

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4529915号
(P4529915)

(45) 発行日 平成22年8月25日(2010.8.25)

(24) 登録日 平成22年6月18日(2010.6.18)

(51) Int.Cl.	F I	
F O 4 B 43/04 (2006.01)	F O 4 B 43/04	B
H O 5 K 7/20 (2006.01)	H O 5 K 7/20	N
F O 4 B 9/00 (2006.01)	F O 4 B 9/00	B
H O 1 L 23/473 (2006.01)	H O 1 L 23/46	Z
G O 6 F 1/20 (2006.01)	G O 6 F 1/00	3 6 O C
請求項の数 29 (全 26 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2006-14251 (P2006-14251)	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成18年1月23日(2006.1.23)		日本電気株式会社
(62) 分割の表示	特願2003-185004 (P2003-185004) の分割		東京都港区芝五丁目7番1号
原出願日	平成15年6月27日(2003.6.27)	(74) 代理人	100097113 弁理士 堀 城之
(65) 公開番号	特開2006-242176 (P2006-242176A)	(72) 発明者	山本 満 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(43) 公開日	平成18年9月14日(2006.9.14)	(72) 発明者	三窪 和幸 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
審査請求日	平成18年1月23日(2006.1.23)	(72) 発明者	北城 栄 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2002-237256 (P2002-237256)		
(32) 優先日	平成14年8月16日(2002.8.16)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電ポンプおよびこれを用いた冷却装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子機器内の発熱部品からの熱を冷媒によって拡散させる液冷部と、該液冷部によって拡散された熱を前記液冷部に形成された空気孔を介して供給された空気によって大気中に放熱する空冷フィン群が形成され、前記液冷部上に積層された空冷部とが基体の中に一体化されて形成された構造を具備した冷却装置において、前記冷媒を循環させる圧電ポンプであって、

平板型圧電素子を駆動源とし、

前記基体中の液冷部内に組み込まれ、前記液冷部内において前記冷媒が循環される流通路中における流入流路、排出流路、および前記流入流路と前記排出流路との間に圧力室が振動板と積層されることによって形成されるように構成された流入排出板に、前記平板型圧電素子からなる圧電板が接合された前記振動板が積層一体化された構成が金属材料を用いて前記液冷部と一体連結された構造を具備し、前記圧電板の振動により前記圧力室中の前記冷媒に加圧動作および減圧動作を行うことによって前記流入流路から前記排出流路までの間で前記冷媒を流す動作を行うように形成されていることを特徴とする圧電ポンプ。

【請求項2】

前記流通路中に内蔵された構成とされたことを特徴とする請求項1記載の圧電ポンプ。

【請求項3】

前記冷媒を吸入および排出する複数のポンプ部と、該複数のポンプ部をそれぞれ駆動する複数の圧電ポンプ駆動部とを具備することを特徴とする請求項1または2に記載の圧電

ポンプ。

【請求項 4】

前記複数の圧電ポンプ駆動部は、前記複数のポンプ部の前記冷媒の吸入および排出を異なるタイミングで制御することを特徴とする請求項 3 記載の圧電ポンプ。

【請求項 5】

前記圧電ポンプ駆動部は、前記ポンプ部の排出時間より吸引時間を 2 倍以上長くすることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の圧電ポンプ。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の圧電ポンプにより前記冷媒を循環させることを特徴とする冷却装置。 10

【請求項 7】

前記液冷部は、前記発熱部品に接触あるいは接合させて熱を吸収する吸熱面を具備し、前記流通路において、前記冷媒は前記吸熱面に沿って流れることを特徴とする請求項 6 に記載の冷却装置。

【請求項 8】

前記流通路は、溝部が形成された基体と前記吸熱面との接合により形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の冷却装置。

【請求項 9】

前記空冷フィン群と前記基体とが一体成型されていることを特徴とする請求項 8 に記載の冷却装置。 20

【請求項 10】

前記空冷フィン群の複数のフィンの内の少なくとも一つ以上のフィンの内部に前記流通路が形成されていることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 11】

前記空冷部は、前記空冷フィン群に空気を流すための空冷ファンを具備することを特徴とする請求項 6 乃至 10 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 12】

前記空冷部は、前記空冷フィン群の全体を覆う第 1 の風洞を具備し、該第 1 の風洞より前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させることを特徴とする請求項 11 に記載の冷却装置。 30

【請求項 13】

前記空冷部は、前記空冷フィン群のそれぞれに対応して設けられたフィンカバーを具備し、

前記液冷部には、前記空冷フィン群に空気を供給する空気孔が前記空冷フィン群のそれぞれに対応して形成され、

前記フィンカバーにより前記空冷フィン群の間で熱干渉を生じないように、前記空冷フィン群ごとにそれぞれ流れる空気の個別空気流路が形成されることを特徴とする請求項 6 乃至 12 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 14】

前記空冷部は、前記フィンカバー毎に空冷ファンを具備することを特徴とする請求項 13 記載の冷却装置。 40

【請求項 15】

前記空冷部は、前記空冷フィン群の全体を覆う第 1 の風洞と、
前記空冷フィン群を複数のグループ毎にそれぞれ覆う第 2 の風洞とを具備し、
前記空冷部には、前記第 1 の風洞によって形成される共通空気流路と、
前記第 2 の風洞によって前記空冷フィン群を複数のグループ毎に形成される個別空気流路とが形成されていることを特徴とする請求項 6 乃至 11 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 16】

前記空冷部は、前記共通空気流路に配置された空冷ファンを具備し、
該空冷ファンにより前記個別空気流路のそれぞれに空気の流れを生じさせることを特徴 50

とする請求項 1 5 記載の冷却装置。

【請求項 1 7】

前記個別空気流路から前記共通空気流路に至る開口の断面積は、前記個別空気流路の空気流量を一定になるように前記空冷ファンから遠ざかるにつれて大きくなるように形成されていることを特徴とする請求項 1 6 記載の冷却装置。

【請求項 1 8】

前記空冷部は、平板型圧電素子への電圧制御により送風用平板を上下に振動させて空気を送る構造の圧電ファンを具備することを特徴とする請求項 6 乃至 1 7 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 1 9】

前記送風用平板は、前記平板型圧電素子から遠ざかるに従って幅が広がる形状であることを特徴とする請求項 1 8 記載の冷却装置。

【請求項 2 0】

前記送風用平板は、一端が支持体に接続された前記平板型圧電素子の他端に接合され、前記支持体に近い側よりも遠い側で弾性率が小さくなるように、異なる材質の平板を接合して組み合わせた構造であり、前記平板型圧電素子の振動によって振動することを特徴とする請求項 1 8 又は 1 9 記載の冷却装置。

【請求項 2 1】

前記送風用平板は、支持部に近い側と遠い側とで異なる厚さの平板からなり、遠い側の平板厚さが近い側の平板厚さよりも薄いことを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 0 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 2 2】

前記空冷部は、複数個配列されている前記圧電ファンを具備し、隣接して配置されている前記圧電ファンの前記送風用平板の振動を $1/2$ 周期又は $1/4$ 周期分位相をずらして駆動させることを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 1 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 2 3】

前記流通路は、循環方式で閉じている閉ループであり、当該閉ループの一部に前記流通路の断面積よりも小さい断面積を有するマイクロチャネル構造が形成されていることを特徴とする請求項 6 乃至 2 2 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 2 4】

前記マイクロチャネル構造において、前記流通路は、幅 1 mm 以下の小さい溝が複数個配列された基体と前記吸熱面との接合により形成されていることを特徴とする請求項 2 3 記載の冷却装置。

【請求項 2 5】

前記冷媒を循環させる液冷用ポンプと前記空冷フィン群に空気を供給する空冷ファンと、前記液冷用ポンプおよび前記空冷ファンを駆動する電気制御回路とを具備し、該電気制御回路への外部からの入力_が直流であることを特徴とする請求項 6 乃至 2 4 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 2 6】

前記液冷用ポンプ又は前記空冷ファンを駆動する前記電気制御回路部は、前記発熱部品の温度情報を取り込み、前記発熱部品の温度が上限を超えない範囲で最大温度を維持させるように前記液冷用ポンプ又は前記空冷ファンを駆動させることを特徴とする請求項 2 5 記載の冷却装置。

【請求項 2 7】

前記液冷部の前記流通路上部に冷媒を貯液する貯液槽が設けられていることを特徴とする請求項 6 乃至請求項 2 6 のいずれかに記載の冷却装置。

【請求項 2 8】

10

20

30

40

50

前記貯液槽の内部は、全てが冷媒で満たされることなく、空気が存在していることを特徴とする請求項 2 7 記載の冷却装置。

【請求項 2 9】

請求項 6 乃至請求項 2 8 のいずれかに記載の冷却装置を搭載したことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器の冷却装置に関し、特にノート型パソコン等に搭載される CPU 等の発熱部品を冷却するのに適した冷却装置において冷媒を循環するのに用いられる圧電ポンプおよびこの冷却装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年のパソコン等の電子機器においては演算処理量の増大とその高速化に伴って消費電力の大きい CPU 等の発熱体が搭載されており、当該発熱体が発生する熱量は増加の一途であるが、これら電子機器では使用されている様々な電子部品は、耐熱信頼性や動作特性の温度依存性からその使用温度範囲が通常限定されているため、これら電子機器においては内部で発生する熱を効率よく外部に排出する技術の確立が急務となっている。

【0003】

一般にパソコン等の電子機器においては、CPU 等に吸熱部品として金属性ヒートシンクやいわゆるヒートパイプ等を取り付けて熱伝導による電子機器全体への熱の拡散や、電磁式の冷却用のファンを筐体に取り付けて電子機器内部から外部へ熱の放出を行っていた。

20

【0004】

しかしながら、例えばノート型パソコンのような電子部品が高密度実装された電子機器においては、電子機器内部での放熱空間が少ないため、従来の冷却ファン単独、あるいは冷却ファンとヒートパイプとを組み合わせた冷却方式では 30W 程度までの消費電力の CPU においては対応可能冷却効果があったが、これ以上の消費電力の CPU では内部の熱を十分に放出することが困難になっていた。また、放熱が可能な場合でも送風能力の大きい冷却ファンの設置が必須となり、このような電磁式の冷却ファンの場合、その回転羽根の風きり音等の騒音のために静音性が大きく損なわれていた。さらに、サーバ用のパソコンにおいても、普及率の増大に伴って小型化や静音化の要請が強くなっており、そのために熱の放出についてもノート型パソコンと同様な問題が生じていた。

