

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4506483号
(P4506483)

(45) 発行日 平成22年7月21日(2010.7.21)

(24) 登録日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 6 F 1/20 (2006.01)
 G 0 6 F 1/00 3 6 0 C
 G 0 6 F 1/00 3 6 0 A

請求項の数 5 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-12228 (P2005-12228) (22) 出願日 平成17年1月20日 (2005.1.20) (65) 公開番号 特開2006-201987 (P2006-201987A) (43) 公開日 平成18年8月3日 (2006.8.3) 審査請求日 平成19年9月25日 (2007.9.25)</p>	<p>(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 (74) 代理人 100100310 弁理士 井上 学 (72) 発明者 及川 洋典 神奈川県海老名市下今泉810番地 株式 会社日立製作所 インターネットプラット フォーム事業部内 審査官 小林 正明 (56) 参考文献 特開2005-100091 (JP, A)</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液冷システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷却液中の空気を分離するリザーブタンクを有し、非自吸式ポンプにより冷却液を循環させてCPU等の発熱部の発生熱を放熱する液冷システムであって、

前記リザーブタンクは、前記非自吸式ポンプの上部に配置されるとともに、前記リザーブタンクの液流入口は、該リザーブタンクの気液境界面の上部に位置し、前記気液境界面と前記液流入口の落差に対応する前記リザーブタンクの液流入側の液循環路の液容積が、当該非自吸式ポンプの液量停止空気量と前記リザーブタンクの液流出口から前記非自吸式ポンプ吸入口までの液循環路の液容積の和以上であり、前記気液境界面と前記液流入口の落差に相当する循環路中の冷却液を、前記非自吸式ポンプに還流することを特徴とする液冷システム。

10

【請求項 2】

冷却液中の空気を分離するリザーブタンクを有し、非自吸式ポンプにより冷却液を循環させてCPU等の発熱部の発生熱を放熱する液冷システムであって、前記リザーブタンクは、前記自吸式ポンプの上部に配置されるとともに、前記リザーブタンクの液流入口と該リザーブタンクの気液境界面との高さに対応する液循環路の液容積が、液の空気混入により前記非自吸式ポンプの揚水が停止する混入空気量と、前記リザーブタンクの液流出口から前記非自吸式ポンプまでの液循環路の液容積の和より大きいことを特徴とする液冷システム。

【請求項 3】

20

冷却液中の空気を分離するリザーブタンクを有し、非自吸式ポンプにより冷却液を循環させてCPU等の発熱部の発生熱を放熱する液冷システムであって、前記リザーブタンクは、前記自吸式ポンプの上部に配置されるとともに、前記気液境界面と前記液流入口の落差に対応する前記リザーブタンクの液流入側の液循環路の液容積が、当該非自吸式ポンプの液量停止空気量と前記リザーブタンクの液流出口から前記非自吸式ポンプ吸入口までの液循環路の液容積の和以上であり、前記冷却液の流量が所定値以下になったときに、前記非自吸式ポンプの駆動を停止し、前記気液境界面と前記液流入口の落差に相当する循環路中の冷却液を、前記非自吸式ポンプに還流するようにしたことを特徴とする液冷システム。

