

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5748000号  
(P5748000)

(45) 発行日 平成27年7月15日(2015.7.15)

(24) 登録日 平成27年5月22日(2015.5.22)

(51) Int. Cl.	F 1	
<b>B60H 1/22 (2006.01)</b>	B60H 1/22	671
<b>B60H 1/32 (2006.01)</b>	B60H 1/32	624D
<b>B60K 6/48 (2007.10)</b>	B60K 6/48	ZHV
<b>B60W 10/30 (2006.01)</b>	B60K 6/20	380
<b>B60W 20/00 (2006.01)</b>	B60K 6/26	
請求項の数 8 (全 26 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2013-544032 (P2013-544032)  
 (86) (22) 出願日 平成23年11月16日(2011.11.16)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/076399  
 (87) 国際公開番号 W02013/073021  
 (87) 国際公開日 平成25年5月23日(2013.5.23)  
 審査請求日 平成26年4月25日(2014.4.25)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 新井 邦彦  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 審査官 仲村 靖

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気機器の冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載された電気機器の冷却装置であって、  
 電気機器(31)に含まれる発熱源(110)を冷却するための冷却部(30)を備え

、前記冷却部(30)は、

前記発熱源(110)が設けられる第1表面(131)と、前記第1表面(131)の裏側に配置される第2表面(136)とを有し、前記第1表面(131)と前記第2表面(136)との間に配置される熱伝達媒体空間(150)が形成され、前記発熱源(110)で発生した熱を伝える伝熱部材(130)と、

前記第2表面(136)に設けられ、前記伝熱部材(130)を通じて伝えられた熱を放熱するフィン部(140)と、

前記第1表面(131)に設けられ、車室空調用の冷媒が流通する冷媒通路(32)を形成する冷媒通路形成部材(120)と、

前記熱伝達媒体空間(150)に対して、前記冷媒通路(32)を流通する冷媒とは異なる熱伝達媒体を給排出する給排出部(158)とを含み、

前記発熱源(110)と前記フィン部(140)とは、前記伝熱部材(130)を挟んで互いに反対側に設けられ、前記冷媒通路形成部材(120)と前記フィン部(140)とは、前記伝熱部材(130)を挟んで互いに反対側に設けられる、電気機器の冷却装置

。

## 【請求項 2】

蒸気圧縮式の冷凍サイクルを構成し、車両空調用の冷媒が循環する循環通路（21, 22, 23, 24, 25, 26, 27）と、

前記循環通路（21, 22, 23, 24, 25, 26, 27）と前記冷媒通路（32）との間を連絡する連絡通路（34, 36, 51）と、

前記連絡通路（34, 36, 51）の経路上に設けられ、前記循環通路（21, 22, 23, 24, 25, 26, 27）と前記冷媒通路（32）との間の冷媒流れを許容もしくは遮断する切り換え弁（52）とをさらに備える、請求項 1 に記載の電気機器の冷却装置。

## 【請求項 3】

前記循環通路（21, 22, 23, 24, 25, 26, 27）と前記冷媒通路（32）との間の冷媒流れが遮断された状態で、前記熱伝達媒体空間（150）に熱伝達媒体が充填され、前記循環通路（21, 22, 23, 24, 25, 26, 27）と前記冷媒通路（32）との間の冷媒流れが許容された状態で、前記熱伝達媒体空間（150）が空隙とされる、請求項 2 に記載の電気機器の冷却装置。

## 【請求項 4】

前記伝熱部材（130）の温度を測定するための第 1 温度測定部（160）と、

前記第 1 温度測定部（160）で測定された前記伝熱部材（130）の温度 T1 に基づいて、前記切り換え弁（52）の動作を制御する制御部（180）とをさらに備え、

前記制御部（180）は、T1 の値が 1（1 は、予め設定された閾値）以上である場合に、前記循環通路（21, 22, 23, 24, 25, 26, 27）と前記冷媒通路（32）との間の冷媒流れを許容するように、前記切り換え弁（52）を動作させる、請求項 2 に記載の電気機器の冷却装置。

## 【請求項 5】

前記冷却部（30）は、前記熱伝達媒体空間（150）に連通して設けられ、熱伝達媒体を貯留可能なタンク（156）をさらに含み、

前記タンク（156）は、前記タンク（156）に貯留された熱伝達媒体から前記タンク（156）の周囲に放熱する放熱部（157）を有する、請求項 1 に記載の電気機器の冷却装置。

## 【請求項 6】

前記冷却部（30）は、前記タンク（156）として、別々の位置に設けられた第 1 タンク（156A）および第 2 タンク（156B）を含む、請求項 5 に記載の電気機器の冷却装置。

## 【請求項 7】

前記伝熱部材（130）の温度を測定するための第 1 温度測定部（160）と、

前記第 1 タンク（156A）および前記第 2 タンク（156B）に貯留された熱伝達媒体の温度をそれぞれ測定するための第 2 温度測定部（185）および第 3 温度測定部（190）と、

前記第 1 温度測定部（160）で測定された前記伝熱部材（130）の温度 T1 と、前記第 2 温度測定部（185）および前記第 3 温度測定（190）で測定された熱伝達媒体の温度とに基づいて、前記給排出部（158）の動作を制御する制御部（180）とをさらに備え、

前記制御部（180）は、T1 の値が 2（2 は、予め設定された閾値）以上である場合に、前記第 1 タンク（156A）および前記第 2 タンク（156B）のうち熱伝達媒体の温度が低い方のタンクに貯留された熱伝達媒体を、前記熱伝達媒体空間（150）に供給しつつ、前記熱伝達媒体空間（150）に配置された熱伝達媒体を、前記第 1 タンク（156A）および前記第 2 タンク（156B）のうち熱伝達媒体の温度が高い方のタンクに排出するように、前記給排出部（158）を動作させる、請求項 6 に記載の電気機器の冷却装置。

## 【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記第1タンク(156A)は、車室内に設けられ、前記第2タンク(156B)は、車室外に設けられる、請求項6に記載の電気機器の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、一般的には、車両に搭載された電気機器の冷却装置に関し、より特定的には、車室空調用の冷媒を用いた冷却と、フィン構造を用いた冷却とを併用する電気機器の冷却装置である。

【背景技術】

【0002】

従来の電気機器の冷却装置に関して、たとえば、特開2007-69733号公報には、バッテリー等の発熱体を効率的に冷却するとともに、暖房性能の向上を図ることを目的とした、車両用空調装置を利用した発熱体冷却システムが開示されている(特許文献1)。特許文献1に開示された発熱体冷却システムにおいては、膨張弁から圧縮機へ至る冷媒通路に、空調用の空気と熱交換する熱交換器と、発熱体と熱交換する熱交換器とが並列に配置され、空調装置用の冷媒を利用して発熱体を冷却する。

【0003】

また、特開2005-90862号公報には、蒸気圧縮式冷凍サイクルを利用してHV機器を効率的に冷却することを目的とした冷却システムが開示されている(特許文献2)。特許文献2に開示された冷却システムにおいては、空調用の冷凍サイクルの減圧器、蒸発器および圧縮機をバイパスするバイパス通路に、発熱体を冷却するための発熱体冷却手段が設けられている。

【0004】

また、特開2008-109131号公報には、熱的に効率がよく、半導体モジュールに完全に内蔵され、流体の汚染や漏れの問題を回避し、かつモジュールの取り付け/交換を容易にすることを目的とした冷却システムが開示されている(特許文献3)。特許文献3に開示された冷却システムにおいては、ハウジング内に画定されたくぼみに、電力デバイスが配設されている。ハウジング内に冷媒流体が能動的に循環されるとともに、ハウジングにはピンフィンが結合されている。

【0005】

また、特開2002-270748号公報には、冷却能力が高く、かつ、製造時および運転時の熱応力による絶縁破壊のおそれを解消して高い信頼性を備えることを目的とした半導体モジュールおよび電極変換装置が開示されている(特許文献4)。特許文献4に開示された半導体モジュールにおいては、ベース板に、内部に流通路を有する導体部材が接合される。導体部材には、パワー半導体素子が半田により接合される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-69733号公報

【特許文献2】特開2005-90862号公報

【特許文献3】特開2008-109131号公報

【特許文献4】特開2002-270748号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述の特許文献に開示されるように、車両に搭載された電気機器を冷却する冷却装置として、車室内の空調のための蒸気圧縮式冷凍サイクルを利用する技術が提案されている。このような冷却装置においては、車両の燃費の悪化や空調能力の低下を回避すべく、車室空調用の冷媒による電気機器の冷却効率を高める必要がある。

【0008】

10

20

30

40

50

そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、冷却効率に優れた電気機器の冷却装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明に従った電気機器の冷却装置は、車両に搭載された電気機器の冷却装置である。電気機器の冷却装置は、電気機器に含まれる発熱源を冷却するための冷却部を備える。冷却部は、発熱源が設けられる第1表面と、第1表面の裏側に配置される第2表面とを有し、第1表面と第2表面との間に配置される熱伝達媒体空間が形成され、発熱源で発生した熱を伝える伝熱部材と、第2表面に設けられ、伝熱部材を通じて伝えられた熱を放熱するフィン部と、第1表面に設けられ、車室空調用の冷媒が流通する冷媒通路を形成する冷媒通路形成部材と、熱伝達媒体空間に対して、冷媒通路を流通する冷媒とは異なる熱伝達媒体を給排出する給排出部とを含む。

10

【0010】

このように構成された電気機器の冷却装置によれば、発熱源で発生し、伝熱部材を伝わる熱が、冷媒通路を形成する冷媒通路形成部材と、フィン部とにおいて放熱される。本発明では、伝熱部材を挟んで冷媒通路形成部材とフィン部とが反対側に設けられ、冷媒通路形成部材と発熱源とが同じ側に設けられるため、フィン部から冷媒通路形成部材への熱伝達を抑制しつつ、発熱源から冷媒通路形成部材への熱伝達を促進させることができる。この際、熱伝達媒体空間に配置された熱伝達媒体は、発熱源から伝熱部材に伝わった熱を吸熱してフィン部へと伝える熱伝達の媒体となる。熱伝達媒体空間に配置された熱伝達媒体は、吸熱によって徐々に温度上昇するが、給排出部によって、温度上昇した熱伝達媒体を新たな熱伝達媒体と入れ替えることができる。したがって、本発明によれば、電気機器の冷却効率を向上させることができる。

20

【0011】

また好ましくは、電気機器の冷却装置は、蒸気圧縮式の冷凍サイクルを構成し、車両空調用の冷媒が循環する循環通路と、循環通路と冷媒通路との間を連絡する連絡通路と、連絡通路の経路上に設けられ、循環通路と冷媒通路との間の冷媒流れを許容もしくは遮断する切り換え弁とをさらに備える。

【0012】

このように構成された電気機器の冷却装置によれば、切り換え弁の動作によって、車室空調用の冷媒を用いた冷却を選択的に利用することができる。

30

【0013】

また好ましくは、循環通路と冷媒通路との間の冷媒流れが遮断された状態で、熱伝達媒体空間に熱伝達媒体が充填される。循環通路と冷媒通路との間の冷媒流れが許容された状態で、熱伝達媒体空間が空隙とされる。

【0014】

このように構成された電気機器の冷却装置によれば、循環通路と冷媒通路との間の冷媒流れが遮断された状態では、発熱源で発生した熱が、伝熱部材から熱伝達媒体空間に配置された熱伝達媒体を通じてフィン部に熱伝達される。一方、循環通路と冷媒通路との間の冷媒流れが許容された状態では、発熱源で発生した熱が、伝熱部材から冷媒通路形成部材へと熱伝達される。このとき、空隙とされた熱伝達媒体空間が断熱層として機能することによって、フィン部から冷媒通路形成部材への熱伝達が抑制される。

