

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4581795号
(P4581795)

(45) 発行日 平成22年11月17日(2010.11.17)

(24) 登録日 平成22年9月10日(2010.9.10)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 5 B 1/10 (2006.01)	F 2 5 B 1/10 H
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/10 Q
	F 2 5 B 1/10 S
	F 2 5 B 1/00 3 9 6 D

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-104304 (P2005-104304)	(73) 特許権者	000002853
(22) 出願日	平成17年3月31日(2005.3.31)		ダイキン工業株式会社
(65) 公開番号	特開2006-284085 (P2006-284085A)		大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
(43) 公開日	平成18年10月19日(2006.10.19)		梅田センタービル
審査請求日	平成19年11月7日(2007.11.7)	(74) 代理人	100077931
			弁理士 前田 弘
		(74) 代理人	100094134
			弁理士 小山 廣毅
		(74) 代理人	100110939
			弁理士 竹内 宏
		(74) 代理人	100110940
			弁理士 嶋田 高久
		(74) 代理人	100113262
			弁理士 竹内 祐二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷凍装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮機構(40)と熱源側熱交換器(21)と膨張機構(60)と利用側熱交換器(22)とが接続されて蒸気圧縮式冷凍サイクルを行う冷媒回路(20)を備え、上記膨張機構(60)と圧縮機構(40)とが連結されている冷凍装置であって、

上記膨張機構(60)は、第1膨張機(61)と、該第1膨張機(61)の吐出口に冷媒配管(23)によって吸入口が接続された第2膨張機(62)とを備えて冷媒を2段膨張させるように構成され、

上記第2膨張機(62)は、吸入容積が上記第1膨張機(61)の吐出容積より大きく構成される一方、

上記冷媒回路(20)は、第1膨張機(61)に流入する高圧冷媒の一部を第1膨張機(61)と第2膨張機(62)とを接続する上記冷媒配管(23)に導入する膨張側バイパス路(70)を備えている

ことを特徴とする冷凍装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

上記膨張側バイパス路(70)は、流量調整自在な膨張側調整機構(71)を備えていることを特徴とする冷凍装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、

上記圧縮機構（40）は、冷媒を2段圧縮させるように第1圧縮機（41）と第2圧縮機（42）とを備える一方、

上記冷媒回路（20）には、一端が第1膨張機（61）と第2膨張機（62）との間に接続され、他端が第1圧縮機（41）と第2圧縮機（42）との間に接続された圧縮側バイパス路（72）が設けられていることを特徴とする冷凍装置。

【請求項4】

請求項3において、

上記圧縮側バイパス路（72）は、流量調整自在な圧縮側調整機構（76）を備えていることを特徴とする冷凍装置。

10

【請求項5】

請求項4において、

上記膨張側バイパス路（70）は、流量調整自在な膨張側調整機構（71）を備え、該膨張側調整機構（71）は、圧縮機構（40）の吐出側冷媒圧力が所定の目標値になるように開度が調整され、

上記圧縮側調整機構（76）は、上記膨張側調整機構（71）が開いている状態では、圧縮機構（40）の吐出側冷媒温度が所定の目標値になるように開度が調整される一方、上記膨張側調整機構（71）が閉じている状態では、圧縮機構（40）の吐出側冷媒圧力が所定の目標値になるように開度が調整されることを特徴とする冷凍装置。

20

【請求項6】

請求項3において、

上記第1膨張機（61）と第2膨張機（62）とを接続する冷媒配管（23）の途中には、気液分離器（75）が設けられ、

上記圧縮側バイパス路（72）の一端は、上記気液分離器（75）の冷媒ガス雰囲気中に接続されていることを特徴とする冷凍装置。

【請求項7】

請求項1において、

上記冷媒回路（20）は、超臨界冷凍サイクルを行うように構成されていることを特徴とする冷凍装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、膨張機構を有する冷凍装置に関し、特に、膨張機構で動力を回収するようにした冷凍装置に係るものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、特許文献1に開示されているように、冷凍サイクルを行う冷媒回路に膨張機を設け、該膨張機において、冷媒から動力を回収するようにしているものがある。この膨張機で高圧冷媒から回収された動力は、軸などを介して圧縮機へ伝えられ、圧縮機を駆動するために利用される。

40

【0003】

冷媒回路は閉回路であるため、単位時間当たりに圧縮機を通過する冷媒の質量と膨張機を通過する冷媒の質量は、常に一致していなければならない。そこで、特許文献1では、膨張機をバイパスする通路を設けたり、膨張機と直列に膨張弁を設け、バイパス量や膨張弁の開度を調節することで、冷媒回路の圧縮機側と膨張機側での冷媒流量をバランスさせている。

【特許文献1】特開2000-329416号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の冷凍装置においては、冷媒が膨張機をバイパスすると膨張機を通過する冷媒量が減少する。また、従来の冷凍装置のように、膨張機と直列に膨張弁を設けると膨張機の出入口における圧力差が減少する。この場合、何れの場合も膨張機での回収動力の減少を招くことになる。

【0005】

本発明は、斯かる点に鑑みてなされたものであり、膨張機構で回収できる動力量が減少することなく、運転状態の如何に拘わらず圧縮機構の通過冷媒量と膨張機構の通過冷媒量とをバランスさせることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第1の発明は、圧縮機構(40)と熱源側熱交換器(21)と膨張機構(60)と利用側熱交換器(22)とが接続されて蒸気圧縮式冷凍サイクルを行う冷媒回路(20)を備え、上記膨張機構(60)と圧縮機構(40)とが連結されている冷凍装置を対象としている。そして、上記膨張機構(60)は、第1膨張機(61)と、該第1膨張機(61)の吐出口に冷媒配管(23)によって吸入口が接続された第2膨張機(62)とを備えて冷媒を2段膨張させるように構成されている。さらに、上記第2膨張機(62)は、吸入容積が上記第1膨張機(61)の吐出容積より大きく構成されている。加えて、上記冷媒回路(20)が、第1膨張機(61)に流入する高圧冷媒の一部を第1膨張機(61)と第2膨張機(62)とを接続する上記冷媒配管(23)に導入する膨張側バイパス路(70)を備えている。

【0007】

上記第1の発明では、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が上昇すると、第1膨張機(61)に流入する高圧冷媒の一部を膨張側バイパス路(70)から第2膨張機(62)に導入する。

