

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-194331

(P2009-194331A)

(43) 公開日 平成21年8月27日(2009.8.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 23/36 (2006.01)	HO 1 L 23/36 D	5 E 3 2 2
HO 1 L 23/473 (2006.01)	HO 1 L 23/46 Z	5 F 1 3 6
HO 5 K 7/20 (2006.01)	HO 5 K 7/20 N	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-36346 (P2008-36346)
 (22) 出願日 平成20年2月18日 (2008.2.18)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100075258
 弁理士 吉田 研二
 (74) 代理人 100096976
 弁理士 石田 純
 (72) 発明者 朝倉 健
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 5E322 AA05 AB07 FA01
 5F136 BC03 CB07 CB08 DA27 DA41

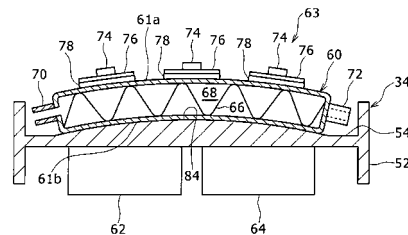
(54) 【発明の名称】 電力回路の冷却構造

(57) 【要約】

【課題】 支持板の一方面に接触固定される冷却器に反りが生じていても、支持板の他方面に接触固定される電力回路に対する冷却器による冷却性能を維持できる電力回路の冷却構造を提供する。

【解決手段】 電力回路の冷却構造は、上面61aおよび下面61bを有し内部に冷却媒体が流通する冷却器60と、冷却器60の上面61aに絶縁板76を介して固着される電力素子74を含むインバータ63と、表面に冷却器60の下面61bを接触させて冷却器60が支持される熱伝導性の支持板54と、支持板54の裏面に固定されるコンバータ62、64とを備えている。電力素子74を冷却器60に固着する際の熱によって生じる冷却器60の下面61bの反りに応じた形状の膨出部84を支持板54の表面に設けてある。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方面およびその反対面である他方面を有し内部に冷却媒体が流通する冷却器と、冷却器の一方面に絶縁部材を介して固着される電力素子を含む第 1 電力回路と、表面に冷却器の他方面を接触させて冷却器が支持される熱伝導性の支持板と、支持板の裏面に固定される第 2 電力回路と、を備え、電力素子を冷却器に固着する際の熱によって生じる冷却器の他方面の反りに応じた形状の膨出部を支持板の表面に設けたことを特徴とする電力回路の冷却構造。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電力回路の冷却構造において、

10

冷却器の他方面と支持板の表面との間に熱伝導材を介在させてあることを特徴とする電力回路の冷却構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力回路の冷却構造に関し、より詳しくは、冷却器に反りが生じても電力回路についての冷却性能を維持できる電力回路の冷却構造に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境への影響を考慮して、ハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle (略して「HV」)) が普及しつつあり、また、電気自動車や燃料電池自動車も実用化に向けて研究開発されている。

20

【0003】

ハイブリッド自動車では、駆動輪を駆動するための動力源として、内燃機関であるエンジンと電動機であるモータとが併用されている。ハイブリッド自動車には、例えば 288V の直流電圧を供給可能な二次電池である HV バッテリーが搭載されている。HV バッテリーから供給される直流電圧は、リアクトルを含む昇圧コンバータで例えば 650V に昇圧された後、平滑コンデンサを介してインバータへ供給される。インバータは、その昇圧された直流電圧を三相交流電圧に変換して、三相同期型交流モータへ印加する。これにより、モータが回転駆動されて、その駆動力が駆動輪に伝達される。

30

【0004】

一方、ハイブリッド自動車には、ランプ、オーディオ、各種 ECU (Electronic Control Unit) 等の補機類に電力を供給するための定格電圧 12V の補機バッテリーも搭載されている。補機バッテリーには、HV バッテリーから供給される 288V の直流電圧が DC/DC コンバータで 12V まで降圧されて充電されることで、一定電圧を出力可能な状態に維持されるようになっている。

【0005】

上述した昇圧コンバータ、インバータ、DC/DC コンバータ等の電力回路は、電力制御ユニット (Power Control Unit、略して「PCU」) ケース内にまとめて収容される。これらの電力回路は作動によって発熱するため各電力回路を冷却して性能維持および破損防止するように、内部に冷却媒体を流通させる冷却器がケース内に設けられている。

