

(19)



(11)

EP 4 269 749 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

05.03.2025 Patentblatt 2025/10

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F01C 1/12^(2006.01) F01C 21/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22169723.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F01C 1/126; F01C 21/06; F04C 2210/227

(22) Anmeldetag: **25.04.2022**

(54) **DREHKOLBENMASCHINE UND IHRE VERWENDUNG**

ROTATING PISTON ENGINE AND ITS USE

MACHINE À PISTON ROTATIF ET SON UTILISATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(74) Vertreter: **dompatent von Kreisler Selting Werner**

-
**Partnerschaft von Patent- und Rechtsanwälten mbB
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

01.11.2023 Patentblatt 2023/44

(73) Patentinhaber: **Sterz, Gerard**

47647 Kerken (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A1- 3 808 982 DE-A1- 102013 112 024
JP-A- H0 367 087 JP-U- H0 717 978
US-A- 3 106 381**

(72) Erfinder: **Sterz, Gerard**

47647 Kerken (DE)

EP 4 269 749 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Drehkolbenmaschine und insbesondere eine Roots-Maschine. Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Reduktion eines unter Druck stehenden Gases und insbesondere eine Vorrichtung zum Entspannen eines unter Druck stehenden Gases durch Reduktion des Drucks unter Beibehaltung des Volumens des Gases zur Erzeugung mechanischer Energie unter Verwendung einer Drehkolbenmaschine, insbesondere einer Roots-Maschine. Ferner betrifft die Erfindung Anlagen mit einer derartigen Vorrichtung und insbesondere Anlagen, bei denen das unter Druck stehende Gas Wasserdampf sein kann.

[0002] In einer Vielzahl von industriellen Prozessen werden unter Druck stehende Gase eingesetzt. Ein Beispiel dafür ist ein Wasserdampfkreislauf mit Dampferzeuger, Druckreduktionsstation und die den Wasserdampf verarbeitende Einheit.

[0003] Sollen durch die Druckreduktionsstation große Druckreferenzen verarbeitet werden, bedient man sich typischerweise Turbomaschinen, die an verschiedenen Ausgängen Wasserdampf mit unterschiedlichen Drücken zur Verfügung stellen. Bei lediglich geringen Druckdifferenzen hingegen sind Turbomaschinen zu verwenden.

[0004] Aus ökologischen und ökonomischen Gründen ist es wünschenswert, auch geringere Gasdruckreduktionen zu nutzen, um bspw. mechanische Energie (und daraus eventuell Elektrizität) zu gewinnen.

[0005] Es ist bekannt, für die Entspannung eines unter Druck stehenden Gases zur Erzeugung mechanischer Energie Drehkolbenmaschinen einzusetzen. Eine solche Maschine ist in der Druckschrift DE 10 2013 112024 A1 beschrieben, die den Oberbegriff von Anspruch 1 offenbart. Derartige Drehkolbenmaschinen werden aber ebenso auch zur Verdichtung von Gasen eingesetzt.

[0006] Problematisch kann der Einsatz von Maschinen mit bewegbar gelagerten Teilen dann sein, wenn die Gase hohe Temperaturen von beispielsweise 150 °C aufweisen. Dann nämlich müssen die Lager für die bewegbaren Teile derartiger Maschinen vor Hitze geschützt werden. Dies ist aber nicht immer einfach zu realisieren und erhöht damit den Aufwand für die Herstellung derartiger Maschinen bzw. begrenzt ihren Einsatzbereich.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Drehkolbenmaschine zu schaffen, die sowohl für die Verdichtung als auch die Entspannung von Gasen mit hohen Temperaturen eingesetzt werden kann, wie es beispielsweise bei Wasserdampf der Fall ist.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe wird mit der Erfindung eine Drehkolbenmaschine vorgeschlagen, die versehen ist mit

- einem Gehäuse, das eine Rotorkammer mit einer Gaseinlassöffnung und einer Gasauslassöffnung aufweist,

- mindestens zwei Rotoren, von denen jeder eine Rotorwelle mit zwei gegenüberliegenden Axialenden und mit mindestens zwei radial abstehenden Rotorarmen aufweist, wobei die Rotorarme über den Umfang der Rotorwelle gleichmäßig verteilt angeordnet sind und die Rotorarme der Rotoren ineinander greifen und dabei gasdicht aneinanderliegen,
- wobei das Gehäuse zwei Gehäusestirnwände mit Lagern für die Axialenden der Rotorwellen und zwischen diesen eine die Rotoren umgebende Gehäuseumfangswand aufweist, in denen die Einlassöffnung und die Auslassöffnung angeordnet sind, wobei die Innenseite der Gehäuseumfangswand zwischen der Einlassöffnung und der Auslassöffnung zylindrisch ausgebildet ist und wobei sich die Rotorarme bei Rotation der Rotoren gasdicht an der Innenseite der Gehäuseumfangswand entlang bewegen,
- einem außerhalb der Rotorkammer angeordneten Synchrongetriebe zur synchronen Rotation jeweils ineinandergreifender Rotoren in entgegengesetzter Richtung,
- zwei Lager der Rotorwellen in den Gehäusestirnwänden vor Hitze des Gases schützende fluidgekühlte Hitzeschilde, die innerhalb der Rotorkammer innen an den Gehäusestirnwänden angeordnet sind.

[0009] Die erfindungsgemäße Drehkolbenmaschine weist mindestens zwei ineinandergreifende Rotoren auf, die innerhalb einer Rotorkammer des Gehäuses der Maschine angeordnet sind. Bei einer derartig aufgebauten Drehkolbenmaschine spricht man auch von einer Roots-Maschine, die typischerweise als Verdichter eingesetzt wird, aber ebenso gut auch zum Entspannen von Gasen genutzt werden kann, bei denen prozessbedingt kleinere Druckdifferenzen auftreten, die vorteilhafterweise unter Verwendung der erfindungsgemäßen Drehkolbenmaschine zur Erzeugung mechanischer Energie genutzt werden können.

[0010] Die drehbar in der Rotorkammer des Gehäuses angeordneten Rotoren weisen jeweils eine Rotorwelle mit zwei oder drei oder noch mehr radial abstehenden Rotorarmen auf. Die Rotorkammer des Gehäuses, in der die mindestens zwei Rotoren untergebracht sind, weist zylindrische Wandinnenseiten auf, an denen die Rotoren bei ihrer Drehung gasdicht entlangstreichen. Die Rotoren sind zwischen einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung des Gehäuses angeordnet. An zwei Gehäusestirnwänden befinden sich die Lager für die Rotorwellen, während die zylindrische Wandinnenseite an der Innenseite einer Gehäuseumfangswand zwischen den beiden Gehäusestirnwänden ausgebildet ist.

[0011] Erfindungsgemäß sind in der Rotorkammer des Gehäuses zwei Hitzeschilde angeordnet, die von innen an den Gehäusestirnwänden anliegen. Diese Hitzeschilde schützen die in den Gehäusestirnwänden ange-

ordneten Lager vor einer übermäßigen Erhitzung durch heiße Gase, die von der Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Energie genutzt werden. Derartig heiße Gase liegen zum Beispiel bei Wasserdampfkreisläufen vor, bei denen die Temperatur des Wasserdampfes 200° C und mehr betragen kann. Würde man die Vorrichtung ohne Hitzeschilde ausstatten, liefe man Gefahr, dass die Lager thermisch Schaden erleiden.

[0012] Mithilfe zumindest eines der beiden Hitzeschilde lässt sich darüber hinaus das typischerweise außerhalb der Rotorkammer angeordnete Synchrongetriebe vor Hitzeeinwirkungen schützen. Dieses Synchrongetriebe sorgt für eine jeweils gegensinnige gleiche Rotation benachbarter ineinandergreifender Rotoren.

[0013] Erfindungsgemäß ist das Hitzeschild fluid gekühlt, wobei als Kühlfluid bspw. das Kondensat eines Wasserdampfkreislaufs eingesetzt werden kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Kondensat als Sperrfluid und damit in gewisser Weise als Hitzeschild für die Kühlung der Wellendichtungen der Rotoren eingesetzt wird. Derartige Wellendichtungen sind im Stand der Technik bekannt; als Beispiel sei hier auf Labyrinth- oder Kühlring- oder Gleitring- oder Schwimmring- oder Stopfbuchsichtungen verwiesen .

[0014] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist jedes Hitzeschild dieses durchziehende Kühlkanäle auf, die sich zwischen einem eingangsseitigen Sammelkanal und einem ausgangsseitigen Sammelkanal erstrecken und deren Formgebung in untereinander zu gleichen hydraulischen Druckverhältnissen führt.

