

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3771233号
(P3771233)

(45) 発行日 平成18年4月26日(2006.4.26)

(24) 登録日 平成18年2月17日(2006.2.17)

(51) Int.C1.

F 1

H01L 23/427	(2006.01)	H01L 23/46	B
F28D 15/02	(2006.01)	F28D 15/02	L
H05K 7/20	(2006.01)	H05K 7/20	B
		H05K 7/20	M
		H05K 7/20	R

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2003-349701 (P2003-349701)

(22) 出願日

平成15年10月8日 (2003.10.8)

(65) 公開番号

特開2005-116815 (P2005-116815A)

(43) 公開日

平成17年4月28日 (2005.4.28)

審査請求日

平成17年8月4日 (2005.8.4)

早期審査対象出願

(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 100080001

弁理士 筒井 大和

(72) 発明者 及川 洋典

神奈川県海老名市今泉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 田中 永一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液冷ジャケット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発熱体に接合するベース部材と、

前記ベース部材に対し垂直に設けられ垂直方向に熱を伝える柱状部材と、

前記柱状部材に設けられ前記ベース部材に並行に積層配置される複数の放熱フィンと、

前記ベース部材と接合して前記柱状部材と前記複数の放熱フィンを内包するケース部材と、

前記ケース部材の外周部の周方向に設けられて、前記ケース部材の内部に冷却液を入れる液入口と前記ケース部材から冷却液を排出する液出口と、

前記複数の放熱フィンの間に形成された冷却液の通流する液流路と、

前記液入口と前記液出口との間の前記複数の放熱フィン間に設けられ、前記液入口から前記液出口への流れを形成する仕切り部材と、を備え、

前記放熱フィンの厚みに比べて前記放熱フィン間を狭くし、

冷却液が前記柱状部材を中心に前記液入口から前記液出口に通流するようにしたことを特徴とする液冷ジャケット。

【請求項 2】

請求項1記載の液冷ジャケットにおいて、

前記柱状部材は円柱形状であり、

前記放熱フィンは前記柱状部材に対して同心円形状であることを特徴とする液冷ジャケット。

10

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の液冷ジャケットにおいて、
前記液入口と前記液出口の口径は、前記積層配置される複数の放熱フィンの高さに等しいことを特徴とする液冷ジャケット。

【請求項 4】

請求項 1、2 または 3 記載の液冷ジャケットにおいて、
さらに、前記ケース部材の前記ベース部材と対向する前記ケース部材の上面に設けられた空冷ヒートシンクおよびファンを備え、
前記柱状部材は前記ケース部材の天面に接触し、発熱体の発生熱が前記柱状部材を介して前記空冷ヒートシンクに伝わることを特徴とする液冷ジャケット。 10

【請求項 5】

請求項 4 記載の液冷ジャケットにおいて、
前記空冷ヒートシンクは、前記ケース部材を貫通して設けられた前記柱状部材に前記放熱フィンを接続する構成から成ることを特徴とする液冷ジャケット。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電子機器の冷却に用いられる液冷システムにおいて、発熱体に取り付ける液冷ジャケットに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、電子機器の冷却に用いられる液冷ジャケットは発熱体の熱を冷却液に効率良く伝える必要がある。

【0003】

そこで、従来の液冷ジャケット内部の流路は、一例として、図 18 に示すように、蛇行状になっているものがあった。これはジャケット 1301 内部の流路 1302 を蛇行させ、冷却液の流れ 1303 がジャケット 1301 に極力接触するようにしたものである。これはジャケット 1301 内部の流路長を極力長くすることで、冷却液とジャケット内部壁面の接触面積を増やし、発熱体からの熱を効率良く冷却液に伝えようとする方法である。 30

【0004】

また、別の例として、図 19 に示すように、冷却液の流れ 1401 を複数の流れ 1403 a ~ 1403 f に分配するものがあった。これは流路パスを複数もつことで、流路抵抗を低下させ、尚且つ冷却液と放熱フィン 1402 の接触面積を増やして効率良く熱を伝えようとする方法である（例えば、特許文献 1 参照）。