40

【0006】

内部に冷媒流路を有する筐体状の冷却器の上面に上記インバータを構成するトランジスタやダイオードを含むインテリジェントパワーモジュール (IPM) を表面に実装した絶縁板を例えばろう付け等の方法で直に固着することで、インバータを冷却器によって効果的に冷却することができる。

【0007】

このようにインバータが実装された冷却器は、PCU ケースを構成する支持板の表面にインバータ実装面の反対面が接触した状態でねじ止め等によって固定される。一方、支持板の裏面に上記 DC/DC コンバータおよび昇圧コンバータが接触固定される。これによ

50

り、上記DC/DCコンバータおよび昇圧コンバータの各電力回路で生じた熱が支持板を介して冷却器に伝導されることで、これらの電力装置についても効果的に冷却されるようになっている。

【0008】

しかし、冷却器が比較的薄い金属板からなる筐体で構成されている場合、インバータを構成する複数のインテリジェントパワーモジュールがそれぞれ実装された複数の例えばセラミック製絶縁板をろう付けにより固着する際、セラミック製絶縁板の熱膨張率よりも冷却器を構成する金属板の熱膨張率の方が大きいことから、冷却器のインバータ取付面である上面が凸状に湾曲して反り変形し、この反り変形は冷却器全体に影響して冷却器の下面すなわち支持板との接触面にも反り変形が出現する。このような反りが生じた冷却器を支持板上に載置して固定すると、冷却器の下面と支持板との間に隙間が形成され、この隙間は支持板下面に取り付けられるDC/DCコンバータおよび昇圧コンバータの冷却効率の低下をもたらすことになる。

10

【0009】

ここで、特許文献1には、上下面に電力制御機器を取り付けた板状の冷却装置をケース本体内において上下方向位置を調節可能に設けた電力制御ユニットが開示されている。また、特許文献2には、半導体チップを積載し、かつ、半導体チップで生じた熱を半導体チップの下面に伝導する熱伝導板を有する半導体装置において、チップ取付領域の縁部から下方に45度広げた範囲を少なくとも含む領域にある熱伝導板の下面に突起部を形成することで、半導体チップおよび熱伝導板を外部回路ブロックの凹部内に組み付けたときに熱伝導板の下面が熱変形に起因して湾曲面となっている場合にも凹部底面に熱伝導板が密着することで、熱伝導板と外部回路ブロックとの間の放熱抵抗が大きくなるのを抑制することが記載されている。

20

【0010】

【特許文献1】特開2005-116761号公報

【特許文献2】特開平4-266053号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかし、特許文献1の電力制御ユニットでは、冷却装置に電力制御機器を取り付ける際に生じる冷却装置の反りに関する課題やその解決策については全く考慮されていない。また、特許文献2の半導体装置においては、半導体チップをAuSn等で上面に直に接着する熱伝導板の下面に突起部が形成されているものであるが、上述したような内部に冷媒流路を含む冷却器の反りに関する記載や示唆、および、その冷却器の反りに起因する冷却器支持板の下面に取り付けた電力回路の冷却性能の低下に関する解決策について記載や示唆は全く存在しない。

30

【0012】

本発明の目的は、冷却器支持板の一方面に接触固定される冷却器に反りが生じていても、冷却器支持板の他方面に接触固定される電力回路に対する冷却器による冷却性能を維持できる電力回路の冷却構造を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明に係る電力回路の冷却構造は、一方面およびその反対面である他方面を有し内部に冷却媒体が流通する冷却器と、冷却器の一方面に絶縁部材を介して固着される電力素子を含む第1電力回路と、表面に冷却器の他方面を接触させて冷却器が支持される支持板と、支持板の裏面に固定される第2電力回路とを備え、電力素子を冷却器に固着する際、熱によって生じる冷却器の他方面の反りに応じた形状の膨出部を支持板の表面に設けたことを特徴とする。

【0014】

本発明に係る電力回路の冷却構造において、冷却器の他方面と冷却器支持板の表面との

50

間に熱伝導材を介在させてあるのが好ましい。

【発明の効果】

【0015】

本発明に係る電力回路の冷却構造によれば、支持板表面に冷却器の他方面の反りに応じた形状の膨出部を形成してあることで、冷却器支持板の表面と冷却器の下面とをほぼ隙間なく密着させることができる。これにより、冷却器の一方面に固着される第1電力回路を効果的に冷却できると共に、冷却器支持板の他方面に固定される第2電力回路についても冷却器による熱伝導性支持板を介しての冷却性能を維持することができる。

