(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2018-119777
(P2018-119777A)
(43)公開日　平成30年8月2日(2018.8.2)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
F25B	1/10	(2006.01)	F25B	1/10	B	3H145
F25B	1/04	(2006.01)	F25B	1/04	B	
F25B	1/00	(2006.01)	F25B	1/04	Y	
F04B	49/06	(2006.01)	F25B	1/00	361J	
			F25B	1/00	371F	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 27 頁）　最終頁に続く

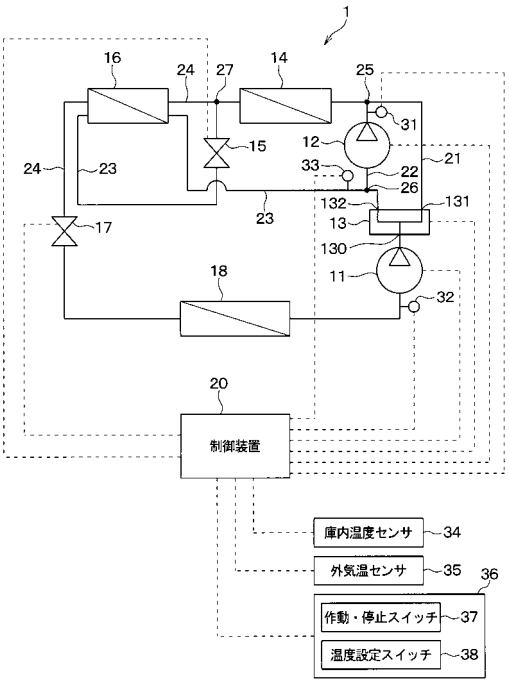
(21)出願番号　特願2017-199593 (P2017-199593)
(22)出願日　平成29年10月13日 (2017.10.13)
(31)優先権主張番号　特願2017-11594 (P2017-11594)
(32)優先日　平成29年1月25日 (2017.1.25)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　110001128
特許業務法人ゆうあい特許事務所
(72)発明者　瀧澤　亮
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

Ｆターム(参考)　3H145 AA05 AA17 AA27 AA42 BA12 CA24 DA31 EA16 EA43

(54)【発明の名称】冷凍サイクル装置

(57)【要約】
【課題】複数の圧縮機の接続状態を直列または並列に切り替えるための構成を簡素なものとし、かつ、いずれの接続状態においても中間熱交換器を有効に活用することの可能な冷凍サイクル装置を提供する。
【解決手段】冷凍サイクル装置１は、第１圧縮機１１の吐出側に、第１圧縮機１１から吐出された冷媒の流れを第１通路２１または第２通路２２に切り替える切替部１３を備えている。第１通路２１と第２通路２２とは、コンデンサ１４の上流側に設けられた第１接続部２５により接続されている。第２通路２２の途中に第２圧縮機１２が設けられている。第２通路２２のうち第２圧縮機１２の吸入側の部位と、コンデンサ１４の下流側の分岐部２７で分岐した第３通路２３のうち中間熱交換器１６の下流側の部位とが第２接続部２６により接続されている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
冷却対象空間の空気を冷却する冷凍サイクル装置において、
冷媒を圧縮して吐出する第１圧縮機（１１）と、
前記第１圧縮機の吐出側に設けられ、前記第１圧縮機から吐出された冷媒の流れを第１通路（２１）または第２通路（２２）に切り替える切替部（１３）と、
前記第２通路の途中に設けられ、前記第２通路を流れる冷媒を圧縮して吐出する第２圧縮機（１２）と、
前記第２通路のうち前記第２圧縮機の吐出側の部位と前記第１通路とを接続する第１接続部（２５）と、
前記第１接続部から流入する冷媒と外気とを熱交換させるコンデンサ（１４）と、
前記コンデンサの出口側の流路を第３通路（２３）と第４通路（２４）に分岐する分岐部（２７）と、
前記第３通路の途中に設けられ、前記第３通路を流れる冷媒を減圧する第１膨張弁（１５）と、
前記第３通路のうち前記第１膨張弁の下流側を流れる冷媒と前記第４通路を流れる冷媒とを熱交換させる中間熱交換器（１６）と、
前記第２通路のうち前記第２圧縮機の吸入側の部位と、前記第３通路のうち前記中間熱交換器の下流側の部位とを接続する第２接続部（２６）と、
前記第４通路のうち前記中間熱交換器の下流側に設けられ、前記第４通路を流れる冷媒を減圧する第２膨張弁（１７）と、
前記第４通路のうち前記第２膨張弁の下流側に設けられ、前記第４通路を流れる冷媒と前記冷却対象空間の空気とを熱交換させ、冷媒を前記第１圧縮機の吸入側に向けて流出するエバポレータ（１８）と、を備える冷凍サイクル装置。
【請求項２】
前記切替部を制御する制御装置（２０）をさらに備え、
前記制御装置は、
前記冷却対象空間の空気温度（Ｔｆｒ）を冷却する目標値として設定された設定温度（Ｔｓｅｔ）と前記冷却対象空間の空気温度との差が所定温度（Ｔｔｈ）より小さいとき、前記第１圧縮機から吐出された冷媒が前記第２通路に流れるように前記切替部を制御し、
前記冷却対象空間の空気温度と前記設定温度との差が前記所定温度より大きいとき、前記第１圧縮機から吐出された冷媒が前記第１通路に流れるように前記切替部を制御する、請求項１に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項３】
前記切替部を制御する制御装置と、
前記第２圧縮機の吐出側から前記第２膨張弁までの冷媒の圧力を検出する第１圧力センサ（３１）と、
前記第２膨張弁の下流側から前記第１圧縮機までの冷媒の圧力を検出する第２圧力センサ（３２）とをさらに備え、
前記制御装置は、
前記第１圧力センサにより検出された圧力と前記第２圧力センサにより検出された圧力との差（ΔＰ）が所定圧力（Ｐｔｈ）より大きいとき、前記第１圧縮機から吐出された冷媒が前記第２通路に流れるように前記切替部を制御し、
前記第１圧力センサにより検出された圧力と前記第２圧力センサにより検出された圧力との差が前記所定圧力より小さいとき、前記第１圧縮機から吐出された冷媒が前記第１通路に流れるように前記切替部を制御する、請求項１または２に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項４】
前記第１圧縮機と前記第２圧縮機の少なくとも一方は、
円筒状の内壁を有するシリンダ（４１）、前記シリンダの内側に設けられるローラ（４２）、および、前記シリンダの内壁と前記ローラの外壁との間に形成されるポンプ室（４

５）を仕切るベーン（４３）を有し、前記シリンダの内壁と前記ローラの外壁との摺接箇所（４４）が周方向に移動するように前記ローラが動作するロータリ式の圧縮機（４０）である、請求項１ないし３のいずれか１つに記載の冷凍サイクル装置。

【請求項５】

前記第１圧縮機と前記第２圧縮機の少なくとも一方は、

渦巻き状の固定スクロール（５１）、および、前記固定スクロールの壁面同士の間に設けられる渦巻き状の旋回スクロール（５２）を有し、前記固定スクロールと前記旋回スクロールとの摺接箇所（５３）が周方向に移動するように前記旋回スクロールが動作するスクロール式の圧縮機（５０）である、請求項１ないし３のいずれか１つに記載の冷凍サイクル装置。

【請求項６】

前記切替部を制御する制御装置をさらに備え、

前記制御装置は、前記第１圧縮機から吐出された冷媒が前記第１通路に流れるように前記切替部を制御し、且つ、前記第１圧縮機と前記第２圧縮機を駆動している場合、前記冷却対象空間の空気温度が前記設定温度以下（Ｔｓｅｔ－ｔ２）になるまでその状態を継続した後、前記第１圧縮機と前記第２圧縮機の駆動を停止する、請求項１または２に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項７】

前記切替部を制御する制御装置と、

前記ロータリ式の圧縮機にベーン飛びが発生したことを検知するベーン飛び検知部（６０）をさらに備え、

前記制御装置は、前記ロータリ式の圧縮機にベーン飛びが発生したことが前記ベーン飛び検知部により検知された場合、前記第１圧縮機から吐出された冷媒が前記第１通路に流れるように前記切替部を制御する、請求項４に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項８】

前記所定圧力は、前記第１圧縮機の回転速度に基づいて定められた第１必要差圧（Ｐｔｈ１）と、前記第２圧縮機の回転速度に基づいて定められた第２必要差圧（Ｐｔｈ２）との和であり、

第１必要差圧は、前記第１圧縮機の回転数が大きいほど大きい値に設定され、

第２必要差圧も、前記第２圧縮機の回転数が大きいほど大きい値に設定されるものである、請求項３に記載の冷凍サイクル装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、複数の圧縮機を備えた冷凍サイクル装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来、冷媒を圧縮するための複数の圧縮機を備えた冷凍サイクル装置が知られている。

【０００３】

特許文献１に記載の冷凍サイクル装置は、２個の圧縮機の接続状態を並列または直列に切り替えるための６個の接続口を有する流路切替手段を備えている。この冷凍サイクル装置は、流路切替手段の動作により、冷房運転時に２個の圧縮機を直列に接続し、中間熱交換器を用いた所謂エコノマイザ式冷凍サイクルを構成する。このエコノマイザ式冷凍サイクルでは、室外熱交換器の下流側を流れる冷媒の一部を分流し、キャピラリチューブによって減圧した後、中間熱交換器に導入している。中間熱交換器を出た冷媒と低段側の圧縮機から吐出された冷媒が混ざって高段側圧縮機に流入する。これにより、この冷凍サイクル装置は、冷房運転時に、冷媒のエンタルピーを低下させ、冷房能力を高めている。

【０００４】

一方、この冷凍サイクル装置は、流路切替手段の動作により、暖房運転時に２個の圧縮機を並列に接続する。その際、中間熱交換器は単なる冷媒通路として使用される。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開平９－１４５１８９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、特許文献１に記載の冷凍サイクル装置は、流路切替手段が６個の接続口に繋がる流路を切り替えるといった複雑な構造になっている。また、この冷凍サイクル装置は、２個の圧縮機と流路切替手段と室外熱交換器とを接続するための配管が複雑な構成になっている。
【０００７】
さらに、特許文献１に記載の冷凍サイクル装置は、中間熱交換器が２個の圧縮機を直列に接続したときにのみ活用されており、２個の圧縮機を並列に接続したときには単なる冷媒通路として使用されている。すなわち、この冷凍サイクル装置は、中間熱交換器が有効に活用されていないものとなっている。
【０００８】
本発明は上記点に鑑みて、複数の圧縮機の接続状態を直列または並列に切り替えるための構成を簡素なものとし、かつ、いずれの接続状態においても中間熱交換器を有効に活用することの可能な冷凍サイクル装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
上記目的を達成するため、請求項１に係る発明は、冷却対象空間の空気を冷却する冷凍サイクル装置において、
冷媒を圧縮して吐出する第１圧縮機（１１）と、
第１圧縮機の吐出側に設けられ、第１圧縮機から吐出された冷媒の流れを第１通路（２１）または第２通路（２２）に切り替える切替部（１３）と、
第２通路の途中に設けられ、第２通路を流れる冷媒を圧縮して吐出する第２圧縮機（１２）と、
第２通路のうち第２圧縮機の吐出側の部位と第１通路とを接続する第１接続部（２５）と、
第１接続部から流入する冷媒と外気とを熱交換させるコンデンサ（１４）と、
コンデンサの出口側の流路を第３通路（２３）と第４通路（２４）に分岐する分岐部（２７）と、
第３通路の途中に設けられ、第３通路を流れる冷媒を減圧する第１膨張弁（１５）と、
第３通路のうち第１膨張弁の下流側を流れる冷媒と第４通路を流れる冷媒とを熱交換させる中間熱交換器（１６）と、
第２通路のうち第２圧縮機の吸入側の部位と、第３通路のうち中間熱交換器の下流側の部位とを接続する第２接続部（２６）と、
第４通路のうち中間熱交換器の下流側に設けられ、第４通路を流れる冷媒を減圧する第２膨張弁（１７）と、
第４通路のうち第２膨張弁の下流側に設けられ、第４通路を流れる冷媒と冷却対象空間の空気とを熱交換させ、冷媒を第１圧縮機の吸入側に向けて流出するエバポレータ（１８）と、を備える。
【００１０】
これによれば、この冷凍サイクル装置は、第１通路、第２通路、および、その２つの通路の切り替えを行うための切替部を備えることで、第１圧縮機と第２圧縮機の接続状態を直列または並列に切り替えることが可能である。したがって、この冷凍サイクル装置は、複数の圧縮機の接続状態を直列または並列に切り替えるための切替部の構成と配管の構成を簡素なものにすることができる。

