

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2020年1月30日(30.01.2020)



(10) 国際公開番号

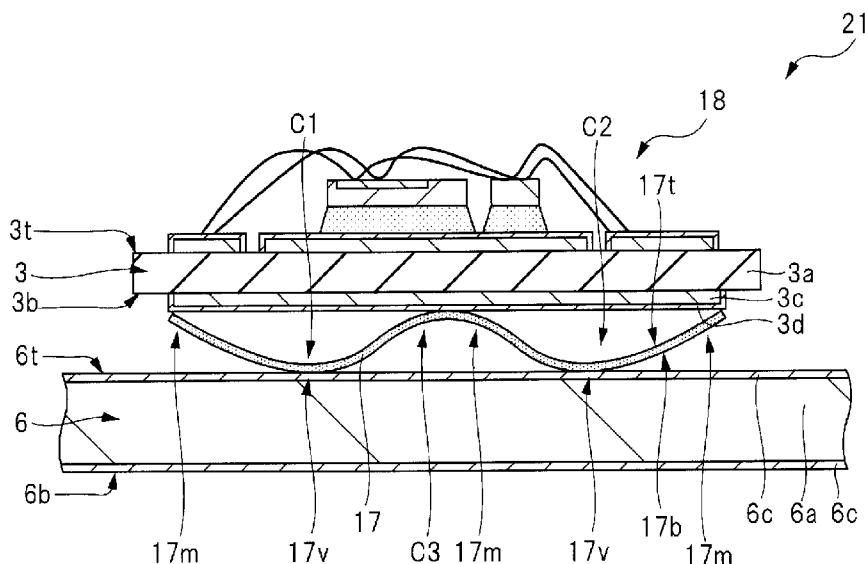
WO 2020/021760 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H01L 21/52* (2006.01)    *H01L 23/40* (2006.01)  
*B23K 1/00* (2006.01)    *H01L 25/07* (2006.01)  
*B23K 31/02* (2006.01)    *H01L 25/18* (2006.01)  
*B23K 35/40* (2006.01)    *H05K 1/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2019/010159
- (22) 国際出願日:                    2019年3月13日(13.03.2019)
- (25) 国際出願の言語:                    日本語
- (26) 国際公開の言語:                    日本語
- (30) 優先権データ:  
 特願 2018-141648    2018年7月27日(27.07.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立パワーデバイス (**HITACHI POWER SEMICONDUCTOR DEVICE, LTD.**) [JP/JP]; 〒3191221 茨城県日立市大みか町五丁目2番2号 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 中塚 哲也 (**NAKATSUKA, Tetsuya**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 池田 靖 (**IKEDA, Osamu**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 宮崎 高彰 (**MIYAZAKI, Takaaki**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 坂野 諭一郎 (**BANNO, Yuichiro**); 〒3191221 茨城県日立市大みか町五丁目2番2号 株式会社日立パワーデバイス内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人筒井国際特許事務所 (**TSUTSUI & ASSOCIATES**); 〒1600022 東京

(54) **Title:** METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE, SEMICONDUCTOR DEVICE, SOLD-ER SHEET, AND METHOD OF MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 半導体装置の製造方法および半導体装置ならびに半田シートおよびその製造方法

図 12



(57) **Abstract:** This method of manufacturing a semiconductor device includes: a step of preparing a second laminate which is obtained by mounting a first laminate on a base substrate via a solder sheet; a step of installing the second laminate inside a chamber and preheating the second laminate at a temperature at or below a melting point of solder of the solder sheet while introducing reducing gas into the chamber; and a step of heating the second laminate at a temperature at or



WO 2020/021760 A1

都新宿区新宿2丁目3番10号 新宿  
御苑ビル3階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

above the melting point of the solder of the solder sheet. The solder sheet includes a recessed portion (C1) on a ceramic substrate side and a recessed portion (C3) on a base substrate side, and in the preheating step, the solder sheet is in contact with a plated layer at both ends of the recessed portion (C1) and is in contact with the plated layer at both ends of the recessed portion (C3). In plan view, the recessed portion (C1) and the recessed portion (C3) extend continuously inside the solder sheet to the exterior of the solder sheet.

(57) 要約：半導体装置の製造方法は、半田シートを介して第1積層体をベース基板上に搭載した第2積層体を準備する工程、第2積層体をチャンバー内に設置し、チャンバー内に還元ガスを流入しながら、第2積層体を、半田シートの半田の融点以下の温度で予備加熱する工程、第2積層体を、半田シートの半田の融点以上の温度で本加熱する工程、を含む。半田シートは、セラミック基板側に凹部(C1)、および、ベース基板側に凹部(C3)を含み、予備加熱工程で、半田シートは、凹部(C1)の両端でメッキ層に接触しており、凹部(C3)の両端でメッキ層に接触している。そして、平面視において、凹部(C1)および凹部(C3)は、半田シートの内部に連続して延在し、半田シートの外部に達している。

## 明 細 書

発明の名称：

半導体装置の製造方法および半導体装置ならびに半田シートおよびその製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置の製造方法および半導体装置ならびに半田シートおよびその製造方法に関し、特に、IGBTおよびダイオードを搭載したパワーモジュールの製造方法およびパワーモジュールならびにパワーモジュールの製造方法に用いる半田シートおよびその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 特開2010-51994号公報（特許文献1）には、矯正型20によりシートはんだ3を下向きに凸であるR形状に矯正して、吸着ツール31によりシートはんだ3を基板上に載置した時に、シートはんだ3の中央が基板に接するようにし、それにより、はんだ溶融時に、シートはんだ3を中央から外側へ向けて軟化させて平坦にする技術が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-51994号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 本願発明者は、高出力半導体等を使用したパワーモジュールを検討している。パワーモジュールは、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor：絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）が形成されたチップおよびダイオードが形成されたチップをセラミック基板上に搭載し、それをベース基板と称する放熱板に半田からなる接着層を介して接続している。ベース基板上には、例えば、IGBTとダイオードのペア

が搭載され、外部端子が接続されているため、セラミック基板の面積が大型化している。そして、セラミック基板からベース基板への放熱性を向上させるために接着層（半田接続部）の面積が大型化している。パワーモジュールでは、半田接続部の放熱性がIGBTの電圧や電流の大きさに影響するため、この放熱性が製品の性能に大きく係わってくる。つまり、パワーモジュールでは、大面積の半田接続部の放熱性を向上させる必要がある。

[0005] 放熱性向上のためには、半田接続部の残留ボイドや濡れ不良を防止する必要がある、一般的にはフラックスを使用することで、ある程度、残留ボイドや濡れ不良を防止することができる。しかしながら、パワーモジュールのような大面積の半田接続の場合、フラックスの使用は、残留ボイドや残渣発生の原因となるため、ギ酸のような還元性雰囲気を使用したフラックスレスの半田接続を検討した。

[0006] 本願発明者は、セラミック基板の表面にIGBTチップおよびダイオードチップを接着した第1積層体を、半田シートを介してベース基板上に載置した第2積層体を準備する工程、この第2積層体を真空チャンバー内に配置した後、ギ酸を用いた還元性雰囲気中で第2積層体を予備加熱する工程、半田シートの半田材を加熱溶融する本加熱工程を含む半田接続方法を実施した。ここで半田シートは、先行技術文献に示されたV字形状（またはU字形状）のものを使用した。予備加熱工程は、半田シートおよび被接合体（セラミック基板およびベース基板）に形成された金属層の表面酸化膜を除去する工程であり、本加熱工程は、半田シートの半田材を溶融した後に凝固する工程である。しかしながら、上記の方法では、低熱抵抗（高放熱性）の半田接続を実現することができなかった。本願発明者の解析により、第2積層体を準備した段階で、第1積層体の自重でV字形状の半田シートが平坦化してしまい、半田シートと被接合体とが密着するため、予備加熱工程で半田シートおよび被接合体の表面酸化膜を十分に除去できず、半田の濡れ不良が発生したことが判明した。

[0007] そこで、本発明は、半導体装置の放熱性を向上させるものである。

## 課題を解決するための手段

[0008] 一実施例の半導体装置の製造方法は、半田シートを介して第1積層体をベース基板上に搭載した第2積層体を準備する工程、第2積層体をチャンバー内に設置し、チャンバー内に還元ガスを流入しながら、第2積層体を、半田シートの半田材の融点以下の温度で予備加熱する工程、第2積層体を、半田シートの半田材の融点以上の温度で本加熱する工程、を有する。半田シートは、セラミック基板側に第1凹部、および、ベース基板側に第2凹部を含み、予備加熱工程で、半田シートは、第1凹部の両端でセラミック基板に形成された金属層に接触しており、第2凹部の両端でベース基板に形成された金属層に接触しており、第1凹部および第2凹部は、平面視において、半田シートの内部に連続して延在し、半田シートの外部に達している。

## 発明の効果

[0009] 本発明の一側面によれば、半導体装置の放熱性を向上させることができる。

[0010] 上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施の形態の説明により明らかにされる。

## 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本実施例の半導体装置の断面図である。

[図2]本実施例の半導体装置の製造方法の一部を示す製造工程フロー図である。

[図3]本実施例の半田シートの製造工程中の斜視図である。

[図4]図3に続く半田シートの製造工程中の断面図である。

[図5]図4に続く半田シートの製造工程中の断面図である。

[図6]本実施例の半田シートの斜視図である。

[図7]図6のX1-X1に沿う断面図である。

[図8]本実施例の半導体装置の製造工程中の断面図である。

[図9]図8に続く半導体装置の製造工程中の断面図である。

[図10]図9に続く半導体装置の製造工程中の断面図である。

[図11]図10に続く半導体装置の製造工程中の断面図である。

[図12]図11に続く半導体装置の製造工程中の断面図である。

[図13]図12に続く半導体装置の製造工程中の断面図である。

[図14]図13に続く半導体装置の製造工程中の断面図である。

[図15]図14の要部拡大断面図である。

[図16]図15の接着層の平面図である。

[図17]比較例である半導体装置の要部拡大断面図である。

[図18]変形例1である半田シートの斜視図である。

[図19]図18のX2-X2に沿う断面図である。

[図20]変形例2である半田シートの斜視図である。

[図21]図20のX3-X3に沿う断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 電鉄車両および電気自動車などには電力変換装置（インバータ、コンバータ、チョッパ）やモータが搭載されており、電力変換装置にはパワーモジュールが用いられている。パワーモジュールは、IGBT等のパワー半導体素子をスイッチングすることにより直流電力を交流電力に変換するものである。

[0013] パワーモジュールでは、スイッチング素子であるIGBTとダイオードとを並列接続（この一組をアームと呼ぶ）して使用する。この一組のアームを正極端子と交流端子との間に接続したものを上アーム、交流端子と負極端子との間に接続したものを下アームと称する。上アームと下アームを組み合わせることによって一組の交流電力を出力することができる。したがって、三相交流を発生させるためには3組の上下アーム（合計6アーム）が必要となる。

