

(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
2021年9月23日(23.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/186629 A1

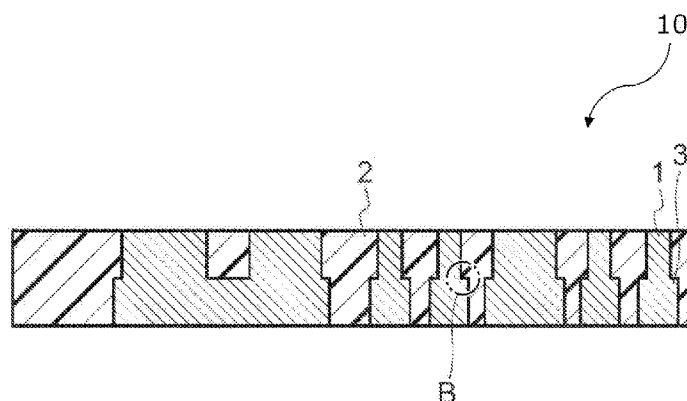
- (51) 国際特許分類:
H05K 1/02 (2006.01) *H05K 3/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/012054
- (22) 国際出願日: 2020年3月18日(18.03.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 昭和電工マテリアルズ株式会社 (SHOWA DENKO MATERIALS CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 戸川 光生 (TOGAWA, Mitsuo);
〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 酒井 大地 (SAKAI, Daichi);
〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 高岩 寿行 (TAKAIWA, Toshiyuki);
〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2

号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 皆川 一司 (MINAKAWA, Kazushi); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 野村 岳人 (NOMURA, Taketo); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 齋藤 卓士 (SAITOU, Takashi); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 石原 加奈子 (ISHIHARA, Kanako); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 小川 富生 (OGAWA, Tomio); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 大倉 健太郎 (OKURA, Kentaro); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 別井 洋 (BETSUI, Hiroshi); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 塚田 輝之 (TSUKADA, Teruyuki); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番

(54) Title: CIRCUIT SHEET, CIRCUIT BOARD, AND METHOD FOR MANUFACTURING CIRCUIT BOARD

(54) 発明の名称: 回路シート、回路基板及び回路基板の製造方法

[図1B]



(57) Abstract: Provided is a circuit sheet that is provided with a circuit (1) which is formed from a conductor and an insulating part (2) which is provided in spaces in the circuit (1), wherein a step (3) is provided to the side surface of the circuit between an element mounting surface and the reverse surface to the element mounting surface, and the step (3) is covered by the insulating part (2). The area of portions where the circuit and insulating part are in contact is increased and thus makes separation of the circuit and insulating part unlikely to occur, so as to provide a circuit sheet having excellent reliability in which separation between the side surface of the circuit and the insulating part is unlikely to occur, which prevents air bubbles being trapped in such areas of separation, and which prevents decreased insulation resistance.

2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 武田
早苗(**TAKEDA, Sanae**); 〒1006606 東京都千代
田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会
社内 Tokyo (JP). 石毛 朗宏(**ISHIGE, Akihiro**);
〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番
2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所
(**TAIYO, NAKAJIMA & KATO**); 〒1600022 東
京都新宿区新宿4丁目3番17号 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, JP, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

(57) 要約: 導体からなる回路(1)と、前記回路(1)の間の空間に設けられる絶縁部(2)と、
を備え、前記回路における、素子実装面と、前記素子実装面と逆の面との間の側面は段差(3)
を有し、前記段差(3)が前記絶縁部(2)で覆われてなる回路シートを提供する。回路と絶縁
部とが接している部分の面積が大きくなり、回路と絶縁部との剥離が生じにくくなることで、
回路の側面と、絶縁部との間に剥離が生じにくく、剥離箇所にて気泡をトラップしたり、耐絶
縁性が低下したりすることが抑制され、信頼性に優れるものとなる。

明 細 書

発明の名称： 回路シート、回路基板及び回路基板の製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、回路シート、回路基板及び回路基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 電子機器の小型化及び高機能化の進展に伴い、素子を基板上に高密度実装することが可能な回路基板としてプリント基板が広く用いられている。プリント基板は一般に、基板に金属箔を貼り付け、これをエッチングして所望の回路形状に加工することで製造されている。

[0003] 一方、電子機器の使用環境の多様化に伴い、回路基板の電流容量の増大（大電流化）が求められている。回路基板の電流容量は、回路の断面積を大きくする（すなわち、回路の厚さを厚くする）することで増大させることができる。

[0004] 大電流化に対応した回路基板を製造する方法として、金属板を加工して形成した回路を用いる方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平2－137392号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載の方法では、金属板を回路に加工した後に回路間の空間を樹脂で充填して絶縁部を形成した状態のもの（回路シート）を作製し、回路上に素子を実装し、その周囲を絶縁性材料を用いて封止して回路パッケージを製造する。

[0007] 上記方法で作製される回路シートでは、回路シートの熱処理、回路基板の作製工程での圧着等が実施されることで回路の側面と、絶縁部との間に剥離が生じやすく、剥離箇所にて、気泡をトラップしたり、耐絶縁性が低下した

りする等によって信頼性が損なわれるおそれがある。さらに、後の工程において回路シートを、シリコンゲル等を用いて封止する場合、回路の側面における剥離箇所から気泡が発生し、耐絶縁性を低下させるおそれがある。

[0008] 上記事情にかんがみ、本開示の一態様は、信頼性に優れる回路シート、及びこの回路シートを含む回路基板及びその製造方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を提供するための具体的な手段には、以下の実施態様が含まれる。

< 1 A > 導体からなる回路と、前記回路の間の空間に設けられる絶縁部と、を備え、前記回路における、素子実装面と、前記素子実装面と逆の面との間の側面は段差を有し、前記段差が前記絶縁部で覆われてなる回路シート。

< 2 A > 前記段差が前記素子実装面及び前記素子実装面と逆の面の少なくとも一方と平行な面を有する< 1 A >に記載の回路シート。

< 3 A > 前記回路は、前記回路の厚さ方向における前記回路の断面形状が略T字形状となる領域を有する< 1 A >又は< 2 A >に記載の回路シート。

< 4 A > 前記回路の厚さ方向に見たときに、前記段差が、前記回路の外周に設けられている< 1 A >～< 3 A >のいずれか1つに記載の回路シート。

< 5 A > 前記回路の厚さ方向に見たときに、前記段差が、前記回路の内部に設けられており、前記回路の内部の空間に設けられる前記絶縁部は、前記回路の外周の空間に設けられる前記絶縁部と2箇所以上で接続している< 1 A >～< 4 A >のいずれか1つに記載の回路シート。

< 6 A > 前記側面の表面粗さは、前記素子実装面の表面粗さ及び前記素子実装面と逆の面の表面粗さの少なくとも一方よりも大きい< 1 A >～< 5 A >のいずれか1つに記載の回路シート。

< 7 A > < 1 A >～< 6 A >のいずれか1つに記載の回路シートと、前記素子実装面と逆の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、をこの順に有する回路基板。

< 8 A > < 1 A > ~ < 6 A > のいずれか 1 つに記載の回路シートと、前記素子実装面と逆の面に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を厚さ方向に加圧する工程を有する回路基板の製造方法。

[0010] < 1 B > 導体からなり、第一の面、及び前記第一の面とは反対側に位置する第二の面を備える回路と、前記回路の前記第二の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、を厚さ方向にこの順に備え、

前記回路側からの平面視にて、前記第一の面の外周縁部と、前記第二の面の外周縁部と、が重ならない領域が存在する回路基板。

< 2 B > 前記回路の厚さが、 $120\mu\text{m}$ 超である < 1 B > に記載の回路基板。

< 3 B > 前記放熱部材の厚さが、 $120\mu\text{m}$ 超である < 1 B > 又は < 2 B > に記載の回路基板。

< 4 B > 前記放熱部材の厚さに対する前記回路の厚さの比（回路の厚さ／放熱部材の平均厚さ）が、 $0.2 \sim 2.5$ である < 1 B > ~ < 3 B > のいずれか 1 つに記載の回路基板。

< 5 B > 前記放熱部材の厚さに対する前記回路の厚さの比が、 $1 \sim 2.5$ である < 4 B > に記載の回路基板。

< 6 B > 前記絶縁層の部分放電開始電圧が 1.0 kV 以上である < 1 B > ~ < 5 B > のいずれか 1 つに記載の回路基板。

< 7 B > 前記放熱部材と前記回路との間の絶縁破壊電圧が 1.5 kV 以上である < 1 B > ~ < 6 B > のいずれか 1 つに記載の回路基板。

< 8 B > 前記回路側からの平面視にて、前記第一の面の外周縁部全体が、前記第二の面の外周縁部と重ならない < 1 B > ~ < 7 B > のいずれか 1 つに記載の回路基板。

< 9 B > 前記第一の面の外周縁部と、前記第二の面の外周縁部との最短距離が、 0.01 mm 以上 1.0 mm 未満である < 8 B > に記載の回路基板。

< 10 B > 前記回路の第二の面の面積よりも前記放熱部材における前記絶

縁層側の面の面積が大きい＜1 B＞～＜9 B＞のいずれか1つに記載の回路基板。

＜1 1 B＞ 導体からなり、第一の面、及び前記第一の面とは反対側に位置する第二の面を備える回路と、前記回路の間の空間及び前記回路の周囲の少なくとも一方に設けられる絶縁部と、を備え、

平面視にて、前記第一の面の外周縁部と、前記第二の面の外周縁部と、が重ならない領域が存在する回路シート。

＜1 2 B＞ ＜1 1 B＞に記載の回路シートと、前記第二の面に接するように配置される絶縁層と、放熱部材と、を厚さ方向にこの順に配置した状態の積層体を厚さ方向に加圧する工程を有する回路基板の製造方法。

＜1 3 B＞ ＜1 B＞～＜1 0 B＞のいずれか1つに記載の回路基板を製造する回路基板の製造方法であって、

前記回路と、前記回路の第二の面に接するように配置される前記絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される前記放熱部材と、を厚さ方向にこの順に配置した状態の積層体を厚さ方向に加圧する工程を有する回路基板の製造方法。

[0011] ＜1 C＞ 導体からなる二つ以上の回路を備え、前記回路のうち、互いに独立し、かつ隣接した二つの回路の組み合わせの全てにおいて、前記回路の素子実装面から見て、前記互いに独立し、かつ隣接した二つの回路の間を通り、かつ前記素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に高弾性部材が位置する回路シート。

＜2 C＞ 前記高弾性部材が前記回路である＜1 C＞に記載の回路シート。

＜3 C＞ 前記二つ以上の回路間の少なくとも一部に設けられる絶縁部をさらに備える＜1 C＞又は＜2 C＞に記載の回路シート。

＜4 C＞ 前記絶縁部は、前記回路の素子実装面及び前記素子実装面と逆の面が露出するように設けられている＜3 C＞に記載の回路シート。

＜5 C＞ 前記回路の厚さに対する前記絶縁部の厚さは、0.9以上である＜3 C＞又は＜4 C＞に記載の回路シート。

<6 C> 前記回路の素子実装面と逆の面側に配置され、前記二つ以上の回路の相対配置を保持する絶縁層をさらに備える<1 C>~<5 C>のいずれか1つに記載の回路シート。

<7 C> <1 C>~<5 C>のいずれか1つに記載の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、をこの順に有する回路基板。

<8 C> <6 C>に記載の回路シートと、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、を有する回路基板。

<9 C> <1 C>~<5 C>のいずれか1つに記載の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体、又は、<6 C>に記載の回路シートと、放熱部材と、を前記回路シートが備える前記絶縁層側に前記放熱部材が位置するように配置した状態の積層体、を厚さ方向に加圧する工程を有する、回路基板の製造方法。

[0012] <1 D> 回路と、前記回路の間の空間に設けられる絶縁部と、を備え、素子実装面において前記絶縁部が凹んでいる、回路シート。

<2 D> 複数の回路と、

前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、素子が搭載される素子実装面の少なくとも一部及び前記素子実装面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する絶縁部と、を有し、

前記素子実装面側における前記絶縁部の表面は、前記回路の前記素子実装面に対して凹んでいる、回路シート。

<3 D> 前記素子実装面と逆の面は前記素子実装面よりも平坦である、<1 D>又は<2 D>に記載の回路シート。

<4 D> 前記素子実装面と逆の面は絶縁層及び放熱部材が配置される面である、<1 D>~<3 D>のいずれか1つに記載の回路シート。

<5 D> 前記素子実装面と逆の面に前記回路と前記絶縁部とが厚さ方向に

において重なる部分を有する、＜1 D＞～＜4 D＞のいずれか1つに記載の回路シート。

＜6 D＞ シート状の回路の一方の面に保護フィルムを貼り付けた状態で前記回路の間に絶縁材料を充填する工程と、前記絶縁材料を硬化させる工程と、をこの順に有し、

前記保護フィルムは前記絶縁材料の硬化による体積収縮に伴って変形可能である、回路シートの製造方法。

＜7 D＞ 前記絶縁材料を充填する工程及び前記絶縁材料を硬化させる工程は、前記回路の前記保護フィルムを貼り付けた面と逆の面に、前記絶縁材料の硬化による体積収縮に伴って変形しない部材を当接した状態で行う、＜6 D＞に記載の回路シートの製造方法。

＜8 D＞ 前記絶縁材料を硬化させる工程において得られる絶縁材料の硬化物は、前記回路の前記保護フィルムを貼り付けた面において凹んだ状態になる、＜6 D＞又は＜7 D＞に記載の回路シートの製造方法。

＜9 D＞ ＜1 D＞～＜5 D＞のいずれか1つに記載の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、を有する回路基板。

＜10 D＞ ＜1 D＞～＜5 D＞のいずれか1つに記載の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を加圧する工程を有し、

前記加圧は前記回路シートの素子実装面上に、前記加圧により変形可能なクッション材を配置した状態で行われる、回路基板の製造方法。

[0013] ＜1 E＞ 回路と、前記回路の間に設けられる絶縁部と、を備え、前記回路の前記絶縁部と接する面の少なくとも一部の表面粗さAが前記回路の素子実装面の表面粗さBよりも大きい、回路シート。

＜2 E＞ 前記回路の前記絶縁部と接する面のうち、少なくとも前記回路の素子実装面と逆の面と繋がる部分の表面粗さAが前記回路の素子実装面の表面粗さBよりも大きい、＜1 E＞に記載の回路シート。

<3 E> 前記回路の素子実装面と逆の面の表面粗さCは、前記回路の素子実装面の表面粗さBよりも大きい、<1 E>又は<2 E>に記載の回路シート。

<4 E> 前記回路の素子実装面と逆の面に設けられる絶縁層をさらに備える、<1 E>~<3 E>のいずれか1つに記載の回路シート。

<5 E> 前記絶縁部と前記絶縁層とは異なる部材である、<4 E>に記載の回路シート。

<6 E> 前記絶縁部と前記絶縁層とは同じ部材である、<4 E>に記載の回路シート。

<7 E> 前記回路の素子実装面がめっき金属で被覆されている、<1 E>~<6 E>のいずれか1つに記載の回路シート。

<8 E> 算術平均粗さR_aで表したときの表面粗さAが0.3 μm以上であり、算術平均粗さR_aで表したときの表面粗さBが0.3 μm未満である、<1 E>~<7 E>のいずれか1つに記載の回路シート。

<9 E> 算術平均粗さR_aで表したときの表面粗さAが0.6 μm以上である、<1 E>~<8 E>のいずれか1つに記載の回路シート。

<10 E> シート状の回路の一方の面に保護部材を貼り付けた状態で前記回路の表面を粗化する工程と、前記回路の間に絶縁部を形成する工程と、をこの順に有する、<1 E>~<9 E>のいずれか1つに記載の回路シートの製造方法。

<11 E> 前記粗化は前記回路の前記絶縁部と接する部分と、前記回路の前記保護部材が貼り付けられた面と逆の面とに対して行われる、<10 E>に記載の回路シートの製造方法。

<12 E> 前記回路の前記保護部材が貼り付けられた面と逆の面に絶縁層を配置する工程をさらに有する、<10 E>又は<11 E>に記載の回路シートの製造方法。

<13 E> 前記絶縁部を形成する工程の後に前記絶縁層を配置する工程を行う、<12 E>に記載の回路シートの製造方法。

<14E> 前記絶縁部を形成する工程と同時に前記絶縁層を配置する工程を行う、<12E>に記載の回路シートの製造方法。

<15E> <1E>~<9E>のいずれか1つに記載の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に配置される放熱部材と、を有する回路基板。

<16E> <1E>~<9E>のいずれか1つに記載の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に配置される放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を加圧する工程を有する、回路基板の製造方法。

[0014] <1F> 回路と前記回路の間に設けられる絶縁部とを備える回路シートと、前記回路シートの発熱体搭載面上に配置されるケースと、を備えるケース付き回路シート。

<2F> 前記発熱体搭載面の前記回路の上に配置される発熱体をさらに備える<1F>に記載のケース付き回路シート。

<3F> 複数の回路を備え、前記絶縁部は、前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、発熱体が搭載される発熱体搭載面の少なくとも一部及び前記発熱体搭載面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する<1F>又は<2F>に記載のケース付き回路シート。

<4F> 回路と前記回路の間に設けられる絶縁部とを備える回路シートと、前記回路シートの発熱体搭載面上に配置されるケースと、前記回路の上に配置される発熱体と、前記ケースで囲まれた部分に配置される封止部と、を備える回路パッケージ。

<5F> <4F>に記載の回路パッケージと、前記回路シートの発熱体搭載面と逆の面側に配置される絶縁層及び放熱部材と、を有する回路基板。

<6F> 前記回路の一方の面が前記発熱体と接しており、他方の面が前記絶縁層と接している、<5F>に記載の回路基板。

<7F> <1F>~<3F>のいずれか1つに記載のケース付き回路シートの前記ケースで囲まれた部分に封止部を形成する工程と、

前記ケース付き回路シートの発熱体搭載面と逆の面側に絶縁層及び放熱部材を配置する工程と、を有する回路基板の製造方法。

<8 F> 下記(1)～(4)の工程を含む、回路基板の製造方法。ただし、工程(2)は工程(3)及び工程(4)の前に行われ、工程(1)は工程(3)の前に行われる。

(1) 回路シートの発熱体搭載面上にケースを設置する工程

(2) 回路シートの回路の上に発熱体を搭載する工程

(3) 回路シートの発熱体搭載面上のケースで囲まれた部分に封止部を形成する工程

(4) 回路シートの発熱体搭載面と逆の面側に絶縁層及び放熱部材を配置する工程

[0015] <1 G> 回路と、絶縁層と、前記回路の素子実装面よりも大きい面積を有し、前記絶縁層を介して前記回路が配置される面を備えるベース基板と、をこの順に有する回路基板を製造する回路基板の製造方法であって、

前記回路と前記絶縁層と前記ベース基板とをこの順に配置した積層体を準備し、前記回路及び前記絶縁層の合計厚さと略同じ厚さを有するスペーサ部材を、前記回路及び前記絶縁層における側面の周囲の少なくとも一部と接するように前記ベース基板上に配置した状態で前記積層体を加圧する工程を有する回路基板の製造方法。

<2 G> 回路と、絶縁層と、ベース基板と、をこの順に有する回路基板を製造する回路基板の製造方法であって、

前記回路と前記絶縁層と前記ベース基板とをこの順に配置した積層体を準備し、前記回路、前記絶縁層及び前記ベース基板の合計厚さと略同じ厚さを有するスペーサ部材を、前記積層体における側面の周囲の少なくとも一部と接するように前記積層体と同一平面上に配置した状態で前記積層体を加圧する工程を有する回路基板の製造方法。

<3 G> 前記積層体を加圧する前に、前記スペーサ部材を用いて前記ベース基板上の前記回路及び前記絶縁層の位置合わせを行う工程をさらに有する

< 1 G > に記載の回路基板の製造方法。

< 4 G > 前記加圧する工程では、前記スペーサ部材は、前記周囲の少なくとも 2 つの領域と接し、かつ前記回路及び前記絶縁層を挟むように配置されている < 1 G > 又は < 3 G > に記載の回路基板の製造方法。

< 5 G > 前記加圧する工程では、前記スペーサ部材は、前記周囲の少なくとも 2 つの領域と接し、かつ前記積層体を挟むように配置されている < 2 G > に記載の回路基板の製造方法。

< 6 G > 前記スペーサ部材の厚さが前記合計厚さ以下であり、前記スペーサ部材の厚さと前記合計厚さとの差が $0\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$ である < 1 G > ~ < 5 G > のいずれか 1 つに記載の回路基板の製造方法。

< 7 G > 前記回路は回路部と、前記回路部以外の空間と、を有し、前記空間の少なくとも一部に絶縁部が設けられており、前記絶縁層及び前記ベース基板上に配置される前の前記回路は、素子実装面及び前記素子実装面と逆の面が露出している < 1 G > ~ < 5 G > のいずれか 1 つに記載の回路基板の製造方法。

[0016] < 1 H > 回路、絶縁層及び放熱部材がこの順で積層されており、

前記回路の平均厚さが、 $500\ \mu\text{m}$ 以上であり、

前記絶縁層の平均厚さが、 $120\ \mu\text{m}$ 以上である回路基板。

< 2 H > 前記絶縁層の平均厚さが、 $200\ \mu\text{m}$ を超える < 1 H > に記載の回路基板。

< 3 H > 前記放熱部材の平均厚さが、 $100\ \mu\text{m}$ 以上である < 1 H > 又は < 2 H > に記載の回路基板。

< 4 H > 前記絶縁層の熱伝導率が、 $6\ \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上である < 1 H > ~ < 3 H > のいずれか 1 つに記載の回路基板。

< 5 H > 前記絶縁樹脂層のガラス転移温度が、 170°C 以上である < 1 H > ~ < 4 H > のいずれか 1 つに記載の回路基板。

< 6 H > 前記回路及び前記放熱部材の平均厚さの合計が、 $600\ \mu\text{m}$ 以上である < 1 H > ~ < 5 H > のいずれか 1 つに記載の回路基板。

<7 H> 前記回路の平均厚さの前記放熱部材の平均厚さに対する比（回路／放熱部材）が、1.0～3.0である<1 H>～<6 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<8 H> 前記回路の前記絶縁樹脂層に面する側の表面粗さ（R_a）が、0.5 μm以上である<1 H>～<7 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<9 H> 前記回路の前記絶縁樹脂層に面する側と反対側の表面粗さ（R_a）が、0.2 μm未満である<1 H>～<8 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<10 H> 前記放熱部材の前記絶縁樹脂層に面する側の表面粗さ（R_a）が、0.5 μm以上である<1 H>～<9 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<11 H> 前記放熱部材の前記絶縁樹脂層に面する側と反対側の表面粗さ（R_a）が、0.2 μm未満である<1 H>～<10 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<12 H> 前記回路の前記絶縁樹脂層に面する側の表面積よりも、前記回路の前記絶縁樹脂層に面する側と反対側の表面積が大きい<1 H>～<11 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<13 H> 前記回路の熱膨張率と前記放熱部材の熱膨張率とが、異なる<1 H>～<12 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<14 H> 前記回路の熱膨張率と前記放熱部材の熱膨張率とが、同じである<1 H>～<12 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<15 H> 前記回路と前記放熱部材との間の破壊電圧が、2.5 kV以上である<1 H>～<14 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<16 H> 前記回路と前記放熱部材との間の部分放電開始電圧が、2.5 kV以上である<1 H>～<15 H>のいずれか1つに記載の回路基板。

