

(19)



(11)

EP 1 710 435 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
07.06.2023 Patentblatt 2023/23

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
22.08.2007 Patentblatt 2007/34

(21) Anmeldenummer: **06005929.2**

(22) Anmeldetag: **23.03.2006**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04B 49/03 ^(2006.01) **F04B 27/053** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04B 49/225; F04B 7/0076; F04B 27/053;
F04B 27/067; F04B 27/24; F04B 35/01;
F25B 41/22; F04B 2201/06011; F25B 2600/2515;
F25B 2600/2521

(54) **Kältemittelverdichter**

Refrigerant compressor

Compresseur de réfrigérant

(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: **05.04.2005 DE 102005016433**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.10.2006 Patentblatt 2006/41

(73) Patentinhaber: **BITZER Kühlmaschinenbau GmbH**
71065 Sindelfingen (DE)

(72) Erfinder: **Sandkötter, Wolfgang**
71803 Herrenberg (DE)

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**
Patentanwälte mbB
Uhlandstrasse 14c
70182 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 4 212 162 US-A- 5 540 061
US-A1- 2001 011 463

EP 1 710 435 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kältemittelverdichter für Kälteanlagen umfassend mindestens eine Zylindereinheit, die ein Zylindergehäuse und einen in dem Zylindergehäuse oszillierend bewegbaren Kolben aufweist, einen Zylinderkopf, mit einer von einem Einlassstrom der mindestens einen Zylindereinheit durchströmten Einlasskammer und mit einer von einem Auslassstrom der mindestens einen Zylindereinheit durchsetzten Auslasskammer, sowie ein Schaltventil zum Unterbrechen des Einlassstroms.

[0002] Derartige Kältemittelverdichter sind aus der US 2001/0011463 A1 bekannt, bei diesen besteht mit dem Schaltventil die Möglichkeit, dauerhaft eine oder mehrere Zylindereinheiten abzuschalten oder dauerhaft zuzuschalten.

[0003] Mit dieser Lösung ist eine Steuerung des Massendurchsatzes lediglich entsprechend dem Verhältnis des Hubvolumens der abgeschalteten Zylindereinheiten und des Hubvolumens der arbeitenden Zylindereinheiten möglich.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Kältemittelverdichter der gattungsgemäßen Art derart zu verbessern, dass dieser in beliebigen Teillastbereichen betreibbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einem Kältemittelverdichter der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Durch eine derartige Limitierung der Dauer der Schaltintervalle ist ebenfalls in erfindungsgemäßer Weise die Möglichkeit geschaffen, den Kältemittelverdichter in dem unteren Teillastbereich bei beliebig einstellbarer Teillast zu betreiben, ohne dass Druckschwankungen in der Kälteanlage auftreten, die die Qualität der Regelung derselben beeinträchtigen.

[0007] Noch vorteilhafter ist es dabei, wenn die Schaltintervalle kürzer als ungefähr 2 Sekunden sind.

[0008] Um die Schaltventile wirksam betreiben zu können, ist vorgesehen, dass die Schaltintervalle länger als ungefähr 0,1 Sekunden sind.

[0009] Besonders vorteilhaft ist es für ein Schalten des Schaltventils, wenn die Schaltintervalle einer Schaltfrequenz entsprechen, die kleiner als eine Eigenfrequenz des Schaltventils ist.

[0010] Noch besser ist es, wenn die Schaltintervalle einer Schaltfrequenz entsprechen, die um mehr als einen Faktor 5 kleiner als eine Eigenfrequenz des Schaltventils ist.

[0011] Bei der erfindungsgemäßen Steuerung ist vorgesehen, im unteren Teillastbereich einen Teil der Zylindereinheiten abzuschalten und nur einen Teil der Zylindereinheiten in den Schaltintervallen zu betreiben.

[0012] Ferner ist es denkbar, auch im oberen Teillastbereich nur einen Teil der Zylindereinheiten abzuschalten und einen anderen Teil Zylindereinheiten in den Schaltintervallen zu betreiben.

[0013] Hinsichtlich der Zeitdauer der Schaltintervalle

sind die unterschiedlichsten Lösungsmöglichkeiten denkbar. So sieht eine aus Gründen der Einfachheit besonders günstige Variante vor, dass die Steuerung mit zeitlich konstanten Schaltintervallen arbeitet.

[0014] Eine andere vorteilhafte Lösung sieht vor, dass die Steuerung die Schaltintervalle entsprechend einer Antriebsdrehzahl des Kältemittelverdichters variiert.

[0015] Hinsichtlich der Ausbildung des Schaltventils wurden bislang keine näheren Angaben gemacht.

[0016] So wäre es denkbar, das Schaltventil so auszubilden, dass dieses unmittelbar, beispielsweise magnetgesteuert, auf den Einlassstrom einwirkt.

[0017] Aus Gründen der erforderlichen hohen Ventilkraft hat es sich jedoch als vorteilhaft erwiesen, wenn das Schaltventil ein Servoventil ist.

[0018] Insbesondere ist es dabei günstig, wenn das Servoventil einen durch einen mit dem Druck in der Auslasskammer zusammenhängenden Druck betätigbaren Ventilkörper umfasst.

[0019] Um sicherzustellen, dass der Ventilkörper nicht die durch den Druck in der Auslasskammer herbeigeführte Endstellung selbsttätig einnimmt, ist vorzugsweise vorgesehen, dass der Ventilkörper durch einen entgegengesetzt zur Wirkung des Drucks auf den Ventilkörper einwirkenden elastischen Kraftspeicher beaufschlagt ist.

[0020] Hinsichtlich der Betätigung des Ventilkörpers durch den Druck in der Auslasskammer sind die unterschiedlichsten konstruktiven Lösungen denkbar. Beispielsweise wären Lösungen mit durch den Druck in der Auslasskammer beaufschlagten Membranen oder ähnliches denkbar.

[0021] Eine besonders zweckmäßige Lösung sieht vor, dass der Ventilkörper mit einem mit dem Druck in der Auslasskammer zusammenhängenden Druck beaufschlagbaren und in einem Schaltzylindergehäuse geführten Schaltkolben gekoppelt ist, welcher dann den Ventilkörper betätigt.

[0022] Hinsichtlich der Beaufschlagung des Schaltkolbens hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Schaltkolben und das Schaltzylindergehäuse eine Schaltzylinderkammer umschließen und wenn der Druck in der Schaltzylinderkammer steuerbar ist.

[0023] Ferner ist es aus konstruktiven Gründen günstig, wenn der Ventilkörper und der Schaltkolben eine Einheit bilden, die in dem Schaltzylindergehäuse geführt ist.

[0024] Des weiteren ist es bei einem derartigen Servoventil günstig, wenn dieses ein von der Steuerung ansteuerbares Steuerventil umfasst.

[0025] Ein derartiges Steuerventil ist beispielsweise als schnellreagierendes, elektrisch anzusteuerns Magnetventil oder ähnlich aufgebautes Ventil ausgebildet.

[0026] Zum Betreiben des Servoventils ist dabei bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass das Steuerventil einen Verbindungskanal zwischen der Steuerzylinderkammer und der Auslasskammer öffnet oder schließt, so dass in einfacher Weise die Möglichkeit besteht, den Schaltkolben mit unter dem Druck in der Auslasskammer stehendem Medium zu beauf-

schlagen.

