

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3829641号

(P3829641)

(45) 発行日 平成18年10月4日(2006.10.4)

(24) 登録日 平成18年7月21日(2006.7.21)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 25/07 (2006.01) HO 1 L 25/04 C
 HO 1 L 25/18 (2006.01)

請求項の数 13 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-117593 (P2001-117593)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成13年4月17日(2001.4.17)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2002-314037 (P2002-314037A)	(74) 代理人	100100310
(43) 公開日	平成14年10月25日(2002.10.25)		弁理士 井上 学
審査請求日	平成15年6月9日(2003.6.9)	(72) 発明者	丹波 昭浩
前置審査			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立 研究所内
		(72) 発明者	中村 卓義
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立 研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワー半導体モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パワー半導体チップと、
 該パワー半導体チップを搭載し、パワー半導体チップの熱を拡散させる金属体と、
 前記パワー半導体チップを冷却する水冷手段とを備え、
 前記パワー半導体チップは前記金属体の一方の面に接着手段により電氣的に接着されて
 おり、

前記金属体の他方の面には絶縁層がコーティングされており、
 前記絶縁層には前記水冷手段の冷却水が接するようになっており、
 前記絶縁層は、融点が660 以下の低融点ガラス又は樹脂から構成されている、或い
 は前記金属体表面に酸素又は窒素の原子を導入して、前記金属体を改質したものから構成
 されていることを特徴とするパワー半導体モジュール。 10

【請求項2】

請求項1に記載のパワー半導体モジュールにおいて、
 前記低融点ガラスはビスマス酸化物系ガラスであることを特徴とするパワー半導体モジ
 ュール。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のパワー半導体モジュールにおいて、
 前記低融点ガラスにより構成された前記絶縁層の厚さは50 μm以下であることを特徴
 とするパワー半導体モジュール。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のパワー半導体モジュールにおいて、
前記樹脂は、エポキシ樹脂にアルミナフィラーを混練したものであることを特徴とする
パワー半導体モジュール。

【請求項 5】

請求項 1 又は 4 に記載のパワー半導体モジュールにおいて、
前記樹脂により構成された前記絶縁層の厚さは 300 μm 以下であることを特徴とする
パワー半導体モジュール。

【請求項 6】

請求項 1, 4, 5 のいずれかに記載のパワー半導体モジュールにおいて、
前記樹脂は、前記パワー半導体チップを封止する樹脂であることを特徴とするパワー半
導体モジュール。

10

【請求項 7】

パワー半導体チップと、
該パワー半導体チップを搭載し、パワー半導体チップの熱を拡散させる金属体と、
前記パワー半導体チップと電気的に接続された配線と、
前記パワー半導体チップを冷却する水冷手段とを備え、
前記パワー半導体チップは前記金属体の一方の面に接着手段により電気的に接着されて
おり、
前記金属体の他方の面には絶縁層がコーティングされており、
前記絶縁層には前記水冷手段の冷却水が接するようになっており、
前記パワー半導体チップ、前記金属体及び前記配線は硬質樹脂で封止されていることを
特徴とするパワー半導体モジュール。

20

【請求項 8】

パワー半導体チップと、
該パワー半導体チップを搭載し、パワー半導体チップの熱を拡散させる金属体と、
前記パワー半導体チップを冷却する水冷手段とを備え、
前記金属体は銅又はアルミニウム或いはそれらの合金からなり、
前記パワー半導体チップは前記金属体の一方の面に接着手段により電気的に接着されて
おり、
前記金属体の他方の面は表面に 0.1 mm 以上の凸凹を有しており、
前記凹凸を含む前記金属体の他方の面の表面には絶縁層がコーティングされており、
前記絶縁層には前記水冷手段の冷却水が接するようになっていることを特徴とするパワ
ー半導体モジュール。