【0005】

また、冷却液出入口が並んで配置されている方が配管上利便性に優れているため、冷却液出入口を並んで配置したものがあった。これは、図 20 に示すように、並んだ放熱フィン 1501 の中央に仕切り 1502 を設け、冷却液の流れ 1401 を U ターンさせることで出入口を並んで配置する方法である（例えば、特許文献 2 参照）。

【特許文献 1】特開 2000-340727 号公報**【特許文献 2】特開 2002-170915 号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、図 18 に示す様な蛇行状の流路では、流路長が長くなるほど流路抵抗が増大し、圧損が大きくなってしまうという問題があった。

【0007】

また、図 19 に示す様な、冷却液の流れを複数の流れに分配する流路では、冷却液を放熱フィン間に均一に流すことは困難という問題があった。詳しくは、液流には直進性があるため、入口近くにある放熱フィンには冷却液が流れにくくなるという問題があり、図 1 50

9に示すように流速 1403a から 1403f にばらつきが生じることになる。これによって熱伝達率の低下が起こり、発熱体の熱を効率良く冷却液に伝えることができなくなる。

【0008】

また、図20に示す様な構造においても、放熱フィン間の液流 1503a から 1503c にばらつきが生じるという問題がある。詳しくは、出入口に近い流速 1503b が一番速く他の 1503a や 1503c は流速が低下する。これによって熱伝達率の低下が起こり、発熱体の熱を効率良く冷却液に伝えることができなくなる。

【0009】

また、前記説明した何れの従来技術においても、より多くの接触面積を確保しようとしてジャケットサイズを大きくしても、中心の発熱体からの距離が遠くなるため、熱伝導効率向上が困難であるという問題がある。詳しくは、従来は、図21に示すようにベース 301 により水平方向に熱を広げて、各放熱フィン 302 に熱を伝えている。ところが重量や高さの関係からベース厚 t_1 には制限があり、実際は厚くても 7mm 程度となるため、熱の広がり 303 は発熱体 103 周囲にとどまってしまい、端の放熱フィン 302a まで熱を伝えることができない。即ちジャケットサイズが大きくなるほど、端の放熱フィンの冷却効果は低下する。

【0010】

本発明の目的は、熱伝達効率が良く、更に拡張性や組立性に優れた液冷ジャケットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明による液冷ジャケットは、発熱体に接合するベースと、ベースに対して垂直に立っている柱と、柱に取り付けられ、ベースと平行に配置された複数の放熱フィンと、複数の放熱フィンの間を所定の幅で埋める仕切りと、柱および放熱フィンを囲みベースと接合し、仕切りにより冷却液の流れが分けられる位置に冷却液の入口および出口が取り付けられたケースとを備え、複数の放熱フィンは、その厚みに比べて狭い間隔で配置されるものである。

【発明の効果】

【0012】

(1) 本発明によれば、液冷ジャケット内部の冷却液流は、複数流路を確保しているため、流路抵抗が低く、かつ冷却液の出入口の大きさは、並んだ放熱フィンの高さとほぼ同じにすることにより、各放熱フィン間の流速を均一にすることができる。

【0013】

(2) 本発明によれば、各放熱フィンに熱を伝える柱は太く、その高さは発熱体と接触しているベースから近距離にすることができるため、熱伝導効率が高い。

【0014】

(3) 本発明によれば、放熱フィン間に設けられた仕切りにより冷却液の順路はUターンするので冷却液出入口を並んで配置でき、配管上利便性に優れている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

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。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0016】

図1により、本発明の液冷ジャケットが適用される電子機器の構成を説明する。図1は、本発明の液冷ジャケットが適用される電子機器の斜視図であり、電子機器の例としてデスクトップ型パソコンコンピュータの例を示している。

【0017】

図1において、筐体 101 の内部の底面付近にはマザーボード 102 があり、その上に

10

20

30

40

50

は発熱体であるCPU103、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、FDD107、CD-ROMドライブ108が搭載されている。CPU103には本発明による液冷ジャケット131が取り付けられている。