[0027] Um bei einem derartigen Servoventil eine möglichst hohe Eigenfrequenz und somit kurze Schaltzeit zu erreichen, ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Eigenfrequenz der Einheit aus Schaltkolben, Ventilkörper und elastischem Kraftspeicher mindestens der Eigenfrequenz des Schaltventils entspricht.

[0028] Eine derartige hohe Eigenfrequenz des Schaltventils lässt sich insbesondere dann erreichen, wenn der Schaltkolben aus einem Leichtbaumaterial hergestellt ist.

[0029] Ein derartiges Leichtbaumaterial kann beispielsweise ein Leichtmetall oder auch ein Kunststoff, beispielsweise auch ein faserverstärkter Kunststoff, sein.

[0030] Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Schaltkolbens sieht vor, dass diese als Hohlkörper ausgebildet ist, so dass auch dadurch eine hohe Eigenfrequenz der Einheit aus Schaltkolben, Ventilkörper und elastischem Kraftspeicher erreichbar ist.

[0031] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

[0032] In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Kälteanlage;
- Fig. 2 einen Querschnitt längs Linie 2-2 durch ein Kältemittelverdichter der erfindungsgemäßen Kälteanlage;
- Fig. 3 einen Schnitt durch ein Schaltventil integriert in einen Zylinderkopf in der geöffneten Stellung eines Ventilkörpers des Schaltventils;
- Fig. 4 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 in einer geschlossenen Stellung des Ventilkörpers des Schaltventils;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Schaltintervalls umfassend ein Öffnungsintervall und ein Schließintervall;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Verhaltens der Temperatur des Verdampfers in der Kälteanlage bei Unterbrechung der Verdichtung von Kältemittel;
- Fig. 7 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kältemittelverdichters und
- Fig. 8 einen Schnitt ähnlich Fig. 4 durch das zweite Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kältemittelverdichters.

[0033] Ein Ausführungsbeispiel einer als Ganzes mit

10 bezeichneten erfindungsgemäßen Kälteanlage, umfasst einen Kältemittelverdichter 12, von dessen Hochdruckanschluss 14 eine Leitung 16 zu einem als Ganzes mit 18 bezeichneten Kondensator führt, in welchem das verdichtete Kältemittel durch Wärmeabfuhr kondensiert.

[0034] Von dem Kondensator 18 strömt flüssiges Kältemittel in einer Leitung 20 zu einem Sammler 22, in welchem sich das flüssige Kältemittel sammelt und von welchem ausgehend dieses dann über eine Leitung 28 zu einem Expansionsventil 30 für einen Verdampfer 32 strömt.

[0035] Nach Durchströmen des Verdampfers 32 strömt das verdampfte Kältemittel über eine Leitung 34 zu einem Niederdruckanschluss 36 des Kältemittelverdichters 12.

[0036] Wie in Fig. 2 dargestellt, ist der erfindungsgemäße Kältemittelverdichter 12 als Hubkolbenverdichter ausgebildet und umfasst ein Verdichtergehäuse 40, in welchem zwei V-förmig zueinander angeordnete Zylinderbänke 42a und 42b vorgesehen sind, von denen jede mindestens eine, insbesondere zwei oder mehr Zylindereinheiten 44 umfasst.

[0037] Jede dieser Zylindereinheiten 44 ist gebildet aus einem Zylindergehäuse 46, in welchem ein Kolben 48 dadurch oszillierend bewegbar ist, dass der Kolben 48 durch ein Pleuel 50 antreibbar ist, das seinerseits auf einem Exzenter 52 einer Exzenterwelle 54 sitzt, die beispielsweise durch einen Elektromotor 55 angetrieben ist.

[0038] Das Zylindergehäuse 46 jeder der Zylindereinheiten 44 wird durch eine Ventilplatte 56 abgeschlossen, auf welcher ein Zylinderkopf 58 angeordnet ist.

[0039] Vorzugsweise überdeckt dabei die Ventilplatte 56 nicht nur ein Zylindergehäuse 46 einer Zylinderbank 42, sondern sämtliche Zylindergehäuse 46 der jeweiligen Zylinderbank 42 und in gleicher Weise übergreift der Zylinderkopf 58 ebenfalls sämtliche Zylindergehäuse 46 der jeweiligen Zylinderbank 42.

[0040] Das Verdichtergehäuse 40 umfasst ferner noch einen mit dem Niederdruckanschluss 36 in Verbindung stehenden Einlasskanal 60, welcher beispielsweise in dem Verdichtergehäuse 40 integriert ist.

[0041] Wie in Fig. 3 vergrößert dargestellt, ist jeder Zylinderbank 42 ein als Ganzes mit 70 bezeichnetes Schaltventil zugeordnet, welches dazu dient, einen von dem Einlasskanal 60 in den jeweiligen Zylinderkopf 58, und zwar in eine Einlasskammer 72 desselben durch die Ventilplatte 56 hindurchtretenden Einlassstrom 74 von Kältemittel zu unterbrechen.

[0042] Ist das Schaltventil 70 geöffnet, so hat der Einlassstrom 74 die Möglichkeit, über eine in der Ventilplatte 56 vorgesehene Einlassöffnung 76 und ein an der Ventilplatte 56 vorgesehenes Einlassventil 78 in eine von dem jeweiligen Kolben 48 und dem jeweiligen Zylindergehäuse 46 sowie der Ventilplatte 56 begrenzte Zylinderkammer 80 einzutreten, um in dieser durch die oszillierende Bewegung des Kolbens 48 verdichtet zu werden, so dass über eine Auslassöffnung 82 und ein Auslassventil 84 ein Auslassstrom 86 aus der Zylinderkam-

mer 80 austritt und in eine Auslasskammer 88 des Zylinderkopfes 58 eintritt.

[0043] Das Schaltventil 70 ist als Servoventil ausgebildet, welches in dem Zylinderkopf 58 integriert ist und einen Ventilkörper 90 aufweist, mit welchem eine in der Ventilplatte 56 vorgesehene Einströmöffnung 92 der Einlasskammer 72 verschließbar ist.

[0044] Der Ventilkörper 90 ist ferner an einem Schaltkolben 94 angeordnet, welcher in einem Schaltzylindergehäuse 96 geführt ist, so dass der Schaltkolben 94 durch in einer Schaltzylinderkammer 98 vorliegenden Druck in Richtung der Ventilplatte 56 bewegbar ist, um die Einströmöffnung 92 in derselben zu verschließen.

[0045] Eine aus dem Schaltzylindergehäuse 96, dem Schaltkolben 94 und der Schaltzylinderkammer 98 gebildete Schaltzylindereinheit 100, die in den Zylinderkopf 58 integriert ist, ist dabei über ein Steuerventil 110 steuerbar, welches einen elektromagnetisch bewegbaren Steuerkolben 112 umfasst, mit welchem ein Steuerventilsitz 114 verschließbar ist, wobei der Steuerkolben 112 und der Steuerventilsitz 114 dazu vorgesehen sind, eine Verbindung zwischen einem zur Auslasskammer 88 führenden Druckkanal 116 und einem zu der Schaltzylinderkammer 98 führenden Druckzufuhrkanal 118 für den Schaltzylinder 100 zu unterbrechen oder freizugeben.