[0015] Die Hitzeschilde weisen Durchgangsöffnungen auf, durch die sich die Axialenden der Rotorwellen der Rotoren erstrecken. Vorteilhafterweise umgeben die Durchgangsöffnungen die Wellendichtungen der Rotorwellen. Die Kühlkanäle umgeben die Durchgangsöffnungen an zwei gegenüberliegenden Seiten und erstrecken sich zwischen dem eingangsseitigen Sammelkanal und ausgangsseitigen Sammelkanal. Durch eine entsprechende Kühlkanalführung wird dafür gesorgt, dass die Kühlkanäle sämtlich die gleiche Länge oder die gleichen hydraulischen Druckverhältnisse aufweisen.

[0016] Der Vorteil der Erfindung besteht in dem verhältnismäßig einfachen und störungsauffälligen Aufbau der Drehkolbenmaschine, die wesentlich einfacher konstruiert ist als bspw. eine Turbomaschine. Die erfindungsgemäße Drehkolbenmaschine verfügt bei kleinen Druckverhältnissen über relativ gute Wirkungsgrade, was bei einer Turbomaschine eher nicht der Fall ist. Die Drehzahl der Rotoren ist deutlich geringer als die Drehzahl des beschauften Läufers einer Turbomaschine, die darüber hinaus allein aufgrund ihrer Vielzahl von unterschiedlichen Stator- und Rotorschaukeln extrem aufwendig konstruiert ist. Durch die Hitzeschilde kann bspw. bei der Wahl der Drehlager für die Rotoren auf Standardkomponenten zurückgewiesen werden, da die Hitzeschilde diese Lager vor den hohen Gaseintrittstemperaturen schützen. Eine Kühlung der Lager erübrigt sich damit

bzw. der Einsatz kostenintensiverer weil temperaturbeständiger Materialien ist nicht erforderlich. Die Hitzeschilde schützen nicht nur die Lager und das Synchrongetriebe für die Rotoren sondern auch die Wellendichtungsgebiete. Insbesondere dann, wenn als Kühlfluid das prozessierte Medium (im Falle eines Dampfkreislaufs also das Wasser) eingesetzt werden kann, bedeutet dies einen weiteren Vorteil der erfindungsgemäßen Drehkolbenmaschine.

[0017] Die erfindungsgemäße Wälzkolbenmaschine (z.B. Drehkolbenmaschine und insbesondere Roots-Maschine) arbeitet isochor. Mit der Maschine werden geringe Druckdifferenzen genutzt, um mechanische Energie zu erzeugen. Andererseits kann unter Einbringung mechanischer Energie der Druck eines Mediums um geringe Druckdifferenzen angehoben werden. In beiden Fällen wird Wärmeenergie nicht genutzt, um bei der Entspannung mechanische Energie zu erzeugen bzw. bei der Kompression die Druckdifferenz zu realisieren.

[0018] Ein möglicher Einsatzbereich der erfindungsgemäßen Drehkolbenmaschine ist zu sehen in einer Vorrichtung zum Entspannen eines unter Druck stehenden Gases, insbesondere eines Wasserdampfes, durch Reduktion des Drucks unter Beibehaltung des Volumens des Gases zur Erzeugung mechanischer Energie vorgeschlagen, wobei die Vorrichtung versehen ist mit

- einem Gehäuse, das eine Rotorkammer mit einer Gaseinlassöffnung zum Einströmen von unter Druck stehendem Gas sowie eine Gasauslassöffnung zum Ausströmen von unter Beibehaltung seines Volumens und bezüglich seines Drucks reduziertem und damit entspanntem Gas aufweist,
- mindestens zwei Rotoren, von denen jeder eine Rotorwelle mit zwei gegenüberliegenden Axialenden und mit mindestens zwei radial abstehenden Rotorarmen aufweist, wobei die Rotorarme über den Umfang der Rotorwelle gleichmäßig verteilt angeordnet sind und die Rotorarme der Rotoren ineinander greifen und dabei gasdicht aneinanderliegen,
- wobei das Gehäuse zwei Gehäusestirnwände mit Lagern für die Axialenden der Rotorwellen und zwischen diesen eine die Rotoren umgebende Gehäuseumfangswand aufweist, in denen die Gaseinlassöffnung und die Gasauslassöffnung angeordnet sind, wobei die Innenseite der Gehäuseumfangswand zwischen der Gaseinlassöffnung und der Gasauslassöffnung und beidseitig der Gaseinlassöffnung und der Gasauslassöffnung zylindrisch ausgebildet ist und wobei sich die Rotorarme bei Rotation der Rotoren gasdicht an der Innenseite der Gehäuseumfangswand entlang bewegen,
- wobei jeder Rotor zwischen jeweils zwei seiner in Rotationsrichtung aufeinanderfolgenden Arme und der Innenseite der Gehäuseumfangswand ein Gasvolumen einschließt und dieses somit von der Gaseinlassöffnung zur Gasauslassöffnung überführbar ist,

- zwei die Lager der Rotorwellen in den Gehäuseseitirnwänden vor Hitze des Gases schützende fluidgekühlte Hitzeschilde, die innerhalb der Rotorkammer innen an den Gehäuseseitirnwänden angeordnet sind,
- wobei die Rotationsenergie mindestens einer der Rotorwellen die aus dem Entspannen des Gases resultierende mechanische Energie ist.

[0019] Die Rotationsenergie, die an der Rotorwelle mindestens eines der Rotoren zur Verfügung steht, kann zweckmäßigerweise zum Betrieb eines Generators zur Erzeugung von Elektrizität oder aber auch zum Betrieb einer mechanischen Anlage eingesetzt werden.

[0020] Alternativ lässt sich die erfindungsgemäße Drehkolbenmaschine für die Kompression heißer Gase einsetzen, indem die Rotorwelle eines der Rotoren durch eine Maschine, insbesondere eine elektrische Maschine, drehend angetrieben wird.

[0021] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann die Vorrichtung eingesetzt werden bei einer Wasserdampf erzeugenden und durch Wasserdampf zu betreibenden oder Wasserdampf verarbeitenden Anlage, die versehen ist mit

- einem Wasserdampferzeuger zur Erzeugung von Wasserdampf mit einem Druck, der höher ist als der Druck des Wasserdampfes zum Betreiben der Anlage oder des zu verarbeitenden Wasserdampfes,
- einer mit Wasserdampf zu betreibenden Einheit oder einer Wasserdampf verarbeitenden Einheit und
- einer Druckreduktionsstation zwischen dem Wasserdampferzeuger und der mit Wasserdampf zu betreibenden oder Wasserdampf verarbeitenden Einheit,
- wobei die zuvor genannten erfindungsgemäße Vorrichtung die Druckreduktionsstation bildet oder parallel zu dieser geschaltet ist.

[0022] Bei Parallelschaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Druckreduktionsstation der Anlage kann eine Absperrklappe vorgesehen sein, die schnell geschlossen werden kann, wenn der Druck des Wasserdampfes nicht durch ein Entspannen in der erfindungsgemäßen Vorrichtung reduziert werden kann bzw. darf, weil es bspw. die Sicherheit und der sichere Betrieb der Anlage so erfordert. In der Parallelschaltung zur Druckreduktionsstation kann auch noch ein Regelventil vorgesehen sein, wobei ein weiteres derartiges Regelventil auch Teil der Druckreduktionsstation sein kann.

[0023] Aber ganz allgemein kann die erfindungsgemäße Vorrichtung Teil einer mit unter Druck stehendem Gas zu betreibenden Anlage sein, die versehen ist mit

- einer Einheit, die mit dem unter Druck stehenden Gas zu betreiben ist oder dieses verarbeitet, und
- einer der Einheit vorgeschalteten Druckreduktions-

station zur Reduktion des unter Druck stehenden Gases auf einen für den Betrieb der oder für die Verarbeitung in der Einheit geeigneten Wert,

- wobei die zuvor genannten erfindungsgemäße Vorrichtung die Druckreduktionsstation bildet oder parallel zu dieser geschaltet ist.

[0024] Vorteilhafterweise kann es sich bei einer derartigen Anlage um einen Verdichter handeln, der verdichtetes Gas für bspw. den Betrieb eines Hochofens zur Verfügung stellt. Typischerweise werden hierbei als Verdichter Turboverdichter eingesetzt, die, was ebenfalls üblich ist, mit einer Pumpgrenzregelung betrieben werden. Sofern eine derartige Pumpgrenzregelung zu träge ist, besteht die Gefahr, dass der Verdichter seine Pumpgrenze überschreitet was zur Erzeugung mechanischer Stöße und Impulse nicht nur innerhalb des Verdichters sondern auch in den nachgeschalteten Anlagenkomponenten führt. Das wiederum kann Anlagenbeschädigungen nach sich ziehen.

