(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2020-139678
(P2020-139678A)
(43)公開日　令和2年9月3日(2020.9.3)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F25B 41/06	(2006.01)	F25B	41/06	V	
F25B 39/02	(2006.01)	F25B	39/02	S	
F25B 49/02	(2006.01)	F25B	49/02	57OC	

審査請求 未請求　請求項の数 14　ＯＬ　（全 45 頁）

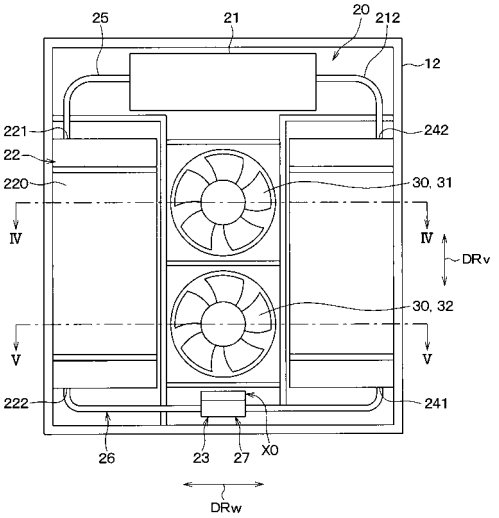
(21)出願番号　特願2019-35223(P2019-35223)
(22)出願日　平成31年2月28日(2019.2.28)

(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　長野　陽平
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　河本　陽一郎
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　押谷　洋
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】冷凍サイクル装置

(57)【要約】
【課題】装置の大型化を抑えつつ、放熱器および蒸発器のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることが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２０は、圧縮機２１、放熱器２２、減圧部２３、および蒸発器２４が筐体１０に対して収容されている。減圧部２３は、絞り開度を可変させるための弁部品としてマイクロバルブを含んでいる。マイクロバルブは、温度変化によって変位する駆動部と、駆動部の温度変化による変位を増幅する増幅部と、増幅部によって増幅された変位が伝達されて動くことで、減圧部２３を流れる冷媒の流量を調整する可動部と、を有する。そして、増幅部が、ヒンジを支点とし、増幅部が駆動部に付勢される付勢位置を力点とし、増幅部と可動部との接続位置を作用点とする梃子として機能するように構成されている。
【選択図】図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
冷凍サイクル装置であって、
冷媒を圧縮して吐出する圧縮機（２１）と、
前記圧縮機から吐出された冷媒を放熱させる放熱器（２２）と、
前記放熱器を通過した冷媒を減圧膨張させる減圧部（２３）と、
前記減圧部で減圧された冷媒を蒸発させる蒸発器（２４）と、
前記圧縮機、前記放熱器、前記減圧部、および前記蒸発器を収容する筐体（１０）と、を備え、
前記減圧部は、前記減圧部の絞り開度を調整するための弁部品（Ｘ１）を含んでおり、
前記弁部品は、
前記放熱器を通過した冷媒の少なくとも一部が流通する流体室（Ｘ１９）が形成される基部（Ｘ１１、Ｘ１２、Ｘ１３）と、
自らの温度が変化すると変位する駆動部（Ｘ１２３、Ｘ１２４、Ｘ１２５）と、
前記駆動部の温度の変化による変位を増幅する増幅部（Ｘ１２６、Ｘ１２７）と、
前記増幅部によって増幅された変位が伝達されて動くことで、前記流体室における冷媒の圧力を調整する可動部（Ｘ１２８）と、を有し、
前記駆動部が温度の変化によって変位したときに、前記駆動部が付勢位置（ＸＰ２）において前記増幅部を付勢することで、前記増幅部がヒンジ（ＸＰ０）を支点として変位するとともに、前記増幅部と前記可動部の接続位置（ＸＰ３）で前記増幅部が前記可動部を付勢し、
前記ヒンジから前記付勢位置までの距離よりも、前記ヒンジから前記接続位置までの距離の方が長くなっている、冷凍サイクル装置。
【請求項２】
前記減圧部は、開度が固定された固定絞り（１７０）を含んでおり、
前記基部には、前記流体室における冷媒の入口となる第１流体孔（Ｘ１６）、前記流体室における冷媒の出口となる第２流体孔（Ｘ１７）が形成されており、
前記弁部品は、前記可動部によって前記第１流体孔および前記第２流体孔の連通および遮断を切り替えることで前記減圧部の絞り開度を調整する構成になっている、請求項１に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項３】
前記基部には、前記流体室における冷媒の入口となる第１流体孔（Ｘ１６）、前記流体室における冷媒の出口となる第２流体孔（Ｘ１７）が形成されており、
前記弁部品は、前記可動部によって前記第１流体孔および前記第２流体孔の連通および遮断を切り替えるだけでなく、前記可動部によって前記第１流体孔および前記第２流体孔のうち少なくとも一方の流体孔の開度を調整することで、前記減圧部の絞り開度を調整する構成になっている、請求項１に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項４】
冷凍サイクル装置であって、
冷媒を圧縮して吐出する圧縮機（２１）と、
前記圧縮機から吐出された冷媒を放熱させる放熱器（２２）と、
前記放熱器を通過した冷媒を減圧膨張させる減圧部（２３）と、
前記減圧部で減圧された冷媒を蒸発させる蒸発器（２４）と、
前記圧縮機、前記放熱器、前記減圧部、および前記蒸発器を収容する筐体（１０）と、を備え、
前記減圧部は、
前記放熱器を通過した冷媒が流入する入口流路（２８１）、前記入口流路に連通する弁室（２８３）、前記弁室に流入した冷媒を減圧膨張させる絞り流路（２８４）、前記絞り流路を通過した冷媒を前記蒸発器に向けて流出させる出口流路（２８２）が形成されたブロック体（２８）と、

前記弁室に収容され、前記絞り流路における絞り開度を調整する主弁体（２８５）と、
前記主弁体を駆動する駆動部材（Ｘ０）と、を含んでおり、
前記ブロック体には、前記主弁体を開弁側または閉弁側に押圧するための冷媒が導入される開度調整室（２８６）が形成されており、
前記駆動部材は、前記開度調整室の圧力を調整するための弁部品（Ｙ１）を含んでおり、
前記弁部品は、
前記開度調整室に導入する冷媒が流通する流体室（Ｙ１９）が形成される基部（Ｙ１１、Ｙ１２、Ｙ１３）と、
自らの温度が変化すると変位する駆動部（Ｙ１２３、Ｙ１２４、Ｙ１２５）と、
前記駆動部の温度の変化による変位を増幅する増幅部（Ｙ１２６、Ｙ１２７）と、
前記増幅部によって増幅された変位が伝達されて動くことで、前記流体室を流れる冷媒の圧力を調整する可動部（Ｙ１２８）と、を有し、
前記駆動部が温度の変化によって変位したときに、前記駆動部が付勢位置（ＹＰ２）において前記増幅部を付勢することで、前記増幅部がヒンジ（ＹＰ０）を支点として変位するとともに、前記増幅部と前記可動部の接続位置（ＹＰ３）で前記増幅部が前記可動部を付勢し、
前記ヒンジから前記付勢位置までの距離よりも、前記ヒンジから前記接続位置までの距離の方が長くなっている、冷凍サイクル装置。
【請求項５】
前記基部には、前記流体室と前記開度調整室とを連通させる第１流体孔（Ｙ１６）、前記流体室と前記入口流路とを連通させる第２流体孔（Ｙ１７）、前記流体室と前記出口流路とを連通させる第３流体孔（Ｙ１７）が形成されており、
前記弁部品は、前記可動部によって前記第２流体孔および前記第３流体孔を開閉するだけでなく、前記可動部によって前記第２流体孔および前記第３流体孔のうち少なくとも一方の流体孔の開度を調整することで前記開度調整室の圧力を変化させる構成になっている、請求項４に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項６】
前記減圧部は、前記弁部品の取付対象となる被取付対象物（２７、２８）に対して前記弁部品を取り付けるための部品取付部（Ｘ３、Ｙ３）を含んでおり、
前記部品取付部は、前記弁部品と前記被取付対象物とが直接接しないように前記部品取付部と前記弁部品との間に介在されている、請求項１ないし５のいずれか１つに記載の冷凍サイクル装置。
【請求項７】
前記部品取付部は、前記部品取付部の線膨張係数が、前記弁部品の線膨張係数と前記被取付対象物の線膨張係数との間に値となるように構成されている、請求項６に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項８】
前記放熱器の冷媒出口部（２２２）および前記蒸発器の冷媒入口部（２４１）を接続する冷媒配管（２６）を備え、
前記被取付対象物は、前記放熱器の冷媒出口部と前記冷媒配管とを接続する継手（２７Ｂ）であり、
前記弁部品は、前記部品取付部を介して前記継手に取り付けられることで、前記放熱器と一体的に構成される、請求項６または７に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項９】
前記放熱器の冷媒出口部（２２２）および前記蒸発器の冷媒入口部（２４１）を接続する冷媒配管（２６）を備え、
前記被取付対象物は、前記蒸発器の冷媒入口部と前記冷媒配管とを接続する継手（２７Ｃ）であり、
前記弁部品は、前記部品取付部を介して前記継手に取り付けられることで、前記蒸発器

と一体的に構成される、請求項６または７に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項１０】
前記弁部品は、当該弁部品が正常に作動しているか故障しているかを判別するための信号を出力する故障検知部（Ｘ５０、Ｙ５０）を備えている、請求項１ないし９のいずれか１つに記載の冷凍サイクル装置。
【請求項１１】
前記信号は、前記増幅部の歪み量に応じた信号である、請求項１０に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項１２】
前記駆動部は、通電されることで発熱し、
前記故障検知部は、前記弁部品が故障している場合に前記弁部品に対する通電を停止する装置（Ｘ５５、Ｙ５５）に、前記信号を出力する、請求項１０または１１に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項１３】
前記故障検知部は、前記弁部品が故障している場合に、人に報知を行う報知装置（Ｘ５６、Ｙ５６）を作動させる装置（Ｘ５５、Ｙ５５）に、前記信号を出力する、請求項１０または１１に記載の冷凍サイクル装置。
【請求項１４】
前記弁部品は、半導体チップによって構成されている、請求項１ないし１３のいずれか１つ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】
本開示は、蒸気圧縮式の冷凍サイクル装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、空調装置の一態様として、冷凍サイクル装置や送風機等の構成機器が筐体の内部に収容された小型空調装置が知られている（例えば、特許文献１参照）。この特許文献１に記載の冷凍サイクル装置は、膨張機能を発揮する機能品として固定絞りであるキャピラリーチューブが採用されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００８－１８０４０８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１に記載の冷凍サイクル装置の如く、膨張機能を発揮する機能品として固定絞りが採用されていると、冷媒の適切な流量調整ができず、放熱器および蒸発器のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることが困難である。
【０００５】
また、膨張機能を発揮する機能品として固定絞りを採用する場合、例えば、蒸発器で蒸発されなかった液冷媒が圧縮機に吸入されないように、蒸発器と圧縮機との間に大型なアキュムレータを配置する必要があり、装置が大型化してしまう。
【０００６】
本開示は、装置の大型化を抑えつつ、放熱器および蒸発器のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることが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】
【０００７】

請求項１に記載の発明は、
冷凍サイクル装置であって、
冷媒を圧縮して吐出する圧縮機（２１）と、
圧縮機から吐出された冷媒を放熱させる放熱器（２２）と、
放熱器を通過した冷媒を減圧膨張させる減圧部（２３）と、
減圧部で減圧された冷媒を蒸発させる蒸発器（２４）と、
圧縮機、放熱器、減圧部、および蒸発器を収容する筐体（１０）と、を備え、
減圧部は、減圧部の絞り開度を調整するための弁部品（Ｘ１）を含んでおり、
弁部品は、
放熱器を通過した冷媒の少なくとも一部が流通する流体室（Ｘ１９）が形成される基部（Ｘ１１、Ｘ１２、Ｘ１３）と、
自らの温度が変化すると変位する駆動部（Ｘ１２３、Ｘ１２４、Ｘ１２５）と、
駆動部の温度の変化による変位を増幅する増幅部（Ｘ１２６、Ｘ１２７）と、
増幅部によって増幅された変位が伝達されて動くことで、流体室における冷媒の圧力を調整する可動部（Ｘ１２８）と、を有し、
駆動部が温度の変化によって変位したときに、駆動部が付勢位置（ＸＰ２）において増幅部を付勢することで、増幅部がヒンジ（ＸＰ０）を支点として変位するとともに、増幅部と可動部の接続位置（ＸＰ３）で増幅部が可動部を付勢し、
ヒンジから付勢位置までの距離よりも、ヒンジから接続位置までの距離の方が長くなっている。

【０００８】
これによると、減圧部の絞り開度の変更によって冷媒流量を負荷条件等に応じた適量に調整できるので、放熱器および蒸発器のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることが可能になる。

【０００９】
また、減圧部の絞り開度を変更可能な構成では、蒸発器の冷媒出口側の過熱度調整等によって圧縮機の液バックを抑制可能であり、減圧部の絞り開度が固定されたものに比べて、アキュムレータを小型化もしくは廃止することが可能になる。

【００１０】
加えて、弁部品の増幅部は、梃子として機能する。このため、駆動部の温度変化に応じた変位量が、梃子によって増幅されて可動部伝わる。このように、梃子を利用して熱的な膨張による変位量が増幅される弁部品は、そのような梃子を利用しない電磁弁や電動弁に比べて小型に構成することが可能となる。

【００１１】
したがって、本開示の冷凍サイクル装置によれば、装置の大型化を抑えつつ、放熱器および蒸発器のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることが可能となる。

【００１２】
請求項４に記載の発明は、
冷凍サイクル装置であって、
冷媒を圧縮して吐出する圧縮機（２１）と、
圧縮機から吐出された冷媒を放熱させる放熱器（２２）と、
放熱器を通過した冷媒を減圧膨張させる減圧部（２３）と、
減圧部で減圧された冷媒を蒸発させる蒸発器（２４）と、
圧縮機、放熱器、減圧部、および蒸発器を収容する筐体（１０）と、を備え、
減圧部は、
放熱器を通過した冷媒が流入する入口流路（２８１）、入口流路に連通する弁室（２８３）、弁室に流入した冷媒を減圧膨張させる絞り流路（２８４）、絞り流路を通過した冷媒を蒸発器に向けて流出させる出口流路（２８２）が形成されたブロック体（２８）と、
弁室に収容され、絞り流路における絞り開度を調整する主弁体（２８５）と、

主弁体を駆動する駆動部材（Ｘ０）と、を含んでおり、
ブロック体には、主弁体を開弁側または閉弁側に押圧するための冷媒が導入される開度調整室（２８６）が形成されており、
駆動部材は、開度調整室の圧力を調整するための弁部品（Ｙ１）を含んでおり、
弁部品は、
開度調整室に導入する冷媒が流通する流体室（Ｙ１９）が形成される基部（Ｙ１１、Ｙ１２、Ｙ１３）と、
自らの温度が変化すると変位する駆動部（Ｙ１２３、Ｙ１２４、Ｙ１２５）と、
駆動部の温度の変化による変位を増幅する増幅部（Ｙ１２６、Ｙ１２７）と、
増幅部によって増幅された変位が伝達されて動くことで、流体室を流れる冷媒の圧力を調整する可動部（Ｙ１２８）と、を有し、
駆動部が温度の変化によって変位したときに、駆動部が付勢位置（ＹＰ２）において増幅部を付勢することで、増幅部がヒンジ（ＹＰ０）を支点として変位するとともに、増幅部と可動部の接続位置（ＹＰ３）で増幅部が可動部を付勢し、
ヒンジから付勢位置までの距離よりも、ヒンジから接続位置までの距離の方が長くなっている、冷凍サイクル装置。

【００１３】

これによると、弁部品による開度調整室の圧力調整によって、主弁体を開弁側または閉弁側に変位させることで、減圧部の絞り開度を変更することができる。これによって、冷媒流量を負荷条件等に応じた適量に調整できるので、放熱器および蒸発器のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることが可能になる。また、減圧部の絞り開度を変更可能な構成では、アキュムレータを小型化もしくは廃止することが可能になる。加えて、弁部品の増幅部は、梃子として機能するので、そのような梃子を利用しない電磁弁や電動弁に比べて小型に構成することが可能となる。

【００１４】

なお、各構成要素等に付された括弧付きの参照符号は、その構成要素等と後述する実施形態に記載の具体的な構成要素等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】

【００１５】

【図１】第１実施形態に係る冷凍サイクル装置を含む小型空調装置の外観を示す模式的な斜視図である。
【図２】第１実施形態に係る冷凍サイクル装置を含む小型空調装置の上部カバーを外した状態を示す模式的な斜視図である。
【図３】第１実施形態に係る冷凍サイクル装置を含む小型空調装置の上部カバーを外した状態を示す模式的な上面図である。
【図４】図３のＩＶ－ＩＶ断面を示す断面図である。
【図５】図３のＶ－Ｖ断面を示す断面図である。
【図６】第１実施形態に係る冷凍サイクル装置を含む小型空調装置の電子制御部を示すブロック図である。
【図７】第１実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部の外観を示す模式的な斜視図である。
【図８】第１実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部の模式的な断面図である。
【図９】第１実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部に用いられるマイクロバルブの模式的な分解斜視図である。
【図１０】第１実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部に用いられるマイクロバルブの模式的な側面図である。
【図１１】図１０のＸＩ－ＸＩ断面を示すものであって、マイクロバルブの閉弁状態を示す断面図である。
【図１２】図１１のＸＩＩ－ＸＩＩ断面を示す断面図である。
【図１３】図１０のＸＩ－ＸＩ断面を示すものであって、マイクロバルブの開弁状態を示

す断面図である。
【図１４】図１３のＸＩＶ－ＸＩＶ断面を示す断面図である。
【図１５】第１実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部の動作を説明するための説明図である。
【図１６】第２実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部の模式的な断面図である。
【図１７】第２実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部の動作を説明するための説明図である。
【図１８】第３実施形態に係る冷凍サイクル装置の放熱器と減圧部との関係を説明するための説明図である。
【図１９】第３実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部を示す模式的な断面図である。
【図２０】第４実施形態に係る冷凍サイクル装置の蒸発器と減圧部との関係を説明するための説明図である。
【図２１】第４実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部を示す模式的な断面図である。
【図２２】第５実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部を示すものであって、絞り開度が最大となっている状態を示す模式的な断面図である。
【図２３】第５実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部を示すものであって、絞り開度が最小となっている状態を示す模式的な断面図である。
【図２４】第５実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部の制御圧力と絞り開度との関係を説明するための説明図である。
【図２５】第５実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部に用いられるマイクロバルブの模式的な分解斜視図である。
【図２６】第５実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部に用いられるマイクロバルブの模式的な側面図である。
【図２７】図２６のＸＸＶＩＩ－ＸＸＶＩＩ断面を示すものであって、マイクロバルブへの非通電状態を示す断面図である。
【図２８】図２７のＸＸＶＩＩＩ－ＸＸＶＩＩＩ断面を示す断面図である。
【図２９】図２６のＸＸＩＸ－ＸＸＩＸ断面を示すものであって、マイクロバルブへの通電状態を示す断面図である。
【図３０】図２９のＸＸＸ－ＸＸＸ断面を示す断面図である。
【図３１】第５実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部の動作を説明するための説明図である。
【図３２】第６実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部に用いられるマイクロバルブの内部を示す模式図である。
【図３３】図３２の一部を拡大した拡大図である。
【図３４】第７実施形態に係る冷凍サイクル装置の減圧部に用いられるマイクロバルブの内部を示す模式図である。
【図３５】図３４の一部を拡大した拡大図である。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
以下、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の実施形態において、先行する実施形態で説明した事項と同一もしくは均等である部分には、同一の参照符号を付し、その説明を省略する場合がある。また、実施形態において、構成要素の一部だけを説明している場合、構成要素の他の部分に関しては、先行する実施形態において説明した構成要素を適用することができる。以下の実施形態は、特に組み合わせに支障が生じない範囲であれば、特に明示していない場合であっても、各実施形態同士を部分的に組み合わせることができる。
【００１７】
（第１実施形態）
本実施形態について、図１～図１５を参照して説明する。各図面に示す矢印（すなわち、ＤＲｖ、ＤＲｗ、ＤＲｈ）は、各構成の位置関係の理解を容易にするために例示した三