[0014] 以下、本発明の実施例を、図面を用いて説明する。

### 実施例

[0015] <半導体装置の構造>

本実施例の半導体装置SDは、例えば、上記のモータ駆動用のパワーモジ

ジュールである。図1は、本実施例の半導体装置SDの断面図であるが、上記6アームの各々は同様の構造を有するため、図1では1アーム分を示している。

[0016] 図1に示すように、半導体装置SDは、チップ（IGBT）1、チップ（ダイオード）2、セラミック基板3、ベース基板6、外部端子8、および、封止体9を含む。チップ1は、シリコン（Si）またはシリコンカーバイド（SiC）からなる基板にIGBT等のパワー半導体素子が形成されており、チップ2は、シリコン（Si）またはシリコンカーバイド（SiC）からなる基板にダイオード素子が形成されている。

[0017] セラミック基板3は、基板3aと、基板3aの表面（第1面）3tと、表面3tの反対側に位置する裏面（第2面）3bとを有し、表面3tおよび裏面3bには、夫々、配線3cが形成されており、配線3cの表面はメッキ層（金属層）3dで覆われている。なお、配線3cおよびメッキ層3dを合わせて配線と呼ぶ場合もある。基板3aは、例えば、熱伝導率の高い窒化アルミニウム（AlN）または窒化ケイ素（Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）、あるいは、汎用性の高いアルミナ（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）とすることができる。配線3cは、例えば、銅（Cu）膜とし、メッキ層3dは、例えば、ニッケル（Ni）膜とすることができる。

[0018] チップ1およびチップ2は、接着層4を介してセラミック基板3上のメッキ層3dに接着されており、配線3cおよびメッキ層3dに電氣的に接続されている。また、チップ1およびチップ2は、ワイヤ5を介して互いに接続されており、かつ、ワイヤ5を介して配線3cに接続されている。さらに、配線3cおよびメッキ層3dには、外部端子8が接続されている。つまり、チップ1およびチップ2は外部端子8に電氣的に接続されている。ワイヤ5は、例えば、銅（Cu）ワイヤまたはアルミニウム（Al）ワイヤからなる。

[0019] ベース基板6は、基板6aと、基板6aの表面（第1面）6tと、表面6tの反対側に位置する裏面（第2面）6bと、その表面6tと裏面6bとに

形成されたメッキ層（金属層）6cとからなる。基板6aは、例えば、高い熱伝導率を有する炭化ケイ素（SiC）とアルミニウム（Al）合金の複合材料（AlSiC）、銅（Cu）またはアルミニウム（Al）合金等で構成されており、メッキ層6cは、例えば、ニッケル（Ni）膜からなる。そして、ベース基板6の表面6tに形成されたメッキ層6cには、接着層7を介してセラミック基板3の裏面3bに形成された配線3cおよびメッキ層3dが接続されている。接着層4および7は、半田材であり、例えば、鉛（Pb）入りのSn-Pb半田材、あるいは、Pbを実質的に含まない、所謂、鉛フリー半田からなる半田材である。鉛フリー半田の例としては、例えば、錫-銅-銀（Sn-Cu-Ag）、錫-銅（Sn-Cu）、錫-アンチモン（Sn-Sb）または錫-銅-アンチモン（Sn-Cu-Sb）などが挙げられる。

[0020] ベース基板6の表面6t側において、チップ1、チップ2、セラミック基板3、ワイヤ5、接着層4、接着層7および外部端子8は、封止体9で覆われている。封止体9は、例えば、シリコンゲルからなる。なお、図示していないが、外部端子は、封止体9の外部に露出している。

[0021] <半導体装置の製造方法>

次に、図2～14を用いて、本実施例の半導体装置の製造方法を説明する。図2は、本実施例の半導体装置の製造方法の一部を示す製造工程フロー図、図3は、本実施例の半田シートの製造工程中の斜視図、図4および図5は、半田シートの製造工程中の断面図、図6は、本実施例の半田シートの斜視図、図7は、図6のX1-X1に沿う断面図である。図8～14は、半導体装置の製造工程中の断面図である。なお、図2において、半田シート17準備工程S1と第1積層体18準備工程とは、どちらが先でも良い。また、図9～11では、ベース基板6上の2つのアームの領域を示している。図8～11では、メッキ層3dおよびメッキ層6cを省略している。また、図12は、予備加熱工程、図13および図14は、本加熱工程を示しているが、1アーム分の第2積層体21を示しており、チャンバー等の加熱装置は省略し

ている。

[0022] 先ず、図2に示す半田シート17準備工程S1を説明する。図3に示すように、例えば厚さ2mmの半田インゴット10を、一对の圧延ロール11で、例えば厚さ0.2mmに圧延し、圧延半田12を形成する。圧延半田12には、その表面にロール目12aと呼ばれる微小な凹凸が形成されている。次に、図4に示すように、ダイ13とパンチ14とを用いて、長方形のプレス前半田シート15を形成する。プレス前半田シート15は、例えば、47×57mmとする。次に、図5に示すように、プレス前半田シート15を、一对の金型16で挟み込み、所望の形状に圧縮加工を施し、半田シート17を形成する。

[0023] 図6および図7に示すように、半田シート17は、その断面がW字形状を有する。図6に示すように、半田シート17は、表面(第1面)17tと、表面17tの反対側に位置する裏面(第2面)17bとを有する。また、表面17tは、X方向に延在する2つの辺17x1および17x2ならびにY方向に延在する2つの辺17y1および17y2を有する。また、表面17tは、凹部C1およびC2を有し、裏面17bは、凹部C3を有し、凹部C1~C3は、半田シート17の内部において、Y方向に連続的に延在し、辺17x1および17x2において半田シート17の外部に達している。また、図5に示す圧縮加工により、半田シート17の表面17tおよび裏面17bは平坦な表面を有する。つまり、図3に示す圧延加工によって形成されたロール目12aは、図5に示す圧縮加工によって押し潰されており、表面17tおよび裏面17bの表面積は、図4に示すプレス前半田シート15の表面および裏面の表面積よりも減少している。また、半田シート17の中央部には、平坦面を有する吸着部17aが設けられている。

[0024] また、図7に示すように、半田シート17は、3つの山部17mと、2つの谷部17vとを有し、山部17mと谷部17vとの間に直線部17sを有している。山部17mおよび谷部17vは、上記圧縮加工により直線から円弧状に塑性変形が施された領域であるが、直線部17sは塑性変形していな

い。従って、山部17mおよび谷部17vは、加工硬化により、直線部17sよりも高い硬度を有する。また、山部17mおよび谷部17vの膜厚は、直線部17sの膜厚よりも厚くなっている。また、3箇所 mountain部17mは、互いに等しい高さに設定されているため、仮想平面VS1に接触する。同様に、2箇所の谷部17vも互いに等しい高さに設定されているため、仮想平面VS2に接触する。ここで、仮想平面VS1は、後述の図10に示すセラミック基板3のメッキ層3dに対応し、仮想平面VS2は、ベース基板6のメッキ層6cに対応している（メッキ層3dおよび6cは、図1に示す）。

[0025] 次に、図2に示す第1積層体18準備工程を実施する。具体的には、セラミック基板3上にチップ1, 2を搭載する工程S2およびワイヤボンディング工程S3である。図8に示すように、セラミック基板3上にチップ1および2を搭載し、接着層4を介して配線3cに接着する。次に、ワイヤ5により、チップ1とチップ2との間、配線3cとチップ1との間、配線3cとチップ2との間をそれぞれ電氣的に接続する。

[0026] 次に、図2に示す第2積層体21準備工程S4を実施する。図9に示すように、ベース基板6上において、ガイド19で囲まれた複数の領域に、順に、半田シート17を載置する。半田シート17は、図6に示すように平坦な吸着部17aを有しており、吸着治具20で吸着部17aを真空吸着して、半田シート17をベース基板6上に載置する。ここで、ガイド19は、各アームの形成領域を位置決めしている。次に、図10に示すように、半田シート17上に第1積層体18を順次載置し、ベース基板6上に半田シート17を介して複数の第1積層体18が載置された第2積層体21を準備する。第1積層体18の自重により、半田シート17の高さ方向の寸法は減少するが、図6および図7に示す凹部C1~C3は潰れることなく確保されている。なお、凹部C1~C3は、後述する予備加熱工程S6が完了するまで潰れることなく確保されている。また、本実施例では、半田シート17の半田材として、例えば、融点がおよそ250℃のSn-10%Sbを用いている。

[0027] 次に、図2に示すチャンバー22内に第2積層体21をセットする工程S

5を実施する。図11に示すように、半田接続用の熱処理装置のチャンバー22の内部に第2積層体21をセットする。そして、この状態で、後述する予備加熱工程S6および本加熱工程S7を実施する。熱処理装置は、チャンバー22、加熱機構23、ガス導入機構24および排気機構25を備える。

[0028] 図11に示すように、チャンバー22内に第2積層体21をセットした後、先ず、チャンバー22内を、例えば、300Pa程度に減圧した後、チャンバー22内に、例えば、窒素(N<sub>2</sub>)を導入し、チャンバー22内を大気圧に戻す。こうしてチャンバー22内を、純粋な窒素(N<sub>2</sub>)雰囲気にする。

[0029] 次に、図2に示す予備加熱工程S6を実施する。予備加熱工程S6は、チャンバー22内にギ酸と窒素(N<sub>2</sub>)の混合ガスを供給しながら、第2積層体21を加熱する。加熱温度は、半田シート17の半田材の融点よりも低い温度200℃、加熱時間は10分間程度とする。予備加熱工程S6では、ギ酸の還元反応を利用して、半田シート17の表面酸化膜、メッキ層3dおよび6cの表面酸化膜を除去している。ギ酸は、およそ150℃以上で効率よく還元反応を起こすことが知られている。

