

(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2016-205676

(P2016-205676A)

(43) 公開日 平成28年12月8日(2016.12.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 8 D 15/02 (2006.01)	F 2 8 D 15/02	1 0 1 L
F 2 4 F 1/24 (2011.01)	F 2 4 F 1/24	
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 8 D 15/02	L
	F 2 8 D 15/02	1 0 3 B
	F 2 5 B 1/00	3 2 1 L

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-86001 (P2015-86001)
 (22) 出願日 平成27年4月20日 (2015. 4. 20)

(71) 出願人 000002853
 ダイキン工業株式会社
 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
 梅田センタービル
 (74) 代理人 110001427
 特許業務法人前田特許事務所
 (72) 発明者 寺木 潤一
 滋賀県草津市岡本町1000番地の2
 ダイキン工業株式会社 滋賀製作所内

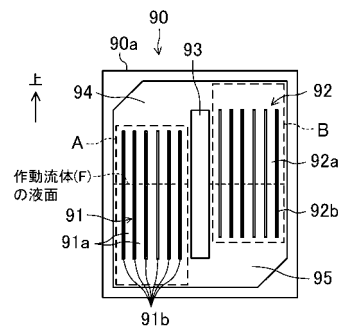
(54) 【発明の名称】 電装品の冷却システム

(57) 【要約】

【課題】電装品の実装の自由度を損なうことなく電装品を適切に冷却できるようにする。

【解決手段】熱搬送部（ヒートパイプ（90））の内部は、作動流体（F）を蒸発させるための蒸発部（91）と、作動流体（F）を凝縮させるための凝縮部（92）とに区画し、蒸発部（91）と凝縮部（92）との間に作動流体（F）を循環させるための作動流体通路（94,94）を形成する。熱搬送部（90）の外面上には、蒸発部（91）に対応する箇所、電装品を固定するための領域を設け、凝縮部（92）に対応する箇所、熱交換器（冷媒ジャケット（80））を固定する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷媒回路（10）を有した冷凍装置（1）の電装品の冷却システムにおいて、
立てた状態で配置され、内部に作動流体（F）が封入された板状の熱搬送部（90）と、
上記冷媒回路（10）を流れる冷媒が供給される熱交換器（80）と、
を備え、

上記熱搬送部（90）の内部は、上記作動流体（F）を蒸発させるための蒸発部（91）と、
該作動流体（F）を凝縮させるための凝縮部（92）とに区画されるとともに、上記蒸発部（91）と上記凝縮部（92）との間で上記作動流体（F）を循環させるための作動流体通路（94,94）が形成され、

10

上記熱搬送部（90）の外面には、上記蒸発部（91）に対応する箇所に、上記電装品を固定するための領域が設けられ、上記凝縮部（92）に対応する箇所に、上記熱交換器（80）が固定されていることを特徴とする電装品の冷却システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、

上記熱搬送部（90）は、上記作動流体通路（94,94）として、上記蒸発部（91）の上部と上記凝縮部（92）の上部とを連結して上記蒸発部（91）のガス状の上記作動流体（F）を上記凝縮部（92）に導くガス通路（94）と、上記蒸発部（91）の下部と上記凝縮部（92）の下部とを連結して上記凝縮部（92）の液状の上記作動流体（F）を上記蒸発部（91）に導く液通路（95）とがそれぞれ内部に形成されていることを特徴とする電装品の冷却システム。

20

【請求項 3】

請求項 2 において、

上記凝縮部（92）の上端は、上記蒸発部（91）の上端よりも上寄りであることを特徴とする電装品の冷却システム。

【請求項 4】

請求項 2 又は請求項 3 の何れかにおいて、

上記凝縮部（92）の下端は、上記蒸発部（91）の下端よりも上寄りであることを特徴とする電装品の冷却システム。

【請求項 5】

請求項 2 から請求項 4 の何れかにおいて、

上記蒸発部（91）は、下方から上方に伸びる複数の狭流路（91a）に内部が区画されていることを特徴とする電装品の冷却システム。

30

【請求項 6】

請求項 2 から請求項 5 の何れかにおいて、

上記凝縮部（92）は、下方から上方に伸びる複数の狭流路（92a）に内部が区画されていることを特徴とする電装品の冷却システム。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 の何れかにおいて、

上記熱搬送部（90）の内部には、液状の上記作動流体（F）を貯留するリザーバ部（96）が形成されていることを特徴とする電装品の冷却システム。

40

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 の何れかにおいて、

上記電装品は、電力変換装置（60）のパワー素子（63）であることを特徴とする電装品の冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電装品の冷却システムに関するものである。

【背景技術】

50

【0002】

蒸気圧縮式の冷凍サイクルが行われる冷媒回路を有した冷凍装置（例えば空気調和装置）では、種々の電装品が用いられている。このような電装品の中には、パワー素子（例えばIGBTやMOSFET）のように作動中に多くの熱を発生するものがあり、そのような電装品は適切に冷却してやる必要がある。

