

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4962228号  
(P4962228)

(45) 発行日 平成24年6月27日 (2012. 6. 27)

(24) 登録日 平成24年4月6日 (2012. 4. 6)

(51) Int. Cl.

F I

H05K 3/46 (2006.01)

H05K 3/46

U

H01L 23/12 (2006.01)

H05K 3/46

G

H01L 23/36 (2006.01)

H05K 3/46

N

H05K 3/46

Q

H01L 23/12

N

請求項の数 8 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-227937 (P2007-227937)  
 (22) 出願日 平成19年9月3日 (2007. 9. 3)  
 (65) 公開番号 特開2008-182184 (P2008-182184A)  
 (43) 公開日 平成20年8月7日 (2008. 8. 7)  
 審査請求日 平成21年2月2日 (2009. 2. 2)  
 (31) 優先権主張番号 特願2006-348738 (P2006-348738)  
 (32) 優先日 平成18年12月26日 (2006. 12. 26)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001247  
 株式会社ジェイテクト  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 (74) 代理人 100104695  
 弁理士 島田 明宏  
 (74) 代理人 100121348  
 弁理士 川原 健児  
 (72) 発明者 中井 基生  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内  
 (72) 発明者 長瀬 茂樹  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内

審査官 西村 泰英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多層回路基板およびモータ駆動回路基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体層と樹脂製の絶縁層とを交互に積層してなる積層回路部と、  
 最下層の絶縁層に接して設けられた金属基板と、  
 電子部品が載置される最上層の導体層と前記最下層の絶縁層とを内面に形成された導体  
 層で接続する放熱ビアとを備えた、多層回路基板であって、  
前記放熱ビアは、前記最上層の導体層の直下の絶縁層から前記最下層の絶縁層の直上の  
導体層まで貫通し、かつ、前記最上層の導体層と前記最下層の絶縁層とを貫通しないよう  
に前記積層回路部内に形成されていることを特徴とする、多層回路基板。

【請求項 2】

前記放熱ビアの内部に樹脂が充填されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の多層  
 回路基板。

【請求項 3】

前記積層回路部は導体層と樹脂製の絶縁層とを熱圧着してなることを特徴とする、請求  
 項 1 に記載の多層回路基板。

【請求項 4】

前記最下層の絶縁層と前記金属基板とは熱圧着されていることを特徴とする、請求項 1  
 に記載の多層回路基板。

【請求項 5】

前記積層回路部を構成する導体層と前記放熱ビアの内面に形成される導体層は銅製であ

ることを特徴とする、請求項 1 に記載の多層回路基板。

【請求項 6】

前記最上層の導体層にはニッケルメッキを下地とした金メッキが施されていることを特徴とする、請求項 5 に記載の多層回路基板。

【請求項 7】

前記最下層の絶縁層として、前記樹脂製の絶縁層の代わりにダイヤモンドライクカーボン層を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の多層回路基板。

【請求項 8】

電動パワーステアリングシステム用のモータ駆動回路基板であって、

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか 1 項に記載の多層回路基板と、

前記最上層の導体層に載置された電子部品とを備えた、モータ駆動回路基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多層回路基板、および、これを用いた電動パワーステアリングシステム用のモータ駆動回路基板に関する。

【背景技術】

【0002】

車両用の電動パワーステアリングシステムは、運転者がハンドルに与えた操舵トルクや車両の速度などに応じて、好適な操舵補助力が得られるように操舵補助用モータを駆動する。操舵補助用モータは、電子制御ユニット (Electronic Control Unit : 以下、ECU という) に内蔵されたモータ駆動回路によって駆動される。モータ駆動回路は、操舵補助用モータを駆動するときに 500W ~ 2000W 程度の大電力を制御する。

【0003】

このときモータ駆動回路は発熱するが、この発熱による ECU の誤動作や故障を防止するために、モータ駆動回路は熱伝導性の良い回路基板に実装される。モータ駆動回路は、例えば図 6 (a) に示すように、アルミ製の金属基板 93 (ヒートシンク) の上に銅製の導体層 91 と樹脂製の絶縁層 92 を 1 層ずつ形成した金属製の回路基板に実装される。