【0008】

つまり、所定の運転条件において必要な圧縮機構の吸入容積と膨張機構の吸入容積との比を膨圧容積比(圧縮機構の吸入容積/膨張機構の吸入容積)とし、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が上昇すると、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも小さくなることがある。低圧冷媒圧力が上昇すると、この圧力上昇に伴って圧縮機構(40)に吸入される冷媒の密度が大きくなり、圧縮機構(40)の吐出冷媒の質量流量が増加する。一方、高圧冷媒圧力が変動しても、膨張機構(60)に流入する冷媒の密度の変化が小さいことから、膨張機構(60)に流入できる冷媒の質量流量の変化は小さい。したがって、膨張機構(60)を通過できる冷媒の質量流量が、圧縮機構(40)を通過できる冷媒の質量流量に対して相対的に少なくなる。

【0009】

そこで、設計膨圧容積比の設定によって、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が上昇すると、高圧冷媒圧力が目標値になるように、上記第1膨張機(61)に流入する超臨界状態の高圧冷媒の一部を膨張側バイパス路(70)を介して第2膨張機(62)に導入する。この結果、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも小さくなる運転条件であっても、膨張機構(60)から吐出される冷媒の質量流量を、圧縮機構(40)から吐出される冷媒の質量流量に一致させる。

【0010】

第2の発明は、上記第1の発明において、上記膨張側バイパス路(70)が流量調整自在な膨張側調整機構(71)を備えている。

【0011】

上記第2の発明では、膨張側調整機構(71)によって第2膨張機(62)に導入する高圧冷媒量が調整される。

【0012】

第3の発明は、上記第1の発明において、上記圧縮機構(40)が、冷媒を2段圧縮さ

10

20

30

40

50

せるように第1圧縮機(41)と第2圧縮機(42)とを備えている。更に、上記冷媒回路(20)には、一端が第1膨張機(61)と第2膨張機(62)との間に接続され、他端が第1圧縮機(41)と第2圧縮機(42)との間に接続された圧縮側バイパス路(72)が設けられている。

【0013】

上記第3の発明では、第1膨張機(61)で膨張した中間圧力冷媒が第2圧縮機(42)に供給される。この結果、圧縮機構(40)の吐出冷媒温度の上昇が抑制される。

【0014】

第4の発明は、上記第3の発明において、上記圧縮側バイパス路(72)が流量調整自在な圧縮側調整機構(76)を備えている。

10

【0015】

上記第4の発明では、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が低下すると、上記圧縮側バイパス路(72)の圧縮側調整機構(76)を開き、第1膨張機(61)を流れた中間圧の冷媒の一部を圧縮側バイパス路(72)から第2圧縮機(42)に導入する。

【0016】

つまり、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が低下すると、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも大きくなることがある。この圧力低下に伴って圧縮機構(40)に吸入される冷媒の密度が小さくなり、圧縮機構(40)の吐出冷媒の質量流量が低下する。一方、高圧冷媒圧力が変動しても、膨張機構(60)に流入する冷媒の密度の変化が小さいことから、膨張機構(60)に流入できる冷媒の質量流量の変化は小さい。したがって、膨張機構(60)を通過できる冷媒の質量流量が、圧縮機構(40)を通過できる冷媒の質量流量に対して相対的に大きくなる。

20

【0017】

そこで、設計膨圧容積比の設定によって、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が低下すると、高圧冷媒圧力が目標値になるように、上記圧縮側バイパス路(72)の圧縮側調整機構(76)を開き、第1膨張機(61)を流れた中間圧の冷媒の一部を圧縮側バイパス路(72)から第2圧縮機(42)に導入する。この結果、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも大きくなる運転条件であっても、膨張機構(60)から吐出される冷媒の質量流量を、圧縮機構(40)から吐出される冷媒の質量流量に一致させる。

【0018】

第5の発明は、上記第4の発明において、上記膨張側バイパス路(70)が、流量調整自在な膨張側調整機構(71)を備え、該膨張側調整機構(71)は、圧縮機構(40)の吐出側冷媒圧力が所定の目標値になるように開度が調整され、上記圧縮側調整機構(76)は、上記膨張側調整機構(71)が開いている状態では、圧縮機構(40)の吐出側冷媒温度が所定の目標値になるように開度が調整される一方、上記膨張側調整機構(71)が閉じている状態では、圧縮機構(40)の吐出側冷媒圧力が所定の目標値になるように開度が調整される冷凍装置である。

30

【0019】

第6の発明は、上記第3の発明において、上記第1膨張機(61)と第2膨張機(62)とを接続する冷媒配管(23)の途中に気液分離器(75)が設けられ、上記圧縮側バイパス路(72)の一端が上記気液分離器(75)の冷媒ガス雰囲気中に接続されている。

40

【0020】

上記第6の発明では、気液分離器(75)で分離されたガス冷媒が第2圧縮機(42)に供給され、エコマイザサイクルが構成される。

【0021】

第7の発明は、上記第1の発明において、上記冷媒回路(20)が超臨界冷凍サイクルを行うように構成されている。

【発明の効果】

【0022】

したがって、本発明によれば、上記第1膨張機(61)と並列に膨張側バイパス路(70

50

)を設けるようにしたために、膨圧容積比が膨張機構(60)の設計値よりも小さくなると、第1膨張機(61)をバイパスして高圧冷媒の一部を第2膨張機(62)に導入することができる。この結果、圧縮機構(40)からの吐出冷媒量と膨張機構(60)からの流出冷媒量とを均衡させることができる。したがって、従来、膨張機構(60)をバイパスさせていた高圧冷媒を膨張機構(60)に導くことができるので、冷媒回路(20)を循環して膨張機構(60)へ送られてくる全ての高圧冷媒から動力を回収することができる。

【0023】

また、上記冷媒の圧力エネルギーを確実に動力として回収することができるので、運転効率の向上を図ることができる。

【0024】

また、第2の発明によれば、上記膨張側バイパス路(70)に膨張側調整機構(71)を設けているので、第1膨張機(61)をバイパスする冷媒量を調整することができることから、運転条件に合わせて圧縮機構(40)からの吐出冷媒量と膨張機構(60)からの流出冷媒量とを均衡させることができる。

【0025】

また、第3の発明によれば、第1膨張機(61)から吐出した冷媒の一部を第2圧縮機(42)に供給する圧縮側バイパス路(72)を設けるようにしたために、圧縮機構(40)の吐出冷媒温度の上昇を抑制することができる。