[0046] Wird die Verbindung zwischen dem Hochdruckkanal 116 und dem Druckzufuhrkanal 118 freigegeben, so steht die Schaltzylinderkammer 98 unter dem in der Auslasskammer 88 herrschenden Hochdruck und folglich bewegt sich der Schaltkolben 94 in Richtung der Ventilplatte 56 und presst den Ventilkörper 90 gegen diese, um die Einströmöffnung 92 in der Ventilplatte 56 zu verschließen.

[0047] Dabei wirkt der auf den Schaltkolben 94 durch den Hochdruck in der Schaltzylinderkammer 98 wirkenden Kraft die Kraft eines elastischen Kraftspeichers 120 entgegen, welcher an dem Schaltzylindergehäuse 96 einerseits abgestützt ist und andererseits auf den Schaltkolben 94 derart wirkt, dass dieser sich von der Ventilplatte 56 weg bewegt und somit den Ventilkörper 90 in eine die Einströmöffnung 92 freigebende Stellung bewegt.

[0048] Insbesondere ist der Schaltkolben 94 mit einem Druckentlastungskanal 122 versehen, welcher von einer der Schaltzylinderkammer 98 zugewandten Öffnung zu einer, in Fig. 4 dargestellten Auslassöffnung 124 führt, die in der die Einströmöffnung 92 verschließenden Stellung des Ventilkörpers 90 und des Schaltkolbens 94 in die Einlasskammer 72 mündet. Der Druckentlastungskanal 124 bewirkt dabei, dass bei einer Unterbrechung der Verbindung zwischen dem Hochdruckkanal 116 und dem Druckzufuhrkanal 118 der Druck in der Schaltzylinderkammer 98 schnell zusammenbricht und sich somit unter Wirkung des elastischen Kraftspeichers 120 der Schaltkolben 94 mitsamt dem Ventilkörper 90 in eine die Einströmöffnung 92 freigebende, in Fig. 3 dargestellte Stellung bewegen.

[0049] Das Schaltventil 70 ist durch eine in Fig. 1 dar-

gestellte Steuerung 130 derart ansteuerbar, dass dieses in kontinuierlich aufeinanderfolgenden Schaltintervallen SI das Schaltventil 70 schließt und öffnet, wobei jedes der Schaltintervalle SI ein Öffnungsintervall O aufweist, in welchem der Ventilkörper 90 in seiner freigebenden Stellung ein Hindurchtreten des Einlassstroms 74 durch die Einströmöffnung 92 zulässt, sowie ein Schließintervall S, in welchem der Ventilkörper 90, wie in Fig. 4 dargestellt, in seiner verschließenden Stellung das Durchströmen des Einlassstroms 74 durch die Einströmöffnung 92 blockiert.

[0050] Innerhalb der Dauer des jeweiligen Schaltintervalls SI kann nun in allen Teillastbereichen die Zeitdauer des Öffnungsintervalls O und des Schließintervalls S relativ zueinander variabel eingestellt werden, so dass entweder das Öffnungsintervall O größer ist als das Schließintervall oder umgekehrt.

[0051] Im Extremfall kann das Öffnungsintervall O im Wesentlichen sich über die gesamte Dauer des Schaltintervalls SI erstrecken, während das Schließintervall S beliebig klein wird, oder es kann umgekehrt auch sich das Schließintervall S im Wesentlichen über die gesamte Dauer des Schaltintervalls SI erstrecken, so dass das Öffnungsintervall O beliebig klein wird.

[0052] Da in der erfindungsgemäßen Kälteanlage 10 über das Expansionsventil 30 in der Regel ständig ein Verdampfen von flüssigem Kältemittel erfolgt, führt eine Unterbrechung der Verdichtung von Kältemittel durch den Kältemittelverdichter 12 zu einem Anstieg der Temperatur T im Verdampfer 32.

[0053] Allerdings ist das System mit einer Reaktionsträgheit versehen, so dass bei einer Unterbrechung der Absaugung von Kältemittel aus dem Verdampfer 32 die Temperatur T des Verdampfers 32 nicht sofort ansteigt, sondern, wie in Fig. 6 dargestellt, eine Zeitdauer Z benötigt, um um einen Wert D anzusteigen.

[0054] So lange der Wert D bei Werten kleiner 10% einer Ausgangstemperatur T_A des Verdampfers liegt, sind diese Schwankungen für die Funktion der erfindungsgemäßen Kälteanlage irrelevant.

[0055] Aus diesem Grund ist das Schaltintervall SI so gewählt, dass dieses kürzer ist, als die Zeitdauer Z, die vergeht, bis die Temperatur T des Verdampfers 32 ausgehend von einer Temperatur T_A des Verdampfers 32 um einen Wert D von ungefähr 10%, noch besser ungefähr 5%, gestiegen ist, wenn eine plötzliche Unterbrechung der Absaugung von Kältemittel aus dem Verdampfer 32 und der Zufuhr von unter Hochdruck stehendem Medium am Hochdruckanschluss 14 erfolgt.

[0056] Damit ist sichergestellt, dass die Öffnungsintervalle O und die Schließintervalle S innerhalb des jeweiligen Schaltintervalls SI sich unwesentlich auf die Funktion der Kälteanlage auswirken und lediglich zu geringfügigen Temperaturschwankungen des Verdampfers 32 der erfindungsgemäßen Kälteanlage führen.

[0057] Üblicherweise liegen die Zeitdauern der Schaltintervalle SI bei Zeitdauern, die kürzer sind als ungefähr 10 Sekunden, noch besser kürzer als ungefähr 2 Sekun-

den.

[0058] Andererseits sind, um ausreichende Öffnungsintervalle O zu gewährleisten, die Schaltintervalle länger als ungefähr 0,1 Sekunden.

[0059] Ein bevorzugter Betriebsbereich sieht Schaltintervalle SI vor, deren Dauer zwischen 0,1 und 10 Sekunden liegt.

[0060] Um derart kurze Schaltintervalle SI zu gewährleisten ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Schaltkolben 94 mitsamt den Ventilkörper 90 und den elastischen Kraftspeichern 120 insgesamt eine Eigenfrequenz aufweisen, die höher ist als die den maximalen Schaltintervallen SI entsprechende Frequenz, so dass die Schaltkolben 94 in der Lage sind, innerhalb der Schaltintervalle SI die Öffnungsintervalle O und die Schließintervalle S im Wesentlichen verzögerungsfrei zu realisieren.

[0061] Vorzugsweise liegen die Eigenfrequenzen der Systeme aus Schaltkolben 94, Ventilkörper 90 und elastischem Kraftspeicher 120 um einen Faktor von mindestens 5 oder noch besser mindestens 10 höher als die den Schaltintervallen SI entsprechenden Frequenzen.

[0062] Um dies zu realisieren ist zweckmäßigerweise vorgesehen, dass die Schaltkolben 94 aus einem Leichtbaumaterial, beispielsweise Leichtmetall oder Kunststoff sind, um geringe Massen bewegen zu müssen.

[0063] Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kältemittelverdichters, dargestellt in Fig. 7 und 8 sind die Schaltkolben 94' als Hohlkörper ausgebildet, um eine möglichst geringe Masse und somit eine möglichst hohe Eigenfrequenz zu erreichen.