30

【請求項 9】

パワー半導体チップと、
該パワー半導体チップを搭載し、パワー半導体チップの熱を拡散させる金属板と、
前記パワー半導体チップと前記金属板とを封止する樹脂ケースと、
前記パワー半導体チップを冷却する水冷手段とを備え、
前記パワー半導体チップは前記金属板に接着手段により電気的に接着されており、
前記金属板は、前記パワー半導体チップの搭載面の対向面が前記樹脂ケースの底面に露
出するように、前記樹脂ケースに接着されており、
前記金属板が露出した前記樹脂ケースの底面全体は一体の絶縁層で被覆されており、
前記絶縁層には前記水冷手段の冷却水が接するようになっており、
前記絶縁層は、エポキシ樹脂を主成分とする樹脂から構成されていることを特徴とする
パワー半導体モジュール。

40

【請求項 10】

パワー半導体チップと、
該パワー半導体チップを搭載し、パワー半導体チップの熱を拡散させる金属体と、
前記パワー半導体チップを冷却する水冷手段とを備え、

50

前記パワー半導体チップは前記金属体に接着手段により電氣的に接着されており、
前記パワー半導体チップは前記金属体の一方の面に接着手段により電氣的に接着されて
おり、

前記金属体の他方の面には絶縁層がコーティングされており、
前記絶縁層の表面には、前記絶縁層とは異なる材質の薄膜が固着されており、
前記薄膜には前記水冷手段の冷却水が接するようになっていることを特徴とするパワー
半導体モジュール。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載のパワー半導体モジュールにおいて、
前記薄膜は厚さ 0.1 mm 以下であることを特徴とするパワー半導体モジュール。

10

【請求項 1 2】

パワー半導体チップと、
該パワー半導体チップを搭載し、パワー半導体チップの熱を拡散させる金属体と、
前記パワー半導体チップと前記金属体とを封止する樹脂ケースと、
前記パワー半導体チップを冷却する水冷手段とを備え、
前記パワー半導体チップは前記金属体に接着手段により電氣的に接着されており、
前記金属体の前記パワー半導体チップとの接着面の対向面には絶縁層がコーティングさ
れており、

前記絶縁層には、厚さ 0.1 mm 以下であり、前記絶縁層とは異なる材質の薄膜が接着さ
れており、

20

前記薄膜には前記水冷手段の冷却水が接するようになっていることを特徴とするパワー
半導体モジュール。

【請求項 1 3】

請求項 1 0 又は 1 2 に記載のパワー半導体モジュールにおいて、
前記薄膜は、銅又はアルミニウムの金属から構成されていることを特徴とするパワー半
導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パワー MOS F E T , I G B T (Insulated gate bipolar transistor) 等、
高い発熱量のパワー半導体素子を有するモジュールの水冷構造に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

ハイブリッド電気自動車用モータ等、大出力モータを制御する大容量インバータに使用さ
れる従来技術のパワー半導体モジュールを、図 2 , 図 3 , 図 4 に示す。図 2 は、パワー半
導体モジュール 2 9 を、熱伝導グリース 2 6 でヒートシンク 2 7 に固着した、いわゆる間
接冷却モジュールである。図 3 は、図 2 の銅ベース 2 4 を、フィン 3 1 付き銅ベース 3 0
として、図 2 の熱伝導グリース 2 6 を削除した直接冷却モジュール 3 2 である。さらに、
図 4 は、パワー半導体チップ 1 0 を、水路 1 4 を有するヒートシンク 4 0 にはんだ接着し
た直接冷却モジュールである。

40

【0003】

図 2 において、パワー半導体チップ 1 0 が、回路パターンである銅板 2 0 , 窒化アルミ 2
1 , 裏面銅板 2 2 で構成される窒化アルミ基板 2 3 に、はんだ 1 1 で接着される。さらに
、この窒化アルミ基板 2 3 は、銅ベース 2 4 にはんだ 2 5 で接着される。このような構造
で、パワー半導体モジュール 2 9 は、パワー半導体チップ 1 0 と銅ベース 2 4 が電氣的に
絶縁された、いわゆる絶縁型モジュールとなる。絶縁型モジュールは、例えばインバータ
として組み上げるときに、モジュールとヒートシンク 2 7 の電気絶縁に配慮しなくて良い
ので、取り扱いが容易である。なお、モジュールの放熱は、窒化アルミ基板 2 3 , 銅ベー
ス 2 4 を介して、フィン 2 9 が形成されたヒートシンク 2 7 で行われる。この従来技術で
は、ヒートシンク 2 7 , 水路カバー 1 5 とで水路 1 4 を構成した水冷構造である。本従来

