

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

冷媒を循環するための閉循環路に設けられた遠心ポンプと、  
前記遠心ポンプに設けられ冷却対象の電子部品と接する受熱面と前記受熱面の背面に凹部を形成するポンプケーシングと、  
前記ポンプケーシングに収容され前記凹部と対面し、回転して冷媒を循環させる羽根車と、  
前記凹部から羽根車に向かい突出している突起体と、  
前記ポンプケーシングの前記凹部以外の前記ポンプケーシングが形成する空間部壁面には複数のディンプルとが設けられていることを特徴とする冷却装置。

10

## 【請求項 2】

前記突起体が設けられていない部分に、前記羽根車に備えられた羽根を配置していることを特徴とする請求項 1 に記載の冷却装置。

## 【請求項 3】

前記凹部と前記凹部から一段上昇する前記受熱面の背面の間には、傾斜が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の冷却装置。

## 【請求項 4】

前記傾斜には、前記傾斜から羽根車に向かって突出している突起体が設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の冷却装置。

20

## 【請求項 5】

前記羽根車には、前記羽根車の表面と背面を連通している貫通口を設けていることを特徴とする請求項 1 に記載の冷却装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、筐体内部に配設された中央処理装置（以下、CPU）等の発熱電子部品を、冷媒を循環させて冷却する電子機器の冷却装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

最近のコンピューターにおける高速化の動きはきわめて急速であり、CPUのクロック周波数は以前と比較して格段に大きなものになってきている。この結果、CPUの発熱量が増し、従来のようにヒートシンクで空冷するだけでは能力不足で、高効率で高出力の冷却装置が不可欠になっている。そこでこのような冷却装置として、発熱電子部品を搭載した基板を、冷媒を循環させて冷却する冷却装置が提案された（特許文献 1 参照）。

30

## 【0003】

以下、このような冷媒を循環させて冷却する従来の電子機器の冷却装置について説明する。なお、本明細書において電子機器というのは、CPU等にプログラムをロードして処理を行う装置、中でもノート型パソコンのような携行可能な小型の装置を中核とするが、このほかに通電により発熱する発熱電子部品を搭載した装置を含むものである。この従来の第 1 の冷却装置は、例えば図 9 に示すようなものが知られている。

40

## 【0004】

図 9 は従来の電子機器の第 1 冷却装置の構成図である。図 9 において、100 は筐体であり、101 は発熱電子部品、102 は発熱電子部品 101 を実装した基板、103 は発熱電子部品 101 と冷媒との間で熱交換を行ない発熱電子部品 101 を冷却する冷却器、104 は冷媒から熱を取り除く放熱器、105 は冷媒を循環させるポンプ、106 はこれらを接続する配管、107 は放熱器 104 を空冷するファンである。この従来の第 1 冷却装置の動作を説明すると、ポンプ 105 から吐き出された冷媒は、配管 106 を通って冷却器 103 に送られる。ここで発熱電子部品 101 の熱を奪うことでその温度が上昇し、放熱器 104 に送られる。この放熱器 104 でファン 107 によって強制空冷されてその温度が低下し、再びポンプ 105 へ戻ってこれを繰り返す。このように、冷媒を循環させ

50

て発熱電子部品１０１を冷却するものであった。

【０００５】

次に、電子機器の従来の第２冷却装置として、図１０に示すものが提案されている（特許文献１参照）。

【０００６】

この第２冷却装置は、発熱部材を狭い筐体内に搭載したとき、発熱部材の発生熱を放熱部である金属筐体壁まで効率良く輸送し発熱部材を冷却するものである。

【０００７】

図１０は従来の電子機器の第２冷却装置の構成図である。図１０において、１０８は電子機器の配線基板、１０９はキーボード、１１０は半導体発熱素子、１１１はディスク装置、１１２は表示装置、１１３は半導体発熱素子１１０との間で熱交換する受熱ヘッダ、１１４は放熱のための放熱ヘッダ、１１５はフレキシブルチューブ、１１６は電子機器の金属筐体である。

【０００８】

この第２冷却装置は、発熱部材である半導体発熱素子１１０と金属筐体１１６とをフレキシブル構造の熱輸送デバイスにより熱的に接続するものである。この熱輸送デバイスは、半導体発熱素子１１０に取り付けた液流路を有する扁平状の受熱ヘッダ１１３、液流路を有し金属筐体１１６の壁に接触させた放熱ヘッダ１１４、さらに両者を接続するフレキシブルチューブ１１５で構成され、内部に封入した液を放熱ヘッダ１１４に内蔵した液駆動機構により受熱ヘッダ１１３と放熱ヘッダ１１４との間で駆動あるいは循環させるものである。これにより、半導体発熱素子１１０と金属筐体１１６とが部品配列に左右されることなく容易に接続できるとともに、液の駆動により高効率で熱が輸送される。放熱ヘッダ１１４においては、放熱ヘッダ１１４と金属筐体１１６とが熱的に接続されているので、金属筐体１１６の高い熱伝導率のために熱が広く金属筐体１１６に拡散されるものである。

【０００９】

また、本出願人も、冷却効率を改善しながら小型化、薄型化でき、構造が簡単な渦流ポンプを使った冷却装置を既に提案した（特願２００２－１３９５９８号）。

【特許文献１】特開平７－１４２８８６号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

しかしながら、従来の第１冷却装置では、発熱電子部品１０１と冷媒とで熱交換を行ない発熱電子部品１０１を冷却する冷却器１０３、冷媒から熱を取り除くための放熱器１０４、冷媒を循環させるポンプ１０５、図示はしないが冷媒を補充しなければならず補充用タンクが必要であり、これらを組み合わせるため装置が大型且つ複雑で小型化が難しく、コストも高くなるという問題があった。すなわち従来の第１冷却装置は、本来大型の電子機器の冷却に適したものであって、小型、軽量且つ薄型で、様々の姿勢で運ばれ、使われる最近の高性能携行型のノート型パソコン等には対応しきれないものであった。