[0030] 図12に示すように、半田シート17は、3箇所(山部17m)でセラミック基板3の配線3cの表面に形成されたメッキ層3dに接触しており、2箇所(谷部17v)でベース基板6の表面に形成されたメッキ層6cに接触している。半田シート17の表面17tには2つの凹部C1およびC2が設けられており、半田シート17の裏面17bには凹部C3が設けられている。そして、図6および図7に示すように、平面視において、凹部C1~C3は、半田シート17の内部に連続的に延在しており、半田シート17の外部に達している。従って、半田シート17の外部から、凹部C1~C3にギ酸を侵入させることができ、半田シート17の表面17tおよび裏面17bのほぼ全域にわたって表面酸化膜を除去することができる。同様に、メッキ層3dおよび6cのほぼ全域にわたって表面酸化膜を除去することができる。半田シート17は、断面視において、複数の山部17mでセラミック基板3のメッキ層3dに接触し、かつ、複数の谷部17vでベース基板6のメッキ層6

cに接触しているため、第1積層体18の自重によって凹部C1~C3が潰れることなく第1積層体18を支持することができる。

[0031] 次に、図2に示す本加熱工程S7を実施する。ギ酸と窒素(N<sub>2</sub>)の混合ガスの供給を止め、第2積層体21を、半田シート17の半田材の融点よりも高い温度280℃で6分間程度加熱する。図13は、半田シート17の半田材の溶融開始時の様子、図14は、半田材の溶融後であって、半田材の凝固時の様子を示している。図13に示すように、半田材の溶融開始時には、半田シート17とメッキ層3dとの接触箇所に反応層26aが形成され、半田シート17とメッキ層6cとの接触箇所に反応層26bが形成される。反応層26aは、半田シート17の半田材に含まれる錫(Sn)とメッキ層3dに含まれるニッケル(Ni)との錫-ニッケル合金(Sn-Ni合金)または、半田シート17の半田材に含まれる錫(Sn)と配線3cに含まれる銅(Cu)との錫-銅合金(Sn-Cu合金)である。反応層26bは、半田シート17の半田材に含まれる錫(Sn)とメッキ層6cに含まれるニッケル(Ni)との錫-ニッケル合金(Sn-Ni合金)である。

[0032] 次に、半田シート17の半田材の溶融に伴い、第1積層体18がベース基板6側に降下し、図14に示すように、予備加熱工程S6に比べ、ベース基板6とセラミック基板3との間隔が狭くなる。半田材の全体が溶融した時点で、チャンバー22(図11参照)内を、例えば、300Pa程度に減圧し、溶融半田層に残留するボイドを除去する。次に、チャンバー22(図11参照)内に、例えば、窒素(N<sub>2</sub>)を導入し、溶融半田層を凝固させる。こうして、第1積層体18をベース基板6に半田層からなる接着層7で接着する。詳細は、後述するが、半田シート17の半田材が溶融し、その後に凝固した段階では、図14に示すように、接着層7とセラミック基板3のメッキ層3dとの界面には、反応層26a'が形成され、接着層7とベース基板6のメッキ層6cとの界面には、反応層26b'が形成されている。反応層26a'および26b'は、前述の反応層26aおよび26bが成長したものであり、反応層26a'および26b'の厚さは、前述の反応層26aおよび

26bの厚さよりも厚い。

[0033] 次に、図2に示す第2積層体21の取出し工程S8、外部端子8接続工程S9、および、封止体9形成工程S10を実施する。本加熱工程S7が完了後、冷却された第2積層体21をチャンバー22（図11参照）から取出し、図1に示すように外部端子8をセラミック基板3に形成された配線3cおよびメッキ層3dに接続する。次に、ベース基板6の表面6t側において、チップ1、チップ2、セラミック基板3、ワイヤ5、接着層4、接着層7および外部端子8を封止体9で覆い、図1に示す半導体装置SDが完成する。

[0034] 次に、上記の半導体装置の製造方法によって形成された半田層からなる接着層7について説明する。図15は、図14の要部拡大断面図であり、接着層7を拡大して表している。図16は、図15の接着層7の平面図、図17は、比較例である半導体装置の要部拡大断面図である。

[0035] 図15に示すように、セラミック基板3とベース基板6とは、半田層からなる接着層7で接着される。接着層7とセラミック基板3のメッキ層3dとの界面には、比較的厚い反応層26a'と、比較的薄い反応層26cとが形成されている。反応層26cは、複数の反応層26a'の間の領域に形成されている。また、接着層7とベース基板6のメッキ層6cとの界面には、比較的厚い反応層26b'と、比較的薄い反応層26dとが形成されている。反応層26dは、複数の反応層26b'の間の領域に形成されている。因みに、比較的厚い反応層26a'および26b'の厚さは、50 $\mu$ m程度、比較的薄い反応層26cおよび26dの厚さは、20 $\mu$ m程度である。

[0036] 図16に示すように、平面視において、半田層からなる接着層7は、長方形であり、X方向に延在する2つの辺7x1および7x2と、Y方向に延在する辺7y1および7y2を有する。反応層26a'が形成された領域を領域A、反応層26b'が形成された領域を領域Bとし、領域Aと領域Bの間の領域を領域Cとしている。領域A、BおよびCは、X方向に延在する辺7x1から辺7x2にわたって、Y方向に連続的に延在している。図15に示す接着層7とメッキ層3dとの界面に着目すると、図16に示す領域Aには

反応層26a'が形成され、領域BおよびCには反応層26cが形成されている。そして、領域BおよびCの面積は領域Aの面積よりも広い。また、図15に示す接着層7とメッキ層6cとの界面に着目すると、図16に示す領域Bには反応層26b'が形成され、領域AおよびCには反応層26dが形成されている。そして、領域AおよびCの面積は領域Bの面積よりも広い。ここで、図13を参照すると、比較的厚い反応層26a'および26b'の形成領域は、半田シート17とメッキ層3dおよび6cとが接触していた領域であり、比較的薄い反応層26cおよび26dの形成領域は、半田シート17とメッキ層3dおよび6cとが非接触であった領域である。

[0037] 図17は、比較例である半導体装置の要部拡大断面図であり、図15に対応している。図17は、先行技術文献に示されたV字形状の半田シートを用いた例である。V字形状の半田シートを用いた場合、上記実施例の第2積層体準備工程S4において、第1積層体の自重で半田シートが潰れて平坦化する。そして、半田シートと被接合体であるメッキ層3dまたは6cとが密着した状態で、予備加熱工程S6が実施されるが、ギ酸を半田シートとメッキ層3dまたは6cとの界面に十分に侵入させることができないため、半田シート、メッキ層3dおよび6cの表面酸化膜を十分に除去できず、半田の濡れ不良が発生してしまう。その結果、接着層7の放熱性が低下する。また、上記実施例の本加熱工程S7が完了すると、図17に示すように、接着層7とメッキ層3dとの界面のほぼ全域に反応層26eが形成され、接着層7とメッキ層6cとの界面のほぼ全域に反応層26fが形成されていることが確認された。そして、この反応層26eおよび26fの厚さは、上記の比較的厚い反応層26a'および26b'の厚さと等しい。このように、厚い反応層26eおよび26fが前記界面のほぼ全域に形成されているため、接着層7の機械的強度が低下し、接着層7に印加されるストレスによるクラック発生で寿命が低下する可能性が高い。特に、製品を使用し続けると反応層26eおよび26fは、徐々に成長し、その膜厚が増加し、逆に、接着層7の半田層の膜厚は減少するため、益々クラックが発生しやすい。よって本実施例

と比較すると製品寿命が短い。

[0038] 次に、本実施例の効果を説明する。

[0039] 予備加熱工程S6において、半田シート17が、その表面17tおよび裏面17bに凹部C1～C3を有し、平面視において、凹部C1～C3が半田シート17の内部に連続的に延在し、半田シート17の外部に達しているため、この凹部C1～C3にギ酸を侵入させることができる。そして、半田シート17、セラミック基板3側のメッキ層3d、および、ベース基板6側のメッキ層6cの夫々に形成された表面酸化膜を除去することができるため、半田シート17の半田材の濡れ性を向上でき、半田層からなる接着層7の熱抵抗を低減することができる。つまり、放熱性の高い半導体装置（パワーモジュール）を提供することができる。

[0040] 本加熱工程S7において、半田シート17の半田材を溶融させた後に、チャンバー22内を減圧することで、残留ポイドを低減することができ、半田層からなる接着層7の熱抵抗を低減することができる。

[0041] 図15に示すように、接着層7とセラミック基板3側のメッキ層3dとの界面には、比較的厚い反応層26a'と、比較的薄い反応層26cが形成されている。接着層7とセラミック基板3側のメッキ層3dとの界面に、全体的に比較的厚い反応層26eが形成された比較例に比べ、接着層7の機械的強度を向上することができ、接着層7に印加されるストレスに起因するクラックを防止することができる。また、半導体装置の製品寿命を長くすることができる。また、接着層7とベース基板6のメッキ層6cとの界面も同様である。

[0042] 半田シート17は、表面17tに凹部C1を有し、裏面17bに凹部C3を有する。そして、図12に示すように、半田シート17は、断面視において、凹部C1の両端に位置する山部17mでセラミック基板3のメッキ層3dに接触し、かつ、凹部C3の両端に位置する谷部17vでベース基板6のメッキ層6cに接触しているため、第1積層体18の自重によって凹部C1およびC3が潰れることなく第1積層体18を支持することができる。

[0043] 断面視において、半田シート17はW字形状を有し、円弧状に塑性変形された山部17mおよび谷部17vは、加工硬化により、その硬度が増加しているため、半田シート17の高さ方向における強度が向上している。その為、半田シート17上に第1積層体18を載置しても、第1積層体18の自重によって凹部C1およびC3が潰れることなく第1積層体18を支持することができる。

[0044] <変形例1>

図18は、変形例1である半田シートの斜視図であり、図19は、図18のX2-X2に沿う断面図である。変形例1の半田シート27は、断面視において、N字形状を有する。図18に示すように、半田シート27は、表面(第1面)27tと、表面27tの反対側に位置する裏面(第2面)27bとを有する。また、表面27tは、X方向に延在する2つの辺27x1および27x2ならびにY方向に延在する2つの辺27y1および27y2を有する。また、表面27tは、凹部C4を有し、裏面27bは、凹部C5を有し、凹部C4およびC5は、半田シート27の内部において、Y方向に連続的に延在し、辺27x1および27x2において半田シート27の外部に達している。

[0045] また、図19に示すように、半田シート27は、2つの山部27mと、2つの谷部27vとを有し、山部27mと谷部27vとの間に直線部27sを有している。山部27mおよび谷部27vは、上記圧縮加工により直線から円弧状に塑性変形が施された領域であるが、直線部27sは塑性変形していない。従って、山部27mおよび谷部27vは、加工硬化により、直線部27sよりも高い硬度を有する。また、2箇所の山部27mは、互いに等しい高さに設定されているため、仮想平面VS1に接触する。同様に、2箇所の谷部27vも互いに等しい高さに設定されているため、仮想平面VS2に接触する。ここで、仮想平面VS1は、図10に示すセラミック基板3のメッキ層3dに対応し、仮想平面VS2は、ベース基板6のメッキ層6cに対応している(メッキ層3dおよび6cは、図1に示す)。

[0046] 図12において、半田シート17を半田シート27に置換えた場合を想定する。半田シート27は、表面27tに凹部C4を有し、裏面27bに凹部C5を有する。そして、半田シート27は、断面視において、凹部C4の両端に位置する山部27mでセラミック基板3のメッキ層3dに接触し、かつ、凹部C5の両端に位置する谷部27vでベース基板6のメッキ層6cに接触しているため、第1積層体18の自重によって凹部C4およびC5が潰れることなく第1積層体18を支持することができる。従って、変形例1の半田シート27によれば、上記実施例と同様の効果を達成することができる。