【0026】

また、第4の発明によれば、調整機構(76)を有する圧縮側バイパス路(72)を設けるようにしたために、膨圧容積比が膨張機構(60)の設計値よりも大きくなると、第2圧縮機(42)に導入する中間圧の冷媒流量を調節することができる。この結果、圧縮機構(40)からの吐出冷媒量と膨張機構(60)からの流出冷媒量とを均衡させることができる。したがって、従来、膨張機構(60)に直列に設けていた膨張弁を省略することができるので、膨張機構(60)の出入口における圧力差の低減を防止することができることから、高圧冷媒からの動力を効率よく回収することができる。

【0027】

また、上記圧縮側バイパス路(72)に圧縮側調整機構(76)を設けているので、第2圧縮機(42)に導入する冷媒流量を調整することができることから、運転条件に合わせて圧縮機構(40)からの吐出冷媒量と膨張機構(60)からの流出冷媒量とを均衡させることができる。

【0028】

また、第6の発明によれば、気液分離器(75)を設けるようにしたために、冷却されたガス冷媒が第2圧縮機(42)に供給されるので、冷凍サイクルのCOPを向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0030】

発明の実施形態1

図1に示すように、本実施形態の冷凍装置は、暖房運転と冷房運転とを切り換えて行う空調機(10)に構成され、該空調機(10)は冷媒回路(20)を備えている。

【0031】

上記冷媒回路(20)は、圧縮膨張ユニット(30)と熱源側熱交換器(21)と利用側熱交換器(22)と2つの四路切換弁(2a, 2b)とを備えている。上記冷媒回路(20)は、圧縮膨張ユニット(30)と熱源側熱交換器(21)と利用側熱交換器(22)と四路切換弁(2a, 2b)とが冷媒配管(23)によって接続されて閉回路に構成され、冷媒として二酸化炭素(CO₂)が充填され、超臨界冷凍サイクル(臨界温度以上の蒸気圧領域を含む冷凍サイクル)を行うように構成されている。

【0032】

10

20

30

40

50

上記第1四路切換弁(2a)及び第2四路切換弁(2b)は、それぞれ4つのポートを備えている。

【0033】

上記第1四路切換弁(2a)の4つのポートは、後述する圧縮膨張ユニット(30)の圧縮機構(40)の吐出側及び吸込側と、利用側熱交換器(22)及び熱源側熱交換器(21)とが冷媒配管(23)によって接続されている。そして、上記第1四路切換弁(2a)は、圧縮機構(40)の吐出側と利用側熱交換器(22)とが連通し且つ熱源側熱交換器(21)と圧縮機構(40)の吸込側とが連通する暖房運転状態(図1に実線参照)と、圧縮機構(40)の吐出側と熱源側熱交換器(21)とが連通し且つ利用側熱交換器(22)と圧縮機構(40)の吸込側とが連通する冷房運転状態(図1に破線参照)とに切り換わる。

10

【0034】

上記第2四路切換弁(2b)の4つのポートは、後述する圧縮膨張ユニット(30)の膨張機構(60)の吐出側及び吸込側と、熱源側熱交換器(21)及び利用側熱交換器(22)とが冷媒配管(23)によって接続されている。そして、上記第2四路切換弁(2b)は、膨張機構(60)の吐出側と熱源側熱交換器(21)とが連通し且つ利用側熱交換器(22)と膨張機構(60)の吸込側とが連通する暖房運転状態(図1に実線参照)と、膨張機構(60)の吐出側と利用側熱交換器(22)とが連通し且つ熱源側熱交換器(21)と膨張機構(60)の吸込側とが連通する冷房運転状態(図1に破線参照)とに切り換わる。

【0035】

- 圧縮膨張ユニットの構成 -

20

上記圧縮膨張ユニット(30)のケーシング(31)は、縦長円筒形の密閉容器に構成されている。このケーシング(31)の内部には、下から上に向かって圧縮機構(40)と電動機(50)と膨張機構(60)とが順に配置されている。

【0036】

上記電動機(50)は、ケーシング(31)の長手方向の中央部に配置されている。この電動機(50)のステータ(51)は、ケーシング(31)に固定され、ロータ(52)には、回転軸を構成するシャフト(32)が貫通している。

【0037】

上記圧縮機構(40)は、第1圧縮機(41)と第2圧縮機(42)とを備えて冷媒を2段圧縮させるように構成され、上記冷媒回路(20)が2段圧縮冷凍サイクルを行うように構成されている。上記第1圧縮機(41)の吸込口は、冷媒配管(23)によって第1四路切換弁(2a)が接続され、上記第1圧縮機(41)の吐出口は、冷媒配管(23)によって第2圧縮機(42)の吸込口が接続されている。また、上記第2圧縮機(42)の吸込口は、冷媒配管(23)によって第1圧縮機(41)の吐出口が接続され、上記第2圧縮機(42)の吐出口は、冷媒配管(23)によって第1四路切換弁(2a)が接続されている。

30

【0038】

上記圧縮機構(40)は、例えば揺動ピストン型の流体機械であって、上記電動機(50)のシャフト(32)の下端が延長されて該シャフト(32)に連結されている。つまり、第1圧縮機(41)と第2圧縮機(42)と電動機(50)とがシャフト(32)によって一体に回転するように構成されている。

40

【0039】

上記膨張機構(60)は、第1膨張機(61)と第2膨張機(62)とを備えて冷媒を2段膨張させるように構成され、上記冷媒回路(20)が2段圧縮2段膨張冷凍サイクルを行うように構成されている。上記第1膨張機(61)の吸込口は、冷媒配管(23)によって第2四路切換弁(2b)が接続され、上記第1膨張機(61)の吐出口は、冷媒配管(23)によって第2膨張機(62)の吸込口が接続されている。また、上記第2膨張機(62)の吸込口は、冷媒配管(23)によって第1膨張機(61)の吐出口が接続され、上記第2膨張機(62)の吐出口は、冷媒配管(23)によって第2四路切換弁(2b)が接続されている。

【0040】

また、上記第1膨張機(61)及び第2膨張機(62)は、いわゆる揺動ピストン型の流

50

体機械であって、上記電動機（50）のシャフト（32）の上端が延長されて該シャフト（32）に連結されている。つまり、上記第1膨張機（61）と第2膨張機（62）と電動機（50）と圧縮機構（40）とがシャフト（32）によって一体に回転するように構成されている。

