

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6003423号
(P6003423)

(45) 発行日 平成28年10月5日 (2016. 10. 5)

(24) 登録日 平成28年9月16日 (2016. 9. 16)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 23/473 (2006. 01)

H O 1 L 23/46

Z

H O 5 K 7/20 (2006. 01)

H O 5 K 7/20

N

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2012-197923 (P2012-197923)
 (22) 出願日 平成24年9月7日 (2012. 9. 7)
 (65) 公開番号 特開2014-53507 (P2014-53507A)
 (43) 公開日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)
 審査請求日 平成27年5月12日 (2015. 5. 12)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100113608
 弁理士 平川 明
 (74) 代理人 100105407
 弁理士 高田 大輔
 (72) 発明者 青木 伸充
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 西山 剛
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷却ユニット及び電子装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子装置における複数の発熱部品を冷却する冷却ユニットであって、
 ラジエータと、
 前記ラジエータに接続され、当該ラジエータによって空冷された冷媒が流れる供給管と、
 複数の前記発熱部品それぞれに対応して前記供給管に設けられた複数の開口ノズルと、
 複数の前記発熱部品の各々に装着されると共に前記開口ノズルの各々に接続され、当該
 開口ノズルから供給される冷媒を内部流路に流通させる複数の受熱部と、
 前記受熱部毎に設けられると共に当該受熱部に接合され、前記受熱部から排出される冷
 媒を前記ラジエータに戻す複数の回収管と、
 を備え、
 前記受熱部の各々は、前記供給管に対して相対変位可能に接続されており、
 前記回収管の各々は、互いに直列かつ相対変位可能に接続されており、
 前記供給管と前記ラジエータとの接続部、および、前記回収管と前記ラジエータとの接
 続部には、柔軟性を有する接続管が介在し、前記供給管および複数のうち最下流に位置す
 る前記回収管は前記ラジエータに対して相対変位可能に接続され、
 前記接続管を跨ぎ、前記ラジエータおよび前記供給管上に搭載されるラジエータ保持部
 材を備える、
 冷却ユニット。

10

20

【請求項 2】

前記受熱部と前記供給管との接続部、および、前記回収管同士の接続部には、柔軟性を有する接続管が介在する、

請求項 1 に記載の冷却ユニット。

【請求項 3】

前記供給管には、タンクの内部流路とポンプの内部流路との少なくとも一方が含まれる、

請求項 1 または 2 に記載の冷却ユニット。

【請求項 4】

複数の発熱部品と、

複数の前記発熱部品を冷却する冷却ユニットと、

を備え、

前記冷却ユニットは、

ラジエータと、

前記ラジエータに接続され、当該ラジエータによって空冷された冷媒が流れる供給管と

、
複数の前記発熱部品それぞれに対応して前記供給管に設けられた複数の開口ノズルと、
複数の前記発熱部品の各々に装着されると共に前記開口ノズルの各々に接続され、当該開口ノズルから供給される冷媒を内部流路に流通させる複数の受熱部と、

前記受熱部毎に設けられると共に当該受熱部に接合され、前記受熱部から排出される冷媒を前記ラジエータに戻す複数の回収管と、を有し、

前記受熱部の各々は、前記供給管に対して相対変位可能に接続されており、

前記回収管の各々は、互いに直列かつ相対変位可能に接続されており、

前記供給管と前記ラジエータとの接続部、および、前記回収管と前記ラジエータとの接続部には、柔軟性を有する接続管が介在し、前記供給管および複数のうち最下流に位置する前記回収管は前記ラジエータに対して相対変位可能に接続され、

前記接続管を跨ぎ、前記ラジエータおよび前記供給管上に搭載されるラジエータ保持部材を備える、

電子装置。

【請求項 5】

前記受熱部と前記供給管との接続部、および、前記回収管同士の接続部には、柔軟性を有する接続管が介在する、

請求項 4 に記載の電子装置。

【請求項 6】

前記供給管には、タンクの内部流路とポンプの内部流路との少なくとも一方が含まれる、

請求項 4 または 5 に記載の電子装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷却ユニット及び電子装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、サーバ等といった電子装置において、中央演算処理装置（CPU：Central Processing Unit）などの熱を発する発熱部品を冷却する種々の冷却モジュールが提案されている（例えば、特許文献 1～5 等を参照）。一例として、ポンプによって循環路における冷却液を循環させ、発熱部品に装着した冷却ジャケットで発熱部品の発熱を冷却液に吸熱し、ラジエータからの放熱によって冷却液を空冷する冷却モジュールが知られている。電子装置内には複数の発熱部品が回路基板に実装されていることが多く、複数の発熱部品毎に冷却ジャケットを装着することで冷却モジュールのユニット化が行われる場合があ

10

20

30

40

50

る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2002-335091号公報

【特許文献2】特開2008-287733号公報

【特許文献3】特開2005-326141号公報

【特許文献4】特表2008-500738号公報

【特許文献5】特開2007-241991号公報

【特許文献6】実開平1-130825号公報

【特許文献7】実開平5-1921号公報

【特許文献8】特開平5-136586号公報

【特許文献9】特開平8-186388号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

冷却ユニットには、電子装置の筐体（ハウジング）内にユニットとして組み込む際に、携帯性、すなわちハンドリング（持ち運び）の容易さが要求される。従って、扱い者によって冷却ユニットがハンドリングされる際に、冷却ユニット全体との姿勢、形状、形態等が保持できるように、冷却ユニットにはある程度の剛性が必要となる。ハンドリングの容易さを確保する方法として、冷却ユニットの循環路に高い剛性を有する金属製の配管を用いたり、各部材同士の接合箇所を口ウ（鑑）付け等によって剛接合する方法が考えられる。

【0005】

しかしながら、単に冷却ユニットの循環路を金属製の配管によって形成し、各接合箇所を剛接合した場合、冷却ユニットの寸法公差に起因して、電子装置の筐体や回路基板に固定された冷却ユニットの循環路や各部材間の接合箇所に応力が掛かる場合がある。特に、電子装置の回路基板に複数の発熱部品が搭載されている場合、発熱部品毎に発熱部品の上面高さにばらつきが生じ易く、冷却ユニットを製造する際に要求される寸法精度が更に厳しいものとなる。そうすると、冷却ユニットにおける循環路や各部材間の接合箇所に応力が集中し易くなり、冷却ユニットに含まれる部材の劣化や破損が生じる虞があった。また、その結果、循環路内における冷却液が外部に漏れ出し、電子装置の故障を招いたり、品質の信頼性に影響を及ぼす虞があった。

【0006】

本件は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、電子装置の発熱部品を冷却する冷却ユニットにおいて、ハンドリングの容易さと破損し難さとを両立するための技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本件の一観点による冷却ユニットは、電子装置における複数の発熱部品を冷却する冷却ユニットであって、ラジエータと、前記ラジエータに接続され、当該ラジエータによって空冷された冷媒が流れる供給管と、複数の前記発熱部品それぞれに対応して前記供給管に設けられた複数の開口ノズルと、複数の前記発熱部品の各々に装着されると共に前記開口ノズルの各々に接続され、当該開口ノズルから供給される冷媒を内部流路に流通させる複数の受熱部と、前記受熱部毎に設けられると共に当該受熱部に接合され、前記受熱部から排出される冷媒を前記ラジエータに戻す複数の回収管と、を備え、前記受熱部の各々は、前記供給管に対して相対変位可能に接続されており、前記回収管の各々は、互いに直列かつ相対変位可能に接続されている。

【0008】

本件の一観点による電子装置は、複数の発熱部品と、複数の前記発熱部品を冷却する冷

10

20

30

40

50

却ユニットと、を備え、前記冷却ユニットは、ラジエータと、前記ラジエータに接続され、当該ラジエータによって空冷された冷媒が流れる供給管と、複数の前記発熱部品それぞれに対応して前記供給管に設けられた複数の開口ノズルと、複数の前記発熱部品の各々に装着されると共に前記開口ノズルの各々に接続され、当該開口ノズルから供給される冷媒を内部流路に流通させる複数の受熱部と、前記受熱部毎に設けられると共に当該受熱部に接合され、前記受熱部から排出される冷媒を前記ラジエータに戻す複数の回収管と、を有し、前記受熱部の各々は、前記供給管に対して相対変位可能に接続されており、前記回収管の各々は、互いに直列かつ相対変位可能に接続されている。

【発明の効果】

【0009】

10

本件によれば、電子装置の発熱部品を冷却する冷却ユニットにおいて、ハンドリングの容易さと破損し難さとを両立するための技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施形態1に係る電子装置の斜視図である。

【図2】実施形態1に係る電子装置の分解斜視図である。

【図3】実施形態1に係る冷却ユニットの分解斜視図である。

【図4】実施形態1に係る冷却ユニットの斜視図である。

【図5】実施形態1に係る冷却ユニットの斜視図である。

【図6】実施形態1に係る冷却ユニットの斜視図である。

20

【図7】実施形態1に係る冷却ユニットの斜視図である。

【図8】実施形態1に係る冷却ユニットの側面図である。

【図9】実施形態1に係るラジエータ保持部材の設置態様を説明する図である。

【図10】実施形態1に係るタンク及びポンプの内部構造を示す図である。

【図11】実施形態1に係るタンク及びポンプの内部構造を示す図である。

【図12】実施形態1に係る受熱モジュール及びその周辺部材を示す斜視図である。

【図13】実施形態1に係る受熱モジュールの内部構造を示す図である。

【図14】実施形態1に係る送り配管と回収管とを上下二段に配列した状況を模式的に示す図である。

【図15】実施形態1に係る回収管の形状を模式的に示す図である。

30

【図16】実施形態1に係るフレキシブルチューブと電子部品との位置関係を模式的に示す図である。

【図17】実施形態1の変形例に係る電子装置の斜視図である。

【図18】実施形態2に係る冷却ユニットの上面図である。

【図19】実施形態2に係る電子装置の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して、発明を実施するための実施形態に係る冷却ユニット及び当該冷却ユニットを備える電子装置について例示的に詳しく説明する。

【0012】

40

<実施形態1>

図1は、実施形態1に係る電子装置の斜視図である。図2は、実施形態1に係る電子装置の分解斜視図である。図1及び図2において、電子装置1は、サーバ等の情報処理装置である。但し、電子装置1は、他の情報処理装置であっても良い。電子装置1は、筐体（ハウジング）2を有し、この筐体2の内部に複数の中央演算処理装置（CPU: Central Processing Unit）4（図2を参照）を搭載したマザーボード（回路基板）3が備えられている。このCPU4は、各種の計算を実行する素子であり、電力が供給されることにより発熱する電子部品（発熱部品）である。マザーボード3は、電子装置1がサーバとしての機能を実現するための各種回路が搭載された基板である。また、図1における筐体2は、電子装置1の筐体の一部を示したものであり、例えば図示されている筐体2の外側を覆