【請求項 4】

前記非自吸式ポンプの液流量の検出は、当該ポンプの回転数によりおこなうことを特徴とする請求項 3 に記載の液冷システム。

【請求項 5】

ディスプレイ背面に冷却液の放熱部と冷却液中の空気を分離するリザーブタンクを有し、本体に設置された非自吸式ポンプにより冷却液を循環させてCPU等の発熱部の発生熱を放熱するノートPCの液冷システムであって、前記ディスプレイが展開されているときに、前記リザーブタンクの液流入口は、該リザーブタンクの気液境界面の上部に位置し、前記気液境界面と前記液流入口の落差に対応する前記リザーブタンクの液流入側の液循環路の液容積が、当該非自吸式ポンプの液量停止空気量と前記リザーブタンクの液流出口から前記非自吸式ポンプ吸入口までの液循環路の液容積の和以上であり、前記気液境界面と前記液流入口の落差に相当する循環路中の冷却液が、前記非自吸式ポンプに還流されることを特徴とする液冷システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置の液冷システムに係り、冷却液を循環する非自吸式のポンプの呼び水に最適な冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、パーソナルコンピュータやサーバ等に用いられるデバイスや集積回路、特にCPUは高速化しているが、それに伴い発熱量が増大している。現在、このCPUの冷却は、CPUにヒートシンクに固定し、それにファンを取り付け、その冷却風をヒートシンクに吹き付ける直接空冷方式が主流である。しかし、装置の高密度化に伴いCPU周りのスペースには制限が生じ、ヒートシンクサイズが制限されている。このため、直接冷却方式では、冷却能力の限界も制限されつつある。また、ファンサイズも制限される為、高風量を得る為には小型ファンを高速で回転させる必要が生じ、騒音が増大している。

【0003】

そこでより効率の良い大型のヒートシンクや大型のファンを利用するため、液冷システム等による熱輸送手段の適用が試みられてきている。これら液冷システムでは、空冷システムよりも部品点数が多い為、部品に対して小型化が求められている。例えば、小型ポンプには、圧電素子用いた弁式や磁気駆動によるピストン式やプロペラを回転させる遠心式が用いられている。

【0004】

先に述べた小型ポンプには、それぞれ長所と短所がある。圧電素子用いた弁式や磁気駆動によるピストン式は、液体に限らず、気体もしくは液体と気体の混合体でも循環させることが可能である。ただしこれらのポンプは弁やピストンの反復運動により液体を循環させる為、振動や騒音が大きいという問題がある。また遠心式ポンプに比べ効率が悪く、特に低圧損時の流量が少ないという傾向にある。

【0005】

一方遠心ポンプは、プロペラを回転運動させるために振動も少なく効率が良い。しかし

10

20

30

40

50

、ポンプ内部に空気が混入すると、プロペラが空回り状態になり、循環能力が著しく低下したり、循環が停止する恐れがある。この遠心ポンプの問題を改善するため、特許文献1や特許文献2に、プロペラ形状の工夫により空気の排出能力を向上させる技術が開示されている。

【0006】

【特許文献1】特開平10-110696号公報

【特許文献2】特開平11-218097号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、これら文献に開示される技術では、液体の循環が停止するまでの空気混入量の限界値を向上させてはいるが、この限界値を超えた場合には、やはり液体の循環が停止するという問題がある。従って遠心ポンプの様な非自吸式ポンプを用いる場合は、ポンプへの空気混入を防止する手段が必要である。この手段は一般的にタンクが担っているが、例えば強い衝撃を受けた場合には、タンク内部の液体と空気が混合して循環路に空気が入り込み、循環が停止する恐れがある。

【0008】

本発明は、上記非自吸式ポンプの問題を解決し、ポンプへの空気混入が発生しても、冷却液の循環が停止することのない冷却システム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】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の液冷システムは、冷却液中の空気を分離するリザーブタンクと、CPU等の発熱部の発生熱を放熱する冷却液を循環させる非自吸式ポンプとを有して、前記リザーブタンクは、前記自吸式ポンプの上部に配置するようにし、さらに、前記リザーブタンクの液流入口は、該リザーブタンクの気液境界面の上部に位置するようにし、前記気液境界面と前記液流入口の落差に相当する循環路中の冷却液を、前記非自吸式ポンプに還流するようにした。

【0010】

また、本発明の液冷システムは、冷却液中の空気を分離するリザーブタンクと、CPU等の発熱部の発生熱を放熱する冷却液を循環させる非自吸式ポンプとを有して、前記リザーブタンクは、前記自吸式ポンプの上部に配置されるとともに、前記リザーブタンクの液流入口と該リザーブタンクの気液境界面との高さに対応する液循環路の液容積が、液の空気混入により前記非自吸式ポンプの揚水が停止する混入空気量と、前記リザーブタンクの液流出口から前記非自吸式ポンプまでの液循環路の液容積の和より大きくなるようにした。