【0018】

この液冷ジャケット131は銅あるいはアルミといった伝熱性に優れた金属からできている。

【0019】

CPU103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、CPU103で発生する熱が液冷ジャケット131に効率良く伝わる構造になっている。また、液冷ジャケット131の内部にはポンプ132により冷却液が流れおり、熱が冷却液に伝わる構造になっている。10

【0020】

筐体101の背面外部には、放熱部であるヒートシンク135が配置されており、ヒートシンク135はベース135aおよびフィン135bから構成され、ベース135aの内部には冷却液が流れおり、冷却液の熱がベース135a全体に伝わる構造になっている。なお、ベース135aには一定の液量を保持する機構も具備されている。即ち、ベース135aは冷却液のリザーブタンクとしても機能している。

【0021】

フィン135bは筐体背面側を向くように配置されている。つまり、フィン135bにファン113の風が当たるようになっている。20

【0022】

筐体101の背面に取り付けられたファン113は、ヒートシンク135と対面で配置されており、ファン113の風は直接フィン135bに当たるようになっている。より詳しくは、ファン113は、軸流ファンであり筐体101の内部側が吸気側、ヒートシンク135側が排気側となっている。ファン113の隣には電源109がある。

【0023】

チューブ133および金属管134は、液冷ジャケット131とヒートシンク135を繋ぎ、内部に冷却液を流すことで液冷ジャケット131とヒートシンク135の熱輸送路となっている。30

【0024】

全体の配管は、金属管134を主体としており、部分的にゴム性のチューブ133を用いている。このチューブ133は曲げることができるため、CPU103の交換等のメンテナンスが容易になる。つまりファン113やヒートシンク135を外すこと無く、液冷ジャケット131をCPU103から外すことが可能である。また、チューブ133以外の配管を金属管134とすることで水分透過を抑制している。

【0025】

冷却液の流れる順路は、ポンプ132 - 液冷ジャケット131 - ヒートシンク135 - 再びポンプ132という順路である。このようにポンプ132により冷却液を流す方向はヒートシンク135通過後の冷却液を吸い込み、液冷ジャケット131に排出するようしている。これによりポンプ132には冷却後の冷却液が流れ、ポンプ132の加熱を防いでいる。40

【0026】

次に、図2～図7により、本発明の液冷ジャケットの構造について説明する。図2は本発明の液冷ジャケットの分解図、図3は本発明の放熱フィンへの熱伝導を説明するための説明図、図4は本発明の柱にヒートパイプを用いた例を説明するための説明図、図5は本発明の冷却液の流れを説明するための説明図、図6は本発明の入口および出口の口径を小さくしたいときの形状を説明するための説明図、図7は本発明の入口および出口の口径を小さくしたいときの別の形状を説明するための説明図である。

【0027】

まず、構成要素について説明すると、図2に示すように、発熱体103に接合するベース201と、そのベース201に対して垂直に立っている柱202と、その柱202にベース201と平行に取り付けられている放熱フィン203と、その放熱フィン203の間を所定の幅で埋める仕切り204と、柱202および放熱フィン203を囲み、ベース201と接合し、かつ冷却液の入口206および出口207が設けられたケース205で構成されている。

【0028】

ベース201は発熱体103と高い平面度で接触しており、また、柱202を垂直に保持する役目と、ケース205と共に水密を確保する役目をしている。また、熱を効率良く柱202に伝えるため、銅のような熱伝導率の高い材質を使うと良い。なお、ベース201は柱202と一体構造となっていても良いし、柱202がベース201を貫通して、直接発熱体103と柱202が接触している構造でも良い。この場合ベース201の熱伝導率はさほど重要ではなくなるため、安価な材料を使うことができる。

【0029】

柱202は発熱体103の熱を垂直方向に伝え、更に、放熱フィン203に熱を伝えている。従来技術では、前述したように、図21の熱の広がり303に示すベース201により水平方向に熱を広げて、各放熱フィン302に熱を伝えている。ところが重量や高さの関係からベース厚には制限があり、実際は厚くても7mm程度となるため熱抵抗が高く、熱の広がり303は発熱体103周囲にとどまってしまい、端の平板302aまで熱を伝えることができない。