50

うように別の板金が配置されていても良い。本実施形態 1 に係る電子装置 1 は、発熱部品として筐体 2 内のマザーボード 3 に搭載される複数の CPU 4 を冷却するための水冷式の冷却ユニット（冷却モジュール）10 を備えている。図 1 には、電子装置 1 の筐体 2 に冷却ユニット 10 を組み込んだ状態を示しているが、図 2 には、筐体 2 に冷却ユニット 10 を組み込む直前の状態を示している。以下、冷却ユニット 10 の詳細について説明する。

【0013】

図 3 は、実施形態 1 に係る冷却ユニット 10 の分解斜視図である。図 4 ~ 7 は、実施形態 1 に係る冷却ユニット 10 の斜視図である。図 4 ~ 6 は、冷却ユニット 10 を上方から眺めた状態を示している。また、図 7 は、冷却ユニット 10 を下方から眺めた状態を示している。図 8 は、実施形態に係る冷却ユニット 10 の側面図である。図 8 は、筐体 2 に冷却ユニット 10 を組み込んだ状態を示しており、CPU 4、マザーボード 3 についても図示している。冷却ユニット 10 は、ラジエータモジュール 12、送り配管 13、タンク 14、ポンプ 15、受熱部としての受熱モジュール 16、回収管 17、送風ファン 18 等を備える。なお、送風ファン 18 については図 1 に図示するものとし、図 2 ~ 8 においては図示を省略している。送風ファン 18 は、強制的に筐体 2 の内部に送風するための装置である。

10

【0014】

冷却ユニット 10 は、ラジエータモジュール 12、送り配管 13、タンク 14、ポンプ 15、受熱モジュール 16、回収管 17 が閉ループ状に接続されており、これらによって CPU 4 を冷却する冷媒としての冷却液を循環させる循環路が形成されている。冷却ユニット 10 は、CPU 4 が発した熱を冷却液に吸熱させることで、CPU 4 を冷却する。冷却液としては、例えば、プロピレングリコール系の不凍液が使用されるが、これには限定されず、例えば水であっても良い。

20

【0015】

受熱モジュール 16 は、各 CPU 4 からの熱を冷却液によって奪うためのモジュールであり、各 CPU 4 と熱的に接触するように設けられている。図 7 に示す例では、各 CPU 4 の上面に受熱モジュール 16 が搭載（装着）されている。また、図 2 に示すように、本実施形態における電子装置 1（筐体 2）には、CPU 4 が 2 つ備えられており、当該二つの CPU 4 を冷却ユニット 10 によって冷却する。但し、電子装置 1（筐体 2）には、発熱部品としての CPU 4 が複数搭載されていれば良く、その数は特に限定されない。また、冷却ユニット 10 による冷却対象は CPU 4 に限らず、その他の発熱部品を冷却しても良い。

30

【0016】

ポンプ 15 は、例えば電動式のポンプであり、冷却ユニット 10 における循環路内の冷却液を循環させる。すなわち、ポンプ 15 は、循環路における冷却液を循環させる動力源である。受熱モジュール 16 は、その内部に冷却液を流通させる内部流路を有する冷却ジャケットであり、この内部流路を流れる冷却液によって CPU 4 の熱を吸熱させる。受熱モジュール 16 の詳細については後述する。

【0017】

ラジエータモジュール 12 は、回収管 17 を通じて回収された冷却液の熱を大気中へ放熱し、この放熱によって冷却された冷却液を送り配管 13 に送り出す放熱器である。ラジエータモジュール 12 は、連結部 21、チューブ流路 22 を有する。連結部 21 及びチューブ流路 22 は、例えばアルミニウム等の金属によって形成されている。連結部 21 の内部は仕切り壁によって回収室と供給室とに二分されている（図示せず）。連結部 21 の前面には、流入ノズル 21a、排出ノズル 21b が設けられている。ここで、流入ノズル 21a は、連結部 21 の回収室に連結されたノズルであり、回収管 17 が接続されている。一方、排出ノズル 21b は、連結部 21 の供給室に連結されたノズルであり、送り配管 13 が接続されている。

40

【0018】

ラジエータモジュール 12 のチューブ流路 22 は、途中で折り返されることでループ状

50

の形状をなし、折り返しの内側に放熱フィン 23 を有している。チューブ流路 22 は、その一端が連結部 21 の供給室に接続され、他端が連結部 21 の供給室に接続されている。ラジエータモジュール 12 は、回収管 17 を通じて流れてくる冷却液を、流入ノズル 21a から連結部 21 の回収室に回収する。連結部 21 の回収室における冷却液は、各チューブ流路 22 に分配される。そして、冷却液は、チューブ流路 22 及び連結部 21 の供給室を経由した後、排出ノズル 21b から送り配管 13 へと送り出される。

【0019】

回収管 17 からラジエータモジュール 12 に回収された冷却液は、各 CPU 4 の熱を吸熱しているため、高温となっている。チューブ流路 22 を冷却液が通過する際、チューブ流路 22 の放熱フィン 23 から冷却液の熱が放熱されることにより、冷却液が空冷される。チューブ流路 22 を通過することで温度が低くなった冷却液が、排出ノズル 21b から送り配管 13 へと送り出される。また、送風ファン 18 の吹き出し口は、ラジエータモジュール 12 のチューブ流路 22 に対向するように配置されている。送風ファン 18 からの送風によって、ラジエータモジュール 12 (チューブ流路 22) からの放熱が促進される。なお、本実施形態におけるラジエータモジュール 12 は、4 個のチューブ流路 22 を有しているが、チューブ流路 22 の数については特に限定されない。なお、本実施形態において、ラジエータモジュール 12 及び送風ファン 18 は、筐体 2 に直接固定されている。なお、送り配管 13、タンク 14、ポンプ 15、受熱モジュール 16、回収管 17 はマザーボード 3 上に搭載されているが、これらの何れか又は複数の部材を筐体 2 に直接固定するようにしても良い。

【0020】

ラジエータモジュール 12 は、例えば図 2、4、6 等において符号 24 で示されるラジエータ保持部材を介して筐体 2 に固定されている。図 9 は、ラジエータ保持部材 24 の設置態様を説明する図である。ラジエータ保持部材 24 は、上面プレート部 24a、側面プレート部 24b、取り付け部 24c を有する。上面プレート部 24a は、ラジエータモジュール 12 における連結部 21 の上面と、送り配管 13 の上面とに跨って固定可能な平面形状及び大きさを有している。ラジエータ保持部材 24 の上面プレート部 24a は、ラジエータモジュール 12 の連結部 21 の上面と送り配管 13 の上面とに跨るようにして、即ち、後述するフレキシブルチューブ 5、8 を跨るようにして、例えば両面テープ等によって双方の面に接着されている。

【0021】

ラジエータ保持部材 24 の側面プレート部 24b は、上面プレート部 24a から下方に垂下しており、その先端部に取り付け部 24c が接続されている(図 7 を参照)。また、取り付け部 24c は、上面プレート部 24a と平行となるように、側面プレート部 24b に対して直交するように側方に向けて折り曲げられている。図 7 に示すように、取り付け部 24c には、取り付け用ビス 24d を挿通可能な大きさの取り付け用孔 24e が形成されている。ラジエータ保持部材 24 は、取り付け用ビス 24d を介して筐体 2 に固定される。具体的には、筐体 2 に形成された貫通孔(図示せず)及び取り付け用孔 24e に取り付け用ビス 24d を挿通させ、図示しないナット等を用いてラジエータ保持部材 24 を筐体 2 に締結しても良い。こうして、ラジエータ保持部材 24 によって、ラジエータモジュール 12 が筐体 2 に直接固定される。なお、図 5 においては、ラジエータ保持部材 24 を、ラジエータモジュール 12 における連結部 21 及び送り配管 13 の上に載置する前の状態を示している。

【0022】

送り配管 13 は、角柱型の中空部材であって内部に冷却液を流すための流路が形成されている。送り配管 13 は、剛性のある硬直(リジッド)な配管であって、例えばアルミニウム等の金属によって形成されている。また、送り配管 13 の長手方向における一端面には、流入ノズル 13a が設けられている。送り配管 13 の流入ノズル 13a とラジエータモジュール 12 の排出ノズル 21b とは、柔軟性のあるフレキシブルチューブ 5 を介して互いに相対変位可能に接続されている。また、送り配管 13 の長手方向に沿って形成され

る一の側面には開口部が形成されており、この開口部を通じてタンク 14 が接合されている。なお、排出ノズル 21b 及び流入ノズル 13a に嵌め込まれたフレキシブルチューブ 5 の両端部は、チューブバンド 5a, 5b によって締め付けられている。これによって、フレキシブルチューブ 5 が排出ノズル 21b 及び流入ノズル 13a から外れることが抑制される。チューブバンド 5a, 5b は金属製としているが、これには限定されず、例えば樹脂製であっても良い。

【0023】

本実施形態において、タンク 14 及びポンプ 15 は一体化されており、これらを纏めてポンプモジュール 11 と称する。ポンプモジュール 11 は、タンク 14 及びポンプ 15 とが一体となったモジュールであり、更にタンク 14 と送り配管 13 とが例えば口ウ（蠟）付け等といった接合方法によって一体に剛接合されている。扱い者が冷却ユニット 10 を持ち運ぶ際には、送り配管 13 或いはこれにリジッドに接合されたタンク 14 を把持することで、ハンドリングが容易なものとなる。すなわち、扱い者が送り配管 13 或いはタンク 14 を掴んで冷却ユニット 10 を持ち上げた際に、冷却ユニット 10 全体としての姿勢、形状、形態等を保持できるため、ハンドリングし易いという利点がある。また、各タンク 14 の底面からは穴の開いたタブ 49（図 3 を参照）が水平方向に突き出ており、この穴を図示しない雄ネジが挿通する。一方、クーリングプレート 61 には図示しない雌ネジが形成され、この雌ネジと前述の雄ネジとが螺合することにより、ポンプモジュール 11 と受熱モジュール 16 とが結合される。これにより、ポンプモジュールを持ち上げた際でも、受熱モジュール 16（16a、16b）が垂れ下がることはない。また、雄ネジの先端がクーリングプレート 61 の雌ネジの底部に到達した状態でも、雄ネジの頭部とタブ 49 との間には空間があり、ポンプモジュール 11 と受熱モジュール 16 とは相対変位可能である。

【0024】

次に、受熱モジュール 16、タンク 14、及びポンプ 15 の詳細構造について説明する。冷却ユニット 10 において、受熱モジュール 16、タンク 14、回収管 17 は、冷却対象とする CPU4 に対応するように、CPU4 毎に設けられている。ここで、図 4 に示す CPU4 を区別する場合、その一方を第 1 CPU4a と称し、他方を第 2 CPU4b とする。以下、第 1 CPU4a に対応する受熱モジュール、ポンプモジュールのそれぞれを第 1 受熱モジュール 16a、第 1 ポンプモジュール 11a と称する。また、第 2 CPU4b に対応する受熱モジュール、ポンプモジュールのそれぞれを第 2 受熱モジュール 16b、第 2 ポンプモジュール 11b と称する。

