(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 16 437 T2** 2004.08.12

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 061 314 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 16 437.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 125 419.4**
(96) Europäischer Anmeldetag: **20.12.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.12.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **14.04.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.08.2004**

(51) Int Cl.[7]: **F25B 41/04**
F16K 11/065, F16K 11/16

(30) Unionspriorität:
17039199 17.06.1999 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
TGK Co. Ltd., Hachioji, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(72) Erfinder:
Hirota, Hisatoshi, Hachioji-shi, Tokyo, JP;
Koyama, Katsumi, Hachioji-shi, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Vier-Wege-Steuerventil**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die folgende Erfindung bezieht sich auf ein Vierwege-Richtungssteuerventil, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 oder Anspruchs 3, und insbesondere auf ein Vierwege-Richtungssteuerventil, das ausgebildet ist zum Umschalten zwischen mehreren Kältemittelleitungen, z. B. in einem Air-Condition-System eines Wärmepumpentyps für ein Automobil, z. B. zum Umschalten zwischen einer Betriebsweise, in welcher ein Rohr A mit einem Rohr D kommuniziert, während ein Rohr B mit einem Rohr C kommuniziert, und einer anderen Betriebsweise, in welcher das Rohr A mit dem Rohr C kommuniziert, während das Rohr B mit dem Rohr D kommuniziert.

[0002] Ein Vierwege-Richtungssteuerventil dieser Art wird in US 4,492,252A offenbart. Das hohle zylindrische Ventilelement ist an einem großdurchmessrigen Endabschnitt verschlossen und begrenzt direkt die ersten und zweiten Druckregelkammern innerhalb einer abgestuften Innenbohrung des Gehäuses. Der hohle Innenraum des Ventilelements kommuniziert über einen ausgeschnittenen Bereich in der Wand des Ventilelements mit einem äußeren ringförmigen Raum, der durch axial voneinander beabstandete, umfängliche, gleitende Dichtlippen des Ventilelements und der Innenwand der Gehäusebohrung begrenzt wird. Eine weitere umfängliche, gleitende Dichtlippe des Ventilelements separiert die gemeinsame Hochdruckpassage von einem anderen ringförmigen Raum an der Außenseite des Ventilelements, welcher Raum die isolierte Niederdruckkammer in der Gehäusebohrung definiert. Der großdurchmessrige Ventilelement-Endabschnitt definiert ein Ventilelement, das mit einem durch die Stufe der Gehäusebohrung geformten, stationären Ventilsitz zusammenarbeitet. Das Magnetvorsteuerventil verbindet entweder die gemeinsame Hochdruckpassage und die erste Druckregelkammer am großdurchmessrigen Endabschnitt des Ventilelements, um das Ventilelement in eine erste axiale Position zu bewegen und dort festzuhalten, in welcher die ersten und vierten Rohre und die zweiten und dritten Rohre jeweils miteinander verbunden sind, oder baut den Druck aus der ersten Druckregelkammer in das zweite Rohr ab, um das Ventilelement durch den Druck in der zweiten Druckregelkammer in eine zweite axiale Position zu bewegen und dort zu halten, in welcher die ersten und dritten Rohre und die zweiten und vierten Rohre jeweils miteinander verbunden sind. Während der Umschaltaktionen des Ventils gleiten die Dichtlippen axial entlang der Gehäusebohrungswand und über die Mündungen der Rohre, während sie gleichzeitig gegen die Gehäusebohrungswand angepresst werden. Dies verursacht Verschleiß, der die Dichteigenschaften der Lippen frühzeitig verschlechtert. Zusätzlich wird eine komplexe Verrohrungsstruktur benötigt zwischen den ersten und zweiten Rohren und dem Vorsteuerventil und der ersten Druckregelkammer.

[0003] Gemäß US-A-4,805,666 umfasst ein Vierwege-Richtungssteuerventil eines Kühlkreises einen flachen Ventilsitz, der mit mehreren Öffnungen ausgebildet ist, die mit den jeweiligen Rohren kommunizieren, sowie einen halbkugeligen Ventilschieber, der auf dem Ventilsitz verschiebbar angeordnet ist. Die gleitende Versetzbewegung des Ventilschiebers schaltet zwischen den unterschiedlichen Betriebszuständen der Kommunikation zwischen den Rohren um. Der Ventilschieber und der Ventilsitz müssen aus solidem Material geformt sein und brauchen exzellente Gleiteigenschaften und eine sehr präzise Ebenheit auf dem Niveau einer Spiegelfläche, um Leckagen zu verhindern. Diese Komponenten sind teuer herzustellen. Eine Gummidichtung oder Ähnliches lässt sich nicht verwenden, da dieses Material unter Abrasion leidet, wenn die Komponenten aufeinander gleiten.

[0004] EP-A-0927846 mit früherem Zeitrang, die nach dem Prioritätsdatum der vorliegenden Anmeldung veröffentlicht wurde, schlägt ein Vierwege-Richtungssteuenrentil vor, das ausgebildet ist zum Ausführen einer positiven Vierwege-Richtungssteuerung von vier Rohren, ohne dafür hochpräzise Dichtkomponenten zu benötigen, sondern nur eine Kombination von Komponenten auf einem normalen Präzisionsniveau. Zwischen zwei axial ausgerichteten, zueinander weisenden Ventilsitzen sind erste und zweite hohle und koaxiale zylindrische Ventilelemente axial beweglich angeordnet. Erste und zweite koaxiale und flache Ventilschließelemente sind von den axial äußeren Seiten gegen die Ventilsitze, denen sie zugeordnet sind, beaufschlagt. Jeder Ventilsitz definiert zusammen mit einer zugeordneten Trennwand einen Verbindungsabschnitt, der mit einem der Rohre kommuniziert, während innerhalb des Gehäuses ein erstes Rohr mit einer gemeinsamen Hochdruckpassage kommuniziert, die sich zu beiden Ventilsitzen erstreckt. Beide zylindrische Ventilelemente durchsetzen die Trennwände und kooperieren abwechselnd mit den ersten und zweiten Ventilschließelementen, um diese entweder auf dem jeweiligen Ventilsitz aufzusetzen oder davon abzuheben. Weitere stationäre Trennwände begrenzen eine isolierte Niederdruckkammer, die mit einem zweiten Rohr kommuniziert. Beide zylindrische und hohle Ventilelemente sind zur isolierten Niederdruckkammer hin offen. Jedes zylindrische hohle Ventilelement trägt eine Separatorwand, die einen Ringkolben definiert, der in einer jeweiligen ersten und zweiten Druckregelkammer angeordnet ist. Die Drücke in den ersten und zweiten Druckregelkammern werden durch ein magnetbetätigtes Vorsteuerventil variiert, das ausgebildet ist zum abwechselnden Entlüften einer der ersten und zweiten Druckregelkammern in die isolierte Niederdruckkammer, während beide erste und zweite Druckregelkammern mit der gemeinsamen Hochdruckpassage über Drosselöffnungen permanent verbunden sind. Das vorgeschlagene Steuerventildesign weist viele axial angeordnete Räume auf, nämlich neun Räume, unter welchen einige konstant un-

ter hohem Druck stehen, während andere unter mittlerem oder sogar niedrigem Druck stehen. Die Ausbildung erfordert viele Komponenten und insbesondere eine hohe Anzahl gleitender Dichtbereiche für die zylindrischen hohlen Ventilelemente. Es gibt sechs Dichtbereiche, innerhalb welcher während einer relativen axialen Bewegung abzudichten ist, und acht stationäre Dichtbereiche, von denen jeder zumindest ein nachgiebiges Dichtelement enthält, woraus sich eine Zunahme des Herstellungsaufwands und der Kosten ergibt.

[0005] Es ist ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung, ein Vierwege-Richtungssteuerventil anzugeben, dessen Ausbildung vereinfacht ist und das mit niedrigeren Kosten hergestellt werden kann.

[0006] Dieses Ziel wird erreicht mit den Merkmalskombinationen, die in den unabhängigen Ansprüchen 1 und 3 enthalten sind.

[0007] Sobald in dem Vierwege-Richtungssteuerventil gemäß Anspruch 1 das Vorsteuerventil die Kommunikation zwischen der gemeinsamen Hochdruckpassage und der ersten Druckregelkammer öffnet, versetzt das erste hohle zylindrische Ventilelement das zweite hohle zylindrische Ventilelement axial, bis das zweite hohle zylindrische Ventilelement das zweite Ventilschließelement öffnet, während das erste Ventilschließelement durch die es beaufschlagte Federkraft geschlossen gehalten ist. Dann kommuniziert das erste Rohr über den zweiten Ventilsitz mit dem vierten Rohr, während das zweite Rohr über den hohlen Innenraum des ersten hohlen zylindrischen Ventilelements mit dem dritten Rohr kommuniziert. In seiner anderen Schaltstellung verbindet das Vorsteuerventil die gemeinsame Hochdruckpassage und die zweite Druckregelkammer. Der Hochdruck bewirkt, dass sich das zweite hohle zylindrische Ventilelement axial verlagert, um das erste hohle zylindrische Ventilelement zu bewegen, das dann das erste Ventilschließelement öffnet, während das zweite Ventilschließelement durch die es beaufschlagende Federkraft geschlossen gehalten ist. Als Konsequenz kommuniziert das erste Hochdruckrohr über den offenen ersten Ventilsitz mit dem dritten Rohr, während das zweite Rohr über den hohlen Innenraum des zweiten hohlen zylindrischen Ventilelements mit dem vierten Rohr kommuniziert.

[0008] In andern Worten weist das erfindungsgemäße Vierwege-Richtungssteuerventil nur sieben druckführende Räume auf, die insgesamt darin definiert sind, d. h., zwei Räume an den axial entgegengesetzten Endabschnitten des Gehäuses sind konstant unter hohem Druck und in Kommunikation mit dem ersten Rohr, ein Raum oder die in dem Zentralbereich des Gehäuses isolierte Niederdruckkammer ist konstant unter niedrigerem Druck und in Verbindung mit dem zweiten Rohr, zwei Räume oder der Verbindungsbereich, der an jeweiligen Stellen zwischen den Räumen definiert ist, ist konstant unter hohem Druck, und die isolierte Niederdruckkammer, die Verbindungsbereiche, die konstant mit den dritten und vierten Rohren jeweils kommunizieren, und die zwei Druckregelkammern, die entweder definiert sind an gegenüberliegenden Seiten der isolierten Niederdruckkammer oder nur an einer Seite der isolierten Niederdruckkammer. Deshalb kann die Anzahl der Komponententeile der Elemente wie Dichtglieder zum Separieren der jeweiligen Räume verringert werden, was zu einer Reduktion der Herstellungskosten des Vierwege-Richtungssteuerventils beiträgt.

[0009] Ferner sind gemäß Anspruch 1 die Separatorwände beider hohler zylindrischer Ventilelemente grundsätzlich dazu vorgesehen, die Ventilelemente vorwärts und rückwärts anzutreiben und zusätzlich dazu, die zentrale, isolierte Niederdruckkammer zu begrenzen. Durch diese Maßnahme werden zumindest zwei Dichtbereiche dort eingespart, und zwei stationäre Dichtbereiche, wo axiale Gleitbewegungen auftreten. Da weiterhin beide Trennwände, die notwendig sind zum Begrenzen der Verbindungsbereiche der dritten und vierten Rohre, zusätzlich dazu dienen, die ersten und zweiten Druckregelkammern zu definieren, werden auch dort gleitende Dichtbereiche und stationäre Dichtbereiche eingespart.

[0010] Gemäß Anspruch 3 ist nur ein einziges zylindrisches hohles Ventilelement vorgesehen, das eine einzelne Separatorwand zum Antreiben des zylindrischen hohlen Ventilelements in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung aufweist. Diese einzelne Separatorwand separiert auch strukturell die ersten und zweiten Druckregelkammern. Die ersten und zweiten Druckregelkammern werden begrenzt durch eine der Trennwände des Verbindungsbereichs von einem der vierten oder dritten Rohre, und von einer zusätzlichen Trennwand, die innerhalb der Gehäusebohrung stationär vorgesehen ist. Schließlich wird die isolierte Niederdruckkammer durch die andere der Trennwände des anderen Verbindungsbereichs und die zusätzliche Trennwand begrenzt. Mit dieser Maßnahme lässt sich nur eine minimale Anzahl von Dichtbereichen für gleitende Bewegungen und an stationären Dichtbereichen erzielen, was insgesamt in reduzierten Herstellungskosten resultiert und auch die Anzahl potenzieller Leckagestellen vermindert. In jedem Fall wird weiterhin der Gleitwiderstand der zylindrischen hohlen Ventilelemente oder des einzelnen zylindrischen hohlen Ventilelements signifikant reduziert als Folge der verringerten Anzahl von Gleitdichtbereichen.