[0025] Deshalb ist es bspw. im Rahmen einer Nachrüstung derartiger Anlagen zweckmäßig, den Eingangsdruck des Gases, mit dem dieses in den Verdichter gelangt, weiter zu reduzieren, was aus Sicherheitsgründen mitunter durch "Abblasen" von Gas erfolgt. Ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist es nun, statt dieses "Abblasens" die erfindungsgemäße Vorrichtung einzusetzen.

[0026] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht in dem verhältnismäßig einfachen und störnauffälligen Aufbau der Drehkolbenmaschine, die wesentlich einfacher konstruiert ist als bspw. eine Turbomaschine. Die erfindungsgemäße Vorrichtung verfügt bei kleinen Druckverhältnissen über relativ gute Wirkungsgrade, was bei einer Turbomaschine eher nicht der Fall ist. Die Drehzahl der Rotoren ist deutlich geringer als die Drehzahl des beschauelten Läufers einer Turbomaschine, die darüber hinaus allein aufgrund ihrer Vielzahl von unterschiedlichen Stator- und Rotorschaukeln extrem aufwendig konstruiert ist. Durch die Hitzeschilde kann bspw. bei der Wahl der Drehlager für die Rotoren auf Standardkomponenten zurückgewiesen werden, da die Hitzeschilde diese Lager vor den hohen Gaseintrittstemperaturen schützen. Eine Kühlung der Lager erübrigt sich damit bzw. der Einsatz kostenintensiverer weil temperaturbeständiger Materialien ist nicht erforderlich. Die Hitzeschilde schützen nicht nur die Lager und das Synchrongetriebe für die Rotoren sondern auch die Wellendichtungsbereiche. Insbesondere dann, wenn als Kühlfluid das prozessierte Medium (im Falle eines Dampfkreislaufs also das Wasser) eingesetzt werden kann, bedeutet dies einen weiteren Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Im Einzelnen zeigen dabei: Nach der Erfindung wird für die Entspannung des unter Druck stehenden Gases durch Reduktion des Drucks und unter Beibehaltung des Volumens des Gases eine

Drehkolbenmaschine eingesetzt, die mindestens zwei ineinandergreifende Rotoren aufweist, welche drehbar in einem Gehäuse gelagert sind. Die beiden Rotoren weisen jeweils eine Rotorwelle mit zwei oder drei oder noch mehr radial abstehenden Rotorarmen auf. Die Rotorkammer des Gehäuses, in der die mindestens zwei Rotoren untergebracht sind, weist zylindrische Wandinnenseiten auf, an denen die Rotoren bei ihrer Drehung gasdicht entlangstreichen. Die Rotoren sind zwischen einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung des Gehäuses angeordnet. An zwei Gehäusestirnwänden befinden sich die Lager für die Rotorwellen, während die zylindrische Wandinnenseite an der Innenseite einer Gehäuseumfangswand zwischen den beiden Gehäusestirnwänden ausgebildet ist.

[0028] Bei einer derartigen Drehkolbenmaschine spricht man auch von einer Roots-Maschine, die typischerweise als Verdichter eingesetzt wird. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich um eine isochore Maschine, d.h. um eine Maschine, die zwar den Druck des Gases reduziert, sein Volumen aber unverändert lässt.

[0029] Erfindungsgemäß sind in dem Gehäuse zwei Hitzeschilde angeordnet, die von Innen an den Gehäusestirnwänden anliegen. Diese Hitzeschilde schützen die in den Gehäusestirnwänden angeordneten Lager vor einer übermäßigen Erhitzung durch heiße Gase, die von der Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Energie genutzt werden. Derartig heiße Gase liegen zum Beispiel bei Wasserdampfkreisläufen vor, bei denen die Temperatur des Wasserdampfes 200° C und mehr betragen kann. Würde man die Vorrichtung ohne Hitzeschilde ausstatten, liefe man Gefahr, dass die Lager thermisch Schaden erleiden.

[0030] Mithilfe zumindest eines der beiden Hitzeschilde lässt sich darüber hinaus das typischerweise außerhalb der Rotorkammer angeordnete Synchrongetriebe vor Hitzeeinwirkungen schützen. Dieses Synchrongetriebe sorgt für eine jeweils gegensinnige gleiche Rotation benachbarter ineinandergreifender Rotoren.

[0031] Erfindungsgemäß ist das Hitzeschild fluid gekühlt, wobei als Kühlfliuid bspw. das Kondensat eines Wasserdampfkreislaufs eingesetzt werden kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Kondensat als Sperrfluid und damit in gewisser Weise als Hitzeschild für die Kühlung der Wellendichtungen der Rotoren eingesetzt wird. Derartige Wellendichtungen sind im Stand der Technik bekannt; als Beispiel sei hier eine Labyrinthdichtung genannt.

[0032] Die Rotationsenergie, die an der Rotorwelle mindestens eines der Rotoren zur Verfügung steht, kann zweckmäßigerweise zum Betrieb eines Generators zur Erzeugung von Elektrizität eingesetzt werden.

[0033] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist jedes Hitzeschild dieses durchziehende Kühlkanäle auf, die sich zwischen einem eingangsseitigen Sammelkanal und einem ausgangsseitigen Sammelkanal erstrecken und deren Formgebung in unter-

einander zu gleichen hydraulischen Druckverhältnissen führt.

[0034] Die Hitzeschilde weisen Durchgangsöffnungen auf, durch die sich die Axialenden der Rotorwellen der Rotoren erstrecken. Vorteilhafterweise umgeben die Durchgangsöffnungen die Wellendichtungen der Rotorwellen. Die Kühlkanäle umgeben die Durchgangsöffnungen an zwei gegenüberliegenden Seiten und erstrecken sich zwischen dem eingangsseitigen Sammelkanal und ausgangsseitigen Sammelkanal. Durch eine entsprechende Kühlkanalführung wird dafür gesorgt, dass die Kühlkanäle sämtlich die gleiche Länge oder die gleichen hydraulischen Druckverhältnisse aufweisen.

[0035] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann die Vorrichtung eingesetzt werden bei einer Wasserdampf erzeugenden und durch Wasserdampf zu betreibenden oder Wasserdampf verarbeitenden Anlage, die versehen ist mit

- 20 - einem Wasserdampferzeuger zur Erzeugung von Wasserdampf mit einem Druck, der höher ist als der Druck des Wasserdampfes zum Betreiben der Anlage oder des zu verarbeitenden Wasserdampfes,
- 25 - einer mit Wasserdampf zu betreibenden Einheit oder einer Wasserdampf verarbeitenden Einheit und
- einer Druckreduktionsstation zwischen dem Wasserdampferzeuger und der mit Wasserdampf zu betreibenden oder Wasserdampf verarbeitenden Einheit,
- 30 - wobei die zuvor genannten erfindungsgemäße Vorrichtung die Druckreduktionsstation bildet oder parallel zu dieser geschaltet ist.

[0036] Bei Parallelschaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Druckreduktionsstation der Anlage kann eine Absperrklappe vorgesehen sein, die schnell geschlossen werden kann, wenn der Druck des Wasserdampfes nicht durch ein Entspannen in der erfindungsgemäßen Vorrichtung reduziert werden kann bzw. darf, weil es bspw. die Sicherheit und der sichere Betrieb der Anlage so erfordert. In der Parallelschaltung zur Druckreduktionsstation kann auch noch ein Regelventil vorgesehen sein, wobei ein weiteres derartiges Regelventil auch Teil der Druckreduktionsstation sein kann.

[0037] Aber ganz allgemein kann die erfindungsgemäße Vorrichtung Teil einer mit unter Druck stehendem Gas zu betreibenden Anlage sein, die versehen ist mit

- 50 - einer Einheit, die mit dem unter Druck stehenden Gas zu betreiben ist oder dieses verarbeitet, und
- einer der Einheit vorgeschalteten Druckreduktionsstation zur Reduktion des unter Druck stehenden Gases auf einen für den Betrieb der oder für die Verarbeitung in der Einheit geeigneten Wert,
- 55 - wobei die zuvor genannten erfindungsgemäße Vorrichtung die Druckreduktionsstation bildet oder parallel zu dieser geschaltet ist.

[0038] Vorteilhafterweise kann es sich bei einer derartigen Anlage um einen Verdichter handeln, der verdichtetes Gas für bspw. den Betrieb eines Hochofens zur Verfügung stellt. Typischerweise werden hierbei als Verdichter Turboverdichter eingesetzt, die, was ebenfalls üblich ist, mit einer Pumpgrenzregelung betrieben werden. Sofern eine derartige Pumpgrenzregelung zu träge ist, besteht die Gefahr, dass der Verdichter seine Pumpgrenze überschreitet was zur Erzeugung mechanischer Stöße und Impulse nicht nur innerhalb des Verdichters sondern auch in den nachgeschalteten Anlagenkomponenten führt. Das wiederum kann Anlagenbeschädigungen nach sich ziehen.

