

(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2004-104115  
(P2004-104115A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>		F I		テーマコード (参考)	
H O 1 L 23/36		H O 1 L 23/36		Z 5 E 3 2 2	
H O 1 L 23/373		H O 5 K 7/20		D 5 F O 3 6	
H O 1 L 25/10		H O 1 L 23/36		M	
H O 1 L 25/18		H O 1 L 25/10		Z	
H O 5 K 7/20					
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁)					
(21) 出願番号 特願2003-296793 (P2003-296793)		(71) 出願人 000005821			
(22) 出願日 平成15年8月20日 (2003. 8. 20)		松下電器産業株式会社			
(31) 優先権主張番号 特願2002-241235 (P2002-241235)		大阪府門真市大字門真1006番地			
(32) 優先日 平成14年8月21日 (2002. 8. 21)		(74) 代理人 100062926			
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)		弁理士 東島 隆治			
		(74) 代理人 100113479			
		弁理士 大平 覺			
		(72) 発明者 松尾 光洋			
		大阪府門真市大字門真1006番地 松下			
		電器産業株式会社内			
		(72) 発明者 半田 浩之			
		大阪府門真市大字門真1006番地 松下			
		電器産業株式会社内			
最終頁に続く					

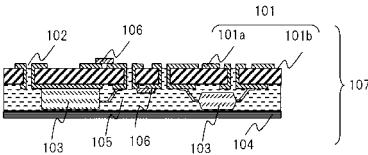
(54) 【発明の名称】 パワーモジュール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 放熱性が良好で耐熱信頼性の高いパワーモジュールを提供する。

【解決手段】 本発明のパワーモジュールは、電子部品を搭載し、前記電子部品と共に電力変換回路を構成する回路基板と、ヒートシンクと、前記電子部品の中で発熱量が大きい複数の素子と前記ヒートシンクとの間に配置され、前記発熱量が大きい複数の素子のそれぞれの少なくとも一部を埋め込み且つ前記発熱量が大きい複数の素子から前記ヒートシンクに熱を伝導する絶縁性と高熱伝導性とを有する部材と、を有する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電子部品を搭載し、前記電子部品と共に電力変換回路を構成する回路基板と、  
ヒートシンクと、

前記電子部品の中で発熱量が大きい複数の素子と前記ヒートシンクとの間に配置され、  
前記発熱量が大きい複数の素子のそれぞれの少なくとも一部を埋め込み且つ前記発熱量が  
大きい複数の素子から前記ヒートシンクに熱を伝導する絶縁性と高熱伝導性とを有する部  
材と、

を有することを特徴とするパワーモジュール。

## 【請求項 2】

10

前記部材は、素子と接していない部分において前記回路基板との間に空隙を有し、その部  
分における前記部材の厚さがほぼ一定であることを特徴とする請求項 1 に記載のパワーモ  
ジュール。

## 【請求項 3】

前記ヒートシンクは凹部を有し、前記部材が前記凹部に充填されていることを特徴とする  
請求項 1 に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 4】

前記部材が、熱硬化性樹脂及び無機フィラーを主成分とすることを特徴とする請求項 1 に  
記載のパワーモジュール。

## 【請求項 5】

20

前記回路基板の、前記ヒートシンクと対向する面には、低背部品が実装されていることを  
特徴とする請求項 1 に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 6】

前記回路基板の両面にそれぞれ前記ヒートシンク及び前記部材を有することを特徴とする  
請求項 1 に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 7】

回路基板の少なくとも第 1 の面に電子部品を実装する実装工程と、

前記回路基板の第 1 の面に、絶縁性と高熱伝導性とを有する未硬化の部材と、ヒートシ  
ンクとを積層した積層体を形成する積層工程と、

前記積層体を加圧し且つ加熱して、前記部材を硬化させ、且つ前記回路基板、前記部材  
及び前記ヒートシンクを接着する接着工程と、

30

を有することを特徴とするパワーモジュールの製造方法。

## 【請求項 8】

回路基板の両面に電子部品を実装する実装工程と、

前記回路基板の両面に、絶縁性と熱伝導性とを有する未硬化の部材と、ヒートシンクと  
を積層した積層体を同時に形成する積層工程と、

前記積層体を加圧し且つ加熱して、前記部材を硬化させ、且つ前記回路基板、前記部材  
及び前記ヒートシンクを接着する接着工程と、

を有することを特徴とするパワーモジュールの製造方法。

## 【請求項 9】

40

前記接着工程において、前記部材が前記電子部品と接していない部分において前記部材と  
前記回路基板との間に空隙を残し、且つその部分における前記部材の厚さをほぼ一定とす  
ることを特徴とする請求項 7 に記載のパワーモジュールの製造方法。

## 【請求項 10】

前記回路基板が多層基板であって、

前記接着工程の前に、前記回路基板の第 2 の面に粘着性を有する薄膜を接着する第 2 の  
接着工程を有し、

前記接着工程の後に、前記薄膜を剥離する剥離工程を有する、

ことを特徴とする請求項 7 に記載のパワーモジュールの製造方法。

## 【請求項 11】

50

前記剥離工程の後に、前記回路基板の第２の面に部品を実装する第２の実装工程を更に有することを特徴とする請求項１０に記載のパワーモジュールの製造方法。

【請求項１２】

前記ヒートシンクは、前記回路基板と対向する面に凹部を有し、

前記積層工程において、前記凹部に未硬化の前記部材を充填して、前記回路基板の第１の面に、前記部材と前記ヒートシンクとを積層した積層体を形成することを特徴とする請求項７に記載のパワーモジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

10

本発明は、オンボードタイプのパワーモジュールに関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、市場の軽薄短小の要求に応えた電子機器を開発する上で、基板に高密度に実装されている発熱部品（例えば半導体素子等の電子部品）の放熱対策が重要となってきた。特にパワーモジュールにおいては、部品の放熱が不十分であれば部品の信頼性に支障をきたす恐れがある故に、高密度に実装された電力変換素子等の発熱による温度上昇を抑える放熱対策が極めて重要である。

【０００３】

従来のパワーモジュールは、放熱対策として、ファンによる強制空冷方式、又は発熱部品上に熱伝導性の良いヒートシンクを押し当てて発熱部品からの熱をヒートシンクに効率良く伝達して冷却する伝熱冷却方式等を採用していた。

20

【０００４】

パワーモジュールの回路基板上には、ＭＯＳＦＥＴ（ＭＯＳ（メタルオキシド半導体）電界効果トランジスタ）、トランス、チョーク、電源回路用ＩＣ等の種々の放熱を必要とする電子部品が実装されている。個々の電子部品は形状、高さが異なり、各部品間に段差が生じる。各部品の高さ及び各部品の回路基板上の取り付け高さにはバラツキがある。そのため、ヒートシンクを複数の発熱部品に押し当てても、全ての部品について部品とヒートシンクとを均一に密着させることは困難である。よって発熱部品間の段差と高さのバラツキとを吸収して、放熱を必要とする電子部品とヒートシンクとを密着させて両者の熱伝導を確保する必要がある。

30

【０００５】

この問題を解決するために、特許第２５３６６５７号公報に、多層基板上に搭載されている部品の位置及び高さに合わせて、その部品を収納する凹部を形成したヒートシンクを有する従来例の電気装置が記載されている。以下特許第２５３６６５７号公報に掲載された従来例の電気装置を説明する。図１９は上記特許公報に掲載された回路基板の断面図である。

【０００６】

図１９において、回路基板２１には導体２１ａが所定パターンで設けられている。発熱量の多い電気部品である抵抗２２、特に発熱量が多いセメント抵抗２３、発熱量が少ない電気部品である電解コンデンサ２６、発熱量が多いパワーモジュール２７等が回路基板２１に半田付け２５されている。２０はアルミダイキャストで製作された基台である。基台２０には、回路基板２１上の各部品２２、２３、２６、２７と基台２０との間の隙間が実質的に同一となるよう、各部品の位置、高さ、形状に応じて制御部品挿入用のくぼみ部２０ａが設けられている。

40

【０００７】

セメント抵抗２３とくぼみ部２０ａとの間に、セメント抵抗２３の外形状と同形状を呈する銅製カバー２８が介在している。発熱量が大きい抵抗２２、セメント抵抗２３及びパワーモジュール２７と、基台２０との間の各隙間（くぼみ部２０ａ）には、高熱伝導性の樹脂２９が充填されている。発熱量の少ない電解コンデンサ２６と基台２０との間の隙間

50

(くぼみ部 20a) には、断熱性樹脂 30 が充填されている。

【0008】

31 は各部品の端子部、32 は端子部 31 と回路基板 21 の導体 21a とを電氣的接合するためナット、33 は端子部 31 と回路基板 21 の導体 21a とを電氣的接続するための止めねじ、34 は回路基板 21 を基台 20 上に保持する保持材である。

【0009】

すなわち、従来例の電気装置においては、発熱量の多い背丈の高い部品と低い部品とが、均等にヒートシンクに接する故に、効率よく熱を伝達することが可能となっていた。

【特許文献 1】特許第 2536657 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、従来例においては、ヒートシンクの構造が複雑になるという問題があった。回路基板上に実装されているさまざまな高さ形状の部品に合わせて、大きな段差から微細な段差までのすべての段差に対応した凹凸を有するヒートシンクを設計しなければならない。複雑な形状のヒートシンクの金型は高価である。形状が非常に複雑であれば、金型から取り出したアルミダイキャストを後加工する必要がある。回路基板のパターンとそれに取り付ける部品が全て決まった後でなければヒートシンクを設計することが出来ず、且つ複雑なヒートシンクの金型製作に要する期間が長い故に、商品の発売が遅くなる。一旦ヒートシンクの形状を定めたならば、多層基板上の電子部品の変更、配置変更が困難になる。これらの問題により、開発期間の長期化、生産コストの増大を招いていた。

【0011】

本発明は、放熱性が良好で耐熱信頼性が高く、安価で生産性の高い構成を有するパワーモジュールを提供することを目的とする。

本発明は、汎用のヒートシンク又は簡単な形状のヒートシンクにより、回路基板上に取り付けた種々の高さを有する部品が発生する熱を効率的に冷却するパワーモジュールを提供することを目的とする。

本発明は、放熱部材の小型化・軽量化により、重量の軽いパワーモジュール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】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明は以下の構成を有する。請求項 1 に記載の発明は、電子部品を搭載し、前記電子部品と共に電力変換回路を構成する回路基板と、ヒートシンクと、前記電子部品の中で発熱量が大きい複数の素子と前記ヒートシンクとの間に配置され、前記発熱量が大きい複数の素子のそれぞれの少なくとも一部を埋め込み且つ前記発熱量が大きい複数の素子から前記ヒートシンクに熱を伝導する絶縁性と高熱伝導性とを有する部材と、を有することを特徴とするパワーモジュールである。