【００１１】
　また、この冷凍サイクル装置は、複数の圧縮機が直列または並列のいずれの接続状態でも、第３通路のうち第１膨張弁より下流側を流れる冷媒と、第４通路のうち第２膨張弁より上流側を流れる冷媒とが中間熱交換器により熱交換する。そのため、第４通路のうち中間熱交換器の下流側を流れる冷媒の過冷却度が大きくなる。したがって、この冷凍サイクル装置は、複数の圧縮機が直列または並列のいずれの接続状態においても中間熱交換器を有効に活用することで、冷却対象空間の空気を冷却するための冷却性能を高めることができる。
【００１２】
　なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係の一例を示すものである。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】第１実施形態における冷凍サイクル装置の構成を示す図である。
【図２】第１実施形態における冷凍サイクル装置の制御方法を示すフローチャートである。
【図３】第１圧縮機と第２圧縮機とが並列に接続された状態を示す図である。
【図４】第１圧縮機と第２圧縮機とが直列に接続された状態を示す図である。
【図５】第２実施形態における冷凍サイクル装置の制御方法を示すフローチャートである。
【図６】第１圧縮機と第２圧縮機を直列に接続したときの冷媒の挙動をモリエル線図上に表した図である。
【図７】サイクル差圧が小さい状態で第１圧縮機と第２圧縮機を直列に接続したときの冷媒の挙動をモリエル線図上に表した図である。
【図８】サイクル差圧が小さい状態で第１圧縮機と第２圧縮機を並列に接続したときの冷媒の挙動をモリエル線図上に表した図である。
【図９】第３実施形態における冷凍サイクル装置が備えるロータリ式の圧縮機の構成を示す断面図である。
【図１０】図９のＸ部分の拡大図である。
【図１１】第４実施形態における冷凍サイクル装置が備えるスクロール式の圧縮機の構成を示す断面図である。
【図１２】図１１のＸＩＩ－ＸＩＩ線の断面図である。
【図１３】スクロール式の圧縮機の動作を説明する説明図である。
【図１４】第５実施形態における冷凍サイクル装置の作動を示すフローチャートである。
【図１５】第５実施形態における冷凍サイクル装置の作動による庫内温度の遷移の一例を示すグラフである。
【図１６】比較例の冷凍サイクル装置の作動による庫内温度の遷移の一例を示すグラフである。
【図１７】第６実施形態における冷凍サイクル装置の構成を示す図である。
【図１８】第６実施形態における冷凍サイクル装置の作動を示すフローチャートである。
【図１９】第７実施形態における冷凍サイクル装置が備える第１圧縮機の回転速度と、ベーン飛びを回避するために必要な第１必要差圧との関係を示すグラフである。
【図２０】第７実施形態における冷凍サイクル装置が備える第２圧縮機の回転速度と、ベーン飛びを回避するために必要な第２必要差圧との関係を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
　以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。
【００１５】

（第１実施形態）
第１実施形態について説明する。第１実施形態の冷凍サイクル装置は、冷却対象空間である冷凍庫の空気を冷却する冷凍機に適用され、冷凍庫の庫内温度を例えば－３０℃から－１０℃程度の極低温となるまで冷却する機能を有するものである。
【００１６】
図１に示すように、冷凍サイクル装置１は、第１圧縮機１１、第２圧縮機１２、切替部１３、コンデンサ１４、第１膨張弁１５、中間熱交換器１６、第２膨張弁１７およびエバポレータ１８などが配管により接続されている。冷凍サイクル装置１を循環する冷媒は、例えばＲ４０４Ａなどのフロン系冷媒を採用することができる。冷凍サイクル装置１の各構成は、制御装置２０により駆動制御される。なお、図１では、制御装置２０と各構成との間の信号線を破線で示している。
【００１７】
第１圧縮機１１と第２圧縮機１２はいずれも電動式の圧縮機であり、図示していない冷媒圧縮機構と、その冷媒圧縮機構を回転駆動するための図示していない電動モータを有している。冷媒圧縮機構は、電動モータにより回転駆動されることで、吸入口から吸入した冷媒を圧縮し、吐出口から吐出する。冷媒圧縮機構は、その吐出容量が固定された容量固定型の圧縮機構である。冷媒圧縮機構として、例えばロータリ式またはスクロール式などの圧縮機構を採用することが可能である。電動モータは、制御装置２０により駆動制御される。制御装置２０による電動モータの回転数の制御により、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の冷媒吐出量が可変する。
【００１８】
切替部１３は、第１圧縮機１１の吐出側に設けられている。本実施形態の切替部１３は、流入ポート１３０、第１流出ポート１３１および第２流出ポート１３２を有する流路切替弁である。切替部１３は、流入ポート１３０と第１流出ポート１３１とを連通させるとき、流入ポート１３０と第２流出ポート１３２との連通を遮断する。また、切替部１３は、流入ポート１３０と第１流出ポート１３１との連通を遮断するとき、流入ポート１３０と第２流出ポート１３２とを連通させる。切替部１３は、例えば三方弁である。
【００１９】
流入ポート１３０は、第１圧縮機１１の吐出側の通路に接続されている。第１流出ポート１３１は第１通路２１に接続され、第２流出ポート１３２は第２通路２２に接続されている。したがって、切替部１３は、第１圧縮機１１から吐出された冷媒の流れを、第１通路２１または第２通路２２に切り替えることが可能である。
【００２０】
第２圧縮機１２は、第２通路２２の途中に設けられている。第２圧縮機１２は、第２通路２２を流れる冷媒を圧縮して吐出する。
【００２１】
第２通路２２のうち第２圧縮機１２の吐出側の部位と、第１通路２１のうち切替部１３とは反対側の部位と、コンデンサ１４の入口側の通路とは、三方継手である第１接続部２５により接続されている。これにより、第１通路２１または第２通路２２を流れる冷媒は、第１接続部２５を経由してコンデンサ１４に流入する。
【００２２】
本実施形態において、第１通路２１は、切替部１３の第１流出ポート１３１と第１接続部２５との間を接続する通路である。また、第２通路２２は、切替部１３の第２流出ポート１３２と第１接続部２５との間を接続する通路である。
【００２３】
第２通路２２のうち、切替部１３の第２流出ポート１３２と第２圧縮機１２の吸入口との間には、三方継手である第２接続部２６が設けられている。第２接続部２６は、第２通路２２と、後述する第３通路２３とを接続している。したがって、第２接続部２６は、第２通路２２のうち第２圧縮機１２の吸入側の部位と、第３通路２３のうち中間熱交換器１６の下流側の部位とを接続している。

【００２４】
なお、第１接続部２５および第２接続部２６は、複数の配管を接合して構成してもよく、または、金属ブロックや樹脂ブロックに複数の流路を設けることで構成してもよい。
【００２５】
コンデンサ１４は、内部に設けられた図示していない冷媒通路を流れる冷媒と、冷凍庫の外の空気（即ち、外気）とを熱交換させることで、高圧冷媒を外気に放熱させる放熱用熱交換器である。コンデンサ１４の内部の冷媒通路を流れる高圧冷媒は、外気に放熱することで冷却され、凝縮する。
【００２６】
コンデンサ１４の出口側の流路は、分岐部２７により、第３通路２３と第４通路２４に分岐されている。すなわち、コンデンサ１４の出口側の通路と、第３通路２３と、第４通路２４とは、三方継手である分岐部２７により接続されている。これにより、コンデンサ１４の出口側から流出した冷媒は、第３通路２３と第４通路２４に分流される。なお、分岐部２７は、複数の配管を接合して構成してもよく、または、金属ブロックや樹脂ブロックに複数の流路を設けることで構成してもよい。
【００２７】
本実施形態において、第３通路２３は、分岐部２７と第２接続部２６との間を接続する通路である。また、第４通路２４は、分岐部２７と第１圧縮機１１の吸入口との間を接続する通路である。
【００２８】
第３通路２３の途中に、第３通路２３を流れる冷媒を減圧するための第１膨張弁１５が設けられている。第１膨張弁１５で減圧された冷媒は、気液二相状態となり中間熱交換器１６に流入する。すなわち、第３通路２３には、中間熱交換器１６の上流側に第１膨張弁１５が設けられている。
【００２９】
一方、第４通路２４を流れる冷媒も中間熱交換器１６に流入する。第４通路２４では、中間熱交換器１６の下流側に、第４通路２４を流れる冷媒を減圧するための第２膨張弁１７が設けられている。
【００３０】
第１膨張弁１５と第２膨張弁１７は、機械式または電気的に冷媒流量を調整可能な流量調整弁である。例えば、第１膨張弁１５は、中間熱交換器１６の出口側の冷媒の温度と圧力に基づき、機械的機構により弁開度を可変して冷媒流量を調整する。また、第２膨張弁１７は、エバポレータ１８の出口側の冷媒の温度と圧力に基づき、機械的機構により弁開度を可変して冷媒流量を調整する。
【００３１】
中間熱交換器１６では、第３通路２３のうち第１膨張弁１５より下流側を流れる冷媒と、第４通路２４のうち第２膨張弁１７より上流側を流れる冷媒とが熱交換する。すなわち、中間熱交換器１６では、第３通路２３のうち第１膨張弁１５で減圧されて気液二相状態となった冷媒と、第４通路２４を流れる高温高圧の冷媒とが熱交換する。これにより、第４通路２４を流れる冷媒の過冷却度が大きくなる。
【００３２】
図１に示した中間熱交換器１６は、第３通路２３を流れる冷媒の流れ方向と、第４通路２４を流れる冷媒の流れ方向とが逆方向となる対向流型の熱交換器が採用されている。中間熱交換器１６の中で、第３通路２３を流れる冷媒と、第４通路２４を流れる冷媒とは、混ざり合うことなく熱交換する。なお、中間熱交換器１６は、第３通路２３を流れる冷媒の流れ方向と、第４通路２４を流れる冷媒の流れ方向とが同一となる並行流型の熱交換器を採用してもよい。
【００３３】
第３通路２３のうち中間熱交換器１６の下流側を流れる冷媒は、第２接続部２６を介して第２通路２２に流入する。なお、第３通路２３のうち中間熱交換器１６と第２接続部２