[0047] <変形例2>

図20は、変形例2である半田シートの斜視図であり、図19は、図18のX2-X2に沿う断面図である。変形例2の半田シート28は、X方向およびY方向に、上記実施例のW字形状の断面構造を有する。

[0048] 図20に示すように、半田シート28は、表面（第1面）28tと、表面28tの反対側に位置する裏面（第2面）28bとを有する。また、表面28tは、X方向に延在する2つの辺28x1および28x2ならびにY方向に延在する2つの辺28y1および28y2を有する。また、表面28tは、凹部C6~C9を有し、裏面28bは、凹部C10を有し、凹部C6は、半田シート28の内部に形成され、辺28x1および28y1において半田シート28の外部に達している。凹部C7は、半田シート28の内部に形成され、辺28x1および28y2において半田シート28の外部に達しており、凹部C8は、半田シート28の内部に形成され、辺28x2および28y1において半田シート28の外部に達しており、凹部C9は、半田シート28の内部に形成され、辺28x2および28y2において半田シート28の外部に達している。また、凹部C10は、半田シート28の内部において、X方向およびY方向に連続的に延在し、辺28x1、28x2、28y1および28y2において、半田シート28の外部に達している。

[0049] 変形例2の半田シート28によれば、上記実施例と同様の効果を達成することができる。

[0050] なお、本発明は、上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は、本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0051] 例えば、予備加熱工程S6において、還元性ガスとしてギ酸を用いたが、水素を用いることも出来る。

### 符号の説明

- [0052]
- 1 チップ ( I G B T )
  - 2 チップ ( ダイオード )
  - 3 セラミック基板
    - 3 a 基板
    - 3 b 裏面 ( 第 2 面 )
    - 3 c 配線
    - 3 d メッキ層 ( 金属層 )
    - 3 t 表面 ( 第 1 面 )
  - 4 接着層
  - 5 ワイヤ
  - 6 ベース基板
    - 6 a 基板
    - 6 b 裏面 ( 第 2 面 )
    - 6 c メッキ層 ( 金属層 )
    - 6 t 表面 ( 第 1 面 )
  - 7 接着層
  - 7 x 1、7 x 2、7 y 1、7 y 2 辺
  - 8 外部端子

- 9 封止体
- 10 半田インゴット
- 11 圧延ロール
- 12 圧延半田
- 12 a ロール目
- 13 ダイ
- 14 パンチ
- 15 プレス前半田シート
- 16 金型
- 17 半田シート
- 17 a 吸着部（平坦部）
- 17 b 裏面（第2面）
- 17 m 山部
- 17 s 直線部
- 17 t 表面（第1面）
- 17 x 1、17 x 2、17 y 1、17 y 2 辺
- 17 v 谷部
- 18 第1積層体
- 19 ガイド
- 20 吸着治具
- 21 第2積層体
- 22 チャンバー
- 23 加熱機構
- 24 ガス導入機構
- 25 排気機構
- 26 a、26 b、26 c、26 d、26 e、26 f 反応層
- 27 半田シート
- 27 b 裏面（第2面）

27 m 山部

27 s 直線部

27 t 表面 (第1面)

27 x 1、27 x 2、27 y 1、27 y 2 辺

27 v 谷部

28 半田シート

28 b 裏面 (第2面)

28 m 山部

28 s 直線部

28 t 表面 (第1面)

28 x 1、28 x 2、28 y 1、28 y 2 辺

28 v 谷部

A、B、C 領域

C1~C10 凹部

SD 半導体装置 (パワーモジュール)

VS1、VS2 仮想平面

## 請求の範囲

### [請求項1]

(a) 第1面、前記第1面の反対側に位置する第2面、前記第1面上に形成された第1配線、および前記第2面上に形成された第2配線、を備える第1基板を準備する工程、

(b) 前記第1配線上に、絶縁ゲートバイポーラトランジスタからなる第1チップおよびダイオードからなる第2チップを搭載した第1積層体を準備する工程、

(c) 第3面、前記第3面の反対側に位置する第4面、および前記第3面上に形成された金属層を含む第2基板の上に、半田シートを介して前記第1積層体を載置した第2積層体を準備する工程、

(d) 前記第2積層体をチャンバー内に設置する工程、

(e) 前記チャンバー内に還元性ガスを流入しながら、前記第2積層体を、前記半田シートの半田材の融点よりも低い第1温度で加熱する工程、

(f) 前記(e)工程に続き、前記チャンバー内の前記第2積層体を、前記半田シートの半田材の融点よりも高い第2温度で加熱し、前記半田シートの半田材を溶融する工程、

を有し、

前記(e)工程において、

前記半田シートは、前記第1基板側の第5面に第1凹部、および前記第2基板側の第6面に第2凹部を含み、

前記半田シートは、前記第1凹部の両端で前記第2配線に接触しており、

前記半田シートは、前記第2凹部の両端で前記金属層に接触しており、

平面視において、前記第1凹部および前記第2凹部の夫々は、前記半田シートの内部に連続して延在し、前記半田シートの外部に達している、半導体装置の製造方法。

- [請求項2] 請求項1に記載の半導体装置の製造方法において、  
前記還元性ガスは、ギ酸を含む、半導体装置の製造方法。
- [請求項3] 請求項1に記載の半導体装置の製造方法において、  
前記還元性ガスは、水素を含む、半導体装置の製造方法。
- [請求項4] 請求項1に記載の半導体装置の製造方法において、  
前記（f）工程において、  
前記半田シートの半田材を溶融した後に、前記チャンバー内を減圧する、半導体装置の製造方法。
- [請求項5] 請求項1に記載の半導体装置の製造方法において、  
前記半田シートは、前記第5面に、さらに第3凹部を含み、  
前記（e）工程において、  
前記半田シートは、前記第3凹部の両端で前記第2配線に接触しており、  
平面視において、前記第3凹部は、前記半田シートの内部に連続的に延在し、前記半田シートの外部に達している、半導体装置の製造方法。
- [請求項6] 第1金属層と、  
第2金属層と、  
前記第1金属層と前記第2金属層とを接続する半田層と、  
を有し、  
前記第1金属層と前記半田層との界面には、第1反応層および第2反応層が形成されており、  
前記第2反応層の膜厚は、前記第1反応層の膜厚よりも薄く、  
平面視において、前記第2反応層は、前記半田層の内部に連続的に延在し、前記半田層の外部に達している、半導体装置。
- [請求項7] 請求項6に記載の半導体装置において、  
平面視において、前記第2反応層の面積は、前記第1反応層の面積よりも広い、半導体装置。

- [請求項8] 請求項6に記載の半導体装置において、  
前記第2金属層と前記半田層との界面には、第3反応層および第4反応層が形成されており、  
前記第4反応層の膜厚は、前記第3反応層の膜厚よりも薄く、  
平面視において、前記第4反応層は、前記半田層の内部に連続的に延在し、前記半田層の外部に達している、半導体装置。
- [請求項9] 請求項8に記載の半導体装置において、  
平面視において、前記第4反応層の面積は、前記第3反応層の面積よりも広い、半導体装置。
- [請求項10] 請求項8に記載の半導体装置において、  
さらに、  
第1面と、前記第1面の反対側に位置する第2面とを備える第1基板と、  
前記第1面上に形成された第1配線と、  
前記第2面上に形成された第2配線と、  
前記第1配線に接続された絶縁ゲートバイポーラトランジスタからなる第1チップおよびダイオードからなる第2チップと、  
前記第1基板、前記第1チップおよび前記第2チップを搭載する第2基板と、  
前記第2配線上に形成された第1メッキ層と、  
前記第2基板上に形成された第2メッキ層と、  
を有し、  
前記第1金属層は、前記第1メッキ層であり、前記第2金属層は、前記第2メッキ層である、半導体装置。
- [請求項11] 請求項10に記載の半導体装置において、  
前記半田層は、Snを含み、  
前記第1メッキ層は、Niを含み、  
前記第1反応層および前記第2反応層は、SnとNiの合金からなる

る、半導体装置。

[請求項12]

請求項11に記載の半導体装置において、

前記第2メッキ層は、Niを含み、

前記第3反応層および前記第4反応層は、SnとNiの合金からなる、半導体装置。

[請求項13]

円弧状の第1部分と、

前記第1部分の両側に位置する円弧状の第2部分および第3部分と、

、  
前記第1部分と前記第2部分の間に位置する直線状の第4部分と、  
前記第1部分と前記第3部分の間に位置する直線状の第5部分と、  
を有し、

前記第1部分は、上側に凸であり、

前記第2部分および前記第3部分は、下側に凸であり、

前記第1部分、前記第2部分および前記第3部分の硬度は、前記第4部分および前記第5部分の硬度よりも大きい、半田シート。

[請求項14]

請求項13に記載の半田シートであって、

前記第1部分、前記第2部分および前記第3部分の膜厚は、前記第4部分および前記第5部分の膜厚よりも大きい、半田シート。

[請求項15]