【0016】

また、冷却器の他方面と支持板の表面との間に熱伝導材を介在させれば、支持板表面と冷却器の他方面との密着度合いについて製品間でばらつきが生じた場合にも、熱伝導材を介在させることにより支持板と冷却器間の密着度を向上させることができ、製品間で第2電力回路についての冷却性能が変動するのを抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下に、本発明に係る実施の形態について添付図面を参照しながら詳細に説明する。この説明において、具体的な形状、材料、数値、方向等は、本発明の理解を容易にするための例示であって、用途、目的、仕様等にあわせて適宜変更することができる。

【0018】

図1は、本発明の一実施形態である電力回路の冷却構造を含む電力制御ユニット10を搭載したハイブリッド自動車1の構成を示す概略図である。ハイブリッド自動車1は、駆動輪である前輪12R, 12Lを駆動するための動力源として、内燃機関である四気筒のエンジン14と、電動機であるモータジェネレータ16とを備える。また、ハイブリッド自動車1は、車両の減速時や制動時に前輪12R, 12Lの回転を利用して発電する発電機としてのモータジェネレータ18も備えている。

【0019】

エンジン14および2つのモータジェネレータ16, 18は、車両前部のエンジンルームまたはエンジンコンパートメント2内に搭載されている。エンジン14による駆動力は、動力分割機構20および減速機22を介して、前輪用車軸24に伝達されるようになっている。また、モータジェネレータ16による駆動力は、減速機22を介して前輪用車軸24に伝達されるようになっている。

【0020】

PCUケース10は、エンジンルーム2内においてラジエータ26の直ぐ後ろ側に配置されて車両本体に固定されている。PCUケース10内のPCUは、複数のインテリジェントパワーモジュール等の電力素子を含むインバータ、リアクトル等を含む昇降圧コンバータ、ならびに、スイッチング素子およびトランス等を含むDC/DCコンバータの複数の電力回路で構成され、電力ラインを介してモータジェネレータ16, 18にそれぞれ接続されている。

【0021】

車両後部の後輪28R, 28L間にほぼ対応する位置、より詳細には後部座席(図示せず)と後部トランクルーム3との間には、例えば288Vの直流電圧を出力可能なHVバッテリー30が搭載されている。HVバッテリー30は、ニッケル水素電池またはリチウムイオン電池等の二次電池で構成され、電力ラインを介してPCUケース10内のPCUに接続されている。

【0022】

エンジンルーム2内には、補機バッテリー31も搭載されている。補機バッテリー31は、一般車載用としての定格電圧12Vの鉛二次電池で構成されることができる。補機バッテリー31は、例えばランプ、オーディオ、各種ECU等の車載補機類を作動させるのに必要な電力を供給するものである。補機バッテリー31もまた、電力ラインを介してケース10内のPCUに接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

図 2 は、P C U ケース 1 0 の斜視図である。P C U ケース 1 0 は、重箱状に重ねられて矩形筐体をなす上ケース部材 3 2、中ケース部材 3 4 および下ケース部材 3 6 で構成される。各ケース部材 3 2、3 4、3 6 は、例えばアルミダイキャストでそれぞれ形成されている。

【 0 0 2 4 】

中ケース部材 3 4 の側面には、雌ねじ穴が上下方向に貫通形成されているボス部 3 8 を一体に有する。一方、上ケース部材 3 2 および下ケース部材 3 6 の側面には、上記ボス部 3 8 に対応する位置に、ボルト穴 4 0 を有する耳たぶ状の固定部 4 2 がそれぞれ一体形成されている。これらの固定部 4 2 のボルト穴 4 0 にボルトを挿入してボス部 3 8 内の雌ねじにねじ込むことによって、各ケース部材 3 2、3 4、3 6 が互いに締結される。

10

【 0 0 2 5 】

下ケース部材 3 6 の側面には、ボルト穴 4 4 を有する耳たぶ状の固定部 4 6 が一体形成されており、この固定部 4 6 を介して P C U ケース 1 0 が車体本体にボルトによって固定される。また、中ケース部材 3 4 の側壁には、後述する冷却器について冷却媒体である冷却水を導入および排出するための冷媒供給管 4 8 および冷媒排出管 5 0 が貫通して設けられている。これら冷媒供給管 4 8 および冷媒排出管 5 0 は、例えばゴムホースで構成されることができる。このゴムホースを通すために中ケース部材 3 4 の側壁に形成される貫通穴は、ケース 1 0 内への浸水を防止するためにゴムホース外周に装着されるグロメット等の弾性部材によってシールされる。