【0041】

上記熱源側熱交換器（21）は、室外熱交換器であって、冷媒が室外空気と熱交換して蒸発する蒸発器に構成されている。また、上記利用側熱交換器（22）は、室内熱交換器であって、冷媒が室内空気と熱交換して放熱する放熱器に構成されている。

【0042】

一方、上記冷媒回路（20）には、膨張側バイパス路（70）が設けられている。該膨張側バイパス路（70）の一端は、第2四路切換弁（2b）と第1膨張機（61）との間の冷媒配管（23）に接続され、他端が第1膨張機（61）と第2膨張機（62）との間の冷媒配管（23）に接続されている。上記膨張側バイパス路（70）は、第1膨張機（61）と並列に接続され、膨張側調整弁（71）が設けられている。該膨張側調整弁（71）は、流量調整自在な調整機構を構成し、図示しないが、コントローラによって圧縮機構（40）の吐出側冷媒圧力である高圧冷媒圧力が目標値になるように開度が調整される。

【0043】

また、上記冷媒回路（20）には、圧縮側バイパス路（72）が設けらると共に、気液分離器（75）が設けられている。該気液分離器（75）は、第1膨張機（61）と第2膨張機（62）との間の冷媒配管（23）であって、膨張側バイパス路（70）の接続端より下流側に設けられている。

【0044】

上記圧縮側バイパス路（72）の一端は、第1膨張機（61）と第2膨張機（62）との間の冷媒配管（23）の途中であって、上記気液分離器（75）におけるガス雰囲気中に位置するように該気液分離器（75）に接続されている。上記圧縮側バイパス路（72）の他端は、第1圧縮機（41）と第2圧縮機（42）との間の冷媒配管（23）に接続されている。上記圧縮側バイパス路（72）は、圧縮側調整弁（76）が設けられ、第1膨張機（61）で膨張した冷媒が第2圧縮機（42）に導入されるように構成されている。

【0045】

上記圧縮側調整弁（76）は、流量調整自在な調整機構を構成し、図示しないが、コントローラによって開度が調整される。具体的に、上記圧縮側調整弁（76）は、膨張側調整弁（71）が開いている状態では、圧縮機構（40）の吐出側冷媒温度である高圧冷媒温度が目標値になるように開度が調整される。また、上記圧縮側調整弁（76）は、膨張側調整弁（71）が閉じている状態では、圧縮機構（40）の吐出側冷媒圧力である高圧冷媒圧力が目標値になるように開度が調整される。

【0046】

尚、上記膨張側調整弁（71）及び圧縮側調整弁（76）の制御目標値である高圧冷媒圧力及び高圧冷媒温度の目標値は、圧縮機構（40）の吸込側冷媒圧力である低圧冷媒圧力によって定められる。また、上記高圧冷媒圧力、高圧冷媒温度及び低圧冷媒圧力は、図示しないが、例えば、圧縮機構（40）の吐出側に設けられた圧力センサ（圧力検出手段）及び温度センサ（温度検出手段）と、圧縮機構（40）の吸入側に設けられた圧力センサ（圧力検出手段）によって検出される。

【0047】

そこで、上記膨張側バイパス路（70）及び圧縮側バイパス路（72）を設けた基本的原理について説明する。

【0048】

例えば、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が上昇すると、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも小さくなることがある。低圧冷媒圧力が上昇すると、それに伴って圧縮機構（40）に吸入される冷媒の密度が大きくなる。このため、上記シャフト（32）の回転速度が一定のままで、圧縮機構（40）の吐出冷媒の質量流量が増加する。一方、高圧冷媒圧力が変動しても、高圧冷媒が超臨界状態であることから、膨張機構（60）に流入する冷

10

20

30

40

50

媒の密度の変化が小さい。このため、シャフト（32）の回転速度が一定であれば、膨張機構（60）に流入できる冷媒の質量流量の変化は小さい。したがって、この場合には、膨張機構（60）を通過できる冷媒の質量流量は、圧縮機構（40）を通過できる冷媒の質量流量に対して相対的に少なくなる。

【0049】

このような運転状態では、上記膨張側バイパス路（70）の膨張側調整弁（71）を開き、第1膨張機（61）に流入する超臨界状態の高圧冷媒の一部を膨張側バイパス路（70）から第2膨張機（62）に導入する。こうすることによって、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも小さくなる運転条件であっても、膨張機構（60）から吐出される冷媒の質量流量を、圧縮機構（40）から吐出される冷媒の質量流量に一致させることができる。

10

【0050】

つまり、上記膨張機構（60）においては、図3に示すように、第1膨張機（61）に流入した冷媒は、C点まで膨張して減圧される。その後、第2膨張機（62）において、第1膨張機（61）から流出した冷媒と膨張側バイパス路（70）を流れた冷媒とが流入し、D点まで膨張して減圧される。この図3から明らかなように、上記第1膨張機（61）の容積より、第2膨張機（62）の容積が大きく設定されている。

【0051】

一方、逆に、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が低下すると、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも大きくなることがある。低圧冷媒圧力が低下すると、それに伴って圧縮機構（40）に吸入される冷媒の密度が小さくなる。このため、上記シャフト（32）の回転速度が一定のままでも、圧縮機構（40）の吐出冷媒の質量流量が低下する。一方、高圧冷媒圧力が変動しても、高圧冷媒が超臨界状態であることから、膨張機構（60）に流入する冷媒の密度の変化が小さい。このため、シャフト（32）の回転速度が一定であれば、膨張機構（60）に流入できる冷媒の質量流量の変化は小さい。したがって、この場合には、膨張機構（60）を通過できる冷媒の質量流量は、圧縮機構（40）を通過できる冷媒の質量流量に対して相対的に大きくなる。

20

【0052】

このような運転状態では、上記圧縮側バイパス路（72）の圧縮側調整弁（76）を開き、第1膨張機（61）を流れた中間圧の冷媒の一部を圧縮側バイパス路（72）から第2圧縮機（42）に導入する。こうすることによって、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも大きくなる運転条件であっても、膨張機構（60）から吐出される冷媒の質量流量を、圧縮機構（40）から吐出される冷媒の質量流量に一致させることができる。