(a) 半田インゴットを、2つの圧延ローラ間を通過せさせて、第1面と、前記第1面の反対側に位置する第2面とにロール目を有する圧延半田を形成する工程、

(b) 前記圧延半田を所定の形状に切断に、第1半田シートを形成する工程、

(c) 前記第1半田シートを2つの金型に挟み込んで圧縮することにより、断面視において、W字形状の第2半田シートを形成する工程、

、  
を有し、

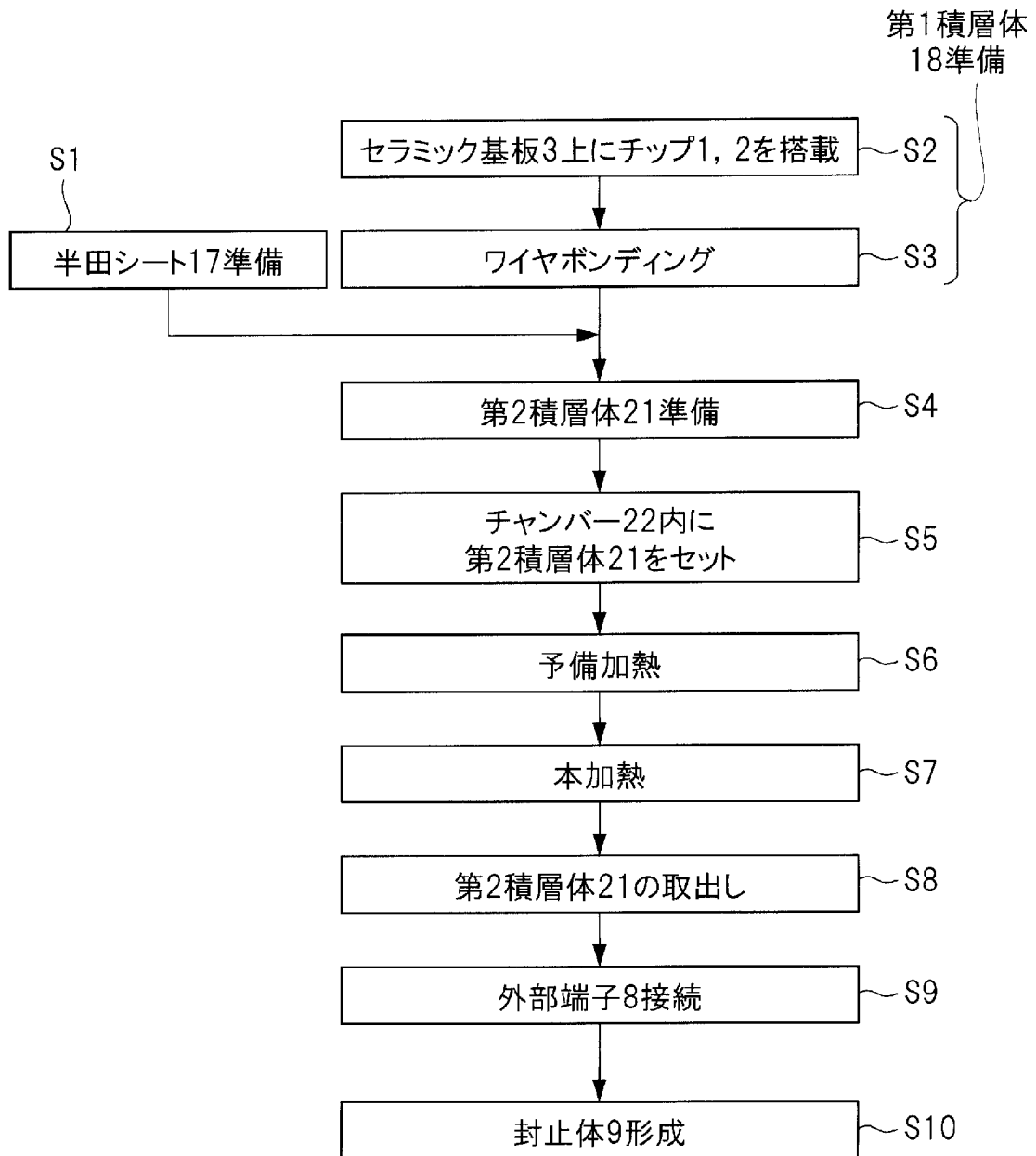
前記(c)工程において、前記ロール目を潰し、平坦な前記第1面

および前記第2面を形成する、半田シートの製造方法。



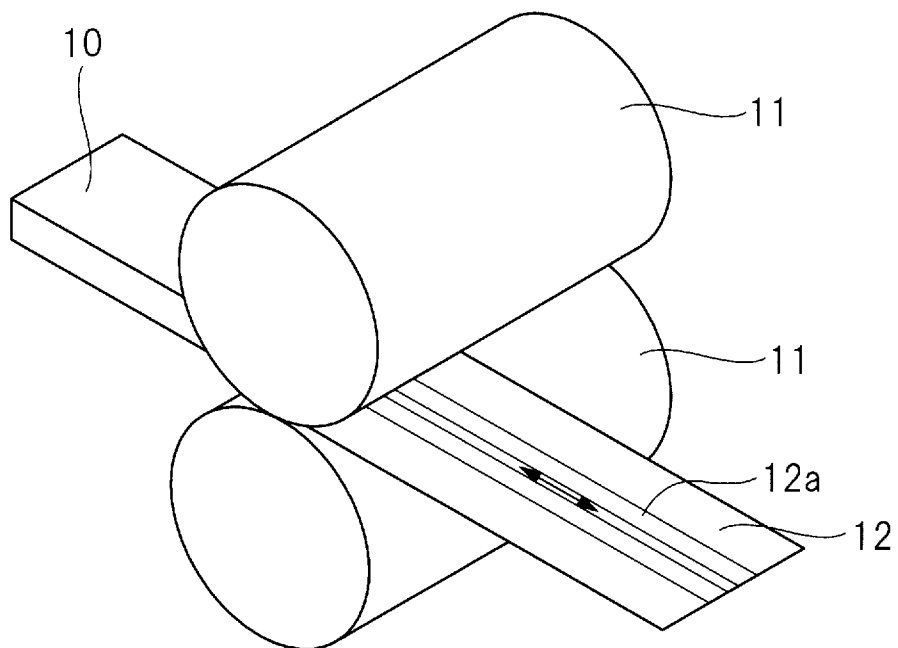
[図2]

図 2



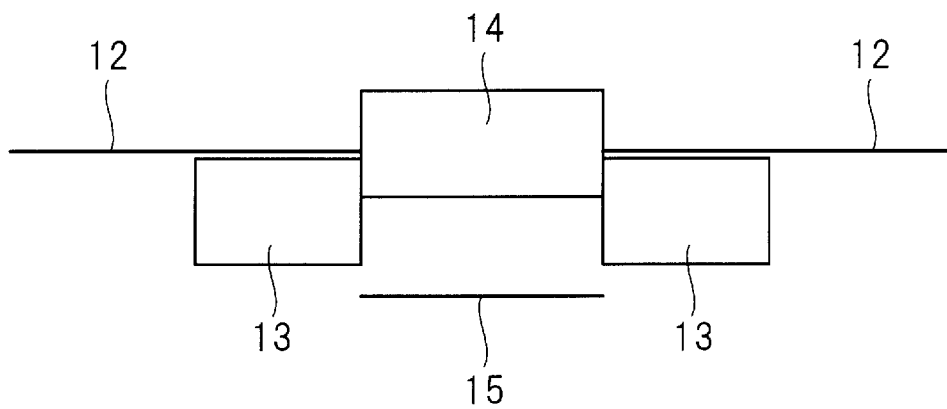
[図3]

図 3



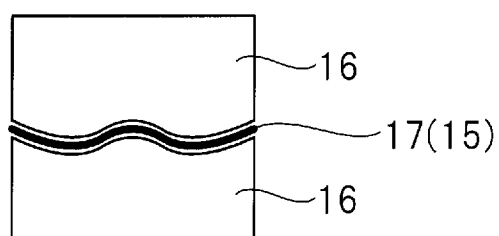
[図4]

図 4



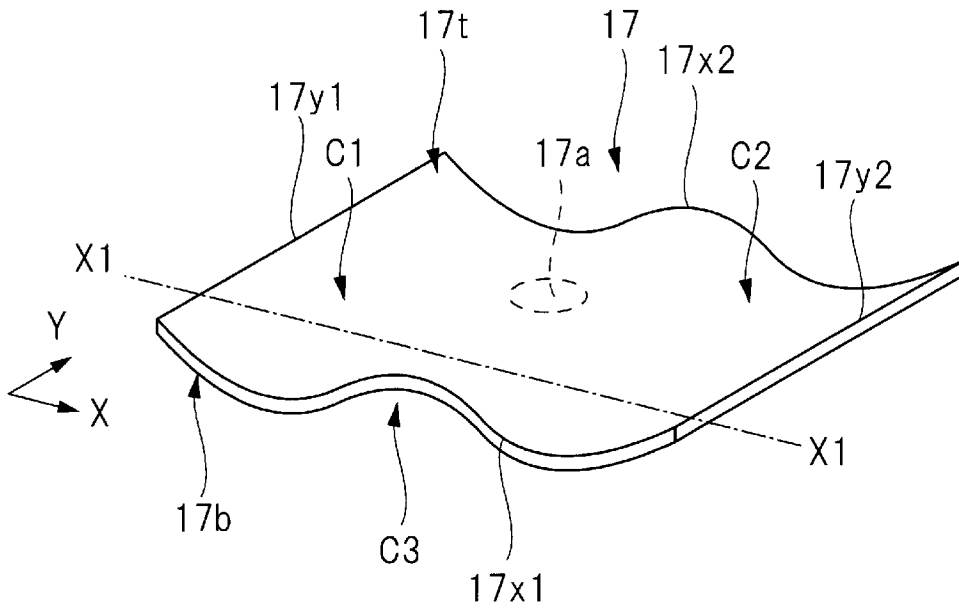
[図5]

図 5



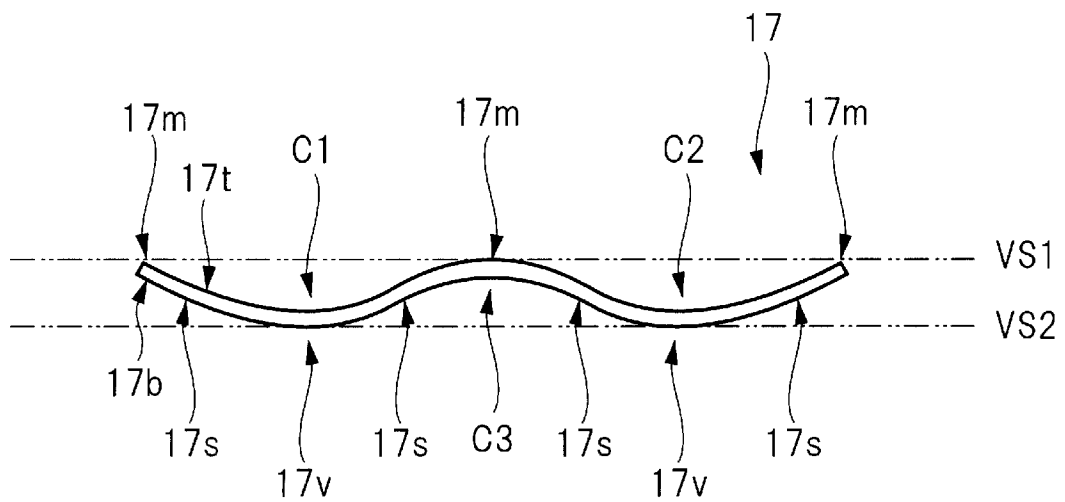
[図6]

図 6



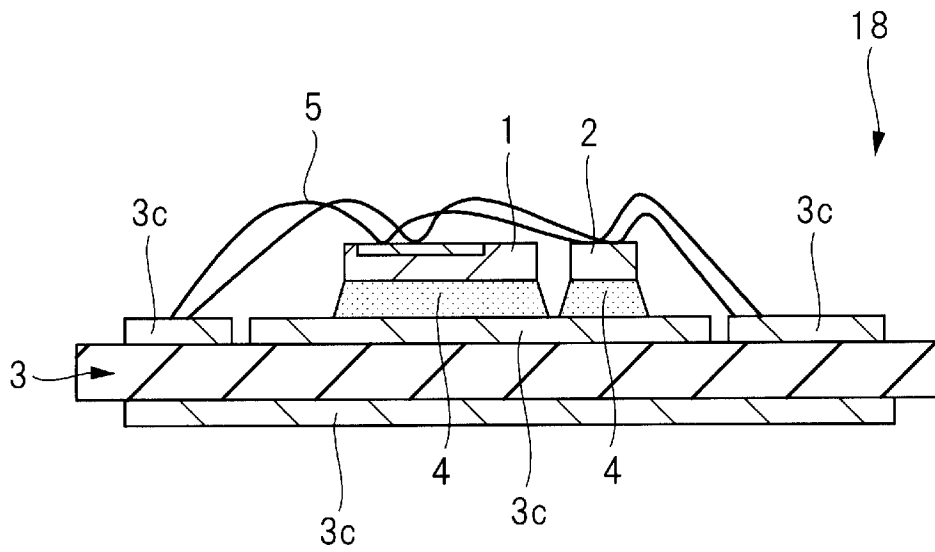
[図7]