40

【0015】

また好ましくは、電気機器の冷却装置は、伝熱部材の温度を測定するための第1温度測定部と、第1温度測定部で測定された伝熱部材の温度 $T_1$ に基づいて、切り換え弁の動作を制御する制御部とをさらに備える。制御部は、 $T_1$ の値が $1$  ( $1$ は、予め設定された閾値)以上である場合に、循環通路と冷媒通路との間の冷媒流れを許容するように、切り換え弁を動作させる。

【0016】

このように構成された電気機器の冷却装置によれば、伝熱部材の温度 $T_1$ が予め設定さ

50

れた閾値 1 以上である場合に、フィン部による冷却では不十分と判断して、車室空調用の冷媒を用いた冷却を追加する。これにより、車室空調用の冷媒を用いた冷却を常時利用する場合と比較して、エネルギーの利用効率を高めることができる。

【0017】

また好ましくは、冷却部は、熱伝達媒体空間に連通して設けられ、熱伝達媒体を貯留可能なタンクをさらに含む。タンクは、タンクに貯留された熱伝達媒体からタンクの周囲に放熱する放熱部を有する。

【0018】

このように構成された電気機器の冷却装置によれば、熱伝達媒体空間において温度上昇した熱伝達媒体と入れ替える熱伝達媒体として、放熱部を通じて放熱し、低温となった熱伝達媒体をタンクに準備することができる。

10

【0019】

また好ましくは、冷却部は、タンクとして、別々の位置に設けられた第1タンクおよび第2タンクを含む。このように構成された電気機器の冷却装置によれば、熱伝達媒体空間と第1タンクおよび第2タンクとの間で、熱伝達媒体を自在に入れ替えることができる。

【0020】

また好ましくは、電気機器の冷却装置は、伝熱部材の温度を測定するための第1温度測定部と、第1タンクおよび第2タンクに貯留された熱伝達媒体の温度をそれぞれ測定するための第2温度測定部および第3温度測定部と、第1温度測定部で測定された伝熱部材の温度  $T_1$  と、第2温度測定部および第3温度測定で測定された熱伝達媒体の温度とに基づいて、給排出部の動作を制御する制御部とをさらに備える。制御部は、 $T_1$  の値が 2 (2 は、予め設定された閾値) 以上である場合に、第1タンクおよび第2タンクのうち熱伝達媒体の温度が低い方のタンクに貯留された熱伝達媒体を、熱伝達媒体空間に供給しつつ、熱伝達媒体空間に配置された熱伝達媒体を、第1タンクおよび第2タンクのうち熱伝達媒体の温度が高い方のタンクに排出するように、給排出部を動作させる。

20

【0021】

このように構成された電気機器の冷却装置によれば、伝熱部材の温度  $T_1$  が予め設定された閾値 2 以上である場合に、現状の熱伝達媒体空間に配置された熱伝達媒体では発熱源からフィン部への熱伝達が不十分と判断して、第1タンクおよび第2タンクのうち熱伝達媒体の温度が低い方のタンクに貯留された熱伝達媒体を、熱伝達媒体空間に供給しつつ、熱伝達媒体空間に配置された熱伝達媒体を、第1タンクおよび第2タンクのうち熱伝達媒体の温度が高い方のタンクに排出する。これにより、熱伝達媒体空間に配置された熱伝達媒体の温度上昇を抑制し、発熱源からフィン部への熱伝達を促進させることができる。

30

【0022】

また好ましくは、第1タンクは、車室内に設けられ、第2タンクは、車室外に設けられる。

【0023】

このように構成された電気機器の冷却装置によれば、第1タンクの周囲環境と、第2タンクの周囲環境とが、互いに異なる温度変化を示すため、各タンクの放熱部を通じた熱伝達媒体の放熱性に差が生じる。このため、第1タンクおよび第2タンクに、冷却された熱伝達媒体を互いに異なるタイミングで準備することができる。

40

【発明の効果】

【0024】

以上に説明したように、この発明に従えば、冷却効率に優れた電気機器の冷却装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】この発明の実施の形態における電気機器の冷却装置が適用される車両を示す概略図である。

【図2】この発明の実施の形態における電気機器の冷却装置の構成を模式的に示す図であ

50

る。

【図3】図2中の蒸気圧縮式冷凍サイクルにおける冷媒の状態を示すモリエル線図である。

【図4】蒸気圧縮式冷凍サイクルの運転中の、EV機器を冷却する冷媒の流れを示す模式図である。

【図5】蒸気圧縮式冷凍サイクルの停止中の、EV機器を冷却する冷媒の流れを示す模式図である。

【図6】この発明の実施の形態における電気機器の冷却装置において、流量調整弁および切り換え弁の開閉状態を示す図である。

【図7】図2中の冷却部の構造を示す断面図である。

10

【図8】比較のための冷却部の構造を示す断面図である。

【図9】この発明の実施の形態における電気機器の冷却装置の制御系を示すブロック図である。

【図10】図7中の冷却部において、フィン冷却時の状態を示す断面図である。

【図11】図7中の冷却部において、エアコン冷媒冷却時の状態を示す断面図である。

【図12】図7中の冷却部の制御フローを示すフローチャート図である。

【図13】図7中の冷却部の変形例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下で参照する図面では、同一またはそれに相当する部材には、同じ番号が付されている。

20

【0027】

図1は、この発明の実施の形態における電気機器の冷却装置が適用される車両を示す概略図である。

【0028】

車両1000は、内燃機関であるエンジン100と、電動機である駆動ユニット200と、PCU(Power Control Unit)700と、走行用バッテリー400とを有し、エンジン100および駆動ユニット200を動力源とするハイブリッド自動車である。

【0029】

エンジン100は、ガソリンエンジンであってもよいし、ディーゼルエンジンであってもよい。駆動ユニット200は、エンジン100とともに車両1000を駆動する駆動力を発生させる。エンジン100および駆動ユニット200は、ともに車両1000のエンジンルーム内に設けられている。駆動ユニット200は、ケーブル500によりPCU700と電氣的に接続されている。PCU700は、ケーブル600により走行用バッテリー400と電氣的に接続されている。

30

【0030】

図2は、この発明の実施の形態における電気機器の冷却装置の構成を模式的に示す図である。

【0031】

図2を参照して、本実施の形態における電気機器の冷却装置は、蒸気圧縮式冷凍サイクル10を備える。蒸気圧縮式冷凍サイクル10は、たとえば、車室内の冷房を行なうために、車両1000に搭載されている。蒸気圧縮式冷凍サイクル10を用いた冷房は、たとえば、冷房を行なうためのスイッチがオンされた場合、または、自動的に車室内の温度を設定温度になるように調整する自動制御モードが選択されており、かつ、車室内の温度が設定温度よりも高い場合に行なわれる。

40

【0032】

蒸気圧縮式冷凍サイクル10は、圧縮機12と、第1熱交換器としての熱交換器14と、熱交換器15と、減圧器の一例としての膨張弁16と、第2熱交換器としての熱交換器18とを有する。蒸気圧縮式冷凍サイクル10は、熱交換器14と熱交換器15との間の冷媒の経路上に配置された気液分離器40を有する。

50

## 【 0 0 3 3 】

圧縮機 1 2 は、車両に搭載されたモータまたはエンジンを動力源として作動し、冷媒ガスを断熱的に圧縮して過熱状態冷媒ガスとする。圧縮機 1 2 は、蒸気圧縮式冷凍サイクル 1 0 の作動時に熱交換器 1 8 から流通する冷媒を吸入圧縮して、冷媒通路 2 1 に高温高压の気相冷媒を吐出する。圧縮機 1 2 は、冷媒通路 2 1 に冷媒を吐出することで、蒸気圧縮式冷凍サイクル 1 0 に冷媒を循環させる。

## 【 0 0 3 4 】

熱交換器 1 4 , 1 5 は、圧縮機 1 2 において圧縮された過熱状態冷媒ガスを、外部媒体へ等圧的に放熱させて冷媒液とする。圧縮機 1 2 から吐出された高压の気相冷媒は、熱交換器 1 4 , 1 5 において周囲に放熱し冷却されることによって、凝縮（液化）する。熱交換器 1 4 , 1 5 は、冷媒を流通するチューブと、チューブ内を流通する冷媒および熱交換器 1 4 , 1 5 の周囲の空気の間で熱交換するためのフィンとを有する。

10

## 【 0 0 3 5 】

熱交換器 1 4 , 1 5 は、冷却風と冷媒との間で、熱交換を行なう。冷却風は、車両の走行によって発生する自然の通風によって熱交換器 1 4 , 1 5 に供給されてもよい。冷却風は、コンデンサファン 4 2 もしくはエンジン冷却用のラジエータファンなどの冷却ファンからの強制通風によって熱交換器 1 4 , 1 5 に供給されてもよい。熱交換器 1 4 , 1 5 における熱交換によって、冷媒の温度は低下し冷媒は液化する。

## 【 0 0 3 6 】

膨張弁 1 6 は、冷媒通路 2 5 を流通する高压の液相冷媒を小さな孔から噴射させることにより膨張させて、低温・低压の霧状冷媒に変化させる。膨張弁 1 6 は、熱交換器 1 4 , 1 5 によって凝縮された冷媒液を減圧して、気液混合状態の湿り蒸気とする。なお、冷媒液を減圧するための減圧器は、絞り膨張する膨張弁 1 6 に限られず、毛細管であってもよい。

20

## 【 0 0 3 7 】

熱交換器 1 8 は、その内部を流通する霧状冷媒が気化することによって、熱交換器 1 8 に接触するように導入された周囲の空気の熱を吸収する。熱交換器 1 8 は、膨張弁 1 6 によって減圧された冷媒を用いて、冷媒の湿り蒸気が蒸発して冷媒ガスとなる際の気化熱を、車室内へ流通する空調用空気から吸収して、車室内の冷房を行なう。熱が熱交換器 1 8 に吸収されることにより温度が低下した空調用空気が車室内に再び戻されることによって、車室内の冷房が行なわれる。冷媒は、熱交換器 1 8 において周囲から吸熱し加熱される。

30

## 【 0 0 3 8 】

熱交換器 1 8 は、冷媒を流通するチューブと、チューブ内を流通する冷媒および熱交換器 1 8 の周囲の空気の間で熱交換するためのフィンとを有する。チューブ内には、湿り蒸気状態の冷媒が流通する。冷媒は、チューブ内を流通する際に、フィンを経由して車室内の空気の熱を蒸発潜熱として吸収することによって蒸発し、さらに顕熱によって過熱蒸気になる。気化した冷媒は、冷媒通路 2 7 を経由して圧縮機 1 2 へ流通する。圧縮機 1 2 は、熱交換器 1 8 から流通する冷媒を圧縮する。

## 【 0 0 3 9 】

蒸気圧縮式冷凍サイクル 1 0 は、圧縮機 1 2 と熱交換器 1 4 とを連通する冷媒通路 2 1 と、熱交換器 1 4 と熱交換器 1 5 とを連通する冷媒通路 2 2 , 2 3 , 2 4 と、熱交換器 1 5 と膨張弁 1 6 とを連通する冷媒通路 2 5 と、膨張弁 1 6 と熱交換器 1 8 とを連通する冷媒通路 2 6 と、熱交換器 1 8 と圧縮機 1 2 とを連通する冷媒通路 2 7 とを有する。

40

## 【 0 0 4 0 】

冷媒通路 2 1 は、冷媒を圧縮機 1 2 から熱交換器 1 4 に流通させるための通路である。冷媒は、冷媒通路 2 1 を経由して、圧縮機 1 2 と熱交換器 1 4 との間を、圧縮機 1 2 の出口から熱交換器 1 4 の入口へ向かって流れる。冷媒通路 2 2 ~ 2 5 は、冷媒を熱交換器 1 4 から膨張弁 1 6 に流通させるための通路である。冷媒は、冷媒通路 2 2 ~ 2 5 を経由して、熱交換器 1 4 と膨張弁 1 6 との間を、熱交換器 1 4 の出口から膨張弁 1 6 の入口へ向