次元空間の直交座標系を示すものである。本実施形態では、ＤＲｖで示す矢印を縦方向、ＤＲｗで示す矢印を横方向、ＤＲｈで示す矢印を高さ方向としている。なお、小型空調装置１の姿勢は、各図面に示す状態に限定されない。

【００１８】

第１実施形態に係る小型空調装置１は、車両の車室内に配置されたシートを空調対象空間として、シートに座った乗員の快適性を高めるためのシート小型空調装置に用いられる。小型空調装置１は、シートの座面部と車室床面との間の小さなスペースに配置されており、シートに配置されたダクトを介して、空調風（例えば、冷風や温風）を供給することで、シートに座った乗員の快適性を高めるように構成されている。

【００１９】

図１、図２、図３に示すように、小型空調装置１は、蒸気圧縮式の冷凍サイクル装置２０と、冷凍サイクル装置２０の各種構成機器とともに筐体１０の内側に収容される送風装置３０と、制御装置１００と、を備えている。小型空調装置１は、送風装置３０によって送風される送風空気を冷凍サイクル装置２０で温度調整し、シートに配置されたダクト等を介して、シートに座った乗員に供給することが可能になっている。

【００２０】

冷凍サイクル装置２０は、空調対象空間であるシート周辺へ送風される空気を冷却または加熱する機能を果たす。冷凍サイクル装置２０は、外殻を構成する筐体１０を備えている。

【００２１】

筐体１０は、シートの座面部と車室床面との間に配置可能な直方体状に形成されている。図１に示すように、筐体１０は、上部カバー１１および本体ケース１２を含んで構成されている。

【００２２】

上部カバー１１は、筐体１０の上面を構成しており、上方が開放された箱状を為す本体ケース１２の開口部を閉塞するように取り付けられる。上部カバー１１には、温風用通気口１１１、冷風用通気口１１２、供給口１１３、および排気口１１４が形成されている。

【００２３】

温風用通気口１１１および冷風用通気口１１２は、上部カバー１１において横方向ＤＲｗに並ぶように開口されている。そして、上部カバー１１における温風用通気口１１１および冷風用通気口１１２の間に、供給口１１３および排気口１１４が縦方向ＤＲｖに並ぶように開口されている。

【００２４】

温風用通気口１１１は、送風装置３０の作動に伴い、筐体１０の外部の空気（すなわち、車室内の空気）を筐体１０の内部に吸い込むための通気口である。具体的には、温風用通気口１１１は、上部カバー１１のうち、高さ方向ＤＲｈにおいて冷凍サイクル装置２０の放熱器２２と対向する部位に開口されている。このため、温風用通気口１１１から筐体１０の内側に吸い込まれる空気は、放熱器２２を通過する際に高圧冷媒と熱交換して加熱される。

【００２５】

冷風用通気口１１２は、温風用通気口１１１と同様に、送風装置３０の作動に伴い、筐体１０の外部の空気を内部に吸い込むための通気口である。具体的には、冷風用通気口１１２は、上部カバー１１のうち、高さ方向ＤＲｈにおいて冷凍サイクル装置２０の蒸発器２４と対向する部位に開口されている。このため、冷風用通気口１１２から筐体１０の内側に吸い込まれる空気は、蒸発器２４を通過する際に低圧冷媒と熱交換して冷却される。

【００２６】

供給口１１３は、小型空調装置１にて冷凍サイクル装置２０で温度調整された空調風を空調対象空間へ供給するための通気口である。図示しないが、供給口１１３にはダクトの端部が接続されており、当該ダクトを介してシートにおける乗員が着席する空間へ空調風が導かれるようになっている。

【００２７】
排気口１１４は、筐体１０の内部において、冷凍サイクル装置２０にて温度調整された空気の一部を排気するための開口部である。図示しないが、排気口１１４には排気ダクトの端部が接続されており、当該排気ダクトを介して排気口１１４から吹き出された空気が空調対象空間の外部へ送風される。
【００２８】
本体ケース１２は、上方が開放された有底の箱である。図２、図３に示すように、本体ケース１２の内部には、冷凍サイクル装置２０の各種構成部材および送風装置３０等が配置されている。
【００２９】
具体的には、筐体１０の内側には、冷凍サイクル装置２０を構成する構成部材として、圧縮機２１、放熱器２２、減圧部２３、蒸発器２４が収容されている。冷凍サイクル装置２０は、冷媒として、ＨＦＣ系冷媒（具体的には、Ｒ１３４ａ）が採用されている。冷媒には圧縮機２１を潤滑するための冷凍機油が混入されており、冷凍機油の一部は冷媒とともにサイクルを循環している。なお、冷媒としては、ＨＦＯ系冷媒（例えば、Ｒ１２３４ｙｆ）や自然冷媒（例えば、Ｒ７４４）等が採用されていてもよい。
【００３０】
圧縮機２１は、冷凍サイクル装置２０において、冷媒を吸入し、圧縮して吐出するものである。圧縮機２１は、吐出容量が固定された固定容量型の圧縮機構を電動モータにて駆動する電動圧縮機で構成されている。圧縮機２１は、図２、図３に示すように、本体ケース１２のうち、縦方向ＤＲｖの一方側に配置されている。なお、圧縮機２１を構成する電動モータは、制御装置１００から出力される制御信号によって、その作動（例えば、回転数）が制御される。
【００３１】
圧縮機２１から冷媒が吐出される吐出配管２５には、放熱器２２の冷媒入口部２２１が接続されている。放熱器２２は、複数のチューブ及びフィンを積層して平板状に構成された熱交換部２２０を有しており、熱交換部２２０を通過する空気と、各チューブを流れる冷媒とを熱交換させる。
【００３２】
放熱器２２は、熱交換部２２０が高さ方向ＤＲｈにおいて温風用通気口１１１と重なり合うように、本体ケース１２の横方向ＤＲｗの一方側に配置されている。これにより、温風用通気口１１１から吸い込まれた空気は、放熱器２２の熱交換部２２０を通過する。
【００３３】
図４および図５に示すように、放熱器２２は、高さ方向ＤＲｈにおいて、本体ケース１２の底面部１２０よりも温風用通気口１１１に近い位置に配置されている。これにより、放熱器２２と底面部１２０との間には、放熱器２２で加熱された温風が通過する温風側通風路１２１が形成される。
【００３４】
図３に示すように、放熱器２２の冷媒出口部２２２には、冷媒配管２６が接続されている。この冷媒配管２６には、放熱器２２を通過した冷媒を減圧する減圧部２３が設けられている。減圧部２３は、本体ケース１２における圧縮機２１の反対側（すなわち、縦方向ＤＲｖの他方側）に配置されている。減圧部２３は、制御装置１００からの制御信号に応じて絞り開度を調整可能な可変絞りとして構成されている。減圧部２３の詳細については後述する。
【００３５】
減圧部２３の冷媒出口側には、蒸発器２４の冷媒入口部２４１が接続されている。蒸発器２４は、複数のチューブ及びフィンを積層して平板状に構成された熱交換部２４０を有しており、熱交換部２４０を通過する空気から吸熱して、各チューブを流れる低圧冷媒を蒸発させる。
【００３６】

蒸発器２４は、筐体１０の内部において、放熱器２２に対して横方向ＤＲｗに間隔をあけて配置されている。具体的には、蒸発器２４は、熱交換部２２０が高さ方向ＤＲｈにおいて冷風用通気口１１２と重なり合うように、本体ケース１２における放熱器２２の反対側（横方向ＤＲｗの他方側）に配置されている。これにより、冷風用通気口１１２から吸い込まれた空気は、蒸発器２４の熱交換部２４０を通過する。

【００３７】

図４および図５に示すように、蒸発器２４は、高さ方向ＤＲｈにおいて、本体ケース１２の底面部１２０よりも冷風用通気口１１２に近い位置に配置されている。これにより、蒸発器２４と底面部１２０との間には、蒸発器２４で冷却された冷風が通過する冷風側通風路１２２が形成される。

【００３８】

蒸発器２４の冷媒出口部２４２には、圧縮機２１の吸入配管２１２が接続されている。このため、圧縮機２１には、蒸発器２４を通過した冷媒が吸入配管２１２を介して吸入される。

【００３９】

ここで、本実施形態の冷凍サイクル装置２０は、蒸発器２４と圧縮機２１との間に、サイクル内部で余剰となる液冷媒を貯留するアキュムレータが設けられていないアキュムレータレスの回路構成になっている。

【００４０】

続いて、送風装置３０について説明する。送風装置３０は、第１送風機３１、第２送風機３２、供給用切替部３３、排気用切替部３４を備えている。第１送風機３１および第２送風機３２は、筐体１０の内側に配置されている。

【００４１】

第１送風機３１は、複数枚の羽根を有する羽根車と、当該羽根車を回転させる電動モータとを有する電動送風機で構成されている。第１送風機３１は、放熱器２２および蒸発器２４の間であって、高さ方向ＤＲｈにおいて供給口１１３と重なり合う位置に配置されている。これにより、第１送風機３１は、羽根車を回転させることによって、供給口１１３を介して、空調対象空間であるシートに対して空気を送風可能になっている。

【００４２】

図４に示すように、第１送風機３１は、高さ方向ＤＲｈにおいて、本体ケース１２の底面部１２０よりも供給口１１３に近い位置に配置されている。そして、第１送風機３１と底面部１２０との間には、第１送風機３１に吸い込まれる空気の吸込空間１２３が形成されている。この吸込空間１２３は、仕切板１２４によって温風側通風路１２１に連通する温風供給空間１２３ａおよび冷風側通風路１２２に連通する冷風供給空間１２３ｂに仕切られている。

【００４３】

第２送風機３２は、第１送風機３１と同様に、羽根車および電動モータを有する電動送風機で構成されている。第２送風機３２は、放熱器２２および蒸発器２４の間であって、高さ方向ＤＲｈにおいて排気口１１４と重なり合う位置に配置されている。これにより、第２送風機３２は、羽根車を回転させることによって、排気口１１４を介して、空調対象空間の外部へ空気を送風可能になっている。

【００４４】

図５に示すように、第２送風機３２は、高さ方向ＤＲｈにおいて、本体ケース１２の底面部１２０よりも排気口１１４に近い位置に配置されている。そして、第２送風機３２と底面部１２０との間には、第２送風機３２に吸い込まれる空気の吸込空間１２５が形成されている。この吸込空間１２５は、仕切板１２６によって温風側通風路１２１に連通する温風排気空間１２５ａおよび冷風側通風路１２２に連通する冷風排気空間１２５ｂに仕切られている。

【００４５】

供給用切替部３３は、第１送風機３１の吸込空間１２３に配置されている。供給用切替

部３３は、第１送風機３１の動作時に、供給口１１３に温風が送風される温風供給状態と供給口１１３に冷風が送風される冷風供給状態とを切り替える切替部である。供給用切替部３３は、供給用スライドドア３３１および駆動部３３２等を有して構成されている。供給用切替部３３は、供給用スライドドア３３１によって温風供給空間１２３ａおよび冷風供給空間１２３ｂを選択的に開閉可能になっている。

【００４６】

排気用切替部３４は、第２送風機３２の吸込空間１２５に配置されている。排気用切替部３４は、第２送風機３２の動作時に、排気口１１４に温風が送風される温風排気状態と排気口１１４に冷風が送風される冷風排気状態とを切り替える切替部である。排気用切替部３４は、排気用スライドドア３４１および駆動部３４２等を有して構成されている。排気用切替部３４は、排気用スライドドア３４１によって温風排気空間１２５ａおよび冷風排気空間１２５ｂを選択的に開閉可能になっている。

【００４７】

供給用切替部３３および排気用切替部３４は、供給口１１３に温風が導かれる際に排気口１１４に冷風が導かれ、供給口１１３に冷風が導かれる際に排気口１１４に温風が導かれるように、互いに連動して動作するように構成されている。

【００４８】

次に、小型空調装置１の電子制御部を構成する制御装置１００について図６を参照して説明する。図６に示すように、制御装置１００は、プロセッサ、ＲＯＭおよび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で構成されている。なお、制御装置１００のメモリは、非遷移的実体的記憶媒体で構成される。

【００４９】

制御装置１００の入力側には、空調用センサ１０１が接続されている。空調用センサ１０１は、小型空調装置１の空調処理の制御に用いられる複数種類のセンサによって構成されている。空調用センサ１０１は、例えば、サイクルの低圧側における冷媒温度を検出する温度センサ、サイクルの高圧側の冷媒圧力を検出する高圧センサ、高圧冷媒の温度を検出する温度センサを含んでいる。

【００５０】

制御装置１００は、複数種類の空調用センサ１０１から取得した各種情報、およびメモリに記憶された制御プログラムに基づいて各種演算処理を行い、出力側に接続された各構成機器の作動を制御する。

【００５１】

具体的には、制御装置１００の出力側には、圧縮機２１、減圧部２３、第１送風機３１、第２送風機３２、供給用切替部３３の駆動部３３２、排気用切替部３４の駆動部３４２が接続されている。制御装置１００は、圧縮機２１による冷媒吐出性能（例えば、冷媒圧力）、減圧部２３の絞り開度、第１送風機３１の送風性能（例えば、送風量）、第２送風機３２の送風性能を状況に応じて調整することができる。

【００５２】

また、制御装置１００は、供給用切替部３３の駆動部３３２および排気用切替部３４の駆動部３４２を制御することで、小型空調装置１における運転モードを冷房モードおよび暖房モードのいずれかに変更することができる。

【００５３】

具体的には、制御装置１００は、冷房モード時に、供給口１１３に冷風が導かれるとともに排気口１１４に温風が導かれるように、各切替部３３、３４の駆動部３３２、３４２を制御する。この状態で、各送風機３１、３２が動作すると、蒸発器２４で冷却された冷風が供給口１１３等を介して空調対象空間であるシートに供給され、放熱器２２で加熱された温風が排気口１１４等を介して空調対象空間の外部に排気される。なお、冷房モード時は、蒸発器２４が利用側の熱交換器を構成する。

【００５４】

また、制御装置１００は、暖房モード時に、供給口１１３に温風が導かれるとともに排

気口１１４に冷風が導かれるように、各切替部３３、３４の駆動部３３２、３４２を制御する。この状態で、各送風機３１、３２が動作すると、放熱器２２で加熱された温風が供給口１１３等を介して空調対象空間であるシートに供給され、蒸発器２４で冷却された冷風が排気口１１４等を介して空調対象空間の外部に排気される。なお、暖房モード時は、放熱器２２が利用側の熱交換器を構成する。

【００５５】

ここで、冷凍サイクル装置２０の減圧部２３が固定絞りで構成されていると、冷房モードおよび暖房モードそれぞれで冷媒の適切な流量調整ができず、放熱器２２および蒸発器２４のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることが困難である。

【００５６】

固定絞りの流路面積を、例えば、蒸発器２４を利用側の熱交換器とする場合に最適なものに設定すると、放熱器２２を利用側の熱交換器とする場合に、能力を効率のよい状態で発揮させることが難しい。

【００５７】

これに対して、減圧部２３がソレノイドアクチュエータで弁体を駆動する電磁弁、ステッピングモータ等の電動モータで弁体を駆動する電動弁で構成すれば、上述の事態を回避可能である。ただし、大型なアクチュエータを用いることで、筐体１０の内部に収容できなくなったり、冷凍サイクル装置２０が大型になったりしてしまうといった背反がある。

【００５８】

これらを加味して、本開示の冷凍サイクル装置２０では、減圧部２３を、マイクロバルブＸ１を含むバルブモジュールＸ０によって構成している。マイクロバルブＸ１は、減圧部２３の絞り開度を可変させるための弁部品である。

【００５９】

バルブモジュールＸ０は、図７および図８に示すように、放熱器２２と蒸発器２４とを接続する冷媒配管２６に設けられたブロック体２７に対して一体的に構成されている。ブロック体２７は、マイクロバルブＸ１の取付対象となる被取付対象物を構成している。

【００６０】

ブロック体２７は、減圧部２３の一部を構成する。ブロック体２７は、冷媒配管２６のうち放熱器２２の冷媒出口部２２２に接続される上流側部位２６１と蒸発器２４の冷媒入口部２４１に接続される下流側部位２６２と接続する金属製（例えば、アルミニウム）の継手である。

【００６１】

ブロック体２７の一側面には、上流側部位２６１が嵌め合わされる有底の上流側嵌合孔２７１が形成されている。また、ブロック体２７には、上流側嵌合孔２７１が形成された一側面の反対側に、下流側部位２６２が嵌め合わされる有底の下流側嵌合孔２７２が形成されている。上流側嵌合孔２７１および下流側嵌合孔２７２は、オリフィス２７３によって連通している。オリフィス２７３は、各嵌合孔２７１、２７２それぞれの底部同士を貫通する貫通孔で構成されている。オリフィス２７３は、冷媒が流通する際に減圧作用を発揮する固定絞りとして機能するように微細孔で構成されている。

【００６２】

また、ブロック体２７の上面には、後述するバルブモジュールＸ０の第１突出部Ｘ２１および第２突出部Ｘ２２が嵌め合わされる第１凹部２７４および第２凹部２７５が形成されている。第１凹部２７４の底部には、第１凹部２７４と上流側嵌合孔２７１とを連通させる貫通孔２７４ａが形成されている。また、第２凹部２７５の底部には、第２凹部２７５と下流側嵌合孔２７２とを連通させる貫通孔２７５ａが形成されている。

【００６３】

［バルブモジュールＸ０の構成］

以下、バルブモジュールＸ０の構成について説明する。図８に示すように、バルブモジュールＸ０は、マイクロバルブＸ１、バルブケーシングＸ２、封止部材Ｘ３、２つのＯリ

ングＸ４、Ｘ５、２本の電気配線Ｘ６、Ｘ７を有している。

【００６４】

マイクロバルブＸ１は、板形状の弁部品であり、主として半導体チップによって構成されている。マイクロバルブＸ１は、半導体チップ以外の部品を有していてもいなくてもよい。したがって、マイクロバルブＸ１を小型に構成できる。マイクロバルブＸ１の厚さ方向の長さは例えば２ｍｍであり、厚さ方向に直交する長手方向の長さは例えば１０ｍｍであり、長手方向にも厚さ方向にも直交する短手方向の長さは例えば５ｍｍであるが、これに限定されない。マイクロバルブＸ１への通電、非通電が切り替わることで、開閉が切り替わる。具体的には、マイクロバルブＸ１は、通電時に開弁し、非通電時に閉弁する常閉弁である。

【００６５】

電気配線Ｘ６、Ｘ７は、マイクロバルブＸ１の表裏にある２つの板面のうち、バルブケーシングＸ２とは反対側の面から伸びて、封止部材Ｘ３、バルブケーシングＸ２内を通過して、バルブモジュールＸ０の外部にある電源に接続される。これにより、電気配線Ｘ６、Ｘ７を通して、電源からマイクロバルブＸ１に電力が供給される。

【００６６】

バルブケーシングＸ２は、マイクロバルブＸ１を収容する樹脂製のケーシングである。バルブケーシングＸ２は、ポリフェニレンサルファイドを主成分として樹脂成形によって形成されている。バルブケーシングＸ２は、線膨張係数が、マイクロバルブＸ１の線膨張係数とブロック体２７の線膨張係数の間の値となるように構成されている。なお、バルブケーシングＸ２は、マイクロバルブＸ１をブロック体２７に対して取り付けるための部品取付部を構成している。

【００６７】

バルブケーシングＸ２は、一方側に底壁を有し、他方側が開放された凹形状の箱体である。バルブケーシングＸ２の底壁は、マイクロバルブＸ１とブロック体２７とが直接接しないように、ブロック体２７とマイクロバルブＸ１の間に介在する。そして、この底壁の一方側の面がブロック体２７に接触して固定され、他方側の面がマイクロバルブＸ１の２つの板面のうち一方に接触して固定される。このようになっていることで、マイクロバルブＸ１とブロック体２７の線膨張係数の違いをバルブケーシングＸ２が吸収できる。これは、バルブケーシングＸ２の線膨張係数が、マイクロバルブＸ１の線膨張係数とブロック体２７の線膨張係数の間の値となっているからである。

【００６８】

また、バルブケーシングＸ２の底壁は、マイクロバルブＸ１に対向する板形状のベース部Ｘ２０と、マイクロバルブＸ１から離れる方向に当該ベース部Ｘ２０から突出する柱形状の第１突出部Ｘ２１、第２突出部Ｘ２２を有する。