図 7



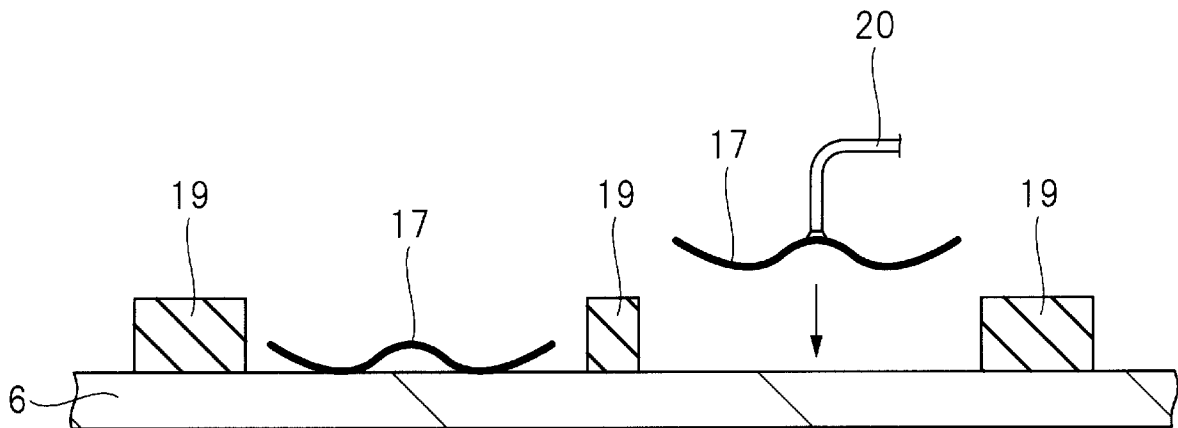
[図8]

図 8



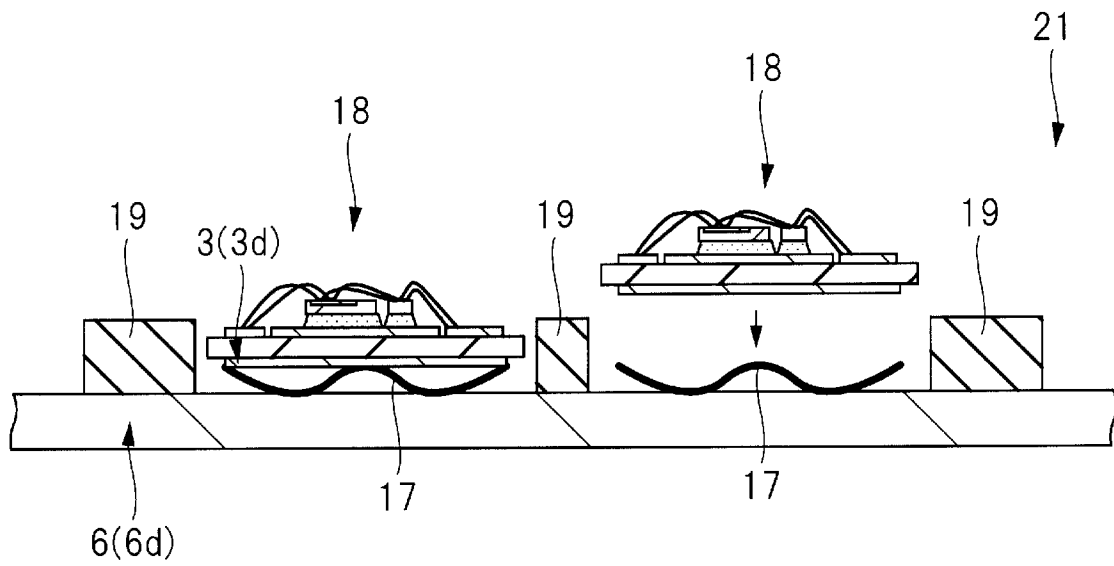
[図9]

図 9



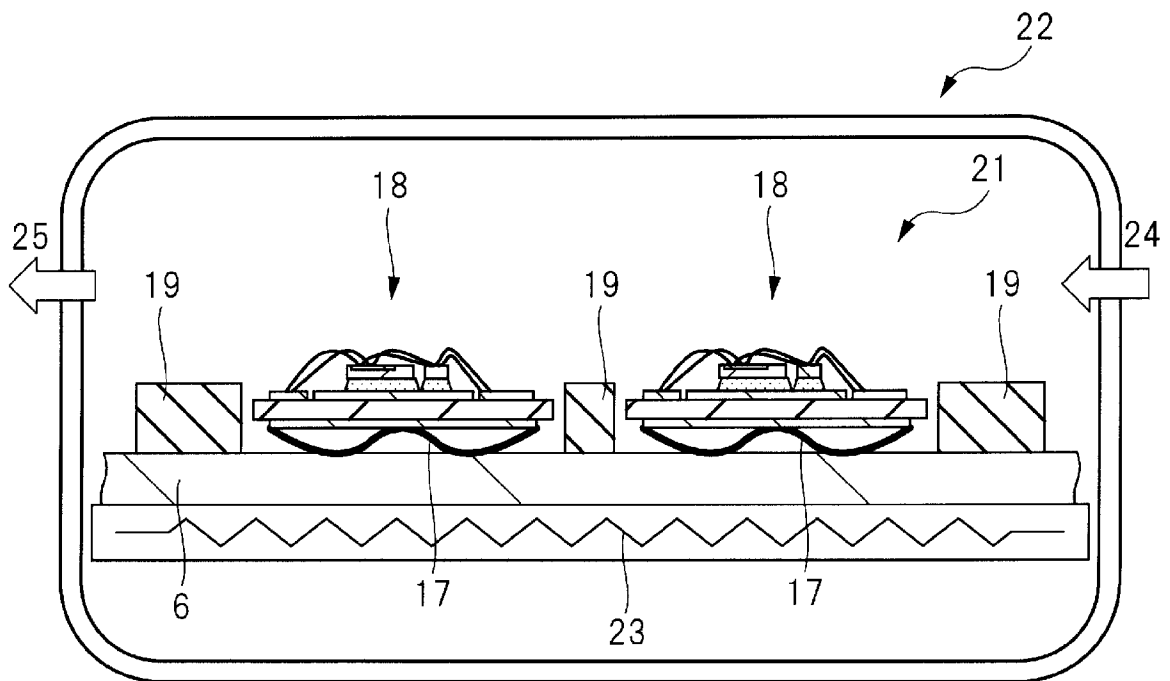
[図10]

図 10



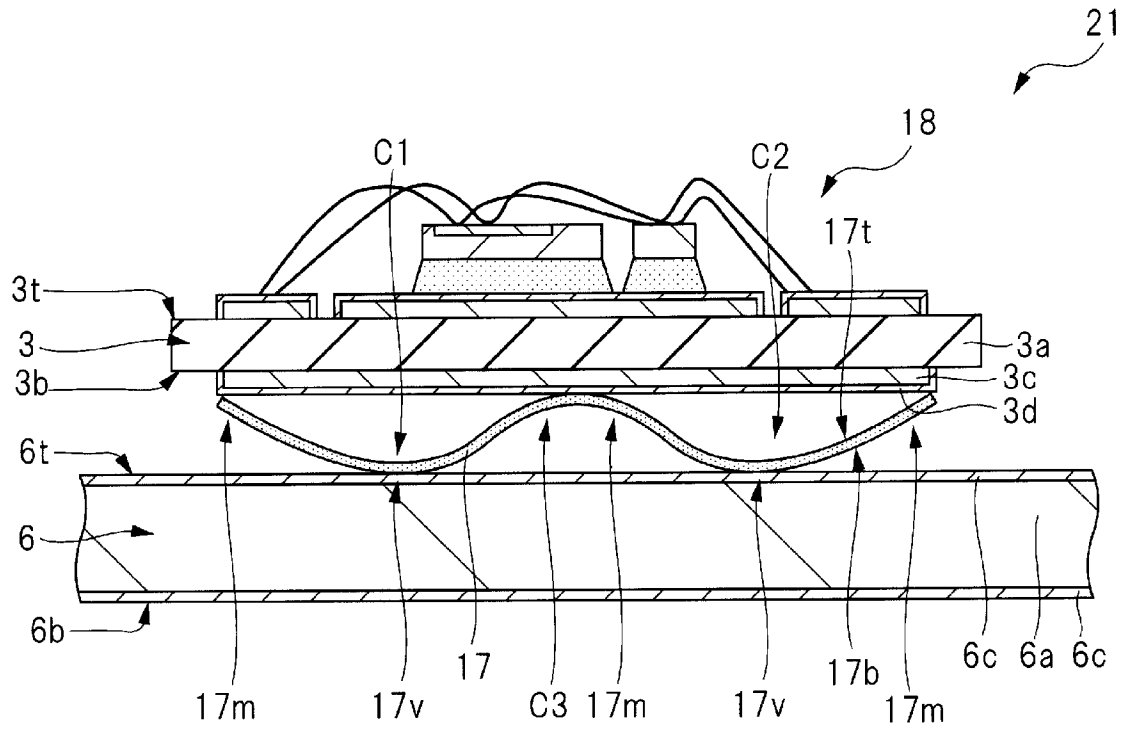
[図11]

