

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6872291号  
(P6872291)

(45) 発行日 令和3年5月19日(2021.5.19)

(24) 登録日 令和3年4月21日(2021.4.21)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 L 23/473	(2006.01)
HO 1 L 23/427	(2006.01)
HO 1 L 25/07	(2006.01)
HO 1 L 25/18	(2006.01)
HO 5 K 7/20	(2006.01)
HO 5 K 7/20	(2006.01)

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2019-539312 (P2019-539312)  
 (86) (22) 出願日 平成30年5月1日 (2018.5.1)  
 (65) 公表番号 特表2020-505771 (P2020-505771A)  
 (43) 公表日 令和2年2月20日 (2020.2.20)  
 (86) 國際出願番号 PCT/JP2018/018023  
 (87) 國際公開番号 WO2018/221149  
 (87) 國際公開日 平成30年12月6日 (2018.12.6)  
 審査請求日 令和1年7月19日 (2019.7.19)  
 (31) 優先権主張番号 17173262.1  
 (32) 優先日 平成29年5月29日 (2017.5.29)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
歐州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 503163527  
ミツビシ・エレクトリック・アールアンド  
ディー・センター・ヨーロッパ・ビーヴィ  
MITSUBISHI ELECTRIC  
R&D CENTRE EUROPE  
B. V.  
オランダ国、1119 エヌエス・スピブ  
ホール・レーイク、カプロニラーン 46  
Capronilaan 46, 111  
9 NS Schiphol Rijk,  
The Netherlands  
(74) 代理人 100110423  
弁理士 曽我 道治  
(74) 代理人 100111648  
弁理士 梶並 順

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】パワーモジュール及びパワーモジュールを製造する方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第1の部分及び第2の部分から構成されるパワーモジュールであって、前記第1の部分は、導体層及び絶縁層から構成され、前記導体層のうちの第1の導体層は前記第1の部分の底にあり、前記第2の部分は前記導体層のうちの少なくとも1つの第2の導体層から構成され、前記第1の導体層及び/又は前記第2の導体層は、壁が金属めっきされたパイプを形成するキャビティを構成し、前記金属めっきは、前記第1の導体層及び前記第2の導体層を接合して防水導管を形成する、パワーモジュール。

## 【請求項 2】

前記導体層の材料は、前記金属めっきの材料と同一である、請求項1に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 3】

前記導体層の材料及び前記金属めっきの材料は、銅である、請求項2に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 4】

前記パイプの前記壁は、表面パッシベーション材料によって更に金属めっき加工されている、請求項3に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 5】

前記表面パッシベーション材料はニッケル及び金で表面処理されている、請求項4に記

載のパワーモジュール。

【請求項 6】

前記第2の部分は導体層及び絶縁層から構成され、パワーダイ及び／又は受動素子は、前記第1の部分及び／又は前記第2の部分に埋め込まれている、請求項1～4のいずれか1項に記載のパワーモジュール。

【請求項 7】

第1の部分及び第2の部分から構成されるパワーモジュールを製造する方法であって、前記第1の部分は導体層及び絶縁層から構成され、前記導体層のうちの第1の導体層は前記第1の部分の底にあり、前記第2の部分は前記導体層のうちの少なくとも1つの第2の導体層から構成される、方法において、

10

前記方法は、

キャビティを前記第1の導体層上及び／又は前記第2の導体層上に形成するステップと、

前記第1の導体層及び前記第2の導体層を重ね、前記第1の導体層及び前記第2の導体層が接触するとき、前記キャビティはパイプを形成するステップと、

前記第1の部分及び前記第2の部分を接合するために、前記第1の導体層及び前記第2の導体層によって形成される前記パイプの壁を金属めっき加工するステップと、を含む、方法。

【請求項 8】

前記方法は、表面パッシベーション材料を用いて前記パイプの前記壁をめっき加工するステップを更に含む、請求項7に記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、包括的には、パワーモジュール及びパワーモジュールを製造する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電気パワーモジュールは、例えば、直接接合銅基板及び冷却板の間の接合、又は、2つのプリント回路基板（P C B）の間の接続等の2つの金属表面の間の電気的及び熱的接続を行うことが必要である場合がある。従来的には、この接続は、はんだ付け、焼結又は導電接着剤によって行われる。電子パワーモジュールは、プリント回路基板内に埋め込まれるパワーダイを更に備えることができる。

