



(11)

EP 2 765 280 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
31.08.2016 Patentblatt 2016/35

(51) Int Cl.:
F01K 15/00 ^(2006.01) **F01K 7/36** ^(2006.01)
F01K 27/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14154162.3**

(22) Anmeldetag: **06.02.2014**

(54) **Verfahren zur direkten Umwandlung von Dampfenergie in Druck-Energie auf ein Fördermedium und Anordnung zur Durchführung des Verfahrens**

A method for direct conversion of steam energy into pressure energy of a conveying medium and an arrangement for carrying out the method

Procédé de transformation directe d'énergie de vapeur en énergie de pression d'un fluide de transport et installation permettant de mettre en oeuvre le procédé

(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**

(30) Priorität: **07.02.2013 DE 102013101216**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.08.2014 Patentblatt 2014/33

(73) Patentinhaber: **EN3 GmbH
18182 Bentwisch (DE)**

(72) Erfinder:
• **Engel, Robert
18299 Laage (DE)**

- **Günther, Eggert
18209 Bad Doberan (DE)**
- **Günther, Norbert
18311 Ribnitz-Damgarten (DE)**
- **Mielke, Sabine
18147 Rostock (DE)**

(74) Vertreter: **Garrels, Sabine
Schnick & Garrels
Patentanwälte
Schonenfahrerstrasse 7
18057 Rostock (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1- 3 333 586 GB-A- 1 204 554
US-A- 5 165 238**

EP 2 765 280 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] Gegenstand der Erfindung ist ein Dampfkraftsystem zur direkten thermohydraulischen oder thermopneumatischen Umwandlung von Dampfenergie in Druck-Energie auf ein Fördermedium.

[0002] Der übliche Weg zur Umwandlung von Dampfenergie in eine andere Energieform besteht in der Verwendung von Kolbendampfmaschinen oder Dampfturbinen, in denen im Clausius-Rankine-Prozess durch eine Dampfentspannung die Umwandlung in mechanische Energie stattfindet. Die hierzu zur Verfügung stehenden Technologien und Mechanismen weisen einen hohen technischen Reifegrad auf. Je nach Anwendungsfall der durchzuführenden Umwandlung ist jedoch der notwendige bauliche und betriebstechnische Aufwand beträchtlich. Vor der Entwicklung der Dampfmachines- und Dampfturbinentechnik führte die beginnende Industrialisierung bereits zu Umwandlungstechnologien, die ohne die genannte Maschinentechnik auskamen. In englischen Bergwerken erfolgte bereits teilweise die Entwässerung mit Hilfe der Dampfkraft. Diese Technik ist bekannt unter der Bezeichnung kolbenlose Dampfpumpe. Sie wurde 1698 von Denis Papin entwickelt und 1699 von Thomas Savery zu weiterer Reife geführt.

[0003] Auch mit dem Siegeszug der Dampfmachines- und Dampfturbinentechnik blieben in einigen Anwendungsgebieten Aufgaben der Dampfpumpentechnik erhalten. In der chemischen Industrie erfolgt auch heute aus Gründen der Explosionssicherheit der Einsatz sogenannter Duplexpumpen dann, wenn explosible Flüssigkeiten wie beispielsweise Benzin zu fördern sind.

[0004] Die Patentveröffentlichungen DE 1751862 A, DE 69914738 T2 und US 5211017 A zeigen Lösungen mit zwei Kreiskolbenmaschinen des Typs "Wankel-Motor" mit jeweils zwei Arbeitskammern, wobei in einem geschlossenen Kreislauf die Einlassöffnungen mit den Auslassöffnungen der jeweils anderen Kammer verbunden sind. In DE3333586 wird ein geschlossener regenerativer Kreisprozess offenbart, bei dem über Wärmetauscher dem Arbeitsgas die in mechanische Arbeit umzusetzende Energie mit einem Gas- oder Ölbrenner zugeführt bzw. die Kühlwärme entzogen wird.

[0005] In US 5165238 A wird eine Wärmekraftmaschine des Wankel-Typs offenbart, welche in Verbindung mit einer externen im Wesentlichen stationären Wärmequelle steht. Die Wärmequelle erwärmt ein Hochdruckgas, wodurch der Rotor angetrieben wird.

[0006] Für die vorliegende Erfindung wird sich die Aufgabe gestellt, ein Verfahren und eine Anordnung aufzuzeigen, bei der die Druckenergie von Dampf mittels Rotationskolbenmaschinen (RKM), zu einer direkten Übertragung des Dampfdrucks auf ein Arbeitsmedium wie beispielsweise Wasser oder Druckluft eingesetzt wird, ohne dass wie in sonst üblicher Weise die Druckkräfte des Dampfes über ein mechanisches Triebwerk, also indirekt, auf eine Pumpe oder einen Verdichter geführt werden.

[0007] Die erfindungsgemäße Lösung geht von der Grundeigenschaft einer Vielzahl von Rotationskolbenmaschinen aus, dass der Kolben in Bezug auf eine zentrale Drehachse keine rückkehrende Bewegung ausführt. Beispielsweise trifft dies auf die Gruppe der Kreiskolbenmaschinen zu, zu der auch die bekannte Wankel-Maschine gehört. Diese Eigenschaft haben auch Flügelzellenmaschinen, bei denen die Flügelzellen des Rotors einen festen Winkelabstand besitzen.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zur direkten Umwandlung von Dampfenergie in Druck-Energie auf ein Fördermedium ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem geschlossenen Kreislauf aus einem Arbeitsmedium Dampf erzeugt wird, welcher alternierend in mindestens zwei miteinander verbundene Rotationskolbenmaschinen geleitet wird, wodurch die Druck-Energie auf das Fördermedium auf der Kolbengegenseite des durch einen Rotationskolben abgegrenzten Arbeitsraum übertragen wird und zur weiteren Verwendung bereit gestellt wird, und dass das entspannte Arbeitsmedium in den Kreislauf zurückgeführt wird.

[0009] Das Verfahren läuft nach folgenden Schritten ab. Der durch den Rotationskolben abgegrenzte Arbeitsraum der ersten Rotationskolbenmaschine wird in einer ersten Prozessphase mit dem dampfförmigen Arbeitsmedium gefüllt, wodurch die Druck-Energie auf das Fördermedium auf der Kolbengegenseite übertragen wird, und in einem Druckspeicher gespeichert wird. Zeitgleich wird in der zweiten Rotationskolbenmaschine ein Unterdruck erzeugt, so dass dort frisches Fördermedium angesaugt wird, und gleichzeitig das entspannte Arbeitsmedium in den Kreislauf zurück geführt wird. Über eine Ventilsteuerung werden in einer nächsten Prozessphase die Funktionen einzelner Ventile im Block in Gegenrichtung umgeschaltet, so dass die erste und die zweite Rotationskolbenmaschine ihre Funktionen tauschen.

[0010] Beide Rotationskolbenmaschinen sind über eine gemeinsame Steuerwelle oder kinematisch gleichwertige Elemente verbunden, um einen synchronen Bewegungsablauf zu erreichen.

[0011] In einer ersten Ausführungsform arbeiten beide Rotationskolbenmaschinen um vorzugsweise 90 Grad versetzt im Drehumlauf. Jeweils vier im Prozess angeordnete Ventile arbeiten zusammen in der Art, dass diese Ventile abwechselnd im Block geöffnet und geschlossen werden.

[0012] In einer zweiten Ausführungsform arbeiten beide Rotationskolbenmaschinen ohne Winkelversatz oder einen Winkelversatz von 180 Grad im Drehumlauf. Die im Prozess angeordnete Ventile werden gleichzeitig im Block geschaltet, wenn die Rotationskolben der Rotationskolbenmaschinen eine Drehung von jeweils etwa 180 Grad erreicht haben, Jeweils zwei Ventile arbeiten paarweise zusammen. Die paarweise zusammenwirkenden Ventile sind als Doppelventile mit zusammengefassten Funktionen ausgeführt.

[0013] Als Arbeitsmedium wird ein 2-Phasen-Fluid, beispielsweise Wasser verwendet. Als Fördermedium wird ein 1-Phasen-Fluid, wie Wasser oder Paraffinöl, oder es wird Luft verwendet.