【0011】

また、本発明の液冷システムは、冷却液中の空気を分離するリザーブタンクと、CPU等の発熱部の発生熱を放熱する冷却液を循環させる非自吸式ポンプとを有して、前記リザーブタンクは、前記自吸式ポンプの上部に配置されるとともに、前記冷却液の流量が所定値以下になったときに、前記非自吸式ポンプの駆動を停止し、前記気液境界面と前記液流入口の落差に相当する循環路中の冷却液を、前記非自吸式ポンプに還流するようにした。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、空気混入の恐れがある液冷システムにおいても、非自吸式ポンプの使用が可能になるとともに、空気混入によるポンプの揚水性能低下を防止でき、安定した冷却システムを提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

液冷システムの遠心ポンプ等の非自吸式ポンプに、空気流入して冷却液が揚水不能になる問題を、当該非自吸式ポンプと冷却液循環経路の大気開放部の設置位置を規定することにより解決した。

10

20

30

40

50

【実施例 1】

【0014】

以下本発明の実施例を図を用いて説明する。

図1は、本発明が適用される電子機器の斜視図である。電子機器の例としてデスクトップ型パーソナルコンピュータ(以下デスクトップPC)を用いて、液冷構造の概要を説明する。図1において、筐体101の内部の側面にはマザーボード103があり、その上にはCPU102、チップセット104、メモリ105が搭載されている。また外部記憶装置として、HDD106、CD-ROM108が搭載されている。その他電源109が筐体101の背面側にあり、PCIボード107がその下に位置している。

10

【0015】

次に液冷システム110の構成を説明する。この液冷システム110は、CPU102の上部に位置している。ジャケット111は、CPU102に取り付けられてCPUの発生熱を吸収する。より詳しくは、このジャケット111は銅あるいはアルミといった伝熱性に優れた金属で出来ている。CPU102との接触面は、サーマルコンパウンドもしくは高熱伝導性シリコンゴムなどを挟んで圧着しており、CPU102で発生した熱が、ジャケット111に効率よく伝わる構造になっている。またジャケット内部には冷却液が流れており、熱が冷却液に伝わる構造になっている。

【0016】

CPU(102)の発生熱を吸熱した冷却液を冷やすラジエータ112は、パイプ112a及びフィン112bから成っている。パイプ112aの内部には冷却液が流れており、熱がフィン112bに伝わる構造になっている。またラジエータ112にはファン113が取り付けられており、ラジエータ112に風を送って、ラジエータ112のフィン112bを冷却する。

20

【0017】

ラジエータ112の脇にはタンク114がある。タンク114では、冷却液に含まれた空気を冷却液から分離しており、空気を含んだ冷却液が循環し続けられないようにしている。

【0018】

タンク114の下にはポンプ115が配置されており、これにより冷却液が循環する。また、ポンプ115はケーブル117によりマザーボード103と接続している。マザーボード103では、ケーブル117により、ポンプ115への給電とポンプ115内部の羽根車の回転数を検知している。ここで、ポンプ115は、非自吸式の遠心ポンプである。遠心ポンプでは、ポンプ内部に空気が混入すると、プロペラが空回り状態になり、循環能力が著しく低下したり、循環が停止する場合がある。

30

【0019】

つぎに、全体の配管について説明する。チューブ116aは、ジャケット111とラジエータ112を繋いでおり、チューブ116aに流れる冷却液により、熱の輸送路となっている。また、チューブ116bは、ラジエータ112とタンク114を繋いでおり、また、チューブ116bはタンク114の高い位置で接続している。またチューブ116cは、タンク114とポンプ115を短い距離で繋いでいる。チューブ116dは、ポンプ115とジャケット111を繋いでいる。尚、チューブ116bとタンク114の接続位置やチューブ116cの長さについては、本発明によるものであり、これについては後に詳しく説明する。