30

【0053】

- 運転動作 -

上記空調機（10）の動作について説明する。尚、膨張側調整弁（71）及び圧縮側調整弁（76）が全閉状態の場合から説明する。

【0054】

A．暖房運転

まず、暖房運転時においては、第1四路切換弁（2a）及び第2四路切換弁（2b）が図1に実線で示す状態に切り換えられる。

40

【0055】

この状態において、上記第1圧縮機（41）で第1段の冷媒圧縮が行われた後、第2圧縮機（42）で第2段の冷媒圧縮が行われる。圧縮機構（40）で圧縮された高圧冷媒は、第1四路切換弁（2a）を通過して利用側熱交換器（22）に流れる。この利用側熱交換器（22）では、高圧冷媒が室内空気へ放熱し、室内空気が加熱される。

【0056】

上記利用側熱交換器（22）を流れた高圧冷媒は、第2四路切換弁（2b）を通り、膨張機構（60）の第1膨張機（61）に流入する。該第1膨張機（61）では、第1段の膨張が行われ、高圧冷媒が膨張する。上記第1膨張機（61）で膨張した中間圧冷媒は、気液分離器（75）を流れ、第2膨張機（62）に流入する。続いて、該第2膨張機（62）では、第2段

50

の膨張が行われ、中間圧冷媒が膨張する。

【 0 0 5 7 】

上記膨張後の低圧冷媒は、第 2 膨張機 (62) から流出し、第 2 四路切換弁 (2b) を通り、熱源側熱交換器 (21) に流れ、該熱源側熱交換器 (21) では、冷媒が室外空気から吸熱して蒸発する。上記熱源側熱交換器 (21) から出た低圧ガス冷媒は、第 1 四路切換弁 (2a) を通って圧縮膨張ユニット (30) の圧縮機構 (40) に戻り、該圧縮機構 (40) は、吸入した冷媒を圧縮して吐出する。この動作が繰り返されて、室内が暖房される。

【 0 0 5 8 】

また、上記第 1 膨張機 (61) 及び第 2 膨張機 (62) において、冷媒が膨張し、その内部エネルギーがシャフト (32) の回転動力に変換される。そして、上記第 1 膨張機 (61) と第 2 膨張機 (62) で回収された回転動力は、圧縮機構 (40) の回転動力に利用される。

10

【 0 0 5 9 】

つまり、図 4 に示すように、暖房運転時においては、冷媒を膨張機構 (60) で膨張させる場合 (図 4 実線 A 参照)、冷媒を膨張弁で膨張させる場合 (図 4 破線 B 参照) に比して膨張機構 (60) での膨張動力を回収することができる。

【 0 0 6 0 】

B . 冷房運転

一方、冷房運転時においては、第 1 四路切換弁 (2a) 及び第 2 四路切換弁 (2b) が図 1 に破線で示す状態に切り換えられる。

【 0 0 6 1 】

この状態において、暖房運転時と同様に、冷媒が第 1 圧縮機 (41) 及び第 2 圧縮機 (42) で 2 段圧縮される。圧縮機構 (40) で圧縮された高圧冷媒は、第 1 四路切換弁 (2a) を通って熱源側熱交換器 (21) 流れる。この熱源側熱交換器 (21) では、高圧冷媒が室外空気へ放熱する。

20

【 0 0 6 2 】

上記熱源側熱交換器 (21) を流れた高圧冷媒は、第 2 四路切換弁 (2b) を通り、膨張機構 (60) に流入する。この高圧冷媒は、暖房運転時と同様に、第 1 膨張機 (61) 及び第 2 膨張機 (62) で 2 段膨張する。

【 0 0 6 3 】

上記膨張後の低圧冷媒は、第 2 膨張機 (62) から流出し、第 2 四路切換弁 (2b) を通り、利用側熱交換器 (22) に流れ、該利用側熱交換器 (22) では、低圧冷媒が室内空気から吸熱して蒸発し、室内空気が冷却される。上記利用側熱交換器 (22) から出た低圧ガス冷媒は、第 1 四路切換弁 (2a) を通って圧縮膨張ユニット (30) の圧縮機構 (40) に戻り、該圧縮機構 (40) は、吸入した冷媒を圧縮して吐出する。この動作が繰り返されて、室内が冷房される。

30

【 0 0 6 4 】

また、暖房運転時と同様に、上記第 1 膨張機 (61) 及び第 2 膨張機 (62) において、冷媒が膨張し、その内部エネルギーがシャフト (32) の回転動力に変換される。そして、上記第 1 膨張機 (61) と第 2 膨張機 (62) で回収された回転動力は、圧縮機構 (40) の回転動力に利用される。

40

【 0 0 6 5 】

つまり、図 5 に示すように、冷房運転時においては、冷媒を膨張機構 (60) で膨張させる場合 (図 5 実線 A 参照)、冷媒を膨張弁で膨張させる場合 (図 5 破線 B 参照) に比して膨張機構 (60) での膨張動力を回収できると共に、冷房能力が増加する。

【 0 0 6 6 】

C . 調整弁の制御

次に、上記膨張側調整弁 (71) 及び圧縮側調整弁 (76) の動作について説明する。

【 0 0 6 7 】

図 2 に示すように、先ず、ステップ S T 1 において、膨張側バイパス路 (70) の膨張側調整弁 (71) は、圧縮機構 (40) の吐出側冷媒圧力である高圧冷媒圧力が所定の目標値

50

になるように開度が調整される。その後、上記膨張側調整弁(71)が開度制御されて開いている状態では、ステップST2に移る。そして、このステップST2において、圧縮側バイパス路(72)の圧縮側調整弁(76)は、圧縮機構(40)の吐出側冷媒温度である高圧冷媒温度が所定の目標値になるように開度が調整される。この動作を繰り返すことになる。一方、上記膨張側調整弁(71)が開度制御されずに閉じている状態では、ステップST1からステップST3に移る。そして、このステップST3において、圧縮側バイパス路(72)の圧縮側調整弁(76)は、圧縮機構(40)の吐出側冷媒圧力である高圧冷媒圧力が所定の目標値になるように開度が調整される。この動作を繰り返すことになる。

【0068】

具体的に、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が上昇すると、この圧力上昇に伴って圧縮機構(40)に吸入される冷媒の密度が大きくなり、圧縮機構(40)の吐出冷媒の質量流量が増加する。一方、高圧冷媒圧力が変動しても、膨張機構(60)に流入する冷媒の密度の変化が小さいことから、膨張機構(60)に流入できる冷媒の質量流量の変化は小さい。したがって、膨張機構(60)を通過できる冷媒の質量流量が、圧縮機構(40)を通過できる冷媒の質量流量に対して相対的に少なくなる。