【0013】

本発明は、実装されている放熱を必要とする電子部品からの発生熱を、高熱伝導部材（例えば樹脂部材）、ヒートシンクを介して良好に伝熱するパワーモジュールを実現出来るという作用を有する。これによって部品の温度上昇を抑制できる。

本発明によれば、多層基板上に実装されている部品形状にあわせた凹凸をヒートシンクの表面に形成する必要もない故に、安価な汎用のヒートシンク（例えば一方の面に放熱フィンが付いており、その反対の面が平らな引き物の汎用ヒートシンク）又は簡単な形状（例えばアルミ板を折り曲げた形状）のヒートシンクを使用することが出来る。ヒートシンクに特殊な加工を施す必要がないので、高い生産性を有する安価なパワーモジュールを実現出来る。

安価なヒートシンクと種々の高さを有する発熱部品との間を高熱伝導性を有する部材（例えば樹脂部材）で固定することにより、任意の高さの部品の発熱を高い信頼性を持って（部品と高熱伝導性部材とが確実に密着し、高熱伝導性部材とヒートシンクとが確実に密

10

20

30

40

50

着する。) 効率的にヒートシンクに伝えることが出来る。

ヒートシンクの形状を回路基板上の部品の配置、形状及び大きさ等に応じて変更する必要がない。ヒートシンクの設計又は金型製作に長い期間を要することがない故に、パワーモジュールの開発スピードを早めることが出来る。

本発明は、放熱性が良好で耐熱信頼性が高く、安価で生産性の高い構成を有するパワーモジュールを実現出来るという作用を有する。

本発明は、汎用のヒートシンク又は簡単な形状のヒートシンクにより、回路基板上に取り付けた種々の高さを有する部品が発生する熱を効率的に冷却するパワーモジュールを実現出来るという作用を有する。

【0014】

10

請求項2に記載の発明は、前記部材は、素子と接していない部分において前記回路基板との間に空隙を有し、その部分における前記部材の厚さがほぼ一定であることを特徴とするパワーモジュールである。

【0015】

電子部品の小型化及び回路基板の部品実装の高密度化が進むにつれて、部材と基板との境界部分にボイドが残り、ボイドに起因して発熱量が大きい電子部品と部材との密着性が十分にとれないという問題が発生する恐れがあった。本発明によれば、部材と回路基板との間に空隙がある故に、ボイドが残る恐れはない。本発明は、発熱量が大きい電子部品と部材との密着性を確保し、信頼性の高いパワーモジュールを実現できるという作用を有する。

20

【0016】

請求項3に記載の発明は、前記ヒートシンクは凹部を有し、前記部材が前記凹部に充填されていることを特徴とするパワーモジュールである。凹部に未硬化の部材(例えば樹脂)を流し込むことにより、その部材が流出することなく、発熱部品をその部材に埋め込むことが出来る。

【0017】

請求項4に記載の発明は、前記部材が、熱硬化性樹脂及び無機フィラーを主成分とすることを特徴とするパワーモジュールである。

高い熱伝導率を有する熱硬化性樹脂組成物を部材として電子部品に密着させることにより、放熱を必要とする電子部品の熱抵抗を低減出来る。高い熱伝導率を有する部材とヒートシンクとを接着し一体化することで部材とヒートシンク間の接触熱抵抗を低減出来る。これにより、放熱性に優れたパワーモジュールを提供することができる。

30

【0018】

請求項5に記載の発明は、前記回路基板の、前記ヒートシンクと対向する面には、低背部品が実装されていることを特徴とするパワーモジュールである。

これにより、良好な放熱特性を有し、且つ厚さの薄いパワーモジュールを実現出来る。部品の高さばらつきを低減することで、部品とヒートシンクとの間隔が、ほぼ均一となり、放熱の偏りを無くすることが可能である。

【0019】

請求項6に記載の発明は、前記回路基板の両面にそれぞれ前記ヒートシンク及び前記部材を有することを特徴とするパワーモジュールである。本発明は、両面において放熱が良好なパワーモジュールを実現できるという作用を有する。

40

【0020】

請求項7に記載の発明は、回路基板の少なくとも第1の面に電子部品を実装する実装工程と、前記回路基板の第1の面に、絶縁性と高熱伝導性とを有する未硬化の部材と、ヒートシンクとを積層した積層体を形成する積層工程と、前記積層体を加圧し且つ加熱して、前記部材を硬化させ、且つ前記回路基板、前記部材及び前記ヒートシンクを接着する接着工程と、を有するパワーモジュールの製造方法である。

【0021】

本発明は、放熱性が良好で耐熱信頼性が高く、安価で生産性の高い構成を有するパワー

50

モジュールの製造方法を実現出来るという作用を有する。

本発明は、汎用のヒートシンク又は簡単な形状のヒートシンクにより、回路基板上に取り付けた種々の高さを有する部品が発生する熱を効率的に冷却するパワーモジュールの製造方法を実現出来るという作用を有する。

【 0 0 2 2 】

請求項 8 に記載の発明は、回路基板の両面に電子部品を実装する実装工程と、前記回路基板の両面に、絶縁性と熱伝導性とを有する未硬化の部材と、ヒートシンクとを積層した積層体を同時に形成する積層工程と、前記積層体を加圧し且つ加熱して、前記部材を硬化させ、且つ前記回路基板、前記部材及び前記ヒートシンクを接着する接着工程と、を有することを特徴とするパワーモジュールの製造方法である。

10

【 0 0 2 3 】

本発明は、放熱性が良好で耐熱信頼性が高く、回路基板の両面に電子部品を実装したパワーモジュールの安価で工数の少ない製造方法を実現出来るという作用を有する。

【 0 0 2 4 】

請求項 9 に記載の発明は、前記接着工程において、前記部材が前記電子部品と接していない部分において前記部材と前記回路基板との間に空隙を残し、且つその部分における前記部材の厚さをほぼ一定とすることを特徴とするパワーモジュールの製造方法である。

【 0 0 2 5 】

熱伝導性の部材内部に残った空気が、熱伝導性の部材と回路基板の表面との間の空隙から確実に抜ける故に、部材の中にボイドが残らず、電子部品と高熱伝導性の部材 1 0 5 とが均一に密着する。本発明は、回路基板上に取り付けた種々の高さを有する部品が発生する熱を効率的に冷却するパワーモジュールの信頼性の高い製造方法を実現出来るという作用を有する。

20

回路基板の両面について本発明を適用することにより、回路基板の両面への積層を同時に高い信頼性を持って行うことが出来る。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 0 に記載の発明は、前記回路基板が多層基板であって、前記接着工程の前に、前記回路基板の第 2 の面に粘着性を有する薄膜を接着する第 2 の接着工程を有し、前記接着工程の後に、前記薄膜を剥離する剥離工程を有する、ことを特徴とするパワーモジュールの製造方法である。

30

【 0 0 2 7 】

多層基板のスルーホールを通じて、未硬化の部材（例えば樹脂）が流出することを防止出来る。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 1 に記載の発明は、前記剥離工程の後に、前記回路基板の第 2 の面に部品を実装する第 2 の実装工程を更に有することを特徴とするパワーモジュールの製造方法である。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 2 に記載の発明は、前記ヒートシンクは、前記回路基板と対向する面に凹部を有し、前記積層工程において、前記凹部に未硬化の前記部材を充填して、前記回路基板の第 1 の面に、前記部材と前記ヒートシンクとを積層した積層体を形成することを特徴とするパワーモジュールの製造方法である。

40

部材が流出することなく、発熱部品をその部材に埋め込むことが出来る。

【発明の効果】

【 0 0 3 0 】

本発明によれば、放熱性が良好で耐熱信頼性が高く、安価で生産性の高い構成を有するパワーモジュールを実現出来るという有利な効果が得られる。

本発明によれば、汎用のヒートシンク又は簡単な形状のヒートシンクにより、回路基板上に取り付けた種々の高さを有する部品が発生する熱を効率的に冷却するパワーモジュールを実現出来るという有利な効果が得られる。

50

本発明によれば、放熱部材の小型・軽量化により、重量の軽いパワーモジュールを実現出来るという有利な効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下本発明の実施をするための最良の形態を具体的に示した実施の形態について、図面とともに記載する。

【実施例1】

【0032】

図1を用いて実施例1のパワーモジュールを説明する。

図1は、本発明の実施例1のパワーモジュールの構成を示す断面図である。図1において、107は本発明の実施例1のパワーモジュールである。パワーモジュール107は、スルーホール102を有する多層基板101、放熱を必要とする電子部品103（それぞれ任意の異なる高さを有する。）、ヒートシンク104、高熱伝導性の部材105、電子部品106を有する。 10

【0033】

本実施例のパワーモジュールは、多層基板101、高熱伝導性の部材105、ヒートシンク104の3層から成る。多層基板101は、絶縁基板101bに電子部品103、106を実装している。多層基板101の一方の面は、パワー半導体素子を用いた電力変換回路やそれを駆動させるための制御回路などの放熱を必要とする電子部品103が配置されている。高熱伝導性の部材105は、放熱を必要とする電子部品103を包んでいる（埋め込んでいる）。ヒートシンク104は、放熱を必要とする電子部品103で発生した熱を外部に放出する。 20

【0034】

放熱を必要とする電子部品103で発生した熱は高熱伝導性の部材105に拡散された後、ヒートシンク104に伝わり、ヒートシンク104から空気中へ放熱される。

【0035】

本実施例の構成によれば、特に発熱量の大きい放熱を必要とする電子部品103が実装されている多層基板101の一方の面に、高熱伝導性の部材105を介してヒートシンク104を固着する。放熱を必要とする電子部品103から発せられる熱を、ヒートシンク104に効率よく伝達することができる。 30

【0036】

多層基板101は、絶縁基板101bと、その両面に形成された導体回路パターン101aとを有する。絶縁基板101bの両面の導体回路パターン101aは、スルーホール102によって電氣的に接続されている。絶縁基板101bの材質は、例えばガラス織布にエポキシ樹脂を含浸したガラス-エポキシ基板やセラミック基板である。本実施例において多層基板101は、図1に示すように絶縁基板101bの両面に導体回路パターン101aを設けた両面基板である。多層基板101は、さらに多層の基板又は片面基板であっても良い。絶縁基板101bの厚み方向における電気接続は、スルーホールに限定するものではなく、全層I/VH構造（インターステシャルビアホール構造）を用いてもよい。

【0037】

放熱を必要とする電子部品103は、例えばMOSFET、IGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）、ショットキーバリアダイオード等のパワー半導体素子、及びトランスや抵抗体等の受動素子である。 40

【0038】

ヒートシンク104は、高い熱伝導率を有するアルミニウム又は銅で構成されることが好ましい。銅は特に熱伝導性に優れ、良好な放熱特性を得ることができる。アルミニウムは、安価で高い熱伝導率を有し軽量である。

【0039】

高熱伝導性の部材105は、未硬化状態の熱硬化性樹脂と無機フィラーを主成分とする絶縁物で構成されている。これにより、発熱部品103からヒートシンク104までの熱 50

