

(19)



(11)

EP 1 826 407 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

29.08.2007 Patentblatt 2007/35

(51) Int Cl.:

F04B 39/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06110353.7**

(22) Anmeldetag: **23.02.2006**

(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**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Burckhardt Compression AG
8404 Winterthur (CH)**

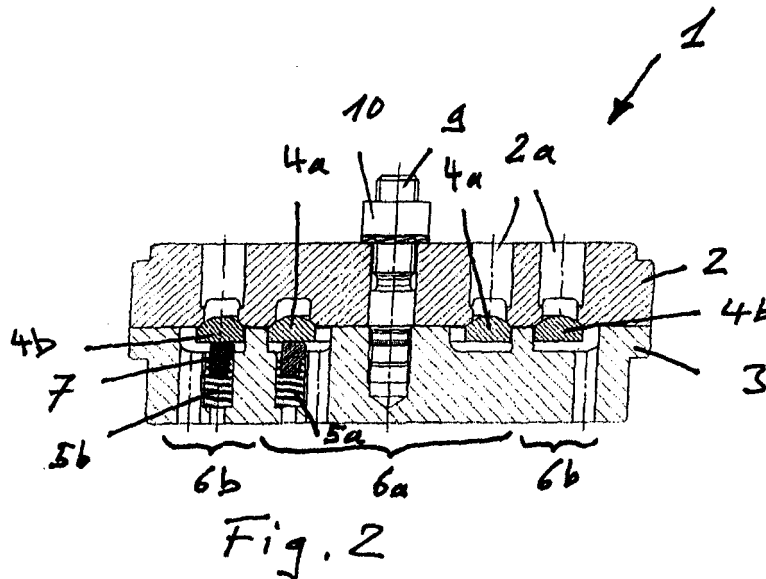
(72) Erfinder: **Lehmann, Markus
8477, Oberstammheim (CH)**

(74) Vertreter: **Dr. Graf & Partner
Intellectual Property,
Postfach 518
8200 Schaffhausen (CH)**

(54) Ventil für Kolbenkompressoren

(57) Das selbsttätige Ventil (1) für Kolbenkompressoren umfasst einen Ventilsitz (2) mit Durchlassöffnungen (2a), einen Fänger (3) sowie mehrere zwischen Ventilsitz (2) und Fänger (3) angeordnete Schliessorgane (4) zum Schliessen der Durchlassöffnungen (2a), wobei die Schliessorgane (4) vom Fänger (3) her mittels Federn (5) gegen die Durchlassöffnungen (2a) des Ventilsitzes

(2) belastet sind, und wobei das Ventil zumindest zwei unterschiedlich wirkende Teilventilbereiche (6a, 6b) aufweist, einen ersten Teilventilbereich (6a), dessen Schliessorgane (4a) mit Federn (5a) geringerer Federkraft belastet sind, und einen zweiten Teilventilbereich (6b), dessen Schliessorgane (4b) mit Federn (5b) höherer Federkraft belastet sind.



EP 1 826 407 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein selbsttätiges Ventil für Kolbenkompressoren gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Ein derartiges Ventil ist beispielsweise aus der Druckschrift EP 0 572 748 bekannt. Dieses Ventil weist den Nachteil auf, dass es beim Kompressorbetrieb mit extrem leichten Gasen wie zum Beispiel Wasserstoff eine verbesserungswürdige Laufzeit aufweist, da relativ bald ein Verschleiss des Ventilsitzes und/oder des Schliessorgans auftreten kann.

[0003] Die Kompression von Leichtgasen, insbesondere von Wasserstoff, gewinnt zunehmend an Bedeutung. Beispielsweise wird Wasserstoff zunehmend als Energieträger für Kraftfahrzeuge verwendet, weshalb in Zukunft ein grosser Bedarf an komprimiertem Wasserstoff besteht, welcher in grossen Mengen und auch kostengünstig zur Verfügung stehen sollte.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein technisch und wirtschaftlich vorteilhafteres Ventil für Kolbenkompressoren vorzuschlagen. Das Ventil soll insbesondere eine höhere Laufzeit aufweisen.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst mit einem selbsttätigen Ventil für Kolbenkompressoren aufweisend die Merkmale von Anspruch 1. Die Unteransprüche 2 bis 9 betreffen weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen.

