



(10) **DE 10 2017 211 891 A1** 2019.01.17

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 211 891.1**

(22) Anmeldetag: **12.07.2017**

(43) Offenlegungstag: **17.01.2019**

(51) Int Cl.: **F16K 11/056 (2006.01)**

**F25B 41/04 (2006.01)**

**F25B 41/06 (2006.01)**

**F25B 30/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE**

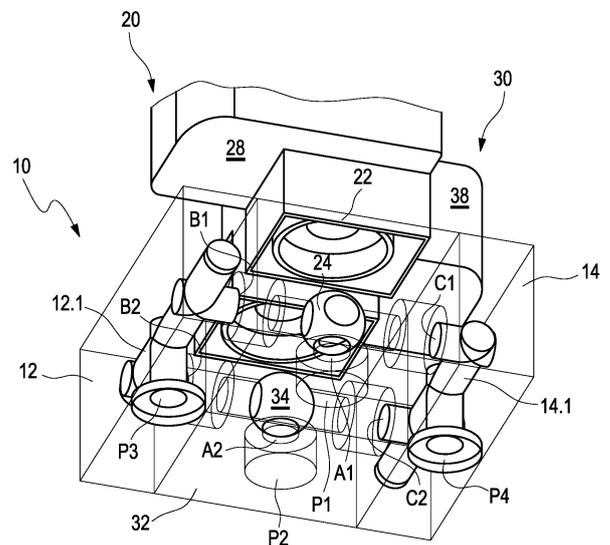
(72) Erfinder:  
**Krost, Jonathan, 85055 Ingolstadt, DE; Herrmann,  
Tobias, 85049 Ingolstadt, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Ventilanordnung für einen Kältemittelkreislauf**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Ventilanordnung (10) für einen Kältemittelkreislauf, mit mindestens zwei Kugelventilen (20, 30), welche jeweils eine Kugel (24, 34) als Stellelement und einen Aktuator (28, 38) zum Verstellen der zugehörigen Kugel (24, 34) aufweisen, sowie einen Kältemittelkreislauf mit Wärmepumpenfunktionalität für ein Fahrzeug mit einer solchen Ventilanordnung (10). Erfindungsgemäß sind die mindestens zwei Kugelventile (20, 30) jeweils als bidirektional durchströmbares 3-Wegeventil mit drei Anschlüssen (A1, B1, C1, A2, B2, C2) ausgeführt, wobei eine erste Kugel (24) eines ersten Kugelventils (20) eine T-förmige Bohrung aufweist, welche ein wahlweises Durchströmen von zwei Anschlüssen (A1, B1; A1, C1) der drei Anschlüsse (A1, B1, C1) und ein Absperren eines Anschlusses (B1, C1) der drei Anschlüsse (A1, B1, C1) oder ein simultanes Durchströmen der drei Anschlüsse (A1, B1, C1) erlaubt, und wobei eine zweite Kugel (34) eines zweiten Kugelventils (30) eine L-förmige Bohrung aufweist, welche ein wahlweises Durchströmen von zwei Anschlüssen (A2, B2; A2, C2) der drei Anschlüsse (A2, B2, C2) und ein Absperren eines Anschlusses (B2, C2) der drei Anschlüsse (A2, B2, C2) oder ein Absperren der drei Anschlüsse (A2, B2, C2) erlaubt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Ventilanordnung für einen Kältemittelkreislauf gemäß der Gattung des Patentanspruchs 1 sowie einen Kältemittelkreislauf mit Wärmepumpenfunktionalität für ein Fahrzeug mit einer solchen Ventilanordnung.

**[0002]** Ventilanordnungen für einen Kältemittelkreislauf in einem Fahrzeug sind in zahlreichen Variationen bekannt. Eine solche Ventilanordnung kann beispielsweise mindestens zwei Kugelventile umfassen, welche jeweils eine Kugel als Stellelement und einen Aktuator zum Verstellen der zugehörigen Kugel aufweisen. Die Ventilanordnung kann beispielsweise in einem Wärmepumpensystem für ein Fahrzeug eingesetzt werden, deren Kältemittelkreislauf einen Verdichter, einen Kondensator, einen indirekten Kondensator, einen Chiller, einen Verdampfer und zwei Expansionsorgans umfasst. Über die Ventilanordnung mit mindestens zwei Kugelventilen können verschiedene Betriebsarten des Kältemittelkreislaufs eingestellt werden

**[0003]** In elektrifizierten Fahrzeugen können Wärmepumpensysteme zum Einsatz kommen. Diese haben den Vorteil, dass der Kältemittelkreislauf genutzt werden kann, um den Innenraum des Fahrzeugs zu beheizen. Gegenüber einer Fahrzeugbeheizung mittels eines elektrischen Zuheizers kann so eine Beheizung bei geringerer elektrischer Leistungsaufnahme erzielt werden. Dadurch ergibt sich eine größere elektrische Reichweite. Um das Umschalten zwischen den unterschiedlichen Funktionen des Kältekreislaufs zu ermöglichen, kommen Absperrventile zum Einsatz. Diese dienen dem selektiven Umschalten zwischen einer Durchströmung des Kondensators zwecks Kühlfunktion oder einer Durchströmung eines indirekten Kondensators zwecks Heizfunktion. Um in diesen beiden Betriebsmodi eine hinreichende Menge an Kältemittel im jeweils aktiven Teil des Kältekreislaufs zur Verfügung zu haben, kommt ferner eine Kältemittelabsaugfunktion zum Einsatz. Dabei wird das Kältemittel dem jeweils inaktiven Wärmeübertrager entzogen und dem aktiven Bereich des Kältekreislaufs zugeführt. Bei der Kühlbetriebsart wird der am Frontbereich des Fahrzeugs befindliche Kältemittelkondensator durchströmt. Gleichzeitig wird der indirekte Kondensator durch den Verdichter abgesaugt. Bei einer Heizbetriebsart wird der indirekte Kondensator durchströmt. Gleichzeitig wird der Kondensator durch den Verdichter abgesaugt. Um dies umzusetzen, kommen vier Absperrventile zum Einsatz. Diese sind zirkulär angeordnet und haben Leitungsabgänge jeweils zwischen den Ventilen. Die vier Ventile sind identisch aufgebaut. Sie funktionieren nach einem Kugel-Ventil-Prinzip. In den vier Ventilen befindet sich jeweils eine Kugel, die eine Bohrung entlang einer Achse hat. Das Gehäuse besitzt zwei Öffnungen auf gegenüberliegenden Seiten. Die Kugel kann

durch einen Stellmotor gedreht werden. Ist die Kugel so gedreht, dass ihre Bohrung mit den Öffnungen des Gehäuses fluchtet, kann das Ventil vom Medium durchströmt werden. Wird die Kugel so gedreht, dass die Bohrung nicht den Gehäuseöffnungen übereinanderliegt, ist das Ventil geschlossen; es kann dann nicht durchströmt werden. Als nachteilig kann dabei angesehen werden, dass vier elektrische Stellmotoren erforderlich sind, um die vier Ventile anzutreiben. Der Einsatz der vier Ventile sowie ihrer Stellmotoren ist kostspielig. Zudem wirkt sich das Gewicht der vier Ventile negativ auf den Fahrzeugverbrauch aus. Des Weiteren ist der erforderliche Bauraum für die vier Ventile vergleichsweise groß.

