



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 690 189 A5

51 Int. Cl. 7: F 04 B 001/29
F 04 B 027/18
F 25 B 001/00
B 60 H 001/32

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 00692/95

22 Anmeldungsdatum: 10.03.1995

24 Patent erteilt: 31.05.2000

45 Patentschrift veröffentlicht: 31.05.2000

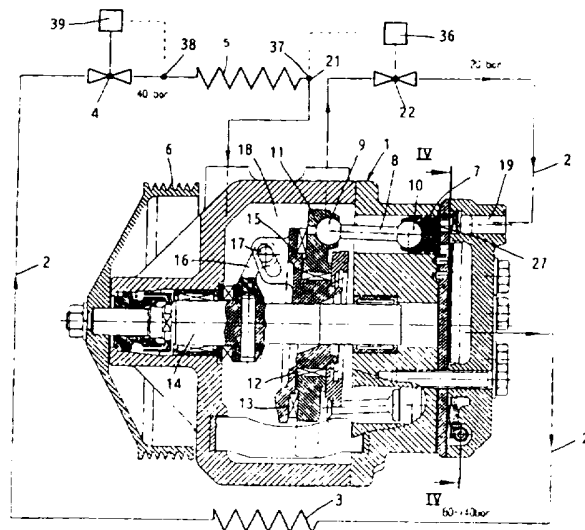
73 Inhaber:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, Epplestrasse 225,
70546 Stuttgart (DE)
AUDI Aktiengesellschaft, Auto-Union-Strasse 1,
85057 Ingolstadt (DE)
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
Petuelring 130, 80809 München (DE)

72 Erfinder:
Frank Obrist, Christophstrasse 24,
6850 Dornbirn (AT)

74 Vertreter:
Dipl.-Ing. Horst Quehl, Patentanwalt, Ringstrasse 7,
Postfach, 8274 Tägerwilen (CH)

54 Verfahren zur Regelung der Leistung einer Anlage für die Kühlung des Fahrgastraumes eines Kraftfahrzeuges.

57 Bei einem Verfahren zur Regelung der Leistung einer Anlage für die Kühlung eines Raumes eines Kraftfahrzeuges wird ein Kältemittel, wie z.B. CO₂, durch einen Taumelscheibenverdichter (1) bis auf einen überkritischen Zustand verdichtet und in einem zwei Wärmeaustauscher (3, 5) einschliessenden Kreislauf (2) zirkuliert. Ein Expansionsventil (4) unterteilt den Kreislauf (2) in einen Hoch- und Niederdruckteil. Für die Leistungsregelung des Taumelscheibenverdichters (1) wird eine Druckdifferenz auf der Niederdruckseite des Kreislaufs (2) ausgenutzt, indem auf dieser Seite ein zusätzliches Regelventil 22 vorgesehen ist, das den Druck hinter dem Expansionsventil (4) und vor dem Taumelscheibenverdichter (1) weiter absenkt. Hierfür ist eine Verbindung (20) des Kreislaufs (2) mit dem Triebraum (18) des Taumelscheibenverdichters (1) hinter dem Expansionsventil (4) und hinter dem sich anschliessenden Wärmeaustauscher (5) vorgesehen, indem der Kreislauf, ausgehend von einer solchen Stelle (21) durch den Triebraum (18) des Taumelscheibenverdichters geführt ist. Auf diese Weise ergibt sich ein grösserer Regelbereich und ein die Dichtmittel weniger belastender Druck in diesem Triebraum (18).



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Leistung einer Anlage für die Kühlung des Fahrgastraumes eines Kraftfahrzeuges, bei dem ein auf überkritischen Druck komprimierbares Kältemittel in einem geschlossenen Kreislauf mittels eines Taumelscheibenverdichters zirkuliert wird, wobei in dem Kreislauf zumindest zwei Wärmeaustauscher angeordnet sind und einerseits zwischen diesen der Verdichter und auf der gegenüberliegenden Seite des Kreislaufs ein Expansionsventil angeordnet ist.

Ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise bekannt durch die EP-B 0 424 474. Bei diesem Verfahren erfolgt die Regelung der Kälteleistung indem das zirkulierende Kältemittel nach dem Expansionsventil und vor dem Verdichter durch ein Kältemittel im flüssigen Zustand enthaltendes Reservoir geführt wird, so dass sich die Menge des zirkulierenden Kältemittels durch Verdampfung aus dem Reservoir in Abhängigkeit vom Regeldruck des Expansionsventils ändert. Dieses Verfahren ermöglicht jedoch nur einen verhältnismässig kleinen Regelbereich. Weiterhin ist nachteilig, dass bei Erhitzung der abgeschalteten Anlage der Druck im Kreislauf sich durch die im Reservoir enthaltene Menge an Kühlmittel auf sehr hohe Werte erhöhen kann, z.B. wenn der Antriebsraum des Kraftfahrzeuges, an dem die Anlage angeordnet ist, nach Abschalten des Fahrzeugmotors und bei zusätzlich hoher Ausstemperatur auf z.B. 80°C oder mehr erhitzt wird. Bei Verwendung von CO₂ als Kühlmittel, kann dann der Druck je nach Flüssigkeitsanteil im Kühlmittel auf 250 bar und auch wesentlich mehr ansteigen. Folglich wird ein Ablassen bzw. ein Verlust von Kühlmittel durch ein Sicherheitsventil erforderlich.

Durch die US-A 5 205 718 ist es weiterhin bekannt, die Regelung der Kälteleistung durch Regelung der Hubweite der Kolben eines Taumelscheibenverdichters auszuführen. Dabei wird die Verstellung der Neigung der Taumelscheibe durch Zuleitung des geförderten Mediums zu dem Treibraum von der Hochdruckseite aus geregelt. Dies führt zu dem Nachteil, dass der Triebraum und die Abdichtung der Antriebswelle des Verdichters hohen Drücken ausgesetzt sind, so dass entsprechend aufwendige Dichtkonstruktionen vorgesehen werden müssen, um den Verlust an Kältemittel entlang der Wellendichtung des Verdichterantriebs klein zu halten und um Schäden zu vermeiden.

Den bekannten Verfahren ist gemeinsam, dass es durch eine auch nach unten begrenzte Regelung erforderlich ist, die Regelung in untersten Bereichen durch An- und Abschalten des Verdichterantriebs vorzunehmen, so dass der Verdichter hierfür mit einer Kupplung versehen werden muss, die erheblich zu seinem Gewicht beiträgt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der genannten Art zu finden, das eine Regelung der Kälteleistung in grösserem Bereich ermöglicht. Vorzugsweise soll dabei die Regelung ohne Abschaltung des Verdichterantriebs bis auf Null möglich sein. Weiterhin soll das Verfahren eine Anlage zu ihrer Ausführung ermöglichen, die ein geringes Gewicht aufweist.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren vorgeschlagen, das erfindungsgemäss dadurch gekennzeichnet ist, dass der Kreislauf in Strömungsrichtung hinter dem Expansionsventil und dem sich hinter diesem anschliessenden Wärmeaustauscher mit dem Triebraum des Taumelscheibenverdichters verbunden ist, so dass in diesem mindestens ange-nähert derselbe Druck wie an dieser Verbindungsstelle vorhanden ist, wobei die Leistungsregelung des Taumelscheibenverdichters durch ein Regelventil erfolgt, das in Strömungsrichtung hinter dieser Verbindungsstelle und vor seiner Saugseite angeordnet ist, so dass die Verstellung der Neigung der Taumelscheibe des Verdichters durch die geregelte Differenz zwischen dem Druck in der Triebkammer und demjenigen an der Verdichtersaugseite erfolgt.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche und der folgenden Beschreibung anhand der Zeichnungen zu entnehmen.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer Kühlanlage mit einer Querschnittsdarstellung eines Taumelscheibenverdichters,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer Kühlanlage, mit einem eine Magnetkupplung aufweisenden Taumelscheibenverdichter, dessen Taumelscheibe in eine andere Arbeitsposition eingeregelt ist als nach Fig. 1,

Fig. 3 ein Druck-Enthalpie-Diagramm mit eingezeichnetem Prozessverlauf bei einer bestimmten Regelstufen

Fig. 4 einen Querschnitt durch einen Taumelscheibenverdichter entlang der Linie IV-IV der Fig. 1 und

Fig. 5, 6 Teilquerschnitte durch den Taumelscheibenverdichter im Bereich eines Kolbens entlang der Linie V-V der Fig. 4 in zwei Stellpositionen der mechanischen Ventilsteuerung.