【0003】

空気調和装置等の冷凍装置において、パワー素子などの電装品を冷却する技術としては、冷媒回路を流れる冷媒によって電装品を冷却するものがある（例えば特許文献1を参照）。特許文献1の例では、基板上に実装されたパワー素子に取り付ける冷媒ジャケットを設けるとともに、その冷媒ジャケットに冷媒回路を構成する冷媒配管を取り付け、冷媒ジャケットを介して、パワー素子の熱を冷媒回路の冷媒に放熱させている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-042115号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献の例では、パワー素子に冷媒ジャケットを直接的に取り付けるので、パワー素子の実装に制約が課される場合がある。例えば、冷媒ジャケットの構造上の理由から、パワー素子を冷媒ジャケットに沿って直線的に並べざるを得ない場合などがあり、そのような場合には、本来の実装位置（例えば配線の観点から望ましい位置）に実装できないことがある。

20

【0006】

本発明は上記の問題に着目してなされたものであり、電装品の実装の自由度を損なうことなく、電装品を適切に冷却できるようにすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するため、第1の発明は、

冷媒回路（10）を有した冷凍装置（1）の電装品の冷却システムにおいて、
立てた状態で配置され、内部に作動流体（F）が封入された板状の熱搬送部（90）と、
上記冷媒回路（10）を流れる冷媒が供給される熱交換器（80）と、
を備え、

30

上記熱搬送部（90）の内部は、上記作動流体（F）を蒸発させるための蒸発部（91）と、
該作動流体（F）を凝縮させるための凝縮部（92）とに区画されるとともに、上記蒸発部（91）と上記凝縮部（92）との間で上記作動流体（F）を循環させるための作動流体通路（94,94）が形成され、

上記熱搬送部（90）の外面には、上記蒸発部（91）に対応する箇所に、上記電装品を固定するための領域が設けられ、上記凝縮部（92）に対応する箇所に、上記熱交換器（80）が固定されていることを特徴とする。

40

【0008】

この構成では、電装品の熱は、熱搬送部（90）によって熱交換器（80）に搬送される。

【0009】

また、第2の発明は、第1の発明において、

上記熱搬送部（90）は、上記作動流体通路（94,94）として、上記蒸発部（91）の上部と上記凝縮部（92）の上部とを連結して上記蒸発部（91）のガス状の上記作動流体（F）を上記凝縮部（92）に導くガス通路（94）と、上記蒸発部（91）の下部と上記凝縮部（92）の下部とを連結して上記凝縮部（92）の液状の上記作動流体（F）を上記蒸発部（91）に導く液通路（95）とがそれぞれ内部に形成されていることを特徴とする。

【0010】

50

この構成では、蒸発部（91）で蒸発した作動流体（F）は、ガス通路（94）を通過して凝縮部（92）に導かれ、凝縮部（92）で凝縮した作動流体（F）は、液通路（95）を通過して蒸発部（91）に導かれる。

【0011】

また、第3の発明は、第2の発明において、

上記凝縮部（92）の上端は、上記蒸発部（91）の上端よりも上寄りであることを特徴とする。

【0012】

この構成では、ガス通路（94）が、蒸発部（91）から凝縮部（92）に向かって上り勾配となる。

10

【0013】

また、第4の発明は、第2又は第3の発明の何れかにおいて、

上記凝縮部（92）の下端は、上記蒸発部（91）の下端よりも上寄りであることを特徴とする。

【0014】

この構成では、液通路（95）が、凝縮部（92）から蒸発部（91）に向かって下り勾配となる。

【0015】

また、第5の発明は、第2から第4の発明の何れかにおいて、

上記蒸発部（91）は、下方から上方に伸びる複数の狭流路（91a）に内部が区画されていることを特徴とする。

20

【0016】

この構成では、蒸発部（91）の狭流路（91a）において作動流体（F）が蒸発して気泡になると、その気泡は狭流路（91a）内を上昇する。狭流路（91a）内を上昇する気泡（ガス状の作動流体（F））は、液通路（95）内や蒸発部（91）の下部付近の液状の作動流体（F）を効率的に上方に引き上げる。

【0017】

また、第6の発明は、第2から第5の発明の何れかにおいて、

上記凝縮部（92）は、下方から上方に伸びる複数の狭流路（92a）に内部が区画されていることを特徴とする。

30

【0018】

この構成では、凝縮部（92）において作動流体（F）が凝縮して液状になると、液状の作動流体（F）は、重力によって狭流路（92a）内を下方に向かって流れる。狭流路（92a）内を流れる液状の作動流体（F）は、ガス通路（94）内や凝縮部（92）の上部付近のガス状の作動流体（F）を凝縮部（92）内に効率よく引き込む作用を発揮する。