【0004】

図 7 (a) に示す回路基板には電子部品を片面 (具体的には、導体層 91 の上) にしか実装できないので、ECU 内でこの回路基板の占有面積が大きくなる。そこで基板面積を縮小する 1 つの方法として、回路基板を多層化する方法が考えられる。ところが、図 6 (a) に示す回路基板を単純に多層化すると、熱伝導性の悪い樹脂製の絶縁層が重なるために、電子部品で発生した熱が金属基板 93 まで伝搬しにくくなる。

【0005】

この問題を解決するために、モータ駆動回路をセラミック多層基板に実装することが提案されている。図 6 (b) に示すセラミック多層基板は、銅製の導体層 91 とセラミック製の絶縁層 94 を多層に積層し、それをアルミ製の金属基板 93 (ヒートシンク) に接着剤 95 で貼り付けたものである。セラミック多層基板によれば、セラミックの内部に回路導体を構成し、基板面積を縮小することができる。

【0006】

なお、本願発明に関連して、以下のような先行技術が知られている。特許文献 1 には、積層ガラスセラミック回路基板に低抵抗金属材料からなるヒートシンク用ビアホール導体を設け、積層体の両主面に露出するヒートシンク用ビアホール導体上に表面導体を形成することが開示されている。特許文献 2 には、素子を実装した基板を、放熱板とハウジングとで覆う電子部品の放熱構造において、放熱板に接続するサーマルビアを基板に複数個形成することが開示されている。特許文献 3 には、絶縁層および熱伝導層の代わりに、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) を使用することが開示されている。

【特許文献 1】特開平 9 - 153679 号公報

【特許文献 2】特開平 2004 - 363183 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特開2004-79883号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したように、セラミック多層基板には、熱伝導性が良く、基板面積が小さいという特長がある。しかしながら、セラミック多層基板にはコストが非常に高いという問題がある。また、セラミック多層基板は割れやすいので、ECU内に固定するときネジ止め以外の方法を用いる必要があるという問題もある。

【0008】

それ故に、本発明は、低コストで熱伝導性が良い多層回路基板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】

【0009】

第1の発明は、導体層と樹脂製の絶縁層とを交互に積層してなる積層回路部と、最下層の絶縁層に接して設けられた金属基板と、電子部品が載置される最上層の導体層と前記最下層の絶縁層とを内面に形成された導体層で接続する放熱ビアとを備えた、多層回路基板であって、

前記放熱ビアは、前記最上層の導体層の直下の絶縁層から前記最下層の絶縁層の直上の導体層まで貫通し、かつ、前記最上層の導体層と前記最下層の絶縁層とを貫通しないように前記積層回路部内に形成されていることを特徴とする。

【0010】

第2の発明は、第1の発明において、

前記放熱ビアの内部に樹脂が充填されていることを特徴とする。

【0011】

第3の発明は、第1の発明において、

前記積層回路部は導体層と樹脂製の絶縁層とを熱圧着してなることを特徴とする。

【0012】

第4の発明は、第1の発明において、

前記最下層の絶縁層と前記金属基板とは熱圧着されていることを特徴とする。

【0013】

第5の発明は、第1の発明において、

前記積層回路部を構成する導体層と前記放熱ビアの内面に形成される導体層は銅製であることを特徴とする。

【0014】

第6の発明は、第5の発明において、

前記最上層の導体層にはニッケルメッキを下地とした金メッキが施されていることを特徴とする。

第7の発明は、第1の発明において、

前記最下層の絶縁層として、前記樹脂製の絶縁層の代わりにダイヤモンドライクカーボン層を備えることを特徴とする。

【0015】

上記第8の発明は、

電動パワーステアリングシステム用のモータ駆動回路基板であって、

第1から第7までの発明のいずれかの発明に係る多層回路基板と、

前記最上層の導体層に載置された電子部品とを備える。

【発明の効果】

【0016】

上記第1の発明によれば、放熱ビアは最上層の導体層の直下の絶縁層から最下層の絶縁層の直上の導体層までを貫くように形成されているので、電子部品で発生した熱は、最上層の導電層、放熱ビア、および最下層の絶縁層を経由して金属基板まで伝搬して放熱され

10

20

30

40

50

る。また、放熱ビアは最下層の絶縁層を貫通していないので、最上層の導体層が、金属基板を介して他の最上層の導体層と短絡されることを防止する。さらに、放熱ビアは最上層の導電層を貫通していないので、最上層の導電層の表面は平坦になる。これにより、最上層の導電層上に電子部品を実装しやすくなるとともに、電子部品と最上層の導電層との接続部分の信頼性が向上する。