６との間には、図示していない逆止弁を設けてもよい。
【００３４】
一方、第４通路２４のうち中間熱交換器１６の下流側を流れる冷媒は、第２膨張弁１７で減圧され、気液二相状態となってエバポレータ１８に流入する。
【００３５】
エバポレータ１８は、第４通路２４のうち第２膨張弁１７の下流側に設けられている。エバポレータ１８では、第４通路２４のうち第２膨張弁１７で減圧されて気液二相状態となった冷媒と、冷却対象空間である冷凍庫を循環する空気とが熱交換する。これにより、冷却対象空間の空気が冷却される。第４通路２４のうちエバポレータ１８の下流側の部位は、第１圧縮機１１の吸入口に接続されている。したがって、エバポレータ１８から第１圧縮機１１に向けて流出した冷媒は、第１圧縮機１１の吸入口に吸入される。
【００３６】
冷凍サイクル装置１には、冷媒の圧力を検出するための複数の圧力センサが設けられている。具体的に、第１圧力センサ３１は、第２通路２２のうち第２圧縮機１２の吐出側の部位に設けられている。第１圧力センサ３１は、第２圧縮機１２から吐出された冷媒の圧力を検出する。なお、第１圧力センサ３１は、第２圧縮機１２の吐出側から第２膨張弁１７までの通路に設けられていればよい。
【００３７】
第２圧力センサ３２は、第４通路２４のうちエバポレータ１８の下流側の部位に設けられている。第２圧力センサ３２は、第２膨張弁１７で減圧された冷媒の圧力を検出する。なお、第２圧力センサ３２は、第２膨張弁１７の下流側から第１圧縮機１１までの通路に設けられていればよい。
【００３８】
第３圧力センサ３３は、第３通路２３のうち中間熱交換器１６の下流側の部位に設けられている。第３圧力センサ３３は、第１膨張弁１５で減圧された冷媒の圧力を検出する。なお、第３圧力センサ３３は、第１膨張弁１５の下流側から第２圧縮機１２までの通路に設けられていればよい。
【００３９】
第１～第３圧力センサ３３から出力される検出信号はいずれも制御装置２０に入力される。
【００４０】
制御装置２０は、ＣＰＵ、ＲＯＭやＲＡＭ等のメモリを含むマイクロコンピュータとその周辺回路から構成されている。制御装置２０は、メモリに記憶された制御プログラムに基づいて各種の演算及び処理を行い、出力側に接続された制御対象機器の作動を制御する。
【００４１】
なお、制御装置２０には、冷却対象空間の空気温度Ｔｆｒを検出する庫内温度センサ３４の検出信号、および、コンデンサ１４にて高圧冷媒と熱交換を行う外気の温度を検出する外気温センサ３５の検出信号が入力される。
【００４２】
また、制御装置２０は、操作パネル３６と電気的に接続されている。操作パネル３６には、冷凍機の作動要求信号あるいは停止要求信号を出力する作動・停止スイッチ３７、および、冷却対象空間の空気温度を冷却する目標値として設定される設定温度Ｔｓｅｔを設定するための温度設定スイッチ３８などが設けられている。作動・停止スイッチ３７の操作信号、および、温度設定スイッチ３８の操作信号も、制御装置２０へ入力される。
【００４３】
以下、第１実施形態の冷凍サイクル装置１の作動について、図２のフローチャートなどを参照して説明する。図２は、制御装置２０が実行する制御処理を示すフローチャートである。
【００４４】

この制御処理は、操作パネル３６に設けられた作動・停止スイッチ３７により作動要求信号が出力されるとスタートする。まず、ステップＳ１０で制御装置２０の初期化処理が行われる。次に、ステップＳ２０で、制御装置２０は、庫内温度センサ３４の検出信号、外気温センサ３５の検出信号、および、温度設定スイッチ３８の操作信号などを読み込む。

【００４５】

続いて、ステップＳ３０で、制御装置２０は、冷却対象空間の空気温度Ｔｆｒと設定温度Ｔｓｅｔとの差が所定温度Ｔｔｈより大きいか否かを判定する。なお、所定温度Ｔｔｈは、予め実験などにより適宜設定され、制御装置２０のメモリに記憶されているものである。冷却対象空間の空気温度Ｔｆｒと設定温度Ｔｓｅｔとの差が所定温度Ｔｔｈより大きいとき、制御装置２０は、大きな冷却能力を必要とするクールダウンモードを実行する状況であると判定し、処理をステップＳ４０に移行する。

【００４６】

ステップＳ４０では、制御装置２０は、切替部１３の流入ポート１３０と第２流出ポート１３２との連通を遮断し、流入ポート１３０と第１流出ポート１３１とが連通するように切替部１３を駆動する。すなわち、制御装置２０は、切替部１３を駆動することで、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が並列に接続された状態とする。このときの状態を図３に示す。図３では、第２通路２２のうち冷媒が流れていない部位を破線で示している。

【００４７】

第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が並列に接続された状態では、第１圧縮機１１から吐出された冷媒は、第２通路２２に流れることなく、第１通路２１に流れる。したがって、第２通路２２に設けられた第２圧縮機１２は、第３通路２３から流入する冷媒のみを圧縮する。中間熱交換器１６では、第３通路２３を流れる冷媒と第４通路２４を流れる冷媒とが熱交換を行うことで、第４通路２４のうち中間熱交換器１６の下流側を流れる冷媒の過冷却度が大きくなる。したがって、冷凍サイクル装置１は、冷却能力を大きくすることが可能である。

【００４８】

これに対し、ステップＳ３０で、冷却対象空間の空気温度Ｔｆｒと設定温度Ｔｓｅｔとの差が所定温度Ｔｔｈより小さいとき、制御装置２０は、大きな冷却能力よりも、細かな能力制御を必要とするインレンジモードを実行する状況であると判定し、処理をステップＳ５０に移行する。

【００４９】

ステップＳ５０では、制御装置２０は、切替部１３の流入ポート１３０と第１流出ポート１３１との連通を遮断し、流入ポート１３０と第２流出ポート１３２とが連通するように切替部１３を駆動する。すなわち、制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続された状態とする。このときの状態を図４に示す。図４では、冷媒が流れていない第１通路２１を破線で示している。

【００５０】

第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続された状態では、第１圧縮機１１から吐出された冷媒は、第１通路２１に流れることなく、第２通路２２に流れる。したがって、第２通路２２に設けられた第２圧縮機１２は、第１圧縮機１１から吐出された冷媒と、第３通路２３から流入する冷媒とが混合した冷媒を圧縮する。このとき、制御装置２０は、第３通路２３のうち第１膨張弁１５の下流側の冷媒圧力と、第１圧縮機１１から吐出される冷媒圧力とが同一または近似するように、第１膨張弁１５を制御する。また、制御装置２０は、第１圧縮機１１による冷媒の圧縮比と、第２圧縮機１２による冷媒の圧縮比とが同一または近似するように、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の回転数を制御する。そのため、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２それぞれによる冷媒の圧縮比を小さくすることが可能となり、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２それぞれの冷媒の圧縮効率が向上する。したがって、冷凍サイクル装置１は、成績係数（ＣＯＰ：Coefficient of Performance）を向上することができる。

【００５１】
次に、ステップＳ６０で、操作パネル３６から停止要求信号が制御装置２０へ出力されていない場合、制御装置２０は、予め定めた制御周期の経過を待って、処理をステップＳ２０に戻す。一方、操作パネル３６から停止要求信号が制御装置２０へ出力されている場合、制御装置２０は、各制御対象機器の作動を停止させ、冷凍機のシステム全体を停止させる。
【００５２】
以上説明した第１実施形態の冷凍サイクル装置１は、上述した構成および作動により、次のような優れた効果を発揮することが可能である。
【００５３】
（１）第１実施形態の冷凍サイクル装置１は、第１圧縮機１１の吐出側に、第１圧縮機１１から吐出された冷媒の流れを第１通路２１または第２通路２２に切り替える切替部１３を備えている。第１通路２１と第２通路２２とは、コンデンサ１４の上流側に設けられた第１接続部２５により接続されている。第２通路２２の途中に第２圧縮機１２が設けられている。第２通路２２のうち第２圧縮機１２の吸入側の部位と、第３通路２３のうち中間熱交換器１６の下流側の部位とが第２接続部２６により接続されている。
【００５４】
これによれば、この冷凍サイクル装置１は、第１通路２１、第２通路２２および切替部１３を備えることで、２個の圧縮機１１、１２の接続状態を直列または並列に切り替えることが可能である。したがって、この冷凍サイクル装置１は、２個の圧縮機１１、１２の接続状態を直列または並列に切り替えるための切替部１３の構成と配管の構成を簡素なものにすることができる。
【００５５】
また、この冷凍サイクル装置１は、２個の圧縮機１１、１２が直列または並列のいずれの接続状態でも、第３通路２３のうち第１膨張弁１５より下流側を流れる冷媒と、第４通路２４のうち第２膨張弁１７より上流側を流れる冷媒とが中間熱交換器１６により熱交換する。そのため、第４通路２４のうち中間熱交換器１６の下流側を流れる冷媒の過冷却度が大きくなる。したがって、この冷凍サイクル装置１は、複数の圧縮機１１、１２が直列または並列のいずれの接続状態においても中間熱交換器１６を有効に活用することで、冷却対象空間の空気を冷却する冷却性能を高めることができる。
【００５６】
（２）第１実施形態では、冷却対象空間の空気温度Ｔｆｒと設定温度Ｔｓｅｔとの差が所定温度Ｔｔｈより小さいとき、制御装置２０は、第１圧縮機１１から吐出された冷媒が第２通路２２に流れるように切替部１３を制御する。また、冷却対象空間の空気温度Ｔｆｒと設定温度Ｔｓｅｔとの差が所定温度Ｔｔｈより大きいとき、制御装置２０は、第１圧縮機１１から吐出された冷媒が第１通路２１に流れるように切替部１３を制御する。
【００５７】
これによれば、制御装置２０は、大きな冷却能力を必要としないインレンジ時に、２個の圧縮機１１、１２を直列に接続する。これにより、それぞれの圧縮機１１、１２による冷媒の圧縮比を小さくすることが可能となり、圧縮機１１、１２それぞれの冷媒の圧縮効率が向上する。したがって、冷凍サイクル装置１は、成績係数を向上することができる。
【００５８】
一方、制御装置２０は、大きな冷却能力を必要とするクールダウン時に、２個の圧縮機１１、１２を並列に接続する。これにより、第４通路２４のうち中間熱交換器１６の下流側を流れる冷媒の過冷却度を大きくすることが可能となる。したがって、冷凍サイクル装置１は、冷却能力を大きくし、冷却対象空間の空気温度Ｔｆｒを設定温度Ｔｓｅｔに短時間で近づけることができる。
【００５９】
（第２実施形態）
第２実施形態について説明する。第２実施形態は、第１実施形態に対して冷凍サイクル

装置１の作動を変更したものであり、その他については第１実施形態と同様であるため、第１実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【００６０】

図５は、第２実施形態の制御装置２０が実行する制御処理を示すフローチャートである。

【００６１】

この制御処理は、操作パネル３６の作動・停止スイッチ３７により作動要求信号が出力されるとスタートする。

【００６２】

まず、ステップＳ１０で制御装置２０の初期化処理が行われる。次に、ステップＳ２１で、制御装置２０は、第１圧力センサ３１の検出信号、および、第２圧力センサ３２の検出信号などを読み込む。そして、第１圧力センサ３１の検出信号により検出された圧力と、第２圧力センサ３２により検出された圧力との差（以下、「サイクル差圧ΔＰ」という）を算出する。

【００６３】

続いて、ステップＳ３１で、制御装置２０は、サイクル差圧ΔＰが所定圧力Ｐｔｈより小さいか否かを判定する。なお、所定圧力Ｐｔｈは、予め実験などにより適宜設定され、制御装置２０のメモリに記憶されているものである。サイクル差圧ΔＰが所定圧力Ｐｔｈより大きいとき、制御装置２０は、処理をステップＳ５０に移行する。

【００６４】

ステップＳ５０は、制御装置２０は、切替部１３の流入ポート１３０と第１流出ポート１３１との連通を遮断し、流入ポート１３０と第２流出ポート１３２とが連通するように切替部１３を駆動する。すなわち、制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続された状態とする。図６は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続されたときに冷凍サイクル装置１を流れる冷媒の挙動をモリエル線図上に表したものである。図６では、サイクル差圧ΔＰを矢印ΔＰ１で示している。