伝導度を良好に実現でき、放熱特性が良好になる。

【0040】

好ましくは、高熱伝導性の部材105に含まれる熱硬化性樹脂は、高温時においても優れた電気絶縁性を有するエポキシ系樹脂、フェノール系樹脂及びシアネート系樹脂の中の少なくとも1種類の樹脂を有する。特にエポキシ系樹脂は、半導体封止樹脂や回路基板等で広く使用されているように、電氣的絶縁性ばかりでなく、耐薬品性、機械的性能（強度等）に優れている。

【0041】

好ましくは無機フィラーは、アルミナ、シリカ、マグネシア、窒化アルミニウム及び窒化ホウ素から選ばれた少なくとも1種の粉末を有する。アルミナ、窒化アルミニウムを無機フィラーとして用いた場合には、高熱伝導性の部材105を熱伝導性に優れたものとすることができる。マグネシアは、部材105の熱伝導度を高め、かつ熱膨張係数を大きくすることができる。シリカ（特に、非晶質シリカ）は、軽量で誘電率が小さい部材105を実現し、部材105の熱膨張係数を小さくできる。無機フィラーの添加量は、絶縁シート材（高熱伝導性の部材105）全体の70～95重量％程度が好ましい。良好な熱伝導性を要求される回路基板においては、88重量％以上の高い無機フィラー充填量にすることが更に好ましい。絶縁シート材105は、特に限定されるものではなく、ドクターブレード法や押し出し成形法などの工法により製造される。

【0042】

パワーモジュール107において、ヒートシンク104と対向する回路基板の面に実装されている部品は、全て低背部品であることが好ましい。部品を全て低背部品にして部品間の高さの高低差のばらつきを少なくすることにより、多層基板101とヒートシンク104との間に配置された高熱伝導性の部材105の厚さを薄く出来る。これにより発熱部品に無理な荷重がかかることを防止し、発熱部品103が実装された多層基板101の導体回路パターン101aが破損し又は導体回路パターン101aにクラック等が生じることを防止する。また、多層基板101からヒートシンク104までの厚さを薄く出来るので、軽く薄いパワーモジュールを実現出来る。

【0043】

本実施例のパワーモジュールによれば、多層基板101上に実装されている放熱を必要とする電子部品103が発生する熱を、高熱伝導性の部材105によってヒートシンク104に効率良く伝達することができる。ヒートシンク104と高熱伝導性の部材105間を強固に接着することにより、ヒートシンク104と高熱伝導性の部材105との接触熱抵抗を低減できる。高熱伝導性の部材105は、パワー半導体からの熱をヒートシンク104に効率良く伝達することが可能である。これによって、部品の温度上昇を低く抑えることが可能である。

【0044】

本実施例のパワーモジュールによれば、製造時に（後述）高熱伝導性の部材105内部に生じたボイドの中の空気が、スルーホール102及び高熱伝導性の部材105の側面から抜けるため、放熱を必要とする電子部品103と高熱伝導性の部材105とが均一に密着する。

【0045】

また、多層基板101に形成されているスルーホール102の一部に高熱伝導性の部材105を充填し、多層基板101と高熱伝導性の部材105とを一体化することで、高熱伝導性の部材105と多層基板101とを接着出来る。ヒートシンク104と多層基板101とをネジ止めするような固着方法を必要としない。

【実施例2】

【0046】

図2を用いて実施例2のパワーモジュールを説明する。

図2は、本発明の実施例2のパワーモジュールの構成を示す断面図である。図2において、207は実施例2のパワーモジュールである。本実施例のパワーモジュール207は

10

20

30

40

50



、スルーホール 102 を有する多層基板 101、放熱を必要とする電子部品 103 (それぞれ任意の異なる高さを有する。)、ヒートシンク 104、高熱伝導性の部材 105、電子部品 106 を有する。

【0047】

実施例 2 のパワーモジュールが実施例 1 のパワーモジュールと異なる点は、放熱を必要とする電子部品 103 の表面を一部だけ部材 105 の中に埋め込むように高熱伝導性の部材 105 が形成されており、高熱伝導性の部材 105 と多層基板 101 の表面との間に空隙を設けてある点である。高熱伝導性の部材 105 は、放熱を必要とする電子部品 103 が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。これ以外は、実施例 2 のパワーモジュールは実施例 1 のパワーモジュールと同様である。

10

【0048】

電子部品 103 及び 106 が小型化し、それらの実装が高密度化すると、高熱伝導性の部材 105 内部の小さなボイドを、確実に除去する必要がある。本実施例のパワーモジュール 207 によれば、製造時に (後述) 高熱伝導性の部材 105 内部に生じたボイドの中の空気が、スルーホール 102 及び高熱伝導性の部材 105 と多層基板 101 の表面との間の空隙から確実に抜けるため、放熱を必要とする電子部品 103 と高熱伝導性の部材 105 とが確実に且つ均一に密着する。

【0049】

図 2 に示す構成により、実施例 2 のパワーモジュールは、放熱を必要とする電子部品 103 の表面から高熱伝導性の部材 105 を介してヒートシンク 104 に効率良く熱を伝えることが出来る。また、実施例 1 に比べて使用する高熱伝導性の部材 105 の量が少ないので、コスト削減と軽量化が図れる。

20

【0050】

本実施例のパワーモジュール 207 によれば、製造時に (後述) 高熱伝導性の部材 105 が、スルーホール 102 を伝わって多層基板 101 の一方の面から別の面に流れ込まない。

【0051】

パワーモジュール 207 を組み込んだ装置において、高熱伝導性の部材 105 と多層基板 101 の表面との間の空隙に、高熱伝導性の部材 105 に沿って、ファン (図示しない。) から空気を送り込み、放熱を必要とする電子部品 103 が放出した熱を排出する構成としても良い。

30

【実施例 3】

【0052】

図 3 を用いて実施例 3 のパワーモジュールを説明する。

図 3 は、本発明の実施例 3 のパワーモジュールの構成を示す断面図である。図 3 において、307 は本実施例のパワーモジュールである。実施例 3 のパワーモジュール 307 は、スルーホール 102 を有する多層基板 101、放熱を必要とする電子部品 103 (それぞれ任意の異なる高さを有する。)、ヒートシンク 104、高熱伝導性の部材 105、電子部品 106 を有する。

【0053】

本実施例のパワーモジュールが、実施例 1 と異なる点は、ヒートシンク 104 を凹形状とし、放熱を必要とする電子部品 103 を包む (埋め込む) 高熱伝導性の部材 105 をヒートシンク 104 で囲い込んだ点である。このように構成することにより、放熱を必要とする部品 103 から発せられる熱は、ヒートシンク 104 に効率よく伝達される。製造時に (後述) 未硬化の部材 105 をヒートシンク 104 の凹部に充填することにより、部材 105 の流出を防止できる。

40

【0054】

また、多層基板 101 にスルーホール 102 が形成されている場合、高熱伝導性の部材 105 と多層基板 101 に形成されているスルーホール 102 との間を、部分的に高熱伝導性の部材 105 によって充填し、一体化することで、高熱伝導性の部材 105 と多層基

50

板 1 0 1 との接着が可能となり、ヒートシンク 1 0 4 と多層基板 1 0 1 とをネジ止めするような固着方法を必要としない。

【実施例 4】

【0055】

図 4 を用いて図 1 で示した実施例 1 のパワーモジュール 1 0 7 の製造方法を説明する。

図 4 は、図 1 に示すパワーモジュール 1 0 7 の実施例 4 の製造方法を示す工程図である。

図 4 ( a ) に示す第 1 の工程で、多層基板 1 0 1 の 1 つの面に放熱を必要とする電子部品 1 0 3 を含む電子部品を実装する。放熱を必要とする電子部品 1 0 3 は、例えば MOS FET、IGBT、ショットキーバリアダイオード等のパワー半導体素子、又はトランスや抵抗体等の受動素子である。多層基板 1 0 1 の他の面（電子部品 1 0 3 を実装していない面）に、粘着性を有する有機フィルム 1 0 8 を接着する。これにより、後の工程で高熱伝導性の部材 1 0 5 を配置するとき、未硬化の高熱伝導性の部材 1 0 5 が多層基板 1 0 1 のスルーホールを伝わって多層基板 1 0 1 の他の面から流出することを防止する。

10

【0056】

次に、図 4 ( b ) に示す第 2 の工程で、多層基板 1 0 1 の放熱を必要とする電子部品 1 0 3 を実装した面上に、シート状の未硬化の高熱伝導性の部材 1 0 5 と、一様な厚みを有するヒートシンク 1 0 4 とを配置する。この工程では、高熱伝導性の部材 1 0 5 とヒートシンク 1 0 4 は分離しており、上から順番にヒートシンク 1 0 4、シート状の未硬化の高熱伝導性の部材 1 0 5、多層基板 1 0 1 の順番に並んだ状態とする。高熱伝導性の部材 1 0 5 の材質は、実施例 1 において詳細に説明した。

20

【0057】

ヒートシンク 1 0 4 は、実施例 1 で説明したように、例えばアルミニウム板、銅板などである。ヒートシンク 1 0 4 の表面に、粗面化処理を施すことが好ましい。粗面化処理の方法としては、例えば、酸化アルミニウムなどの粉末を圧縮空気とともにヒートシンク表面に吹き付ける方法が挙げられる。ヒートシンク表面を粗面化することにより、高熱伝導性の部材 1 0 5 とヒートシンクとの接着強度を増すことが出来る。粗面化によりヒートシンクの表面積が増大し、アンカー効果によって接着強度が増すからである。これにより、ヒートシンク 1 0 4 と高熱伝導性の部材 1 0 5 との接触熱抵抗を低減でき、パワー半導体からの熱を高熱伝導性の部材 1 0 5 を通じてヒートシンク 1 0 4 に効率良く伝達することが出来る。

30

【0058】

次に、図 4 ( c ) に示す第 3 の工程で、多層基板 1 0 1 と高熱伝導性の部材 1 0 5 とヒートシンク 1 0 4 を積層して積層体 4 0 1 を作成する。その後、積層体 4 0 1 を、面方向に（図 4 の上下方向に）加圧し、加熱することで、高熱伝導性の部材 1 0 5 を硬化させ、放熱を必要とする電子部品 1 0 3、高熱伝導性の部材 1 0 5 及びヒートシンク 1 0 4 の相互の接着を行う。このとき、多層基板 1 0 1 に実装した放熱を必要とする電子部品 1 0 3 を、高熱伝導性の部材 1 0 5 に埋め込まれた状態にする。

【0059】

最後に、図 4 ( d ) に示す第 4 の工程で、有機フィルム 1 0 8 を剥離して、多層基板 1 0 1 の上の有機フィルム 1 0 8 を接着していた側の面に電子部品 1 0 6 を実装して、パワーモジュール 1 0 7 を完成させる。

