



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.10.2006 Patentblatt 2006/41

(51) Int Cl.:
F04B 49/03^(2006.01) F04B 27/053^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: 06005929.2

(22) Anmeldetag: 23.03.2006

(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: **Bitzer Kühlmaschinenbau GmbH**
71065 Sindelfingen (DE)

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

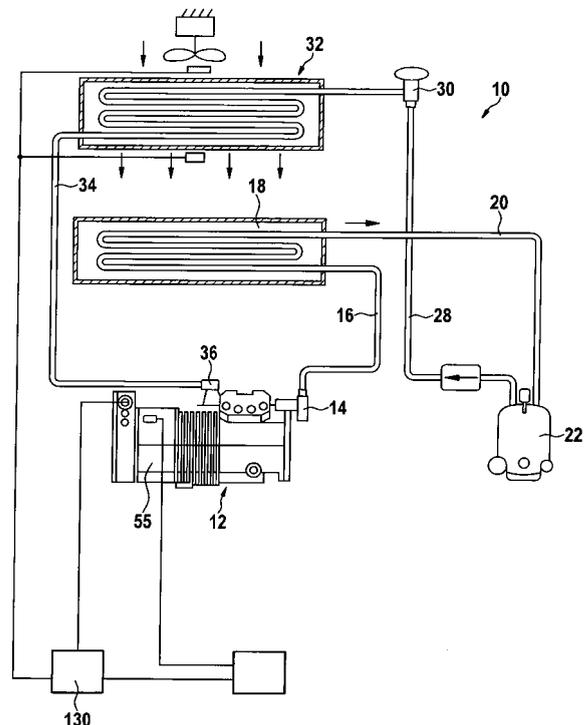
(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**
Patentanwälte
Uhlandstrasse 14 c
70182 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: 05.04.2005 DE 102005016433

(54) **Kältemittelverdichter**

(57) Um einen Kältemittelverdichter für Kälteanlagen umfassend mindestens eine Zylindereinheit, die ein Zylindergehäuse und ein 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 und ein Schaltventil zum Unterbrechen des Einlassstroms, derart zu verbessern, dass dieser in beliebigen Teillastbereichen betreibbar ist, wird vorgeschlagen, dass eine Steuerung zum Ansteuern des Schaltventils vorgesehen ist, welche zum Betrieb des Kältemittelverdichters in einem unteren Teillastbereich das Schaltventil in aufeinanderfolgenden, jeweils ein Öffnungsintervall und ein Schließintervall des Schaltventils umfassenden Schaltintervallen betreibt, die kürzer sind als eine kürzeste Zeitdauer, nach welcher eine Temperatur eines Verdampfers in der arbeitenden Kälteanlage bei Unterbrechung des Einlassstroms um ungefähr 10% angestiegen ist.

Fig. 1



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 dem Stand der Technik 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 Masendurchsatzes 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 dadurch gelöst, dass eine Steuerung zum Ansteuern des Schaltventils vorgesehen ist, welche zum Betrieb des Kältemittelverdichters in einem unteren Teillastbereich das Schaltventil in aufeinanderfolgenden, jeweils ein Öffnungsintervall und ein Schließintervall des Schaltventils umfassenden Schaltintervallen betreibt, die kürzer sind als eine kürzeste Zeitdauer, nach welcher eine Temperatur eines Verdampfers in der arbeitenden Kälteanlage bei einer Unterbrechung des Einlassstroms um ungefähr 10% angestiegen ist.

[0006] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist darin zu sehen, dass diese die Möglichkeit eröffnet, einen Kältemittelverdichter, insbesondere einen Hubkolbenverdichter in einem unteren Teillastbereich bei beliebiger Teillast zu betreiben, da durch das Verhältnis der Öffnungsintervalle und der Schließintervalle innerhalb jedes Schaltintervalls der zu verdichtende Massenstrom stufenlos und beliebig einstellbar ist.

[0007] Dabei werden für die Schaltintervalle Zeitdauern gewählt, die ausreichend kurz sind, so dass aufgrund der Trägheit der Reaktion der erfindungsgemäßen Kälteanlage auf die Schaltintervalle nur unwesentliche Temperaturschwankungen im Verdampfer der Kälteanlagen entstehen, die eine präzise Regelung der Temperatur nicht beeinträchtigen.