[0039] Deshalb ist es bspw. im Rahmen einer Nachrüstung derartiger Anlagen zweckmäßig, den Eingangsdruck des Gases, mit dem dieses in den Verdichter gelangt, weiter zu reduzieren, was aus Sicherheitsgründen mitunter durch "Abblasen" von Gas erfolgt. Ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist es nun, statt dieses "Abblasens" die erfindungsgemäße Vorrichtung einzusetzen.

[0040] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Im Einzelnen zeigen dabei:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht auf ein Ausführungsbeispiel der Drehkolbenmaschine,

Fig. 2 einen Schnitt durch die Drehkolbenmaschine zur Verdeutlichung der Anordnung und des Ineinandergreifens zweier Rotoren der Drehkolbenmaschine,

Fig. 3 eine weitere Schnittansicht durch die Drehkolbenmaschine zur Verdeutlichung der Lager und deren Hitzeschutz durch die Hitzeschilde,

Fig. 4 eine Draufsicht auf eines der Hitzeschilde mit der Kühlkanalführung und

Fig. 5 ein Beispiel für einen Anwendungsfall der erfindungsgemäßen Drehkolbenmaschine, bei dem durch Entspannen eines unter Druck stehenden Gases, bei dem es sich um Wasserdampf handelt, und damit durch Reduktion des Drucks des Gases mechanische Energie erzeugt werden kann.

[0041] Fig. 1 zeigt schematisch eine Drehkolbenmaschine 10 als Roots-Maschine, die ein Gehäuse 12 mit einer Gaseinlassöffnung 14 und einer Gasauslassöffnung 16 aufweist. Zwischen beiden Öffnungen befindet sich eine Rotorkammer 18 (siehe Fig. 2). Das Gehäuse 12 weist eine mit den beiden Öffnungen versehene Gehäuseumfangswand 20 und zwei Gehäusestirnwände 22 auf. Angeflanscht an eine der beiden Gehäusestirnwände 22 ist eine Abdeckung 24 für ein Synchrongetriebe 26.

[0042] Eine erste Querschnittsansicht durch das Gehäuse 12 zeigt Fig. 2. In diesem Ausführungsbeispiel

befinden sich in der Rotorkammer 18 des Gehäuses 12 zwei Rotoren 28, die jeweils drei Rotorarme 30 aufweisen, welche ihrerseits radial und gleichmäßig über den Umfang verteilt von einer Rotorwelle 32 abstehen. Die Innenseite 34 der Gehäuseumfangswand 20 ist zylindrisch ausgeführt. Wie grundsätzlich bekannt bei Roots-Maschinen, dichten die ineinandergreifenden Rotoren zwischen sich gasdicht ab, was auch zur Innenseite 34 der Gehäuseumfangswand 20 der Fall ist. Hier sind typischerweise minimale Spiele vorgesehen, so dass die Rotoren 30 die Innenseite 34 der Gehäuseumfangswand 20 nicht direkt taktieren, sondern sich mit minimalem Abstand an ihr entlang bewegen.

[0043] In der zweiten Querschnittsansicht gemäß Fig. 3 ist unter anderem das Synchrongetriebe 26 zu erkennen. Die Wellen 32 der beiden Rotoren 28 sind drehbar an den Gehäusestirnwänden 22 gelagert, was in Fig. 3 bei 36 gezeigt ist. Zwischen der Rotorkammer 18 und den Drehlagern 36 befindet sich jeweils eine Wellendichtung 38, die beispielsweise als Labyrinthdichtung ausgeführt sein kann.

[0044] Zum Schutz der Drehlager 36 und auch des Synchrongetriebes 26 vor thermischen Einflüssen auf Grund heißer Gase, die die Drehkolbenmaschine 10 durchströmen, dienen zwei Hitzeschilde 40, die innerhalb der Rotorkammer 18 an der Innenseite der Gehäusestirnwände 22 angeordnet sind. Die beiden Hitzeschilde 40 weisen Durchgangsöffnungen 42 für die Wellen 32 der Rotoren 28 auf. Diese Hitzeschilde 40 sind durch ein Fluid gekühlt und schützen die Drehlager 36 und das Synchrongetriebe 26 vor Hitzeeinflüssen. In den Durchgangsöffnungen 42 (oder auch von der Rotorkammer 18 aus betrachtet dahinter) befinden sich die Wellendichtungen 38.

[0045] Eine Draufsicht auf die im Einbauzustand den Gehäusestirnwänden 22 zugewandten und an deren Innenseite anliegenden Kühlkanalseite 44 eines Hitzeschildes 40 zeigt Fig. 4. Die Kühlkanalseite 44 weist zwei Kühlmittel-Sammelkanäle 46, 48 auf, zwischen denen sich mehrere Kühlkanäle 50 befinden, die die beiden Sammelkanäle 46, 48 miteinander verbinden. Die Sammelkanäle 46, 48 sowie die Kühlkanäle 50 sind als Nuten in die Kühlkanalseite 44 des Hitzeschildes 40 eingearbeitet. Eine umlaufende Dichtung 51 dichtet die Kühlkanalseite 44 gegenüber der Innenseite der Gehäusestirnwand 22 ab. Die Ausbildung der Kühlkanäle 50 ist so gewählt, dass die hydraulischen Verhältnisse in sämtlichen Kühlkanälen 50 im Wesentlichen identisch sind.

[0046] Ein Anwendungsbeispiel der erfindungsgemäßen Drehkolbenmaschine 10 zur Gewinnung elektrischer Energie durch Ausnutzung geringer Differenzdrücke von Gasen, insbesondere von Wasserdampf, ist in Fig. 5 gezeigt. In dieser Figur ist ein Wasserdampfkreislauf 52 gezeigt, bei dem in einem Dampferzeuger 54 Wasserdampf mit dem Druck P1 erzeugt wird. Dieser Wasserdampf gelangt über ein Druckregelventil 56 zu einer den Wasserdampf verarbeitenden Einheit 58, in der sich der Wasserdampf entspannt und kondensiert. Das

Kondensat gelangt über die Kondensatleitung 60 zu einer Kesselspeisepumpe 64, die das Kondensat auf den Druckschrift P1 bringt und dem Dampferzeuger 54 zuführt.

[0047] Parallel zum Druckregelventil 56, bei dem es sich allgemeiner ausgedrückt um eine Druckreduktionsstation handelt, ist die erfindungsgemäße Drehkolbenmaschine 10 geschaltet, der ein weiteres Druckregelventil 66 vorgeschaltet sein kann und/oder zu der parallel auch noch ein Druckregelventil 68 geschaltet sein kann. Ferner ist eine Absperrklappe 70 vorgesehen, die geschlossen wird, wenn die für den Betrieb der Drehkolbenmaschine 10 erforderliche Druckreduktion des Wasserdampfs prozessbedingt nicht zur Verfügung steht. Die Drehkolbenmaschine 10 treibt einen Generator 72 an, um die Druckdifferenz des Wasserdampfs in elektrische Energie umzuwandeln.

[0048] Wie in Fig. 5 gezeigt, wird das Kondensat genutzt, um die Drehkolbenmaschine 10 bzw. die Hitzeschilde 40 der Drehkolbenmaschine 10 zu kühlen. Typischerweise werden auch die Wellendichtungen 38 gekühlt bzw. mit Sperrmedium versorgt. Auch zu diesem Zweck kann das Kondensat eingesetzt werden. Hierfür wird das Kondensat hinter der Kesselspeisepumpe 64 über eine Abzweigung 62 abgezweigt und den beiden Kühlplatten der Drehkolbenmaschine 10 zugeführt, um danach in die Kondensatleitung 60 zu gelangen. Sowohl vor als auch hinter den Hitzeschilden 40 können sich in der Abzweigung 62 Druckregelventile 74, 76 befinden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0049]

10	Drehkolbenmaschine
12	Gehäuse
14	Gaseinlassöffnung
16	Gasauslassöffnung
18	Rotorkammer
20	Gehäuseumfangswand
22	Gehäusestirnwand
24	Abdeckung
26	Synchrongetriebe
28	Rotor
30	Rotorarme
32	Rotorwelle
34	Innenseite der Gehäuseumfangswand
36	Drehlager
38	Wellendichtung
40	Hitzeschild
42	Durchgangsöffnung
44	Kühlkanalseite
46	Sammelkanal
48	Sammelkanal
50	Kühlkanal
51	Dichtung
52	Wasserdampfkreislauf

54	Dampferzeuger
56	Regelventil
58	wasserdampfverarbeitende Einheit
60	Kondensatleitung
5	62 Abzweigung
64	Kesselspeisepumpe
66	Druckregelventil
68	Druckregelventil
70	Absperrklappe
10	72 Generator
74	Druckregelventil
76	Druckregelventil