<17 H> <1 H>～<16 H>のいずれか1つに記載の回路基板と、半導体素子と、を備える半導体装置。

[0017] <1 I> 複数の回路と、

前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、素子が搭載される素子実装面の少なくとも一部及び前記素子実装面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する絶縁部と、を有し、

前記素子実装面とは反対側における前記絶縁部の表面は、前記回路の前記素子実装面とは反対側の面よりも前記素子実装面側に凹んでいる回路シート。

<2 I> 前記絶縁部の表面と、前記回路の前記素子実装面とは反対側の面との距離の最大値は、 $20\mu\text{m}$ 以下である<1 I>に記載の回路シート。

<3 I> <1 I>又は<2 I>に記載の回路シートと、前記素子実装面とは反対側における前記絶縁部の表面及び前記回路の前記素子実装面とは反対側の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、を有する回路基板。

<4 I> <1 I>~<3 I>のいずれか1つに記載の回路シートと、前記接続面側に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を加圧する工程を有する回路基板の製造方法。

<1 J> 複数の回路と、

前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、発熱体搭載面の少なくとも一部及び前記発熱体搭載面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する絶縁部と、を有し、

前記回路において、前記発熱体搭載面とは反対側の面の高さのばらつきが、平面方向 10mm あたり $40\mu\text{m}$ 以下である回路シート。

<2 J> <1 J>に記載の回路シートと、前記素子実装面とは反対側における前記絶縁部の表面及び前記回路の前記素子実装面とは反対側の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、を有する回路基板。

<3 J> <1 J>又は<2 J>に記載の回路シートと、前記素子実装面とは反対側に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積

層体を加圧する工程を有する回路基板の製造方法。

<1 K> 複数の回路と、

前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、発熱体搭載面の少なくとも一部及び前記発熱体搭載面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する絶縁部と、を有し、

前記回路の前記発熱体搭載面の高さのばらつきが、平面方向10mmあたり40 μ m以下である回路シート。

<2 K> <1 K>に記載の回路シートと、前記素子実装面とは反対側における前記絶縁部の表面及び前記回路の前記素子実装面とは反対側の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、を有する回路基板。

<3 K> <1 K>又は<2 K>に記載の回路シートと、前記素子実装面とは反対側に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を加圧する工程を有する回路基板の製造方法。

[0018] <1 L> 複数の回路と、

前記複数の回路の一方の面側に設けられた、前記複数の回路の相対位置を保持する保持部と、

保持部上に設けられ、前記回路の一方の面側から見て、前記複数の回路を囲むケースと、

を有し、

前記複数の回路の他方の面は露出している、ケース付き回路シート。

<2 L> 前記保持部は、前記複数の回路から剥離可能である<1 L>に記載のケース付き回路シート。

<3 L> 前記複数の回路の一方の面の少なくとも一部は、発熱体が搭載される発熱体搭載面である<2 L>に記載のケース付き回路シート。

<4 L> <1 L>~<3 L>のいずれか1つに記載のケース付き回路シートと、前記ケース付き回路シートにおける前記回路の露出した他方の面側に配置された絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を加圧

する工程を有する回路基板の製造方法。

< 5 L > 前記保持部は、前記複数の回路から剥離可能であり、

前記加圧する工程の後、前記複数の回路の一方の面から前記保持部を剥離する工程をさらに有する< 4 L >に記載の回路基板の製造方法。

発明の効果

[0019] 本開示の一態様によれば、信頼性に優れる回路シート、及びこの回路シートを含む回路基板及びその製造方法を提供される。

図面の簡単な説明

[0020] [図1A]素子実装面から見たときの本開示の回路シートの具体例の概略平面図である。

[図1B]図 1 A の A - A 線断面図である。

[図1C]図 1 B の拡大図である。

[図1D]素子実装面から見たときの従来の回路シートの具体例の概略平面図である。

[図1E]図 1 D の A - A 線断面図である。

[図2A]本開示の回路基板の具体例 1 の概略構成を示す断面図である。

[図2B]本開示の回路基板の具体例 1 の概略構成を示す、回路側からの平面図である。

[図2C]本開示の回路基板の具体例 2 の概略構成を示す断面図である。

[図2D]従来の回路基板の具体例の概略構成を示す断面図である。

[図3A]従来の回路シートの概略構成図である。

[図3B]本開示の第三実施形態の回路シートの概略構成図である。

[図3C]本開示の第四実施形態の回路シートの概略構成図である。

[図3D]実施例 1 C ~ 3 C の回路シートの構成図である。

[図3E]実施例 4 C ~ 6 C の回路シートの構成図である。

[図3F]実施例 7 C ~ 9 C の回路シートの構成図である。

[図3G]実施例 10 C ~ 12 C の回路シートの構成図である。

[図3H]比較例 1 C ~ 3 C の回路シートの構成図である。

[図3I]比較例4 C～6 Cの回路シートの構成図である。

[図3J]比較例7 C～9 Cの回路シートの構成図である。

[図4A]回路シートの断面を概略的に示す図である。

[図4B]回路と絶縁部とが厚さ方向において重なる部分を概略的に示す図である。

[図5A]回路シートの構成を概略的に示す断面図である。

[図6A]本開示のケース付き回路シートを用いる回路基板の製造工程の一例を示す図である。

[図6B]従来の回路シートを用いる回路基板の製造工程の一例を示す図である。

[図7A]従来の回路基板の製造方法を示す概略構成図である。

[図7B]回路基板の製造方法1の一例を示す概略構成図である。

[図7C]回路基板の製造方法2の一例を示す概略構成図である。

[図8A]本開示の回路基板の一実施形態である回路基板220の断面図である。

[図9A]本開示の回路シートの概略構成図である。

[図10A]本開示の回路シートの概略構成図である。

[図11A]本開示の回路シートの概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。但し、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。各実施形態に記載の構成は、適宜組み合わせてもよい。

以下の実施形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合を除き、必須ではない。数値及びその範囲についても同様であり、本発明を制限するものではない。

本開示において「工程」との語には、他の工程から独立した工程に加え、他の工程と明確に区別できない場合であってもその工程の目的が達成されれば、当該工程も含まれる。

本開示において「～」を用いて示された数値範囲には、「～」の前後に記載される数値がそれぞれ最小値及び最大値として含まれる。

本開示中に段階的に記載されている数値範囲において、一つの数値範囲で記載された上限値又は下限値は、他の段階的な記載の数値範囲の上限値又は下限値に置き換えてもよい。また、本開示中に記載されている数値範囲において、その数値範囲の上限値又は下限値は、実施例に示されている値に置き換えてもよい。

本開示において各成分は該当する物質を複数種含んでいてもよい。組成物中に各成分に該当する物質が複数種存在する場合、各成分の含有率又は含有量は、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数種の物質の合計の含有率又は含有量を意味する。

本開示において「層」との語には、当該層が存在する領域を観察したときに、当該領域の全体に形成されている場合に加え、当該領域の一部にのみ形成されている場合も含まれる。

本開示において「積層」との語は、層又は部材を積み重ねることを示し、二以上の層又は部材が結合されていてもよく、二以上の層又は部材が着脱可能であってもよい。

本開示において、層又は部材の平均厚さは、対象となる層又は部材の5点の厚さを測定し、その算術平均値として与えられる値とする。

層又は部材の厚さは、マイクロメーター等を用いて測定することができる。

本開示において実施形態を図面を参照して説明する場合、当該実施形態の構成は図面に示された構成に限定されない。また、各図における部材の大きさは概念的なものであり、部材間の大きさの相対的な関係はこれに限定されない。

本開示において、「回路の厚さ方向に見たとき」とは、素子実装面から回路の厚さ方向に見たとき、及び、素子実装面と逆の面から回路の厚さ方向に見たときの少なくとも一方を意味する。

本開示において、「回路間」は、特定の回路と、特定の回路以外の別の回路との間、及び、1つの特定の回路における隙間を包含する。

[0022] <第一実施形態の回路シート>

本開示の第一実施形態の回路シートは、導体からなる回路と、前記回路の間の空間に設けられる絶縁部と、を備え、前記回路における、素子実装面と、前記素子実装面と逆の面との間の側面は段差を有し、前記段差が前記絶縁部で覆われてなる。

[0023] 本開示の回路シートは、回路の側面が段差を有し、段差が絶縁部で覆われているため、回路と絶縁部とが接している部分の面積が大きくなり、回路と絶縁部との剥離が生じにくくなる。そのため、本開示の回路シートは、回路シートの熱処理、回路基板の作製工程での圧着等が実施された際に、回路の側面と、絶縁部との間に剥離が生じにくく、剥離箇所にて、気泡をトラップしたり、耐絶縁性が低下したりすることが抑制され、信頼性に優れる。

[0024] 特に回路が複数存在し、隣接する回路間に電位差が生じる場合、回路の側面及びその近傍に、気泡、空隙等が生じていると回路シートの耐絶縁性が低下することから、回路の側面と、絶縁部との間の剥離の抑制は肝要である。本開示の回路シートは、このような場合であっても耐絶縁性の低下を好適に抑制でき、信頼性に優れる。

[0025] 回路シートが、厚さが大きい回路、例えば厚銅回路を備える場合、回路の自重によって回路と絶縁部との剥離が生じやすくなっている。一方、本開示の回路シートでは、回路の厚さが大きい場合であっても、回路と絶縁部とが接している部分の面積が大きくなり、回路と絶縁部との剥離が生じにくい。

[0026] 本開示の回路シートは、導体からなる回路を少なくとも一つ備える。回路の材質としては、導体であれば特に限定されず、例えば、金属が挙げられる。金属としては、銅、銀、クロム銅、タングステン銅、ニッケル、ニッケルメッキ銅、アルミニウム、アルマイトに表面修飾したアルミニウム等が挙げられる。導電性の観点から、金属は銅を含むことが好ましい。

[0027] 回路の厚さは特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択できる。

回路の大電流化の観点から、回路の厚さは $350\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、回路に段差を設けやすい観点から、 $400\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、回路に段差を設けても回路の強度を保持しやすい観点から、 $500\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましく、回路と絶縁部との接着面積を広く確保して剥離を抑制しやすい観点から、 $1000\mu\text{m}$ 以上であることが特に好ましい。軽量化及び低背化の観点からは、回路の厚さは $5000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。回路に段差を設けやすい観点から、 $3000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。回路の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

絶縁層等の回路シートに隣接する部材に回路の一部が埋め込まれている場合は、埋め込まれている部分の厚さも回路の厚さに含まれる。

[0028] 回路シートの素子実装面を観察したときの回路の幅は特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択してよい。例えば、回路の幅は $100\mu\text{m}\sim 100\text{mm}$ であってもよい。回路の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0029] 回路は、例えば、金属板を所望の形状の回路の状態に加工することで得ることができる。加工の方法は特に制限されず、打抜き、切削、エッチング、それらを組み合わせた加工等の公知の方法によって行うことができる。回路作製における精度の向上の観点、段差を加工することが容易である観点等から、切削、エッチング加工等にて回路を形成することが好ましい。段差形成時に加工応力によって回路を変形させにくい観点からエッチング加工がより好ましい。

[0030] 回路をエッチング加工にて作製する場合、金属板のエッチング方法は特に制限されない。本開示の回路シートの作製が容易である観点から、金属板の両面（すなわち向かい合う2つの主面）からエッチングすることにより回路を形成することが好ましい。両面から加工することによって段差を形成しやすく、作業効率が高い。金属板の両面からエッチングする場合、両面同時にエッチングしてもよく、両面を交互にエッチングしてもよい。

- [0031] 回路は、粗化处理されていてもよい。例えば、回路が後述の絶縁層と接する場合、当該絶縁層と接する面が少なくとも粗化处理されていると、ボイドの発生を抑制しながら、絶縁層と十分に接着できる状態とすることができる。具体的には、回路の絶縁層と接する面を粗化し、アンカー効果による引き抜き力を向上させるか密着面積を増大させることで、ファンデルワールス力による密着性を向上することができると考えられる。
- [0032] 回路を粗化处理する方法は特に制限されず、物理的な方法で行っても、化学的な方法で行ってもよい。例えば、回路の材質が銅であれば、物理的な方法としては、やすりがけ、サンドブラスト処理、レーザー照射、フライス加工等が挙げられる。化学的な方法としては、マグダミット処理、C Z処理、黒化处理、エッチング処理、メッキ処理等が挙げられる。粗化处理は、いずれか1種の方法により行っても、2種以上を組み合わせてもよい。2種以上を組み合わせる場合は、物理的な方法と化学的な方法を組み合わせで行っても、化学的な方法同士を組み合わせで行っても、物理的な方法同士を組み合わせで行ってもよい。
- [0033] 本開示の回路シートは、回路の間の空間の少なくとも一部に設けられる絶縁部を備える。回路シートの絶縁部の形成に用いる絶縁材料としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリル樹脂等の樹脂を含む材料が挙げられる。絶縁材料に含まれる樹脂は、1種であっても2種以上であってもよい。絶縁材料は、必要に応じて、無機フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。
- [0034] 回路シートの素子実装面を観察したときの絶縁部の幅は特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択してよい。例えば、絶縁部の幅は $100\mu\text{m}$ ～ 100mm であってもよい。絶縁部の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。
- [0035] 絶縁部の厚さは特に限定されず、回路シートの用途等に応じて選択できる。回路の厚さに対する絶縁部の厚さ（絶縁部の厚さ／回路の厚さ）は、充分

な絶縁性の確保の観点から、0.5以上が好ましく、複数の回路の位置を絶縁部が好適に保持する観点から、0.7以上がより好ましく、回路基板の作製工程での圧着時に回路と絶縁部との間の圧力の差を低減できる観点から、0.9以上がさらに好ましい。また、絶縁部の厚さ／回路の厚さは、素子実装の作業性の観点から、1.0以下が好ましく、0.99以下がより好ましい。

絶縁部の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0036] 本開示の回路シートは、回路の側面における段差が素子実装面及び素子実装面と逆の面の少なくとも一方と平行な面を有することが好ましい。これにより、回路と絶縁部とが接している部分の面積が大きくなることによる回路と絶縁部との剥離の抑制、及び、段差付近に生じるせん断力による回路の側面における剥離を抑制することができる。

[0037] 本開示の回路シートは回路の側面における段差が素子実装面及び素子実装面と逆の面の少なくとも一方と平行な面を有する場合、前述の面の幅は、回路と絶縁部との剥離を抑制する観点から、100 μm 以上であることが好ましく、回路と絶縁部との接着面積を十分に確保する観点から、500 μm 以上であることがより好ましく、せん断力による回路の側面における剥離を十分に抑制する観点から、500 μm 超であることがさらに好ましい。前述の面の幅は、素子実装面の面積よりも素子実装面と逆の面の面積が小さくなるような段差の場合、素子実装と放熱性とのバランスを確保する観点から、5000 μm 以下であることが好ましく、絶縁層と回路との接着面積を広げて放熱面積を確保する観点から、3000 μm 以下であることがより好ましい。素子実装面と逆の面の面積よりも素子実装面の面積が小さくなるような段差の場合、素子実装面積を確保できれば、できるだけ前述の幅を大きくすることによって放熱面積を確保することができる。

前述の面の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0038] 本開示の回路シートでは、回路は、回路の厚さ方向における回路の断面形状は、略凸形状、略十字形状、略T字形状等となる領域を有していてもよく、回路の厚さ方向における両端部に発生するせん断力を抑制する観点から、略T字形状となる領域を有することが好ましい。回路の厚さ方向における回路の断面形状が、略凸形状、略十字形状等となる領域を有する場合、回路のその断面は、回路シートの長さ方向と平行な方向の断面であってもよく、回路シートの幅方向と平行な断面であってもよい。また、回路シートが、回路の断面形状が略T字形状となる領域を有する場合、素子実装面側の断面の幅がより大きくてもよく、素子実装面と逆の面側の断面の幅がより大きくてもよい。

[0039] 回路シートが、回路の断面形状が略凸形状又は略T字形状となる領域を有する場合、素子実装面側及び素子実装面と逆の面側の内、断面の幅がより小さい方の幅（幅1）に対する断面の幅がより大きい方の幅（幅2）の比（幅2／幅1）は、0.2～1未満であることが好ましく、0.5～1未満であることがより好ましい。

[0040] 本開示の回路シートは、回路の厚さ方向に見たときに、段差が、回路の外周に設けられていることが好ましく、回路の外周全体に設けられていることがより好ましい。段差が回路の外周全体に設けられていることによって、剥離が発生しやすい箇所がなくなり、回路の側面における剥離を好適に抑制できる。また、本開示の回路シートは、回路の厚さ方向に見たときに、段差が、前記回路の内周に設けられていてもよく、前記回路の内周の全体に設けられていてもよい。段差が回路の内周全体に設けられることによって、回路の側面における剥離を好適に抑制できる。

[0041] 本開示の回路シートは、回路の厚さ方向に見たときに、段差が、前記回路の内部に設けられており、前記回路の内部の空間に設けられる絶縁部は、前記回路の外周の空間に設けられる絶縁部と2箇所以上で接続していることが好ましい。回路の内部に設けられる絶縁部と、前記回路の外部に設けられる絶縁部とが2箇所以上で接続していることで、回路と絶縁部とが接している

部分の面積が好適に大きくなり、回路と絶縁部との剥離が好適に生じにくくなる。特に回路の内部に設けられる絶縁部について、回路との剥離が好適に生じにくくなる。さらに、回路と絶縁部とが接している部分の2箇所以上の内、2箇所の回路と絶縁部とが接している部分は、互いに対向していることが好ましい。前述の部分が互いに対向していることによって回路にせん断力が生じた場合、回路が傾いて絶縁部と剥離することを好適に抑制できる。

[0042] 回路の内部に設けられる絶縁部と、前記回路の外部に設けられる絶縁部とが接続している部分における絶縁部の幅は、回路と絶縁部との剥離を抑制する観点から、 $500\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、前述の接続している部分における絶縁部の強度を確保しやすい観点から、 $1000\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。前述の部分における絶縁部の幅は、放熱面積、素子実装面積等を確保しやすい観点から、 $5000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、絶縁部をトランスファー成型で形成する場合に絶縁部が形成しやすい観点から、 $3000\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

前述の部分における絶縁部の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0043] 回路の内部に設けられる絶縁部と、前記回路の外部に設けられる絶縁部とが接続している部分における絶縁部の厚さは、絶縁部の厚さに対して、回路と絶縁部との剥離を抑制する観点から、 10% 以上であることが好ましく、前述の接続している部分における絶縁部の強度を確保する観点から、 40% 以上であることがより好ましい。前述の部分における絶縁部の厚さは、絶縁部の厚さに対して、回路の強度を確保する観点から、 90% 以下であることが好ましく、回路における、前述の接続している部分と接着している部分（回路の薄肉部）の変形を抑制する観点から、 60% 以下であることがより好ましい。

前述の部分における絶縁部の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0044] 回路の内部に設けられる絶縁部と、前記回路の外部に設けられる絶縁部と

が接続している部分は、素子実装面側に設けられていてもよく、素子実装面と逆の面側に設けられていてもよい。

[0045] 本開示の回路シートでは、側面の表面粗さ（以下、「表面粗さA」ともいう）は、素子実装面の表面粗さ（以下、「表面粗さB」ともいう）及び素子実装面と逆の面の表面粗さ（以下、「表面粗さC」ともいう）の少なくとも一方よりも大きいことが好ましく、素子実装面の表面粗さよりも大きいことがより好ましい。

[0046] 素子実装面の表面粗さと、素子実装面と逆の面（例えば、絶縁層と接する面）の表面粗さとは、同じであってもよく、異なってもよい。回路と絶縁層との剥離を抑制する観点からは、素子実装面と逆の面の表面粗さは、回路の素子実装面の表面粗さよりも大きいことが好ましい。

[0047] 本開示において回路の表面粗さは、JIS B 0601（2001）で規定される算術平均粗さ（Ra）で表してもよい。

Raで表したときの表面粗さAは、0.2 μm 以上であることが好ましく、回路と絶縁部との接着力を安定的に確保する観点から、0.5 μm 以上であることがより好ましく、回路と絶縁部との強固な接着力を得る観点から、1.0 μm 以上であることがさらに好ましい。高電圧をかけたときに局所的な電界集中を避ける観点から、Raで表したときの表面粗さAは、10 μm 以下であってもよい。

[0048] Raで表したときの表面粗さBは、0.4 μm 未満であることが好ましく、0.3 μm 以下であることがより好ましく、0.2 μm 以下であることがさらに好ましい。

[0049] Raで表したときの表面粗さCは、0.2 μm 以上であることが好ましく、0.5 μm 以上であることがより好ましく、1.0 μm 以上であることがさらに好ましい。高電圧をかけたときに局所的な電界集中を避ける観点から、Raで表したときの表面粗さCは、10 μm 以下であってもよい。

[0050] Raで表したときの表面粗さAと表面粗さBとの相対比は特に制限されない。例えば、表面粗さAは表面粗さBの1倍超～100倍であってもよい。

[0051] 以下、従来の回路シート及び本開示の回路シートの具体例について、図 1 A～図 1 E を参照して説明する。

[0052] 図 1 D は、素子実装面から見たときの従来の回路シートの具体例の概略平面図であり、図 1 E は、図 1 D の A－A 線断面図である。図 1 D 及び図 1 E に示す回路シート 20 は、回路 1 と、回路 1 の間に設けられる絶縁部 2 と、を備える。図 1 D 及び図 1 E に示すように、回路 1 における、素子実装面と、素子実装面と逆の面との間の側面は段差を有していない。そのため、回路シート 20 の熱処理、回路基板の作製工程での圧着等が実施されることで回路 1 の側面と、絶縁部 2 との間に剥離が生じやすく、剥離箇所にて、気泡をトラップしたり、耐絶縁性が低下したりする等によって回路シート 20 の信頼性が損なわれるおそれがある。

[0053] 図 1 A は、本開示の回路シートの具体例の概略平面図であり、図 1 B は、図 1 A の A－A 線断面図であり、図 1 C は、図 1 B の拡大図である。図 1 A 及び図 1 B に示す回路シート 10 は、回路 1 と回路 1 の間に設けられる絶縁部 2 と、を備え、回路 1 における、素子実装面と、素子実装面と逆の面との間の側面は段差 3 を有している。したがって、回路 1 と絶縁部 2 とが接している部分の面積が大きくなり、回路 1 と絶縁部 2 との剥離が生じにくくなる。そのため、回路シート 10 の熱処理、回路基板の作製工程での圧着等が実施された際に、回路 1 の側面と、絶縁部 2 との間に剥離が生じにくく、剥離箇所にて、気泡をトラップしたり、耐絶縁性が低下したりすることが抑制され、回路シート 10 の信頼性に優れる。