【0030】

一方、本実施の形態では、図3に示すように、各放熱フィン203への熱伝導は柱202が担っており、この柱202は円柱形状で直径r1が約30mmと太さがあり熱抵抗が低い。更に柱202の頭頂部においても、柱202の高さは、冷却液の入口206および出口207の口径ほどの高さで十分冷却が行えるため、例えば、入口206および出口207の口径が、内径7、外形9の場合は、10mm程度の高さも良く、発熱体103からの距離が近いため、発熱体103の熱401が十分に伝わる。

【0031】

なお、更に冷却能力を向上させるため、図4に示すように、柱202にヒートパイプ209を用いても良く、ヒートパイプ209の機能を有していれば、図4に示した構造以外のものも可能である。

【0032】

放熱フィン203は柱202に取り付けられており、ベース201と平行な位置関係となっている。また、放熱フィン203は柱202の同心円状の形状になっており、柱202からの熱を冷却液に伝える役目をしている。なお、更に冷却液との熱伝達率を向上させるため、放熱フィン203の表面上に突起や開口等を設けても良い。

【0033】

なお、この実施の形態では、柱202は円形形状、放熱フィン203は、柱202の同心円状の形状としているが、柱202および放熱フィン203の形状はこれに限らず、他の形状であっても良い。

【0034】

また、本実施の形態の放熱フィン203は空冷用のフィンとは異なる設計にする必要がある。詳しく説明すると、空気と液体の熱容量はかなり異なり、例えば、水は空気と比べて89倍の熱容量がある。即ち液体である冷却液は空気よりも熱を奪う能力に優れているため、空冷用に比べてフィンを小型にすることができる。

【0035】

しかし、液冷用のフィンとしての注意すべき点は、フィンの熱伝導能力が低いと、冷却液に熱を奪われてフィン端の温度がすぐに低下してしまう。その結果、フィン端の温度が低いままになってしまい、フィン端まで、熱が伝わりにくくなり、冷却能力が低下してしまう。即ち、液冷用のフィンは高い熱伝導能力が要求される。

10

20

30

40

50

【0036】

具体的には、一般的に空冷用の放熱フィンは、熱を放出するのに多くの空気を必要とするため、放熱フィンの厚みに比べて放熱フィン間を広く取る場合が多いが、本実施の形態での、液冷の場合は逆に放熱フィン間を狭くし、放熱フィンを厚くしてフィン自身の熱伝導能力を高める方が良い。本実施の形態の場合は、水冷用として、放熱フィンの厚さに対して放熱フィンの間隔を狭くし、例えば、放熱フィン203の厚みは2mmであり、フィン間の隙間は1mmとしている。

【0037】

放熱フィン203には、図2に示すように、各放熱フィン203間を所定の幅で埋める仕切り204が設けられている。この仕切り204は、図2に示す冷却液208の流路を形成するためのものである。これにより液流はUターンするため、入口206と出口207は平行して配置することができ、配管上の利便性を向上させることができる。なお、Uターンさせる必要が無ければ、仕切り204を省略して、入口206と出口207を反対に配置しても良い。

【0038】

入口206と出口207は、冷却液を放熱フィン203間に均等に流す役目をしている。本実施の形態では、図5に示すように入口206と出口207の大きさを、各放熱フィン203の高さとほぼ等しくしている。これにより、ジャケットに入って来た冷却液208から、各放熱フィン203間を流れる冷却液208aを均一にすることができる。

【0039】

ここでもしジャケットと接続するチューブ等の都合で口径を小さくしたい場合は、図6に示すように、入口206および出口207の形状を、チューブ133の差込部分以降をテーパー状にすれば良い。また、図7に示すように、入口206および出口207を放熱フィン203に対して角度を付けて配置し、入口206および出口207と放熱フィン203の間を斜めの壁で接続するようにしても良い。

【0040】

次に、図8～図10により、本発明の液冷ジャケットにおいて、組立性を考慮した例について説明する。図8および図9は本発明の組立性を考慮した液冷ジャケットの構造を説明するための説明図、図10は液冷ジャケットの仕切りの形状を説明するための説明図である。