50

かって流れる。

【 0 0 4 1 】

冷媒通路 2 6 は、冷媒を膨張弁 1 6 から熱交換器 1 8 に流通させるための通路である。冷媒は、冷媒通路 2 6 を経由して、膨張弁 1 6 と熱交換器 1 8 との間を、膨張弁 1 6 の出口から熱交換器 1 8 の入口へ向かって流れる。冷媒通路 2 7 は、冷媒を熱交換器 1 8 から圧縮機 1 2 に流通させるための通路である。冷媒は、冷媒通路 2 7 を経由して、熱交換器 1 8 と圧縮機 1 2 との間を、熱交換器 1 8 の出口から圧縮機 1 2 の入口へ向かって流れる。

【 0 0 4 2 】

蒸気圧縮式冷凍サイクル 1 0 は、圧縮機 1 2、熱交換器 1 4、1 5、膨張弁 1 6 および熱交換器 1 8 が、冷媒通路 2 1 ~ 2 7 によって連結されて構成される。なお、蒸気圧縮式冷凍サイクル 1 0 の冷媒としては、たとえば二酸化炭素、プロパンやイソブタンなどの炭化水素、アンモニア、フロン類または水などを用いることができる。

10

【 0 0 4 3 】

気液分離器 4 0 は、熱交換器 1 4 と熱交換器 1 5 との間の冷媒の経路上に設けられている。気液分離器 4 0 は、熱交換器 1 4 から流出する冷媒を気相冷媒と液相冷媒とに分離する。気液分離器 4 0 の内部には、液相冷媒である冷媒液と、気相冷媒である冷媒蒸気とが蓄蔵されている。気液分離器 4 0 には、冷媒通路 2 2、2 3 と、冷媒通路 3 4 とが連結されている。

【 0 0 4 4 】

熱交換器 1 4 の出口側において冷媒は、飽和液と飽和蒸気とが混合した気液二相状態の湿り蒸気の状態にある。熱交換器 1 4 から流出した冷媒は、冷媒通路 2 2 を通って気液分離器 4 0 へ供給される。冷媒通路 2 2 から気液分離器 4 0 へ流入する気液二相状態の冷媒は、気液分離器 4 0 の内部において気相と液相とに分離される。気液分離器 4 0 は、熱交換器 1 4 によって凝縮された冷媒を液体状の冷媒液とガス状の冷媒蒸気とに分離して、一時的に蓄える。

20

【 0 0 4 5 】

分離された冷媒液は、冷媒通路 3 4 を経由して、気液分離器 4 0 の外部へ流出する。気液分離器 4 0 内の液相中に配置された冷媒通路 3 4 の端部は、液相冷媒の気液分離器 4 0 からの流出口を形成する。分離された冷媒蒸気は、冷媒通路 2 3 を経由して、気液分離器 4 0 の外部へ流出する。気液分離器 4 0 内の気相中に配置された冷媒通路 2 3 の端部は、気相冷媒の気液分離器 4 0 からの流出口を形成する。気液分離器 4 0 から導出された気相の冷媒蒸気は、第 3 熱交換器としての熱交換器 1 5 において周囲に放熱し冷却されることによって、凝縮する。

30

【 0 0 4 6 】

気液分離器 4 0 の内部では、冷媒液が下側、冷媒蒸気が上側に溜まる。気液分離器 4 0 から冷媒液を導出する冷媒通路 3 4 の端部は、気液分離器 4 0 の底部に連結されている。冷媒通路 3 4 を経由して、気液分離器 4 0 の底側から冷媒液のみが気液分離器 4 0 の外部へ送り出される。気液分離器 4 0 から冷媒蒸気を導出する冷媒通路 2 3 の端部は、気液分離器 4 0 の天井部に連結されている。冷媒通路 2 3 を経由して、気液分離器 4 0 の天井側から冷媒蒸気のみが気液分離器 4 0 の外部へ送り出される。これにより、気液分離器 4 0 は、気相冷媒と液相冷媒との分離を確実にこなうことができる。

40

【 0 0 4 7 】

熱交換器 1 4 の出口から膨張弁 1 6 の入口へ向かって流れる冷媒が流通する経路は、熱交換器 1 4 の出口側から気液分離器 4 0 へ至る冷媒通路 2 2 と、気液分離器 4 0 から冷媒蒸気を流出させ、後述する流量調整弁 2 8 を経由する冷媒通路 2 3 と、熱交換器 1 5 の入口側へ連結される冷媒通路 2 4 と、熱交換器 1 5 の出口側から冷媒を膨張弁 1 6 へ流通させる冷媒通路 2 5 とを有する。冷媒通路 2 3 は、気液分離器 4 0 で分離された気相冷媒が流れるための通路である。

【 0 0 4 8 】

50



熱交換器 14 と熱交換器 15 との間を流通する冷媒の経路は、気液分離器 40 と冷却部 30 とを連通する冷媒通路 34 と、冷却部 30 と冷媒通路 24 とを連通する冷媒通路 36 とを有する。冷媒通路 34 を経由して、気液分離器 40 から冷却部 30 へ冷媒液が流れる。冷却部 30 を通過した冷媒は、冷媒通路 36 を経由して、冷媒通路 24 へ戻る。冷却部 30 は、熱交換器 14 から熱交換器 15 へ向けて流れる冷媒の経路上に設けられている。

【 0049 】

図 2 に示す D 点は、冷媒通路 23 と冷媒通路 24 と冷媒通路 36 との連結点を示す。つまり、D 点は、冷媒通路 23 の下流側（熱交換器 15 に近接する側）の端部、冷媒通路 24 の上流側（熱交換器 14 に近接する側）の端部、および、冷媒通路 36 の下流側の端部を示す。冷媒通路 23 は、気液分離器 40 から膨張弁 16 へ向かう冷媒が流通する経路の、気液分離器 40 から D 点へ至る一部を形成する。

10

【 0050 】

本実施の形態における電気機器の冷却装置は、冷媒通路 23 と並列に配置された冷媒の経路を備え、冷却部 30 は、当該冷媒の経路上に設けられている。冷却部 30 は、熱交換器 14 と膨張弁 16 との間を気液分離器 40 から熱交換器 15 へ向けて流れる冷媒の経路において並列に接続された複数の通路のうちの、一方に設けられている。冷却部 30 は、車両に搭載される電気機器である EV (Electric Vehicle) 機器 31 と、車室空調用の冷媒が流通する冷媒通路 32 とを有する。EV 機器 31 は、その運動時に発熱する発熱源を含む。冷媒通路 32 の一方の端部は、冷媒通路 34 に接続される。冷媒通路 32 の他方の端部は、冷媒通路 36 に接続される。

20

【 0051 】

気液分離器 40 と図 2 に示す D 点との間の冷媒通路 23 に並列に接続された冷媒の経路は、冷却部 30 よりも上流側（気液分離器 40 に近接する側）の冷媒通路 34 と、冷却部 30 に含まれる冷媒通路 32 と、冷却部 30 よりも下流側（熱交換器 15 に近接する側）の冷媒通路 36 とを有する。冷媒通路 34 は、気液分離器 40 から冷却部 30 に、液相の冷媒を流通させるための通路である。冷媒通路 36 は、冷却部 30 から D 点に冷媒を流通させるための通路である。D 点は、冷媒通路 23, 24 と、冷媒通路 36 との分岐点である。

【 0052 】

気液分離器 40 から流出した冷媒液は、冷媒通路 34 を経由して、冷却部 30 へ向かって流通する。冷却部 30 へ流通し、冷媒通路 32 を経由して流れる冷媒は、電気機器としての EV 機器 31 に含まれる発熱源から熱を奪って、EV 機器 31 を冷却させる。冷却部 30 は、気液分離器 40 において分離され冷媒通路 34 を経由して冷媒通路 32 へ流れる液相の冷媒を用いて、EV 機器 31 を冷却する。冷却部 30 において、冷媒通路 32 内を流通する冷媒と、EV 機器 31 に含まれる発熱源とが熱交換することにより、EV 機器 31 は冷却され、冷媒は加熱される。冷媒はさらに冷媒通路 36 を経由して冷却部 30 から D 点へ向かって流通し、冷媒通路 24 を経由して熱交換器 15 へ至る。

30

【 0053 】

冷却部 30 は、冷媒通路 32 において EV 機器 31 と冷媒との間で熱交換が可能な構造を有するように設けられる。冷却部 30 の構造については後で詳細に説明する。

40

【 0054 】

EV 機器 31 は、冷却通路 32 の外部に配置される。この場合、冷媒通路 32 の内部を流通する冷媒の流れに EV 機器 31 が干渉することはない。このため、蒸気圧縮式冷凍サイクル 10 の圧力損失は増大しないので、圧縮機 12 の動力を増大させることなく、EV 機器 31 を冷却することができる。

【 0055 】

EV 機器 31 は、電力の授受によって発熱を伴う電気機器である。電気機器は、たとえば、直流電力を交流電力に変換するためのインバータ、回転電機であるモータジェネレータ、蓄電装置であるバッテリー、バッテリーの電圧を昇圧させるための昇圧コンバータ、バッテリーの電圧を降圧するための DC / DC コンバータなどの、少なくともいずれか一つを含

50

む。バッテリーは、リチウムイオン電池あるいはニッケル水素電池等の二次電池である。バッテリーに代えてキャパシタが用いられてもよい。

【 0 0 5 6 】

熱交換器 18 は、空気が流通するダクト 90 の内部に配置されている。熱交換器 18 は、冷媒とダクト 90 内を流通する空調用空気との間で熱交換して、空調用空気の温度を調節する。ダクト 90 は、ダクト 90 に空調用空気が流入する入口であるダクト入口 91 と、ダクト 90 から空調用空気が流出する出口であるダクト出口 92 とを有する。ダクト 90 の内部の、ダクト入口 91 の近傍には、ファン 93 が配置されている。

【 0 0 5 7 】

ファン 93 が駆動することにより、ダクト 90 内に空気が流通する。ファン 93 が稼働すると、ダクト入口 91 を経由してダクト 90 の内部へ空調用空気が流入する。ダクト 90 へ流入する空気は、外気であってもよく、車両の室内の空気であってもよい。図 2 中の矢印 95 は、熱交換器 18 を経由して流通し、蒸気圧縮式冷凍サイクル 10 の冷媒と熱交換する空調用空気の流れを示す。冷房運転時には、熱交換器 18 において空調用空気が冷却され、冷媒は空調用空気からの熱伝達を受けて加熱される。矢印 96 は、熱交換器 18 で温度調節され、ダクト出口 92 を経由してダクト 90 から流出する、空調用空気の流れを示す。

【 0 0 5 8 】

冷媒は、圧縮機 12 と熱交換器 14, 15 と膨張弁 16 と熱交換器 18 とが冷媒通路 21 ~ 27 によって順次接続された冷媒循環流路を通して、蒸気圧縮式冷凍サイクル 10 内を循環する。蒸気圧縮式冷凍サイクル 10 内を、図 2 に示す A 点、B 点、C 点、D 点、E 点および F 点を順に通過するように冷媒が流れ、圧縮機 12 と熱交換器 14, 15 と膨張弁 16 と熱交換器 18 とに冷媒が循環する。

【 0 0 5 9 】

図 3 は、図 2 中の蒸気圧縮式冷凍サイクルにおける冷媒の状態を示すモリエル線図である。図 3 中の横軸は、冷媒の比エンタルピーを示し、縦軸は、冷媒の絶対圧力を示す。比エンタルピーの単位は  $\text{kJ} / \text{kg}$  であり、絶対圧力の単位は  $\text{MPa}$  である。図中の曲線は、冷媒の飽和蒸気線および飽和液線である。

【 0 0 6 0 】

図 3 中には、熱交換器 14 の出口の冷媒通路 22 から気液分離器 40 を経由して冷媒通路 34 へ流入し、E V 機器 31 を冷却し、冷媒通路 36 から D 点を經由して熱交換器 15 の入口の冷媒通路 24 へ戻る、蒸気圧縮式冷凍サイクル 10 中の各点（すなわち A, B, C, D, E および F 点）における冷媒の熱力学状態が示される。このときの冷媒が流れる経路、すなわち冷媒通路 21、冷媒通路 22、冷媒通路 34、冷媒通路 36 および冷媒通路 24 ~ 27 は、第 1 通路を形成する。