30

【0005】

これらの問題を解決する方法として、特許文献 1 および特許文献 2 により開示されている電子機器の冷却装置がある。

【0006】

図 19 は、従来の電子機器の冷却装置の構成を示す横断面図である。

これらの冷却装置は、図 19 に示すように、吸熱部 101 と、熱を伝える放熱パイプ 102 および空冷ファン 103 を中心とした強制空冷部 104 とから構成されている。吸熱部 101 の一面には CPU 等の高い消費電力のデバイスと接触する吸熱部分を有し、吸熱部 101 の内部には、液流路 105 が設けられ、液流路 105 は、放熱パイプ 102 を経て強制空冷部 104 に接続されている。強制空冷部 104 は、放熱部であり、液体循環用ポンプ 106 と、空冷ファン 103 と、液体循環用ポンプ 106 および空冷ファン 103 を収納するハウジング部 107 とからなり、ガasket を介して一体に組み立てられている。

40

【0007】

電子機器の CPU で発生した熱は、接触している冷却装置の吸熱部 101 に伝達され、吸熱部 101 の内部の液流路 105 の液体を温度上昇させる。液流路 105 内の液体は、液体循環用ポンプ 106 の圧力により運ばれて循環し、強制空冷部 104 に達する。強制

50

空冷部 104 においては、空冷ファン 103 により液流路 105 で温度上昇した液体が冷却され温度低下し、温度低下した液体は、循環して吸熱部 101 に帰還する。一方、強制空冷部 104 で温められた空気は空冷ファン 103 により筐体の外に排熱される。

【特許文献 1】特開 2002 - 94276 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 94277 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来の冷却装置においては、強制空冷を液体循環用ポンプ 106 で行っているためにポンプ部の形状がポンプ単体の場合に比べて特になくなり複雑化し、全体の構成が厚くなってしまいう問題点があった。

10

【0009】

本発明は斯かる問題点を鑑みてなされたものであり、上記問題点を解決する発明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】

【0010】

本発明は上記課題を解決すべく、以下に掲げる構成とした。

請求項 1 記載の発明の要旨は、電子機器内の発熱部品からの熱を冷媒によって拡散させる液冷部と、該液冷部によって拡散された熱を前記液冷部に形成された空気孔を介して供給された空気によって大気中に放熱する空冷フィン群が形成され、前記液冷部上に積層された空冷部とが基体の中に一体化されて形成された構造を具備した冷却装置において、前記冷媒を循環させる圧電ポンプであって、平板型圧電素子を駆動源とし、前記基体中の液冷部内に組み込まれ、前記液冷部内において前記冷媒が循環される流路中における流入流路、排出流路、および前記流入流路と前記排出流路との間に圧力室が振動板と積層されることによって形成されるように構成された流入排出板に、前記平板型圧電素子からなる圧電板が接合された前記振動板が積層一体化された構成が金属素材を用いて前記液冷部と一体連結された構造を具備し、前記圧電板の振動により前記圧力室中の前記冷媒に加圧動作および減圧動作を行うことによって前記流入流路から前記排出流路までの間で前記冷媒を流す動作を行うように形成されていることを特徴とする圧電ポンプに存する。

20

請求項 2 記載の発明の要旨は、前記流路中に内蔵された構成とされたことを特徴とする請求項 1 記載の圧電ポンプに存する。

30

請求項 3 記載の発明の要旨は、前記冷媒を吸入および排出する複数のポンプ部と、該複数のポンプ部をそれぞれ駆動する複数の圧電ポンプ駆動部とを具備することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の圧電ポンプに存する。

請求項 4 記載の発明の要旨は、前記複数の圧電ポンプ駆動部は、前記複数のポンプ部の前記冷媒の吸入および排出を異なるタイミングで制御することを特徴とする請求項 3 記載の圧電ポンプに存する。

請求項 5 記載の発明の要旨は、前記圧電ポンプ駆動部は、前記ポンプ部の排出時間より吸引時間を 2 倍以上長くすることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の圧電ポンプに存する。

40

請求項 6 記載の発明の要旨は、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の圧電ポンプにより前記冷媒を循環させることを特徴とする冷却装置に存する。

請求項 7 記載の発明の要旨は、前記液冷部は、前記発熱部品に接触あるいは接合させて熱を吸収する吸熱面を具備し、前記流路において、前記冷媒は前記吸熱面に沿って流れることを特徴とする請求項 6 に記載の冷却装置に存する。

請求項 8 記載の発明の要旨は、前記流路は、溝部が形成された基体と前記吸熱面との接合により形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の冷却装置に存する。

請求項 9 記載の発明の要旨は、前記空冷フィン群と前記基体とが一体成型されていることを特徴とする請求項 8 に記載の冷却装置に存する。

請求項 10 記載の発明の要旨は、前記空冷フィン群の複数個のフィンの内の少なくとも

50

一つ以上のフィンの内部に前記流通路が形成されていることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

請求項 1 1 記載の発明の要旨は、前記空冷部は、前記空冷フィン群に空気を流すための空冷ファンを具備することを特徴とする請求項 6 乃至 1 0 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

請求項 1 2 記載の発明の要旨は、前記空冷部は、前記空冷フィン群の全体を覆う第 1 の風洞を具備し、該第 1 の風洞より前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させることを特徴とする請求項 1 1 に記載の冷却装置に存する。

請求項 1 3 記載の発明の要旨は、前記空冷部は、前記空冷フィン群のそれぞれに対応して設けられたフィンカバーを具備し、前記液冷部には、前記空冷フィン群に空気を供給する空気孔が前記空冷フィン群のそれぞれに対応して形成され、前記フィンカバーにより前記空冷フィン群の間で熱干渉を生じないように、前記空冷フィン群ごとにそれぞれ流れる空気の個別空気流路が形成されることを特徴とする請求項 6 乃至 1 2 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

10

請求項 1 4 記載の発明の要旨は、前記空冷部は、前記フィンカバー毎に空冷ファンを具備することを特徴とする請求項 1 3 記載の冷却装置に存する。

請求項 1 5 記載の発明の要旨は、前記空冷部は、前記空冷フィン群の全体を覆う第 1 の風洞と、前記空冷フィン群を複数のグループ毎にそれぞれ覆う第 2 の風洞とを具備し、前記空冷部には、前記第 1 の風洞によって形成される共通空気流路と、前記第 2 の風洞によって前記空冷フィン群を複数のグループ毎に形成される個別空気流路とが形成されていることを特徴とする請求項 6 乃至 1 1 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

20

請求項 1 6 記載の発明の要旨は、前記空冷部は、前記共通空気流路に配置された空冷ファンを具備し、該空冷ファンにより前記個別空気流路のそれぞれに空気の流れを生じさせることを特徴とする請求項 1 5 記載の冷却装置に存する。

請求項 1 7 記載の発明の要旨は、前記個別空気流路から前記共通空気流路に至る開口の断面積は、前記個別空気流路の空気流量を一定になるように前記空冷ファンから遠ざかるにつれて大きくなるように形成されていることを特徴とする請求項 1 6 記載の冷却装置に存する。

請求項 1 8 記載の発明の要旨は、前記空冷部は、平板型圧電素子への電圧制御により送風用平板を上下に振動させて空気を送る構造の圧電ファンを具備することを特徴とする請求項 6 乃至 1 7 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

30

請求項 1 9 記載の発明の要旨は、前記送風用平板は、前記平板型圧電素子から遠ざかるに従って幅が広がる形状であることを特徴とする請求項 1 8 記載の冷却装置に存する。

請求項 2 0 記載の発明の要旨は、前記送風用平板は、一端が支持体に接続された前記平板型圧電素子の他端に接合され、前記支持体に近い側よりも遠い側で弾性率が小さくなるように、異なる材質の平板を接合して組み合わせた構造であり、前記平板型圧電素子の振動によって振動することを特徴とする請求項 1 8 又は 1 9 記載の冷却装置に存する。

請求項 2 1 記載の発明の要旨は、前記送風用平板は、支持部に近い側と遠い側とで異なる厚さの平板からなり、遠い側の平板厚さが近い側の平板厚さよりも薄いことを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 0 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

40

請求項 2 2 記載の発明の要旨は、前記空冷部は、複数個配列されている前記圧電ファンを具備し、隣接して配置されている前記圧電ファンの前記送風用平板の振動を $1/2$ 周期又は $1/4$ 周期分位相をずらして駆動させることを特徴とする請求項 1 8 乃至 2 1 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

請求項 2 3 記載の発明の要旨は、前記流通路は、循環方式で閉じている閉ループであり、当該閉ループの一部に前記流通路の断面積よりも小さい断面積を有するマイクロチャネル構造が形成されていることを特徴とする請求項 6 乃至 2 2 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

請求項 2 4 記載の発明の要旨は、前記マイクロチャネル構造において、前記流通路は、幅 1 mm 以下の小さい溝が複数個配列された基体と前記吸熱面との接合により形成されて

50

いることを特徴とする請求項 2 3 記載の冷却装置に存する。

請求項 2 5 記載の発明の要旨は、前記冷媒を循環させる液冷用ポンプと前記空冷フィン群に空気を供給する空冷ファンと、前記液冷用ポンプおよび前記空冷ファンを駆動する電気制御回路とを具備し、該電気制御回路への外部からの入力が入力が直流であることを特徴とする請求項 6 乃至 2 4 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

請求項 2 6 記載の発明の要旨は、前記液冷用ポンプ又は前記空冷ファンを駆動する前記電気制御回路部は、前記発熱部品の温度情報を取り込み、前記発熱部品の温度が上限を超えない範囲で最大温度を維持させるように前記液冷用ポンプ又は前記空冷ファンを駆動させることを特徴とする請求項 2 5 記載の冷却装置に存する。

請求項 2 7 記載の発明の要旨は、前記液冷部の前記流路上部に冷媒を貯液する貯液槽が設けられていることを特徴とする請求項 6 乃至請求項 2 6 のいずれかに記載の冷却装置に存する。

請求項 2 8 記載の発明の要旨は、前記貯液槽の内部は、全てが冷媒で満たされることなく、空気が存在していることを特徴とする請求項 2 7 記載の冷却装置に存する。