Patentansprüche

- 15 1. Drehkolbenmaschine mit
- einem Gehäuse (12), das eine Rotorkammer (18) mit einer Gaseinlassöffnung (14) und einer Gasauslassöffnung (16) aufweist,
 - mindestens zwei Rotoren (28), von denen jeder eine Rotorwelle (32) mit zwei gegenüberliegenden Axialenden und mit mindestens zwei radial abstehenden Rotorarmen (30) aufweist, wobei die Rotorarme (30) über den Umfang der Rotorwelle (32) gleichmäßig verteilt angeordnet sind und die Rotorarme (30) der Rotoren (28) ineinander greifen und dabei gasdicht aneinanderliegen,
 - wobei das Gehäuse(12) zwei Gehäusestirnwände (22) mit Lagern (36) für die Axialenden der Rotorwellen (32) und zwischen diesen eine die Rotoren (28) umgebende Gehäuseumfangswand (20) aufweist, in der die Gaseinlassöffnung (14) und die Gasauslassöffnung (16) angeordnet sind, wobei die Innenseite (34) der Gehäuseumfangswand (20) zwischen der Gaseinlassöffnung (14) und der Gasauslassöffnung (16) und beidseitig der Gaseinlassöffnung (14) und der Gasauslassöffnung (16) zylindrisch ausgebildet ist und wobei sich die Rotorarme (30) bei Rotation der Rotoren (28) gasdicht an der Innenseite (34) der Gehäuseumfangswand (22) entlang bewegen,
 - einem außerhalb der Rotorkammer (18) angeordneten Synchrongetriebe (26) zur synchronen Rotation jeweils ineinandergreifender Rotoren (28) in zueinander entgegengesetzter Richtung, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - zwei die Lager (36) der Rotorwellen (32) in den Gehäusestirnwänden (22) vor Hitze des Gases schützende fluidgekühlte Hitzeschilder (40), die innerhalb der Rotorkammer (18) innen an den Gehäusestirnwänden (22) angeordnet sind.
- 55 2. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Hitzeschild (40) dieses durchziehende Kühlkanäle (50) aufweist, die

- sich zwischen einem eingangsseitigen Sammelkanal (46) und einem ausgangsseitigen Sammelkanal (48) erstrecken und deren Formgebung in untereinander zu gleichen hydraulischen Druckverhältnissen führt.
- 5
3. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Hitzeschild (40) pro Rotor (28) eine Durchgangsöffnung (42) für ein Axialende der Rotorwelle (32) des betreffenden Rotors (28) aufweist, dass der eingangsseitige Sammelkanal (46) und der ausgangsseitige Sammelkanal (48) auf jeweils gegenüberliegenden Seiten der Durchgangsöffnungen (42) angeordnet sind und dass die Kühlkanäle (50) um die Durchgangsöffnungen (42) herum verlaufen.
- 10
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lager (36) für die Axialenden der Rotorwellen (32) der Rotoren (28) mit Labyrinth- oder Kühtring- oder Gleitring- oder Schwimmring- oder Stopfbuchsichtungen (38) versehen sind.
- 15
5. Verwendung einer Drehkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zur Kompensation eines Gases, indem die Rotorwelle (32) eines der Rotoren (28) durch eine Maschine, insbesondere durch eine elektrische Maschine, drehend angetrieben wird.
- 20
6. Verwendung einer Drehkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zur Erzeugung mechanischer Energie durch Entspannen eines unter Druck stehenden Gases, insbesondere eines unter Druck stehenden Wasserdampfes, indem das Gas durch die Gaseintrittsöffnung (14) in die Rotorkammer (18) gelangt und jeder Rotor (28) zwischen jeweils zwei seiner in Rotationsrichtung aufeinanderfolgenden Rotorarme (30) und der Innenseite (34) der Gehäuseumfangswand (20) ein Gasvolumen einschließt und dieses somit von der Gaseinlassöffnung (14) zur Gasauslassöffnung (16) überführt wird, wobei die Rotationsenergie mindestens einer der Rotorwellen (32) die aus dem Entspannen des Gases resultierende mechanische Energie ist.
- 25
7. Verwendung einer Drehkolbenmaschine nach Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** einen Generator (72) zur Erzeugung von Elektrizität aus mechanischer Energie, wobei der Generator (72) in Wirkverbindung mit mindestens einer der Rotorwellen steht.
- 30
8. Wasserdampf erzeugende und durch Wasserdampf zu betreibende oder Wasserdampf verarbeitende Anlage mit,
- 35
- einem Wasserdampferzeuger (54) zur Erzeugung von Wasserdampf mit einem Druck, der höher ist als der Druck des Wasserdampfes zum Betreiben der Anlage oder des zu verarbeitenden Wasserdampfes,
- 40
- einer mit Wasserdampf zu betreibenden Einheit (58) oder einer Wasserdampf verarbeitenden Einheit (58),
- 45
- einer Druckreduktionsstation (56) zwischen dem Wasserdampferzeuger (54) und der mit Wasserdampf zu betreibenden oder Wasserdampf verarbeitenden Einheit (58) und
- 50
- einer Drehkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die die Druckreduktionsstation bildet oder parallel zu der Druckreduktionsstation (56) geschaltet ist.
9. Mit unter Druck stehendem Gas zu betreibende Anlage mit
- 55
- einer Einheit (58), die mit dem unter Druck stehenden Gas zu betreiben ist oder dieses verarbeitet,
- einer der Einheit (58) vorgeschalteten Druckreduktionsstation (56) zur Reduktion des unter Druck stehenden Gases auf einen für den Betrieb der oder für die Verarbeitung in der Einheit (58) geeigneten Wert und
- einer Drehkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die die Druckreduktionsstation bildet oder parallel zu der Druckreduktionsstation (56) geschaltet ist.
10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit dem Gas zu betreibende oder das Gas verarbeitende Einheit (58) einen Verdichter aufweist.
11. Anlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit dem Gas zu betreibende oder das Gas verarbeitende Einheit (58) einen Hochofen aufweist, dem von dem Verdichter verdichtetes Gas zuführbar ist.
- Claims**
1. A rotating piston engine comprising
- a housing (12) having a rotor chamber (18) with a gas inlet opening (14) and a gas outlet opening (16),
- at least two rotors (28), each of which has a rotor shaft (32) with two opposite axial ends and with at least two radially protruding rotor arms (30), wherein the rotor arms (30) are arranged to be evenly distributed across the circumference of the rotor shaft (32), and the rotor arms (30) of the rotors (28) engage with each other and in doing so rest against each other in a gas-tight

- manner,
- wherein the housing (12) comprises two housing end walls (22) with bearings (36) for the axial ends of the rotor shaft (32) and a housing circumferential wall (20) therebetween surrounding the rotors (28), in which the gas inlet opening (14) and the gas outlet opening (16) are arranged, wherein the inside (34) of the housing circumferential wall (20) is cylindrically formed between the gas inlet opening (14) and the gas outlet opening (16) and on both sides of the gas inlet opening (14) and the gas outlet opening (16), and wherein the rotor arms (30) move along the inside (34) of the housing circumferential wall (22) in a gas-tight manner when the rotors (28) are rotating,
 - a synchromesh gear (26) arranged outside the rotor chamber (18) for synchronous rotation of intermeshing rotors (28) in opposite directions,
 - **characterized by** two fluid-cooled heat shields (40) protecting the bearings (36) of the rotor shafts (32) in the housing end walls (22) from heat of the gas, and arranged within the rotor chamber (18) inside on the housing end walls (22).
2. The rotating piston engine according to claim 1, **characterized in that** each heat shield (40) comprises cooling channels (50) passing therethrough, which extend between an input side related collecting channel (46) and an output side related collecting channel (48) and whose design leads to the same hydraulic pressure ratios between them.
 3. The rotating piston engine according to claim 2, **characterized in that** each head shield (40) comprises one passage opening (42) per rotor (28) for an axial end of the rotor shaft (32) of the respective rotor (28), that the input side related collecting channel (46) and the output side related collecting channel (48) are each arranged on opposite sides of the passage opening (42), and that the cooling channels (50) extend around the passage openings (42).
 4. The device according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the bearings (36) for the axial ends of the rotor shafts (32) of the rotors (28) are provided with labyrinth seals, or cooling ring seals, or mechanical seals, or floating seals, or stuffing box seals (38).
 5. Use of a rotating piston engine according to any one of claims 1 to 4 for compensation of a gas by driving the rotor shaft (32) of one of the rotors (28) by a machine, in particular by an electric machine, in a rotating manner.
 6. Use of a rotating piston engine according to any one of claims 1 to 4 for generating mechanical energy by expanding a pressurized gas, in particular pressurized water vapor, by the gas entering the rotor chamber (18) through the gas inlet opening (14) and each rotor (28) enclosing a gas volume between respectively two of its consecutive rotor arms (30) in the direction of rotation and the inside (34) of the housing circumferential wall (20), and the gas volume is thus transferred from the gas inlet opening (14) to the gas outlet opening (16), wherein the rotation energy of at least one rotor shaft (32) is the mechanical energy resulting from the expansion of the gas.
 7. Use of a rotating piston engine according to claim 6, **characterized by** a generator (72) for generating electricity from mechanical energy, wherein the generator (72) is in operative connection with at least one of the rotor shafts.
 8. An installation generating water vapor and operated by water vapor or processing water vapor, comprising
 - a water vapor generator (54) for generating water vapor with a pressure higher than the pressure of the water vapor for operating the installation or the water vapor to be processed,
 - a unit (58) to be operated with water vapor or a unit (58) processing water vapor,
 - a pressure reduction station (56) between the water vapor generator (54) and the unit (58) to be operated with water vapor or processing water vapor, and
 - a rotating piston engine according to any one of claims 1 to 4, which forms the pressure reduction station or is connected in parallel to the pressure reduction station (56).
 9. An installation to be operated with pressurized gas, comprising
 - a unit (58) to be operated with the pressurized gas or processing the pressurized gas,
 - a pressure reduction station (56) upstream the unit (58) for reducing the pressurized gas to a value suitable for operating the or for processing in the unit (58), and
 - a rotating piston engine according to any one of claims 1 to 4, which forms the pressure reduction station or is connected in parallel to the pressure reduction station (56).
 10. The installation according to claim 9, **characterized in that** the unit (58) to be operated with gas or processing the gas comprises a compressor.
 11. The installation according to claim 10, **characterized in that** the unit (58) to be operated with gas or