[0064] Die erfindungsgemäße Lösung sieht beispielsweise ein derartiges Schaltventil 70 pro Zylinderbank vor, so dass die Möglichkeit besteht, den Einlassstrom für sämtliche Zylindereinheiten 44 einer Zylinderbank 42 entsprechend abzuschalten.

[0065] Die Steuerung 130 ist nun in der Lage, bei einem Betrieb des Kältemittelverdichters 12 im Volllastbereich das Schaltventil 70 derart anzusteuern, dass der Ventilkörper 90 ständig in der die Einströmöffnung 92 freigebenden Stellung steht, so dass der Einlassstrom 74 zu allen Zylindereinheiten 44 der jeweiligen Zylinderbank 42 strömen kann.

[0066] In diesem Fall wird der maximale Massenstrom von Kältemittel auf Hochdruck H verdichtet.

[0067] Es besteht auch die Möglichkeit in einem Nulllastbereich das Schaltventil 70 so anzusteuern, dass der Ventilkörper 90 ständig in seiner die Einströmöffnung 92 verschließenden Stellung steht. In diesem Fall wird im Wesentlichen kein Massenstrom von Kältemittel verdichtet. Einzig der durch den Druckkanal 116 und den Druckzufuhrkanal 118 sowie den Druckentlastungskanal 122 strömende Massenstrom wird verdichtet.

[0068] Im Teillastbereich ist die Steuerung 130 in der Lage kontinuierlich jede beliebige Teillast einzustellen, und zwar dadurch, dass die Zeitdauer des Öffnungsintervalls O und die Zeitdauer des Schließintervalls S, die sich zur Zeitdauer des Schaltintervalls SI addieren, in dem gewünschten Verhältnis variabel eingestellt wer-

den.

[0069] Dabei kann in allen Teillastbereichen das Schaltintervall SI gleich groß sein.

[0070] Es ist aber auch denkbar das Schaltintervall SI entweder proportional oder in einzelnen Schritten abhängig von der Drehzahl der Exzenterwelle 54 und somit des Elektromotors 55 zu variieren.

[0071] Beispielsweise erfolgt die Variation des Schaltintervalls SI so, dass bei kleiner Drehzahl des Elektromotors die Schaltintervalle SI lang und bei großer Drehzahl des Elektromotors die Schaltintervalle kürzer sind.

[0072] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, dass bei den Hubkolbenverdichter die Leistungsaufnahme proportional zum Massendurchsatz ist und somit bei einer Reduzierung des Massendurchsatzes durch aufeinanderfolgende Öffnungsintervalle O und Schließintervalle S im Teillastbereich die Möglichkeit besteht, auch die Leistungsaufnahme des Hubkolbenverdichters zu reduzieren.

[0073] Außerdem schafft die erfindungsgemäße Lösung die Möglichkeit, den Anlaufvorgang des Kältemittelverdichters 12 durch Steuerung des Massendurchsatzes so zu gestalten, dass die Risiken aus auskochendem Kältemittel minimiert werden.

Patentansprüche

1. Kältemittelverdichter für Kälteanlagen umfassend

mindestens eine Zylindereinheit (44), die ein Zylindergehäuse (46) und einen in dem Zylindergehäuse (46) oszillierend bewegbaren Kolben (48) aufweist, einen Zylinderkopf (58) mit einer von einem Einlassstrom (74) der mindestens einen Zylindereinheit (44) durchströmten Einlasskammer (72) und mit einer von einem Auslassstrom (86) der mindestens einen Zylindereinheit (44) durchsetzten Auslasskammer (88), ein Schaltventil (70) zum Unterbrechen des Einlassstroms (74) und eine Steuerung (130) zum Ansteuern des Schaltventils (70), welche zum Betrieb des Kältemittelverdichters (12) in einem unteren Teillastbereich das Schaltventil (70) in aufeinanderfolgenden jeweils ein Öffnungsintervall (O) und ein Schließintervall (S) des Schaltventils (70) umfassenden Schaltintervallen (SI) betreibt, die kürzer sind als ungefähr 10 Sekunden und länger sind als ungefähr 0,1 Sekunden,

dadurch gekennzeichnet, dass der Kältemittelverdichter (12) ein Verdichtergehäuse (40) umfasst, in welchem zwei V-förmig zueinander angeordnete Zylinderbänke (42) vorgesehen sind, von denen jede mindestens eine Zylindereinheit (44) umfasst, dass jeder Zylinderbank (42) ein Schaltventil (70) zugeordnet ist, welches dazu dient, den von einem vom Verdich-

- tergehäuse (40) umfassten und mit einem Niederdruckanschluss (36) in Verbindung stehenden Einlasskanal (60) in eine Einlasskammer (72) in einen jeweiligen, sämtliche Zylindergehäuse (46) der jeweiligen Zylinderbank (42) übergreifenden Zylinderkopf (58) durch eine sämtliche Zylindergehäuse (46) der jeweiligen Zylinderbank (42) übergreifende Ventilplatte (56) hindurchtretenden Einlassstrom (74) von Kältemittel zu unterbrechen, und dass die Steuerung (130) in dem unteren Teillastbereich einen Teil der Zylindereinheiten (44) abschaltet und nur einen Teil der Zylindereinheiten (44) in den Schaltintervallen (SI) betreibt.
2. Kältemittelverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltintervalle kürzer sind als ungefähr 2 Sekunden.
 3. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltintervalle (SI) einer Schaltfrequenz entsprechen, die kleiner als eine Eigenfrequenz des Schaltventils (70) ist.
 4. Kältemittelverdichter nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltintervalle (SI) einer Schaltfrequenz entsprechen, die um mehr als einen Faktor 5 kleiner als eine Eigenfrequenz des Schaltventils (70) ist.
 5. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (130) mit zeitlich konstanten Schaltintervallen (SI) arbeitet.
 6. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (130) die Schaltintervalle (SI) entsprechend einer Antriebsdrehzahl des Kältemittelverdichters (12) variiert.
 7. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltventil (70) ein Servoventil ist.
 8. Kältemittelverdichter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Servoventil (70) einen durch einen mit dem Druck in der Auslasskammer (88) zusammenhängenden Druck betätigbaren Ventilkörper (90) umfasst.
 9. Kältemittelverdichter nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (90) durch einen entgegengesetzt zur Wirkung des Drucks auf den Ventilkörper (90) einwirkenden elastischen Kraftspeicher (120) beaufschlagt ist.
 10. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (90) mit einem mit dem Druck in der Auslasskammer (88) zusammenhängenden Druck beaufschlagbaren und in einem Schaltzylindergehäuse (96) geführten Schaltkolben (94) gekoppelt ist.
 11. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaltkolben (94) und das Schaltzylindergehäuse (96) eine Schaltzylinderkammer (98) umschließen und dass der Druck in der Schaltzylinderkammer steuerbar ist.
 12. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (90) und der Schaltkolben eine Einheit bilden, die in dem Schaltzylindergehäuse (96) geführt ist.
 13. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Servoventil (70) ein von der Steuerung (130) ansteuerbares Steuerventil (110) umfasst.
 14. Kältemittelverdichter nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (110) einen Verbindungskanal (116, 118) zwischen der Schaltzylinderkammer (98) und der Auslasskammer (88) öffnet oder schließt.
 15. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eigenfrequenz der Einheit aus Schaltkolben (94), Ventilkörper (90) und elastischem Kraftspeicher (120) mindestens der Eigenfrequenz des Schaltventils (70) entspricht.
 16. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 8 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaltkolben aus einem Leichtbaumaterial hergestellt ist.
 17. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 8 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaltkolben (94') als Hohlkörper ausgebildet ist.