【００６９】

第１突出部Ｘ２１、第２突出部Ｘ２２は、ブロック体２７に形成された第１凹部２７４および第２凹部２７５に嵌め込まれている。第１突出部Ｘ２１には、マイクロバルブＸ１側端から第１凹部２７４の底部側端まで貫通する第１連通孔ＸＶ１が形成されている。第２突出部Ｘ２２には、マイクロバルブＸ１側端から第２凹部２７５の底部側端まで貫通する第２連通孔ＸＶ２が形成されている。

【００７０】

封止部材Ｘ３は、バルブケーシングＸ２の開放された上記他方側を封止するエポキシ樹脂製の部材である。封止部材Ｘ３は、マイクロバルブＸ１の表裏にある２つの板面のうち、バルブケーシングＸ２の底壁側とは反対側の板面を、覆う。また、封止部材Ｘ３は、電気配線Ｘ６、Ｘ７を覆うことで、電気配線Ｘ６、Ｘ７の防水および絶縁を実現する。封止部材Ｘ３は樹脂ポッティング等によって形成される。

【００７１】

Ｏリング Ｘ４は、第１突出部Ｘ２１の外周に取り付けられ、ブロック体２７と第１突出部Ｘ２１の間を封止することで、減圧部２３の外部への冷媒の漏出を抑制する。Ｏリング

Ｘ５は、第２突出部Ｘ２２の外周に取り付けられ、ブロック体２７と第２突出部Ｘ２２の間を封止することで、減圧部２３の外部への冷媒の漏出を抑制する。

【００７２】

［マイクロバルブＸ１の構成］

ここで、マイクロバルブＸ１の構成について更に説明する。マイクロバルブＸ１は、図９、図１０に示すように、いずれも半導体である第１外層Ｘ１１、中間層Ｘ１２、第２外層Ｘ１３を備えたＭＥＭＳである。ＭＥＭＳは、Micro Electro Mechanical Systemsの略称である。第１外層Ｘ１１、中間層Ｘ１２、第２外層Ｘ１３は、それぞれが同じ外形を有する長方形の板形状の部材であり、第１外層Ｘ１１、中間層Ｘ１２、第２外層Ｘ１３の順に積層されている。第１外層Ｘ１１、中間層Ｘ１２、第２外層Ｘ１３のうち、第２外層Ｘ１３が、バルブケーシングＸ２の底壁に最も近い側に配置される。後述する第１外層Ｘ１１、中間層Ｘ１２、第２外層Ｘ１３の構造は、化学的エッチング等の半導体製造プロセスによって形成される。

【００７３】

第１外層Ｘ１１は、表面に非導電性の酸化膜のある導電性の半導体部材である。第１外層Ｘ１１には、図９に示すように、表裏に貫通する２つの貫通孔Ｘ１４、Ｘ１５が形成されている。この貫通孔Ｘ１４、Ｘ１５に、それぞれ、電気配線Ｘ６、Ｘ７のマイクロバルブＸ１側端が挿入される。

【００７４】

第２外層Ｘ１３は、表面に非導電性の酸化膜のある導電性の半導体部材である。第２外層Ｘ１３には、図９、図１１、図１２に示すように、表裏に貫通する第１冷媒孔Ｘ１６、第２冷媒孔Ｘ１７が形成されている。図１２に示すように、第１冷媒孔Ｘ１６はバルブケーシングＸ２の第１連通孔ＸＶ１に連通し、第２冷媒孔Ｘ１７はバルブケーシングＸ２の第２連通孔ＸＶ２に連通する。第１冷媒孔Ｘ１６、第２冷媒孔Ｘ１７の各々の水力直径は、例えば０．１ｍｍ以上かつ３ｍｍ以下であるが、これに限定されない。第１冷媒孔Ｘ１６、第２冷媒孔Ｘ１７は、それぞれ、第１流体孔、第２流体孔に対応する。

【００７５】

中間層Ｘ１２は、導電性の半導体部材であり、第１外層Ｘ１１と第２外層Ｘ１３に挟まれている。中間層Ｘ１２は、第１外層Ｘ１１の酸化膜と第２外層Ｘ１３の酸化膜に接触するので、第１外層Ｘ１１と第２外層Ｘ１３とも電気的に非導通である。中間層Ｘ１２は、図１１に示すように、第１固定部Ｘ１２１、第２固定部Ｘ１２２、複数本の第１リブＸ１２３、複数本の第２リブＸ１２４、スパインＸ１２５、アームＸ１２６、梁Ｘ１２７、可動部Ｘ１２８を有している。

【００７６】

第１固定部Ｘ１２１は、第１外層Ｘ１１、第２外層Ｘ１３に対して固定された部材である。第１固定部Ｘ１２１は、第２固定部Ｘ１２２、第１リブＸ１２３、第２リブＸ１２４、スパインＸ１２５、アームＸ１２６、梁Ｘ１２７、可動部Ｘ１２８を同じ１つの流体室Ｘ１９内に囲むように形成されている。流体室Ｘ１９は、第１固定部Ｘ１２１、第１外層Ｘ１１、第２外層Ｘ１３によって囲まれた室である。流体室Ｘ１９は、放熱器２２を通過した冷媒の少なくとも一部が流通する。第１固定部Ｘ１２１、第１外層Ｘ１１、第２外層Ｘ１３は、全体として基部に対応する。なお、電気配線Ｘ６、Ｘ７は複数の第１リブＸ１２３および複数の第２リブＸ１２４の温度を変化させて変位させるための電気配線である。

【００７７】

第１固定部Ｘ１２１の第１外層Ｘ１１および第２外層Ｘ１３に対する固定は、冷媒がこの流体室Ｘ１９から第１冷媒孔Ｘ１６、第２冷媒孔Ｘ１７以外を通ってマイクロバルブＸ１から漏出することを抑制するような形態で、行われている。

【００７８】

第２固定部Ｘ１２２は、第１外層Ｘ１１、第２外層Ｘ１３に対して固定される。第２固定部Ｘ１２２は、第１固定部Ｘ１２１に取り囲まれると共に、第１固定部Ｘ１２１から離

れて配置される。

【００７９】

複数本の第１リブＸ１２３、複数本の第２リブＸ１２４、スパインＸ１２５、アームＸ１２６、梁Ｘ１２７、可動部Ｘ１２８は、第１外層Ｘ１１、第２外層Ｘ１３に対して固定されておらず、第１外層Ｘ１１、第２外層Ｘ１３に対して変位可能である。

【００８０】

スパインＸ１２５は、中間層Ｘ１２の矩形形状の短手方向に伸びる細長い棒形状を有している。スパインＸ１２５の長手方向の一端は、梁Ｘ１２７に接続されている。

【００８１】

複数本の第１リブＸ１２３は、スパインＸ１２５の長手方向に直交する方向におけるスパインＸ１２５の一方側に配置される。そして、複数本の第１リブＸ１２３は、スパインＸ１２５の長手方向に並んでいる。各第１リブＸ１２３は、細長い棒形状を有しており、温度に応じて伸縮可能となっている。

【００８２】

各第１リブＸ１２３は、その長手方向の一端で第１固定部Ｘ１２１に接続され、他端でスパインＸ１２５に接続される。そして、各第１リブＸ１２３は、第１固定部Ｘ１２１側からスパインＸ１２５側に近付くほど、スパインＸ１２５の長手方向の梁Ｘ１２７側に向けてオフセットされるよう、スパインＸ１２５に対して斜行している。そして、複数の第１リブＸ１２３は、互いに対して平行に伸びている。

【００８３】

複数本の第２リブＸ１２４は、スパインＸ１２５の長手方向に直交する方向におけるスパインＸ１２５の他方側に配置される。そして、複数本の第２リブＸ１２４は、スパインＸ１２５の長手方向に並んでいる。各第２リブＸ１２４は、細長い棒形状を有しており、温度に応じて伸縮可能となっている。

【００８４】

各第２リブＸ１２４は、その長手方向の一端で第２固定部Ｘ１２２に接続され、他端でスパインＸ１２５に接続される。そして、各第２リブＸ１２４は、第２固定部Ｘ１２２側からスパインＸ１２５側に近付くほど、スパインＸ１２５の長手方向の梁Ｘ１２７側に向けてオフセットされるよう、スパインＸ１２５に対して斜行している。そして、複数の第２リブＸ１２４は、互いに対して平行に伸びている。複数本の第１リブＸ１２３、複数本の第２リブＸ１２４、スパインＸ１２５は、全体として、駆動部に対応する。

【００８５】

アームＸ１２６は、スパインＸ１２５と非直交かつ平行に伸びる細長い棒形状を有している。アームＸ１２６の長手方向の一端は梁Ｘ１２７に接続されており、他端は第１固定部Ｘ１２１に接続されている。

【００８６】

梁Ｘ１２７は、スパインＸ１２５およびアームＸ１２６に対して約９０°で交差する方向に伸びる細長い棒形状を有している。梁Ｘ１２７の一端は、可動部Ｘ１２８に接続されている。アームＸ１２６と梁Ｘ１２７は、全体として、増幅部に対応する。

【００８７】

アームＸ１２６と梁Ｘ１２７の接続位置ＸＰ１、スパインＸ１２５と梁Ｘ１２７の接続位置ＸＰ２、梁Ｘ１２７と可動部Ｘ１２８の接続位置ＸＰ３は、梁Ｘ１２７の長手方向に沿って、この順に並んでいる。そして、第１固定部Ｘ１２１とアームＸ１２６との接続点をヒンジＸＰ０とすると、中間層Ｘ１２の板面に平行な面内におけるヒンジＸＰ０から接続位置ＸＰ２までの直線距離よりも、ヒンジＸＰ０から接続位置ＸＰ３までの直線距離の方が、長い。

【００８８】

可動部Ｘ１２８は、流体室Ｘ１９における冷媒の圧力を調整するものである。可動部Ｘ１２８は、その外形が、梁Ｘ１２７の長手方向に対して概ね９０°の方向に伸びる矩形形状を有している。この可動部Ｘ１２８は、流体室Ｘ１９内において梁Ｘ１２７と一体に動

くことができる。そして、可動部Ｘ１２８は、そのように動くことで、ある位置にいるときには第１冷媒孔Ｘ１６と第２冷媒孔Ｘ１７とを流体室Ｘ１９を介して連通させ、また別の位置にいるときには第１冷媒孔Ｘ１６と第２冷媒孔Ｘ１７とを流体室Ｘ１９内において遮断する。可動部Ｘ１２８は、中間層Ｘ１２の表裏に貫通する貫通孔Ｘ１２０を囲む枠形状となっている。したがって、貫通孔Ｘ１２０も、可動部Ｘ１２８と一体的に移動する。貫通孔Ｘ１２０は、流体室Ｘ１９の一部である。

【００８９】

また、第１固定部Ｘ１２１のうち、複数の第１リブＸ１２３と接続する部分の近傍の第１印加点Ｘ１２９には、図９に示した第１外層Ｘ１１の貫通孔Ｘ１４を通った電気配線Ｘ６のマイクロバルブＸ１側端が接続される。また、第２固定部Ｘ１２２の第２印加点Ｘ１３０には、図９に示した第１外層Ｘ１１の貫通孔Ｘ１５を通った電気配線Ｘ７のマイクロバルブＸ１側端が接続される。

【００９０】

［バルブモジュールＸ０の作動］

ここで、バルブモジュールＸ０の作動について説明する。マイクロバルブＸ１への通電時は、電気配線Ｘ６、Ｘ７から第１印加点Ｘ１２９、第２印加点Ｘ１３０の間に電圧が印加される。すると、複数の第１リブＸ１２３、複数の第２リブＸ１２４を電流が流れる。この電流によって、複数の第１リブＸ１２３、複数の第２リブＸ１２４が発熱してそれらの温度が上昇する。その結果、複数の第１リブＸ１２３、複数の第２リブＸ１２４の各々が、その長手方向に膨張する。

【００９１】

このような、温度上昇を伴う熱的な膨張の結果、複数の第１リブＸ１２３、複数の第２リブＸ１２４は、スパインＸ１２５を接続位置ＸＰ２側に付勢する。付勢されたスパインＸ１２５は、接続位置ＸＰ２において、梁Ｘ１２７を押す。このように、接続位置ＸＰ２は付勢位置に対応する。

【００９２】

そして、梁Ｘ１２７とアームＸ１２６から成る部材は、ヒンジＸＰ０を支点として、接続位置ＸＰ２を力点として、一体に姿勢を変える。その結果、梁Ｘ１２７のアームＸ１２６とは反対側の端部に接続された可動部Ｘ１２８も、その長手方向の、スパインＸ１２５が梁Ｘ１２７を押す側に、移動する。その移動の結果、可動部Ｘ１２８は、図１３、図１４に示すように、移動方向の先端が第１固定部Ｘ１２１に当接する位置に到達する。以下、可動部Ｘ１２８のこの位置を通電時位置という。

【００９３】

このように、梁Ｘ１２７およびアームＸ１２６は、ヒンジＸＰ０を支点とし、接続位置ＸＰ２を力点とし、接続位置ＸＰ３を作用点とする梃子として機能する。上述の通り、中間層Ｘ１２の板面に平行な面内におけるヒンジＸＰ０から接続位置ＸＰ２までの直線距離よりも、ヒンジＸＰ０から接続位置ＸＰ３までの直線距離の方が、長い。したがって、力点である接続位置ＸＰ２の移動量よりも、作用点である接続位置ＸＰ３の移動量の方が大きくなる。したがって、熱的な膨張による変位量が、梃子によって増幅されて可動部Ｘ１２８に伝わる。

【００９４】

図１３、図１４に示すように、可動部Ｘ１２８が通電時位置にある場合、貫通孔Ｘ１２０が中間層Ｘ１２の板面に直交する方向に第１冷媒孔Ｘ１６、第２冷媒孔Ｘ１７と重なる。その場合、第１冷媒孔Ｘ１６と第２冷媒孔Ｘ１７とが流体室Ｘ１９の一部である貫通孔Ｘ１２０を介して連通する。この結果、第１連通孔ＸＶ１と第２連通孔ＸＶ２との間で、第１冷媒孔Ｘ１６、貫通孔Ｘ１２０、第２冷媒孔Ｘ１７を介した、冷媒の流通が可能となる。つまり、マイクロバルブＸ１が開弁する。このように、第１冷媒孔Ｘ１６、貫通孔Ｘ１２０、第２冷媒孔Ｘ１７は、マイクロバルブＸ１の開弁時にマイクロバルブＸ１内において冷媒が流通する冷媒流路である。

【００９５】

このときの、マイクロバルブＸ１における冷媒の流路は、Ｕターン構造を有している。具体的には、冷媒は、マイクロバルブＸ１の一方側の面からマイクロバルブＸ１内に流入し、マイクロバルブＸ１内を通って、マイクロバルブＸ１の同じ側の面からマイクロバルブＸ１外に流出する。そして同様にバルブモジュールＸ０における冷媒の流路も、Ｕターン構造を有している。具体的には、冷媒は、バルブモジュールＸ０の一方側の面からバルブモジュールＸ０内に流入し、バルブモジュールＸ０内を通って、バルブモジュールＸ０の同じ側の面からバルブモジュールＸ０外に流出する。なお、中間層Ｘ１２の板面に直交する方向は、第１外層Ｘ１１、中間層Ｘ１２、第２外層Ｘ１３の積層方向である。

【００９６】

また、マイクロバルブＸ１への非通電時は、電気配線Ｘ６、Ｘ７から第１印加点Ｘ１２９、第２印加点Ｘ１３０への電圧印加が停止される。すると、複数の第１リブＸ１２３、複数の第２リブＸ１２４を電流が流れなくなり、複数の第１リブＸ１２３、複数の第２リブＸ１２４の温度が低下する。その結果、複数の第１リブＸ１２３、複数の第２リブＸ１２４の各々が、その長手方向に収縮する。

【００９７】

このような、温度低下を伴う熱的な収縮の結果、複数の第１リブＸ１２３、複数の第２リブＸ１２４は、スパインＸ１２５を接続位置ＸＰ２とは反対側に付勢する。付勢されたスパインＸ１２５は、接続位置ＸＰ２において、梁Ｘ１２７を引っ張る。その結果、梁Ｘ１２７とアームＸ１２６から成る部材は、ヒンジＸＰ０を支点として、接続位置ＸＰ２を力点として、一体に姿勢を変える。その結果、梁Ｘ１２７のアームＸ１２６とは反対側の端部に接続された可動部Ｘ１２８も、その長手方向の、スパインＸ１２５が梁Ｘ１２７を引っ張る側に、移動する。その移動の結果、可動部Ｘ１２８は、図１１、図１２に示すように、第１固定部Ｘ１２１に当接しない位置に到達する。以下、可動部Ｘ１２８のこの位置を非通電時位置という。

【００９８】

図１１、図１２に示すように、可動部Ｘ１２８が非通電時位置にある場合、貫通孔Ｘ１２０は、中間層Ｘ１２の板面に直交する方向に第１冷媒孔Ｘ１６と重なるが、当該方向に第２冷媒孔Ｘ１７とは重ならない。第２冷媒孔Ｘ１７は、中間層Ｘ１２の板面に直交する方向に可動部Ｘ１２８と重なる。つまり、第２冷媒孔Ｘ１７は、可動部Ｘ１２８によって塞がれる。したがってこの場合、第１冷媒孔Ｘ１６と第２冷媒孔Ｘ１７とが流体室Ｘ１９内において遮断される。この結果、第１連通孔ＸＶ１と第２連通孔ＸＶ２との間で、第１冷媒孔Ｘ１６、第２冷媒孔Ｘ１７を介した冷媒の流通は阻害される。つまり、マイクロバルブＸ１が閉弁する。

【００９９】

このように構成される減圧部２３は、その流路面積が、マイクロバルブＸ１への非通電時にオリフィス２７３の流路面積となり、通電時にオリフィス２７３の流路面積にバルブモジュールＸ０の流路面積を加えた大きさとなる。すなわち、減圧部２３は、図１５に示すように、マイクロバルブＸ１への非通電時に絞り開度が小開度Ｓ１となり、通電時に絞り開度が大開度Ｓ２となる。このように、減圧部２３は、マイクロバルブＸ１への通電、非通電を切り替えることで、減圧部２３の絞り開度の調整が可能になっている。具体的には、減圧部２３は、マイクロバルブＸ１への通電を停止することで絞り開度を小さくすることができる。

【０１００】

ここで、冷凍サイクル装置２０では、圧縮機２１の動力によって放熱器２２の入口と出口とのエンタルピ差が、蒸発器２４の入口と出口とのエンタルピ差よりも大きくなる。このため、冷房能力と暖房能力とを同等の能力となるように構成する場合、冷房モード時に暖房モード時に比べて冷房モード時の冷媒流量を増やす必要がある。

【０１０１】

これらを考慮して、本実施形態の制御装置１００は、冷房モード時に暖房モード時に比べて冷媒流量が大流量となるように減圧部２３を制御する。すなわち、制御装置１００は

、冷房モード時にマイクロバルブＸ１へ通電し、暖房モード時にマイクロバルブＸ１への通電を停止する。これにより、冷凍サイクル装置２０の冷房能力および暖房能力における能力差を縮小することができる。

【０１０２】

以上説明した冷凍サイクル装置２０は、減圧部２３の絞り開度の変更によって冷媒流量を負荷条件等に応じた適量に調整できるので、放熱器２２および蒸発器２４のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることが可能になる。また、冷凍サイクル装置２０は、アキュムレータが省略されているので、アキュムレータが筐体１０に収容されるものに比べて、装置全体としての体格の小型化を図ることができる。

【０１０３】

加えて、減圧部２３は、マイクロバルブＸ１を用いて絞り開度を調整する構成になっているので、電磁弁や電動弁をと用いる場合に比べて容易に小型化できる。その理由の１つは、マイクロバルブＸ１が上述の通り半導体チップにより形成されているということである。また、上述の通り、梃子を利用して熱的な膨張による変位量が増幅されることも、そのような梃子を利用しない電磁弁や電動弁と比べた小型化に寄与する。

【０１０４】

また、梃子を利用しているので、熱的な膨張による変位量を可動部Ｘ１２８の移動量より抑えることができる。したがって、可動部Ｘ１２８を駆動するための消費電力も低減することができる。また、電磁弁の駆動時における衝撃音を無くすことができるので、騒音を低減することができる。また、複数本の第１リブＸ１２３、複数本の第２リブＸ１２４の変位は熱に起因して発生するので、騒音低減効果が高い。