[0011] Weitere, vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen enthalten.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] **Fig.** 1 ist eine schematische diametrale Ansicht eines Vierwege-Richtungssteuerventils, das in einen Kühlkreis integriert ist, in einem Betriebszustand,

[0013] **Fig.** 2 ist eine ähnliche schematische Ansicht des Ventils in einem anderen Betriebszustand eines Air-Condition-Systems des Wärmepumpentyps

für ein Automobil,

[0014] **Fig.** 3 ist eine Vorderansicht des Richtungssteuerventils, das in den **Fig.** 4 bis 9 im Detail gezeigt wird,

[0015] **Fig.** 4 ist eine Schnittansicht in der Ebene X-X von **Fig.** 3,

[0016] **Fig.** 5 ist ein Längsschnitt in der Schnittebene Y-Y von **Fig.** 4 in einem "Aus"-Zustand eines Magneten;

[0017] **Fig.** 6 ist ein Längsschnitt in der Ebene Z-Z von **Fig.** 4 in dem "Aus"-Zustand des Magneten;

[0018] **Fig.** 7 ist ein Längsschnitt zur Verdeutlichung eines Übergangszustands der Ventilumschaltung unmittelbar nach dem Einschalten des Magneten;

[0019] **Fig.** 8 ist ein Längsschnitt in einem "Ein"-Zustand eines Magneten;

[0020] **Fig.** 9 ist ein Längsschnitt, der einen Übergangszustand der Ventilumschaltung unmittelbar nach dem Abschalten des Magneten zeigt;

[0021] **Fig.** 10 ist eine Vorderansicht eines Vierwege-Richtungssteuerventils entsprechend einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

[0022] **Fig.** 11 ist ein Längsschnitt des Ventils von **Fig.** 10 in einem "Aus"-Zustand eines Magneten;

[0023] **Fig.** 12 ist ein Längsschnitt desselben Ventils zur Verdeutlichung eines Übergangszustands der Ventilumschaltung unmittelbar nach dem Einschalten des Magneten;

[0024] **Fig.** 13 ist ein Längsschnitt des Steuerventils in einem "Ein"-Zustand des Magneten; und

[0025] **Fig.** 14 ist ein Längsschnitt des Steuerventils zur Verdeutlichung eines Übergangszustands bei der Ventilumschaltung unmittelbar nach dem Abschalten des Magneten.

[0026] **Fig.** 1 verdeutlicht einen Kühlbetriebszustand eines Air-Condition-Systems, z. B. eines Air-Condition-Systems des Wärmepumpentyps für ein Automobil. Das Air-Condition-System umfasst einen Kompressor **1**, einen Akkumulator **2**, einen Außenwärmetauscher **3**, eine Expansionsvorrichtung **4**, einen Innenwärmetauscher und ein Vierwege-Richtungssteuerventil **6** mit Anschlüssen für erste bis vierte Rohre A, B, C, D. Das Rohr A ist mit einer Ausgangsseite des Kompressors **1** verbunden. Das Rohr B ist mit einer Eingangsseite des Akkumulators **2** verbunden. Das Rohr C ist mit einer Ausgangsseite des Innenwärmetauschers **5** verbunden und das Rohr D ist mit einer Eingangsseite des Aussenwärmetauschers **3** verbunden.

[0027] Das Steuerventil **6** weist ein Gehäuse **11** auf, das in seinem inneren Raum als einen total hermetisch abgedichteten Raum, mit dem ersten Rohr A kommuniziert. Eine von dem Innenraum separierte isolierte Kammer **12** kommuniziert mit dem zweiten Rohr B. Ein erster Ventilsitz **13** in der Form eines hohlen Zylinders ist an einer Stelle des Gehäuses **11** geformt, die bei einem Ende liegt. Der hohle Zylinder hat entgegengesetzte offene Enden. Das dritte Rohr C ist mit dem ersten Ventilsitz **13** verbunden. An einer Stelle bei dem anderen Ende des Gehäuses **11** ist ein zweiter Ventilsitz **14** als ein hohler Zylinder geformt, wobei das vierte Rohr D mit dem zweiten Ventilsitz **14** zur Kommunikation verbunden ist. Gegenüber dem ersten Ventilsitz **13** ist ein erstes Ventilschließelement **15** angeordnet, das durch eine Schraubendruckfeder **16** in einer Ventilschließrichtung gegen den ersten Ventilsitz **13** beaufschlagt wird. Gegenüber liegend zum zweiten Ventilsitz **14** ist ein zweites Ventilschließelement **17** angeordnet, das durch eine Schraubendruckfeder **18** in einer Ventilschließrichtung gegen den zweiten Ventilsitz **14** beaufschlagt ist. Ein schlankes hohles zylindrisches Ventilelement **20** ist in dem Ventilgehäuse **11** axial beweglich. Das Ventilelement **20** weist einen Zwischenabschnitt auf, der sich durch die isolierte Kammer **12** erstreckt, und voneinander abgewandte äußere Endabschnitte, die in rohrförmige Verbindungsabschnitte der ersten und zweiten Ventilsitze **13**, **14** eingesetzt sind, die jeweils mit den dritten und vierten Rohren C, D kommunizieren. Die axiale Länge des Ventilelements **20** ist annähernd gleich dem Axialabstand zwischen den ersten und zweiten Ventilsitzen **13**, **14**. In dem Mittelabschnitt des Ventilelements **20** innerhalb der isolierten Kammer **12** ist eine Ausschnittsöffnung **21** geformt. Ringförmige Dichtglieder **9** wie elastische O-Ringe umfassen das Ventilelement **20**, um eine unerwünschte Leckage eines Kältemittelgases zwischen dem Innenraum des Ventilgehäuses **11** und den Rohren B, C, D zu verhindern.

[0028] In dem Betriebszustand von **Fig.** 1 drückt das Ventilelement **20** gegen das zweite Ventilschließelement **17**, so dass die Kraft der Schraubendruckfeder **18** überwunden wird, bis das zweite Ventilschließelement **17** von dem zweiten Ventilsitz **14** abgehoben ist. Das erste Ventilschließelement **15** hält seinen innigen Kontakt mit dem ersten Ventilsitz **13** aufrecht. Das vom Kompressor **1** komprimierte und in das Steuerventil **6** durch das erste Rohr A eingeführte Hochdruck-Kältemittelgas geht durch den zweiten Ventilsitz **14** in das vierte Rohr D durch, und strömt dann weiter durch den Wärmetauscher **3**, ehe es in kondensierter Form durch die Expansionsvorrichtung **4** hindurchgeht, wo es in eine Flüssigkeit und ein Gas mit niedrigem Druck und niedriger Temperatur separiert wird. Das flüssige Kältemittel führt einen Wärmetausch in dem Innenwärmetauscher **5** aus, wodurch es verdampft wird. Das resultierende gasförmige Kältemittel tritt durch das dritte Rohr C in das Steuerventil **6** ein. Dieses gasförmige Kältemittel erreicht das zweite Rohr B über den Innenraum des Ventilelements **20** und tritt dann in den Akkumulator **2** ein, in welchem es vor dem Wiedereintritt in den Kompressor **1** einer Gas/Flüssigkeits-Separation unterworfen wird. Die Luft, mit der ein Wärmeaustausch stattgefunden hat, oder die im Innenwärmetauscher **5** gekühlt worden ist, wird in den Innenraum des Fahrzeugs eingeführt.

[0029] **Fig.** 2 hat das Steuerventil **6** umgeschaltet zum Heizen mit dem Air-Condition-System. Das Ventilelement **20** hebt das erste Ventilschließelement **15**

vom Ventilsitz **13**, während das zweite Ventilschließelement **17** seinen innigen Kontakt mit dem zweiten Ventilsitz **14** aufrecht hält. Vom Kompressor **1** komprimiertes Kältemittelgas mit hohem Druck und hoher Temperatur tritt durch das erste Rohr A in das Steuerventil **6** ein und erreicht über den ersten Ventilsitz **13** das dritte Rohr C. Das Kältemittelgas wird im Innenwärmetauscher **5** kondensiert und geht dann durch die Expansionsvorrichtung **4**, in der es in Gas und Flüssigkeit mit niedrigem Druck und niedriger Temperatur separiert wird. Das flüssige Kältemittel führt einen Wärmetausch im Innenwärmetauscher **5** aus und wird verdampft. Das entstehende gasförmige Kältemittel wird über das vierte Rohr D in das Steuerventil **6** eingeführt und strömt weiter durch den Innenraum des zylindrischen Ventilelements **20** und durch den Ausschnitt **21** in das zweite Rohr B und weiter in den Akkumulator, in dem eine Gas/Flüssigkeits-Separation stattfindet, ehe das Kältemittel wieder in den Kompressor **1** eingeführt wird. Die Luft, die an dem Wärmeaustausch teilgenommen hat oder durch den Innenwärmetauscher **5** erwärmt ist, wird in den Innenraum des Fahrzeugs eingeführt.

[0030] In den **Fig.** 3 und 4 sind die Rohre A, B, C und D in einer Vorderwand des Gehäuses **11** angeordnet, und ist ein magnetgetriebenes Vorsteuerventil **30** an einer Seitenwand des Steuerventils **6** montiert. In der Schnittebene X-X von **Fig.** 3 zeigt **Fig.** 4 eine Einführöffnung **32** für Hochdruck, die von einer gemeinsamen Hochdruckpassage **31** abzweigt, die mit dem ersten Rohr A kommuniziert, und zwei Vorsteueröffnungen **34**, **33**, die sich jeweils in zwei (hier nicht gezeigte) Druckregelkammern erstrecken, die mit dem Vorsteuerventil **30** verbunden sind. Das Steuerventil wird umgeschaltet durch Einführen von Kältemittelgas unter hohem Druck über die Einführöffnung **32** und durch Ändern der Stromrichtung durch eine Ein/Aus-Steuerung eines Magneten, um so das Kältemittelgas in eine ausgewählte der Druckregelkammern zu leiten, und zwar über eine korrespondierende der Vorsteueröffnungen **33**, **34**, um auf diese Weise das hohle zylindrische Ventilelement **20** axial zu bewegen.

[0031] **Fig.** 5 verdeutlicht einen "Aus"-Zustand des Magneten des Steuerventils **6**, und zwar in der Schnittebene Y-Y, während **Fig.** 6 denselben "Aus"-Zustand des Magneten in einer Schnittebene Z-Z von **Fig.** 4 zeigt.

[0032] In dem Ventilgehäuse **11** ist ein Raum oder eine langgestreckte innere Gehäusebohrung zum Aufnehmen eines Ventilmechanismus geformt. Die Hochdruckpassage **31** erstreckt sich nach außen aus der Gehäusebohrung. Beide Enden des Ventilgehäuses **11** sind durch Deckel hermetisch verschlossen. Der Ventilmechanismus umfasst eine erste Schraubendruckfeder **16**, ein erstes Ventilelement **15**, einen ersten Ventilsitz **13**, eine erste Trennwand **35**, erste und zweite hohle zylindrische Ventilelemente **20a**, **20b**, eine zweite Trennwand **36**, einen zweiten Ventilsitz **14**, ein zweites Ventilelement **17** und eine zweite Schraubendruckfeder **18**.

[0033] Zwischen dem ersten Ventilsitz **13** und der ersten Trennwand **35** ist ein Raum oder ein Anschlussbereich definiert, der mit dem dritten Rohr C kommuniziert, während der zwischen dem zweiten Ventilsitz **14** und der zweiten Trennwand **36** ein Raum oder ein Verbindungsbereich definiert ist, der mit dem vierten Rohr D kommuniziert.

[0034] Die ersten und zweiten hohlen zylindrischen Ventilelemente **20a**, **20b** weisen ausgeschnittene Öffnungen **21a**, **21b** auf, die in Abschnitten geformt sind, die benachbart sind zu den jeweiligen inneren Endflächen, die aneinander anliegen. Die ausgeschnittenen Öffnungen kommunizieren mit der isolierten Kammer **12** zum zweiten Rohr B. Jedes der ersten und zweiten Ventilelemente **20a**, **20b** weist einen außenliegenden ringförmigen Flanschbereich auf. Die Flanschbereiche definieren jeweilige Separatorwände **37**, **38**.

[0035] Zwischen den Flanschbereichen oder Separatorwänden **38**, **37** und den ersten und zweiten Trennwänden **35**, **36** sind jeweils erste und zweite Druckregelkammern **41**, **42** definiert. Die Separatorwände **37**, **38** der Ventilelemente **20a**, **20b** formen Abschnitte der Wände der isolierten Niederdruckkammer **12**, die in den **Fig.** 1 und 2 gezeigt ist, und die mit dem zweiten Rohr B kommuniziert. Jede Separatorwand **37**, **38** ist mit einer jeweiligen Drosselöffnung **43**, **44** versehen, zur Kommunikation zwischen den ersten und zweiten Druckregelkammern **41**, **42** und der isolierten Kammer **12**. In der Gehäusebohrung ist an einem axialen Mittelbereich ein abgestufter Abschnitt **45** mit reduziertem Durchmesser geformt. Dieser abgestufte Abschnitt **45** hat axial entgegengesetzte Endflächen zur Anlage jeweils einer korrespondierenden der Separatorwände **37**, **38** an der Mündung der jeweiligen Drosselöffnung **43**, **44**, um die Drosselöffnung **43** oder **44** zeitweise zu verschließen.

[0036] In **Fig.** 6 umfasst das Vorsteuerventil **30** eine elektromagnetische Spule **51**, einen als ein Ventilelement dienenden beweglichen Kern **52**, einen fixierten Kern **53**, der eine Hochdruck-Einführöffnung **32** und eine Vorsteueröffnung **33** aufweist, einen an der Mündung der Vorsteueröffnung **34** geformten Ventilsitz **54**, und eine Schraubendruckfeder **55**, die den beweglichen Kern **52** permanent von dem fixierten Kern **53** weg beaufschlagt. Die Einführöffnung **32** für den Hochdruck kommuniziert mit der gemeinsamen Hochdruckpassage **31**. Die Vorsteueröffnung **33** kommuniziert mit der ersten Druckregelkammer **41**. Die Vorsteueröffnung **34** kommuniziert mit der zweiten Druckregelkammer **42**.