50

技術の場合、水冷しているので空冷より高い熱伝達を達成しているが、金属部材と比べて2桁熱伝導率の低い熱伝導グリース26部で温度が上昇する。さらに、絶縁モジュールの特徴である窒化アルミ基板23も、金属と比べて熱伝導率が低いため、温度上昇する。

【0004】

図3では、フィン31をパワーモジュール32の銅ベース30に設けている。銅ベース30と水路カバー15とで水路14を構成し、銅ベース30に直接冷却水を当てているベース直冷構造である。この構造は、図2では平板であった銅ベース30にフィン31を設けたため、窒化アルミ基板23のはんだ接着工程で、フィン31を変形させない配慮が必要になる。さらに、熱抵抗が高い窒化アルミ基板は依然として存在する。

【0005】

図4は、図3に示すベース直冷構造モジュールの絶縁基板（窒化アルミ基板）を削除して、低熱抵抗性を向上させていて、水路14を形成したアルミニウム製ヒートシンク40に、パワー半導体チップ10をはんだ11で直接接着している。すなわち、図2、図3ではヒートシンクとチップが電氣的に絶縁された絶縁型モジュールであるのに対し、この従来技術では、ヒートシンクが電気絶縁されていない、非絶縁モジュールである。本従来技術は、パワー半導体チップ10の熱が、はんだ11以外の介在物なしで水冷ヒートシンク40で放熱されている構造である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

パワー半導体モジュールを水冷とするのは、半導体チップジャンクションから冷媒への熱抵抗、 $R_{th}(j-w)$ を低減するためである。しかし、図2、図3に示す従来技術の場合、パワー半導体チップ10とモジュールベース27、30を絶縁するための絶縁基板23がある為、熱抵抗の低下には限界がある。

【0007】

図4の構造では、非絶縁モジュールのため、例えばパワー半導体チップ10がIGBTの場合、ヒートシンク40はコレクタ電極となる。すなわち、ヒートシンク40には、高電圧が印加される。従って、隣接するヒートシンク間の絶縁距離を十分にとらなければならない。また、冷却水にも電圧が印加されるので、冷却水の純度十分上げて絶縁性を確保しなければならない。さらに、冷却水に電圧が印加されると、微弱ながら当然冷却水中にリーク電流が流れ、リーク電流でヒートシンク40の腐食を促進する懸念がある。

【0008】

本発明の目的は、冷却水純度に対する配慮や、絶縁距離に対する配慮が不要で、耐腐食性に優れ信頼性が高く、熱抵抗が十分低い、パワー半導体モジュールを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

図1に本発明のパワー半導体モジュールの断面図を示す。本発明では、パワー半導体モジュール16とは、絶縁層13より上の部分を示す。本発明のパワー半導体モジュールでは、パワー半導体チップ10をはんだ11でヒートシンク兼コレクタ電極（IGBTの場合）12に接着し、ヒートシンク12のパワー半導体チップ10搭載面の対向面に、絶縁層13を設け、この対向面と水路カバー15とで、水路14を形成する。このような構成で、冷却水とパワー半導体モジュール16が絶縁された絶縁モジュールとなる。

【0010】

また、パワー半導体チップ10の熱は、絶縁層13はあるものの、図2の従来技術の配線パターン20（厚さ：～0.3mm）よりも厚い（～1mm以上）ヒートシンク12で十分に拡散される為、絶縁層13の伝熱面積が十分に大きくなり、絶縁層13の熱抵抗は無視できるほど小さくなる。さらに、本発明のパワー半導体モジュールでは、冷却水とヒートシンク12界面にある絶縁層13が、エポキシ等の樹脂、リン酸ガラス等のガラスで構成される為、耐腐食コーティングの役割もなす。