[0006] Die Aufgabe wird insbesondere gelöst mit einem selbsttätigen Ventil für Kolbenkompressoren, umfassend einen Ventilsitz mit Durchlassöffnungen, einen Fänger sowie mehrere zwischen Ventilsitz und Fänger angeordneten Schliessorganen zum Schliessen der Durchlassöffnungen, wobei die Schliessorgane vom Fänger her mittels Federn gegen die Durchlassöffnungen des Ventilsitzes belastet sind, wobei das Ventil zumindest zwei unterschiedlich wirkende Teilventilbereiche aufweist, einen ersten Teilventilbereich, dessen Schliessorgane mit Federn geringerer Federkraft belastet sind, und einen zweiten Teilventilbereich, dessen Schliessorgane mit Federn höherer Federkraft belastet sind.

[0007] Das erfindungsgemässe Ventil weist zwei Teilventilbereiche auf, welche für unterschiedlich schwere Gase ausgelegt sind. Der erste Teilventilbereich ist derart ausgelegt, dass sich dieser bereits beim Betrieb mit einem Leichtgas öffnet, wogegen sich der zweite Teilventilbereich erst beim Betrieb mit einem Schwergas öffnet.

[0008] Unter einem Leichtgas wird hierin ein Gas mit einer Molekularmasse von weniger als 10 verstanden, wogegen unter einem Schwergas hierin ein Gas mit einer Molekularmasse von mehr als 10 verstanden wird. Als Molekulargewicht (engl. *molecular weight*) oder genauer Molekularmasse (engl. *molecular mass*) bezeichnet man die Summe der Atommassen aller Atome in einem Molekül. Zugleich gibt die Molekularmasse an wie schwer 1 Mol eines Stoffes ist. 1 Mol sind $6\,022\,1367 \times 10^{23}$ Teilchen. Somit hat Wasserstoff (H_2) beispielsweise eine

Molekularmasse von 2 und Stickstoff (N_2) eine Molekularmasse von 28.

[0009] Vor dem Komprimieren von Wasserstoff ist es aus prozess- und sicherheitstechnischen Gründen erforderlich, dass jegliche Luft beziehungsweise jeglicher Sauerstoff aus dem Kompressor entfernt wird. Dies wird beispielsweise dadurch erreicht, dass dem Kompressor während einer gewissen Zeit ein Schwergas wie Stickstoff zur Kompression zugeführt wird, um dadurch jeglichen Sauerstoff herauszuspülen. Nach diesem Spülvorgang wird dem Kompressor ein Leichtgas wie Wasserstoff zum Komprimieren zugeführt.

[0010] Das erfindungsgemässe Ventil weist nun zwei Teilventilbereiche auf, wobei sich während dem Komprimieren des Schwergases beide Teilventilbereiche öffnen und schliessen, wogegen sich während dem Komprimieren des Leichtgases nur noch der erste Teilventilbereich öffnet und schliesst. Der erste Teilventilbereich ist den Erfordernissen von Leichtgas angepasst und weist ein Schliessorgan mit einer geringeren Federkraft und vorzugsweise auch ein Schliessorgan mit einem geringeren Hub und/oder einer geringeren Durchlassöffnung auf, im Vergleich zum zweiten Teilventilbereich.

[0011] Das erfindungsgemässe Ventil weist somit den Vorteil auf, dass der zweite Teilventilbereich während dem Komprimieren des Leichtgases geschlossen bleibt, und somit während dieser Betriebsphase kaum einem oder gar keinem Verschleiss unterliegt. Zudem ist der erste Teilventilbereich zum Komprimieren von Leichtgas ausgelegt, und weist während dieser Betriebsphase ein bezüglich Leichtgas optimiertes, das heisst insbesondere verschleissarmes Betriebsverhalten auf. Dieses verschleissarme Betriebsverhalten wird insbesondere dadurch erreicht, dass der erste Teilventilbereich gegenüber dem zweiten Teilventilbereich eine geringere Federkraft und gegebenenfalls auch einen geringen Hub aufweist.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der teilweise schematischen Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Explosionszeichnung eines Ventils;
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch das Ventil gemäss Figur 1;
- Fig. 3-5 Ringventile mit einer Hubbegrenzungsvorrichtung;
- Fig. 6 ein Poppetventil mit einer Hubbegrenzungsvorrichtung;
- Fig. 7 ein Plattenventil mit einer Hubbegrenzungsvorrichtung;
- Fig. 8 eine Aufsicht auf die im Ventil gemäss Figur 7 angeordneten Platten.