[0008] Alternativ zur vorstehend beschriebenen Lösung ist bei einem weiteren Ausführungsbeispiel eines Kältemittelverdichters der eingangs beschriebenen Art eine Steuerung zum Ansteuern des Schaltventils vorgesehen, welche zum Betrieb des Kältemittelverdichters in

einem unteren Teillastbereich das Schaltventil in aufeinanderfolgenden, jeweils ein Öffnungsintervall und ein Schließintervall des Schaltventils umfassenden Schaltintervallen betreibt, die kürzer sind als ungefähr 10 Sekunden.

[0009] 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.

[0010] Noch vorteilhafter ist es dabei, wenn die Schaltintervalle kürzer als ungefähr 2 Sekunden sind.

[0011] Um die Schaltventile wirksam betreiben zu können, ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Schaltintervalle länger als ungefähr 0,02 Sekunden sind.

[0012] Noch vorteilhafter ist es, wenn die Schaltintervalle länger als 0,05 Sekunden sind und besonders günstig ist es, wenn die Schaltintervalle länger als 0,1 Sekunden sind.

[0013] Besonders vorteilhaft ist es für ein Schalten des Schaltventils, wenn die Schaltintervalle einer Schaltfrequenz entsprechen, die kleiner als eine Eigenfrequenz des Schaltventils ist.

[0014] Noch besser ist es, wenn die Schaltintervalle einer Schaltfrequenz entsprechen, die um mehr als einen Faktor 5 kleiner als eine Eigenfrequenz des Schaltventils ist.

[0015] Grundsätzlich wäre es denkbar, mit der erfindungsgemäßen Steuerung im unteren Teillastbereich beispielsweise einen Teil der Zylindereinheiten abzuschalten und nur einen Teil der Zylindereinheiten in den Schaltintervallen zu betreiben.

[0016] Eine besonders zweckmäßige Lösung sieht jedoch vor, dass die Steuerung in dem unteren Teillastbereich alle Zylindereinheiten des Kältemittelverdichters in den Schaltintervallen betreibt.

[0017] Ferner ist es denkbar, auch im oberen Teillastbereich nur einen Teil der Zylindereinheiten abzuschalten und einen anderen Teil Zylindereinheiten in den Schaltintervallen zu betreiben.

[0018] Besonders günstig ist es jedoch, wenn die Steuerung im gesamten Teillastbereich alle Zylindereinheiten in den Schaltintervallen betreibt.

[0019] 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.

[0020] Eine andere vorteilhafte Lösung sieht vor, dass die Steuerung die Schaltintervalle entsprechend einer Antriebsdrehzahl des Kältemittelverdichters variiert.

[0021] Hinsichtlich der Ausbildung des Schaltventils wurden bislang keine näheren Angaben gemacht.

[0022] So wäre es denkbar, das Schaltventil so auszubilden, dass dieses unmittelbar, beispielsweise magnetgesteuert, auf den Einlassstrom einwirkt.

[0023] Aus Gründen der erforderlichen hohen Ventilkraft hat es sich jedoch als vorteilhaft erwiesen, wenn das Schaltventil ein Servoventil ist.

[0024] Insbesondere ist es dabei günstig, wenn das Servoventil einen durch einen mit dem Druck in der Auslasskammer zusammenhängenden Druck betätigbaren Ventilkörper umfasst.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] Ferner ist es aus konstruktiven Gründen günstig, wenn der Ventilkörper und der Schaltkolben eine Einheit bilden, die in dem Schaltzylindergehäuse geführt ist.

[0030] Des weiteren ist es bei einem derartigen Servoventil günstig, wenn dieses ein von der Steuerung ansteuerbares Steuerventil umfasst.

[0031] Ein derartiges Steuerventil ist beispielsweise als schnellreagierendes, elektrisch anzusteuerns Magnetventil oder ähnlich aufgebautes Ventil ausgebildet.

[0032] 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 beaufschlagen.

[0033] 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.