【0041】

図8に示すように、ベース201と柱202および放熱フィン203は回転旋盤加工で一体成形され、かつ、ベース201端周囲にはネジ切り加工701がされている。一方ケース205にも対応するネジ切り加工がされている。

【0042】

また、ケース205には、図9に示すように、冷却液の入口206と出口207の間に仕切り204が挟まる溝801が設けてある。

【0043】

なお、仕切り204は、図10に示す形状をしており、放熱フィン203にはめられるよう、溝901がある。また、仕切り204は、図9の矢印802に示すように放熱フィン203にはまつた状態でスライド移動するようになっている。

【0044】

なお、この仕切り204の熱膨張率を放熱フィン203の熱膨張率と異なる値にすることにより、組み立て時には、容易に仕切り204と放熱フィン203とを動かせるように仕切りの溝901を加工し、実際の冷却時には、冷却液の熱により、仕切りの溝が狭まり、仕切り204と放熱フィン203とが完全に密着するようにしても良い。

【0045】

本実施の形態での液冷ジャケットの組立手順としては、まず、仕切り204を放熱フィン203にはめ込む。次に、ケース205をベース201に置き、このとき仕切り204は溝801の間にはまるようになる。その後はケース205を回転させてベース201に

10

20

30

40

50

ねじ込むだけで良い。このときねじ切り加工 701 は、テーパー状とすることで、容易に水密を取ることができる。

【0046】

次に、図 11～図 17 により、本実施の形態の液冷ジャケットの他の構造について説明する。

【0047】

図 11 は本発明の液冷ジャケットを重ねて更なる性能向上を図った例を示した図、図 12 は本発明の液冷ジャケットの上部に空冷ヒートシンクおよびファンを重ねて更なる性能向上を図った例を示した図、図 13 は本発明の液冷ジャケットと一体になった空冷ヒートシンクにより更なる性能向上を図った例を示した図、図 14 および図 15 は本発明の液冷ジャケットの冷却液の入口および出口の配置を変えた例を示した図、図 16 および 17 は本発明の液冷ジャケットの放熱フィンに螺旋状の放熱フィンを用いた例を示した図である。
10

【0048】

本実施の形態での液冷ジャケットは、発熱体の熱を垂直方向に伝導させるため、図 11 に示すように、液冷ジャケットの上に更に液冷ジャケットを重ねて熱伝達効率を更に向上させることが可能である。詳しくは、発熱体 103 の熱を受けた柱 202 は、ケース 205 の天板 1001 と接触しており、熱的に接続されている。従って発熱体 103 の熱は、矢印 1002 に示すように上部ジャケットの柱 202 まで伝わる。これにより、発熱体 103 の熱は複数のジャケットにより冷却液に伝えられるため、熱伝達効率が更に向上する
20

【0049】

また、柱 202 とケース 205 の天板 1001 を熱的に接続されることにより、図 12 に示すように、空冷ヒートシンク 1101 およびファン 1102 を取り付けて更なる冷却能力の向上を図ることができる。

【0050】

更に図 13 に示すように、柱 202 は天板 1001 を貫通し、空冷ヒートシンク 1201 と一体形状となっていても良い。

【0051】

また、液冷ジャケットの入口 206 および出口 207 の向きについては、図 14 および 30 図 15 に示すように、片側もしくは両側の出入口の方向を変えることもできる。

【0052】

また、螺旋状の放熱フィンを用いることにより、仕切り 204 を用いずに冷却液をターンさせることもできる。

【0053】

これは、図 16 および図 17 に示すように、螺旋状の放熱フィン 1801 を用いることにより、入口 206 により入ってくる冷却液を螺旋状に流し、上部の出口 207 から排出するものである。本実施の形態の場合、出口 207 の位置は、ケース 205 の上部であれば良く、例えば、図 16 に示す 207' の位置や、図 17 に示すようにケース 205 の天面にあっても良い。
40