Claims

1. Refrigerant compressor for refrigerating systems comprising

at least one cylinder unit (44), which has a cylinder housing (46) and a piston (48) which can move in an oscillating manner in the cylinder housing (46), a cylinder head (58), with an inlet chamber (72), flowed through by an inlet flow (74) of the at least one cylinder unit (44), and with an outlet chamber (88), passed through by

- an outlet flow (86) of the at least one cylinder unit (44),
 a switching valve (70) for interrupting the inlet flow (74) and a control (130) for activating the switching valve (70), which control, for operating the refrigerant compressor (12) in a lower part-load range, operates the switching valve (70) in successive switching intervals (SI), respectively comprising an opening interval (O) and a closing interval (S) of the switching valve (70), which are shorter than approximately 10 seconds and are longer than approximately 0.1 seconds,
characterized in that the refrigerant compressor (12) comprises a compressor housing (40), in which two banks of cylinders (42) are provided, disposed in relation to each other in a V-shaped manner, each of which comprises at least one cylinder unit (44), **in that** a switching valve (70) is associated with each cylinder bank (42) and serves the purpose of interrupting the inlet flow (74) of refrigerant passing from an inlet channel (60) which is connected to a low-pressure connection (36) and is incorporated into the compressor housing (40), through a valve plate (56) which covers all the cylinder housings (46) of the respective cylinder bank (42), into an inlet chamber (72) in a respective cylinder head (58) which reaches over all the cylinder housings (46) of the respective cylinder bank (42), and **in that** the control (130), in the lower part load range, switches off some of the cylinder units (44) and operates only some of the cylinder units (44) in the switching intervals (SI).
2. Refrigerant compressor according to Claim 1, **characterized in that** the switching intervals (SI) are shorter than approximately 2 seconds.
 3. Refrigerant compressor according to one of the preceding claims, **characterized in that** the switching intervals (SI) correspond to a switching frequency which is less than an inherent frequency of the switching valve (70).
 4. Refrigerant compressor according to Claim 3, **characterized in that** the switching intervals (SI) correspond to a switching frequency which is less than an inherent frequency of the switching valve (70) by more than a factor of 5.
 5. Refrigerant compressor according to one of the preceding claims, **characterized in that** the control (130) operates with switching intervals (SI) that are of a constant time.
 6. Refrigerant compressor according to one of the preceding claims, **characterized in that** the control (130) varies the switching intervals (SI) on the basis of a rotational drive speed of the refrigerant compressor (12).
 7. Refrigerant compressor according to one of the preceding claims, **characterized in that** the switching valve (70) is a servo valve.
 8. Refrigerant compressor according to Claim 7, **characterized in that** the servo valve (70) comprises a valve body (90) which can be actuated by a pressure associated with the pressure in the outlet chamber (88).
 9. Refrigerant compressor according to Claim 8, **characterized in that** the valve body (90) is acted upon by an elastic force accumulator (120) acting counter to the effect of the pressure on the valve body (90).
 10. Refrigerant compressor according to either of Claims 8 and 9, **characterized in that** the valve body (90) is coupled to a switching piston (94) which can be acted upon by a pressure associated with the pressure in the outlet chamber (88) and is guided in a switching cylinder housing (96).
 11. Refrigerant compressor according to one of Claims 8 to 10, **characterized in that** the switching piston (94) and the switching cylinder housing (96) enclose a switching cylinder chamber (98) and **in that** the pressure in the switching cylinder chamber is controllable.
 12. Refrigerant compressor according to one of Claims 8 to 11, **characterized in that** the valve body (90) and the switching piston form a unit which is guided in the switching cylinder housing (96).
 13. Refrigerant compressor according to one of Claims 7 to 12, **characterized in that** the servo valve (70) comprises a control valve (110) which can be activated by the control (130).
 14. Refrigerant compressor according to Claim 13, **characterized in that** the control valve (110) opens or closes a connecting channel (116, 118) between the switching cylinder chamber (98) and the outlet chamber (88).
 15. Refrigerant compressor according to one of Claims 9 to 14, **characterized in that** the inherent frequency of the unit comprising the switching piston (94), valve body (90) and elastic force accumulator (120) corresponds at least to the inherent frequency of the switching valve (70).
 16. Refrigerant compressor according to one of Claims 8 to 15, **characterized in that** the switching piston is produced from a lightweight structural material.

17. Refrigerant compressor according to one of Claims 8 to 16, **characterized in that** the switching piston (94') is formed as a hollow body.

Revendications

1. Compresseur de réfrigérant pour des installations frigorifiques

comprenant au moins une unité de cylindre (44), qui présente un boîtier de cylindre (46) et un piston (48) mobile de façon oscillante dans le boîtier de cylindre (46), une tête de cylindre (58), avec une chambre d'entrée (72) traversée par un flux d'entrée (74) de la au moins une unité de cylindre (44) et avec une chambre de sortie (88) traversée par un flux de sortie (86) de la au moins une unité de cylindre (44), une valve de commutation (70) pour l'interruption du flux d'entrée (74) et une commande (130) pour l'activation de la valve de commutation (70) qui, pour l'exploitation du compresseur de réfrigérant (12) dans une plage inférieure de charge partielle, exploite la valve de commutation (70) à des intervalles de commutation (SI) successifs et comprenant chacun un intervalle d'ouverture (O) et un intervalle de fermeture (S) de la valve de commutation (70), intervalles qui sont plus courts qu'environ 10 secondes et plus longs qu'environ 0,1 seconde,

caractérisé en ce que le compresseur de réfrigérant (12) comprend un boîtier de compresseur (40) dans lequel sont prévus deux bancs de cylindres (42) agencés l'une par rapport à l'autre pour former un V, dont chacun comprend au moins une unité de cylindre (44), **en ce qu'à** chaque banc de cylindres (42) est attribuée une valve de commutation (70), laquelle sert à l'interruption d'un flux d'entrée (74) de réfrigérant passant à travers une plaque de valve (56) dépassant tous les boîtiers de cylindre (46) du banc de cylindres (42) respectif depuis un canal d'entrée (60) compris dans le boîtier de compresseur (40) et se trouvant en relation avec un raccord basse pression (36) jusqu'à une chambre d'entrée (72) et jusqu'à une tête de cylindre (58) respective dépassant tous les boîtiers de cylindre (46) du banc de cylindres (42) respectif, **et en ce que** la commande (130) arrête une partie des unités de cylindre (44) dans la plage inférieure de charge partielle et exploite uniquement une partie des unités de cylindre (44) dans les intervalles de commutation (SI).

2. Compresseur de réfrigérant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les intervalles de commutation sont plus courts qu'environ 2 secondes.

3. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les intervalles de commutation (SI) correspondent à une fréquence de commutation qui est inférieure à une fréquence propre de la valve de commutation (70).