[0054] 回路シート 10 では、素子実装面から回路 1 の厚さ方向に見たときに、段差 3 が回路 1 の内周全体及び回路 1 の外周全体に設けられている。また、図 1 A に示すように、素子実装面と平行かつ A－A 線と直交する方向において、回路 1 の内部の空間に設けられる絶縁部 2 は、回路 1 の外周の空間に設けられる絶縁部 2 と 2 箇所接続している。また、図 1 B 及び図 1 C に示すように、段差 3 は、素子実装面及び素子実装面と逆の面に平行な面 3 A を有する。

[0055] 本開示の回路シートを製造する方法は特に限定されない。本開示の回路シートを製造する方法は、例えば、仮基材上に配置された、回路によって形成された空間に絶縁材料を充填する工程を有し、絶縁材料が樹脂等である場合、必要に応じて、充填させた絶縁材料を硬化させる工程を有していてもよい。回路によって形成された空間としては、例えば、回路間の空間が挙げられる。

[0056] 回路は、金属を仮基材上に配置し、次いでエッチングを行うことによって仮基材上に形成されたものであってもよく、金属板の両面（すなわち向かい合う2つの主面）からエッチングすることにより回路を形成することが好ましい。

[0057] 本開示において仮基材とは、仮基材上に配置された回路によって形成された空間に絶縁材料を充填する前に回路を仮固定することができ、絶縁材料を充填した後に回路から除去できるものをいう。ここで、回路が仮固定されているとは、回路が仮基材との接触によって相対的な位置関係を維持していることをいい、必ずしも回路が完全に動かないことを意味するものではない。

[0058] 仮基材としては、樹脂フィルム等が挙げられる。仮基材に使用できる樹脂フィルムとしては、支持フィルムと支持フィルム上に形成される接着層とを有する樹脂フィルム等が挙げられる。

[0059] <第一実施形態の回路基板>

本開示の第一実施形態の回路基板は、上述した本開示の第一実施形態の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、をこの順に有する。本開示の回路シートは、回路が絶縁部とはがれて傾いたり、回路と絶縁部との間に隙間が生じたりすることで、絶縁層に対して均一な圧力がかからない状況を低減することができる。また、製造された回路基板の絶縁層の厚さの均一性に優れる。その結果、本開示の回路基板は、接着信頼性が高く、放熱性、絶縁性等に優れる傾向にある。

[0060] 回路基板に用いられる絶縁層及び放熱部材の種類は特に制限されず、回路

基板に一般的に使用されるものから選択できる。絶縁層の形成に用いる絶縁材料の好ましい形態は、絶縁部の形成に用いる絶縁材料の好ましい形態と同様であってもよい。放熱部材の材質は特に制限されず、銅、アルミニウム、タングステン銅、モリブデン銅等の銅合金、ニッケルめっき銅などが挙げられる。放熱部材の種類は特に制限されず、ヒートスプレッド、ヒートシンク等の放熱機能を有する部材、空気又は水の流路を持ったケース、金属箔、フィラー樹脂コンポジットなどであってもよい。放熱部材の表面は平滑であってもよく、絶縁層との接着性を向上させるための粗化处理が施されていてもよい

[0061] 絶縁層の厚さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。十分な絶縁性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは $50\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、回路シートに凹凸がある場合の、凹凸追従性の観点から、 $100\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、圧力によるせん断力を吸収する観点から、 $150\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。

[0062] 十分な放熱性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは $400\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、圧力によるせん断力を生じさせにくい観点から、 $300\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $250\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0063] <第一実施形態の回路基板の製造方法>

本開示の第一実施形態の回路基板の製造方法は、上述した本開示の第一実施形態の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を厚さ方向に加圧する工程を有する。

[0064] 上記方法において積層体を加圧する方法は特に制限されず、回路基板の製造工程において一般的に行われる方法から選択できる。

[0065] <第二実施形態の回路基板>

本開示の第二実施形態の回路基板は、導体からなり、第一の面、及び前記第一の面とは反対側に位置する第二の面を備える回路と、前記回路の前記第

二の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、を厚さ方向にこの順に備え、前記回路側からの平面視にて、前記第一の面の外周縁部と、前記第二の面の外周縁部と、が重ならない領域が存在する。

[0066] 本開示の回路基板は、回路側からの平面視にて、第一の面の外周縁部と、第二の面の外周縁部と、が重ならない領域が存在する。これにより、回路の第一の面が加圧された場合に、回路の第一の面の外周縁部での第二の面への圧力が分散される。そのため、回路基板の作製工程後に回路基板の加圧を解除することで、回路の外周縁部にて加圧による圧縮から元に戻ろうとする現象（スプリングバック）が抑制され、回路の外周縁部と絶縁層との間に剥離が生じにくくなる。回路の外周縁部と絶縁層との間に剥離が生じにくくなることにより、剥離箇所にて気泡をトラップしたり、耐絶縁性が低下したりする等によって信頼性が損なわれることが抑制されるため、本開示の回路基板は信頼性に優れる。

[0067] 特に回路が複数存在し、隣接する回路間に電位差が生じる場合、回路の外周縁部に、気泡、空隙等が生じていると回路基板の耐絶縁性が低下することから、回路の外周縁部と、絶縁層との間の剥離の抑制は肝要である。本開示の回路基板は、このような場合であっても耐絶縁性の低下を好適に抑制でき、信頼性に優れる。

[0068] 回路の第一の面が加圧された場合に、回路の第一の面の外周縁部での第二の面への圧力が分散されると、回路の第一の面の外周縁部への圧力の集中が抑制されるため、第一の面の外周縁部付近にて、回路の変形が抑制されるとともに、絶縁層の破損も抑制される。

[0069] 特に、回路基板が、厚さが大きい回路、例えば厚銅回路を備える場合、回路基板の加圧を解除した際の回路の外周縁部におけるスプリングバックの力が大きく、スプリングバックによって回路の外周縁部と絶縁層との間に剥離が生じやすくなる。一方、本開示の回路基板では、回路の厚さが大きい場合であっても、スプリングバックの力が抑制されているため、回路と絶縁層と

の剥離が生じにくく、回路基板は信頼性に優れる。

[0070] 本開示の回路基板は、回路と、絶縁層と、放熱部材とが厚さ方向に圧着された回路基板であってもよい。

[0071] 本開示の回路基板は、導体からなり、第一の面、及び第一の面とは反対側に位置する第二の面を備える回路を備える。回路の材質としては、導体であれば特に限定されず、例えば、金属が挙げられる。金属としては、銅、銀、クロム銅、タングステン銅、ニッケル、ニッケルメッキ銅、アルミニウム、アルマイトに表面修飾したアルミニウム等が挙げられる。導電性の観点から、金属は銅を含むことが好ましい。回路基板は、複数の回路を備えていてもよい。

[0072] 回路の厚さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。回路の大電流化の観点から、回路の厚さは、 $120\mu\text{m}$ 超であることが好ましく、 $450\mu\text{m}$ 超であることがより好ましく、 $700\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましく、 $1000\mu\text{m}$ 以上であることが特に好ましい。軽量化及び低背化の観点からは、回路の厚さは $5000\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $3000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。回路の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

絶縁層等に回路の一部が埋め込まれている場合は、埋め込まれている部分の厚さも回路の厚さに含まれる。

[0073] 回路の第一の面を観察したときの回路の幅は特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択してよい。例えば、回路の幅は $100\mu\text{m}\sim 100\text{mm}$ であってもよい。回路の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。また、回路の第一の面は、素子を実装される素子実装面であってもよい。

[0074] 回路は、例えば、金属板を所望の形状の回路の状態に加工することで得ることができる。加工の方法は特に制限されず、打抜き、切削、エッチング、それらを組み合わせた加工等の公知の方法によって行うことができる。回路をエッチング加工にて作製する場合、金属板の両面（すなわち向かい合う2

つの主面) からエッチングすることにより回路を形成してもよい。金属板の両面からエッチングする場合、両面同時にエッチングしてもよく、両面を交互にエッチングしてもよい。

[0075] 回路は、粗化处理されていてもよい。回路基板の製造工程時に回路が後述の絶縁層と接する際、当該絶縁層と接する面が少なくとも粗化处理されていると、ボイドの発生を抑制しながら、絶縁層と十分に接着できる状態とすることができる。具体的には、回路の絶縁層と接する面を粗化し、アンカー効果による引き抜き力を向上させるか密着面積を増大させることで、ファンデルワールス力による密着性を向上することができると考えられる。

[0076] 回路を粗化处理する方法は特に制限されず、物理的な方法で行っても、化学的な方法で行ってもよい。例えば、回路の材質が銅であれば、物理的な方法としては、やすりがけ、サンドブラスト処理、レーザー照射、フライス加工等が挙げられる。化学的な方法としては、マグダミット処理、C Z 処理、黒化处理、エッチング処理、メッキ処理等が挙げられる。粗化处理は、いずれか1種の方法により行っても、2種以上を組み合わせてもよい。2種以上を組み合わせる場合は、物理的な方法と化学的な方法を組み合わせで行っても、化学的な方法同士を組み合わせで行っても、物理的な方法同士を組み合わせで行ってもよい。

[0077] 本開示の回路基板は、回路の間の空間及び前記回路の周囲の少なくとも一方に絶縁部を備えていてもよく、回路が複数存在する場合、複数の回路の間に絶縁部を備えていてもよい。絶縁部の形成に用いる絶縁材料としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリル樹脂等の樹脂を含む材料が挙げられる。絶縁材料に含まれる樹脂は、1種であっても2種以上であってもよい。絶縁材料は、必要に応じて、無機フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

[0078] 回路の第一の面を観察したときの絶縁部の幅は特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択してよい。例えば、絶縁部の幅は $100\ \mu\text{m} \sim 100$

mmであってもよい。絶縁部の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

- [0079] 絶縁部の厚さは特に限定されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。回路の厚さに対する絶縁部の厚さ（絶縁部の厚さ／回路の厚さ）は、十分な絶縁性の確保の観点から、0.5以上が好ましく、複数の回路の位置を絶縁部が好適に保持する観点から、0.7以上がより好ましく、回路基板の作製工程での圧着時に回路と絶縁部との間の圧力の差を低減できる観点から、0.9以上がさらに好ましい。また、絶縁部の厚さ／回路の厚さは、素子実装の作業性の観点から、1.0以下が好ましく、0.99以下がより好ましい。

絶縁部の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

- [0080] また、回路の厚さが絶縁部の厚さよりも大きい場合、すなわち、絶縁部の厚さ／回路の厚さが1未満の場合、回路の厚さが絶縁部の厚さと等しい場合と比較して、回路の第一の面が加圧されたときに、第一の面の外周縁部での第二の面への圧力が集中しやすい。そのため、回路基板の作製工程での加圧時、スプリングバックの発生時等に回路の側面と、絶縁部との間に剥離が生じやすく、その結果、回路基板の耐絶縁性が低下したり、回路基板の厚さ方向における回路と絶縁部との位置ズレが生じたりするおそれがある。

なお、本開示において、回路の側面は、回路の第一の面及び第二の面以外の面を指す。

- [0081] 一方、本開示の回路基板では、回路の第一の面が加圧された場合に、第一の面の外周縁部での第二の面への圧力が分散されるため、回路基板の作製工程での加圧時、スプリングバックの発生時等に回路の側面と、絶縁部との間に剥離が生じにくい。そのため、回路の側面と、絶縁部との間に剥離が発生することに起因する耐絶縁性の低下、及び回路基板の厚さ方向における回路と絶縁部との位置ズレを抑制することができる。

- [0082] 回路の側面と、第一の面又は第二の面との接続箇所は、角張っていてもよ

く、丸みを帯びていてもよい。

[0083] また、回路の側面は、回路基板の厚さ方向と平行であってもよく、回路基板の厚さ方向と交差するように傾斜していてもよい。

[0084] 本開示の回路基板では、回路側からの平面視にて、第一の面の外周縁部と、第二の面の外周縁部と、が重ならない領域が存在すればよい。前述の第一の面の外周縁部全体に対して、第二の面の外周縁部が重なっている領域の割合は、0%~50%であることが好ましく、0%、すなわち、回路側からの平面視にて、第一の面の外周縁部全体が、第二の面の外周縁部と重ならないことがより好ましい。

[0085] 本開示の回路基板にて、第一の面の外周縁部と、第二の面の外周縁部との最短距離は、

0.01mm以上1.0mm未満であることが好ましく、0.02mm~0.5mmであることがより好ましく、スプリングバックを効率的に抑制し、スプリングバックが起こった場合でもその変化量を少なくする観点から、0.03mm以上0.5mm未満であることがさらに好ましい。

[0086] 本開示の回路基板では、回路の間の空間及び前記回路の周囲の少なくとも一方に絶縁部を備える場合、側面の表面粗さ（以下、「表面粗さA」ともいう）は、素子実装面となり得る第一の面の表面粗さ（以下、「表面粗さB」ともいう）及び第二の面の表面粗さ（以下、「表面粗さC」ともいう）の少なくとも一方よりも大きいことが好ましく、第一の面の表面粗さよりも大きいことがより好ましい。

[0087] 第一の面の表面粗さと、第二の面の表面粗さとは、同じであってもよく、異なってもよい。回路と絶縁層との剥離を抑制する観点からは、第二の面の表面粗さは、第一の面の表面粗さよりも大きいことが好ましい。

[0088] 本開示において回路の表面粗さは、JIS B 0601（2001）で規定される算術平均粗さ（Ra）で表してもよい。

Raで表したときの表面粗さAは、0.2μm以上であることが好ましく、絶縁部が存在する場合に、回路の側面と絶縁部との接着力を安定的に確保

する観点から、 $0.4\ \mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、絶縁部が存在する場合に、回路の側面と絶縁部との強固な接着力を得る観点から、 $0.6\ \mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。高電圧をかけたときに局所的な電界集中を避ける観点から、 R_a で表したときの表面粗さAは、 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0089] R_a で表したときの表面粗さBは、 $0.4\ \mu\text{m}$ 未満であることが好ましく、 $0.3\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0090] R_a で表したときの表面粗さCは、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $0.4\ \mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $0.6\ \mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。高電圧をかけたときに局所的な電界集中を避ける観点から、 R_a で表したときの表面粗さCは、 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0091] R_a で表したときの表面粗さAと表面粗さBとの相対比は特に制限されない。例えば、表面粗さAは表面粗さBの1倍超～100倍であってもよい。

[0092] 本開示の回路基板は、回路、並びに回路の間の空間及び前記回路の周囲の少なくとも一方に絶縁部を備える回路シートと、回路の第二の面に接するように配置される絶縁層と、絶縁層に接するように配置される放熱部材と、を厚さ方向にこの順に備えていてもよい。

[0093] 回路シートを製造する方法は特に限定されない。回路シートを製造する方法は、例えば、仮基材上に配置された、回路によって形成された空間に絶縁材料を充填する工程を有し、絶縁材料が樹脂等である場合、必要に応じて、充填させた絶縁材料を硬化させる工程を有していてもよい。回路によって形成された空間としては、例えば、回路間の空間が挙げられる。

[0094] 回路は、金属を仮基材上に配置し、次いでエッチングを行うことによって仮基材上に形成されたものであってもよく、金属板の両面（すなわち向かい合う2つの主面）からエッチングすることにより回路を形成することが好ましい。

[0095] 本開示において仮基材とは、仮基材上に配置された回路によって形成され

た空間に絶縁材料を充填する前に回路を仮固定することができ、絶縁材料を充填した後に回路から除去できるものをいう。ここで、回路が仮固定されているとは、回路が仮基材との接触によって相対的な位置関係を維持していることをいい、必ずしも回路が完全に動かないことを意味するものではない。

[0096] 仮基材としては、樹脂フィルム等が挙げられる。仮基材に使用できる樹脂フィルムとしては、支持フィルムと支持フィルム上に形成される接着層とを有する樹脂フィルム等が挙げられる。

[0097] 本開示の回路基板は、回路の第二の面に接するように配置される絶縁層を備える。回路基板に用いられる絶縁層の種類は特に制限されず、回路基板に一般的に使用されるものから選択できる。絶縁層の形成に用いる絶縁材料の好ましい形態は、絶縁部の形成に用いる絶縁材料の好ましい形態と同様であってもよい。

[0098] 絶縁層の厚さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。十分な絶縁性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは $50\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、回路、絶縁部等に凹凸がある場合の、凹凸追従性の観点から、 $100\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、圧力によるせん断力を吸収する観点から、 $150\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。

[0099] 十分な放熱性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは $400\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、圧力によるせん断力を生じさせにくい観点から、 $300\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $250\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0100] 本開示の回路基板は、絶縁層に接するように配置される放熱部材を備える。回路基板に用いられる放熱部材の種類は特に制限されず、回路基板に一般的に使用されるものから選択できる。放熱部材の材質は特に制限されず、銅、アルミニウム、タングステン銅、モリブデン銅等の銅合金、ニッケルめっき銅などが挙げられる。放熱部材の種類は特に制限されず、ヒートスプレッド、ヒートシンク等の放熱機能を有する部材、空気又は水の流路を持ったケース、金属箔、フィラー樹脂コンポジットなどであってもよい。放熱部材の

表面は平滑であってもよく、絶縁層との接着性を向上させるための粗化处理が施されていてもよい

- [0101] 放熱部材の厚さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。放熱性の観点から、放熱部材の厚さは、 $120\mu\text{m}$ 超であることが好ましく、 $1000\mu\text{m}$ であることがより好ましく、熱拡散のための体積を確保してより放熱性を向上させる観点から、 $1500\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。回路基板の小型化及び低背化の観点からは、放熱部材の厚さは $10000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $3000\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

放熱部材の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

- [0102] 放熱部材の厚さに対する回路の厚さの比（回路の厚さ／放熱部材の平均厚さ）は、 $0.2\sim 25$ であることが好ましく、 $1\sim 25$ であることがより好ましい。

- [0103] 本開示の回路基板では、回路基板の放熱性の観点から、回路の第二の面の面積（面積A）よりも放熱部材における絶縁層側の面の面積（面積B）が大きいことが好ましい。例えば、回路の面積Aに対する放熱部材の面積Bの比率は、 1 超え 30 以下であってもよく、 $2\sim 10$ であることが好ましい。

- [0104] 本開示の回路基板では、耐絶縁性の観点から、絶縁層の部分放電開始電圧は、 1.0 kV 以上であることが好ましく、 2.5 kV 以上であることがより好ましい。

部分放電開始電圧の測定は、測定規格 IEC 60664-1 に準拠して行えばよい。

具体的には、回路及び放熱部材を電源にそれぞれ接続した後、回路基板の全体をフロリナートに入れて部分放電開始電圧の測定を行う。測定条件は、測定開始電圧を 0 (V) とし、 100 (V) ずつ段階的に電圧を上げて 1 秒保持することを繰り返し、電荷量が 10 (pC) を超えたときの電圧を部分放電開始電圧 (kV) とする。

[0105] 本開示の回路基板では、放熱部材と回路との間の絶縁破壊電圧は、1.5 kV以上であることが好ましく、2.5 kV以上であることがより好ましく、4 kV以上であることがさらに好ましい。

放熱部材と回路との間の絶縁破壊電圧は、例えば、以下のようにして測定すればよい。回路及び放熱部材を電源にそれぞれ接続した後、回路基板の全体をフロリナートに入れて絶縁破壊電圧の測定を行う。測定条件は、測定開始電圧を0 (V) とし、100 (V) ずつ段階的に電圧を上げて1秒保持することを繰り返し、電流値が0.2 (mA) を超えたときの電圧を絶縁破壊電圧 (kV) とする。

[0106] <第二実施形態の回路シート>

本開示の第二実施形態の回路シートは、導体からなり、第一の面、及び前記第一の面とは反対側に位置する第二の面を備える回路と、前記回路の間の空間及び前記回路の周囲の少なくとも一方に設けられる絶縁部と、を備え、平面視にて、前記第一の面の外周縁部と、前記第二の面の外周縁部と、が重ならない領域が存在する。本開示の回路シートを用いることで前述の本開示の回路基板を製造することができる。本開示の回路シートにおける各構成の好ましい形態は、前述の本開示の第二実施形態の回路基板における各構成の好ましい形態と同様である。

[0107] <第二実施形態の回路基板の製造方法1>

本開示の第二実施形態の回路基板の製造方法1は、上述した本開示の第二実施形態の回路シートと、前記第二の面に接するように配置される絶縁層と、放熱部材と、を厚さ方向にこの順に配置した状態の積層体を厚さ方向に加圧する工程を有する。

[0108] 上記製造方法1において積層体を加圧する方法は特に制限されず、回路基板の製造工程において一般的に行われる方法から選択できる。

[0109] 加圧する工程は、回路の第一の面上に、加圧により変形可能なクッション材を配置した状態で行われることが好ましい。回路の第一の面にクッション材を配置することで第一の面にかかる圧力が分散され、回路、絶縁層及び放

熱部材を十分に密着させることができる傾向にある。加圧する工程は、積層体の放熱部材側にもクッション材を配置した状態で行われてもよい。

[0110] 使用されるクッション材としては、フッ素ゴム、テフロン（登録商標）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエチレン、不織布、不織紙等、それらの複合層、積層材料などが挙げられる。

[0111] <第二実施形態の回路基板の製造方法2>

本開示の第二実施形態の回路基板の製造方法2は、上述した本開示の第二実施形態の回路基板を製造する回路基板の製造方法であって、前記回路と、前記回路の第二の面に接するように配置される前記絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される前記放熱部材と、を厚さ方向にこの順に配置した状態の積層体を厚さ方向に加圧する工程を有する。本開示の回路基板の製造方法1は、回路シートの代わりに回路を用いている点で前述の回路基板の製造方法1と相違する。

[0112] 以下、従来の回路基板、及び本開示の回路基板の具体例1、2について、図2A～図2Dを参照して説明する。

[0113] （従来の回路基板の具体例）

図2Dは、従来の回路基板の具体例の概略構成を示す断面図である。図2Dに示すように、回路基板130は、回路21及び絶縁部24を備える回路シート26と、絶縁層12と、放熱部材13と、を厚さ方向にこの順に備える。絶縁部24は、回路21の間の空間及び回路21の周囲に設けられている。回路基板130では、回路21側からの平面視にて、第一の面の外周縁部Aと、第二の面の外周縁部Bと、が重ならない領域が存在しない。

[0114] 回路基板130では、回路21の第一の面が加圧された場合に、回路21の第一の面の外周縁部Aから第二の面の外周縁部Bへの圧力が分散されず、回路基板130の加圧を解除した際に、第二の面の外周縁部Bにおけるスプリングバックによって回路21の外周縁部Bと絶縁層12との間に剥離が生じやすく、剥離箇所にて、気泡をトラップしたり、耐絶縁性が低下したりす

る等によって回路基板 130 の信頼性が損なわれるおそれがある。

[0115] (回路基板の具体例 1)

図 2 A は、本開示の回路基板の具体例 1 の概略構成を示す断面図であり、図 2 B は、本開示の回路基板の具体例 1 の概略構成を示す、回路側からの平面図である。図 2 A では、クッション材 15 を用い、矢印 Y 方向から回路 11 と、絶縁層 12 と、放熱部材 13 とを備える積層体を加圧することでこれらを備える回路基板 110 を製造していることを示している。図 2 B では放熱部材 13 を省略している。