[0034] Eine derartige hohe Eigenfrequenz des Schaltventils lässt sich insbesondere dann erreichen, wenn der Schaltkolben aus einem Leichtbaumaterial hergestellt ist.

[0035] Ein derartiges Leichtbaumaterial kann beispielsweise ein Leichtmetall oder auch ein Kunststoff, beispielsweise auch ein faserverstärkter Kunststoff, sein.

[0036] 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.

[0037] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung einiger Ausführungsbeispiele.

[0038] In der Zeichnung zeigen:

15 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Kälteanlage;

Fig. 2 einen Querschnitt längs Linie 2-2 durch ein Kältemittelverdichter der erfindungsgemäßen Kälteanlage;

20 Fig. 3 einen Schnitt durch ein Schaltventil integriert in einen Zylinderkopf in der geöffneten Stellung eines Ventilkörpers des Schaltventils;

25 Fig. 4 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 in einer geschlossenen Stellung des Ventilkörpers des Schaltventils;

30 Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Schaltintervalls umfassend ein Öffnungsintervall und ein Schließintervall;

35 Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Verhaltens der Temperatur des Verdampfers in der Kälteanlage bei Unterbrechung der Verdichtung von Kältemittel;

40 Fig. 7 einen Schnitt ähnlich Fig. 3 durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kältemittelverdichters und

45 Fig. 8 einen Schnitt ähnlich Fig. 4 durch das zweite Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kältemittelverdichters.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] Nach Durchströmen des Verdampfers 32 strömt das verdampfte Kältemittel über eine Leitung 34 zu einem Niederdruckanschluss 36 des Kältemittelverdichters 12.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] Das Zylindergehäuse 46 jeder der Zylindereinheiten 44 wird durch eine Ventilplatte 56 abgeschlossen, auf welcher ein Zylinderkopf 58 angeordnet ist.

[0045] 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.

[0046] Das Verdichtergehäuse 40 umfasst ferner noch einen mit dem Niederdruckanschluss 36 in Verbindung stehenden Einlasskanal 60, welcher beispielsweise in dem Verdichtergehäuse 40 integriert ist.

[0047] 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.

[0048] 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 vorgesehene 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 Zylinderkammer 80 austritt und in eine Auslasskammer 88 des Zylinderkopfes 58 eintritt.

[0049] 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.

[0050] 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.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] Das Schaltventil 70 ist durch eine in Fig. 1 dargestellte 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.

[0056] 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.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] 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.

[0060] 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.

[0061] 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.

[0062] 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.

[0063] Üblicherweise liegen die Zeitdauern der Schaltintervalle SI bei Zeitdauern, die kürzer sind als ungefähr 10 Sekunden, noch besser kürzer als ungefähr 2 Sekunden.

[0064] Andererseits sind, um ausreichende Öffnungsintervalle O zu gewährleisten, die Schaltintervalle länger als ungefähr 0,02 Sekunden, noch besser länger als 0,05 Sekunden und vorzugsweise länger als 0,1 Sekunden.

[0065] Ein bevorzugter Betriebsbereich sieht Schaltintervalle SI vor, deren Dauer zwischen 0,1 und 10 Sekunden liegt.

[0066] 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.

[0067] 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.

[0068] 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.

[0069] 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.

[0070] 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.

[0071] Es ist aber auch denkbar, ein derartiges Schaltventil 70 so anzuordnen, dass es den Einlassstrom 74 zu allen Zylindereinheiten 44 des gesamten Kältemittelverdichters steuert.

[0072] Bei einer vorteilhaften Lösung steuert die Steuerung 130 zumindest in einem unteren Teillastbereich, das heißt in einem Bereich zwischen ungefähr 1% und ungefähr 30% des maximalen Massenstroms, alle Zylindereinheiten 44 mit denselben Schaltintervallen.

[0073] Aber auch in höheren Teillastbereichen, beispielsweise in einem oberen Teillastbereich zwischen ungefähr 30% und 100% des maximalen Massenstroms, ist es günstig, alle Zylindereinheiten 44 mit denselben Schaltintervallen zu betreiben um Auswuchtprobleme des Hubkolbenverdichters zu vermeiden, die bei einer Komplettabschaltung von Zylindereinheiten 44 entstehen.