[0037] In dem "Aus"-Zustand des Magneten (Spule **51** nicht erregt) wird der bewegliche Kern **52** durch die Druckfeder **55** so gehalten, dass die Vorsteueröffnung **34** verschlossen und die Vorsteueröffnung **33** offen gehalten sind. Aus der gemeinsamen Hochdruckpassage **31** eintretendes Hochdruck-Kältemittelgas strömt durch die Hochdruck-Einführöffnung **32**

in eine zylindrische Kammer, die den beweglichen Kern **52** mit radialem Spiel enthält, so dass dieses Gas über die Vorsteueröffnung **33** die erste Druckregelkammer **41** erreicht. Zur selben Zeit kommuniziert die zweite Druckregelkammer **42** über die Drosselöffnung **44** mit der isolierten Niederdruckkammer **12**, die ihrerseits mit dem zweiten Rohr B kommuniziert. Der Druck in der zweiten Druckregelkammer **42** ist in etwa gleich dem niedrigen Druck in der isolierten Niederdruckkammer **12**. Ein Differenzdruck zwischen beiden Druckregelkammern **41** und **42** veranlasst, dass die ersten und zweiten Ventilelemente **20a**, **20b** auf das zweite Ventilschließelement **17** drücken, um die Kraft der Schraubendruckfeder **18** zu überwinden und das zweite Ventilschließelement **17** vom zweiten Ventilsitz **14** abzuheben. Zur selben Zeit wird das erste Ventilschließelement **15** durch die erste Schraubendruckfeder **16** geschlossen gehalten. Der Flanschabschnitt bzw. die Separatorwand **37** des Ventilelements **20a** liegt an dem abgestuften Abschnitt **45** an, so dass die Drosselöffnung **43** an ihrer Mündung geschlossen ist, um das Ausmaß der Leckage des Kältemittelgases durch die Drosselöffnung **43** zu minimieren.

[0038] Von dem ersten Rohr A strömt Kältemittelgas durch den zweiten Ventilsitz **14** in das Rohr D, während vom Rohr C kommendes Kältemittelgas durch das Innere des zylindrischen Ventilelements **20a** und die ausgeschnittenen Öffnungen **21a**, **21b** in die isolierte Niederdruckkammer **12** und weiter in das zweite Rohr B strömt.

[0039] **Fig.** 7 zeigt einen Übergangszustand bei der Ventilumschaltung, unmittelbar nach dem Erregen des Magneten, während **Fig.** 8 das Steuerventil **6** in dem "Ein"-Zustand des Magneten verdeutlicht. Nach dem Erregen der elektromagnetischen Spule **51** wird der bewegliche Kern **52** magnetisch zum festgelegten Kern **53** gezogen, und zwar entgegen der Kraft der Schraubendruckfeder **55**. Die Vorsteueröffnung **33** ist geschlossen, während die Vorsteueröffnung **34** offen ist. Vom Rohr A kommendes Hochdruck-Kältemittelgas wird durch die Öffnung **32** in die zylindrische Kammer des beweglichen Kerns **52** gebracht und strömt durch einen Spalt zwischen der Innenwand der zylindrischen Kammer und dem beweglichen Kern **52** in die Vorsteueröffnung **34** und von dieser weiter in die zweite Druckregelkammer **42**. Zur selben Zeit kommuniziert die erste Druckregelkammer **41** über die Drosselöffnung **43** mit der isolierten Niederdruckkammer **12**, die mit dem zweiten Rohr B kommuniziert, derart, dass der Druck in der ersten Druckregelkammer **41** progressiv vermindert wird. Ein Differenzialdruck zwischen den beiden Druckregelkammern **41**, **42** bewirkt, dass sich beide Ventilelemente **20a**, **20b** zu dem ersten Ventilschließelement **15** hin bewegen. Als Folge dieser Bewegung wird das zweite Ventilschließelement **17** durch die zweite Schraubendruckfeder **18** in den Schließzustand gegen den zweiten Ventilsitz **14** bewegt. Es gibt deshalb beim Ventilumschalten, wie in **Fig.** 7 gezeigt, einen Betriebszustand, in welchem die ersten und zweiten Ventilschließelemente **15**, **17** gleichzeitig in ihren Schließzuständen sind, ehe die Umschaltoperation abgeschlossen ist.

[0040] Wenn dann die Ventilelemente **20a**, **20b** weiter zum ersten Ventilsitz **13** bewegt werden, wird das Ventilschließelement **15** gegen die Kraft der Schraubendruckfeder **16** in seinen Öffnungszustand gebracht.

[0041] Beide Ventilelemente **20a**, **20b** bewegen sich weiter und halten (**Fig.** 8) an, sobald die Separatorwand **38** des Ventilelements **20b** an dem abgestuften Abschnitt **45** anliegt. Es kann dann ein kleiner Teil des Kältemittelgases durch die Drosselöffnung **44** aus der zweiten Druckregelkammer **42** während der Bewegung beider Ventilelemente **20a**, **20b** durchströmen. Jedoch wird das Ausmaß dieser Leckage auf eine weitere kleinere Menge reduziert, nachdem die Separatorwand **38** in Anlage an den abgestuften Abschnitt **45** gekommen ist, so dass die Drosselöffnung **44** blockiert ist.

[0042] Daraus ergibt sich, dass das aus dem Rohr A kommende Kältemittelgas durch den ersten Ventilsitz **13** in das Rohr C durchgeht, während Kältemittelgas aus dem Rohr D durch den Innenraum des Ventilelements **20b** in das Rohr B passiert. Dies bedeutet, dass die Umschaltoperation abgeschlossen ist.

[0043] **Fig.** 9 verdeutlicht einen Übergangszustand der Ventilumschaltung des Steuerventils **6** unmittelbar nachdem der Magnet abgeschaltet wurde. Der bewegliche Kern **52** wird durch die Druckfeder **55** gegen den Ventilsitz **54** gepresst. Die Vorsteueröffnung **33** ist geöffnet, während die Vorsteueröffnung **34** geschlossen ist. Vom Rohr A kommendes Hochdruck-Kältemittelgas erreicht die zylindrische Kammer für den beweglichen Kern **52** über die Einführöffnung **32** und strömt über die Vorsteueröffnung **33** in die erste Druckregelkammer **41**. Zur selben Zeit kommuniziert die zweite Druckregelkammer **42** über die Drosselöffnung **44** mit der isolierten Niederdruckkammer **12**, die ihrerseits mit dem zweiten Rohr B kommuniziert. Der Druck in der zweiten Druckregelkammer **42** wird progressiv reduziert. Ein Differenzialdruck zwischen den beiden Druckregelkammern **41**, **42** bewirkt, dass sich beide Ventilelemente **20a**, **20b** zu dem zweiten Ventilschließelement **17** bewegen.

[0044] Dann legt sich das Ventilelement **20b** an das zweite Ventilschließelement **17** an und hebt dieses gegen die Kraft der Schraubendruckfeder **18** ab, bis die Separatorwand des Ventilelements **20b** an dem abgestuften Abschnitt **45** anliegt, was den "Aus"-Zustand repräsentiert, der in **Fig.** 6 gezeigt ist.

[0045] Die **Fig.** 10 bis 14 zeigen ein Vierwege-Richtungssteuerventil **6** gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

[0046] In **Fig.** 10 (Vorderansicht des Ventilgehäuses **11**) sind die Rohre A, B, C, D mit einer Frontwand des Ventilgehäuses **11** verbunden. An einer Seitenwand des Ventilgehäuses ist das magnetbetätigte Vorsteuerventil **30** angeordnet. **Fig.** 11 zeigt einen

"Aus"-Zustand des Magneten. Unterschiedlich vom Vorsteuerventil **30** der ersten Ausführungsform, das zum Wechseln der Strömungswege des Hochdruck-Kältemittelgases benutzt wird, wird das Vorsteuerventil **30** der zweiten Ausführungsform verwendet zum Wechseln zwischen Strömungswegen des Niederdruck-Kältemittelgases. Die zu den ersten und zweiten Druckregelkammern **41**, **42** führenden Vorsteueröffnungen **33**, **34** werden jeweils durch den beweglichen Kern **52** geöffnet und geschlossen. Verschieden von der vorhergehenden Ausführungsform kommuniziert hier eine Niederdruck-Einführöffnung **56** des Vorsteuerventils **30** mit der isolierten Niederdruckkammer **12**, die mit dem zweiten Rohr B kommuniziert, so dass Kältemittelgas aus der ersten oder zweiten Druckregelkammer **41**, **42** in das zweite Rohr B strömen kann. Der Ventilmechanismus dieses Vierwege-Richtungssteuerventils **6** umfasst die Schraubendruckfeder **16**, das erste Ventilschließelement **15**, den ersten Ventilsitz **13**, die erste Trennwand **35**, ein einzelnes hohles zylindrisches Ventilelement **20**, die zweite Trennwand **36**, den zweiten Ventilsitz **14**, das zweite Ventilschließelement **17**, und die Schraubendruckfeder **18**. Weiterhin weist die die Ventilmechanismus-Komponenten enthaltende Gehäusebohrung eine nach einwärts vorstehende Schulter auf, die eine zusätzliche Trennwand S definiert, die abdichtend mit der Peripherie des zylindrischen hohlen Ventilelements **20** zusammenwirkt.

[0047] Die gemeinsame Hochdruckpassage **31**, die mit dem ersten Rohr A kommuniziert, führt zu den ersten und zweiten Ventilschließelementen **15**, **17**. Ein Verbindungsbereich oder Raum, der zwischen dem ersten Ventilsitz **13** und der ersten Trennwand **35** definiert ist, kommuniziert mit dem Rohr C, während ein Raum oder ein Verbindungsbereich, der zwischen dem zweiten Ventilsitz **14** und der zweiten Trennwand **36** definiert ist, mit dem Rohr D kommuniziert. Der zweite Ventilsitz **14** und die zweite Trennwand **36** sind miteinander integral geformt. Durch den zweiten Ventilsitz **14** und die zweite Trennwand **36** ist eine Drosselöffnung **44** geformt für eine Kommunikation zwischen der gemeinsamen Hochdruckpassage **31** und der zweiten Druckregelkammer **42**. Der abgestufte Abschnitt **45** einer Wand, die die gemeinsame Hochdruckpassage **31** definiert, enthält eine Drosselöffnung **43**, die sich in die erste Druckregelkammer **41** öffnet. In einem mittleren Abschnitt des hohlen zylindrischen Ventilelements **20** ist eine ausgeschnittene Öffnung **21** geformt, die zu der mit dem zweiten Rohr B kommunizierenden, isolierten Niederdruckkammer führt.

[0048] Das hohle zylindrische Ventilelement **20** besitzt einen einzelnen Flanschabschnitt oder eine Separatorwand **57**. Zwischen den beiden voneinander abgewandten Seiten der Separatorwand **57** und der zweiten Trennwand **36** und der zusätzlichen Trennwand S sind die ersten und zweiten Druckregelkammern **41**, **42** definiert. Die Separatorwand **57** weist an ihrem voneinander wegweisenden Oberflächen ringförmige Rippenabschnitte an Stellen auf, die den Mündungen der Drosselöffnungen **43**, **44** gegenüber liegen.

[0049] In dem "Aus"-Zustand des Magneten (elektromagnetische Spule **51** nicht erregt) verschließt der bewegliche Kern **52** als Folge der Kraft der Druckfeder **55** die Vorsteueröffnung **34**, während die Vorsteueröffnung **33** offen gehalten wird. Die Vorsteueröffnung **33** und die Niederdruck-Einführöffnung **56** kommunizieren miteinander. Da die Vorsteueröffnung **33** und die Niederdruck-Einführöffnung **56** in ihren Querschnitten ausreichend größer bemessen sind als die Querschnittsfläche der Drosselöffnung **43**, ist der Druck in der ersten Druckregelkammer **41** in etwa gleich (d. h. so niedrig wie) dem in der mit dem zweiten Rohr B kommunizierenden, isolierten Niederdruckkammer **12** herrschenden Druck. Andererseits wird die Vorsteueröffnung **34** durch den beweglichen Kern **52** verschlossen, so dass der Druck in der zweiten Druckregelkammer **42** hoch wird, und zwar über die Drosselöffnung **44**, die mit der gemeinsamen Hochdruckpassage **31** kommuniziert.

[0050] Ein Differenzialdruck zwischen den beiden Druckregelkammern **41**, **42** beaufschlagt das Ventilelement **20** zum ersten Ventilschließelement **15**, um das erste Ventilschließelement **15** gegen die Kraft der ersten Schraubendruckfeder **16** von dem ersten Ventilsitz **13** abzuheben. Gleichzeitig wird das zweite Ventilschließelement **17** durch die Schraubendruckfeder **18** gegen den zweiten Ventilsitz **14** angepresst und geschlossen gehalten.

[0051] Vom Rohr A kommendes Kältemittelgas geht durch die gemeinsame Hochdruckpassage **31**, den ersten Ventilsitz **13** und in das Rohr C durch. Vom Rohr D kommendes Kältemittelgas geht durch den Innenraum des zylindrischen Ventilelements **20** und der ausgeschnittenen Öffnung **21** in das Rohr B durch.