Eine Anlage zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens hat entsprechend den Darstellungen der Fig. 1 und 2 auf an sich bekannte Weise einen Verdichter 1, einen sich in Richtung der Zirkulation des Kältemittels entsprechend dem Pfeil 2 anschliessenden Wärmeaustauscher 3, in welchem dem zirkulierenden Kältemittel Wärme entzogen wird, ein sich in Kreislaufrichtung anschliessendes Expansionsventil 4 und einen weiteren Wärmeaustauscher 5, durch den die Kühlung erfolgt, indem das Kühlmittel in diesem von aussen Wärme aufnimmt.

In Anwendung für die Klimatisierung des Fahrgastraumes eines nichtdargestellten Kraftfahrzeuges wird der üblicherweise als Kondensator bezeichnete Wärmeaustauscher 3 durch Umgebungsluft gekühlt, indem diese den Wärmeaustauscher 3 als Fahrtwind anströmt oder durch ein zusätzliches Gebläse angeblasen wird. Der Wärme aufnehmende bzw. kühlende Wärmeaustauscher 5, der üblicherweise als Verdampfer bezeichnet wird, ist in dem Frischluftverteilsystem des Kraftfahrzeuges oder einem zugehörigen Nebenstromkanal dieses Systems an-

geordnet, sodass die Frischluft bei Bedarf gekühlt werden kann.

Der als Taumelscheibenverdichter ausgeführte Verdichter 1 ist mit dem Fahrzeugantrieb z.B. durch einen nichtdargestellten Keilriemen ständig verbunden, der auf der Riemenscheibe 6 läuft. Sein grundsätzlicher Aufbau und seine grundsätzliche Wirkungsweise sind an sich durch die Fachliteratur bekannt, wie z.B. durch die US-A 5 205 718.

Die Kolben 7 des Taumelscheibenverdichters 1, von denen beispielsweise sieben in Umfangsrichtung des Verdichters nebeneinander angeordnet sind, werden durch Stangen 8 betätigt, deren beiden Enden durch Kugelköpfe 9, 10 schwenkbar einerseits am Kolben 7 und andererseits an der Taumelscheibe 11 gelagert sind. Die Taumelscheibe 11 ist durch ein Radiallager 12 und ein Axiallager 13 auf einem sich mit der Antriebswelle 14 drehenden und schwenkbar gelagerten Scheibenträger 15 gehalten, so dass die Drehbewegung des schräggestellten Scheibenträgers 15 eine Taumelbewegung der Taumelscheibe 11 bewirkt und folglich die mit letzterer verbundenen Kolben 7 eine Hubbewegung ausführen. Die Verbindung zwischen der Antriebswelle 14 und dem Scheibenträger 15 erfolgt durch ein am Ende eines Mitnehmerarmes 16 vorgesehenes Mitnehmergelenk 17. Die Schwenkbewegung des Scheibenträgers 15 und der auf diesem gelagerten Taumelscheibe 11 um das Mitnehmergelenk 17 ergibt sich durch die Differenz der beidseitig der Kolben 7 wirkenden Drücke.

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen zwei Grenzpositionen der Neigung der Taumelscheibe 11. Entsprechend der Neigung der Taumelscheibe ändert sich der untere Totpunkt der Kolbenbewegung während der obere Totpunkt unverändert bleibt. Je höher der Druck an der Unterseite der Kolben 7 bzw. im Triebraum 18 relativ zum Druck auf der Oberseite der Kolben 7 bzw. auf der Saugseite 19 des Verdichters 1, umso kleiner wird die Hubweite der Kolben 7 und damit die Förderleistung des Verdichters 1.

Damit der für diese Verstellung der Taumelscheibe 11 und damit der Leistung des Verdichters 1 im Triebraum 18 erforderliche Druck keine nachteilig hohen Werte annehmen muss, hat gemäss der Erfindung der Triebraum 18 eine Verbindung mit einer Stelle 21 des Kreislaufs, in dem der Druck vorliegt, der durch das Expansionsventil 4 reduziert worden ist. Vorzugsweise wird dieser Druck hinter dem Expansionsventil 4 auf einen konstanten Wert geregelt, der bei der Verwendung von CO₂ als Kältemittel z.B. 40 bar oder einen anderen Wert aufweist, von dem aus der Kreisprozess unter Berücksichtigung der Leistung des Verdichters vorteilhaft vorwiegend im überkritischen Zustandsbereich des Kältemittels betrieben werden kann. Ausserdem erfolgt die Verbindung des Kältemittelkreislaufs 2 mit dem Triebraum 18 vorzugsweise an einer Stelle 21, an der das Kältemittel im Wärmeaustauscher 5 gekühlt worden ist.