#### 【 0 0 1 7 】

上記第2の発明によれば、樹脂は充填しやすいという性質を有するので、形成した積層回路部に対して孔空けと導体層の形成と樹脂の充填を1回ずつ行うことにより、放熱ビアを形成することができる。したがって、金属ペーストなどを充填するよりも簡単に放熱ビアを形成することができる。

10

#### 【 0 0 1 8 】

上記第3の発明によれば、導体層と樹脂製の絶縁層とを熱圧着することにより、既存の工程で簡単に積層回路部を形成することができる。

#### 【 0 0 1 9 】

上記第4の発明によれば、最下層の絶縁層と金属基板とを熱圧着することにより、金属基板を最下層の絶縁層に簡単に密着させることができる。

#### 【 0 0 2 0 】

上記第5の発明によれば、熱伝導性の良い銅を用いて導体層と放熱ビアを構成することにより、多層回路基板の熱伝導性を良くすることができる。

20

#### 【 0 0 2 1 】

上記第6の発明によれば、銅製の最上層の導体層にニッケルメッキを下地とした金メッキを施すことにより、最上層の導体層にハンダ付けすること、および、アルミワイヤボンディングすることが可能となる。

上記第7の発明によれば、最下層の絶縁層として、樹脂製の絶縁層の代わりに、ダイヤモンドライクカーボン層を備えることにより、最下層の絶縁層の膜厚を薄くすることができるので、熱抵抗を下げることができる。

#### 【 0 0 2 2 】

上記第8の発明によれば、低コストで熱伝導性が良い多層回路基板に電子部品を実装することにより、低コストで熱伝導性が良く基板面積の小さいモータ駆動回路基板を得ることができる。また、金属基板にネジ止め用の孔を空け、多層回路基板を筐体にネジ止めで固定することもできる。

30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【 0 0 2 3 】

##### < 本発明の実施形態 >

図1は、本発明の実施形態に係る多層回路基板の断面図である。図1に示す多層回路基板は、導体層11と絶縁層12とを交互に積層してなる積層回路部13と、金属基板14とを備えている。導体層11は金属で形成され、絶縁層12はガラス繊維に絶縁樹脂材を含浸させた合成物（いわゆる、プリプレグ）で形成される。導体層11は熱伝導性の良い金属で、絶縁層12は $1\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導性を有する樹脂で形成することが好ましい。以下の説明では、導体層11は銅で、絶縁層12はガラス繊維とエポキシ樹脂の合成物で形成されているとする。

40

#### 【 0 0 2 4 】

積層回路部13は、複数の導体層11と複数の絶縁層12を熱圧着して形成される。積層回路部13の最上層は導体層11であり、最下層は絶縁層12である。最上層の導体層11には、電子部品が載置される（後述する図5を参照）。電子部品を銅製の最上層の導体層11にハンダ付けするために、最上層の導体層11にはニッケルメッキを下地とした金メッキ15が施される。

50

## 【 0 0 2 5 】

また、電子部品で発生した熱を逃がすために、積層回路部 1 3 の下には金属基板 1 4 が設けられ、積層回路部 1 3 には放熱ビア 2 1 が設けられる。金属基板 1 4 は、アルミなど熱伝導性の良い金属で形成され、ヒートシンクとして機能する。金属基板 1 4 は、最下層の絶縁層 1 2 に接するように設けられる。最下層の絶縁層 1 2 と金属基板 1 4 を熱圧着すれば、両者を容易に密着させることができる。

## 【 0 0 2 6 】

図 2 は、放熱ビア 2 1 の平面図および断面図である。放熱ビア 2 1 は、導体層 1 1 と絶縁層 1 2 の厚さ方向に形成された層間接続孔である。より詳細には、放熱ビア 2 1 は、最上層の導体層 1 1 の直下の絶縁層から最下層の絶縁層 1 2 の直上の導体層までを貫く孔の内面に導体層 2 2 を形成し、内部に樹脂 2 3 を充填したものである。導体層 2 2 は、銅メッキなどの金属メッキによって形成される。樹脂 2 3 には、絶縁層 1 2 を形成するときと同じ樹脂（ここでは、ガラス繊維とエポキシ樹脂の合成物）を使用してもよい。このように形成された放熱ビア 2 1 は、電子部品が載置される最上層の導体層 1 1 と最下層の絶縁層 1 2 とを内面に形成された導体層 2 2 で接続する。