【００１１】

また、従来の第２冷却装置はノート型パソコン等に使用することが可能であるが、半導体発熱素子１１０に取り付けた扁平状の受熱ヘッダ１１３も、金属筐体１１６の壁に接触させた放熱ヘッダ１１４もいずれもがボックス状で厚くならざるをえず、ノート型パソコン等の薄型化を妨げるものであった。すなわち従来の第２冷却装置では、放熱ヘッダ１１４の中に液体駆動装置として他のポンプより横幅が比較的小さくなる往復動ポンプが設けられており、残念なことに、この往復動ポンプが放熱ヘッダ１１４の厚さを規定して全体を厚くしている。これではノート型パソコンの薄型化はできない。

【００１２】

しかし、薄型のノート型パソコンで第２冷却装置の往復動ポンプを受熱ヘッダ１１３の中に収容することは困難である。すなわちポンプの厚さのほかに半導体発熱素子１１０等

10

20

30

40

50

の厚みも加わって、ノート型パソコンの高さを増加させ、薄型化に逆行することになるからである。その上、往復動ポンプの振動と騒音は、これを載置する半導体発熱素子 110 に影響を与えるし、耳障りになる場合もあり、これらの面からも実現は困難である。

#### 【0013】

さらに、第2冷却装置において、金属筐体 116 の壁に接触させた放熱ヘッド 114 は、放熱面積が小さくて伝熱効率が悪く、冷却力に限界が存在するものであった。冷却力を上げるために放熱面積を増すことも考えられるが、これ以上面積を増すのでは流路が長くなって循環量が増し、内蔵した往復動ポンプの出力増加を招き、これによって放熱ヘッド 114 の厚みを増すという矛盾があった。そこで、往復動ポンプを独立して金属筐体 116 内に収納するという手段を講じると、限界まで無駄なスペースを減少させたノート型パソコン本体に新たなスペースを割かなければならないし、組み立て作業も面倒になってしまう。このように、第2冷却装置はノート型パソコン等の小型化、薄型化に対しては限界を有するものであった。そして、最近のようにCPUの能力が向上して益々大きな冷却能力が要求されるときに、このような問題を抱えた従来の第2冷却装置では将来性で疑問が残るものであった。

10

#### 【0014】

また、従来の熱交換機能付ポンプは、冷媒を別の冷却水で冷やしているため、ポンプ内に冷却水路が必要で大型化しポンプ構造が複雑になり、また、冷却水を循環させる第2のポンプや冷却水から熱を奪う第2の熱交換器が必要であるため、システムが複雑で小型化が難しく、部品点数も作業性も悪く、従って熱効率も良好なものは見込めず、コストも高いという課題があった。

20

#### 【0015】

また、本出願人の提案した冷却装置は、従来の第1冷却装置、第2冷却装置の課題を解決できる優れた冷却装置であったが、渦流ポンプにおいては、ポンプ室がステータの外周側に位置するため、CPUの位置がポンプ中心に位置する場合には吸熱するポンプ室とCPUとの距離が大きくなり、受熱効率の改善の余地があった。しかし、この渦流ポンプを単純に他の形式のポンプで置き換えることには困難があった。すなわち、他の形式のポンプでは吸込路と吐出路、さらにはステータが存在するため、CPUと接触する受熱面をポンプに構成することが難しいからである。そして、敢えてこれを実行しても小型化、薄型化することができなくなるものであった。

30

#### 【0016】

そこで、本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、冷却効率を改善しながら小型化、薄型化でき、構造が簡単な冷却装置を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0017】

そこで本発明は上記課題を解決するためになされたものであって、冷媒を循環するための閉循環路に接触熱交換型の遠心ポンプと、前記遠心ポンプは、受熱面が形成されたポンプケーシングと、開放した羽根を有する羽根車と、冷媒が流れるポンプ室とを備え、前記ポンプケーシングの前記羽根車と対面する前記ポンプ室内壁面には凹部と、前記凹部から羽根車に向かい突出している突起体と、前記ポンプケーシングの前記羽根車と対面する前記凹部以外のポンプ室内壁面には複数のディンプルとが設けられていることを特徴とする冷却装置である。

40

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

以上の構成により、本発明は冷却効率を改善しながら小型化、薄型化でき、構造が簡単な冷却装置を提供することができる効果を有するものである。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

請求項1に記載の発明は、冷媒を循環するための閉循環路に設けられた遠心ポンプと、前記遠心ポンプに設けられ冷却対象の電子部品と接する受熱面と前記受熱面の背面に凹部

50

を形成するポンプケーシングと、前記ポンプケーシングに收容され前記凹部と対面して回転して冷媒を循環させる羽根車と、前記凹部から羽根車に向かい突出している突起体と、前記ポンプケーシングの前記凹部以外の前記ポンプケーシングが形成する空間部壁面には複数のディンプルとが設けられていることを特徴とする冷却装置であって、ポンプ厚さを薄くしながら、ポンプ室壁面の表面積を増加させ、受熱効率を向上させることができる。さらに、ポンプ室壁面にまわりつく温度境界層を剥離させ、受熱効率を向上させることができる。

#### 【0020】

請求項2に記載の発明は、前記突起体が設けられていない部分に、前記羽根車に備えられた羽根を配置していることを特徴とする請求項1に記載の冷却装置であって、遠心ポンプの厚さを小さくし、かつ突起体の突出高さを大きくすることができる。

10

#### 【0021】

請求項3に記載の発明は、前記凹部と前記凹部から一段上昇する前記受熱面の背面の間には、傾斜が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の冷却装置であって、冷媒がポンプ室に設けられる凹部から一段上昇するポンプ室壁面へ通過する際に流動抵抗を極力減少させ、ポンプ性能を維持することができる。