40

【0020】

また、つぎに冷却液の流れる順路について説明する。冷却液は、ポンプ115からジャケット111、ラジエータ112、タンク114の順にチューブを介して循環し、再びポンプ115に戻ってくる。このように、空気と液を分離するタンク114は、ポンプ115の上流に配置される。

【0021】

次に本発明による、非自吸式ポンプ115に空気が混入して冷却液の循環が停止した場

50

合の復帰手段について、詳細に説明する。

まず、図2を用いて通常運転時の各部の状態について説明する。先に説明したとおり、チューブ116bは、ラジエータ112とタンク114を冷却液が還流するように接続されている。そして、このチューブ116bにより、タンク内部の冷却液の液面201よりも上部の部分202から、冷却液がタンク114に流入している。このように、チューブ116bには、液面201よりも上部に位置している部分202を設けるように構成した。さらに、この上部部分202内部の容積は、チューブ116c内部の容積とポンプ115の液流停止空気量の和より大きくしている。ここで液流停止空気量とは、液流が停止に陥るポンプ内部の空気量である。特に本実施例の場合は、チューブ116c内部の容積は1.25ml、ポンプ115の液流停止空気量は1.5mlであり、上部部分202内部の容積は3mlとしている。

10

【0022】

通常運転時は、ラジエータ112からタンク114へ冷却液が流れているため、上部部分202は冷却液で満たされている。尚図2、3、4、7において、ハッチング部分は冷却液を示している。チューブ116cはタンク114とポンプ115を接続しており、この口204はタンク114の中央部に位置している。これは、タンク114内部に半分以上の冷却液があれば、静置状態において如何なる姿勢においても口204が液面201下になる様にする為である。即ち、装置の運転姿勢に制約を持たせない様になっている。

【0023】

次に、ポンプ内部に空気が混入した状態について、図3を用いて説明する。ここではタンク114に強い衝撃を受けたものとする。液面201は強い衝撃により波立ち、これにより口204が一瞬空気にさらされ、チューブ116c内部とポンプ115内部に空気が吸い込まれる。ここでポンプ115内部に吸い込まれた空気が、ポンプ115の液流停止空気量に達すれば、ポンプ115の揚水能力がなくなり、液流量が低下あるいは液流が停止することになる。

20

【0024】

次に図4により、ポンプ115内部の空気を排出して揚水能力を復帰について説明する。まず、液流量が低下あるいは液流の停止を、後に述べるポンプ制御手段により検知する。すると、ポンプ115への給電を停止して、ポンプ動作を一旦停止する。すると、上部部分202の液は、それ自身の自重により、ラジエータ112の方向に、液面201と等しい高さまで逆流する。この冷却液の逆流により、ポンプ115の内部やチューブ116c内部の空気が、タンク114に排気される。このときの逆流液量は上部部分202内部に溜まっていた液量であり、これは先に述べた様に、チューブ116c内部の容積+ポンプ115の液流停止空気量以上としているので、ポンプ115とチューブ116c内部が再び液で満たされ、これらの中に入っていた空気がタンク114に排出されることになる。逆流完了後は、ポンプを動作させれば、再び液を循環させることが出来る。

30

【0025】

つぎに、液流停止の検知手段について説明する。本実施例ではポンプの羽根車の回転数を検知することで液流停止を判断する。詳しくは、ポンプ内部に空気が混入した場合、羽根車が冷却液と接触する面積が減少する為、羽根車の負荷が軽くなる。従って羽根車の回転数が上昇する。図5に本実施例における羽根車回転数と液流の状態の一例を関係を示す。図5のように、通常時と空気混入時では、羽根車の回転数に1000rpm以上の明らかな違いがあるため、十分液流停止を判断する事ができる。尚ポンプの復帰動作に入るためには、液流が完全に停止している必要は無い為、本実施例の場合、ポンプの復帰動作(ポンプ一時停止)に入る回転数を4000rpmとしている。以降この回転数の事を復帰回転数と呼ぶことにする。液流の停止検知は、羽根車の回転数以外に、消費電流も少なくなる為、このポンプ電流を検知することでも液流停止を判断することが可能である。