## 【 0 0 2 7 】

図 1 に示す多層回路基板に実装される電子部品の中には、動作時の発熱量が多いものと、動作時の発熱量がそれほど多くないものとが含まれる。このうち発熱量が多い電子部品の実装位置には、1 個以上任意個の放熱ビア 2 1 が設けられる。電子部品で発生した熱は、最上層の導体層 1 1 と放熱ビア 2 1 の内面に形成された導体層 2 2 とを経由して最下層の絶縁層 1 2 まで伝搬し、そこからさらに金属基板 1 4 に伝搬する。放熱ビア 2 1 は、電子部品で発生した熱を金属基板 1 4 の直上の絶縁層（すなわち、最下層の絶縁層）1 2 まで熱伝導性良く伝える役割を果たす。

## 【 0 0 2 8 】

放熱ビア 2 1 は、最下層の絶縁層 1 2 の直上の導体層を貫くが、最下層の絶縁層 1 2 を貫かないように形成される。これにより、最上層の導体層 1 1 が、金属基板 1 4 を介して他の最上層の導体層 1 1 と短絡されることを防止することができる。最下層の絶縁層 1 2 は、この短絡を防止するために設けられる。なお、熱伝導性を良くするためには、絶縁性を有する限り、最下層の絶縁層 1 2 はできるだけ薄いことが好ましい。

## 【 0 0 2 9 】

図 1 に示す放熱ビア 2 1 は最上層の導体層 1 1 とだけ電氣的に接続されているが、放熱ビアを最上層以外の導体層 1 1 と電氣的に接続してもよい。例えば図 3 に示す放熱ビア 2 4 は、最上層の導体層 1 1 に加えて、第 3 層の導体層 1 1（上から 3 番目の層）にも電氣的に接続されている。放熱ビア 2 4 は、最上層の導体層 1 1 と第 3 層の導体層 1 1 とを電氣的に接続するビアを、最下層の絶縁層 1 2 の直上の導体層 1 1 を貫くように延ばしたものである。このように、導体層間を電氣的に接続するビアを延ばして放熱ビアを形成することにより、放熱ビアを設けることによる基板面積の増大を防止することができる。

## 【 0 0 3 0 】

図 4 は、本実施形態に係る多層回路基板の製造工程の例を示す図である。ここでは例として、4 層の導体層と 4 層の絶縁層とからなる積層回路部と、最上層と第 3 層の導体層に電氣的に接続された放熱ビアとを備えた多層回路基板の製造工程を説明する。

## 【 0 0 3 1 】

まず、銅張り積層板を製造するときと同じ要領で、4 枚の導体層 1 1 と樹脂製の絶縁層 1 2 となる 3 枚のプリプレグ（ガラス布に絶縁樹脂材を含浸させたもの）を交互に積層し、プリプレグと接する銅表面にはアルカリ酸化液（ $\text{NaClO}_2$ 、 $\text{NaOH}$  など）を用いて積層前処理を施して、加熱・加圧する。これにより、7 層の積層体 1 6 を形成する（図 4（a））。ただし、このプレス加工を行う前に、内層となる導体層 1 1（この例では、第 3 層と第 5 層の導体層）に必要な応じて回路パターンを形成しておく。回路パターンの形成は、従来公知のように、エッチングレジストの形成やエッチングなどの処理によって行われる。図 4（a）では、第 5 層の導体層 1 1 において放熱ビアを形成すべき位置に予

め孔が形成され、プリプレグを挟みプレス加工を行うと、導体層 1 1 に空けた孔は樹脂で埋まる。このときのプレス加工は、必要に応じて真空状態で行われる場合もある。

【 0 0 3 2 】

次に、積層体 1 6 において放熱ビアを形成すべき位置に、最上層の導体層 1 1 a だけを残して孔 2 5 を空ける（図 4（b））。すなわち、この時点で最下層にある導体層 1 1 b から最上層の導体層 1 1 a の直下の絶縁層 1 2 a までは貫く孔 2 5 を空ける。次に、積層体 1 6 の下側面と孔 2 5 の内面に必要となる洗浄前処理を行い、銅メッキなどの導体メッキを施す。これにより、孔 2 5 の内面に導体層 2 2 が形成される（図 4（c））。次に、積層体 1 6 の最上層の導体層 1 1 a とこの時点で最下層にある導体層 1 1 b に、回路パターンを形成する（図 4（d））。回路パターンの形成は、従来公知のように、エッチングレジストの形成やエッチングなどの処理によって行われる。