40

【0060】

実施例 4 の第 3 の工程（図 4 ( c )）で、積層体 4 0 1 を面方向に加熱し且つ加熱するので、未硬化の部材 1 0 5 内部のボイドの中の空気がスルーホール 1 0 2 及び部材 1 0 5 の側面（加圧方向に直交する方向）から抜け、電子部品 1 0 3 を部材 1 0 5 に確実に密着させることができる。

【実施例 5】

【0061】

図 5 を用いて図 1 で示した実施例 1 のパワーモジュール 1 0 7 の他の製造方法を説明する。図 5 は、図 1 に示すパワーモジュール 1 0 7 の実施例 5 の製造方法を示す工程図であ

50

る。

図5(a)に示す第1の工程で、多層基板101の1つの面に放熱を必要とする電子部品103を含む電子部品を実装する。放熱を必要とする電子部品103は、例えばMOSFET、IGBT、ショットキーバリアダイオード等のパワー半導体素子、又はトランスや抵抗体等の受動素子である。多層基板101の他の面(電子部品103を実装していない面)に、粘着性を有する有機フィルム108を接着する。

#### 【0062】

次に、図5(b)に示す第2の工程で、一様な厚みを有するヒートシンク104に、少なくとも無機フィラーと熱硬化性樹脂から構成される未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材105を一定厚みになるように印刷する。

10

#### 【0063】

高熱伝導性の部材105は、3本ロールにより無機フィラーと液状の熱硬化性樹脂を混合しペースト状とする。この高熱伝導性の部材105は、塗布するに適切な粘度を有する場合には、そのままペーストとして用いることができる。また、高熱伝導性の部材105の粘度が高い場合には、後工程において揮発することが可能な溶媒を混合して、適当な粘度に調整して塗布することが可能である。溶媒としては、沸点が熱硬化性樹脂の硬化温度よりも低い溶媒を使用する。高熱伝導性の部材105を印刷する方法としては、例えば、メタルマスク印刷法、スクリーン印刷法などがある。

#### 【0064】

次に、図5(c)に示す第3の工程で、高熱伝導性の部材105を形成したヒートシンク104と、放熱を必要とする電子部品103を実装した多層基板101とを、それぞれ高熱伝導性の部材105と放熱を必要とする電子部品103とが間に挟まれるように積層する。ヒートシンク104、高熱伝導性の部材105、多層基板101をこの順に積層した積層体501を形成した後、積層体501を面方向に(図5の上下方向に)加圧し、加熱することで、高熱伝導性の部材105を硬化させ、放熱を必要とする電子部品103、高熱伝導性の部材105及びヒートシンク104の相互の接着を行う。

20

#### 【0065】

最後に、図5(d)に示す第4の工程で、有機フィルム108を剥離して、多層基板101の上の有機フィルム108を接着していた側の面に電子部品106を実装して、パワーモジュール107を完成させる。

30

#### 【0066】

実施例5の第3の工程(図5(c))で、積層体501を面方向に加熱し且つ加熱するので、未硬化の部材105内部のボイドの中の空気がスルーホール102及び部材105の側面(加圧方向に直交する方向)から抜け、電子部品103を部材105に確実に密着させることができる。

#### 【実施例6】

#### 【0067】

図6を用いて図2で示した実施例2のパワーモジュール207の製造方法を説明する。図6は、図2に示すパワーモジュール207の実施例6の製造方法を示す工程図である。

図6(a)に示す第1の工程で、多層基板101の1つの面に放熱を必要とする電子部品103を含む電子部品を実装する。放熱を必要とする電子部品103は、例えばMOSFET、IGBT、ショットキーバリアダイオード等のパワー半導体素子、又はトランスや抵抗体等の受動素子である。実施例6においては、有機フィルム108を接着しなくても良い。

40

#### 【0068】

次に、図6(b)に示す第2の工程で、一様な厚みを有するヒートシンク104に、少なくとも無機フィラーと熱硬化性樹脂から構成される未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材105を一定厚みになるように印刷する。未硬化状態の高熱伝導性の部材105の製造方法については実施例5において詳細に説明した。

#### 【0069】

50

次に、図 6 ( c ) に示す第 3 の工程で、高熱伝導性の部材 1 0 5 を形成したヒートシンク 1 0 4 と、放熱を必要とする電子部品 1 0 3 を実装した多層基板 1 0 1 とを、それぞれ高熱伝導性の部材 1 0 5 と放熱を必要とする電子部品 1 0 3 とが間に挟まれるように積層する。ヒートシンク 1 0 4、高熱伝導性の部材 1 0 5、多層基板 1 0 1 をこの順に積層した積層体 6 0 1 を形成した後、積層体 6 0 1 を面方向に ( 図 6 の上下方向に ) 加圧し、加熱することで、高熱伝導性の部材 1 0 5 を硬化させ、放熱を必要とする電子部品 1 0 3、高熱伝導性の部材 1 0 5 及びヒートシンク 1 0 4 の相互の接着を行う。

#### 【 0 0 7 0 】

本実施例の積層体 6 0 1 は、高熱伝導性の部材 1 0 5 が多層基板 1 0 1 に実装された電子部品の表面を被覆する ( 又は電子部品の一部を埋め込む ) ように形成され、高熱伝導性の部材 1 0 5 と多層基板 1 0 1 との間に空隙を有する。この点で、電子部品全体を高熱伝導性の部材 1 0 5 に埋め込む実施例 5 の製造方法と異なる。

10

#### 【 0 0 7 1 】

最後に、図 6 ( d ) に示す第 4 の工程で、多層基板 1 0 1 の電子部品 1 0 3 を実装していない面に電子部品 1 0 6 を実装して、パワーモジュール 2 0 7 を完成させる。

#### 【 0 0 7 2 】

実施例 6 の第 3 の工程 ( 図 6 ( c ) ) で、積層体 6 0 1 を面方向に加熱し且つ加熱する時に、未硬化の部材 1 0 5 内部のボイドの中の空気がスルーホール 1 0 2 及び高熱伝導性の部材 1 0 5 と多層基板 1 0 1 との間の空隙から抜けるので、電子部品 1 0 3 を部材 1 0 5 に確実に密着させることができる。

20

#### 【 0 0 7 3 】

実施例 6 においては、図 6 ( b ) に示す第 2 の工程で、一様な厚みを有するヒートシンク 1 0 4 に未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 1 0 5 を一定厚みになるように印刷した。これに代えて、多層基板 1 0 1 の放熱を必要とする電子部品 1 0 3 を実装した面上に、シート状の未硬化の高熱伝導性の部材 1 0 5 と、シート状のヒートシンク 1 0 4 とを配置し ( 図 4 ( b ) )、これらの積層体 ( 高熱伝導性の部材 1 0 5 と多層基板 1 0 1 との間に所定の空隙を設ける。 ) を加圧し、加熱しても ( 図 4 ( c ) ) 良いことは言うまでもない。

#### 【 実施例 7 】

#### 【 0 0 7 4 】

図 7 を用いて図 3 で示した実施例 3 のパワーモジュール 3 0 7 の製造方法を説明する。図 7 は、図 3 に示すパワーモジュール 3 0 7 の実施例 7 の製造方法を示す工程図である。

30

図 7 ( a ) に示す第 1 の工程で、多層基板 1 0 1 の 1 つの面に放熱を必要とする電子部品 1 0 3 を含む電子部品を実装する。放熱を必要とする電子部品 1 0 3 は、例えば MOS FET、IGBT、ショットキーバリアダイオード等のパワー半導体素子、又はトランスや抵抗体等の受動素子である。多層基板 1 0 1 の他の面 ( 電子部品 1 0 3 を実装していない面 ) に、粘着性を有する有機フィルム 1 0 8 を接着する。

#### 【 0 0 7 5 】

次に、図 7 ( b ) に示す第 2 の工程で、ヒートシンク 1 0 4 を凹状に形成する。少なくとも無機フィラーと熱硬化性樹脂から構成される未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 1 0 5 を作成する。未硬化状態の高熱伝導性の部材 1 0 5 の製造方法については実施例 5 において詳細に説明した。未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 1 0 5 をヒートシンク 1 0 4 の凹部 7 0 2 内に充填する。

40

#### 【 0 0 7 6 】

これに代えて、未硬化のシート状の高熱伝導性の部材 1 0 5 を凹部の形状に裁断した後、凹部 7 0 2 内に充填しても良い ( 図 4 ( 実施例 4 ) と類似の方法 ) 。

#### 【 0 0 7 7 】

次に、図 7 ( c ) に示す第 3 の工程で、多層基板 1 0 1 の放熱を必要とする電子部品 1 0 3 を実装したほうの面と、ヒートシンク 1 0 4 の凹部 7 0 2 に充填した高熱伝導性の部材 1 0 5 が対向するようにして、ヒートシンク 1 0 4、高熱伝導性の部材 1 0 5、多層基

50

板 1 0 1 をこの順に積層する。

【 0 0 7 8 】

次に、図 7 ( d ) に示す第 4 の工程で、加熱オープンによって、高熱伝導性の部材 1 0 5 を硬化させることで、多層基板 1 0 1 上に実装されている放熱を必要とする電子部品 1 0 3 の全体を高熱伝導性の部材 1 0 5 によって被覆し ( 高熱伝導性の部材 1 0 5 に埋め込み ) 、積層体 7 0 1 を形成する。

【 0 0 7 9 】

最後に、図 7 ( e ) に示す第 5 の工程で、有機フィルム 1 0 8 を剥離して、多層基板 1 0 1 上の有機フィルム 1 0 8 を接着していた側の面に電子部品 1 0 6 を実装して、パワーモジュール 3 0 7 を完成させる。

10

【 0 0 8 0 】

図 7 ( d ) に示す第 4 の工程に代えて、加熱オープンによって、多層基板 1 0 1 上に実装されている放熱を必要とする電子部品 1 0 3 の一部を高熱伝導性の部材 1 0 5 によって被覆し ( 高熱伝導性の部材 1 0 5 に埋め込み ) 、高熱伝導性の部材 1 0 5 と多層基板 1 0 1 との間に所定の空隙を設けて積層体 7 0 1 を形成しても良いことは言うまでもない。この製造方法により、実施例 8 のパワーモジュール 8 0 7 ( 後述 ) を製造できる。

【 実施例 8 】

【 0 0 8 1 】

図 8 を用いて実施例 8 のパワーモジュールを説明する。

図 8 は、本発明の実施例 8 のパワーモジュールの構成を示す断面図である。図 8 において、8 0 7 は実施例 8 のパワーモジュールである。本実施例のパワーモジュール 8 0 7 は、スルーホール 1 0 2 を有する多層基板 1 0 1 、放熱を必要とする電子部品 1 0 3 ( それぞれ任意の異なる高さを有する。 ) 、ヒートシンク 1 0 4 、高熱伝導性の部材 1 0 5 、電子部品 1 0 6 を有する。