請求項 2 9 記載の発明の要旨は、請求項 6 乃至請求項 2 8 のいずれかに記載の冷却装置を搭載したことを特徴とする電子機器に存する。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、これを用いた冷却装置の設計の自由度をさらに向上させ、全体の厚みを 10 mm 以下、もしくは 5 mm 以下と薄型化させることができ、電子機器、特にノート型パソコン等への搭載の自由度向上が図れるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0013】

図 1 は、本発明の実施の形態に係る圧電ポンプを用いた冷却装置の構成を示す図であり、(A) は、この冷却装置が電子機器に組み込まれた状態を示す断面図であり、(B) は、裏面側から見た斜視図であり、(C) は、(B) に示す A - B 線の断面図である。

【0014】

この冷却装置 1 が搭載されるノート PC は、図 1 (A) を参照すると、外形で厚み 3 ~ 4 センチメートルほどの筐体 2 の中に、CD-ROM 3 と、PC カード 4 と、HDD 5 と、さらに局所的な発熱を伴う CPU 6 および例えばチップセット等の発熱体 7 とがマザーボード 8 に実装され、狭い空間に多くの電子部品が搭載されている。なお、図 1 (A) において、11 は、キーボードであり、LCD 等の表示部は、省略されている。

【0015】

この冷却装置 1 は、図 1 を参照すると、液冷部 9 と、空冷部 12 とが一体成形され、筐体 2 の中でも最も消費電力が大きく、しかも小面積で局所的に発熱を伴う CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品に対し、液冷部 9 の吸熱面 (金属蓋) 19 が接触あるいは接合されている。なお、図 1 (B) は、液冷部 9 の内部の流通路 10 を説明するために、実際には接合されて閉じている冷却装置 1 の下側の蓋となる吸熱面 (金属蓋) 19 を取り外した状態を示している。

【0016】

液冷部 9 には、水や不凍液等の冷媒が流れる流通路 10 が吸熱面 (金属蓋) 19 に沿って形成されており、流通路 10 は、図 1 (C) を参照すると、溝部が形成された基体 24 の下面に吸熱面 (金属蓋) 19 を接合させることによって形成されている。基体 24 と吸熱面 (金属蓋) 19 とには、例えば銅 (Cu) やアルミニウム (Al) 材等の良導性の金属材料が用いられ、CPU 6 や発熱体 7 等で発生した熱は、吸熱面 (金属蓋) 19 を介して液冷部 9 に形成された流通路 10 内の冷媒および基体 24 に伝えられる。なお、吸熱面 (金属蓋) 19 は、液冷部 9 の基体に対して拡散接合 (ろう付け)、圧接、リングを用いた接合方法等のいずれかの方法により接合される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

また、液冷部 9 には、流路 1 0 の中の冷媒を循環させるポンプである、液冷用ポンプ 1 4 が設けられており、液冷用ポンプ 1 4 によって冷媒を循環させることにより、CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品で発生した熱を熱伝達により液冷部 9 全体に熱拡散させる。この液冷用ポンプ 1 4 として、本発明の実施の形態に係る圧電ポンプを使用することができる。

【 0 0 1 8 】

さらに、液冷部 9 には、吸熱面（金属蓋）1 9 側から空冷部 1 2 に貫通する複数個の空気孔 1 5 a ~ 1 5 e が流路 1 0 を回避する位置に形成されており、筐体 2 に設けられている空気流入口 1 7 からの冷却空気 2 3 が複数個の空気孔 1 5 a ~ 1 5 e を通過して空冷部 1 2 に至るように構成されている。

10

【 0 0 1 9 】

空冷部 1 2 には、図 1 を参照すると、銅（Cu）やアルミニウム（Al）等の良導性の金属材料からなる空冷フィン群 1 3 e ~ 1 3 e と、空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e の熱を周辺の空気に排出する空冷ファン 1 6 と、空冷部 1 2 から冷却空気 2 3 が周辺部に飛散して冷却効率を妨げないように空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e の上面を覆う空冷ファンカバー（風洞 1）2 0 と、空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e の相互間で熱干渉が起きないように、空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e 毎に冷却空気 2 3 の流路を形成するフィンカバー（風洞 2）2 2 a ~ 2 2 e とが設けられている。なお、空冷部 1 2 の空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e と液冷部 9 の基体 2 4 とは、銅やアルミニウム等の同一金属により一体成型され、液冷部 9 から

20

【 0 0 2 0 】

CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品から発生した熱は、液冷用ポンプ 1 4 によって流路 1 0 内を循環する冷媒に熱伝導で伝わった後、閉じた中で循環する冷媒の熱伝達により液冷部 9 全体に熱拡散され、空冷部 1 2 の空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e に熱伝導により伝えられ、空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e に伝えられた熱は、空冷ファン 1 6 によって形成される冷却空気 2 3 の流れによって筐体 2 外に熱放出される。すなわち冷却空気 2 3 は、筐体 2 に設けられている空気流入口 1 7 から筐体 2 内に流入し、液冷部 9 に設けられた空気孔 1 5 a ~ 1 5 e を通過して空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e の内部にそれぞれ分散されて至り、空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e のそれぞれに至った冷却空気 2 3 は、その他の空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e に熱干渉することなく空冷ファン 1 6 を通り、筐体 2 の空気流出口 1 8 を通って筐体 2 外に熱放出される。

30

【 0 0 2 1 】

図 1 の形態において、電子機器筐体内に自由空間の存在するデスクトップパソコン等では、空冷部 1 2 として空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e のみを有する自然空冷条件でも消費電力 2 5 W 級の CPU 6 の冷却が可能であるが、このノート PC における筐体 2 のような狭い空間に 2 5 W を超える電子部品が搭載される電子機器においては、空冷フィン群 1 3 a ~ 1 3 e に伝えられた熱が筐体 2 内に籠もってしまい、筐体 2 内の温度上昇が起きてしまうので、筐体 2 外に熱を排出するための空冷ファン 1 6 が必要になってくる。

【 0 0 2 2 】

次に、冷却装置 1 の空冷部 1 2 の具体的な構成について図 2 乃至図 4 を参照して詳細に説明する。

40

図 2 乃至図 4 は、図 1 に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【 0 0 2 3 】

空冷部 1 2 の空冷ファン 1 6 として、図 2 に示すように、公知の DC ファン 2 1 を使用することができる。DC ファン 2 1 を液冷部 9 と空冷ファンカバー（風洞 1）2 0 との間隙に配置可能である場合には、図 2（A）に示すように、液冷部 9 と空冷ファンカバー（風洞 1）2 0 との間隙に DC ファン 2 1 を配置させ、DC ファン 2 1 を液冷部 9 と空冷ファンカバー（風洞 1）2 0 との間隙に配置できない場合には、図 2（B）に示すように、空冷ファンカバー（風洞 1）2 0 の上部に DC ファン 2 1 を配置させると良い。

50

【0024】

また、空冷部12の空冷ファン16として、図3に示すように、空冷部12のフィンカバー（風洞2）22a~22eの冷却空気出口付近に内蔵空冷ファン30a~30eをそれぞれ設けても良い。内蔵空冷ファン30a~30eによって冷却空気23の流れを形成する場合には、フィンカバー（風洞2）22a~22eがファンカバーとしての役割をするため、空冷ファンカバー（風洞1）20を設けなくても良い。

【0025】

空冷部12の空冷フィン群13a~13eは、液冷部9から貫通で形成された複数個の空気孔15a~15eから流入する冷却空気23を効率よく取り込むために複数のグループに分割されている。すなわち、それぞれの空冷フィン群13a~13eには、それぞれ空気孔15a~15eからの冷却空気23が供給されることになる。さらに、空冷フィン群13a~13eの分割だけでは、CPU6や発熱体7からの発熱によって空冷フィン群13a~13eの相互間で熱干渉が生じてしまうため、空冷フィン群13a~13eのそれぞれを通過した冷却空気23がその他の空冷フィン群13a~13eに供給されないように冷却空気23の流れを規制するフィンカバー（風洞2）22a~22eが空冷フィン群13a~13eのそれぞれに対応して設けられている。

【0026】

また、空冷フィン群13a~13eとフィンカバー（風洞2）22a~22eによって規制された冷却空気23の流れに対し、さらに効率よく熱を筐体2外に排出するために、共通空気流路を流れる冷却空気23が発散しないよう全体を覆う空冷ファンカバー（風洞1）20を備えている。すなわち、空冷ファンカバー（風洞1）20によって空冷フィン群13a~13eを流れる空気の共通空気流路が形成され、フィンカバー（風洞2）22a~22eによって空冷フィン群13a~13eのそれぞれを流れる空気の個別空気流路が形成されている。

【0027】

さらに、図4に示すように、空冷フィン群13a~13e間のそれぞれフィン間隙間40a~40eの断面積（個別空気流路から共通空気流路に至る開口の断面積）をDCファン21から遠ざかるにつれて大きくなるように形成し、液冷部9から貫通する複数個の空気孔15a~15eからそれぞれ流入して空冷フィン群13a~13eおよびフィンカバー（風洞2）22a~22eの間を流れる冷却空気23の流量が各空冷フィン群13a~13eにおいて均等になるように、すなわち、開口面積をコントロールすることにより圧力制御して空冷フィン群13a~13e内部の冷却空気23の流速を一定に保っている。

【0028】

次に、冷却装置1の液冷部9の具体的な構成について図5および図6を参照して詳細に説明する。

図5は、図1に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図であり、図6は、図5に示すC-D断面を上方から見た液冷部の平面図である。

【0029】

液冷部9の液冷用ポンプ14（本発明の実施の形態に係る圧電ポンプ）は、図5および図6に示すように、空冷部12の空冷フィン群13a~13eと一体成形される流通路10内に内蔵された液体駆動ポンプ50の形態とすることができる。流通路10内に内蔵された液体駆動ポンプ50の形態とすることにより、流通路10内の冷媒と液体駆動ポンプ50とを配管等で接続する部分を無くして、閉じた中で冷媒を循環することができる。

【0030】

流通路10は、図6に示すように、循環方式により閉じたループ状流通路60となっており、ループ状流通路60は、液冷部9に形成された複数個の空気孔15a~15eを避けるように閉ループ状に形成され、冷却装置1全体への熱拡散機能を有する。また、CPU6等で発生した熱を素早く移動させるために、CPU6等に対応するループ状流通路60の部分では、CPU6等よりも横方向（図6中上下方向）に長く形成されている。