【 0 0 6 1 】

図 3 を参照して、圧縮機 12 に吸入された過熱蒸気状態の冷媒（A 点）は、圧縮機 12 において等比エントロピー線に沿って断熱圧縮される。圧縮するに従って冷媒の圧力と温度とが上昇し、高温高压の過熱度の大きい過熱蒸気になって（B 点）、冷媒は熱交換器 14 へと流れる。圧縮機 12 から吐出された気相冷媒は、熱交換器 14 において周囲に放熱し冷却されることによって、凝縮（液化）する。熱交換器 14 における外気との熱交換によって、冷媒の温度は低下し冷媒は液化する。熱交換器 14 へ入った高压の冷媒蒸気は、熱交換器 14 において等圧のまま過熱蒸気から乾き飽和蒸気になり、凝縮潜熱を放出し徐々に液化して気液混合状態の湿り蒸気になる。気液二相状態である冷媒のうち、凝縮した冷媒は飽和液の状態である（C 点）。

【 0 0 6 2 】

冷媒は気液分離器 40 において気相冷媒と液相冷媒とに分離される。気液分離された冷媒のうち、液相の冷媒液が、気液分離器 40 から冷媒通路 34 を経由して冷却部 30 の冷媒通路 32 へ流れ、E V 機器 31 を冷却する。冷却部 30 において、熱交換器 14 を通過して凝縮された飽和液状態の液冷媒に熱を放出することで、E V 機器 31 が冷却される。

10

20

30

40

50

EV機器31との熱交換により、冷媒が加熱され、冷媒の乾き度が增大する。冷媒は、EV機器31から潜熱を受け取って一部気化することにより、飽和液と飽和蒸気とが混合した湿り蒸気となる(D点)。

【0063】

その後冷媒は、熱交換器15に流入する。冷媒の湿り蒸気は、熱交換器15において外気と熱交換して冷却されることにより再度凝縮され、冷媒の全部が凝縮すると飽和液になり、さらに顕熱を放出して過冷却された過冷却液になる(E点)。その後冷媒は、冷媒通路25を経由して膨張弁16に流入する。膨張弁16において、過冷却液状態の冷媒は絞り膨張され、比エンタルピーは変化せず温度と圧力が低下して、低温低圧の気液混合状態の湿り蒸気となる(F点)。

10

【0064】

膨張弁16から出た湿り蒸気状態の冷媒は、冷媒通路26を経由して熱交換器18へ流入する。熱交換器18のチューブ内には、湿り蒸気状態の冷媒が流入する。冷媒は、熱交換器18のチューブ内を流通する際に、フィンを経由して車両の室内の空気の熱を蒸発潜熱として吸収することによって、等圧のまま蒸発する。全ての冷媒が乾き飽和蒸気になると、さらに顕熱によって冷媒蒸気は温度上昇して、過熱蒸気となる(A点)。その後、冷媒は、冷媒通路27を経由して圧縮機12に吸入される。圧縮機12は、熱交換器18から流通する冷媒を圧縮する。

【0065】

冷媒はこのようなサイクルに従って、圧縮、凝縮、絞り膨張、蒸発の状態変化を連続的に繰り返す。なお、上述した蒸気圧縮式冷凍サイクルの説明では、理論冷凍サイクルについて説明しているが、実際の蒸気圧縮式冷凍サイクル10では、圧縮機12における損失、冷媒の圧力損失および熱損失を考慮する必要があるのは勿論である。

20

【0066】

蒸気圧縮式冷凍サイクル10の運転中に、冷媒は、蒸発器として作用する熱交換器18において蒸発する際に気化熱を車両の室内の空気から吸収して、車室内の冷房を行なう。加えて、熱交換器14から流出し気液分離器40で気液分離された高圧の液冷媒が冷却部30へ流通し、EV機器31と熱交換することでEV機器31を冷却する。本実施の形態における電気機器の冷却装置は、車両に搭載された発熱源であるEV機器31を、車室内の空調用の蒸気圧縮式冷凍サイクル10を利用して、冷却する。なお、EV機器31を冷却するために必要とされる温度は、少なくともEV機器31の温度範囲として目標となる温度範囲の上限値よりも低い温度であることが望ましい。

30

【0067】

熱交換器18において被冷却部を冷却するために設けられた蒸気圧縮式冷凍サイクル10を利用して、EV機器31の冷却が行なわれるので、EV機器31の冷却のために、専用の水循環ポンプまたは冷却ファンなどの機器を設ける必要はない。このため、EV機器31の冷却装置のために必要な構成を低減でき、装置構成を単純にできるので、冷却装置の製造コストを低減することができる。加えて、EV機器31の冷却のためにポンプや冷却ファンなどの動力源を運転する必要がなく、動力源を運転するための消費動力を必要としない。したがって、EV機器31の冷却のための消費動力を低減することができる。

40

【0068】

熱交換器14では、冷媒を湿り蒸気の状態にまで冷却すればよく、気液混合状態の冷媒は気液分離器40により分離され、飽和液状態の冷媒液のみが冷却部30へ供給される。EV機器31から蒸発潜熱を受け取り一部気化した湿り蒸気の状態の冷媒は、熱交換器15で再度冷却される。湿り蒸気状態の冷媒を凝縮させ完全に飽和液にするまで、冷媒は一定の温度で状態変化する。熱交換器15はさらに、車両の室内の冷房のために必要な程度の過冷却度にまで、液相冷媒を過冷却する。冷媒の過冷却度を過度に大きくする必要がないので、熱交換器14, 15の容量を低減することができる。したがって、車室用の冷房能力を確保でき、かつ、熱交換器14, 15のサイズを低減することができるので小型化され車載用に有利な、電気機器の冷却装置を得ることができる。

50

## 【 0 0 6 9 】

熱交換器 1 4 の出口から膨張弁 1 6 の入口へ向かう冷媒の経路の一部を形成する冷媒通路 2 3 は、熱交換器 1 4 と熱交換器 1 5 との間に設けられている。気液分離器 4 0 から膨張弁 1 6 へ向かう冷媒が流通する経路として、冷却部 3 0 を通過しない経路である冷媒通路 2 3 と、冷却部 3 0 を経由して E V 機器 3 1 を冷却する冷媒の経路である冷媒通路 3 4 , 3 6 および冷媒通路 3 2 とが並列に設けられる。冷媒通路 3 4 , 3 6 を含む E V 機器 3 1 の冷却系は、冷媒通路 2 3 と並列に接続されている。このため、熱交換器 1 4 から流出した冷媒の一部のみが、冷却部 3 0 へ流れる。E V 機器 3 1 の冷却のために必要な量の冷媒を冷却部 3 0 へ流通させ、E V 機器 3 1 は適切に冷却される。したがって、E V 機器 3 1 が過冷却されることを防止できる。

10

## 【 0 0 7 0 】

熱交換器 1 4 から直接、熱交換器 1 5 へ流れる冷媒の経路と、熱交換器 1 4 から冷却部 3 0 を経由して熱交換器 1 5 へ流れる冷媒の経路とを並列に設け、一部の冷媒のみを冷媒通路 3 4 , 3 6 へ流通させることで、E V 機器 3 1 の冷却系に冷媒が流れる際の圧力損失を低減することができる。全ての冷媒が冷却部 3 0 に流れないため、冷却部 3 0 を経由する冷媒の流通に係る圧力損失を低減することができ、それに伴い、冷媒を循環させるための圧縮機 1 2 の運転に必要な消費電力を低減することができる。

## 【 0 0 7 1 】

膨張弁 1 6 を通過した後の低温低圧の冷媒を E V 機器 3 1 の冷却に使用すると、熱交換器 1 8 における車室内の空気の冷却能力が減少して、車室用の冷房能力が低下する。これに対し、本実施の形態における電気機器の冷却装置では、蒸気圧縮式冷凍サイクル 1 0 において、圧縮機 1 2 から吐出された高圧の冷媒は、第 1 の凝縮器としての熱交換器 1 4 と、第 2 の凝縮器としての熱交換器 1 5 との両方によって凝縮される。圧縮機 1 2 と膨張弁 1 6 との間に二段の熱交換器 1 4 , 1 5 を配置し、E V 機器 3 1 を冷却する冷却部 3 0 は、熱交換器 1 4 と熱交換器 1 5 との間に設けられている。熱交換器 1 5 は、冷却部 3 0 から膨張弁 1 6 に向けて流れる冷媒の経路上に設けられている。

20

## 【 0 0 7 2 】

E V 機器 3 1 から蒸発潜熱を受けて加熱された冷媒を熱交換器 1 5 において十分に冷却することにより、膨張弁 1 6 の出口において、冷媒は、車両の室内の冷房のために本来必要とされる温度および圧力を有する。このため、熱交換器 1 8 において冷媒が蒸発するとき外部から受け取る熱量を十分に大きくすることができる。このように、冷媒を十分に冷却できる熱交換器 1 5 の放熱能力を定めることにより、車室内の空気を冷却する冷房の能力に影響を与えることなく、E V 機器 3 1 を冷却することができる。したがって、E V 機器 3 1 の冷却能力と、車室用の冷房能力との両方を、確実に確保することができる。

30

## 【 0 0 7 3 】

熱交換器 1 4 から冷却部 3 0 へ流れる冷媒は、E V 機器 3 1 を冷却するときに、E V 機器 3 1 から熱を受け取り加熱される。冷却部 3 0 において冷媒が飽和蒸気温度以上に加熱され冷媒の全量が気化すると、冷媒と E V 機器 3 1 との熱交換量が減少して E V 機器 3 1 を効率よく冷却できなくなり、また冷媒が配管内を流れる際の圧力損失が増大する。このため、E V 機器 3 1 を冷却した後に冷媒の全量が気化しない程度に、熱交換器 1 4 において十分に冷媒を冷却するのが望ましい。

40

## 【 0 0 7 4 】

具体的には、熱交換器 1 4 の出口における冷媒の状態を飽和液に近づけ、典型的には熱交換器 1 4 の出口において冷媒が飽和液線上にある状態にする。このように冷媒を十分に冷却できる能力を熱交換器 1 4 が有する結果、熱交換器 1 4 の冷媒から熱を放出させる放熱能力は、熱交換器 1 5 の放熱能力よりも高くなる。放熱能力が相対的に大きい熱交換器 1 4 において冷媒を十分に冷却することにより、E V 機器 3 1 から熱を受け取った冷媒を湿り蒸気の状態に留めることができ、冷媒と E V 機器 3 1 との熱交換量の減少を回避できるので、E V 機器 3 1 を十分に効率よく冷却することができる。E V 機器 3 1 を冷却した後の湿り蒸気の状態の冷媒は、熱交換器 1 5 において効率よく再度冷却され、飽和温度を

50

下回る過冷却液の状態にまで冷却される。したがって、車室用の冷房能力とE V機器31の冷却能力との両方を確保した、電気機器の冷却装置を提供することができる。

【0075】

熱交換器14の出口において気液二相状態にある冷媒は、気液分離器40内において、気相と液相とに分離される。気液分離器40で分離された気相冷媒は、冷媒通路23, 24を經由して流れ直接熱交換器15に供給される。気液分離器40で分離された液相冷媒は、冷媒通路34を經由して流れ、冷却部30に供給されてE V機器31を冷却する。この液相冷媒は、過不足の全くない真に飽和液状態の冷媒である。気液分離器40から液相の冷媒のみを取り出し冷却部30へ流すことにより、熱交換器14の能力を最大限に活用してE V機器31を冷却することができるので、E V機器31の冷却能力を向上させた電気機器の冷却装置を提供することができる。