【0011】

10

20

30

40

50

本発明のパワー半導体モジュールは図5に示すように、ヒートシンク50にフィン52を設け、その外側に絶縁層51を形成している。水路カバー15とヒートシンク50とで水路14を構成して、フィン52により熱伝達面積を増大すると同時に、絶縁層51の熱抵抗も大幅に低減しているので一層の熱抵抗の低下が実現できる。

【0012】

【発明の実施の形態】

本発明の実施例を、以下図面を使用して詳細に説明する。

【0013】

(実施例1)

図6を用いて本実施例を説明する。図6は、上下各1アームを搭載した、一相IGBTモジュールの断面模式図である。電圧/電流定格が600V/200Aであり、IGBT60及び、フリーホイーリングダイオード(FWD)61のチップサイズは、各々概略10mm、7mmである。長さ691/幅695/間隔696が6mm/6mm/3mmのフィン66が、厚さ697が3mmの板に4本形成されたヒートシンク693に、共晶はんだ690でIGBT60、及び、FWD61チップがはんだ接着される。ヒートシンク693は、タフピッチ銅(C1100)製で、表面は無電解Niメッキ(膜厚:約6 μ m)処理されている。平面寸法は、2cm \times 4cmである。ここで、ヒートシンク693の凹凸は0.1mm以上あれば良く、2mm以上あればなお良い。さらに、チップ搭載面694以外のヒートシンク693表面には、主成分がBi₂O₃であるビスマス系ガラス(膜厚:20 μ m)がコーティングされている。

【0014】

このビスマス系ガラスの厚さは50 μ mより薄いことが好ましい。また、ビスマス系ガラスの他にも融点が660以下でアルミニウムの融点より低いガラスであれば本実施例に適用できる。はんだ690の厚さは概略0.1mm、Siチップ厚さは、概略0.5mmである。IGBT60、FWD61が各1チップ搭載されたヒートシンク693は、P、N、出力、制御端子(図示せず)、及びN電極67が一体成形された、いわゆるインサートケース62にシリコン接着剤64で接着される。インサートケース62の材質はポリフェニレンサルファイド(PPS)である。外形寸法は、9cm(L) \times 3.5cm(W) \times 3cm(H)である。インサートケース62には、プリント回路基板(PCB)69が制御回路用として、同じくシリコン接着剤64で接着される。電気的配線は、超音波ワイヤボンディングされるアルミニウムワイヤ68で行われる。線径0.3mmであり、電流容量を考慮して、チップ当たり、24本のワイヤが接続されている。封止は、エポキシ樹脂63で行われる。IGBTモジュールでは、シリコンゲルによる封止が一般的であるが、本実施例ではいわゆる硬質レジンのみで封止したので、接着材64のみの場合より、防水の信頼性がより向上する。

【0015】

本実施例のIGBTモジュールの全端子を短絡し、モジュールを銅板の上に載せて、銅板と、短絡した全端子間の絶縁耐圧を測定すると、4KVであり、素子耐圧600VのIGBTモジュールとして十分な値である。

【0016】

冷却は、本実施例のIGBTモジュールのケース底面698を水路カバーに接着し、ヒートシンク693に冷却水を当てて行う。冷却系まで含めた断面構造を図7に示す。IGBTモジュール74は、図6の構造と基本的に同じであり、本実施例では、インサートケース75の底面全体に、銅板(C1100)71をインサート成形している。水路カバー72はアルミニウムダイカストで製造されている。冷却水のシールは、この銅板71部で、ケース75底面と水路カバー72とをガスケット70でネジ締めする。

【0017】

上記水路73に、冷却水を流速3m/sで流して、IGBT60の熱抵抗を測定した。その結果、 $R_{th}(j-w) = 0.09 / W$ であった。図2の従来技術の場合、同じ3m/sの流速で、 $R_{th}(j-w) = 0.32 / W$ であり、熱抵抗を70%以上小さくで

10

20

30

40

50

きた。さらに、ガラス層65が存在しない場合の $R_{th}(j-w)$ は $0.08 / W$ であり、図4の従来技術の場合と比べても熱抵抗が10%程度しか増加せず、絶縁モジュールとして実装しやすくなっている。