30

【0003】

第1の材料表面及び第2の材料表面を熱的かつ電気的に取り付けることは、純物質又は異なる物質の種類の混合物とすることができる第3の材料を必要とする。そのような方法は、2つの界面を作り、第1の界面は第1の材料及び第3の材料の間にあり、第2の界面は第2の材料と第3の材料の間にある。これらの界面は、通常、パワーモジュールに不具合を起こす場合がある欠点である。これは、熱機械的挙動、原子移動等の異なる材料特性に起因する。

40

【0004】

本発明は、接合される2つの部分から構成されるパワーモジュールを製造できることを目的とし、その接合はパワーモジュールに不具合を起こす場合がある欠点を生み出さない。

【発明の概要】

【0005】

このために、本発明は、第1の部分及び第2の部分から構成されるパワーモジュールであって、第1の部分は、導体層及び絶縁層から構成され、第1の導体層は第1の部分の底にあり、第2の部分は少なくとも1つの第2の導体層から構成され、第1の導体層及び／又は第2の導体層は壁が金属めっきされたパイプを形成するキャビティを構成し、金属め

50

つきは第1の導体層及び第2の導体層を接合して防水導管を形成する、パワーモジュールに関する。

【0006】

したがって、接合は両方の部分間で行われ、機械的、電気的又は熱的接合として役割を果たすことができる。

【0007】

特定の特徴によれば、接合の機械的、電気的及び／又は熱的特性を改善するために、パイプは材料で満たされている。

【0008】

特定の特徴によれば、パイプは二相の材料で満たされている。

10

【0009】

したがって、熱はパワーモジュールの外に輸送され、これに相当する熱容量が増大する。

【0010】

特定の特徴によれば、導体層の材料は、金属めっきの材料と同一である。

【0011】

したがって、最終的なアセンブリは、パワーモジュールの不具合につながる亀裂及び剥離のリスクを低減する、界面のない単一の媒体である。

【0012】

特定の特徴によれば、導体層の材料及び金属めっきの材料は、銅である。

20

【0013】

したがって、この技術は、DCB (Direct Copper Bonding : ダイレクト銅ボンディング) 又はPCB 製造等の、幅広く用いられ、成熟した電力製造プロセスに含まれ得る。

【0014】

特定の特徴によれば、パイプの壁は、表面パッシベーション材料によって更に金属めっき加工される。

【0015】

特定の特徴によれば、表面パッシベーション材料はニッケル又は金である。

【0016】

特定の特徴によれば、第2の部分は導体層及び絶縁層から構成され、半導体素子及び／又は受動素子は、第1の部分及び／又は第2の部分に埋め込まれている。

30

【0017】

したがって、最終的なアセンブリは、電気的及び熱的に最適化された電力システムである。

【0018】

本発明はまた、第1の部分及び第2の部分から構成されるパワーモジュールを製造する方法であって、第1の部分は導体層及び絶縁層から構成され、第1の導体層は第1の部分の底にあり、第2の部分は少なくとも1つの第2の導体層から構成される、方法において、本方法は、キャビティを第1の導体層上及び／又は第2の導体層上に形成するステップと、第1の導体層及び第2の導体層を重ね、第1の導体層及び第2の導体層が接触するとき、キャビティはパイプを形成するステップと、第1の部分及び第2の部分を接合するために、第1の導体層及び第2の導体層によって形成されるパイプの壁を金属めっき加工するステップと、を含む、方法に関する。