【０１０５】

また、減圧部２３は、絞り開度が固定されたオリフィス２７３を含んでいる。そして、マイクロバルブＸ１は、可動部Ｘ１２８によって第１冷媒孔Ｘ１６および第２冷媒孔Ｘ１７の連通および遮断を切り替えることで減圧部２３の絞り開度を調整する構成になっている。

【０１０６】

このように、減圧部２３がマイクロバルブＸ１だけでなく固定絞りを含む構成となっていれば、マイクロバルブＸ１における第１冷媒孔Ｘ１６および第２冷媒孔Ｘ１７の連通および遮断の切り替えによって減圧部２３の絞り開度を段階的に調整できる。また、減圧部２３が固定絞りを含んでいる場合、減圧部２３の絞り開度の調整が不要な際にはマイクロバルブＸ１を駆動させないことで、マイクロバルブＸ１の駆動頻度を低減して、減圧部２３におけるエネルギ消費を抑えることができる。

【０１０７】

上述のように、バルブケーシングＸ２は、バルブケーシングＸ２の線膨張係数が、マイクロバルブＸ１の線膨張係数とブロック体２７の線膨張係数の間の値となる樹脂材料で構成されている。これにより、マイクロバルブＸ１とブロック体２７の線膨張係数の違いをバルブケーシングＸ２が吸収できる。すなわち、ブロック体２７の温度変化による熱歪の応力がバルブケーシングＸ２で吸収されるので、マイクロバルブＸ１を保護することができる。

【０１０８】

また、マイクロバルブＸ１もバルブモジュールＸ０もＵターンの構造の冷媒流路を有しているので、ブロック体２７の掘り込みを少なくすることができる。つまり、バルブモジュールＸ０を配置するためにブロック体２７に形成された凹みの深さを抑えることができる。その理由は以下の通りである。

【０１０９】

例えば、バルブモジュールＸ０がＵターンの構造の冷媒流路を有しておらず、バルブモジュールＸ０のブロック体２７側の面に冷媒入口があり、バルブモジュールＸ０の反対側の面に冷媒出口があったとする。その場合、バルブモジュールＸ０の両面に、冷媒流路を形成する必要がある。したがって、バルブモジュールＸ０の両面の冷媒流路までブロック

体２７に収容しようとすると、バルブモジュールＸ０を配置するためにブロック体２７に形成しなければならない凹みが深くなってしまう。また、マイクロバルブＸ１自体が小型であるので、ブロック体２７の掘り込みを更に低減することができる。

【０１１０】

また、マイクロバルブＸ１の両面のうち、第１冷媒孔Ｘ１６、第２冷媒孔Ｘ１７が形成される面とは反対側の面に電気配線Ｘ６、Ｘ７を配置した場合、電気配線Ｘ６、Ｘ７を大気雰囲気により近い側に置くことができる。したがって、電気配線Ｘ６、Ｘ７への冷媒雰囲気の影響を低減するためのハーメチック等のシール構造が不要となる。その結果、減圧部２３の小型化が実現できる。

【０１１１】

また、マイクロバルブＸ１が軽量であることから、減圧部２３が軽量化される。マイクロバルブＸ１の消費電力が小さいので、減圧部２３が省電力化される。

【０１１２】

（第２実施形態）

次に、第２実施形態について、図１６、図１７を参照して説明する。本実施形態では、減圧部２３のブロック体２７Ａに対してオリフィス２７３が設けられていない点が第１実施形態と相違している。本実施形態では、第１実施形態と異なる部分について主に説明し、第１実施形態と同様の部分について説明を省略することがある。

【０１１３】

図１６に示すように、ブロック体２７Ａは、上流側嵌合孔２７１および下流側嵌合孔２７２との間にオリフィス２７３が設けられていない。すなわち、ブロック体２７Ａは、上流側嵌合孔２７１から下流側嵌合孔２７２へと冷媒が直接的に流れないように、各嵌合孔２７１、２７２の底面の間に仕切部２７６が設定されている。

【０１１４】

ここで、減圧部２３のマイクロバルブＸ１は、通電時に、電気配線Ｘ６、Ｘ７から第１印加点Ｘ１２９、第２印加点Ｘ１３０を介してマイクロバルブＸ１に供給される電力が大きいほど、非通電時位置に対する可動部Ｘ１２８の移動量も大きくなる。これは、マイクロバルブＸ１に供給される電力が高いほど、第１リブＸ１２３、第２リブＸ１２４の温度が高くなり、膨張度合いが大きいからである。例えば、電気配線Ｘ６、Ｘ７から第１印加点Ｘ１２９、第２印加点Ｘ１３０へ印加される電圧がＰＷＭ制御される場合、デューティ比が大きいほど非通電時に対する可動部Ｘ１２８の移動量も大きくなる。

【０１１５】

このため、マイクロバルブＸ１は、マイクロバルブＸ１に供給される電力を調整することで、可動部Ｘ１２８を、非通電時位置と最大通電時位置の間のどの中間位置にでも、停止させることができる。

【０１１６】

例えば、最大通電時位置と非通電時位置からも等距離の位置（すなわち、中央位置）で可動部Ｘ１２８を停止させるには、マイクロバルブＸ１に供給される電力が、制御範囲内の最大値の半分であればいい。例えば、ＰＷＭ制御のデューティ比が５０％であればいい。

【０１１７】

可動部Ｘ１２８が中間位置に停止している場合、第１冷媒孔Ｘ１６および第２冷媒孔Ｘ１７は、いずれも貫通孔Ｘ１２０に連通している。しかし、第２冷媒孔Ｘ１７は、貫通孔Ｙ１２０に対して全開状態ではなく、１００％未満かつ０％よりも大きい開度となっている。可動部Ｘ１２８が中間位置において最大通電位時位置に近づくほど、貫通孔Ｘ１２０に対する第２冷媒孔Ｘ１７の開度が増大する。

【０１１８】

これらを加味して、本実施形態の冷凍サイクル装置２０では、マイクロバルブＸ１に印加される電圧をＰＷＭ制御によって変更することで、減圧部２３の絞り開度を変化させる。冷凍サイクル装置２０は、例えば、図１７に示すように、ＰＷＭ制御のデューティ比を

大きくすることで減圧部２３の絞り開度を大きくし、ＰＷＭ制御のデューティ比を小さくすることで減圧部２３の絞り開度を小さくする。

【０１１９】

第１実施形態で説明したように、冷凍サイクル装置２０では、冷房モード時に暖房モード時に比べて冷房モード時の冷媒流量を増やす必要がある。このため、本実施形態の制御装置１００は、冷房モード時に冷媒流量が大流量となるように減圧部２３を制御する。具体的には、制御装置１００は、冷房モード時にＰＷＭ制御のデューティ比を大きくすることで減圧部２３の絞り開度を大きくする。

【０１２０】

その他の構成および作動は、第１実施形態と同様である。本実施形態の減圧部２３は、マイクロバルブＸ１に供給する電力を調整することで、減圧部２３の絞り開度の調整が可能になっている。このように、マイクロバルブＸ１を減圧部２３の絞り開度を変更可能な可変絞りとして構成すれば、マイクロバルブＸ１における流体孔の開度を変更することで、減圧部２３の絞り開度を所望の開度に調整することができる。これによると、ブロック体２７Ａに対してオリフィス２７３等の固定絞りが設けられていない構成であっても、減圧部２３の絞り開度の変更によって冷媒流量を負荷条件等に応じた適量に調整できる。なお、減圧部２３がマイクロバルブＸ１を含んで構成されることで得られる作用効果に関しては、第１実施形態と同様に得ることができる。

【０１２１】

（第２実施形態の変形例）

上述の第２実施形態では、減圧部２３のブロック体２７Ａに対してオリフィス２７３が設けられていないものを例示したが、これに限定されない。減圧部２３は、ブロック体２７Ａに対してオリフィス２７３が設けられていてもよい。

【０１２２】

（第３実施形態）

次に、第３実施形態について、図１８および図１９を参照して説明する。本実施形態では、減圧部２３が放熱器２２に対して一体的に構成されている点が第２実施形態と相違している。本実施形態では、第２実施形態と異なる部分について主に説明し、第２実施形態と同様の部分について説明を省略することがある。

【０１２３】

図１８に示すように、減圧部２３は、放熱器２２の冷媒出口部２２２に対して一体的に構成されている。具体的には、減圧部２３は、放熱器２２の冷媒出口部２２２と冷媒配管２６とを接続するためのコネクタとしての機能も果たしている。

【０１２４】

図１９に示すように、減圧部２３のブロック体２７Ｂは、放熱器２２の冷媒出口部２２２と蒸発器２４の冷媒入口部２４１に接続される冷媒配管２６と接続する金属製（例えば、アルミニウム）の継手である。

【０１２５】

ブロック体２７Ｂの上面には、冷媒出口部２２２が嵌め合わされる有底の上流側嵌合孔２７１が形成されている。また、ブロック体２７Ｂには、上流側嵌合孔２７１が形成された上面に連なる側面に、冷媒配管２６が嵌め合わされる有底の下流側嵌合孔２７２が形成されている。上流側嵌合孔２７１および下流側嵌合孔２７２は、各嵌合孔２７１、２７２の間に設定された仕切部２７６によって仕切られている。

【０１２６】

ここで、上流側嵌合孔２７１は、下流側嵌合孔２７２の延在方向に対して直交する方向に延びている。具体的には、上流側嵌合孔２７１は、冷媒出口部２２２からの冷媒が直進して流れるように、冷媒出口部２２２の突出方向に沿って延びるように形成されている。

【０１２７】

その他の構成は、第２実施形態と同様である。本実施形態の冷凍サイクル装置２０は、第２実施形態と共通の構成要素を備えているので、第２実施形態と同様の作用効果を得る

ことができる。
【０１２８】
特に、本実施形態の冷凍サイクル装置２０は、減圧部２３のブロック体２７Ｂと放熱器２２の冷媒出口部２２２とが一体となるように嵌合されている。このように、冷媒配管２６と放熱器２２の冷媒出口部２２２との接続部に減圧部２３を構成すれば、冷凍サイクル装置２０の簡素化を図ることができる。
【０１２９】
また、冷媒配管２６には、減圧部２３を通過した後の低温低圧の冷媒が流れる。このような構成では、冷媒配管２６を冷媒が流れる際に、冷媒配管２６周囲からも吸熱できるので、放熱器２２の放熱能力を向上させることが可能となる。このような構成は、放熱器２２を利用側の熱交換器とする場合に好適である。
【０１３０】
（第３実施形態の変形例）
上述の第３実施形態では、ブロック体２７Ｂにおいて各嵌合孔２７１、２７２が互いに直交する方向に伸びるものを例示したが、これに限定されない。減圧部２３は、例えば、ブロック体２７Ｂに対して各嵌合孔２７１、２７２が互いに同じ方向に伸びるように形成されていてもよい。
【０１３１】
（第４実施形態）
次に、第４実施形態について、図２０および図２１を参照して説明する。本実施形態では、減圧部２３が蒸発器２４に対して一体的に構成されている点が第２実施形態と相違している。本実施形態では、第２実施形態と異なる部分について主に説明し、第２実施形態と同様の部分について説明を省略することがある。
【０１３２】
図２０に示すように、減圧部２３は、蒸発器２４の冷媒入口部２４１に対して一体的に構成されている。具体的には、減圧部２３は、蒸発器２４の冷媒入口部２４１と冷媒配管２６とを接続するためのコネクタとしての機能も果たしている。
【０１３３】
図２１に示すように、減圧部２３のブロック体２７Ｃは、放熱器２２の冷媒出口部２２２に接続される冷媒配管２６と蒸発器２４の冷媒入口部２４１と接続する金属製（例えば、アルミニウム）の継手である。
【０１３４】
ブロック体２７Ｃの側面には、冷媒配管２６が嵌め合わされる有底の上流側嵌合孔２７１が形成されている。また、ブロック体２７Ｃには、上流側嵌合孔２７１が形成された側面に連なる上面に、蒸発器２４の冷媒入口部２４１が嵌め合わされる有底の下流側嵌合孔２７２が形成されている。上流側嵌合孔２７１および下流側嵌合孔２７２は、各嵌合孔２７１、２７２の間に設定された仕切部２７６によって仕切られている。
【０１３５】
ここで、下流側嵌合孔２７２は、上流側嵌合孔２７１の延在方向に対して直交する方向に延びている。具体的には、下流側嵌合孔２７２は、冷媒入口部２４１に対して冷媒が直進して流れるように、冷媒入口部２４１の突出方向に沿って延びるように形成されている。
【０１３６】
その他の構成は、第２実施形態と同様である。本実施形態の冷凍サイクル装置２０は、第２実施形態と共通の構成要素を備えているので、第２実施形態と同様の作用効果を得ることができる。
【０１３７】
特に、本実施形態の冷凍サイクル装置２０は、減圧部２３のブロック体２７Ｃと蒸発器２４の冷媒入口部２４１とが一体となるように嵌合されている。このように、冷媒配管２６と蒸発器２４の冷媒入口部２４１との接続部に減圧部２３を構成すれば、冷凍サイクル

装置２０の簡素化を図ることができる。
【０１３８】
また、冷媒配管２６には、減圧部２３を通過する前の高温高圧の冷媒が流れる。このような構成では、冷媒配管２６を冷媒が流れる際に、冷媒配管２６周囲に放熱できるので、蒸発器２４の吸熱能力を向上させることが可能となる。このような構成は、蒸発器２４を利用側の熱交換器とする場合に好適である。
【０１３９】
（第４実施形態の変形例）
上述の第４実施形態では、ブロック体２７Ｃにおいて各嵌合孔２７１、２７２が互いに直交する方向に伸びるものを例示したが、これに限定されない。減圧部２３は、例えば、ブロック体２７Ｃに対して各嵌合孔２７１、２７２が互いに同じ方向に伸びるように形成されていてもよい。また、ブロック体２７Ｃに対してオリフィス２７３が形成されていてもよい。
【０１４０】
（第５実施形態）
次に、第５実施形態について、図２２～図３２を参照して説明する。本実施形態では、減圧部２３の絞り開度が冷媒の圧力差を利用して変更される構成になっている点が第１実施形態と相違している。本実施形態では、第１実施形態と異なる部分について主に説明し、第１実施形態と同様の部分について説明を省略することがある。
【０１４１】
減圧部２３は、絞り開度を調整する主弁体２８５をバルブモジュールＹ０によって駆動する構成になっている。バルブモジュールＹ０は、主弁体２８５を駆動する駆動部材を構成している。
【０１４２】
図２２および図２３に示すように、バルブモジュールＹ０は、放熱器２２と蒸発器２４とを接続する冷媒配管２６に設けられたブロック体２８に対して一体的に構成されている。ブロック体２８は、マイクロバルブＹ１の取付対象となる被取付対象物を構成している。
【０１４３】
ブロック体２８は、減圧部２３の一部を構成する。ブロック体２８は、冷媒配管２６のうち放熱器２２の冷媒出口部２２２に接続される上流側部位２６１と蒸発器２４の冷媒入口部２４１に接続される下流側部位２６２と接続する金属製（例えば、アルミニウム）の継手である。
【０１４４】
ブロック体２８の一側面には、上流側部位２６１が嵌め合わされる有底の上流側嵌合孔２８１が形成されている。この上流側嵌合孔２８１は、放熱器２２からの冷媒が流入する入口流路を構成する。
【０１４５】
また、ブロック体２８には、上流側嵌合孔２８１が形成された一側面の反対側に、下流側部位２６２が嵌め合わされる有底の下流側嵌合孔２８２が形成されている。この下流側嵌合孔２８２は、冷媒を蒸発器２４に向けて流出させる出口流路を構成する。
【０１４６】
上流側嵌合孔２８１および下流側嵌合孔２８２の間には、主弁体２８５が収容される弁室２８３が形成されている。弁室２８３は、上流側嵌合孔２８１および下流側嵌合孔２８２の並び方向に直交する方向に延びている。弁室２８３は、第１貫通孔２８１ａを介して上流側嵌合孔２８１に連通し、第２貫通孔２８２ａを介して下流側嵌合孔２８２に連通している。この第２貫通孔２８２ａは、主弁体２８５によって絞り開度が調整される絞り流路２８４を形成する。
【０１４７】
弁室２８３には、絞り流路２８４の絞り開度を調整する主弁体２８５が摺動可能に収容

されている。主弁体２８５は、弁室２８３において、弁室２８３の延在方向に沿って摺動可能なように配置されている。主弁体２８５は、絞り流路２８４側に位置する先端部位が半球状に湾曲した曲面になっている。

【０１４８】

弁室２８３は、主弁体２８５によって、冷媒が流れる絞り流路２８４側の空間と、絞り流路２８４の絞り開度を調整するための開度調整室２８６に分割されている。開度調整室２８６は、弁室２８３において、主弁体２８５を挟んで絞り流路２８４の反対側となる空間である。開度調整室２８６は、後述するマイクロバルブＹ１によって主弁体２８５を開弁側または閉弁側に押圧するための冷媒が導入される。

【０１４９】

開度調整室２８６には、スプリング２８６ａが配置されている。スプリング２８６ａは、主弁体２８５の変位方向に延びる円筒コイルバネである。スプリング２８６ａは、主弁体２８５に対して閉弁方向に付勢する荷重をかけるための弾性部材である。

【０１５０】

また、ブロック体２８の下面には、後述するバルブモジュールＹ０の第１突出部Ｙ２１、第２突出部Ｙ２２、第３突出部Ｙ２３が嵌め合わされる第１凹部２８７、第２凹部２８８、第３凹部２８９が形成されている。第１凹部２８７、第２凹部２８８、第３凹部２８９は、ブロック体２８の下面を見たときに、第２凹部２８８、第１凹部２８７、第３凹部２８９の順に直線状に並ぶように配置されている。第１凹部２８７は、弁室２８３に連なっており、開度調整室２８６と連通する。第２凹部２８８の底部には、第２凹部２８８と上流側嵌合孔２７１とを連通させる貫通孔２８８ａが形成されている。第３凹部２８９の底部には、第３凹部２８９と下流側嵌合孔２８２とを連通させる貫通孔２８９ａが形成されている。

【０１５１】

このように構成される減圧部２３は、絞り流路２８４の流路面積（すなわち、絞り開度）が主弁体２８５の位置によって変化する。そして、主弁体２８５は、主弁体２８５に作用する力によって決定される。具体的には、主弁体２８５に作用する荷重の釣り合いは、以下の数式Ｆ１で表現することができる。

【０１５２】

$$Ph \times As = Ks \times L + F0 + Pm \times As \cdots (F1)$$

ここで、上述の数式Ｆ１では、放熱器２２を通過した冷媒圧力（すなわち、高圧圧力）をＰｈで示し、開度調整室２８６の冷媒圧力（すなわち、制御圧力）をＰｍで示し、主弁体２８５の受圧面積をＡｓで示している。また、上述の数式Ｆ１では、スプリング２８６ａのバネ定数をＫｓで示し、主弁体２８５の変位量をＬで示し、主弁体２８５に対して作用するスプリング２８６ａの初期荷重をＦ０で示している。

【０１５３】

減圧部２３は、制御圧力Ｐｍが絞り流路２８４の下流側の冷媒圧力（すなわち、低圧圧力Ｐｌ）と同等の圧力となる場合、高圧圧力Ｐｈと制御圧力Ｐｍとの圧力差が最大となることで、図２２に示すように、主弁体２８５が絞り開度が最大となる位置に変位する。

【０１５４】

この状態から制御圧力Ｐｍが低圧圧力Ｐｌよりも高くなると、高圧圧力Ｐｈと制御圧力Ｐｍとの圧力差が小さくなることで、主弁体２８５が絞り開度が小さくなる位置に変位する。そして、制御圧力Ｐｍが高圧圧力Ｐｈと同等の圧力となると、主弁体２８５がスプリング２８６ａによって閉弁方向に付勢されることで、図２３に示すように、主弁体２８５が絞り開度が最小となる位置に変位する。

【０１５５】

したがって、減圧部２３は、図２４に示すように、制御圧力Ｐｍが小さくなると、絞り流路２８４の流路面積である絞り開度が大きくなり、制御圧力Ｐｍが大きくなると、絞り開度が小さくなる構成になっている。