10

【0076】

気液分離器40の出口で飽和液の状態にある冷媒をE V機器31を冷却する冷媒通路32に導入することにより、冷媒通路34, 36および冷媒通路32を含むE V機器31の冷却系を流れる冷媒のうち、気相状態の冷媒を最小限に抑えることができる。このため、E V機器31の冷却系を流れる冷媒蒸気の流速が早くなり圧力損失が増大することを抑制でき、冷媒を流通させるための圧縮機12の消費電力を低減できるので、蒸気圧縮式冷凍サイクル10の性能の悪化を回避することができる。

【0077】

気液分離器40の内部には、飽和液状態の冷媒液が貯留されている。気液分離器40は、その内部に液状の冷媒である冷媒液を一時的に貯留する蓄液器として機能する。気液分離器40内に所定量の冷媒液が溜められることにより、負荷変動時にも気液分離器40から冷却部30へ流れる冷媒の流量を維持できる。気液分離器40が液だめ機能を有し、負荷変動に対するバッファとなり負荷変動を吸収できるので、E V機器31の冷却性能を安定させることができる。

20

【0078】

図2を参照して、本実施の形態における電気機器の冷却装置は、流量調整弁28を備える。流量調整弁28は、熱交換器14から膨張弁16へ向かう冷媒の経路において、並列に接続された経路のうち的一方を形成する、冷媒通路23に配置されている。流量調整弁28は、その弁開度を変動させ、冷媒通路23を流れる冷媒の圧力損失を増減させることにより、冷媒通路23を流れる冷媒の流量と、冷媒通路32を含むE V機器31の冷却系を流れる冷媒の流量とを任意に調節する。

30

【0079】

たとえば、流量調整弁28を全閉にして弁開度を0%にすると、熱交換器14を出た冷媒の全量が気液分離器40から冷媒通路34へ流入する。流量調整弁28の弁開度を大きくすれば、熱交換器14から冷媒通路22へ流れる冷媒のうち、冷媒通路23を經由して熱交換器15へ直接流れる流量が大きくなり、冷媒通路34を經由して冷媒通路32へ流れE V機器31を冷却する冷媒の流量が小さくなる。流量調整弁28の弁開度を小さくすれば、熱交換器14から冷媒通路22へ流れる冷媒のうち、冷媒通路23を經由して熱交換器15へ直接流れる流量が小さくなり、冷媒通路32を經由して流れE V機器31を冷却する冷媒の流量が大きくなる。

40

【0080】

流量調整弁28の弁開度を大きくするとE V機器31を冷却する冷媒の流量が小さくなり、E V機器31の冷却能力が低下する。流量調整弁28の弁開度を小さくするとE V機器31を冷却する冷媒の流量が大きくなり、E V機器31の冷却能力が向上する。流量調整弁28を使用して、E V機器31に流れる冷媒の量を最適に調節できるので、E V機器31の過冷却を確実に防止することができ、加えて、E V機器31の冷却系の冷媒の流通に係る圧力損失および冷媒を循環させるための圧縮機12の消費電力を、確実に低減することができる。

【0081】

50

本実施の形態における電気機器の冷却装置はさらに、冷媒通路51を備える。冷媒通路51は、圧縮機12と熱交換器14との間を冷媒が流通する冷媒通路21と、冷却部30に冷媒を流通させる冷媒通路34, 36のうち冷却部30に対し下流側の冷媒通路36とを連通する。冷媒通路36は、冷媒通路51との分岐よりも上流側の冷媒通路36aと、冷媒通路51との分岐よりも下流側の冷媒通路36bとに二分割される。

【0082】

冷媒通路36および冷媒通路51には、冷媒通路51と冷媒通路21, 36との連通状態を切り換える切り換え弁52が設けられている。切り換え弁52は、その開閉を切り換えることにより、冷媒通路51を経由する冷媒の流通を可能または不可能にする。切り換え弁52を使用して冷媒の経路を切り換えることにより、EV機器31を冷却した後の冷媒を、冷媒通路36b, 24を経由させて熱交換器15へ、または、冷媒通路51および冷媒通路21を経由して熱交換器14へのいずれかの経路を任意に選択して、流通させることができる。

10

【0083】

より具体的には、切り換え弁52として2つの弁57, 58が設けられている。蒸気圧縮式冷凍サイクル10の冷房運転中には、弁57を全開(弁開度100%)とし弁58を全閉(弁開度0%)とし、流量調整弁28の弁開度を冷却部30に十分な冷媒が流れるように調整する。これにより、EV機器31を冷却した後の冷媒通路36aを流通する冷媒を、冷媒通路36bを経由させて、確実に熱交換器15へ流通させることができる。

【0084】

20

一方、蒸気圧縮式冷凍サイクル10の停止中には、弁58を全開とし弁57を全閉とし、さらに流量調整弁28を全閉とする。これにより、EV機器31を冷却した後の冷媒通路36aを流通する冷媒を、冷媒通路51を経由させて熱交換器14へ流通させ、圧縮機12を経由せずに冷却部30と熱交換器14との間に冷媒を循環させる環状の経路を形成することができる。

【0085】

図4は、蒸気圧縮式冷凍サイクルの運転中の、EV機器を冷却する冷媒の流れを示す模式図である。図5は、蒸気圧縮式冷凍サイクルの停止中の、EV機器を冷却する冷媒の流れを示す模式図である。図6は、この発明の実施の形態における電気機器の冷却装置において、流量調整弁および切り換え弁の開閉状態を示す図である。

30

【0086】

図6中に示す運転モードのうち「エアコン運転モード」とは、図4に示す蒸気圧縮式冷凍サイクル10を運転させる場合、すなわち圧縮機12を運転させて蒸気圧縮式冷凍サイクル10の全体に冷媒を流通させる場合を示す。一方「ヒートパイプ運転モード」とは、図5に示す蒸気圧縮式冷凍サイクル10を停止させる場合、すなわち、圧縮機12を停止させ、冷却部30と熱交換器14とを結ぶ環状の経路を経由させて冷媒を循環させる場合を示す。

【0087】

図4および図6を参照して、圧縮機12を駆動させ蒸気圧縮式冷凍サイクル10が運転している「エアコン運転モード」のときには、流量調整弁28は、冷却部30に十分な冷媒が流れるように、弁開度を調整される。切り換え弁52は、冷媒を冷却部30から熱交換器15を経由して膨張弁16へ流通させるように操作される。すなわち、弁57を全開にし弁58を全閉にすることで、冷媒が冷却装置の全体を流れるように冷媒の経路が選択される。このため、蒸気圧縮式冷凍サイクル10の冷却能力を確保できるとともに、EV機器31を効率よく冷却することができる。

40

【0088】

図5および図6を参照して、圧縮機12を停止させ蒸気圧縮式冷凍サイクル10が停止している「ヒートパイプ運転モード」のときには、冷媒を冷却部30から熱交換器14へ循環させるように切り換え弁52を操作する。すなわち、弁57を全開にし弁58を全開にし、さらに流量調整弁28を全閉にすることで、冷媒は冷媒通路36aから冷媒通路3

50

6 bへは流れず冷媒通路5 1を經由して流通する。これにより、熱交換器1 4から、冷媒通路2 2と冷媒通路3 4とを順に經由して冷却部3 0へ至り、さらに冷媒通路3 6 a、冷媒通路5 1、冷媒通路2 1を順に經由して熱交換器1 4へ戻る、閉じられた環状の経路が形成される。このときの冷媒が流れる経路、すなわち冷媒通路2 1、冷媒通路2 2、冷媒通路3 4、冷媒通路3 6 aおよび冷媒通路5 1は、第2通路を形成する。

【0089】

この環状の経路を經由して、圧縮機1 2を動作することなく、熱交換器1 4と冷却部3 0との間に冷媒を循環させることができる。冷媒は、EV機器3 1を冷却するとき、EV機器3 1から蒸発潜熱を受けて蒸発する。EV機器3 1との熱交換により気化された冷媒蒸気は、冷媒通路3 6 a、冷媒通路5 1および冷媒通路2 1を順に經由して、熱交換器1 4へ流れる。熱交換器1 4において、車両の走行風、または、コンデンサファン4 2もしくはエンジン冷却用のラジエータファンからの通風により、冷媒蒸気は冷却されて凝縮する。熱交換器1 4で液化した冷媒液は、冷媒通路2 2、3 4を經由して、冷却部3 0へ戻る。

10

【0090】

このように、冷却部3 0と熱交換器1 4とを經由する環状の経路によって、EV機器3 1を加熱部とし熱交換器1 4を冷却部とする、ヒートパイプが形成される。したがって、蒸気圧縮式冷凍サイクル1 0が停止しているとき、すなわち車両用の冷房が停止しているときにも、圧縮機1 2を起動する必要なく、EV機器3 1を確実に冷却することができる。EV機器3 1の冷却のために圧縮機1 2を常時運転する必要がないことにより、圧縮機1 2の消費動力を低減して車両の燃費を向上することができ、加えて、圧縮機1 2を長寿命化できるので圧縮機1 2の信頼性を向上することができる。

20

【0091】

図4および図5には、地面6 0が図示されている。地面6 0に対して垂直な鉛直方向において、冷却部3 0は、熱交換器1 4よりも下方に配置されている。熱交換器1 4と冷却部3 0との間に冷媒を循環させる環状の経路において、冷却部3 0が下方に配置され、熱交換器1 4が上方に配置される。熱交換器1 4は、冷却部3 0よりも高い位置に配置される。

【0092】

この場合、冷却部3 0で加熱され気化した冷媒蒸気は、環状の経路内を上昇して熱交換器1 4へ到達し、熱交換器1 4において冷却され、凝縮されて液冷媒となり、重力の作用により環状の経路内を下降して冷却部3 0へ戻る。つまり、冷却部3 0と、熱交換器1 4と、これらを連結する冷媒の経路(すなわち第2通路)とによって、サーモサイフォン式のヒートパイプが形成される。ヒートパイプを形成することでEV機器3 1から熱交換器1 4への熱伝達効率を向上することができるので、蒸気圧縮式冷凍サイクル1 0が停止しているときにも、動力を加えることなく、EV機器3 1をより効率よく冷却することができる。

30

【0093】

冷媒通路5 1と冷媒通路2 1、3 6との連通状態を切り換える切り換え弁5 2としては、上述した一対の弁5 7、5 8を使用してもよく、または、冷媒通路3 6と冷媒通路5 1との分岐に配置された三方弁を使用してもよい。いずれの場合でも、蒸気圧縮式冷凍サイクル1 0の運転時および停止時の両方において、EV機器3 1を効率よく冷却することができる。弁5 7、5 8は、冷媒通路の開閉ができる単純な構造であればよいので安価であり、2つの弁5 7、5 8を使用することにより、より低コストな電気機器の冷却構造を提供することができる。一方、2つの弁5 7、5 8を配置するよりも三方弁の配置に要する空間はより小さくてよいと考えられ、三方弁を使用することにより、より小型化され車両搭載性に優れた電気機器の冷却構造を提供することができる。

40

【0094】

本実施の形態における電気機器の冷却構造はさらに、逆止弁5 4を備える。逆止弁5 4は、圧縮機1 2と熱交換器1 4との間の冷媒通路2 1の、冷媒通路2 1と冷媒通路5 1と

50

の接続箇所よりも圧縮機 1 2 に近接する側に、配置されている。逆止弁 5 4 は、圧縮機 1 2 から熱交換器 1 4 へ向かう冷媒の流れを許容するとともに、その逆向きの冷媒の流れを禁止する。このようにすれば、図 5 に示すヒートパイプ運転モードのとき、熱交換器 1 4 と冷却部 3 0 との間に冷媒を循環させる閉ループ状の冷媒の経路を、確実に形成することができる。

【 0 0 9 5 】

逆止弁 5 4 が無い場合、冷媒が冷媒通路 5 1 から圧縮機 1 2 側の冷媒通路 2 1 へ流れるおそれがある。逆止弁 5 4 を備えることによって、冷媒通路 5 1 から圧縮機 1 2 側へ向かう冷媒の流れを確実に禁止できるため、環状の冷媒経路で形成するヒートパイプを使用した、蒸気圧縮式冷凍サイクル 1 0 の停止時の E V 機器 3 1 の冷却能力の低下を防止できる。したがって、車両の車室用の冷房が停止しているときにも、E V 機器 3 1 を効率よく冷却することができる。