Falls die Verbindung entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 so erfolgt, dass das Kühlmittel durch den Triebraum 18 zirkuliert, so wird dieser dabei gekühlt. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist eine Druckverbindung mit dem

Triebraum 18 lediglich über eine Abzweigung 20 vorgesehen.

Um eine Regelung der Leistung des Verdichters 1 durch den verringerten Druck nach dem Expansionsventil 4 zu ermöglichen, ist in Strömungsrichtung hinter diesem ein Regelventil 22 vorgesehen, durch das der Druck des Kältemittels vor Ansaugung durch den Verdichter 1 weiter reduziert werden kann. Fig. 1 zeigt die Position der Taumelscheibe 11, nachdem der Druck 6 von CO₂ z.B. von 40 auf 20 bar reduziert worden ist.

Zusätzlich zu der Leistungsreduzierung des Verdichters 1 durch Einstellung eines minimalen Hubs seiner Kolben 7 ergibt sich eine Leistungsreduzierung auch durch die geringere Dichte des durch den Verdichter 1 angesaugten Kältemittels, die sich in Folge der Druckreduzierung durch das Regelventil 22 ergibt.

Das Druck-Enthalpie-Diagramm der Fig. 3 veranschaulicht den Kreisprozess in Richtung des Pfeiles 23 bei Druckreduzierung entlang der Linie 24 im Vergleich zu dem durch die Strichlinie 25 angedeuteten Verlauf bei vollständig geöffnetem Regelventil 22.

Um das nachteilige Zu- und Abschalten des Verdichters zur Regelung oder Abschaltung der Kälteleistung zu vermeiden, ist in weiterer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, die Funktion der den Kolben-Zylinderräumen zugeordneten Ventile 27 des Verdichters 1 mechanisch abzuschalten. Durch dieses Ausserfunktionssetzen der Ventile 27 geht die Förderleistung des Verdichters bis auf Null zurück, so dass die zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 gezeigte Magnetkupplung 40 überflüssig wird.

Ein Ausführungsbeispiel für die mechanische Betätigung der als Blattventil ausgeführten Ventile 27 ist in den Fig. 4 bis 6 gezeigt. Für die gemeinsame Betätigung der Ventile 27 sind drei übereinander angeordnete, sich in Umfangsrichtung des Verdichters 1 erstreckende Ringe 28, 29, 30 vorgesehen, die zumindest im Bereich der Ventile 27 wellenförmig ausgebogen sind. Der innere Ring ist ein Federring 28, der mittlere ein Stellring 29 und der äussere ein Steuerring 30, der aufgrund seiner Form die axiale, über einen kleinen Stössel 31 auf das jeweilige Ventil 27 wirkende Bewegung des Stellringes 29 steuert. Die Steuerbewegung des Steuerringes 30 ergibt sich durch seine Verschiebung in Umfangsrichtung mittels eines Stellantriebs 32, der beispielsweise pneumatisch wirkt.

Das Ausführungsbeispiel des Stellantriebs nach Fig. 4 hat eine Membrandose 33, deren Stellmembran eine Hin- und Herbewegung einer Stellstange 34 bewirkt, die in den äusseren Steuerring 30 eingreift.

Fig. 5 zeigt die Ausgangsposition der Ringe 28–30, bei der das Blattventil 27 seine bei normalem Betrieb des Verdichters 1 bestimmungsgemässe Funktion ausführt. Fig. 6 zeigt die Endposition, in der das Blattventil 27 durch den Stössel 31 nach innen gedrückt gehalten wird und folglich durch die Verdichtungsbewegung des Kolbens 7 nicht in Schliessposition bewegt werden kann. Wellenberge des Steuerringes 30 liegen dabei an Wellenbergen des Stellringes 29 an, und Wellenberge des Stellrin-

ges 29 drücken die Wellenberge des Federringes 28 flach gegen die Stirnfläche 35 des Verdichters 1.

Die Regelung des Regelventils 22 und damit der Leistung der Kälteanlage kann mittels eines Stellantriebs 36 erfolgen, der einen Stellbefehl beispielsweise durch einen Temperaturfühler 37 erhält, der im Kreislauf des Kühlmittels hinter dem Wärmeaustauscher 5 angeordnet ist. Für die Anordnung eines der Regelung bestimmenden Temperaturfühlers bestehen jedoch zahlreiche Möglichkeiten, z.B. auch im zu kühlenden Fahrgastraum eines Kraftfahrzeuges.