#### 【0022】

請求項4に記載の発明は、前記傾斜には、前記傾斜から羽根車に向かって突出している突起体が設けられていることを特徴とする請求項3に記載の冷却装置であって、凹部にのみ突起体を設けるよりもより多くの突起体を設けることができる。

20

#### 【0023】

請求項5に記載の発明は、前記羽根車には、前記羽根車の表面と背面を連通している貫通口を設けていることを特徴とする請求項1に記載の冷却装置であって、キャビテーションに原因する騒音が少なく、気層が形成させないうえ、冷媒の流れが乱流化するため伝熱量も大きくなる。

#### 【実施例】

#### 【0024】

以下、本発明の実施例について、図1～図8を用いて説明する。

#### 【0025】

(実施例1)

30

図1は本発明の実施の形態1における冷却装置の構成図、図2は本発明の実施の形態1における冷却装置を構成する熱交換型の遠心ポンプの外観正面図、図3は本発明の実施の形態1における図2の熱交換型の遠心ポンプのA-O-B断面図、図4は本発明の実施の形態1における熱交換型の遠心ポンプの羽根車正面図、図5は本発明の実施の形態1における熱交換型の遠心ポンプのポンプ室内壁面の外観図である。

#### 【0026】

図1において、1は冷却装置を構成する接触熱交換型の遠心ポンプ、2はCPU等の発熱電子部品であり、通常は表面がフラットなチップ部品である。なお、実施の形態1の遠心ポンプ1と発熱電子部品2は、きわめて小型で、ノート型パソコンのように携行可能な小型の電子機器に搭載されるものである。3は発熱電子部品2から受熱した冷媒を外部に放熱する放熱器、4は遠心ポンプ1と放熱器3を接続して冷媒を循環するための循環路である。なお、この冷媒としては、液体であり、食品添加物などに用いられる無害なプロピレングリコール水溶液が適当であり、さらに後述するようにケーシング材料としてアルミや銅等を使用する場合には、これらに対する防食性能を向上させるための防食添加剤を添加するのが望ましい。

40

#### 【0027】

放熱器3は、熱伝導率が高く放熱性のよい材料、例えば銅、アルミニウム等の薄板材で構成され、内部に冷媒通路とリザーブタンクが形成されている。また、放熱器3に強制的に空気を当てて冷やし冷却効果を増やすためファンを設けてもよい。循環路4は、配管レイアウトの自由度を確保するため、フレキシブルでガス透過性の少ないゴム、例えばブチ

50

ルゴムなどのゴムチューブで構成されている。これはチューブ内に気泡が混入するのを防止するためである。

#### 【0028】

次に、遠心ポンプ1の内部構成について説明する。

#### 【0029】

図2～図5において、11は遠心ポンプの開放型の羽根車、11aは羽根車11に設けられた貫通孔、12は羽根車11の開放した羽根、13aは羽根車11にインサートされたリングマグネットである。14はリングマグネット13aの内周側に設けられたステータ、15は羽根車11を収容すると同時に羽根車11が冷媒に与えた運動エネルギーを圧力回復して吐出口へと導くポンプケーシング、15aは羽根12で与えられた運動エネルギーを圧力回復して吐出口へと導くためのポンプ室、15bはポンプ室15aに沿ったポンプケーシング15の外面に形成され、発熱電子部品に接触して熱を奪う受熱面、受熱面15bは羽根車11の回転面と略平行なポンプケーシング15の外面に形成される。15cはポンプ室15aの内部のポンプ室内壁面、15eはポンプケーシング15のポンプ室15aに面する壁面が凹んだポンプ室凹部であり、ポンプ室凹部15eの底面から羽根車11に向けて突出した突起体24を多数有している。16は羽根車11を収納し、ポンプ室15aをケーシング15とともに形成するためのケーシングカバー、17はケーシングカバー16に設けられ、羽根車11を回転自在に軸支するための固定軸、18は羽根車11の中心に設けられ固定軸17に装着される軸受、19は吸込路、20は吐出路である。21はポンプ室内壁面15cに形成された多数の凹形状を有したディンプルである。26は吸込路19から羽根車11の回転中心に向けて伸び、ポンプ室凹部15eより更に一段下がった溝形状をなす吸込溝であり、吸込路19から吸い込まれた液体を羽根車11の回転中心付近まで導く役目をする。27はポンプ室凹部15eから一段上がったポンプ室内壁面15cに徐々に上昇していくスロープ部である。25はケーシングカバー16とポンプケーシング15が勘合しそれらの間をシールする役目を果たすOリング、25aはOリング25と同様の役割を果たすパッキンであり、29はステータ14の巻線に対しての出力電圧を制御するIC、28はIC29が取付けられた制御基板である。31はケーシングカバー16とポンプケーシング15を締めつけるためのネジ孔、32は遠心ポンプ1をバネ、ネジ等を用いて発熱電子部品に接触、押し付け、固定させるためにバネ、ネジ等を挿入する固定孔である。

#### 【0030】

ケーシングカバー16はポンプケーシング15と組み立てられて全体として遠心ポンプ1のポンプケーシングを構成する。ポンプケーシング15とケーシングカバー16のうち少なくともポンプケーシング15は、高熱伝導率で放熱性のよい材料、例えば銅、アルミニウム等で構成する。なお、本実施の形態1の遠心ポンプは回転軸方向の厚さが7～17mm、半径方向の代表寸法が40～50mm、回転数は3200rpm、流量が0.3～0.9L/分、ヘッドが0.35～2m程度のポンプである。そして、本発明のポンプの諸元は、本実施の形態1の値を含んで、厚さ5～20mm、半径方向代表寸法10～70mm、流量が0.2～1.0L/分、ヘッド0.2～2m程度のものとなる。これは比速度でいうと、30～170（単位：m、m<sup>3</sup>/分、rpm）程度のポンプであって、従来のポンプとはまったく隔絶した大きさの小型薄型のポンプである。