【0019】

また、第7の発明は、第1から第6の発明の何れかにおいて、

上記熱搬送部（90）の内部には、液状の上記作動流体（F）を貯留するリザーバ部（96）が形成されていることを特徴とする。

【0020】

この構成では、リザーバ部（96）に、液状の作動流体（F）が貯留される。

40

【0021】

また、第8の発明は、第1から第7の発明の何れかにおいて、

上記電装品は、電力変換装置（60）のパワー素子（63）であることを特徴とする。

【0022】

この構成では、パワー素子（63）の熱が熱搬送部（90）によって熱交換器（80）に搬送され、冷媒回路（10）の冷媒によって冷却される。

【発明の効果】

【0023】

第1の発明によれば、電装品の実装の自由度を損なうことなく、電装品を適切に冷却す

50

ることが可能になる。

【0024】

また、第2の発明によれば、ガス通路(94)や液通路(95)によって作動流体(F)が効率よく熱搬送部(90)内を循環する。すなわち、熱搬送部(90)において効率よく熱を搬送することが可能になる。

【0025】

また、第3の発明や第4の発明によれば、作動流体(F)の流れに適した勾配を有した作動流体通路(94,94)が形成されるので、作動流体(F)が熱搬送部(90)内をより効率よく循環する。すなわち、熱搬送部(90)において、より効率よく熱を搬送することが可能になる。

10

【0026】

また、第5の発明によれば、気泡となった作動流体(F)が液通路(95)内や蒸発部(91)の下部付近の液状の作動流体(F)を効率的に上方に引き上げるので、効率よく熱を搬送することが可能になる。

【0027】

また、第6の発明によれば、狭流路(92a)内を流れる液状の作動流体(F)がガス状の作動流体(F)を凝縮部(92)内に効率よく引き込むので、効率よく熱を搬送することが可能になる。

【0028】

また、第7の発明によれば、蒸発部(91)内の作動流体(F)が不足しないようにできる。

20

【0029】

また、第8の発明によれば、電力変換装置(60)のパワー素子(63)を効率的に冷却できる。また、パワー素子(63)のレイアウトの自由度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】図1は、本実施形態に係る電装品冷却システムを適用する空気調和機の冷媒回路を示す。

【図2】図2は、実施形態1に係る室外ユニットの概略の横断面図である。

【図3】図3は、冷媒ジャケットの平面図である。

30

【図4】図4は、ヒートパイプの縦断面を示す。

【図5】図5は、実施形態2に係るヒートパイプの縦断面を示す。

【図6】図6は、実施形態3に係る電装品冷却システムを示す。

【図7】図7は、実施形態4に係る電装品冷却システムを示す。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

【0032】

40

《発明の実施形態1》

以下では、本発明の実施形態1に係る電装品冷却システム(70)を適用する空気調和機(1)を説明する。空気調和機(1)は、冷媒回路(10)を有して冷房運転と暖房運転とを切り換えて行う。この空気調和機(1)は、室内に設置される室内ユニット(20)と、室外に設置される室外ユニット(30)とを有している。室内ユニット(20)と室外ユニット(30)とが、2本の連絡配管(11,12)によって互いに接続されることで、閉回路となる冷媒回路(10)が構成される。冷媒回路(10)には、冷媒が充填される。冷媒回路(10)において冷媒が循環することで、蒸気圧縮式の冷凍サイクルが行われる。図1に、本実施形態に係る電装品冷却システム(70)を適用する空気調和機(1)の冷媒回路(10)を示す。

50

【 0 0 3 3 】

室内ユニット (20)

図 1 に示すように、室内ユニット (20) は、室内熱交換器 (21)、室内ファン (22)、及び室内膨張弁 (23) を有している。室内熱交換器 (21) は、例えばクロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器で構成する。室内熱交換器 (21) では、その伝熱管の内部を流れる冷媒と、室内ファン (22) が送風する空気とが熱交換する。室内膨張弁 (23) は、例えば電子膨張弁で構成する。

【 0 0 3 4 】

室外ユニット (30)

室外ユニット (30) は、室外熱交換器 (31)、室外ファン (32)、室外膨張弁 (33)、圧縮機 (34)、四方切換弁 (35)、電力変換装置 (60)、及び電装品冷却システム (70) を有している。室外熱交換器 (31) は、例えばクロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器で構成する。室外熱交換器 (31) では、その伝熱管の内部を流れる冷媒と、室外ファン (32) が送風する空気とが熱交換する。室外膨張弁 (33) は、例えば電子膨張弁で構成する。圧縮機 (34) は、例えばスクロール圧縮機等の回転式圧縮機で構成する。四方切換弁 (35) は、第 1 から第 4 までのポートを有し、冷媒回路 (10) の冷媒の循環方向を切り換える。この例では、四方切換弁 (35) は、冷房運転時に第 1 ポートと第 2 ポートを連通させ且つ第 3 ポートと第 4 ポートを連通させる状態 (図 1 の実線で示す状態) となり、暖房運転時に第 1 ポートと第 3 ポートを連通させ且つ第 2 ポートと第 4 ポートとを連通させる状態 (図 1 の破線で示す状態) となる。