10

【 0 0 9 6 】

また、蒸気圧縮式冷凍サイクル 1 0 の停止中に、閉ループ状の冷媒の経路内の冷媒の量が不足する場合には、圧縮機 1 2 を短時間のみ運転することで、逆止弁 5 4 を経由して閉ループ経路に冷媒を供給できる。これにより、閉ループ内の冷媒量を増加させ、ヒートパイプの熱交換処理量を増大させることができる。したがって、ヒートパイプの冷媒量を確保することができるので、冷媒量の不足のために E V 機器 3 1 の冷却が不十分となることを回避することができる。

【 0 0 9 7 】

20

すなわち、本実施の形態における電気機器の冷却装置は、蒸気圧縮式の冷凍サイクルを構成し、車両空調用の冷媒が循環する循環通路としての冷媒通路 2 1 ~ 2 7 と、冷媒通路 2 1 ~ 2 7 と冷媒通路 3 2 との間を連絡する連絡通路としての冷媒通路 3 4 , 3 6 , 5 1 と、冷媒通路 3 4 , 3 6 , 5 1 の経路上に設けられ、冷媒通路 2 1 ~ 2 7 と冷媒通路 3 2 との間の冷媒流れを許容もしくは遮断する切り換え弁 5 2 ( 弁 5 7 および弁 5 8 ) とを備える。

【 0 0 9 8 】

図 7 は、図 2 中の冷却部の構造を示す断面図である。図 7 を参照して、冷却部 3 0 は、ヒートマス 1 3 0 と、空冷フィン 1 4 0 と、A / C ( Air Conditioner ) 冷媒配管 1 2 0 とを有する。

30

【 0 0 9 9 】

ヒートマス 1 3 0 は、熱伝導性に優れた材料により形成されている。ヒートマス 1 3 0 は、アルミニウムや銅などの金属から形成されている。ヒートマス 1 3 0 は、略直方体形状に形成されている。ヒートマス 1 3 0 は、表面 1 3 1 と、その裏側に配置された裏面 1 3 6 とを有する。表面 1 3 1 と裏面 1 3 6 とは、互いに平行に延在している。これに限られず、表面 1 3 1 と裏面 1 3 6 とは、これら表面が延在する延長上において互いに交わるように形成されてもよい。

【 0 1 0 0 】

表面 1 3 1 には、複数のインバータ素子 1 1 0 が設けられている。インバータ素子 1 1 0 は、図 2 中の E V 機器 3 1 がインバータである場合に、そのインバータに含まれる発熱源として設けられている。複数のインバータ素子 1 1 0 は、互いに間隔を隔てて表面 1 3 1 上に配置されている。複数のインバータ素子 1 1 0 は、等間隔に配置されている。複数のインバータ素子 1 1 0 は、インバータ素子 1 1 0 の発熱量の条件によっては、ランダムな間隔で配置されてもよい。複数のインバータ素子 1 1 0 は、ヒートマス 1 3 0 を挟んで空冷フィン 1 4 0 とは反対側に設けられている。

40

【 0 1 0 1 】

表面 1 3 1 には、複数のエアコン冷媒配管 1 2 0 がさらに設けられている。エアコン冷媒配管 1 2 0 は、図 2 中の冷媒通路 3 2 を形成している。エアコン冷媒配管 1 2 0 は、互いに隣り合うインバータ素子 1 1 0 間に配置されている。エアコン冷媒配管 1 2 0 は、その両側に設けられる 2 つのインバータ素子 1 1 0 から等距離となる位置に配置されている

50



。

## 【0102】

裏面136には、空冷フィン140が設けられている。空冷フィン140は、熱伝導性に優れた材料により形成されている。空冷フィン140は、アルミニウムや銅などの金属から形成されている。空冷フィン140は、裏面136から突出し、ヒートマス130から遠ざかる方向に延びている。空冷フィン140は、裏面136に接続される根元部146と、裏面136から突出する先端に設けられる先端部141とを有する。裏面136を正面から見た場合に、空冷フィン140は、複数のインバータ素子110が設けられた領域に重なる領域に設けられている。空冷フィン140には、車両の走行風、もしくは図示しないファンからの送風が冷却風として供給される。

10

## 【0103】

インバータ素子110とエアコン冷媒配管120との間の距離は、空冷フィン140とエアコン冷媒配管120との間の距離よりも小さいことが望ましい。

## 【0104】

ヒートマス130には、ヒートマス内タンク150が形成されている。ヒートマス内タンク150は、表面131と裏面136との間の中空部により形成されている。裏面136を正面から見た場合に、ヒートマス内タンク150は、複数のインバータ素子110が設けられた領域に重なる領域に設けられている。ヒートマス内タンク150には、熱伝達媒体が配置される。ヒートマス内タンク150には、冷媒通路32に流通されるエアコン冷媒とは異なる熱伝達媒体が配置される。ヒートマス内タンク150には、冷媒通路32に流通されるエアコン冷媒よりも大きい比熱を有する熱伝達媒体が配置される。本実施の形態では、ヒートマス内タンク150に、冷却水(LLC：ロングライフクーラント)が配置される。

20

## 【0105】

冷却部30は、給排出部としてのウォータポンプ158と、タンク156とをさらに有する。

## 【0106】

ウォータポンプ158は、その駆動に伴って、ヒートマス内タンク150に冷却水を供給したり、ヒートマス内タンク150から冷却水を排出したりする。タンク156は、冷却水を貯留可能な形状を有する。タンク156は、有底の円筒形状を有する。タンク156は、ヒートマス内タンク150と連通して設けられている。ウォータポンプ158は、タンク156とヒートマス内タンク150とが連通する経路上に設けられている。ウォータポンプ158は、その駆動に伴って、タンク156に貯留された冷却水をヒートマス内タンク150に移し替えたり、ヒートマス内タンク150に配置された冷却水をタンク156に移し替えたりする。

30

## 【0107】

ウォータポンプ158は、停止時には、ヒートマス内タンク150とタンク156との間の連通を遮蔽し、駆動時には、ヒートマス内タンク150とタンク156との間の連通を開放するバルブ構造を内蔵する。そのようなバルブ構造は、ウォータポンプ158と別体に設けられてもよい。

40

## 【0108】

なお、ヒートマス内タンク150に対して冷却水を給排出する手段は、ウォータポンプ158に限られず、たとえば、タンク156内に設けられるピストン構造であってもよい。

。

## 【0109】

本実施の形態では、タンク156として、キャビンタンク156Aおよびエンジンコンパートメントタンク156Bが設けられている。キャビンタンク156Aおよびエンジンコンパートメントタンク156Bは、車両上の別々の位置に設けられている。

## 【0110】

キャビンタンク156Aは、温度調整された空調用空気が流入可能な車室内に設けられ

50

ている。本実施の形態では、キャビンタンク156Aが、車両の乗員スペースであるキャビンに設けられている。エンジンコンパートメントタンク156Bは、空調用空気が流入可能な車室内とは区画された車室外に設けられている。本実施の形態では、エンジンコンパートメントタンク156Bが、図1中のエンジン100が収容されるエンジンコンパートメントに設けられている。エンジンコンパートメントタンク156Bは、エンジンコンパートメント内に流入する走行風の経路上に設けられている。

【0111】

本実施の形態では、ウォータポンプ158として、ウォータポンプ158Aおよびウォータポンプ158Bが設けられている。ウォータポンプ158Aは、キャビンタンク156Aに対応して設けられ、ウォータポンプ158Bは、エンジンコンパートメントタンク156Bに対応して設けられている。

10

【0112】

タンク156は、空冷フィン157を有する。空冷フィン157は、タンク156と、その周囲空間との接触面積を増やすようにひだ状に形成されている。空冷フィン157は、タンク156に貯留された冷却水からタンク156の周囲空間に放熱するための放熱部として設けられている。

【0113】

EV機器31の運転に伴って、複数のインバータ素子110が発熱する。インバータ素子110で発生した熱は、ヒートマス130を伝わってヒートマス内タンク150に配置された冷却水に吸熱され、さらに、ヒートマス内タンク150に配置された冷却水を媒体として空冷フィン140と伝わって、空冷フィン140に供給された冷却風に放熱される。また、インバータ素子110で発生した熱は、ヒートマス130およびエアコン冷媒配管120を伝わって、冷媒通路32を流通する冷媒に放熱される。

20

【0114】

すなわち、本実施の形態における電気機器の冷却装置においては、EV機器31の冷却に、空冷フィン140を用いた冷却(フィン冷却)と、冷媒通路32を流通する車室空調用の冷媒を用いた冷却(エアコン冷媒冷却)とが併用される。

【0115】

図8は、比較のための冷却部の構造を示す断面図である。図8を参照して、本比較例では、エアコン冷媒配管120がヒートマス130に内蔵されている。表面131には、複数のインバータ素子110が設けられ、裏面136には、空冷フィン140が設けられている。インバータ素子110と空冷フィン140との間にエアコン冷媒配管120が配置されている。

30

【0116】

このような構成を備える比較例においては、インバータ素子110から見て、エアコン冷媒配管120と空冷フィン140とが同じ側に配置されている。エアコン冷媒配管120を流通する冷媒の温度は、空冷フィン140に供給される冷却風の温度よりも低いため、この場合、エアコン冷媒配管120を流通する冷媒が、インバータ素子110で発生した熱を吸熱するだけでなく、空冷フィン140に供給された冷却風(空気)からも大量に吸熱してしまう。結果、エアコン冷媒冷却によるインバータ素子110で発生した熱の放熱効果が損なわれる懸念がある。

40

【0117】

図7を参照して、これに対して、本実施の形態における電気機器の冷却装置においては、ヒートマス130を挟んでエアコン冷媒配管120と空冷フィン140とが反対側に設けられ、エアコン冷媒配管120とインバータ素子110とが同じ側に設けられている。このような構成により、空冷フィン140からエアコン冷媒配管120を流通するエアコン冷媒への放熱を抑制しつつ、インバータ素子110からエアコン冷媒配管120を流通するエアコン冷媒への放熱を促進させることができる。これにより、エアコン冷媒冷却時におけるEV機器31の冷却効率を向上させることができる。

【0118】

50

図9は、この発明の実施の形態における電気機器の冷却装置の制御系を示すブロック図である。

【0119】

図7および図9を参照して、本実施の形態における電気機器の冷却装置は、A/C\_ECU (Electronic Control Unit) 180と、ヒートマス用温度センサ160と、フィン用温度センサ170と、キャビンタンク用温度センサ185と、エンジンコンパートメントタンク用温度センサ190とを有する。

【0120】

A/C\_ECU 180は、車両に搭載されたエアコン (A/C、Air Conditioner) を制御するとともに、EV機器31を冷却するためのエアコン冷媒冷却を制御する。ヒートマス用温度センサ160は、ヒートマス130に設けられ、ヒートマス130の温度を測定する。フィン用温度センサ170は、空冷フィン140に設けられ、空冷フィン140の温度を測定する。キャビンタンク用温度センサ185は、キャビンタンク156Aに設けられ、キャビンタンク156Aに貯留された冷却水の温度を測定する。エンジンコンパートメントタンク用温度センサ190は、エンジンコンパートメントタンク156Bに設けられ、エンジンコンパートメントタンク156Bに貯留された冷却水の温度を測定する。

10

【0121】

本実施の形態では、ヒートマス用温度センサ160は、表面131の近傍に設けられている。ヒートマス用温度センサ160と表面131との間の距離は、ヒートマス用温度センサ160と裏面136との間の距離よりも小さい。また、フィン用温度センサ170は、裏面136から突出する空冷フィン140の先端部141に設けられている。これにより、エアコン冷媒配管120を流通するエアコン冷媒による冷却の影響を排しつつ空冷フィン140の温度を測定することができる。