[0014] Die erfindungsgemäße Anordnung ist gekennzeichnet dadurch, dass in einem geschlossenen Kreislauf ein Dampferzeuger, welcher mit einem Arbeitsfluid aus einem Sammelbehälter gespeist wird, mit mindestens zwei Rotationskolbenmaschinen verbunden ist, so dass diese alternierend mit einem Dampf des Arbeitsfluides beaufschlagt werden, wodurch ein Fördermedium, welches abwechselnd in den Rotationskolbenmaschinen bereit steht, mit einem Druck beaufschlagt wird und dadurch zur weiteren Verwendung verfügbar ist, und dass die Rotationskolbenmaschinen ihrerseits mit einem Kondensator in Verbindung stehen, welcher seinerseits mit dem Sammelbehälter verbunden ist. Die Rotationskolbenmaschinen sind über eine gemeinsame Steuerwelle oder kinematisch gleichwertige Elemente verbunden. Der Dampferzeuger ist über eine Speiseleitung mit Einlassöffnungen der Rotationskolbenmaschinen verbunden. Ein Druckspeicher ist einerseits über eine Druckleitung mit dem Sammelbehälter und andererseits über eine Medienleitung mit Auslassöffnungen verbunden. Der Kondensator ist über eine Medienleitung mit den Auslassöffnungen verbunden und das Fördermedium wird über eine Medienleitung zu den Einlassöffnungen geführt.

[0015] Die Rotationskolbenmaschinen sind jeweils in zwei Arbeitsbereiche mit kinematisch gleicher Funktion durch Rotationskolben unterteilt.

[0016] Bei diesen Maschinen hat ein rotierender Kolben eine vom Dampfdruck beaufschlagte Seite, während die Gegenseite dazu eingesetzt werden kann, ein anderes Medium, ein sogenanntes Fördermedium (beispielsweise angesaugte Luft oder ein Fluid), zu verschieben. Hierbei ist die Drehachse des Rotors lediglich ein Element der Bewegungssteuerung des Rotors, sie dient nicht der Leistungsabnahme.

[0017] Bedingt durch die Rotationsbewegung des Kolbens wird nach einem bestimmten Drehwinkel, in einem Bereich von etwa 180 Winkelgrad, die bisher vom Dampfdruck beaufschlagte Kolbenseite zu einer Kolbenseite, die ein Ausgangsmedium zu verschieben hat.

[0018] Zur erfindungsgemäßen Lösung gehört, dass, ausgehend von den zwei Zustandsphasen des Arbeitsmediums, flüssig und dampfförmig, nach Abschluss der Expansion des Dampfes auf der Dampfseite des Kolbens eine Phase erfolgt, bei der der Dampf kondensiert.

[0019] Der entspannte Dampf wird mittels einer Kondensationspumpe durch einen Kondensator gesaugt und auf bzw. unter Kondensationstemperatur abgekühlt, so dass ein Unterdruck auf der ehemals Dampf,- jetzt Kondensatseite des Kolbens entsteht.

[0020] In einem Ausführungsbeispiel sind beide Rotationskolbenmaschinen um vorzugsweise 90 Grad versetzt im Drehumlauf angeordnet. In den Medien- und Druckleitungen sind Ventile angeordnet, wobei jeweils vier Ventile abwechselnd im Block geöffnet und geschlossen werden.

[0021] In einem zweiten Ausführungsbeispiel sind beide Rotationskolbenmaschinen ohne Winkelversatz oder einen Winkelversatz von 180 Grad im Drehumlauf angeordnet. In den Medien- und Druckleitungen sind Ventile angeordnet, die paarweise zusammenwirken und nach jeweils ca. 180 Winkelgrad der Kolbenbewegung von der Stellung "geöffnet" in die Stellung "geschlossen" bzw. umgekehrt als Ventilgruppe "im Block" umgeschaltet werden. Die paarweise zusammenwirkenden Ventile sind für eine weitere Ausführungsform als Doppelventile ausgeführt.

[0022] Die Umschaltung der Ventile bewirkt, dass während der Kondensation nicht erneut Dampf auf die ehemals dampfbeaufschlagte Kolbenseite strömt, sondern das vorgesehene Fördermedium.

[0023] Beide Rotationskolbenmaschinen sind über eine gemeinsame Steuerwelle so verbunden, dass die Bewegung der Kolben stets synchrone Bewegungen durchlaufen. Eine Leistungsübertragung zwischen beiden Rotationskolbenmaschinen findet dabei nicht statt. In der idealen Rotationskolbenmaschine erfolgt die Steuerung des Synchronlaufs der Kolben frei von Kräften.

[0024] Ergänzend zu den erfindungsgemäßen Merkmalen gehört, dass das Verfahren und die Anordnung der Elemente keine prinzipielle Leistungsbegrenzung aufweisen.

Ausführung der Erfindung

[0025] Die erfindungsgemäße Lösung wird anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben. Die Beschreibung stellt die Arbeitsphasen des Verfahrens und der Anordnung in den Figuren 1 bis 7 dar. Hierzu zeigen für das erste Ausführungsbeispiel Figur 1 eine Anordnung der ersten Prozessphase für RKM mit um ca.

90 Grad versetzten Rotationskolben,

Figur 2 zweite Prozessphase für RKM mit um ca. 90 Grad versetzten Rotationskolben,

Figur 3 dritte Prozessphase für RKM mit um ca. 90 Grad versetzten Rotationskolben,

Figur 4 vierte Prozessphase für RKM mit um ca. 90 Grad versetzten Rotationskolben,

und für das zweite Ausführungsbeispiel

Figur 5 erste Prozessphase für RKM ohne Winkelversatz der Rotationskolben bzw. einen Winkelversatz von 180 Grad,

Figur 6 zweite Prozessphase für RKM ohne Winkelversatz Dazu zeigt Figur 7 die Ablaufschemen der Prozessphasen für die Anordnungen nach den Figuren 1 bis 6, wobei Figur 7a die Ablaufschemen für RKM mit um ca. 90 Grad versetzten Rotationskolben und Figur 7b die Ablaufschemen für RKM ohne Winkelversatz der Rotationskolben beinhalten.

[0026] Die Grundanordnung der Elemente für eine Anordnung von Rotationskolbenmaschinen mit um ca. 90 Grad versetzten Kolben wird anhand von Figur 1 beschrieben. Die Anordnung besteht in der Hauptsache aus zwei Rotationskolbenmaschinen 101 und 102, einem Dampferzeuger 1, einem Druckspeicher 12, einem Kondensator 13 und einem Sammelbehälter 16, welche über Medienleitungen und Ventile miteinander verbunden sind.

[0027] Die Rotationskolbenmaschine 101 ist mit der Rotationskolbenmaschine 102 über eine Steuerwelle 5 kinematisch verbunden. Durch die Steuerwelle 5 wird für beide Rotationskolbenmaschinen ein synchroner Bewegungsablauf erreicht.

[0028] Eine nähere Beschreibung der Funktionsweise der Rotationskolbenmaschinen soll hier nicht erfolgen. Die verwendete Rotationskolbenmaschine entspricht im Aufbau prinzipiell der bekannten Wankel-Maschine. Der hauptsächlichste Unterschied besteht darin, dass ein Zweieck-Kolben in einer Laufbahn mit der Kontur einer einbogigen Trochoide arbeitet. Die Rotationskolbenmaschine selbst ist nicht Gegenstand der Erfindung.

[0029] Dem Dampferzeuger 1 wird ein Arbeitsmedium 19 über eine Kesselspeisepumpe 17 und eine Druckleitung 18 aus dem Sammelbehälter 16 zugeleitet. Das Arbeitsmedium 19 ist beispielsweise ein 2-Phasen-Arbeitsfluid, insbesondere Wasser wie beispielsweise Kondensat und/oder Kesselwasser.

[0030] In der ersten Prozessphase, wie in Figur 1 gezeigt, ist die Rotationskolbenmaschine 101 über die Medienleitung 8, den Knotenpunkt 201, das Ventil 701 und die Einlassöffnung 402 mit dem Dampferzeuger 1 verbunden. Zugleich ist die Rotationskolbenmaschine 101 über die Auslassöffnung 401, das Ventil 705, den Knotenpunkt 203 und die Medienleitung 10 mit dem Druckspeicher 12 verbunden.