#### 【0031】

実施の形態1の遠心ポンプ1においては、羽根車11の羽根12と発熱電子部品2とが対向するように設置され、発熱電子部品2の上部表面と相補的な形状となる受熱面15bが形成されており、受熱面15bを介してポンプ室15aで直接受熱を行なう。なお、図3では発熱電子部品2の上方に遠心ポンプ1が配置されているが、発熱電子部品2の配置によっては発熱電子部品2が上方に配置され、下方に遠心ポンプ1が配置されることもありえる。

#### 【0032】

ステータ14はケーシングカバー16に圧入され、リングマグネット13aの内周面と

ステータ 1 4 の外周部分が対向して配置される。

【0033】

ステータ 1 4 とリングマグネット 1 3 a の間にはケーシングカバー 1 6 が両者を仕切る分離板として配置され、ステータ 1 4 は完全にポンプ室 1 5 a 内を流れる冷媒と隔離される。羽根車 1 1 はリングマグネット 1 3 a と一体構成でもよいが、実施の形態 1 においては別体構成とし、一体構成の場合には羽根車 1 1 を磁石材料で構成し、ステータ 1 4 が対抗する部分に着磁すればよい。リングマグネット 1 3 a がステータ 1 4 の回転磁界の作用で回転することにより、羽根車 1 1 が回転する。羽根車 1 1 が回転すると、羽根車 1 1 の中心付近に負圧が発生し、連通している吸込路 1 9 から冷媒が吸い込まれ、羽根車 1 1 によって運動量を得て外側に吐き出される。羽根車 1 1 の外周部分には吐出口（図示しない）が設けられ、吐出路 2 0 を経て冷媒は循環路 4 に排出される。

10

【0034】

羽根車 1 1 の中心には低摩擦で耐摩耗性の樹脂からなる軸受 1 8 が圧入され、さらに、その内側にはステンレスからなる固定軸 1 7 がポンプケーシング 1 5 とケーシングカバー 1 6 に両端を固定されて配設される。製造上の問題であるが軸受 1 8 は羽根車 1 1 にインサート成形されても圧入されてもよい、固定軸 1 7 もケーシングカバー 1 5 等にインサート成形されても圧入されてもよい。図 4 に示すように、軸受 1 8 の外周面には D カットを施し、羽根車 1 1 の軸受圧入孔（図示しない）との間に隙間ができるように構成され、羽根車 1 1 の背面側とポンプ室 1 5 a 側を連通している。この隙間が軸中心からずれた実施の形態 1 における貫通孔 1 1 a である。この貫通孔 1 1 a により、羽根車 1 1 で遠心力を受け押し出された冷媒の一部分は羽根車 1 1 の背面側に回り込み、貫通孔 1 1 a を通って負圧状態の羽根車 1 1 の吸水路 1 9 a に流出する。すなわち、遠心ポンプ 1 の中で一部の冷媒が還流している。還流する冷媒は吸水口 1 9 a 内で混合され、再度還流する冷媒は入れ替わったものとなる。

20

【0035】

羽根車 1 1 による遠心力で羽根車 1 1 の中心付近は負圧となり、この付近はキャビテーションが発生し易い環境にある。しかし、実施の形態 1 の遠心ポンプ 1 は比速度で 3 0 ～ 1 7 0 （単位：m、 $m^3$ /分、rpm）程度であってキャビテーションは起こり難い上に、仮に発生しても上述した還流によって混合して排出されるものである。そして、発生したキャビティが羽根車 1 1 の中央付近に留まろうとしても、羽根車 1 1 の背面と吸水口 1 9 a 側で冷媒が入れ替わりながら循環するので、滞留することはない。また、冷却装置のどこかで空気が混入し、これが遠心ポンプ 1 に吸い込まれたとしても、還流によって羽根車 1 1 の中央付近に滞留することがなく、気泡は徐々に排出される。従ってキャビテーションに原因する騒音は少なく、気層が形成されないし、流れが乱流化するため伝熱量も大きくなる。

30

【0036】

ポンプ厚みを極力薄くし、かつポンプ性能を維持しつつ、高い受熱効率を達成するために本発明の接触型熱交換ポンプではポンプケーシング 1 5 のポンプ室内壁面 1 5 c の中央付近にポンプ室凹部 1 5 e を設け、その底面から円柱状の突起体 2 4 を羽根車 1 1 に向けて突出させている。これにより、ポンプ室壁面 1 5 c から突起体 2 4 を突出させるより、ポンプ室凹部 1 5 e の深さだけ遠心ポンプ 1 全体の厚みを薄くでき、ポンプケーシング 1 5 に伝導した電子部品からの熱を冷媒に伝達しやすくなる。本実施の形態 1 ではさらにポンプ全体の厚さを小さくし、かつ突起体 2 4 の突出高さを大きくするために突起体 2 4 を配置した部分には羽根 1 2 を配置せず、羽根車 1 1 をポンプケーシング 1 5 に近づけ突起体 2 4 の配置範囲の半径方向外側に羽根 1 2 を設けているが、ポンプ厚さが羽根 1 2 の高さ以上増加しても良いならば突起体 2 4 の設置範囲に羽根を設けても良い。吸込路 1 9 を羽根車中心まで孔の状態を通さず孔の上方の肉を削除し、ポンプ室凹部 1 5 e と突起体 2 4 を形成するためにこの吸込溝 2 6 を設けることにより、性能を維持しつつ、ポンプ全体厚さを小さくすることができた。