Für die Regelung des konstanten Druckes vor dem Regelventil 22 ist im Kühlmittelkreislauf zwischen beiden Ventilen 4 und 22 ein Druckmessfühler 38 vorgesehen, dessen Signal zu einem am Expansionsventil 4 vorgesehenen Stellantrieb 39 geführt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Leistung einer Anlage für die Kühlung des Fahrgastraumes eines Kraftfahrzeuges, bei dem ein auf überkritischen Druck komprimierbares Kältemittel in einem geschlossenen Kreislauf (2) mittels eines Taumelscheibenverdichters (1) zirkuliert wird, wobei in dem Kreislauf (2) zumindest zwei Wärmeaustauscher (3, 5) angeordnet sind und einerseits zwischen diesen der Verdichter (1) und auf der gegenüberliegenden Seite des Kreislaufs (2) ein Expansionsventil (4) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Kreislauf (2) in Strömungsrichtung hinter dem Expansionsventil (4) und dem sich hinter diesem anschliessenden Wärmeaustauscher (5) mit dem Triebraum (18) des Taumelscheibenverdichters (1) verbunden ist, so dass in diesem mindestens annähernd derselbe Druck wie an dieser Verbindungsstelle (21) vorhanden ist, wobei die Leistungsregelung des Taumelscheibenverdichters (1) durch ein Regelventil (22) erfolgt, das in Strömungsrichtung hinter dieser Verbindungsstelle (21) und vor seiner Saugseite (19) angeordnet ist, so dass die Verstellung der Neigung der Taumelscheibe (11) des Verdichters (1) durch die geregelte Differenz zwischen dem Druck in der Triebkammer (18) und demjenigen an der Verdichtersaugseite (19) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kreislauf (2) des Kältemittels in Strömungsrichtung hinter dem Expansionsventil (4) und dem sich hinter diesem anschliessenden Wärmeaustauscher (5) durch den Triebraum (18) des Taumelscheibenverdichters (1) geführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Expansionsventil (4) der Druck an der Verbindungsstelle und folglich im Triebraum des Taumelscheibenverdichters (1) auf einen konstanten Wert geregelt wird.