【0018】

ヒートシンク693を銅(C1100)としたのは、熱抵抗低減を最優先としたためであり、製造コストを考慮して、アルミニウムとしてもよい。ヒートシンク693をアルミニウム(JIS A 1100)とした場合(形状は同一)についても同様に熱抵抗を測定したところ、 $R_{th}(j-w) = 0.11 / W$ であった。アルミニウムは銅よりも熱伝導率が低い為、熱抵抗が多少増大するが、図2の従来技術の構造よりも低い熱抵抗である。なお、アルミニウム製ヒートシンクの場合、線膨張係数が、銅よりも大きい為、チップ下はんだ690の歪みは銅製の場合よりも大きいので、アルミニウム製ヒートシンクの場合、はんだ690を 0.2mm と厚くした。

10

【0019】

なお、ヒートシンク693の材質としては、無酸素銅(C1020)、アルミダイカスト等でもよく、製造コスト、熱抵抗を考慮して選択すればよい。

【0020】

(実施例2)

本実施例を、図8の断面構造模式図を使用して説明する図6、図7に示した実施例と本実施例が異なるのは、ヒートシンク82の形状、及び、それに付随したインサートケース81の形状のみであり、その他の部分は全く同じである。図6のヒートシンク693にはフィン66を形成していたが、本実施例では平板のヒートシンク82であり、材質、及び、メッキ仕様は同じである。ヒートシンク82の表面は凹凸の山と谷との間を測定し、大きいほうから5点の平均値が 0.1mm 以下であり、この凹凸が 0.05mm 以下であるとより好ましい。ヒートシンク82にIGBT、FWDチップをはんだ接着後、インサートケース81にヒートシンクをシリコン接着材で接着する。絶縁は、モジュール底面全体に熱伝導樹脂シート80を接着して行われる。熱伝導樹脂シート80は、エポキシ樹脂にアルミナフィラーを混練したもので、膜厚は 0.1mm 、熱伝導率は $1.6\text{W}/\text{m}\cdot$ である。接着は、 150°C に加熱し、加圧する、いわゆる熱圧着で行われる。本実施例の構造で、モジュール底面は、樹脂シート80で覆われる。なお、熱伝導樹脂シートの厚さは 0.3mm より薄ければ良く、好ましくは 0.2mm 以下である。

20

30

【0021】

銅板の上に本モジュールを載せて、全端子と銅板間の絶縁耐圧を測定したところ、 6KV を示し、十分な耐圧を確認できた。さらに、実施例1と同じく、流速 $3\text{m}/\text{s}$ で熱伝導樹脂シート80下に冷却水を流し、IGBTチップ60の熱抵抗を測定したところ、 $R_{th}(j-w) = 0.2 / W$ であった。本実施例では図2の従来構造に比べ、低い熱抵抗を実現できた。

【0022】

(実施例3)

図9に本実施例の断面構造模式図を示す。図9は、IGBTチップ60、FWDチップ61、チップ抵抗94各2チップを搭載した1アームモジュールである。アウターリードを含む大きさが約 $7\text{cm}\times 6\text{cm}$ 、板厚 1mm のNiメッキ銅(C1020)製リードフレーム91に、IGBTチップ60、FWDチップ61、チップ抵抗94各2チップを共晶はんだ690で接着する。IGBTチップ60、FWDチップ61がはんだ接着されるリードフレーム91裏面には、実施例1と同じ低融点ガラス90が膜厚 $20\mu\text{m}$ コーティングされている。各チップとリードフレーム91間は、アルミニウムワイヤ68の超音波ボンディングで接続される。チップ抵抗94は、IGBTチップ60のゲートに接続され、その目的は、並列接続されたIGBT60の発振防止である。本リードフレーム91は、裏面が露出されるように、エポキシ樹脂で符号92の部分がトランスファモールドされる。しかる後IGBTチップ60、FWDチップ61が搭載された、裏面ガラスコートリードフレーム91が露出するように、エポキシ樹脂で符号93の部分が再びトランスファモールドされてい