20

【 0 0 2 6 】

なお、図 2 ではボス部 3 8 および固定部 4 6 が 1 つずつしか図示されていないが、ボス部 3 8 および固定部 4 6 は、ケース 1 0 の外周側面に複数箇所設けられている。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、上ケース 3 2 および下ケース 3 6 を取り外した状態での中ケース部材 3 4 の断面図である。中ケース部材 3 4 は、四方を囲む側壁部 5 2 と、略 H 字状断面をなすように側壁部 5 2 と一体に形成されている支持板 5 4 とを有する。支持板 5 4 は、上面にねじ止め等によって載置固定される冷却器 6 0 を支持するとともに、その下面に D C / D C コンバータ 6 2 および昇降圧コンバータ 6 4 がねじ止め等によって固定されている。冷却器 6 0 の上面 6 1 a には、電力素子として 6 つ (図 3 では 3 つだけ図示) のインテリジェント

30

パワーモジュール 7 4 を含むインバータ 6 3 が設置されている。昇降圧コンバータ 6 4 は、車輪駆動時に H V バッテリ 3 0 から供給される直流電圧をインバータ供給前に昇圧する機能と、回生制動時にインバータ 6 3 から供給される直流電圧を H V バッテリ充電用に降圧する機能とを有する。また、インバータ 6 3 は、昇降圧コンバータ 6 4 とモータジェネレータ 1 6、1 8 との間で D C / A C 変換器として機能する。さらに、D C / D C コンバータ 6 2 は、H V バッテリ 3 0 から供給される約 2 8 8 V の直流電圧をランプ等の補機類作動用および補機バッテリー 3 1 充電用の 1 2 V まで降圧する機能を有する。

なお、本実施形態においては、インバータ 6 3 が第 1 電力回路に相当し、D C / D C コンバータおよび書降圧コンバータ 6 4 が第 2 電力回路に相当するが、本発明における電力回路はこれらに限定されるものではなく、作動時に発熱を伴う他の種々の電力回路が含まれる。

40

【 0 0 2 8 】

図 4 に、冷却器 6 0 の縦断面図と A - A 線横断面図を示す。冷却器 6 0 は、熱伝導性が良好な例えばアルミ等の金属板で形成される矩形状筐体として構成されている。冷却器 6 0 の内部には波板状の流路形成部材 6 6 が収容されており、この流路形成部材 6 6 によって冷却水が冷却器 6 0 内を横断して平行に流れる複数の冷媒流路 6 8 が形成されている。また、冷却器 6 0 の両端面には冷媒入口管 7 0 および冷媒出口管 7 2 が突設されており、これらに上記冷媒供給管 4 8 および冷媒排出管 5 0 がそれぞれ接続されることになる。

【 0 0 2 9 】

50

図3を再び参照すると、インバータ63を構成するインテリジェントパワーモジュール74は、導電性パターンが形成されたセラミック製の絶縁板(絶縁部材)76の上面にはんだ付けされた後、冷却器60の上面61aにろう付け78によって固着されている。セラミック製の絶縁板76の熱膨張率よりも冷却器60を構成する金属板の熱膨張率の方が大きいことから、ろう付け時の熱膨張の影響によって製造時には平坦面であった冷却器60の上面61aが上方へ凸状に反った湾曲面となり、これに伴って冷却器60の下面61bもまたほぼ同様の反りが生じる。

【0030】

このように下面61bが湾曲した冷却器60を支持板54上に載置して固定したとき、図5に示すように、冷却器下面61bに熱伝導材としてのペースト状のシリコングリス80を薄く塗布したとしても、平坦面である支持板54の表面との間に空気層からなる隙間82が形成されてしまうことがあった。この隙間82は、支持板54の下面に固定されているDC/DCコンバータ62および昇降圧コンバータ64に対する冷却器60による支持板54を介しての冷却性能を低下させることになる。なお、ここで隙間82が形成されないようシリコングリス80を厚く塗布することも考えられるが、シリコングリスを厚く塗布する作業には時間がかかるとともに厚くする分だけ放熱抵抗が大きくなることから、生産性や冷却効率の観点からして好ましくない。