20

【0122】

本実施の形態における電気機器の冷却構造においては、ヒートマス用温度センサ160、フィン用温度センサ170、キャビンタンク用温度センサ185およびエンジンコンパートメントタンク用温度センサ190でそれぞれ測定されるヒートマス130、空冷フィン140、キャビンタンク156Aに貯留された冷却水の温度およびエンジンコンパートメントタンク156Bに貯留された冷却水の温度に基づいて、切り換え弁52 (弁57, 58) およびウォーターポンプ158 (158A, 158B) の動作を制御する。

30

【0123】

図10は、図7中の冷却部において、フィン冷却時の状態を示す断面図である。図11は、図7中の冷却部において、エアコン冷媒冷却時の状態を示す断面図である。図12は、図7中の冷却部の制御フローを示すフローチャート図である。

【0124】

図7、図9および図12を参照して、冷却モードの初期条件をフィン冷却とし、タンク156に貯留された冷却水の初期条件を、キャビンタンク156Aが満水であり、エンジンコンパートメントタンク156Bが空であるとする。このとき、ヒートマス内タンク150には冷却水が充填されている。また、弁57および弁58が全閉にされており、エアコン冷媒冷却の作動がオフとされている。インバータ素子110で発生した熱は、ヒートマス130を伝わって、ヒートマス内タンク150に配置された冷却水を媒体として空冷フィン140に伝わり、空冷フィン140に供給された冷却風に放熱される。

40

【0125】

上記の初期条件のもと、まず、ヒートマス用温度センサ160により、ヒートマス130の温度T1を測定する。A/C\_ECU 180は、ヒートマス130の温度T1が、予め定められた2以上であるか否かを判断する (S101)。2は、ヒートマス130の温度上昇率が、現状のフィン冷却では間に合っておらず、ヒートマス内タンク150内の冷却水が熱マスとして抱えている熱をリセットさせる時の温度である (たとえば、50)。

50

## 【0126】

T1 < T2である場合、S101のステップに戻る。T1 = T2である場合、続いて、フィン用温度センサ170により、空冷フィン140の温度T2を測定する。A/C\_ECU180は、空冷フィン140の温度T2が T2以上であるか否かを判断する(S102)。

## 【0127】

T2 < T2である場合、S101のステップに戻る。T2 = T2である場合、続いて、キャビタンク用温度センサ185およびエンジンコンパートメントタンク用温度センサ190により、キャビタンク156Aに貯留された冷却水の温度T4およびエンジンコンパートメントタンク156Bに貯留された冷却水の温度T3を測定する。A/C\_ECU180は、キャビタンク156Aに貯留された冷却水の温度T4がエンジンコンパートメントタンク156Bに貯留された冷却水の温度T3以下であるか否かを判断する(S103)。

10

## 【0128】

T4 > T3である場合、続いて、ヒートマス用温度センサ160により、ヒートマス130の温度T1を測定する。A/C\_ECU180は、ヒートマス130の温度T1が、予め定められた T1以上であるか否かを判断する(S104)。 T1は、ヒートマス130の温度がそれ以上上昇した場合に、インバータ素子110が素子耐熱温度を超過すると想定される温度である(たとえば、60 )。

## 【0129】

20

図9、図10および図12を参照して、T1 < T1である場合、A/C\_ECU180は、キャビタンク156Aおよびエンジンコンパートメントタンク156Bのうち冷却水の温度が低い方のキャビタンク156Aに貯留された冷却水を、ヒートマス内タンク150に徐々に供給しつつ、ヒートマス内タンク150に配置された冷却水を、キャビタンク156Aおよびエンジンコンパートメントタンク156Bのうち冷却水の温度が高い方のエンジンコンパートメントタンク156Bに徐々に排出するように、ウォータポンプ158Aおよびウォータポンプ158Bを動作させる(S105)。

## 【0130】

これにより、キャビタンク156A内に準備された低温の冷却水が徐々にヒートマス内タンク150に移されるため、ヒートマス内タンク150に配置された冷却水の温度上昇を抑えつつ、フィン冷却を続行することができる。一方、ヒートマス内タンク150からエンジンコンパートメントタンク156Bに排出される高温の冷却水は、空冷フィン157を通じて放熱される。

30

## 【0131】

図9、図11および図12を参照して、S104のステップにおいてT1 = T1である場合、A/C\_ECU180は、ヒートマス内タンク150に配置された冷却水をエンジンコンパートメントタンク156Bに供給するように、ウォータポンプ158Bを動作させる。さらにA/C\_ECU180は、エアコン運転モード時には、弁57および弁58をそれぞれ全開および全閉にし、ヒートパイプ運転モード時には、弁57および弁58をそれぞれ全閉および全開にする(S106)。

40

## 【0132】

これにより、ヒートマス内タンク150が空隙されるとともに、A/C冷媒冷却の作動がオンとされ、冷媒通路32にエアコン冷媒が流通される。インバータ素子110で発生した熱は、ヒートマス130およびエアコン冷媒配管120を伝わって、冷媒通路32を流通するエアコン冷媒に放熱される。また、空隙とされたヒートマス内タンク150が断熱層として機能することによって、空冷フィン140からエアコン冷媒配管120を流通する冷媒への放熱を抑制することができる。

## 【0133】

図12を参照して、S103のステップにおいてT4 > T3である場合、キャビタンク156Aに貯留された冷却水を、ヒートマス内タンク150を通じてエンジンコンパー

50

トメントタンク156Bに移動させるように、ウォータポンプ158Aおよびウォータポンプ158Bを動作させる(S107)。これにより、周囲空間の温度がより低いと判断されるエンジンコンパートメントタンク156Bにおいて冷却水を冷却させる。

【0134】

続いて、ヒートマス用温度センサ160により、ヒートマス130の温度T1を測定する。A/C\_ECU180は、ヒートマス130の温度T1が、予め定められた $T_2$ 以上であるか否かを判断する(S108)。T1 <  $T_2$ である場合、S101のステップに戻る。T1  $\geq T_2$ である場合、A/C\_ECU180は、ヒートマス130の温度T1が、予め定められた $T_1$ 以上であるか否かを判断する(S109)。

【0135】

T1  $\geq T_1$ である場合、A/C\_ECU180は、ヒートマス内タンク150に配置された冷却水をキャビンタンク156Aに供給するように、ウォータポンプ158Aを動作させる。さらにA/C\_ECU180は、エアコン運転モード時には、弁57および弁58をそれぞれ全開および全閉にし、ヒートパイプ運転モード時には、弁57および弁58をそれぞれ全閉および全開にする(S106)。

【0136】

S109のステップにおいてT1 <  $T_1$ である場合、A/C\_ECU180は、エンジンコンパートメントタンク156Bに貯留された冷却水を、ヒートマス内タンク150に徐々に供給しつつ、ヒートマス内タンク150に配置された冷却水を、キャビンタンク156Aに徐々に排出するように、ウォータポンプ158Aおよびウォータポンプ158Bを動作させる(S110)。その後、S101のステップに戻る。

【0137】

S106のステップの後、ヒートマス用温度センサ160により、ヒートマス130の温度T1を測定する。A/C\_ECU180は、ヒートマス130の温度T1が、予め定められた $T_1$ 以上であるか否かを判断する(S111)。T1  $\geq T_1$ である場合、S106のステップに戻る。T1 <  $T_1$ である場合、ヒートマス用温度センサ160により、ヒートマス130の温度T1を測定する。A/C\_ECU180は、ヒートマス130の温度T1が、予め定められた $T_2$ 以上であるか否かを判断する(S112)。T2  $\geq T_2$ である場合、S104のステップに戻る。T2 <  $T_2$ である場合、S101のステップに戻る。

【0138】

このような構成によれば、基本的には、空冷フィン140を用いたフィン冷却によってインバータ素子110で発生した熱を放熱させ、フィン冷却だけでは冷却能力が不足する場合や外気温が高い場合などに、エアコン冷媒冷却を動作させる。これにより、エアコン冷媒冷却を常時利用する場合と比較して、エネルギーの利用効率を高め、車両の燃費の悪化や空調能力の低下を回避することができる。

【0139】

また、本実施の形態では、キャビンタンク156Aがキャビンに設けられ、エンジンコンパートメントタンク156Bがエンジンコンパートメントに設けられている。この場合、キャビンタンク156Aの周囲環境と、エンジンコンパートメントタンク156Bの周囲環境とが、互いに異なる温度変化を示すため、各タンクにおける冷却水の放熱性に差が生じる。このため、より低い周囲環境に置かれるキャビンタンク156Aおよびエンジンコンパートメントタンク156Bをその時々で選択して、冷却水の放熱を実施することができる。たとえば、車両が寒冷地を走行する場合、車両空調の影響下にあるキャビン内の温度がほぼ一定であるのに対して、エンジンコンパートメント内の温度は、エンジン始動時に低温であり、徐々に温度上昇する。この場合、エンジン始動時には、エンジンコンパートメントに設けられたエンジンコンパートメントタンク156Bにおいて冷却水の放熱を実施し、その後、キャビン内に設けられたキャビンタンク156Aにおいて冷却水の放熱を実施する。

【0140】

10

20

30

40

50

なお、本実施の形態では、冷却水冷却およびフィン冷却による冷却モード時に、エアコン冷媒冷却の作動を停止させたが、エアコン冷媒冷却のモードがヒートパイプ運転モードである場合には、エアコン冷媒冷却を作動させてもよい。また、本実施の形態では、タンク156として、キャビンタンク156Aおよびエンジンコンパートメントタンク156Bを設けたが、3つ以上の複数のタンク156を設けてもよい。また、本実施の形態では、インバータ素子110の温度状態を判断するためにヒートマス130に温度センサを設けたが、このような温度センサは、インバータ素子110自身に設けてもよい。

#### 【0141】

図13は、図7中の冷却部の変形例を示す断面図である。図13を参照して、本変形例では、タンク156として、図7中のエンジンコンパートメントタンク156Bが設けられておらず、キャビンタンク156Aのみが設けられている。これに合わせて、ウォータポンプ158として、キャビンタンク156Aに対応するウォータポンプ158Aのみが設けられている。

10

#### 【0142】

本変形例では、 $T1 < 1$ である場合に、ヒートマス内タンク150内に冷却水を充填して、フィン冷却を実施する。また、 $T1 = 1$ である場合に、ヒートマス内タンク150からキャビンタンク156Aに冷却水を移し替えて、キャビンタンク156Aにおいて冷却水の放熱を実施するとともに、冷媒通路32にエアコン冷媒を流通させて、エアコン冷媒冷却を実施する。

#### 【0143】

以上に説明した、この発明の実施の形態における電気機器の冷却装置の構造についてまとめて説明すると、本実施の形態における電気機器の冷却装置は、車両に搭載された電気機器としてのEV機器31の冷却装置である。電気機器の冷却装置は、EV機器31に含まれる発熱源としてのインバータ素子110を冷却するための冷却部30を備える。冷却部30は、インバータ素子110が設けられる第1表面としての表面131と、表面131の裏側に配置される第2表面としての裏面136とを有し、表面131と裏面136との間に配置される熱伝達媒体空間としてのヒートマス内タンク150が形成され、インバータ素子110で発生した熱を伝える伝熱部材としてのヒートマス130と、裏面136に設けられ、ヒートマス130を通じて伝えられた熱を放熱するフィン部としての空冷フィン140と、表面131に設けられ、車室空調用の冷媒が流通する冷媒通路32を形成する冷媒通路形成部材としてのエアコン冷媒配管120と、ヒートマス内タンク150に対して、冷媒通路32を流通する冷媒とは異なる熱伝達媒体としての冷却水を給排出する給排出部としてのウォータポンプ158とを含む。