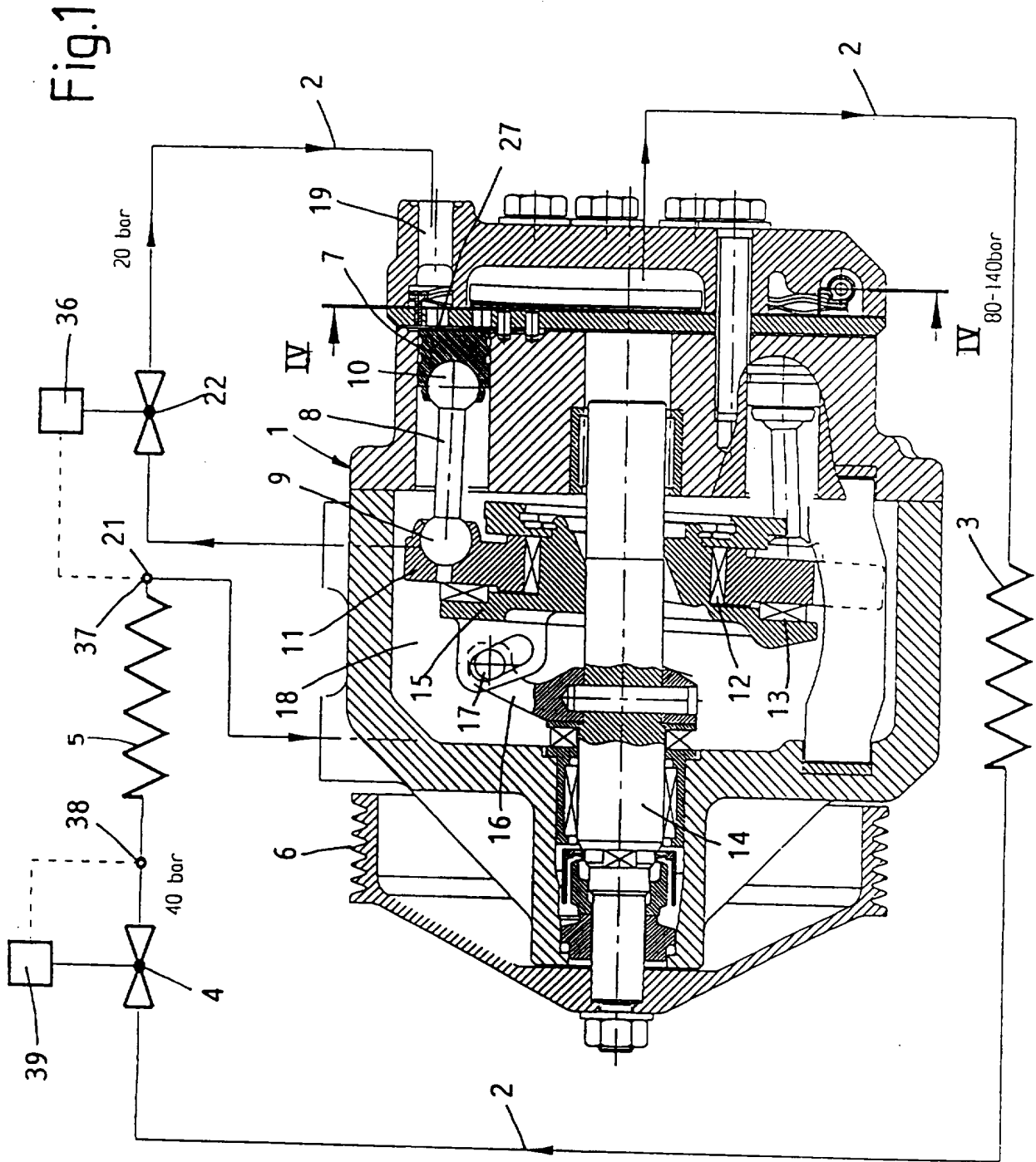
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Kältemittel CO₂ verwendet wird und durch das Expansionsventil (4) der Druck in Strömungsrichtung hinter diesem und folglich im Triebraum (18) des Taumelscheibenverdichters (1) auf 40 bar konstant gehalten wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass die Leistungsregelung des Verdichters (1) bis auf Null erfolgt, indem mindestens ein Schliesselement (27) des Verdichters durch mechanischen Eingriff einer Regelmechanik (32, 28–30) wahlweise ausser Funktion gesetzt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (1) während des Betriebs des Kraftfahrzeuges dauernd angetrieben wird, indem er in unlösbarer Antriebsverbindung mit dem Antrieb des Kraftfahrzeuges steht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Kältemittel CO₂ verwendet wird.