40

【0019】

したがって、電気的及び熱的接続は、両方の層の間に形成される。

【0020】

特定の特徴によれば、接合の機械的、電気的、及び／又は熱的特性を改善するために、パイプは材料によって満たされている。

【0021】

特定の特徴によれば、パイプは二相の材料で満たされている。

50

**【0022】**

したがって、熱拡散が強まるか、又は熱がモジュールの外に輸送され、より重要なことには、熱容量が著しく高まる。

**【0023】**

特定の特徴によれば、導体層の材料は、金属めっきの材料と同一である。

**【0024】**

したがって、最終的なアセンブリは、パワーモジュールの不具合につながる亀裂及び剥離のリスクを低減する、界面のない単一の媒体である。

**【0025】**

特定の特徴によれば、方法は、表面パッシベーション材料を用いてパイプの壁をめっき加工するステップを更に含む。 10

**【0026】**

したがって、冷却回路はより長い時間の間、被覆なしのままであり、表面パッシベーションが冷却液に耐性があるのでその保全は低減されるか、又は不要となる。

**【0027】**

本発明の特徴は、例示の実施形態の以下の説明を読むことによってより明らかになる。この説明は、添付図面に関して作成されたものである。

**【図面の簡単な説明】****【0028】**

【図1】本発明による、パワーモジュールの第1の部分及び第2の部分の間のパイプを作るために処理されるパワーモジュールの第1の部分を表す図である。 20

【図2】本発明による、パワーモジュールの第1の部分及び第2の部分を表す図である。

【図3】本発明による、パイプを形成するために組み立てられるパワーモジュールの第1の部分及び第2の部分を表す図である。

【図4】パイプの壁の金属めっきによってともに接合されるパワーモジュールの第1の部分及び第2の部分を表す図である。

【図5】ともに接合されるパワーモジュールの第1の部分及び第2の部分を表す図であり、本発明によるパイプの壁の第2のパッシベーション金属めっきが行われる。

【図6】本発明による、パワーモジュールを製造するアルゴリズムを表す図である。

**【発明を実施するための形態】****【0029】**

図1は、本発明による、パワーモジュールの第1の部分及び第2の部分の間のパイプを作るために処理されるパワーモジュールの第1の部分を表す図である。

**【0030】**

パワーモジュールの第1の部分100aは、例えば銅層等の導体層110、112、116及び118と、例えばFR4等の絶縁層111、115及び117とから作製されたプリント回路基板である。

**【0031】**

プリント回路基板は、この構造において埋め込まれる半導体又は受動素子114a及び114bを有することができる。 40

**【0032】**

図1の例では、第1の部分は、銅製の4つの導体層110、112、116及び118と、FR4から作製された3つの絶縁層111、115及び117とから作製されたプリント回路基板である。この構造は、第1の部分に埋め込まれ、レーザ穴あけ及び銅めっき113によって接続される2つの半導体素子114a及び114bを有する。

**【0033】**

図2は、本発明による、パワーモジュールの第1の部分及び第2の部分を表す。

**【0034】**

図2の例では、パワーモジュールの第2の部分100bは、第1の部分と同様である。ここで、第2の部分は第1の部分と異なる場合があり、单一の導体層から構成される場合 50

があることに留意しなければならない。

**【0035】**

図2の例では、第2の部分100bは銅製の4つの導体層と、FR4から作製された3つの絶縁層とから作製されたプリント回路基板である。この構造は、第1の部分に埋め込まれ、レーザ穴あけ及び銅めっきによって接続される2つの半導体素子を有する。

**【0036】**

パワーモジュールの第1の部分100a及び第2の部分100b、より厳密には、第1の部分100aの導体層118及び第2の部分の導体層205は、第1の部分及び第2の部分が接触するとき、導体層118の表面上のキャビティ200a～200g及び導体層205の表面上のキャビティ210a～210gを形成するために処理される。

10

**【0037】**

この処理は、例えば、キャビティを形成する機械的、化学的、又は他のエッチング技術である。

**【0038】**

図2の例では、キャビティは、導体層118及び導体層205両方の表面上に形成される。一変形形態では、キャビティは、導体層118又は導体層205の一方の表面上のみに形成される。

**【0039】**

図3は、本発明による、パイプを形成するために組み立てられるパワーモジュールの第1の部分及び第2の部分を表す。

20

**【0040】**

両方の部分は、パイプ300a及びパイプ300gを近接させるために、ともに押圧される。押圧は、導体層118及び導体層205の2つの表面間の直接接触によって、又は更なる接着層を用いることによって、行うことができる。

**【0041】**

実現の一変形形態では、FR4シートは、両方の部分をともに取り付け、配列するのに用いられる。2つの部分間の電気的接触を確実にするために、パイプのジオメトリと同様のジオメトリは、例えば、FR4シートにおいてレーザ切断によって切断されなければならないことに留意されたい。