[0013] Figur 1 zeigt ein selbsttätiges Ventil 1 für einen Kolbenkompressor umfassend einen Ventilsitz 2 mit Durchlassöffnung 2a sowie einen Fänger 3 mit mehreren, zwischen Ventilsitz 2 und Fänger 3 angeordneten Schliessorganen 4, welche zum Schliessen der Durchlassöffnungen 2a bestimmt sind. Die Schliessorgane 4

sind als Ringe 4a, 4b ausgestaltet. Die Schliessorgane 4 sind mittels Federn 5a, 5b gegen die Durchlassöffnungen 2a des Ventilsitzes 2 belastet. Das Ventil 1 umfasst zwei unterschiedlich wirkende Teilbereiche 6a, 6b, wobei der erste Teilbereich 6a das Schliessorgan 4a mit Federn 5a umfasst, und der zweite Teilventilbereich 6b das Schliessorgan 4b mit Federn 5b. Die Federn 5a weisen eine geringere Federkraft auf als die Federn 5b. Dies hat zur Folge dass der erste Teilventilbereich 6a bereits bei geringeren anliegenden Kräften tätig wird, wogegen der zweite Teilventilbereich 6b erst bei grösseren anliegenden Kräften tätig wird. Der erste Teilventilbereich 6a ist beispielsweise für den Betrieb mit dem Leichtgas Wasserstoff optimiert. Der zweite Teilventilbereich 6b ist für den Betrieb mit einem Schwergas wie beispielsweise Stickstoff optimiert. Das Schliessorgan 4b weist eine wesentlich grössere Fläche auf als das Schliessorgan 4a, was zur Folge hat, dass das Schliessorgan 4b eine wesentlich grössere Durchflussöffnung 2a bedeckt als das Schliessorgan 4a. Das in Figur 1 dargestellte Ventil 1 umfasst zudem Kraftübertragungsmittel 7 über welche die Federn 5 sich am Schliessorgan 4 abstützen. Das Ventil 1 umfasst zudem einen Schraubenbolzen 9 mit Mutter 10 und Unterlagscheibe 11, um den Ventilsitz 2 fest und lösbar mit dem Fänger 3 zu verbinden.

[0014] Figur 2 zeigt einen Längsschnitt durch das in Figur 1 dargestellte Ventil 1. Wiederum sind die beiden unterschiedlich wirkenden Teilventilbereiche 6a, 6b ersichtlich, sowie die Schliessorgane 4a, 4b, deren zugeordnete Federn 5a, 5b sowie die von den Schliessorganen 4a, 4b abgedeckten Durchlassöffnungen 2a. Die Federkraft der im ersten und zweiten Teilventilbereich 6a, 6b angeordneten Federn 5a, 5b unterscheidet sich vorzugsweise zumindest um einen Faktor 1.5, das heisst die Federkonstante unterscheidet sich um einen Faktor 1.5. Die Schliessorgane 4a des ersten Teilventilbereichs 6a weisen vorzugsweise einen geringeren Hub auf als die Schliessorgane 4b des zweiten Teilventilbereichs 6b. Der Hub des Schliessorgans des ersten Teilventilbereichs 6a ist vorzugsweise zumindest einen Faktor 1,5 kleiner als der Hub des Schliessorgans des zweiten Teilventilbereichs 6b. Zudem unterscheidet sich die Summe der gesamten Durchflussflächen des ersten und zweiten Teilventilbereichs 6a, 6b um zumindest einen Faktor 1.5. Die Durchflussflächen können entweder durch die Summe der Flächen der dargestellten Durchflussöffnungen 2a bestimmt sein. Die Durchflussfläche kann auch durch die seitlich entstehende Durchtrittsfläche definiert werden, welche sich zwischen dem geöffneten Schliessorgan 4a, 4b und dem Ventilsitz 2 ergibt.