【0031】

搭載される多くの電子部品の中でも発熱量の大きいCPU6に対応する部分には、図6に示すように、マイクロチャネル61が形成されている。マイクロチャネル61は、CPU6に接する吸熱面(金属蓋)19の近傍に形成され、基体24に形成された幅1mm以下の小さい複数個の溝部であり、マイクロチャネル61においてループ状流路60の断面積よりも断面積を小さく分割することで流速を高めて熱交換効率が改善する効果がある。しかしながら、マイクロチャネル61では、流路の抵抗が増大するため、CPU6付近のみに限定して設けるべきである。

【0032】

ループ状流路60内の冷媒として、例えば体積当たりの熱容量の大きい水等の液体を用いることによって、気体等に比べて飛躍的に放熱性能を上げることができる。また、ループ状流路60の横方向の長さをCPU6のサイズ以上とすることで、ループ状流路60内を循環する冷媒とCPU6との接触面積を大きくすることができ、熱伝達が効率的に行われる。ただし、接触表面積を必要以上に大きくしてしまうと圧力損失が増大するため、場合によっては液体駆動ポンプ50の能力を超えて冷媒は循環しなくなるので、放熱性能は低下する。従って、本冷却装置1では、放熱性能、圧力損失、液体駆動ポンプ50の能力を考慮した最適値が適用される。

10

【0033】

次に、空冷フィン群13a~13eに空冷フィン群内流路70を設けた例について図7および図8を参照して詳細に説明する。

図7は、図1に示す空冷フィン群に形成された空冷フィン群内流路の構成を示す横断面図であり、図8は、図7に示すE-F断面図である。

20

【0034】

図7に示すように、空冷フィン群13a~13eの複数個のフィンの内、少なくとも一つ以上のフィンの内部に冷媒が流れる空冷フィン群内流路70を形成する。空冷フィン群内流路70を、図7に示すように、空冷フィン群13aと空冷フィン群13eとの内部に形成することにより、封入された水等の冷媒が液冷部9のみならず空冷部12の空冷フィン群13aや空冷フィン群13eにも循環することになり、熱拡散効果をより高めることができる。空冷フィン群内流路70は、図8(A)に示すように、空冷フィン群13aの一部に設けても、図8(B)に示すように、空冷フィン群13aの全てに設けても良く、また、空冷フィン群内流路70によって空冷効率が高まるため、図8(C)および(D)に示すように、空冷フィン群13aの数を少なく形成するようにしても良い。さらに、空冷フィン群内流路70は、図8(A)のA-A'断面に示すように、板状の空冷フィン群13aの中に形成しても良く、また、図8(B)および(C)のA-A'断面に示すように、パイプ状の空冷フィン群内流路70自体が空冷フィン群13aとして機能するよう形成しても良い。さらに、パイプ状の空冷フィン群内流路70自体を空冷フィン群13aとして用いる場合には、図8(D)のA-A'断面に示すように、空冷フィン群内流路70の間隙に金属網(ラジエーター構造)を設けて空冷効率を向上させると好適である。

30

【0035】

次に、空冷ファン16として使用することができる圧電ファンの構成について図9乃至図13を参照して詳細に説明する。

40

図9は、この冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの構成を示す斜視図であり、図10は、図9に示す圧電ファンの送風プレート(送風用平板)の第1および第2の変形例を示す上面図であり、図11は、図9に示す圧電ファンの送風プレートの第3および第4の変形例をそれぞれ示す上面図および側面図であり、図12は、この冷却装置の空冷ファンとして複数個の圧電ファンを使用した例を示す側面図であり、図13は、この冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの変形例の構成を示す斜視図および側面図である。

【0036】

この冷却装置1の空冷ファン16として圧電ファン200を使用することができる。圧電ファン200は、図9を参照すると、圧電素子201の先端に送風プレート202を接

50

合して、圧電素子 201 を支持体 203 に固定した圧電ファンであり、圧電素子 201 に通電駆動することにより、送風プレート 202 が上下に振動して、結果として空気を送ることができる。

【0037】

図 10 (A) は、送風プレート 202 として、プレート形状が先端ほど大きくなる台形プレートを使用した第 1 の変形例を示し、図 10 (B) は、送風プレート 202 として、プレート形状が先端ほど大きくなるお椀型プレートを使用した第 2 の変形例を示す。送風プレート 202 の第 1 もしくは第 2 の変形例を圧電ファン 200 に使用した場合には、いずれの場合も、送風プレート 202 のテーパ形状となった側面や、お椀形状となった側面より空気を取り込みやすくなるため、より多くの空気を送ることができ、圧電ファン 200 の送風量を図 9 に示した変形前の送風プレートを用いる場合より大きくすることが可能になる。

10

【0038】

また、送風プレート 202 の材質、厚さを複数種類組み合わせさせた構造とすることもでき、図 11 (A) は、送風プレート 202 として、弾性力の異なる送風プレート 202 a と 202 b とを使用し、圧電素子 201 に接合されている送風プレート 202 a の弾性率よりも開放端である送風プレート 202 b の弾性率を小さくした第 3 の変形例を示す。また、図 11 (B) は、送風プレート 202 よりも薄い薄型送風プレート 204 を送風プレート 202 の開放端に接合した第 4 の変形例を示し、第 4 の変形例では、薄型送風プレート 204 は送風プレート 202 よりも薄いため、撓りやすくなっている。送風プレート 202 の第 3 もしくは第 4 の変形例を圧電ファン 200 に使用した場合には、いずれの場合も、圧電ファン 200 の送風量を図 9 に示した変形前の送風プレートを用いる場合より大きくすることが可能となる。

20

【0039】

空冷ファン 16 として圧電ファン 200 を複数個用いた空冷ファン構造にすることにより、空気流量の安定化を図ることができ、例えば、図 12 に示すように、両側に壁 205 を有する空気流路の流れ方向に対して複数個の圧電ファン 200 a ~ 200 c を同じ間隔で配置した構造をとる空冷ファン構造である。各圧電ファンの駆動位相を $1/2$ ずつ、ずらすことにより、単体の圧電ファンの場合よりも安定した空気流量を実現することができる。

30

【0040】

図 13 (A) は、圧電素子 201 に対して、送風プレート 202 を接合して、さらに薄い薄型送風プレート 204 を側面に接合した構造の圧電ファンである。図 13 (B) は、前記の圧電ファンを、空気流路に複数個配置した構造の空冷ファン構造である。この例では 5 個の圧電ファン 200 a から 200 e を配置しており、これら 5 個の圧電ファン 200 a ~ 200 e の位相を $1/4$ ずつ、ずらして駆動させている。この構造により、空気流量を安定化させることが可能となる。

【0041】

次に、本発明の実施の形態に係る圧電ポンプ 14 の構成について図 14 乃至図 16 を参照して詳細に説明する。

40

図 14 は、本発明の実施の形態に係る圧電ポンプの構成を示す断面図であり、(A) は、側方断面図であり、(B) は、(A) に示す Z-Z' 面上方断面図である。図 15 は、図 14 に示す圧電ポンプの構成を示す構成図であり、図 16 は、円環状圧電ポンプの構成を示す構成図である。

【0042】

低騒音、薄型かつ高い冷却機能を有する熱流体循環を促す冷却装置を実現するために、冷媒の循環を促すポンプの役割は極めて重要である。さらに、携帯性を必要とする小型電子機器では、携帯性が必要であり、電気エネルギー供給源として、AC-DC アダプター等の商用電源のみならず電池が用いられる。電池はその電気エネルギー蓄積容量に制限があるため、冷却装置の消費電力は極小にしなければならない。さらにポンプ駆動源の発熱

50

は、冷却液の温度上昇を誘起し、冷却装置の熱交換効率を悪化させる。それ故、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率の高いポンプ駆動源を使用する必要がある。一般的に、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率の高い素子として圧電セラミックスを用いた圧電アクチュエータが知られている。分極処理された圧電セラミックスは、金属板等に貼り付けて動作させることにより屈曲振動を励起させることが可能であり、このような積層プレート構造の圧電アクチュエータは、変位量は大きくないが、一般に電磁式のアクチュエータに比べて、薄型化が可能であり、発生力も大きくとれ、高周波駆動も容易であるという特徴がある。

【 0 0 4 3 】

しかし、圧電アクチュエータの屈曲動作を利用した圧電ポンプは、容積変化により流れと圧力を発生させるため、流れを一方向に誘導するために逆止弁が必要になる。そのため、その質量に起因した流速の遅延、および圧力損失の発生を防止する必要がある。また、圧電ポンプ部と流路との結合部が樹脂等の弾性体で構成されているとやはり圧力損失の発生が起り得る。さらに長期に使用した後では前記結合部に使用されている弾性体は劣化が起り個々を基点とした冷却媒体のもれや揮発等の発生が起り得る。また、冷却液が密閉された冷媒循環型の冷却装置では、逆止弁が間欠動作になり、一定流量を得にくい。また、循環密閉型冷却装置においては、流路内の冷却液中に発生する気泡による圧損の対策が必要となる。また、加熱源の熱量は時間変動が生じるが、この熱量変動により冷却装置を循環する冷却液の液温変動による粘性等の物性変化や、冷却装置を構成する部材の熱膨張係数の変化のため、圧力変動による流量変動が生じやすい。また、逆止弁がポンプの下側の位置に配置されているとこの寸法によりポンプの薄型化が困難になる。従って、冷却装置 1 に使用されるポンプにおいては、このような問題点を解決する必要がある。