4. Compresseur de réfrigérant selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les intervalles de commutation (SI) correspondant à une fréquence de commutation qui est plus de 5 fois inférieure à une fréquence propre de la valve de commutation (70).

5. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la commande (130) travaille avec des intervalles de commutation (SI) constants dans le temps.

6. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la commande (130) fait varier les intervalles de commutation (SI) en fonction d'un régime d'entraînement du compresseur de réfrigérant (12).

7. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valve de commutation (70) est une servovalve.

8. Compresseur de réfrigérant selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la servovalve (70) comprend un corps de valve (90) pouvant être actionné par une pression en rapport avec la pression dans la chambre de sortie (88).

9. Compresseur de réfrigérant selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le corps de valve (90) est sollicité par un accumulateur de force (120) élastique agissant dans le sens opposé à l'effet de la pression sur le corps de valve (90).

10. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le corps de valve (90) est couplé avec un piston de commutation (94) pouvant être sollicité avec une pression en rapport avec la pression dans la chambre de sortie (88) et guidé dans un boîtier de cylindre de commutation (96).

11. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** le piston de commutation (94) et le boîtier du cylindre de commutation (96) entourent une chambre du cylindre de commutation (98) et **en ce que** la pression dans la chambre de cylindre de commutation est contrôlable.

12. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque

des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** le corps de valve (90) et le piston de commutation forment une unité qui est guidée dans le boîtier de cylindre de commutation (96).

5

13. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, **caractérisé en ce que** la servovalve (70) comprend une valve de commande (110) activable par la commande (130).

10

14. Compresseur de réfrigérant selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la valve de commande (110) ouvre ou ferme un canal de liaison (116, 118) entre la chambre du cylindre de commutation (98) et la chambre de sortie (88).

15

15. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, **caractérisé en ce que** la fréquence propre de l'unité constituée du piston de commutation (94), du corps de valve (90) et de l'accumulateur de force élastique (120) correspond au moins à la fréquence propre de la valve de commutation (70).

20

16. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, **caractérisé en ce que** le piston de commutation est fabriqué dans un matériau de construction allégé.

25

17. Compresseur de réfrigérant selon l'une quelconque des revendications 8 à 16, **caractérisé en ce que** le piston de commutation (94') est conçu comme un corps creux.