[0116] 回路基板 110 は、回路 11 と、絶縁層 12 と、放熱部材 13 とを厚さ方向（すなわち、矢印 X 方向）にてこの順に備える。回路基板 110 では、回路 11 側からの平面視にて、第一の面の外周縁部 A の全体が、第二の面の外周縁部 B と重ならない。

[0117] 回路基板 110 では、回路 11 の第一の面が加圧された場合に、回路 11 の第一の面の外周縁部 A から第二の面への圧力が分散される。そのため、回路基板 110 の加圧を解除した際に、第二の面の外周縁部 B におけるスプリングバックが抑制されて外周縁部 B と絶縁層 12 との間に剥離が生じにくく、その結果、剥離箇所にて気泡をトラップしたり、耐絶縁性が低下したりする等によって信頼性が損なわれることが抑制されるため、回路基板 110 は信頼性に優れる。

[0118] なお、図 2 A において、回路 11 の側面と、第一の面との接続箇所は、丸みを帯びているが、角張っていてもよい。また、回路基板 110 は、後述する回路基板の具体例 2 のように、回路 11 の周囲に絶縁部が設けられていてもよい。

[0119] (回路基板の具体例 2)

図 2 C は、本開示の回路基板の具体例 2 の概略構成を示す断面図である。図 2 C に示すように、回路基板 120 は、回路 11' 及び絶縁部 14 を備える回路シート 16 と、絶縁層 12 と、放熱部材 13 とを厚さ方向にこの順に備える。回路基板の具体例 2 では、回路の断面形状が下に凸形状となってい

る点、及び、回路の周囲に絶縁部が設けられている点で回路基板の具体例 1 と相違する。

[0120] 回路基板 120 では、回路 11' 側からの平面視にて、第一の面の外周縁部 A の全体が、第二の面の外周縁部 B と重ならない。これにより、回路基板 110 と同様に、回路 11' の外周縁部と絶縁層 12 との間に剥離が生じにくく、その結果、剥離箇所にて気泡をトラップしたり、耐絶縁性が低下したりする等によって信頼性が損なわれることが抑制されるため、回路基板 120 は信頼性に優れる。

[0121] <第三実施形態の回路シート>

本開示の第三実施形態の回路シートは、導体からなる二つ以上の回路を備え、前記回路のうち、互いに独立し、かつ隣接した二つの回路の組み合わせの全てにおいて、前記回路の素子実装面から見て、前記互いに独立し、かつ隣接した二つの回路の間を通り、かつ前記素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に高弾性部材が位置する。

[0122] 本実施形態の回路シートでは、回路の素子実装面から見て、互いに独立し、かつ隣接した二つの回路の間を通り、かつ前記素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に高弾性部材が位置する。これにより、隣接した二つの回路の間を通り、かつ素子実装面に対して平行である少なくとも一つの直線上に高弾性部材が存在しない回路シートと比較して、回路及び高弾性部材が配置されていない直線状の領域での回路シートの変形が抑制され、反りの発生も抑制される。

[0123] 高弾性部材は、回路であってもよく、後述の第四実施形態に記載の高弾性部材であってもよい。

[0124] 本実施形態の回路シートは、導体からなる回路を二つ以上備える。回路の材質としては、導体であれば特に限定されず、例えば、金属が挙げられる。金属としては、銅、銀、クロム銅、タングステン銅、ニッケル、ニッケルメッキ銅、アルミニウム、アルマイトに表面修飾したアルミニウム等が挙げられる。導電性の観点から、金属は銅を含むことが好ましい。

[0125] 回路の厚さは特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択できる。

回路の大電流化の観点から、回路の厚さは $350\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、回路自体を用いた放熱性の観点から、 $500\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、特に回路を高弾性部材として用いる場合に回路シート、回路基板等の反りを効果的に抑制する観点から、 $1000\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。軽量化、低背化等の観点からは、回路の厚さは $5000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。回路の加工性の観点から、 $3000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。回路の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

絶縁層等の隣接する部材に回路の一部が埋め込まれている場合は、埋め込まれている部分の厚さも回路の厚さに含まれる。

[0126] 回路シートの素子実装面を観察したときの回路の幅は特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択してよい。例えば、回路の幅は $100\mu\text{m}\sim 100\text{mm}$ であってもよい。回路の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0127] 回路は、例えば、金属板を所望の形状の回路の状態に加工することで得ることができる。加工の方法は特に制限されず、打抜き、切削、エッチング、それらの組み合わせ等の公知の方法によって行うことができる。回路作製における精度の向上の観点からは、エッチング加工にて回路を形成することが好ましい。

[0128] 回路をエッチング加工にて作製する場合、金属板のエッチング方法は特に制限されない。回路のテーパー部分の発生を抑制する観点からは、金属板の両面（すなわち向かい合う2つの主面）からエッチングすることにより回路を形成することが好ましい。

[0129] 回路は、粗化处理されていてもよい。例えば、回路が後述の絶縁層と接する場合、当該絶縁層と接する面が少なくとも粗化处理されていると、ボイドの発生を抑制しながら、絶縁層と十分に接着できる状態とすることができる。具体的には、回路の絶縁層と接する面を粗化し、アンカー効果による引き

抜き力を向上させるか密着面積を増大させることで、ファンデルワールス力による密着性を向上することができると考えられる。

[0130] 回路を粗化处理する方法は特に制限されず、物理的な方法で行っても、化学的な方法で行ってもよい。例えば、回路の材質が銅であれば、物理的な方法としては、やすりがけ、サンドブラスト処理、レーザー照射、フライス加工等が挙げられる。化学的な方法としては、マグダミット処理、C Z 処理、黒化处理、エッチング処理、メッキ処理等が挙げられる。粗化处理は、いずれか1種の方法により行っても、2種以上を組み合わせてもよい。2種以上を組み合わせる場合は、物理的な方法と化学的な方法を組み合わせで行っても、化学的な方法同士を組み合わせで行っても、物理的な方法同士を組み合わせで行ってもよい。

[0131] 本実施形態の回路シートは、二つ以上の回路間の少なくとも一部に設けられる絶縁部を備えていてもよい。また、回路シートが絶縁部を備える場合、回路の素子実装面から見て、二つ以上の回路間に設けられる絶縁部を通り、かつ素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に高弾性部材が位置していてもよい。

[0132] 絶縁部の形成に用いる絶縁材料としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリル樹脂等の樹脂を含む材料が挙げられる。絶縁材料に含まれる樹脂は、1種であっても2種以上であってもよい。絶縁材料は、必要に応じて、無機フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

[0133] 回路シートの素子実装面を観察したときの絶縁部の幅は特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択してよい。例えば、絶縁部の幅は $100\mu\text{m}$ ～ 100mm であってもよい。絶縁部の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0134] 絶縁部の厚さは特に限定されず、回路シートの用途等に応じて選択できる。回路の厚さに対する絶縁部の厚さ（絶縁部の厚さ／回路の厚さ）は、複数の回路の位置関係を保持する観点から、0.05以上が好ましく、回路シー

トの強度を確保しやすいという観点から、0.7以上がより好ましく、回路シートの厚さ方向の対称性を確保して反りを低減しやすいという観点から、0.9以上がさらに好ましい。また、絶縁部の厚さ／回路の厚さは、素子実装の作業性の観点から、1.0以下が好ましく、0.99以下がより好ましい。

絶縁部の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0135] 回路シートが絶縁部を備える場合、絶縁部は、回路の素子実装面及び素子実装面と逆の面が露出するように設けられていることが好ましい。特に、回路の表裏面が露出した上下対称構造である場合、回路シートの反りを好適に抑制できる。

[0136] 本実施形態の回路シートでは、回路シート、回路基板等の反りを好適に抑制する観点から、特定の回路と、特定の回路以外の別の回路又は回路以外の高弾性部材との側面間の最短距離は、10mm以下であることが好ましく、回路シートの小型化の観点から、5mm以下であることがより好ましい。

[0137] 本実施形態の回路シートは、回路間の絶縁性の観点から、特定の回路と、特定の回路以外の別の回路又は回路以外の高弾性部材との側面間の最短距離は、500 μ m以上であることが好ましく、高電圧にも対応する観点から、1000 μ m以上であることがより好ましい。

[0138] <第四実施形態の回路シート>

本開示の第四実施形態の回路シートは、導体からなる少なくとも一つの回路と、絶縁部と、前記絶縁部よりもヤング率の高い部材と、を備え、前記回路及び前記ヤング率の高い部材が配置されることにより形成された空間の少なくとも一部に前記絶縁部が設けられており、前記回路の素子実装面から見て、前記空間の少なくとも一部に設けられる前記絶縁部を通り、かつ前記素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に前記回路及び前記ヤング率の高い部材（以下、「高弾性部材」とも称する。）の少なくともいずれか一方が少なくとも一つ位置する。

- [0139] 本実施形態の回路シートでは、回路の素子実装面から見て、空間の少なくとも一部に設けられる絶縁部を通り、かつ素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に回路及び高弾性部材の少なくともいずれか一方が少なくとも一つ位置する。これにより、空間の少なくとも一部に設けられる絶縁部を通り、かつ素子実装面に対して平行である少なくとも一つの直線上に回路及び高弾性部材が存在しない回路シートと比較して、絶縁部における直線状の領域での回路シートの変形が抑制され、反りの発生も抑制される。
- [0140] 本実施形態の回路シートは、絶縁部よりも高弾性部材を備える。回路シートは、1つの高弾性部材のみを備えていてもよく、2つ以上の高弾性部材を備えていてもよい。
- [0141] 高弾性部材の材質は、絶縁材料よりもヤング率が高ければ特に限定されず、例えば、金属が挙げられる。金属としては、銅、銀、クロム銅、タングステン銅、ニッケル、ニッケルメッキ銅、アルミニウム、アルマイトに表面修飾したアルミニウム等が挙げられる。
- [0142] 高弾性部材の材質は、回路の材質と同じであってもよい。また、高弾性部材は、回路間に配置される別の回路であってもよい。別の回路は、1つであってもよく、2つ以上であってもよい。
- [0143] 高弾性部材の形状は特に限定されず、矩形状、多角形状、不規則形状、円状、十字形状、X形状等が挙げられる。
- [0144] 高弾性部材は、2つ以上の線状部を備え、かつ2つ以上の線状部が交差した構造を有していてもよく、具体的には、十字形状の構造、X形状の構造等を有していてもよい。高弾性部材がこの構造を有することにより、回路シートにおける絶縁部の占める体積が比較的大きい場合であっても、回路シートの反りを好適に抑制できる。
- [0145] 本実施形態の回路シートが複数の回路を備える場合、回路シートや回路基板の反りを好適に抑制する観点から、特定の回路と、特定の回路以外の別の回路又は高弾性部材との側面間の最短距離は、10mm以下であることが好ましく、回路シートの小型化の観点から、5mm以下であることがより好ま

しい。

[0146] 本実施形態の回路シートは、回路間の絶縁性の観点から、特定の回路と、特定の回路以外の別の回路又は高弾性部材との側面間の最短距離は、 $500\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、高電圧にも対応する観点から、 $1000\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。

[0147] 本実施形態の回路シートは、回路の素子実装面と逆の面側に配置され、二つ以上の回路の相対配置を保持する絶縁層をさらに備えていてもよい。絶縁層の好ましい構成としては、後述の回路基板の項目にて説明する絶縁層と同様である。絶縁層は、回路との密着性を確保する観点及び二つ以上の回路の相対配置を好適に保持する観点から、回路側の面に粘着層を備えていてもよい。

本実施形態の回路シートが絶縁層を備える場合、この回路シートは二つ以上の回路間に設けられる絶縁部をさらに備えていてもよく、備えていなくてもよい。

[0148] 本実施形態の回路シートが絶縁層を備える場合、この絶縁層に接するように放熱部材を設けることによって後述の回路基板を形成してもよい。

[0149] 以下、従来の回路シート、並びに第三実施形態の回路シート及び第四実施形態の回路シートの具体例について、図3A～図3Cを参照して説明する。

[0150] 図3Aは、従来の回路シートの概略構成図である。図3Aに示す回路シート140は、回路31と、回路31の間に設けられる絶縁部32と、を備える。図3Aに示すように、回路シート140は、中央部に絶縁部材が多く存在して回路が存在しない箇所があり、また、回路31の間に設けられる絶縁部32を通り、素子実装面に対して平行である少なくとも一つの直線（例えば、図3Aに示す点線）上に回路31が存在しない構成を有する。そのため、絶縁部32における絶縁部材が多く存在している領域、図3Aに示す点線を含む領域等にて変形が生じやすく、その部分を起点に回路シート140に反りが発生しやすいという問題がある。

[0151] 図3Bは、本開示の第三実施形態の回路シートの概略構成図である。図3

Bに示す回路シート150は、回路31と、回路31の間に設けられる絶縁部32と、を備え、二つの回路31の間に、別の回路33をさらに備えている。回路シート150では、隣接する回路31及び別の回路33の間に設けられる絶縁部32を通り、かつ素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に回路（例えば、回路31及び別の回路33）が位置している。

[0152] 図3Cは、本開示の第四実施形態の回路シートの概略構成図である。図3Cに示す回路シート160は、回路31と、回路31の間に設けられる絶縁部32と、を備え、二つの回路31の間に絶縁部32よりもヤング率が高い部材である高弾性部材4をさらに備えている。回路シート160では、二つの回路31の間に設けられる絶縁部32を通り、かつ素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に回路31及び高弾性部材4の少なくとも一方が位置している。

[0153] 第三実施形態の回路シート150及び第四実施形態の回路シート160では、二つの回路31の間に設けられる絶縁部32を通り、かつ素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に回路31、別の回路33及び高弾性部材4の少なくともいずれかが位置している。したがって、絶縁部32における直線状の領域での回路シート150及び回路シート160の変形が抑制され、反りの発生も抑制される

[0154] 本開示の回路シートを製造する方法は特に限定されない。本開示の回路シートを製造する方法は、例えば、仮基材上に配置された、回路、又は回路及び高弾性部材によって形成された空間に絶縁材料を充填する工程を有し、絶縁材料が樹脂等である場合、必要に応じて、充填させた絶縁材料を硬化させる工程を有していてもよい。回路によって形成された空間としては、例えば、回路間の空間が挙げられ、回路及び高弾性部材によって形成された空間としては、例えば、高弾性部材間の空間及び回路と高弾性部材との間の空間が挙げられる。

[0155] 回路及び高弾性部材は、金属を仮基材上に配置し、次いでエッチングを行うことによって仮基材上に形成されたものであってもよい。

[0156] 本開示において仮基材とは、仮基材上に配置された回路等によって形成された空間に絶縁材料を充填する前に回路等を仮固定することができ、絶縁材料を充填した後に回路等から除去できるものをいう。ここで、回路等が仮固定されているとは、回路等が仮基材との接触によって相対的な位置関係を維持していることをいい、必ずしも回路等が完全に動かないことを意味するものではない。

[0157] 仮基材としては、樹脂フィルム等が挙げられる。仮基材に使用できる樹脂フィルムとしては、支持フィルムと支持フィルム上に形成される接着層とを有する樹脂フィルム等が挙げられる。

[0158] <第三実施形態の回路基板>

本開示の第三実施形態の回路基板は、上述した本開示の第三実施形態又は第四実施形態の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、をこの順に有する。本開示の回路シートは、反りの発生が抑制されているため、回路シートと、絶縁層と、放熱部材とを均一性高く圧着することができ、製造された回路基板の絶縁層の厚さの均一性に優れる。その結果、本開示の回路基板は、接着信頼性が高く、放熱性、絶縁性等に優れる傾向にある。

[0159] 回路基板に用いられる絶縁層及び放熱部材の種類は特に制限されず、回路基板に一般的に使用されるものから選択できる。絶縁層の形成に用いる絶縁材料の好ましい形態は、絶縁部の形成に用いる絶縁材料の好ましい形態と同様であってもよい。絶縁層は、回路シートとの密着性の観点から、回路シート側の面に粘着層を備えていてもよい。放熱部材の材質は特に制限されず、銅、アルミニウム、タングステン銅、モリブデン銅等の銅合金、ニッケルめっき銅などが挙げられる。放熱部材の種類は特に制限されず、ヒートスプレッド、ヒートシンク等の放熱機能を有する部材、空気又は水の流路を持ったケース、金属箔、フィラー樹脂コンポジットなどであってもよい。放熱部材の表面は平滑であってもよく、絶縁層との接着性を向上させるための粗化処

理が施されていてもよい

[0160] 絶縁層の厚さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。十分な絶縁性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは $50\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、十分な接着性を確保する観点から、 $80\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、絶縁層を接着する際のハンドリング性がより容易になる観点、熱衝撃耐性を付与する観点等から、 $120\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。

[0161] 十分な放熱性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、絶縁層の収縮による回路基板の反りを低減しやすいという観点から、 $400\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $300\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0162] <第三実施形態の回路基板の製造方法>

本開示の第三実施形態の回路基板の製造方法は、上述した本開示の第三実施形態又は第四実施形態の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体、又は、上述した絶縁層を備える本開示の回路シートと、放熱部材と、を前記回路シートが備える前記絶縁層側に前記放熱部材が位置するように配置した状態の積層体、を厚さ方向に加圧する工程を有する。

[0163] 上記方法において積層体を加圧する方法は特に制限されず、回路基板の製造工程において一般的に行われる方法から選択できる。

[0164] <第五実施形態の回路シート>

本開示の第五実施形態の回路シートは、回路と、前記回路の間に設けられる絶縁部と、を備え、素子実装面（素子が実装される側の面）において前記絶縁部が凹んでいる、回路シートである。

回路シートの素子実装面において絶縁部が凹んだ状態であることで、回路が相対的に突出した状態となり、素子実装の作業性が向上する。

[0165] 絶縁部が凹んでいる部分の形状は、特に制限されない。例えば、凹んでいる部分の絶縁部の厚さが一定である直線状であっても、厚さが変化して曲線

又は段差状になっていてもよい。回路シートの強度確保の観点からは、凹んでいる部分の形状は直線状又は素子実装面と逆の面方向に凸の曲線状であることが好ましい。

[0166] 本開示の回路シートの構成の一例について、図面を参照して説明する。

図4 Aは本開示の回路シートの断面を概略的に示す図である。図4 Aに示す回路シート170は、回路41と、回路41の間に設けられる絶縁部42と、を備え、素子実装面において絶縁部42が凹んだ状態である。

[0167] 素子実装面における絶縁部の凹みの度合いは、特に制限されない。例えば、素子実装面における絶縁部と隣接する回路との高低差の最大値を d とし、回路の厚さを D としたとき、 d の D に対する比(d/D)が $0.0025 \sim 0.5$ であると、絶縁部における回路シートの曲げ強度を確保しやすく、 $0.0025 \sim 0.25$ であると回路シートの強度をより確保しやすく、後の工程において回路基板を、絶縁層を介して加圧圧着する場合に回路シートの破損を抑制しやすい傾向にある。

d の D に対する比(d/D)が $0.0025 \sim 0.025$ であると回路シートの強度をさらに確保しやすく、回路シート厚さ方向の対称性が確保しやすく回路シートの反りも低減できる傾向にある。このため後の工程において回路シートを、絶縁層を介して加圧圧着する際に、良好に接着できる。

d の D に対する比(d/D)は、 $0.003 \sim 0.01$ であることがより好ましい。

ある実施態様では、素子実装面における絶縁部と隣接する回路との高低差の最大値 d は $5 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲内であってもよい。

[0168] 回路シートは、素子実装面と逆の面が、素子実装面よりも平坦であることが好ましい。これにより、素子実装面と逆の面を絶縁層と接触させる場合に絶縁層と接着させやすく、良好な絶縁性が得られる傾向にある。さらに、絶縁層を介して放熱部材と接着する場合に絶縁層と接着させやすく、良好な絶縁性が得られる傾向にある。

本発明において、「素子実装面と逆の面が、素子実装面よりも平坦である

」とは、素子実装面と逆の面における絶縁部と隣接する回路との高低差の最大値を d' （プラスは回路表面より凹んでいることを意味し、マイナスは突出していることを表す）とし、回路の厚さを D としたとき、 d' の D に対する比 (d'/D) が、 $(d/D) > (d'/D)$ の条件を満たすことを言う。

具体的には、 (d'/D) が、 (d/D) 以上にならない範囲で $-0.005 \sim 0.005$ であると、回路シートと絶縁層の接着性を確保しやすいため好ましい。 $-0.0025 \sim 0.0025$ となる範囲であると、回路シートと絶縁層との圧着時に気泡等を巻き込むことが低減できるためより好ましい。なお、素子実装面と逆の面が、素子実装面よりも平坦であることによって回路シートの表裏の判別も可能であるという利点もある。

ある実施態様では、素子実装面と逆の面における絶縁部と隣接する回路との高低差の最大値 d' は $-5 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲内であってもよく、 $0 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。

[0169] 回路シートは、素子実装面と逆の面に、回路と絶縁部とが厚さ方向において重なる部分を有することが好ましい。

金属板等を加工して得られる回路は、切削時の摩耗等により、厚さが足りない部分を有する場合がある。このため、回路を絶縁層の上に配置すると間に空隙が生じ、十分に接着できないおそれがある。

回路の厚さが足りない部分に絶縁材料が入り込み、絶縁部と厚さ方向において重なる状態であることで、回路と絶縁層との間に空隙が生じるのが抑制され、絶縁層との接着性が向上する。よって回路シートを絶縁層と接着する場合は、回路シートにおいて、回路と絶縁部とが厚さ方向において重なる部分は絶縁層との接着前に設けられていることが肝要である。

[0170] 回路と絶縁部とが厚さ方向において重なる部分の幅は、回路シートと絶縁層との接着性及び回路基板としたときの放熱性の観点から、 $5 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $8 \mu\text{m} \sim 70 \mu\text{m}$ であることがより好ましい。回路と絶縁部とが厚さ方向において重なる部分は、素子実装面と逆の面側に

前記絶縁層が入り込んだ部分であってもよい。

[0171] 図4Bは回路シートの回路と絶縁部とが厚さ方向において重なる部分の断面を概略的に示す図である。図4Bに示すように、回路シート170は、素子実装面と逆の面に、回路41と絶縁部42とが厚さ方向において重なる部分43を有している。

[0172] 回路41と絶縁部42とが厚さ方向において重なる部分43は、例えば、回路41の間に絶縁材料を充填して絶縁部42を形成する際に、回路41の厚さの足りない部分にも絶縁材料を充填して形成することができる。

[0173] 回路は、少なくとも一部が素子実装面側と絶縁層側において露出した状態となっている。回路の厚さは特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択できる。回路の大電流化の観点からは、回路の厚さは $350\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、より大電流化に対応する観点から $500\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、放熱性の観点から $1000\mu\text{m}$ 以上であることが特に好ましい。回路シートの軽量化や、低背化の観点からは、回路の厚さは $5000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、回路の加工性の観点から $3500\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。回路シートの圧着の観点からは、回路の厚さは $3000\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。回路の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所を得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

絶縁層等の隣接する部材に回路の一部が埋め込まれている場合は、埋め込まれている部分の厚さも回路の厚さに含まれる。

[0174] 回路シートの素子実装面を観察したときの回路の幅は特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択してよい。例えば、回路の幅は $100\mu\text{m}$ ～ 100mm であってもよい。回路が曲線状や段差状で幅が一定でない場合には、最も幅が狭い位置の測定値を上記の値とする。