**[0004]** Aus der DE 10 2014 105 097 A1 ist eine gattungsgemäße Ventilblockanordnung für mehrere Ventile, insbesondere Expansions- und/oder Absperrventile bekannt, welche einen Ventilblock mit mehreren Strömungspfaden für Fluide sowie mehrere Verstelleinheiten mit zugeordneten Antriebseinheiten umfasst. Der Ventilblock ist zweiteilig aus einem Strömungspfadelement mit den Strömungspfaden und aus einem Begrenzungselement ausgebildet. Das Begrenzungselement wirkt als Abdeckung und Begrenzung der Strömungspfade und weiterer gegebenenfalls im Strömungspfadelement vorgesehener Kavitäten oder Ausnehmungen nach außen hin. Unter einer Verstelleinheit ist ein Ventil mit Ventilkörper zu verstehen, wobei der Ventilkörper über ein Verstellelement bewegt wird. Als Verstelleinheiten werden bevorzugt Kugelventile eingesetzt. Bei der Ausgestaltung der Verstelleinheiten als Kugelventile ist der jeweilige Ventilkörper demzufolge als Kugel und das Verstellelement als ein zapfenartiger Anschluss an der Kugel ausgebildet.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Ventilanordnung für einen Kältemittelkreislauf sowie einen Kältemittelkreislauf mit Wärmepumpenfunktionalität für ein Fahrzeug mit einer solchen Ventilanordnung bereitzustellen, welche die Umsetzung von verschiedenen Funktionen, insbesondere von Funktionen einer Wärmepumpe, in einem Kältekreislauf bei deutlich geringeren Kosten und geringerem Gewicht sowie kleinerem Bauraum ermöglicht.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch Bereitstellung einer Ventilanordnung für einen Kältemittelkreislauf mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch einen Kältemittelkreislauf mit Wärmepumpenfunktionalität für ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0007]** Um eine Ventilanordnung für einen Kältemittelkreislauf bereitzustellen, welche die Umsetzung von verschiedenen Funktionen, insbesondere von

Funktionen einer Wärmepumpe, in einem Kältekreislauf bei deutlich geringeren Kosten und geringerem Gewicht sowie kleinerem Bauraum ermöglicht, sind die mindestens zwei Kugelventile, welche jeweils eine Kugel als Stellelement und einen Aktuator zum Verstellen der zugehörigen Kugel aufweisen, jeweils als bidirektional durchströmbares 3-Wegeventil mit drei Anschlüssen ausgeführt. Hierbei weist eine erste Kugel eines ersten Kugelventils eine T-förmige Bohrung auf, welche ein wahlweises Durchströmen von zwei Anschlüssen der drei Anschlüsse und ein Absperrn eines Anschlusses der drei Anschlüsse oder ein simultanes Durchströmen der drei Anschlüsse erlaubt. Eine zweite Kugel eines zweiten Kugelventils weist eine L-förmige Bohrung auf, welche ein wahlweises Durchströmen von zwei Anschlüssen der drei Anschlüsse und ein Absperrn eines Anschlusses der drei Anschlüsse oder ein Absperrn der drei Anschlüsse erlaubt.

**[0008]** Zudem wird ein Kältemittelkreislauf mit Wärmepumpenfunktionalität für ein Fahrzeug vorgeschlagen, welcher einen Verdichter, einen Kondensator, einen indirekten Kondensator, einen Chiller, einen Verdampfer, zwei Expansionsorgane und eine erfindungsgemäße Ventilanordnung mit mindestens zwei Kugelventilen umfasst, über welche verschiedene Betriebsarten des Kältemittelkreislaufs einstellbar sind. Durch Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Ventilanordnung ist es in vorteilhafter Weise möglich die verschiedenen Funktionen einer Wärmepumpe mit nur zwei Kugelventilen darzustellen, so dass nur zwei Aktuatoren erforderlich sind, welche vorzugsweise als elektrische Stellmotoren ausgeführt sind, um zwischen den verschiedenen Funktionen der Wärmepumpe umzuschalten. Weiterhin verringern Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Ventilanordnung in vorteilhafter Weise die Komplexität des Kältemittelkreislaufs. Dadurch kann der Kältemittelkreislauf für die Umsetzung der Wärmepumpenfunktionen robuster sein.

**[0009]** Unter einem Chiller wird nachfolgen ein Kühlmittel-Kältemittel-Wärmeübertrager verstanden, welcher während eines Wärmepumpenmodus als Wärmequelle wirkt und im Klimaanlageanlagenmodus zur Kühlung von Aggregaten, wie beispielsweise einer Batterie, eingesetzt wird.

**[0010]** In vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ventilanordnung können die Kugelventile jeweils einen Ventilblock mit Strömungskanälen aufweisen, in welchem die Anschlüsse ausgebildet und die Kugeln drehbeweglich gelagert werden können. Zudem kann ein erster Verbindungsblock mit einem ersten Verbindungsstück einen zweiten Anschluss des ersten Kugelventils mit einem zweiten Anschluss des zweiten Kugelventils verbinden, und ein zweiter Verbindungsblock mit einem zweiten Verbindungsstück kann einen dritten Anschluss des ersten Ku-

gelventils mit einem dritten Anschluss des zweiten Kugelventils verbinden. Durch diese Anordnung der Kugelventile können die verschiedenen Funktionen der Wärmepumpe besonders bauraumsparend umgesetzt werden.

**[0011]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ventilanordnung können der erste Verbindungsblock, der zweite Verbindungsblock, der erste Ventilblock und der zweite Ventilblock miteinander verbunden, vorzugsweise miteinander verschraubt werden. Alternativ können der erste Verbindungsblock, der zweite Verbindungsblock, der erste Ventilblock und der zweite Ventilblock komplett oder teilweise in einem gemeinsamen Fluidblock zusammengefasst werden, so dass in vorteilhafter Weise Montageschritte eingespart werden können.

**[0012]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ventilanordnung kann ein erster Anschluss des ersten Kugelventils mit einem ersten Fluidanschluss der Ventilanordnung und ein erster Anschluss des zweiten Kugelventils kann mit einem zweiten Fluidanschluss der Ventilanordnung verbunden werden. Das erste Verbindungsstück kann einen dritten Fluidanschluss der Ventilanordnung und das zweite Verbindungsstück kann einen vierten Fluidanschluss der Ventilanordnung aufweisen. Damit ergeben sich vier Fluidanschlüsse für die Ventilanordnung, welche über Verbindungsleitungen mit den anderen Komponenten des Kältemittelkreislaufs verbunden werden können.

**[0013]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ventilanordnung kann die erste Kugel zwei Halbbohrungen und eine Durchgangsbohrung aufweisen. Hierbei können die Achsen der zwei Halbbohrungen und der Durchgangsbohrung vorzugsweise jeweils senkrecht zueinander stehen und sich in Kugelmitte treffen. Durch diese Ausführung der ersten Kugel können die Stellbewegungen um eine Drehachse und die erforderlichen Dichtfunktionen besonders einfach umgesetzt werden. So kann die erste Kugel in einer ersten Schaltstellung des ersten Kugelventils, welche einer ersten Drehstellung der ersten Kugel entspricht, den ersten Anschluss mit dem zweiten Anschluss verbinden und den dritten Anschluss absperren und in einer zweiten Schaltstellung des ersten Kugelventils, welche einer zweiten Drehstellung der ersten Kugel entspricht, den ersten Anschluss mit dem zweiten Anschluss und mit dem dritten Anschluss verbinden und in einer dritten Schaltstellung des ersten Kugelventils, welche einer dritten Drehstellung der ersten Kugel entspricht, den ersten Anschluss mit dem dritten Anschluss verbinden und den zweiten Anschluss absperren. Zudem kann das erste Kugelventil Ausgleichsmittel aufweisen, welche während eines Umschaltvorgangs zwischen zwei Schaltstellungen einen definierten Mindestströmungsquerschnitt für den Fluidfluss zur Ver-

fügung stellen. Dadurch ist es in vorteilhafter Weise möglich, einen Wechsel der Betriebsart des Kältemittelkreislaufs durchzuführen, ohne dass der Verdichter vollständig abgeschaltet werden muss.