図 11



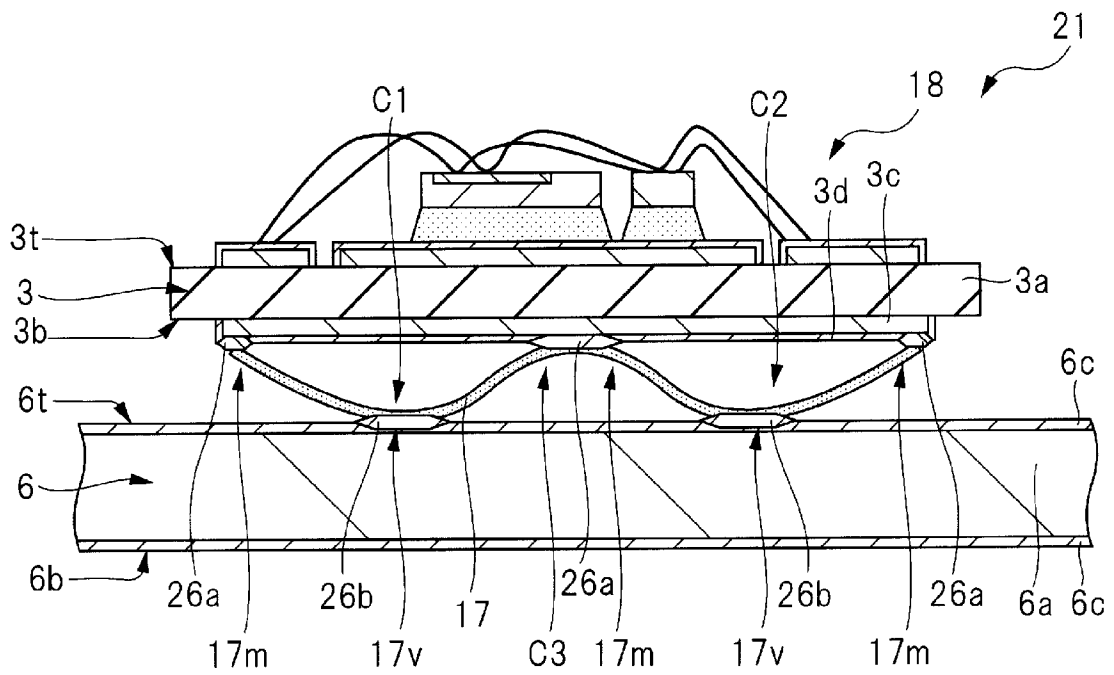
[図12]

図 12



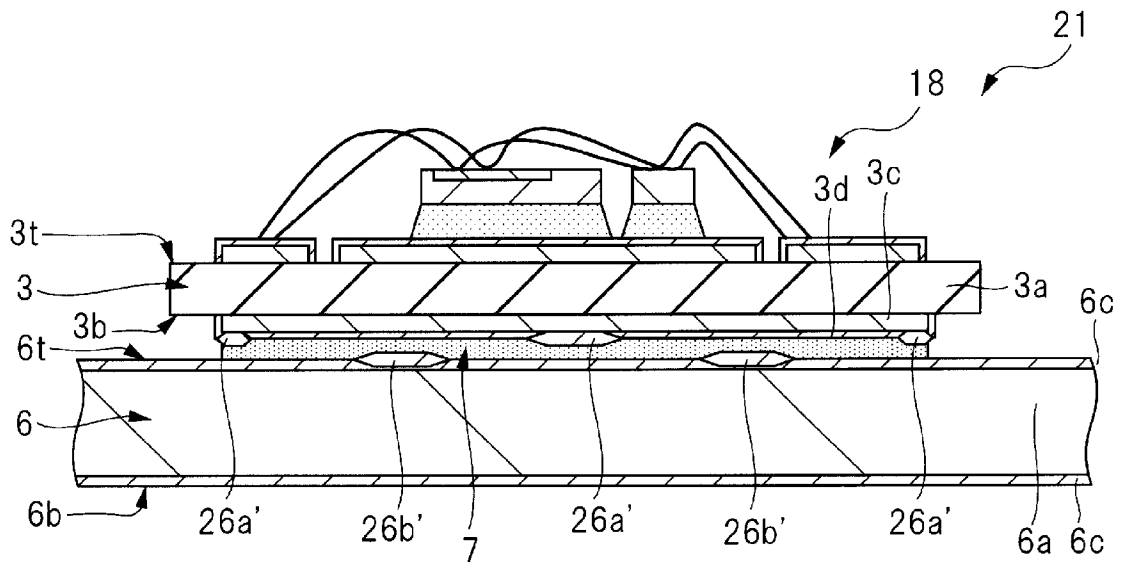
[図13]

図 13



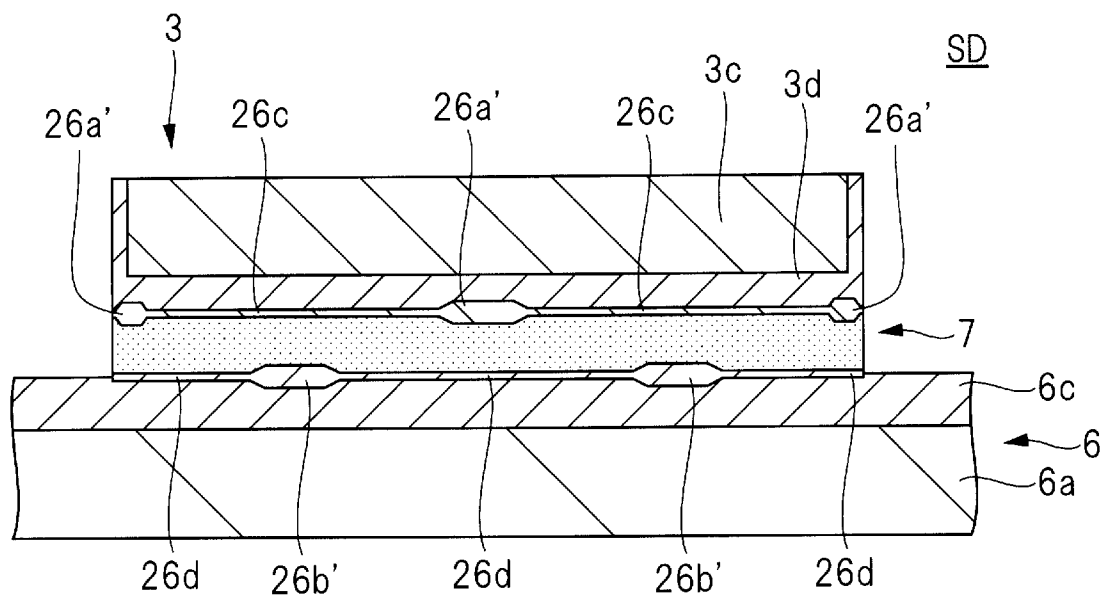
[図14]

図 14



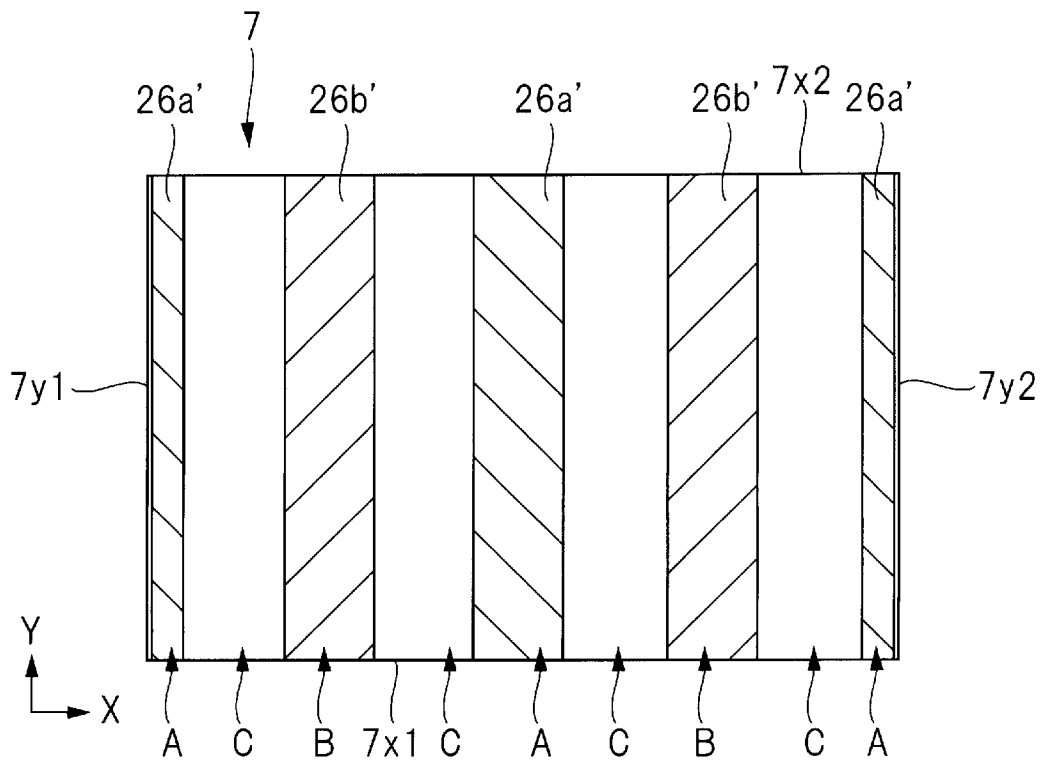
[図15]

図 15



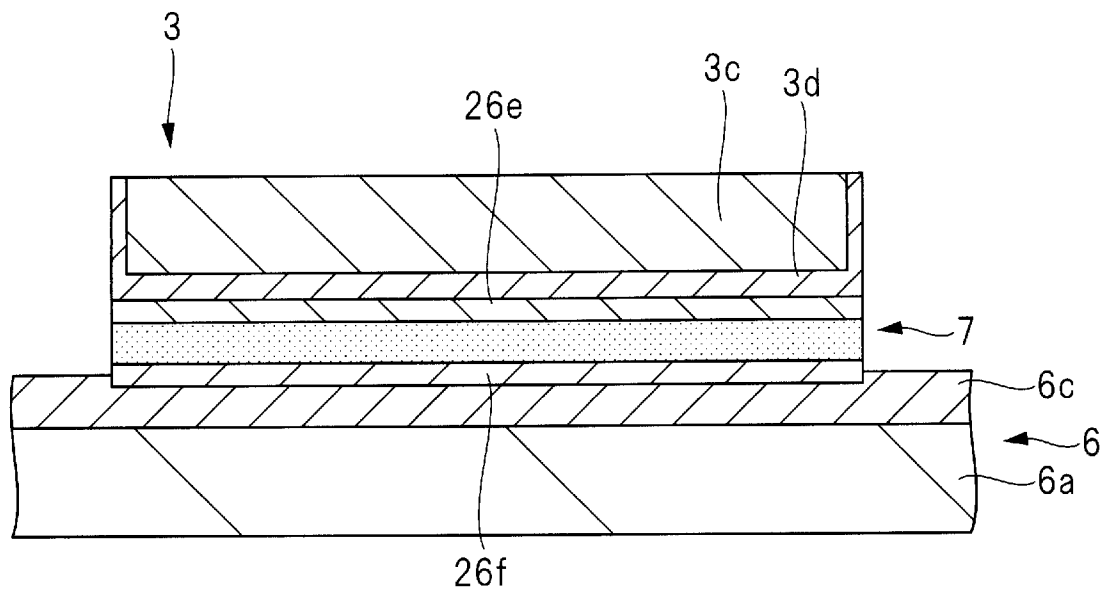
[図16]