processing gas comprises a furnace adapted to be supplied with gas compressed by the compressor.

côté entrée (46) et un canal collecteur côté sortie (48) et leur forme conduit à des rapports de pression hydraulique égaux entre eux.

Revendications

1. Machine à piston rotatif comportant

- un boîtier (12) qui présente une chambre de rotor (18) comportant une ouverture d'entrée de gaz (14) et une ouverture de sortie de gaz (16),
- au moins deux rotors (28), dont chacun présente un arbre de rotor (32) comportant deux extrémités axiales opposées et comportant au moins deux bras de rotor (30) faisant saillie radialement, dans laquelle les bras de rotor (30) sont disposés de manière à être répartis uniformément sur la périphérie de l'arbre de rotor (32) et les bras de rotor (30) des rotors (28) viennent en prise les uns dans les autres et s'appuient ainsi les uns contre les autres de manière étanche aux gaz,

- dans laquelle le boîtier (12) présente deux parois frontales de boîtier (22) comportant des paliers (36) pour les extrémités axiales des arbres de rotor (32) et, entre celles-ci, une paroi périphérique de boîtier (20) entourant les rotors (28) et dans laquelle l'ouverture d'entrée de gaz (14) et l'ouverture de sortie de gaz (16) sont disposées, dans laquelle la face intérieure (34) de la paroi périphérique de boîtier (20) est réalisée sous forme cylindrique entre l'ouverture d'entrée de gaz (14) et l'ouverture de sortie de gaz (16) et des deux côtés de l'ouverture d'entrée de gaz (14) et de l'ouverture de sortie de gaz (16), et dans laquelle les bras de rotor (30) se déplacent de manière étanche aux gaz le long de la face intérieure (34) de la paroi périphérique de boîtier (22) lors de la rotation des rotors (28),

- un engrenage synchrone (26) disposé à l'extérieur de la chambre de rotor (18) pour la rotation synchrone de rotors (28) respectivement en prise les uns dans les autres dans des directions opposées, **caractérisée en ce que**

- deux boucliers thermiques (40) refroidis par fluide et protégeant les paliers (36) des arbres de rotor (32) dans les parois frontales de boîtier (22) de la chaleur du gaz, lesquels boucliers thermiques sont disposés à l'intérieur de la chambre de rotor (18) à l'intérieur des parois frontales de boîtier (22).

2. Machine à piston rotatif selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**

chaque bouclier thermique (40) présente des canaux de refroidissement (50) qui le traversent, lesquels canaux s'étendent entre un canal collecteur

5 3. Machine à piston rotatif selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** chaque bouclier thermique (40) présente, par rotor (28), une ouverture de passage (42) pour une extrémité axiale de l'arbre de rotor (32) du rotor (28) concerné, **en ce que** le canal collecteur côté entrée (46) et le canal collecteur côté sortie (48) sont disposés sur des côtés respectivement opposés des ouvertures de passage (42) **et en ce que** les canaux de refroidissement (50) s'étendent autour des ouvertures de passage (42).

10 4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les paliers (36) pour les extrémités axiales des arbres de rotor (32) des rotors (28) sont pourvus de joints d'étanchéité (38) à labyrinthe ou à bague de refroidissement ou à bague de glissement ou à bague flottante ou à presse-étoupe.

15 5. Utilisation d'une machine à piston rotatif selon l'une des revendications 1 à 4 pour la compensation d'un gaz par le fait que l'arbre de rotor (32) de l'un des rotors (28) est entraîné en rotation par une machine, en particulier par une machine électrique.

20 6. Utilisation d'une machine à piston rotatif selon l'une des revendications 1 à 4 pour la production d'énergie mécanique par détente d'un gaz sous pression, en particulier de vapeur d'eau sous pression par le fait que le gaz entre dans la chambre de rotor (18) par l'ouverture d'entrée de gaz (14) et que chaque rotor (28) enferme un volume de gaz entre respectivement deux de ses bras de rotor (30) se succédant dans le sens de rotation et la face interne (34) de la paroi périphérique de boîtier (20) et que ledit gaz est ainsi transféré de l'ouverture d'entrée de gaz (14) à l'ouverture de sortie de gaz (16), dans laquelle l'énergie de rotation d'au moins l'un des arbres de rotor (32) est l'énergie mécanique résultant de la détente du gaz.

25 7. Utilisation d'une machine à piston rotatif selon la revendication 6, **caractérisée par** un générateur (72) pour la production d'électricité à partir d'énergie mécanique, dans laquelle le générateur (72) est en liaison active avec au moins l'un des arbres de rotor.

30 8. Installation produisant de la vapeur d'eau et fonctionnant à la vapeur d'eau ou traitant de la vapeur d'eau comportant

35 40 45 50 55 - un générateur de vapeur d'eau (54) pour la production de vapeur d'eau à une pression supérieure à la pression de la vapeur d'eau pour faire fonctionner l'installation ou de la vapeur

d'eau à traiter,

- une unité (58) à faire fonctionner avec de la vapeur d'eau ou une unité (58) traitant de la vapeur d'eau,

- une station de réduction de pression (56) entre le générateur de vapeur d'eau (54) et l'unité (58) à faire fonctionner avec de la vapeur d'eau ou traitant de la vapeur d'eau et

- une machine à piston rotatif selon l'une des revendications 1 à 4 qui forme la station de réduction de pression ou qui est montée en parallèle avec la station de réduction de pression (56).

9. Installation fonctionnant au gaz sous pression comportant

- une unité (58) qui doit fonctionner avec le gaz sous pression ou qui le traite,

- une station de réduction de pression (56) montée en amont de l'unité (58) pour la réduction du gaz sous pression à une valeur appropriée pour le fonctionnement de l'unité (58) ou pour son traitement dans l'unité, et

- une machine à piston rotatif selon l'une des revendications 1 à 4 qui forme la station de réduction de pression ou qui est montée en parallèle avec la station de réduction de pression (56).

10. Installation selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** l'unité (58) à faire fonctionner avec le gaz ou traitant le gaz présente un compresseur.