【００６５】

第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続された状態では、制御装置２０は、第１圧縮機１１による冷媒の圧縮比と、第２圧縮機１２による冷媒の圧縮比とが同一または近似するように、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の回転数を制御する。そのため、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２それぞれによる冷媒の圧縮比を小さくすることが可能となり、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２それぞれの冷媒の圧縮効率が向上する。

【００６６】

図７では、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続された状態で、サイクル差圧ΔＰが小さくなった状態を示している。図７では、サイクル差圧ΔＰを矢印ΔＰ２で示している。図６で示したサイクル差圧ΔＰ１よりも、図７で示したサイクル差圧ΔＰ２は小さいものである。ところで、第３通路２３のうち中間熱交換器１６の下流側の冷媒と、第１圧縮機１１の吐出側の冷媒とを混合するためには、第３通路２３のうち第１膨張弁１５より下流側の冷媒圧力は、第１圧縮機１１の吐出側の冷媒圧力より下げることができない。そのため、図７に示したように、サイクル差圧ΔＰ２が小さくなると、中間熱交換器１６の中の第４通路２４を流れる冷媒の過冷却度を大きくすることが困難となる。

【００６７】

そこで、第２実施形態では、ステップＳ３１で、サイクル差圧ΔＰが所定圧力Ｐｔｈより小さいとき、制御装置２０は、処理をステップＳ４０に移行する。ステップＳ４０で、制御装置２０は、切替部１３の流入ポート１３０と第２流出ポート１３２との連通を遮断し、流入ポート１３０と第１流出ポート１３１とが連通するように切替部１３を駆動する。すなわち、制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が並列に接続された状態とする。図８は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を並列に接続したときに冷凍サイクル装置１を流れる冷媒の挙動をモリエル線図上に表したものである。図８では、サイクル差圧ΔＰを矢印ΔＰ２で示している。図７で示したサイクル差圧ΔＰ２と、図８で示したサ

イクル差圧ΔＰ２とは同じである。

【００６８】

第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が並列に接続された状態では、制御装置２０は、中間熱交換器１６の中の第３通路２３を流れる冷媒圧力を第１圧縮機１１の吐出側の冷媒圧力より下げることで、中間熱交換器１６の中の第４通路２４を流れる冷媒の過冷却度を大きくする。これにより、冷凍サイクル装置１は、サイクル差圧ΔＰ２が小さいときでも、冷却対象空間の空気を冷却する冷却性能を維持することができる。

【００６９】

なお、この場合、サイクル差圧ΔＰ２が小さいので、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２それぞれによる冷媒の圧縮比の増加は抑えられる。したがって、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２によるエネルギ消費量の増加は小さいものとなる。

【００７０】

また、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２にロータリ式の圧縮機構が採用されている場合、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を並列に接続することで、ローラの回転にベーンが追従できない所謂ベーン飛びという現象を防ぐことができる。このことは、後述する第３実施形態において説明する。

【００７１】

また、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２にスクロール式の圧縮機構が採用されている場合、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を並列に接続することで、冷媒の過圧縮を防ぐことができる。このことは、後述する第４実施形態において説明する。

【００７２】

なお、ステップＳ６０は、第１実施形態で説明した処理と同じであるので、説明を省略する。

【００７３】

以上説明した第２実施形態では、制御装置２０は、サイクル差圧ΔＰ１が所定圧力Ｐｔｈより大きいとき、第１圧縮機１１から吐出された冷媒が第２通路２２に流れるように切替部１３を制御する。これにより、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続される。したがって、冷凍サイクル装置１は、２個の圧縮機１１、１２それぞれの冷媒の圧縮効率を向上し、冷凍サイクル装置１の成績係数を向上することができる。

【００７４】

一方、制御装置２０は、サイクル差圧ΔＰ２が所定圧力Ｐｔｈより小さいとき、第１圧縮機１１から吐出された冷媒が第１通路２１に流れるように切替部１３を制御する。これにより、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が並列に接続される。したがって、冷凍サイクル装置１は、サイクル差圧ΔＰ２が小さいときでも、冷却対象空間の空気を冷却する冷却性能を高めることができる。

【００７５】

（第３実施形態）

第３実施形態について説明する。第３実施形態は、第１および第２実施形態で説明した冷凍サイクル装置１が備える圧縮機の構成の一例を示したものであり、その他については第１および第２実施形態と同様である。そのため、第３実施形態では、圧縮機の構成について説明する。

【００７６】

第３実施形態の冷凍サイクル装置１が備える第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の少なくとも一方は、ロータリベーン式（以下、ロータリ式という）の圧縮機である。図９および図１０に示すように、ロータリ式の圧縮機４０は、円筒状の内壁を有するシリンダ４１、そのシリンダ４１の内側に設けられるローラ４２、および、ベーン４３を有する。なお、図１０では、シリンダ４１およびポンプ室４５の図示を省略している。ベーン４３は、シリンダ４１に設けられた穴の内側に往復移動可能に設けられている。ベーン４３は、その先端部４８がローラ４２の径方向外側の外壁に摺接することで、シリンダ４１の内壁とローラ４２の外壁との間に形成されるポンプ室４５を仕切るものである。

【００７７】
ロータリ式の圧縮機４０は、シリンダ４１の内壁とローラ４２の外壁との摺接箇所４４が周方向に移動するようにローラ４２が揺動回転する。シリンダ４１の内壁とローラ４２の外壁との摺接箇所４４が３６０°移動すると、吸入口４６からポンプ室４５に冷媒が吸入される。その後、その摺接箇所４４がさらに３６０°回転すると、ポンプ室４５の冷媒が圧縮され、吐出口４７から高圧冷媒が吐出する。
【００７８】
一般に、ロータリ式の圧縮機４０は、吸入口４６から吸入される冷媒の圧力（以下、吸入圧という）と、吐出口４７から吐出される冷媒の圧力（以下、吐出圧という）との差圧が、ローラ４２の外壁にベーン４３を押しつける力（即ち、ベーン４３の背圧）に使用されている。そのため、ローラ４２が高速回転し、かつ、低差圧の場合、ローラ４２の回転にベーン４３が追従できず、所謂ベーン飛びという現象が生じやすくなる。このベーン飛びが発生すると騒音が大きくなり、圧縮機としての効率も低下し、ローラ４２の異常摩耗に繋がるおそれもある。
【００７９】
そこで、第３実施形態の冷凍サイクル装置１は、第２実施形態で説明した制御と同様に、サイクル差圧ΔＰが小さいとき、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を並列に接続する。これにより、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を直列に接続した状態に比べて、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２それぞれの吸入圧と吐出圧との差圧を大きくし、ベーン４３の背圧を大きくすることが可能である。したがって、第３実施形態の冷凍サイクル装置１では、第１圧縮機１１および第２圧縮機１２にロータリ式の圧縮機４０が採用された場合、上述したベーン飛びが防がれるので、騒音の増大を防ぐと共に、圧縮機としての効率の低下を防ぐことができる。
【００８０】
（第４実施形態）
第４実施形態について説明する。第４実施形態も、第１および第２実施形態で説明した冷凍サイクル装置１が備える圧縮機の構成の一例を示したものであり、その他については第１および第２実施形態と同様である。そのため、第４実施形態では、圧縮機の構成について説明する。
【００８１】
第４実施形態の冷凍サイクル装置１が備える第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の少なくとも一方は、スクロール式の圧縮機である。図１１および図１２に示すように、スクロール式の圧縮機５０は、渦巻き形状の固定スクロール５１、その固定スクロール５１の壁面同士の間に設けられる渦巻き状の旋回スクロール５２を有している。
【００８２】
スクロール式の圧縮機５０は、固定スクロール５１と旋回スクロール５２との摺接箇所５３が周方向に移動するように、旋回スクロール５２が揺動回転する。
【００８３】
図１３の（Ａ）から（Ｆ）では、旋回スクロール５２の動作により、固定スクロール５１と旋回スクロール５２との摺接箇所５３が３６０°移動する状態を示している。スクロール式の圧縮機５０は、その摺接箇所５３が３６０°移動すると、固定スクロール５１と旋回スクロール５２の径方向外側に設けられる吸入口５４から、圧縮室のうち径方向外側の外側領域に冷媒が吸入される。図１３（Ｆ）では、圧縮室のうちの外側領域を符号αで示している。
【００８４】
その後、上記の摺接箇所５３がさらに３６０°回転すると、圧縮室のうち径方向外側の領域から、その径方向内側の中間領域に冷媒が移動する。図１３（Ｆ）では、圧縮室のうちの中間領域を符号βで示している。
【００８５】
その後、上記の摺接箇所５３がさらに３６０°回転すると、圧縮室のうち中間領域から

、その径方向内側の内側領域に冷媒が移動する。図１３（Ｆ）では、圧縮室のうちの内側領域を符号γで示している。なお、圧縮室は、外側領域の容積より中間領域の容積が小さく、中間領域の容積より内側領域の容積が小さい。

【００８６】

その後、旋回スクロール５２がさらに３６０°回転すると、圧縮室のうち内側領域から、固定スクロール５１の中央に設けられた吐出口５５を経由して冷媒が吐出される。

【００８７】

上述したように、スクロール式の圧縮機５０は、固定スクロール５１と旋回スクロール５２との間に形成される圧縮室の容積のうち、冷媒の圧縮が開始される外側領域の容積と、圧縮室から吐出される内側領域の容積との容積比が定まっている。そのため、サイクル差圧ΔＰが低差圧である場合、圧縮機による冷媒の圧縮が過圧縮となり、エネルギ損失が生じる。

【００８８】

また、一般に、スクロール式の圧縮機５０は、固定スクロール５１と旋回スクロール５２とを回転軸方向に互いに押しつけあう力（即ち、スクロールの背圧）に冷媒の吐出圧を使用している。そのため、低差圧の場合、スクロールの背圧が小さくなり、固定スクロール５１と旋回スクロール５２との隙間から圧縮室の冷媒が漏れる所謂冷媒漏れが生じると、圧縮機５０の圧縮効率が低下するおそれがある。

【００８９】

そこで、第４実施形態の冷凍サイクル装置１も、第２実施形態で説明した制御と同様に、サイクル差圧ΔＰが小さいとき、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を並列に接続する。これにより、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を直列に接続した状態に比べて、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２それぞれの吸入圧と吐出圧との差圧を大きくすることが可能である。したがって、第４実施形態の冷凍サイクル装置１では、第１圧縮機１１および第２圧縮機１２にスクロール式の圧縮機５０が採用された場合、過圧縮を抑制し、冷凍サイクル装置１の成績係数を向上することができる。

【００９０】

また、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を並列に接続することで、スクロールの背圧を大きくすることが可能となり、固定スクロール５１と旋回スクロール５２との隙間からの冷媒漏れが防がれるので、圧縮機５０の圧縮効率の低下を防ぐことができる。

【００９１】

（第５実施形態）

第５実施形態について説明する。第５実施形態では、第１実施形態で説明した冷凍サイクル装置１の構成における作動の一例を、図１４に示したフローチャートを参照しつつ説明する。

【００９２】

この制御処理は、操作パネル３６に設けられた作動・停止スイッチ３７により作動要求信号が出力されるとスタートする。まず、ステップＳ１１０で制御装置２０の初期化処理が行われる。次に、ステップＳ１２０で、制御装置２０は、庫内温度センサ３４の検出信号、外気温センサ３５の検出信号、および、温度設定スイッチ３８の操作信号などを読み込む。なお、以下の説明では、庫内温度センサ３４により検出される冷却対象空間の空気温度Ｔｆｒを、庫内温度Ｔｆｒということとする。