**[0014]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ventilanordnung kann die zweite Kugel zwei Halbbohrungen aufweisen. Hierbei können die Achsen der zwei Halbbohrungen senkrecht zueinander stehen und sich in Kugelmittle treffen. Durch diese Ausführung der zweiten Kugel können die Stellbewegungen um eine Drehachse und die erforderlichen Dichtfunktionen besonders einfach umgesetzt werden. So kann die zweite Kugel in einer ersten Schaltstellung des zweiten Kugelventils, welche einer ersten Drehstellung der zweiten Kugel entspricht, den ersten Anschluss mit dem zweiten Anschluss verbinden und den dritten Anschluss absperren und in einer zweiten Schaltstellung des zweiten Kugelventils, welche einer zweiten Drehstellung der zweiten Kugel entspricht, den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss und den dritten Anschluss absperren und in einer dritten Schaltstellung des zweiten Kugelventils, welche einer ersten Drehstellung der zweiten Kugel entspricht, den ersten Anschluss mit dem dritten Anschluss verbinden und den zweiten Anschluss absperren.

**[0015]** In vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kältemittelkreislaufs kann der erste Fluidanschluss der Ventilanordnung mit einer Hochdruckseite des Verdichters, der zweite Fluidanschluss der Ventilanordnung kann mit einer Saugdruckseite des Verdichters, der dritte Fluidanschluss der Ventilanordnung kann mit dem Kondensator und der vierte Fluidanschluss der Ventilanordnung kann mit dem indirekten Kondensator verbunden werden. Durch diese Verschaltung der Ventilanordnung mit den beiden Kugelventilen lassen sich alle erforderlichen Kältemittelfließrichtungen im Kältemittelkreislauf mit zusätzlicher Wärmepumpenfunktionalität einstellen. So kann beispielsweise über eine erste kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile eine Kühlbetriebsart oder über eine zweite kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile eine Heizbetriebsart des Kältemittelkreislaufs oder über eine dritte kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile eine simultane Durchströmung des Kondensators und des indirekten Kondensators oder über weitere kombinierte Schaltstellungen der beiden Kugelventile eine Kältemittelbefüllung oder eine Spülung verschiedener Wege des Kältemittelkreislaufs eingestellt werden. Zudem können die Kugelventile in einer vorgegebenen Reihenfolge umgeschaltet werden, um zwischen den Betriebsarten des Kältemittelkreislaufs zu wechseln. Über das erste Kugelventil mit der T-förmigen Bohrung kann entweder der Kondensator oder der indirekte Kondensator oder beide gleichzeitig durchströmt werden. Das zweite Kugelventil mit der L-förmigen Bohrung erlaubt die Ab-

saugung des Kältemittels entweder aus dem Kondensator oder dem indirekten Kondensator oder ist komplett geschlossen. Die Schaltstellungen der beiden Kugelventile sind so aufeinander abgestimmt, dass beispielsweise keine kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile möglich ist, in welcher über das erste Kugelventil nur der indirekte Kondensator durchströmt und gleichzeitig der indirekte Kondensator über das zweite Kugelventil abgesaugt wird. Dies würde einen Kurzschluss verursachen. Zudem wird eine kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile verhindert, in welcher über das erste Kugelventil nur der Kondensator durchströmt und gleichzeitig der Kondensator über das zweite Kugelventil abgesaugt wird. Dies würde ebenfalls einen Kurzschluss verursachen.

**[0016]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In der Zeichnung bezeichnen gleiche Bezugszeichen Komponenten bzw. Elemente, die gleiche bzw. analoge Funktionen ausführen. Hierbei zeigt:

**Fig. 1** eine schematisches Schaltbild eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kältemittelkreislaufs für ein Fahrzeug mit Wärmepumpenfunktionalität,

**Fig. 2** eine schematisches Schaltschema eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Ventilanordnung für den Kältemittelkreislauf aus **Fig. 1**,

**Fig. 3** eine schematische perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Ventilanordnung aus **Fig. 2** von oben,

**Fig. 4** eine schematische perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Ventilanordnung aus **Fig. 2** und **Fig. 3** von unten,

**Fig. 5** eine schematische perspektivische Darstellung einer ersten Kugel eines ersten Kugelventils der erfindungsgemäßen Ventilanordnung aus **Fig. 2** bis **Fig. 4**, und

**Fig. 6** eine schematische perspektivische Darstellung einer zweiten Kugel eines zweiten Kugelventils der erfindungsgemäßen Ventilanordnung aus **Fig. 2** bis **Fig. 4**.

**[0017]** Wie aus **Fig. 1** ersichtlich ist, weist ein Kältemittelkreislauf **1** für ein Fahrzeug mit Wärmepumpenfunktionalität im dargestellten Ausführungsbeispiel einen Verdichter **3**, einen Kondensator **5**, einen indirekten Kondensator **7**, einen Chiller **8**, einen Verdampfer **9**, zwei Expansionsorgane **EO1**, **EO2** und eine erfindungsgemäße Ventilanordnung **10** mit mindestens zwei Kugelventilen **20**, **30** auf, über welche verschiedene Betriebsarten des Kältemittelkreislaufs **1** einstellbar sind. Die einzelnen Komponenten des

Kältemittelkreislaufs **1** sind wie dargestellt miteinander verschaltet.

**[0018]** Wie aus **Fig. 1** bis **Fig. 6** ersichtlich ist, weist die Ventilanzordnung **10** für den Kältemittelkreislauf **1** im dargestellten Ausführungsbeispiel zwei Kugelventile **20**, **30** auf, welche jeweils eine Kugel **24**, **34** als Stellelement und einen Aktuator **28**, **38** zum Verstellen der zugehörigen Kugel **24**, **34** aufweisen. Erfindungsgemäß sind beiden Kugelventile **20**, **30** jeweils als bidirektional durchströmbares 3-Wegeventil mit drei Anschlüssen **A1**, **B1**, **C1**, **A2**, **B2**, **C2** ausgeführt. Hierbei weist eine erste Kugel **24** eines ersten Kugelventils **20** eine T-förmige Bohrung **26** auf, welche ein wahlweises Durchströmen von zwei Anschlüssen **A1**, **B1**; **A1**, **C1** der drei Anschlüsse **A1**, **B1**, **C1** und ein Absperren eines Anschlusses **B1**, **C1** der drei Anschlüsse **A1**, **B1**, **C1** oder ein simultanes Durchströmen der drei Anschlüsse **A1**, **B1**, **C1** erlaubt. Eine zweite Kugel **34** eines zweiten Kugelventils **30** weist eine L-förmige Bohrung **36** auf, welche ein wahlweises Durchströmen von zwei Anschlüssen **A2**, **B2**; **A2**, **C2** der drei Anschlüsse **A2**, **B2**, **C2** und ein Absperren eines Anschlusses **B2**, **C2** der drei Anschlüsse **A2**, **B2**, **C2** oder ein Absperren der drei Anschlüsse **A2**, **B2**, **C2** erlaubt.