回路は1つの独立したパターン（パターン中のすべての回路が連続した状態）からなっても、2つ以上の独立したパターンからなってもよい。回路シートを絶縁層上に配置する際には、独立したパターンがそれぞれ独立した絶

縁層上に配置されても、同一の絶縁層上に配置されてもよい。回路の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0175] 回路は、例えば、金属板を所望の形状の回路の状態に加工することで得ることができる。加工の方法は特に制限されず、打抜き、切削、エッチング等の公知の方法によって行うことができる。

金属としては、銅、銀、クロム銅、タングステン銅、ニッケル、ニッケルメッキ銅、アルミニウム、アルマイトに表面修飾したアルミニウム等が挙げられる。導電性及び放熱性の観点からは、銅を含むことが好ましい。

[0176] 回路シートの素子実装面を観察したときの絶縁部の幅は特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択してよい。例えば、絶縁部の幅は $100\mu\text{m}$ ～ 100mm であってもよい。絶縁部が曲線状や段差状で幅が一定でない場合には、最も幅が狭い位置の測定値を上記の値とする。

[0177] 回路シートの絶縁部の形成に用いる絶縁材料としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリル樹脂等の樹脂を含む材料が挙げられる。絶縁材料に含まれる樹脂は、1種であっても2種以上であってもよい。絶縁材料は、必要に応じて、無機フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

[0178] 回路シートの素子実装面において絶縁部が凹んだ状態とする観点からは、絶縁部は硬化時に体積が収縮する絶縁材料を用いて形成されることが好ましい。

[0179] <第五実施形態の回路シートの変形例>

第五実施形態の回路シートの変形例としては、複数の回路と、前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、素子が搭載される素子実装面の少なくとも一部及び前記素子実装面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する絶縁部と、を有し、前記素子実装面側における前記絶縁部の表面は、前記回路の前記素子実装面

に対して凹んでいる、回路シートである。

素子実装面側における絶縁部の表面は、回路の素子実装面に対して凹んでいる状態であるため、素子実装の作業性が向上する。前述の変形例の好ましい形態としては、第五実施形態の回路シートと同様である。

[0180] <第五実施形態の回路シートの製造方法>

本開示の第五実施形態の回路シートの製造方法は、シート状の回路の一方の面に保護フィルムを貼り付けた状態で前記回路の間に絶縁材料を充填する工程と、前記絶縁材料を硬化させる工程と、をこの順に有し、

前記保護フィルムは前記絶縁材料の硬化による体積収縮に伴って変形可能である、回路シートの製造方法である。

[0181] 上記方法では、シート状の回路の間に絶縁材料を充填し、硬化させることで絶縁材料の硬化物からなる絶縁部を形成する。さらに、絶縁材料が硬化により体積収縮する現象を利用して、素子実装面において絶縁材料の硬化物（絶縁部）が凹んだ状態を形成する。より具体的には、回路に貼り付けられる保護フィルムとして絶縁材料の硬化による体積収縮に伴って変形可能なものを使用することで、絶縁材料の体積収縮が妨げられず、凹んだ状態の絶縁部を形成することができる。

[0182] 上記方法において回路の保護フィルムが貼り付けられる面は、回路シートの素子実装面であってもよい。

上記方法で使用する回路及び絶縁材料は、それぞれ上述した本開示の回路シートに使用する回路及び絶縁材料であってもよい。

回路の間に絶縁材料を充填する方法及び硬化する方法は特に制限されず、公知の方法で実施することができる。

[0183] 上記方法で使用する保護フィルムは、絶縁材料の硬化による体積収縮に伴って変形可能なものであれば特に制限されない。具体的には、PETフィルム、ポリイミドフィルム、ポリアミドフィルム等、種々の樹脂フィルムを用いることができる。後の工程で加熱を必要とする場合は、耐熱性の観点からポリイミドフィルム又はポリアミドフィルムがより好ましい。

[0184] 絶縁材料の充填及び硬化の際に保護フィルムが回路から剥離するのを防ぐ観点からは、保護フィルムの回路に貼り付けられる面は粘着性を有していてもよい。例えば、保護フィルムの回路に貼り付けられる面にアクリル系接着剤、ウレタン接着剤、シリコン系接着剤等の粘着剤を含む層が形成されていてもよい。粘着剤を有することによって絶縁材料が、回路と粘着剤間に浸入することを抑制でき、素子実装を良好な状態で行うことができる。

[0185] 絶縁材料の硬化による体積収縮に降伏させる観点から、保護フィルムの曲げ弾性率は200MPa～20GPaであることが好ましく、体積収縮量の制御しやすさの観点から1GPa～15GPaであることがより好ましい。保護フィルムの剥離しやすさの観点からは、保護フィルムの曲げ弾性率は3GPa～9.5GPaであることがさらに好ましい。

保護フィルムの曲げ弾性率は、JIS K7171にしたがって測定される。

[0186] 保護フィルムの厚さは特に限定されないが、保護フィルムの厚さ（粘着層を有する場合はその厚さを含む）が、10μm～1mmであると、ハンドリングの観点から好ましく、25μm～500μmであると、保護フィルムのよれやねじれを抑制しやすく、かつよりハンドリングを容易とすることができるためより好ましく、25μm～120μmであると絶縁材料の硬化による体積収縮量を制御しやすいため更に好ましい。

[0187] 上記方法において絶縁材料の充填及び硬化は、回路の保護フィルムが貼り付けられた面と逆の面に、絶縁材料の硬化による体積収縮に伴って変形しない部材を当接した状態で行うことが好ましい。このような部材が当接した側の面は、絶縁材料の硬化物が凹んだ状態になりにくく、保護フィルムが貼り付けられた面よりも平坦な状態にすることができる。

[0188] 本開示において「部材を当接する」とは、絶縁材料を硬化させる工程の後に回路から容易に分離できるように部材を回路に接触させることを意味する。上記部材としては、回路と接する面が平坦である金型等が挙げられる。

[0189] 回路の一方の面に貼り付けられる保護フィルムは、逆側の面に当接する部

材よりも低弾性（変形しやすい）であることが好ましい。このようにすることで、保護フィルムが貼り付けられた側の面を選択的に絶縁材料の硬化物が凹んだ状態とすることができる。また、得られた回路シートから保護フィルム及び部材をより容易に除去することができ、除去時の回路の破損等の発生を抑制できる。

[0190] シート状の回路と部材とが接する面は、回路の全面が部材と接していても、一部が接しておらず間に空隙が存在していてもよい。回路と部材との間に空隙が存在する場合は、回路間に充填される絶縁材料の一部で当該空隙も充填されることが好ましい。これにより、図4Bに示したように、回路シートの厚さ方向において回路と絶縁材料とが重なる部分が形成されて、得られる回路シートの表面がより平坦化される。

[0191] <第四実施形態の回路基板>

本開示の回路基板は、上述した本開示の第五実施形態の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、を有する。

[0192] 回路基板に用いられる絶縁層及び放熱部材の種類は特に制限されず、回路基板に一般的に使用されるものから選択できる。

[0193] 絶縁層の厚さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。十分な絶縁性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは50 μm 以上であることが好ましく、100 μm 以上であることがより好ましく、150 μm 以上であることがさらに好ましい。

[0194] 十分な放熱性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは500 μm 以下であることが好ましく、300 μm 以下であることがより好ましく、250 μm 以下であることがさらに好ましい。

[0195] <第四実施形態の回路基板の製造方法>

本開示の第四実施形態の回路基板の製造方法は、上述した第五実施形態の本開示の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を加圧する工程を

有し、

前記加圧は前記回路シートの素子実装面上に、前記加圧により変形可能なクッション材を配置した状態で行われる、回路基板の製造方法である。

[0196] 上記方法で使用される回路シートは、素子実装面において絶縁部が凹んだ状態であるため、加圧が均等に行われないおそれがある。

上記方法では、回路シートの素子実装面にクッション材を配置することで素子実装面にかかる圧力が分散され、回路シート、絶縁層及び放熱部材を十分に接着させることができる。

[0197] 上記方法において使用されるクッション材としては、加圧により変形し得るクッション材であれば特に限定はないが、フッ素ゴム、シリコンゴム等のゴム、熱可塑性の樹脂又はエラストマーを含むものが挙げられる。

[0198] 上記方法において積層体を加圧する方法は特に制限されず、回路基板の製造工程において一般的に行われる方法から選択できる。加圧方法としてはロールラミネート、平板ラミネート、クイックプレス、平板プレス等が用いられ、常圧で加圧しても真空中で加圧してもよい。加圧の圧力は0.1 MPa～10 MPaであると圧力を制御しやすいため好ましく、0.2 MPa～8 MPaであると接着層との接着性を確保しやすいため好ましく、1 MPa～8 MPaであると、各層間における気泡等の巻き込みを抑制でき、絶縁性を確保しやすいため更に好ましい。

[0199] 積層体を加圧する際には、同時に積層体を加熱してもよい。加熱温度は、絶縁層と回路および、絶縁層と放熱部材との接着性を確保する観点から、40℃～300℃であることが好ましく、接着層の硬化を行う観点から130℃～250℃であることがより好ましく、クッション材を回路シートの凹んだ部分に十分に追従させる観点から、150℃～230℃であることがさらに好ましい。

[0200] <第六実施形態の回路シート>

本開示の第六実施形態の回路シートは、回路と、前記回路の間に設けられる絶縁部と、を備え、

前記回路の前記絶縁部と接する面の少なくとも一部の表面粗さ A が前記回路の素子実装面の表面粗さ B よりも大きい、回路シートである。

[0201] 上記構成を有する回路シートは、回路と絶縁部との剥離が生じにくく、信頼性に優れている。さらに、素子実装面の表面粗さが相対的に小さいことで、素子の実装工程を良好に行うことができる。

[0202] 回路シートは、回路の素子実装面と逆の面に設けられる絶縁層をさらに備えてもよい。

回路シートが絶縁層を有している場合、絶縁部と絶縁層とは異なる部材であっても、同じ部材であってもよい。絶縁部及び絶縁層が同じ部材である場合の例としては、絶縁層が回路の間に入り込んで絶縁部を形成している状態または絶縁部が回路の下面を覆うように絶縁層を形成している状態が挙げられる。

[0203] 本開示の回路シートの構成の一例について、図面を参照して説明する。

図 5 A は本開示の回路シートの断面を概略的に示す図である。図 5 A に示す回路シート 180 は、回路 51 と、回路 51 の間の空間に設けられる絶縁部 52 と、回路 51 の素子実装面と逆の面に設けられる絶縁層 53 と、を備えている。回路 51 の絶縁部 52 と接する面（側面）は素子実装面よりも表面粗さが大きく、隣接する絶縁部 52 との剥離が生じにくくなっている。さらに、回路 51 の素子実装面と逆の面であって絶縁層 53 と接する面（下面）も素子実装面より表面粗さが大きく、絶縁層 53 との剥離が生じにくくなっている。

[0204] 図 5 A では絶縁部 52 と絶縁層 53 とが異なる部材として記載されているが、上述したように絶縁部 52 と絶縁層 53 とは同じ部材であってもよい。また、図 5 A では回路 51 の側面と下面の両方の表面粗さが素子実装面の表面粗さより大きい、側面の表面粗さのみが素子実装面の表面粗さより大きくてもよい。

[0205] 回路の側面は、その全体が表面粗さ A の条件を満たしていても、一部のみが表面粗さ A の条件を満たしていてもよい。良好な絶縁性及び放熱性を達成

する観点からは、回路の側面のうち、少なくとも回路の下面と繋がる部分の表面粗さ A が回路の素子実装面の表面粗さ B よりも大きいことが好ましい。これにより、回路と絶縁層との剥離がより抑制され、良好な絶縁性が維持されるとともに、絶縁層を介して配置される放熱部材に対する熱の伝導が良好に行われる。

以上の観点から、回路の最も好ましい態様は、側面の全体が表面粗さ A の条件を満たしていることである。これにより側面と絶縁部との接着性を全領域に渡って確保することができるため、剥離をさらに抑制できる。

[0206] 回路の素子実装面と逆の面（絶縁層と接する面）の表面粗さ C は、回路の表面粗さ A と同じであってもよく、異なってもよい。回路と絶縁層との剥離を抑制する観点からは、回路の素子実装面と逆の面（絶縁層と接する面）の表面粗さ C は、回路の素子実装面の表面粗さ B よりも大きいことが好ましい。

[0207] 本開示において回路の表面粗さは、J I S B 0 6 0 1 (2 0 0 1) で規定される算術平均粗さ (R a) で表してもよい。

R a で表したときの表面粗さ A は、0. 3 μ m 以上であることが好ましく、接着性の観点から 0. 4 μ m 以上であることがより好ましく、0. 6 μ m 以上であることがさらに好ましく、1. 0 μ m 以上であることが特に好ましい。耐電圧特性の観点からは、R a で表したときの表面粗さ A は、5. 0 μ m 以下であることがよく、2. 5 μ m 以下であることがよりよい。さらに R a が上記の範囲で比表面積が、1. 3 以上であることがよく、1. 4 以上であることがより好ましく、1. 6 以上であるとさらに好ましい。比表面積の値が大きいと単位面積当たりの接着面積が大きくなり、接着性が向上できる。耐電圧特性の観点からは、比表面積が 5. 0 以下であることがよく、3. 0 以下であることがよりよい。

[0208] 本開示における「比表面積」は、測定面積 A における三次元表面積 B を算出し、 B/A で求められる値である。三次元表面積 B は、測定表面の所定の測定面積 A（例えば、10000 μ m²）の表面プロファイルを市販のレーザ

一顕微鏡で測定することにより算出することができる。

[0209] R_aで表したときの表面粗さBは、素子実装の観点から0.3 μm 未満であることが好ましく、0.2 μm 以下であることがより好ましく、0.15 μm 以下であることがさらに好ましい。

[0210] R_aで表したときの表面粗さCは、0.3 μm 以上であることが好ましく、0.4 μm 以上であることがより好ましく、0.6 μm 以上であることがさらに好ましく、1.0 μm 以上であることが特に好ましい。耐電圧特性の観点からは、R_aで表したときの表面粗さCは、5.0 μm 以下であるとしてよく、2.5 μm 以下であるとしてよりよい。さらにR_aが上記の範囲で比表面積が、1.3以上であるとしてよく、1.4以上であるとしてより好ましく、1.6以上であるとしてさらに好ましい。比表面積の値が大きいと単位面積当たりの接着面積が大きくなり、接着性が向上できる。耐電圧特性の観点からは、比表面積が5.0以下であるとしてよく、3.0以下であるとしてよりよい。

[0211] R_aで表したときの表面粗さAと表面粗さBとの相対比は特に制限されない。例えば、表面粗さAは表面粗さBの1.0倍超～100倍であってもよい。

R_aで表したときの表面粗さCと表面粗さBとの相対比は特に制限されない。例えば、表面粗さAは表面粗さBの1.0倍超～100倍であってもよい。

[0212] 回路の厚さは特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択できる。回路の大電流化の観点からは、回路の厚さは350 μm 以上であることが好ましく、回路の側面を粗化する工程を有する場合には、ハンドリング性や粗化部分の面積制御の観点から400 μm 以上であることがより好ましく、500 μm 以上であることがさらに好ましく、放熱性の観点から1000 μm 以上であることが特に好ましい。軽量化及び低背化の観点からは、回路の厚さは5000 μm 以下であってよい。回路の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所を得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

絶縁層に回路の一部が埋め込まれている場合は、埋め込まれている部分の

厚さも回路の厚さに含まれる。

[0213] 回路シートの素子実装面を観察したときの回路の幅は特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択してよい。例えば、回路の幅は $100\mu\text{m}$ ～ 100mm であってもよい。回路の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所を得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0214] 回路は、例えば、金属板を所望の形状の回路の状態に加工することで得ることができる。加工の方法は特に制限されず、打抜き、切削、エッチング等の公知の方法によって行うことができる。

金属としては、銅、銀、クロム銅、タングステン銅、ニッケル、ニッケルメッキ銅、アルミニウム、アルマイトに表面修飾したアルミニウム等が挙げられる。導電性の観点からは、銅を含むことが好ましい。

[0215] 回路シートの素子実装面を観察したときの絶縁部の幅は特に制限されず、回路シートの用途等に応じて選択してよい。例えば、絶縁部の幅は $100\mu\text{m}$ ～ 100mm であってもよい。絶縁部の幅が一定でない場合は、任意に選択した5箇所を得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0216] 絶縁層の厚さは特に制限されず、回路シートを用いて製造される回路基板の用途等に応じて選択できる。十分な絶縁性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは $100\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、熱衝撃に対する絶縁層の強度を確保する観点から $150\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、圧着時の絶縁層のハンドリング性の観点から $200\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。

[0217] 十分な放熱性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $300\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $250\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0218] 絶縁部及び絶縁層は、電気絶縁性を有する材料（絶縁材料）から形成される。

絶縁材料としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリ

ル樹脂等が挙げられる。絶縁材料に含まれる樹脂は、1種であっても2種以上であってもよい。絶縁材料は、必要に応じて、無機フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

[0219] 絶縁部を形成する絶縁材料に含まれる樹脂と絶縁層を形成する絶縁材料に含まれる樹脂とは、同じ種類（例えば、ともにエポキシ樹脂である）であっても異なる種類であってもよい。絶縁部と絶縁層との接着性の観点からは、絶縁部を形成する絶縁材料に含まれる樹脂と絶縁層を形成する絶縁材料に含まれる樹脂とが同じ材料であることが好ましい。

[0220] 回路シートは、素子実装面がめっき金属で被覆された状態であってもよい。回路シートの素子実装面をめっき金属で被覆することで、素子実装面の表面粗さが低減される。その結果、回路の表面粗さAが回路の表面粗さBよりも大きい状態とすることができる。

[0221] 素子実装面のめっき金属による被覆は、例えば、シート状の回路の表面（素子実装面及び側面を含む）を粗化する工程の後に行ってもよい。

[0222] <第六実施形態の回路シートの製造方法>

本開示の第六実施形態の回路シートの製造方法は、シート状の回路の一方の面に保護部材を貼り付けた状態で前記回路の表面を粗化する工程と、

前記回路の間に絶縁部を形成する工程と、をこの順に有する、回路シートの製造方法である。

[0223] 上記方法では、シート状の回路の一方の面に保護部材を貼り付けた状態で前記回路の表面を粗化する。これにより、回路の保護部材を貼り付けた部分（すなわち、素子実装面）を除いた回路の表面（すなわち、回路が絶縁部と接する部分を含む表面）が粗化される。その結果、回路の前記絶縁部と接する面（回路の側面）の少なくとも一部の表面粗さAが、前記回路の素子実装面の表面粗さBよりも大きい回路シートを得ることができる。

[0224] 上記方法において回路の表面を粗化する方法は、特に制限されない。例えば、薬液処理、レーザー照射、ブラスト処理等の公知の方法から選択できる。回路の側面を十分に粗化する観点からは、薬液処理が好ましい。

[0225] 上記方法において回路の一方の面に貼り付けられる保護部材の種類は特に制限されず、回路の表面を粗化する方法等に応じて選択できる。回路の表面を薬液に接触させて粗化する場合、使用する薬液に耐性を有する保護部材を用いることが好ましい。

保護部材は、回路の一方の面にのみ貼り付けられても、回路の両面に貼り付けられてもよい。絶縁層及び絶縁部の回路に対する接着性を向上する観点からは、回路の一方の面（すなわち、素子実装面）にのみ貼り付けられることが好ましい。これにより、回路の側面に加えて回路の絶縁層と接する面も粗化されて、絶縁層の回路に対する接着性に加えて絶縁部に対する接着性を向上させることができる。

[0226] 回路の一方の面に貼り付けられた保護部材の除去は、回路の間に絶縁部を形成する工程の前に行われても、回路の間に絶縁部を形成する工程の後に行われてもよい。

[0227] 上記方法において回路の間に絶縁部を形成する方法は、特に制限されない。例えば、上述した本開示の回路シートの絶縁部の形成に用いられる絶縁材料を充填し、必要に応じて硬化処理等を行って形成してもよい。

[0228] 上記方法は、回路の保護部材が貼り付けられた面と逆の面に絶縁層を配置する工程を有してもよい。これにより、回路の素子実装面と逆の面に絶縁層が配置された回路シートを製造することができる。

[0229] 絶縁層の配置は、回路の表面を粗化する工程の後に行われることが好ましく、回路の間に絶縁部を形成する工程の後に行われても回路の間に絶縁部を形成する工程と同時に行われてもよい。

絶縁層の配置が回路の表面を粗化する工程の後に行われる場合、回路と絶縁層との良好な接着性を確保できる

絶縁層の配置が回路の間に絶縁部を形成する工程の後に行われる場合、回路の間に絶縁層が形成された状態の回路シートと絶縁層とを圧着することができるため、ハンドリング性に優れている。

絶縁層の配置が回路の間に絶縁部を形成する工程と同時に行われる場合、

絶縁層の配置と絶縁部の形成とを一括して行うことができるため、作業効率に優れている。

[0230] 回路の間に絶縁部を形成する工程の後に絶縁層を配置する工程を行うことで、たとえば、絶縁部と絶縁層が異なる部材である回路シートを製造することができる。

回路の間に絶縁部を形成する工程と同時に絶縁層を配置する工程を行うことで、たとえば、絶縁部及び絶縁層の少なくとも一部が同じ部材である回路シートを製造することができる。

[0231] 上記方法で使用される回路、絶縁部、及び絶縁層の詳細及び好ましい態様は、上述した回路シートにおける回路、絶縁部、及び絶縁層の詳細及び好ましい態様と同様であってもよい。

[0232] <第五実施形態の回路基板>

本開示の第五実施形態の回路基板は、上述した第六実施形態の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に配置される放熱部材と、を有する回路基板である。

[0233] 上記回路基板は、回路と絶縁部との間に剥離が生じにくく、信頼性に優れている。

上記回路基板は、回路と放熱部材との間に絶縁層が配置されていることが好ましい。

回路基板に用いられる回路シートの詳細及び好ましい態様は、上述した本開示の回路シート、回路、絶縁部及び絶縁層の詳細及び好ましい態様と同様である。

回路基板に用いられる放熱部材の種類は特に制限されず、回路基板に一般的に使用されるものから選択できる。例えば、金属、セラミックス等であってもよく、放熱性の観点からはアルミニウム又は銅が好ましい。

[0234] <第五実施形態の回路基板の製造方法>

本開示の第五実施形態の回路基板の製造方法は、上述した第六実施形態の回路シートと、前記回路シートの素子実装面と逆の面に配置される放熱部材

と、をこの順に配置した状態の積層体を加圧する工程を有する、回路基板の製造方法である。

[0235] 上記方法によれば、回路と絶縁部との間に剥離が生じにくく、信頼性に優れる回路基板を製造することができる。

回路基板の製造方法に用いられる回路シートの詳細及び好ましい態様は、上述した本開示の回路シート、回路、絶縁部及び絶縁層の詳細及び好ましい態様と同様である。

回路基板に用いられる放熱部材の種類は特に制限されず、回路基板に一般的に使用されるものから選択できる。例えば、金属、セラミックス等であってもよく、放熱性の観点からはアルミニウム又は銅が好ましい。