【 0 0 4 4 】

本発明の実施の形態に係る圧電ポンプとしては、図 1 4 に示すような、2 個の圧力室を有する積層プレート構造の一体型屈曲型圧電ポンプを使用することができる。この一体型屈曲型圧電ポンプは、圧電板 1 1 3、1 1 4 のそれぞれ伸縮運動に基づいて、圧力室 1 2 2、1 2 3 に液体の導入および圧力室 1 2 2、1 2 3 からの液体の排出を行うことにより、流入口 1 6 2 から液体を取り入れ、排出口 1 6 3 から液体を排出する仕組みである。圧力室 1 2 2、1 2 3 には、液体の流れる方向を規制する流入逆止弁 1 3 2、1 3 3 と、排出逆止弁 1 5 4、1 5 5 とがそれぞれ設けられている。なお、図 1 4 (A) では、流入流路 1 6 4 と排出流路 1 6 5 とが左右に一つずつ存在しているが、これら流路は、図 1 4 (B) に示すように、それぞれポンプ圧力室から離れた場所で合流される構造になっている。また、図 1 4 (A) 中に示す矢印は、冷媒等の液体の流れる方向を示している。さらにまた、一体型屈曲型圧電ポンプは、図 5 に示す液体駆動ポンプ 5 0 のように、液冷部 9 内に組み込まれ、一体型屈曲型圧電ポンプと液冷部 9 との結合をアルミニウム、ステンレス、銅等の金属素材を用いて一体連結されているため、ポンプ筐体構造における圧力損失をできるだけ低く抑えることができる。

【 0 0 4 5 】

流入口 1 6 2 から流入した液体は、予備室 1 6 6 に入って減速され、次に流入孔 1 4 2、1 4 3 を通じて流入逆止弁 1 3 2、1 3 3 に達する。このとき、流入逆止弁 1 3 2、1 3 3 は圧力室 1 2 2、1 2 3 の方向に持ち上がり、液体は、圧力室 1 2 2、1 2 3 に達する。圧力室 1 2 2、1 2 3 においては、圧電板 1 1 3、1 1 4 の伸縮運動により振動板 1 1 5 と圧電板 1 1 3、1 1 4 の複合的な屈曲振動が励振され、この屈曲振動により圧力室 1 2 2、1 2 3 内の液体が加圧、減圧が繰り返され、同時に流入逆止弁 1 3 2、1 3 3 の開閉がなされ流入孔 1 4 2、1 4 3 を塞ぐため逆流することはなく、また同時に排出逆止弁 1 5 4、1 5 5 が流入逆止弁とは逆相で開閉が繰り返され、液体は、排出孔 1 4 4、1 4 5 を通じて排出口 1 6 3 から排出される。なお、流入逆止弁 1 3 2、1 3 3 および排出逆止弁 1 5 4、1 5 5 は、例えば板羽根構造等により薄型化されたものであり、液体の運動を阻害することなく高速に動作する。

【 0 0 4 6 】

次に一体型屈曲型圧電ポンプの具体的な作製方法について図15を参照して詳細に説明する。

圧電板113、114は、ジルコン酸・チタン酸鉛系セラミックス材料を用いた。圧電セラミックス材料を、長さ15mm、幅15mm、厚さ0.1mmの形状に加工し、両面に銀電極を焼成法により形成した。なお、電極は導電性のある、金、ニッケル、クロム、銅、銀・パラジウム合金、白金等を用いても良く、電極形成法も、スパッタ法、メッキ法、蒸着法、化学気相法等用いても特性に影響を及ぼさない電極を形成した。また、この圧電板113、114を振動板115にエポキシ系接着剤を用いて接合した。当該接合にはアクリル系もしくはポリイミド系接着剤を使用しても良い。また、本実施例では、圧電板113、114を機械加工により作製したが、振動板115としてジルコニアセラミックスやシリコンを用いれば、これに圧電セラミックスを、印刷焼成法やスパッタ法、ゾルゲル法、化学気相法により一体形成することが可能である。

10

【0047】

図15を参照すると、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.05mmのアルミニウムからなる振動板115と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.2mmのアルミニウムからなる圧力室板121と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.5mmのアルミニウムからなる上部逆止弁板131と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.2mmとアルミニウムからなる中央部逆止弁板141と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.1mmのアルミニウムからなる下部逆止弁板151と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.4mmのアルミニウムからなる流入排出板161と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.1mmのアルミニウムからなる弾性板171と、長さ50mm、幅50mm、厚さ1mmのアルミニウムからなる剛性板181とを拡散接合法により積層一体化し、総厚さ2.55mmの薄型ポンプ形状とした。

20

【0048】

振動板115の圧力室122、123のそれぞれに対応する位置には、圧電板113、114を接合し、圧電板113、114には、それぞれ電源111、112を接続した。また、圧力室板121には、幅15mm、長さ15mmの圧力室122、123を形成し、上部逆止弁板131には、流入逆止弁132、133と排出孔144、145とを形成し、中央部逆止弁板141には、流入孔142、143と排出孔144、145とを形成し、下部逆止弁板151には、排出逆止弁154、155と流入孔142、143とを形成し、流入排出板161には、流入口162および流入流路164と排出口163および排出流路165と予備室166とを形成し、剛性板181には、弾性板中抜き182を形成した。流入孔142、143および排出孔144、145は、直径5mmに形成し、流入逆止弁132、133および排出逆止弁154、155は、長さ10mm、幅6mmとし、その先端を各流入孔142、143および各排出孔144、145を塞ぐ位置に配置した。なお、圧電板113、114は、圧電セラミックスと電極を交互に積層した構造にすれば低電圧駆動が可能である。さらに、振動板115をはさみ、上下部に圧電板113、114を1枚ずつ配置したバイモルフ構造にすれば、流入圧、排出圧が向上できる。

30

【0049】

また、図15に示すように2個の圧力室122、123をポンプ部として形成し、2個のポンプ部の内、一方のポンプ部が液体排出時に、一方のポンプ部が液体流入を行い、また逆に液体流入されたポンプ部が今度は液体排出を行い、液体搬出した他方のポンプ部が液体流入を行うというように2個のポンプ部の振動位相を反転させ交互に連動させて駆動させることで液体の流量を一定に保つことができる。なお、図15では圧力室を2個とし、2個のポンプ部が存在するように表記したが、複数個のポンプ部を形成し、それぞれの振動位相を隣り合うポンプ部同士で互い違いに反転させることにおいても同様の効果は得られる。

40

【0050】

例として、流入動作時には、圧電板113、114にDC50V、AC振幅50V、10kHz、半周期の電界を印加して、また排出時はDC50V、流入時とは逆相のAC5

50

0 V、5 kHz の電界を印加して圧電ポンプを駆動させた。なお、圧電板 113 ならびに圧力室 122 と、圧電板 114 ならびに圧力室 123 で構成されるそれぞれ 2 つのポンプは各逆相すなわち交互に動作させるよう制御を行うことで流量を安定化させることが可能である。さらに、電源 111、112 の駆動電圧を調整して、1 個のポンプ部の排出時間より吸引時間を 2 倍以上長くする。これにより排出時に生じるポンプ室内の液の乱流が吸入時に沈静化するため、排出効率を向上できる。また、下部逆止弁板 151、流入排出板 161、弾性板 171、剛性板 181 を金属材料で作製し、これを冷媒循環部と共有すれば、従来例に示される接合部を必要とせず、従って同部位による圧損を防止できる。また、結合部に樹脂を使用しないため、長時間使用後に発生する樹脂のひび割れによる冷却液体のもれや蒸発を防止することができる。

10

【0051】

液冷用ポンプ 14 として、図 16 に示すような複数の圧電板を円環状に配列した円環状の圧電アクチュエータを用いた圧電ポンプを使用しても良い。円環状の圧電アクチュエータを配置した圧電ポンプは、円環状圧電アクチュエータを構成する個々の圧電板を駆動する位相を円環方向に順次変化させることで、屈曲振動の進行波を発生させ、これにより逆止弁を用いることなく流路中の液体を一方向に回転させる。図 16 において、(A) は、積層構成を示す断面図であり、(B) は、(A) に示す G - H 断面図であり、(C) は、下面図である。

【0052】

図 16 (A) を参照すると、上部保護板 191 と下部保護板 193 との 2 枚の保護板により流路 192 を密閉している。下部保護板 193 の下面には、図 16 (B) に示すように、円環状に圧電板を配列した圧電アクチュエータ 194 が配置され、図 16 (C) に示す流路 192 の円環部に添うように接続される。圧電アクチュエータ 194 は、例えば分極の極性を交互に反転させておき個々の圧電板に位相をずらして電界を印加すると、上下方向の伸縮運動が進行波のように励振されて、流路 192 内の滞留する液体が、円環状の流路に沿って円運動を起こし、図 16 (C) 左側の流路から液体の流入と排出が同時に起こり、一方向の流れを生じる。この円環状圧電アクチュエータ 194 の運動により逆止弁を設けることなく冷媒液の流れを作り出すことができる。また、流れが一定方向に流れることから、流路 192 内で発生する気泡も同時に循環させることも可能である。

20

【0053】

次に、液冷用ポンプ 14 として前記圧電ポンプと同様に使用することができる液体の蒸発沸騰を利用した蒸発方式ポンプの構成について図 17 および図 18 を参照して詳細に説明する。

30

図 17 は、蒸発方式ポンプの構成を示す上面図であり、図 18 は、この蒸発方式ポンプの構成を示す横断面である。

【0054】

液冷用ポンプ 14 として使用する蒸発方式ポンプは、図 17 を参照すると、液体流れの本流 301 から分岐した流路である支流 302 を形成して、支流 302 に発熱体 303 を設けた構造のポンプである。発熱体 303 に通電することにより発熱体が温度上昇して発熱体に接している液体の沸点温度を超えると、液体が沸騰して蒸気 305 が発生し、液体に流れを作り出す。なお、支流 302 の発熱体 303 の手前には、液体の逆流を防止するための逆止弁 304 が設けられており、液体は一方向に流れるように制御されている。通常、液体が沸騰して気体になると大きく体積が膨張するため、閉じた流路内にある液体に対して部分的に加熱して沸騰させると、気化による膨張により液体が押し出され、これを連続的に行い、かつ流路の一部に逆止弁構造を設けることにより、液体のポンプの機能を実現できる。

40

【0055】

図 18 には、複数個の発熱体 303 を設けた構造の蒸発方式ポンプの構成が示されており、本流 301 内の液体に接する形で発熱体 303 が 5 個並んで配置されている。図 18 (A) は、ある時間における蒸発の様子であり、3 つの発熱体の上から蒸気 305 が発生

50

している。図18(B)は、図18(A)の状態から100ミリ秒経過した時の蒸発の様子を示している。この時、発熱体の蒸発のタイミングが所望の流れの方向へシフトしていくようにすると、流体の流れを形成することができる。つまり、図18(B)に示す状態の蒸発している蒸気305は、図18(A)に示す状態よりも左側にずれており、これを連続させることにより液体を図18に矢印で示す右から左に送ることが可能になる。