[0015] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Ventil 1, wie in Figur 1 dargestellt, rotationssymmetrisch ausgestaltet, wobei der erste Teilventilbereich 6a gegen das Kreiszentrum hin angeordnet ist wogegen der zweite Teilventilbereich 6b gegen die Peripherie hin angeordnet ist. In einer vorteilhaften Ausgestaltung weisen die ringförmig ausgestalteten Schliessorgane 4 dieselbe Ringbreite auf, wobei, wie aus Figur 1 ersichtlich, das Schlies-

sorgan 4a wesentlich mehr einzelne Durchlassöffnungen 2a bedecken kann als das zweite Schliessorgan 4b, so dass die Summe der bedeckten Durchlassöffnungen 2a für das Schliessorgan 4b wesentlich grössere ist als für das Schliessorgan 4a.

[0016] Die Schliessorgane 4 können auch, wie in Figur 6 dargestellt, als runde Poppetventil 4c ausgestaltet sein, oder wie in Figur 7 dargestellt, als Plattenventil 4a, 4b. Figur 8 zeigt eine Aufsicht auf die in Figur 7 dargestellten Platten 4a, 4b. Das Schliessorgan 4 umfasst ein inneres, plattenförmiges Schliessorgan 4a sowie ein dazu konzentrisch angeordnetes, äusseres Schliessorgan 4b.

[0017] Wie in den Figuren 3 bis 5 dargestellt kann der erste bzw. der zweite Teilventilbereich 6a, 6b auch eine Mehrzahl von Schliessorganen 4a, 4b umfassen, welche über Federn 5a, 5b zum Ventilsitz 2 hin vorgespannt gelagert sind. Das Ventil 1 kann, wie in den Figuren 3 bis 5 dargestellt, zudem mit einer Hubbegrenzungs Vorrichtung 8 versehen sein, welche eine Mehrzahl von Eingriffsmitteln oder Stäben 8a aufweist, welche in Bewegungsrichtung der Schliessorgane 4a, 4b verschiebbar gelagert sind. Zudem kann eine Feder 8b vorgesehen sein um eine Rückstellkraft nach oben zu bewirken. Die Hubbegrenzungs Vorrichtung 8 kann derart ausgestaltet sein, dass die Hubbegrenzungs mittel 8, wie in Figur 3 dargestellt, nur auf den ersten Teilventilbereich 6a, bzw. das Schliessorgan 4a wirken, oder, wie in Figur 4 dargestellt, nur auf den zweiten Teilventilbereich 6b bzw. das Schliessorgan 4b, oder, wie in Figur 5 dargestellt, sowohl auf den ersten als auch auf den zweiten Teilventilbereich 6a, 6b wirken.

[0018] Figur 6 zeigt einen Längsschnitt durch ein Poppventil mit einer Hubbegrenzungs Vorrichtung 8, welche auf die Schliessorgane 4a des ersten Teilventilbereichs 6a einwirkt.

[0019] Figur 7 zeigt einen Längsschnitt durch ein Plattenventil mit einer Hubbegrenzungs Vorrichtung 8, welche sowohl auf den ersten als auch auf den zweiten Teilventilbereich 6a, 6b einwirkt, und den Hubweg des ersten und zweiten Schliessorgans 4a, 4b beeinflusst.

Patentansprüche

1. Selbsttätiges Ventil (1) für Kolbenkompressoren, umfassend einen Ventilsitz (2) mit Durchlassöffnungen (2a), einen Fänger (3) sowie mehrere zwischen Ventilsitz (2) und Fänger (3) angeordnete Schliessorgane (4) zum Schliessen der Durchlassöffnungen (2a), wobei die Schliessorgane (4) vom Fänger (3) her mittels Federn (5) gegen die Durchlassöffnungen (2a) des Ventilsitzes (2) belastet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil zumindest zwei unterschiedlich wirkende Teilventilbereiche (6a, 6b) aufweist, einen ersten Teilventilbereich (6a), dessen Schliessorgane (4a) mit Federn (5a) geringerer Federkraft belastet sind, und einen zweiten Teilventilbereich (6b), dessen Schliessorgane (4b)

mit Federn (5b) höherer Federkraft belastet sind.

2. Ventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Federkraft der im ersten und zweiten Teilventilbereich (6a, 6b) angeordneten Federn (5a, 5b) um zumindest einen Faktor 1.5 unterscheiden. 5

3. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schliessorgan (4a) des ersten Teilventilbereichs (6a) einen geringeren Hub aufweist als das Schliessorgan (4b) des zweiten Teilventilbereichs (6b). 10

4. Ventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hub des Schliessorgans (4a) des ersten Teilventilbereichs (6a) um zumindest einen Faktor 1,5 kleiner ist als der Hub des Schliessorgans (4b) des zweiten Teilventilbereichs (6b). 15

5. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Durchflussquerschnitt des ersten und der zweite Teilventilbereich (6a,6b) um zumindest einen Faktor 1.5 unterscheiden. 20
25

6. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil rotationssymmetrisch ausgestaltet ist, dass der erste Teilventilbereich (6a) gegen das Kreiszentrum hin angeordnet ist, und dass der zweite Teilventilbereich (6b) gegen die Peripherie hin angeordnet ist. 30

7. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schliessorgane (4) als konzentrisch angeordnete Ringplatten ausgestaltet sind. 35

8. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Hubbegenvorrichtung (8) den Hub der Schliessorgane (4) im ersten und/oder zweiten Teilventilbereich (6a, 6b) beeinflusst. 40

9. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Teilventilbereich (6a) sich bereits beim Betrieb mit einem Leichtgas öffnet, wobei das Leichtgas ein Molgewicht von weniger als 10 aufweist, und wobei sich der zweite Teilventilbereich (6b) erst beim Betrieb mit einem Schwergas öffnet, wobei das Schwergas ein Molgewicht von mehr als 10 aufweist. 45
50