40

50

る。トランスファモールド樹脂 93 は、裏面ガラスコートリードフレーム 91 の裏面に約 1.5 mm オーバーハング 97 となっている。トランスファモールド樹脂 93 でリードフレーム 91 をかきしめて、防水を確実にするためである。パッケージの高さは、約 6 mm である。

【0023】

図 12 はエポキシ樹脂で封止する前のリードフレーム形状図である。図中の AA 断面を、樹脂封止、及び、冷却装置に取り付けた状態で示したのが、前述の図 9 である。IGBT 60, FWD 61 はリードフレームのコレクタパターン 120 に接着され、エミッタはアルミニウムワイヤ 68 でエミッタパターン 122 に接続されている。補助エミッタワイヤ 123, ゲートワイヤ 124 以外のアルミニウムワイヤは簡略化のため、一对の IGBT, FWD のみに描いている。前述のチップ抵抗 94 はゲートパターン 126 に接着され、補助エミッタワイヤ 123 はパターン 125 に接続されている。リードフレーム 4 隅の穴 121 はモジュール取付穴である。IGBT 60, FWD 61 の熱は、大きさ約 5 cm x 2 cm のコレクタパターン 120 全体に広がり、効率良く放熱できる為、低い熱抵抗を実現できる。

10

【0024】

本パッケージを回路ケース 96 に接着して、水路カバー 15 とで水路 95 を形成した。水路の厚さは 2 mm である。この水路 95 に、約 2 kg/cm² の水圧をかけたところ、パッケージ内部への冷却水の浸透は全く見られず、実用的な水圧では冷却水浸透の心配は無いことが分かった。また、これまでと同様に、流速 3 m/s で、IGBT 60 の熱抵抗を測定したところ、 $R_{th}(j-w) = 0.1 / W$ となり十分小さい熱抵抗を実現できた。また絶縁耐圧も、実施例 1 から 2 と同様に十分な値であった。

20

【0025】

(実施例 4)

図 10 に本実施例の断面構造模式図を示す。本実施例は、トランスファモールド樹脂 93 を絶縁に使用した。本実施例では、裏面に一切コーティングしていないリードフレーム 91 に IGBT 60, FWD 61, チップ抵抗 94 を搭載し、リードフレーム裏面を露出させて、樹脂 92 でトランスファモールドする。リードフレーム 91, はんだ 690 等は、実施例 3 と同一である。絶縁は、図示したように、トランスファモールド樹脂 93 で裏面全体を封止したトランスファモールド樹脂による絶縁層 101 を形成することを行っている。なお、図 10 では、トランスファモールド樹脂による絶縁層 101 の厚さは強調して表現しており、実際の厚さは約 0.2 mm である。本構造は、封止樹脂と絶縁樹脂を共通化して、製造コストを低減すると同時に、パッケージの防水性がより完全になる。

30

【0026】

本パッケージと回路ケース 96, 水路カバー 15 とで水路 95 を形成し、熱抵抗を測定すると、 $R_{th}(j-w) = 0.26 / W$ (流速: 3 m/s) であり、図 2 の従来技術の構造より低い熱抵抗である。

【0027】

(実施例 5)

図 11 に本実施例の断面構造模式図を示す。本実施例では、図 9 の構造に耐腐食性を達成する為の耐腐食コーティング層 110 を設けた他は、図 9 と同様である。耐腐食コーティング層 110 は、本実施例では膜厚 0.1 mm の銅箔 (C1020) であり、一般的に冷却水として用いられているエチレングリコール系の不凍液の場合、本コーティングで 15 年稼動した時の銅の溶出は無視出来るほど小さいと予測され、十分な耐腐食性が期待できる。熱抵抗は、銅の抵抗が無視できるほど小さい為、図 9 の場合と同じ値であった。