40

【0026】

次にポンプの制御方法について図6のフローを用いて説明する。まず装置全体の電源を投入して、ステップ601にてポンプの駆動が開始される。つぎのステップ602では、

50

羽根車の回転数が安定するまでのウエートを掛ける。この時間は循環経路の長さにもよるが、通常は数秒で良く、本実施例の場合は3秒としている。次のステップ603では羽根車の回転数を検知し、次のステップ604で、先に検知した羽根車の回転数が、復帰回転数(本実施例の場合は4000rpm)以上であるか、確認する。羽根車の回転数が復帰回転数以下の場合、液流が正常に流れているため、再びステップ603へ戻り、羽根車の回転数の検知を行なう。

【0027】

一方、ステップ604で、羽根車の回転数が復帰回転数以上の場合は、ステップ605にてポンプの駆動が停止する。この時、図4に示した構造により、冷却液の逆流が始まる。次のステップ606では、この液の逆流が完了するまで、即ち図4のチューブ116b内部の液の高さが、液面201と同じ高さになるまでの時間のウエートを掛ける。この時間は、循環系全体の圧損や、図4の上部部分202の容積によるが、本実施例の場合は8秒である。その後ステップ601に戻り、ポンプの駆動が開始される。以上に述べたフローにより、非自吸式ポンプに空気が混入して循環が停止した場合でも、ポンプ内部の空気を排出でき、ポンプの揚水能力を復帰する事が可能となる。

【0028】

尚、上部部分202は、図7に示す様な形状、即ち口203よりも高い部分があっても良い。要するに口203が液面201よりも上部であれば、上部部分202の形状は任意であり、その上部部分202の容積は、チューブ116c内部の容積とポンプ115の液流停止空気量の和より大きくすればよい。

【0029】

また、本実施例では、一度の逆流動作でポンプ内部の空気を排出する為、上部部分202の容積をチューブ116c内部の容積+ポンプ115の液流停止空気量以上としているが、複数回の逆流動作を行なっても良い場合は、上部部分202の容積はチューブ116c内部の容積以上あれば良い。

また、これまでチューブの一部である上部部分202の容積を逆流時の液量としてきたが、チューブだけでは無く、ラジエータ自体を液面201よりも高い位置に配置する事で、ラジエータ内部の容積を、逆流時の液量として使用する事が出来る。

【0030】

また、本実施例では、冷却液の自重により液の循環を逆流させたが、ポンプが遠心ポンプでは無く、軸流タイプの羽根車を持つポンプであれば、羽根車を逆回転させる事により、液の循環を逆流させる事も出来る。この場合は上部部分202は不用となる。

【0031】

尚、ポンプの制御についてであるが、ポンプをON・OFFするだけでは無く、電圧制御により流量を変化させる場合、即ち羽根車の回転数を制御する場合は、その電圧値に応じた復帰回転数をあらかじめ調査し、この結果をデータとして保持する事で、各電圧駆動時においても液流停止の判断が可能となる。またこの様な羽根車の回転数検知及び電圧駆動は、現行のPCで一般的に行われているファン制御と同じであるため、本発明の適用は容易である。

【実施例2】

【0032】

本実施例は、本発明のノート型パーソナルコンピュータ(以下ノートPC)へ本発明を適用した例を示す。尚本実施例の説明においては、実施例1とは異なる部分を中心に説明する。

図8に本実施例を示す。ノートPCは、実施例1で示したデスクトップPCとは異なり、本体部801とディスプレイ部802があり、これらはヒンジ803により結合している。この為、ヒンジ803の内部を通るチューブ804は柔軟性のあるゴムチューブを使用している。ディスプレイ部802の背面側には、放熱パイプ806及びこれとロー付けもしくはカシメにて接続された放熱板805が配置され、CPUの熱が自然放熱により冷やされる。