10. Anlage zum Verdichten von Wasserstoff, umfassend ein Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 55

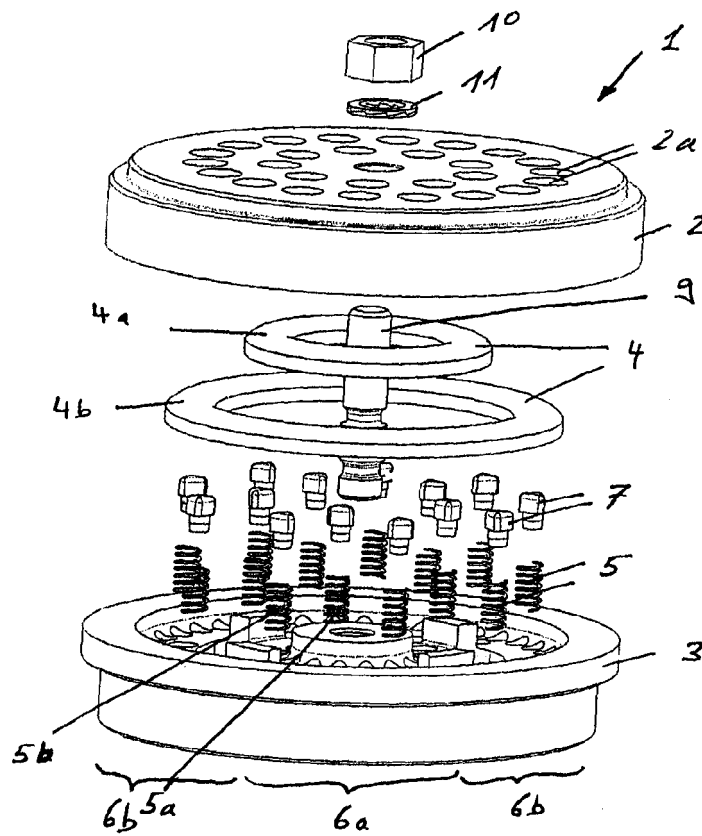


Fig. 1

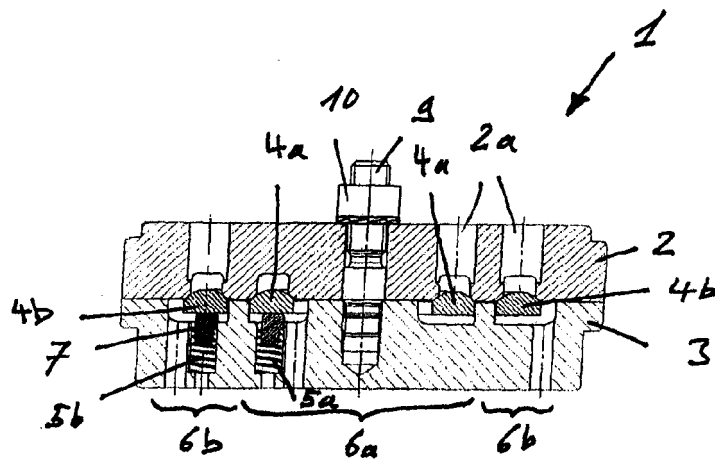
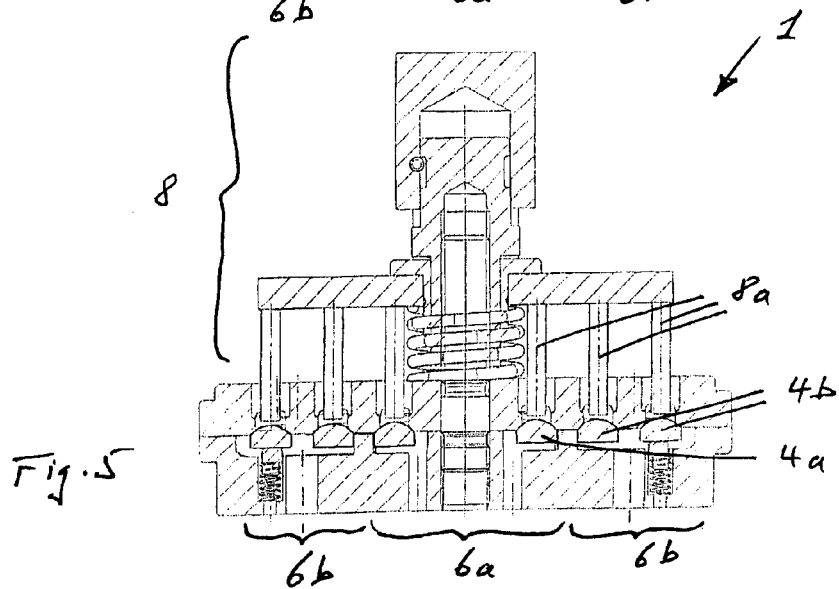
