

(19)



(11)

EP 1 831 555 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.01.2017 Patentblatt 2017/02

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

(21) Anmeldenummer: **05813374.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/056297

(22) Anmeldetag: **29.11.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/069873 (06.07.2006 Gazette 2006/27)

(54) **LINEARVERDICHTER**

LINEAR COMPRESSOR

COMPRESSEUR LINÉAIRE

(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 102004062300**

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

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

(72) Erfinder:
• **BRAND, Jan**
81539 München (DE)
• **SCHUBERT, Jan-Grigor**
89250 Aufheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-03/081041 FR-A- 743 398
US-A- 5 525 845

EP 1 831 555 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 einen Linearverdichter, der zum Verdichten von Kältemittel in einem Kältegerät geeignet ist.

[0002] Aus EP 1 126 171 A2 ist ein Linearverdichter mit einer Pumpkammer, in der ein Kolben hin und her beweglich ist, einem mit der Pumpkammer fest verbundenen Rahmen, an dem ein Schwingkörper über wenigstens eine Feder hin und her beweglich ist, einem an dem Rahmen montierten Elektromagneten zum Antreiben der Hin- und Herbewegung des Schwingkörpers und einer Kolbenstange bekannt, die den Schwingkörper mit dem Kolben verbindet.

[0003] Die Feder ist eine Membranfeder, deren Rand an dem die Pumpkammer ringförmig umgebenden Rahmen befestigt ist und an deren Mittelpunkt der becherförmige Schwingkörper und ein Ende der Kolbenstange verschraubt sind. Das andere Ende der Kolbenstange ist kugelförmig und greift in einen am Kolben geformten Napf ein, so dass die Kolbenstange und der Kolben in Bezug zueinander schwenkbeweglich sind. Die Schwenkbeweglichkeit verhindert die Übertragung von Drehmomenten vom Schwingkörper über die Kolbenstange auf den Kolben, die dazu führen könnten, dass der Kolben in der Pumpkammer verkantet und schwer beweglich wird. Um eine hinreichende Sicherheit gegen Verkanten zu erzielen, muss der Kolben eine beträchtliche Länge aufweisen. In der Pumpkammer wird dementsprechend viel Platz für den Kolben benötigt, so dass das Verhältnis von Pumpkammervolumen zu Durchsatz eher ungünstig ist.

[0004] Die Kolbenstange kann jedoch auch quer zur Bewegungsrichtung des Kolbens in der Pumpkammer orientierte Kräfte auf den Kolben übertragen, die diesen gegen eine Seitenwand der Pumpkammer drücken. Ein schleifender Kontakt zwischen dem Kolben und der Seitenwand würde zu erheblichem Reibverschleiß führen, so dass in besagter Schrift vorgeschlagen wird, zwischen der Seitenwand und dem Kolben ein Luftlager, das einen solchen Kontakt verhindern soll, zu erzeugen, indem verdichtetes Gas von der Hochdruckseite des Linearverdichters abgezweigt und Öffnungen in der Seitenwand in die Pumpkammer zurückgeführt wird. Der dabei entlang der Seitenwand gebildete Gasfilm verhindert einen unmittelbaren Kontakt zwischen Pumpkammerwand und Kolben, sofern der Gasdurchsatz hoch genug ist.

[0005] Je größer die Querkräfte sind, die die Kolbenstange auf den Kolben ausüben kann, um so mehr Gas muss rückgeführt werden, um den Kontakt des Kolbens mit der Wand zu verhindern. Dadurch wird der Wirkungsgrad des Verdichters vermindert.

[0006] FR 743 398 A offenbart einen Linearverdichter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Bei diesem Linearverdichter ist eine Kolbenstange mit einem Kolben und mit einem Schwingkörper über je ein Kugelgelenk verbunden, um eine Kraftübertragung auch im Falle ab-

weichender Bewegungsrichtungen des Kolbens und der des Schwingkörpers zu ermöglichen.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist, einen Linearverdichter zu schaffen, der mit einem einfachen Aufbau die Übertragung von Querkräften vom Schwingkörper auf den Kolben minimiert.

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch einen Linearverdichter mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Dadurch, dass die Übertragerstange mit dem Kolben und mit dem Schwingkörper durch je ein Gelenk verbunden ist, kann die Übertragerstange kann im wesentlichen nur Zug- und Schubkräfte auf den Kolben übertragen, aber keine nennenswerten seitlichen Kräfte. Die zwei Gelenke sind besonders einfach und preiswert jeweils durch einen elastisch biegsamen Stab gebildet, der einteilig mit der Übertragerstange ausgebildet und dünner als diese ist, um das erforderliche Maß an Biegsamkeit zu erreichen.