【0054】

以上のように、本実施の形態では、発熱体 103 に接合するベース 201 と、ベース 201 に対して垂直に立っている柱 202 と、柱 202 に取り付けられ、ベース 201 と平行に配置された複数の放熱フィン 203 と、複数の放熱フィン 203 の間を所定の幅で埋める仕切り 204 と、柱 202 および放熱フィン 203 を囲みベース 201 と接合し、仕切り 204 に対して対称となる位置に冷却液の入口 206 および出口 207 が取り付けられたケース 205 を備え、複数の放熱フィン 203 は、その厚みに比べて狭い間隔で配置されるようにしているので、液冷ジャケット内部の冷却液流は、複数流路を確保しているため、流路抵抗が低く、かつ冷却液の出入口の大きさは、並んだ放熱フィン 203 の高さとほぼ同じにすることにより、各放熱フィン 203 間の流速を均一にすることができる
50

。

【0055】

また、各放熱フィン203に熱を伝える柱202は太く、また高さは発熱体103と接触しているベース201から近距離とすることができるため、熱伝導効率が高い。

【0056】

また、放熱フィン203間に設けられた仕切り204により冷却液の順路はUターンするので冷却液出入口を並んで配置でき、配管上利便性に優れている。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】本発明の液冷ジャケットが適用される電子機器の斜視図である。 10

【図2】本発明の液冷ジャケットの分解図である。

【図3】本発明の放熱フィンへの熱伝導を説明するための説明図である。

【図4】本発明の柱にヒートパイプを用いた例を説明するための説明図である。

【図5】本発明の冷却液の流れを説明するための説明図である。

【図6】本発明の入口および出口の口径を小さくしたいときの形状を説明するための説明図である。

【図7】本発明の入口および出口の口径を小さくしたいときの別の形状を説明するための説明図である。

【図8】本発明の組立性を考慮した液冷ジャケットの構造を説明するための説明図である。

。

【図9】本発明の組立性を考慮した液冷ジャケットの構造を説明するための説明図である。

。

【図10】液冷ジャケットの仕切りの形状を説明するための説明図である。

【図11】本発明の液冷ジャケットを重ねて更なる性能向上を図った例を示した図である。

。

【図12】本発明の液冷ジャケットの上部に空冷ヒートシンクおよびファンを重ねて更なる性能向上を図った例を示した図である。

【図13】本発明の液冷ジャケットと一体になった空冷ヒートシンクにより更なる性能向上を図った例を示した図である。

【図14】本発明の液冷ジャケットの冷却液の入口および出口の配置を変えた例を示した図である。 30

【図15】本発明の液冷ジャケットの冷却液の入口および出口の配置を変えた例を示した図である。

【図16】本発明の液冷ジャケットの放熱フィンに螺旋状の放熱フィンを用いた例を示した図である。

【図17】本発明の液冷ジャケットの放熱フィンに螺旋状の放熱フィンを用いた例を示した図である。

【図18】従来の液冷ジャケットで流路が蛇行するものを示した図である。

【図19】従来の液冷ジャケットで流路が複数あるものを示した図である。

【図20】従来の液冷ジャケットで流路がUターンするものを示した図である。 40

【図21】従来の液冷ジャケットの熱の伝わり方を示した図である。

【符号の説明】

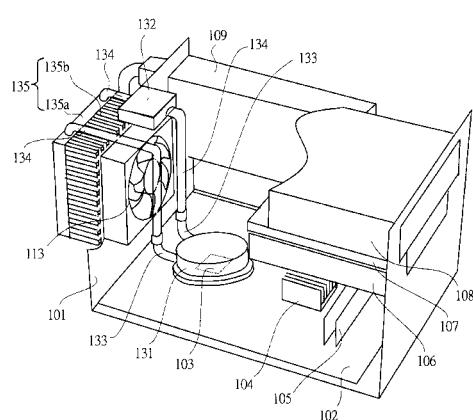
【0058】

101...筐体、102...マザーボード、103...CPU(発熱体)、104...チップセット、105...メモリ、106...HDD、107...FDD、108...CD-ROMドライブ、109...電源、113...ファン、201...ベース、202...柱、203...放熱フィン、204...仕切り、205...ケース、206...冷却液入口、207...冷却液出口、209...ヒートパイプ、131...液冷ジャケット、132...ポンプ、133...チューブ、134...金属管、135...液冷システム用ヒートシンク、801...溝、901...溝、1001...ケースの天板、1101...空冷ヒートシンク、1102...ファン、1201...空冷ヒート