【 0 0 3 5 】

図 2 は、実施形態 1 に係る室外ユニット (30) の概略の横断面図である。図 2 に示すように、室外ユニット (30) は、箱形のケーシング (40) を有している。ケーシング (40) は、前面パネル (41)、後面パネル (42)、第 1 側面パネル (43)、及び第 2 側面パネル (44) を有している。前面パネル (41) は、室外ユニット (30) の前側に設けられている。この前面パネル (41) には、室外空気が吸い込まれる吸込口 (41a) が形成されている。また、前面パネル (41) は、ケーシング (40) の本体に対して着脱自在に構成されている。後面パネル (42) は、室外ユニット (30) の後側に設けられている。後面パネル (42) には、室外空気が吹き出される吹出口 (42a) が形成されている。第 1 側面パネル (43) は、室外ユニット (30) の幅方向 (図 2 の矢印 X で示す方向) の一端側に設けられている。第 1 側面パネル (43) には、吹出口 (43a) が形成されている。第 2 側面パネル (44) は、室外ユニット (30) の幅方向の他端側に設けられている。

【 0 0 3 6 】

また、ケーシング (40) は、縦仕切板 (45) と横仕切板 (46) とを有している。ケーシング (40) の内部空間は、縦仕切板 (45) によって幅方向に 2 つの空間に仕切られる。これらの空間のうち、第 1 側面パネル (43) 側の空間は、室外熱交換器 (31) を収容する熱交換器室 (47) である。また、これらの空間のうち、第 2 側面パネル (44) 側の空間は、横仕切板 (46) によって更に前後に 2 つの空間に仕切られている。前後 2 つの空間のうち、後側の空間は圧縮機 (34) を収容する圧縮機室 (48) であり、前側の空間は電装品を収容する電装品室 (49) である。電装品室 (49) は、前面パネル (41) 側に、開口部 (以下、サービス開口部 (41b)) を有している。

【 0 0 3 7 】

具体的に、電装品室 (49) 内には、図 2 に示すように電力変換装置 (60) 及び電装品冷却システム (70) が収容されている。電力変換装置 (60) は、圧縮機 (34) のモータへ電力を供給する。この電力変換装置 (60) では、プリント基板 (61) 上に、複数のパワー素子 (63) 等の電装品が実装されている。本実施形態のパワー素子 (63) は、インバータ回路 (図示は省略) のスイッチング素子 (例えば IGBT や MOSFET) である。すなわち、パワー素子 (63) は、作動中 (圧縮機 (34) の運転中) に多くの熱を発生する発熱部品であり、空気調和機 (1) を正常に動作させるためには、これらのパワー素子 (63) を動作可能な温度 (例えば 90) を越えないように冷却してやる必要がある。本実施形態で

10

20

30

40

50

は、電装品冷却システム（70）によって、パワー素子（63）を冷却する。

【0038】

電装品冷却システム

電装品冷却システム（70）は、冷媒ジャケット（80）とヒートパイプ（90）とを備えている。

【0039】

- 冷媒ジャケット（80） -

図3は、冷媒ジャケット（80）の平面図である。本実施形態の冷媒ジャケット（80）は、本体部（80b）と冷却管（15）とを備えている。本体部（80b）は、扁平な直方体状であり、例えばアルミニウムなどの金属によって形成する。本体部（80b）には、図3に示すように、2つの貫通孔（80a）が設けられ、これらの貫通孔（80a）には冷却管（15）が挿入されている。詳しくは、冷却管（15）は、一方の貫通孔（80a）を通り抜けた後にU字状に折り返して、もう一方の貫通孔（80a）を通り抜けている。

10

【0040】

また、冷却管（15）は、冷媒回路（10）を構成する冷媒配管の一部を利用して構成され、本実施形態では、冷却管（15）は、銅配管である。この冷却管（15）は、本実施形態では、冷媒回路（10）における高圧の液ラインに接続され、冷却管（15）には、熱交換器（21,31）で凝縮した後の高圧の液冷媒が流通する。つまり、この冷媒ジャケット（80）は、冷却管（15）によって、冷媒回路（10）を流れる冷媒（冷凍サイクルに使用する冷媒）が供給されており、冷媒ジャケット（80）は、本発明における熱交換器の一例である。

20

【0041】

- ヒートパイプ（90） -

図4は、ヒートパイプ（90）の縦断面を示す。ヒートパイプ（90）は、鉛直に立てた状態で配置され、内部に封入された作動流体（F）が蒸発と凝縮（相変化）を行うことで熱を搬送する。すなわち、ヒートパイプ（90）は、本発明の熱搬送部の一例である。