図 16



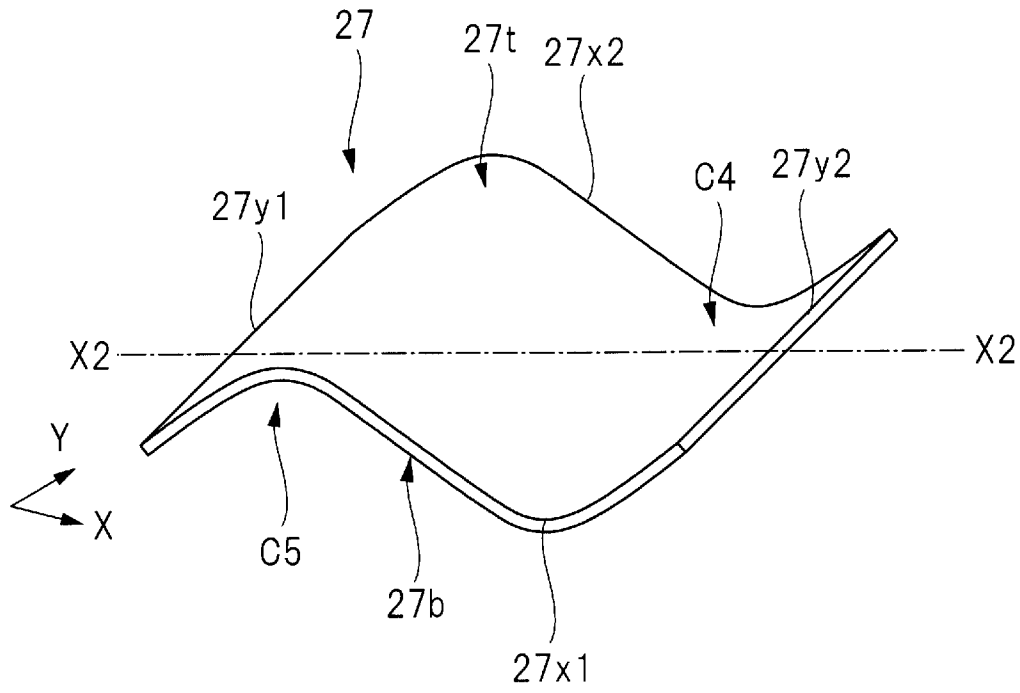
[図17]

図 17



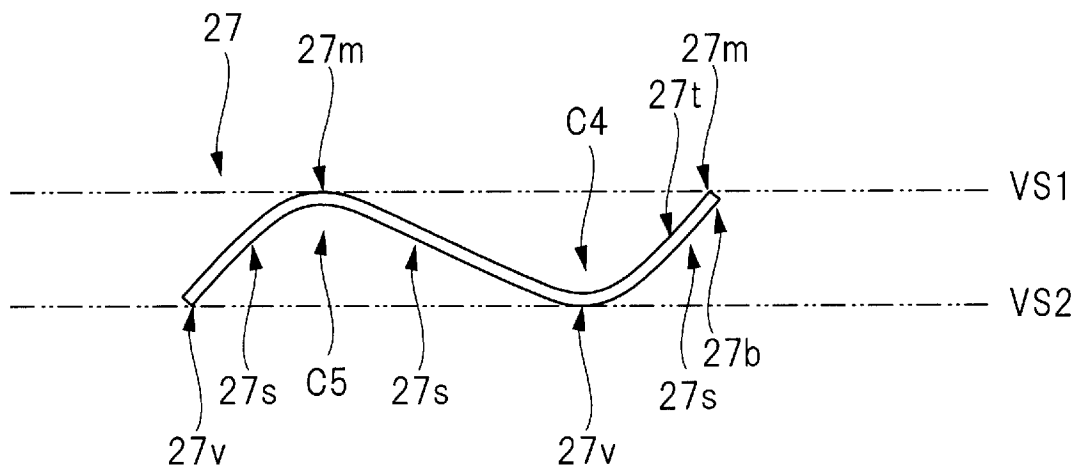
[図18]

図 18



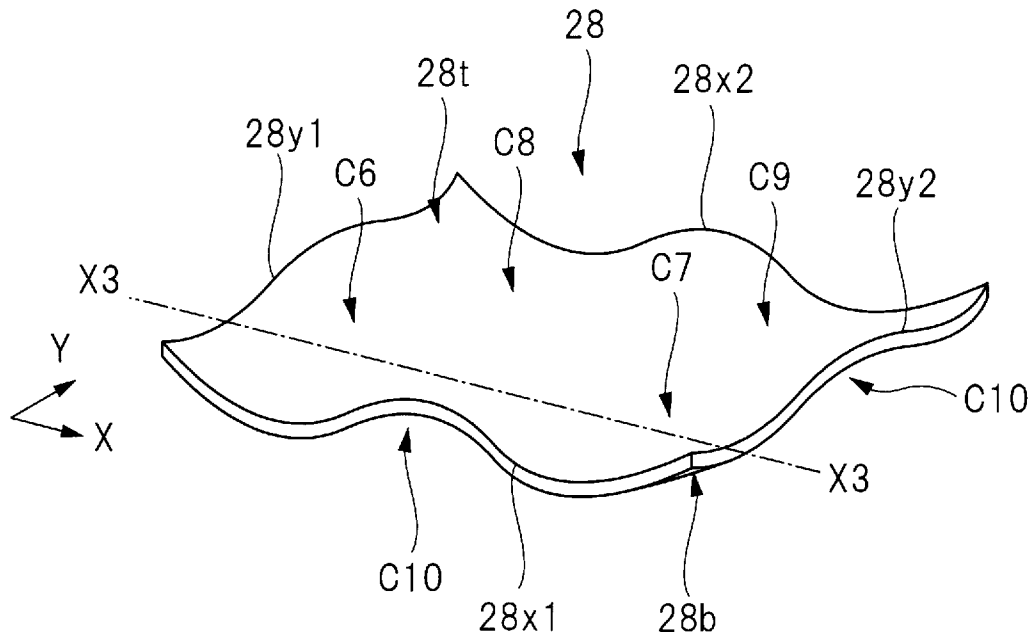
[図19]

図 19



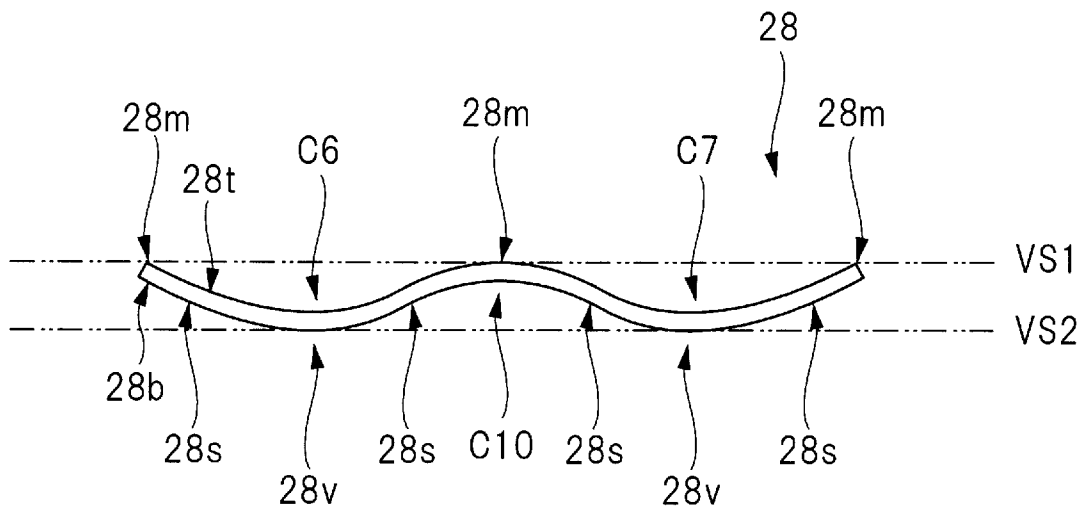
[図20]

図 20



[図21]

図 21



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/010159

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>                  Int. Cl. H01L21/52 (2006.01) i, B23K1/00 (2006.01) i, B23K31/02 (2006.01) i,                  B23K35/40 (2006.01) i, H01L23/40 (2006.01) i, H01L25/07 (2006.01) i,                  H01L25/18 (2006.01) i, H05K1/02 (2006.01) i                  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b>                  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)                  Int. Cl. H01L21/52, B23K1/00, B23K31/02, B23K35/40, H01L23/40, H01L25/07,                  H01L25/18, H05K1/02</p>		
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched                  Published examined utility model applications of Japan 1922-1996                  Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019                  Registered utility model specifications of Japan 1996-2019                  Published registered utility model applications of Japan 1994-2019</p>		
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>		
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-271059 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 06 October 2005, paragraphs [0007], [0021]-[0033], fig. 1-4 (Family: none)	1-15
A	JP 2009-272554 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 19 November 2009, paragraphs [0008]-[0010], [0016]-[0024], fig. 1-4 (Family: none)	1-15
A	JP 6355092 B1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 22 June 2018, paragraphs [0001], [0026]-[0028], [0060]-[0063], fig. 1, 2 & US 2018/0326542 A1, paragraphs [0001], [0029]-[0031], [0064]-[0067], fig. 1, 2 & EP 3401053 A1 & CN 108857136 A	1-15
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>		
<p>* Special categories of cited documents:                  "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                  "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                  "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)                  "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                  "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		
<p>"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                  "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                  "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art                  "&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 16.04.2019		Date of mailing of the international search report 07.05.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/JP2019/010159

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-254393 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 13 November 1991, page 3, lower right column, line 19 to page 5, upper right column, line 4, fig. 1-6 (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/52(2006.01)i, B23K1/00(2006.01)i, B23K31/02(2006.01)i, B23K35/40(2006.01)i, H01L23/40(2006.01)i, H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H05K1/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L21/52, B23K1/00, B23K31/02, B23K35/40, H01L23/40, H01L25/07, H01L25/18, H05K1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-271059 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.10.06, 段落 [0007], [0021]-[0033], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2009-272554 A (本田技研工業株式会社) 2009.11.19, 段落 [0008]-[0010], [0016]-[0024], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 16.04.2019	国際調査報告の発送日 07.05.2019
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 加藤 芳健	5 F	6312
	電話番号 03-3581-1101 内線 3516		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 6355092 B1 (パナソニック I P マネジメント株式会社) 2018.06.22, 段落 [0001], [0026]-[0028], [0060]-[0063], 図 1-2 & US 2018/0326542 A1, 段落 [0001], [0029]-[0031], [0064]-[0067], 図 1-2 & EP 3401053 A1 & CN 108857136 A	1-15
A	JP 3-254393 A (太陽誘電株式会社) 1991.11.13, 第3頁右下欄第19行-第5頁右上欄第4行, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-15