【0056】

なお、以上説明してきた冷却装置1では、空冷ファン16としてDCファン21、圧電ファン200等を使用する例を挙げたが、この選択は任意である。

【0057】

この冷却装置1は、任意の電子機器に搭載して、その効果を発揮することが可能である。例えば、ノート型のパソコン等は、比較的消費電力が大きく、筐体は小型薄型という特徴を有しているため、この冷却装置の効果は非常に大きい。例えば厚さ5mmで全体の寸法が100mm*200mm程度の、この冷却装置1を用いることにより、40W程度のCPUの冷却を実現可能である。従って、この冷却装置1を搭載したノート型パソコンは、従来の冷却装置を搭載したノート型パソコンよりも、小型化、薄型化、低騒音化が可能であり、消費者にとって大きな魅力を持つノート型パソコンを実現できる。また、その他の電子機器としても、デスクトップパソコン、コンピュータサーバ、ネットワーク機器から、プラズマディスプレイ、プロジェクタ、ホームサーバ等にも搭載が可能であり、ノート型パソコンの場合と同様に小型・低騒音で高い冷却効果が得られる。

【0058】

この冷却装置1の冷却性能として、外形200*100mm、厚み1mmの液冷部9の流通路10内に少なくとも20ml程度の冷却水を封入して流量毎分10~20mlで循環することにより、空冷部12がない場合でも消費電力25W級のCPUを動作させた時の最大温度を90以下に抑えられることを実験により確認した。従って、従来の消費電力25W級のCPUを冷却できるヒートパイプ技術や強制空冷技術に比べ、冷却部の体積を約1/5に小型かつ薄型にできる。

【0059】

また、この冷却装置1の液冷部9と空冷部12を組み合わせた構成で、外形200*100mm、厚み5mmの場合において、液冷部9の流通路10内に少なくとも20ml程度の冷却水を封入して流量毎分10~20mlで循環し、さらに、フィン群や、風洞1、風洞2を有する空冷部12に備えた空冷ファンから風速毎秒0.8m程の強制対流を発生させることにより、消費電力40W級のCPU動作時の最大温度を90以下に抑えられることを実験により確認した。従って、消費電力40W級のCPUを冷却できる従来の強制空冷技術に比べ、冷却部の体積を約1/10に小型かつ薄型化できる。

【0060】

また、この冷却装置1からの騒音について、冷却装置1の空冷部12に備えた内蔵空冷ファン30および液冷部9に備えた液体駆動ポンプ50のそれぞれの駆動源として、前記実施例で述べた圧電技術を採用することにより、本冷却装置1の動作時の騒音を30dB以下に抑えることができた。消費電力40W級のCPUを冷却させる従来の強制空冷技術においては、例えばノートパソコンの場合には少なくとも2個のDCファン21が利用されており、騒音も40dB程度に達しており、これに比べると大きな改善を実現した。従って、本冷却装置の搭載されたノートパソコンであれば、図書館や病院等騒音発生が問題となる公共の場所でも利用が可能となる。

【0061】

冷却装置1の液冷部9と空冷部12の製造方法においては、例えば銅、アルミニウム、ステンレス等の金属材料を用い、液冷部9と空冷部12の一体化加工には公知のダイキャスト技術、金型技術、エッチング技術等既存のヒートシンクの場合と同様な製造技術を採用することが可能である。

【0062】

次に、冷却装置1の液冷部9の流通路10上に貯液槽400を設置した構成について図

10

20

30

40

50

20および図21を参照して詳細に説明する。

図20は、この冷却装置の流路上に貯液槽を設置した構成を示す横断面図であり、図21は、この冷却装置の流路上に貯液槽を設置した構成を示す平面図である。

【0063】

この冷却装置1の液冷部9では、冷媒が完全循環路である流通路10を循環するように構成されているため、発熱源である発熱部品がかなりの高温となる場合には、冷媒の熱膨張に起因する液循環路の内圧上昇による装置破壊の可能性がある。これを避けるために、図20および図21に示すように、冷却装置1の液冷部9の上面部に冷媒を貯液する貯液槽400を設け、液流路10から分岐孔401で結合するようにした。

【0064】

貯液槽400に貯液される冷媒量は、貯液槽400の容積の全てを満たすことなく、貯液槽400内部に空気が存在するように、液冷部9の流通路10を循環する冷媒の量が調整されている。好ましくは、貯液槽400に貯液される冷媒量を貯液槽400の容積の半分程度とし、残り半分程度は空気で満たすようにすると良い。こうすることにより、冷媒が熱により膨張した場合、貯液槽400内部の空気がダンパー機能を果たし、完全循環路である流通路10の内圧上昇を防ぐ働きをする。

【0065】

なお、貯液槽400の容積は、完全循環路である流通路10の全体積ならびに温度上昇度、冷媒の膨張率等により最適設計することが可能であることは言うまでもない。また、貯液槽400を液冷部9に対して脱着可能とすると、冷媒の補充を行うことができるという効果も奏する。

【0066】

以上説明したように、この冷却装置によれば、液冷部9と空冷部12とが積層された構成であり、各構成部品に対して平板形状もしくは平板形状に近い形状を採用することができ、各部品を積層化一体化することにより組み立てることができ、全体が平坦化形状とすることができるため、また熱伝導効率や放熱性能に優れ、かつ全体の構成の薄型化することができ、組み立て性や電子機器への取り付けが容易であるという効果を奏する。

【0067】

さらに、この冷却装置によれば、本発明の実施の形態に係る圧電ポンプを液冷部9に一体化させる構成をとることで、設計の自由度がさらに向上し、全体の厚みを10mm以下、もしくは5mm以下と薄型化させることができ、電子機器、特にノート型パソコン等への搭載の自由度向上が図れるという効果を奏する。

【0068】

さらに、この冷却装置によれば、空冷部12において、複数の個別空気流路を形成して各個別空気流路に温められていない空気を取り入れるための空気孔を設けると共に、個別空気流路が通過した空気を流すための共通空気流路を形成することにより、限られたスペースの中で発熱部品から吸熱した熱を効果的に電子機器の外へ排出することが可能になるという効果を奏する。

【0069】

さらに、この冷却装置によれば、冷媒が流れる流通路10を有する液冷部9においては、空冷用フィンの内部にまで空冷フィン群内流路70を設けたり、流通路10の一部に流速を部分的に向上させるためのマイクロチャネル61を設けたりすることにより、冷却媒体から効率よく熱交換することが可能となり冷却性能の向上を図ることができるという効果を奏する。

【0070】

さらに、この冷却装置によれば、本発明の実施の形態に係る圧電ポンプによる液体循環式冷却機構と空冷ファン16による強制空冷とを組み合わせることで、空冷ファン16の送風量を抑制することが可能であり、空冷ファン16部分からの騒音の発生を緩和させることができるという効果を奏する。

【0071】

10

20

30

40

50

さらに、液冷用ポンプ14（本発明の実施の形態に係る圧電ポンプ）もしくは液体駆動ポンプ50や空冷ファン16を駆動する電気制御回路に対する外部からの入力、直流であることが望ましく、電気制御回路部において、CPU6、発熱体7等の発熱部品の温度情報を取り込み、発熱部品の温度が上限を超えない範囲で最大温度を維持するように液冷用ポンプ14（本発明の実施の形態に係る圧電ポンプ）もしくは液体駆動ポンプ50や空冷ファン16を駆動させると、冷却装置1の消費電力を節約することができる。

【0072】

さらに、冷却装置1の制御回路として、液冷用ポンプ14（本発明の実施の形態に係る圧電ポンプ）もしくは液体駆動ポンプ50を駆動する電気駆動回路と、空冷ファン16を駆動する電気駆動回路とがあるが、これら電気駆動回路の入力電圧を一定電圧以下とした構成や、両者を一体化させた構成を採用することが有効であり、この場合には、制御回路の簡略化や効率化、高精度化が可能になり、冷却装置全体の高性能化を図ることができる。

10

【0073】

なお、本発明が上記各実施の形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施の形態は適宜変更され得ることは明らかである。また、上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。なお、各図において、同一構成要素には同一符号を付している。

【図面の簡単な説明】

【0074】

20

【図1】本発明の実施の形態に係る圧電ポンプを用いた冷却装置の構成を示す図であり、(A)は、電子機器に組み込まれた状態を示す断面図であり、(B)は、裏面側から見た斜視図であり、(C)は、(B)に示すA-B線の断面図である。

【図2】図1に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【図3】図1に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【図4】図1に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【図5】図1に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【図6】図5に示すC-D断面を上方から見た液冷部の平面図である。

【図7】図1に示す空冷フィン群に形成された空冷フィン群内流路の構成を示す横断面図である。

30

【図8】図7に示すE-F断面図である。

【図9】図1に示す冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの構成を示す斜視図である。

【図10】図9に示す圧電ファンの送風プレートの第1および第2の変形例を示す上面図である。

【図11】図9に示す圧電ファンの送風プレートの第3および第4の変形例をそれぞれ示す上面図および側面図である。

【図12】図1に示す冷却装置の空冷ファンとして複数個の圧電ファンを使用した例を示す側面図である。

【図13】図1に示す冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの変形例の構成を示す斜視図および側面図である。