[0052] **Fig.** 12 verdeutlicht einen Übergangszustand beim Ventilumschalten unmittelbar nachdem der Magnet erregt wurde, während **Fig.** 13 den vollständigen "Ein"-Zustand zeigt.

[0053] Unmittelbar nachdem der Magnet erregt ist durch Beaufschlagen der elektromagnetischen Spule **51** wird der bewegliche Kern **52** magnetisch an den fixierten Kern **53** gezogen, und zwar gegen die Schraubendruckfeder **55**, so dass die Vorsteueröffnung **33** geschlossen ist, während die Vorsteueröffnung **34** offen bleibt. Hochdruck-Kältemittelgas strömt durch die Vorsteueröffnung **34** und die Öffnung **56** aus der zweiten Druckregelkammer **52** in das zweite Rohr B, so dass der Druck in der zweiten Druckregelkammer **42** progressiv vermindert wird. Zur selben Zeit wird die Vorsteueröffnung **33** durch den beweglichen Kern **52** geschlossen gehalten. Hochdruck-Kältemittelgas wird aus der gemeinsamen Hochdruckpassage **31** über die Drosselöffnung **43** in die erste Druckregelkammer **41** eingeführt. Ein Differenzialdruck zwischen beiden Druckregelkammern **41**, **42** beaufschlagt das Ventilelement **20** zum

zweiten Ventilschließelement **17**. Durch diese Bewegung des zylindrischen Ventilelements **20** wird durch die Schraubendruckfeder **16** auch das erste Ventilschließelement **15** auf den ersten Ventilsitz **13** aufgesetzt und eventuell geschlossen.

[0054] Das Ventilelement **20** bewegt sich dann weiter und hält an, wie in **Fig.** 13 gezeigt, sobald die Separatorwand **57** an der zweiten Trennwand **36** anliegt. Das zweite Ventilschließelement **17** hält seinen offenen Zustand aufrecht, während das erste Ventilschließelement **15** seinen geschlossenen Zustand aufrecht hält.

[0055] Vom ersten Rohr A kommendes Kältemittelgas geht durch den zweiten Ventilsitz **14** in das Rohr D durch. Vom Rohr C kommendes Kältemittelgas geht durch den Innenraum des zylindrischen Ventilelements **20** und die ausgeschnittene Öffnung **21** in da Rohr B durch. Dies bedeutet, dass die Umschaltoperation abgeschlossen ist.

[0056] **Fig.** 14 zeigt einen Übergangszustand beim Ventilumschalten unmittelbar nach dem Abschalten des Magneten. Der bewegliche Kern **52** wird durch die Schraubendruckfeder **55** gegen den Ventilsitz **54** gepresst. Die Vorsteueröffnung **33** ist geöffnet, während die Vorsteueröffnung **34** geschlossen gehalten ist. Der Druck in der ersten Druckregelkammer **41** wird über die Vorsteueröffnung **33** und die Einführöffnung **56** progressiv zu der mit dem zweiten Rohr B kommunizierenden, isolierten Niederdruckkammer **12** reduziert. Da, andererseits, der bewegliche Kern **52** den vorliegenden Strömungsweg abschneidet, fließt Hochdruck-Kältemittelgas aus dem ersten Rohr A in die zweite Druckregelkammer **42**. Ein Differenzialdruck zwischen beiden Druckregelkammern **41**, **42** bewirkt, dass sich das Ventilelement **20** zum ersten Ventilschließelement **15** bewegt. Dann hebt das Ventilelement **20** das erste Ventilschließelement **15** gegen die Kraft der Schraubendruckfeder **16** ab, bis die Separatorwand **57** an dem abgestuften Abschnitt **45** oder der zusätzlichen Trennwand S anliegt. Das Vierwege-Richtungssteuerventil **6** ist nun in dem in **Fig.** 11 gezeigten Magnet-"Aus"-Zustand gestellt.

Patentansprüche

1. Vierwege-Richtungssteuerventil (**6**) zum Umschalten zwischen Strömungswegen, die durch vier Rohre (A, B, C, D) gebildet werden, mit:

einem Ventilgehäuse (**11**), das eine mit einem ersten Rohr (A) kommunizierende, gemeinsame Hochdruckpassage (**31**) definiert; und

einer isolierten Niederdruckkammer (**12**), die von der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) strukturell isoliert und in Kommunikation mit einem zweiten Rohr (B) ist;

gekennzeichnet durch

ein erstes Ventilgehäuse an einer Stelle bei einem axialen Ende des Ventilgehäuses angeordneten Ventilsitz (**13**), der in einer Verbindungspassage zwischen einem Verbindungsbereich eines dritten Rohrs (C) und der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) geformt ist;

einen in dem Ventilgehäuse an einer Stelle bei dem dem ersten Ventilsitz (**13**) gegenüberliegend angeordneten Ventilsitz (**14**), der in einer Kommunikationspassage zwischen einem Verbindungsbereich eines vierten Rohrs (D) und der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) geformt ist;

ein erstes Ventilschließelement (**15**), das an einer Stelle gegenüberliegend zum ersten Ventilsitz (**13**) innerhalb der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) angeordnet und in einer Ventilschließrichtung gegen den ersten Ventilsitz (**13**) beaufschlagt ist;

ein zweites Ventilschließelement (**17**), das an einer Stelle gegenüberliegend zum zweiten Ventilsitz (**14**) in der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) angeordnet und in Ventilschließrichtung gegen den zweiten Ventilsitz (**14**) beaufschlagt ist;

ein erstes hohles zylindrisches Ventilelement (**20a**), das eine ausgeschnittene Öffnung (**21a**) aufweist, die zur isolierten Niederdruckkammer (**12**) offen ist, und eine erste radial äußere integrale Separatorwand (**37**) aufweist, die als eine Separationswand für die isolierte Niederdruckkammer (**12**) dient, und weiter ein axial äußeres Ende aufweist innerhalb des Verbindungsbereichs des dritten Rohrs (C), wobei das erste hohle zylindrische Ventilelement (**20a**) axial derart beweglich ist, dass das axial äußere Ende, das erste Ventilschließelement (**15**) in Relation zum ersten Ventilsitz (**13**) öffnet und schließt;

ein zweites hohles zylindrisches Ventilelement (**20b**), das eine ausgeschnittene Öffnung (**21b**) aufweist, die zur isolierten Niederdruckkammer (**12**) offen ist, und eine zweite radial äußere integrale Separatorwand (**38**) aufweist, die als eine andere Separationswand für die isolierte Niederdruckkammer (**12**) dient, und weiter ein axial äußeres Ende aufweist innerhalb des Verbindungsbereichs des vierten Rohrs (D), wobei das zweite hohle zylindrische Ventilelement axial derart beweglich ist, dass das erwähnte andere axial äußere Ende das zweite Ventilschließelement (**17**) in Relation zum zweiten Ventilsitz (**14**) öffnet und schließt;

eine erste Druckregelkammer (**41**), die zwischen der ersten Separatorwand (**37**) und einer ersten Trennwand (**35**) definiert ist, welche den Verbindungsbereich des dritten Rohrs (C) von der ersten Druckregelkammer (**41**) trennt, wobei die erste Druckregelkammer (**41**) durch die Separatorwand (**37**) über eine Drosselöffnung (**43**) mit der isolierten Niederdruckkammer (**12**) kommuniziert;

eine zweite Druckregelkammer (**42**), die zwischen der zweiten Separatorwand (**38**) und einer zweiten Trennwand (**36**) definiert ist, welche den Verbindungsbereich des vierten Rohrs (D) von der zweiten Druckregelkammer (**42**) trennt, wobei die zweite Druckregelkammer (**42**) durch die zweite Separatorwand (**38**) über eine Drosselöffnung (**44**) mit der isolierten Niederdruckkammer (**12**) kommuniziert; und

ein Vorsteuerventil (**30**) zum Einführen von Hoch-

druckfluid über die gemeinsame Hochdruckpassage (**31**) in die ersten und zweiten Druckregelkammern (**41**, **42**) auf umschaltbare Weise, um die ersten und zweiten hohlen zylindrischen Ventilelemente (**20a**, **20b**) axial zu bewegen.

2. Vierwege-Richtungssteuerventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetvorsteuerventil (**30**) ein magnetgetriebenes Zweiwege-Richtungssteuerventil zum abwechselnden Umschalten zwischen Strömungswegen (**32**, **33**, **34**) ist, die von der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) zu den ersten und zweiten Druckregelkammern (**41**, **42**) abzweigen.

3. Vierwege-Richtungssteuerventil zum Umschalten zwischen Strömungswegen, die von vier Rohren (A, B, C, D) geformt sind, mit:
einem Ventilgehäuse (**11**), das eine mit einem ersten Rohr (A) kommunizierende, gemeinsame Hochdruckpassage (**31**) definiert;
einer isolierten Niederdruckkammer (**12**), die von der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) strukturell isoliert und mit einem zweiten Rohr (B) in Kommunikation ist;
einem hohlen zylindrischen Ventilelement (**20**), das in dem Gehäuse (**11**) angeordnet und durch abwechselndes Steuern der Druckbeaufschlagung erster und zweiter Druckregelkammern (**41**, **42**) über ein umschaltbares Magnetvorsteuerventil (**30**) durch Hochdruckfluid aus der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) axial bewegbar ist,
gekennzeichnet durch
einen ersten Ventilsitz (**13**), der in dem Ventilgehäuse (**11**) an einer Stelle bei einem axialen Ende des Ventilgehäuses angeordnet und in einer Kommunikationspassage geformt ist, die sich zwischen einem Verbindungsbereich eines dritten Rohrs (C) und der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) erstreckt;
einen zweiten Ventilsitz (**14**), der in dem Ventilgehäuse an einer Stelle bei dem axialen Ende entgegengesetzt zu dem des ersten Ventilsitzes (**13**) angeordnet und in einer Kommunikationspassage geformt ist, die sich zwischen einem Verbindungsbereich eines vierten Rohrs (D) und der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) erstreckt;
ein erstes Ventilschließelement (**15**), das an einer Stelle gegenüberliegend zu dem ersten Ventilsitz (**14**) in der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) angeordnet und in einer Ventilschließrichtung gegen den ersten Ventilsitz (**13**) beaufschlagt ist;
ein zweites Ventilschließelement (**17**), das an einer Stelle gegenüberliegend zu dem zweiten Ventilsitz (**14**) in der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) angeordnet und in einer Ventilschließrichtung gegen den zweiten Ventilsitz (**14**) beaufschlagt ist;
ein einzelnes hohles zylindrisches Ventilelement (**20**), das einen zu der isolierten Niederdruckkammer (**12**) offenen ausgeschnittenen Zentralbereich (**21**) besitzt, und ein axial äußeres Ende in dem Verbindungsbereich des dritten Rohrs (C) und ein anderes axial äußeres Ende in dem Verbindungsbereich des vierten Rohrs (D) aufweist, wobei das hohle zylindrische Ventilelement (**20**) derart axial beweglich ist, dass das eine axial äußere Ende das erste Ventilschließelement (**15**) öffnet und schließt und das andere axiale äußere Ende das zweite Ventilschießelement (**17**) öffnet und schließt, jeweils in Relation zu dem ersten bzw. zweiten Ventilsitz (**13**, **14**), und wobei das hohle zylindrische Ventilelement (**20**) einen außenliegenden integralen Flanschbereich (**52**) aufweist, der an einem Zwischenbereich des Ventilelements eine Separatorwand definiert;
wobei die erste Druckregelkammer (**41**) zwischen dem Flanschbereich (**57**) und einer Separationswand (S) der isolierten Niederdruckkammer (**12**) definiert ist und mit der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) über eine durch die Separationswand (S) geformte Drosselöffnung (**43**) kommuniziert;
wobei die zweite Druckregelkammer (**42**) zwischen dem Flanschbereich (**57**) und einer Trennwand (**36**) definiert ist, die den Verbindungsbereich des vierten Rohrs (D) von der zweiten Druckregelkammer (**42**) trennt, die mit der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) über eine durch die Trennwand (**36**) geformte Drosselöffnung (**44**) kommuniziert;
wobei das Vorsteuerventil (**31**) abwechselnd die jeweiligen Hochdruck-Fluiddrücke in den ersten und zweiten Druckregelkammern (**41**, **42**) in umschaltbarer Weise in die isolierte Niederdruckkammer (**12**) einführt, um dadurch das hohle zylindrische Ventilelement (**20**) axial zu bewegen.

4. Vierwege-Richtungssteuerventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetvorsteuerventil (**30**) ein magnetgetriebenes Zweiwege-Richtungssteuerventil zum Umschalten zwischen einem Verbindungsweg (**56**) zu der isolierten Niederdruckkammer (**12**) und jeweiligen Strömungswegen (**33**, **34**) ist, die mit den ersten und zweiten Druckregelkammern (**41**, **42**) kommunizieren.

5. Vierwege-Richtungssteuerventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwände (**36**, **35**) und die ersten und zweiten Ventilsitze (**13**, **14**) ringförmige Körper sind, die durch Presseinpassen in einer Gehäusebohrung positioniert sind, wobei die Gehäusebohrung abgestuft ist mit Positionierungsschultern, deren Durchmesser in einer Richtung zu der isolierten Niederdruckkammer (**12**) abnehmen.