【0025】

各タンク 14 には、ポンプ 15 及び受熱モジュール 16 が連結されている。図 10 及び図 11 は、実施形態 1 に係るタンク 14 及びポンプ 15 の内部構造を示す図である。図 10 には、送り配管 13 の延伸方向に沿ったタンク 14 及びポンプ 15 の断面構造を示している。図 11 には、送り配管 13 の延伸方向に直交する方向に沿ったタンク 14 及びポンプ 15 を切断した断面構造を示している。図 12 は、実施形態に係る受熱モジュール 16 及びその周辺部材を示す斜視図である。なお、図 10、11 には、第 1 CPU4a に対応する第 1 受熱モジュール 16a、第 1 ポンプモジュール 11a の構造を示し、図 12 には、第 2 CPU4b に対応する第 2 受熱モジュール 16b、第 2 ポンプモジュール 11b を示している。

【0026】

図 10 及び図 11 を参照して、ポンプモジュール 11 におけるタンク 14 及びポンプ 15 の詳細について説明する。タンク 14 は、連結管 41 を有している。タンク 14 は、送り配管 13 と同様に硬直な配管であり、例えばアルミニウム等の金属によって形成されている。タンク 14 の連結管 41 は、送り配管 13 の側面に形成された開口部に接合されている。タンク 14 は、連結管 41 を介して、その内部に送り配管 13 からの冷却液を導入する。

【0027】

図 10、11 に示すように、タンク 14 は略直方体の外形を有しており、その長手方向の一端側に上述した連結管 41 が形成されている。連結管 41 は金属製であり、タンク 14 及び送り配管 13 に対して口ウ付けなどによってリジッドに接合されている。一方、タンク 14 において、連結管 41 が設けられている方と反対側の端部周辺の側面には、タンク 14 から冷却液を排出するための排出ノズル 42 が形成されている。なお、以下の説明では、図 10 に示されているタンク 14 の断面を短辺方向の縦断面とし、図 11 に示されているタンク 14 の断面を長辺方向の縦断面と定義する。

【0028】

タンク 14 は、冷却液を一時的に貯留（貯蔵）する。タンク 14 の内部には、第 1 ～ 第 3 タンク室 43、44、45 が形成されており、これらの各タンク室はタンク 14 の外壁及び仕切り壁 46、47 によって画定されている。仕切り壁 46 は、タンク 14 の長辺方向に沿って形成された略 L 字形の壁体であって、第 1 タンク室 43 と第 2 タンク室 44 との間を仕切っている。排出ノズル 42 が設けられている方の端部側を除いて、タンク 14 における短辺方向の縦断面における上側両隅部に第 2 タンク室 44 が形成され、残りの領域に第 1 タンク室 43 が形成されている。また、第 3 タンク室 45 は、タンク 14 の長辺方向において排出ノズル 42 が設けられている方の端部領域に形成されている。つまり、第 3 タンク室 45 は、排出ノズル 42 に接続されている。仕切り壁 47 は、タンク 14 の短辺方向に沿って形成された壁体であって、第 1 タンク室 43 と第 3 タンク室 45 との間を仕切っている。図 11 に示すように、第 2 タンク室 44 と第 3 タンク室 45 との間には仕切りがなく、空間的に繋がっている。

【0029】

各タンク 14 は、6 個のポンプ 15 が一体に取付けられている（例えば図 5 を参照）。より詳しくは、各タンク 14 の長辺方向における各側面に沿ってそれぞれ 3 個ずつのポンプ 15 が配列されている。但し、各タンク 14 に設置するポンプ 15 の数や、その取り付け態様は特に限定されず、適宜変更することができる。ポンプ 15 は、ポンプ本体 51、吸引管 52、吐出管 53 を有する。ポンプ本体 51 の内部には図示しない羽根車が介装されており、電力の供給を受けて当該羽根車が回転する。吸引管 52 の一端側は、ポンプ本体 51 に接続され、他端側はタンク 14 の第 1 タンク室 43 に接続されている。ポンプ 15 は、吸引管 52 を介してタンク 14 の第 1 タンク室 43 からの冷却液をポンプ本体 51 に取り入れる。また、吐出管 53 の一端側は、ポンプ本体 51 に接続され、他端側はタンク 14 の第 2 タンク室 44 に接続されている。ポンプ 15 は、ポンプ本体 51 の冷却液を、吐出管 53 を介してタンク 14 の第 2 タンク室 44 に送り出す。また、図 10 に示すように、タンク 14 の連結管 41 は、第 1 タンク室 43 と送り配管 13 とを連通している。送り配管 13 から流れてくるラジエータモジュール 12 からの冷却液は、タンク 14 の第 1 タンク室 43 へと流入する。

【0030】

図 11 に示すように、第 1 タンク室 43 の内部には、連結管 41 と所定の寸法だけ離れて対向するような垂れ壁である気泡除去板 48 が設けられている。この気泡除去板 48 は、第 1 タンク室 43 の下部側を残して第 1 タンク室 43 内の空間を隔てている。送り配管 13 から第 1 タンク室 43 の内部に流入した冷却液は、気泡除去壁 48 の下を潜るようにして各ポンプ 15 の吸引管 52 に至る。送り配管 13 から供給された冷却液に気泡が含まれている場合、その気泡は第 1 タンク室 43 内の上部に集まる。従って、気泡除去板 48 を設けることによって、冷却液中の気泡を除去することができる。なお、第 1 タンク室 43 の長手方向において気泡除去板 48 を配置する位置としては、最も連結管 41 に近い位置に配置されたポンプ 15 の吸引管 52 よりも、更に連結管 41 に近い位置であることが好ましい。これにより、全てのポンプ 15 に対して気泡を含んだ冷却液が吸引されることを抑制できる。その結果、ポンプ本体 51 に気泡が流入することに起因する羽根車の空転を抑制できるため、ポンプ 15 の故障が起こり難くなるという利点がある。

【0031】

ポンプ 15 が駆動されると、ポンプ本体 51 内の羽根車が回転し、吸引管 52 を通じて

10

20

30

40

50

第1タンク室43内の気泡が除去された後の冷却液がポンプ15に吸引され、吐出管53を経て第2タンク室44に吐出される。第2タンク室44に吐出された冷却液は、タンク14の長辺方向に沿って第3タンク室45側に向かって移動し、第3タンク室45に形成されている排出ノズル42からタンク14の外部に流出する。タンク14からの冷却液は、後述するように受熱モジュール16へと供給される。排出ノズル42は、開口ノズルの一例である。

【0032】

なお、ポンプ15における吸引管52と吐出管53は、柔軟なフレキシブルチューブであっても良い。例えば、タンク14側とポンプ15側にそれぞれ設けたノズル同士をフレキシブルチューブによって接続し、その両端をチューブバンドによって締め付けると良い。この場合、要求に応じた性能を有するポンプ15をタンク14に装着することができる。また、ポンプ15は電子装置であるため、タンク14と別途製造したポンプ15をタンク14に組み付けることで、製造効率を向上できるという利点も期待できる。

【0033】

次に、受熱モジュール16の詳細について説明する。図13は、実施形態1に係る受熱モジュール16の内部構造を示す図である。具体的には、図13に示す受熱モジュール16は、第1受熱モジュール16aの水平断面を示している。受熱モジュール16は、クーリングプレート61、第1通路部62、第2通路部63、排出パイプ64等を有している。第1通路部62及び第2通路部63は内部が中空の角柱部材としているが、この形状には限定されない。クーリングプレート61は、第1通路部62及び第2通路部63のそれぞれの側面に接続されている。クーリングプレート61を挟むようにして、第1通路部62と第2通路部63とが略平行に配置されている。また、第1通路部62の一端には流入ノズル62aが形成されている(図3、4等を参照)。なお、図3において、第2受熱モジュール16bにおけるクーリングプレート61のスペーサ部材の図示を省略している。また、第1通路部62の一端には、排出パイプ64が接続されている。詳しくは後述するが、流入ノズル62aは、タンク14の排出ノズル42とフレキシブルチューブを介して接続される。

【0034】

クーリングプレート61、第1通路部62、第2通路部63、排出パイプ64は、例えばアルミニウム等の金属によって形成されている。クーリングプレート61は、CPU4と熱的に接触するようにCPU4の上部に装着(搭載)されている。但し、クーリングプレート61は、CPU4と熱的に接触した状態で装着されていれば良く、CPU4に対する具体的な装着態様は特に限定されない。クーリングプレート61の内部には、冷却液を流通させるための内部流路が形成されている。図13に示す例では、クーリングプレート61には、第1内部流路65と第2内部流路66とが並んで配置されている。第1内部流路65及び第2内部流路66は、第1通路部62と第2通路部63とを結ぶ方向に沿って延伸する区画壁によって、多数の細い(狭い)通路に区画されている(図10を参照)。

【0035】

ここで、図中の符号67は、ネジ挿通孔を示している。ネジ挿通孔67は、受熱モジュール16(クーリングプレート61)をCPU4に固定するためのバネ押さえナット9A及び取り付けネジ部9B(図1、2等を参照。)を挿通するための孔である。ネジ挿通孔67は、受熱モジュール16における第1通路部62に2箇所、第2通路部63及び回収管17にそれぞれ1箇所ずつ形成されている。例えば、取り付けネジ部9Bは、雄ネジ加工が施された軸部材である。また、CPU4の4隅に配置される4つの取り付けネジ部9Bは、マザーボード3の背面側に配置された一のプレート部材に突設されたものである。このようなプレート部材に突設された取り付けネジ部9Bは、マザーボード3に設けられた貫通孔を通じてマザーボード3の上方に突出している。

【0036】

一方、バネ押さえナット9Aは、CPU4に対して受熱モジュール16を固定するためのバネ付きネジであって、取り付けネジ部9Bに螺合できるような雌ネジ加工が施されて

10

20

30

40

50

いる。ネジ挿通孔 6 7 に取り付けネジ部 9 B を挿通させた状態で受熱モジュール 1 6 (クーリングプレート 6 1) を CPU 4 の上面に載置して、一組のバネ押さえナット 9 A と取り付けネジ部 9 B とを締め付ける。これにより、圧縮されたバネ押さえナット 9 A のバネの復元力によって、CPU 4 に対してクーリングプレート 6 1 が押し付け、固定することができる。本実施形態では、CPU 4 の 4 隅にバネ押さえナット 9 A を配置するようにしたので、クーリングプレート 6 1 を CPU 4 に対して平行な姿勢に保持させつつ、バランス良く CPU 4 に押し付けることができる。これにより、CPU 4 に対するクーリングプレート 6 1 の密着性が向上する。その結果、クーリングプレート 6 1 と CPU 4 との間に、熱抵抗の大きな空気層が形成されることを抑制できる。よって、クーリングプレート 6 1 に形成される第 1 内部流路 6 5 と第 2 内部流路 6 6 とを流れる冷却液と CPU 4 との間
10
の熱交換を効率的に行うことができるようになる。なお、取り付けネジ部 9 B は、筐体 2 の板金に直接固定されていても良い。