**[0019]** Wie insbesondere aus **Fig. 3** und **Fig. 4** weiter ersichtlich ist, weisen die Kugelventile **20**, **30** jeweils einen Ventilblock **22**, **32** mit Strömungskanälen auf, in welchem die Anschlüsse **A1**, **B1**, **C1**, **A2**, **B2**, **C2** ausgebildet und die Kugeln **24**, **34** drehbeweglich gelagert sind. Ein erster Verbindungsblock **12** mit einem ersten T-förmigen Verbindungsstück **12.1** verbindet einen zweiten Anschluss **B1** des ersten Kugelventils **20** mit einem zweiten Anschluss **B2** des zweiten Kugelventils **30**. Zudem verbindet ein zweiter Verbindungsblock **14** mit einem zweiten T-förmigen Verbindungsstück **14.1** einen dritten Anschluss **C1** des ersten Kugelventils **20** mit einem dritten Anschluss **C2** des zweiten Kugelventils **30**. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind der erste Verbindungsblock **12**, der zweite Verbindungsblock **14**, der erste Ventilblock **22** und der zweite Ventilblock **32** über nicht näher dargestellte Schraubverbindungen miteinander verschraubt. In alternativen nicht dargestellten Ausführungsbeispielen können der erste Verbindungsblock **12**, der zweite Verbindungsblock **14**, der erste Ventilblock **22** und der zweite Ventilblock **32** alternativ komplett oder teilweise in einem gemeinsamen Fluidblock zusammengefasst werden. Wie aus **Fig. 3** und **Fig. 4** weiter ersichtlich ist, sind die Aktuatoren **28**, **38** als Stellmotoren ausgeführt, welche über nicht näher dargestellte Wellen mit den Kugeln **24**, **34** gekoppelt sind. Über die Wellen kann der jeweilige Aktuator **28**, **38** die zugehörige Kugel **24**, **34** um ihre Drehachse in die verschiedenen Schaltstellungen drehen.

**[0020]** Wie insbesondere aus **Fig. 2** weiter ersichtlich ist, ist im dargestellten Ausführungsbeispiel der Ventilanzordnung **10** ein erster Anschluss **A1** des ersten Kugelventils **20** mit einem ersten Fluidanschluss **P1** der Ventilanzordnung **10** verbunden. Ein erster Anschluss **A2** des zweiten Kugelventils **30** ist mit einem zweiten Fluidanschluss **P2** der Ventilanzordnung **10** verbunden. Zudem weist das erste T-förmige Verbindungsstück **12.1** einen dritten Fluidanschluss **P3** der Ventilanzordnung **10** auf, und das zweite T-förmige Verbindungsstück **14.1** weist einen vierten Fluidanschluss **P4** der Ventilanzordnung **10** auf.

**[0021]** Wie aus **Fig. 5** weiter ersichtlich ist, weist die erste Kugel **24** zwei Halbbohrungen **26.1**, **26.2** und eine Durchgangsbohrung **26.3** auf. Die Achsen der zwei Halbbohrungen **26.1**, **26.2** und der Durchgangsbohrung **26.3** stehen jeweils senkrecht zueinander und treffen sich in Kugelmitte.

**[0022]** Wie aus **Fig. 6** weiter ersichtlich ist, weist die zweite Kugel **34** zwei Halbbohrungen **36.1**, **36.2** auf. Die Achsen der zwei Halbbohrungen **36.1**, **36.2** stehen senkrecht zueinander und treffen sich in Kugelmitte.

**[0023]** Wie aus **Fig. 2** weiter ersichtlich ist, verbindet die erste Kugel **24** in einer ersten Schaltstellung des ersten Kugelventils **20** den ersten Anschluss **A1** mit dem zweiten Anschluss **B1** und sperrt den dritten Anschluss **C1** ab. In einer aktuellen zweiten Schaltstellung des ersten Kugelventils **20** verbindet die erste Kugel **24** den ersten Anschluss **A1** mit dem zweiten Anschluss **B1** und mit dem dritten Anschluss **C1**. In einer dritten Schaltstellung des ersten Kugelventils **20** verbindet die erste Kugel **24** den ersten Anschluss **A1** mit dem dritten Anschluss **C1** und sperrt den zweiten Anschluss **B1** ab. Somit wirkt der erste Anschluss **A1** als Einlassöffnung und der zweite Anschluss **B1** und der dritte Anschluss **C1** wirken jeweils als Auslassöffnung. Hierbei ist der erste Anschluss **A1** unabhängig von der Schaltstellung mit einer Öffnung einer ersten Halbbohrung **26.1** verbunden. Der zweite Anschluss **B1** ist in der ersten Schaltstellung mit einer Öffnung einer zweiten Halbbohrung **26.2** und in der zweiten Schaltstellung mit einer Öffnung der Durchgangsbohrung **26.3** verbunden. Der dritte Anschluss **C1** ist in der dritten Schaltstellung mit der Öffnung der zweiten Halbbohrung **26.2** und in der zweiten Schaltstellung mit einer Öffnung der Durchgangsbohrung **26.3** verbunden.

**[0024]** Wie aus **Fig. 2** weiter ersichtlich ist, verbindet die zweite Kugel **34** in einer ersten Schaltstellung des zweiten Kugelventils **30** den ersten Anschluss **A2** mit dem zweiten Anschluss **B2** und sperrt den dritten Anschluss **C2** ab. In einer aktuellen zweiten Schaltstellung des zweiten Kugelventils **30** sperrt die zweite Kugel **34** den ersten Anschluss **A2** und den zweiten Anschluss **B2** und den dritten Anschluss **C2** ab.

In einer dritten Schaltstellung des zweiten Kugelventils **30** verbindet die zweite Kugel **34** den ersten Anschluss **A2** mit dem dritten Anschluss **C2** und sperrt den zweiten Anschluss **B2** ab.

**[0025]** Wie aus **Fig. 1** weiter ersichtlich ist, ist der erste Fluidanschluss **P1** der Ventilanordnung **10** mit einer Hochdruckseite des Verdichters **3** verbunden. Der zweite Fluidanschluss **P2** der Ventilanordnung **10** ist mit einer Saugdruckseite des Verdichters **3**, wobei zwischen dem zweiten Fluidanschluss **P2** und dem Verdichter **3** ein Rückschlagventil **RSV** angeordnet ist. Der dritte Fluidanschluss **P3** der Ventilanordnung **10** ist mit einem ersten Anschluss des Kondensators **5** verbunden. Der vierte Fluidanschluss **P4** der Ventilanordnung **10** ist mit einem ersten Anschluss des indirekten Kondensators **7** verbunden ist. Wie aus **Fig. 1** weiter ersichtlich ist, ist ein zweiter Anschluss des Kondensators **5** über ein Rückschlagventil **RSV** mit einem ersten Anschluss des Expansionsorgans **EO** verbunden, welches als Expansionsventil ausgeführt ist. Ein zweiter Anschluss des indirekten Kondensators **5** ist ebenfalls über ein Rückschlagventil **RSV** mit dem ersten Anschluss des Expansionsorgans **EO** verbunden. Ein zweiter Anschluss des Expansionsorgans **EO** ist mit einem ersten Anschluss des Verdampfers verbunden. Ein zweiter Anschluss des Verdampfers **9** ist mit der Saugdruckseite des Verdichters **3** verbunden.