【0042】

図4に示すように、ヒートパイプ（90）は、板状の形態を有している。この例では、ヒートパイプ（90）は、2枚の金属板（90a）を向かいあわせて互いに接合することによって形成されている。本実施形態では、これらの金属板（90a）はアルミニウムの板である。

30

【0043】

ヒートパイプ（90）では、これらの金属板（90a）の一方に、相手側の金属板（90a）の合わせ面とは反対側に膨らんだ箇所（膨出部）が部分的に形成されることによって、これらの金属板（90a）の間に、作動流体（F）を封入する空洞部が形成されている。このような空洞部は、例えばロールボンド法によって形成することができる。また、ヒートパイプ（90）内の作動流体（F）は、例えばリチウム、ナフタレン、メタノール、アンモニア等である。

【0044】

このヒートパイプ（90）では、金属板（90a）の概ね中央部に、膨出していない部分（仕切部（93）と呼ぶ）を縦方向に設けることによって、図4に示すように、左右に並んだ2つの空洞部が形成されている。図4に示した左側の空洞部は、後述する蒸発部（91）であり、右側の空洞部が、後述する凝縮部（92）である。この蒸発部（91）内には、複数の壁部（91b）が縦方向に設けられ、それにより内部が複数の狭流路（91a）として仕切られている。同様に、凝縮部（92）内にも複数の壁部（92b）が縦方向に設けられ、内部が複数の狭流路（92a）として仕切られている。

40

【0045】

また、ヒートパイプ（90）では、蒸発部（91）の上部と凝縮部（92）の上部とを繋ぐ、横方向に伸びた空洞部も形成されている。上部同士を繋ぐ空洞部は、後述するように、蒸発部（91）においてガス状になった作動流体（F）を凝縮部（92）に導くためのガス通路（94）として使用する。この例では、凝縮部（92）の上端は、蒸発部（91）の上端よりも

50

上寄りであり、ガス通路(94)は、蒸発部(91)から凝縮部(92)に向って上り勾配となっている。

【0046】

また、ヒートパイプ(90)には、蒸発部(91)の下部と凝縮部(92)の下部とを繋ぐ、横方向に伸びた空洞部も形成されている。下部同士を繋ぐ空洞部は、後述するように、凝縮部(92)において液状になった作動流体(F)を蒸発部(91)に導くための液通路(95)として使用する。この例では、凝縮部(92)の下端は、蒸発部(91)の下端よりも上寄りであり、液通路(95)は、凝縮部(92)から蒸発部(91)に向って下り勾配となっている。

【0047】

そして、ヒートパイプ(90)の外面上において蒸発部(91)に対応する箇所には、電装品(ここではパワー素子(63))を固定するための領域が設けられている。より具体的には、複数のパワー素子(63)を接触させる平坦な面(A)が形成されている。また、ヒートパイプ(90)の外面上において凝縮部(92)に対応する箇所には、冷媒ジャケット(80)が固定される。そのため、冷媒ジャケット(80)を固定する部分は、冷媒ジャケット(80)の本体部(80b)に見合った広さの平坦な面(B)が形成されている。

【0048】

電装品冷却システム(70)は、空気調和機(1)の室外ユニット(30)に組み込まれる。組み込みには、種々の手順が考えられるが、一例として以下を挙げる。

【0049】

まず、プリント基板(61)に実装されているパワー素子(63)にヒートパイプ(90)を予め固定しておく。ヒートパイプ(90)をパワー素子(63)に固定するには、例えば、ヒートパイプ(90)にねじ穴やブラケットを設けておいて、それをプリント基板(61)にねじ止めすることなどが考えられる。

【0050】

また、冷媒ジャケット(80)は、室外ユニット(30)内に組み込んで、冷却管(15)を冷媒回路(10)に接続しておく。

【0051】

そして、サービス開口部(41b)から、ヒートパイプ(90)が取り付けられたプリント基板(61)を室外ユニット(30)の中に入れ、冷媒ジャケット(80)をヒートパイプ(90)に固定する。具体的な固定手段としては、両者をねじ止めして、冷媒ジャケット(80)とヒートパイプ(90)とを固定することなどが考えられる。なお、ヒートパイプ(90)とパワー素子(63)との間や、ヒートパイプ(90)と冷媒ジャケット(80)の間には、熱伝導グリースを塗布しておくのが望ましい。

【0052】

空気調和機(1)における電装品の冷却

空気調和機(1)では、冷房運転と暖房運転とを切り換えて行われる。例えば、冷房運転では、圧縮機(34)で圧縮された冷媒が、室外熱交換器(31)で凝縮する。凝縮した冷媒は、例えば全開状態の室外膨張弁(33)を通過し、冷却管(15)を流れる。圧縮機(34)の運転時には、電力変換装置(60)から圧縮機(34)に電力が供給され、その際にパワー素子(63)が発熱してその温度が上昇する。