**【0042】**

30

図4は、パイプの壁の金属めっきによってともに接合されるパワーモジュールの第1の部分及び第2の部分を表す。

**【0043】**

このめっき加工は、単一の又は複数のめっきサイクルによって行うことができる。

**【0044】**

2つの部分100a及び100bは、ともに押圧されると、無電解めっき浴に浸され、そこでは、めっき液はパイプ内を流れ、銅層はパイプの内面全体に作られる。

**【0045】**

その後、パワーモジュールは金属めっき400a及び金属めっき400gの厚みを増加させるために電解めっき浴に浸すことができる。

40

**【0046】**

必要とされる銅めっきの厚さを達成すると、2つの部分はここで接合され、電気的接続及び熱的接続は、2つの接合された表面間でなされる。

**【0047】**

図5は、ともに接合されるパワーモジュールの第1の部分及び第2の部分を表し、本発明によるパイプの壁の第2のパッシベーション金属めっきが行われる。

**【0048】**

パイプ内の銅の酸化を避けるために、専用の表面処理を適用することができる。

**【0049】**

したがって、ここで、その後の十分な接着及び金めっきを確実にするように、アセンブ

50

リは、ニッケル等の金属の薄い層をめっき加工するために、複数の化学めっき浴に浸される。

【0050】

開いているパイプを用いて、この構造を冷やすために冷却液を施すことができる。

【0051】

図6は、本発明による、パワーモジュールを製造するアルゴリズムを表す。

【0052】

ステップS60では、めっき液の経路を作製するために、接合されることになる表面領域内にキャビティが作られ、接合される表面領域になる。キャビティは、機械的、化学的、電気的なプロセス等の任意の減法プロセスによって作製することができる。代替的には、例えばマスキングされた電着等の、選択的な加法プロセスによって、適した突起を形成することができる。機械加工又はエッチングは、パワーモジュールの第1の部分若しくは第2の部分の一方の表面又は両方の表面上で行うことができる。

10

【0053】

ステップS61では、第1の部分及び第2の部分が組み立てられる。これらの部分は、ともに押圧され、めっき液のための单一の入り口又は複数の入り口、及び液のための单一の出口又は複数の出口を有する閉じたパイプを作ることになる。

【0054】

ステップS62では、第1の部分及び第2の部分がともに押圧されると、めっき液がパイプに流れ込むか、アセンブリがめっき浴に浸され、金属電着が、例えば強制的な液体循環とともにパイプ内でなされる。電着した金属は、表面間に機械的、電気的、及び熱的な接合部を作る。

20

【0055】

金属めっき処理を制御して、パイプが閉じる度合いを変えることができる。堆積法は、電解めっき又は無電解めっき等の、任意の液体ベースの金属電着とすることができます。また、複数のめっき法及び複数の金属めっきの種類は、接合の電気的、機械的、化学的又は、熱的特性を改善するために組み合わせることができる。

【0056】

いくつかの例では、めっき加工された金属の接合された領域への接着が弱い場合、めっき処理する前に、両方の表面間の接合を改善するために、ニッケル、亜鉛、チタン等の専用のシード表面処理 (seed-finishing) をそれらの領域に適用することができる。

30

【0057】

表面は中間材料なしで直接ともに押圧することができるか、有機物質又は無機物質等の接着層が2つの構造間の良好な配列のために表面間に配置される。これらの接着材料は、接合特性を適合させるために金属の充填剤を有することもできるし、有しないこともできる。

【0058】

ステップS63では、金属めっきの厚さが制御される。

【0059】

例えば、厚さは、最大で700マイクロメートルまでの数マイクロメートル間で構成されなければならない。

40

【0060】

金属めっきの厚さが最大で700マイクロメートルまでの数マイクロメートル間で構成される場合、処理はステップS64に進み、そうでなければステップS62が繰り返される。

【0061】

ステップS64では、表面パッシベーションが決定されるか、又は決定されない。

【0062】

表面パッシベーションを行う必要がない場合、方法は終了する。そうでなければ、ステップS65では、例えば、その後の十分な接着及び金めっきを確実にするように、ニッケ

50

ル等の金属の薄い層をめっき加工することによって、パイプの内面の酸化又は腐食を防ぐために、空のパイプ内で金等の専用の表面パッシベーションは行われる。

#### 【0063】

特定の実現様式によれば、接合の機械的、電気的及び／又は熱的特性を改善するために、金属粒子又はセラミック粒子等で満たされている有機接着剤のような材料で、パイプは満たされている。