**[0026]** Über eine erste kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile **20, 30**, in welcher sich das erste Kugelventil **20** in seiner ersten Schaltstellung befindet, und sich das zweite Kugelventil **30** in seiner dritten Schaltstellung befindet, wird eine Kühlbetriebsart des Kältemittelkreislaufs **1** eingestellt. Daher wird bei der Kühlbetriebsart der erste Anschluss des Kondensators **5** mit der Hochdruckseite des Verdichters **3** verbunden und durchströmt. Gleichzeitig wird der erste Anschluss des indirekten Kondensators **7** mit der Saugdruckseite des Verdichters **3** verbunden und durch diesen Verdichter abgesaugt. Alternativ wird über eine zweite kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile **20, 30**, in welcher sich das erste Kugelventil **20** in seiner dritten Schaltstellung befindet, und sich das zweite Kugelventil **30** in seiner ersten Schaltstellung befindet, eine Heizbetriebsart des Kältemittelkreislaufs **1** eingestellt. Daher wird bei der Heizbetriebsart der erste Anschluss des indirekten Kondensators **7** mit der Hochdruckseite des Verdichters verbunden und durchströmt. Gleichzeitig wird der erste Anschluss des Kondensators **5** mit der Saugdruckseite des Verdichters **3** verbunden und durch diesen abgesaugt. Über eine dritte kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile **20, 30**, in welcher sich das erste Kugelventil **20** in seiner zweiten Schaltstellung befindet, und sich das zweite Kugelventil **30** ebenfalls in seiner zweiten Schaltstellung befindet, wird eine simultane Durchströmung des Kondensators **5** und des indirekten Kondensa-

tors **7** eingestellt. Über weitere kombinierte Schaltstellungen der beiden Kugelventile **20, 30** kann eine Kältemittelbefüllung oder eine Spülung verschiedener Wege des Kältemittelkreislaufs **1** eingestellt werden. Um ungewollte kombinierte Schaltzustände der beiden Kugelventile **20, 30** zu vermeiden werden die Kugelventile **20, 30** in einer vorgegebenen Reihenfolge umgeschaltet, um zwischen den Betriebsarten des Kältemittelkreislaufs **1** zu wechseln. Vorzugsweise sind die kombinierten Schaltstellungen der beiden Kugelventile **20, 30** so aufeinander abgestimmt, dass beispielsweise keine kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile **20, 30** möglich ist, in welcher über das erste Kugelventil **20** nur der indirekte Kondensator **7** durchströmt und gleichzeitig der indirekte Kondensator **7** über das zweite Kugelventil **30** abgesaugt wird, oder in welcher über das erste Kugelventil **20** nur der Kondensator **5** durchströmt und gleichzeitig der Kondensator **5** über das zweite Kugelventil **30** abgesaugt wird. In vorteilhafter Weise ermöglichen Ausführungsformen des Kältemittelkreislaufs **1** einen Wechsel der Betriebsart, ohne dass der Verdichter **3** abgeschaltet werden muss. Zu diesem Zweck weist das erste Kugelventil **20** nicht näher dargestellte Ausgleichsmittel auf, welche während eines Umschaltvorgangs zwischen zwei Schaltstellungen einen definierten Mindestströmungsquerschnitt für den Fluidfluss zur Verfügung stellen. So kann die erste Kugel **24** beispielsweise zwischen der Öffnung der zweiten Halbbohrung **26.2** und den Öffnungen der Durchgangsbohrung **26.3** Bypass-Kanäle aufweisen, welche als Nuten und/oder Kerben in einen Mantel der ersten Kugel **24** eingebracht sind. Dadurch ist während der Kugelrotation von der ersten Schaltstellung über die zweite Schaltstellung zur dritten Schaltstellung und umgekehrt zu jedem Zeitpunkt zumindest ein definierter Mindestströmungsquerschnitt für den Fluiddurchfluss sichergestellt. Die Bypass-Kanäle verbinden hierbei strömungstechnisch die beiden Öffnungen der Durchgangsbohrung **26.3** mit der Öffnung der zweiten Halbbohrung **26.2**. Durch Variation von Tiefe und/oder Breite der Bypass-Kanäle lässt sich der wirksame Mindestströmungsquerschnitt während des Rotationsvorgangs beeinflussen. Zusätzlich oder alternativ können zumindest die Öffnungen der Durchgangsbohrung **26.3** und die Öffnung der zweiten Halbbohrung **26.2** jeweils einen größeren Durchmesser als der zweite Anschluss **B1** und der dritte Anschluss **C1** aufweisen. Neben den beiden eben beschriebenen konstruktiven Maßnahmen bietet sich aus Systemsicht anstelle einer vollständigen Abschaltung des Verdichters **3** die Möglichkeit an, die Leistung des Verdichters **3** bei Umschaltvorgängen zu beschränken und somit trotz verengtem Strömungsquerschnitt bei laufendem Verdichter **3** keine unzulässigen Hochdruckspitzen im System zu erzeugen.

**[0027]** Nun wird beispielhaft der Wechsel von der Kühlbetriebsart zur Heizbetriebsart beschrieben. Wie

oben bereits ausgeführt ist, befindet sich in der Kühlbetriebsart des Kältemittelkreislaufs **1** das erste Kugelventil **20** in seiner ersten Schaltstellung und das zweite Kugelventil **30** befindet sich in seiner dritten Schaltstellung. Dadurch wird der Kondensator **5** durchströmt und der indirekte Kondensator **7** wird abgesaugt. Nun wird das zweite Kugelventil **30** in seine zweite Schaltstellung umgeschaltet, in welcher alle Anschlüsse **A2, B2, C2** des zweiten Kugelventils abgesperrt sind, so dass kein weiteres Kältemittel abgesaugt wird. Dann wird das erste Kugelventil **20** in seine zweite Schaltstellung umgeschaltet, in welcher der Kondensator **5** und der indirekte Kondensator **7** durchströmt werden können. Anschließend wird das erste Kugelventil **20** in seine dritte Schaltstellung umgeschaltet, in welcher ausschließlich der indirekte Kondensator **7** durchströmt wird. Dann wird das zweite Schaltventil **30** in seine erste Schaltstellung umgeschaltet, in welcher der Kondensator **5** abgesaugt wird.

<b>34</b>	zweite Kugel
<b>36</b>	L-förmige Bohrung
<b>36.1</b>	erste Halbbohrung
<b>36.2</b>	zweite Halbbohrung
<b>38</b>	zweiter Aktuator
<b>A2, B2, C2</b>	Ventilanschluss
<b>P1, P2, P3, P4</b>	Fluidanschluss
<b>EO1, EO2</b>	Expansionsorgan
<b>RSV</b>	Rückschlagventil

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Kältemittelkreislauf mit Wärmepumpenfunktionalität
<b>3</b>	Verdichter
<b>5</b>	Kondensator
<b>7</b>	indirekter Kondensator
<b>8</b>	Chiller
<b>9</b>	Verdampfer
<b>10</b>	Ventilanordnung
<b>12</b>	erster Verbindungsblock
<b>12.1</b>	erstes Verbindungsstück
<b>14</b>	zweiter Verbindungsblock
<b>14.1</b>	zweites Verbindungsstück
<b>20</b>	erstes Kugelventil
<b>22</b>	erster Ventilblock
<b>24</b>	erste Kugel
<b>26</b>	T-förmige Bohrung
<b>26.1</b>	erste Halbbohrung
<b>26.2</b>	zweite Halbbohrung
<b>26.3</b>	Durchgangsbohrung
<b>28</b>	erster Aktuator
<b>A1, B1, C1</b>	Ventilanschluss
<b>30</b>	zweites Kugelventil
<b>32</b>	zweiter Ventilblock