10

【0069】

そこで、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が上昇すると、この低圧冷媒圧力に対応した高圧冷媒圧力の目標値が算出される。そして、高圧冷媒圧力が目標値になるように、上記膨張側バイパス路(70)の膨張側調整弁(71)を開き、第1膨張機(61)に流入する超臨界状態の高圧冷媒の一部を膨張側バイパス路(70)から第2膨張機(62)に導入する。この結果、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも小さくなる運転条件であっても、膨張機構(60)から吐出される冷媒の質量流量を、圧縮機構(40)から吐出される冷媒の質量流量に一致させる。

20

【0070】

逆に、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が低下すると、この圧力低下に伴って圧縮機構(40)に吸入される冷媒の密度が小さくなり、圧縮機構(40)の吐出冷媒の質量流量が低下する。一方、高圧冷媒圧力が変動しても、膨張機構(60)に流入する冷媒の密度の変化が小さいことから、膨張機構(60)に流入できる冷媒の質量流量の変化は小さい。したがって、膨張機構(60)を通過できる冷媒の質量流量が、圧縮機構(40)を通過できる冷媒の質量流量に対して相対的に大きくなる。

30

【0071】

そこで、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が低下すると、この低圧冷媒圧力に対応した高圧冷媒圧力の目標値が算出される。そして、上記高圧冷媒圧力が目標値になるように、上記圧縮側バイパス路(72)の圧縮側調整弁(76)を開き、第1膨張機(61)を流れた中間圧の冷媒の一部を圧縮側バイパス路(72)から第2圧縮機(42)に導入する。この結果、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも大きくなる運転条件であっても、膨張機構(60)から吐出される冷媒の質量流量を、圧縮機構(40)から吐出される冷媒の質量流量に一致させる。

【0072】

- 実施形態1の効果 -

40

以上のように、本実施形態によれば、上記第1膨張機(61)と並列に膨張側バイパス路(70)を設けるようにしたために、膨圧容積比が膨張機構(60)の設計値よりも小さくなると、第1膨張機(61)をバイパスして高圧冷媒の一部を第2膨張機(62)に導入することができる。この結果、圧縮機構(40)からの吐出冷媒量と膨張機構(60)からの流出冷媒量とを均衡させることができる。したがって、従来、膨張機構(60)をバイパスさせていた高圧冷媒を膨張機構(60)に導くことができるので、冷媒回路(20)を循環して膨張機構(60)へ送られてくる全ての高圧冷媒から動力を回収することができる。

【0073】

また、上記圧縮側調整弁(76)を有する圧縮側バイパス路(72)を設けるようにしたために、膨圧容積比が膨張機構(60)の設計値よりも大きくなると、圧縮側調整弁(76)

50

の開度を調整し、第2圧縮機(42)に導入する中間圧の冷媒流量を調節することができる。この結果、圧縮機構(40)からの吐出冷媒量と膨張機構(60)からの流出冷媒量とを均衡させることができる。したがって、従来、膨張機構(60)に直列に設けていた膨張弁を省略することができるので、膨張機構(60)の出入口における圧力差の低減を防止することができることから、高圧冷媒からの動力を効率よく回収することができる。

【0074】

また、上記冷媒の圧力エネルギーを確実に動力として回収することができるので、運転効率の向上を図ることができる。

【0075】

また、上記膨張側バイパス路(70)に膨張側調整弁(71)を設け、圧縮側バイパス路(72)に圧縮側調整弁(76)を設けているので、第1膨張機(61)をバイパスする冷媒量及び第2圧縮機(42)に導入する冷媒流量を調整することができることから、運転条件に合わせて圧縮機構(40)からの吐出冷媒量と膨張機構(60)からの流出冷媒量とを均衡させることができる。

【0076】

また、冷媒にCO₂を用いているので、環境に適した冷媒回路(20)を構成することができる。

【0077】

発明の実施形態2

本実施形態は、図6に示すように、実施形態1が膨張側バイパス路(70)と圧縮側バイパス路(72)とを設けたのに代わり、膨張側バイパス路(70)のみを設けるようにしたものである。尚、本実施形態は、説明の簡略化のため、暖房運転のみを行う暖房専用機の空調機(10)としている。したがって、本実施形態の冷媒回路(20)は、2つの四路切換弁(2a, 2b)、圧縮側バイパス路(72)及び気液分離器(75)は備えていない。

【0078】

また、本実施形態の圧縮機構(40)は、冷媒を1段圧縮するように構成され、1つの圧縮機で構成されている。

【0079】

したがって、本実施形態では、例えば、暖房運転の低温状態において、最適な冷凍サイクルになるように設計膨圧容積比を設定し、運転条件が変化して低圧冷媒圧力が上昇すると、この低圧冷媒圧力に対応した高圧冷媒圧力の目標値を算出する。そして、高圧冷媒圧力が目標値になるように、上記膨張側バイパス路(70)の膨張側調整弁(71)を開き、第1膨張機(61)に流入する超臨界状態の高圧冷媒の一部を膨張側バイパス路(70)から第2膨張機(62)に導入する。この結果、実際の膨圧容積比が設計膨圧容積比よりも小さくなる運転条件であっても、膨張機構(60)から吐出される冷媒の質量流量を、圧縮機構(40)から吐出される冷媒の質量流量に一致させる。その他の膨張側バイパス路(70)などの構成、作用及び効果は実施形態1と同じである。

【0080】

発明の実施形態3

本実施形態は、図7に示すように、実施形態1が気液分離器(75)を設けるようにしたのに代えて、この気液分離器(75)を省略するようにしたものである。尚、本実施形態は、説明の簡略化のため、暖房運転のみを行う暖房専用機の空調機(10)としている。したがって、本実施形態の冷媒回路(20)は、2つの四路切換弁(2a, 2b)及び気液分離器(75)は備えていない。

【0081】

また、上記圧縮側バイパス路(72)は、膨張側調整弁(71)に代えてキャピラリチューブ(73)が設けられている。

【0082】

したがって、本実施形態では、暖房運転時において、実施形態1の圧縮側バイパス路(72)の機能とは異なり、上記第1膨張機(61)で膨張した中間圧冷媒が第2圧縮機(42)