【0037】

ところで、図 1 3 に示すように、第 1 通路部 6 2 の長手方向のうち、第 1 内部流路 6 5 と第 2 内部流路 6 6 との境目に対応する位置には仕切り板 6 2 b が設けられており、これによって第 1 通路部 6 2 が供給室 6 2 c と回収室 6 2 d とに区画されている。供給室 6 2 c は、第 1 通路部 6 2 のうち、クーリングプレート 6 1 に冷却液を供給するための区画である。一方、回収室 6 2 d は、第 1 通路部 6 2 のうち、クーリングプレート 6 1 から冷却液を回収するための区画である。

【0038】

第 1 通路部 6 2 の流入ノズル 6 2 a は、供給室 6 2 c と連通している。受熱モジュール 1 6 (第 1 通路部 6 2) の流入ノズル 6 2 a とタンク 1 4 の排出ノズル 4 2 とは、柔軟性のあるフレキシブルチューブ 6 を介して互いに相対変位可能に接続されている。なお、流入ノズル 6 2 a と排出ノズル 4 2 に嵌め込まれたフレキシブルチューブ 6 の両端部は、チューブバンド 6 a, 6 b によって締め付けられている。これによって、フレキシブルチューブ 6 が流入ノズル 6 2 a と排出ノズル 4 2 から外れることが抑制される。チューブバンド 6 a, 6 b は金属製としているが、これには限定されず、例えば樹脂製であっても良い。

【0039】

クーリングプレート 6 1 における第 1 内部流路 6 5 は、一端が供給室 6 2 c に接続され、他端が第 2 通路部 6 3 に接続されている。また、クーリングプレート 6 1 における第 2 内部流路 6 6 は、一端が第 2 通路部 6 3 に接続され、他端が回収室 6 2 d に接続されている。タンク 1 4 からの冷却液は、流入ノズル 6 2 a から供給室 6 2 c に流入し、この供給室 6 2 c に流入した冷却液が第 1 内部流路 6 5 を第 2 通路部 6 3 に向かって流れる。そして、第 2 通路部 6 3 を中継した冷却液は、第 2 通路部 6 3 から回収室 6 2 d に向かって第 2 内部流路 6 6 を流れる。このように、第 2 通路部 6 3 は、クーリングプレート 6 1 における第 1 内部流路 6 5 と第 2 内部流路 6 6 とによる冷却液の往復経路を接続するための配管として機能する。タンクモジュール 1 1 から受熱モジュール 1 6 へと供給された冷却液は、第 1 内部流路 6 5 及び第 2 内部流路 6 6 を流れる際に、クーリングプレート 6 1 と熱的に接触状態にある CPU 4 の熱を吸熱する。このようにして、クーリングプレート 6 1 に供給された冷却液が CPU 4 の熱を奪い去ることによって、当該 CPU 4 が冷却される
30
40
。

【0040】

一方、CPU 4 からの吸熱によって温度が上昇した冷却液は、回収室 6 2 d を排出パイプ 6 4 に向かって流れる。図 1 3 に示す例では、排出パイプ 6 4 は扁平形状を有しているが、他の形状を採用しても良い。排出パイプ 6 4 は、一端が回収室 6 2 d に接合され、他端が回収管 1 7 に接合されている。第 1 通路部 6 2 及び回収管 1 7 に対する排出パイプ 6 4 の接合は、例えば口付け等によって行われている。なお、本実施形態における冷却ユニット 1 0 において、回収管 1 7 は、受熱モジュール 1 6 の第 2 通路部 6 3 に沿うようにして、第 2 通路部 6 3 に隣接して配置されている。また、排出パイプ 6 4 の下部に設けられる空間は、マザーボード 3 に実装される電子部品の搭載スペースとして利用することが
50

できる。この場合、排出パイプ 6 4 と、その下方に配置される電子部品とを熱的に接触させて配置しても良い。これにより、排出パイプ 6 4 を流れる冷却液によって当該電子部品を冷却できるという利点がある。

【 0 0 4 1 】

受熱モジュール 1 6 のクーリングプレート 6 1 を通過する際に C P U 4 からの吸熱によって温められた冷却液は、排出パイプ 6 4 から回収管 1 7 に排出される。冷却ユニット 1 0 における回収管 1 7 は、受熱モジュール 1 6 毎に対応して設けられている。つまり、冷却ユニット 1 0 は、回収管 1 7 を、受熱モジュール 1 6 に対応する数だけ具備している。なお、受熱モジュール 1 6 は、C P U 4 それぞれに対応して設けられるため、回収管 1 7 の数は冷却対象となる C P U 4 の数に等しくなる。

10

【 0 0 4 2 】

ここで、第 1 受熱モジュール 1 6 a に接続される回収管 1 7 と、第 2 受熱モジュール 1 6 b に接続される回収管 1 7 とを区別して示す場合、前者を符号 1 7 a にて示し、後者を 1 7 b にて示すものとする。回収管 1 7 a 及び回収管 1 7 b は、直列に接続されている。具体的には、回収管 1 7 a 及び回収管 1 7 b は、柔軟性のあるフレキシブルチューブ 7 を介して接続されている。すなわち、回収管 1 7 a の一端と回収管 1 7 b の一端にそれぞれ形成された接続ノズル 7 1 が、フレキシブルチューブ 7 を介して互いに相対変位可能に接続されている。接続ノズル 7 1 は、各回収管 1 7 を接続するためのノズルである。なお、回収管 1 7 a 及び回収管 1 7 b についてそれぞれに流れる冷却液の流れ方向を基準とすると、回収管 1 7 a が相対的に下流側となる。なお、一組の接続ノズル 7 1 の各々に嵌め込まれたフレキシブルチューブ 7 の両端部は、チューブバンド 7 a , 7 b によって締め付けられている。これによって、フレキシブルチューブ 7 が一組の接続ノズル 7 1 から外れることが抑制される。チューブバンド 7 a , 7 b は金属製としているが、これには限定されず、例えば樹脂製であっても良い。

20

【 0 0 4 3 】

冷却ユニット 1 0 では、複数のうち最下流に位置する回収管 1 7 を、ラジエータモジュール 1 2 の連結部 2 1 に接続するようにしている。ここでは、相対的に下流側に位置する方の回収管 1 7 a がラジエータモジュール 1 2 の連結部 2 1 に接続される。回収管 1 7 a において、接続ノズル 7 1 が形成されていない方の端部には排出ノズル 7 2 が形成されている（図 9 を参照）。そして、回収管 1 7 a の排出ノズル 7 2 は、柔軟性のあるフレキシブルチューブ 8 を介してラジエータモジュール 1 2 の流入ノズル 2 1 a と相対変位可能に接続されている。なお、流入ノズル 2 1 a と排出ノズル 7 2 に嵌め込まれたフレキシブルチューブ 8 の両端部は、チューブバンド 8 a , 8 b によって締め付けられている。これによって、フレキシブルチューブ 8 が流入ノズル 2 1 a 及び排出ノズル 7 2 から外れることが抑制される。チューブバンド 8 a , 8 b は金属製としているが、これには限定されず、例えば樹脂製であっても良い。

30

【 0 0 4 4 】

本実施形態の冷却ユニット 1 0 において、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 は、弾性変形能を有するゴムチューブとしているが、柔軟性を有する接続管であれば他の材料を用いても良い。例えば、金属製材料を蛇腹状に加工して柔軟性を付与したベローズ等であっても良い。本実施形態では、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 の両端をチューブバンドによって締め付けているため、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 がノズルから何らかの原因で不用意に外れることを抑制できる。これにより、冷却ユニット 1 0 の循環路を循環する冷却液が外部に漏れ出すことを抑止できる。

40

【 0 0 4 5 】

本実施形態に係る冷却ユニット 1 0 では、当該冷却ユニット 1 0 を持ち運ぶ際のハンドリングのし易さを確保するために、送り配管 1 3、タンク 1 4、ポンプ 1 5 を例えば金属のような硬直な材料とすると共に、これらの部材を口ウ付け等によって剛接している。これにより、例えば扱い者が送り配管 1 3 を掴んで持ち上げた際に、冷却ユニット 1 0 全体としての姿勢、形状、形態等が保持できなくなることを抑制でき、ハンドリングが容易な

50

ものとなる。

【 0 0 4 6 】

特に、冷却ユニット 1 0 のラジエータ保持部材 2 4 は、ラジエータモジュール 1 2 を筐体 2 に固定すると同時に、ラジエータモジュール 1 2 の連結部 2 1 と送り配管 1 3 とを連結するラジエータ保持機構としての機能を有する。上記のように、ラジエータ保持部材 2 4 の上面プレート部 2 4 a は、連結部 2 1 の上面と送り配管 1 3 の上面の双方に跨って双方の面に接着される。これによれば、扱い者が送り配管 1 3 を掴んで冷却ユニット 1 0 をハンドリングした際に、ラジエータモジュール 1 2 が下方に垂れ下がることを抑制できる。これにより、冷却ユニット 1 0 のハンドリング性が向上する。

【 0 0 4 7 】

一方、電子装置 1 の筐体 2 の内部には複数の CPU 4 が搭載されており、各 CPU 4 は、マザーボード 3 に対して半田ボールやソケット等によって固定されるため、各 CPU 4 の上面高さは相互にばらつく場合がある。また、冷却ユニット 1 0 の各構成部品、CPU 4、マザーボード 3 には、それぞれ個体毎の寸法精度に多少のばらつきが存在する。また、電子装置 1 を組み立てる際にも、冷却ユニット 1 0、CPU 4、マザーボード 3 それぞれの位置関係にばらつきが生じる場合がある。

【 0 0 4 8 】

これに対して、本実施形態に係る冷却ユニット 1 0 では、各 CPU 4 にそれぞれ装着される受熱モジュール 1 6 とタンク 1 4 との接続部にフレキシブルチューブ 6 を介して接続することにした。これによれば、フレキシブルチューブ 6 の有する弾性変形能によって、剛接合された送り配管 1 3 及びタンク 1 4 に対して受熱モジュール 1 6 を相対変位させることが可能である。よって、各 CPU 4 における上面高さのばらつきや、水冷ユニット 1 0 の製造時或いは筐体 2 への組み付け時に多少の寸法誤差が生じて、それらをフレキシブルチューブ 6 の柔軟性、すなわち弾性変形能によって吸収することができる。その結果、送り配管 1 3 及びタンク 1 4 に過大な応力が掛かることを抑制できる。