[0031] Die Rotationskolbenmaschine 102 ist über die Einlassöffnung 404, den Knotenpunkt 202, dem Ventil 704 und die Medienleitung 9 mit dem Fördermedium, beispielsweise der freien Atmosphäre, verbunden. Weiter ist die Rotationskolbenmaschine 102 über die Auslassöffnung 403, den Knotenpunkt 204, das Ventil 708 und die Kondensatleitung 11 mit dem Kondensator 13 verbunden. Der Kondensator 13 ist mit einer Kondensatpumpe 14 über die Kondensatleitung 15 mit dem Sammelbehälter 16 verbunden.

[0032] Um die einzelnen Prozessphasen besser darstellen zu können, sind Markierungen 301, 302, 303 und 304 auf den Rotationskolben 31 und 32 angebracht. Für den Rotationskolben 31 ist die Markierung 301 hell und die Markierung 302 dunkel eingezeichnet, auf dem Rotationskolben 32 ist die Markierung 303 hell und die Markierung 304 dunkel eingezeichnet. Diese Markierungen dienen lediglich der Veranschaulichung.

[0033] Das erste Ausführungsbeispiel stellt in Figur 1 die erste Prozessphase dar. Der Dampf des Arbeitsmediums 19 gelangt vom Dampferzeuger 1 über die Einlassöffnung 402 in die Arbeitskammer oberhalb des Rotationskolbens 31. Der Druck des Dampfes aus dem Dampferzeuger 1 bewirkt eine Drehung des Rotationskolbens 31 im Uhrzeigersinn. Dabei wird ein sich auf der Rückseite des Rotationskolbens 31 befindliches Fördermedium 20 (beispielsweise ein 1-Phasen-Fluid, wie Luft, Wasser oder Paraffinöl) komprimiert und über die Auslassöffnung 401 in den Druckspeicher 12 gefördert, wo es entsprechend dem wirkenden Dampfdruck für Anwendungen zur Verfügung steht. Die Markierung 301 (hell) auf dem Rotationskolben 31 ist zu Beginn der Arbeitsphasen links und Markierung 302 (dunkel) rechts angeordnet. Der Rotationskolben 32 der Rotationskolbenmaschine 102 steht um ca. 90 Winkelgrad versetzt zum Rotationskolben 31 der Rotationskolbenmaschine 101. Die Markierung 303 (hell) auf dem Rotationskolben 32 ist oben und die Markierung 304 (dunkel) ist unten.

[0034] Der in der Arbeitskammer links vom Rotationskolben 32 befindliche Dampf wird gleichzeitig über die Auslassöffnung 403 zum Kondensator 13 geleitet und dort gekühlt. Dadurch wird ein Unterdruck in der Arbeitskammer rechts vom Rotationskolben 32 erzeugt. Durch den höheren Umgebungsdruck des Fördermediums 20 wird der Rotationskolben 32 ebenfalls im Uhrzeigersinn gedreht.

[0035] Nach einer Kolbendrehung von ca. 90 Winkelgrad wird die zweite Phase (Figur 2) erreicht. Die Markierung 301 (hell) auf dem Rotationskolben 31 befindet sich nun oben und die Markierung 302 (dunkel) unten. Die Markierung 303 (hell) auf dem Rotationskolben 32 ist rechts und die Markierung 304 (dunkel) ist links.

[0036] Durch einen externen Steuerimpuls oder durch eine interne kinematische Kopplung beispielsweise der Steuerwelle 5 mit allen Ventilen werden die Ventile 702 und 704 und die Ventile 706 und 708 im Block geöffnet bzw. geschlossen. Der Dampfdruck des Dampferzeugers 1 gelangt nun über die Medienleitung 8 und Ventil 702 zur Einlassöffnung 404 der Rotationskolbenmaschine 102 und gleichzeitig über die Medienleitung 8 und Ventil 701 zur Einlassöffnung 402 der Rotationskolbenmaschine 101. Beide Rotationskolben 31 und 32 werden weiter im Uhrzeigersinn gedreht und drücken auf ihrer Rückseite das vorher angesaugte Fördermedium 20 über die Auslassöffnung 401 und 403, die Medienleitung 10 und die Ventile 705 und 706 in den Druckspeicher 12.

[0037] In dieser zweiten Prozessphase wird weder neues Fördermedium angesaugt noch Dampf zum Kondensator 13 geleitet.

[0038] Die dritte Prozessphase (Figur 3) ist mit der ersten Prozessphase insofern gleich, dass nun die Rotationskolbenmaschinen 101 und 102 ihre Funktionen getauscht haben. Die Rotationskolben 31 und 32 haben inzwischen eine Drehung um ca. 180 Winkelgrad vollzogen. Dies ist erkennbar an den gegenüber der ersten Prozessphase gewanderten Markierungen 301, 302, 303 und 304 auf den Rotationskolben 31 und 32. In dieser Stellung erfolgt eine Umschaltung der Ventile 701, 703, 705, und 707 im Block.

[0039] Der Druck der Umgebungsluft drückt über die Medienleitung 9 und die Einlassöffnung 402 den Rotationskolben 31 der Rotationskolbenmaschinen 101 im Uhrzeigersinn gegen den Kondensatunterdruck.

[0040] Durch erneutes Vertauschen der Ventalfunktionen in beschriebener Weise beginnt die vierte Prozessphase (Figur 4). Es werden die Ventile 702, 704, 706 und 708 im Block geschaltet, so dass der Dampf aus beiden Rotationskolbenmaschinen 101 und 102 über den Kondensator 13 als Arbeitsmedium 19 zurück in den Sammelbehälter 19 geleitet wird und gleichzeitig wird durch den entstehenden Unterdruck auf der Rückseite der Rotationskolben 31 und 32 in beiden Rotationskolbenmaschinen 101 und 102 neues Fördermedium angesaugt.

[0041] Nach der vierten Prozessphase beginnt durch Umschaltung der Ventile 701, 702, 705 und 707 eine neue erste Prozessphase.

[0042] Ein wesentliches Merkmal dieses Ausführungsbeispiels ist die Umsteuerung der verschiedenen Ventilgruppen, die zeitversetzt nach jeweils 90 Winkelgrad im Block von vier Ventilen erfolgt. Der Vorteil dieses Ablaufs beruht auf den um 90 Winkelgrad versetzten Rotationskolben 31 und 32. Hierdurch wird innerhalb der Anordnung von zwei Rotationskolbenmaschinen 101 und 102 ein kontinuierlicher Gesamtprozess der direkten Umwandlung der Energie des Dampfes in Nutzarbeit des Fördermediums und ein maschinendynamisch vollständiger Massenausgleich erreicht.

[0043] Die Figuren 5 und 6 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel, in dem auf den maschinendynamischen Massenausgleich verzichtet wird. In diesem Fall muss ein externer Massenausgleich vorhanden sein. Beide Rotationskolben 31 und 32 haben zueinander keinen Winkelversatz bzw. einen Winkelversatz von 180 Grad. Hierdurch ergibt sich eine dichtere Abfolge der Abläufe.

[0044] In Figur 5 befindet sich die Rotationskolbenmaschine 101 in der Prozessphase Dampf-Expansion und Auschieben des Fördermediums 20 in den Druckspeicher 12. Die Rotationskolbenmaschinen 102 saugt durch den vom Kondensator 13 bewirkten Unterdruck eine neue Füllung des Fördermediums 20 an.

[0045] Nach einer Drehung der Rotationskolben 31, 32 von ca. 180 Grad erfolgt eine Umschaltung aller Ventile 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707 und 708 im Block an den Einlass- und Auslassöffnungen von der Stellung "geöffnet" in die Stellung "geschlossen" bzw. umgekehrt und der Übergang zur nächsten Prozessphase mit der Vertauschung der Prozessabläufe zwischen den Rotationskolbenmaschinen 101 und 102. Jetzt erfolgt in der Rotationskolbenmaschine 102 die Dampf-Expansion und das Auschieben des Fördermediums 20 und in der Rotationskolbenmaschine 101 das Ansaugen einer neuen Füllung Fördermedium 20. Die Drehung der Kolben ist durch die Markierungen 301, 302, 303 und 304 veranschaulicht.

[0046] Die Ablaufschemen der Prozessphasen für die Anordnungen nach den Figuren 1 bis 6 werden in Figur 7 dargestellt, wobei Figur 7a die Ablaufschemen für Rotationskolbenmaschine mit um ca. 90 Grad versetzten Kolben und Figur 7b die Ablaufschemen für Rotationskolbenmaschine ohne Winkelversatz der Kolben beinhalten.