20

【 0 0 8 2 】

実施例 8 のパワーモジュールが実施例 3 のパワーモジュールと異なる点は、放熱を必要とする電子部品 1 0 3 の表面を一部だけ部材 1 0 5 の中に埋め込むように高熱伝導性の部材 1 0 5 が形成されており、高熱伝導性の部材 1 0 5 と多層基板 1 0 1 の表面との間に空隙を設けてある点である。高熱伝導性の部材 1 0 5 は、放熱を必要とする電子部品 1 0 3 が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。これ以外は、実施例 8 のパワーモジュールは実施例 3 のパワーモジュールと同様である。

30

【 0 0 8 3 】

電子部品 1 0 3 及び 1 0 6 が小型化すると、高熱伝導性の部材 1 0 5 内部の小さなボイドを、確実に除去する必要がある。本実施例のパワーモジュール 2 0 7 によれば、製造時に ( 後述 ) 高熱伝導性の部材 1 0 5 内部に生じたボイドの中の空気が、スルーホール 1 0 2 及び高熱伝導性の部材 1 0 5 と多層多層回路基板 1 0 1 の表面との間の空隙から確実に抜けるため、放熱を必要とする電子部品 1 0 3 と高熱伝導性の部材 1 0 5 とが均一に密着する。

【 0 0 8 4 】

本実施例のパワーモジュール 8 0 7 では、ヒートシンク 1 0 4 を凹形状とし、放熱を必要とする電子部品 1 0 3 を包む ( 埋め込む ) 高熱伝導性の部材 1 0 5 をヒートシンク 1 0 4 で囲い込んだ。高熱伝導性の部材 1 0 5 は、放熱を必要とする電子部品 1 0 3 が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。このように構成することにより、放熱を必要とする部品 1 0 3 から発せられる熱は、ヒートシンク 1 0 4 に効率よく伝達される。製造時に ( 後述 ) 未硬化の部材 1 0 5 をヒートシンク 1 0 4 の凹部に充填することにより、部材 1 0 5 の流出を防止できる。また、実施例 3 に比べて使用する高熱伝導性の部材 1 0 5 の量が少ないので、コスト削減と軽量化が図れる。

40

【 0 0 8 5 】

本実施例のパワーモジュール 8 0 7 によれば、製造時に ( 後述 ) 高熱伝導性の部材 1 0 5 が、スルーホール 1 0 2 を伝わって多層基板 1 0 1 の一方の面から別の面に流れ込まな

50

い。

【0086】

パワーモジュール807を組み込んだ装置において、高熱伝導性の部材105と多層基板101の表面との間の空隙に、高熱伝導性の部材105に沿って、ファン（図示しない。）から空気を送り込み、放熱を必要とする電子部品103が放出した熱を排出する構成としても良い。

【実施例9】

【0087】

図9を用いて実施例9のパワーモジュールを説明する。

図9は、本発明の実施例9のパワーモジュールの構成を示す断面図である。図9において、907は実施例9のパワーモジュールである。本実施例のパワーモジュール907は、スルーホール102を有する多層基板101、放熱を必要とする電子部品103及び109（それぞれ任意の異なる高さを有する。）、ヒートシンク104、高熱伝導性の部材105、電子部品106を有する。 10

【0088】

放熱を必要とする電子部品109は、電子部品103と同じく、例えばMOSFET、IGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）、ショットキーバリアダイオード等のパワー半導体素子、及びトランスや抵抗体等の受動素子である。

【0089】

実施例9のパワーモジュール907が実施例1のパワーモジュールと異なる点は、多層基板101の両面に、放熱を必要とする電子部品103及び109を実装し高熱伝導性の部材105及びヒートシンク104を形成した点である。これ以外は、実施例9のパワーモジュールは実施例1のパワーモジュールと同様である。 20

【0090】

本実施例のパワーモジュールは、上から順に、ヒートシンク104、高熱伝導性の部材105、多層基板101、高熱伝導性の部材105、ヒートシンク104の5層から成る。多層基板101は、絶縁基板101bに電子部品103、106及び109を実装している。多層基板101の両方の面に、放熱を必要とする電子部品103及び109がそれぞれ配置されている。高熱伝導性の部材105は、放熱を必要とする電子部品103及び109を包んでいる（埋め込んでいる）。ヒートシンク104は、放熱を必要とする電子部品103及び109で発生した熱を外部に放出する。 30

【0091】

放熱を必要とする電子部品103及び109で発生した熱は高熱伝導性の部材105に拡散された後、ヒートシンク104に伝わり、ヒートシンク104から空気中へ放熱される。

【0092】

本実施例のパワーモジュールによれば、多層基板101の両面に実装されている放熱を必要とする電子部品103及び109が発生する熱を、高熱伝導性の部材105によってヒートシンク104に効率良く伝達することができる。ヒートシンク104と高熱伝導性の部材105間を強固に接着することにより、ヒートシンク104と高熱伝導性の部材105との接触熱抵抗を低減できる。高熱伝導性の部材105は、パワー半導体からの熱をヒートシンク104に効率良く伝達することが可能である。これによって、部品の温度上昇を低く抑えることが可能である。 40

【実施例10】

【0093】

図10を用いて実施例10のパワーモジュールを説明する。

図10は、本発明の実施例10のパワーモジュールの構成を示す断面図である。図10において、1007は実施例10のパワーモジュールである。本実施例のパワーモジュール1007は、スルーホール102を有する多層基板101、放熱を必要とする電子部品103及び109（それぞれ任意の異なる高さを有する。）、ヒートシンク104、高熱 50

伝導性の部材 105、電子部品 106 を有する。

【0094】

実施例 10 のパワーモジュールが実施例 9 のパワーモジュールと異なる点は、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 の表面を一部だけ部材 105 の中に埋め込むように高熱伝導性の部材 105 が形成されており、高熱伝導性の部材 105 と多層基板 101 の表面との間に空隙を設けてある点である。高熱伝導性の部材 105 は、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。これ以外は、実施例 10 のパワーモジュールは実施例 9 のパワーモジュールと同様である。

【0095】

スルーホール 102 及び電子部品 103 及び 109 が小型化すると、高熱伝導性の部材 105 内部の小さなボイドを、確実に除去する必要がある。本実施例のパワーモジュール 1007 によれば、製造時に（後述）高熱伝導性の部材 105 内部に生じたボイドの中の空気が、スルーホール 102 及び高熱伝導性の部材 105 と多層基板 101 の表面との間の空隙から確実に抜けるため、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 と高熱伝導性の部材 105 とが均一に密着する。

10

【0096】

図 10 に示す構成により、実施例 10 のパワーモジュールは、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 の表面から高熱伝導性の部材 105 を介してヒートシンク 104 に効率良く熱を伝えることが出来る。また、実施例 9 に比べて使用する高熱伝導性の部材 105 の量が少ないので、コスト削減と軽量化が図れる。

20

【0097】

本実施例のパワーモジュール 1007 によれば、製造時に（後述）高熱伝導性の部材 105 が、スルーホール 102 を伝わって多層基板 101 の一方の面から別の面に流れ込まない。

【0098】

パワーモジュール 1007 を組み込んだ装置において、高熱伝導性の部材 105 と多層基板 101 の表面との間の空隙に、高熱伝導性の部材 105 に沿って、ファン（図示しない。）から空気を送り込み、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 が放出した熱を排出する構成としても良い。

【実施例 11】

30

【0099】

図 11 を用いて実施例 11 のパワーモジュールを説明する。

図 11 は、本発明の実施例 11 のパワーモジュールの構成を示す断面図である。図 11 において、1107 は本実施例のパワーモジュールである。実施例 11 のパワーモジュール 1107 は、スルーホール 102 を有する多層基板 101、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109（それぞれ任意の異なる高さを有する。）、ヒートシンク 104、高熱伝導性の部材 105、電子部品 106 を有する。

【0100】

本実施例のパワーモジュールが、実施例 10 と異なる点は、ヒートシンク 104 を凹形状とし、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 を包む（埋め込む）高熱伝導性の部材 105 をヒートシンク 104 で囲い込んだ点である。このように構成することにより、放熱を必要とする部品 103 から発せられる熱は、ヒートシンク 104 に効率よく伝達される。製造時に（後述）未硬化の部材 105 をヒートシンク 104 の凹部に充填することにより、部材 105 の流出を防止できる。

40

【実施例 12】

【0101】

図 12 を用いて実施例 12 のパワーモジュールを説明する。

図 12 は、本発明の実施例 12 のパワーモジュールの構成を示す断面図である。図 12 において、1207 は本実施例のパワーモジュールである。実施例 12 のパワーモジュール 1207 は、スルーホール 102 を有する多層基板 101、放熱を必要とする電子部品

50

１０３及び１０９（それぞれ任意の異なる高さを有する。）、ヒートシンク１０４、高熱伝導性の部材１０５、電子部品１０６を有する。

#### 【０１０２】

実施例１２のパワーモジュールが実施例１１のパワーモジュールと異なる点は、放熱を必要とする電子部品１０３及び１０９の表面を一部だけ部材１０５の中に埋め込むように高熱伝導性の部材１０５が形成されており、高熱伝導性の部材１０５と多層基板１０１の表面との間に空隙を設けてある点である。高熱伝導性の部材１０５は、放熱を必要とする電子部品１０３及び１０９が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。これ以外は、実施例１２のパワーモジュールは実施例１１のパワーモジュールと同様である。

10

#### 【０１０３】

電子部品１０３及び１０９が小型化すると、高熱伝導性の部材１０５内部の小さなボイドを、確実に除去する必要がある。本実施例のパワーモジュール２０７によれば、製造時に（後述）高熱伝導性の部材１０５内部に生じたボイドの中の空気が、スルーホール１０２及び高熱伝導性の部材１０５と多層回路基板１０１の表面との間の空隙から確実に抜けるため、放熱を必要とする電子部品１０３及び１０９と高熱伝導性の部材１０５とが均一に密着する。

#### 【０１０４】

本実施例のパワーモジュール１２０７では、ヒートシンク１０４を凹形状とし、放熱を必要とする電子部品１０３及び１０９を包む（埋め込む）高熱伝導性の部材１０５をヒートシンク１０４で囲い込んだ。このように構成することにより、放熱を必要とする部品１０３及び１０９から発せられる熱は、ヒートシンク１０４に効率よく伝達される。製造時に（後述）未硬化の部材１０５をヒートシンク１０４の凹部に充填することにより、部材１０５の流出を防止できる。また、実施例３に比べて使用する高熱伝導性の部材１０５の量が少ないので、コスト削減と軽量化が図れる。

20

#### 【０１０５】

パワーモジュール１２０７を組み込んだ装置において、高熱伝導性の部材１０５と多層基板１０１の表面との間の空隙に、高熱伝導性の部材１０５に沿って、ファン（図示しない。）から空気を送り込み、放熱を必要とする電子部品１０３が放出した熱を排出する構成としても良い。

30

#### 【実施例１３】

#### 【０１０６】

図１３を用いて図９で示したパワーモジュール９０７の製造方法を説明する。図１３は、図９に示すパワーモジュール９０７の実施例１３の製造方法を示す工程図である。

図１３（ａ）に示す第１の工程で、多層基板１０１の１つの面に放熱を必要とする電子部品１０３及び電子部品１０６を実装し、他の面に放熱を必要とする電子部品１０９を実装する。