【００９３】

ステップＳ１３０で制御装置２０は、クールダウンモードとインレンジモードのどちらを実行するかについて判定を行う。具体的には、制御装置２０は、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第１所定温度ｔ１より大きいか否かを判定する。庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第１所定温度ｔ１より大きい場合、制御装置２０は、庫内空間を冷却するために大きな冷却能力を必要とするクールダウンモードを実行する状況であると判定し、処理をステップＳ１４０に移行する。

【００９４】

なお、上述した第１所定温度ｔ１と、後述する第２所定温度ｔ２と第３所定温度ｔ３はいずれも、予め実験などにより適宜設定され、制御装置２０のメモリに記憶されているものである。第１所定温度ｔ１と第２所定温度ｔ２と第３所定温度ｔ３は、それぞれ異なる値であってもよく、または、同一の値であってもよい。

【００９５】

ステップＳ１４０では、制御装置２０は、切替部１３を駆動し、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が並列に接続される状態にすると共に、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を駆動する。これにより、冷凍サイクル装置１は、図３に示した状態となる。クールダウンモードが実行されると、第１圧縮機１１から吐出された冷媒は、第２通路２２に流れることなく、第１通路２１に流れる。したがって、第２通路２２に設けられた第２圧縮機１２は、第３通路２３から流入する冷媒のみを圧縮する。中間熱交換器１６では、第３通路２３を流れる冷媒と第４通路２４を流れる冷媒とが熱交換を行うことで、第４通路２４のうち中間熱交換器１６の下流側を流れる冷媒の過冷却度が大きくなる。したがって、冷凍サイクル装置１は、冷却能力を大きくすることが可能である。

【００９６】

続いて、ステップＳ１５０で、制御装置２０は、設定温度Ｔｓｅｔから庫内温度Ｔｆｒを引いた値が、第２所定温度ｔ２より大きいか否かを判定する。なお、第２所定温度ｔ２は、０を含む値である。設定温度Ｔｓｅｔから庫内温度Ｔｆｒを引いた値が、第２所定温度ｔ２より小さい場合、制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の駆動を継続する。そのため、クールダウンモードによる庫内空間の冷却が継続して実行される。

【００９７】

一方、ステップＳ１５０で、設定温度Ｔｓｅｔから庫内温度Ｔｆｒを引いた値が、第２所定温度ｔ２より大きい場合、制御装置２０は、処理をステップＳ１６０に移行する。ステップＳ１６０で制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の駆動を停止する。これにより、クールダウンモードによる庫内空間の冷却が停止する。

【００９８】

すなわち、第５実施形態では、制御装置２０は、クールダウンモードによる庫内空間の冷却を、庫内温度Ｔｆｒが、設定温度Ｔｓｅｔから第２所定温度ｔ２を引いた温度になるまで継続して実行する。これにより、第５実施形態の制御装置２０が実行する制御処理では、庫内温度Ｔｆｒを設定温度Ｔｓｅｔ以下に短時間で冷やすことができる。

【００９９】

次に、ステップＳ１７０で、制御装置２０は、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第３所定温度ｔ３より大きいか否かを判定する。庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第３所定温度ｔ３より小さい場合、制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の駆動を停止した状態を継続する。

【０１００】

一方、ステップＳ１７０で、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第３所定温度ｔ３より大きい場合、制御装置２０は、処理をステップＳ１３０に移行する。ステップＳ１３０で制御装置２０は、再び、クールダウンモードとインレンジモードのどちらを実行するかについて判定を行う。ステップＳ１３０で、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第１所定温度ｔ１より小さい場合、制御装置２０は、インレンジモードを実行する状況であると判定し、処理をステップＳ１８０に移行する。インレンジモードでは、庫内空間の温度を所定の温度範囲に保つために、細かな能力制御を行うことが可能である。

【０１０１】

ステップＳ１８０では、制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続された状態にすると共に、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を駆動する。これにより、冷凍サイクル装置１は、図４に示した状態となる。インレンジモードが実行されると、第１圧縮機１１から吐出された冷媒は、第１通路２１に流れることなく、第２通路２２に流れる。したがって、第２通路２２に設けられた第２圧縮機１２は、第１圧縮機１１から吐

出された冷媒と、第３通路２３から流入する冷媒とが混合した冷媒を圧縮する。このとき、制御装置２０は、第１圧縮機１１による冷媒の圧縮比と、第２圧縮機１２による冷媒の圧縮比とが同一または近似するように、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の回転数を制御する。そのため、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２それぞれによる冷媒の圧縮比を小さくすることが可能となり、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２それぞれの冷媒の圧縮効率が向上する。したがって、冷凍サイクル装置１は、成績係数を向上することができる。

【０１０２】

続いて、ステップＳ１９０で、制御装置２０は、設定温度Ｔｓｅｔから庫内温度Ｔｆｒを引いた値が、第２所定温度ｔ２より大きいか否かを判定する。設定温度Ｔｓｅｔから庫内温度Ｔｆｒを引いた値が、第２所定温度ｔ２より小さい場合、制御装置２０は、処理をステップＳ１３０に移行する。ステップＳ１３０で制御装置２０は、再び、クールダウンモードとインレンジモードのどちらを実行するかについて判定を行う。ステップＳ１３０で、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第１所定温度ｔ１より小さい場合、制御装置２０は、インレンジモードを継続して実行する。

【０１０３】

一方、ステップＳ１９０で、設定温度Ｔｓｅｔから庫内温度Ｔｆｒを引いた値が、第２所定温度ｔ２より大きい場合、制御装置２０は、処理をステップＳ２００に移行する。ステップＳ２００で制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の駆動を停止する。これにより、インレンジモードによる庫内の冷却が停止する。

【０１０４】

次に、ステップＳ２１０で、制御装置２０は、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第３所定温度ｔ３より大きいか否かを判定する。庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第３所定温度ｔ３より小さい場合、制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の駆動を停止した状態を継続する。

【０１０５】

一方、ステップＳ２１０で、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第３所定温度ｔ３より大きい場合、制御装置２０は、処理をステップＳ１３０に移行する。ステップＳ１３０で制御装置２０は、再び、クールダウンモードとインレンジモードのどちらを実行するかについて判定を行う。

【０１０６】

上述した制御処理は、操作パネル３６から停止要求信号が制御装置２０へ出力されるまで継続して実行される。操作パネル３６から停止要求信号が制御装置２０へ出力されている場合、制御装置２０は、各制御対象機器の作動を停止させ、冷凍機のシステム全体を停止させる。

【０１０７】

ここで、第５実施形態の冷凍サイクル装置１が庫内を冷却するときの庫内温度Ｔｆｒの遷移の一例を、図１５のグラフを参照しつつ説明する。

【０１０８】

図１５の時刻Ｔ１では、庫内温度Ｔｆｒは、設定温度Ｔｓｅｔに対し第１所定温度ｔ１を加えた温度より高い温度にある。このとき、制御装置２０は、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第１所定温度ｔ１より大きいことを判定すると、クールダウンモードを実行する。すなわち、制御装置２０は、切替部１３を駆動し、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が並列に接続される状態にすると共に、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を駆動する。

【０１０９】

制御装置２０は、クールダウンモードによる庫内の冷却を、時刻Ｔ２まで継続して実行する。時刻Ｔ２では、庫内温度Ｔｆｒは、設定温度Ｔｓｅｔから第２所定温度ｔ２を引いた温度になっている。制御装置２０は、設定温度Ｔｓｅｔから庫内温度Ｔｆｒを引いた値が、第２所定温度ｔ２より大きいことを判定すると、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の駆動を停止する。すなわち、サーモオフの状態とする。

【０１１０】
サーモオフの状態は、時刻Ｔ３まで継続する。時刻Ｔ３では、庫内温度Ｔｆｒは、設定温度Ｔｓｅｔに対し第２所定温度ｔ２を加えた温度になっている。制御装置２０は、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第３所定温度ｔ３より大きいことを判定すると、インレンジモードを実行する。すなわち、制御装置２０は、切替部１３を駆動し、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続される状態にすると共に、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を駆動する。
【０１１１】
制御装置２０は、インレンジモードによる庫内の冷却を、時刻Ｔ４まで実行する。時刻Ｔ２では、庫内温度Ｔｆｒは、設定温度Ｔｓｅｔから第２所定温度ｔ２を引いた温度になっている。制御装置２０は、設定温度Ｔｓｅｔから庫内温度Ｔｆｒを引いた値が、第２所定温度ｔ２より大きいことを判定すると、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の駆動を停止する。すなわち、サーモオフの状態とする。
【０１１２】
第５実施形態の冷凍サイクル装置１による制御方法と比較するため、比較例の冷凍サイクル装置による制御方法により庫内が冷却されるときの庫内温度Ｔｆｒの遷移の一例を、図１６のグラフを参照しつつ説明する。なお、比較例の冷凍サイクル装置の構成は、第１実施形態および第５実施形態の構成と同一であるとする。なお、比較例の冷凍サイクル装置の構成および制御方法は、従来技術ではない。
【０１１３】
図１６の時刻Ｔ１０では、庫内温度Ｔｆｒは、設定温度Ｔｓｅｔに対し第１所定温度ｔ１を加えた温度より高い温度にある。このとき、制御装置２０は、庫内温度Ｔｆｒから設定温度Ｔｓｅｔを引いた値が、第１所定温度ｔ１より大きいことを判定すると、クールダウンモードを実行する。すなわち、制御装置２０は、切替部１３を駆動し、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が並列に接続される状態にすると共に、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を駆動する。
【０１１４】
制御装置２０は、クールダウンモードによる庫内の冷却を、時刻Ｔ１１まで実行する。時刻Ｔ１１では、庫内温度Ｔｆｒは、設定温度Ｔｓｅｔに対し第１所定温度ｔ１を加えた温度になる。このとき、制御装置２０は、インレンジモードを実行する。すなわち、制御装置２０は、切替部１３を駆動し、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続される状態にすると共に、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を駆動する。
【０１１５】
制御装置２０は、インレンジモードによる庫内の冷却を、時刻Ｔ１２まで実行する。時刻Ｔ１２では、庫内温度Ｔｆｒは、設定温度Ｔｓｅｔから第２所定温度ｔ２を引いた温度になっている。このとき、制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の駆動を停止する。すなわち、サーモオフの状態とする。時刻Ｔ１２以降の庫内温度Ｔｆｒの遷移と比較例の制御装置２０による制御処理は、第５実施形態で説明した時刻Ｔ２以降のものと同じである。
【０１１６】
比較例の冷凍サイクル装置による制御方法では、クールダウンモードを実行している途中で、庫内温度Ｔｆｒが、設定温度Ｔｓｅｔに対し第１所定温度ｔ１を加えた温度になると、インレンジモードに切り替わる。そのため、比較例では、庫内温度Ｔｆｒが設定温度Ｔｓｅｔ以下になるまでの時間が長くなることがある。
【０１１７】
このような比較例に比べて、第５実施形態の冷凍サイクル装置１による制御方法は、次の作用効果を奏する。すなわち、第５実施形態では、制御装置２０は、クールダウンモードを実行する場合、庫内温度Ｔｆｒが、設定温度Ｔｓｅｔから第２所定温度ｔ２を引いた値より低くなるまで、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を駆動する。そして、制御装置２０は、庫内温度Ｔｆｒが、設定温度Ｔｓｅｔから第２所定温度ｔ２を引いた値より低くな

ると、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２の駆動を停止する。これにより、第５実施形態では、庫内温度Ｔｆｒを設定温度Ｔｓｅｔ以下に短時間で冷やすことができる。