【 0 0 4 9 】

更に、冷却ユニット 1 0 によれば、受熱モジュール 1 6 から冷却液が排出される回収管 1 7 を受熱モジュール 1 6 毎に用意し、フレキシブルチューブ 7 を介してこれらを直列に接続することで、各回収管 1 7 同士を互いに相対変位可能に接続した。フレキシブルチューブ 7 の柔軟性、すなわち弾性変形能によって受熱モジュール 1 6 にそれぞれ対応する回収管 1 7 同士を自在に相対変位させることができる。そのため、各 CPU 4 における上面高さのばらつきや、水冷ユニット 1 0 の製造時又は筐体 2 への組み付け時に生じた寸法誤差等を吸収し、各回収管 1 7 に過大な応力が掛かることを抑制できる。

【 0 0 5 0 】

また、各 CPU 4 の高さばらつきや、冷却ユニット 1 0、CPU 4、マザーボード 3 等における寸法又は配置位置にばらつきが起こった場合、冷却ユニット 1 0 の姿勢が筐体 2 に対して傾く場合がある。この場合、仮に送り配管 1 3 及び回収管 1 7 をそれぞれラジエータモジュール 1 2 に対してリジッドに接合してしまうと、送風ファン 1 8 による送風の進行方向に対して、放熱フィン 2 3 の配置面を正対させることが難しくなる。そうすると、送風ファン 1 8 からの送風を放熱フィン 2 3 が受ける投影面積が減少し、CPU 4 の冷却効率が低下する虞がある。また、筐体 2 内における他の部品や構造とラジエータモジュール 1 2 が干渉する虞もある。

【 0 0 5 1 】

これに対して、冷却ユニット 1 0 においては、送り配管 1 3 及び回収管 1 7 をラジエータモジュール 1 2 に対してフレキシブルチューブ 5、8 によって相互に相対変位可能に接続した。そのため、たとえ筐体 2 に対して受熱モジュール 1 6 やポンプモジュール 1 1 が傾いたとしても、送り配管 1 3、回収管 1 7、ラジエータモジュール 1 2 に大きな応力を掛けることなくラジエータモジュール 1 2 の姿勢の調整が可能となる。よって、ラジエータモジュール 1 2 が筐体 2 内における他の部品や構造と干渉したり、送風ファン 1 8 から放熱フィン 2 3 が受ける送風量が減少してしまい、CPU 4 の冷却効率が低下することを

10

20

30

40

50

抑制できる。なお、ラジエータモジュール 1 2 における連結部 2 1 上面と送り配管 1 3 上面とはラジエータ保持部材 2 4 を介して接続されているが、ラジエータモジュール 1 2 及び送り配管 1 3 間の横方向の相対変位は拘束されない。よって、ラジエータ保持部材 2 4 によってラジエータモジュール 1 2 の姿勢の調整が制限される等といった不都合は生じない。

【 0 0 5 2 】

また、ラジエータ保持部材 2 4 は、送り配管 1 3 及び回収管 1 7 それぞれとラジエータモジュール 1 2 とを接続するフレキシブルチューブ 5 , 8 を囲むように形成された上面プレート部 2 4 a 及び側面プレート部 2 4 b を有する。従って、電子装置 1 の製造時や保守作業時において、フレキシブルチューブ 5 , 8 に不意に工具等が接触して破損することを抑制できる。

10

【 0 0 5 3 】

以上より、本実施形態に係る冷却ユニット 1 0 によれば、ハンドリングの容易さと破損し難さとを両立することができる。その上、冷却ユニット 1 0 内を循環する冷却液が外部に漏れ出すことも抑止できるため、電子装置 1 の故障を招いたり、品質の信頼性に悪影響を及ぼすことを回避できる。

【 0 0 5 4 】

本実施形態においては、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 のそれぞれが柔軟性を有する接続管の一例である。また、冷却ユニット 1 0 においては、ラジエータモジュール 1 2 から各受熱モジュール 1 6 に冷却液が供給されるまで、送り配管 1 3、タンク 1 4 の内部流路、ポンプ 1 5 の内部流路を順次経由して各受熱モジュールに至る。タンク 1 4 の内部流路には、第 1 ~ 第 3 タンク室 4 3、4 4、4 5 等が該当する。また、ポンプ 1 5 の内部流路には、吸引管 5 2、ポンプ本体 5 1 の内部空間、吐出管 5 3 等が該当する。送り配管 1 3、タンク 1 4 の内部流路、ポンプ 1 5 の内部流路は、供給管の一例である。

20

【 0 0 5 5 】

ところで、図 1 に示すように、電子装置 1 の筐体 2 内における冷却ユニット 1 0 の周囲には、例えば、D I M M 等といったメモリを装着するためのスロット 1 0 0 が設けられている。従って、電子装置 1 の扱い者が、スロット 1 0 0 に対するメモリの増設やその他の保守作業を行う場合、筐体 2 の内部にアクセスすることになる。一方、各受熱モジュール 1 6 の排出パイプ 6 4 や回収管 1 7 は、C P U 4 から熱を吸熱することで高熱となった冷却液が流通する。そのため、上記のように電子装置 1 の保守作業を扱い者が行う際、各受熱モジュール 1 6 における排出パイプ 6 4 や回収管 1 7 の表面が高熱状態となっている場合がある。

30

【 0 0 5 6 】

これに対して、本実施形態に係る冷却ユニット 1 0 においては、図 5、9 等 に示されるように、送り配管 1 3 と回収管 1 7 を上下二段構造となるように配置している。具体的には、回収管 1 7 を下段に配置し、送り配管 1 3 が回収管 1 7 と上下に重なるように回収管 1 7 の上部に配置されている。また、タンク 1 4 及びポンプ 1 5 を含むポンプモジュール 1 1 は、受熱モジュール 1 6 の上部を覆うように配置されている。送り配管 1 3 及びポンプモジュール 1 1 を流れる冷却液は、ラジエータモジュール 1 2 によって空冷された後であって C P U 4 から吸熱を行う前の状態にあり、その温度は低い。そのため、送り配管 1 3、タンク 1 4 及びポンプ 1 5 の表面は、受熱モジュール 1 6 の排出パイプ 6 4 や回収管 1 7 に比べて低温といえる。

40

【 0 0 5 7 】

以上のように、高温の冷却液が流れる受熱モジュール 1 6 や回収管 1 7 を下段とし、これらの上部を覆うように、低温の冷却液が流れる送り配管 1 3 やポンプモジュール 1 1 を上段に配置することで、扱い者が高温の部材表面に触れ難くなる。よって、電子装置 1 の保守作業等の際に、扱い者が火傷を負うことを抑制できる。

【 0 0 5 8 】

また、送り配管 1 3 と回収管 1 7 とを上下二段に配列することで、マザーボード 3 の搭

50

載スペースを有効に活用することができる。すなわち、この場合、送り配管 13 と回収管 17 とを基板平面方向に並べる場合に比べて、マザーボード 3 に実装される他の実装部品の搭載スペースを確保し易くなる。特に、図 14 に示す模式図のように、送り配管 13 の下段に配置される回収管 17 よりも背の高い電子部品 101 をマザーボード 3 に多く実装する際には、この電子部品 101 を上下に積層した送り配管 13 及び回収管 17 に隣接して配置すると良い。これにより、マザーボード 3 の搭載スペースを有効かつ無駄なく使用することができる。

【0059】

また、本実施形態に係る冷却ユニット 10 においては、送り配管 13 及び回収管 17 が角形断面を有している（図 5 ～ 7、11 等を参照）。これによれば、送り配管 13 や回収管 17 等を円形断面とする場合に比べて、冷却液の流路断面積をより大きく確保し易くなるといった効果が得られる。

【0060】

更に、図 11 に示されるように、冷却ユニット 10 における回収管 17 は、高さ方向において下部領域における横幅を上部領域における横幅に比べて狭くなっている。ここでの横幅とは、回収管 17 の長手方向に直交する断面内における幅方向の寸法を指す。これにより、冷却ユニット 10 における他の部材（部品）や、マザーボード 3 に実装される他の実装部品に対して、回収管 17 が干渉しにくくなる。図 11 に示す例では、冷却ユニット 10 に係る回収管 17 と受熱モジュール 16 の第 2 通路部 63 とを近接して配置する例が示されている。この例においては、回収管 17 における下端から第 2 通路部 63 の上端に対応する高さまでの範囲で、それよりも上側の領域に比べて横幅が絞られている。これによれば、回収管 17 や第 2 通路部 63 における冷却液の流路断面の大きさを確保しつつ、これらがマザーボード 3 上を占有する占有面積を低減できる。つまり、マザーボード 3 に実装される他の実装部品の搭載スペースを十分に確保できるようになる。

【0061】

例えば、図 15 に示す模式図のように、回収管 17 の上部側に比べて下部側の横幅を小さくすることで回収管 17 の側方に切欠き空間 102 を形成し、更に、回収管 17 の下端縁部を面取りすることで面取り縁部 103 を形成しても良い。そして、図 15 に示す例のように、切欠き空間 102 に対して、電子部品 104 の少なくとも一部が潜り込む（入り込む）ように電子部品 104 をマザーボード 3 に実装しても良い。そして、切欠き空間 102 に配置される電子部品 104 よりも更に背の低い電子部品 105 を、面取り縁部 103 とマザーボード 3 との間に形成される隙間空間に配置しても良い。これによれば、回収管 17 の下部空間を、電子部品 104、105 の実装スペースとして有効に利用することができる。なお、電子部品 104、105 は、例えばコンデンサー等であるが、これに限定されるものではない。

【0062】

更に、本実施形態に係る電子装置 1 においては、各回収管 17 同士の接続部に配置されたフレキシブルチューブ 7 の下方空間を、電子部品の実装スペースとして利用できる。例えば、図 16 に示す模式図のように、フレキシブルチューブ 7 の下部（すなわち、フレキシブルチューブ 7 とマザーボード 3 との間）に形成される空間 106 を有効に利用して、電子部品 107 をマザーボード 3 に実装することができる。また、上記と同様の観点から、ラジエータモジュール 12 と回収管 17 との接続部に配置されたフレキシブルチューブ 8 とマザーボード 3 との間の空間を、電子部品の実装スペースとして利用しても良い。

【0063】

ところで、何らかの原因、例えばポンプ 15 の故障によって循環路内における冷却液の循環が停止したり、送風ファン 18 の故障によって冷却液が冷却されなくなった場合、CPU 4 からの吸熱によって冷却液が沸騰する可能性が考えられる。この場合、冷却液の沸騰は、CPU 4 に対して熱的に接触しているクーリングプレート 61 の第 1 内部流路 65 及び第 2 内部流路 66 において顕著になると想定される。その結果、冷却ユニット 10 における循環路内の圧力が上昇することに起因してフレキシブルチューブ 5 ～ 8 が膨張し、