6. Vierwege-Richtungssteuerventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Separationswand (S) durch eine ringförmige innere Schulter einer Gehäusebohrung definiert ist.

7. Vierwege-Richtungssteuerventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetvorsteuerventil (**30**) einen axial beweglichen Kern

(**52**) aufweist, der mit seinen beiden Enden Ventilschließelemente zweier Strömungswege (**33**, **34**) jeweils formt, die in die ersten und zweiten Druckregelkammern (**41**, **42**) führen, wobei der bewegliche Kern (**52**) durch eine Druckfeder (**55**) in Schließrichtung eines der Strömungswege (**33**, **34**) beaufschlagt wird, und der bewegliche Kern (**52**) gegen die Beaufschlagungskraft der Druckfeder (**55**) durch eine magnetische Spule (**51**) bewegbar ist, und dass ein weiterer Strömungsweg (**32**) mit der gemeinsamen Hochdruckpassage (**31**) kommuniziert und sich in eine Kernaufnahmekammer und entlang der äußeren Peripherie des beweglichen Kerns (**52**) erstreckt zu einer jeweiligen Kommunikation mit einem nicht-geschlossenen der Strömungswege (**33**, **34**).

8. Vierwege-Richtungssteuerventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetvorsteuerventil (**30**) einen axial beweglichen Kern (**52**) aufweist, der mit beiden axialen Enden Ventilschließelemente für zwei Strömungswege (**33**, **34**) bildet, die sich jeweils in die ersten und zweiten Druckregelkammern (**41**, **42**) erstrecken, wobei der bewegliche Kern (**52**) durch eine Druckfeder beaufschlagt wird zum Blockieren jeweils eines der Strömungswege (**33**, **34**), und dass der bewegliche Kern (**52**) gegen die Beaufschlagungskraft der Druckfeder durch eine magnetische Spule bewegbar ist, und dass ein weiterer Strömungsweg (**56**), der in die isolierte Niederdruckkammer (**12**) führt, sich entlang der äußeren Peripherie des beweglichen Kerns (**52**) zu einer jeweiligen Kommunikation mit einem nicht-geschlossenen der Strömungswege (**33**, **34**) erstreckt.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