[0047] Die Prozessphasen für die Anordnungen von Rotationskolbenmaschinen mit um ca. 90 Grad versetzten Rotationskolben werden in Figur 7a dargestellt. Die einzelnen Phasen laufen kontinuierlich hintereinander ab und es wird innerhalb der Anordnung von zwei Rotationskolbenmaschinen ein maschinendynamisch vollständiger Massenausgleich erreicht.

[0048] Figur 7b zeigt das Ablaufschema für die Anordnungen von Rotationskolbenmaschinen ohne Winkelversatz der Rotationskolben zueinander bzw. einen Winkelversatz von 180 Grad.

Bezugszeichen

[0049]

1	Dampferzeuger
101, 102	Rotationskolbenmaschine mit Zweieck-Kolben
201, 202, 203, 204,	Knotenpunkte im Rohrsystem der Anlage
31	Rotationskolben der Rotationskolbenmaschine 101
32	Rotationskolben der Rotationskolbenmaschine 102
301, 302	Markierung der Ecken des Kolbens 31 zur Darstellung der Kolbenbewegung
303, 304	Markierung der Ecken des Kolbens 32 zur Darstellung der Kolbenbewegung
401	Auslassöffnung an Rotationskolbenmaschine 101
402	Einlassöffnung an Rotationskolbenmaschine 101

EP 2 765 280 B1

403	Auslassöffnung an Rotationskolbenmaschine 102
404	Einlassöffnung an Rotationskolbenmaschine 102
5	Steuerwelle zwischen Rotationskolbenmaschine 101 und Rotationskolbenmaschine 102
701	Ventil in der Rohrleitung zur Einlassöffnung 402
5 702	Ventil in der Rohrleitung zur Einlassöffnung 404
703	Ventil in der Rohrleitung zur Einlassöffnung 402
704	Ventil in der Rohrleitung zur Einlassöffnung 404
705	Ventil in der Rohrleitung von der Auslassöffnung 401
706	Ventil in der Rohrleitung von der Auslassöffnung 403
10 707	Ventil in der Rohrleitung von der Auslassöffnung 401
708	Ventil in der Rohrleitung von der Auslassöffnung 403
8	Medienleitung vom Dampferzeuger 1 zum Knotenpunkt 201
9	Medienleitung von der freien Atmosphäre (Luft 20) zum Knotenpunkt 202
10	Medienleitung vom Knotenpunkt 203 zum Druckspeicher 12
15 11	Medienleitung vom Knotenpunkt 204 zum Kondensator 13
12	Druckspeicher
13	Kondensator
14	Kondensatpumpe
15	Kondensatleitung
20 16	Sammelbehälter für Kondensat und Kesselwasser
17	Kesselspeisepumpe
18	Druckleitung von der Kesselspeisepumpe 17 zum Dampferzeuger 1
19	Arbeitsmedium
20	Fördermedium

25

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zur direkten Umwandlung von Dampfenergie in Druck-Energie auf ein Fördermedium **gekennzeichnet dadurch, dass**

in einem geschlossenen Kreislauf aus einem Arbeitsmedium (19) Dampf erzeugt wird, welcher alternierend in mindestens zwei miteinander verbundene Rotationskolbenmaschinen (101, 102) geleitet wird, wodurch die Druck-Energie auf das Fördermedium (20) auf der Kolbengegenseite des durch einen Rotationskolben (31, 32) abgegrenzten Arbeitsraum übertragen wird und zur weiteren Verwendung bereit gestellt wird, und dass das entspannte Arbeitsmedium (19) in den Kreislauf zurückgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1 **gekennzeichnet dadurch, dass**

 - der durch den Rotationskolben (31, 32) abgegrenzte Arbeitsraum der ersten Rotationskolbenmaschine (101) in einer ersten Prozessphase mit dem dampfförmigen Arbeitsmedium gefüllt wird, wodurch die Druck-Energie auf das Fördermedium auf der Kolbengegenseite übertragen wird, und in einem Druckspeicher gespeichert wird, und
 - zeitgleich in der zweiten Rotationskolbenmaschine (102) ein Unterdruck erzeugt wird, so dass dort frisches Fördermedium angesaugt wird, und gleichzeitig das entspannte Arbeitsmedium in den Kreislauf zurück geführt wird, und
 - über eine Ventilsteuerung in einer nächsten Prozessphase die Funktionen einzelner Ventile im Block in Gegenrichtung umgeschaltet werden, so dass die erste und die zweite Rotationskolbenmaschine (101, 102) ihre Funktionen tauschen.
- 50 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 **gekennzeichnet dadurch, dass** beide Rotationskolbenmaschinen (101, 102) um vorzugsweise 90 Grad versetzt im Drehumlauf arbeiten.
- 55 4. Verfahren nach Anspruch 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils vier Ventile (702, 704, 706 und 708; 701, 703, 705 und 707) zusammenarbeiten in der Art, dass diese Ventile abwechselnd im Block geöffnet und geschlossen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 **gekennzeichnet dadurch, dass** beide Rotationskolbenmaschinen (101, 102) ohne Winkelversatz oder einen Winkelversatz von 180 Grad im Drehumlauf arbeiten.

6. Verfahren nach Anspruch 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** alle im Prozess angeordneten Ventile (701, 702; 703, 704; 705, 706; 707, 708) paarweise zusammenwirken und gleichzeitig im Block geschaltet werden, wenn die Rotationskolben (31, 32) der Rotationskolbenmaschinen (101, 102) eine Drehung von jeweils etwa 180 Grad erreicht haben,
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** als Arbeitsmedium (19) ein 2-Phasen-Fluid verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 **gekennzeichnet dadurch, dass** als Fördermedium (20) Luft, Wasser oder Paraffinöl verwendet wird.
9. Anordnung zur direkten Umwandlung von Dampfenergie in Druck-Energie auf ein Fördermedium **gekennzeichnet dadurch, dass** in einem geschlossenen Kreislauf ein Dampferzeuger (1), welcher mit einem Arbeitsfluid (19) aus einem Sammelbehälter (16) gespeist wird, mit mindestens zwei Rotationskolbenmaschinen (101, 102) verbunden ist, so dass diese alternierend mit einem Dampf des Arbeitsfluides (19) beaufschlagt werden, wodurch ein Fördermedium (20), welches abwechselnd in den Rotationskolbenmaschinen (101, 102) bereit steht, mit einem Druck beaufschlagt wird und dadurch zur weiteren Verwendung verfügbar ist, und dass die Rotationskolbenmaschinen (101, 102) ihrerseits mit einem Kondensator (13) in Verbindung stehen, welcher seinerseits mit dem Sammelbehälter (16) verbunden ist.
10. Anordnung nach Anspruch 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampferzeuger (1) einerseits über eine Druckleitung (18) mit dem Sammelbehälter (16) und andererseits über eine Speiseleitung (8) mit Einlassöffnungen (402, 404) der Rotationskolbenmaschinen (101, 102) verbunden ist, ein Druckspeicher (12) über eine Medienleitung (10) mit Auslassöffnungen (401, 403) verbunden ist, der Kondensator (13) über eine Medienleitung (11) mit den Auslassöffnungen (401, 403) verbunden ist und das Fördermedium (20) über eine Medienleitung (9) mit den Einlassöffnungen (402, 404) verbunden ist.
11. Anordnung nach Anspruch 9 oder 10 **gekennzeichnet dadurch, dass** die Rotationskolbenmaschinen (101, 102) über eine gemeinsame Steuerwelle (5) oder kinematisch gleichwertige Elemente verbunden sind.
12. Anordnung nach Anspruch 9, 10 oder 11 **gekennzeichnet dadurch, dass** beide Rotationskolbenmaschinen (101, 102) um vorzugsweise 90 Grad versetzt im Drehumlauf angeordnet sind.
13. Anordnung nach Anspruch 12 **dadurch gekennzeichnet, dass** Ventile (701, 702; 703, 704; 705, 706; 707, 708) in den Medien- und Druckleitungen angeordnet sind, wobei jeweils vier Ventile (702, 704, 706 und 708; 701, 703, 705 und 707) abwechselnd im Block geöffnet und geschlossen werden.
14. Anordnung nach Anspruch 9, 10 oder 11 **gekennzeichnet dadurch, dass** beide Rotationskolbenmaschinen (101, 102) ohne Winkelversatz oder einen Winkelversatz von 180 Grad im Drehumlauf angeordnet sind.
15. Anordnung nach Anspruch 14 **dadurch gekennzeichnet, dass** Ventile (701, 702; 703, 704; 705, 706; 707, 708) in den Medien- und Druckleitungen angeordnet sind, die paarweise zusammenwirken und gleichzeitig im Block geschaltet werden,