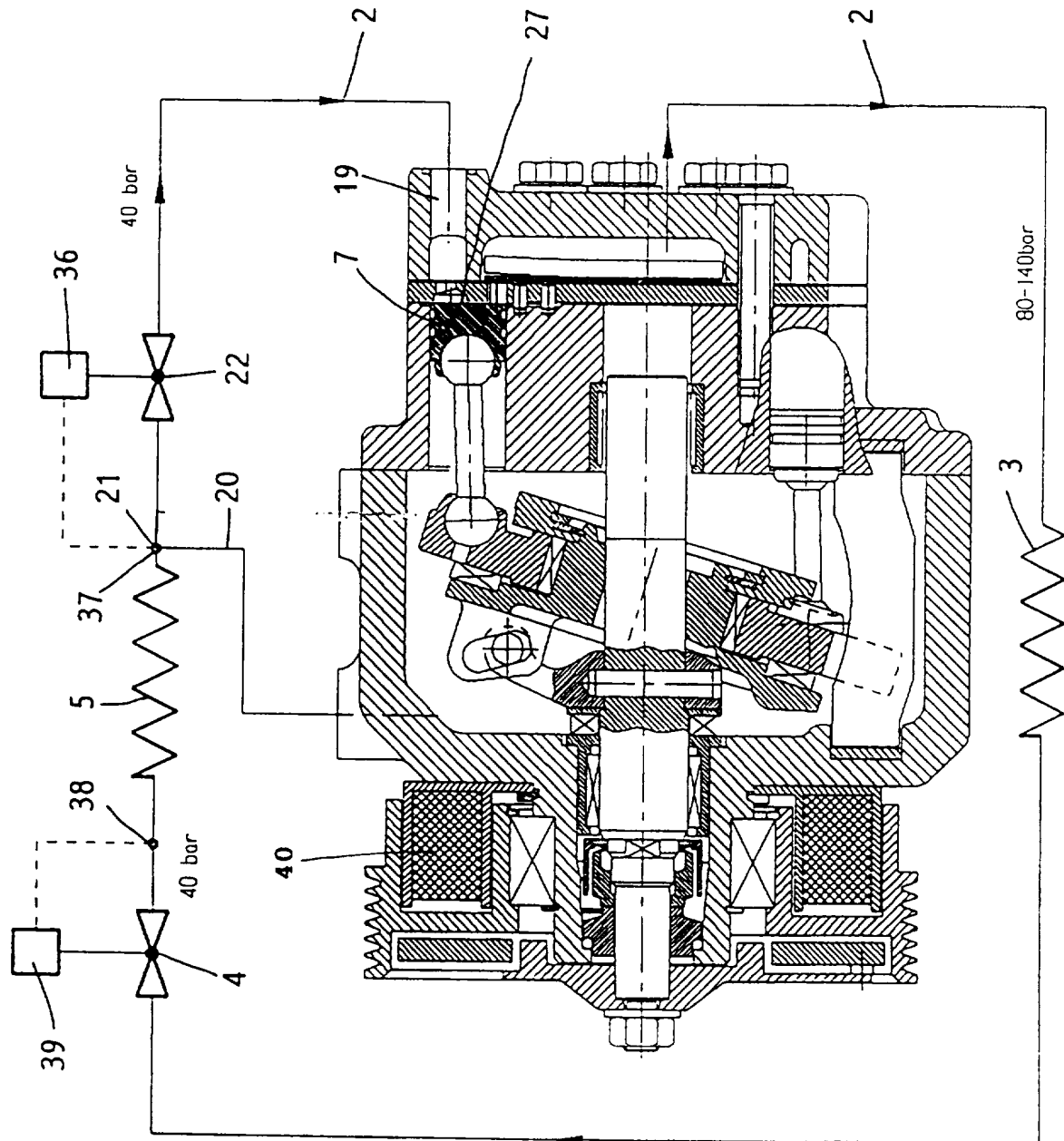
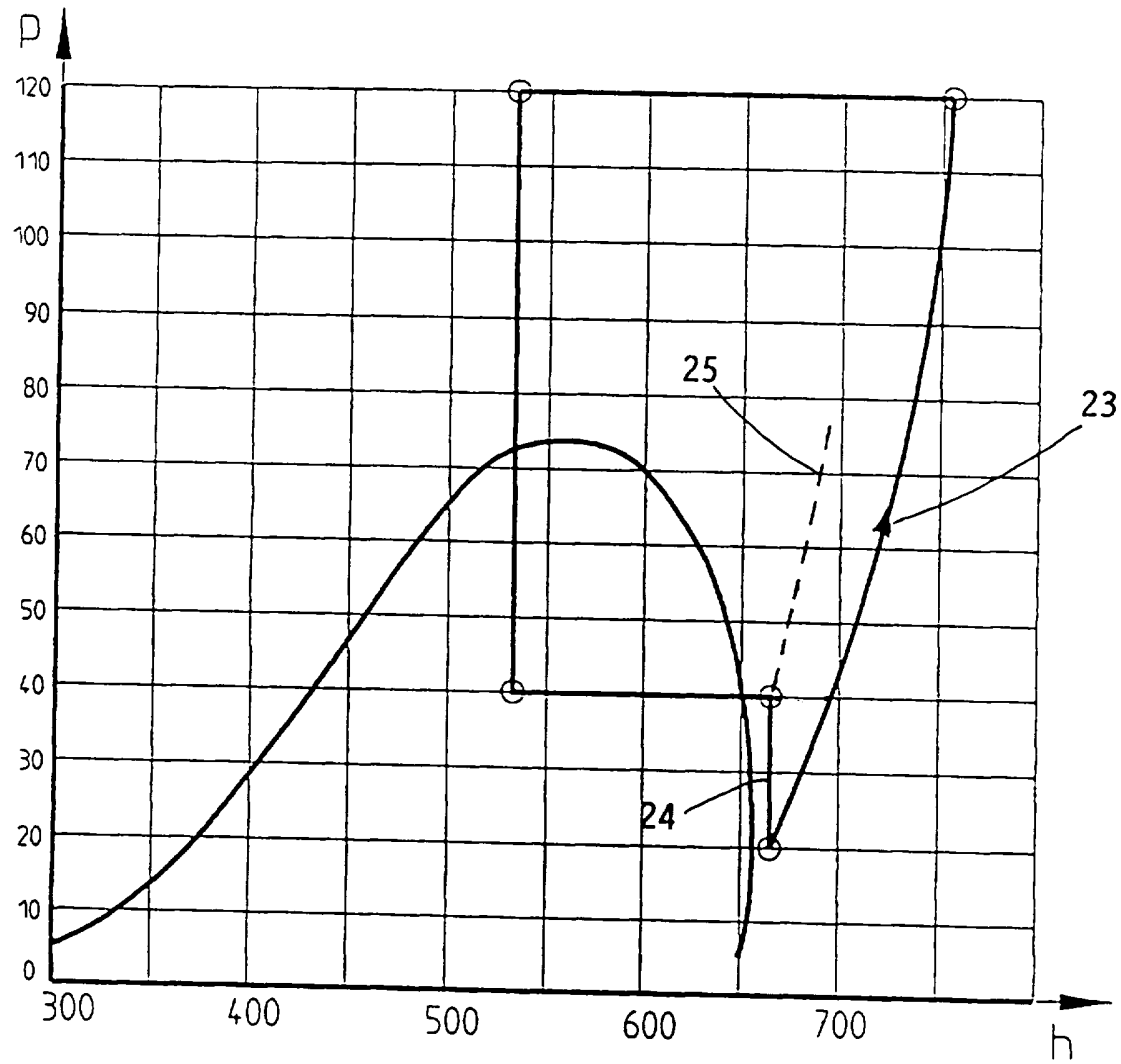