40

【図14】本発明の実施の形態に係る圧電ポンプの構成を示す断面図であり、(A)は、側方断面図であり、(B)は、(A)に示すZ-Z'面上方断面図である。

【図15】本発明の実施の形態に係る圧電ポンプの構成を示す構成図である。

【図16】円環状圧電ポンプの構成を示す構成図である。

【図17】蒸発方式ポンプの構成を示す上面図である。

【図18】蒸発方式ポンプの構成を示す横断面図である。

【図19】従来の電子機器の冷却装置の構成を示す横断面図である。

【図20】本発明の実施の形態に係る圧電ポンプを用いた冷却装置の流路上に貯液槽を設置した構成を示す横断面図である。

50

【図 2 1】本発明の実施の形態に係る圧電ポンプを用いた冷却装置の流路上に貯液槽を設置した構成を示す平面図である。

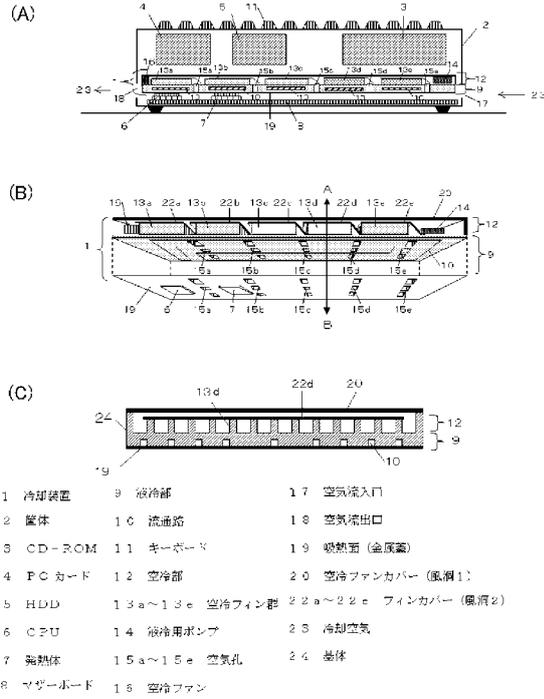
【符号の説明】

【 0 0 7 5 】

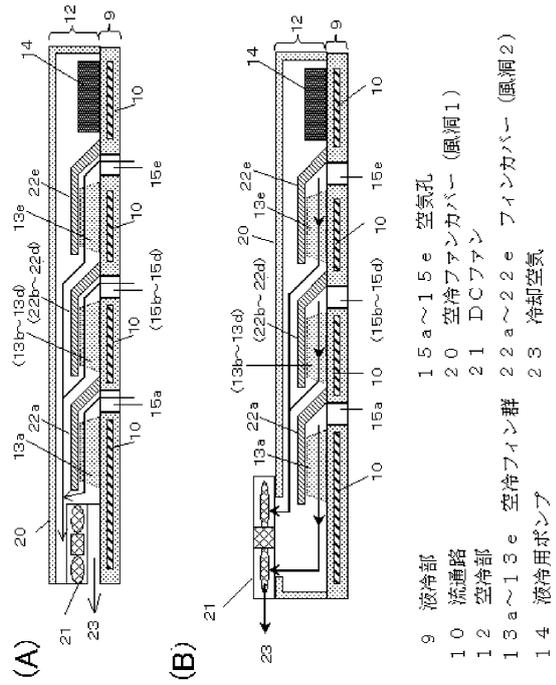
1	冷却装置	
2	筐体	
3	C D - R O M	
4	P C カード	
5	H D D	
6	C P U	10
7	発熱体	
8	マザーボード	
9	液冷部	
1 0	流通路	
1 1	キーボード	
1 2	空冷部	
1 3 a ~ 1 3 e	空冷フィン群	
1 4	液冷用ポンプ	
1 5 a ~ 1 5 e	空気孔	
1 6	空冷ファン	20
1 7	空気流入口	
1 8	空気流出口	
1 9	吸熱面 (金属蓋)	
2 0	空冷ファンカバー (風洞 1)	
2 1	D C ファン	
2 2 a ~ 2 2 e	フィンカバー (風洞 2)	
2 3	冷却空気	
2 4	基体	
3 0 a ~ 3 0 e	内蔵空冷ファン	
4 0 a ~ 4 0 e	フィン間隙間	30
5 0	液体駆動ポンプ	
6 0	ループ状流通路	
6 1	マイクロチャネル	
7 0	空冷フィン群内流路	
1 0 1	吸熱部	
1 0 2	放熱パイプ	
1 0 3	空冷ファン	
1 0 4	強制空冷部	
1 0 5	液流路	
1 0 6	液体循環用ポンプ	40
1 0 7	ハウジング部	
1 1 1、1 1 2	電源	
1 1 3、1 1 4	圧電板	
1 1 5	振動板	
1 2 1	圧力室板	
1 2 2、1 2 3	圧力室	
1 3 1	上部逆止弁板	
1 3 2、1 3 3	流入逆止弁	
1 4 1	中央部逆止弁板	
1 4 2、1 4 3	流入孔	50

1 4 4、1 4 5	排出孔	
1 5 1	下部逆止弁板	
1 5 4、1 5 5	排出逆止弁	
1 6 1	流入排出板	
1 6 2	流入口	
1 6 3	排出口	
1 6 4	流入流路	
1 6 5	排出流路	
1 6 6	予備室	
1 7 1	弾性板	10
1 8 1	剛性板	
1 8 2	弾性板中抜き	
1 9 1	上部保護板	
1 9 2	流路	
1 9 3	下部保護板	
1 9 4	圧電アクチュエータ	
2 0 0、2 0 0 a ~ 2 0 0 e	圧電ファン	
2 0 1	圧電素子	
2 0 2、2 0 2 a、2 0 2 b	送風プレート（送風用平板）	
2 0 3	支持体	20
2 0 4	薄型送風プレート	
2 0 5	壁	
3 0 1	本流	
3 0 2	支流	
3 0 3	発熱体	
3 0 4	逆止弁	
3 0 5	蒸気	
4 0 0	貯液槽	
4 0 1	分岐孔	

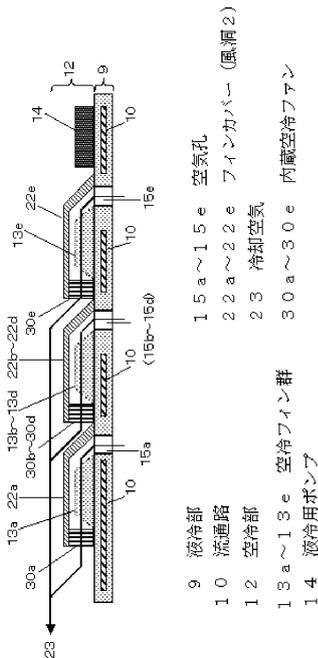
【図1】



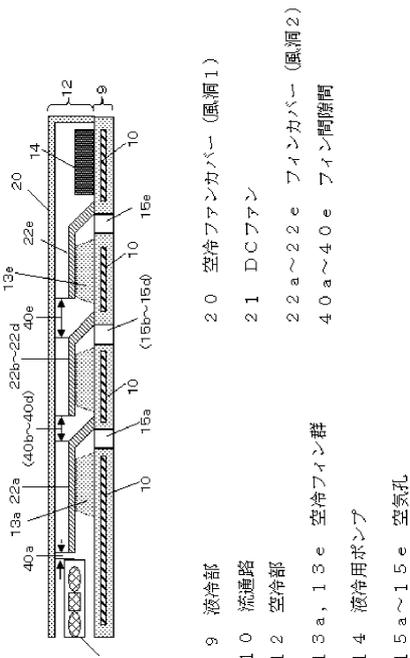
【図2】



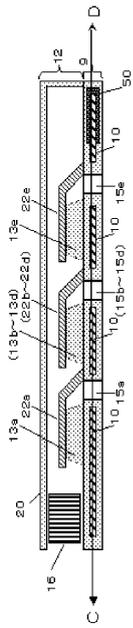
【図3】



【図4】

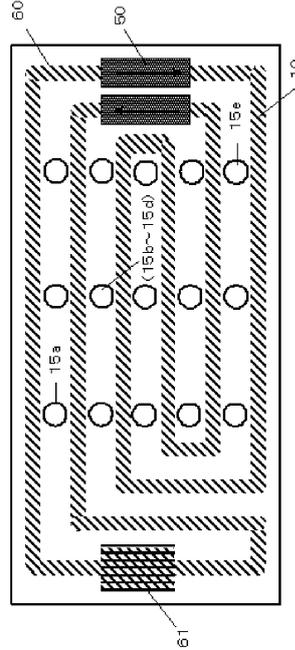


【図5】



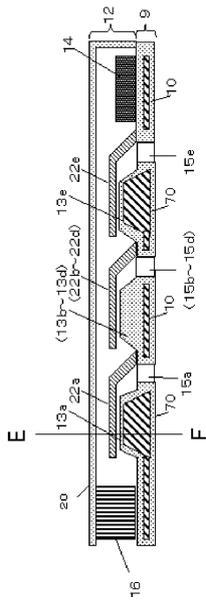
- 9 液冷部
- 10 流通路
- 12 空冷部
- 13a~13e 空冷フィン群
- 15a~15e 空気孔
- 16 空冷ファン
- 20 空冷ファンカバー (風洞1)
- 22a~22e フィンカバー (風洞2)
- 50 液体駆動ポンプ

【図6】



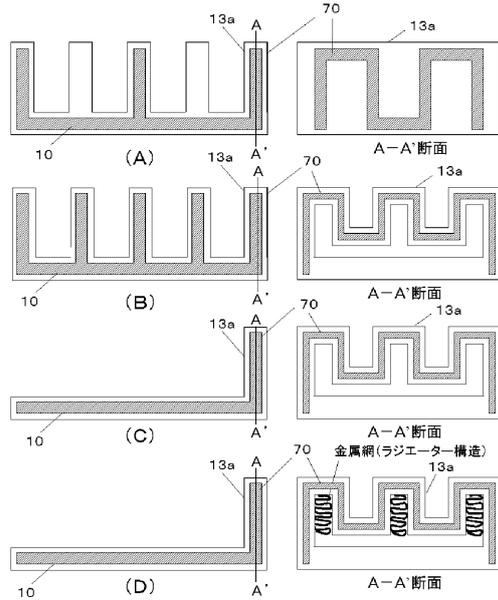
- 10 流通路
- 15a~15e 空気孔
- 50 液体駆動ポンプ
- 60 ループ状流通路
- 61 マイクロチャネル

【図7】



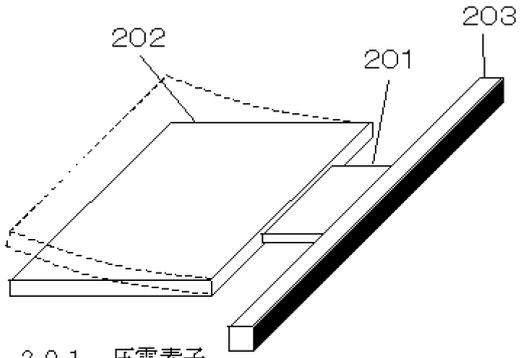
- 9 液冷部
- 10 流通路
- 12 空冷部
- 13a~13e 空冷フィン群
- 14 液冷用ポンプ
- 15a~15e 空気孔
- 16 空冷ファン
- 20 空冷ファンカバー (風洞1)
- 22a~22e フィンカバー (風洞2)
- 70 空冷フィン群内流路