10

【 0 0 3 3 】

次に、積層体 1 6 を裏返しにして孔 2 5 の内部に樹脂 2 3 を充填し、その上に樹脂製のプリプレグ 1 2 b（これが最下層の絶縁層となる）と酸化溶液で面粗化处理を施した金属基板 1 4 とを載せて、加熱・加圧する（図 4（e））。これにより、積層体 1 6 と絶縁層 1 2 b と金属基板 1 4 は、熱圧着される。なお、金属基板 1 4 に面粗化处理を行うのは、最下層の絶縁層 1 2 b と金属基板 1 4 を密着させるためである。7 層の積層体 1 6 に最下層となる絶縁層 1 2 b を熱圧着することにより、8 層の積層回路部 1 3 が形成される。ここまでの処理により、最上層の導体層 1 1 と最下層の絶縁層 1 2 とを内面に形成された導体層 2 2 で接続し、内部に樹脂 2 3 が充填された放熱ビア 2 4 が形成される。

20

【 0 0 3 4 】

最後に、熱圧着された積層回路部 1 3 と金属基板 1 4 を再び裏返して、最上層の導体層 1 1 に必要な前処理を行い、ニッケルメッキを下地とした金メッキ 1 5 を施す（図 4（f））。以上の処理により、本実施形態に係る多層回路基板を製造することができる。

【 0 0 3 5 】

本実施形態に係る多層回路基板は、例えば、電動パワーステアリングシステム用のモータ駆動回路基板などに利用される。図 5 は、図 1 に示す多層回路基板を含むモータ駆動回路基板の断面図である。図 5 に示すモータ駆動回路基板は、電動パワーステアリングシステム用 ECU（電子制御ユニット）に内蔵して使用される。

【 0 0 3 6 】

ECU には、操舵補助用モータに供給する駆動電流の量を算出するモータ制御回路と、大電流を制御して操舵補助用モータを駆動するモータ駆動回路とが含まれる。モータ制御回路の動作時の発熱量はそれほど多くないが、モータ駆動回路の動作時の発熱量はかなり多い。モータ駆動回路はモータ駆動回路基板（図 5）に実装され、モータ制御回路はこれとは別の回路基板に実装される。これら 2 枚の回路基板は、ECU の内部に並べてあるいは 2 階建てに配置される。

30

【 0 0 3 7 】

図 5 に示すモータ駆動回路基板は、図 1 に示す多層回路基板の最上層の導体層 1 1 に電子部品 3 1 を載置したものである。モータ駆動回路基板に実装される電子部品 3 1 には、半導体チップ、電流検出用センサ、ノイズ除去用コイル、電源遮断用リレー、モータ相電流遮断用のリレーなどが含まれる。なお、モータ駆動回路基板には、これらの電子部品がすべて実装される必要はない。

40

【 0 0 3 8 】

銅製の最上層の導体層 1 1 にはニッケルメッキを下地とした金メッキ 1 5 が施されているので、最上層の導体層 1 1 に電子部品 3 1 をハンダ付けすることができる。この際、基板面積を縮小するために、半導体チップをベアチップ実装することが好ましい。また、ハンダ付けを行うときには、真空中でハンダリフローを行うことが好ましい。これにより、溶けたハンダに気泡が混入することを防止し、電子部品 3 1 と最上層の導体層 1 1 の間の熱伝導性を良くすることができる。

【 0 0 3 9 】

50

電子部品 3 1 の配置位置には、1 以上任意個の放熱ビアが設けられる。電子部品 3 1 を最上層の導体層 1 1 にハンダ付けするときには、電子部品 3 1 の端子をハンダ付けする場合と、電子部品 3 1 の端子以外の部分（例えば、半導体チップの裏面）をハンダ付けする場合とがある。後者の場合には、最上層の導体層 1 1 とだけ電氣的に接続する放熱ビア（図 1 に示す放熱ビア 2 1 など）が設けられ、前者の場合には、最上層以外の導体層 1 1 にも電氣的に接続される放熱ビア（図 3 に示す放熱ビア 2 4 など）が設けられる。なお、電子部品 3 1 の配置位置のすべてに、放熱ビアを設ける必要はない。図 5 に示すモータ駆動回路基板では、右側の電子部品 3 1 の配置位置には放熱ビアは設けられていない。