[0236] 上記方法において積層体を加圧する方法は特に制限されず、回路基板の製造工程において一般的に行われる方法から選択できる。

[0237] <第七実施形態のケース付き回路シート>

本開示の第七実施形態のケース付き回路シートは、回路と前記回路の間に設けられる絶縁部とを備える回路シートと、前記回路シートの発熱体搭載面上に配置されるケースと、を備える。

[0238] 従来の回路シートを用いる回路基板の製造方法では、回路シートを絶縁層を介して放熱性を有するベース板の上に配置した状態で発熱体の搭載の形成が行われる。これに対して本開示のケース付き回路シートを用いる回路基板の製造方法では、回路シートに絶縁層が設けられていない状態で発熱体の搭載を行うことができる。これにより、絶縁層の耐熱性に関わらず回路基板を製造することができる。

[0239] 本開示のケース付き回路シートは、複数の回路と、前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、発熱体が搭載される発熱体搭載面の少なくとも一部及び前記発熱体搭載面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する絶縁部とを備える回路シートと、前記回路シートの前記発熱体搭載面上に配置されるケースと、を備える構成であってもよい。

[0240] 本開示のケース付き回路シートを用いる回路基板の製造方法について、従来の回路シートを用いる回路基板の製造方法との比較に基づき説明する。

[0241] 図6Aに本開示のケース付き回路シートを用いる回路基板の製造工程の一例を示す。

図6A(a)に示すケース付き回路シート190は、回路61と、回路61の間に設けられる絶縁部62とを有する回路シートと、回路シートの発熱体搭載面に配置されるケース63と、を備えている。ケース63は、発熱体64が搭載される領域を囲むように配置される。

[0242] 次いで図6A(b)に示すように、ケース付き回路シート190の回路61の上に発熱体64が搭載される。このとき、発熱体の搭載に用いるはんだを溶融させるための加熱が、例えば300℃程度で行われる。その後図6A(c)に示すように、ケース63と発熱体64とがボンディングワイヤ65で接続される。

[0243] 次いで図6A(d)に示すように、ケース付き回路シート190の発熱体搭載面のケース63で囲まれた部分に封止材を供給して封止部66を形成する。

[0244] 次いで図6A(e)に示すように、ケース付き回路シート190の発熱体搭載面と逆の面側に絶縁層67と放熱部材68とが配置されて、回路基板が得られる。

[0245] 図6Aでは図6A(d)に示す工程の後に図6A(e)に示す工程が行われるが、図6A(e)に示す工程の後に図6A(d)に示す工程を行ってもよい。

[0246] 図6Bに従来の回路シートを用いる回路基板の製造工程の一例を示す。

図6B(a)に示す回路シート70は、回路71と絶縁部72とを有している点が本開示と共通するが、ケース73が回路シート70ではなくベース板80の上に設けられている点で本開示と相違する。

[0247] 図6B(a)に示すように、回路シート70は、絶縁層77を介してベース板80の上に搭載される。このとき、回路シート70の搭載に用いるはん

だを溶融させるための加熱が、例えば300℃程度で行われる。

[0248] 次いで図6B(b)に示すように、回路シート70の回路71の上に発熱体74が搭載される。このとき、発熱体の搭載に用いるはんだを溶融させるための加熱が、例えば300℃程度で行われる。その後図6B(c)に示すように、ケース73と発熱体74とがボンディングワイヤ75で接続される。

[0249] 次いで図6B(d)に示すように、ベース板80の上に配置されたケース73で囲まれた部分に封止材を供給して封止部76を形成する。

[0250] 次いで図6B(e)に示すように、ベース板80の回路シートが搭載された面と逆の面に、TIM(Thermal Interface Material)等の熱伝導シート79を介して放熱部材78が配置されて、回路基板が得られる。

[0251] 上記のように、従来の回路基板の製造方法では、ベース板と回路シートとの間に絶縁層が配置された状態ではんだ溶融温度での加熱が行われる。これに対して本開示の回路基板の製造方法では、はんだ溶融温度での加熱が行われた後に絶縁層が配置される。このため、例えば、これまでは耐熱性の理由から使用できなかった材料を絶縁層として用いることが可能になる。

[0252] さらに本開示のケース付き回路シートを用いて得られる回路基板は、絶縁層、はんだ層等の熱抵抗となる部材の厚さ方向における数を低減できるため、放熱性の点でも有利である。さらに、従来の回路基板に用いられるベース板を省略することができ、生産性の点でも有利である。

[0253] ケース付き回路シートを構成する回路は、例えば、金属板を所望の形状の回路の状態に加工することで得ることができる。加工の方法は特に制限されず、打抜き、切削、エッチング等の公知の方法によって行うことができる。

[0254] 金属としては、銅、銀、クロム銅、タングステン銅、ニッケル、ニッケルメッキ銅、アルミニウム等が挙げられる。導電性及び放熱性の観点からは、銅を含むことが好ましい。

[0255] 回路の厚さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。回

路基板の大電流化の観点からは、回路の厚さは $350\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $400\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましく、 $1000\mu\text{m}$ 以上であることが特に好ましい。回路の厚さは、 $5000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

回路の場所によって厚さが異なる場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。上記回路の厚さは回路自体の厚さを意味し、隣接する部材に回路の一部が埋め込まれている場合は埋め込まれている部分の厚さも回路の厚さに含まれる。

[0256] 回路の幅及び長さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択してよい。例えば、回路の幅及び長さはそれぞれ $350\mu\text{m}\sim70000\mu\text{m}$ であってもよい。回路の場所によって幅又は長さが異なる場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0257] ケース付き回路シートを構成する絶縁部は、例えば、回路シートの回路の間に流動性を有する絶縁性の材料を充填し、硬化させて形成することができる。絶縁材料としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂等の樹脂を含む材料が挙げられる。絶縁材料に含まれる樹脂は、1種であっても2種以上であってもよい。絶縁材料は、必要に応じて、無機フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

[0258] ケース付き回路シートを構成するケースは、例えば、発熱体とボンディングワイヤで接続される部分が導電性材料からなり、その他の部分が絶縁材料からなってもよい。ケースは発熱体の搭載及び封止部の形成の際の加熱にさらされるため、これらの加熱に対して十分な耐熱性を有することが好ましい。

[0259] ケースを構成する絶縁材料としては、回路シートの絶縁部を形成する絶縁材料として上述した樹脂を含む材料が挙げられる。絶縁材料に含まれる樹脂は、1種であっても2種以上であってもよい。絶縁材料は、必要に応じて、

無機フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

[0260] ケースは、回路シートの回路の上に配置されても、絶縁部の上に配置されてもよい。ある実施態様では、ケースは回路シートの回路の上に配置される。

ケースが回路シートの上に配置されていることで、例えば、回路シート下側の放熱部材にケースを配置する場合に比べて製造工程を簡素化でき、絶縁層を介した回路シートと放熱基材の一体化を行いやすい。あるいは、回路シート下側の絶縁層にケースを配置する場合に比べて作業中に変形しにくく、回路基板の形状を維持しやすい。

ケースは、シリコン接着剤等を用いて回路シートに固定してもよい。回路シートの発熱体搭載面におけるケースが配置される位置は特に制限されず、回路基板の形状等に応じて設定できる。

[0261] ケース付き回路シートは、発熱体搭載面に配置される発熱体をさらに備えてもよい。発熱体の種類は特に制限されず、回路基板に一般に用いられる部品から選択してもよい。ある実施態様では、発熱体は、はんだ等の接合材料を用いて回路の上に配置される。

発熱体としては、前述の素子であってもよい。

[0262] <回路パッケージ>

本開示の回路パッケージは、回路と前記回路の間に設けられる絶縁部とを備える回路シートと、前記回路シートの発熱体搭載面上に配置されるケースと、前記回路の上に配置される発熱体と、前記ケースで囲まれた部分に配置される封止部と、を備える。

すなわち、本開示の回路パッケージは、上述したケース付き回路シートのケースで囲まれた部分に封止部が形成された状態である。

[0263] 封止部の形成に用いる封止材の種類は、特に制限されない。例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂等の樹脂を含む材料が挙げられる。封止材に含まれる樹脂は

、１種であっても２種以上であってもよい。封止材は、必要に応じて、無機フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

[0264] ＜第六実施形態の回路基板＞

本開示の第六実施形態の回路基板は、上述した本開示の回路パッケージと、前記回路パッケージの発熱体搭載面と逆の面に配置される絶縁層及び放熱部材と、を有する。

[0265] 絶縁層の種類は、特に制限されない。例えば、樹脂を含むものであってよい。絶縁層に含まれる樹脂は、１種であっても２種以上であってもよい。絶縁層は、必要に応じて、フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

[0266] 絶縁層の厚さは、特に制限されない。十分な絶縁性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは大きいほど好ましい。例えば、絶縁層の厚さは $60\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $90\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $120\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。

[0267] 十分な放熱性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは小さいほど好ましい。例えば、絶縁層の厚さは $230\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $210\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $190\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0268] 放熱部材の種類は特に制限されず、回路基板の放熱部材として一般的に用いられるものから選択してもよい。例えば、放熱性に優れるアルミニウム、鉄、銅等の金属、セラミックスなどからなる部材であってもよい。

[0269] 回路基板は、回路の一方の面が発熱体と接しており、他方の面が絶縁層と接している。すなわち、回路が発熱体と絶縁層とを連通している。これにより、回路間の絶縁性が十分に確保された構造を得ることができる。

[0270] ＜回路基板の製造方法 A＞

本開示の回路基板の製造方法 A は、上述したケース付き回路シートの前記ケースで囲まれた部分に封止部を形成する工程と、

前記ケース付き回路シートの発熱体搭載面と逆の面側に絶縁層及び放熱部材を配置する工程と、を有する。

[0271] 上記方法において、封止部を形成する工程と絶縁層及び放熱部材を配置する工程の順序は特に制限されず、いずれを先に実施してもよい。絶縁層及び放熱部材を配置する工程は、回路の上に発熱体を搭載した後に行うことが好ましい。

[0272] <回路基板の製造方法 B>

本開示の回路基板の製造方法（１）は、下記（１）～（４）の工程を含む。ただし、工程（２）は工程（３）及び工程（４）の前に行われ、工程（１）は工程（３）の前に行われる。

（１）回路シートの発熱体搭載面上にケースを設置する工程

（２）回路シートの回路の上に発熱体を搭載する工程

（３）回路シートの発熱体搭載面上のケースで囲まれた部分に封止部を形成する工程

（４）回路シートの発熱体搭載面と逆の面側に絶縁層及び放熱部材を配置する工程

[0273] 上記方法では、工程（２）が工程（３）及び工程（４）の前に行われ、工程（１）が工程（３）の前に行われるのであれば、各工程の順序は特に制限されない。例えば、工程（１）と工程（２）のいずれを先に行ってもよく、工程（３）と工程（４）のいずれを先に行ってもよく、工程（１）と工程（４）のいずれを先に行ってもよい。

[0274] 上記方法（製造方法 A 及び製造方法 B）で使用する回路シート、ケース、ケース付き回路シート、封止部、絶縁層及び放熱部材の詳細及び好ましい態様は上述したとおりである。また上記方法は、上述した本開示の回路基板を製造する方法であってもよい。

[0275] 上記方法においてケースで囲まれた部分に封止部を形成する方法は、特に制限されない。例えば、封止材を形成するための材料（封止材）をケースで囲まれた部分に供給し、必要に応じて加熱等を行って形成することができる。

[0276] ある実施態様では、封止部の形成は、ケースで囲まれた部分に封止材を非

加圧で供給する工程を含む方法によって行う。以下、このような方法を「非加圧成形法」ともいう。

[0277] 非加圧成形法では、トランスファー成形法等の加圧を伴う方法に比べ、簡便な設備で封止部を形成することができる。また、封止部中のボイドの生成をより効果的に抑制することができ、信頼性の点で優れている。

[0278] 本開示では、ケースで囲まれた部分への封止材の供給が加圧を伴わずに行われるのであれば、封止材を供給した後に加圧を行う場合も非加圧成形法に含まれるものとする。

[0279] 封止部の形成を非加圧成形法で行う場合、ケースで囲まれた部分に供給される封止材は、流動性を有していることが好ましい。例えば、流動性を有する固体（粒子等）であっても、液体であってもよい。

[0280] ケースで囲まれた部分に供給される封止材が粒子状である場合、封止部中におけるボイドの生成を抑制する観点からは、供給された粒子を溶融させて粒子間の空隙を低減することが好ましい。

[0281] 封止部中におけるボイドの生成をより抑制する観点からは、封止材をケースで囲まれた部分に供給した後、ケースで囲まれた部分を減圧する工程（減圧工程）を実施することが好ましい。

[0282] 封止材をケースで囲まれた部分に供給した後にケースで囲まれた部分を減圧することで、例えば、供給された封止材が粒子状である場合、粒子間に存在していた空気が溶融した封止材の内部に残存して気泡が形成されるのを抑制することができる。

[0283] 封止部中のボイドの生成をより抑制する観点からは、上記方法において減圧工程を実施した後に、ケースで囲まれた部分を大気圧に近づける工程（昇圧工程）を実施することが好ましい。

[0284] 減圧工程の後に昇圧工程を実施することで、減圧工程で生成を抑制できなかった気泡が圧力によって潰され、封止部中のボイドの生成をさらに抑制することができる。昇圧工程を実施する方法は、特に制限されない。例えば、内部が減圧された型の開口部を開放して大気圧にする方法であってもよい。

[0285] 封止部の形成を非加圧成形法で行う場合、減圧工程は型の内部に供給された絶縁性材料を溶融させる工程（溶融工程）の前に行うことが好ましく、昇圧工程は溶融工程の後に行うことが好ましい。

[0286] ケース付き回路シートの発熱体搭載面と逆の面側に絶縁層及び放熱部材を配置する方法は、特に制限されない。例えば、接着剤、ねじを用いて行うことができる。

さらには、例えば、放熱部材の上に絶縁層を配置した状態の積層体を作製し、この積層体の絶縁層側をケース付き回路シートの発熱体搭載面と逆の側に配置してもよく、ケース付き回路シートの発熱体搭載面と逆の側に絶縁層を配置した後、絶縁層の上に放熱部材を配置してもよい。

[0287] <第七実施形態の回路基板の製造方法 1>

第七実施形態の回路基板の製造方法 1 は、回路と、絶縁層と、前記回路の素子実装面よりも大きい面積を有し、前記絶縁層を介して前記回路が配置される面を備えるベース基板と、をこの順に有する回路基板を製造する回路基板の製造方法であって、前記回路と前記絶縁層と前記ベース基板とをこの順に配置した積層体を準備し、前記回路及び前記絶縁層の合計厚さと略同じ厚さを有するスペーサ部材を、前記回路及び前記絶縁層における側面の周囲の少なくとも一部と接するように前記ベース基板上に配置した状態で前記積層体を加圧する工程を有する。

[0288] 従来の回路基板の製造方法では、前述のようなスペーサ部材を配置することなく、積層体を加圧するため、回路の素子実装面を均一性高く加圧することができない。従来の回路基板の製造方法では、例えば、素子実装面の中央付近と、素子実装面の周端部分とでは加圧時の圧力にばらつきが生じてしまい、素子実装面の周端部分に圧力が集中することで製造された回路基板に反りが発生したり、反りに起因した界面の剥離が発生したりするおそれがある。

[0289] 一方、回路基板の製造方法 1 では、回路及び絶縁層の合計厚さと略同じ厚さを有するスペーサ部材を回路及び絶縁層における側面の周囲の少なくとも

一部と接するようにベース基板上に配置した状態で積層体を加圧する。これにより、積層体とともにスペーサ部材も加圧されることになり、加圧される面の面積が大きくなることで素子実装面の周端部分に圧力が集中することが抑制され、素子実装面の全体を均一性高く加圧することができる。従って、回路基板の製造方法 1 にて製造された回路基板では、反りの発生が抑制され、反りに起因した界面の剥離が抑制される。

[0290] さらに、回路基板の製造方法 1 では、スペーサ部材をベース基板上に配置することでベース基板自体の反りも好適に抑制することができる。

[0291] また、スペーサ部材を回路及び絶縁層における側面の周囲の少なくとも一部と接するようにベース基板上に配置することにより、絶縁層における絶縁材料の流動量を調節でき、製造された回路基板にて所定の厚さを有する絶縁層を形成しやすい。

[0292] (スペーサ部材)

本開示の回路基板の製造方法で用いるスペーサ部材の材質としては特に限定されず、加圧する工程にて必要に応じて積層体が加熱される際の加熱温度に対して耐熱性を有する材質が好ましい。スペーサ部材の材質としては、フッ素系ゴム、ポリテトラフルオロエチレン等のフッ素系樹脂、銅、鉄、これら金属を主成分とした合金、ステンレス、これらからなる積層体等の金属などが挙げられる。

[0293] 回路基板の製造方法 1 では、スペーサ部材の厚さは回路及び絶縁層の合計厚さと略同じ厚さであれば特に限定されない。回路の素子実装面を好適に加圧する観点から、スペーサ部材の厚さが前述の合計厚さ以下であることが好ましく、回路の素子実装面をより均一性高く加圧する観点から、スペーサ部材の厚さと前述の合計厚さとの差が $0\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $10\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $50\ \mu\text{m} \sim 220\ \mu\text{m}$ であることがさらに好ましい。

[0294] 回路及び絶縁層の合計厚さに対するスペーサ部材の厚さの比率（スペーサ部材の厚さ／回路及び絶縁層の合計厚さ）は、 $0.75 \sim 1.0$ であること

好ましく、0.875～0.995であることがより好ましい。

[0295] 加圧する工程では、素子実装面の周端部分での加圧時の圧力のバラつきを抑制する観点及び回路及び絶縁層の層間ズレを抑制する観点から、スペーサ部材は、回路及び絶縁層における側面の周囲の少なくとも2つの領域と接し、かつ回路及び絶縁層を挟むように配置されていることが好ましく、前述の周囲と接するように配置されていることがより好ましい。

本開示における「接する」とは、回路及び絶縁層における側面の周囲の少なくとも一部とスペーサ部材とが接しうる位置に、回路及び絶縁層並びにスペーサ部材が配置され、層間ズレを実用上問題のないレベルで抑制するために位置合わせできることを意味する。

また、スペーサ部材と回路及び絶縁層との間に位置合わせを容易にするためのクリアランスを設けてもよい。この時のクリアランス量は許容できる層間ズレ量以内にすることで良好に位置合わせをすることができる。

[0296] 例えば、回路の素子実装面の形状が正形状、長形状等の四角形状である場合、スペーサ部材は、ベース基板上の回路及び絶縁層の側面の内、対向する2つの面と接するように配置されていることが好ましく、ベース基板上の回路及び絶縁層の4つの側面と接するように配置されていることがより好ましい。

[0297] 回路基板の製造方法1は、積層体を加圧する前に、スペーサ部材を用いてベース基板上の回路及び絶縁層の位置合わせを行う工程をさらに有することが好ましい。例えば、回路及び絶縁層における側面の周囲の少なくとも2つの領域と接し、回路及び絶縁層を挟むように配置したスペーサ部材、好ましくは回路及び絶縁層の周囲と接するように配置したスペーサ部材と、ベース基板との位置合わせを行うことにより、ベース基板上の回路及び絶縁層の位置合わせを行ってもよい。

[0298] 加圧する工程は、回路の素子実装面上に、加圧により変形可能なクッション材を配置した状態で行われることが好ましい。回路の素子実装面にクッション材を配置することで素子実装面にかかる圧力が分散され、回路、絶縁層

及びベース基板を十分に密着させることができる傾向にある。加圧する工程は、積層体のベース基板側にもクッション材を配置した状態で行われてもよい。また、加圧する工程にてスペーサ部材を用いることにより、積層体の加圧時におけるクッション材の変形を抑制することができ、回路基板を製造する際のクッション材の使用回数を増やすことができる傾向にある。

[0299] 使用されるクッション材としては、フッ素ゴム、テフロン（登録商標）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリイミド、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエチレン、不織布、不織紙等、それらの複合層、積層材料等が挙げられる。

[0300] 加圧する工程にて、積層体を加圧する方法は特に制限されない。加圧の圧力は特に制限されず、例えば、0.1 MPa～30 MPaの範囲から選択することができる。回路のスプリングバック（圧力を開放したときに回路が初期の平坦な形状に戻ろうとする力に起因した界面の剥離）を低減する観点、及び接着性を確保する観点から、より好ましくは0.5 MPa～15 MPaであり、さらに好ましくは0.8 MPa～15 MPaである。回路と絶縁層との密着性を高める観点からは、積層体を加熱及び加圧することが好ましい。積層体を加熱及び加圧する場合、積層体の加熱温度は特に制限されず、例えば、50℃～290℃の範囲から選択することができる。接着性を確保する観点及び積層体、クッション材、スペーサ部材等の熱ダメージを低減する観点から、80℃～250℃であることがより好ましい。加熱時間は、接着性を担保するために必要な時間であれば特に制限はなく30秒～5時間であることが好ましい。短時間で接着を行いその後無加圧状態で接着層を硬化するための熱処理を行ってもよい。このときの温度は上述した圧着時の加熱温度の範囲から選択してもよい。加圧するために用いる装置については特に制限はなく、平板ラミネータ、真空平板ラミネータ、クイックプレス、平板プレス機、真空平板プレス機等を用いることができる。

[0301] 以下、本開示の回路基板の製造方法で用いる回路、絶縁層及びベース基板の具体的構成について説明する。

[0302] (回路)

本開示の回路基板の製造方法で用いる回路の材質としては、導体であれば特に限定されず、例えば、金属が挙げられる。金属としては、銅、銀、クロム銅、タングステン銅、ニッケル、ニッケルメッキ銅、アルミニウム、アルマイトに表面修飾したアルミニウム等が挙げられる。導電性の観点から、金属は銅を含むことが好ましい。

[0303] 回路の厚さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。回路の大電流化の観点から、回路の厚さは $350\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $400\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましく、放熱性の観点から、 $1000\mu\text{m}$ 以上であることが特に好ましい。小型、低背化の観点からは、回路の厚さは $5000\mu\text{m}$ 以下であってよい。回路の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

絶縁層等の隣接する部材に回路の一部が埋め込まれている場合は、埋め込まれている部分の厚さも回路の厚さに含まれる。

[0304] 回路は回路部と、回路部以外の空間と、を有し、空間の少なくとも一部に絶縁部が設けられていてもよい。回路が回路部及び空間を有する場合、空間を絶縁部で埋めることにより、素子実装面をより均一性高く加圧することができる。また、絶縁層及びベース基板上に配置される前の回路は、素子実装面及び素子実装面と逆の面が露出していてもよい。回路において、表裏面が露出した上下対称構造である場合であっても、製造された回路基板の反りを好適に抑制することができる。

[0305] 前述の空間を有する回路は、例えば、金属板を所望の形状の回路の状態に加工することで得られる。加工の方法は特に制限されず、打抜き、切削、エッチング等の公知の方法によって行うことができる。回路作製における精度の向上の観点からは、エッチング加工にて回路を形成することが好ましい。