#### 【０１０７】

次に、図１３（ｂ）に示す第２の工程で、一様な厚みを有するヒートシンク１０４に、少なくとも無機フィラーと熱硬化性樹脂から構成される未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材１０５を一定厚みになるように印刷する。未硬化状態の高熱伝導性の部材１０５の製造方法については、実施例５において詳細に説明した。

40

#### 【０１０８】

次に、図１３（ｃ）に示す第３の工程で、多層基板１０１とヒートシンク１０４とを、多層基板１０１のそれぞれの面にヒートシンク１０４に形成した高熱伝導性の部材１０５が対向するように積層した積層体を両面同時に又は片面ずつ順番に形成する。このとき、多層基板１０１に実装した放熱を必要とする電子部品１０３及び１０９を、高熱伝導性の部材１０５に埋め込まれた状態にする。積層体を面方向に（図１３の上下方向に）加圧し、加熱することで、高熱伝導性の部材１０５を硬化させ、放熱を必要とする電子部品１０３及び１０９と高熱伝導性の部材１０５との相互の接着を行い、パワーモジュール９０７

50



を完成させる。減圧した環境において第3の工程を実行することにより、更にボイドの発生を防止できる。

【実施例14】

【0109】

図14を用いて図10で示したパワーモジュール1007の製造方法を説明する。図14は、図10に示すパワーモジュール1007の実施例14の製造方法を示す工程図である。

図14(a)に示す第1の工程で、多層基板101の1つの面に、放熱を必要とする電子部品103と電子部品106とを実装する。一様な厚みを有するヒートシンク104に、少なくとも無機フィラーと熱硬化性樹脂から構成される未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材105を一定厚みになるように印刷する。未硬化状態の高熱伝導性の部材105の製造方法については実施例5において詳細に説明した。

【0110】

次に、図14(b)に示す第2の工程で、高熱伝導性の部材105を形成したヒートシンク104と、放熱を必要とする電子部品103を実装した多層基板101とを、それぞれ高熱伝導性の部材105と放熱を必要とする電子部品103とが間に挟まれるように積層する。ヒートシンク104、高熱伝導性の部材105、多層基板101をこの順に積層した積層体1401を形成した後、積層体1401を面方向に(図14の上下方向に)加圧し、加熱することで、高熱伝導性の部材105を硬化させ、放熱を必要とする電子部品103、高熱伝導性の部材105及びヒートシンク104の相互の接着を行う。積層体1401は、高熱伝導性の部材105が多層基板101に実装された電子部品の表面を被覆する(又は電子部品の一部を埋め込む)ように形成され、高熱伝導性の部材105と多層基板101との間に空隙を有する。高熱伝導性の部材105は、放熱を必要とする電子部品103が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。

【0111】

次に、図14(c)に示す第3の工程で、多層基板101の、第1の工程において電子部品103及び106を実装しなかった面に、放熱を必要とする電子部品109を実装する。一様な厚みを有するヒートシンク104に、少なくとも無機フィラーと熱硬化性樹脂から構成される未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材105を一定厚みになるように印刷する。

【0112】

最後に、図14(d)に示す第4の工程で、高熱伝導性の部材105を形成したヒートシンク104と、放熱を必要とする電子部品109を実装した多層基板101とを、それぞれ高熱伝導性の部材105と放熱を必要とする電子部品109とが間に挟まれるように積層する。その後、これらの積層体を面方向に(図14の上下方向に)加圧し、加熱することで、高熱伝導性の部材105を硬化させ、放熱を必要とする電子部品109、高熱伝導性の部材105及びヒートシンク104の相互の接着を行い、パワーモジュール1007を完成させる。

【0113】

パワーモジュール1007は、高熱伝導性の部材105が多層基板101に実装された電子部品の表面を被覆する(又は電子部品の一部を埋め込む)ように形成され、高熱伝導性の部材105と多層基板101との間に空隙を有する。

【0114】

実施例14の第2の工程(図14(b))及び第4の工程(図14(d))で、積層体を面方向に加熱し且つ加熱する時に、未硬化の部材105内部のボイドの中の空気がスルーホール102及び高熱伝導性の部材105と多層基板101との間の空隙から抜けるので、電子部品103及び109を部材105に確実に密着させることができる。

【実施例15】

【0115】

図15を用いて図10で示したパワーモジュール1007の他の製造方法を説明する。

図 15 は、図 10 に示すパワーモジュール 1007 の実施例 15 の製造方法を示す工程図である。

実施例 15 の第 1 の工程 (図 15 (a)) 及び第 2 の工程 (図 15 (b)) は、実施例 13 の第 1 の工程 (図 13 (a)) 及び第 2 の工程 (図 13 (b)) とそれぞれ同じであるので、説明を省略する。

【0116】

図 15 (c) に示す第 3 の工程で、多層基板 101 とヒートシンク 104 とを、多層基板 101 のそれぞれの面にヒートシンク 104 に形成した高熱伝導性の部材 105 が対向するように積層した積層体を同時に形成する。積層体は、高熱伝導性の部材 105 が多層基板 101 に実装された電子部品の表面を被覆する (又は電子部品の一部を埋め込む) ように形成され、高熱伝導性の部材 105 と多層基板 101 との間に空隙を有する。高熱伝導性の部材 105 は、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。次に、積層体を面方向に (図 15 の上下方向に) 加圧し、加熱することで、高熱伝導性の部材 105 を硬化させ、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 と高熱伝導性の部材 105 との相互の接着を行い、パワーモジュール 1007 を完成させる。

10

【0117】

実施例 15 の方法では、多層基板 101 の両面に同時にヒートシンク 104 及び高熱伝導性の部材 105 を接着する。実施例 14 の製造方法と比較し、工程数が少ないので、安価に実施例 10 のパワーモジュール 1007 を製造できる。

20

【実施例 16】

【0118】

図 16 を用いて図 11 で示したパワーモジュール 1107 の製造方法を説明する。図 16 は、図 11 に示すパワーモジュール 1107 の実施例 16 の製造方法を示す工程図である。

図 16 (a) に示す第 1 の工程で、多層基板 101 の 1 つの面に放熱を必要とする電子部品 103 及び電子部品 106 を実装し、他の面に放熱を必要とする電子部品 109 を実装する。

【0119】

次に、図 16 (b) に示す第 2 の工程で、ヒートシンク 104 を凹状に形成する。少なくとも無機フィラーと熱硬化性樹脂から構成される未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 105 を作成する。未硬化状態の高熱伝導性の部材 105 の製造方法については実施例 5 において詳細に説明した。未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 105 をヒートシンク 104 の凹部に充填する。

30

【0120】

これに代えて、未硬化のシート状の高熱伝導性の部材 105 を凹部の形状に裁断した後に、凹部に充填しても良い (図 4 (実施例 4) と類似の方法)。

【0121】

次に、多層基板 101 と 2 枚のヒートシンク 104 とを、多層基板 101 のそれぞれの面と、ヒートシンク 104 の凹部に充填した高熱伝導性の部材 105 とが対向するように積層する。

40

【0122】

最後に、図 16 (c) に示す第 3 の工程で、加熱オープンによって、高熱伝導性の部材 105 を両面同時に (又は片面ずつ順次) 硬化させることで、多層基板 101 上に実装されている放熱を必要とする電子部品 103 の全体を高熱伝導性の部材 105 によって被覆し (高熱伝導性の部材 105 に埋め込み)、パワーモジュール 1107 を完成させる。

【0123】

実施例 16 の製造方法の全ての工程は、真空槽内で実施される。これにより、高熱伝導性の部材 105 内部にボイドが残らず、電子部品 103 及び 109 を部材 105 に確実に密着させることができる。

50

**【実施例 17】****【0124】**

図 17 を用いて図 12 で示したパワーモジュール 1207 の製造方法を説明する。図 17 は、図 12 に示すパワーモジュール 1207 の実施例 17 の製造方法を示す工程図である。

図 17 (a) に示す第 1 の工程で、多層基板 101 の 1 つの面に、放熱を必要とする電子部品 103 と電子部品 106 とを実装する。

**【0125】**

次に、ヒートシンク 104 を凹状に形成する。少なくとも無機フィラーと熱硬化性樹脂から構成される未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 105 を作成する。未硬化状態の高熱伝導性の部材 105 の製造方法については実施例 5 において詳細に説明した。未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 105 をヒートシンク 104 の凹部内に充填する。 10

**【0126】**

これに代えて、未硬化のシート状の高熱伝導性の部材 105 を凹部の形状に裁断した後に、凹部内に充填しても良い（図 4（実施例 4）と類似の方法）。

**【0127】**

次に、図 17 (b) に示す第 2 の工程で、多層基板 101 とヒートシンク 104 とを、多層基板 101 の電子部品 103 を実装した面と、ヒートシンク 104 の凹部に充填した高熱伝導性の部材 105 とが対向するように配置し、積層する。高熱伝導性の部材 105 は、放熱を必要とする電子部品 103 が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。加熱オープンによって、高熱伝導性の部材 105 を硬化させることで、多層基板 101 上に実装されている放熱を必要とする電子部品 103 の表面を高熱伝導性の部材 105 によって被覆する（又は電子部品の一部を埋め込む）。 20

**【0128】**

次に、図 17 (c) に示す第 3 の工程で、多層基板 101 の、第 1 の工程において電子部品を実装しなかった面に、放熱を必要とする電子部品 109 を実装する。

**【0129】**

次に、ヒートシンク 104 を凹状に形成する。少なくとも無機フィラーと熱硬化性樹脂から構成される未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 105 を作成する。未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 105 をヒートシンク 104 の凹部内に充填する。 30

**【0130】**

最後に、図 17 (d) に示す第 4 の工程で、多層基板 101 とヒートシンク 104 とを、多層基板 101 の電子部品 109 を実装した面と、ヒートシンク 104 の凹部に充填した高熱伝導性の部材 105 とが対向するように配置し、積層する。高熱伝導性の部材 105 は、放熱を必要とする電子部品 109 が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。加熱オープンによって、高熱伝導性の部材 105 を硬化させることで、多層基板 101 上に実装されている放熱を必要とする電子部品 109 の表面を高熱伝導性の部材 105 によって被覆し（又は電子部品の一部を埋め込み）、パワーモジュール 1207 を完成させる。

**【実施例 18】****【0131】**

図 18 を用いて図 12 で示したパワーモジュール 1207 の他の製造方法を説明する。図 18 は、図 12 に示すパワーモジュール 1207 の実施例 18 の製造方法を示す工程図である。

実施例 18 の第 1 の工程（図 18 (a)）及び第 2 の工程（図 18 (b)）は、実施例 16 の第 1 の工程（図 16 (a)）及び第 2 の工程（図 16 (b)）とそれぞれ同じであるので、説明を省略する。