[0074] Die Steuerung 130 ist nun in der Lage, bei einem Betrieb des Kältemittelverdichters 12 im Vollastbereich 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.

[0075] In diesem Fall wird der maximale Massenstrom von Kältemittel auf Hochdruck H verdichtet.

[0076] 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.

[0077] 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 werden.

[0078] Dabei kann in allen Teillastbereichen das Schaltintervall SI gleich groß sein.

[0079] 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.

[0080] 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.

[0081] 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.

[0082] 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 ein 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) und ein Schaltventil (70) zum Unterbrechen des Einlassstroms (74), **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerung (130) zum Ansteuern des Schaltventils (70) vorgesehen ist, 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 eine kürzeste Zeitdauer (Z), nach welcher eine Temperatur (T) eines Verdampfers (32) in der arbeitenden Kälteanlage (10) bei Unterbrechung des Einlassstroms (74) um ungefähr 10% angestiegen ist.

2. Kältemittelverdichter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerung (130) zum Ansteuern des Schaltventils (70) vorgesehen ist, welche zum Betrieb des Kältemittelverdichters (12) in einem unteren Teillastbereich das Schaltventil (70) in aufeinanderfolgenden Schaltintervallen (SI) betreibt, die kürzer sind als ungefähr 10 Sekunden.
3. Kältemittelverdichter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltintervalle kürzer sind als ungefähr 2 Sekunden.
4. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltintervalle (SI) länger als ungefähr 0,02 Sekunden sind.
5. Kältemittelverdichter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltintervalle (SI) länger als ungefähr 0,05 Sekunden sind.
6. Kältemittelverdichter nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltintervalle (SI) länger als ungefähr 0,1 Sekunden sind.
7. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltintervalle (SI) einer Schaltfrequenz entsprechen, die kleiner als eine Eigenfrequenz des Schaltventils (70) ist.
8. Kältemittelverdichter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltintervalle (SI) einer Schaltfrequenz entsprechen, die um mehr als einen Faktor 5 kleiner als eine Eigenfrequenz des Schaltventils (70) ist.
9. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (130) in dem unteren Teillastbereich alle Zylindereinheiten (44) in den Schaltintervallen (SI) betreibt.
10. Kältemittelverdichter nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (130) in dem gesamten Teillastbereich alle Zylindereinheiten (44) in den Schaltintervallen (SI) betreibt.
11. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (130) mit zeitlich konstanten Schaltintervallen (SI) arbeitet.
12. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (130) die Schaltintervalle (SI) entsprechend einer Antriebsdrehzahl des Kältemittelver-

- dichters (12) variiert.
13. Kältemittelverdichter nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltventil (70) ein Servoventil ist. 5
14. Kältemittelverdichter nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Servoventil (70) einen durch einen mit dem Druck in der Auslasskammer (88) zusammenhängenden Druck betätigbaren Ventilkörper (90) umfasst. 10
15. Kältemittelverdichter nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (90) durch einen entgegengesetzt zur Wirkung des Drucks auf den Ventilkörper (90) einwirkenden elastischen Kraftspeicher (120) beaufschlagt ist. 15
16. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **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. 20
25
17. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaltkolben (94) und das Schaltzylindergehäuse (96) eine Schaltzylinderkammer (98) umschließen und dass der Druck in der Schaltzylinderkammer steuerbar ist. 30
18. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilkörper (90) und der Schaltkolben eine Einheit bilden, die in dem Schaltzylindergehäuse (96) geführt ist. 35
19. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Servoventil (70) ein von der Steuerung (130) ansteuerbares Steuerventil (110) umfasst. 40
20. Kältemittelverdichter nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (110) einen Verbindungskanal (116, 118) zwischen der Schaltzylinderkammer (98) und der Auslasskammer (88) öffnet oder schließt. 45
21. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eigenfrequenz der Einheit aus Schaltkolben (94), Ventilkörper (90) und elastischem Kraftspeicher (120) mindestens der Eigenfrequenz des Schaltventils (70) entspricht. 50
55
22. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 14 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaltkolben aus einem Leichtbaumaterial hergestellt ist.
23. Kältemittelverdichter nach einem der Ansprüche 14 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaltkolben (94') als Hohlkörper ausgebildet ist.