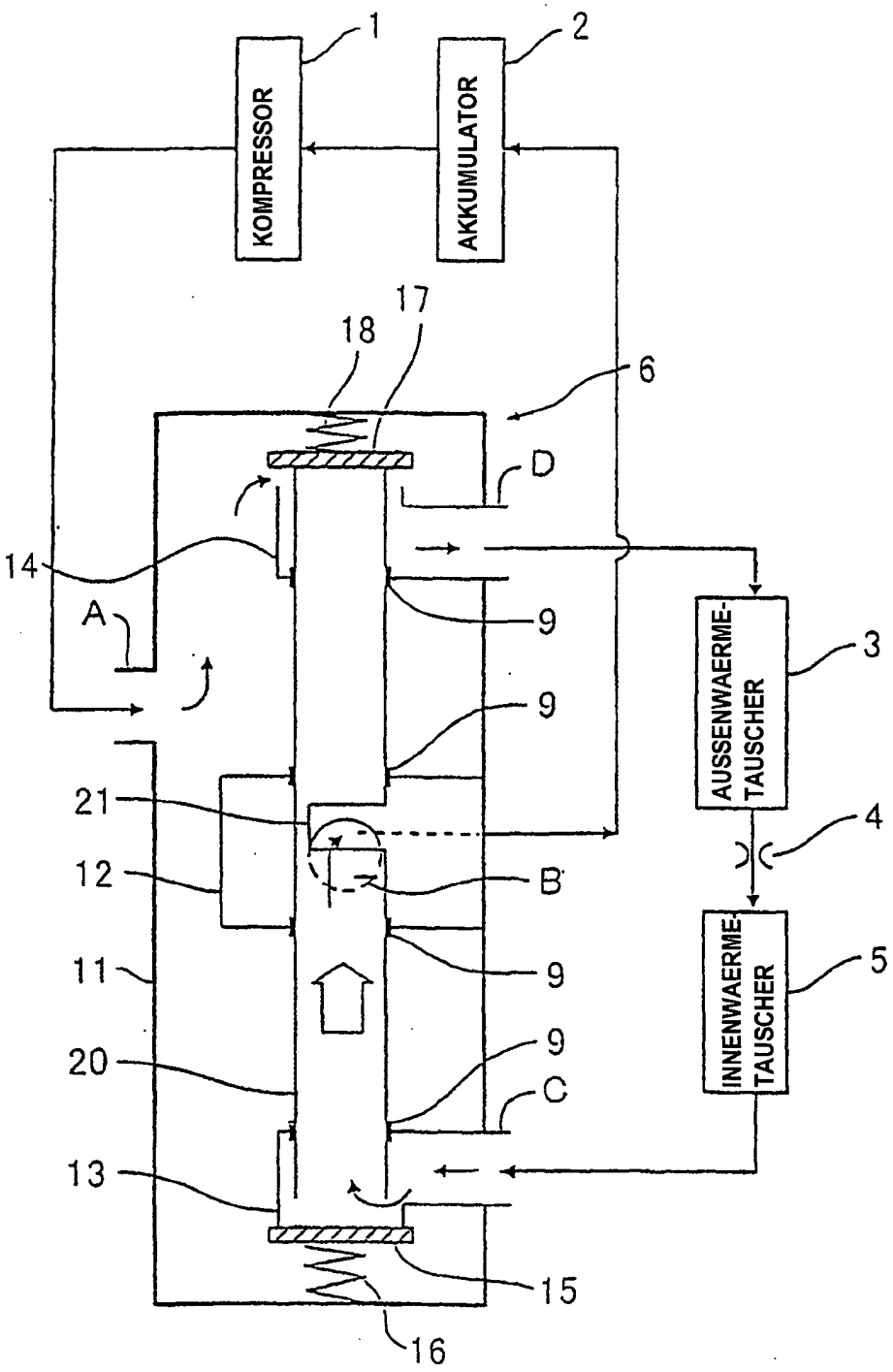


FIG.2

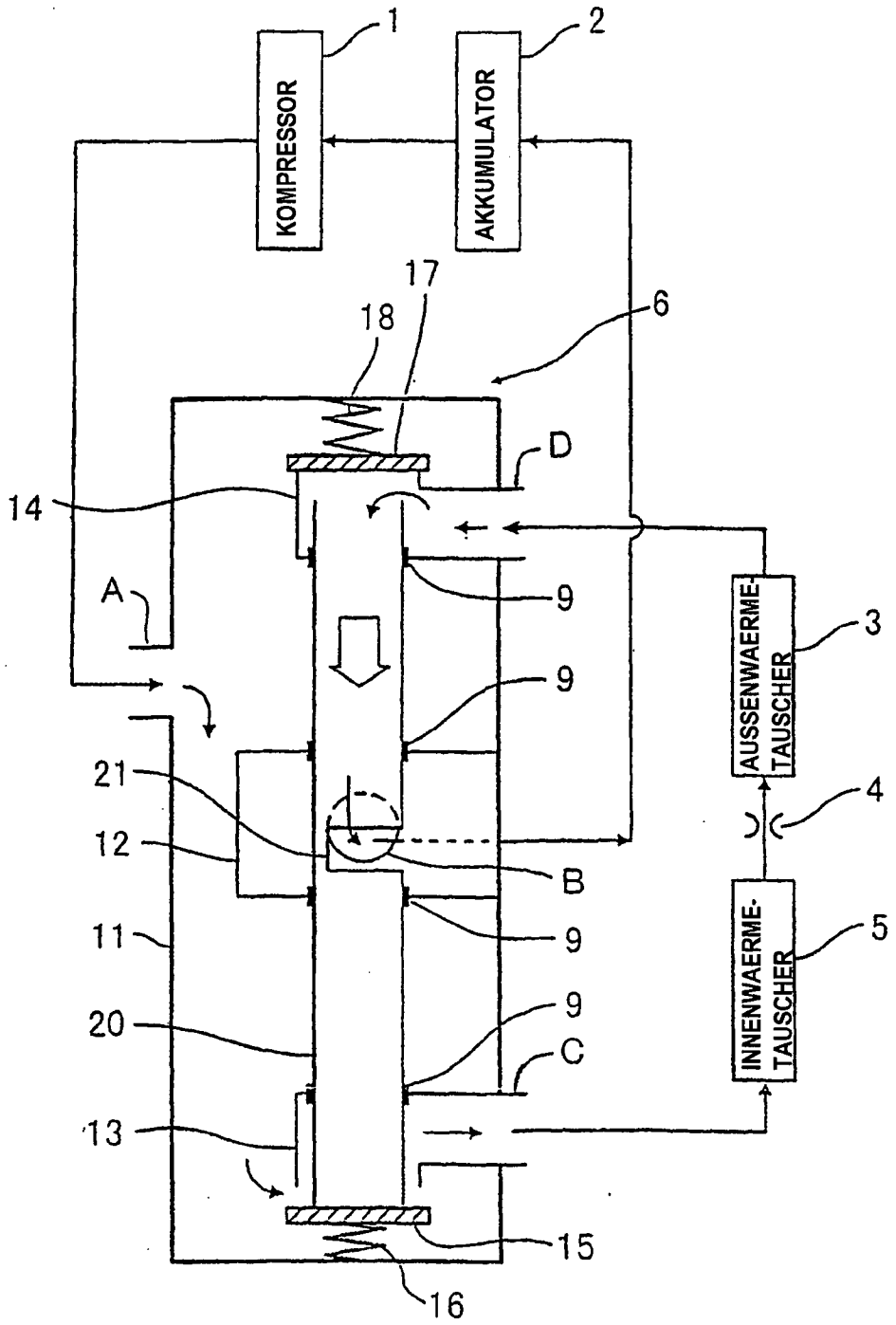

KOMPRESSOR
AKKUMULATOR
AUSSENWAERME-TAUSCHER
INNENWAERME-TAUSCHER
1
2
3
4
5
6
9
11
12
13
14
15
16
17
18
20
21
A
B
C
D

FIG.3

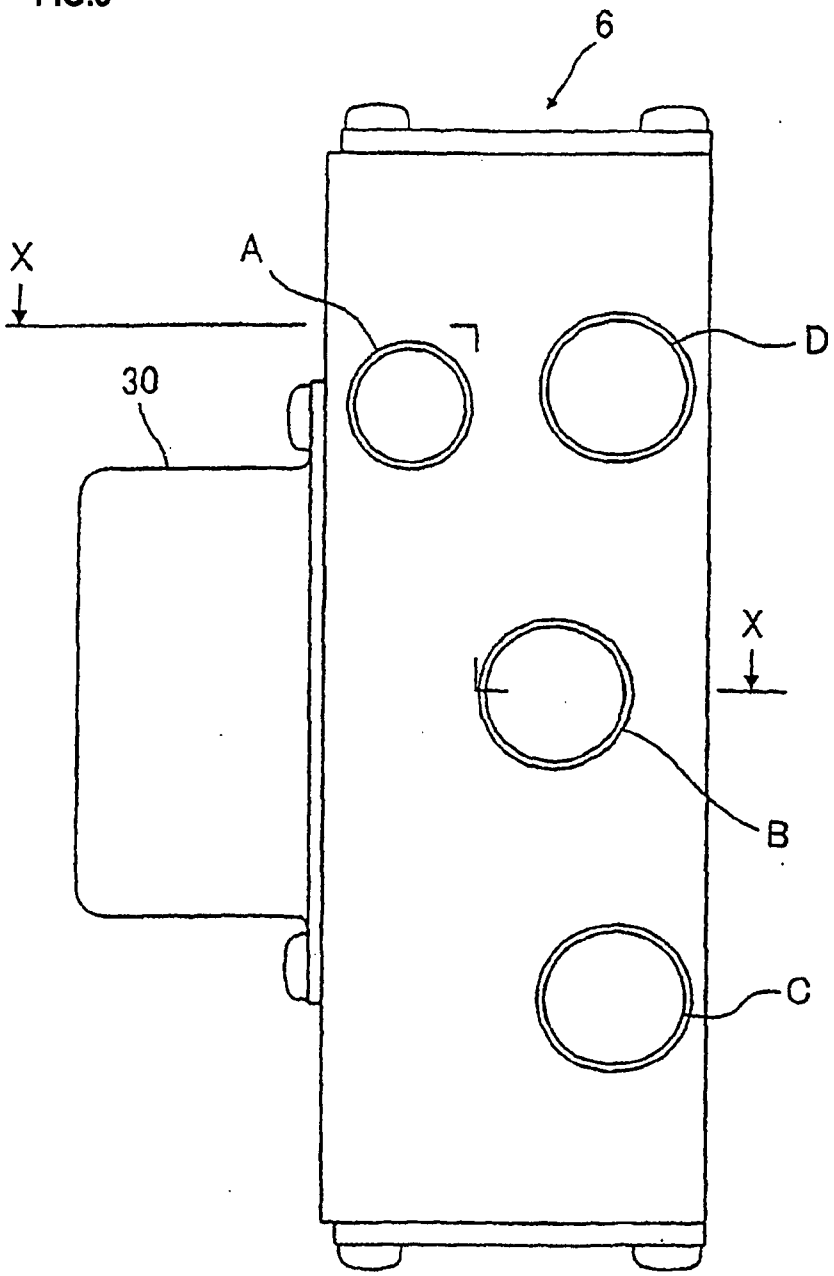


FIG.4

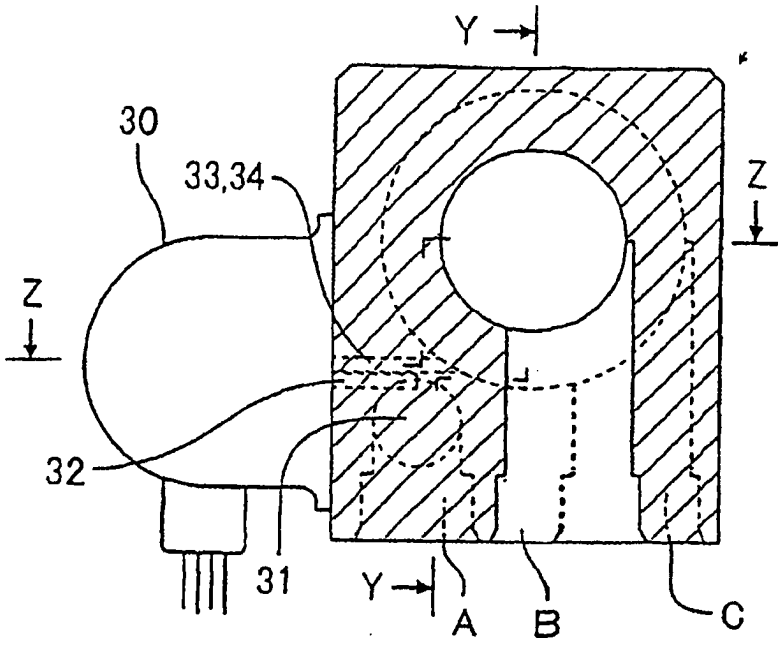


FIG.5

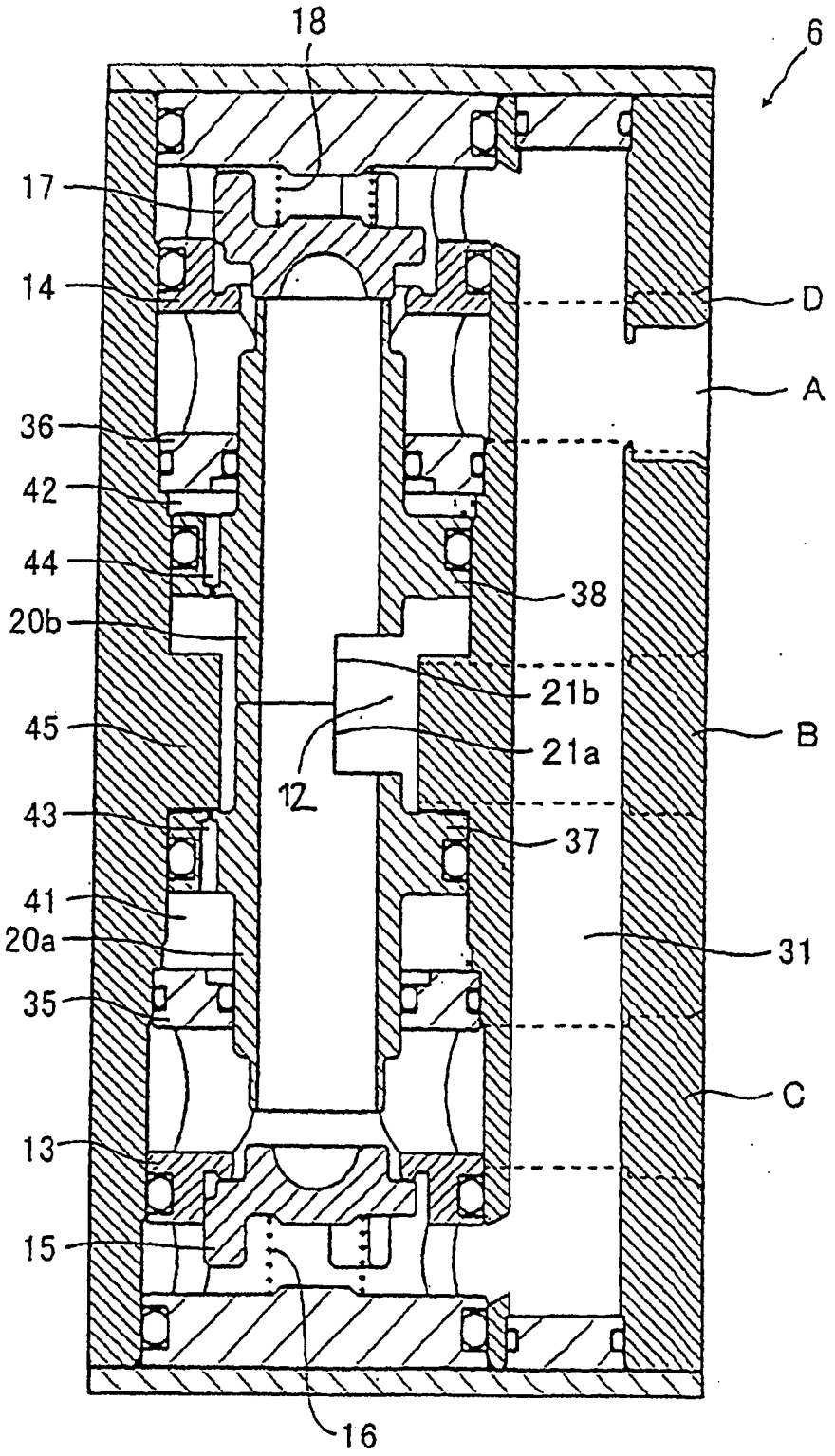

18
6
17
14
D
A
36
42
44
38
20b
21b
45
21a
B
12
43
37
41
20a
31
35
C
13
15
16

FIG.6

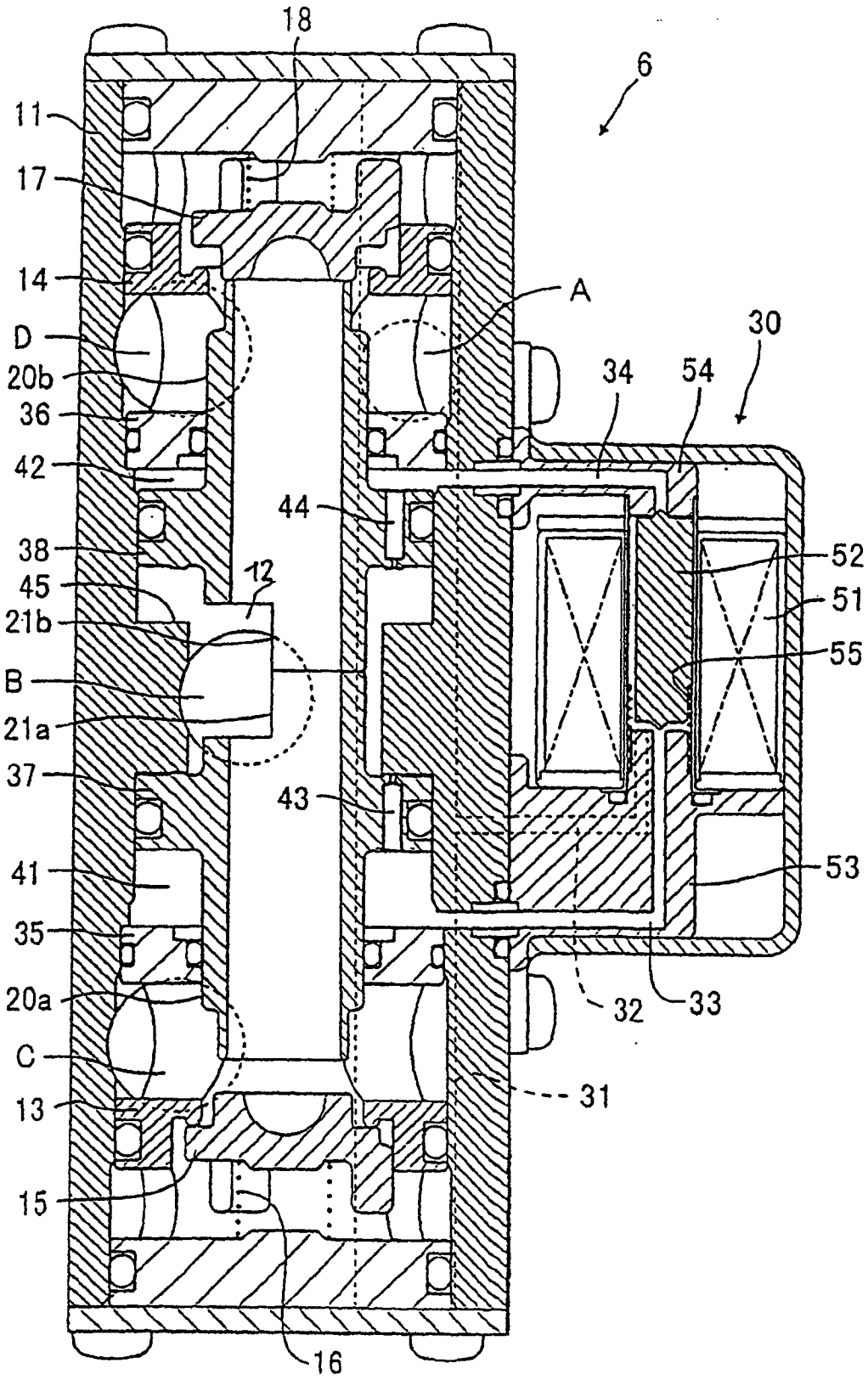

18
6
11
17
14
A
30
D
20b
34
54
36
42
44
38
52
12
45
51
21b
55
B
21a
37
43
41
53
35
20a
32
33
C
31
13
15
16

FIG.7

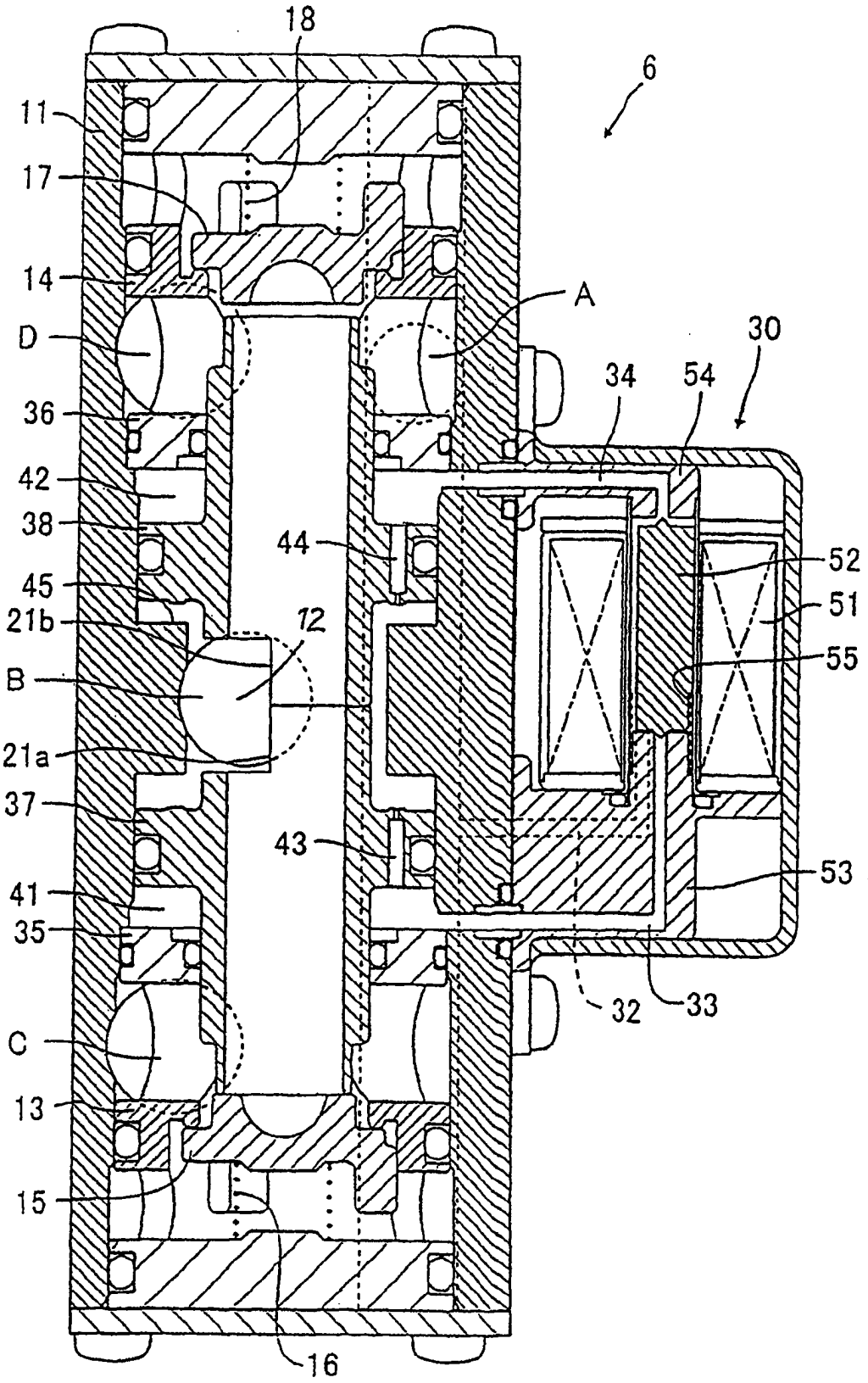

18
6
11
17
14
A
D
30
34
54
36
42
38
44
52
45
51
21b
12
55
B
21a
37
43
53
41
35
32
33
C
13
15
16