シンク。

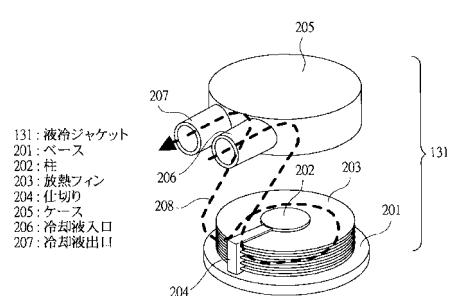
【図1】

図1



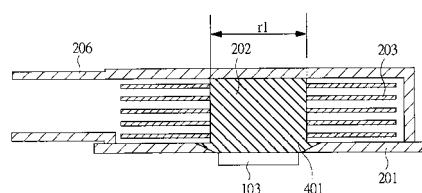
【図2】

図2

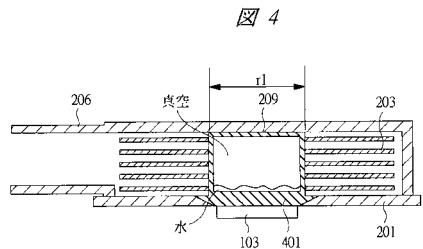


【図3】

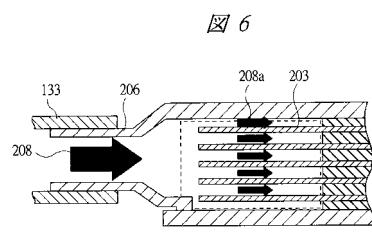
図3



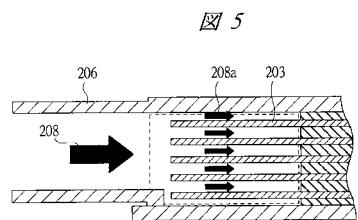
【図4】



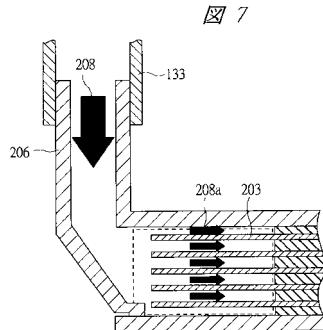
【図6】



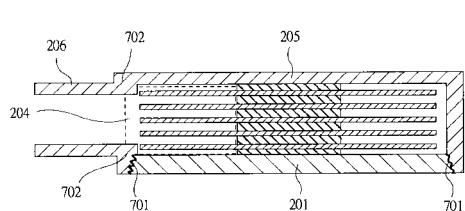
【図5】



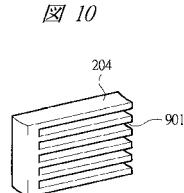
【図7】



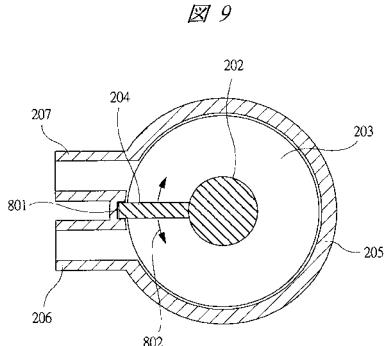
【図8】



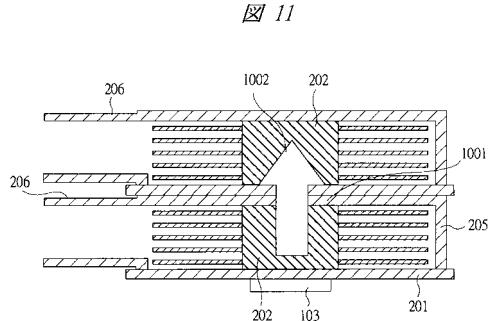
【図10】



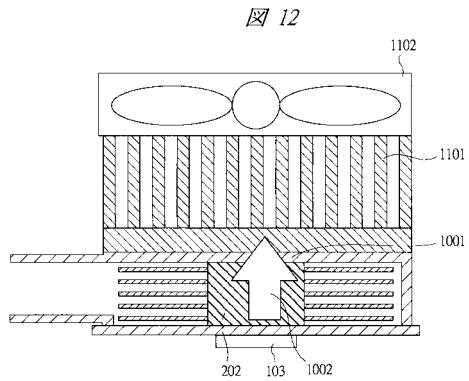
【図9】



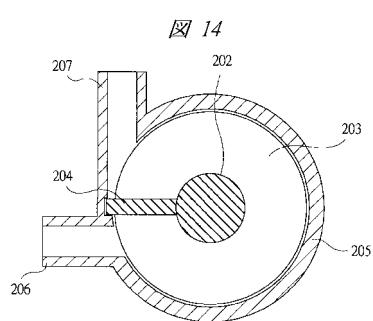
【図11】