10

20

30

40

50

【0033】

タンク114の内部は実施例1の図2から図4に示した構造と同じである、即ち、タンク114の内部は、ポンプ115と接続するチューブの口204が、タンクの中心に配置されている。この為、タンク114内部に半分以上の冷却液があれば、静置状態において、如何なる姿勢においても口204が液面201下になる様にしている。

【0034】

また放熱部と接続するチューブの口203が液面201よりも上部に配置されている。そして上部部分202は放熱パイプ806の大半を占めるようになっている。また、ポンプ115の制御については、実施例2の場合と同様に、マザーボード103により、液流の検知及び制御がなされる。冷却液の流れる順番は、ポンプ115-ジャケット111-放熱パイプ806-タンク114-再びポンプ115という順路である。即ち、ポンプ115の上流には、空気と液を分離する、タンク114がある。

10

【0035】

以上の構成、即ち、ポンプ115の上流に位置する空気と液体を分離する手段を持つタンク114と、液の循環を逆流させる手段である上部部分202を設けた。そしてポンプ115内部に空気が混入した場合、マザーボード103の制御によりポンプ115を一時的に停止する事で液の循環を逆流させ、ポンプ内部の空気をタンク114に排出する様にした。以上に述べた構造により、非自吸式ポンプに空気が混入して循環が停止した場合、自動的に復帰する事が可能となる。

【0036】

なお、本実施例では、放熱パイプ806と放熱板805で構成される放熱手段と、タンク114を個々に用意しているが、これらをロールボンド方式で一体成形しても良い。ロールボンド方式とは、2枚の薄い金属板を張り合わせ、一部分を膨らませて流路等を成形するものである。この例を図9に示す。ハッチング部分は接着された部分であり、空白部分は膨らませて空洞状に形成された部分である。

20

【0037】

また、実施例1及び2において、装置運転中の姿勢に制約を持たせない為、タンク114内部の口204をタンクの中心に配置したが、設置姿勢が決まっている装置、例えばラックマウント型のサーバ等では不要である。想定される設置姿勢において、口204がタンク内部の液面201下であれば良い。

30

【0038】

実施例1や実施例2に説明したように、装置電源をオフすると、ポンプが停止すると冷却液の逆流がおき、ポンプ内部の冷却液が排出されるのでポンプ内部の空気が排出される。これにより、つぎの起動時には、空気の混入によるポンプの揚水能力が復帰するので、安定した冷却性能を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明を用いた電子機器の実施例1（デスクトップPC）の斜視図である。