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102014105097 A1 [0004]

## Patentansprüche

1. Ventilanzordnung (10) für einen Kältemittelkreislauf (1), mit mindestens zwei Kugelventilen (20, 30), welche jeweils eine Kugel (24, 34) als Stellelement und einen Aktuator (28, 38) zum Verstellen der zugehörigen Kugel (24, 34) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens zwei Kugelventile (20, 30) jeweils als bidirektional durchströmbares 3-Wegeventil mit drei Anschlüssen (A1, B1, C1, A2, B2, C2) ausgeführt sind, wobei eine erste Kugel (24) eines ersten Kugelventils (20) eine T-förmige Bohrung (36) aufweist, welche ein wahlweises Durchströmen von zwei Anschlüssen (A1, B1; A1, C1) der drei Anschlüsse (A1, B1, C1) und ein Absperren eines Anschlusses (B1, C1) der drei Anschlüsse (A1, B1, C1) oder ein simultanes Durchströmen der drei Anschlüsse (A1, B1, C1) erlaubt, und wobei eine zweite Kugel (34) eines zweiten Kugelventils (30) eine L-förmige Bohrung (36) aufweist, welche ein wahlweises Durchströmen von zwei Anschlüssen (A2, B2; A2, C2) der drei Anschlüsse (A2, B2, C2) und ein Absperren eines Anschlusses (B2, C2) der drei Anschlüsse (A2, B2, C2) oder ein Absperren der drei Anschlüsse (A2, B2, C2) erlaubt.

2. Ventilanzordnung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kugelventile (20, 30) jeweils einen Ventilblock (22, 32) mit Strömungskanälen aufweisen, in welchem die Anschlüsse (A1, B1, C1, A2, B2, C2) ausgebildet sind und die Kugeln (24, 34) drehbeweglich gelagert sind.

3. Ventilanzordnung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Verbindungsblock (12) mit einem ersten Verbindungsstück (12.1) einen zweiten Anschluss (B1) des ersten Kugelventils (20) mit einem zweiten Anschluss (B2) des zweiten Kugelventils (30) verbindet, und ein zweiter Verbindungsblock (14) mit einem zweiten Verbindungsstück (14.1) einen dritten Anschluss (C1) des ersten Kugelventils (20) mit einem dritten Anschluss (C2) des zweiten Kugelventils (30) verbindet.

4. Ventilanzordnung (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Verbindungsblock (12), der zweite Verbindungsblock (14), der erste Ventilblock (22) und der zweite Ventilblock (32) miteinander verbunden oder komplett oder teilweise in einem gemeinsamen Fluidblock zusammengefasst sind.

5. Ventilanzordnung (10) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Anschluss (A1) des ersten Kugelventils (20) mit einem ersten Fluidanschluss (P1) der Ventilanzordnung (10) und ein erster Anschluss (A2) des zweiten Kugelventils (30) mit einem zweiten Fluidanschluss (P2) der Ventilanzordnung (10) verbunden ist, und das erste Verbindungsstück (12.1) einen dritten Fluidanschluss

(P3) der Ventilanzordnung (10) und das zweite Verbindungsstück (14.1) einen vierten Fluidanschluss (P4) der Ventilanzordnung (10) aufweist.

6. Ventilanzordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Kugel (24) zwei Halbbohrungen (26.1, 26.2) und eine Durchgangsbohrung (26.3) aufweist.

7. Ventilanzordnung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achsen der zwei Halbbohrungen (26.1, 26.2) und der Durchgangsbohrung (26.3) jeweils senkrecht zueinander stehen und sich in Kugelmitte treffen.

8. Ventilanzordnung (10) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Kugel (24) in einer ersten Schaltstellung des ersten Kugelventils (20) den ersten Anschluss (A1) mit dem zweiten Anschluss (B1) verbindet und den dritten Anschluss (C1) absperrt und in einer zweiten Schaltstellung des ersten Kugelventils (20) den ersten Anschluss (A1) mit dem zweiten Anschluss (B1) und mit dem dritten Anschluss (C1) verbindet und in einer dritten Schaltstellung des ersten Kugelventils (20) den ersten Anschluss (A1) mit dem dritten Anschluss (C1) verbindet und den zweiten Anschluss (B1) absperrt.

9. Ventilanzordnung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Kugelventil (20) Ausgleichsmittel aufweist, welche während eines Umschaltvorgangs zwischen zwei Schaltstellungen einen definierten Mindestströmungsquerschnitt für den Fluidfluss zur Verfügung stellen.

10. Ventilanzordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Kugel (34) zwei Halbbohrungen (36.1, 36.2) aufweist.

11. Ventilanzordnung (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achsen der zwei Halbbohrungen (36.1, 36.2) senkrecht zueinander stehen und sich in Kugelmitte treffen.

12. Ventilanzordnung (10) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Kugel (34) in einer ersten Schaltstellung des zweiten Kugelventils (30) den ersten Anschluss (A2) mit dem zweiten Anschluss (B2) verbindet und den dritten Anschluss (C2) absperrt und in einer zweiten Schaltstellung des zweiten Kugelventils (30) den ersten Anschluss (A2) und den zweiten Anschluss (B2) und den dritten Anschluss (C2) absperrt und in einer dritten Schaltstellung des zweiten Kugelventils (30) den ersten Anschluss (A2) mit dem dritten Anschluss (C2) verbindet und den zweiten Anschluss (B2) absperrt.

13. Kältemittelkreislauf (1) mit Wärmepumpenfunktionalität für ein Fahrzeug, mit einem Verdichter (3),

einem Kondensator (5), einem indirekten Kondensator (7), einem Chiller (8), einem Verdampfer (9), zwei Expansionsorganen (E01, E02) und einer Ventilanordnung (10) mit mindestens zwei Kugelventilen (20, 30), über welche verschiedene Betriebsarten des Kältemittelkreislaufs (1) einstellbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilanordnung (10) nach zumindest einem der Patentansprüche 1 bis 12 ausgebildet ist.

14. Kältemittelkreislauf (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Fluidanschluss (P1) der Ventilanordnung (10) mit einer Hochdruckseite des Verdichters (3), der zweite Fluidanschluss (P2) der Ventilanordnung (10) mit einer Saugdruckseite des Verdichters (3), der dritte Fluidanschluss (P3) der Ventilanordnung (10) mit dem Kondensator (5) und der vierte Fluidanschluss (P4) der Ventilanordnung (10) mit dem indirekten Kondensator (7) verbunden ist.

15. Kältemittelkreislauf (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass über eine erste kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile (20, 30) eine Kühlbetriebsart oder über eine zweite kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile (20, 30) eine Heizbetriebsart des Kältemittelkreislaufs (1) oder über eine dritte kombinierte Schaltstellung der beiden Kugelventile (20, 30) eine simultane Durchströmung des Kondensators (5) und des indirekten Kondensators (7) oder über weitere kombinierte Schaltstellungen der beiden Kugelventile (20, 30) eine Kältefüllung oder eine Spülung verschiedener Wege des Kältemittelkreislaufs (1) einstellbar ist.