【0053】

また、暖房運転では、圧縮機(34)で圧縮された冷媒が、室内熱交換器(21)で凝縮する。これにより、室内空気が加熱される。凝縮した冷媒は、例えば全開状態の室内膨張弁(23)を通過し、冷却管(15)を流れる。暖房運転でも、電力変換装置(60)から圧縮機(34)に電力が供給され、その際にパワー素子(63)が発熱してその温度が上昇する。

【0054】

このように冷房運転や暖房運転において発熱したパワー素子(63)は、電装品冷却システム(70)によって冷却される。

【0055】

10

20

30

40

50

まず、空気調和機(1)の停止中は、ヒートパイプ(90)内の作動流体(F)は液状であり、ヒートパイプ(90)の下方に溜まっている。この例では、空気調和機(1)の停止中は、作動流体(F)の液面が蒸発部(91)の中程にあるものとする。図4には、停止中における作動流体(F)の液面を模式的に示した。

【0056】

電力変換装置(60)が動作してパワー素子(63)の温度が上昇すると、蒸発部(91)内に溜まっている作動流体(F)がパワー素子(63)の熱によって蒸発させられる。すなわち、蒸発部(91)の狭流路(91a)内では、作動流体(F)の気泡が発生し、狭流路(91a)内は、ガス状の作動流体(F)と液状の作動流体(F)が混在した状態となる。ヒートパイプ(90)は、鉛直に立てた状態で配置されているので、狭流路(91a)内の気泡は、その浮力によって、狭流路(91a)内を上方に向かって上って該狭流路(91a)の上端から流出する。このとき、本実施形態では、狭流路(91a)内を上昇する気泡(ガス状の作動流体(F))が、液通路(95)内や蒸発部(91)の下部付近の液状の作動流体(F)を、蒸発部(91)内に効率的に上方に引き上げる作用を発揮する。

10

【0057】

狭流路(91a)の上端から出たガス状の作動流体(F)は、ガス通路(94)を通過して凝縮部(92)へ導入される。凝縮部(92)の上端は、蒸発部(91)の上端よりも上寄りなので、ガス通路(94)内のガス状の作動流体(F)は、容易に凝縮部(92)の上部にまで流れ込むことができる。

【0058】

20

そして、ヒートパイプ(90)では、凝縮部(92)の外側には冷媒ジャケット(80)が固定されているので、凝縮部(92)に入ったガス状の作動流体(F)は、冷媒ジャケット(80)に放熱することになる。つまり、ヒートパイプ(90)は、パワー素子(63)の熱を冷媒ジャケット(80)に搬送しているのである。

【0059】

この冷媒ジャケット(80)の熱は、本体部(80b)に広がりつつ冷却管(15)に伝わり、更に、冷却管(15)内の冷媒に伝わる。これにより、パワー素子(63)が冷却され、パワー素子(63)は動作可能な所定温度に維持される。なお、冷房運転時は、冷却管(15)を流れた冷媒は、室内膨張弁(23)で減圧された後、室内熱交換器(21)で蒸発する。また、暖房運転時は、冷却管(15)を流れた冷媒は、室外膨張弁(33)で減圧された後、室外熱交換器(31)で蒸発する。

30

【0060】

そして、凝縮部(92)において冷媒ジャケット(80)に放熱した作動流体(F)は凝縮して液状になる。狭流路(92a)内の作動流体(F)は、重力によって狭流路(92a)内を下方に向かって流れ、狭流路(92a)から液通路(95)へ流出する。本実施形態では、狭流路(92a)内を流れる液状の作動流体(F)が、ガス通路(94)内や凝縮部(92)の上部付近のガス状の作動流体(F)を凝縮部(92)内に効率よく引き込む作用を発揮する。

【0061】

液通路(95)内の作動流体(F)は、凝縮部(92)から連続的に流れ込んでくる作動流体(F)に押されて蒸発部(91)へ導入される。なお、凝縮部(92)の下端は、蒸発部(91)の下端よりも上寄りなので、液状の作動流体(F)は、蒸発部(91)へ容易に流れ込むことができる。

40

【0062】

以上のように、電装品冷却システム(70)では、ヒートパイプ(90)内で作動流体(F)が相変化しつつヒートパイプ(90)の内部を循環し、パワー素子(63)の熱を冷媒ジャケット(80)に搬送している。