【０１１８】

（第６実施形態）

第６実施形態について説明する。第６実施形態は、第１または第２実施形態に対して冷凍サイクル装置１の構成と作動の一部を変更したものである。

【０１１９】

図１８に示すように、第６実施形態の冷凍サイクル装置１は、第１圧縮機１１および第２圧縮機１２がベーン飛びしていることを検出するためのベーン飛び検知部６０を備えている。ベーン飛び検知部６０として、例えば、第１圧縮機１１および第２圧縮機１２の騒音を計測する騒音計測器、または、第１圧縮機１１および第２圧縮機１２の振動を計測する振動計測器などを採用することが可能である。または、ベーン飛び検知部６０として、例えば、冷凍サイクル装置１を循環する冷媒流量を計測する流量計測器などを採用することも可能である。ベーン飛び検知部６０から出力される信号は、制御装置２０に伝送される。制御装置２０は、その信号に基づき、第１圧縮機１１または第２圧縮機１２にベーン飛びが発生しているか否かを判定する。

【０１２０】

具体的には、ベーン飛び検知部６０として騒音計測器を採用した場合、制御装置２０は、騒音計測器により計測された騒音のうち、所定の周波数帯の音圧が、一定の音圧より大きくなる場合にベーン飛びが発生していることを判定することが可能である。また、ベーン飛び検知部６０として振動計測器を採用した場合、制御装置２０は、振動計測器により計測された振動が、一定の振幅より大きくなる場合にベーン飛びが発生していることを判定することが可能である。また、ベーン飛び検知部６０として流量計測器を採用した場合、制御装置２０は、流量計測器により計測された冷媒の流量が、一定の流量より少なくなる場合にベーン飛びが発生していることを判定することが可能である。なお、上述した所定の周波数帯、一定の音圧、一定の振幅、一定の流量については、予め実験などにより設定され、制御装置２０のメモリに記憶されている。

【０１２１】

次に、第６実施形態の冷凍サイクル装置１の作動について、図１８のフローチャートなどを参照して説明する。図１８は、第６実施形態の制御装置２０が実行する制御処理を示すフローチャートである。この制御処理は、操作パネル３６の作動・停止スイッチ３７により作動要求信号が出力されるとスタートする。

【０１２２】

まず、ステップＳ１０で制御装置２０の初期化処理が行われる。次に、ステップＳ１５で、冷凍サイクル装置１は、庫内空間の冷却を行う。この冷却動作は、第１実施形態または第５実施形態で説明したように、クールダウンモードを実行するときに第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を並列接続し、インレンジモードを実行するときに第１圧縮機１１と第２圧縮機１２を直列接続するようにしてもよい。或いは、第２実施形態で説明したように、サイクル差圧ΔＰが所定圧力Ｐｔｈより大きい場合に第１圧縮機１１と第２圧縮機１２とを直列接続し、サイクル差圧ΔＰが所定圧力Ｐｔｈより小さい場合に第１圧縮機１１と第２圧縮機１２とを並列接続してもよい。

【０１２３】

続いて、ステップＳ２５で、制御装置２０は、ベーン飛び検知部６０から伝送される信号を読み込む。ステップＳ３５で、制御装置２０は、その信号に基づき、第１圧縮機１１または第２圧縮機１２にベーン飛びが発生しているか否かを判定する。なお、ベーン飛びの判定方法については、上記で説明した方法のいずれかを採用することが可能である。

【０１２４】

制御装置２０は、第１圧縮機１１または第２圧縮機１２にベーン飛びが発生していることを判定した場合、処理をステップＳ４０に移行する。ステップＳ４０で制御装置２０は、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２とが並列接続になるように、切替部１３による冷媒流

路の切り替えを行う。

【０１２５】

一方、制御装置２０は、第１圧縮機１１または第２圧縮機１２にベーン飛びが発生していないと判定した場合、処理をステップＳ５５に移行する。ステップＳ５５では、制御装置２０は、切替部１３を現状の状態で維持する。すなわち、制御装置２０は、現状の状態で、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２とが直列に接続されていれば、その直列接続のままとする。また、制御装置２０は、現状の状態で、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２とが並列に接続されていれば、その並列接続のままとする。

【０１２６】

なお、ステップＳ６０は、第１実施形態で説明した処理と同じであるので、説明を省略する。

【０１２７】

以上説明した第６実施形態では、制御装置２０は、第１圧縮機１１または第２圧縮機１２がベーン飛びしたことを、ベーン飛び検知部６０により直接的に検知し、それに対処することができる。

【０１２８】

（第７実施形態）

第７実施形態について説明する。第７実施形態では、第２実施形態で説明した制御処理に関し、さらに詳細に説明するものである。したがって、第７実施形態では、第２実施形態で参照した図５のフローチャートを再び参照しつつ説明する。

【０１２９】

第７実施形態の制御処理も、操作パネル３６の作動・停止スイッチ３７により作動要求信号が出力されるとスタートする。まず、ステップＳ１０で制御装置２０の初期化処理が行われる。

【０１３０】

次に、ステップＳ２１で、制御装置２０は、第１圧力センサ３１の検出信号、および、第２圧力センサ３２の検出信号などを読み込む。そして、第１圧力センサ３１の検出信号により検出された圧力と第２圧力センサ３２により検出された圧力との差、すなわちサイクル差圧ΔＰを算出する。

【０１３１】

続いて、ステップＳ３１で、制御装置２０は、サイクル差圧ΔＰが所定圧力Ｐｔｈより小さいか否かにより、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２と並列接続にするか、直列接続にするかを判定する。

【０１３２】

ここで、第７実施形態の制御装置２０は、第１圧縮機１１の回転速度と第２圧縮機１２の回転速度に基づいて、所定圧力Ｐｔｈを決定する。図１９は、第１圧縮機１１の回転速度と、第１圧縮機１１がベーン飛びを回避するために必要な必要差圧との関係を示している。以下の説明では、第１圧縮機１１が所定の回転速度ＲＳ１において、ベーン飛びを回避するために必要な差圧を、第１必要差圧Ｐｔｈ１ということとする。第１圧縮機１１は、回転速度ＲＳ１が大きくなるほど、それに対応する第１必要差圧Ｐｔｈ１が大きくなる関係にある。

【０１３３】

また、図２０は、第２圧縮機１２の回転速度と、第２圧縮機１２がベーン飛びを回避するために必要な必要差圧との関係を示している。以下の説明では、第２圧縮機１２が所定の回転速度ＲＳ２において、ベーン飛びを回避するために必要な差圧を、第２必要差圧Ｐｔｈ２ということとする。第２圧縮機１２も、回転速度ＲＳ２が大きくなるほど、それに対応する第２必要差圧Ｐｔｈ２が大きくなる関係にある。なお、第１圧縮機１１の回転速度ＲＳ１と第１必要差圧Ｐｔｈ１との関係、および、第２圧縮機１２の回転速度ＲＳ２と第２必要差圧Ｐｔｈ２との関係は、予め実験などで設定され、制御装置２０のメモリに記憶されている。

【０１３４】
制御装置２０は、第１圧縮機１１の回転速度ＲＳ１に基づき、第１圧縮機１１の第１必要差圧Ｐｔｈ１を検出する。また、制御装置２０は、第２圧縮機１２の回転速度ＲＳ２に基づき、第２圧縮機１２の第２必要差圧Ｐｔｈ２を検出する。そして、制御装置２０は、第１必要差圧Ｐｔｈ１と第２必要差圧Ｐｔｈ２との和を、所定圧力Ｐｔｈとする。
【０１３５】
制御装置２０は、ステップＳ２１で算出したサイクル差圧ΔＰが所定圧力Ｐｔｈより大きいとき、処理をステップＳ５０に移行する。ステップＳ５０で制御装置２０は、切替部１３を駆動制御し、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が直列に接続された状態とする。
【０１３６】
一方、制御装置２０は、ステップＳ２１で算出したサイクル差圧ΔＰが所定圧力Ｐｔｈより小さいとき、処理をステップＳ４０に移行する。ステップＳ５０で制御装置２０は、切替部１３を駆動制御し、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２が並列に接続された状態とする。なお、ステップＳ６０は、第１実施形態で説明した処理と同じであるので、説明を省略する。
【０１３７】
以上説明した第７実施形態では、第２実施形態と同様の作用効果を奏することができる。また、第７実施形態では、制御装置２０は、サイクル差圧ΔＰが所定圧力Ｐｔｈより小さいか否かにより、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２と並列接続にするか、直列接続にするかを判定する。そして、その所定圧力Ｐｔｈは、第１圧縮機１１の回転速度ＲＳ１に基づいて定められた第１必要差圧Ｐｔｈ１と、第２圧縮機１２の回転速度ＲＳ２に基づいて定められた第２必要差圧Ｐｔｈ２との和としている。これにより、第７実施形態では、第１圧縮機１１と第２圧縮機１２のベーン飛びを回避することができる。
【０１３８】
（他の実施形態）
本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。また、上記各実施形態は、互いに無関係なものではなく、組み合わせが明らかに不可な場合を除き、適宜組み合わせが可能である。また、上記各実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。また、上記各実施形態において、実施形態の構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではない。また、上記各実施形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に特定の形状、位置関係等に限定される場合等を除き、その形状、位置関係等に限定されるものではない。
【０１３９】
（１）例えば、上記各実施形態では、切替部１３は、流入ポート１３０、第１流出ポート１３１および第２流出ポート１３２を有する流路切替弁として説明した。これに対し、他の実施形態では、切替部１３は、第１通路２１に設けられる第１の流量制御弁（図示していない）と、第２通路２２に設けられる第２の流量制御弁（図示していない）により構成してもよい。
【０１４０】
（２）また、例えば、上記各実施形態では、冷凍サイクル装置１を流れる冷媒の圧力を検出するために複数の圧力センサ３１、３２、３３を配管に設けた。これに対し、他の実施形態では、コンデンサ１４、中間熱交換器１６およびエバポレータ１８のそれぞれに温度センサ（図示していない）を設けることで、それらの検出温度に基づき、冷凍サイクル装置１の各部を流れる冷媒の圧力を検出してもよい。
【０１４１】
（まとめ）

上述の実施形態の一部または全部で示された第１の観点によれば、冷却対象空間の空気を冷却する冷凍サイクル装置は、第１圧縮機、切替部、第１接続部、コンデンサ、分岐部、第１膨張弁、中間熱交換器、第２接続部、第２膨張弁およびエバポレータを備えている。第１圧縮機は、冷媒を圧縮して吐出する。切替部は、第１圧縮機の吐出側に設けられ、第１圧縮機から吐出された冷媒の流れを第１通路または第２通路に切り替える。第２圧縮機は、第２通路の途中に設けられ、第２通路を流れる冷媒を圧縮して吐出する。第１接続部は、第２通路のうち第２圧縮機の吐出側の部位と第１通路とを接続する。コンデンサは、第１接続部から流入する冷媒と外気とを熱交換させる。分岐部は、コンデンサの出口側の流路を第３通路と第４通路に分岐する。第１膨張弁は、第３通路の途中に設けられ、第３通路を流れる冷媒を減圧する。中間熱交換器は、第３通路のうち第１膨張弁より下流側を流れる冷媒と第４通路を流れる冷媒とを熱交換させる。第２接続部は、第２通路のうち第２圧縮機の吸入側の部位と、第３通路のうち中間熱交換器の下流側の部位とを接続する。第２膨張弁は、第４通路のうち中間熱交換器の下流側に設けられ、第４通路を流れる冷媒を減圧する。エバポレータは、第４通路のうち第２膨張弁の下流側に設けられ、第４通路を流れる冷媒と冷却対象空間の空気とを熱交換させ、冷媒を第１圧縮機の吸入側に向けて流出する。