[0306] 回路をエッチング加工にて作製する場合、金属板のエッチング方法は特に制限されない。回路のテーパ部分の発生を抑制する観点からは、金属板の

両面（すなわち向かい合う2つの主面）からエッチングすることにより回路を形成することが好ましい。

[0307] 回路は、粗化处理されていてもよい。例えば、回路が後述の絶縁層と接する場合、当該絶縁層と接する面が少なくとも粗化处理されていると、ボイドの発生を抑制しながら、絶縁層と十分に接着できる状態とすることができる。具体的には、回路の絶縁層と接する面を粗化し、アンカー効果による引き抜き力を向上させるか密着面積を増大させることで、ファンデルワールス力による密着性を向上することができると考えられる。

[0308] 回路を粗化处理する方法は特に制限されず、物理的な方法で行っても、化学的な方法で行ってもよい。例えば、回路の材質が銅であれば、物理的な方法としては、やすりがけ、サンドブラスト処理、レーザー照射、フライス加工等が挙げられる。化学的な方法としては、マグダミット処理、CZ処理、黒化处理、エッチング処理、メッキ処理等が挙げられる。粗化处理は、いずれか1種の方法により行っても、2種以上を組み合わせてもよい。2種以上を組み合わせる場合は、物理的な方法と化学的な方法を組み合わせで行っても、化学的な方法同士を組み合わせで行っても、物理的な方法同士を組み合わせで行ってもよい。

[0309] 回路が回路部と、回路部以外の空間と、を有する場合、絶縁部の形成に用いる絶縁材料としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリル樹脂等の樹脂を含む材料が挙げられる。絶縁材料に含まれる樹脂は、1種であっても2種以上であってもよい。絶縁材料は、必要に応じて、無機フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

[0310] 前述の絶縁部の厚さは特に限定されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。回路の厚さに対する絶縁部の厚さ（絶縁部の厚さ／回路の厚さ）は、十分な絶縁性の確保の観点から、0.5以上が好ましく、0.7以上がより好ましく、0.9以上がさらに好ましい。また、絶縁部の厚さ／回路の厚さは、素子実装の作業性の観点から、1.0以下が好ましく、0.99以下が

より好ましい。

絶縁部の厚さが一定でない場合は、任意に選択した5箇所で得られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0311] (絶縁層)

本開示の回路基板の製造方法における絶縁層は、回路基板における回路とベース基板との間に位置する部材である。絶縁層の形成に用いる絶縁材料の好ましい形態は、絶縁部の形成に用いる絶縁材料の好ましい形態と同様であってもよい。

[0312] 絶縁層の厚さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択できる。十分な絶縁性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは30m以上であることが好ましく、80 μ m以上であることがより好ましく、熱衝撃耐性を付与する観点から120 μ m以上であることがさらに好ましい。

[0313] 十分な放熱性を確保する観点からは、絶縁層の厚さは500 μ m以下であることが好ましく、260 μ m以下であることがより好ましく、220 μ m以下であることがさらに好ましい。

[0314] (ベース基板)

本開示の回路基板の製造方法に用いるベース基板は、回路及び絶縁層をベース基板上に配置可能な部材であればよく、例えば、放熱部材であってもよい。ベース基板の材質は特に制限されず、銅、アルミニウム、タングステン銅、モリブデン銅等の銅合金、ニッケルめっき銅などが挙げられる。放熱部材の種類は特に制限されず、ヒートスプレッド、ヒートシンク等の放熱機能を有する部材、空気又は水の流路を持ったケース、金属箔、フィラー樹脂コンポジットなどであってもよい。放熱部材の表面は平滑であってもよく、絶縁層との接着性を向上させるための粗化処理が施されていてもよい。

[0315] <第七実施形態の回路基板の製造方法2>

第七実施形態の回路基板の製造方法2は、回路と、絶縁層と、ベース基板と、をこの順に有する回路基板を製造する回路基板の製造方法であって、前記回路と前記絶縁層と前記ベース基板とをこの順に配置した積層体を準備し

、前記回路、前記絶縁層及び前記ベース基板の合計厚さと略同じ厚さを有するスペーサ部材を、前記積層体における側面の周囲の少なくとも一部と接するように前記積層体と同一平面上に配置した状態で前記積層体を加圧する工程を有する。回路基板の製造方法2の好ましい形態について、前述の回路基板の製造方法1の好ましい形態と共通する事項についてはその説明を省略する。

[0316] 回路基板の製造方法2では、回路、絶縁層及びベース基板の合計厚さと略同じ厚さを有するスペーサ部材を積層体における側面の周囲の少なくとも一部と接するように積層体と同一平面上に配置した状態で積層体を加圧する。これにより、積層体とともにスペーサ部材も加圧されることになり、加圧される面の面積が大きくなることで素子実装面の周端部分及びベース基板の回路側とは反対側の面の周端部分に圧力が集中することが抑制され、素子実装面の全体、及びベース基板の回路側とは反対側の面全体を均一性高く加圧することができる。従って、本開示の回路基板の製造方法2にて製造された回路基板では、反りの発生が抑制され、反りに起因した界面の剥離が抑制される。

[0317] 回路基板の製造方法2では、スペーサ部材の厚さは回路、絶縁層及びベース基板の合計厚さと略同じ厚さであれば特に限定されない。回路の素子実装面を好適に加圧する観点から、スペーサ部材の厚さは前述の合計厚さ以下であることが好ましく、回路の素子実装面をより均一性高く加圧する観点から、スペーサ部材の厚さと前述の合計厚さとの差が $0\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $10\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $50\ \mu\text{m} \sim 220\ \mu\text{m}$ であることがさらに好ましい。

[0318] 回路、絶縁層及びベース基板の合計厚さに対するスペーサ部材の厚さの比率（スペーサ部材の厚さ／回路、絶縁層及びベース基板の合計厚さ）は、 $0.75 \sim 1.0$ であることが好ましく、 $0.875 \sim 0.999$ であることがより好ましい。

[0319] 加圧する工程では、素子実装面の周端部分での加圧時の圧力のバラつきを

抑制する観点及び回路及び絶縁層の層間ズレを抑制する観点から、スペーサ部材は、積層体における側面の周囲の少なくとも2つの領域と接し、かつ積層体を挟むように配置されていることが好ましく、前述の周囲と接するように配置されていることがより好ましい。

[0320] 以下、従来の回路基板の製造方法、回路基板の製造方法1の一例及び回路基板の製造方法2の一例について、図7A～図7Cを参照して説明する。図7A～図7Cは、矢印で示すように加圧手段105により積層体200又は11を加圧しているときの、積層体200又は11の厚さ方向における各部材の断面図である。

[0321] 図7Aは、従来の回路基板の製造方法を示す概略構成図である。図7Aに示すように、スペーサ部材を配置することなく、回路101と絶縁層102とベース基板103とをこの順に備える積層体200を加圧する。また、回路の素子実装面側及び積層体のベース基板側に相対するクッション材106が配置された状態で、矢印で示すように加圧手段105による積層体200の加圧がクッション材106を介して行われる。このとき、積層体200は加圧及び加熱されてもよい。

[0322] 図7Aに示すような従来の回路基板の製造方法では、積層体200の加圧時に素子実装面の周端部分に圧力が集中することで製造された回路基板に反りが発生したり、反りに起因した界面の剥離が発生したり、スプリングバックが発生するおそれがある。

[0323] 図7Bは、回路基板の製造方法1の一例を示す概略構成図である。図7Bに示すように、回路基板の製造方法1では、回路101及び絶縁層102の合計厚さと略同じ厚さを有するスペーサ部材107を、回路101及び絶縁層102における側面の周囲と接するようにベース基板104上に配置した状態で回路101と絶縁層102とベース基板104とをこの順に備える積層体210を加圧する。

[0324] 図7Bに示すように、回路基板の製造方法1の一例では、積層体210とともにスペーサ部材107も加圧されることになり、加圧される面の面積が

大きくなることで素子実装面の周端部分に圧力が集中することが抑制されるため、回路基板の製造方法 1 にて製造された回路基板では、反りの発生が抑制され、反りに起因した界面の剥離、スプリングバック等が抑制される。

[0325] 図 7 C は、回路基板の製造方法 2 の一例を示す概略構成図である。図 7 C に示すように、回路基板の製造方法 2 では、回路 101、絶縁層 102 及びベース基板 103 の合計厚さと略同じ厚さを有するスペーサ部材 108 を、積層体 200 における側面の周囲と接するように積層体 200 と同一平面上に配置した状態で積層体 200 を加圧する。

[0326] 図 7 C に示すように、回路基板の製造方法 2 の一例では、積層体 200 とともにスペーサ部材 108 も加圧されることになり、加圧される面の面積が大きくなることで素子実装面の周端部分及びベース基板の回路側とは反対側の面の周端部分に圧力が集中することが抑制されるため、回路基板の製造方法 2 にて製造された回路基板では、反りの発生が抑制され、反りに起因した界面の剥離、スプリングバック等が抑制される。

[0327] <回路基板>

本開示の第八実施形態の回路基板は、回路、絶縁層及び放熱部材がこの順で積層されており、前記回路の平均厚さが $500\ \mu\text{m}$ 以上であり、前記絶縁層の平均厚さが $120\ \mu\text{m}$ 以上であるものである。

本開示の回路基板は、パワーサイクルテストに優れる。その理由は明確ではないが、回路、絶縁層及び放熱部材がこの順で積層された場合に、回路の平均厚さを $500\ \mu\text{m}$ 以上とし、絶縁層の平均厚さを $120\ \mu\text{m}$ 以上とすることで、回路に局所的な発熱が生じて、回路と絶縁層との間の剥離が抑制される傾向にある。その結果、本開示の回路基板はパワーサイクルテストに優れるようになると推察される。

[0328] 以下、本開示の回路基板を、図面に基づいて説明する。なお、本開示の回路基板は下記実施形態に限定されるものではない。また、図面における部材の大きさは概念的なものであり、部材間の大きさの相対的な関係は下記実施形態に限定されない。

[0329] 図8Aは、本開示の回路基板の一実施形態である回路基板220の断面図である。

図8Aに示すように、回路基板220は、回路112と絶縁層113と放熱部材115とがこの順で積層されている。

回路112の断面は、回路112の絶縁層113と接する側の辺が短く、回路112の絶縁層113と接する側とは反対側の辺が長い台形とされている。

[0330] 本開示において、回路112の平均厚さは、回路を用いて熱の拡散を促す観点から、 $500\mu\text{m}$ 以上とされ、さらなるパワーサイクルテストに対する特性を向上するため、 $1000\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $1500\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $2000\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。一方、小型及び低背化の観点及び回路表面の発熱体、素子等の発した熱について、熱拡散面積を広げること及び絶縁層側に伝えることを効果的に行う観点から、回路112の平均厚さは $5000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $3000\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

回路112の厚さは、回路112自体の厚さを意味し、絶縁層113に回路112の一部が埋め込まれている場合、埋め込まれている部分の厚さも回路112の厚さに含まれる。

[0331] 回路112の幅及び長さは特に制限されず、回路基板の用途等に応じて選択してよい。例えば、回路112の幅及び長さはそれぞれ $350\mu\text{m}\sim 70000\mu\text{m}$ であってもよい。回路112の場所によって幅又は長さが異なる場合は、任意に選択した5箇所で作られた測定値の算術平均値を上記の値としてもよい。

[0332] 回路112と絶縁層113との間の接着強度を高めて回路基板のさらなるパワーサイクルテストに対する特性を向上するため、回路112の絶縁層113に面する側の表面粗さは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $0.6\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $0.7\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。絶縁性の観点から、回路112の絶縁層113に面する側の表面

粗さは、 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0333] 素子実装、ワイヤボンディング等の観点から、回路112の絶縁層113に面する側と反対側の表面粗さは、 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 未満であることが好ましく、 $0.18\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。回路112の絶縁層113に面する側の表面粗さの下限は、特に限定されない。

[0334] 本開示において、表面粗さは、算術平均粗さ R_a をいう。平均粗さ R_a は、JIS B 0601:2013に基づいて求めた値とする。具体的には、3D顕微鏡（例えば、キーエンス製VR-3200、倍率12倍）を用いて測定される値とする。

回路112の絶縁層113に面する側の表面粗さは、回路112が絶縁層113又は樹脂組成物等の絶縁層113の前駆体となるものと接触する前に測定された値であってもよいし、回路基板220から絶縁層113と放熱部材115とを除去して得られた回路112について測定された値であってもよい。

[0335] 回路112の材質は特に制限されず、銅、銀、クロム銅、タングステン銅、ニッケル、ニッケルメッキ銅、アルミニウム、アルマイトに表面修飾したアルミニウム等が挙げられる。

[0336] 回路112の表面粗さを所定の値とするため、回路112の表面に対して粗面化処理を施してもよい。

回路112の表面を粗化処理する方法は特に制限されず、物理的な方法で行っても、化学的な方法で行ってもよい。例えば、回路112の材質が銅であれば、物理的な方法としては、やすりがけ、サンドブラスト処理、レーザー照射、フライス加工等が挙げられる。化学的な方法としては、マグダミット（Mac Dermid）処理、CZ処理、黒化処理、エッチング処理、メッキ処理等が挙げられる。粗化処理は、いずれか1種の方法により行っても、2種以上を組み合わせてもよい。2種以上を組み合わせる場合は、物理的な方法と化学的な方法を組み合わせても、化学的な方法同士を組み合わせ

わせて行っても、物理的な方法同士を組み合わせてもよい。

- [0337] 回路を積層する際の回路と絶縁層との間の剥離抑制、回路間に充填する絶縁材料と回路との密着性の観点から、回路 1 1 2 は、回路 1 1 2 の絶縁層 1 1 3 に面する側の表面積よりも、回路 1 1 2 の絶縁層 1 1 3 に面する側と反対側の表面積が大きいことが好ましく、回路 1 1 2 の絶縁層 1 1 3 に面する側と反対側の表面積の、回路 1 1 2 の絶縁層 1 1 3 に面する側の表面積に対する比は、1.001～10.0 であることが好ましく、1.01～5.0 であることがより好ましく、1.02～4.0 であることがさらに好ましい。

回路 1 1 2 の絶縁層 1 1 3 に面する側の表面積、及び、回路 1 1 2 の絶縁層 1 1 3 に面する側と反対側の表面積は、絶縁層 1 1 3 又は樹脂組成物等の絶縁層 1 1 3 の前駆体となるものと接触する前の回路 1 1 2 か、又は、回路基板 2 2 0 から絶縁層 1 1 3 と放熱部材 1 1 5 とを除去して得られた回路 1 1 2 について、測長機を用いて各回路表面の形状を数値化し面積に換算する方法で測定することができる。

- [0338] 絶縁層 1 1 3 は、樹脂を含む。絶縁層 1 1 3 に含まれる樹脂は特に制限されず、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、アミドイミド樹脂等の硬化性樹脂が挙げられる。絶縁層 1 1 3 に含まれる樹脂は、1 種であっても 2 種以上であってもよい。電気絶縁性と回路 1 1 2 又は放熱部材 1 1 5 に対する接着性の観点からは、絶縁層 1 1 3 はエポキシ樹脂、シリコーン樹脂、及びウレタン樹脂からなる群より選択される少なくとも 1 種を含むことが好ましい。耐湿性の観点からは、絶縁層 1 1 3 は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、及びアミドイミド樹脂からなる群から選択される少なくとも 1 種を含むことが好ましい。

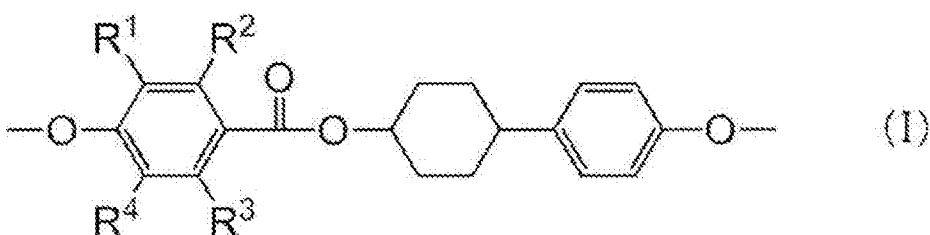
- [0339] 絶縁層 1 1 3 に求められる諸特性のバランスの観点からは、上記樹脂の中でもエポキシ樹脂が好ましい。エポキシ樹脂は、硬化剤と組み合わせてもよい。硬化剤としては、フェノールノボラック樹脂等のフェノール硬化剤が好

ましい。

[0340] エポキシ樹脂としてメソゲン構造を有するエポキシ樹脂を用いてもよい。メソゲン構造としては、例えば、ビフェニル構造、フェニルベンゾエート構造、シクロヘキシルベンゾエート構造、アゾベンゼン構造、スチルベン構造、ターフェニル構造、アントラセン構造、これらの誘導体、及びこれらのメソゲン構造の2つ以上が結合基を介して結合した構造が挙げられる。

[0341] メソゲン構造を有するエポキシ樹脂は、下記一般式（I）で表される構造を1つ以上有するエポキシ化合物を含むものであってもよい。

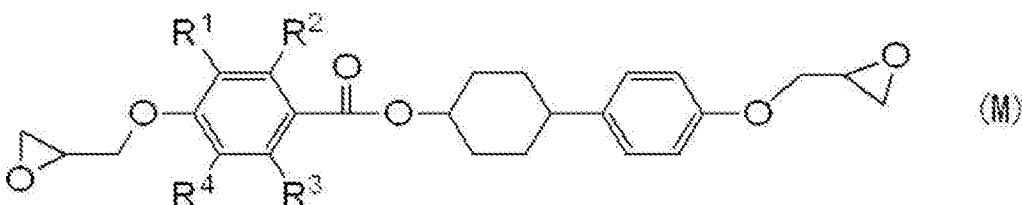
[化1]



[0342] 一般式（I）において、 $R^1 \sim R^4$ はそれぞれ独立に、水素原子又は炭素数1～3のアルキル基を示す。 $R^1 \sim R^4$ はそれぞれ独立に、水素原子又は炭素数1～2のアルキル基であることが好ましく、水素原子又はメチル基であることがより好ましく、水素原子であることがさらに好ましい。また、 $R^1 \sim R^4$ のうちの2個～4個が水素原子であることが好ましく、3個又は4個が水素原子であることがより好ましく、4個すべてが水素原子であることがさらに好ましい。 $R^1 \sim R^4$ のいずれかが炭素数1～3のアルキル基である場合、 R^1 及び R^4 の少なくとも一方が炭素数1～3のアルキル基であることが好ましい。

[0343] 一般式（I）で表される構造を有するエポキシ化合物としては、下記一般式（M）で表されるエポキシ化合物が挙げられる。

[0344] [化2]



[0345] 一般式 (M) 中における $R^1 \sim R^4$ の具体例は、一般式 (I) における $R^1 \sim R^4$ の具体例と同様であり、その好ましい範囲も同様である。

[0346] 絶縁層 113 は、必要に応じて、フィラー等の樹脂以外の成分を含んでもよい。

フィラーとしては、例えば、非導電性のフィラー及び導電性のフィラーが挙げられる。

非導電性のフィラーとしては、酸化アルミニウム（アルミナ）、酸化マグネシウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化ケイ素、シリカ（酸化ケイ素）、水酸化アルミニウム、硫酸バリウム等が挙げられる。

また、導電性のフィラーとしては、金、銀、ニッケル、銅等が挙げられる。なかでも熱伝導率の観点から、フィラーは、酸化アルミニウム（アルミナ）、窒化ホウ素、酸化マグネシウム、窒化アルミニウム及びシリカ（酸化ケイ素）からなる群より選択される少なくとも 1 種であることが好ましく、窒化ホウ素及び酸化アルミニウム（アルミナ）からなる群より選択される少なくとも 1 種であることがより好ましい。フィラーは、1 種を単独で用いても 2 種以上を併用してもよい。なお、「フィラーを 2 種類以上併用する」とは、例えば、同じ成分で平均粒子径が異なるフィラーを 2 種類以上用いる場合、平均粒子径が同じで成分の異なるフィラーを 2 種類以上用いる場合並びに平均粒子径及び種類の異なるフィラーを 2 種類以上用いる場合が挙げられる。

[0347] フィラーの形状は特に限定されず、粉状、球状、繊維状等が挙げられる。

[0348] 絶縁層 113 に含まれてもよいその他の成分としては、硬化促進剤、シランカップリング剤、応力緩和剤、着色剤、難燃剤、消泡剤等が挙げられる。絶縁層 113 に含まれてもよい各成分は、それぞれ、1 種を単独で用いても 2 種以上を併用してもよい。

[0349] 絶縁層 113 の平均厚さは、 $120 \mu\text{m}$ 以上であり、 $200 \mu\text{m}$ を超えることが好ましく、 $210 \mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $230 \mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。一方、十分な放熱性を確保する観点からは

、絶縁層 113 の平均厚さは $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $310\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

- [0350] 絶縁層 113 の熱伝導率は、 $6\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上であることが好ましく、 $8\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上であることがより好ましく、 $10\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上であることがさらに好ましい。熱伝導率の上限は特に限定されず、例えば $50\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下であってもよい。

絶縁層 113 の熱伝導率は以下のように測定される。キセノンフラッシュ法（例えば、NETZSCH 社の商品名：LFA447 nanoflash）にて絶縁層 113 の熱拡散率を評価する。この値と、アルキメデス法で測定した密度と、DSC（示差走査熱量測定装置；例えば、Perkin Elmer 社の商品名：DSC Pyris 1）にて測定した比熱との積から、絶縁層 113 の熱伝導率を求める。

- [0351] 絶縁層 113 のガラス転移温度（ T_g ）は、さらなるパワーサイクルテストに対する特性を向上するため、 170°C 以上であることが好ましく、 180°C 以上であることがより好ましく、 250°C 以上であることがさらに好ましい。絶縁層 113 の T_g は特に限定されない。

絶縁層 113 のガラス転移温度は、示差走査熱量装置（DSC）を用いて測定された値をいう。例えば、絶縁層 113 の一部をアルミパンに量り取り、示差走査熱量計（DSC）（「DSC8500」、パーキンエルマー社）を用いて、ベースラインが変化する（2次転移）温度をガラス転移温度と見なしてもよい。

- [0352] 放熱部材 115 の種類は特に制限されず、金属板、金属箔等が挙げられる。放熱部材 115 は、ヒートスプレッド等の放熱機能を呈する部材であってもよい。

放熱部材 115 の材質は特に制限されず、銅、アルミニウム、タングステン銅、モリブデン銅等の銅合金、ニッケルめっき銅などが挙げられる。

- [0353] 放熱部材 115 の平均厚さは、放熱性の向上の観点から $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、効果的な放熱性を得る観点から $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以上であ

ることがより好ましく、放熱部材の熱容量及び回路の厚さを利用する効率的な熱拡散を活かした高い放熱性を得る観点から、 $1800\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。一方、小型及び低背化の観点から、放熱部材115の平均厚さは 10cm 以下であることが好ましく、 $5000\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0354] 放熱部材115と絶縁層113との間の接着強度を高めて回路基板のさらなるパワーサイクルテストに対する特性を向上するため、放熱部材115の絶縁層113に面する側の表面粗さは、 R_a で $0.5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $0.6\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、 $0.8\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。絶縁性の観点から、放熱部材115の絶縁層113に面する側の表面粗さは、 $5.0\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0355] 素子実装、ワイヤボンディング等の観点から、放熱部材115の絶縁層113に面する側と反対側の表面粗さは、 R_a で $0.2\mu\text{m}$ 未満であることが好ましく、 $0.18\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $0.15\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。放熱部材115の絶縁層113に面する側と反対側の表面粗さの下限は、特に限定されない。