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

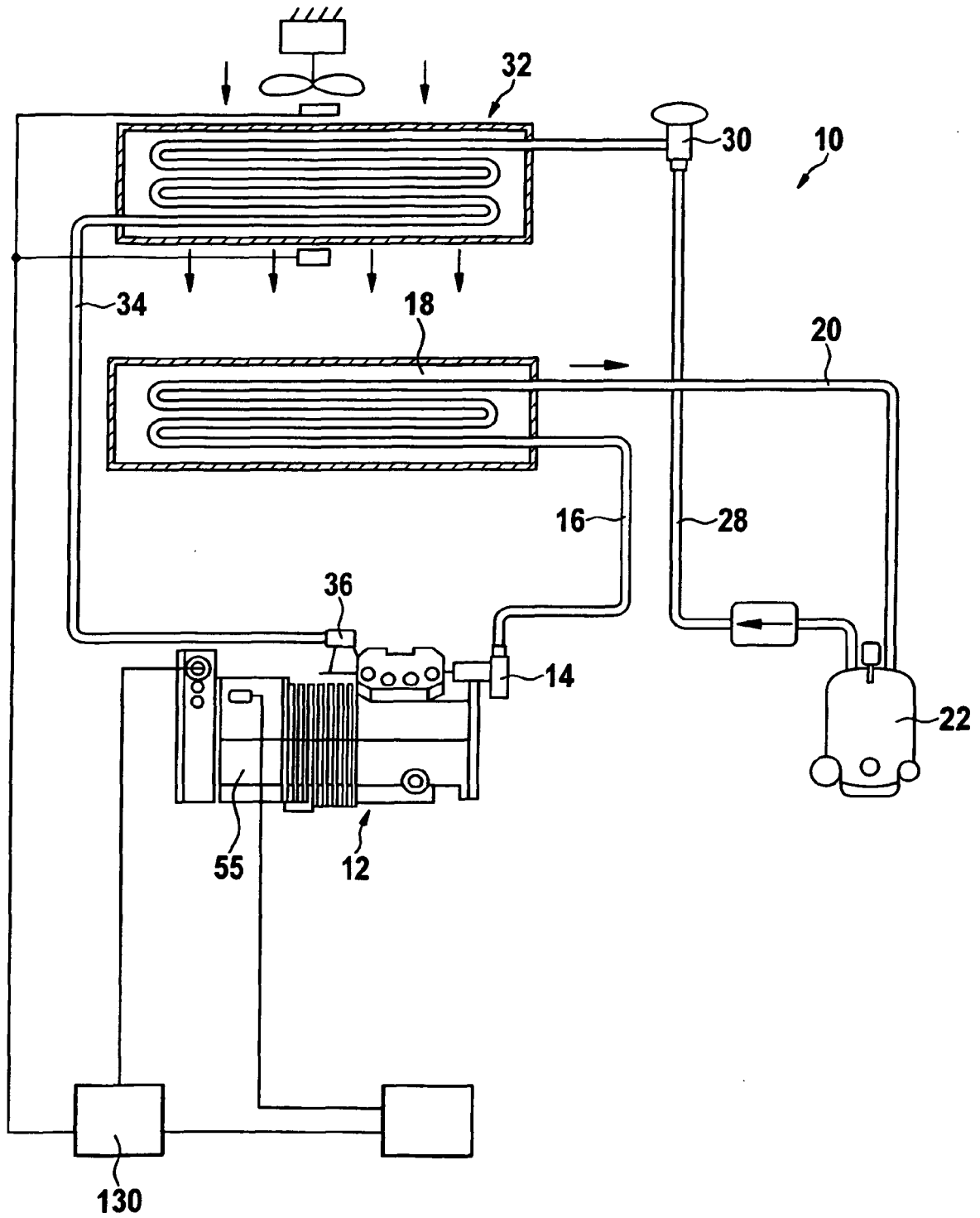


Fig. 2

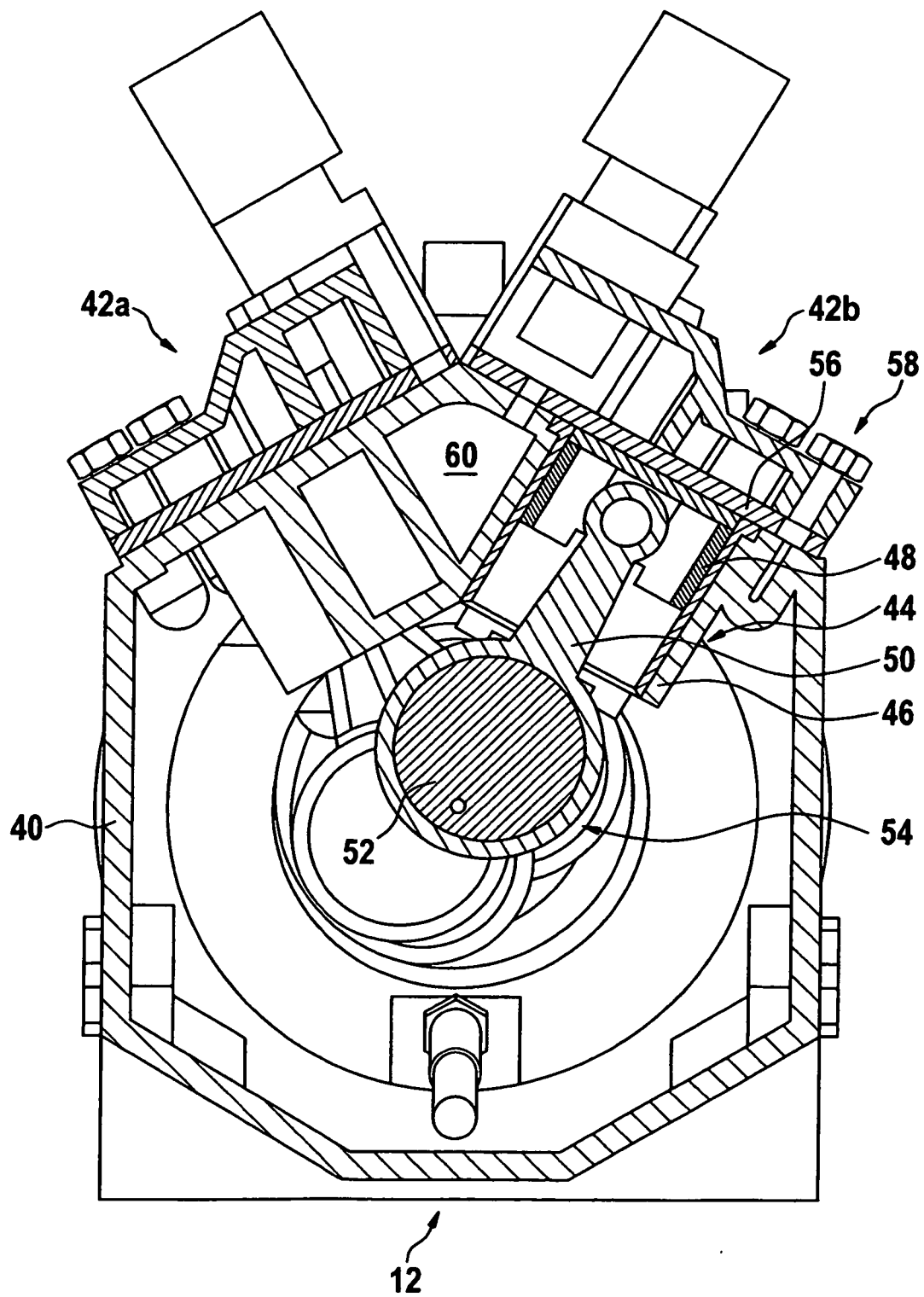


Fig. 3

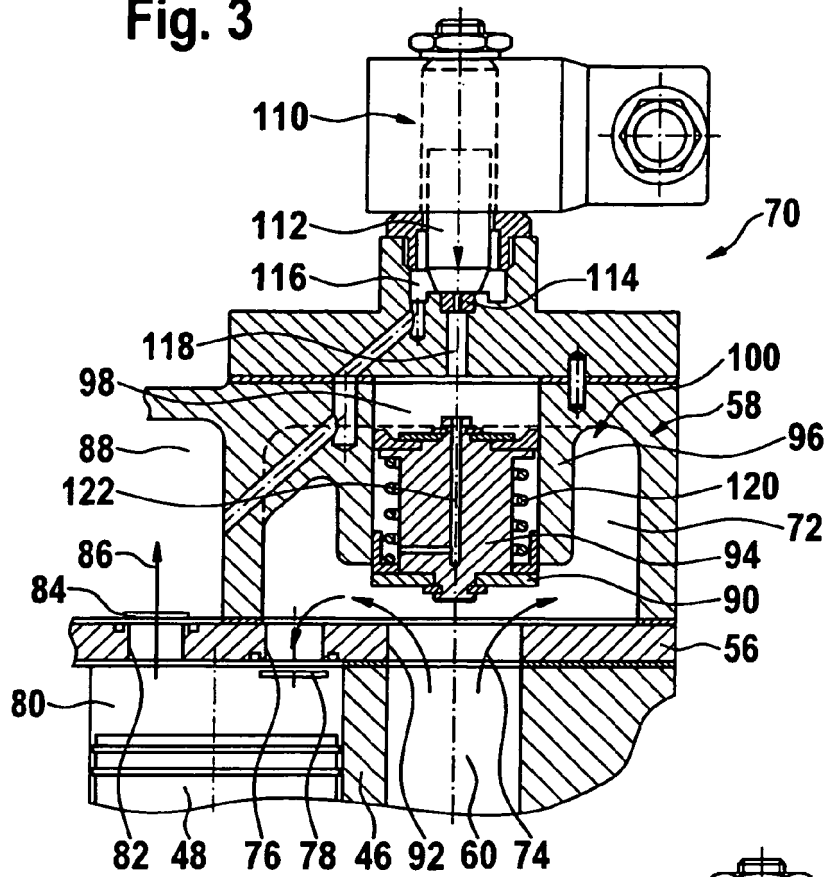


Fig. 4

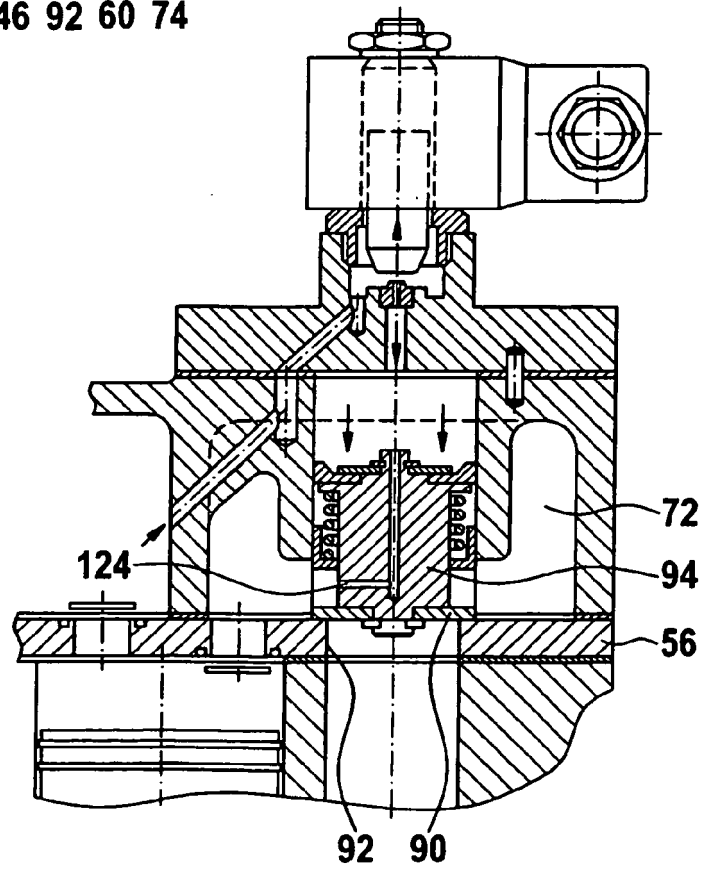


Fig. 5