#### 【 0 0 4 0 】

図 5 に示すモータ駆動回路基板は金属基板 1 4 を備えているので、セラミック多層基板とは異なり、金属基板 1 4 にネジ止め用の孔を空け、基板を E C U の筐体にネジ止めで固定することができる。また、最上層の導体層 1 1 にニッケルメッキを下地とした金メッキ 1 5 が施されているので、E C U の筐体に設けられた外部接続端子に電氣的に接続するときに、最上層の導体層 1 1 と外部接続端子とをアルミ線でワイヤボンディングすることもできる。

#### 【 0 0 4 1 】

以下、本実施形態に係る多層回路基板とモータ駆動回路基板の効果を説明する。本実施形態に係る多層回路基板は導体層と樹脂製の絶縁層を積層したものであるもので、セラミック基板を積層したセラミック多層基板よりも低コストで製造することができる。また、本実施形態に係る多層回路基板は放熱ビアを備えているので、電子部品で発生した熱は放熱ビア経由で熱伝導性良く金属基板まで伝搬する。このように本実施形態によれば、低コストで熱伝導性が良い多層回路基板を得ることができる。

#### 【 0 0 4 2 】

また、本実施形態に係る多層回路基板の放熱ビアの内部には、樹脂が充填されている。樹脂は充填しやすいという性質を有するので、積層回路部に対して孔空けと金属メッキと樹脂の充填を 1 回ずつ行うことにより、放熱ビアを形成することができる。一方、放熱ビアの内部に金属ペーストなどを充填するためには、積層回路部を形成する過程で、孔空けと金属メッキと金属ペーストの充填を繰り返し行う必要がある。このように本実施形態によれば、簡単な工程で放熱ビアを形成することができる。

#### 【 0 0 4 3 】

また、導体層と樹脂製の絶縁層を熱圧着することにより、既存の工程で簡単に積層回路部を形成することができる。また、最下層の絶縁層と金属基板とを熱圧着することにより、金属基板を最下層の絶縁層に簡単に密着させることができる。また、熱伝導性の良い銅を用いて導体層と放熱ビアを構成することにより、多層回路基板の熱伝導性を良くすることができる。また、銅製の最上層の導体層にニッケルメッキを下地とした金メッキを施すことにより、最上層の導体層にハンダ付けすること、および、アルミワイヤボンディングすることが可能となる。

#### 【 0 0 4 4 】

また、本実施形態に係るモータ駆動回路基板は、低コストで熱伝導性が良い多層回路基板にモータ駆動用の電子部品を実装したものであるもので、低コストで、熱伝導性が良く、基板面積が小さい。また、本実施形態に係るモータ駆動回路基板は金属基板を備えているので、金属基板にネジ止め用の孔を空け、E C U の筐体にネジ止めで固定することもできる。

#### 【 0 0 4 5 】

##### < 変形例 >

なお、本実施形態では、導体層 1 1 は銅で形成されているとして説明したが、銅の代わりにアルミ、ニッケル、銀、チタン、金等の金属、またはこれら金属の合金、あるいはこれらの表面にニッケルメッキまたはニッケル / 金メッキがされたもので形成されていてもよい。また、これらの金属、合金、積層膜は、加圧接着法、スパッタ法、化学蒸着法、真空蒸着法、厚膜印刷法のいずれかまたはそれらの組合せによって形成してもよいが、導体