20

30

#### 【0144】

このように構成された、この発明の実施の形態における電気機器の冷却構造によれば、エアコン冷媒配管120をインバータ素子110の近傍であって、空冷フィン140から遠い位置に設けることによって、空冷フィン140からエアコン冷媒配管120への熱伝達を抑制しつつ、インバータ素子110からエアコン冷媒配管120への熱伝達を促進させることができる。また、ヒートマス130に、冷却水が給排出されるヒートマス内タンク150を形成することによって、ヒートマス内タンク150に充填された冷却水を、インバータ素子110から空冷フィン140への熱伝達の媒体とする。この際、インバータ素子110で発生した熱を吸熱して温度上昇した冷却水を、低温の冷却水と入れ替えることができる。

40

#### 【0145】

なお、本発明が適用される、エアコン冷媒を用いた電気機器の冷却装置は、図2中に示す冷却システムに限られない。たとえば、熱交換器14に冷媒を過冷却する冷却性能を待たせることによって、熱交換器15を省略した冷却システムとしてもよいし、熱交換器18とは別の目的で周囲の空気の熱を吸熱する熱交換器を、熱交換器18と並列に設けた冷却システムとしてもよい。

#### 【0146】

50

また、本発明における電気機器の冷却装置は、エンジンと電動機とを動力源とするハイブリッド自動車のみならず、電動機のみを動力源とする電気自動車にも適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0147】

この発明は、たとえば、モータジェネレータおよびインバータなどの電気機器を搭載するハイブリッド自動車や電気自動車などの車両に適用される。

【符号の説明】

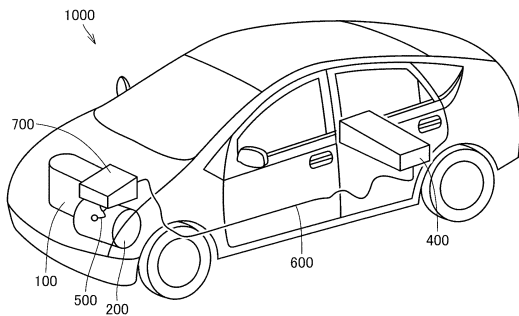
【0148】

10 蒸気圧縮式冷凍サイクル、12 圧縮機、14, 15, 18 熱交換器、16 膨張弁、21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32, 34, 36, 36a, 36b, 51 冷媒通路、28 流量調整弁、30 冷却部、31 EV機器、40 気液分離器、42 コンデンサファン、52 切り換え弁、54 逆止弁、57, 58 弁、60 地面、90 ダクト、91 ダクト入口、92 ダクト出口、93 ファン、100 エンジン、110 インバータ素子、120 エアコン冷媒配管、130 ヒートマス、131 表面、136 裏面、140, 157 空冷フィン、141 先端部、146 根元部、150 ヒートマス内タンク、156 タンク、156A キャビンタンク、156B エンジンコンパートメントタンク、158, 158A, 158B ウォータポンプ、160 ヒートマス用温度センサ、170 フィン用温度センサ、185 キャビンタンク用温度センサ、190 エンジンコンパートメントタンク用温度センサ、200 駆動ユニット、400 走行用バッテリー、500, 600 ケーブル、1000 車両

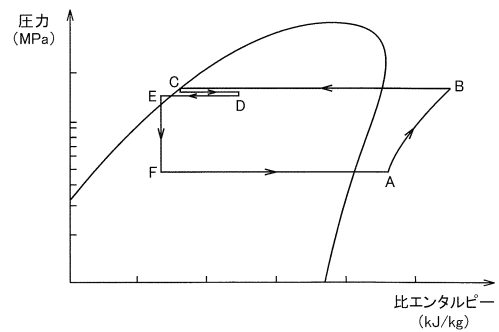
10

20

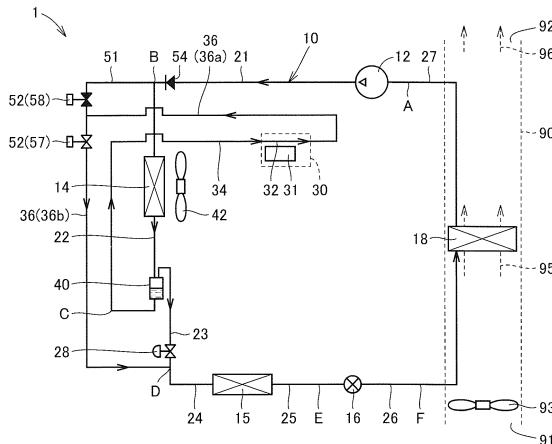
【図1】



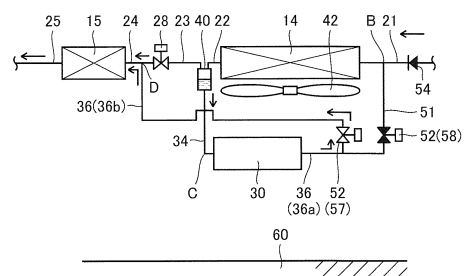
【図3】



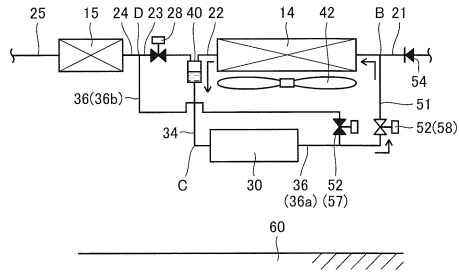
【図2】



【図4】



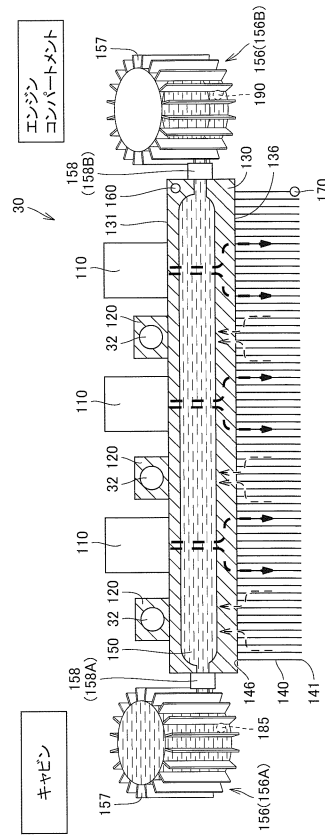
【図5】



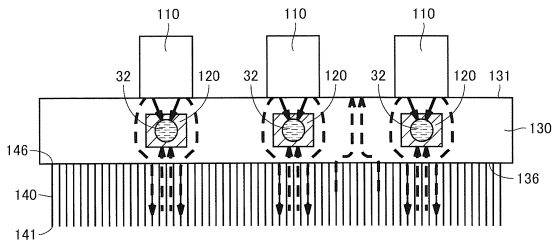
【図6】

A/C冷媒冷却	モード	流量調整弁28	弁57	弁58
ON	エアコン運転モード	冷却部30に十分な冷媒が流れるように調整	全開	全閉
	ヒートパイプ運転モード	全閉	全閉	全開
OFF			全閉	全閉

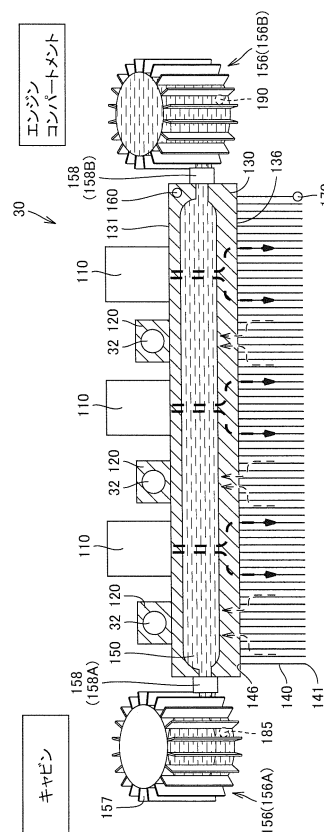
【図7】



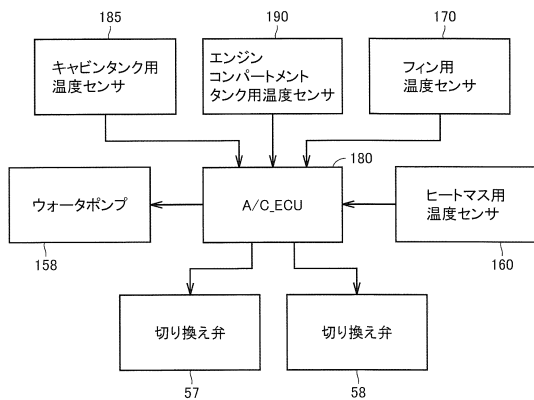
【図8】



【図10】

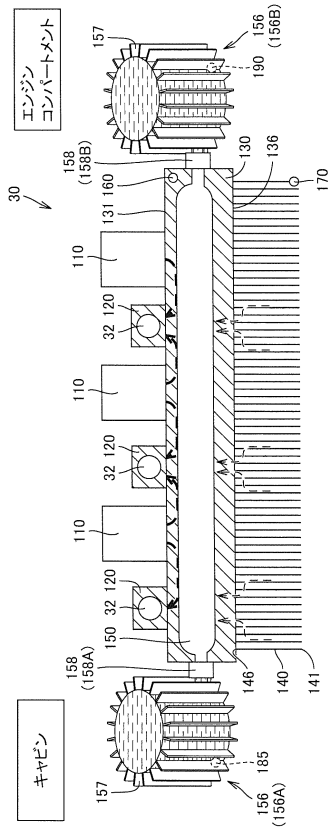


【図9】

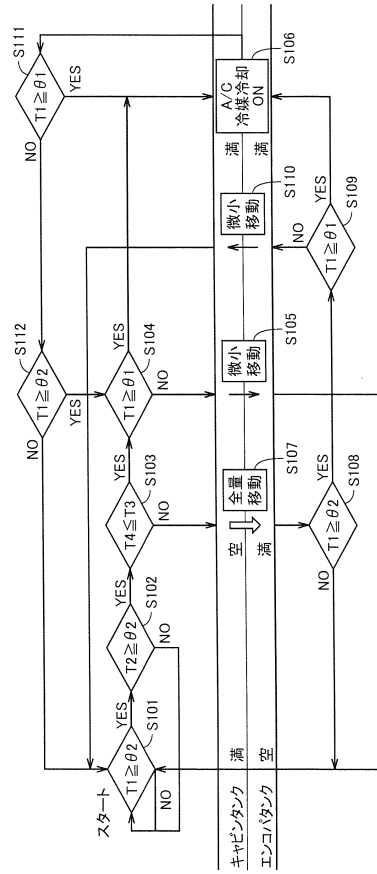




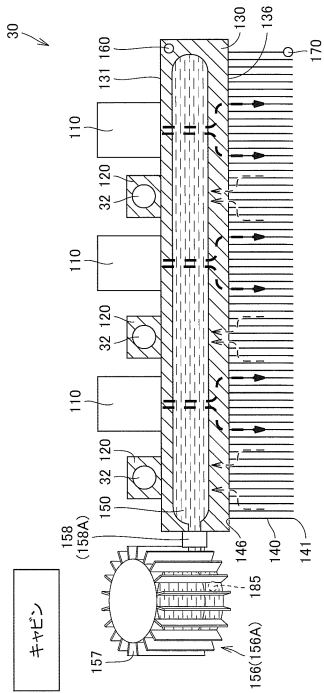
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<b>B 6 0 K</b>	<b>6/26</b>	<b>(2007.10)</b>	B 6 0 L	11/18	Z
<b>B 6 0 L</b>	<b>11/18</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 0 K	11/04	G
B 6 0 K	11/04	(2006.01)			

- (56)参考文献 特開平09 - 290622 (JP, A)  
特開2004 - 278840 (JP, A)  
特開2008 - 094207 (JP, A)  
特開平06 - 024279 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 H	1 / 3 2
B 6 0 K	6 / 2 6
B 6 0 K	6 / 4 8
B 6 0 K	1 1 / 0 4
B 6 0 L	1 1 / 1 8
B 6 0 W	1 0 / 3 0
B 6 0 W	2 0 / 0 0