[0009] Das erste Gelenk verbindet vorzugsweise die Übertragerstange mit einer starr am Kolben verankerten und in der Pumpkammer geführten Kolbenstange.

[0010] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren.

[0011] Es zeigen:

- | | |
|---------------|--|
| Fig. 1 | eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Linearverdichters; |
| Fig. 2 | im Detail die Übertragerstange, die Pumpkammer und einen Teil des Schwingkörpers bei idealer Ausrichtung; und |
| Figs. 3 und 4 | jeweils in Analogie zu Fig. 2 zwei praktisch relevante Fälle von nicht idealer Ausrichtung von Kolben und Schwingkörper. |

[0012] Der in Figur 1 in perspektivischer Ansicht gezeigte Linearverdichter hat einen steifen, in Draufsicht in etwa U-förmigen Rahmen, der aus drei Teilen, nämlich zwei flachen Wandstücken 1 und einem Bogen 2, zusammengesetzt ist. Zwischen einander zugewandten Schmalseiten des Bogens 2 und der zwei Wandstücke 1 ist eine erste Membranfeder 3 eingespannt; eine zweite Membranfeder 4 von gleicher Gestalt wie die Membranfeder 3 ist an den vom Bogen abgewandten Schmalseiten der Wandstücke 1 befestigt. Die aus Federblech gestanzten Membranfedern 3, 4 haben jeweils einen langgestreckten Randstreifen, der die Schmalseiten der Wandstücke 1 überdeckt, und vier Federarme 5, die sich im Zickzack von den Enden der Randstreifen aus zu einem Mittelabschnitt 6 erstrecken, an dem sie zusammenreffen. Der Mittelabschnitt 6 weist jeweils drei Bohrungen auf, zwei äußere, an denen mit Hilfe von Schrauben oder Nieten 7 ein permanentmagnetischer Schwingkörper 8 aufgehängt ist, und eine mittlere Bohrung, durch die sich bei der Membranfeder 3 ein an den Schwingkörper 8, z. B. durch Verschraubung befestigter Stangen-

abschnitt 10 erstreckt. Der Stangenabschnitt 10 ist mit einer im vorliegenden Fall aus Federstahl gebildeten Übertragungsstange 9 über einen flexibel biegsamen verjüngten Abschnitt 11 verbunden. Ein zweiter verjüngter Abschnitt 12 verbindet die Übertragungsstange 11 einteilig mit einer Kolbenstange 13, die in eine von dem Bogen 2 getragene Pumpkammer 14 eingreift, durch eine Bohrung in einer Stirnwand der Pumpkammer geführt ist und in der Pumpkammer 14 mit einem darin beweglichen Kolben 15 (siehe Figur 2) verbunden ist.

[0013] Zwei Elektromagnete mit E-förmigen Joch und einer um den mittleren Schenkel des E gewickelten Spule sind jeweils zwischen dem Schwingkörper 8 und den Wandstücken 1 mit dem Schwingkörper zugewandten Polschuhen angeordnet und dienen zum Antreiben einer Schwingbewegung des Schwingkörpers 8.

[0014] Da die starr mit dem Kolben 15 verbundene Kolbenstange 13 in der stirnseitigen Bohrung der Pumpkammer 14 geführt ist, ist der Kolben 15 gegen Verkanten geschützt, auch wenn seine Ausdehnung in Richtung der Hin- und Herbewegung gering ist. Der Kolben 15 belegt daher wenig Platz in der Pumpkammer 14, so dass ein großes wirksames Volumen bei kleinen Außenabmessungen erreicht wird.

[0015] Die Pumpkammer 14 ist von einem Hohlraum 16 ringförmig umgeben, der mit der Pumpkammer 14 durch eine Vielzahl von Öffnungen 17 in deren Seitenwand kommuniziert und der über einen Durchgang 18 mit von einem Druckanschluss 19 der Pumpkammer abgezweigtem verdichtetem Gas gespeist ist. Das durch die Öffnungen 17 in die Pumpkammer 14 eindringende Druckgas bildet an der Seitenwand ein Kissen, auf dem der Kolben 15 im wesentlichen reibungsfrei gleitet.