【０１５６】

本実施形態の減圧部２３は、制御圧力Ｐｍがバルブモジュール０に設けられたマイクロバルブＹ１によって調整される。以下、バルブモジュールＹ０の詳細について説明する。

【０１５７】

［バルブモジュールＹ０の構成］

図２２および図２３に示すように、バルブモジュールＹ０は、マイクロバルブＹ１、バルブケーシングＹ２、封止部材Ｙ３、３つのＯリングＹ４、Ｙ５ａ、Ｙ５ｂ、２本の電気配線Ｙ６、Ｙ７、変換プレートＹ８を有している。

【０１５８】

マイクロバルブＹ１は、板形状の弁部品であり、主として半導体チップによって構成されている。マイクロバルブＹ１は、半導体チップ以外の部品を有していてもいなくてもよい。したがって、マイクロバルブＹ１を小型に構成できる。マイクロバルブＹ１は、開度調整室２８６における冷媒の圧力を調整するための弁部品である。

【０１５９】

マイクロバルブＹ１の厚さ方向の長さは例えば２ｍｍであり、厚さ方向に直交する長手方向の長さは例えば１０ｍｍであり、長手方向にも厚さ方向にも直交する短手方向の長さは例えば５ｍｍであるが、これに限定されない。マイクロバルブＹ１への供給電力が変動することで、マイクロバルブＹ１の流路構成が変化する。マイクロバルブＹ１は、主弁体２８５を駆動するパイロット弁として機能する。

【０１６０】

電気配線Ｙ６、Ｙ７は、マイクロバルブＹ１の２つの板面のうち、バルブケーシングＹ２とは反対側の面から伸びて、封止部材Ｙ３、バルブケーシングＹ２内を通過して、バルブモジュールＹ０の外部にある電源に接続される。これにより、電気配線Ｙ６、Ｙ７を通して、電源からマイクロバルブＹ１に電力が供給される。

【０１６１】

変換プレートＹ８は、マイクロバルブＹ１とバルブケーシングＹ２の間に配置される板形状の部材である。変換プレートＹ８は、ガラス基板である。変換プレートＹ８の２つの板面の一方側は、マイクロバルブＹ１に対して接着剤で固定され、他方側はバルブケーシングＹ２に対して接着剤で固定されている。変換プレートＹ８には、マイクロバルブＹ１の後述する３つの冷媒孔とバルブケーシングＹ２の３つの連通孔とを繋げるための流路Ｙ８１、Ｙ８２、Ｙ８３が形成されている。これら流路Ｙ８１、Ｙ８２、Ｙ８３は、一列に並ぶ上記３つの冷媒孔のピッチと一列に並ぶ上記３つの連通孔のピッチの違いを吸収するための部材である。流路Ｙ８１、Ｙ８２、Ｙ８３は、変換プレートＹ８の２つの板面の一方から他方に貫通している。

【０１６２】

バルブケーシングＹ２は、マイクロバルブＹ１および変換プレートＹ８を収容する樹脂製のケーシングである。バルブケーシングＹ２は、ポリフェニレンサルファイドを主成分として樹脂成形によって形成されている。バルブケーシングＹ２は、線膨張係数が、マイクロバルブＹ１の線膨張係数とブロック体２８の線膨張係数の間の値となるように構成されている。なお、バルブケーシングＹ２は、マイクロバルブＹ１をブロック体２８に対して取り付けるための部品取付部を構成している。バルブケーシングＹ２は、一方側に底壁を有し、他方側が開放された箱体である。バルブケーシングＹ２の底壁は、マイクロバルブＹ１および変換プレートＹ８がブロック体２８に直接接しないように、ブロック体２８とマイクロバルブＹ１の間に介在する。そして、この底壁の一方側の面がブロック体２８に接触して固定され、他方側の面が変換プレートＹ８に接触して固定される。

【０１６３】

このようになっていることで、マイクロバルブＹ１とブロック体２８の線膨張係数の違いをバルブケーシングＹ２が吸収できる。これは、バルブケーシングＹ２の線膨張係数が、マイクロバルブＹ１の線膨張係数とブロック体２８の線膨張係数の間の値となっているからである。なお、変換プレートＹ８の線膨張係数は、マイクロバルブＹ１の線膨張係数

とバルブケーシングＹ２の線膨張係数の間の値となっている。ここで、バルブケーシングＹ２は、マイクロバルブＹ１をブロック体２８に対して取り付けるための部品取付部を構成している。

【０１６４】

また、バルブケーシングＹ２の底壁は、マイクロバルブＹ１に対向する板形状のベース部Ｙ２０と、マイクロバルブＹ１から離れる方向に当該ベース部Ｙ２０から突出する柱形状の第１突出部Ｙ２１、第２突出部Ｙ２２、第３突出部Ｙ２３を有する。

【０１６５】

第１突出部Ｙ２１、第２突出部Ｙ２２、第３突出部Ｙ２３は、ブロック体２８の下面に形成された第１凹部２８７、第２凹部２８８、第３凹部２８９に嵌め込まれている。第１突出部Ｙ２１には、マイクロバルブＹ１側端からその反対側端まで貫通する第１連通孔ＹＶ１が形成されている。第２突出部Ｙ２２には、マイクロバルブＹ１側端からその反対側端まで貫通する第２連通孔ＹＶ２が形成されている。第３突出部Ｙ２３には、マイクロバルブＹ１側端からその反対側端まで貫通する第３連通孔ＹＶ３が形成されている。第１連通孔ＹＶ１、第２連通孔ＹＶ２、第３連通孔ＹＶ３は一列に並んでおり、第２連通孔ＹＶ２と第３連通孔ＹＶ３の間に第１連通孔ＹＶ１が位置する。

【０１６６】

第１連通孔ＹＶ１のマイクロバルブＹ１側端は、変換プレートＹ８に形成された流路Ｙ８１のバルブケーシングＹ２側端に連通している。第２連通孔ＹＶ２のマイクロバルブＹ１側端は、変換プレートＹ８に形成された流路Ｙ８２のバルブケーシングＹ２側端に連通している。第３連通孔ＹＶ３のマイクロバルブＹ１側端は、変換プレートＹ８に形成された流路Ｙ８３のバルブケーシングＹ２側端に連通している。

【０１６７】

封止部材Ｙ３は、バルブケーシングＹ２の開放された上記他方側を封止するエポキシ樹脂製の部材である。封止部材Ｙ３は、マイクロバルブＹ１の表裏の２つの板面のうち、変換プレートＹ８側とは反対側の板面の全体を覆う。また、封止部材Ｙ３は、変換プレートＹ８の２つの板面のうち、バルブケーシングＹ２の底壁側とは反対側の板面の一部を覆う。また、封止部材Ｙ３は、電気配線Ｙ６、Ｙ７を覆うことで、電気配線Ｙ６、Ｙ７の防水および絶縁を実現する。封止部材Ｙ３は樹脂ポッティング等によって形成される。

【０１６８】

ＯリングＹ４は、第１突出部Ｙ２１の外周に取り付けられ、ブロック体２８と第１突出部Ｙ２１の間を封止することで、減圧部２３の外部かつ冷媒回路の外部への冷媒の漏出を抑制する。ＯリングＹ５ａは、第２突出部Ｙ２２の外周に取り付けられ、ブロック体２８と第２突出部Ｙ２２の間を封止することで、減圧部２３の外部かつ冷媒回路の外部への冷媒の漏出を抑制する。ＯリングＹ５ｂは、第３突出部Ｙ２３の外周に取り付けられ、ブロック体２８と第３突出部Ｙ２３の間を封止することで、減圧部２３の外部かつ冷媒回路の外部への冷媒の漏出を抑制する。

【０１６９】

［マイクロバルブＹ１の構成］

ここで、マイクロバルブＹ１の構成について更に説明する。マイクロバルブＹ１は、図２５、図２６に示すように、いずれも半導体である第１外層Ｙ１１、中間層Ｙ１２、第２外層Ｙ１３を備えたＭＥＭＳである。第１外層Ｙ１１、中間層Ｙ１２、第２外層Ｙ１３は、それぞれが同じ外形を有する長方形の板形状の部材であり、第１外層Ｙ１１、中間層Ｙ１２、第２外層Ｙ１３の順に積層されている。第１外層Ｙ１１、中間層Ｙ１２、第２外層Ｙ１３のうち、第２外層Ｙ１３が、バルブケーシングＹ２の底壁に最も近い側に配置される。後述する第１外層Ｙ１１、中間層Ｙ１２、第２外層Ｙ１３の構造は、化学的エッチング等の半導体製造プロセスによって形成される。

【０１７０】

第１外層Ｙ１１は、表面に非導電性の酸化膜のある導電性の半導体部材である。第１外層Ｙ１１には、図２５に示すように、表裏に貫通する２つの貫通孔Ｙ１４、Ｙ１５が形成

されている。この貫通孔Ｙ１４、Ｙ１５に、それぞれ、電気配線Ｙ６、Ｙ７のマイクロバルブＹ１側端が挿入される。

【０１７１】

第２外層Ｙ１３は、表面に非導電性の酸化膜のある導電性の半導体部材である。第２外層Ｙ１３には、図２５、図２７、図２８に示すように、表裏に貫通する第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７、第３冷媒孔Ｙ１８が形成されている。第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７、第３冷媒孔Ｙ１８の各々の水力直径は、例えば０．１ｍｍ以上かつ３ｍｍ以下であるが、これに限定されない。第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７、第３冷媒孔Ｙ１８は、それぞれ、第１流体孔、第２流体孔、第３流体孔に対応する。

【０１７２】

図２８に示すように、第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７、第３冷媒孔Ｙ１８は、それぞれ、変換プレートＹ８の流路Ｙ８１、Ｙ８２、Ｙ８３に連通する。第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７、第３冷媒孔Ｙ１８は、一列に並んでいる。第２冷媒孔Ｙ１７と第３冷媒孔Ｙ１８の間に第１冷媒孔Ｙ１６が配置される。

【０１７３】

中間層Ｙ１２は、導電性の半導体部材であり、第１外層Ｙ１１と第２外層Ｙ１３に挟まれている。中間層Ｙ１２は、第１外層Ｙ１１の酸化膜と第２外層Ｙ１３の酸化膜に接触するので、第１外層Ｙ１１と第２外層Ｙ１３とも電気的に非導通である。中間層Ｙ１２は、図２７に示すように、第１固定部Ｙ１２１、第２固定部Ｙ１２２、複数本の第１リブＹ１２３、複数本の第２リブＹ１２４、スパインＹ１２５、アームＹ１２６、梁Ｙ１２７、可動部Ｙ１２８を有している。

【０１７４】

第１固定部Ｙ１２１は、第１外層Ｙ１１、第２外層Ｙ１３に対して固定された部材である。第１固定部Ｙ１２１は、第２固定部Ｙ１２２、第１リブＹ１２３、第２リブＹ１２４、スパインＹ１２５、アームＹ１２６、梁Ｙ１２７、可動部Ｙ１２８を同じ１つの流体室Ｙ１９内に囲むように形成されている。第１固定部Ｙ１２１、第１外層Ｙ１１、第２外層Ｙ１３によって囲まれた室である。流体室Ｙ１９は、開度調整室２８６に導入する冷媒が流通する。第１固定部Ｙ１２１、第１外層Ｙ１１、第２外層Ｙ１３は、全体として基部に対応する。なお、電気配線Ｙ６、Ｙ７は複数の第１リブＹ１２３および複数の第２リブＹ１２４の温度を変化させて変位させるための電気配線である。

【０１７５】

第１固定部Ｙ１２１の第１外層Ｙ１１および第２外層Ｙ１３に対する固定は、冷媒が流体室Ｙ１９から第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７、第３冷媒孔Ｙ１８以外を通ってマイクロバルブＹ１から漏出することを抑制するような形態で、行われている。

【０１７６】

第２固定部Ｙ１２２は、第１外層Ｙ１１、第２外層Ｙ１３に対して固定される。第２固定部Ｙ１２２は、第１固定部Ｙ１２１に取り囲まれると共に、第１固定部Ｙ１２１から離れて配置される。

【０１７７】

複数本の第１リブＹ１２３、複数本の第２リブＹ１２４、スパインＹ１２５、アームＹ１２６、梁Ｙ１２７、可動部Ｙ１２８は、第１外層Ｙ１１、第２外層Ｙ１３に対して固定されておらず、第１外層Ｙ１１、第２外層Ｙ１３に対して変位可能である。

【０１７８】

スパインＹ１２５は、中間層Ｙ１２の矩形形状の短手方向に伸びる細長い棒形状を有している。スパインＹ１２５の長手方向の一端は、梁Ｙ１２７に接続されている。

【０１７９】

複数本の第１リブＹ１２３は、スパインＹ１２５の長手方向に直交する方向におけるスパインＹ１２５の一方側に配置される。そして、複数本の第１リブＹ１２３は、スパインＹ１２５の長手方向に並んでいる。各第１リブＹ１２３は、細長い棒形状を有しており、温度に応じて伸縮可能となっている。

【０１８０】
各第１リブＹ１２３は、その長手方向の一端で第１固定部Ｙ１２１に接続され、他端でスパインＹ１２５に接続される。そして、各第１リブＹ１２３は、第１固定部Ｙ１２１側からスパインＹ１２５側に近付くほど、スパインＹ１２５の長手方向の梁Ｙ１２７側に向けてオフセットされるよう、スパインＹ１２５に対して斜行している。そして、複数の第１リブＹ１２３は、互いに対して平行に伸びている。
【０１８１】
複数本の第２リブＹ１２４は、スパインＹ１２５の長手方向に直交する方向におけるスパインＹ１２５の他方側に配置される。そして、複数本の第２リブＹ１２４は、スパインＹ１２５の長手方向に並んでいる。各第２リブＹ１２４は、細長い棒形状を有しており、温度に応じて伸縮可能となっている。
【０１８２】
各第２リブＹ１２４は、その長手方向の一端で第２固定部Ｙ１２２に接続され、他端でスパインＹ１２５に接続される。そして、各第２リブＹ１２４は、第２固定部Ｙ１２２側からスパインＹ１２５側に近付くほど、スパインＹ１２５の長手方向の梁Ｙ１２７側に向けてオフセットされるよう、スパインＹ１２５に対して斜行している。そして、複数の第２リブＹ１２４は、互いに対して平行に伸びている。
【０１８３】
複数本の第１リブＹ１２３、複数本の第２リブＹ１２４、スパインＹ１２５は、全体として、駆動部に対応する。
【０１８４】
アームＹ１２６は、スパインＹ１２５と非直交かつ平行に伸びる細長い棒形状を有している。アームＹ１２６の長手方向の一端は梁Ｙ１２７に接続されており、他端は第１固定部Ｙ１２１に接続されている。
【０１８５】
梁Ｙ１２７は、スパインＹ１２５およびアームＹ１２６に対して約９０°で交差する方向に伸びる細長い棒形状を有している。梁Ｙ１２７の一端は、可動部Ｙ１２８に接続されている。アームＹ１２６と梁Ｙ１２７は、全体として、増幅部に対応する。
【０１８６】
アームＹ１２６と梁Ｙ１２７の接続位置ＹＰ１、スパインＹ１２５と梁Ｙ１２７の接続位置ＹＰ２、梁Ｙ１２７と可動部Ｙ１２８の接続位置ＹＰ３は、梁Ｙ１２７の長手方向に沿って、この順に並んでいる。そして、第１固定部Ｙ１２１とアームＹ１２６との接続点をヒンジＹＰ０とすると、中間層Ｙ１２の板面に平行な面内におけるヒンジＹＰ０から接続位置ＹＰ２までの直線距離よりも、ヒンジＹＰ０から接続位置ＹＰ３までの直線距離の方が、長い。例えば、前者の直線距離を後者の直線距離で除算した値は、１／５以下であってもよいし、１／１０以下であってもよい。
【０１８７】
可動部Ｙ１２８は、流体室Ｙ１９を流れる冷媒の圧力を調整するものである。可動部Ｙ１２８は、その外形が、梁Ｙ１２７の長手方向に対して概ね９０°の方向に伸びる矩形形状を有している。この可動部Ｙ１２８は、流体室Ｙ１９内において梁Ｙ１２７と一体に動くことができる。そして、可動部Ｙ１２８は、中間層Ｙ１２の表裏に貫通する貫通孔Ｙ１２０を囲む枠形状となっている。したがって、貫通孔Ｙ１２０も、可動部Ｙ１２８と一体的に移動する。貫通孔Ｙ１２０は、流体室Ｙ１９の一部である。
【０１８８】
可動部Ｙ１２８は、上記のように動くことで、第２冷媒孔Ｙ１７の貫通孔Ｙ１２０に対する開度および、第３冷媒孔Ｙ１８の貫通孔Ｙ１２０に対する開度を変更する。第１冷媒孔Ｙ１６は、貫通孔Ｙ１２０に対して常に全開で連通している。
【０１８９】
また、第１固定部Ｙ１２１のうち、複数の第１リブＹ１２３と接続する部分の近傍の第１印加点Ｙ１２９には、図２５に示した第１外層Ｙ１１の貫通孔Ｙ１４を通った電気配線

Ｙ６のマイクロバルブＹ１側端が接続される。また、第２固定部Ｙ１２２の第２印加点Ｙ１３０には、図２５に示した第１外層Ｙ１１の貫通孔Ｙ１５を通った電気配線Ｙ７のマイクロバルブＹ１側端が接続される。

【０１９０】

［バルブモジュールＹ０の作動］

ここで、バルブモジュールＹ０の作動について説明する。マイクロバルブＹ１への通電が開始されると、電気配線Ｙ６、Ｙ７から第１印加点Ｙ１２９、第２印加点Ｙ１３０の間に電圧が印加される。すると、複数の第１リブＹ１２３、複数の第２リブＹ１２４を電流が流れる。この電流によって、複数の第１リブＹ１２３、複数の第２リブＹ１２４が発熱する。その結果、複数の第１リブＹ１２３、複数の第２リブＹ１２４の各々が、その長手方向に膨張する。

【０１９１】

このような熱的な膨張の結果、複数の第１リブＹ１２３、複数の第２リブＹ１２４は、スパインＹ１２５を接続位置ＹＰ２側に付勢する。付勢されたスパインＹ１２５は、接続位置ＹＰ２において、梁Ｙ１２７を押す。このように、接続位置ＹＰ２は付勢位置および調圧用付勢位置に対応する。

【０１９２】

そして、梁Ｙ１２７とアームＹ１２６から成る部材は、ヒンジＹＰ０を支点として、接続位置ＹＰ２を力点として、一体に姿勢を変える。その結果、梁Ｙ１２７のアームＹ１２６とは反対側の端部に接続された可動部Ｙ１２８も、その長手方向の、スパインＹ１２５が梁Ｙ１２７を押す側に、移動する。

【０１９３】

また、マイクロバルブＹ１への通電が停止されたときは、電気配線Ｙ６、Ｙ７から第１印加点Ｙ１２９、第２印加点Ｙ１３０への電圧印加が停止される。すると、複数の第１リブＹ１２３、複数の第２リブＹ１２４を電流が流れなくなり、複数の第１リブＹ１２３、複数の第２リブＹ１２４の温度が低下する。その結果、複数の第１リブＹ１２３、複数の第２リブＹ１２４の各々が、その長手方向に収縮する。

【０１９４】

このような熱的な収縮の結果、複数の第１リブＹ１２３、複数の第２リブＹ１２４は、スパインＹ１２５を接続位置ＹＰ２とは反対側に付勢する。付勢されたスパインＹ１２５は、接続位置ＹＰ２において、梁Ｙ１２７を引っ張る。その結果、梁Ｙ１２７とアームＹ１２６から成る部材は、ヒンジＹＰ０を支点として、接続位置ＹＰ２を力点として、一体に姿勢を変える。その結果、梁Ｙ１２７のアームＹ１２６とは反対側の端部に接続された可動部Ｙ１２８も、その長手方向の、スパインＹ１２５が梁Ｙ１２７を引っ張る側に、移動する。その移動の結果、可動部Ｙ１２８は、所定の非通電時位置で停止する。

【０１９５】

このようなマイクロバルブＹ１への通電時、電気配線Ｙ６、Ｙ７から第１印加点Ｙ１２９、第２印加点Ｙ１３０を介してマイクロバルブＹ１に供給される電力が大きいほど、非通電時位置に対する可動部Ｙ１２８の移動量も大きくなる。これは、マイクロバルブＹ１に供給される電力が高いほど、第１リブＹ１２３、第２リブＹ１２４の温度が高くなり、膨張度合いが大きいからである。