10

【0031】

そこで、本実施形態では、図3に示すように、冷却器60の下面61bの反りに応じた形状の膨出部84を支持板54の表面に膨出成型してある。この膨出部84は、なだらかな丘陵状に湾曲して盛り上がりしており、その外縁は図6に示すような略楕円状または長円状をなしている。膨出部84の盛り上がり湾曲形状や膨出高さは、インテリジェントパワーモジュール74が実装された絶縁板76をろう付けした多数の冷却器60について下面61bを実測することによって把握される反り形状に対応させてある。

20

【0032】

ここで、本実施形態における冷却器60、インテリジェントパワーモジュール74、絶縁板76、支持板54、DC/DCコンバータ62、昇降圧コンバータ64および膨出部84が、電力回路の冷却構造を構成する。

【0033】

上記のように、本実施形態の電力回路の冷却構造によれば、冷却器60の下面61bの反りに応じた形状の膨出部84を支持板54の表面に膨出形成してあることで、支持板54の表面と冷却器60の下面61bとをほぼ隙間なく密着させることができる。これにより、冷却器60の上面61aに固着されたインバータ63を効果的に冷却できると共に、支持板54の裏面に固定されるDC/DCコンバータ62および昇降圧コンバータ64についても冷却器60による熱伝導性の支持板54を介しての冷却性能を良好に維持することができる。

30

【0034】

ただし、本実施形態の電力回路の冷却構造において、熱伝導材であるシリコングリスを冷却器60の下面61bに薄く塗布して膨出部84との間に介在させてもよい。これにより、支持板54の表面と冷却器60の下面61bとの密着度合いについて製品間でばらつきが生じた場合にも、シリコングリスを介在させることにより支持板54と冷却器60間の密着度を向上させることができ、DC/DCコンバータ62および昇降圧コンバータ64についての冷却器60による冷却性能が製品間で変動するのを抑えることができる。

40

【0035】

なお、上記においては支持板54に設けた膨出部84は、なだらかな丘陵状に湾曲形成されるものとして説明したが、この形状に限定されるものではなく、冷却器60の下面61bの反りにほぼ対応した形状であれば他の形状に形成されてもよい。

【0036】

例えば、図7に示すように、支持板54上に設けられる膨出部85は階段状に膨出するよう形成されてもよい。この場合の膨出部85の各段部の外縁形状は、図8(a)に示す

50

ような略楕円状または略長円状をなしてもよいし、あるいは、図 8 (b) に示すような略矩形状をなしてもよい。また、このように階段状の膨出部 8 5 とした場合には、冷却器 6 0 の下面 6 1 b と支持板 5 4 の表面との間の隙間を排除すべく、ペースト状のシリコングリス 8 0 または熱伝導性の薄い弾性シートを介在させるのが好ましい。

【 0 0 3 7 】

さらに、上記においては、膨出部 8 4 を中ケース部材 3 4 の支持板 5 4 と一体に成型するものとして説明したが、膨出部 8 4 が支持板 5 4 とは別部材として構成されてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