16. Kältemittelkreislauf (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kugelventile (20, 30) in einer vorgegebenen Reihenfolge umschaltbar sind, um zwischen den Betriebsarten des Kältemittelkreislaufs (1) zu wechseln.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

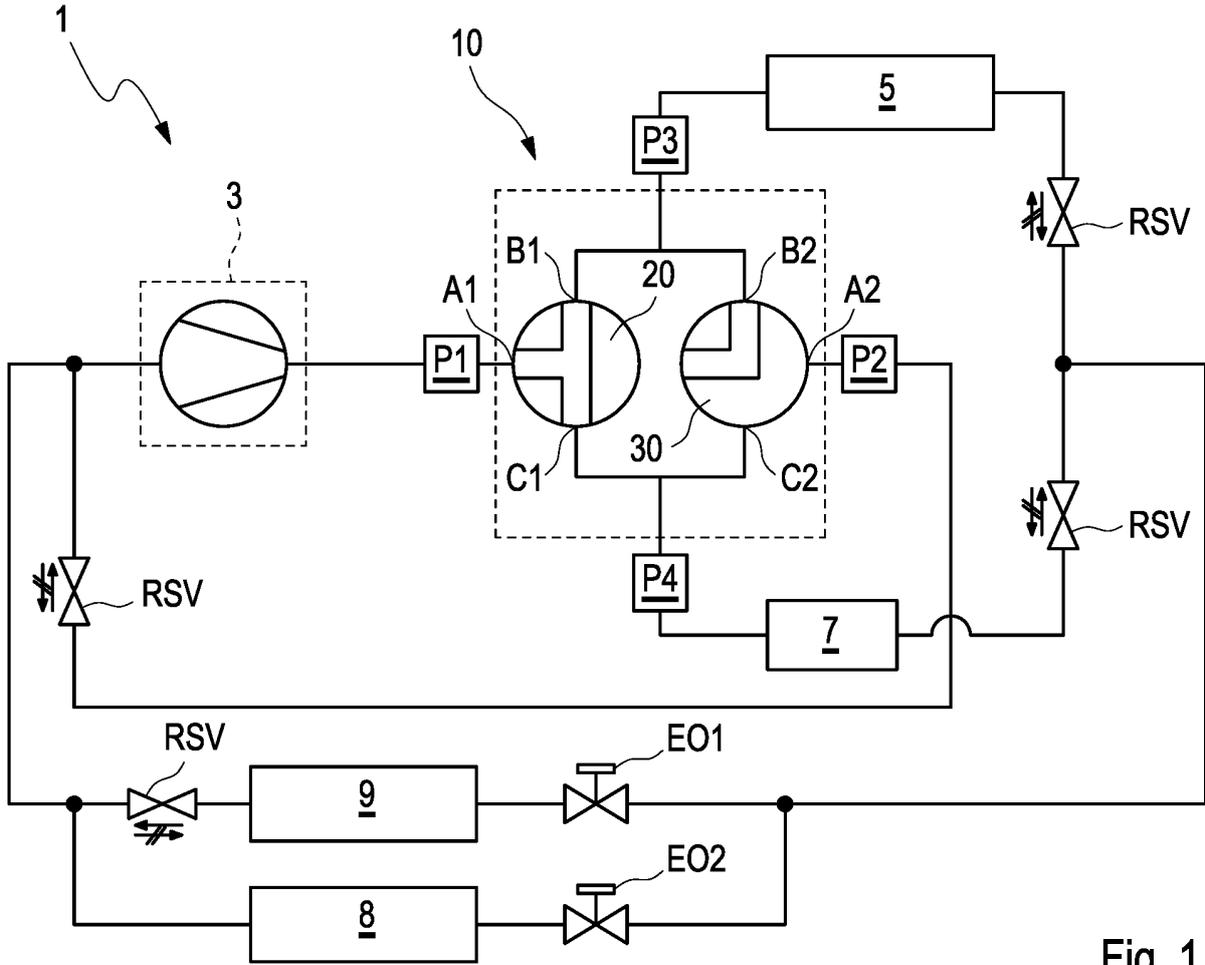


Fig. 1

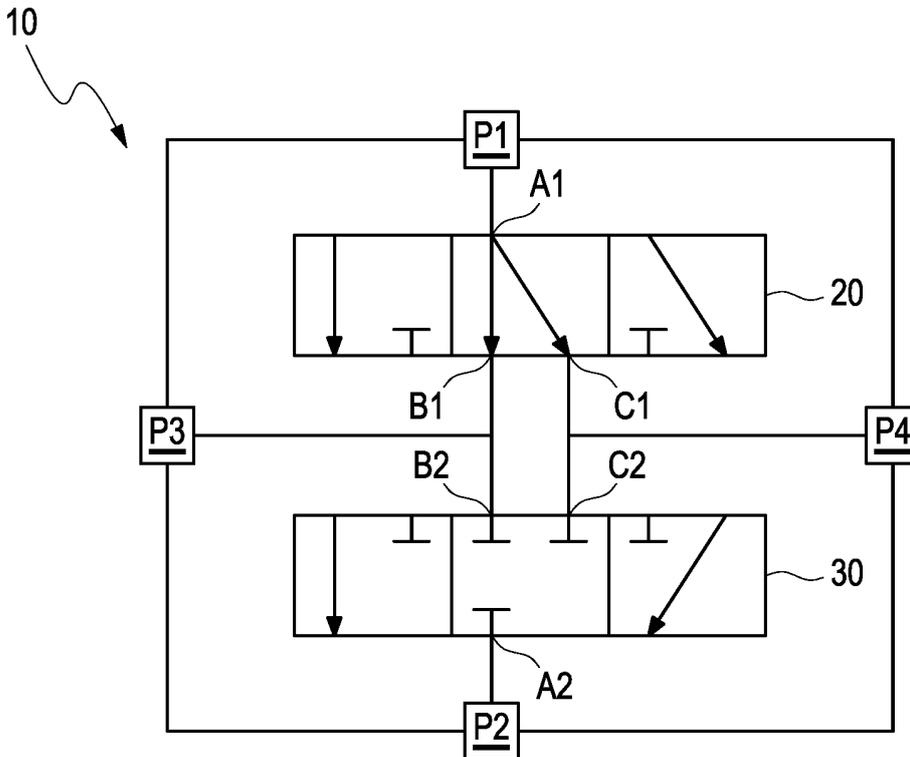


Fig. 2

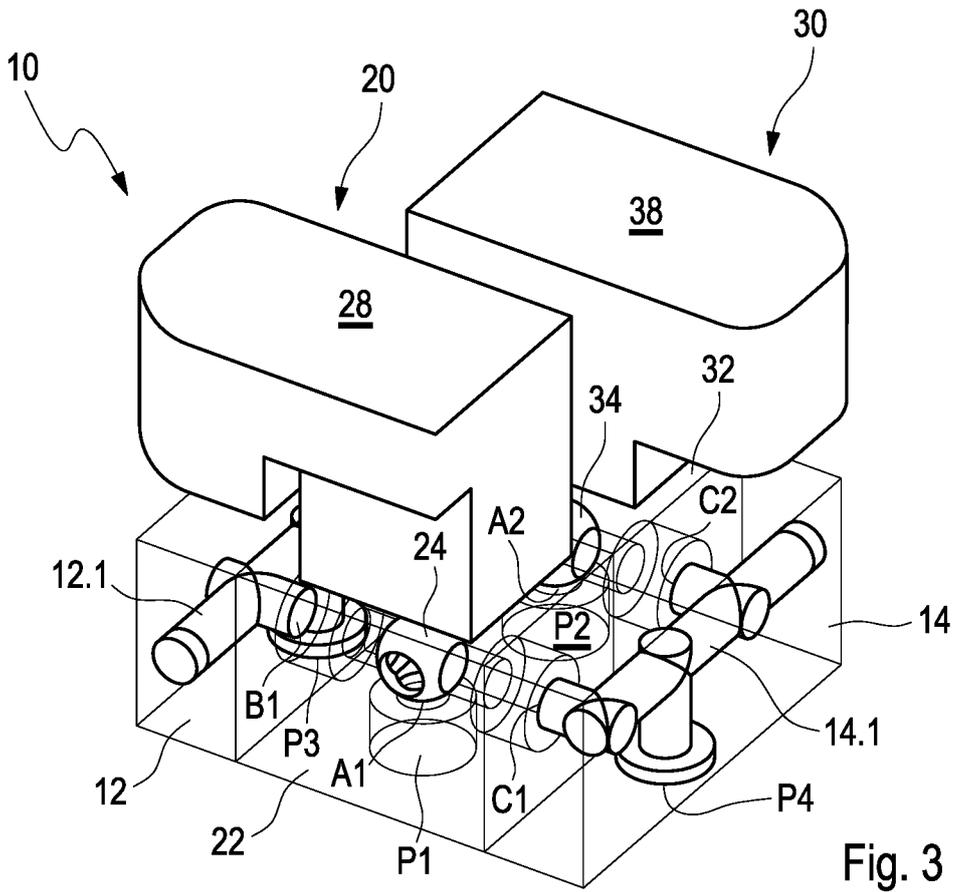


Fig. 3

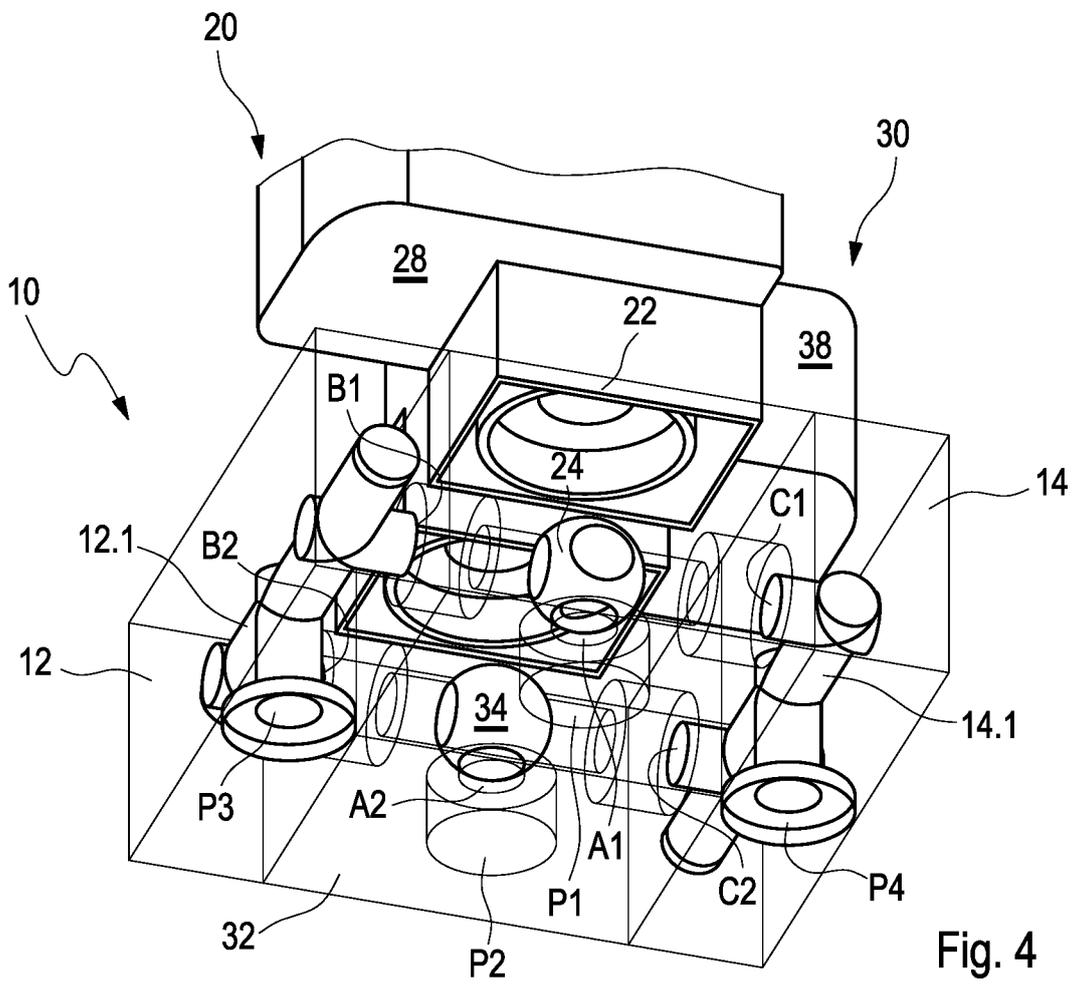


Fig. 4

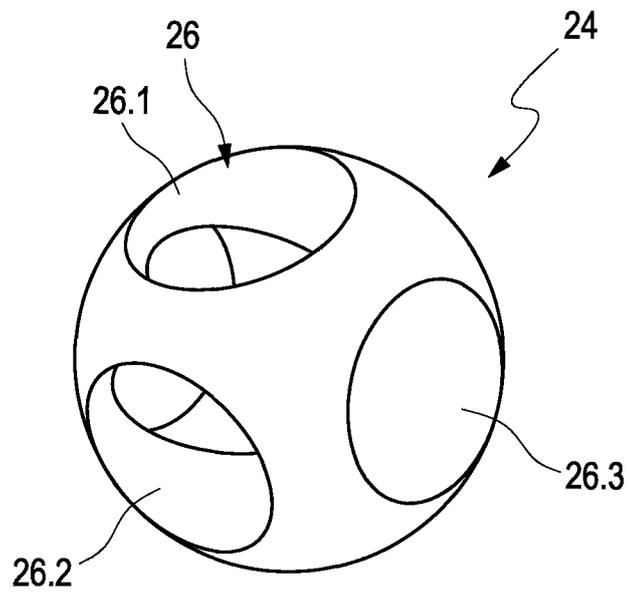


Fig. 5

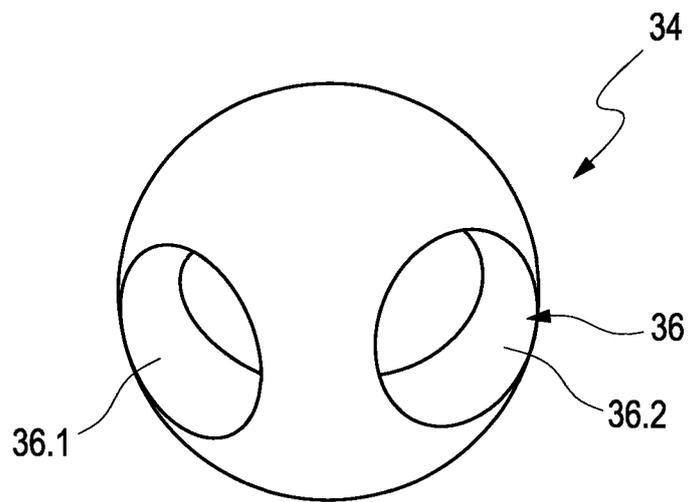


Fig. 6