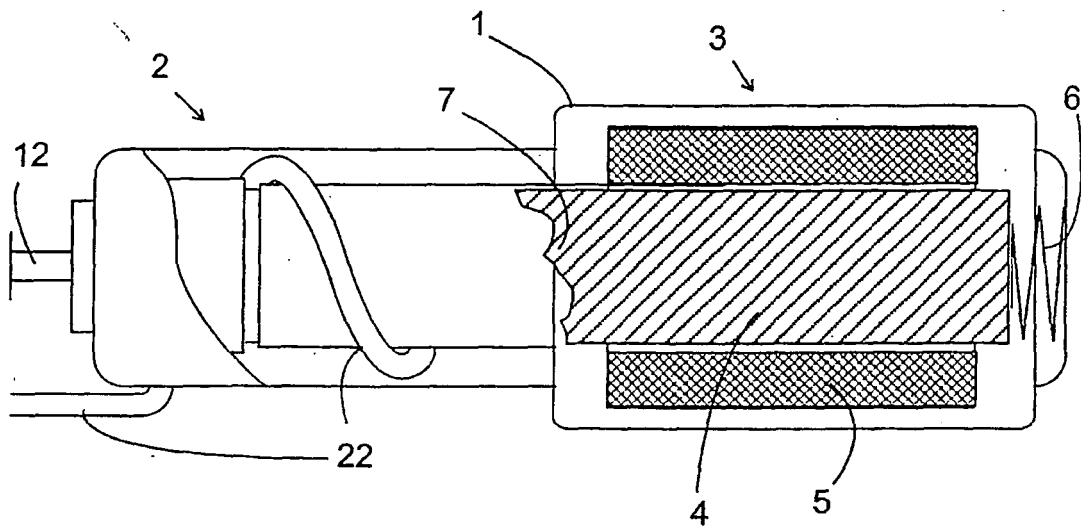


Fig. 2

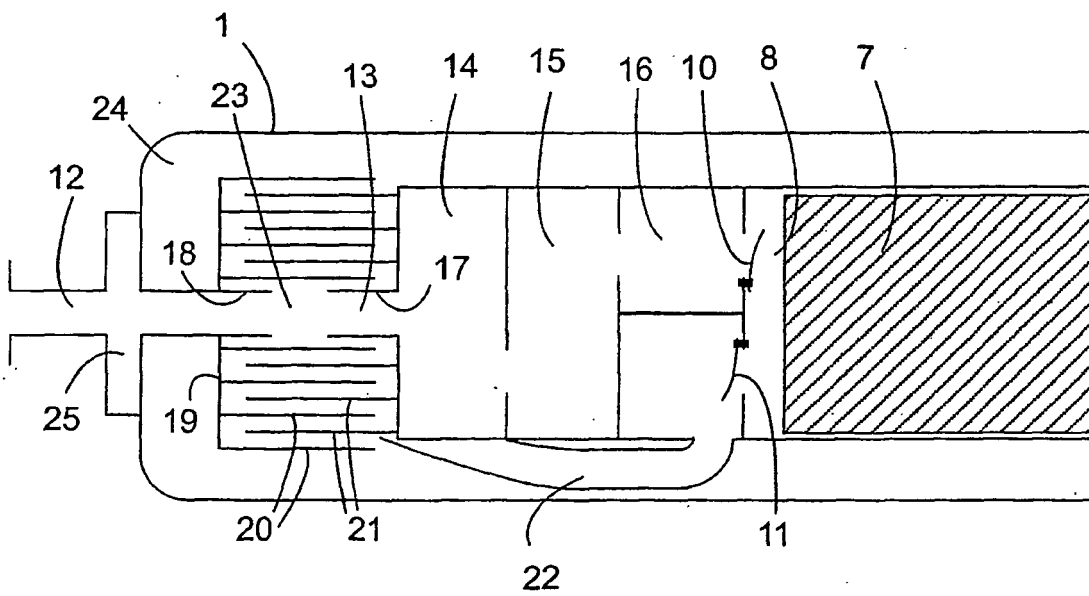
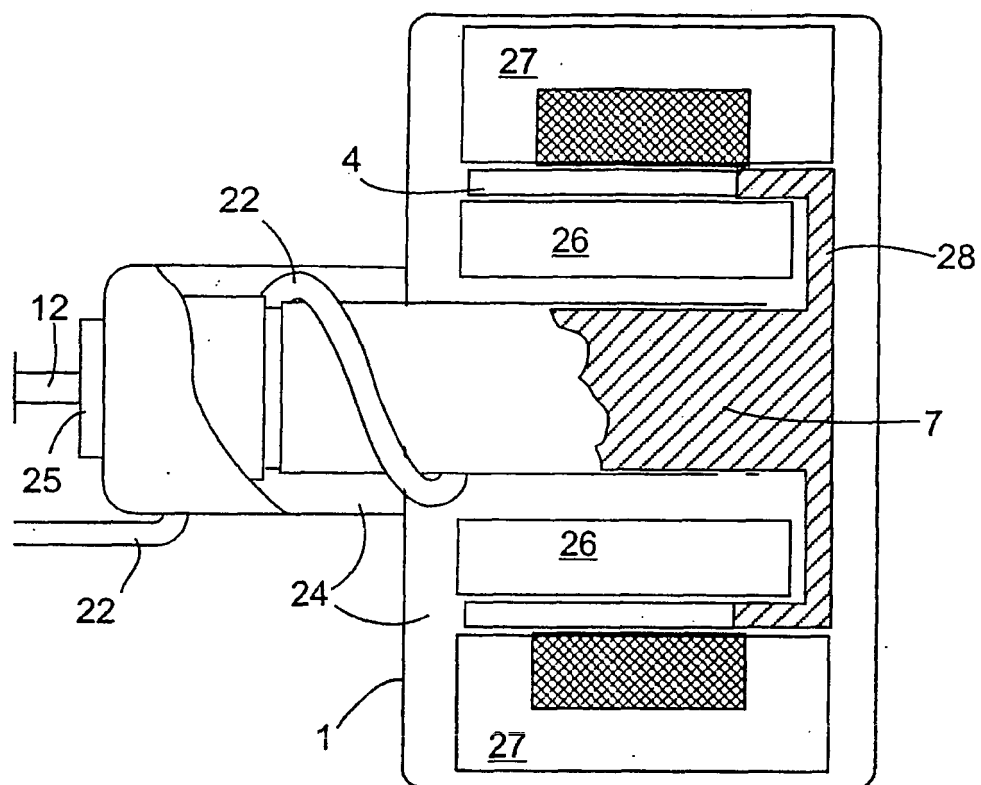


Fig. 3



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 6398523 B [0003]