11. Installation selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** l'unité (58) à faire fonctionner avec le gaz ou traitant le gaz présente un haut fourneau auquel le gaz comprimé par le compresseur peut être amené.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

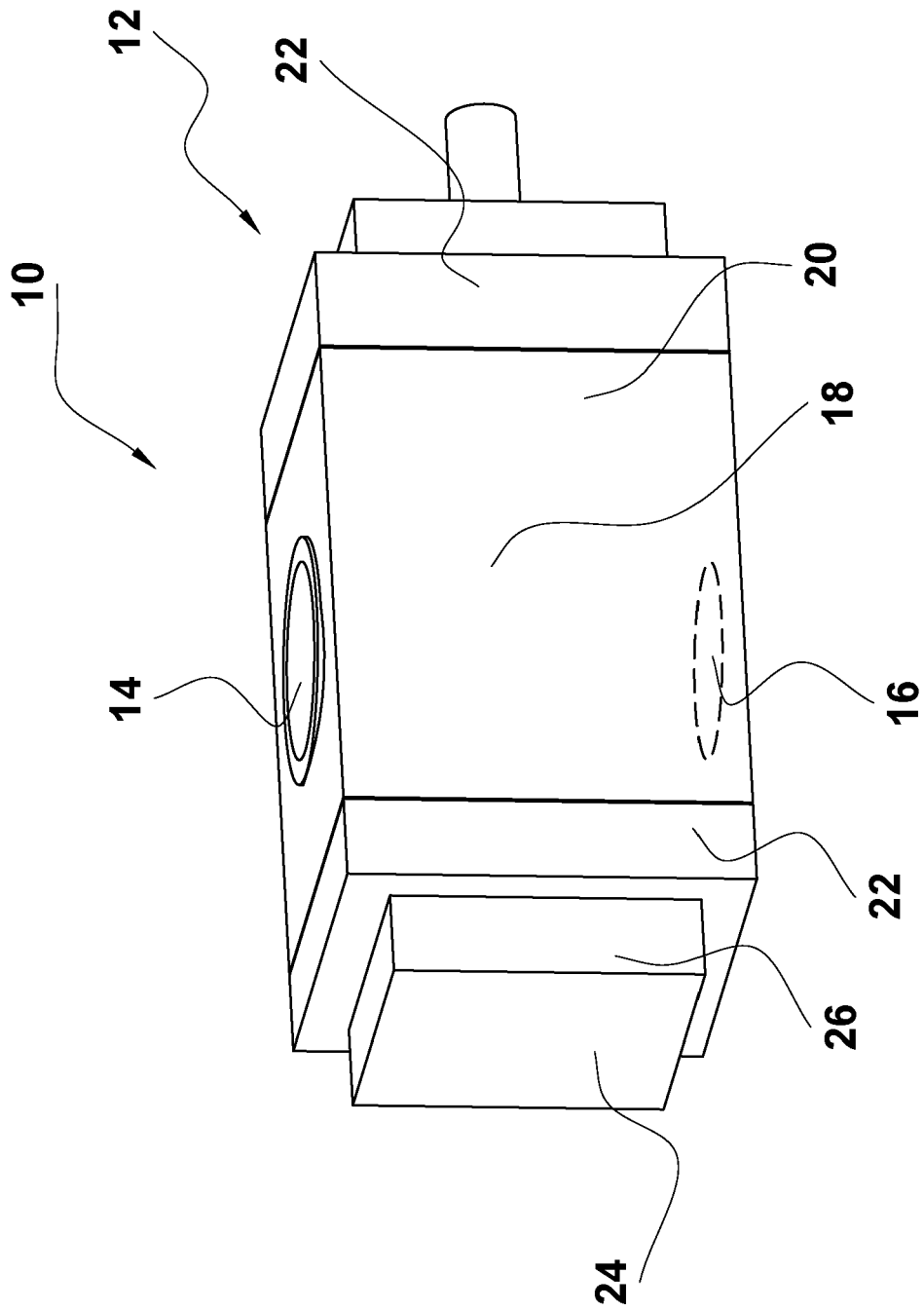