【０１４２】

第２の観点によれば、冷凍サイクル装置は、切替部を制御する制御装置をさらに備える。制御装置は、冷却対象空間の空気温度を冷却する目標値として設定された設定温度と冷却対象空間の空気温度との差が所定温度より小さいとき、第１圧縮機から吐出された冷媒が第２通路に流れるように切替部を制御する。また、制御装置は、冷却対象空間の空気温度と設定温度との差が所定温度より大きいとき、第１圧縮機から吐出された冷媒が第１通路に流れるように切替部を制御する。

【０１４３】

これによれば、冷却対象空間の空気温度と設定温度との差が所定温度より小さいとき、すなわち、大きな冷却能力を必要としないインレンジ時には、制御装置は、第１圧縮機と第２圧縮機を直列に接続する。これにより、それぞれの圧縮機による冷媒の圧縮比を小さくすることが可能となり、第１圧縮機と第２圧縮機それぞれの冷媒の圧縮効率が向上する。したがって、冷凍サイクル装置は、成績係数を向上することができる。

【０１４４】

一方、冷却対象空間の空気温度と設定温度との差が所定温度より大きいとき、すなわち、大きな冷却能力を必要とするクールダウン時には、制御装置は、第１圧縮機と第２圧縮機を並列に接続する。これにより、第４通路のうち中間熱交換器の下流側を流れる冷媒の過冷却度を大きくすることが可能となる。したがって、冷凍サイクル装置は、冷却能力を大きくし、冷却対象空間の空気温度を設定温度に短時間で近づけることができる。

【０１４５】

第３の観点によれば、冷凍サイクル装置は、切替部を制御する制御装置と、第２圧縮機の吐出側から第２膨張弁までの冷媒の圧力を検出する第１圧力センサと、第２膨張弁の下流側から第１圧縮機までの冷媒の圧力を検出する第２圧力センサとをさらに備える。制御装置は、第１圧力センサにより検出された圧力と第２圧力センサにより検出された圧力との差（即ち、サイクル差圧）が所定圧力より大きいとき、第１圧縮機から吐出された冷媒が第２通路に流れるように切替部を制御する。また、制御装置は、第１圧力センサにより検出された圧力と第２圧力センサにより検出された圧力との差（即ち、サイクル差圧）が所定圧力より小さいとき、第１圧縮機から吐出された冷媒が第１通路に流れるように切替部を制御する。

【０１４６】

これによれば、サイクル差圧が所定圧力より大きいとき、制御装置は、第１圧縮機と第２圧縮機を直列に接続する。これにより、第１圧縮機と第２圧縮機それぞれの冷媒の圧縮効率が向上する。したがって、冷凍サイクル装置は、成績係数を向上することができる。

【０１４７】

一方、サイクル差圧が所定圧力より小さいとき、制御装置は、第１圧縮機と第２圧縮機を並列に接続する。これにより、第３通路のうち第１膨張弁より下流側の冷媒圧力を第１圧縮機の吐出側の冷媒圧力より下げることで、第４通路のうち中間熱交換器より下流側を流れる冷媒の過冷却度を大きくすることが可能となる。したがって、冷凍サイクル装置は、サイクル差圧が小さいときでも、冷却対象空間の空気を冷却する冷却性能を高めることができる。なお、この場合、サイクル差圧が小さいので、第１圧縮機と第２圧縮機それぞれによる冷媒の圧縮比の増加は抑えられ、第１圧縮機と第２圧縮機によるエネルギ消費量の増加は小さいものとなる。

【０１４８】

第４の観点によれば、第１圧縮機と第２圧縮機の少なくとも一方は、ロータリ式の圧縮機である。ロータリ式の圧縮機は、円筒状の内壁を有するシリンダ、そのシリンダの内側に設けられるローラ、および、シリンダの内壁とローラの外壁との間に形成されるポンプ室を仕切るベーンを有する。このロータリ式の圧縮機は、シリンダの内壁とローラの外壁との摺接箇所が周方向に移動するようにローラが動作するものである。

【０１４９】

これによれば、冷凍サイクル装置は、サイクル差圧が小さいとき、第１圧縮機と第２圧縮機を並列に接続することで、それらを直列に接続した状態に比べて、第１圧縮機と第２圧縮機それぞれの吸入圧と吐出圧との差圧を大きくすることが可能である。これにより、ロータリ式の圧縮機では、ベーンの背圧を大きくすることが可能となり、ベーン飛びが防がれる。したがって、冷凍サイクル装置は、ロータリ式の圧縮機の騒音の増大を防ぐと共に、その圧縮機の圧縮効率の低下を防ぐことができる。

【０１５０】

第５の観点によれば、第１圧縮機と第２圧縮機の少なくとも一方は、スクロール式の圧縮機である。スクロール式の圧縮機は、渦巻き状の固定スクロール、および、その固定スクロールの壁面同士の間に設けられる渦巻き状の旋回スクロールを有する。スクロール式の圧縮機は、固定スクロールと旋回スクロールとの摺接箇所が周方向に移動するように旋回スクロールが動作するものである。

【０１５１】

これによれば、スクロール式の圧縮機では、吸入圧と吐出圧との差圧を大きくすることで、スクロールの背圧を大きくすることが可能となり、固定スクロールと旋回スクロールとの隙間からの冷媒漏れが防がれるので、圧縮機の圧縮効率の低下を防ぐことができる。さらに、スクロール式の圧縮機では、吸入圧と吐出圧との差圧を大きくすることで、冷媒の過圧縮が抑制される。したがって、冷凍サイクル装置１の成績係数を向上することができる。

【０１５２】

第６の観点によれば、冷凍サイクル装置は、切替部を制御する制御装置をさらに備える。制御装置は、第１圧縮機から吐出された冷媒が第１通路に流れるように切替部を制御し、且つ、第１圧縮機と第２圧縮機を駆動している場合、冷却対象空間の空気温度が設定温度以下になるまでその状態を継続した後、第１圧縮機と第２圧縮機の駆動を停止する。これによれば、冷凍サイクル装置は、冷却対象空間の空気温度を設定温度以下に短時間で冷やすことができる。

【０１５３】

第７の観点によれば、冷凍サイクル装置は、切替部を制御する制御装置と、ロータリ式の圧縮機にベーン飛びが発生したことを検知するベーン飛び検知部をさらに備える。制御装置は、ロータリ式の圧縮機にベーン飛びが発生したことがベーン飛び検知部により検知された場合、第１圧縮機から吐出された冷媒が第１通路に流れるように切替部を制御する。これによれば、冷凍サイクル装置は、第１圧縮機または第２圧縮機がベーン飛びしたことを、ベーン飛び検知部により直接的に検知し、それに対処することができる。

【０１５４】

第８の観点によれば、制御装置がサイクル差圧と比較する所定圧力は、第１圧縮機の回

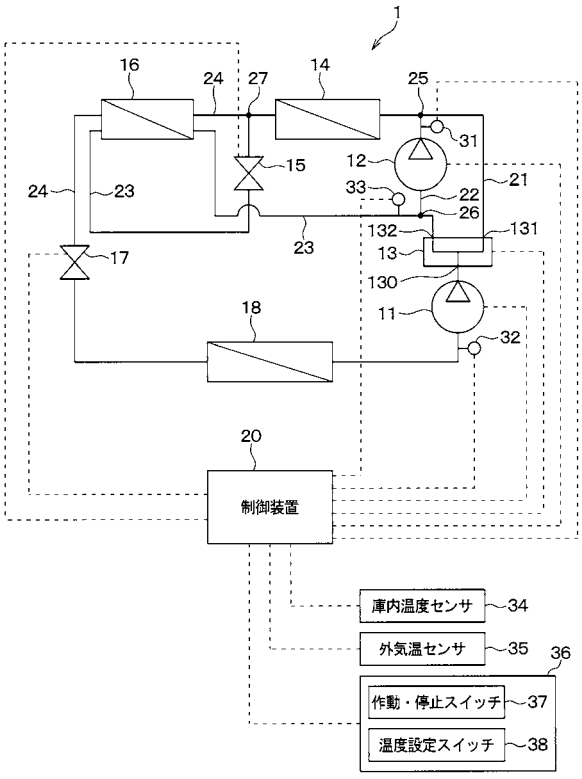
転速度に基づいて定められた第１必要差圧と、第２圧縮機の回転速度に基づいて定められた第２必要差圧との和である。第１必要差圧は、第１圧縮機の回転数が大きいほど大きい値に設定される。第２必要差圧も、第２圧縮機の回転数が大きいほど大きい値に設定される。これによれば、冷凍サイクル装置は、第１圧縮機と第２圧縮機のベーン飛びを回避することができる。

【符号の説明】

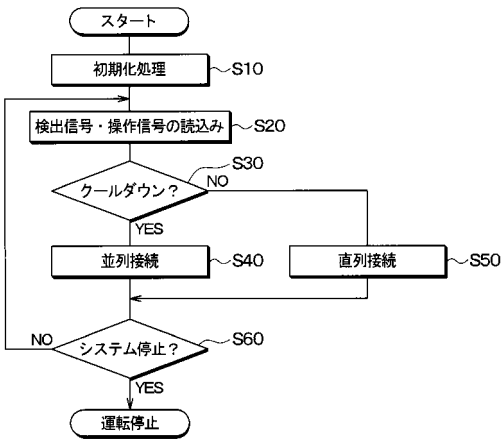
【０１５５】

１　　冷凍サイクル装置
１１　第１圧縮機
１２　第２圧縮機
１３　切替部
１４　コンデンサ
１５　第１膨張弁
１６　中間熱交換器
１７　第２膨張弁
１８　エバポレータ