10

20

30

40

50

場合によってはこれらが破裂に至ることも懸念される。

【 0 0 6 4 】

そこで、冷却ユニット 1 0 においては、ポンプ 1 5 や送風ファン 1 8 の故障によって循環路内における冷却液が沸騰した場合においても、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 が破裂することを抑制するためのフェールセーフ設計がなされている。

【 0 0 6 5 】

第 1 のフェールセーフ機構としては、冷却ユニット 1 0 の何れかのフレキシブルチューブについて、その両端部を締め付けるチューブバンドの少なくとも何れか一方の締め付け力を、他のフレキシブルチューブに比べて低く設定しておく。ここで、他のフレキシブルチューブに比べて相対的に締め付け力が低く設定されるチューブバンドを「締め付け低減チューブバンド」と称する。例えば、冷却ユニット 1 0 の循環路における内圧が所定の許容圧力を超える前に、フレキシブルチューブが大気開放されるように、締め付け低減チューブバンドの締め付け力を設定しても良い。より詳しくは、循環路の内圧が基準圧力まで上昇した時点でフレキシブルチューブが大気開放されるように、締め付け低減チューブバンドの締め付け力を設定しても良い。ここで、締め付け低減チューブバンドが配置されるフレキシブルチューブを「異常時開放対象チューブ」と称する。また、異常時開放対象チューブにおける一方の端部にはチューブバンドを装着しないことにより、循環路における内圧が許容圧力を超える前に異常時開放対象チューブを大気開放するようにしても良い。

【 0 0 6 6 】

なお、冷却ユニット 1 0 においては、何れか一箇所におけるフレキシブルチューブを異常時開放対象チューブとしても良い。異常時開放対象チューブに設定されているフレキシブルチューブが大気開放されれば、循環路全体の内圧が低下するからである。ところで、ポンプ 1 5 や送風ファン 1 8 等の故障によって循環路の冷却水が沸騰した場合、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 のうち、クーリングプレート 6 1 に最も近いフレキシブルチューブ 6 の内圧上昇が顕著になり易い。よって、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 のうち、フレキシブルチューブ 6 が最も破裂に至る可能性が高いとも考えられる。

【 0 0 6 7 】

そこで、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 のうち、ウィークポイントになり易いフレキシブルチューブ 6 を異常時開放対象チューブに設定しても良い。これにより、ウィークポイントになり易いフレキシブルチューブ 6 が破裂することを未然に防ぐことができる。但し、複数箇所のフレキシブルチューブに対して、締め付け低減チューブバンドを配置することは何ら妨げられない。また、上記の例では、異常時開放対象チューブの一方の端部に締め付け低減チューブバンドを配置する場合を説明したが、両端部に締め付け低減チューブバンドを配置しても良い。

【 0 0 6 8 】

次に、第 2 のフェールセーフ機構としては、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 の外周を覆い、かつ当該チューブを拘束することでその膨張変形を抑制する保護部材をフレキシブルチューブ 5 ~ 8 に設置しても良い。保護部材は、特定の部材に限定されないが、例えば、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 の外周を覆うチューブ状部材であっても良いし、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 の外周に巻き回された針金部材等であっても良い。これによれば、ポンプ 1 5 や送風ファン 1 8 等の故障によって循環路の内圧が上昇した際、保護部材によってフレキシブルチューブ 5 ~ 8 が過度に膨張することを抑制し、その破裂を抑止できる。なお、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 の端部は、当該端部が嵌め込まれるノズルに対して接着剤等によって接着されていても良い。この場合、ポンプ 1 5 や送風ファン 1 8 等が故障した際、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 とノズルとの間の接着部が剥がれることで、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 が大気開放される。その結果、冷却ユニット 1 0 における循環路の内圧が過度に上昇することを抑制できる。

【 0 0 6 9 】

以上より、冷却ユニット 1 0 におけるフェールセーフ機構によれば、ポンプ 1 5 や送風ファン 1 8 等が故障した場合においても、フレキシブルチューブ 5 ~ 8 が破裂することを

10

20

30

40

50

抑制できる。よって、電子装置 1 の扱い者に不安を与えるような破裂音が発生する事態を回避できる。

【0070】

なお、本実施形態の冷却ユニット 10 において、受熱モジュール 16、ポンプモジュール 11 の数は、発熱部品である CPU 4 の数に対応する。本実施形態では、電子装置 1 に設けられる CPU 4 の数が 2 個であるため、冷却ユニット 10 は受熱モジュール 16、ポンプモジュール 11 をそれぞれ 2 つずつ備えている。これらのモジュール数は、電子装置 1 に備えられる CPU 4 の数に応じて増減される。また、筐体 2 には、マザーボード 3 が多段配置されていても良い。例えば、図 17 に示す電子装置 1 には、マザーボード 3 が 2 段に配置されており、マザーボード 3 毎に上述までの冷却ユニット 10 が配置されている。ここで、符号 12a、12b は、各冷却ユニット 10 に対応するラジエータモジュールである。図示のように、ラジエータモジュール 12a、12b は、上下に多段配置されている。筐体 2 には、上段に配置されるラジエータモジュール 12a を保持する中敷きプレート 2a が設けられている。上段のラジエータモジュール 12a は、ラジエータ保持部材 24 によって中敷きプレート 2a に固定することができる。

10

【0071】

<実施形態 2>

図 18 は、実施形態 2 に係る冷却ユニット 10A の上面図である。冷却ユニット 10A において、実施形態 1 に係る冷却ユニット 10 と共通する部材については、同一の参照符号を付すことで詳しい説明を省略する。本実施形態に係る冷却ユニット 10A が適用される電子装置 1A は、図 19 の模式図に示すように、マザーボード 3 上に 4 個の CPU が搭載されている。以下、4 個の CPU を第 1 ~ 第 4 CPU 4a、4b、4c、4d とする。

20

【0072】

冷却ユニット 10A は、ラジエータモジュール 12、ポンプモジュール 11、受熱モジュール 16、送り配管 13、回収管 17、共通送り管 113、及び共通回収管 117 等を有する。ここで、各 CPU 4a ~ 4d に対応して設けられる受熱モジュールを、それぞれ第 1 ~ 第 4 受熱モジュール 16a、16b、16c、16d とする。また、各 CPU 4a ~ 4d に対応して設けられるポンプモジュールを、それぞれ第 1 ~ 第 4 ポンプモジュール 11a、11b、11c、11d とする。

【0073】

冷却ユニット 10A は、共通送り管 113 及び共通回収管 117 は、ラジエータモジュール 12 に接続されている。共通送り管 113 及び共通回収管 117 は、上下 2 段構造として配置されており、共通送り管 113 が共通回収管 117 の上に重なるようにして配置されている。図 18 中、共通回収管 117 の外形は破線にて図示する。共通送り管 113 は、ラジエータモジュール 12 における連結部 21 の排出ノズル 21b に接続されている。一方、共通回収管 117 は、連結部 21 の流入ノズル 21a に接続されている。

30

【0074】

共通送り管 113 は、ラジエータモジュール 12 によって冷却された冷却液を、各ポンプモジュール 11、受熱モジュール 16 に供給するための分岐配管である。また、共通回収管 117 は、各各ポンプモジュール 11、受熱モジュール 16 から回収される冷却液を合流させた後、ラジエータモジュール 12 に導くための合流配管である。

40

【0075】

共通送り管 113 は、長手方向に沿った一側面のうちの一方の端部側に第 1 排出ノズル 113a、他方の端部側に第 2 排出ノズル 113b が形成されている。また、第 1 排出ノズル 113a 及び第 2 排出ノズル 113b とは反対側の側面のうち、長手方向における中央部近傍に流入ノズル 113c が形成されている。また、共通回収管 117 は、長手方向に沿った一側面のうちの一方の端部側に第 1 流入ノズル 117a、他方の端部側に第 2 流入ノズル 117b が形成されている。また、第 1 流入ノズル 117a 及び第 2 流入ノズル 117b とは反対側の側面のうち、長手方向における中央部近傍に排出ノズル 117c が形成されている。

50

【0076】

冷却ユニット10Aを上方から眺めた場合、共通送り管113の第1排出ノズル113a、第2排出ノズル113b、及び流入ノズル113cが、それぞれ共通回収管117の第1流入ノズル117a、第2流入ノズル117b及び排出ノズル117cに対応している。つまり、第1排出ノズル113と第1流入ノズル117a、第2排出ノズル113と第2流入ノズル117b、流入ノズル113cと排出ノズル117cは、それぞれ上下に重なって配置されている。

【0077】

共通送り管113の流入ノズル113cは、柔軟性を有するフレキシブルチューブ121を介して、ラジエータモジュール12の排出ノズル21bと互いに相対変位可能に接続されている。また、共通送り管113の第1排出ノズル113aは、柔軟性を有するフレキシブルチューブ122を介して、送り配管（以下、「第1送り配管」という）130Aの流入ノズル13aと互いに相対変位可能に接続されている。更に、共通送り管113の第2排出ノズル113bは、柔軟性を有するフレキシブルチューブ123を介して、送り配管（以下、「第2送り配管」という）130Bの流入ノズル13aと互いに相対変位可能に接続されている。

【0078】

一方、共通回収管117の排出ノズル117cは、柔軟性を有するフレキシブルチューブ124を介して、ラジエータモジュール12の流入ノズル21aと互いに相対変位可能に接続されている。また、共通回収管117の第1流入ノズル117aは、柔軟性を有するフレキシブルチューブ125を介して、回収管（以下、「第1回収管」という）170Aの排出ノズル72と互いに相対変位可能に接続されている。更に、共通回収管117の第1流入ノズル117bは、柔軟性を有するフレキシブルチューブ126を介して、回収管（以下、「第2回収管」という）170Bの排出ノズル72と互いに相対変位可能に接続されている。なお、フレキシブルチューブ121～126については、上述までのフレキシブルチューブ5～8と同等の部材であり、弾性変形能を有する。また、各フレキシブルチューブ121～126の両端部は、実施形態1におけるものと同様のチューブバンドによって締め付けられている。

【0079】

実施形態2における冷却ユニット10Aにおいては、ラジエータモジュール12によって冷却された冷却液は、共通送り管113によって、第1送り配管130Aと第2送り配管130Bにそれぞれに分配される。ここで、第1送り配管130Aには、第1及び第2ポンプモジュール11a、11b、第1及び第2受熱モジュール16a、16bが接続されており、これらを介して供給される冷却液によって第1及び第2CPU4a、4bが冷却される。そして、第1及び第2受熱モジュール16a、16bから排出された冷却液は、第1回収管170A、共通回収管117を経由した後、ラジエータモジュール12へと回収される。

【0080】

一方、第2送り配管130Bには、第1及び第2ポンプモジュール11a、11b、第1及び第2受熱モジュール16a、16bが接続されており、これらを介して供給される冷却液によって第3及び第4CPU4c、4dが冷却される。そして、第2受熱モジュール16a、16bから排出された冷却液は、第2回収管170B、共通回収管117を経由した後、ラジエータモジュール12へと回収される。