FIG. 1

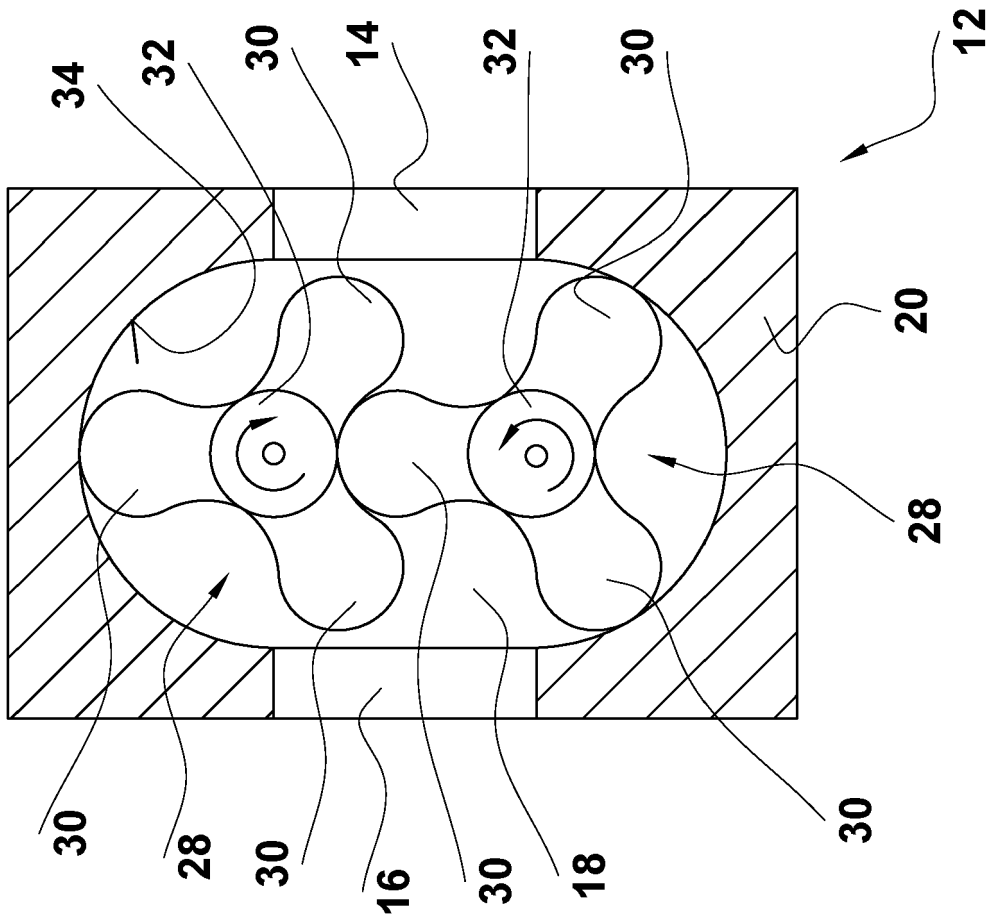


FIG. 2

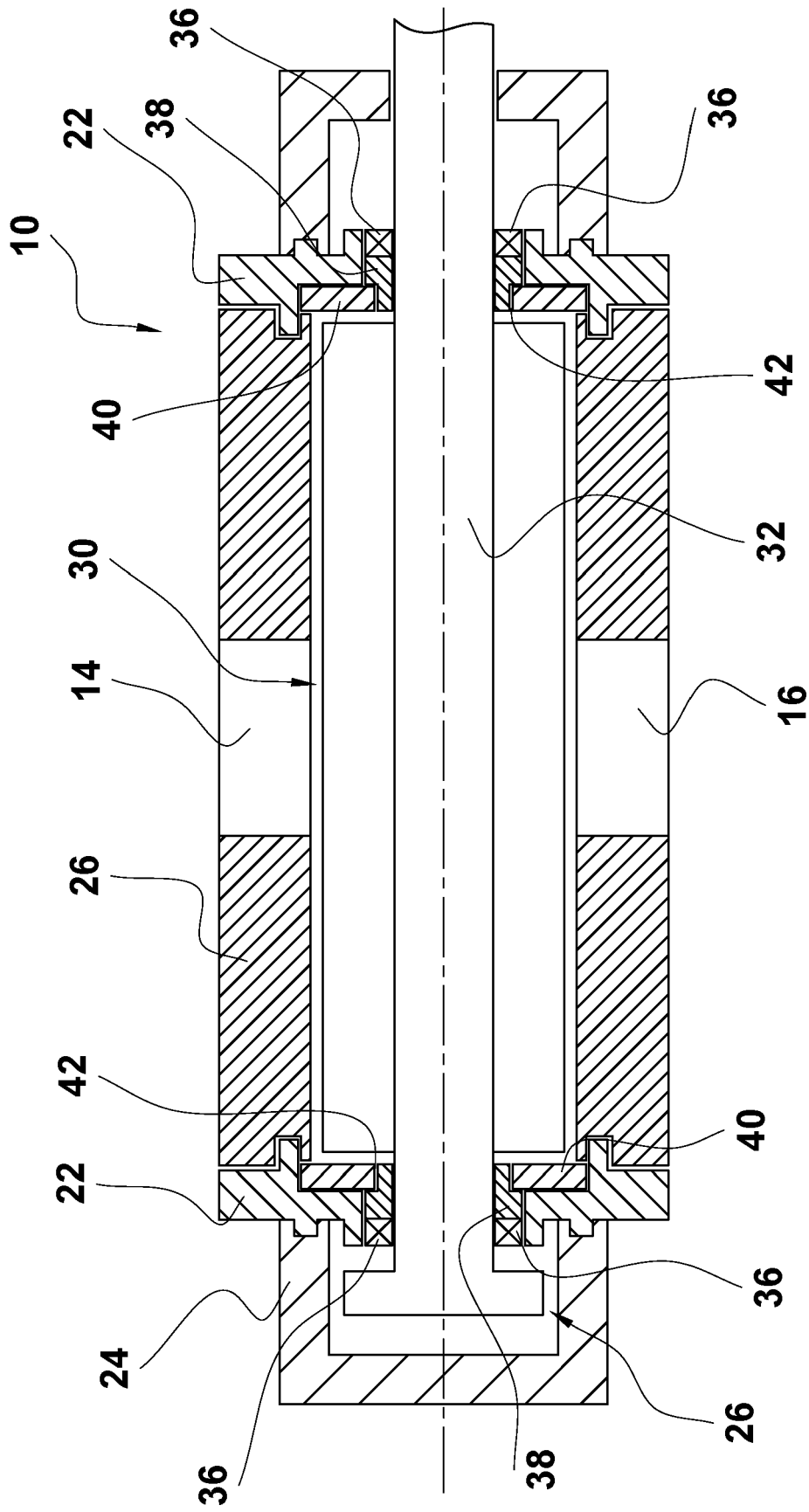


FIG. 3

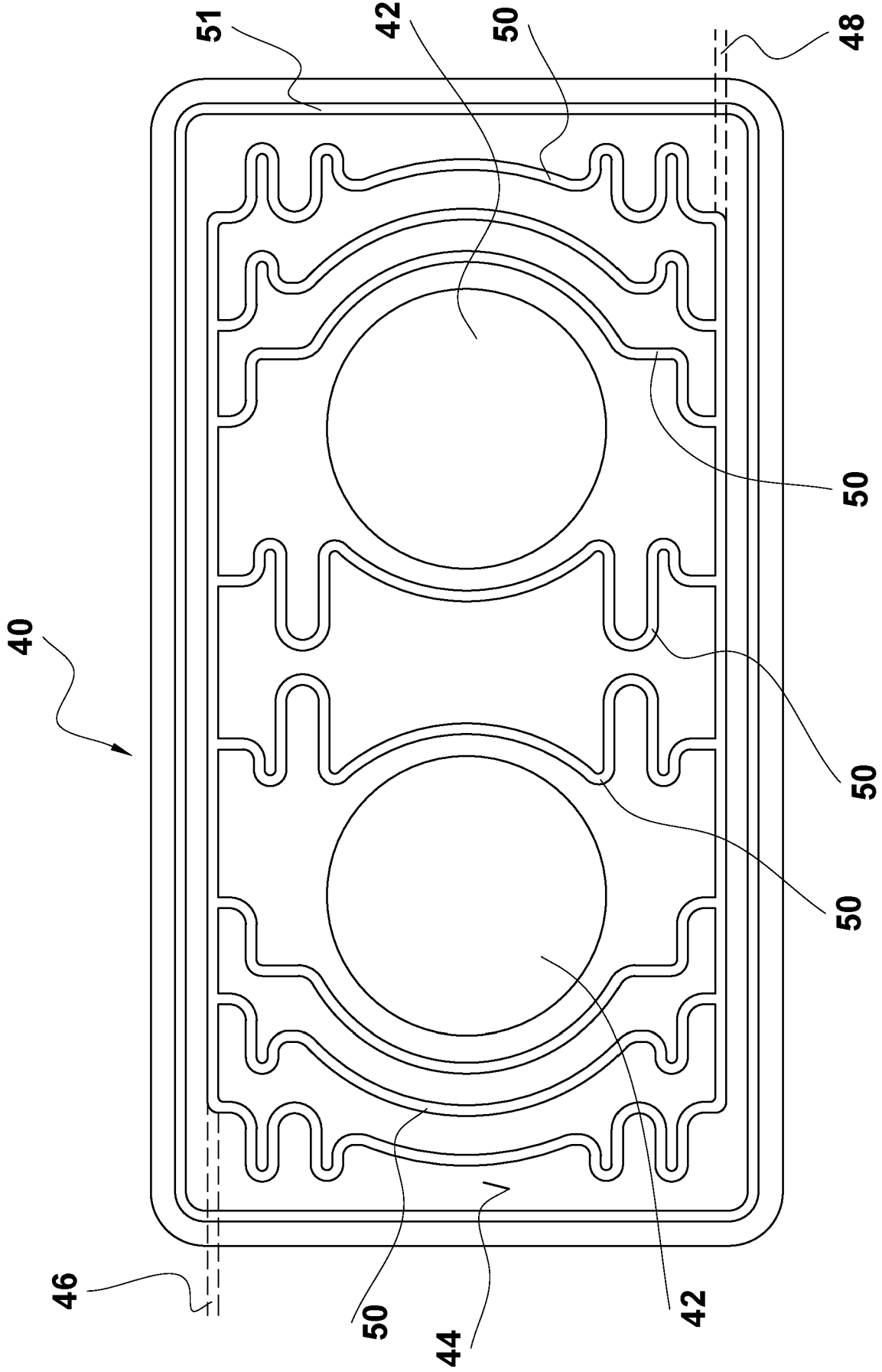


FIG. 4

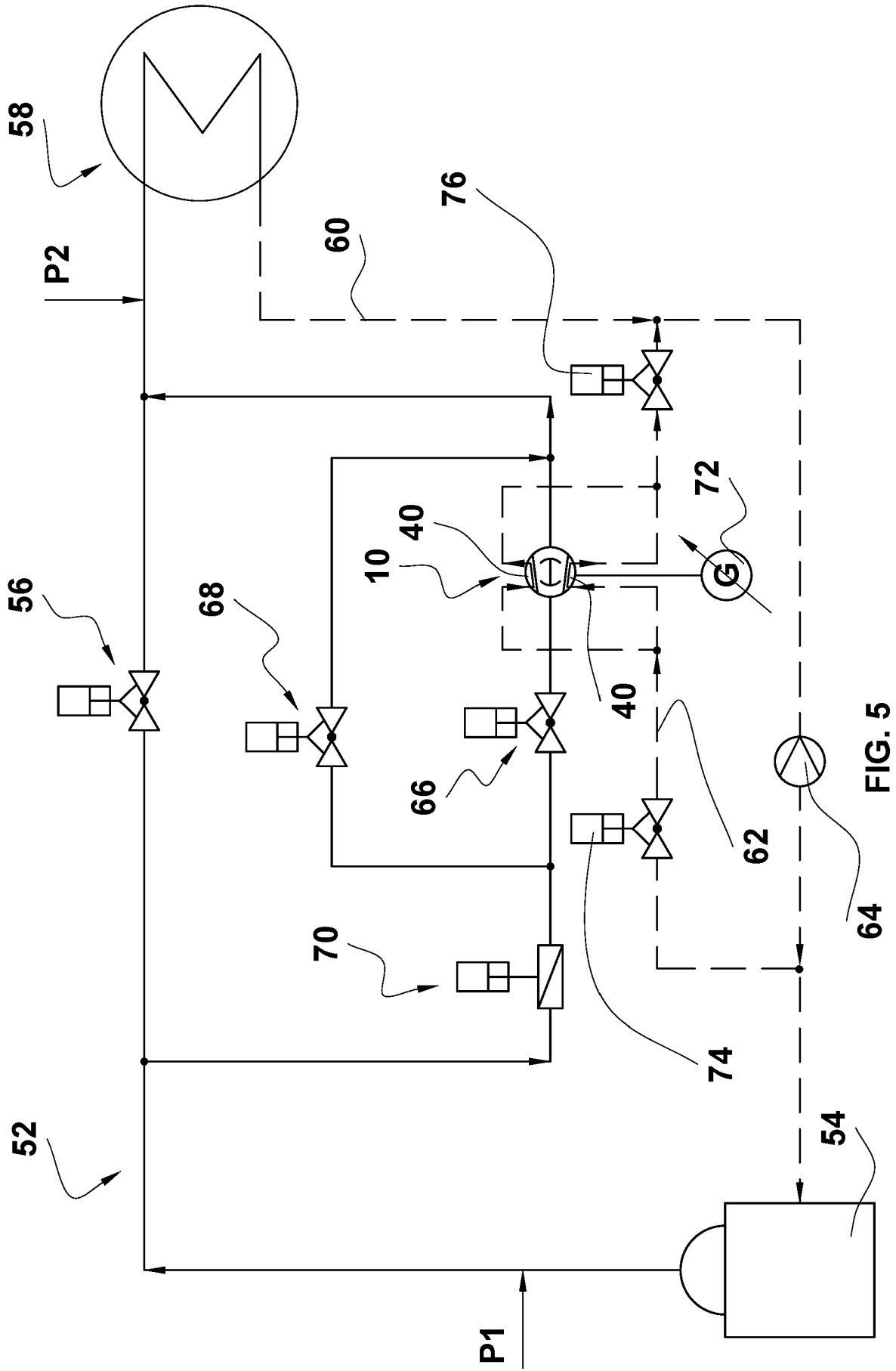


FIG. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102013112024 A1 [0005]