【図2】本発明の原理を示す図（定常運転状態）である。

【図3】本発明の原理を示す図（ポンプ内部に空気混入状態）である。

40

【図4】本発明の原理を示す図（液が逆流し、ポンプ内部の空気が排出された状態）である。

【図5】液流の状態とポンプの羽根車の回転数の関係を示した表である。

【図6】本発明による実施例におけるポンプ制御のフローである。

【図7】本発明の原理を示す図（図2から4に示したものと別の上部パイプ形状）である。

【図8】本発明を用いた電子機器の実施例2（ノートPC）の斜視図である。

【図9】ロールボンド方式により一体成形した、本発明による上部チューブ及びタンクの図である。

【符号の説明】

50

【 0 0 4 0 】

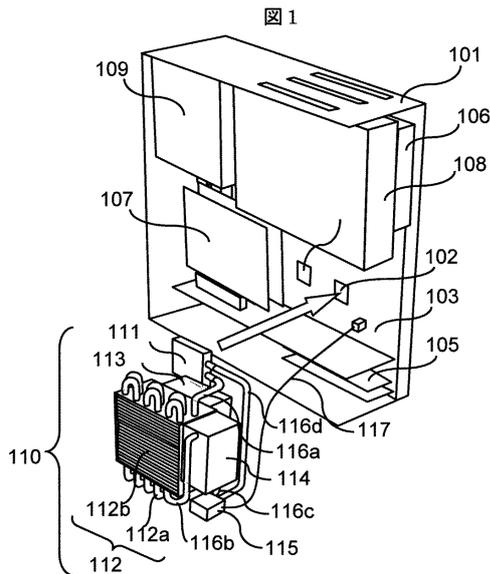
1 0 2 ... CPU、1 0 3 ... マザーボード、1 1 1 ... ジャケット、1 1 2 ... ラジエータ、
 1 1 3 ... ファン、1 1 5 ... ポンプ、1 1 4 ... タンク、
 1 1 6 b ... ラジエータとタンクを繋ぐパイプ、1 1 6 c ... タンクとポンプを繋ぐパイプ

、
 2 0 1 ... タンク内部の液面、2 0 2 ... ラジエータとタンクを繋ぐパイプの液面より上部
 の部分、

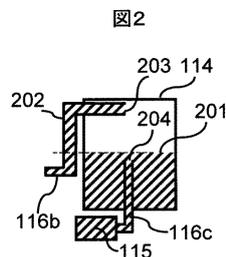
2 0 3 ... ラジエータとタンクを繋ぐパイプの口、2 0 4 ... ポタンクとポンプを繋ぐパイ
 プの口、

8 0 3 ... ヒンジ部分、8 0 4 ... ヒンジ部分を通るフレキシブルチューブ、8 0 6 ... 放熱
 パイプ

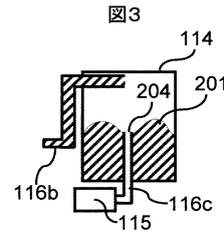
【 図 1 】



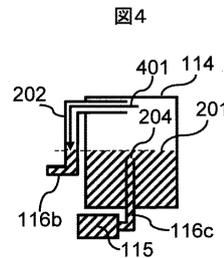
【 図 2 】



【 図 3 】



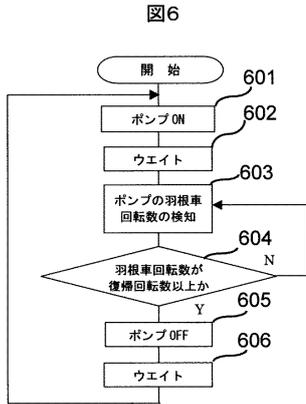
【 図 4 】



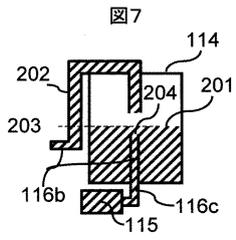
【 図 5 】

液流の状態	ポンプ消費電流	羽根車回転数
通常運転状態	190mA	3623rpm
ポンプへの空気混入による 液流停止状態	140mA	4706rpm

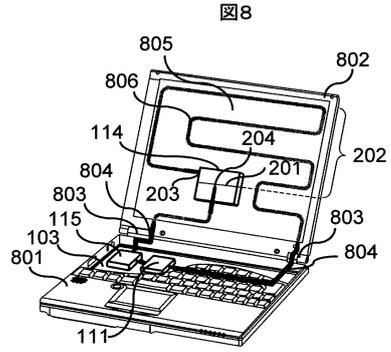
【 図 6 】



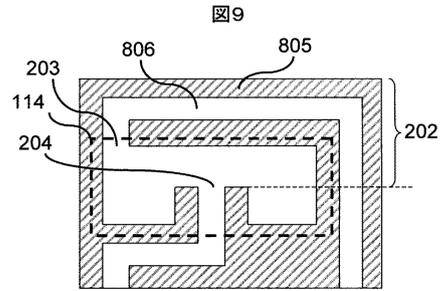
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 6 F 1 / 2 0

H 0 5 K 7 / 2 0