【0063】

本実施形態における効果

冷媒ジャケットを電装品に固定し、電装品の熱を冷媒回路の冷媒に放熱させると、電装品を適切に冷却できる。しかしながら、一般的に、冷媒ジャケットは、冷媒回路に接続す

50

る都合上、配置や構造の制約が大きく、電装品のレイアウトも制約されがちである。

【0064】

それに対して、本実施形態の電装品冷却システム(70)では、ヒートパイプ(90)によって、冷却対象の電装品(ここではパワー素子(63))の熱を冷媒ジャケット(80)に搬送するようにした。そのため、この電装品冷却システム(70)では、冷媒ジャケットが電装品のレイアウトに及ぼす影響が小さくなる。すなわち、本実施形態では、電装品の実装の自由度を損なうことなく、電装品を適切に冷却することが可能になる。

【0065】

また、一般的な冷媒ジャケットはアルミニウム等の伝熱部材(例えば板状の部材)を介して熱を伝えるものが多く、伝熱部材では電装品の熱が広範囲に広がりにくい。そのため、小型の電装品を冷却する場合は、冷媒ジャケットの一部でしか吸熱されない。つまり、一般的な冷媒ジャケットでは、冷却対象の電装品を小型化するとその冷却が難しくなる。それに対し、本実施形態では、ヒートパイプ(90)において作動流体(F)が循環して熱を搬送するので、蒸発部(91)の全体を熱の処理に利用できる。すなわち、この電装品冷却システム(70)では、小型の電装品でも効率よく冷却できる。

【0066】

また、ヒートパイプ(90)では、蒸発部(91)に狭流路(91a)を形成したことで、狭流路(91a)内の気泡が、液通路(95)内や蒸発部(91)の下部付近の液状の作動流体(F)を蒸発部(91)内に効率的に引き上げる作用を発揮する。すなわち、蒸発部(91)を効率的に作動させることが可能になる。同様に、凝縮部(92)に狭流路(92a)を形成したことで、狭流路(92a)内を流れる液状の作動流体(F)が、ガス通路(94)内や凝縮部(92)の上部付近のガス状の作動流体(F)を凝縮部(92)内に効率よく引き込むことになる。すなわち、凝縮部(92)を効率的に作動させることが可能になる。

【0067】

また、この電装品冷却システム(70)では、冷媒ジャケット(80)を冷却対象の電装品から離して配置できるので、冷媒ジャケット(80)が結露したとしても、その結露水が電装品やプリント基板のように水滴の付着が望ましくない場所に流れ込まないようにすることも可能になる。例えば、冷媒ジャケットをパワー素子に直接的に取り付ける構造の電装品冷却システムでは、冷媒ジャケットの冷却管を接続する箇所を工夫して冷媒ジャケットに、結露しにくい温度の冷媒が流れるようにするなどの配慮が必要であった。それに対し、この電装品冷却システム(70)では、冷媒ジャケット(80)における結露を許容できるので、そのような配慮が不要になる。

【0068】

《発明の実施形態2》

図5は、実施形態2に係るヒートパイプ(90)の縦断面を示す。この例では、凝縮部(92)の右側に、液状の作動流体(F)を貯留するリザーバ領域(以下、リザーバ部(96))が形成されている。このリザーバ部(96)も金属板(90a)の一部を膨出させて空洞部とすることによって形成されている。また、リザーバ部(96)の下部には、液通路(95)とリザーバ部(96)とを繋ぐ液補充通路(96a)が形成されている。この液補充通路(96a)も金属板(90a)が膨出させて空洞部とすることによって形成されている。

【0069】

このように、リザーバ部(96)を形成したことで、例えば蒸発部(91)における作動流体(F)の蒸発量が、凝縮部(92)における凝縮量よりも多い場合には、作動流体(F)がリザーバ部(96)から蒸発部(91)に供給される。それにより、蒸発部(91)内の作動流体(F)が不足しないようにできる。

【0070】

また、リザーバ部(96)の温度を制御することで、凝縮部(92)の作動流体(F)の量を任意に調整することができ、これにより、ヒートパイプ(90)の熱コンダクタンスを制御することが可能となる。例えば、リザーバ部(96)の温度を上げると、リザーバ部(96)の圧力が上昇し、作動流体(F)がリザーバ部(96)から凝縮部(92)に供給される。これにより、凝縮

10

20

30

40

50

部(92)が作動流体(F)でブロックされて凝縮面積が低下するため放熱性能が低下し、蒸発部(91)の温度は上昇することになる。例えば、冷却管(15)内の冷媒の温度が外気露点よりも低下するような場合には、蒸発部(91)の温度も低下し、蒸発部(91)に熱的に接続されているパワー素子(63)表面での結露の可能性がある。しかしながら、リザーバ部(96)の温度を外気温度付近に制御しておけば、蒸発温度が外気温度よりも低下することを避けることができるため、蒸発部(91)での結露を効果的に防止することができる。なお、リザーバ部(96)の温度を外気温度に制御するために、リザーバ部(96)を外気温度に近い電装品ボックスに接続したり、外気と熱交換するためのヒートシンクに接続しても良い。