FIG.8

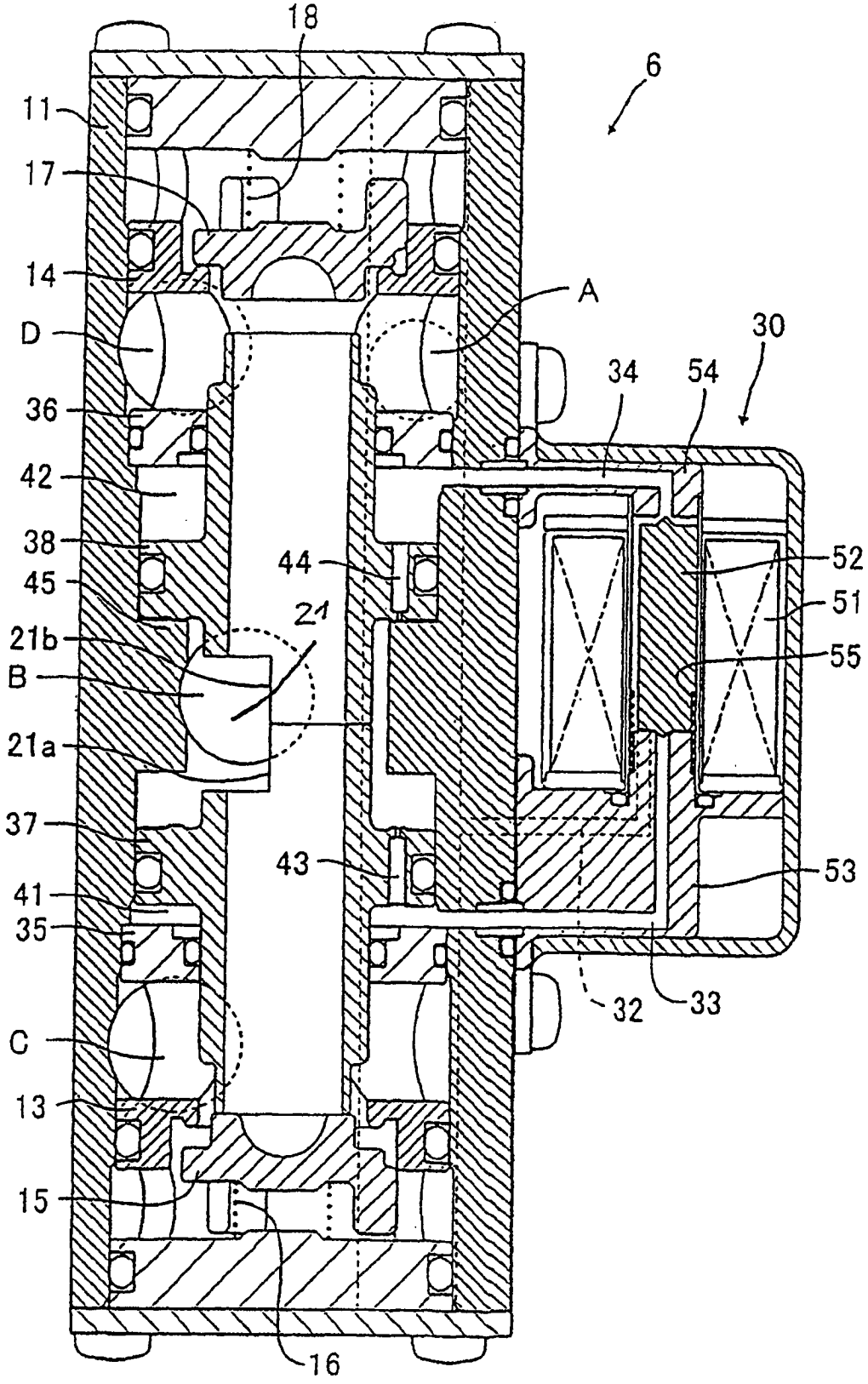

18
6
11
17
14
A
D
30
34
54
36
42
38
44
52
45
51
21
21b
55
B
21a
37
43
53
41
35
32
33
C
13
15
16

FIG.9

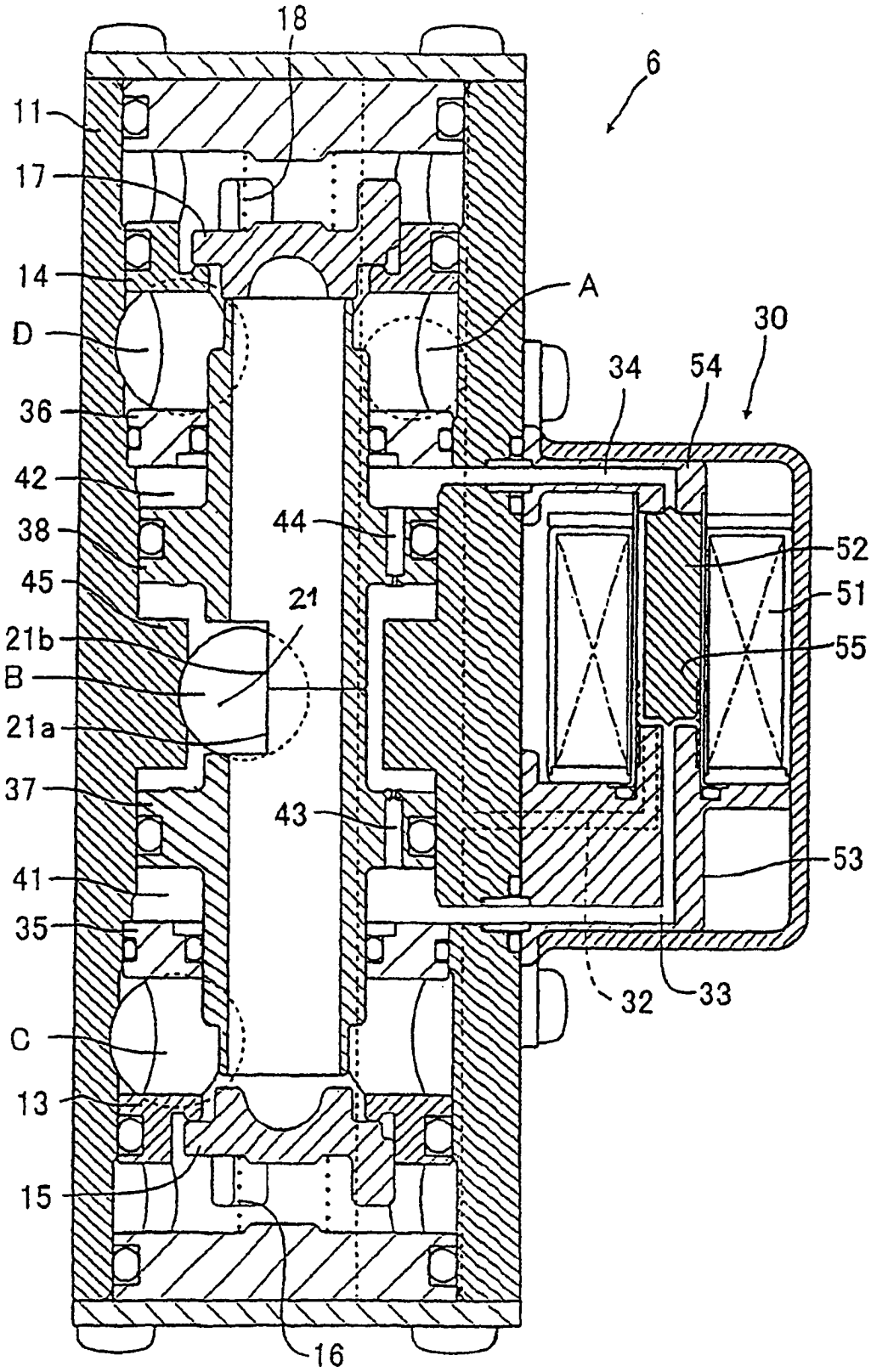

18
6
11
17
14
A
30
D
34
54
36
42
44
52
38
45
21
51
21b
55
B
21a
37
43
53
41
35
32
33
C
13
15
16