40

【0037】

50

さらに図 3 に示すように、ポンプ室内壁面 15 c (受熱面 15 b の背面側) の羽根車 11 がスライドする部分の少なくとも一部にディンプル 21 を多数形成することにより、羽根車 11 の回転で流動する冷媒がポンプ室内壁面 15 c に沿って形成する層流境界層を剥離させ、乱流化することができる。これによって受熱面 15 b から冷媒に伝達する熱量を大きくすることができる。ポンプ室内壁面 15 c の特に羽根 12 がスライドする部分にディンプル 21 を設けることにより冷媒の層流境界層を剥離される効果はより高いものとなり、その結果、受熱面 15 b から冷媒に伝達する熱量をさらに大きくすることができるが、羽根車 11 の回転のための必要トルクが若干増加することになるので許容トルクに合わせて適宜ディンプル 21 の配置、個数を設計する必要がある。また、ポンプ室内壁面 15 c をショットピーニング加工、サンドブラスト加工などで凹凸を形成もしくは粗くすることにより、効果は多少低いが同様な原理で受熱効率を上げることが可能となる。なお、図示はしないが、ポンプ室内壁面 15 c にスパイラル形状の溝を形成しても、冷媒の流れを乱流化することで伝熱量を大きくすることができる。

#### 【0038】

ポンプ室凹部 15 e 周縁のスロープ部 27 はポンプ室凹部 15 e から一段上昇するポンプ室壁面 15 c へ冷媒が通過する際に流動抵抗を極力減少させポンプ性能を略維持するために役立っている。

#### 【0039】

Oリング 25 はケーシングカバー 16 とポンプケーシング 15 を勘合する際に半径方向に挟み込まれながらケーシングカバー 16 とポンプケーシング 15 の間をシールし、パッキン 25 a は更にケーシングカバー 16 とポンプケーシング 15 をネジ (図示せず) 等で締結する際に圧縮されケーシングカバー 16 とポンプケーシング 15 の間をシールする。よって、ポンプ室 15 a は 2 重のシールをなされることになる。すなわち、冷却システム内を循環する冷媒の蒸発量は 1 重シールの場合よりもかなり減少し冷却システムから蒸発する冷媒の量を減少されることができる。また、冷却装置からの液漏れに対する安全性が格段に増加する。この Oリング 25 とパッキン 25 a を一体成形ゴムとし、2 重シールを行うこともできる。

#### 【0040】

IC 29 はポンプの運転中には 100℃ 付近、若しくはそれ以上の高温になるが、ポンプケーシング 15 に接触するように取り付けることにより、ポンプケーシング 15 から熱を取られることになる。つまり、遠心ポンプ 1 は IC 29 の発熱をも受熱し、ポンプ運転中に IC 29 の温度を低下させることができ、常に安定させて IC 29 を作動させることが可能となる。また、IC 29 は使用状態の温度が低いほど寿命が永くなるために、IC 29 の寿命を長くすることも可能となる。また図 3 では IC 29 が直接、ポンプケーシング 15 に接触するように基板 28 を設置したが、基板 28 の電子部品 (IC 29 等) が取り付けられていない面 (IC 29 設置面の反対面) をポンプケーシング 15 に接触させて IC 29 の熱を放熱させても良い。

#### 【0041】

次にこの遠心ポンプの動作を示す。IC 29、制御基板 28 によりステータ 14 の巻線に制御電圧を印加する。それにより、ステータ 14 に回転磁界が発生し、その回転磁界によってリングマグネット 13 a、つまり羽根車 11 が回転する。リングマグネット 13 a はステータ 14 の方向以外にも磁力が若干漏れているため、羽根車 11 が回転するとリングマグネット 13 a から漏れた移動磁界が金属 (導電材料) のポンプケーシング 15 まで及びポンプケーシング 15 に渦電流が発生する。つまり、これがリングマグネット 13 a の回転の抵抗となるため、リングマグネット 13 a とポンプケーシング 15 との最短部分の距離を 2 mm 以上とすればその影響はかなり軽減される。また、リングマグネット 13 a は半径方向にステータ 14 が配置される場合、半径方向の磁力を発生するように着磁されるから、漏れ磁界もリングマグネット 13 a の軸方向の高さ範囲において、半径方向外側に主に発生する。よってリングマグネット 13 a の軸方向の高さと同じレベルに金属 (導電材料) であるポンプケーシング 15 が 2 mm 以内に配置されなければ、リングマグネ

ット13aの回転を妨げる抵抗をかなり軽減することができる。更にはリングマグネット13aの外周部分などにヨークを設ければ漏れ磁界は略防ぐことができる。リングマグネット13aを内配勾かつ内周着磁すれば、リングマグネットとステータが半径方向に配置される場合には、リングマグネット13aの移動磁界による渦電流による回転抵抗は軽減される。