40

【0028】

【発明の効果】

本発明によれば、冷却水純度に対する配慮や絶縁距離に対する配慮が不要で、耐腐食性に優れ信頼性が高く、熱抵抗が十分低い、パワー半導体モジュールを提供できる。

【図面の簡単な説明】

50

- 【図 1】本発明のパワーモジュールの断面図である。
 【図 2】従来技術のパワーモジュールの断面図である。
 【図 3】別の従来技術のパワーモジュールの断面図である。
 【図 4】さらに別の従来技術のパワーモジュールの断面図である。
 【図 5】本発明のパワーモジュールの断面図である。
 【図 6】実施例 1 のパワーモジュールの断面図である。
 【図 7】図 6 のモジュールで水路を構成した場合の模式図である。
 【図 8】実施例 2 のパワーモジュールの断面図である。
 【図 9】実施例 3 のパワーモジュールの断面図である。
 【図 10】実施例 4 のパワーモジュールの断面図である。
 【図 11】実施例 5 のパワーモジュールの断面図である。
 【図 12】実施例 3 のリードフレーム平面模式図である。

10

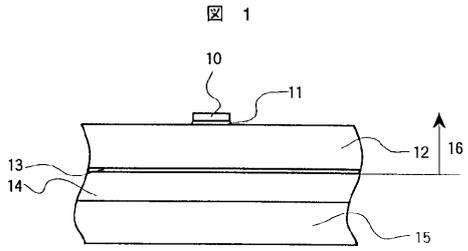
【符号の説明】

10...パワー半導体チップ、11, 25, 690...はんだ、12...ヒートシンク兼コレクタ、または、ドレイン、または、カソード電極、13...絶縁層、14, 73, 95...水路、15, 72...水路カバー、16, 29, 32...パワー半導体モジュール、20...銅板(回路パターン)、21...窒化アルミ、22...銅板、23...窒化アルミ基板、24...銅ベース、26...熱伝導グリース、27, 30, 40, 50, 82, 693...ヒートシンク、29, 31, 52, 66...フィン、51, 65, 90...低融点ガラス層、60...IGBTチップ、61...FWDチップ、62, 75, 81...インサートケース、63...エポキシ樹脂、64...シリコン接着材、67...N電極、68...アルミニウムワイヤ、69...プリント回路基板、70...ガスケット、71...モジュール締付け用銅板、74...IGBTモジュール、76...ヒートシンク/ケース境界層、80...高熱伝導樹脂シート、91...リードフレーム、92, 93...トランスファモールド樹脂、94...チップ抵抗、96...回路ケース、97...オーバーハング、101...トランスファモールド樹脂による絶縁層、110...耐腐食コーティング層、120...リードフレームコレクタパターン、121...モジュール取付穴、122...リードフレームエミッタパターン、123...補助エミッタアルミニウムワイヤ、124...ゲートアルミニウムワイヤ、125...リードフレーム補助エミッタパターン、126...リードフレームゲートパターン、691...フィン長さ、694...ヒートシンクのチップ搭載面、695...フィン幅、696...フィン間隔、697...ヒートシンク厚さ、698...ケース底面。