[0016] Im Idealfall erstreckt sich die Übertragerstange 9, wie in Figur 2 gezeigt, geradlinig zwischen dem Schwingkörper 8 und dem Kolben 15, und die Bewegungsrichtungen des Schwingkörpers 8 und des Kolbens 15 sind exakt parallel. In der Praxis treten aufgrund von Fertigungstoleranzen stets Abweichungen von einer solchen idealen Konfiguration auf, sei es, dass die Pumpkammer 14 nicht exakt mit dem Schwingkörper 8 fluchtet, oder dass infolge von Toleranzen bei der Befestigung der Membranfeder 3, 4 am Rahmen und am Schwingkörper 8 die Bewegungsrichtung des Schwingkörpers 8 nicht mit der des Kolbens 15 übereinstimmt.

[0017] Figur 3 zeigt in einer zu Figur 2 analogen Darstellung den Fall eines seitlichen Versatzes zwischen dem Schwingkörper 8 und dem Kolben 15. Die Längsachsen des Kopfabschnittes 10 und der Kolbenstange 13 sind parallel, aber nicht kollinear. Die Abweichung wird aufgefangen durch eine leichte elastische Verbiegung der verjüngten Abschnitte 11, 12 und eine geringfügige Schrägstellung der Übertragerstange 9. Der Kolben 15 läuft in der Pumpkammer 14 hin und her, ohne dass auf ihn nennenswerte verkantende Drehmomente oder seitliche Kräfte wirken, die den Kolben 15 gegen eine Wand der Pumpkammer 14 drücken. Das Spiel zwischen Kolben 15 und Pumpkammerwand kann daher

klein gehalten werden, so dass zur Lagerung des Kolbens 15 nur ein geringer Gasdurchsatz erforderlich ist und ein entsprechend hoher Wirkungsgrad des Verdichters erzielt werden kann.

[0018] Figur 4 zeigt den Fall einer nicht exakt parallelen Ausrichtung der Bewegungsrichtungen von Schwingkörper 8 und Kolben 15. Dies ist mit Hilfe der flexiblen verjüngten Abschnitte 11, 12 kompensierbar, wobei die Übertragerstange 9, wie jeweils durch gestrichelte Umrisse dargestellt, zwischen den Umkehrpunkten ihrer Bewegung nicht nur eine Verschiebung, sondern auch eine geringfügige Drehung ausführt.

15 Patentansprüche

1. Linearverdichter mit einer Pumpkammer (14), in der ein Kolben (15) hin und her beweglich ist, einem mit der Pumpkammer (14) fest verbundenen Rahmen (1, 2), an dem ein Schwingkörper (8) über wenigstens eine Feder (4, 5) hin und her beweglich gehalten ist, wenigstens einem an dem Rahmen (1, 2) montierten Elektromagneten zum Antreiben der Hin- und Herbewegung des Schwingkörpers (8) und einer Übertragerstange (9), die durch ein erstes Gelenk (12) mit dem Kolben (15) und durch ein zweites Gelenk (11) mit dem Schwingkörper (8) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und das zweite Gelenk (11, 12) jeweils durch einen elastisch biegsamen Stab gebildet sind und der Stab (11, 12) jeweils einteilig mit der Übertragerstange (9) ausgebildet und dünner als diese ist.
2. Linearverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gelenke (11, 12) jeweils zwei Schwenkfreiheitsgrade haben.
3. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übertragerstange (9) aus Federmaterial gebildet ist.
4. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (15) in der Pumpkammer (14) druckgasgelagert ist.
5. Linearverdichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Übertragerstange (9) durch das erste Gelenk (12) mit einer starr am Kolben (15) verankerten und in der Pumpkammer (14) geführten Kolbenstange (13) verbunden ist.

55 Claims

1. Linear compressor with a pump chamber (14), in which a piston (15) can move back and forth, a frame

(1, 2) permanently connected to the pump chamber (14), on which frame (1, 2) an oscillating body (8) is retained so that it can move back and forth via at least one spring (4, 5), at least one electromagnet mounted to the frame (1, 2) for driving the back and forth movement of the oscillating body (8) and a transformer rod (9), which is connected to the piston (15) by a first joint (12) and to the oscillating body (8) by a second joint (11), **characterised in that** the first and the second joint (11, 12) are in each case formed by a resiliently pliable bar and the bar (11, 12) is in each case embodied in one piece with the transformer rod (9) and thinner than said rod (9).