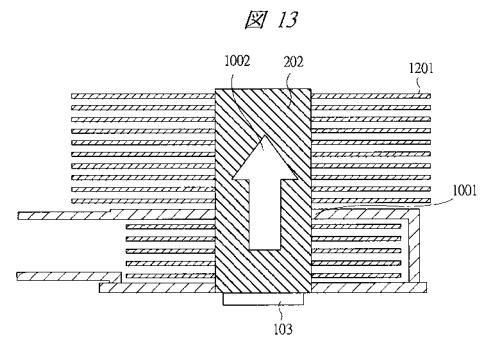
【図12】



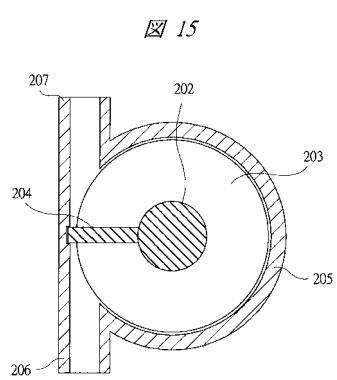
【図14】



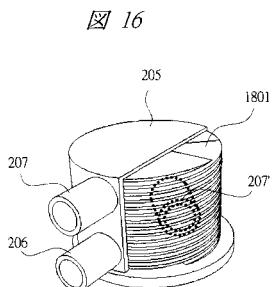
【図13】



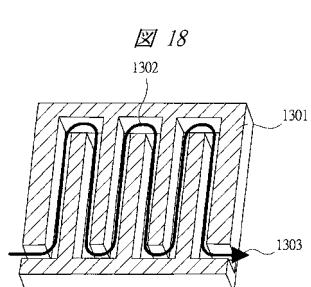
【図15】



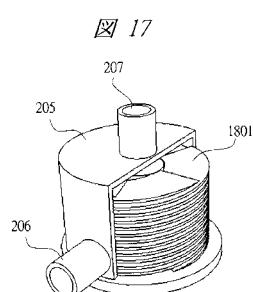
【図16】



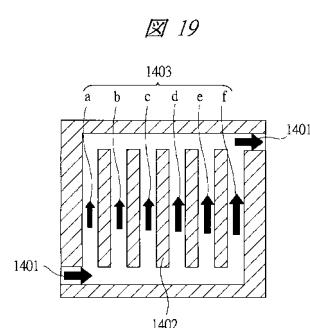
【図18】



【図17】

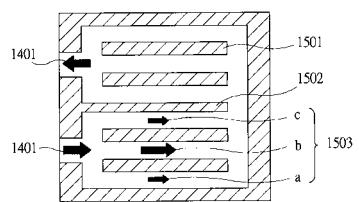


【図19】



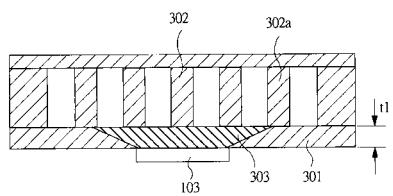
【図20】

図20



【図21】

図21



フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭49-015859(JP, U)
実開昭54-113738(JP, U)
実公昭52-034948(JP, Y1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01 L 23 / 427
F 28 D 15 / 02
H 05 K 7 / 20