【0081】

本実施形態に係る冷却ユニット10Aは、CPU4それぞれに対応するように受熱モジュール16及びポンプモジュール11を配置し、これら各モジュールの配置形態に応じて適切な共通送り管113及び共通回収管117を用意すれば良い。本実施形態における冷却ユニット10Aでは、共通送り管113から各送り配管13に分岐させる冷却液の流路の分岐数を2とする場合を説明したが、この分岐数はマザーボード3上のCPU4の配置形態に応じて変更すると良い。同様に、本実施形態に係る冷却ユニット10Aでは、共通

10

20

30

40

50

回収管 1 1 7 が各回収管から合流させる冷却水の流路の合流数を 2 とする場合を説明したが、この合流数はマザーボード 3 上の C P U 4 の配置形態に応じて変更すると良い。

【 0 0 8 2 】

以上のように、ポンプモジュール 1 1 及び受熱モジュール 1 6 を並列に接続する際には、ラジエータモジュール 1 2 に共通送り管 1 1 3 と共通回収管 1 1 7 を接続することにより、共通のモジュールを使用して冷却ユニット 1 0 A を構築できる。これにより、C P U 4 の数や配置パターンの変更に柔軟に対応可能な冷却ユニット 1 0 A を実現できる。また、ラジエータモジュール 1 2 の連結部 2 1 の容量及びチューブ流路 2 2 の搭載数は、冷却ユニット 1 0 A によって冷却する C P U 4 の数に応じて適宜増減することができる。

【 0 0 8 3 】

以上述べた実施形態は、本件の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることができる。また、上述の実施形態及び変形例は、可能な限りこれらを組み合わせて実施することができる。

【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

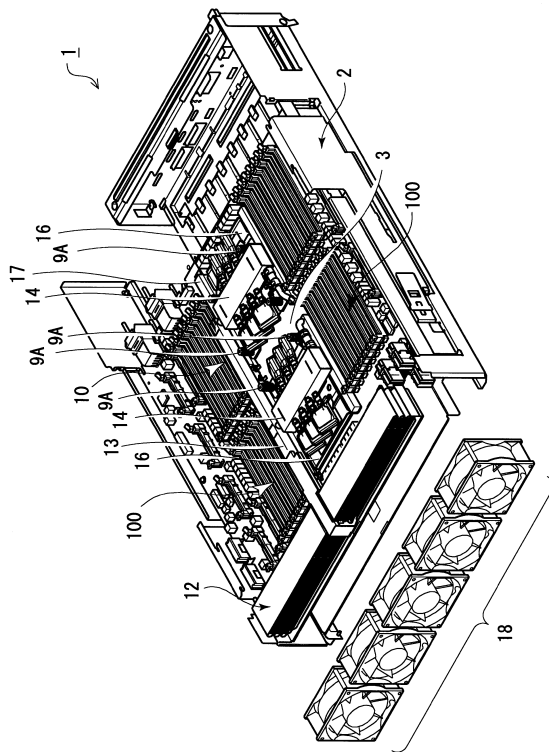
- 1 . . . 電子装置
- 2 . . . 筐体
- 3 . . . マザーボード
- 4 . . . C P U
- 5 , 6 , 7 , 8 . . . フレキシブルチューブ
- 1 0 . . . 冷却ユニット
- 1 1 . . . ポンプモジュール
- 1 2 . . . ラジエータモジュール
- 1 3 . . . 送り配管
- 1 4 . . . タンク
- 1 5 . . . ポンプ
- 1 6 . . . 受熱モジュール
- 1 7 . . . 回収管
- 1 8 . . . 送風ファン
- 6 1 . . . クーリングプレート
- 6 2 . . . 第 1 通路部
- 6 3 . . . 第 2 通路部
- 6 4 . . . 排出パイプ
- 6 5 . . . 第 1 内部流路
- 6 6 . . . 第 2 内部流路