#### 【0064】

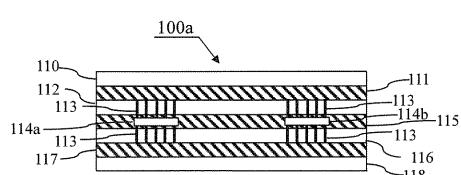
特定の実現様式によれば、熱パイプを作るか、開いているパイプ内で熱容量を増大させるために、パイプは二相の材料で満たされている。そのような熱パイプの輸送を用いて、パワー モジュールの外に熱を拡散させるか、熱を輸送することができる。

10

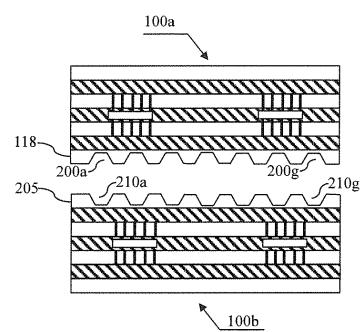
#### 【0065】

当然のことながら、本発明の範囲から逸脱することなく、上記で説明した本発明の実施形態に対して多くの変更を行うことができる。

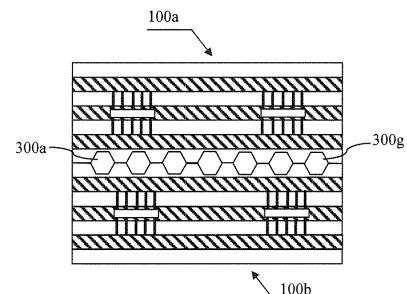
【図1】



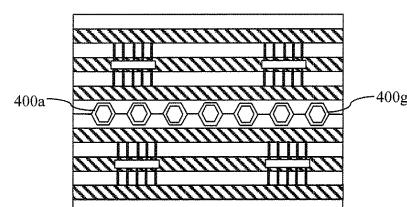
【図2】



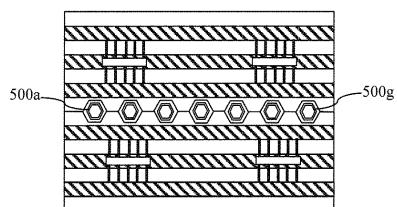
【図3】



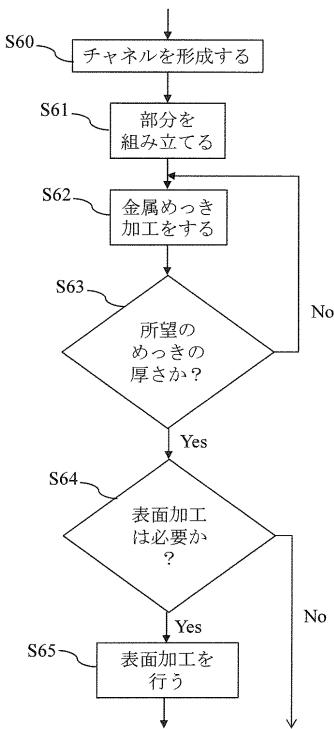
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100122437

弁理士 大宅 一宏

(74)代理人 100147566

弁理士 上田 俊一

(74)代理人 100161171

弁理士 吉田 潤一郎

(72)発明者 ムラド、ロバート

フランス国、35708 レンヌ・セデックス 7、セーエス 10806、アレ・ドゥ・ボーリュー 1、ケアオブ・ミツビシ・エレクトリック・アールアンドディー・センター・ヨーロッパ

(72)発明者 モロヴ、ステファン

フランス国、35708 レンヌ・セデックス 7、セーエス 10806、アレ・ドゥ・ボーリュー 1、ケアオブ・ミツビシ・エレクトリック・アールアンドディー・センター・ヨーロッパ

審査官 正山 旭

(56)参考文献 特開2006-041024(JP, A)

特開2000-138485(JP, A)

獨国特許出願公開第102008040906(DE, A1)

米国特許第06292366(US, B1)

特開平05-235492(JP, A)

韓国公開特許第10-2005-0117482(KR, A)

国際公開第2001/063667(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/473

H01L 23/427

H01L 25/07

H01L 25/18

H05K 7/20