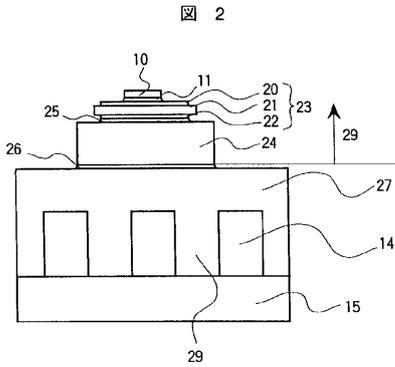
20

30

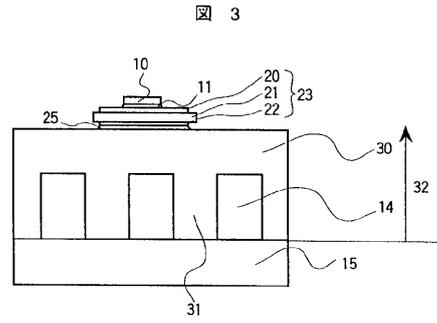
【 図 1 】



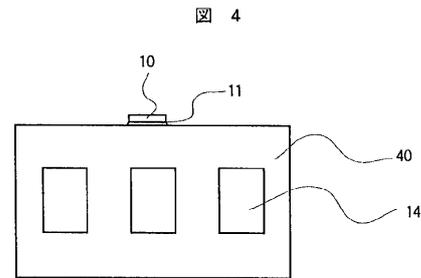
【 図 2 】



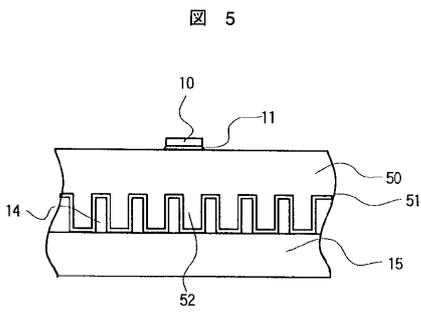
【 図 3 】



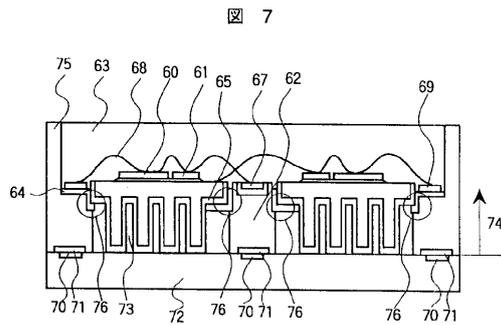
【 図 4 】



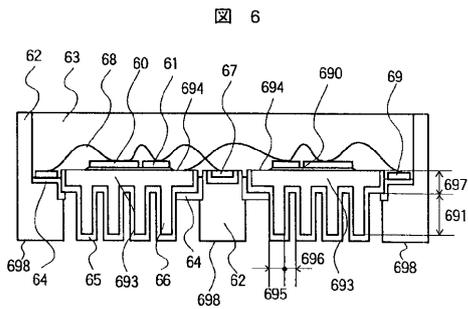
【 図 5 】



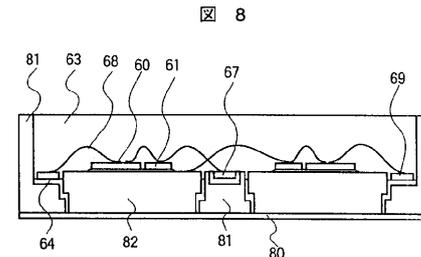
【 図 7 】



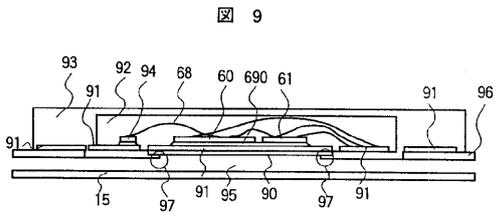
【 図 6 】



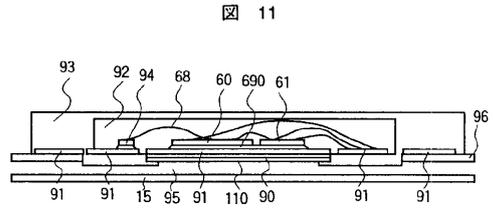
【 図 8 】



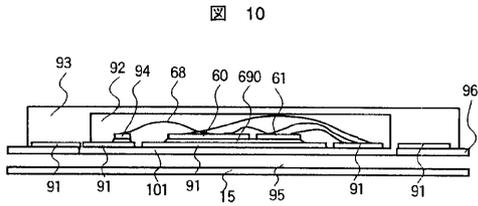
【 図 9 】



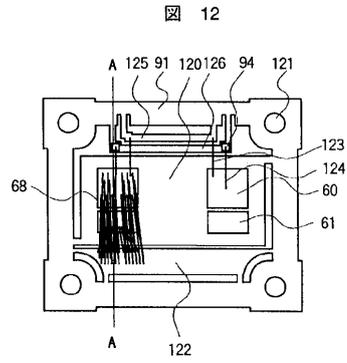
【 図 1 1 】



【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 隆一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

株式会社 日立製作所 日立研究所内

審査官 今井 淳一

(56)参考文献 特開平04-305965(JP,A)

特開2000-315757(JP,A)

特表平07-507658(JP,A)

特表平08-505985(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 25/07

H01L 25/18