10

20

30

40

50

層 11 の膜厚が  $100\text{ }\mu\text{m}$  程度であることを考慮すると、厚膜印刷法で形成するのが好ましい。

#### 【0046】

本実施形態では、積層回路部 13 内のすべての絶縁層 12 は、プリプレグで形成されているとして説明したが、最下層の絶縁層 12 だけダイヤモンドライクカーボン層 (DLC 層) で形成してもよい。この場合、DLC 層は、含有シリコンの濃度が順次変化する傾斜 DLC 層と、シリコンを含まない DLC 層とからなる。あらかじめクロム層またはチタン層が形成された金属基板上に、まず傾斜 DLC 層を形成し、次にシリコンを含まない DLC 層を形成する。この傾斜 DLC 層は、クロム層 (またはチタン層) 側でシリコン含有量が多く (例えば  $10\sim 20\text{ at}\%$ )、それから離れるにつれて徐々に少なくなり、シリコンを含まない傾斜 DLC 層側で最も少なくなっている (例えば  $0\sim 4\text{ at}\%$ )。この場合、絶縁層 12 の膜厚は  $1\sim 2\text{ }\mu\text{m}$  と非常に薄くすることができるので、熱抵抗を下げることができる。このため、電子部品から発生する熱を放熱ビア 21、24 経由で熱伝導性よく金属基板 14 まで伝搬させることができる。ここで、クロム層 (またはチタン層) および傾斜 DLC 層を、金属基板 14 とシリコンを含まない DLC 層の間に挟むのは、両者の密着性を良くするためである。また、上記のクロム層と傾斜 DLC 層との間に、さらに窒化クロム層を形成してもよい。この場合、高い面圧力が加わっても、DLC 層の崩壊を防止することができる。

10

#### 【0047】

また、本実施形態に係るモータ駆動回路基板は、ECU の筐体またはギヤハウジング等の金属製のハウジングに、積層回路部 13 の最下層の絶縁層 12 を熱圧着して固定してもよい。この場合、金属基板 14 と金属製のハウジングとの熱抵抗を下げるための、放熱グリスの塗布や、金属基板 14 の面粗度を向上させるための研磨が不要になるので、モータ駆動回路基板の製造コストを低減することができる。また、積層回路部 13 を支持する金属基板 14 をハウジングにねじ止めする必要がないので、ねじ止めのためのクリアランス (隙間) が不要となり、その分だけモータ駆動回路基板を小型化することができる。さらに、金属基板 14 は、積層回路部 13 を支持する役割も果たしているが、積層回路部 13 の厚みは通常  $1\text{ mm}$  以上であるため、金属基板 14 がなくても、ハウジングに熱圧着するときの積層回路部 13 の取扱いが容易である。

20

#### 【0048】

<その他>

30

図 6 (a) に示すように、アルミ製の金属基板 54 の上に DLC からなる絶縁層 52 を形成し、その上に金属からなる導体層 51 を形成したモータ駆動回路基板について説明する。金属基板 54 はヒートシンクの役割を果たすものであればよく、例えば ECU の筐体であってもよい。金属基板 54 にあらかじめスパッタ法等によってクロム層またはチタン層の薄膜を形成した後、クロム層 (またはチタン層) 側でシリコン含有量が多く (例えば  $10\sim 20\text{ at}\%$ )、それから離れるにつれて徐々に少なくなり、端部でシリコン含有量が最も少なくなる (例えば  $0\sim 4\text{ at}\%$ ) ような傾斜 DLC 層を形成する。そして、その上にシリコンを含まない DLC 層を形成する。このようにして形成された絶縁層 52 の膜厚は  $1\sim 2\text{ }\mu\text{m}$  と非常に薄いので、熱抵抗が下がり、電子部品 61 で発生した熱を熱伝導性良く金属基板 54 まで伝搬させることができる。また、クロム層と傾斜 DLC 層との間に、窒化クロム層が形成されていてもよい。この場合、高い面圧力が加わっても、DLC 層の崩壊を防止することができる。

40

#### 【0049】

次に、絶縁層 52 の表面に導体層 51 を形成する。導体層 51 は、銅、アルミ、ニッケル、銀、チタン、金、またはこれら 2 種類以上の金属の合金、あるいはそれらの表面にニッケルメッキまたはニッケル/金メッキがされたもので形成されている。また、これらの金属等は、加圧接着法、スパッタ法、化学蒸着法、真空蒸着法、厚膜印刷法のいずれかまたはそれらの組合せによって形成することができるが、膜厚が  $100\text{ }\mu\text{m}$  程度の導体層 51 とするためには厚膜印刷法が好ましい。

50



## 【 0 0 5 0 】

さらに、図 6 ( B ) に示すように、導体層 5 1 にニッケルメッキを下地とした金メッキを施した後、導体層 5 1 の表面に電子部品 6 1 を実装する。そして、他の導体層 5 1 や ECU の筐体等の金属基板 1 4 に設けられた外部接続端子 6 2 に電氣的に電子部品を接続するために、電子部品 6 1 と、導体層 5 1 や外部接続端子 6 2 とをそれぞれアルミ線 6 0 でワイヤボンディングする。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 5 1 】