#### 【0042】

回転する羽根12により吸込路19から冷媒を吸い込み、吐出路20から吐出する。その間、ポンプ室15a内部では吸込路19から吸い込まれた冷媒はポンプケーシング15のポンプ室凹部15eまで運ばれ、その勢いで吸込溝26に沿って羽根車11の回転中心付近まで流れる。その後、液体は軸受18に衝突し、あらゆる方向に広がり羽根12の入り口まで多数の突起体24に衝突しながら到達する。一方、発熱電子部品2からポンプケーシング15に伝達した熱はポンプ室凹部15eから突出した突起体24に伝導しており、冷媒が突起体24に衝突する際に突起体24から熱を奪う。また、冷媒が突起体24どうしの隙間を通過する際に渦を発生するために、更に突起体24の周りの温度境界層を剥離させ、つまりは突起体24にまわりついた液体膜を剥離することにより熱を奪うことになる。突起体24の代わりにポンプ室凹部15e底面にディンプル（図示せず）を設けても、温度境界層を剥離させポンプケーシング15の熱を奪いやすくなる。当然のことではあるが発熱電子部品2からポンプケーシング15に伝達した熱はポンプ室内壁面15cのいたるところにも伝導している。一方、冷媒がポンプ室15aを通過する際に形成されるポンプ室内壁面15cにまわりつくように形成された層流境界層をポンプ室内壁面15cに設けられた多数のディンプル21とそこをスライドする羽根車11もしくは羽根12により、剥離させている。つまり、ポンプケーシング15に伝導した熱が留まっているこの層流境界層、言い換えれば温度境界層を剥離させることにより、ポンプケーシング15に伝導した熱をより多くの熱を冷媒に伝達し流すことができる。このようにして、突起体24の熱、ポンプケーシング15の熱、つまりは発熱電子部品2の熱は冷媒に奪い取られ、冷媒と共に羽根12の回転によって吐出路20から吐き出され循環路4を通過して放熱器3へと運ばれ、放熱器3で冷却された冷媒は温度を低下させ、再び遠心ポンプ1へと吸い込まれこのような循環を繰り返しながら発熱電子部品2を冷却する。

#### 【0043】

以上説明したように、実施の形態1の冷却装置の遠心ポンプ1には、高熱伝導率の材料で構成されたポンプケーシング15と、羽根12が形成された開放型の羽根車11が設けられており、更にはポンプ室内壁面15cにポンプ室凹部を設け、ポンプ室凹部15e、15f底面から羽根車11に向かい突起体が突出しているためにポンプ厚さを薄くしながらも、ポンプ室壁面の表面積を増加させ、受熱効率を向上させることができる。また、受熱面15bと発熱電子部品2の上部表面の形状が3次元的に相補的の形状とされ、吸込路19が発熱電子部品2の側に張り出していないので、受熱面15bと発熱電子部品2の上部表面が密着できるため、効果的に受熱できる。

#### 【0044】

（実施例2）

実施の形態2の遠心ポンプは、吸水口が遠心ポンプ外側からポンプケーシングのポンプ室凹部を一部横断して羽根車中心付近まで管の状態で伸びたことを特徴とするものである。

#### 【0045】

図6は本発明の実施の形態2における冷却装置を構成する熱交換型の遠心ポンプの外観正面図、図7は本発明の実施の形態2における図6の熱交換型の遠心ポンプのC-O'-D断面図、図8は本発明の実施の形態2における遠心ポンプ2のポンプ室内壁面の外観図である。なお、実施の形態2の遠心ポンプ2は実施の形態1の遠心ポンプ1と同一の構成部分を有しているため、同一符号の説明は省略する。

#### 【0046】

図6の一点鎖線C-O'-Dで実施の形態2の遠心ポンプを切断した断面図が図7であ

る。図 7、図 8 において、15 f はポンプケーシング 15 に設けられたポンプ室内壁面 15 c より一段落ちたポンプ室凹部、24 はポンプ室凹部 15 f の底面から羽根車 11 に向けて伸びた円柱状の突起体、30 は吸込路 19 がポンプ室凹部 15 f を横断しながらポンプケーシング 15 中心に向けて伸びるために設けられた凹部横断部であり、30 a は凹部横断部 A、30 b は凹部横断部 B、24 a は凹部横断部 30、凹部横断部 A 30 a、凹部横断部 A 30 b の上面から伸びた突起体である。

#### 【0047】

凹部横断部 30 は内側には吸込路 19 を有し、吸込路 19 をケーシング 15 の中心付近まで導いており、その外観上面はポンプ室内壁面 15 c と略同じ高さとしている。なお、遠心ポンプ 1 が動作中は吸いこまれた冷媒がポンプ室凹部 15 f を羽根車 11 に引きずられながら、羽根車 11 の外側まで流れるが、その際に凹部横断部 30 が冷媒の流れの抵抗となり、羽根車 11 を浮上させることになる。羽根車 11 の浮上バランスをとるために凹部横断部 30 とポンプ室 15 a 側から見た形状が略同一の凹部横断部 A、凹部横断部 B を等間隔で設けている。これにより、羽根車 11 はバランス良く浮上力を受け、傾くことなく回転することになる。もし、凹部横断部 30 のみで凹部横断部 A 30 a、凹部横断部 B 30 b が設けられなければ、羽根車 11 はポンプ室内壁面 15 c に対して傾いて回転しようとし、その際には固定軸 17、軸受 18 の寿命が縮まる、もしくはポンプ室内壁面 15 c へ接触しながら回転し、ポンプ性能低下、最悪の場合にはポンプの動作が停止することになる。実施の形態 2 では凹部横断部 30、凹部横断部 A 30 a、凹部横断部 B 30 b のように等間隔 (120°) で 3 箇所設けたが、固定軸 17 を中心に略放射線上に等間隔であれば数多く設けた方が羽根車 11 の回転バランスが保ちやすい。

#### 【0048】

凹部横断部 30、凹部横断部 A 30 a、凹部横断部 B 30 b のポンプ室 15 a 側の面には突起体 24 a を設け、その設置範囲には羽根 12 を設けていない。これにより、ポンプ室内壁面 15 c の表面積を増加させ、ポンプ全体の厚みを薄くしながらも、受熱性能を向上させることができる。受熱性能よりもポンプ性能を向上させたいなら、突起体 24 a を省き、羽根 12 を設ければよく、ポンプの薄さにさほどこだわる必要がなければ、突起体 24 a を設けてさらのその設置範囲に羽根 12 を突起体 24 a と接触しないように設ければ、受熱性能、ポンプ性能ともに向上させることができる。