Claims

1. Method for direct conversion of steam energy into pressure energy on a delivery medium, **characterized in that**, in a closed circuit, steam is generated from a working medium (19) and is guided in alternation into at least two interconnected rotary piston machines (101, 102), by means of which the pressure energy is transferred to the delivery medium (20) on the opposite side of the piston in the working space bounded by a rotary piston (31, 32) and is made available for further use, and **in that** the expanded working medium (19) is fed back into the circuit.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that**
 - the working space, bounded by the rotary piston (31, 32), of the first rotary piston machine (101) is filled, in a first process phase, with the working medium in steam form, whereby the pressure energy is transferred to the delivery medium on the opposite side of the piston and is stored in a pressure store, and

- at the same time an underpressure is produced in the second rotary piston machine (102), so as to draw fresh delivery medium into the latter, and simultaneously the expanded working medium is fed back into the circuit, and
- in a next process phase the functions of individual valves in the block are switched in the opposite direction by means of a valve control unit, such that the first and second rotary piston machines (101, 102) swap functions.

- 5 3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that**
the two rotary piston machines (101, 102) work in rotation, offset preferably by 90 degrees with respect to one another.
- 10 4. Method according to Claim 3, **characterized in that** in each case four valves (702, 704, 706 and 708; 701, 703, 705 and 707) work together such that these valves are alternately opened and closed in the block.
- 15 5. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that**
the two rotary piston machines (101, 102) work in rotation with no angular offset, or with an angular offset of 180 degrees.
- 20 6. Method according to Claim 5, **characterized in that** all of the valves (701, 702; 703, 704; 705, 706; 707, 708) arranged in the process cooperate in pairs and are switched simultaneously in the block when the rotary pistons (31, 32) of the rotary piston machines (101, 102) have each reached a rotation of approximately 180 degrees.
- 25 7. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that**
a 2-phase fluid is used as working medium (19).
- 30 8. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that**
air, water or paraffin oil is used as delivery medium (20).
- 35 9. Arrangement for direct conversion of steam energy into pressure energy on a delivery medium, **characterized in that**
in a closed circuit a boiler (1), which is supplied with a working fluid (19) from a collector (16), is connected to at least two rotary piston machines (101, 102) such that these are charged alternately with a vapour of the working fluid (19), whereby a delivery medium (20), which is present in alternation in the rotary piston machines (101, 102), is pressurized and is thus available for further use, and **in that** the rotary piston machines (101, 102), for their part, are connected to a condenser (13) which is in turn connected to the collector (16).
- 40 10. Arrangement according to Claim 9, **characterized in that**
the boiler (1) is connected, on one hand, to the collector (16) via a pressure line (18) and, on the other hand, via a feed line (8) to inlet openings (402, 404) of the rotary piston machines (101, 102), a pressure store (12) is connected via a media line (10) to outlet openings (401, 403), the condenser (13) is connected via a media line (11) to the outlet openings (401, 403) and the delivery medium (20) is connected to the inlet openings (402, 404) via a media line (9).
- 45 11. Arrangement according to Claim 9 or 10, **characterized in that**
the rotary piston machines (101, 102) are connected via a common control shaft (5) or kinematically equivalent elements.
- 50 12. Arrangement according to Claim 9, 10 or 11, **characterized in that**
the two rotary piston machines (101, 102) are arranged in rotation, offset preferably by 90 degrees with respect to one another.
- 55 13. Arrangement according to Claim 12, **characterized in that**
valves (701, 702; 703, 704; 705, 706; 707, 708) are arranged in the media and pressure lines, wherein in each case four valves (702, 704, 706 and 708; 701, 703, 705 and 707) are alternately opened and closed in the block.
14. Arrangement according to Claim 9, 10 or 11, **characterized in that**
the two rotary piston machines (101, 102) are arranged in rotation with no angular offset, or with an angular offset of 180 degrees.
15. Arrangement according to Claim 14, **characterized in that**
arranged in the media and pressure lines are valves (701, 702; 703, 704; 705, 706; 707, 708) which cooperate in pairs and are switched simultaneously in the block.

Revendications

1. Procédé de transformation directe d'énergie de vapeur en énergie de pression d'un fluide de transport, **caractérisé en ce que**

de la vapeur est générée dans un circuit fermé à partir d'un fluide de travail (19), la vapeur étant guidée en alternance dans au moins deux machines à piston rotatif (101, 102) connectées l'une à l'autre, de sorte que l'énergie de pression soit transférée au fluide de transport (20) du côté opposé au piston de l'espace de travail délimité par un piston rotatif (31, 32) et soit mise à disposition en vue d'une utilisation ultérieure, et **en ce que** le fluide de travail détendu (19) est ramené dans le circuit.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

- l'espace de travail de la première machine à piston rotatif (101) délimité par le piston rotatif (31, 32) est rempli, dans une première phase de processus, avec le fluide de travail sous forme de vapeur, de sorte que l'énergie de pression soit transférée au fluide de transport du côté opposé au piston et soit stockée dans un accumulateur de pression, et

- en même temps, dans la deuxième machine à piston rotatif (102), une dépression est produite de telle sorte que du fluide de transport frais soit aspiré dans celle-ci, et que simultanément le fluide de travail détendu soit ramené dans le circuit, et

- les fonctions de soupapes individuelles dans le bloc sont commutées dans le sens inverse par le biais d'une commande de soupape dans une phase de processus suivante, de sorte que la première et la deuxième machine à piston rotatif (101, 102) intervertissent leurs fonctions.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les deux machines à piston rotatif (101, 102) fonctionnent en rotation de préférence avec un décalage de 90°.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**à chaque fois quatre soupapes (702, 704, 706 et 708 ; 701, 703, 705 et 707) coopèrent de telle sorte que ces soupapes soient ouvertes et fermées dans le bloc en alternance.

5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les deux machines à piston rotatif (101, 102) fonctionnent en rotation sans décalage angulaire ou avec un décalage angulaire de 180°.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** toutes les soupapes disposées dans le processus (701, 702 ; 703, 704 ; 705, 706 ; 707, 708) coopèrent par paires et sont connectées dans le bloc simultanément lorsque les pistons rotatifs (31, 32) des machines à piston rotatif (101, 102) ont atteint une rotation respective d'environ 180°.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme fluide de travail (19) un fluide à deux phases.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme fluide de transport (20) de l'air, de l'eau ou de l'huile de paraffine.

9. Agencement pour convertir directement de l'énergie de vapeur en énergie de pression d'un fluide de transport, **caractérisé en ce que**, dans un circuit fermé, un générateur de vapeur (1) qui est alimenté avec un fluide de travail (19) provenant d'un réservoir (16) est connecté à au moins deux machines à piston rotatif (101, 102) de telle sorte que celles-ci soient sollicitées en alternance avec une vapeur du fluide de travail (19) de telle sorte qu'un fluide de transport (20) qui est mis à disposition en alternance dans les machines à piston rotatif (101, 102) soit sollicité avec une pression et puisse de ce fait être disponible pour une utilisation ultérieure et **en ce que** les machines à piston rotatif (101, 102) sont pour leur part en liaison avec un condenseur (13) qui est pour sa part connecté au réservoir (16).

10. Agencement selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le générateur de vapeur (1) est pour sa part connecté par le biais d'une conduite de pression (18) au réservoir (16) et d'autre part par le biais d'une conduite d'alimentation (8) à des ouvertures d'entrée (402, 404) des machines à piston rotatif (101, 102), un accumulateur de pression (12) est connecté par le biais d'une conduite de fluide (10) à des ouvertures de sortie (401, 403), le condenseur (13) est connecté par le biais d'une conduite de fluide (11) aux ouvertures de sortie (401, 403) et le fluide de transport (20) est connecté par le biais d'une conduite de fluide (9) aux ouvertures d'entrée (402, 404).