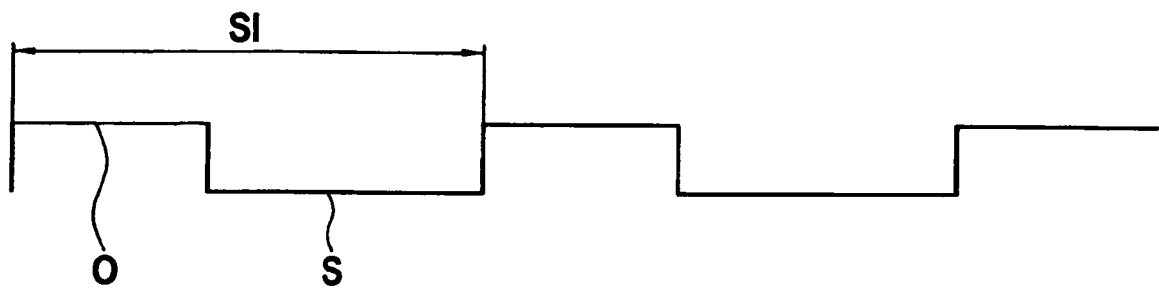


Fig. 6

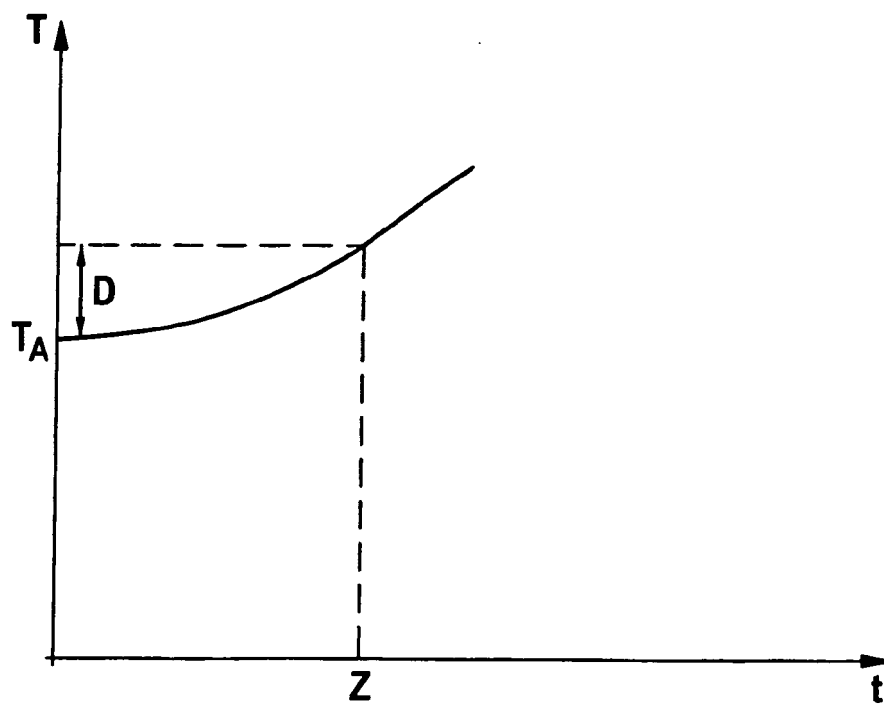


Fig. 7

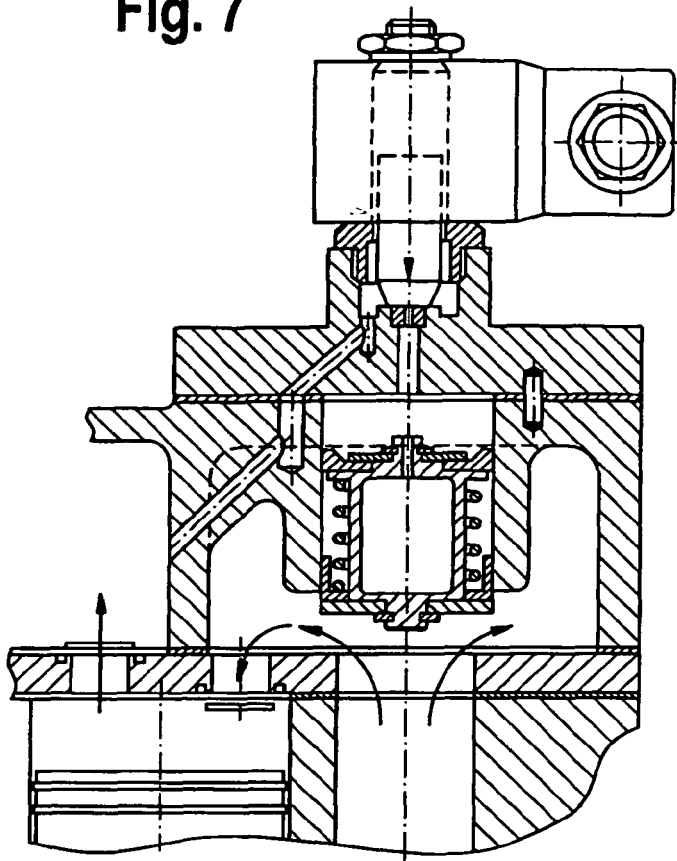
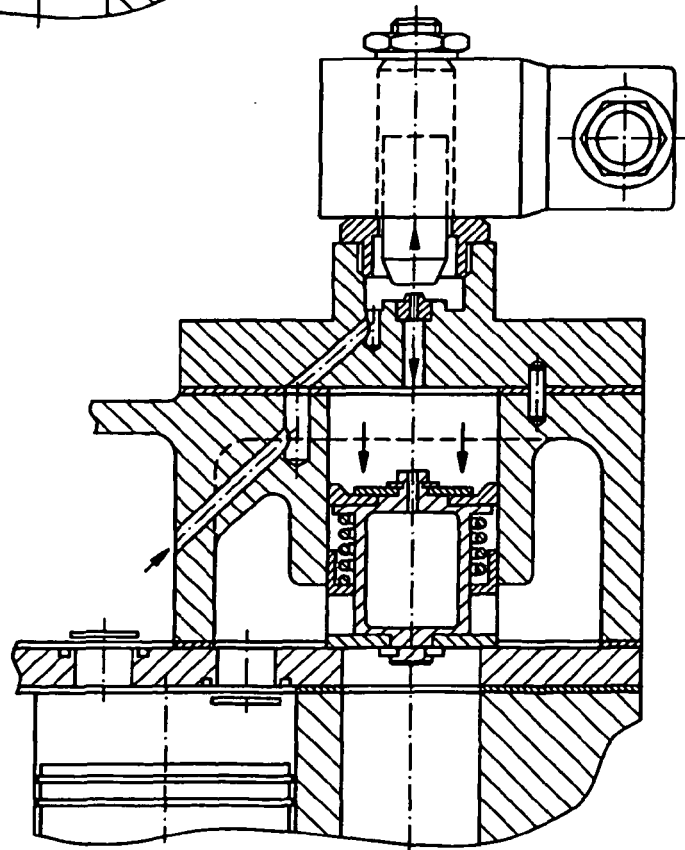


Fig. 8



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 20010011463 A1 [0002]