**【0132】**

図 18 (c) に示す第 3 の工程で、多層基板 101 とヒートシンク 104 とを、多層基板 101 のそれぞれの面と、ヒートシンク 104 の凹部に充填した高熱伝導性の部材 10 40

5 とが対向するように配置し、両面同時に積層する。高熱伝導性の部材 105 は、放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 が実装されていない部分において、厚さがほぼ一様である。加熱オープンによって、高熱伝導性の部材 105 を硬化させることで、多層基板 101 上に実装されている放熱を必要とする電子部品 103 及び 109 の表面を高熱伝導性の部材 105 によって被覆し（又は電子部品の一部を埋め込み）、パワーモジュール 1207 を完成させる。

#### 【0133】

実施例 18 の方法では、多層基板 101 の両面に同時にヒートシンク 104 及び高熱伝導性の部材 105 を接着する。実施例 17 の製造方法と比較し、工程数が少ないので、安価に実施例 12 のパワーモジュール 1007 を製造できる。

10

#### 【0134】

実施例 18 の製造方法の全ての工程は、常圧下で実施される。未硬化の部材 105 内部のボイドの中の空気がスルーホール 102 及び高熱伝導性の部材 105 と多層基板 101 との間の空隙から抜けるので、電子部品 103 及び 109 を部材 105 に確実に密着させることができる。

#### 【0135】

実施例 4 ~ 実施例 7 及び実施例 13 ~ 実施例 18 の方法でパワーモジュールを製造することにより、任意の異なる高さを有する電子部品 103（又は 103 及び 109）からの熱を、高い信頼性を持って高熱伝導性の部材 105 を介してヒートシンク 104 に伝熱することができる。これにより、良好な放熱特性を有するパワーモジュールの製造方法を実現できる。また、高熱伝導性の部材 105 とヒートシンク 104 とを接着、一体化することで、接触熱抵抗を低減でき、放熱特性が良いパワーモジュールの製造方法を実現できる。

20

#### 【0136】

なお、実施例 9 ~ 実施例 12 のパワーモジュールにおいて、多層基板 101 の、放熱を必要とする電子部品 109 を配置した面に、電子部品 106 をも実装しても良いことは言うまでもない。

#### 【0137】

実施例 13、実施例 14 及び実施例 15 においては、一様な厚みを有するヒートシンク 104 に未硬化でペースト状の高熱伝導性の部材 105 を一定厚みになるように印刷し、高熱伝導性の部材 105 を形成したヒートシンク 104 を多層基板 101 の電子部品を実装した面上に配置し、これらの積層体を加圧し、加熱した。これに代え、シート状の未硬化の高熱伝導性の部材 105 と、シート状のヒートシンク 104 とを多層基板 101 の電子部品を実装した面上に配置し、これらの積層体を加圧し、加熱しても良いことは言うまでもない（図 4（実施例 4）の方法）。

30

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0138】

本発明のパワーモジュール及びその製造方法は、オンボードタイプのパワーモジュール及びその製造方法として有用である。

#### 【図面の簡単な説明】

40

#### 【0139】

【図 1】本発明の実施例 1 のパワーモジュールの構成を示す断面図

【図 2】本発明の実施例 2 のパワーモジュールの構成を示す断面図

【図 3】本発明の実施例 3 のパワーモジュールの構成を示す断面図

【図 4】本発明の実施例 4 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図

【図 5】本発明の実施例 5 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図

【図 6】本発明の実施例 6 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図

【図 7】本発明の実施例 7 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図

【図 8】本発明の実施例 8 のパワーモジュールの構成を示す断面図

【図 9】本発明の実施例 9 のパワーモジュールの構成を示す断面図

50

- 【図 10】本発明の実施例 10 のパワーモジュールの構成を示す断面図  
 【図 11】本発明の実施例 11 のパワーモジュールの構成を示す断面図  
 【図 12】本発明の実施例 12 のパワーモジュールの構成を示す断面図  
 【図 13】本発明の実施例 13 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図  
 【図 14】本発明の実施例 14 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図  
 【図 15】本発明の実施例 15 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図  
 【図 16】本発明の実施例 16 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図  
 【図 17】本発明の実施例 17 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図  
 【図 18】本発明の実施例 18 のパワーモジュールの製造方法を示す工程別断面図  
 【図 19】従来例の回路基板の断面図

10

## 【符号の説明】

## 【0140】

- 20 基台  
 20a くぼみ部  
 21 回路基板  
 21a 導体  
 22 抵抗  
 23 セメント抵抗  
 24 コンデンサ  
 25 半田付け  
 26 電界コンデンサ  
 27 パワーモジュール  
 28 金属カバー  
 29 高熱伝導性の樹脂  
 30 断熱性樹脂  
 31 端子部  
 32 ナット  
 33 止めねじ  
 34 保持材  
 101 多層基板  
 101a 導体回路パターン  
 101b 絶縁基板  
 102 スルーホール  
 103、109 放熱を必要とする電子部品  
 104 ヒートシンク  
 105 高熱伝導性の部材  
 106 電子部品  
 108 有機フィルム  
 702 凹部