10

20

30

40

50

）に供給される。この結果、上記圧縮機構（40）の吐出側冷媒温度である高圧冷媒温度の上昇が抑制される。更に、上記利用側熱交換器（22）の冷媒循環量が増大し、暖房能力が増大する。その他の膨張側バイパス路（70）などの構成、作用及び効果は実施形態1と同じである。

【0083】

発明の実施形態4

本実施形態は、図8に示すように、実施形態1が気液分離器（75）を設けるようにしたのに代えて、この気液分離器（75）を省略するようにしたものである。尚、本実施形態は、説明の簡略化のため、暖房運転のみを行う暖房専用機の空調機（10）としている。したがって、本実施形態の冷媒回路（20）は、2つの四路切換弁（2a, 2b）及び気液分離器（75）は備えていない。

10

【0084】

また、上記圧縮側バイパス路（72）は、膨張側調整弁（71）に代えて開閉弁（74）が設けられている。

【0085】

したがって、本実施形態では、上記開閉弁（74）が、図示しないが、コントローラによって圧縮機構（40）の吐出側冷媒圧力ある高圧冷媒圧力が所定の目標値より低くなると開くことになる。

【0086】

つまり、上記開閉弁（74）を有する圧縮側バイパス路（72）を設けるようにしたために、膨圧容積比が膨張機構（60）の設計値よりも大きくなると、開閉弁（74）を開け、第2圧縮機（42）に中間圧の冷媒を導入する。この結果、圧縮機構（40）からの吐出冷媒量と膨張機構（60）からの流出冷媒量とを均衡させることができる。したがって、従来、膨張機構（60）に直列に設けていた膨張弁を省略することができるので、膨張機構（60）の出入口における圧力差の低減を防止することができることから、高圧冷媒からの動力を効率よく回収することができる。その他の膨張側バイパス路（70）などの構成、作用及び効果は実施形態2と同じである。

20

【0087】

発明の実施形態5

本実施形態は、図9に示すように、実施形態1が気液分離器（75）を設けるようにしたのに代えて、この気液分離器（75）を省略するようにしたものである。尚、本実施形態は、説明の簡略化のため、暖房運転のみを行う暖房専用機の空調機（10）としている。したがって、本実施形態の冷媒回路（20）は、2つの四路切換弁（2a, 2b）及び気液分離器（75）は備えていない。更に、上記圧縮側バイパス路（72）は、膨張側調整弁（71）が省略され、冷媒回路（20）がエコノマイザサイクルに構成されている。

30

【0088】

したがって、本実施形態では、暖房運転時において、実施形態1の圧縮側バイパス路（72）の機能とは異なり、上記第1膨張機（61）を流れた中間圧冷媒が、気液分離器（75）でガス冷媒と液冷媒とに分離される。そして、この気液分離器（75）における液冷媒は第2膨張機（62）に流れ、ガス冷媒は第2圧縮機（42）に供給されることになる。この結果、上記気液分離器（75）で冷却されたガス冷媒が第2圧縮機（42）に供給されるので、高圧冷媒温度の上昇を抑制することができると共に、冷凍サイクルのCOPを向上させることができる。その他の膨張側バイパス路（70）などの構成、作用及び効果は実施形態1と同じである。

40

【0089】

その他の実施形態

本発明は、上記実施形態1～5について、以下のような構成としてもよい。

【0090】

先ず、本発明は、冷房運転のみを行う冷房専用の空調機に適用してもよい。

【0091】

50

また、本発明の冷凍装置は、空調機に限られず、各種の冷却装置などに適用してもよい。

【0092】

また、本発明の冷媒は、二酸化炭素に限られるものではない。

【0093】

尚、以上の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

【産業上の利用可能性】

【0094】

以上説明したように、本発明は、膨張動力を回収する冷凍装置について有用である。

10

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】実施形態1における空調機の概略構成図である。

【図2】実施形態1における空調機の調整弁制御を示すフロー図である。

【図3】実施形態1における暖房運転時の膨張機構のp-V線図である。

【図4】実施形態1における空調機の暖房運転時のp-h線図である。

【図5】実施形態1における空調機の冷房運転時のp-h線図である。

【図6】実施形態2における空調機の概略構成図である。

【図7】実施形態3における空調機の概略構成図である。

【図8】実施形態4における空調機の概略構成図である。

20

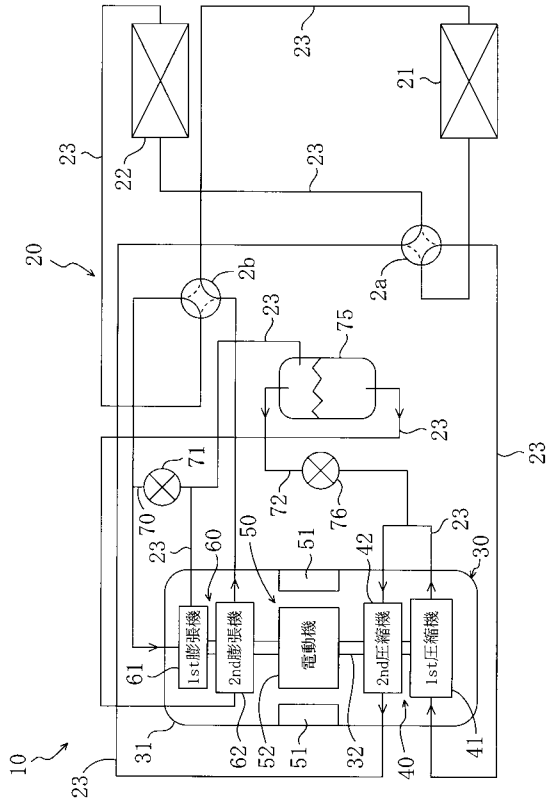
【図9】実施形態5における空調機の概略構成図である。

【符号の説明】

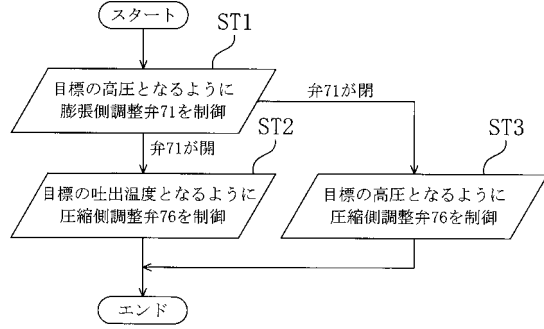
【0096】

10	空調機	
20	冷媒回路	
21	熱源側熱交換器	
22	利用側熱交換器	
30	圧縮膨張ユニット	
40	圧縮機構	
41	第1圧縮機	30
42	第2圧縮機	
50	電動機	
60	膨張機構	
61	第1膨張機	
62	第2膨張機	
70	膨張側バイパス路	
71	膨張側調整弁(調整機構)	
72	圧縮側バイパス路	
75	気液分離器	
76	圧縮側調整弁(調整機構)	40