【 図 1 】 ハイブリッド自動車の概略構成図である。

10

【 図 2 】 P C U ケースの斜視図である。

【 図 3 】 冷却器、 D C / D C コンバータおよび昇降圧コンバータを取り付けた P C U ケースの中ケース部材の断面図である。

【 図 4 】 冷却器の縦断面図および A - A 線断面図である。

【 図 5 】 冷却器の反り変形によって中ケース部材の支持板との間に隙間が形成されている状態を示す図である。

【 図 6 】 支持板上に設けた膨出部の平面形状を示す図である。

【 図 7 】 膨出部の変形例を示す中ケース部材の断面図である。

【 図 8 】 図 7 に示す膨出部の変形例の平面形状を示す図である。

【 符号の説明 】

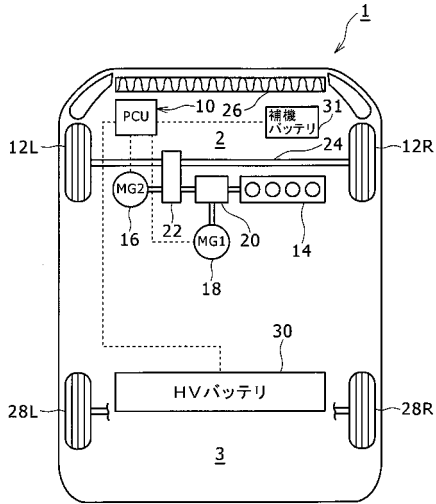
20

【 0 0 3 9 】

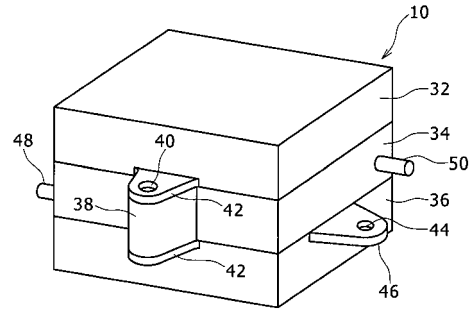
1 ハイブリッド自動車、 2 エンジンルームまたはエンジンコンパートメント、 3 後部トランクルーム、 1 0 電力制御ユニット (P C U) ケース、 1 2 R , 1 2 L 前輪、 1 4 エンジン、 1 6 , 1 8 モータジェネレータ、 2 0 動力分割機構、 2 2 減速機、 2 4 前輪用車軸、 2 6 ラジエータ、 2 8 R , 2 8 L 後輪、 3 0 H V バッテリ、 3 1 補機バッテリー、 3 2 上ケース部材、 3 4 中ケース部材、 3 6 下ケース部材、 3 8 ボス部、 4 0 ボルト穴、 4 2 固定部、 4 4 ボルト穴、 4 6 固定部、 4 8 冷媒供給管、 5 0 冷媒排出管、 5 2 側壁部、 5 4 支持板、 6 0 冷却器、 6 1 a 上面、 6 1 b 下面、 6 2 D C / D C コンバータ、 6 3 インバータ、 6 4 昇降圧コンバータ、 6 6 流路形成部材、 6 8 冷媒流路、 7 0 冷媒入口管、 7 2 冷媒出口管、 7 4 インテリジェントパワーモジュール、 7 6 絶縁板、 8 0 シリコングリス、 8 2 隙間、 8 4 膨出部、 8 5 膨出部。

30

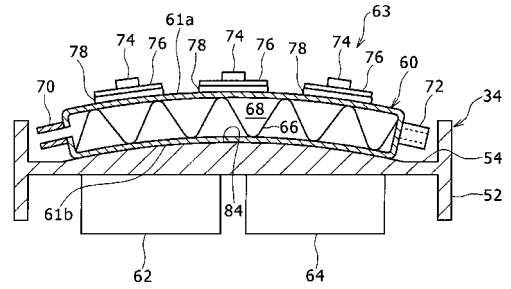
【図1】



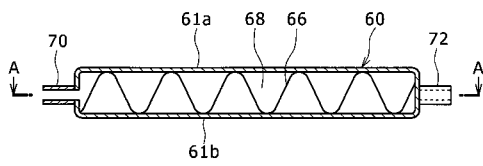
【図2】



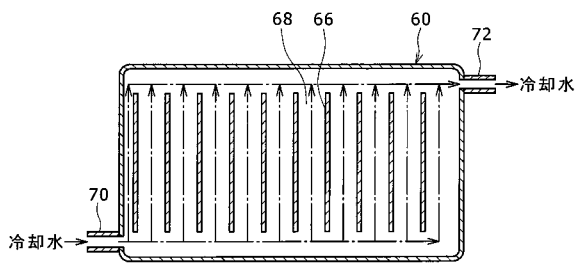
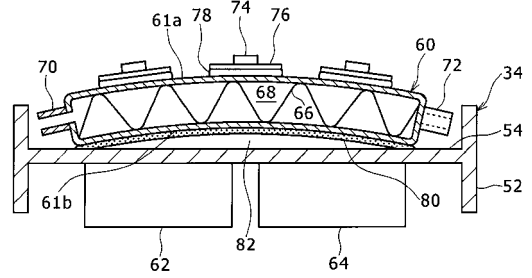
【図3】



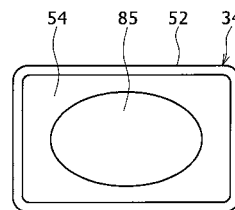
【図4】



【図5】

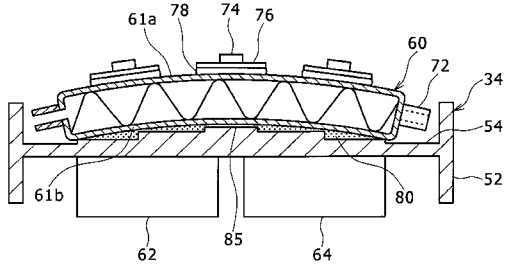


【図6】



A-A線断面図

【 図 7 】



【 図 8 】