#### 【0049】

次にこの遠心ポンプの動作を示す。IC 29、制御基板 28 によりステータ 14 の巻線に制御電圧を印加する。それにより、ステータ 14 に回転磁界が発生し、その回転磁界によってリングマグネット 13 a、つまり羽根車 11 が回転する。回転する羽根車 11 つまり羽根 12 により吸込路 19 から冷媒を吸い込み、吐出路 20 から吐出する。その間、ポンプ室 15 a 内部では吸込口 19 a から吸い込まれた冷媒はポンプケーシング 15 のポンプ室凹部 15 f を凹部横断部 30 の中を通りポンプ室凹部 15 f を横断し、ポンプ室 15 a の中心付近まで到達する。その後、冷媒は軸受 18 に衝突し、あらゆる方向に広がり羽根 12 の入り口まで多数の突起体 24 に衝突しながら到達する。一方、発熱電子部品 2 からポンプケーシング 15 に伝達した熱はポンプ室凹部 15 f から突出した突起体 24、24 a に伝導しており、冷媒が突起体 24 に衝突する際に突起体 24 から熱を奪う。また、冷媒が突起体 24 どうしの隙間を通過する際に渦が発生するために、更に突起体 24 の周りの温度境界層を剥離させ、つまりは突起体 24 にまわりついた液体膜を剥離することにより熱を奪うことになる。突起体 24 の代わりにポンプ室凹部 15 f 底面にディンプル (図示せず) を設けても、温度境界層を剥離させポンプケーシング 15 の熱を奪いやすくなる。当然のことではあるが発熱電子部品 2 からポンプケーシング 15 に伝達した熱はポンプ室内壁面 15 c のいたるところにも伝導している。一方、冷媒がポンプ室 15 a を通過する際に形成されるポンプ室内壁面 15 c にまわりつくように形成された層流境界層をポンプ室内壁面 15 c に設けられた多数のディンプル 21 とそこをスライドする羽根車 11 もしくは羽根 12 により、剥離させている。つまり、ポンプケーシング 15 に伝達した熱が留まっているこの層流境界層、言い換えれば温度境界層を剥離させることにより、

ポンプケーシング 15 に伝導した熱をより多く液体に伝達し流すことができる。このようにして、突起体 24 の熱、ポンプケーシング 15 の熱、つまりは発熱電子部品 2 の熱は冷媒に奪い取られ、冷媒と共に羽根 12 の回転によって吐出路 20 から吐出され循環路 4 を通って放熱器 3 へと運ばれ、放熱器 3 で冷却された冷媒は温度を低下させ、再びポンプへと吸い込まれこのような循環を繰り返しながら発熱電子部品を冷却する。

#### 【0050】

以上説明したように、実施の形態 2 の冷却装置の遠心ポンプ 1a には、高熱伝導率の材料で構成されたポンプケーシング 15 と、羽根 12 が形成された開放型の羽根車 11 が設けられており、更にはポンプ室内壁面 15c に凹部を設け、凹部底面から羽根車 11 に向かい突起体が突出しているためにポンプ厚さを薄くしながらも、ポンプ室壁面の表面積を増加させ、更にポンプ室凹部 15f を設けて吸い込んだ冷媒を確実にポンプ室凹部 15f の中心付近まで導くことにより、突起体 24 から確実に熱を冷媒に伝えることができ、受熱効率を向上させることができる。また、受熱面 15b と発熱電子部品 2 の上部表面の形状が 3 次元的に相補的形状とされ、吸込路 19 が発熱電子部品 2 の側に張り出していないので、受熱面 15b と発熱電子部品 2 の上部表面が密着できるため、効果的に受熱できる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0051】

本発明の冷却装置は冷却効率を改善しながら小型化、薄型化でき、構造が簡単であるので、ノート型パソコンのような携行可能な小型の装置をはじめ、通電により発熱する発熱電子部品を搭載した装置を含むものに有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0052】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における冷却装置の構成図

【図 2】本発明の実施の形態 1 における冷却装置を構成する熱交換型の遠心ポンプの外観正面図

【図 3】本発明の実施の形態 1 における図 2 の熱交換型の遠心ポンプの A-O-B 断面図

【図 4】本発明の実施の形態 1 における熱交換型の遠心ポンプの羽根車正面図

【図 5】本発明の実施の形態 1 における熱交換型の遠心ポンプのポンプ室内壁面の外観図

【図 6】本発明の実施の形態 2 における冷却装置を構成する熱交換型の遠心ポンプの外観正面図

【図 7】本発明の実施の形態 2 における図 6 の熱交換型の遠心ポンプの C-O'-D 断面図

【図 8】本発明の実施の形態 2 における熱交換型の遠心ポンプのポンプ室内壁面の外観図

【図 9】従来の電子機器の第 1 冷却装置の構成図

【図 10】従来の電子機器の第 2 冷却装置の構成図

#### 【符号の説明】

#### 【0053】

- 1 遠心ポンプ
- 1a 遠心ポンプ
- 2 発熱電子部品
- 3 放熱器
- 4 循環路
- 11 羽根車
- 11a 貫通孔
- 12 羽根
- 13a リングマグネット
- 14 ステータ
- 15 ポンプケーシング
- 15a ポンプ室

10

20

30

40

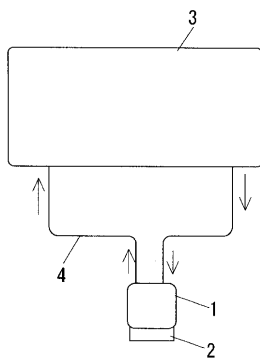
50

- 1 5 b 受熱面
- 1 5 c ポンプ室内壁面
- 1 5 e ポンプ室凹部
- 1 5 f ポンプ室凹部
- 1 6 ケーシングカバー
- 1 7 固定軸
- 1 8 軸受
- 1 9 吸込路
- 1 9 a 吸水口
- 2 0 吐出路
- 2 1 ディンプル
- 2 4 突起体
- 2 4 a 突起体
- 2 5 Oリング
- 2 5 a パッキン
- 2 6 吸込溝
- 2 7 スロープ部
- 2 8 制御基板
- 2 9 I C
- 3 0 凹部横断部
- 3 0 a 凹部横断部 A
- 3 0 b 凹部横断部 B