FIG.10

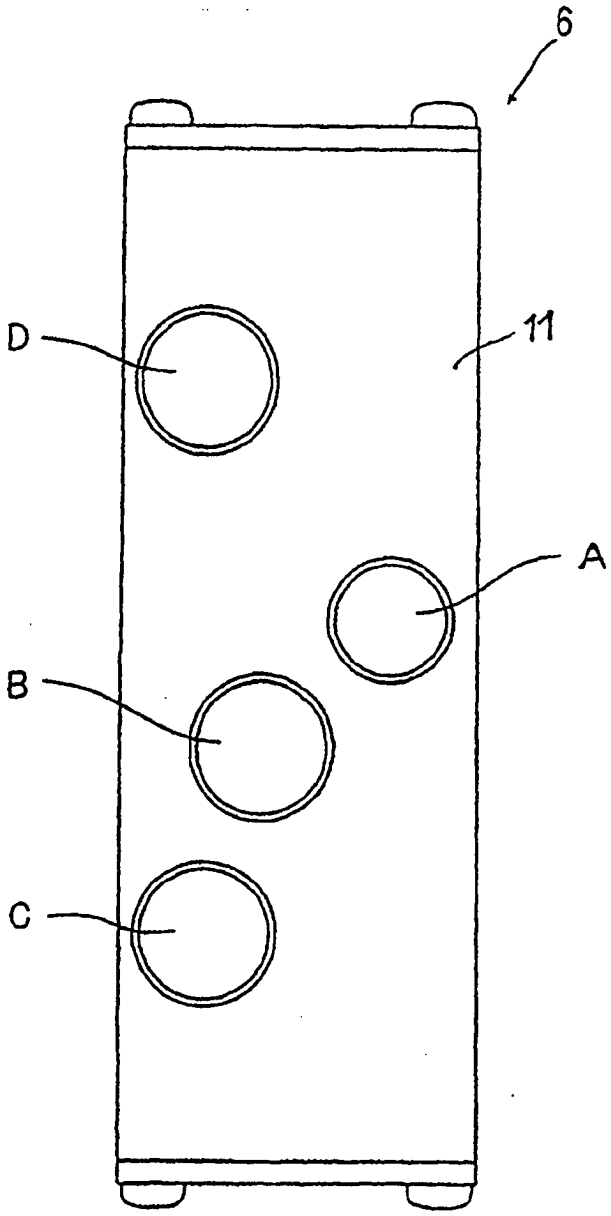


FIG.11

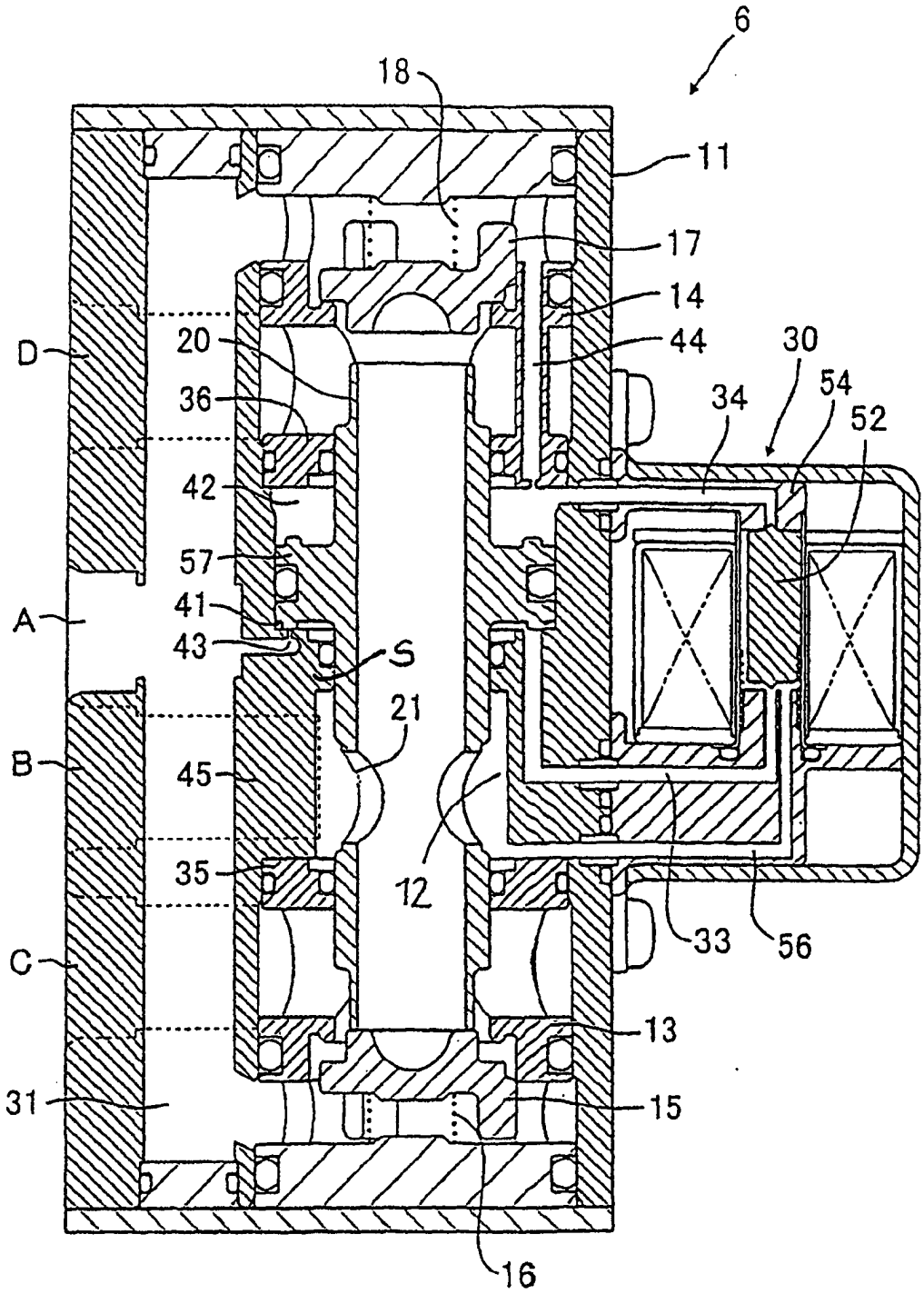

6
18
11
17
14
44
30
54
52
34
20
36
42
57
41
43
S
21
45
35
12
33
56
13
15
16
31
A
B
C
D

FIG.12

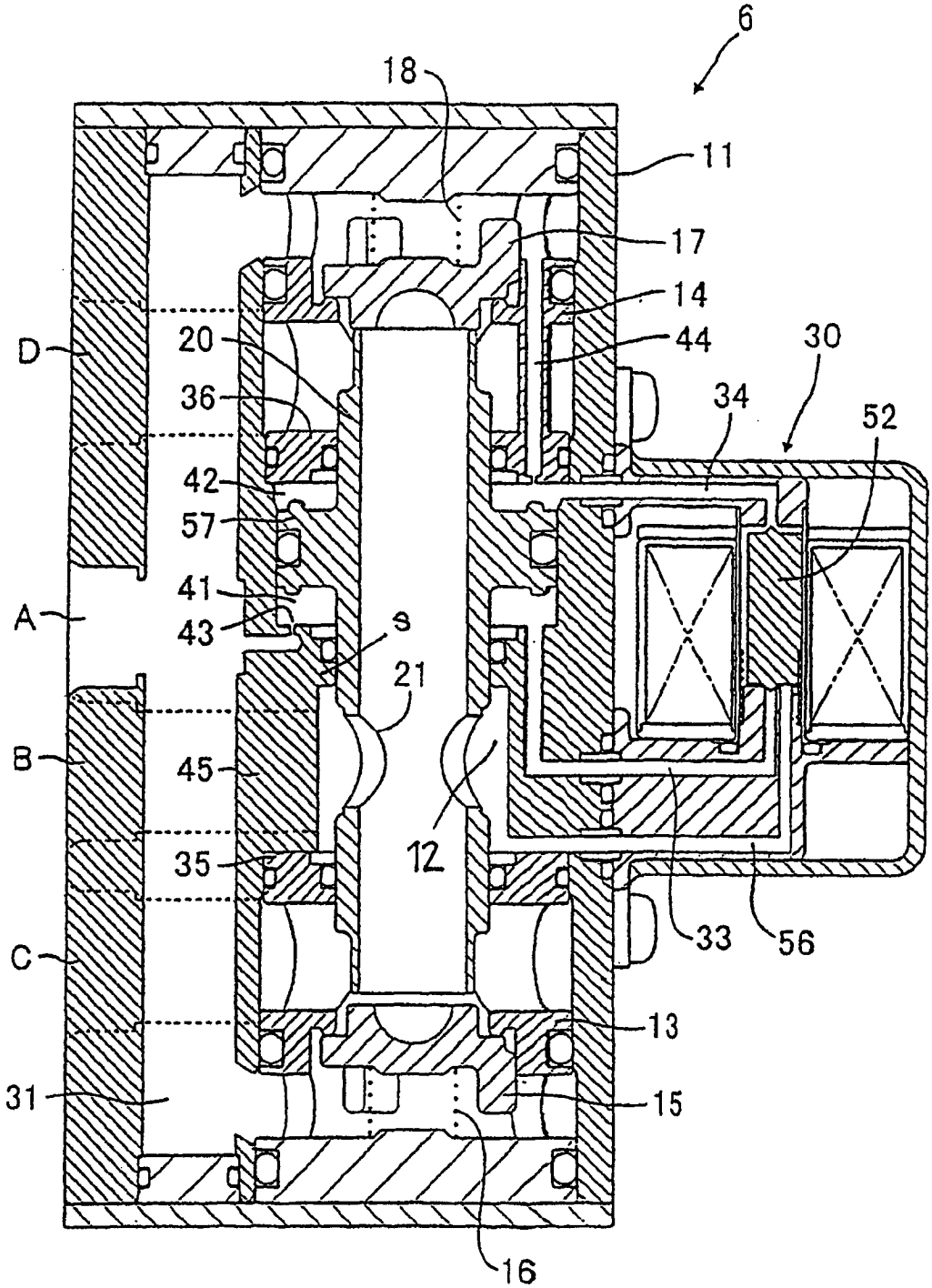

6
18
11
17
14
44
30
34
52
20
36
42
57
41
43
s
21
45
12
35
33
56
13
15
16
31
A
B
C
D

FIG.13

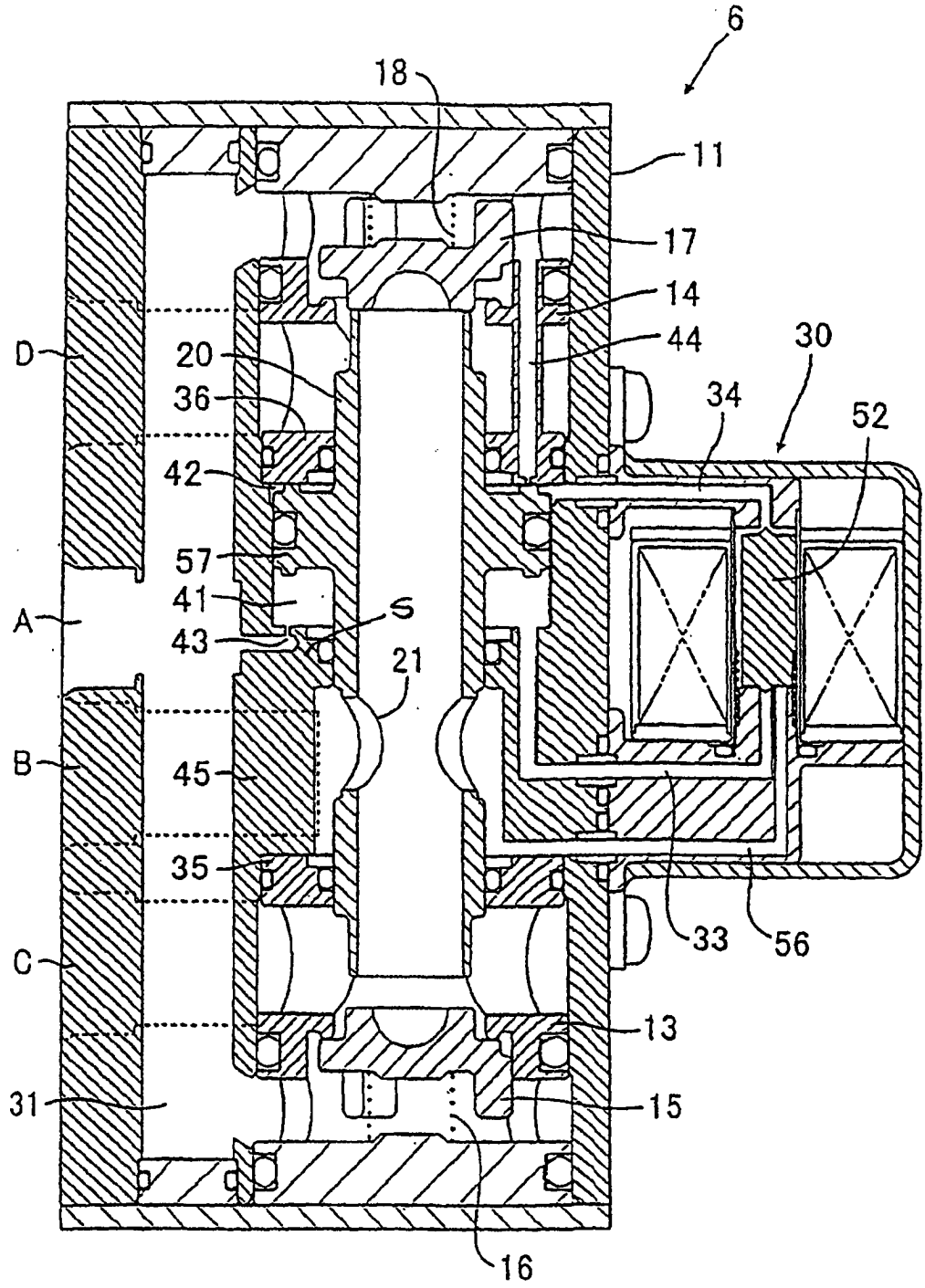
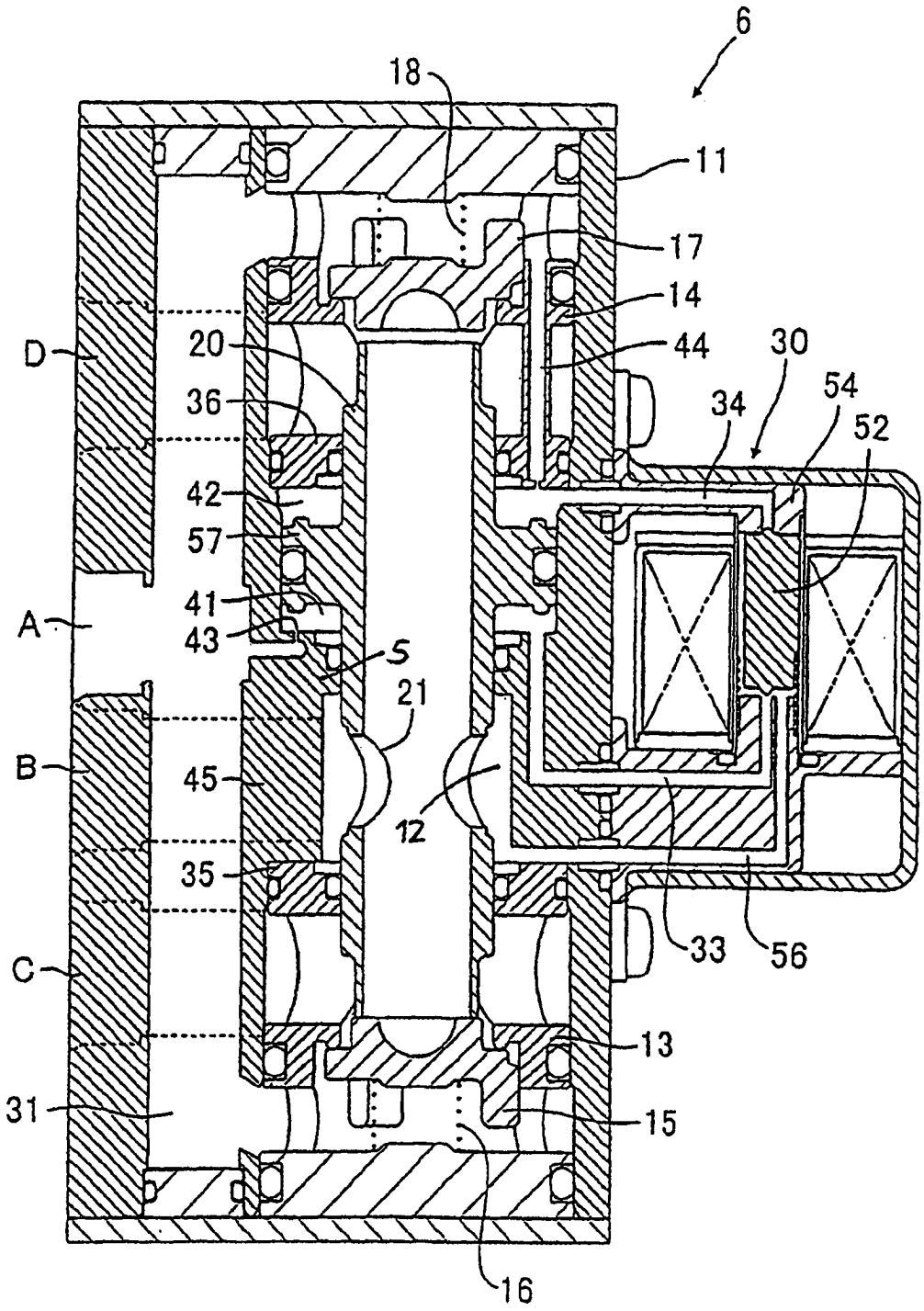

6
18
11
17
14
44
30
D
20
36
34
52
42
57
41
S
A
43
21
B
45
35
C
33
56
13
31
15
16

FIG.14


6
18
11
17
14
D
20
44
30
36
34
54
52
42
57
41
A
43
5
21
B
45
12
35
33
56
C
13
31
15
16