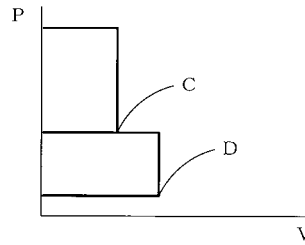
【図1】



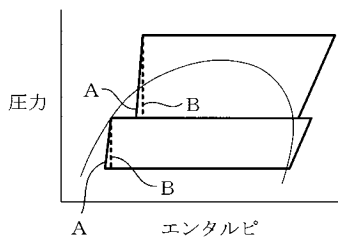
【図2】



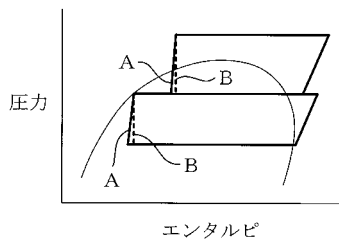
【図3】



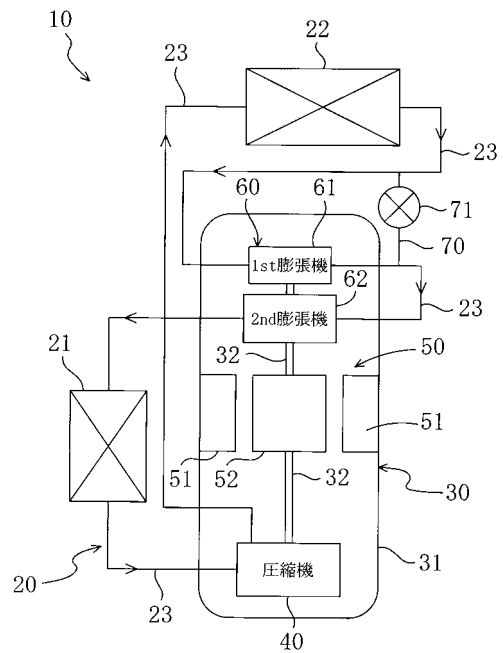
【図4】



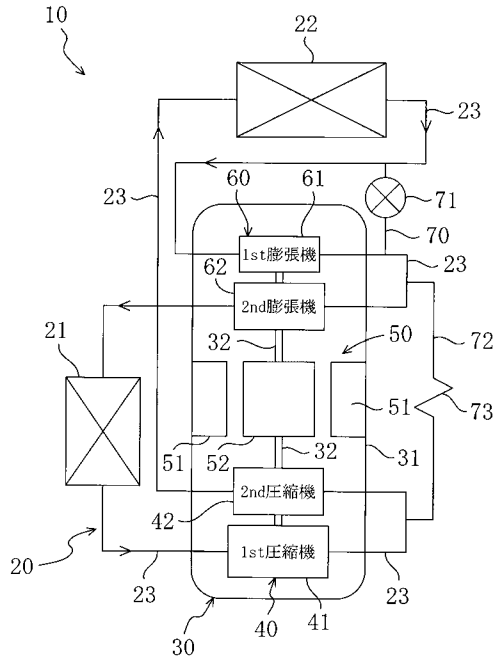
【図5】



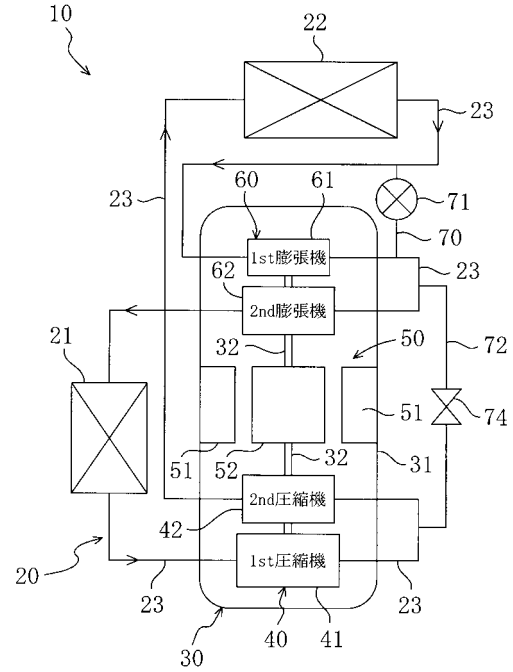
【図6】



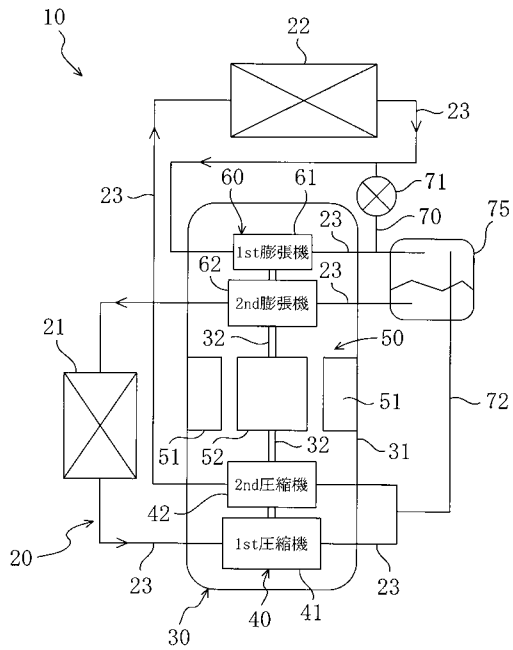
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(74)代理人 100115059

弁理士 今江 克実

(74)代理人 100115691

弁理士 藤田 篤史

(74)代理人 100117581

弁理士 二宮 克也

(74)代理人 100117710

弁理士 原田 智雄

(74)代理人 100121728

弁理士 井関 勝守

(72)発明者 岡本 昌和

大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内

審査官 新井 浩士

(56)参考文献 特開昭59-069661(JP,A)

特開2004-150748(JP,A)

特開2003-065615(JP,A)

特開2004-138332(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 1/10

F25B 1/00