【０１９６】

例えば電気配線Ｙ６、Ｙ７から第１印加点Ｙ１２９、第２印加点Ｙ１３０へ印加される電圧がＰＷＭ制御される場合、デューティ比が大きいほど非通電時に対する可動部Ｙ１２８の移動量も大きくなる。

【０１９７】

図２７、図２８に示すように、可動部Ｙ１２８が非通電時位置にある場合、貫通孔Ｙ１２０は、中間層Ｙ１２の板面に直交する方向に第１冷媒孔Ｙ１６、第３冷媒孔Ｙ１８と重なるが、当該方向に第２冷媒孔Ｙ１７とは重ならない。第２冷媒孔Ｙ１７は、中間層Ｙ１２の板面に直交する方向に可動部Ｙ１２８と重なる。つまりこのとき、貫通孔Ｙ１２０に

対して第１冷媒孔Ｙ１６、第３冷媒孔Ｙ１８は全開になり、第２冷媒孔Ｙ１７は全閉になる。したがってこの場合、第１冷媒孔Ｙ１６が第３冷媒孔Ｙ１８に可動部Ｙ１２８を介して連通し、第２冷媒孔Ｙ１７は第１冷媒孔Ｙ１６とも第３冷媒孔Ｙ１８とも遮断される。この結果、第１連通孔ＹＶ１と第３連通孔ＹＶ３との間で、流路Ｙ８１、第１冷媒孔Ｙ１６、貫通孔Ｙ１２０、第３冷媒孔Ｙ１８、流路Ｙ８３を介した、冷媒の流通が可能となる。

【０１９８】

また、図２９、図３０に示すように、マイクロバルブＹ１への通電によって可動部Ｙ１２８が非通電時位置から最も遠ざかった位置にある場合、そのときの可動部Ｙ１２８の位置を最大通電時位置という。可動部Ｙ１２８が最大通電時位置にある場合は、マイクロバルブＹ１へ供給される電力が制御範囲内の最大となる。例えば、可動部Ｙ１２８が最大通電時位置にある場合、上述のＰＷＭ制御においてデューティ比が制御範囲内の最大値（例えば１００％）となる。

【０１９９】

可動部Ｙ１２８が最大通電時位置にある場合、貫通孔Ｙ１２０は、中間層Ｙ１２の板面に直交する方向に第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７と重なるが、当該方向に第３冷媒孔Ｙ１８とは重ならない。第３冷媒孔Ｙ１８は、中間層Ｙ１２の板面に直交する方向に可動部Ｙ１２８と重なる。つまりこのとき、貫通孔Ｙ１２０に対して第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７は全開になり、第３冷媒孔Ｙ１８は全閉になる。したがってこの場合、第１冷媒孔Ｙ１６が第２冷媒孔Ｙ１７に可動部Ｙ１２８を介して連通し、第３冷媒孔Ｙ１８は第１冷媒孔Ｙ１６とも第２冷媒孔Ｙ１７とも遮断される。この結果、第１連通孔ＹＶ１と第２連通孔ＹＶ２との間で、流路Ｙ８１、第１冷媒孔Ｙ１６、貫通孔Ｙ１２０、第２冷媒孔Ｙ１７、流路Ｙ８３を介した、冷媒の流通が可能となる。

【０２００】

また、マイクロバルブＹ１に供給される電力を、例えばＰＷＭ制御で調整することで、可動部Ｙ１２８を、非通電時位置と最大通電時位置の間のどの中間位置にでも、停止させることができる。例えば、最大通電時位置と非通電時位置からも等距離の位置（すなわち、中央位置）で可動部Ｙ１２８を停止させるには、マイクロバルブＹ１に供給される電力が、制御範囲内の最大値の半分であればいい。例えば、ＰＷＭ制御のデューティ比が５０％であればいい。

【０２０１】

可動部Ｙ１２８が中間位置に停止している場合、第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７、第３冷媒孔Ｙ１８は、いずれも貫通孔Ｙ１２０に連通している。しかし、第２冷媒孔Ｙ１７および第３冷媒孔Ｙ１８は、貫通孔Ｙ１２０に対して全開状態ではなく、１００％未満かつ０％よりも大きい開度となっている。可動部Ｙ１２８が中間位置において最大通電位時位置に近づくほど、貫通孔Ｙ１２０に対する第３冷媒孔Ｙ１８の開度が減少し、第２冷媒孔Ｙ１７の開度が増大する。

【０２０２】

マイクロバルブＹ１は、梁Ｙ１２７およびアームＹ１２６が、ヒンジＹＰ０を支点とし、接続位置ＹＰ２を力点とし、接続位置ＹＰ３を作用点とする梃子として機能する。上述の通り、中間層Ｙ１２の板面に平行な面内におけるヒンジＹＰ０から接続位置ＹＰ２までの直線距離よりも、ヒンジＹＰ０から接続位置ＹＰ３までの直線距離の方が、長い。したがって、力点である接続位置ＹＰ２の移動量よりも、作用点である接続位置ＹＰ３の移動量の方が大きくなる。したがって、熱的な膨張による変位量が、梃子によって増幅されて可動部Ｙ１２８に伝わる。

【０２０３】

また、マイクロバルブＹ１における冷媒の流路は、Ｕターン構造を有している。具体的には、冷媒は、マイクロバルブＹ１の一方側の面からマイクロバルブＹ１内に流入し、マイクロバルブＹ１内を通って、マイクロバルブＹ１の同じ側の面からマイクロバルブＹ１外に流出する。そして同様にバルブモジュールＹ０における冷媒の流路も、Ｕターン構造

を有している。具体的には、冷媒は、バルブモジュールＹ０の一方側の面からバルブモジュールＹ０内に流入し、バルブモジュールＹ０内を通って、バルブモジュールＹ０の同じ側の面からバルブモジュールＹ０外に流出する。なお、中間層Ｙ１２の板面に直交する方向は、第１外層Ｙ１１、中間層Ｙ１２、第２外層Ｙ１３の積層方向である。

【０２０４】

ここで、バルブモジュールＹ０は、第１冷媒孔Ｙ１６が、第１連通孔ＹＶ１、第１凹部２８７の貫通孔２８７ａを介して開度調整室２８６に連通している。また、第２冷媒孔Ｙ１７が、第２連通孔ＹＶ２、第２凹部２８８の貫通孔２８８ａを介して上流側嵌合孔２８１の内側に連通している。そして、第３冷媒孔Ｙ１８が、第３連通孔ＹＶ３、第３凹部２８９の貫通孔２８９ａを介して下流側嵌合孔２８２の内側に連通している。

【０２０５】

このため、例えば、マイクロバルブＹ１の可動部Ｙ１２８が非通電時位置にある場合、第１冷媒孔Ｙ１６と第３冷媒孔Ｙ１８とが連通し、開度調整室２８６が下流側嵌合孔２８２と連通する。これにより、開度調整室２８６の圧力（すなわち、制御圧力Ｐｍ）が下流側嵌合孔２８２と同等の低圧圧力Ｐｌに低下する。

【０２０６】

この状態からマイクロバルブＹ１への通電によって、可動部Ｙ１２８が非通電時位置から最大通電時位置に近づくと、各冷媒孔Ｙ１６、Ｙ１７、Ｙ１８が連通し、開度調整室２８６が上流側嵌合孔２８１および下流側嵌合孔２８２と連通する。これにより、開度調整室２８６の圧力（すなわち、制御圧力Ｐｍ）が低圧圧力Ｐｌよりも大きく高圧圧力Ｐｈよりも小さい中間圧力となる。

【０２０７】

また、マイクロバルブＹ１への通電によって、可動部Ｙ１２８が最大通電時位置にある場合、第１冷媒孔Ｙ１６と第２冷媒孔Ｙ１７が連通し、開度調整室２８６が上流側嵌合孔２８１と連通する。これにより、開度調整室２８６の圧力（すなわち、制御圧力Ｐｍ）が上流側嵌合孔２８１と同等の高圧圧力Ｐｈとなる。

【０２０８】

これらを加味して、本実施形態の冷凍サイクル装置２０では、マイクロバルブＹ１に印加される電圧をＰＷＭ制御によって変更することで、制御圧力Ｐｍを変化させる。冷凍サイクル装置２０は、例えば、図３１に示すように、ＰＷＭ制御のデューティ比を大きくすることで制御圧力Ｐｍを大きくし、ＰＷＭ制御のデューティ比を小さくすることで制御圧力Ｐｍを小さくする。

【０２０９】

以上説明した減圧部２３は、主弁体２８５の駆動部材がバルブモジュールＹ０で構成されている。このバルブモジュールＹ０は、マイクロバルブＹ１による開度調整室２８６の圧力調整によって、主弁体２８５を開弁側または閉弁側に変位させる構成になっているので、電磁弁や電動弁よりも小型に構成することができる。その理由の１つは、マイクロバルブＹ１が上述の通り半導体チップにより形成されているということである。また、上述の通り、梃子を利用して熱的な膨張による変位量が増幅されることも、そのような梃子を利用しない電磁弁や電動弁と比べて小型に構成することが可能となる。

【０２１０】

具体的には、マイクロバルブＹ１は、可動部Ｙ１２８によって第２冷媒孔Ｙ１７および第３冷媒孔Ｙ１８の開度を調整して開度調整室２８６の圧力を変化させる構成になっている。これによれば、マイクロバルブＹ１による開度調整室２８６の圧力調整によって、主弁体２８５を閉弁側および開弁側に変位させることができる。

【０２１１】

これによると、減圧部２３の絞り開度の変更によって冷媒流量を負荷条件等に応じた適量に調整できる。すなわち、本実施形態の冷凍サイクル装置２０では、第１実施形態と同様に、放熱器２２および蒸発器２４のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることができる。

【０２１２】
また、マイクロバルブＹ１は、梃子を利用しており、熱的な膨張による変位量を可動部Ｙ１２８の移動量より抑えることができるので、可動部Ｙ１２８を駆動するための消費電力も低減することができる。また、電磁弁の駆動時における衝撃音を無くすことができるので、騒音を低減することができる。また、複数本の第１リブＹ１２３、複数本の第２リブＹ１２４の変位は熱に起因して発生するので、騒音低減効果が高い。
【０２１３】
また、マイクロバルブＹ１およびバルブモジュールＹ０はＵターンの構造の冷媒流路を有しているので、ブロック体２８の掘り込みを少なくすることができる。つまり、バルブモジュールＹ０を配置するためにブロック体２８に形成された凹みの深さを抑えることができる。その理由は以下の通りである。
【０２１４】
例えば、バルブモジュールＹ０がＵターンの構造の冷媒流路を有しておらず、バルブモジュールＹ０のブロック体２８側の面に冷媒入口があり、バルブモジュールＹ０の反対側の面に冷媒出口があったとする。その場合、バルブモジュールＹ０の両面に、冷媒流路を形成する必要がある。したがって、バルブモジュールＹ０の両面の冷媒流路までブロック体２８に収容しようとすると、バルブモジュールＹ０を配置するためにブロック体２８に形成しなければならない凹みが深くなってしまう。また、マイクロバルブＹ１自体が小型であるので、ブロック体２８の掘り込みを更に低減することができる。
【０２１５】
また、マイクロバルブＹ１の両面のうち、第１冷媒孔Ｙ１６、第２冷媒孔Ｙ１７が形成される面とは反対側の面に電気配線Ｙ６、Ｙ７を配置した場合、電気配線Ｙ６、Ｙ７を大気雰囲気により近い側に置くことができる。したがって、電気配線Ｙ６、Ｙ７への冷媒雰囲気の影響を低減するためのハーメチック等のシール構造が不要となる。その結果、減圧部２３の小型化が実現できる。
【０２１６】
また、マイクロバルブＹ１が軽量であることから、減圧部２３が軽量化される。マイクロバルブＹ１の消費電力が小さいので、減圧部２３が省電力化される。
【０２１７】
（第６実施形態）
次に第６実施形態について説明する。本実施形態は、第１～第４実施形態のマイクロバルブＸ１が、故障検知機能を有するよう変更されている。具体的には、マイクロバルブＸ１は、第１～第４実施形態と同じ構成に加え、図３２、図３３に示すように、故障検知部Ｘ５０を備えている。
【０２１８】
故障検知部Ｘ５０は、中間層Ｘ１２のアームＸ１２６に形成されたブリッジ回路を含む。ブリッジ回路は、図３３のように接続された４つのゲージ抵抗を含んでいる。つまり、故障検知部Ｘ５０は、ダイヤフラムに相当するアームＸ１２６の歪みに応じて抵抗が変化するブリッジ回路である。つまり、故障検知部Ｘ５０は半導体ピエゾ抵抗式の歪みセンサである。故障検知部Ｘ５０は、電気的絶縁膜を介して、アームＸ１２６と導通しないように、アームＸ１２６に接続されていてもよい。
【０２１９】
このブリッジ回路の対角にある２つの入力端子に配線Ｘ５１、Ｘ５２が接続される。そして、配線Ｘ５１、Ｘ５２から当該入力端子に、定電流発生用の電圧が印加される。この配線Ｘ５１、Ｘ５２は、電気配線Ｘ６、Ｘ７を介してマイクロバルブＸ１に印加される電圧（すなわち、マイクロバルブ駆動電圧）から分岐して上記２つの入力端子まで伸びている。
【０２２０】
また、このブリッジ回路の別の対角にある２つの出力端子に、配線Ｘ５３、Ｘ５４が接続される。そして、アームＸ１２６の歪み量に応じたレベルの電圧信号が配線Ｘ５３、Ｘ

５４から出力される。この電圧信号は、後述する通り、マイクロバルブＸ１が正常に作動しているか否かを判別するための情報として使用される。配線Ｘ５３、Ｘ５４から出力される電圧信号は、マイクロバルブＸ１の外部にある外部制御装置Ｘ５５に入力される。

【０２２１】

この外部制御装置Ｘ５５は、例えば、小型空調装置１の制御装置１００であってもよい。あるいは、この外部制御装置Ｘ５５は、車両において、車速、燃料残量、電池残量等を表示するメータＥＣＵであってもよい。

【０２２２】

アームＸ１２６の歪み量に応じた電圧信号を外部制御装置Ｘ５５が配線Ｘ５３、Ｘ５４を介して取得すると、外部制御装置Ｘ５５は、当該電圧信号に応じて、マイクロバルブＸ１の故障の有無を検知する。検知対象の故障としては、例えば、アームＸ１２６が折れる故障、可動部Ｘ１２８と第１外層Ｘ１１または第２外層Ｘ１３との間に微小な異物が挟まって可動部Ｘ１２８が動かなくなる故障、等がある。

【０２２３】

複数本の第１リブＸ１２３および複数本の第２リブＸ１２４の伸縮に応じて、梁Ｘ１２７および可動部Ｘ１２８が変位する際、アームＸ１２６の歪み量が変化する。したがって、アームＸ１２６の歪み量に応じた電圧信号から、可動部Ｘ１２８の位置を推定できる。一方、マイクロバルブＸ１が正常であれば、電気配線Ｘ６、Ｘ７からマイクロバルブＸ１への通電量と可動部Ｘ１２８の位置との間にも相関関係がある。この通電量は、マイクロバルブＸ１を制御するための制御量である。

【０２２４】

外部制御装置Ｘ５５は、このことを利用して、マイクロバルブＸ１の故障の有無を検知する。つまり、外部制御装置Ｘ５５は、配線Ｘ５３、Ｘ５４からの電圧信号から、あらかじめ定められた第１マップに基づいて、可動部Ｘ１２８の位置を算出する。そして、あらかじめ定められた第２マップに基づいて、可動部Ｘ１２８の位置から、正常時において当該位置を実現するために必要な電気配線Ｘ６、Ｘ７からマイクロバルブＸ１への供給電力を算出する。これら第１マップ、第２マップは、外部制御装置Ｘ５５の不揮発性メモリに記録されている。不揮発性メモリは、非遷移的実体的記憶媒体である。第１マップにおける電圧信号のレベルと位置との対応関係は、あらかじめ実験等によって定められてもよい。また、第２マップにおける位置と供給電力との対応関係も、あらかじめ実験等によって定められてもよい。

【０２２５】

そして外部制御装置Ｘ５５は、算出された電力と、実際に電気配線Ｘ６、Ｘ７からマイクロバルブＸ１へ供給されている電力とを比較する。そして、外部制御装置Ｘ５５は、前者の電力と後者の電力の差の絶対値が許容値を超えていれば、マイクロバルブＸ１が故障していると判定し、許容値を超えていなければ、マイクロバルブＸ１が正常であると判定する。そして、外部制御装置Ｘ５５は、マイクロバルブＸ１が故障していると判定した場合に、所定の故障報知制御を行う。

【０２２６】

外部制御装置Ｘ５５は、この故障報知制御においては、車内の人に報知を行う報知装置Ｘ５６を作動させる。例えば、外部制御装置Ｘ５５は、警告ランプを点灯させてもよい。また、外部制御装置Ｘ５５は、画像表示装置に、マイクロバルブＸ１に故障が発生したことを示す画像を表示させてもよい。これによって、車両の乗員は、マイクロバルブＸ１の故障に気付くことができる。

【０２２７】

また、外部制御装置Ｘ５５は、この故障報知制御においては、車両内の記憶装置に、マイクロバルブＸ１に故障が発生したことを示す情報を記録してもよい。この記憶装置は、非遷移的実体的記憶媒体である。これにより、マイクロバルブＸ１の故障を記録に残すことができる。

【０２２８】

また、外部制御装置Ｘ５５は、マイクロバルブＸ１が故障していると判定した場合は、通電停止制御を行う。通電停止制御では、外部制御装置Ｘ５５は、電気配線Ｘ６、Ｘ７からマイクロバルブＸ１への通電を停止させる。このように、マイクロバルブＸ１の故障時にマイクロバルブＸ１への通電を停止することで、マイクロバルブＸ１の故障時の安全性を高めることができる。

【０２２９】

以上のように、故障検知部Ｘ５０が、マイクロバルブＸ１が正常に作動しているか否かを判別するための電圧信号を出力することで、外部制御装置Ｘ５５は、マイクロバルブＸ１の故障の有無を容易に判別することができる。

【０２３０】

また、この電圧信号は、アームＸ１２６の歪み量に応じた信号である。したがって、電気配線Ｘ６、Ｘ７からマイクロバルブＸ１への通電量とこの電圧信号との関係に基づいて、マイクロバルブＸ１の故障の有無を容易に判別することができる。

【０２３１】

なお、本実施形態では、ブリッジ回路を構成する抵抗の変化に基づいてマイクロバルブＸ１が故障しているか否かが判定されている。しかし、他の方法として、静電容量の変化に基づいてマイクロバルブＸ１が故障しているか否かが判定されてもよい。この場合、ブリッジ回路の代わりに容量成分を形成する複数の電極がアームＸ１２６に形成される。アームＸ１２６の歪み量と複数の電極間の静電容量の間は相関関係がある。したがって、外部制御装置Ｘ５５は、この複数の電極間の静電容量の変化に基づいて、マイクロバルブＸ１が故障しているか否かを判定できる。

【０２３２】

（第７実施形態）

次に第７実施形態について説明する。本実施形態は、第５実施形態のマイクロバルブＹ１が、故障検知機能を有するよう変更されている。具体的には、マイクロバルブＹ１は、第５実施形態と同じ構成に加え、図３４、図３５に示すように、故障検知部Ｙ５０を備えている。

【０２３３】

故障検知部Ｙ５０は、中間層Ｙ１２のアームＹ１２６に形成されたブリッジ回路を含む。ブリッジ回路は、図３５のように接続された４つのゲージ抵抗を含んでいる。つまり、故障検知部Ｙ５０は、ダイヤフラムに相当するアームＹ１２６の歪みに応じて抵抗が変化するブリッジ回路である。つまり、故障検知部Ｙ５０は半導体ピエゾ抵抗式の歪みセンサである。故障検知部Ｙ５０は、電気的絶縁膜を介して、アームＹ１２６と導通しないように、アームＹ１２６に接続されていてもよい。

【０２３４】

このブリッジ回路の対角にある２つの入力端子に配線Ｙ５１、Ｙ５２が接続される。そして、配線Ｙ５１、Ｙ５２から当該入力端子に、定電流発生用の電圧が印加される。この配線Ｙ５１、Ｙ５２は、電気配線Ｙ６、Ｙ７を介してマイクロバルブＹ１に印加される電圧（すなわち、マイクロバルブ駆動電圧）から分岐して上記２つの入力端子まで伸びている。