【0071】

《発明の実施形態3》

図6は、本発明の実施形態3に係る電装品冷却システム(70)を示す。図6は、電装品冷却システム(70)を電装品室(49)に組み込んで上方から見た状態を示している。同図に示すように、本実施形態では、ヒートパイプ(90)が、上方から見てL字状の形態を有している。この例では、冷媒ジャケット(80)の本体部(80b)とプリント基板(61)とが直行して配置されることになる。この構成は、プリント基板の両面に電装品を実装する場合で、コネクタなどの配線部材の実装面と、冷却対象の電装品(ここではパワー素子)の実装面とが異なる場合に有用である。

【0072】

例えば、冷媒ジャケットをパワー素子に直接的に取り付ける例(以下、説明の便宜のため従来例と呼ぶ)において、コネクタなどの配線部材と、冷却対象のパワー素子との実装面とが互いに異なる場合には、パワー素子側を電装品室のサービス開口部に向けてプリント基板を取り付けることが多いと考えられる。そのような向きにすることで、パワー素子と冷媒ジャケットとの固定作業をサービス開口部側から行うことができ、両者を容易に固定できるからである。しかしながら、プリント基板のパワー素子実装側をサービス開口部に向けると、サービス開口部側から見て、コネクタがプリント基板の裏面に配置されることになり、コネクタへの接続作業が煩雑になってしまう。また、裏面のコネクタから引き出し線を表側(サービス開口部側)に引き出すために、別のコネクタを追加するなど、部品の追加が必要になる場合がある。

【0073】

それに対し本実施形態では、例えば、プリント基板(61)上のパワー素子(63)とヒートパイプ(90)とを予め固定しておけば、コネクタ(64)側をサービス開口部(41b)側に向けてプリント基板(61)を電装品室(49)に取り付けた後でも、サービス開口部(41b)側から、ヒートパイプ(90)と冷媒ジャケット(80)との固定作業を行うことができる。すなわち、本実施形態によれば、コネクタ(64)をサービス開口部(41b)側に向けるとによって、パワー素子(63)がサービス開口部(41b)から見てプリント基板(61)の裏側になる場合でも、電装品冷却システム(70)を容易に組み付けることが可能になる。つまり、本実施形態では、電装品冷却システム(70)と取り付け作業、及びコネクタ(64)への接続作業の双方を容易に行うことができる。

【0074】

《発明の実施形態4》

図7は、本発明の実施形態4に係る電装品冷却システム(70)を示す。図7では、電装品冷却システム(70)を電装品室(49)に組み込んで上方から見た状態を示している。同図に示すように、本実施形態では、ヒートパイプ(90)が、上方から見てコの字状の形態を有している。この例では、電装品冷却システム(70)は、プリント基板(61)をヒートパイプ(90)で挟み込むように配置される。

【0075】

本実施形態では、例えば、プリント基板(61)上のパワー素子(63)とヒートパイプ(90)とを予め固定しておけば、コネクタ(64)側をサービス開口部(41b)側に向けてプリント基板(61)を電装品室(49)に取り付けた後でも、サービス開口部(41b)側から、ヒートパイプ(90)と冷媒ジャケット(80)との固定作業を行うことができる。すな

10

20

30

40

50

わち、この構成も、実施形態5の例と同様に、コネクタなどの配線部材の実装面と、冷却対象の電装品（ここではパワー素子）の実装面とが異なる場合に有用である。

【0076】

《その他の実施形態》

なお、電装品冷却システム（70）で冷却する電装品は、パワー素子（63）には限定されない。例えば、リアクトル等の冷却に用いてもよい。

【0077】

また、ヒートパイプ（90）を配置する向きは、鉛直には限定されない。例えば、作動流体（F）の流れを妨げない範囲で、ヒートパイプ（90）を斜めに配置してもかまわない。すなわち、本発明の「立てた状態で配置」とは、鉛直配置の他に斜め配置も含む概念である。

10

【0078】

また、蒸発部（91）や凝縮部（92）には、狭流路（91a,92a）は必須ではない。勿論、狭流路（91a,92a）を設けることでヒートパイプ（90）の熱搬送の効率は向上するが、電装品冷却システム（70）に求められる冷却能力等に応じて、狭流路（91a,92a）の要否を判断すればよい。

【産業上の利用可能性】

【0079】

本発明は、電装品の冷却システムとして有用である。

【符号の説明】

20

【0080】

- 1 空気調和機（冷凍装置）
- 10 冷媒回路
- 60 電力変換装置
- 63 パワー素子（電装品）
- 70 電装品冷却システム
- 80 冷媒ジャケット（熱交換器）
- 90 ヒートパイプ（熱搬送部）
- 91 蒸発部
- 91 a 狭流路
- 92 凝縮部
- 92 a 狭流路
- 94 ガス通路
- 95 液通路
- 96 リザーバ部

30

【 図 7 】