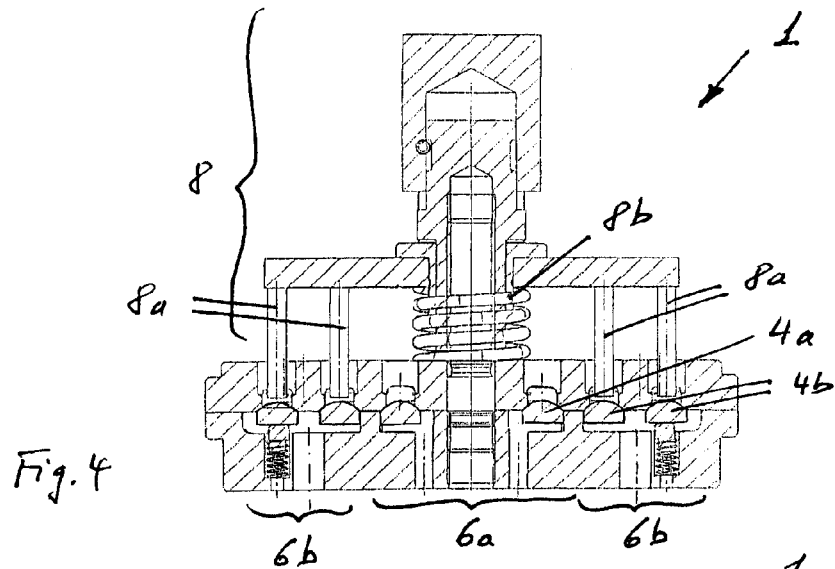
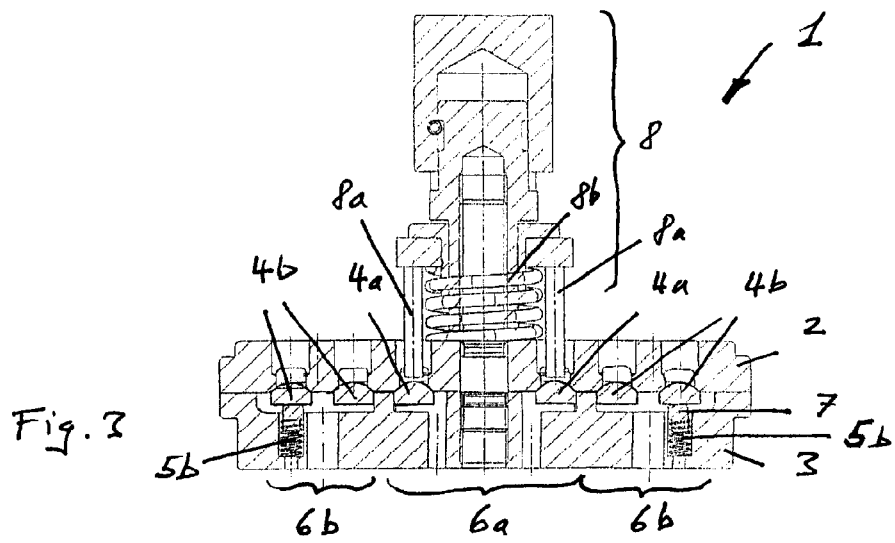
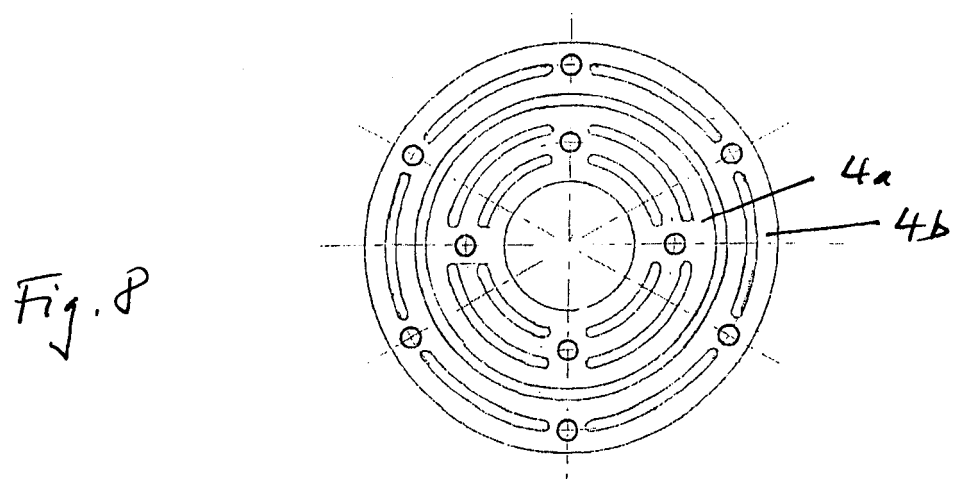
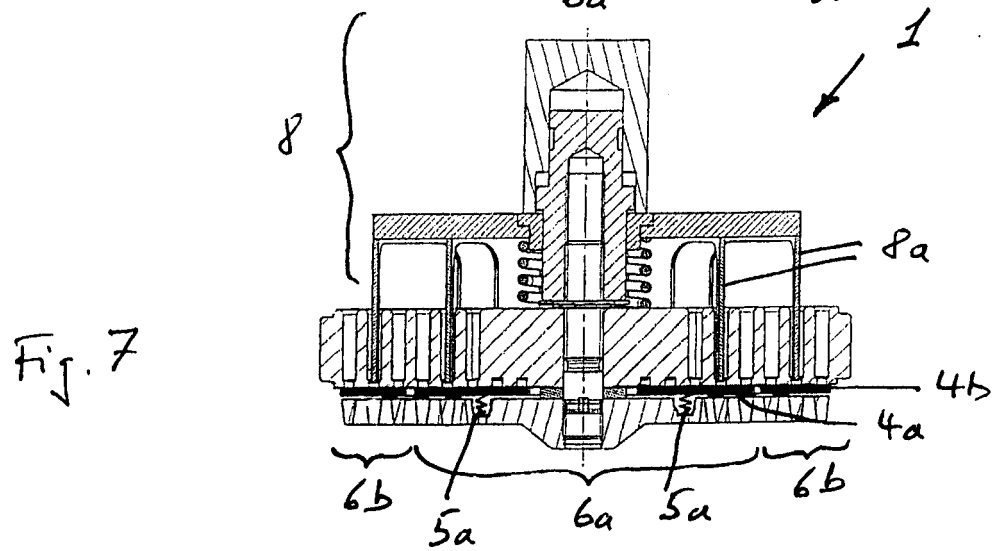
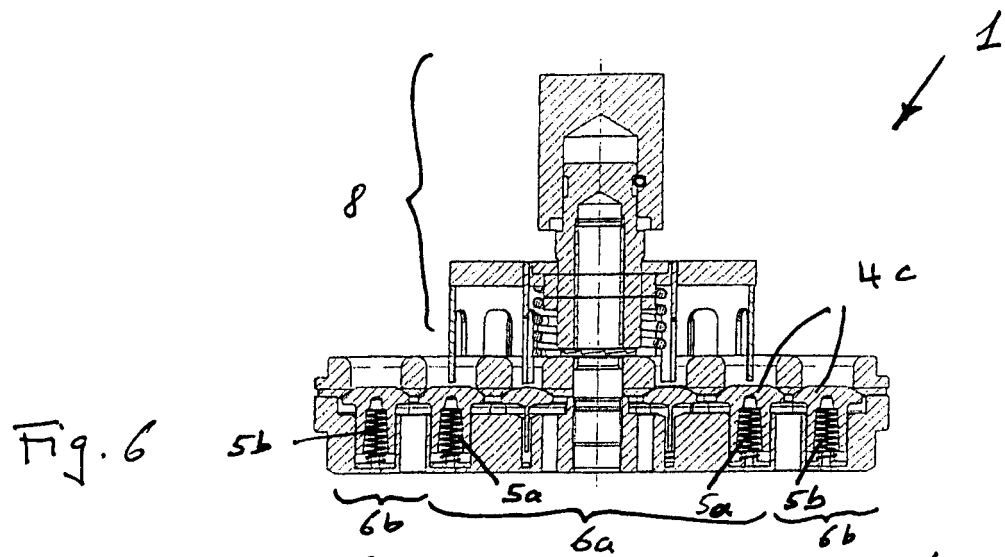