【０２３５】

また、このブリッジ回路の別の対角にある２つの出力端子に、配線Ｙ５３、Ｙ５４が接続される。そして、アームＹ１２６の歪み量に応じた電圧信号が配線Ｙ５３、Ｙ５４から出力される。この電圧信号は、後述する通り、マイクロバルブＹ１が正常に作動しているか否かを判別するための情報として使用される。配線Ｙ５３、Ｙ５４から出力される電圧信号は、マイクロバルブＹ１の外部にある外部制御装置Ｙ５５に入力される。

【０２３６】

この外部制御装置Ｙ５５は、例えば、小型空調装置１の制御装置１００であってもよい。あるいは、この外部制御装置Ｙ５５は、車両において、車速、燃料残量、電池残量等を表示するメータＥＣＵであってもよい。

【０２３７】
アームＹ１２６の歪み量に応じた電圧信号を外部制御装置Ｙ５５が配線Ｙ５３、Ｙ５４を介して取得すると、外部制御装置Ｙ５５は、当該電圧信号に応じて、マイクロバルブＹ１の故障の有無を検知する。検知対象の故障としては、例えば、アームＹ１２６が折れる故障、可動部Ｙ１２８と第１外層Ｙ１１または第２外層Ｙ１３との間に微小な異物が挟まって可動部Ｙ１２８が動かなくなる故障、等がある。
【０２３８】
複数本の第１リブＹ１２３および複数本の第２リブＹ１２４の伸縮に応じて、梁Ｙ１２７および可動部Ｙ１２８が変位する際、アームＹ１２６の歪み量が変化する。したがって、アームＹ１２６の歪み量に応じた電圧信号から、可動部Ｙ１２８の位置を推定できる。一方、マイクロバルブＹ１が正常であれば、電気配線Ｙ６、Ｙ７からマイクロバルブＹ１への通電量と可動部Ｙ１２８の位置との間にも相関関係がある。この通電量は、マイクロバルブＹ１を制御するための制御量である。
【０２３９】
外部制御装置Ｙ５５は、このことを利用して、マイクロバルブＹ１の故障の有無を検知する。つまり、外部制御装置Ｙ５５は、配線Ｙ５３、Ｙ５４からの電圧信号から、あらかじめ定められた第１マップに基づいて、可動部Ｙ１２８の位置を算出する。そして、あらかじめ定められた第２マップに基づいて、可動部Ｙ１２８の位置から、正常時において当該位置を実現するために必要な電気配線Ｙ６、Ｙ７からマイクロバルブＹ１への供給電力を算出する。これら第１マップ、第２マップは、外部制御装置Ｙ５５の不揮発性メモリに記録されている。不揮発性メモリは、非遷移的実体的記憶媒体である。第１マップにおける電圧信号のレベルと位置との対応関係は、あらかじめ実験等によって定められてもよい。また、第２マップにおける位置と供給電力との対応関係も、あらかじめ実験等によって定められてもよい。
【０２４０】
そして外部制御装置Ｙ５５は、算出された電力と、実際に電気配線Ｙ６、Ｙ７からマイクロバルブＹ１へ供給されている電力とを比較する。そして、外部制御装置Ｙ５５は、前者の電力と後者の電力の差の絶対値が許容値を超えていれば、マイクロバルブＹ１が故障していると判定し、許容値を超えていなければ、マイクロバルブＹ１が正常であると判定する。そして、外部制御装置Ｙ５５は、マイクロバルブＹ１が故障していると判定した場合に、所定の故障報知制御を行う。
【０２４１】
外部制御装置Ｙ５５は、この故障報知制御においては、車内の人に報知を行う報知装置Ｙ５６を作動させる。例えば、外部制御装置Ｙ５５は、警告ランプを点灯させてもよい。また、外部制御装置Ｙ５５は、画像表示装置に、マイクロバルブＹ１に故障が発生したことを示す画像を表示させてもよい。これによって、車両の乗員は、マイクロバルブＹ１の故障に気付くことができる。
【０２４２】
また、外部制御装置Ｙ５５は、この故障報知制御においては、車両内の記憶装置に、マイクロバルブＹ１に故障が発生したことを示す情報を記録してもよい。この記憶装置は、非遷移的実体的記憶媒体である。これにより、マイクロバルブＹ１の故障を記録に残すことができる。
【０２４３】
また、外部制御装置Ｙ５５は、マイクロバルブＹ１が故障していると判定した場合は、通電停止制御を行う。通電停止制御では、外部制御装置Ｙ５５は、電気配線Ｙ６、Ｙ７からマイクロバルブＹ１への通電を停止させる。このように、マイクロバルブＹ１の故障時にマイクロバルブＹ１への通電を停止することで、マイクロバルブＹ１の故障時の安全性を高めることができる。
【０２４４】
以上のように、故障検知部Ｙ５０が、マイクロバルブＹ１が正常に作動しているか否か

を判別するための電圧信号を出力することで、外部制御装置Ｙ５５は、マイクロバルブＹ１の故障の有無を容易に判別することができる。

【０２４５】

また、この電圧信号は、アームＹ１２６の歪み量に応じた信号である。したがって、電気配線Ｙ６、Ｙ７からマイクロバルブＹ１への通電量とこの電圧信号との関係に基づいて、マイクロバルブＹ１の故障の有無を容易に判別することができる。

【０２４６】

なお、本実施形態では、ブリッジ回路を構成する抵抗の変化に基づいてマイクロバルブＹ１が故障しているか否かが判定されている。しかし、他の方法として、静電容量の変化に基づいてマイクロバルブＹ１が故障しているか否かが判定されてもよい。この場合、ブリッジ回路の代わりに容量成分を形成する複数の電極がアームＹ１２６に形成される。アームＹ１２６の歪み量と複数の電極間の静電容量の間は相関関係がある。したがって、外部制御装置Ｙ５５は、この複数の電極間の静電容量の変化に基づいて、マイクロバルブＹ１が故障しているか否かを判定できる。

【０２４７】

（他の実施形態）

以上、本開示の代表的な実施形態について説明したが、本開示は、上述の実施形態に限定されることなく、例えば、以下のように種々変形可能である。

【０２４８】

上述の第１実施形態等では、マイクロバルブＸ１の開閉によって、減圧部２３の絞り開度を二段階に調整可能なものを例示したが、これに限定されない。減圧部２３は、例えば、複数のマイクロバルブＸ１を有し、複数のマイクロバルブＸ１の開閉状態を切り替えによって、絞り開度を複数段階に調整可能になっていてもよい。

【０２４９】

上述の第１実施形態等のマイクロバルブＸ１は、非通電時に絞り開度が最小となる常閉弁ではなく、非通電時に絞り開度が最大となる常開弁として構成されていてもよい。この場合、減圧部２３は、マイクロバルブＸ１への非通電時に絞り開度が大開度Ｓ２となり、通電時に絞り開度が小開度Ｓ１となる。

【０２５０】

上述の実施形態の如く、減圧部２３は、マイクロバルブＸ１とブロック体との間にバルブケーシングＸ２を介在させることが望ましいが、これに限らない。減圧部２３は、例えば、マイクロバルブＸ１とブロック体とがバルブケーシングＸ２を介さずに互いに接するように構成されていてもよい。また、バルブケーシングＸ２は樹脂に限らない。さらに、バルブケーシングＸ２とブロック体との間に線膨張係数の違いを吸収できる追加部材が介在されていてもよい。これらのことは、マイクロバルブＹ１も同様である。

【０２５１】

上述の実施形態では、複数本の第１リブＸ１２３、複数本の第２リブＸ１２４、複数本の第１リブＹ１２３、複数本の第２リブＹ１２４が通電されることで発熱し、その発熱によって自らの温度が上昇することで膨張する。しかし、これら部材は、温度が変化すると長さが変化する形状記憶材料から構成されていてもよい。

【０２５２】

上述の実施形態では、本開示の冷凍サイクル装置２０を小型空調装置１に適用した例を説明したが、これに限定されない。冷凍サイクル装置２０は、小型空調装置１以外の機器（例えば、車載クーラボックス）にも広く適用可能である。

【０２５３】

上述の実施形態において、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。

【０２５４】

上述の実施形態において、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ない。

【０２５５】

上述の実施形態において、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ない。例えば、マイクロバルブＸ１の形状やサイズは、上記の実施形態で示したものに限られない。マイクロバルブＸ１は、極微小流量制御可能で、かつ、流路内に存在する微少ゴミを詰まらせないような水力直径の第１冷媒孔Ｘ１６、第２冷媒孔Ｘ１７を有していればよい。このことは、マイクロバルブＹ１においても同様である。

【０２５６】

上述の実施形態において、センサから車両の外部環境情報（例えば車外の湿度）を取得することが記載されている場合、そのセンサを廃し、車両の外部のサーバまたはクラウドからその外部環境情報を受信することも可能である。あるいは、そのセンサを廃し、車両の外部のサーバまたはクラウドからその外部環境情報に関連する関連情報を取得し、取得した関連情報からその外部環境情報を推定することも可能である。

【０２５７】

本開示に記載の制御装置及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御装置及びその手法は、一つ以上の専用ハードウエア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御装置及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウエア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

【０２５８】

（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、冷凍サイクル装置の減圧部は、減圧部の絞り開度を調整するための弁部品を含んでいる。弁部品は、冷媒が流通する流体室が形成される基部と、温度変化により変位する駆動部と、駆動部の温度変化による変位を増幅する増幅部と、増幅部によって増幅された変位が伝達されて動くことで流体室の冷媒圧力を調整する可動部と、を有する。そして、増幅部が、ヒンジを支点とし、増幅部が駆動部に付勢される付勢位置を力点とし、増幅部と可動部との接続位置を作用点とする梃子として機能するように構成されている。

【０２５９】

第２の観点によれば、減圧部は、開度が固定された固定絞を含んでいる。基部には、流体室における冷媒の入口となる第１流体孔、流体室における冷媒の出口となる第２流体孔が形成されている。弁部品は、可動部によって第１流体孔および第２流体孔の連通および遮断を切り替えることで減圧部の絞り開度を調整する構成になっている。

【０２６０】

このように、減圧部が弁部品だけでなく固定絞りを含む構成とすれば、弁部品における第１流体孔および第２流体孔の連通および遮断の切り替えによって減圧部の絞り開度を段階的に調整することができる。また、減圧部が固定絞りを含んでいる場合、減圧部の絞り開度の調整が不要な際には弁部品を駆動させないことで、弁部品の駆動頻度を低減して、減圧部におけるエネルギ消費を抑えることができる。

【０２６１】

第３の観点によれば、基部には、流体室における冷媒の入口となる第１流体孔、流体室における冷媒の出口となる第２流体孔が形成されている。弁部品は、可動部によって第１

流体孔および第２流体孔の連通および遮断を切り替えるだけでなく、可動部によって第１流体孔および第２流体孔のうち少なくとも一方の流体孔の開度を調整することで、減圧部の絞り開度を調整する構成になっている。

【０２６２】

このように、弁部品を減圧部の絞り開度を変更可能な可変絞りとして構成すれば、弁部品における流体孔の開度を変更することで、減圧部の絞り開度を所望の開度に調整することができる。

【０２６３】

第４の観点によれば、冷凍サイクル装置の減圧部は、入口流路、弁室、絞り流路、出口流路が形成されたブロック体と、主弁体と、主弁体を駆動する駆動部材と、を含んでいる。ブロック体には、開度調整室が形成されている。駆動部材は、開度調整室の圧力を調整するための弁部品を含んでいる。弁部品は、冷媒が流通する流体室が形成される基部と、温度変化により変位する駆動部と、駆動部の温度変化による変位を増幅する増幅部と、増幅部によって増幅された変位が伝達されて動くことで開度調整室の冷媒圧力を調整する可動部と、を有する。そして、増幅部が、ヒンジを支点とし、増幅部が駆動部に付勢される付勢位置を力点とし、増幅部と可動部との接続位置を作用点とする梃子として機能するように構成されている。

【０２６４】

第５の観点によれば、基部には、流体室と開度調整室とを連通させる第１流体孔、流体室と入口流路とを連通させる第２流体孔、流体室と出口流路とを連通させる第３流体孔が形成されている。弁部品は、可動部によって第２流体孔および第３流体孔を開閉するだけでなく、可動部によって第２流体孔および第３流体孔のうち少なくとも一方の流体孔の開度を調整することで開度調整室の圧力を変化させる構成になっている。

【０２６５】

これによると、開度調整室の圧力を微調整可能となり、冷媒流量を負荷条件等に応じた適量に調整できるので、放熱器および蒸発器のうち利用側となる熱交換器の能力を効率のよい状態で発揮させることが可能になる。

【０２６６】

第６の観点によれば、減圧部は、弁部品の取付対象となる被取付対象物に対して弁部品を取り付けるための部品取付部を含んでいる。部品取付部は、弁部品と被取付対象物とが直接接しないように部品取付部と弁部品との間に介在されている。このように、被取付対象物と弁部品との間に部品取付部が介在させる構成とすれば、部品取付部が緩衝材として機能することで、弁部品を保護することができる。

【０２６７】

第７の観点によれば、部品取付部は、部品取付部の線膨張係数が、弁部品の線膨張係数と被取付対象物の線膨張係数との間に値となるように構成されている。これによると、被取付対象物の温度変化による熱歪が生じたとしても、被取付対象物の温度変化による熱歪の応力が部品取付部で吸収されるので、弁部品を保護することができる。

【０２６８】

第８の観点によれば、冷凍サイクル装置は、放熱器の冷媒出口部および蒸発器の冷媒入口部を接続する冷媒配管を備える。被取付対象物は、放熱器の冷媒出口部と冷媒配管とを接続する継手である。弁部品は、部品取付部を介して継手に取り付けられることで、放熱器と一体的に構成されている。

【０２６９】

これによると、冷媒配管には、減圧部を通過した後の低温低圧の冷媒が流れる。このような構成では、冷媒配管を冷媒が流れる際に、冷媒配管周囲からも吸熱できるので、放熱器の放熱能力を向上させることが可能となる。このような構成は、放熱器を利用側の熱交換器とする場合に好適である。

【０２７０】

第９の観点によれば、冷凍サイクル装置は、放熱器の冷媒出口部および蒸発器の冷媒入

口部を接続する冷媒配管を備える。被取付対象物は、蒸発器の冷媒入口部と冷媒配管とを接続する継手である。弁部品は、部品取付部を介して継手に取り付けられることで、蒸発器と一体的に構成されている。

【０２７１】

これによると、冷媒配管には、減圧部を通過する前の高温高圧の冷媒が流れる。このような構成では、冷媒配管を冷媒が流れる際に、冷媒配管周囲に放熱できるので、蒸発器の吸熱能力を向上させることが可能となる。このような構成は、蒸発器を利用側の熱交換器とする場合に好適である。

【０２７２】

第１０の観点によれば、弁部品は、当該弁部品が正常に作動しているか故障しているかを判別するための信号を出力する故障検知部を備えている。弁部品がこのような信号を出力することで、弁部品の故障の有無を容易に判別できる。

【０２７３】

第１１の観点によれば、弁部品が出力する信号は、増幅部の歪み量に応じた信号である。このようになっていることで、この信号と弁部品を制御するための制御量との関係に基づいて、弁装置の故障の有無を判別することができる。

【０２７４】

第１２の観点によれば、駆動部は、通電されることで発熱し、故障検知部は、弁部品が故障している場合に弁部品に対する通電を停止する装置に、信号を出力する。このように、弁部品の故障時に通電を停止することで、故障時の安全性を高めることができる。

【０２７５】

第１３の観点によれば、故障検知部は、弁部品が故障している場合に、人に報知を行う報知装置を作動させる装置に、信号を出力する。これにより、人は、弁部品の故障を知ることができる。

【０２７６】

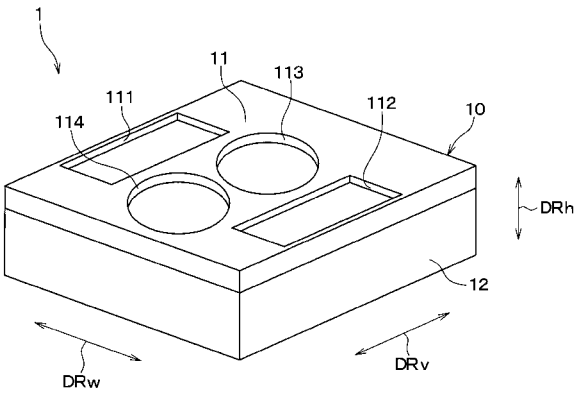
第１４の観点によれば、弁部品は、半導体チップによって構成されている。これによれば、弁部品を小型に構成できる。

【符号の説明】

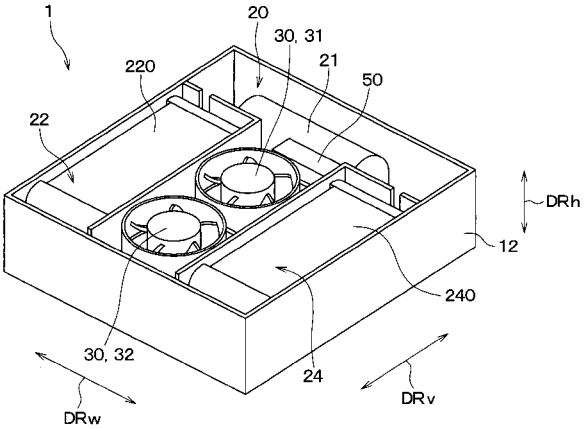
【０２７７】

１０	筐体
２１	圧縮機
２２	放熱器
２３	減圧部
２４	蒸発器
Ｘ１	マイクロバルブ（弁部品）
Ｘ１１、Ｘ１２１、Ｘ１３	基部
Ｘ１２３、Ｘ１２４、Ｘ１２５	駆動部
Ｘ１２６、Ｘ１２７	増幅部
Ｘ１２８	可動部