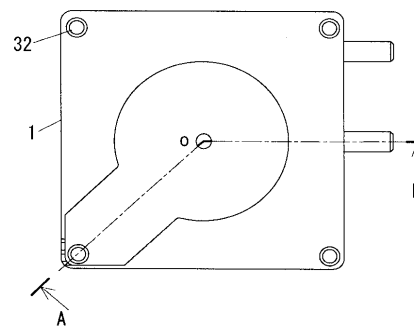
10

20

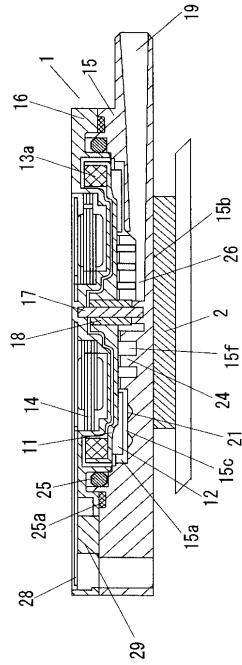
【図 1】



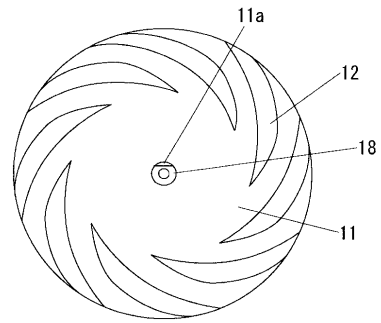
【図 2】



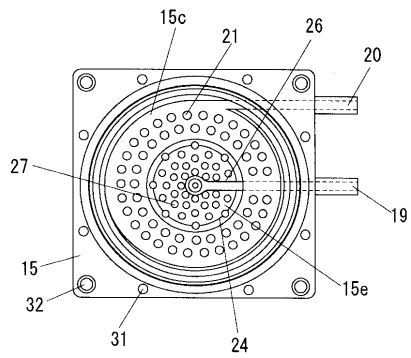
【図 3】



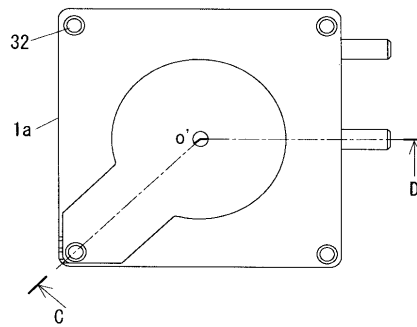
【図 4】



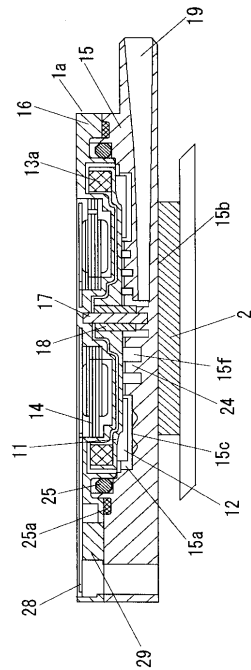
【図 5】



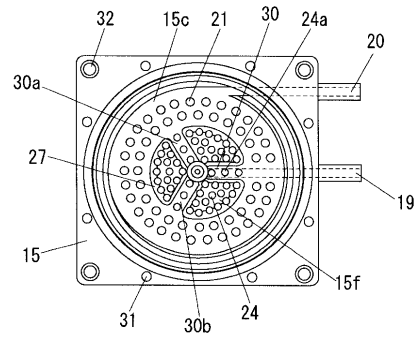
【図 6】



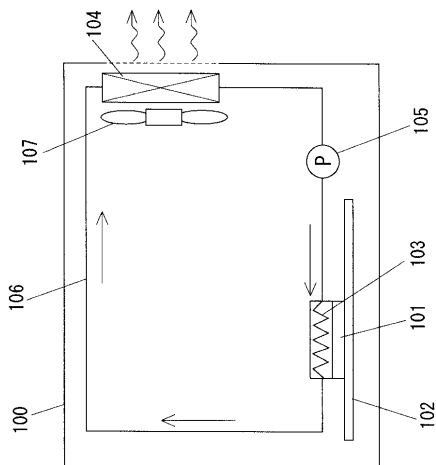
【図 7】



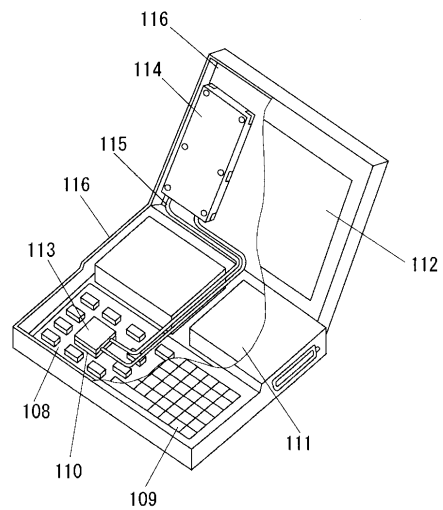
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 酒井 敏輔  
福岡県福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パナソニックコミュニケーションズ株式会社内
- (72)発明者 庭月野 恭  
福岡県福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パナソニックコミュニケーションズ株式会社内
- (72)発明者 久保田 俊幸  
福岡県福岡市博多区美野島4丁目1番62号 パナソニックコミュニケーションズ株式会社内
- Fターム(参考) 5E322 AA10 DA01  
5F136 CB07 CB08 CB11 CB13 DA21