10

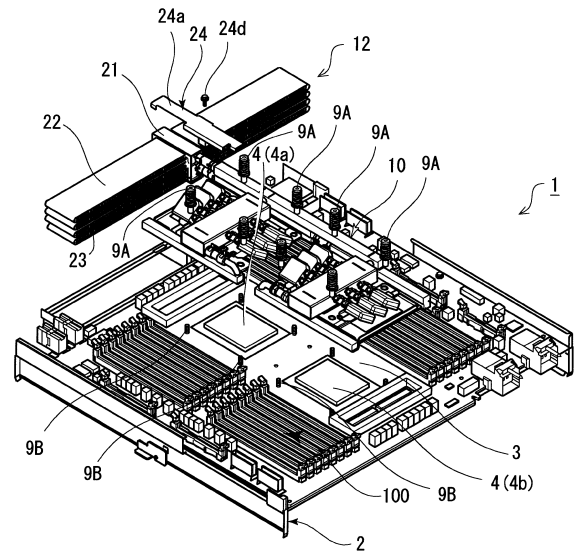
20

30

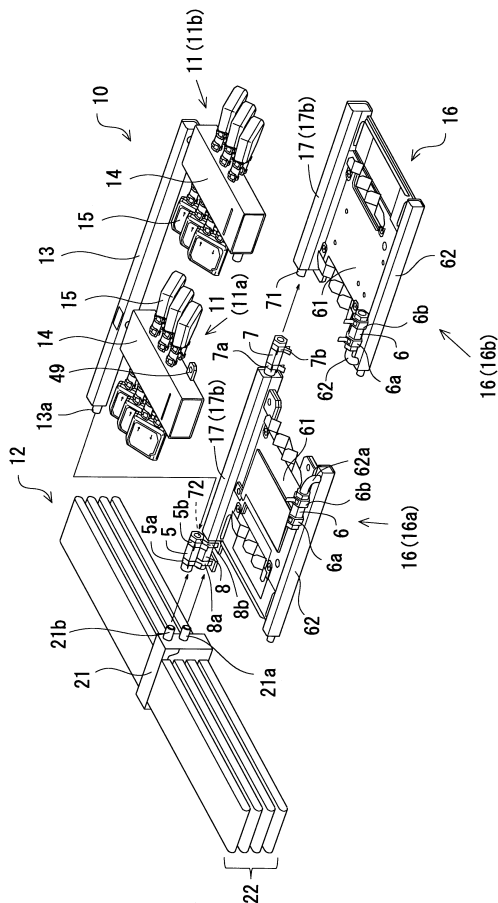
【図 1】



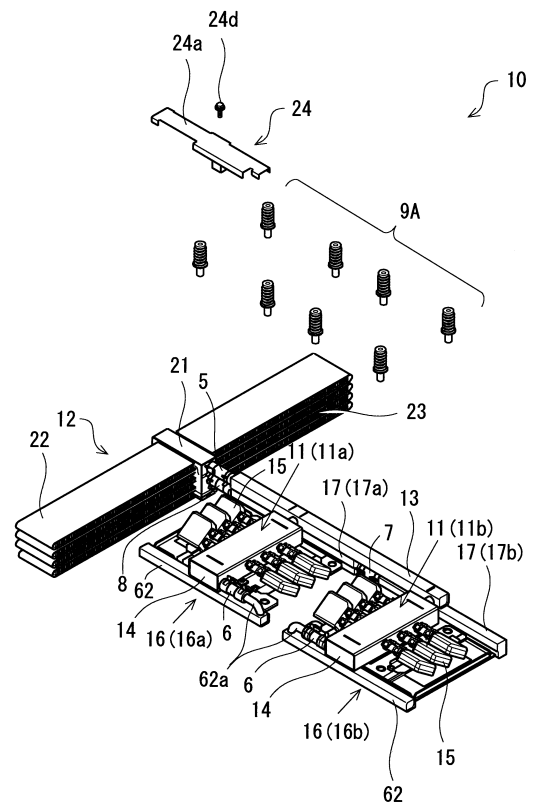
【図 2】



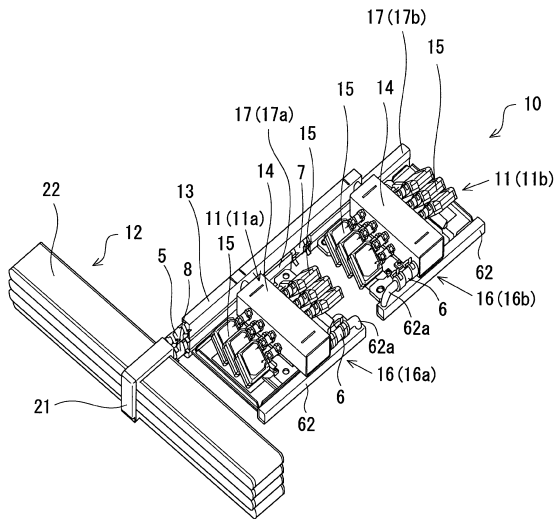
【図 3】



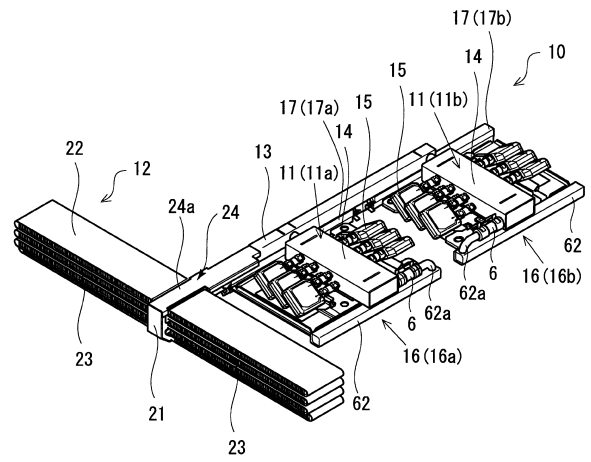
【図 4】



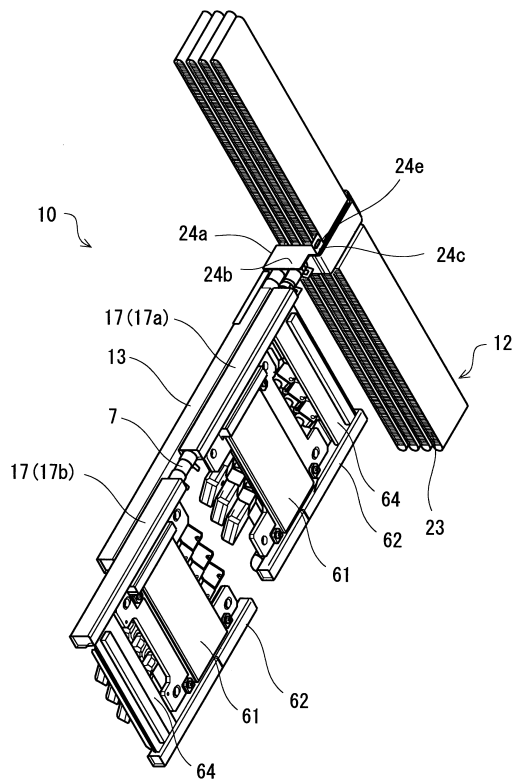
【図 5】



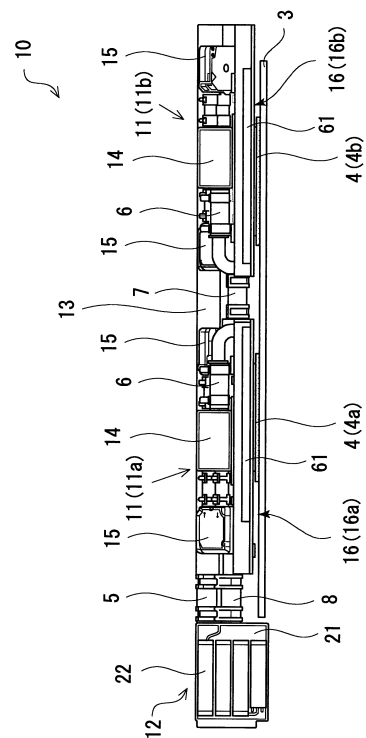
【図 6】



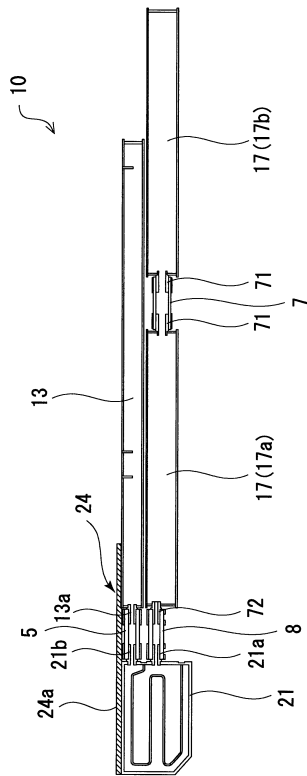
【図 7】



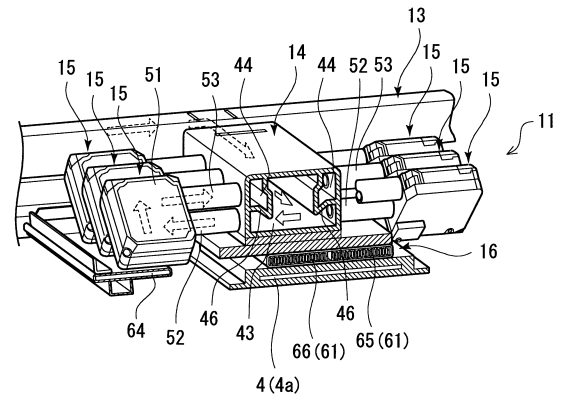
【図 8】



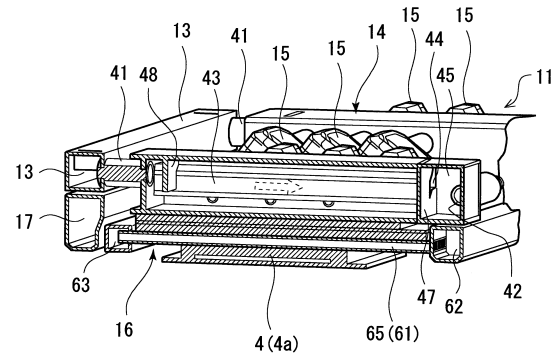
【図 9】



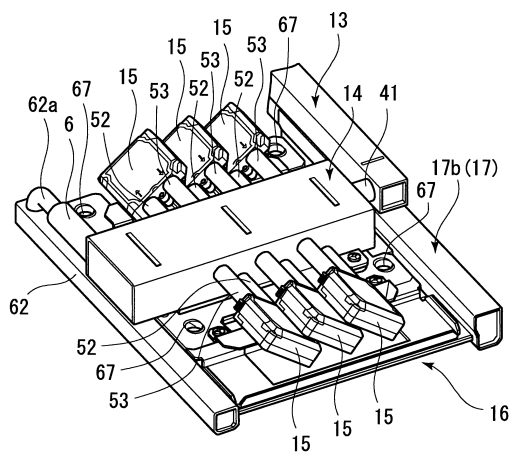
【図 10】



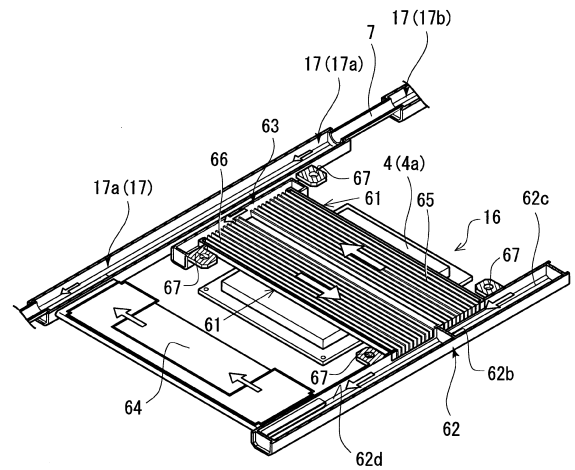
【図 11】



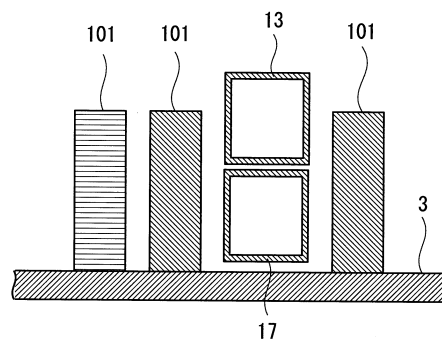
【図 12】



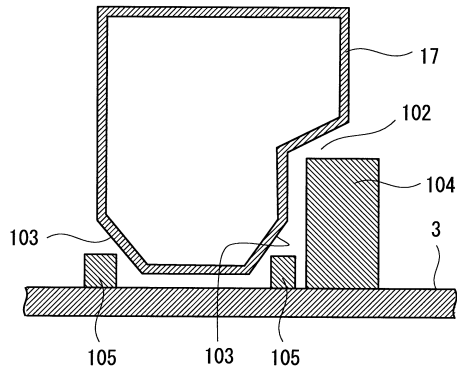
【図 13】



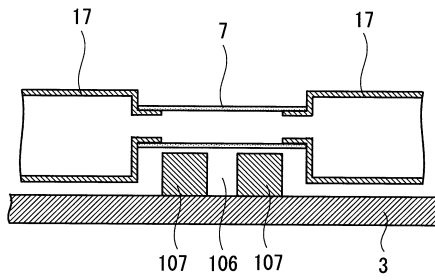
【図 14】



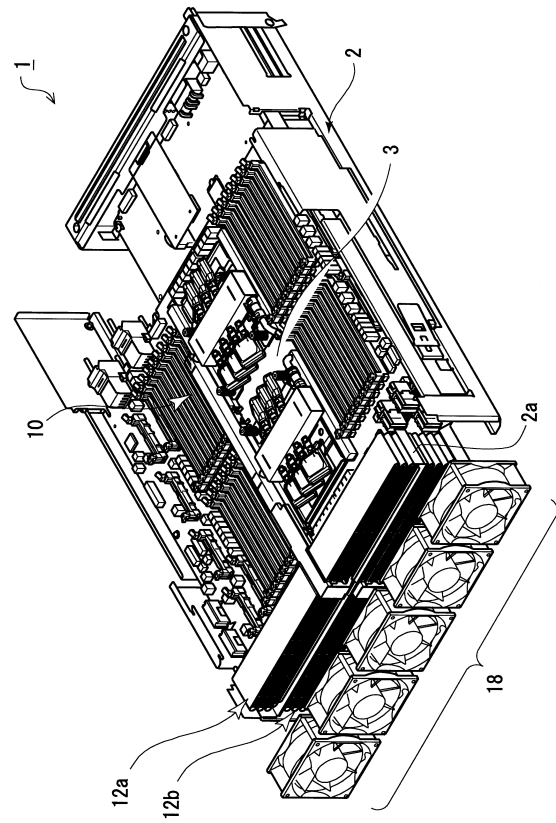
【図 15】



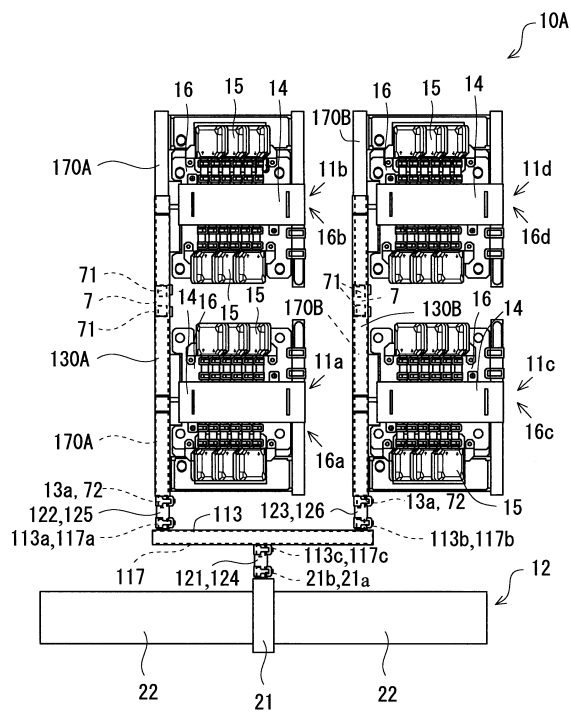
【図 16】



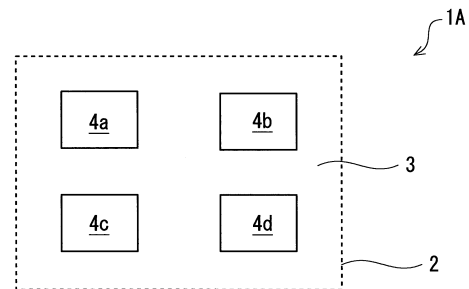
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

- (72)発明者 浦井 隆司
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 鈴木 真純
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通アドバンステクノロジー株式会社内
- (72)発明者 青木 亨匡
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通アドバンステクノロジー株式会社内
- (72)発明者 魏 杰
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通アドバンステクノロジー株式会社内
- (72)発明者 田和 文博
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 鵜塚 良典
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 木下 直哉

- (56)参考文献 特開平01-111362(JP,A)
特開2005-175075(JP,A)
特開平04-133497(JP,A)
特開2005-038112(JP,A)
特開昭62-260347(JP,A)
国際公開第2010/149536(WO,A1)
特開2005-326141(JP,A)
特開2002-261223(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/23 - 23/473
H05K 7/20