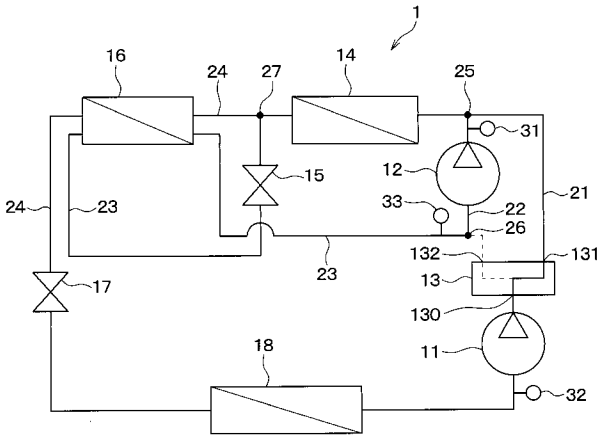
【図１】



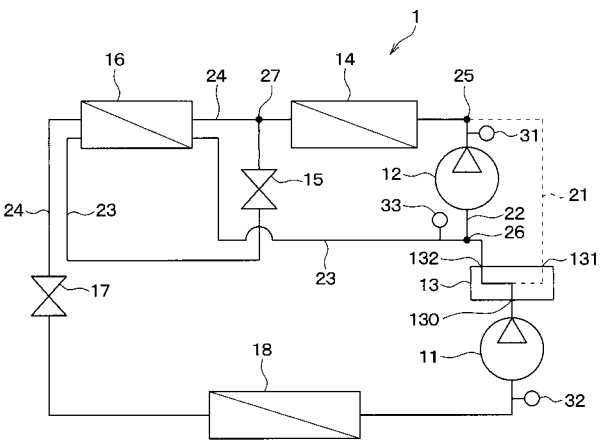
【図２】



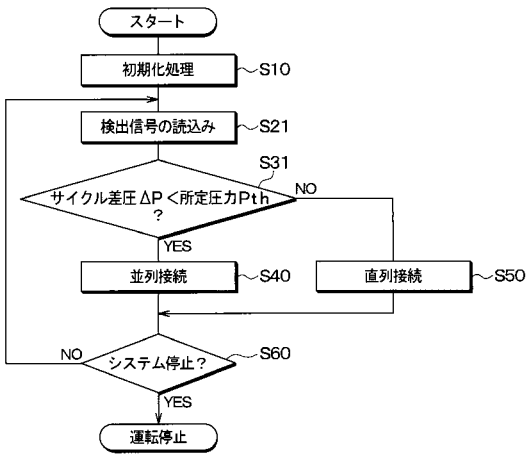
【図３】



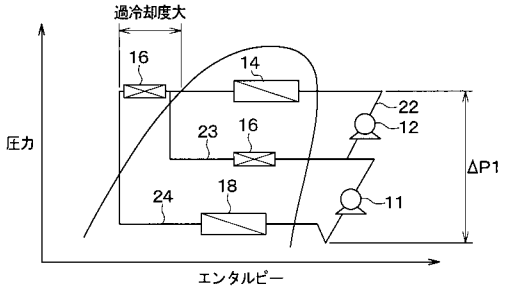
【図４】



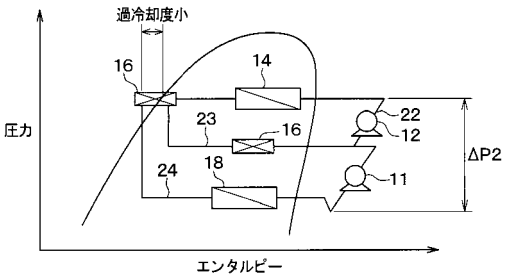
【図５】



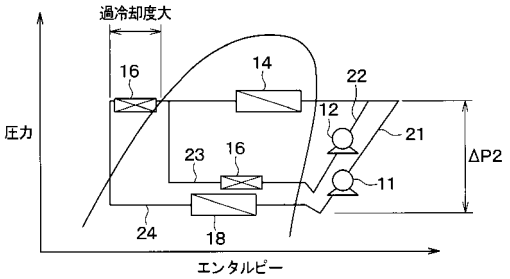
【図６】



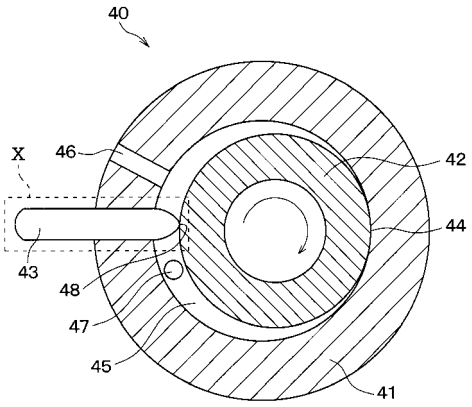
【図７】



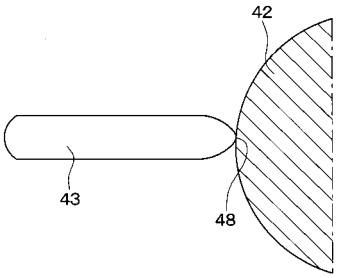
【図８】



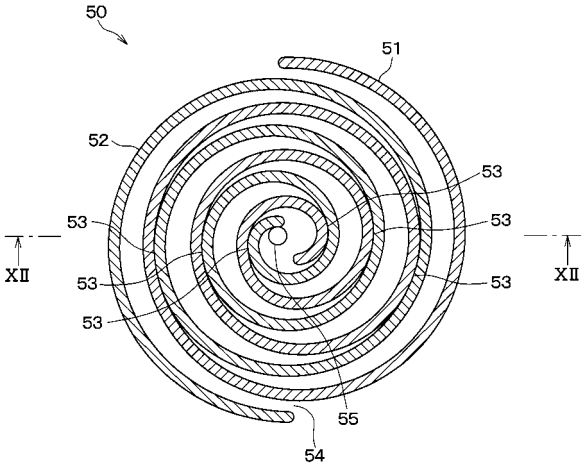
【図９】



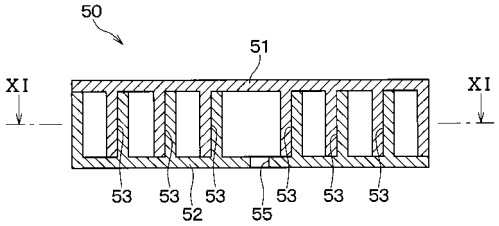
【図１０】



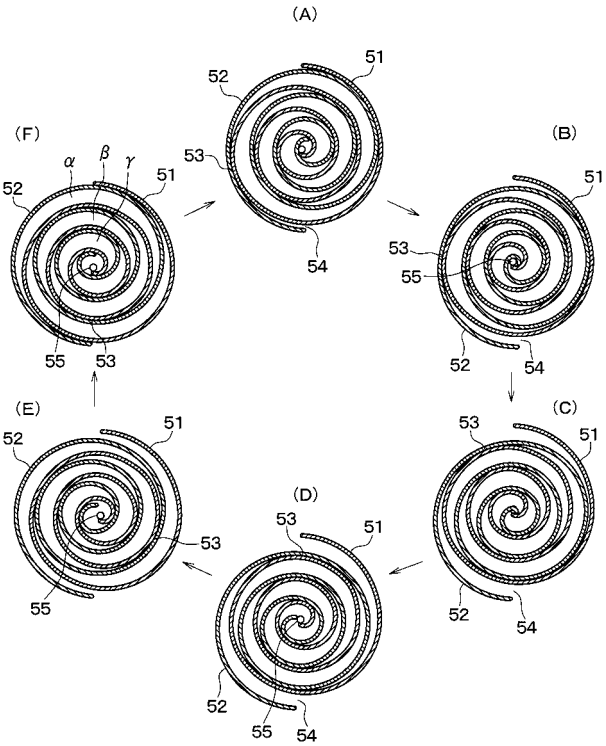
【図１１】



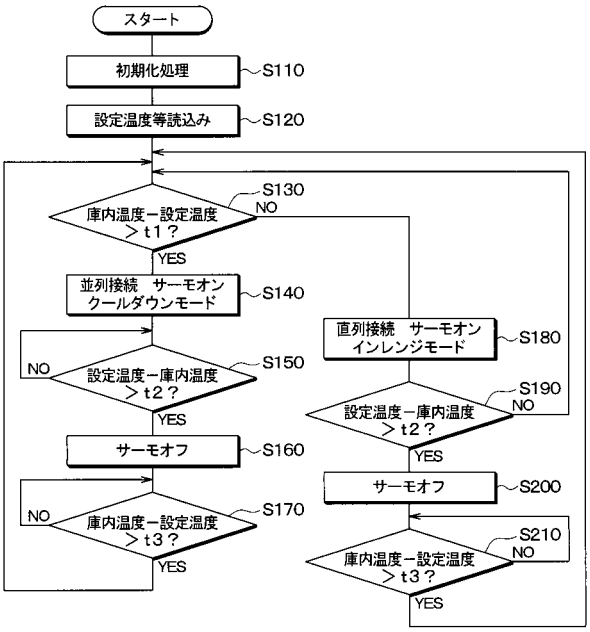
【図１２】



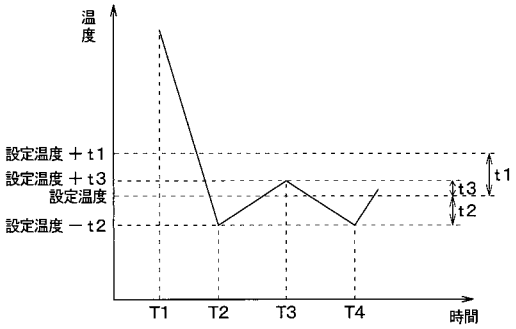
【図１３】



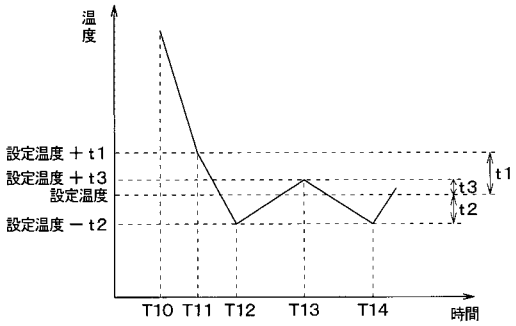
【図１４】



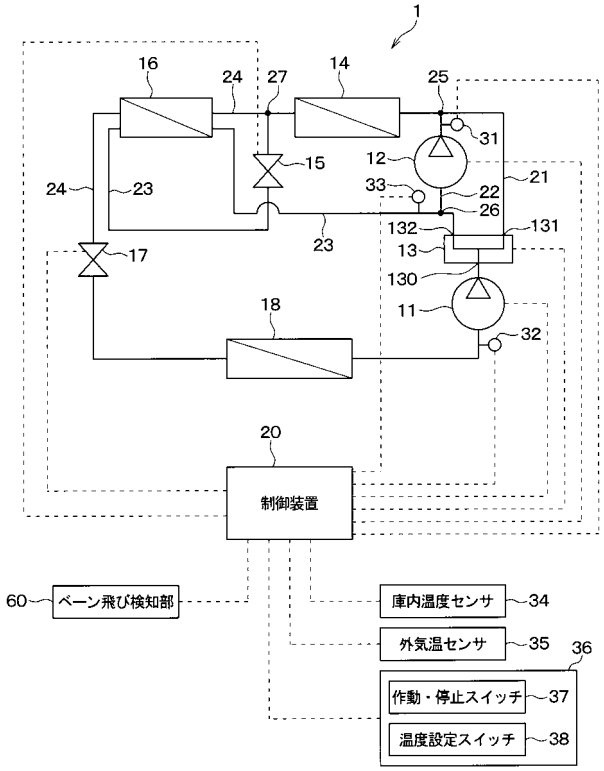
【図１５】



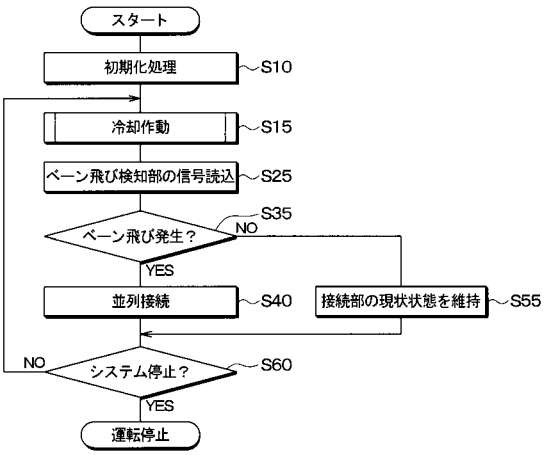
【図１６】



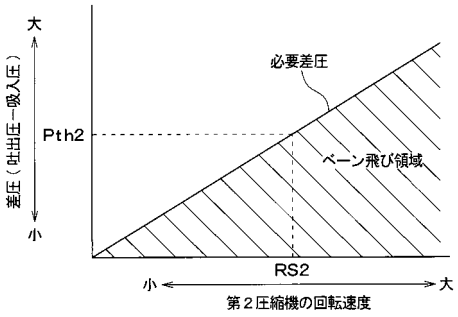
【図１７】



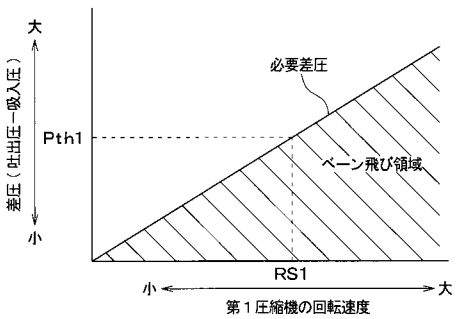
【図１８】



【図２０】



【図１９】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	FI		テーマコード（参考）
	Ｆ０４Ｂ 49/06	３４１Ｌ	