【図8】



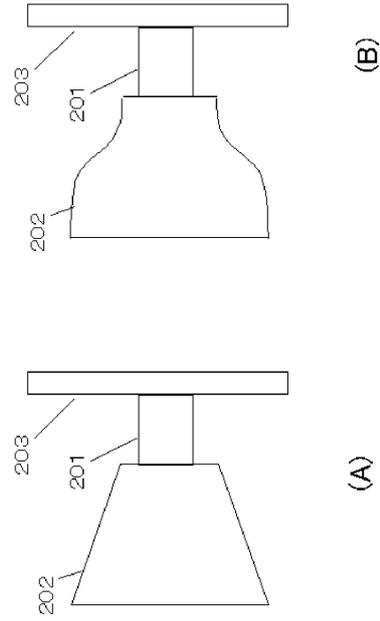
- 10 流通路
- 13a 空冷フィン群
- 70 空冷フィン群内流路

【図9】



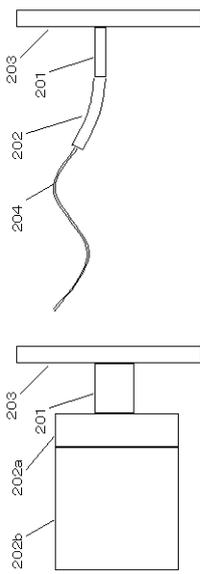
- 201 圧電素子
- 202 送風プレート
- 203 支持体

【図10】



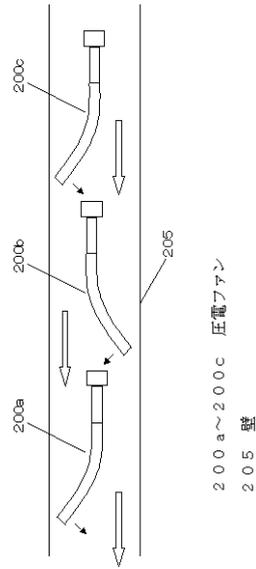
- 201 圧電素子
- 202 送風プレート
- 203 支持体

【図11】



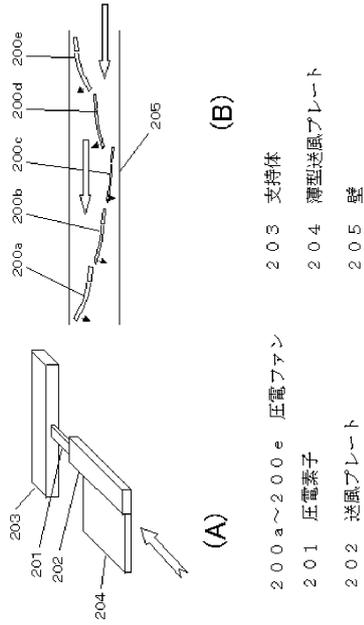
- (A) 201 圧電素子
- 202a, 202b 送風プレート
- (B) 203 支持体
- 204 薄型送風プレート

【図12】

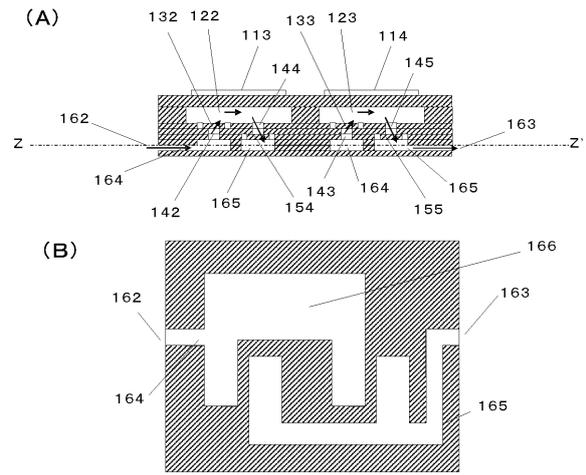


- 200a~200c 圧電アクチュエーター
- 205 壁

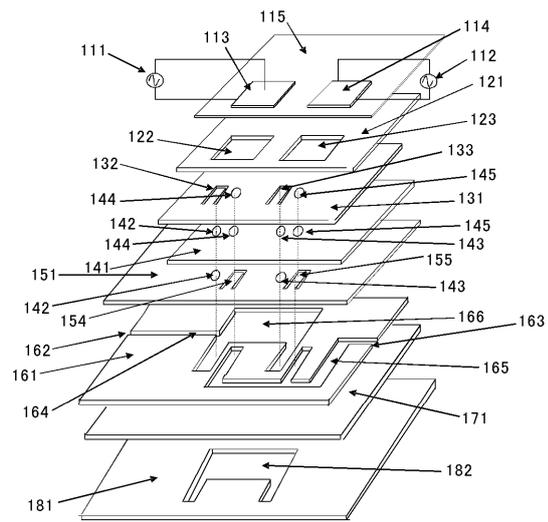
【図13】



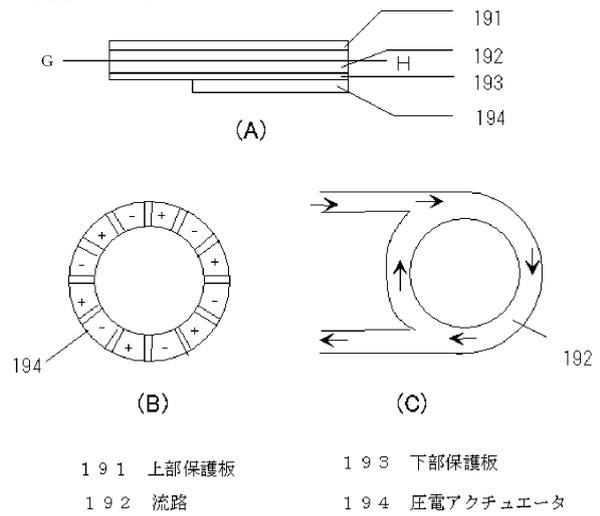
【図14】



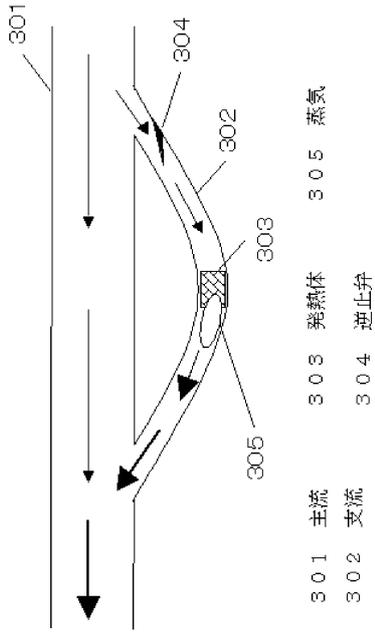
【図15】



【図16】

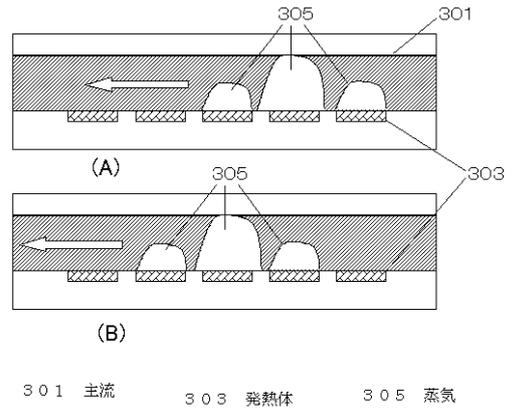


【図17】



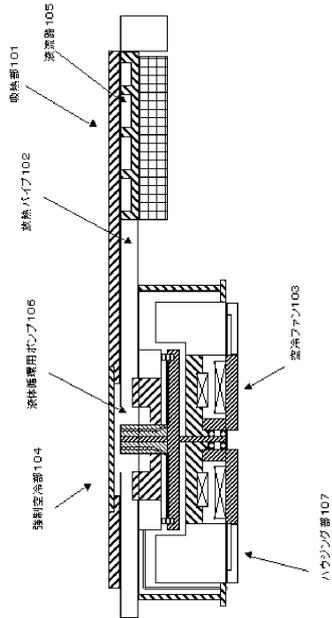
301 主流
 302 支流
 303 発熱体
 304 逆止弁
 305 蒸気

【図18】

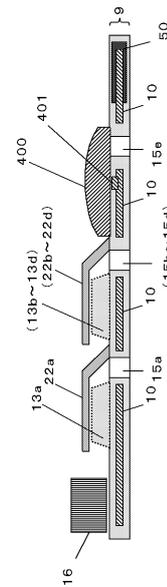


301 主流
 303 発熱体
 305 蒸気

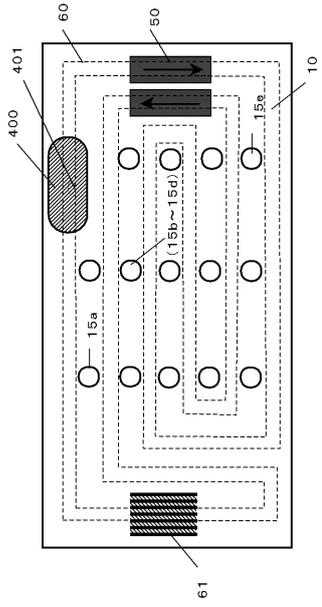
【図19】



【図20】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 F 1/00 3 6 0 A
G 0 6 F 1/00 3 6 0 B

(72)発明者 佐々木 康弘
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(72)発明者 越智 篤
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

審査官 種子 浩明

(56)参考文献 特開平08-186388(JP,A)
特開2001-133174(JP,A)
特開平06-310889(JP,A)
特開2002-182796(JP,A)
特開2001-024372(JP,A)
特開平10-209356(JP,A)
特開平11-163237(JP,A)
特開平07-322640(JP,A)
実開昭61-012246(JP,U)
特開昭63-138799(JP,A)
特開平01-176200(JP,A)
特開平02-181957(JP,A)
国際公開第92/019027(WO,A1)
米国特許第05057908(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
F 0 4 B 4 3 / 0 4
F 0 4 B 9 / 0 0
G 0 6 F 1 / 2 0
H 0 1 L 2 3 / 4 7 3
H 0 5 K 7 / 2 0