【図 1】本発明の実施形態に係る多層回路基板の断面図である。

【図 2】図 1 に示す多層回路基板に含まれる放熱ビアの平面図および断面図である。

10

【図 3】本発明の実施形態に係る多層回路基板の他の例の断面図である。

【図 4】図 1 に示す多層回路基板の製造工程の例を示す図である。

【図 5】図 1 に示す多層回路基板を含むモータ駆動回路基板の断面図である。

【図 6】単層の回路基板を含むモータ駆動回路基板の断面図である。

【図 7】従来の回路基板の断面図である。

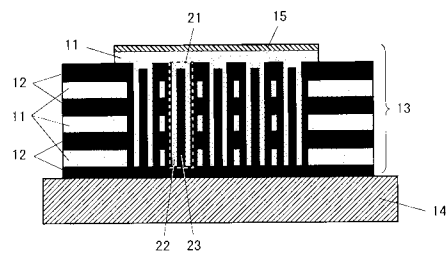
## 【符号の説明】

## 【 0 0 5 2 】

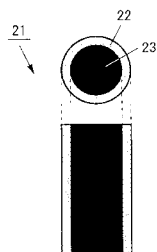
1 1 ... 導体層、1 2 ... 絶縁層、1 3 ... 積層回路部、1 4 ... 金属基板、1 5 ... ニッケルメッキを下地とした金メッキ、1 6 ... 積層体、2 1、2 4 ... 放熱ビア、2 2 ... 導体層、2 3 ... 樹脂、2 5 ... 孔、3 1 ... 電子部品

20

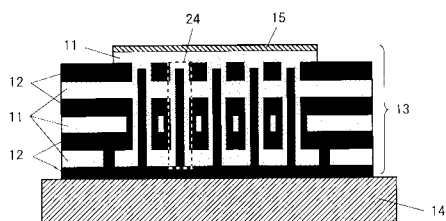
【図 1】



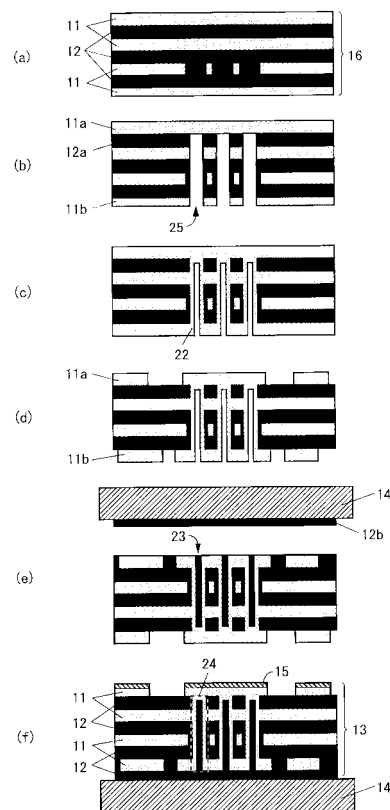
【図 2】



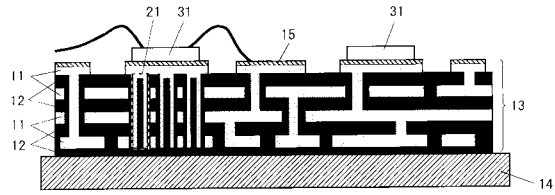
【図 3】



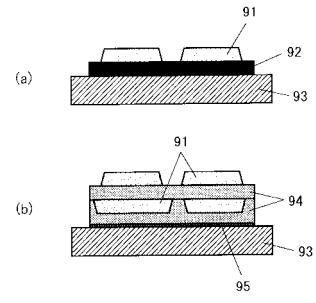
【図 4】



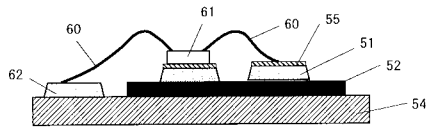
【図 5】



【図 7】



【図 6】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 L 23/12 J  
H 0 1 L 23/36 C

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 1 2 1 5 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 0 1 2 7 6 5 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 6 / 1 3 2 1 5 1 ( W O , A 1 )  
特開昭 6 3 - 2 4 6 8 9 7 ( J P , A )

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