2. Linear compressor according to claim 1, **characterised in that** the joints (11, 12) each have two degrees of pivoting freedom. 15
3. Linear compressor according to one of the preceding claims, **characterised in that** the transformer rod (9) is formed of a spring material. 20
4. Linear compressor according to one of the preceding claims, **characterised in that** the piston (15) is stored in the pump chamber (14) under pressurised gas. 25
5. Linear compressor according to one of the preceding claims, **characterised in that** the transformer rod (9) is connected by the first joint (12) to a piston rod (13) rigidly anchored to the piston (15) and guided in the pump chamber (14). 30

Revendications 35

1. Compresseur linéaire comprenant une chambre de pompage (14) dans laquelle un piston (15) est déplaçable en va-et-vient, comprenant un cadre (1, 2) relié de manière fixe à la chambre de pompage (14), sur lequel est fixé un corps oscillant (8) de manière déplaçable en va-et-vient par l'intermédiaire d'au moins un ressort (4, 5), comprenant au moins un électro-aimant monté sur le cadre (1, 2), destiné à entraîner le mouvement de va-et-vient du corps oscillant (8), et comprenant une tige de transmission (9) qui est reliée au piston (15) au moyen d'une première articulation (12) et au corps oscillant (8) au moyen d'une deuxième articulation (11), **caractérisé en ce que** la première et la deuxième articulations (11, 12) sont respectivement réalisées par une barre élastique flexible et **en ce que** la barre (11, 12) est respectivement réalisée d'une seule pièce avec la tige de transmission (9) et **en ce qu'elle** est plus mince que celle-ci. 40 45 50 55
2. Compresseur linéaire selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les articulations (11, 12) ont

respectivement deux degrés de liberté de pivotement.

3. Compresseur linéaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tige de transmission (9) est formée en matériau élastique. 5
4. Compresseur linéaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le piston (15) dans la chambre de pompage (14) est logé dans du gaz sous pression. 10
5. Compresseur linéaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tige de transmission (9) est reliée à une tige de piston (13) fixée de manière rigide sur le piston (15) au moyen de la première articulation (12) et guidée dans la chambre de pompage (14). 15 20 25 30