20

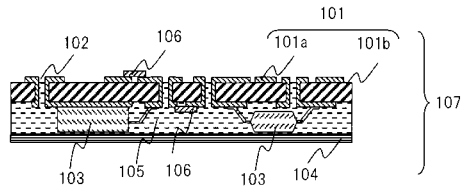
30

- 401、501、601、701、1401 積層体

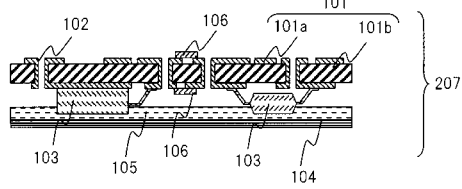
40

107、207、307、807、907、1007、1107、1207 パワーモジュール

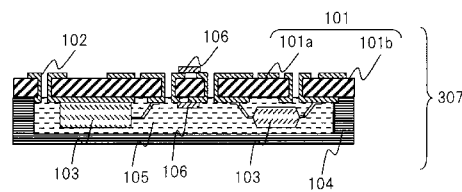
【 図 1 】



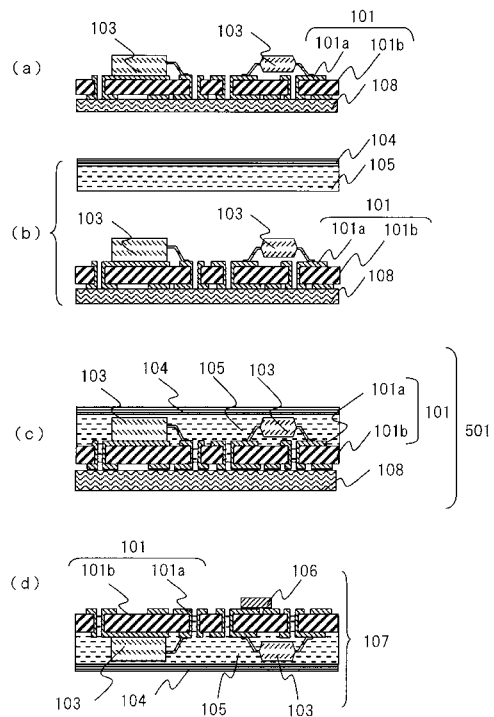
【 図 2 】



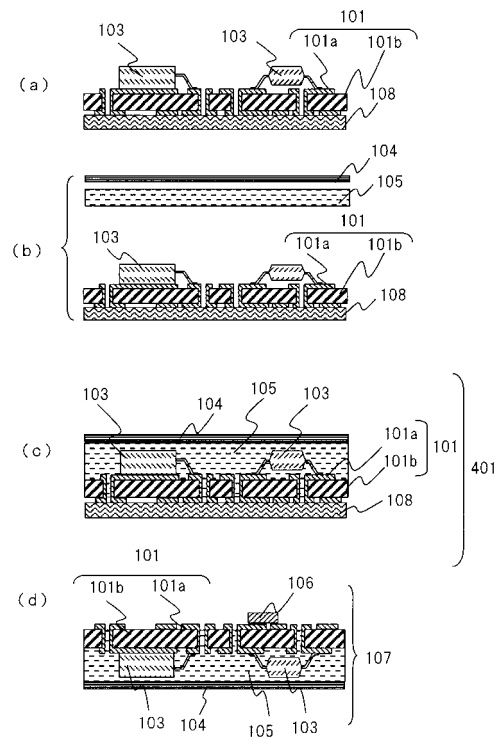
【 図 3 】



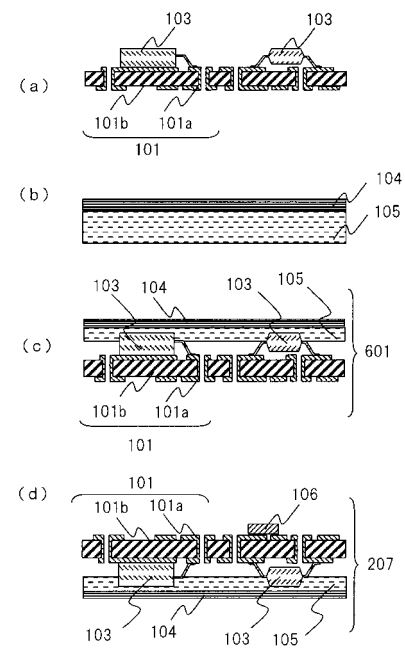
【 図 5 】



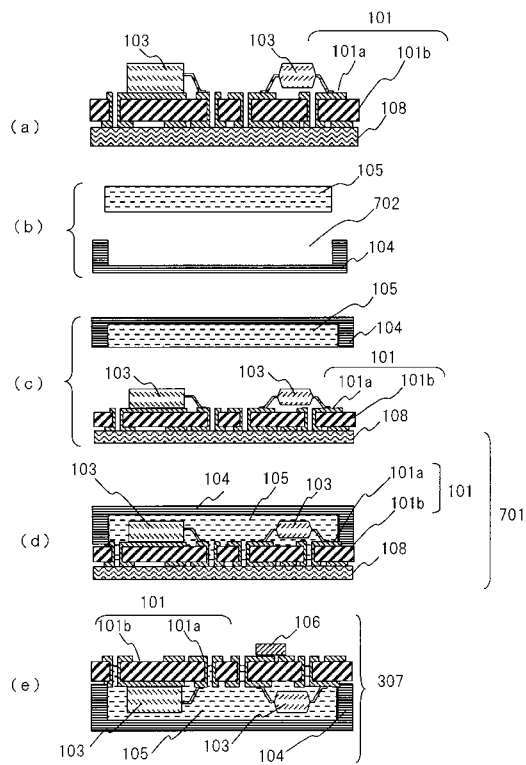
【 図 4 】



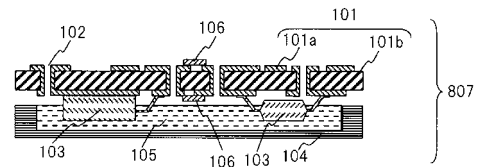
【 図 6 】



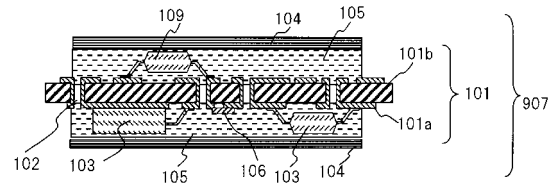
【図 7】



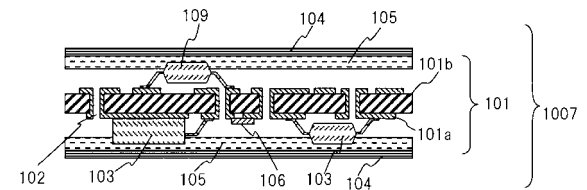
【図 8】



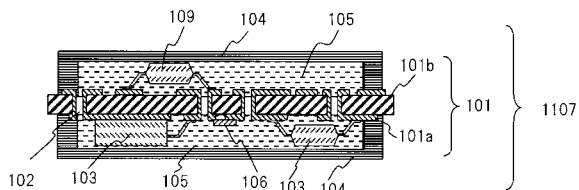
【図 9】



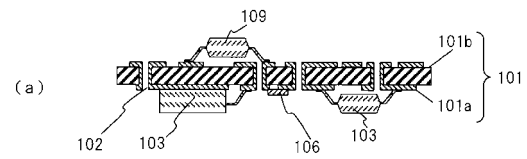
【図 10】



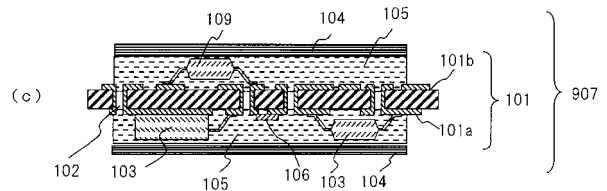
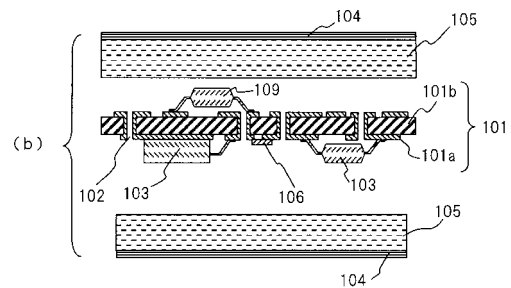
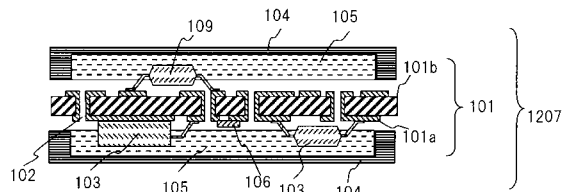
【図 11】



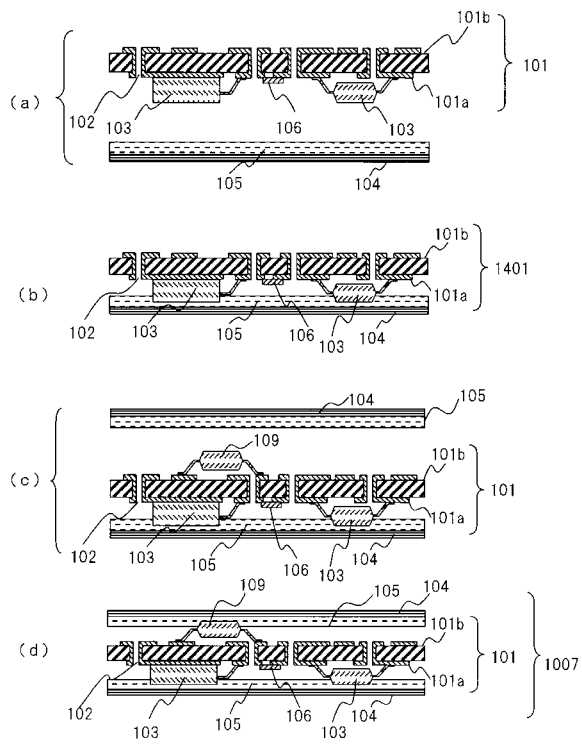
【図 13】



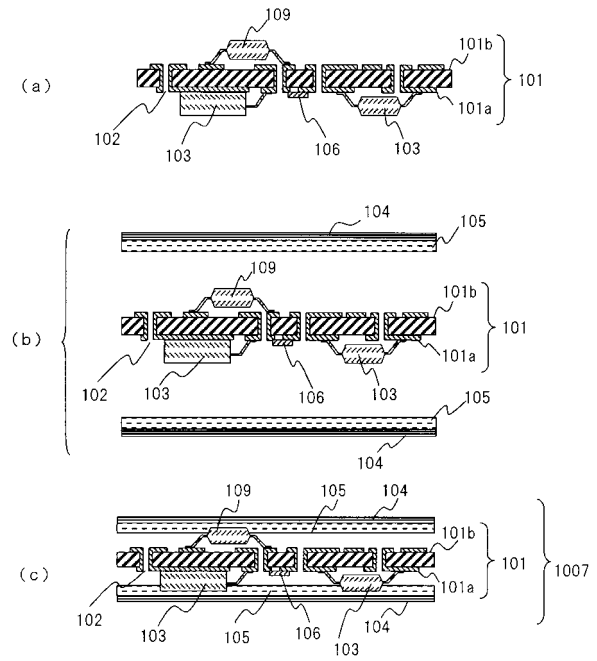
【図 12】



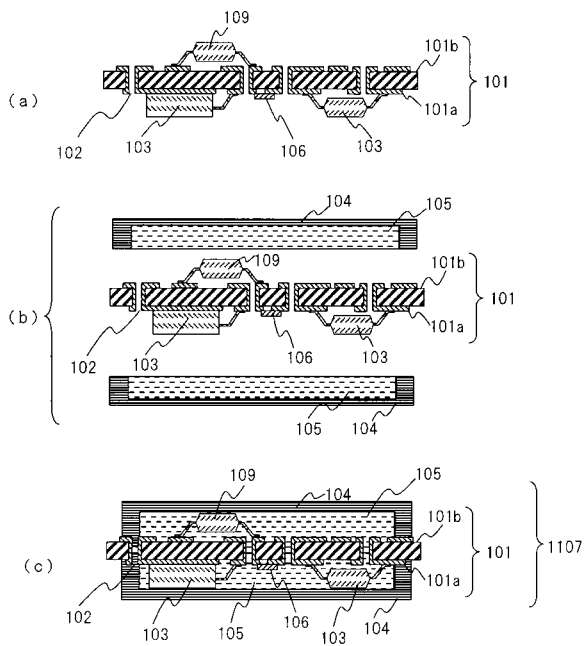
【図 14】



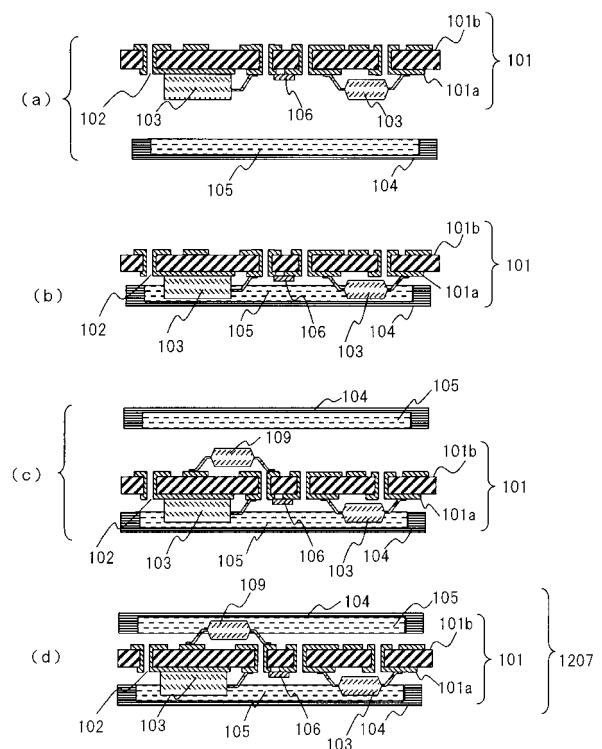
【図 15】



【図 16】

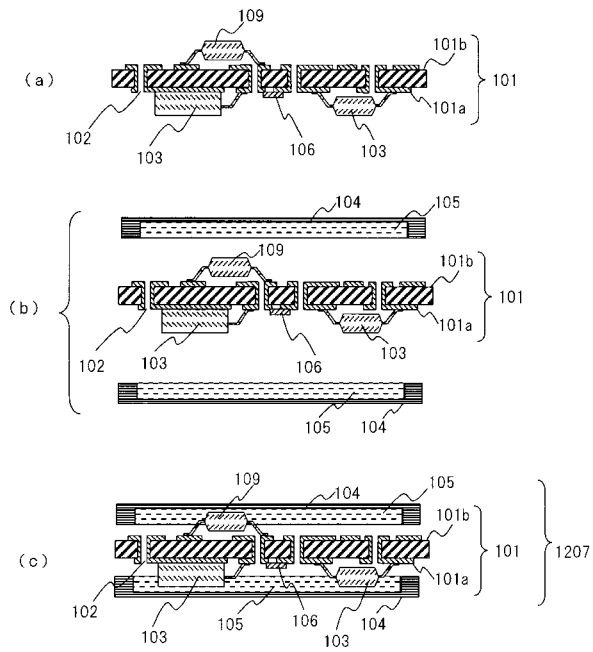


【図 17】

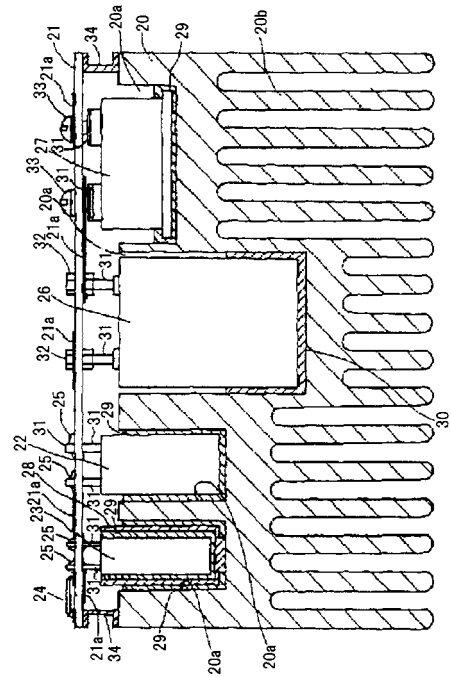




【図 18】



【図 19】



---

フロントページの続き

(72)発明者 吉田 幸司  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
(72)発明者 池田 敏  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
(72)発明者 竹島 由浩  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
F ターム(参考) 5E322 AA11 AB08  
5F036 AA01 BA23 BC24 BC33 BD21