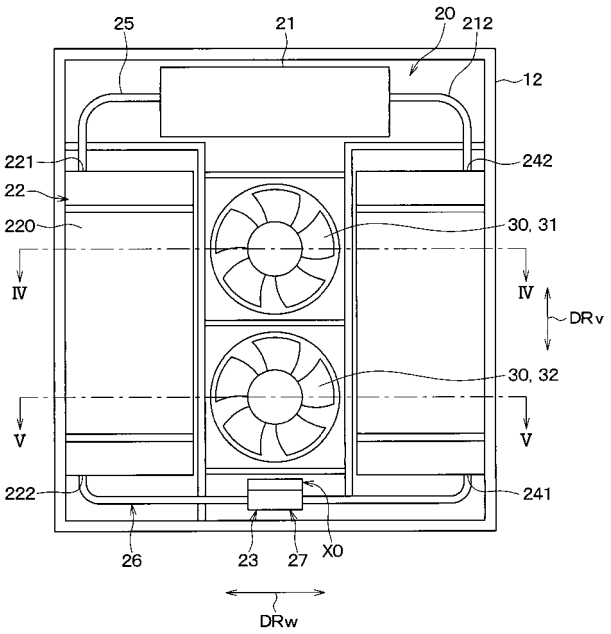
【図１】



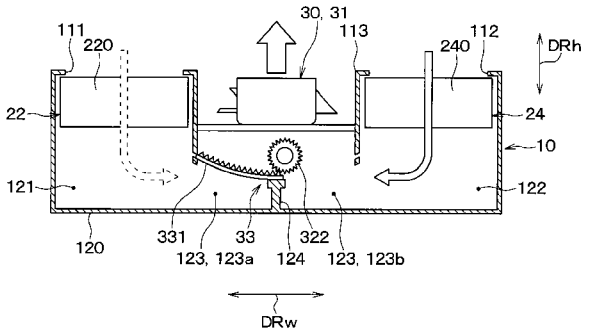
【図２】



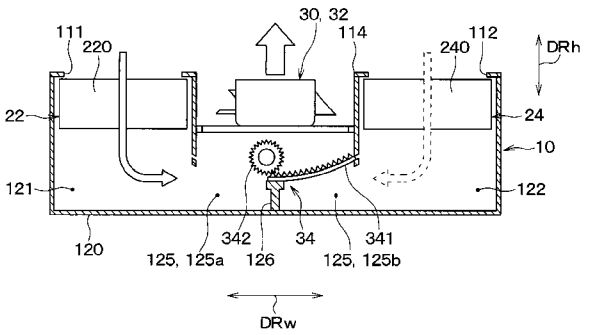
【図３】



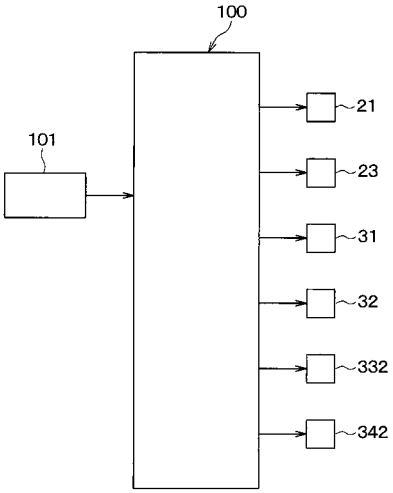
【図４】



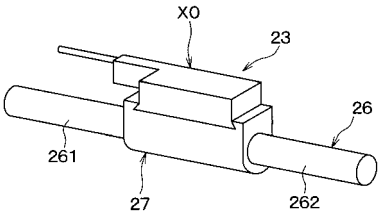
【図５】



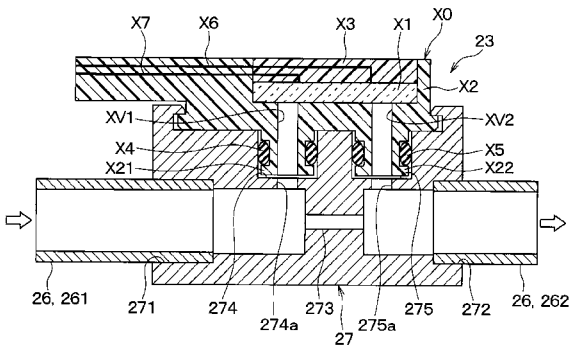
【図６】



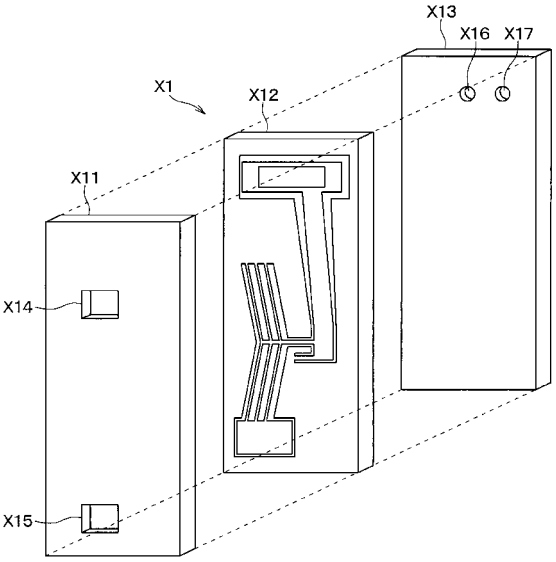
【図７】



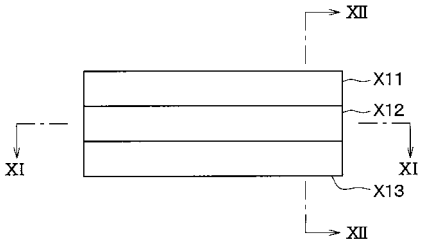
【図８】



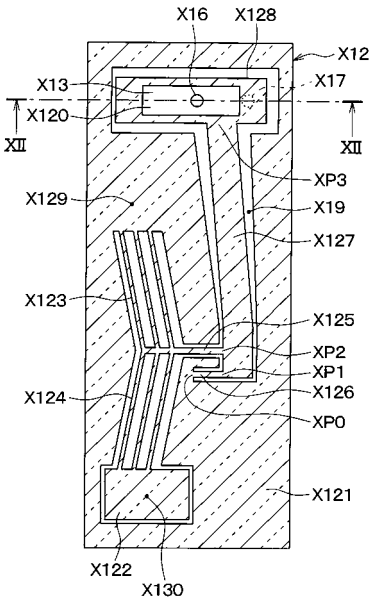
【図９】



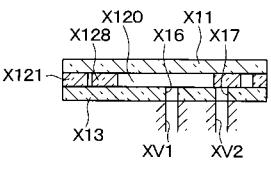
【図１０】



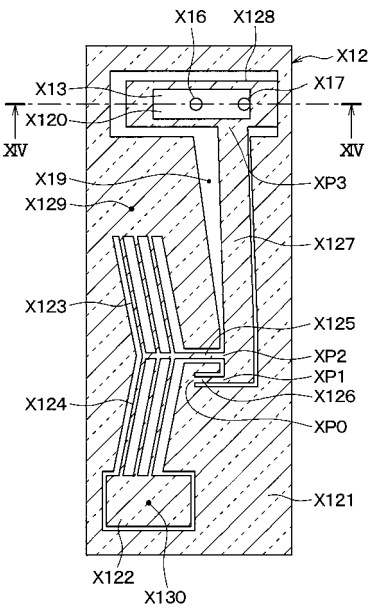
【図１１】



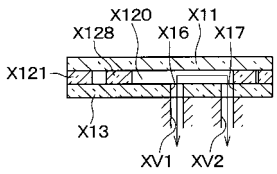
【図１２】



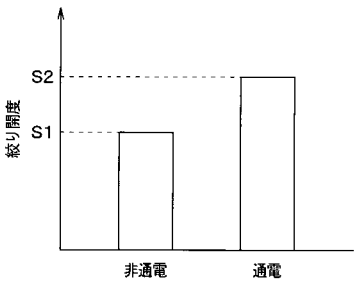
【図１３】



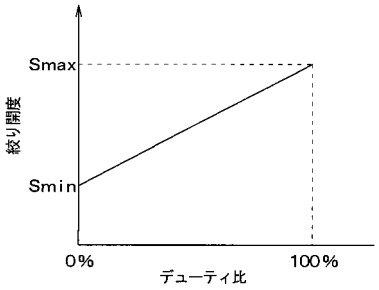
【図１４】



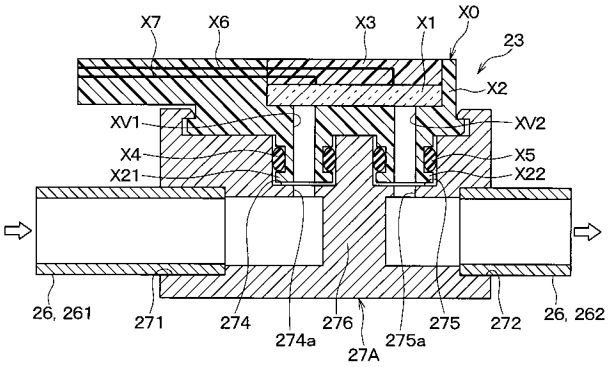
【図１５】



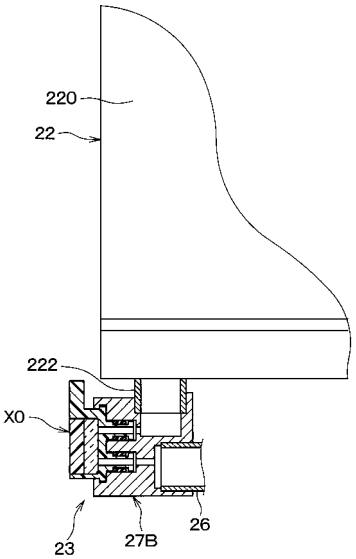
【図１７】



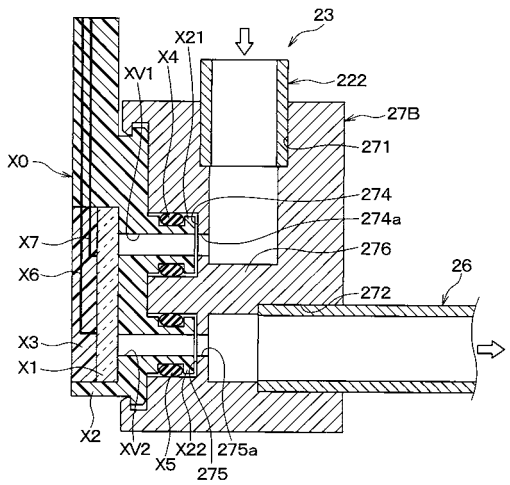
【図１６】



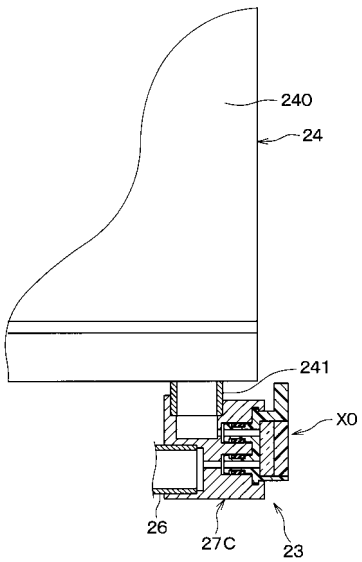
【図１８】



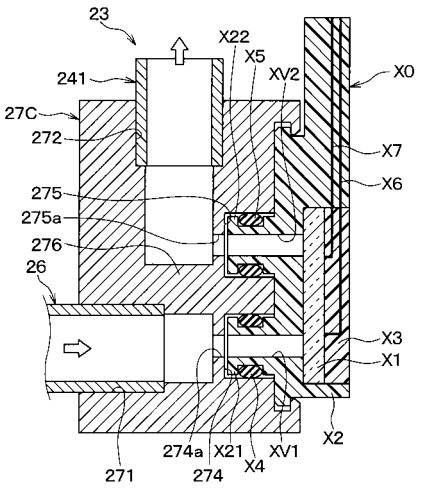
【図１９】



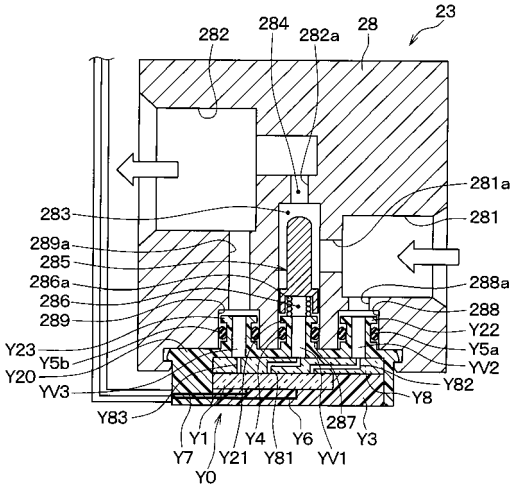
【図２０】



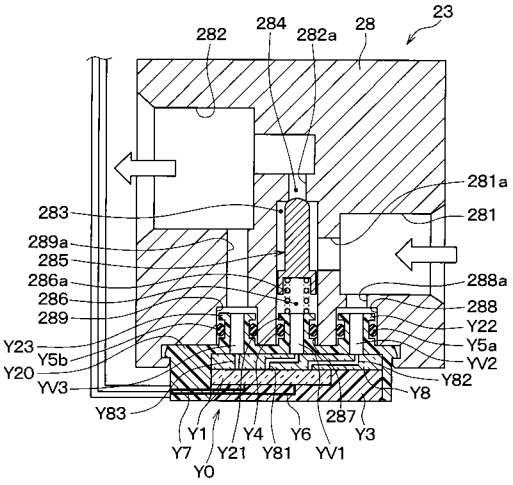
【図２１】



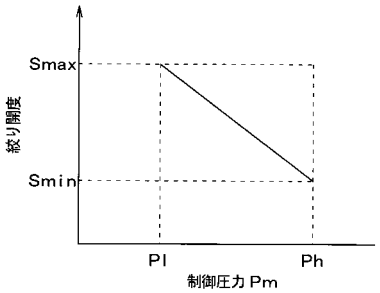
【図２２】



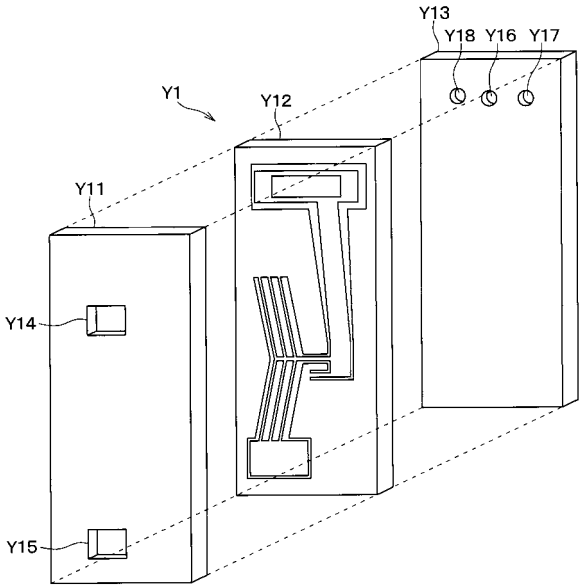
【図２３】



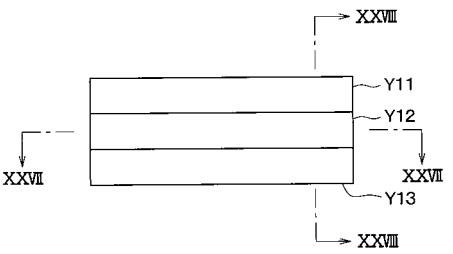
【図２４】



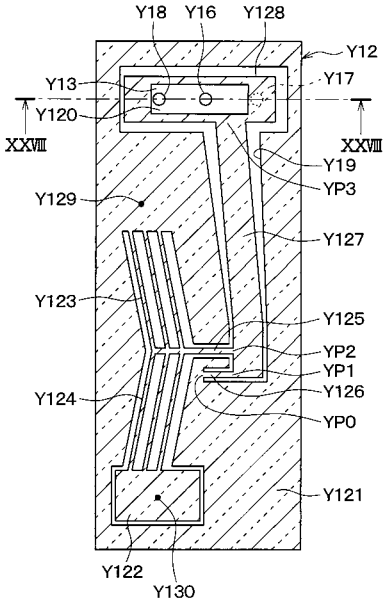
【図２５】



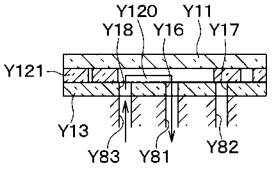
【図２６】



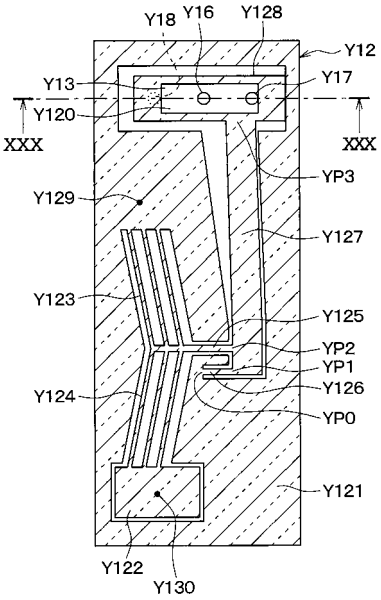
【図２７】



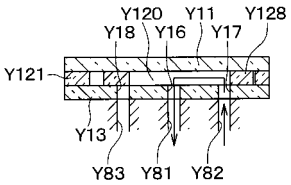
【図２８】



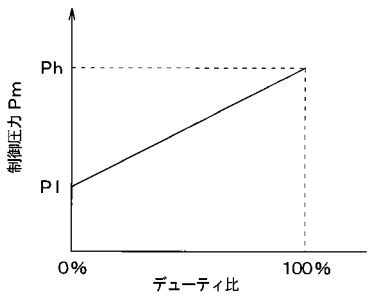
【図２９】



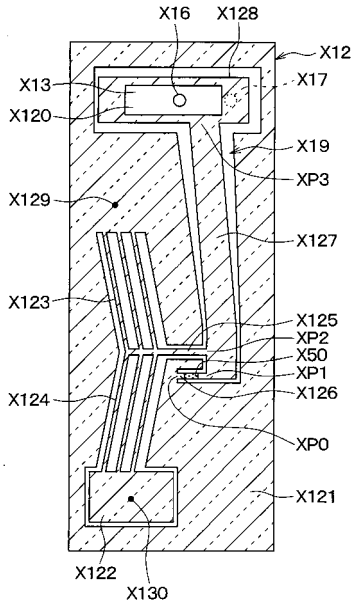
【図３０】



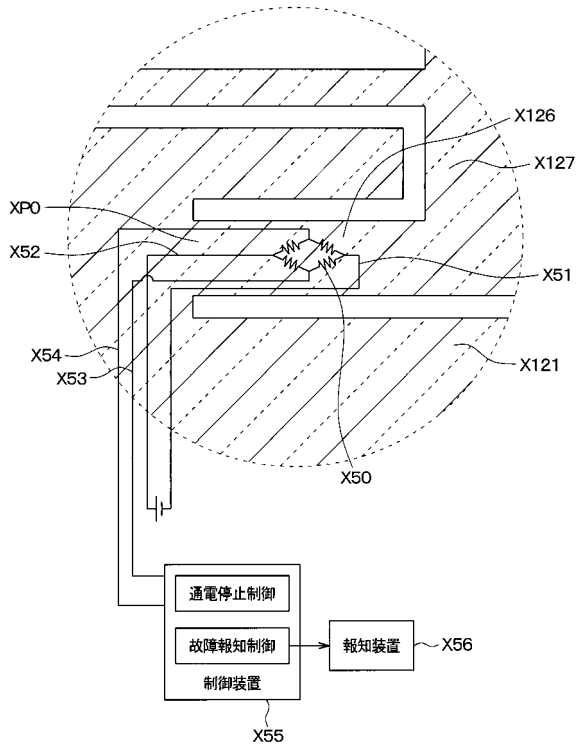
【図３１】



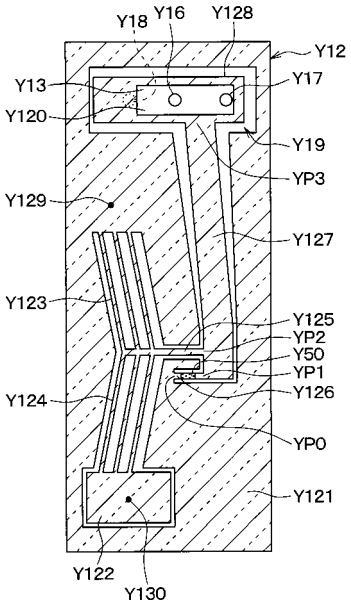
【図３２】



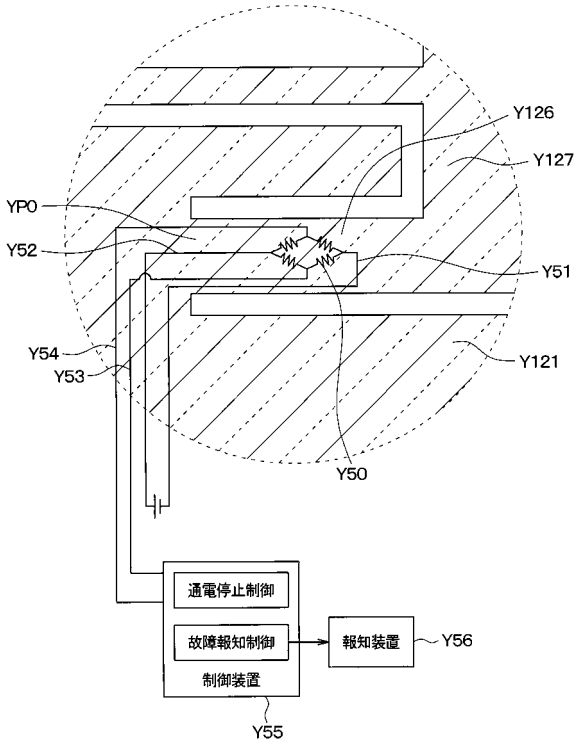
【図３３】


X126
X127
XP0
X52
X51
X54
X53
X121
X50
通電停止制御
故障報知制御
報知装置
X56
制御装置
X55

【図３４】


Y18
Y16
Y128
Y12
Y13
Y17
Y120
Y19
YP3
Y129
Y127
Y123
Y125
YP2
Y50
YP1
Y124
Y126
YP0
Y121
Y122
Y130

【図３５】


Y126
Y127
YP0
Y52
Y51
Y54
Y53
Y121
Y50
通電停止制御
故障報知制御
報知装置
Y56
制御装置
Y55

フロントページの続き

(72)発明者　横井　孝紀
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　鈴木　達博
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内