Fig. 1

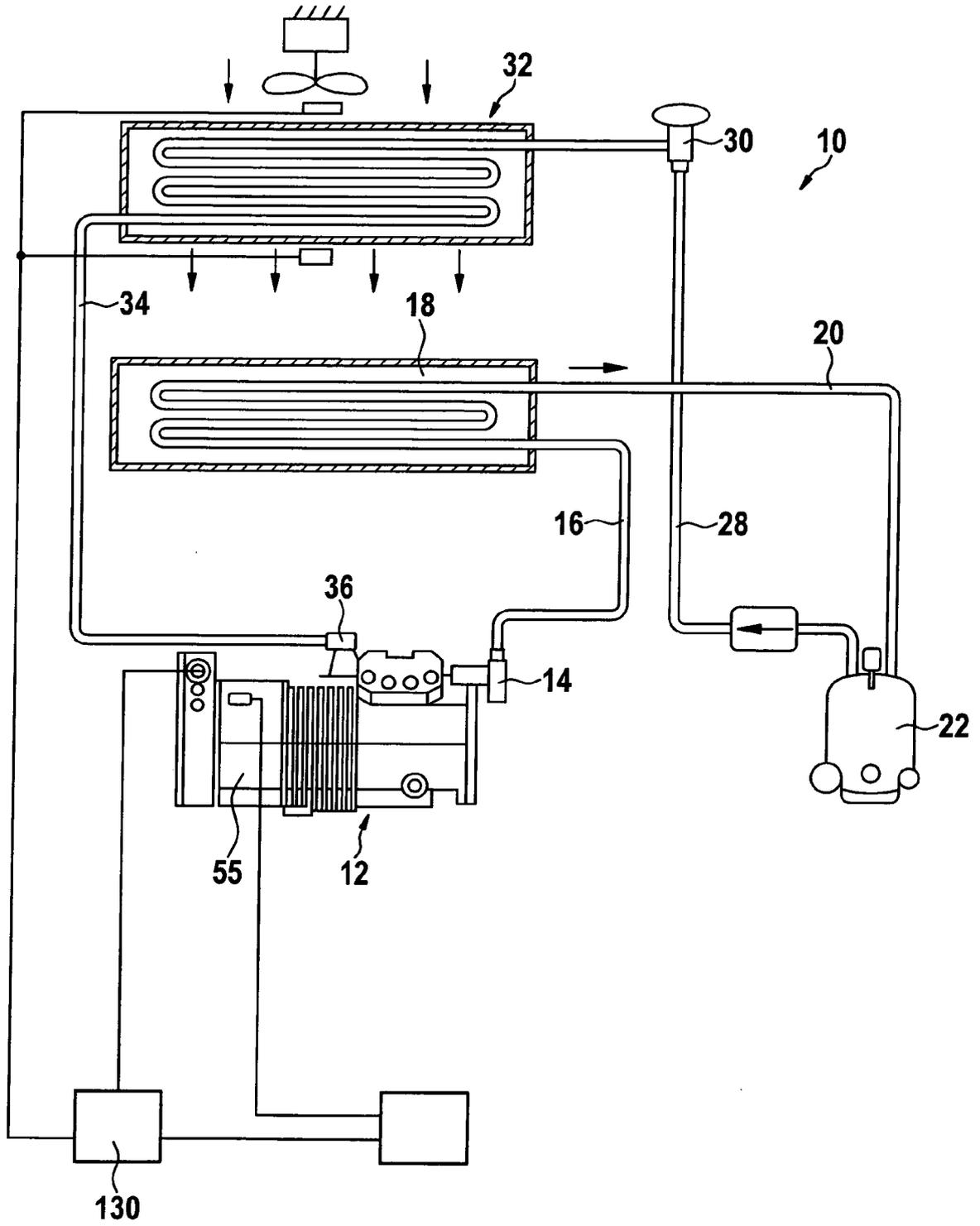


Fig. 2

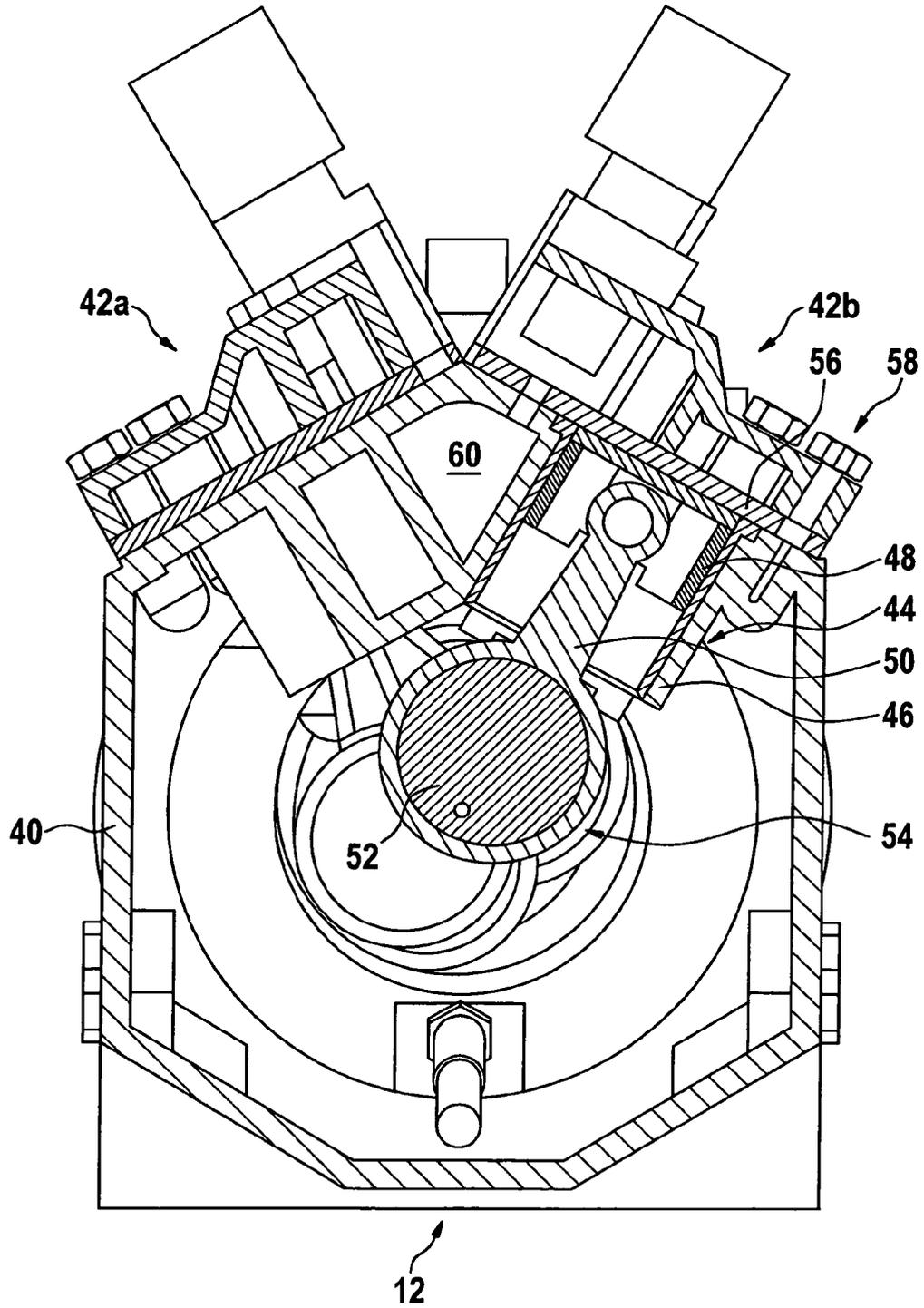


Fig. 5

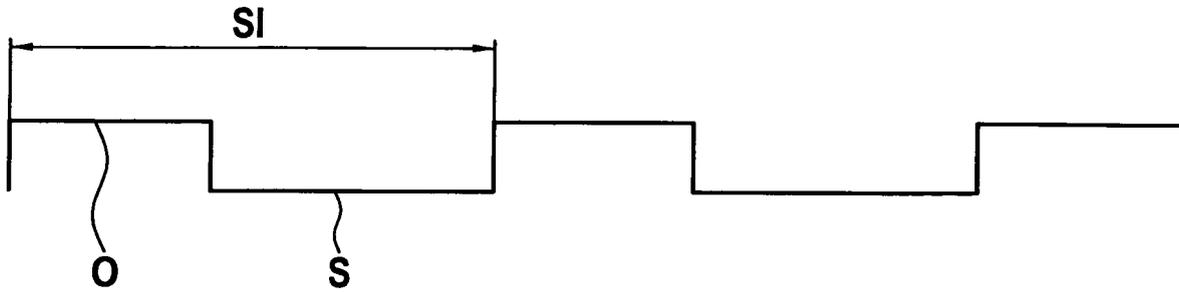


Fig. 6

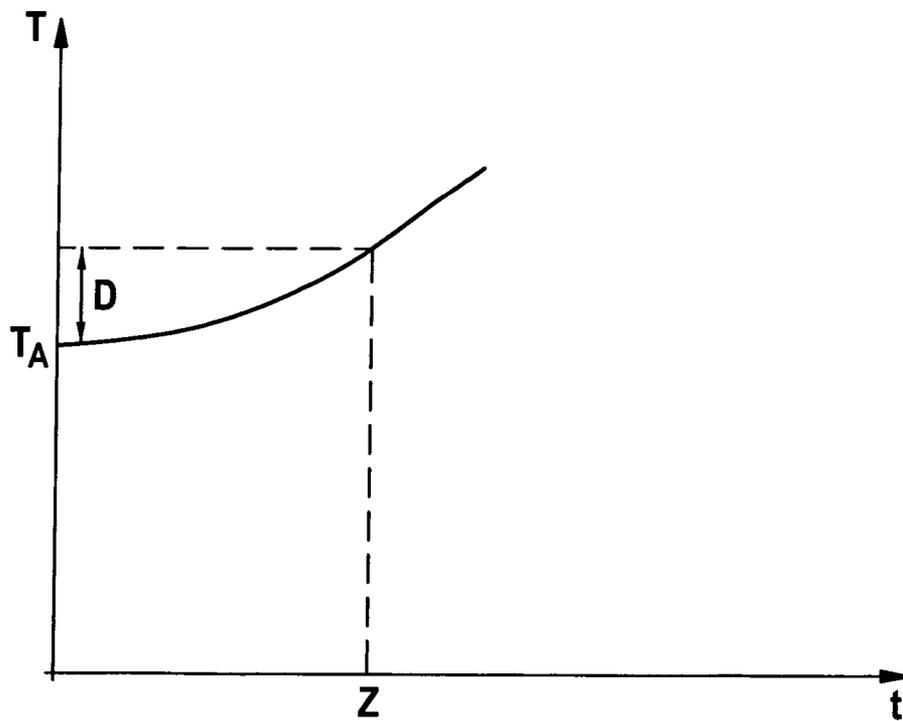


Fig. 7

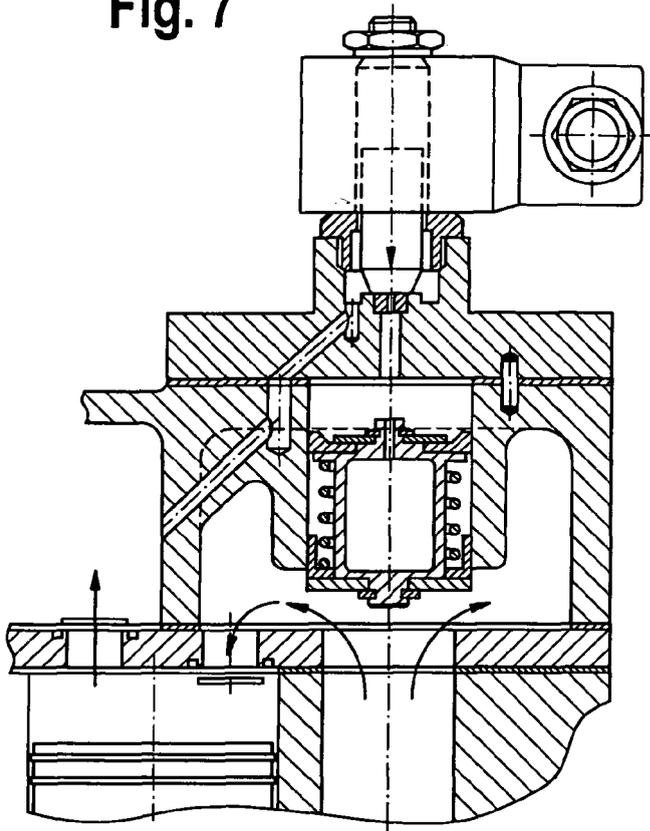
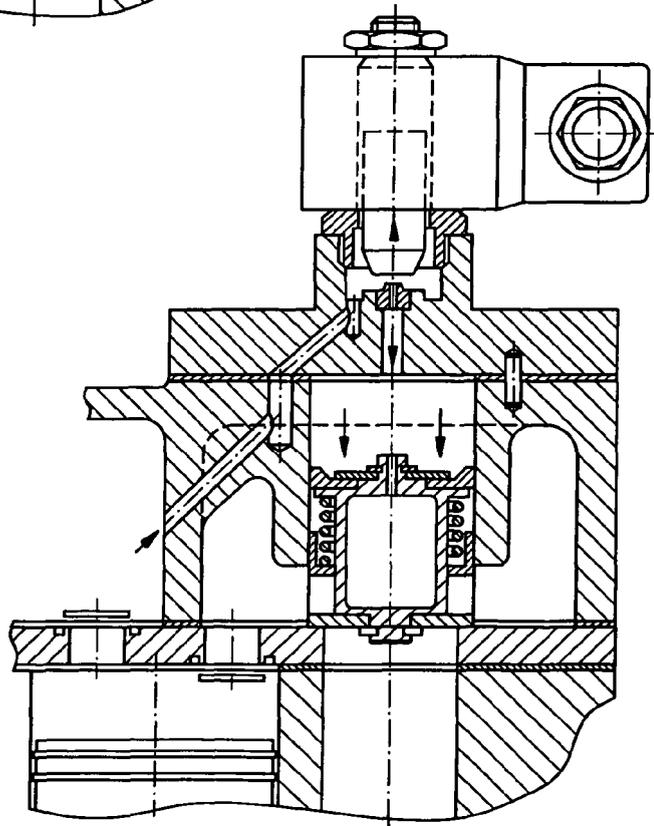


Fig. 8





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2001/011463 A1 (POLLRICH VOLKER ET AL) 9. August 2001 (2001-08-09) * Absätze [0110] - [0120]; Abbildungen 1,15 *	1-23	INV. F04B49/03 ADD. F04B27/053
A	US 5 540 061 A (GOMMORI ET AL) 30. Juli 1996 (1996-07-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1-23	
A	DE 42 12 162 A1 (ILKA MASCHINENFABRIK HALLE GMBH, 0-4002 HALLE, DE) 14. Oktober 1993 (1993-10-14) * Spalte 2, Zeile 9 - Spalte 2, Zeile 45 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Mai 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 : mündliche 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	

1
EPC FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 06 00 5929

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.

23-05-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001011463 A1	09-08-2001	AT 307290 T	15-11-2005
		DE 19918161 A1	02-11-2000
		DE 50011365 D1	24-11-2005
		DK 1105647 T3	13-02-2006
		WO 0065232 A2	02-11-2000
		EP 1105647 A2	13-06-2001
		ES 2250129 T3	16-04-2006

US 5540061 A	30-07-1996	JP 2875087 B2	24-03-1999
		JP 5187760 A	27-07-1993
		KR 9701837 B1	17-02-1997

DE 4212162 A1	14-10-1993	KEINE	

EPO FORM P0461

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