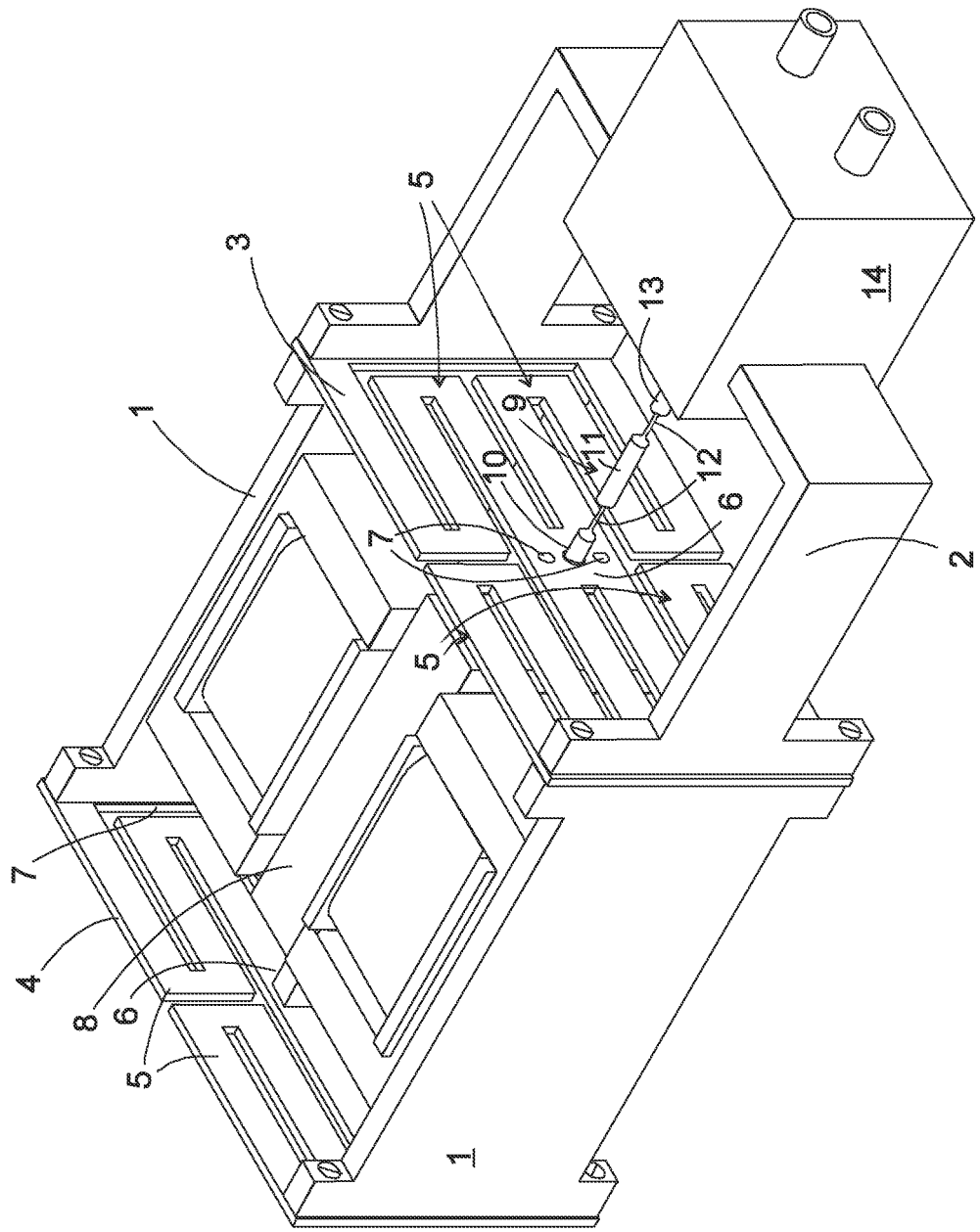
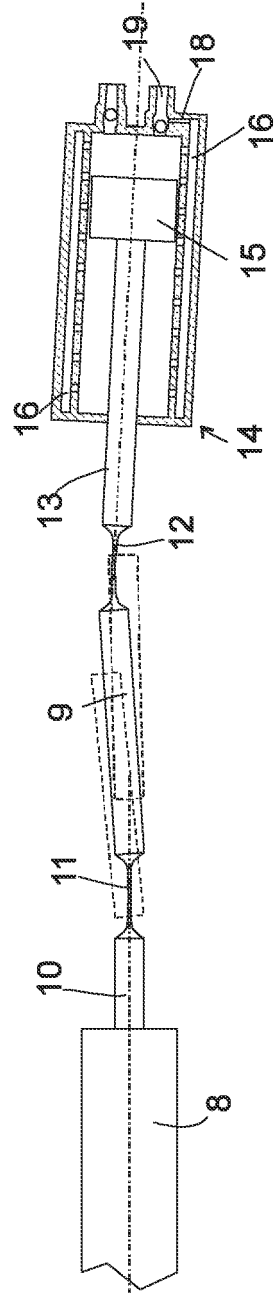
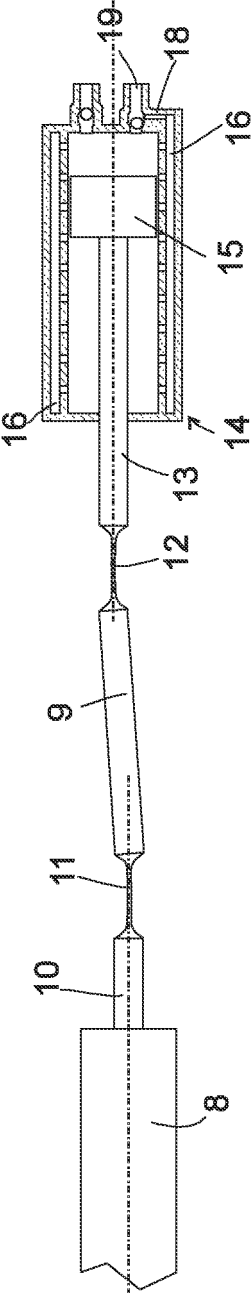
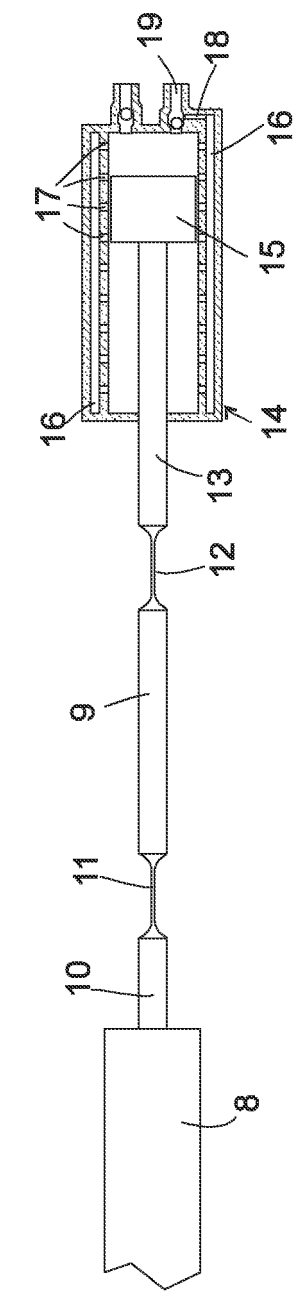


Fig. 1



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

- EP 1126171 A2 [0002]
- FR 743398 A [0006]