Fig. 2







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 11 0353

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 829 253 A (BUNN S,US ET AL) 13. August 1974 (1974-08-13) * Zusammenfassung; Abbildungen 2,3,8 * * Spalte 5, Zeile 2 - Spalte 5, Zeile 59 * -----	1-8,10	F04B39/10
X	DE 40 00 275 A1 (EMPRESA BRASILEIRA DE COMPRESSORES S.A.- EMBRACO, JOINVILLE, BR) 19. Juli 1990 (1990-07-19) * Spalte 4, Zeile 32 - Spalte 4, Zeile 54 * * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1,7,8,10	
X	US 4 184 818 A (NEPOMNYASCHY, LEV I ET AL) 22. Januar 1980 (1980-01-22) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. April 2006	Prüfer Pinna, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.82 [P04003]

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 11 0353

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-04-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3829253	A	13-08-1974	KEINE

DE 4000275	A1	19-07-1990	BR 8900196 A 14-08-1990
		IT 1236895 B 26-04-1993	
		JP 2264166 A 26-10-1990	

US 4184818	A	22-01-1980	AT 356237 B 10-04-1980
		AT 868177 A 15-09-1979	
		CH 635661 A5 15-04-1983	
		CS 191136 B1 29-06-1979	
		DD 136066 A1 13-06-1979	
		DE 2754672 A1 25-01-1979	
		FR 2394732 A1 12-01-1979	
		GB 1597716 A 09-09-1981	
		IT 1117703 B 17-02-1986	
		JP 1237551 C 31-10-1984	
		JP 54007607 A 20-01-1979	
		JP 59012906 B 26-03-1984	
		SU 898114 A1 15-01-1982	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 0572748 A [0002]