11. Agencement selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** les machines à piston rotatif (101, 102) sont

EP 2 765 280 B1

connectées par le biais d'un arbre de commande commun (5) ou par le biais d'éléments ayant le même effet du point de vue cinématique.

5 12. Agencement selon la revendication 9, 10 ou 11, **caractérisé en ce que** les deux machines à piston rotatif (101, 102) sont disposées en rotation de manière décalée de préférence de 90°.

10 13. Agencement selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** des soupapes (701, 702 ; 703, 704 ; 705, 706 ; 707, 708) sont disposées dans les conduites de fluide et de pression, à chaque fois quatre soupapes (702, 704, 706 et 708 ; 701, 703, 705 et 707) étant ouvertes et fermées en alternance dans le bloc.

14. Agencement selon la revendication 9, 10 ou 11, **caractérisé en ce que** les deux machines à piston rotatif (101, 102) sont disposées en rotation sans décalage angulaire ou avec un décalage angulaire de 180°.

15 15. Agencement selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** des soupapes (701, 702 ; 703, 704 ; 705, 706 ; 707, 708) sont disposées dans les conduites de fluide et de pression, lesquelles coopèrent par paires et sont connectées simultanément dans le bloc.

20

25

30

35

40

45

50

55

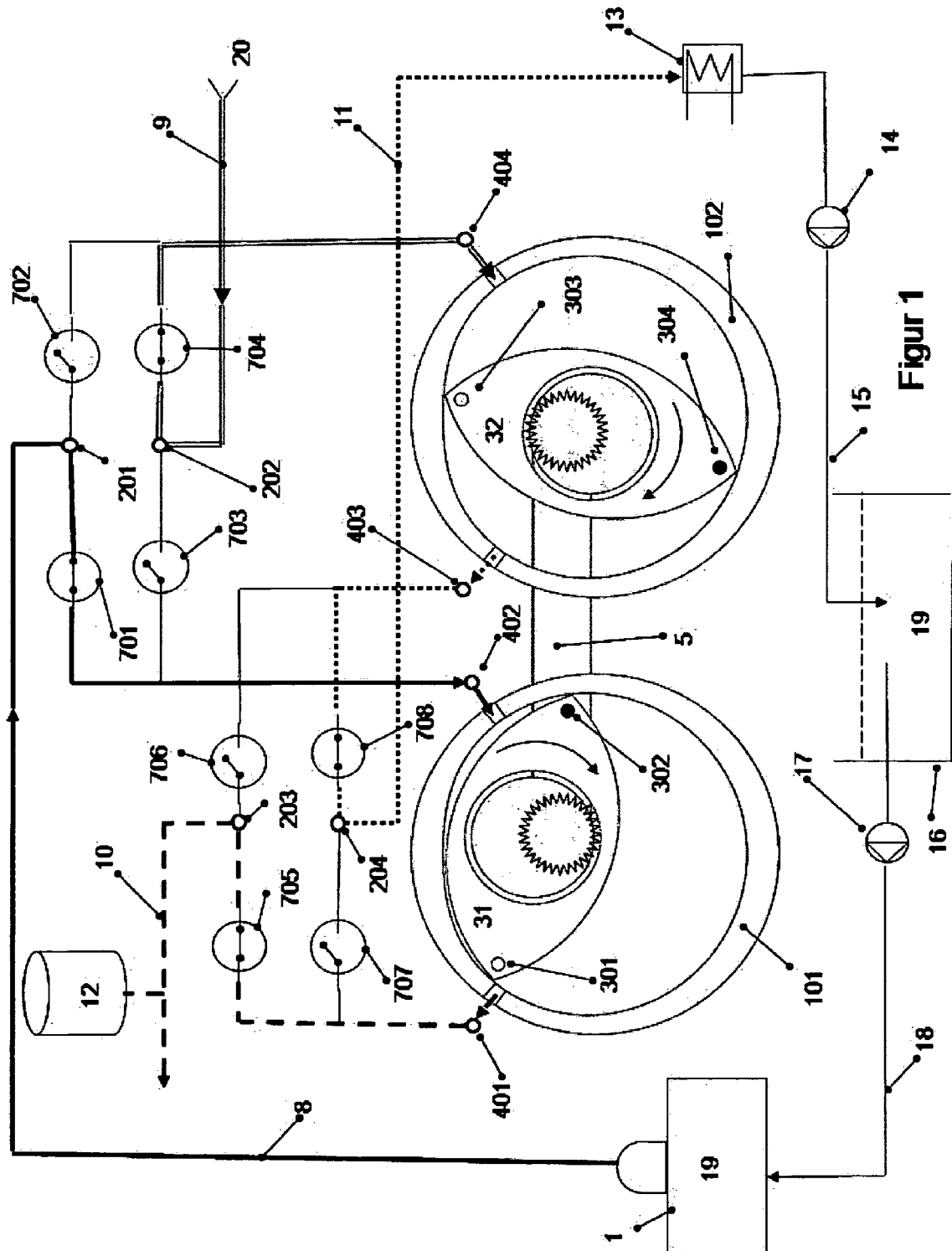
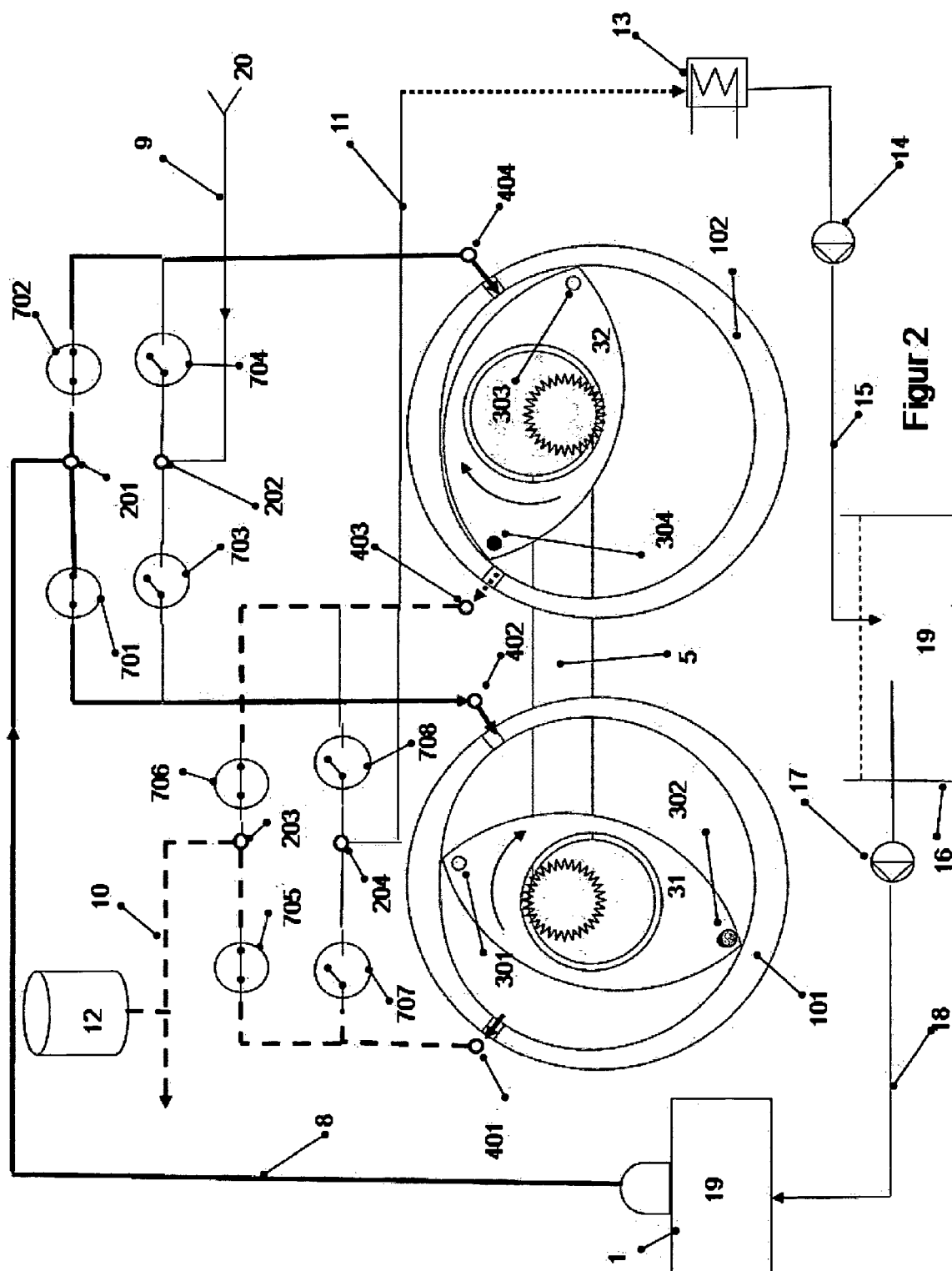