Fig. 2

Fig.3



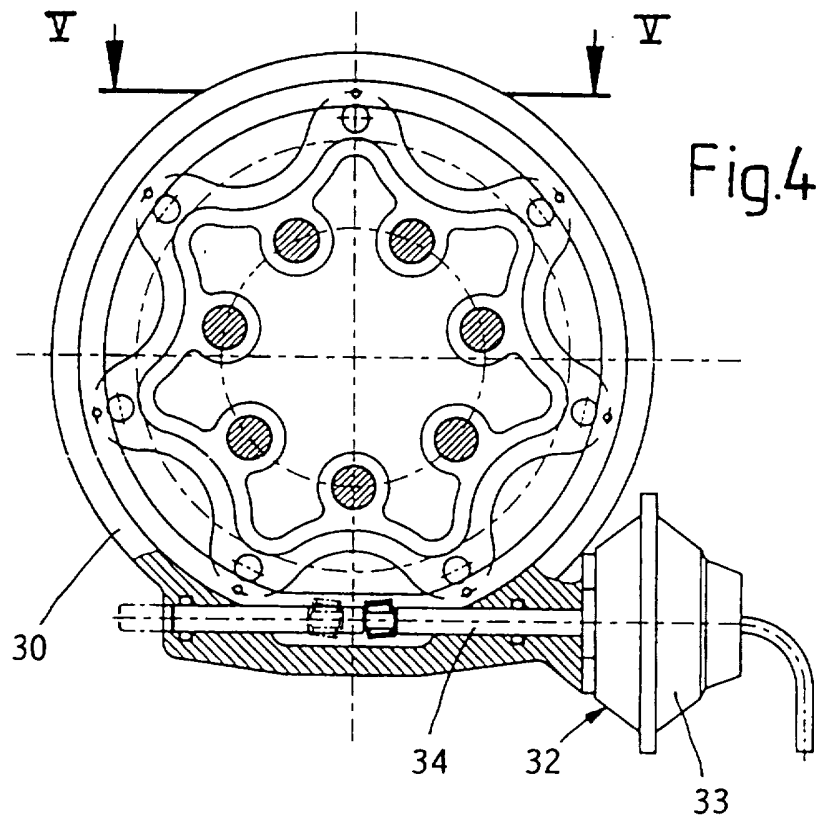


Fig.5

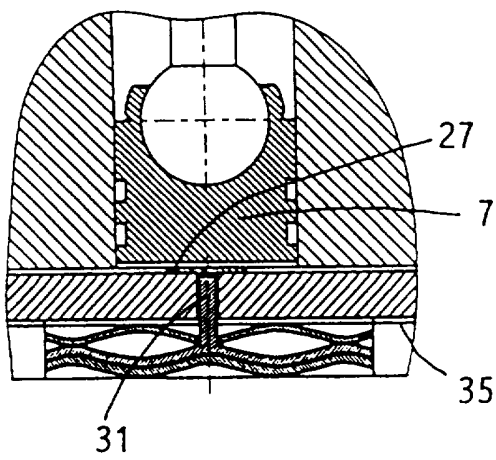


Fig.6