Figure 1



Figur 2

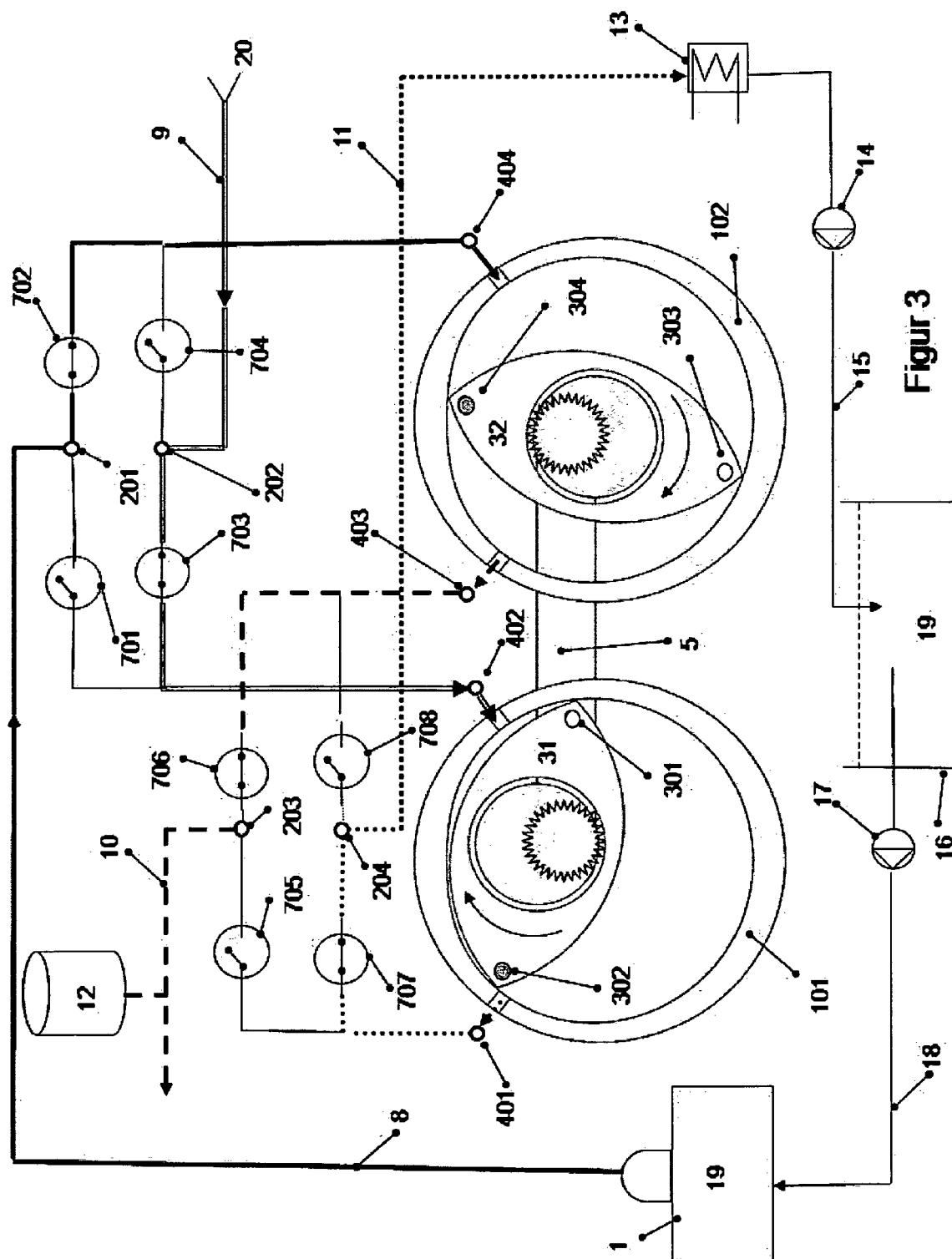


Figure 3

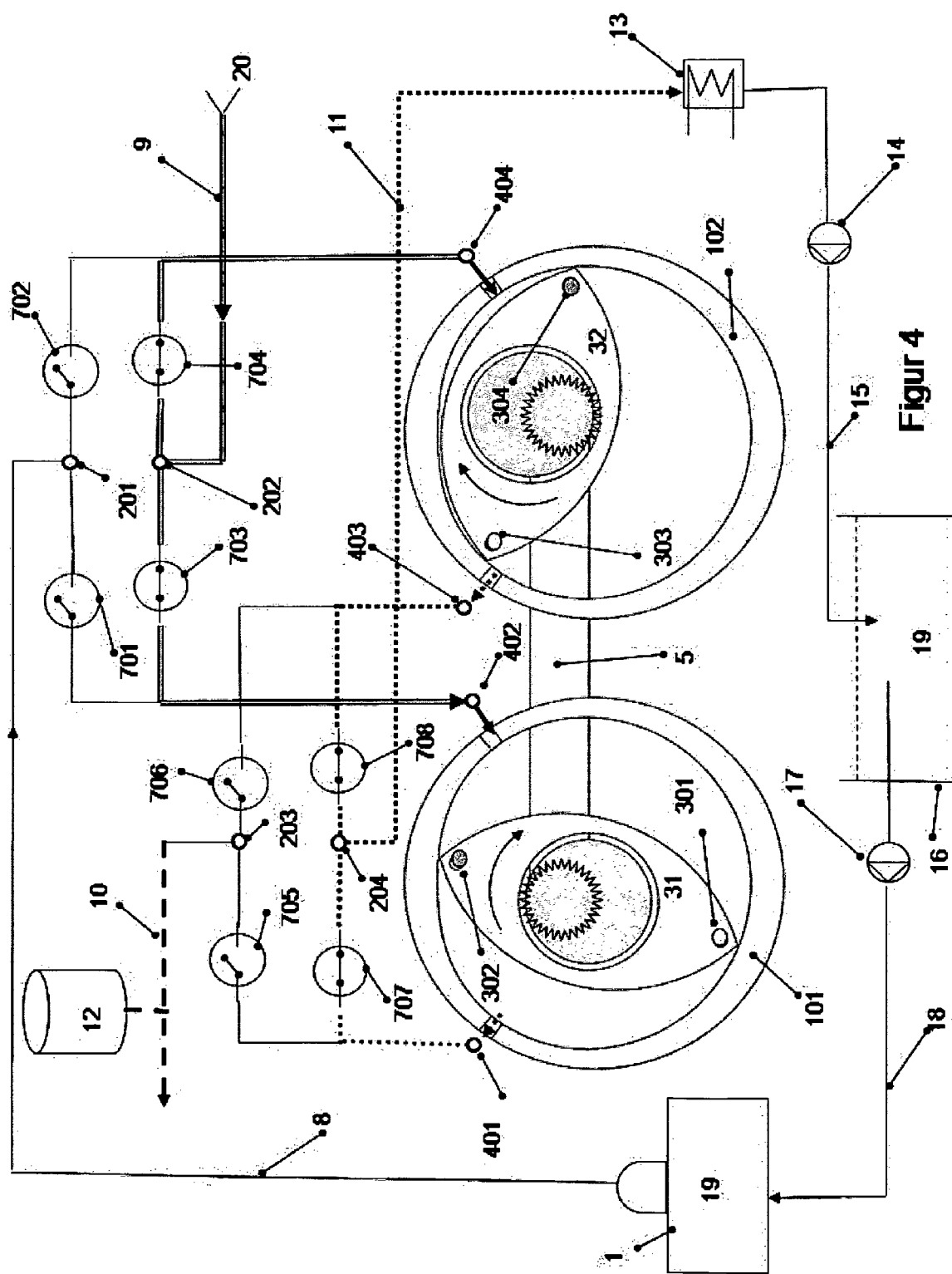
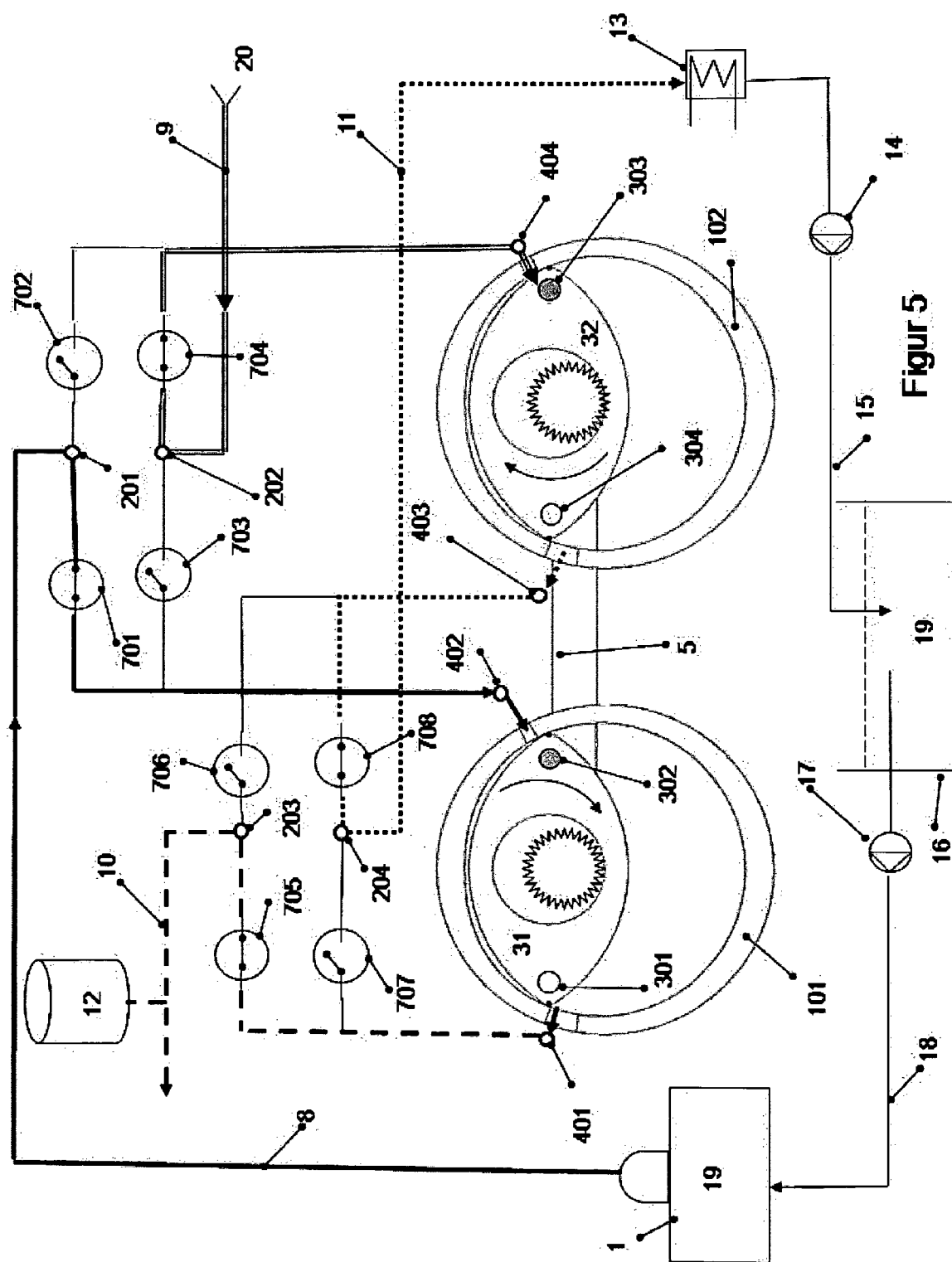
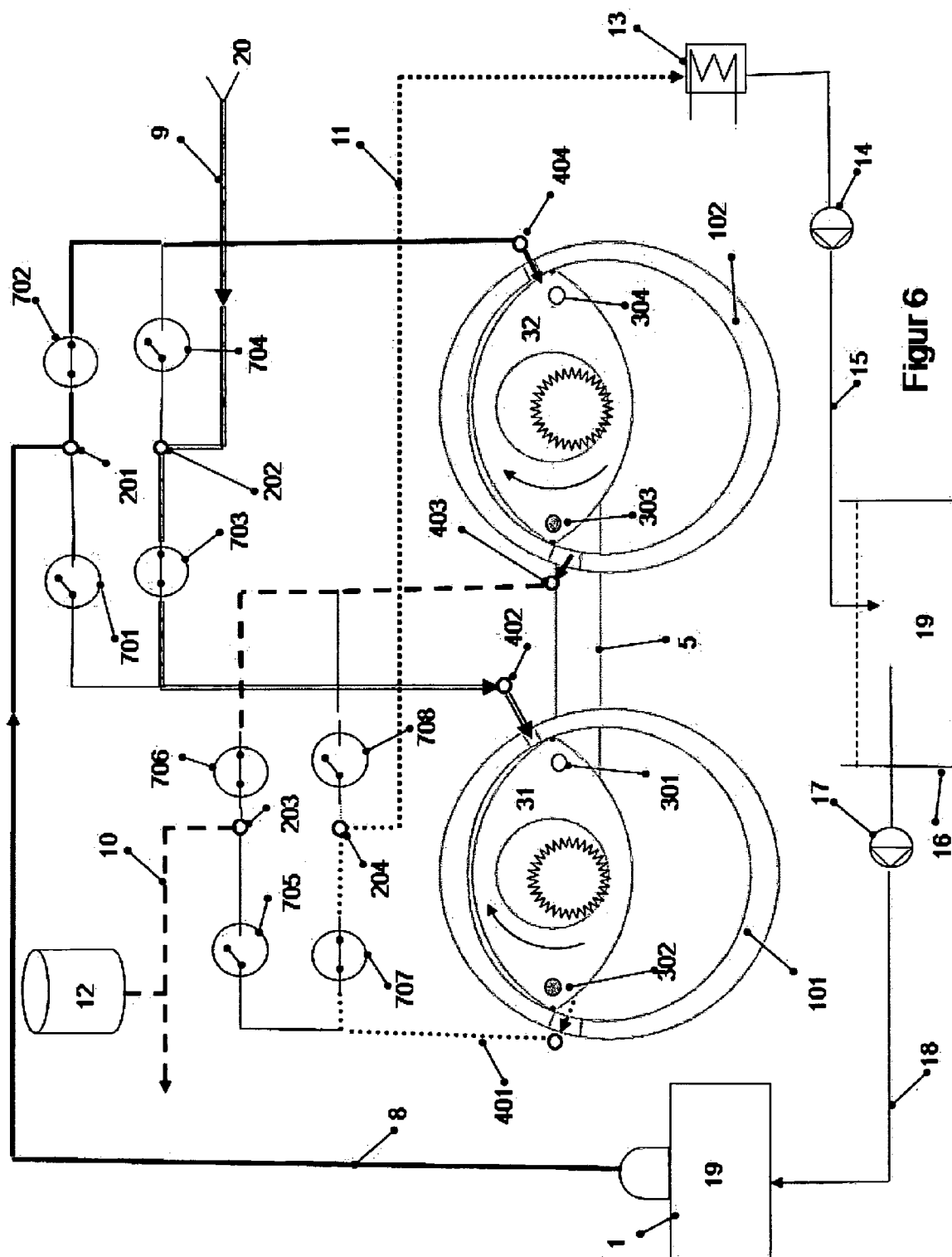


Figure 4



Figur 5



7a

RKM 101	Expansion	Kondensation	Expansion	
	Ausschieben	Ansaugen	Ausschieben	

RKM 102	Kondens.	Expansion	Kondensation	Expansion
	Ansaug.	Ausschieben	Ansaugen	Ausschieben

7b

RKM 101	Expansion	Kondensation	Expansion	
	Ausschieben	Ansaugen	Ausschieben	

RKM 102	Kondensation	Expansion	Kondensation	
	Ansaugen	Ausschieben	Ansaugen	

Figur 7

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 1751862 A [0004]
- DE 69914738 T2 [0004]
- US 5211017 A [0004]
- DE 3333586 [0004]
- US 5165238 A [0005]