放熱部材115の絶縁層113に面する側の表面粗さ、及び、放熱部材115の絶縁層113に面する側と反対側の表面粗さは、回路112の絶縁層113に面する側の表面粗さ、及び、回路112の絶縁層113に面する側と反対側の表面粗さと同様にして測定することができる。

[0356] 回路基板としての放熱性の観点から、回路112及び放熱部材115の平均厚さの合計は、 $600\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、回路の厚さを利用した放熱性及び放熱部材の熱容量を利用した放熱性を得る観点から、 $1200\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましく、より効率の良い放熱性を得る観点から、 $4000\mu\text{m}$ 以上であることがさらに好ましい。一方、小型及び低背化の観点から、回路112及び放熱部材115の平均厚さの合計は 10cm 以下であることが好ましく、 $10000\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $6000\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。

[0357] 放熱性をより効率的に実現する観点から、回路 1 1 2 の平均厚さの放熱部材 1 1 5 の平均厚さに対する比（回路／放熱部材）は、1.0～3.0であることが好ましく、1.0～5.0であることがより好ましく、1.0～3.0であることがさらに好ましい。

[0358] 回路 1 1 2 の熱膨張率と放熱部材 1 1 5 の熱膨張率とは、同じであってもよいし異なってもよい。

なお、回路 1 1 2 又は放熱部材 1 1 5 の熱膨張率とは、回路 1 1 2 又は放熱部材 1 1 5 を構成する材質の熱膨張率をいう。回路 1 1 2 又は放熱部材 1 1 5 が銅で構成されている場合、回路 1 1 2 又は放熱部材 1 1 5 の熱膨張率とは、銅の熱膨張率をいう。

回路 1 1 2 の熱膨張率の放熱部材 1 1 5 の熱膨張率に対する比（回路／放熱部材）は、0.5～2.0であることが好ましく、0.55～1.8であることがより好ましく、0.6～1.7であることがさらに好ましい。

[0359] 回路 1 1 2 と放熱部材 1 1 5 との間の破壊電圧は、2.5 kV 以上であることが好ましく、3.0 kV 以上であることがより好ましく、3.5 kV 以上であることがさらに好ましい。

回路 1 1 2 と放熱部材 1 1 5 との間の破壊電圧は、回路と放熱部材との間に 100 V／秒で印加して行き、短絡したときの電位差を測定することによって得られる値である。

[0360] 回路 1 1 2 と放熱部材 1 1 5 との間の部分放電開始電圧は、2.5 kV 以上であることが好ましく、3.0 kV 以上であることがより好ましく、3.5 kV 以上であることがさらに好ましい。

回路 1 1 2 と放熱部材 1 1 5 との間の部分放電開始電圧は、測定規格 IEC 60664-1 の方法により測定された値をいう。

[0361] 本開示の第八実施形態の回路基板の製造方法は、特に限定されるものではなく、従来から公知の方法を用いることができる。

樹脂シートを用いる方法として、例えば、一对の金属板の間に樹脂シートを配置し、必要に応じて硬化処理を行って樹脂シートを絶縁層 1 1 3 とし、

次いで、エッチング等により一对の金属板の一方に回路 1 1 2 をパターンニングする方法；仮支持体上に配置した金属板をエッチング等によりパターンニングして回路 1 1 2 とし、この回路 1 1 2 と放熱部材 1 1 5 を構成する金属板との間に樹脂シートを配置し、仮支持体を除去し、必要に応じて硬化処理を行って樹脂シートを絶縁層 1 1 3 とする方法等が挙げられる。

また、液状樹脂組成物を用いる方法としては、例えば、金属板の表面に液状樹脂組成物を付与し、乾燥して樹脂組成物層とした後、樹脂組成物層上に金属板を配置し、必要に応じて硬化処理を行って樹脂組成物層を絶縁層 1 1 3 とし、次いで、エッチング等により一对の金属板の一方に回路 1 1 2 をパターンニングする方法等が挙げられる。

さらには、樹脂シートを用いる方法として、放熱部材 1 1 5 上に配置された樹脂シートの表面に、打抜き、切削等の公知の方法によって形成された回路 1 1 2 を配置し、必要に応じて硬化処理を行って樹脂シートを絶縁層 1 1 3 とする方法を用いてもよい。

[0362] 液状樹脂組成物を金属板の表面に付与する方法は特に制限されない。例えば、ディスペンス方式、スプレー方式、グラビア方式、スクリーン印刷方式、メタルマスクを用いたスクリーン印刷方式、転写方式等を用いることができる。

[0363] 液状樹脂組成物は、少なくとも金属板に付与する時点において液状であればよい。液状樹脂組成物の粘度は特に制限されず、例えば、金属板に付与する際の粘度が $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下であることが好ましい。液状樹脂組成物の粘度は、液状樹脂組成物を金属板に付与する際の温度（例えば、 $18^{\circ}\text{C} \sim 23^{\circ}\text{C}$ のいずれか）において、E 型粘度計（例えば、東機産業株式会社、TV-33）を用いて 5 回転/分（rpm）で測定される値とする。

[0364] 金属板と樹脂シートとの密着性を高める観点からは、一对の金属板の間に樹脂シートを配置する際に加熱及び加圧の少なくとも一方を行うことが好ましく、双方を行うことがより好ましい。加熱の温度は特に制限されず、例えば、 $50^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ の範囲から選択することができる。加圧の圧力は特に

制限されず、例えば、0.1 MPa～50 MPaの範囲から選択することができる。

[0365] <半導体装置>

本開示の半導体装置は、本開示の第八実施形態の回路基板と半導体素子とを備える。

半導体素子としては、能動素子、受動素子等の素子が挙げられる。能動素子としては、半導体チップ、トランジスタ、ダイオード、サイリスタ等が挙げられる。受動素子としては、コンデンサ、抵抗体、コイル等が挙げられる。また、これらの能動素子、受動素子等の素子を複数個内蔵しモジュール化した電子部品にも適用できる。

[0366] 本実施形態における回路基板及び半導体装置は、大電流化に適しており、絶縁信頼性及び放熱性に優れる傾向にあることから、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor; 絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) 等のパワー半導体パッケージの用途に好適に用いることができる。

[0367] <第八実施形態の回路シート>

本開示の第八実施形態の回路シートは、複数の回路と、前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、素子が搭載される素子実装面の少なくとも一部及び前記素子実装面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する絶縁部と、を有し、前記素子実装面とは反対側における前記絶縁部の表面は、前記回路の前記素子実装面とは反対側の面よりも前記素子実装面側に凹んでいる、回路シートである。

素子実装面とは反対側における絶縁部の表面は、回路の素子実装面とは反対側の面よりも素子実装面側に凹んでいるため、回路シートにおける素子実装面とは反対側に絶縁層を接着させる際に、回路シートと絶縁部との間の気体が前述の凹んでいる部分を介して回路シートの外側に逃げていくため、回路シートと絶縁部との界面に気泡がトラップされることが抑制される。これ

により、回路基板における部分放電の発生、耐絶縁性の低下等を抑制できる。

- [0368] 絶縁部の表面と、回路の素子実装面とは反対側の面との距離の最大値は、絶縁層と絶縁部との接着性の観点から、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

前述の距離の最大値は、回路シートと絶縁部との界面に気泡がトラップされることを好適に抑制する観点から、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

前述の距離の最大値は、例えば、エッチング処理等により回路の表面を除去したり、ブラスト処理等により回路の表面よりも絶縁部の表面を優先的に除去したりことで調節してもよい。

- [0369] 本開示の回路シートの構成の一例について、図面を参照して説明する。

図9Aに示すように、回路シート230は、回路121と、回路121の間に設けられる絶縁部122と、を備え、素子実装面とは反対側における絶縁部122の表面は、回路121の素子実装面とは反対側の面よりも素子実装面側に凹んでいる。

- [0370] 回路シート230は、回路121の周囲が絶縁部122に覆われており、回路シート230の外周に絶縁部122が位置している。これにより、回路シート230と絶縁部122との間の気体が前述の凹んでいる部分を介して回路シート230の外側に好適に逃げていくため、回路シート230と絶縁部122との界面に気泡がトラップされることが好適に抑制される。

- [0371] 第八実施形態の回路シートの好ましい形態、第八実施形態の回路シートを含む回路基板、及び第八実施形態の回路シートを用いた回路基板の製造方法については、前述の各実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

- [0372] <第九実施形態の回路シート>

本開示の第九実施形態の回路シートは、複数の回路と、前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、発熱体搭載面の少なくとも一部及び前記発熱体搭載面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する絶縁部と、を有し、前記回路において、

前記発熱体搭載面とは反対側の面の高さのばらつきが、平面方向10mmあたり40 μ m以下である、回路シートである。

本開示の回路シートは、発熱体搭載面とは反対側の面の高さのばらつきが、平面方向10mmあたり40 μ m以下であるため、回路における発熱体搭載面とは反対側の面の高さのばらつきが抑制されている。これにより、回路シートの反りも抑制されており、例えば、回路シートと絶縁層とを接着して回路基板を製造する際に、回路シートの反りに起因した割れの発生、界面の剥離等を抑制することができる。

[0373] 回路基板を製造する際における回路シートの反りに起因した割れの発生、界面の剥離等を好適に抑制する観点から、回路において、発熱体搭載面とは反対側の面の高さのばらつきは、平面方向10mmあたり、30 μ m以下であることが好ましく、20 μ m以下であることがより好ましい。回路シートの生産性の観点から、前述の高さのばらつきは、平面方向10mmあたり、5 μ m以上であることが好ましい。

[0374] 本開示の回路シートの構成の一例について、図面を参照して説明する。

図10Aに示すように、本開示の回路シート240は、複数の回路131と、複数の回路131の相対位置を保持する絶縁部132と、を有する。さらに、回路131において、発熱体搭載面とは反対側の面（すなわち、図10Aの鉛直下側の面）の高さのばらつきは、平面方向10mmあたり40 μ m以下である。例えば、発熱体搭載面とは反対側の面の高さのばらつきは、平面方向LmmあたりH μ mである場合、 $H(\mu\text{m})/L(\text{mm}) \leq 40(\mu\text{m})/10(\text{mm})$ を満たす。

[0375] 第九実施形態の回路シートの好ましい形態、第九実施形態の回路シートを含む回路基板、及び第九実施形態の回路シートを用いた回路基板の製造方法については、前述の各実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

[0376] <第十実施形態の回路シート>

本開示の第十実施形態の回路シートは、複数の回路と、前記複数の回路の間に設けられており、前記回路において、発熱体搭載面の少なくとも一部及

び前記発熱体搭載面とは反対側の面の少なくとも一部が露出するように、前記複数の回路の相対位置を保持する絶縁部と、を有し、前記回路の前記発熱体搭載面の高さのばらつきが、平面方向10mmあたり40μm以下である、回路シートである。

本開示の回路シートは、回路の発熱体搭載面の高さのばらつきが、平面方向10mmあたり40μm以下であるため、回路における発熱体搭載面の高さのバラつきが抑制されている。これにより、発熱体の配置、発熱体とボンディングワイヤとの接続等が容易となり、素子実装の作業性が向上する。

[0377] 素子実装の作業性を好適に抑制する観点から、回路において、発熱体搭載面の高さのばらつきは、平面方向10mmあたり、30μm以下であることが好ましく、20μm以下であることがより好ましい。回路シートの生産性の観点から、前述の高さのばらつきは、平面方向10mmあたり、5μm以上であることが好ましい。

[0378] 本開示の回路シートの構成の一例について、図面を参照して説明する。

図11Aに示すように、本開示の回路シート250は、複数の回路141と、複数の回路141の相対位置を保持する絶縁部142と、を有する。さらに、回路141において、発熱体搭載面（すなわち、図11Aの鉛直上側の面）の高さのばらつきは、平面方向10mmあたり40μm以下である。例えば、発熱体搭載面の高さのばらつきは、平面方向L' mmあたりH' μmである場合、 $H' (\mu m) / L' (mm) \leq 40 (\mu m) / 10 (mm)$ を満たす。

[0379] 第十実施形態の回路シートの好ましい形態、第十実施形態の回路シートを含む回路基板、及び第十実施形態の回路シートを用いた回路基板の製造方法については、前述の各実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

[0380] <第十一実施形態のケース付き回路シート>

本開示の第十一実施形態のケース付き回路シートは、複数の回路と、前記複数の回路の一方の面側に設けられた、前記複数の回路の相対位置を保持する保持部と、保持部上に設けられ、前記回路の一方の面側から見て、前記複

数の回路を囲むケースと、を有し、前記複数の回路の他方の面は露出している。

[0381] 複数の回路と、複数の回路の一方の面側に設けられた、複数の回路の相対位置を保持する保持部（例えば、保持シート）と、を備える回路シートは、変形しやすく、複数の回路を放熱部材上に配置された絶縁層等と貼り付ける際のハンドリング性が悪いという問題がある。一方、本開示のケース付き回路シートは、回路シートの発熱体搭載面上に複数の回路を囲むケースが配置されていることで、回路シートが変形しにくく、放熱部材上に配置された絶縁層と、ケース付き回路シートとを容易に貼り付けることができ、ハンドリング性に優れる。

[0382] 本開示のケース付き回路シートについて、保持部は複数の回路から剥離可能であることが好ましい。これにより、ケース付き回路シートを放熱部材上に配置された絶縁層に貼り付けた後で、複数の回路の一方の面側に設けられた保持部を複数の回路から剥離することができ、次いで、複数の回路の一方の面側に発熱体等を搭載したり、ワイヤボンディング等を行ったり、搭載させた発熱体を封止材料で封止したりしてもよい。

[0383] 複数の回路の一方の面側に設けられた保持部を複数の回路から剥離する場合、保持部とともにケースも剥離してもよく、ケースが設けられた部分の保持部をケース付き回路シートに残存させて複数の回路の一方の面上に設けられた保持部を複数の回路から剥離してもよい。

[0384] 複数の回路の一方の面の少なくとも一部は、発熱体が搭載される発熱体搭載面であることが好ましい。また、複数の回路の間には絶縁部が設けられていてもよく、絶縁部が設けられていなくてもよい。

[0385] <第九実施形態の回路基板の製造方法>

本開示の第九実施形態の回路基板の製造方法は、本開示の第十一実施形態のケース付き回路シートと、前記ケース付き回路シートにおける前記回路の露出した他方の面側に配置された絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を加圧する工程を有する。前述の積層体を加圧する方法は特

に制限されず、回路基板の製造工程において一般的に行われる方法から選択でき、他の実施形態に記載の方法を適宜採用してもよい。

- [0386] 本開示の回路基板の製造方法では、保持部は、複数の回路から剥離可能であり、加圧する工程の後、複数の回路の一方の面から保持部を剥離する工程をさらに有することが好ましい。これにより、複数の回路の一方の面側に発熱体等を搭載したり、ワイヤボンディング等を行ったりすることができ、その後、搭載させた発熱体等を封止材料で封止したりすることができる。

実施例

- [0387] 次に、実施例によって本発明を具体的に説明するが、本発明の範囲は実施例に限定されるものではない。

- [0388] [実施例 1 A]

(回路シートの作製)

厚さ 2.0 mm の銅板（型番；C 1 1 0 0 1 / 4 H）を、塩化第二銅水溶液を用いたエッチング加工によって図 1 の回路を形成した。回路の周囲には幅 510 μ m の段差を設けた。回路の内部に設けられた絶縁部と回路の外部に設けられた絶縁部とを接続させるための段差（幅 1.0 mm）を設けた。これら段差の厚さは 1 mm であった。回路の側面及び段差の Ra はそれぞれ 2.0 μ m であった。

段差が形成された回路の素子実装面に 25 μ m のポリイミドフィルム（弾性率；5 GPa）と粘着層（厚さ；10 μ m）とが積層された保護フィルムを用いて貼り付け、保護フィルム付きの回路シートとした。

次いで、トランスファー成型機を用いて、エポキシ系の絶縁材料（日立化成株式会社）を用いて成型圧力 7 MPa、硬化時間 300 秒の条件でトランスファー成型を行った。絶縁部の厚さは 1.99 mm であった。

- [0389] (評価)

得られた回路シートの回路と絶縁部との境界を 400 倍の顕微鏡で観察したところ良好に接着していた。回路シートを封止するシリコンゲルの代替として水を用い、回路と絶縁部との境界から気泡が発生するか否か評価した。

具体的には、回路を水中に投入した後、水を80℃に加熱したところ、回路と絶縁部との境界から気泡は発生しなかった。

[0390] (回路基板の作製)

上記で得られた回路シートを乾燥させ、回路シート的一方の面に保護フィルムを再度貼り付け、粗化液（マクダーミッド・パフォーマンス・ソリューションズ社製、商品名；マルチボンド150）を用いて、回路シートの他方の面のRaが1.0μmになるように粗化処理を行った。その後、保護フィルムを回路シートから剥離した。保護フィルムが剥離された面のRaを測定したところ、0.2μmであった。

次に、放熱部材として厚さ2.0mmの銅板（型番；C1100 1/4 H）を準備し、この銅板的一方の面に対して上記と同様の粗化処理を施した。粗化処理後にて、銅板的一方の面のRaは1.0μmであった。

放熱部材、絶縁層形成用フィルム（日立化成株式会社製、HT1500）、保護フィルムを剥離除去した回路シートを、放熱部材における粗化処理した面が絶縁層形成用フィルム側になるようにこの順で積層した後、180℃、3時間、4MPaの条件で加圧圧着し、回路基板を作製した。

[0391] (評価)

作製した回路基板を290℃10分のリフロー試験を実施したところ、回路と絶縁部との剥離、及び、回路の底面と絶縁層との剥離はともに見られなかった。作製した回路基板では素子実装も良好に行うことができた。回路をシリコンゲルの代替である水の中に投入し、80℃に加熱したところ、回路と絶縁部との境界から気泡は発生しなかった。

回路と放熱部材との間に1.0kVの電圧をかけたところ、絶縁破壊することなく耐絶縁性が良好であった。隣接する回路間に1.0kVの電圧をかけたところ、絶縁破壊することなく耐絶縁性が良好であった。

[0392] [実施例2A]

実施例1Aにおいて回路の周囲には幅1000μmの段差を設けた。さらに、回路の内部に設けられた絶縁部と回路の外部に設けられた絶縁部とを接

続させるための段差（幅 $510\ \mu\text{m}$ ）を設け、これら段差の厚さを $0.5\ \text{mm}$ とし、回路の側面及び段差の R_a をそれぞれ $1.0\ \mu\text{m}$ とした以外は実施例 1 A と同様の方法で回路シートを作製した。

[0393] （評価）

得られた回路シートの回路と絶縁部との境界を 400 倍の顕微鏡で観察したところ良好に接続していた。回路をシリコンゲルの代替である水の中に投入し、 80°C に加熱したところ、回路と絶縁部との境界から気泡が発生しなかった。

[0394] （回路基板の作製及び評価）

作製した回路シートを用い実施例 1 A と同様の方法で回路基板を作製した。作製した回路基板では素子実装も良好に行うことができた。回路をシリコンゲルの代替である水の中に投入し、 80°C に加熱したところ、回路と絶縁部との境界から気泡は発生しなかった。

回路と放熱部材との間に $1.0\ \text{kV}$ の電圧をかけたところ、絶縁破壊することなく耐絶縁性が良好であった。隣接する回路間に $1.0\ \text{kV}$ の電圧をかけたところ、絶縁破壊することなく耐絶縁性が良好であった。

[0395] [比較例 1 A]

実施例 1 A において段差を設けなかった以外は実施例 1 A と同様の方法で回路シートを作製した。

[0396] （評価）

得られた回路シートの回路と絶縁部との境界を 400 倍の顕微鏡で観察したところ回路と絶縁部との境界に剥離が生じていた。回路をシリコンゲルの代替である水の中に投入し、 80°C に加熱したところ、回路と絶縁部との境界から気泡が発生した。

[0397] （回路基板の作製及び評価）

作製した回路シートを用い実施例 1 A と同様の方法で回路基板を作製した。作製した回路基板では素子実装を良好に行うことができた一方、回路をシリコンゲルの代替である水の中に投入し、 80°C に加熱したところ、回路と

絶縁部との境界から気泡が発生した。

隣接する回路間に 1.0 kV の電圧をかけたところ、絶縁破壊することはなかったが、0.8 kV で部分放電が発生した。回路と放熱部材との間に 1.0 kV の電圧をかけたところ、0.7 kV で絶縁破壊した。回路基板の断面を切断し、切断面を観察したところ、回路と絶縁部との境界付近の絶縁部が破損していた。

[0398] [実施例 1 C]

(回路の作製)

厚さ 2.0 mm の銅板（型番；C 1 1 0 0 1 / 4 H）に対してエッチング加工によって回路を形成した。

回路の素子実装面に 25 μ m のポリイミドフィルム（弾性率；5 GPa）と粘着層（厚さ；10 μ m）とが積層された保護フィルムを用いて図 3 D の配置で貼り付け、回路を仮固定した。

[0399] (回路シートの作製)

トランスファー成型機を用いて、成型圧力 7 MPa、硬化時間 300 秒の条件にてエポキシ系の絶縁材料（日立化成株式会社）で回路間を充填するようにトランスファー成型を行った。その後、保護フィルムを剥離し長さ 80 mm、幅 40 mm の回路シートを得た。マイクロゲージを用いて 4 隅及び中央の厚さを測定したところ厚さのばらつきは $\pm 5 \mu$ m であった。

[0400] (反り量の測定)

回路シートを平坦面に静置し、高さゲージを用いて、中央の高さと 4 隅の高さを測定した。この時回路シートは中央部が凸になるような向きで配置している。

反り量は以下の式にて求め、以下の評価基準にて評価した。

(反り量) = (中央の高さ) - (4 隅の高さ平均)

[評価基準]

A：回路シートの反り量が 50 μ m 以下であり、良好

B：回路シートの反り量が 50 μ m 超であり、不良

[0401] 実施例 1 C にて得られた回路シートの反り量を測定したところ、反り量は $30\ \mu\text{m}$ であり、反り評価は良好であった。

[0402] [実施例 2 C ~ 1 2 C]

実施例 1 C において銅板の厚さと回路のパターン形状を表 1 に示す通りに変更した以外は同様の方法で回路シートを作製した。いずれの実施例においても厚さのばらつきは $\pm 5\ \mu\text{m}$ 以内であった。

反り評価の結果を表 1 に示す。

[0403] [比較例 1 C]

実施例 1 C において、パターン形状を図 3 H にした以外は同様の方法で回路シートを作製した。厚さのばらつきは $\pm 5\ \mu\text{m}$ 以内であった。回路シートの反り量は $190\ \mu\text{m}$ であり、反り評価は不良であった。

[0404] [比較例 2 C ~ 9 C]

実施例 1 C において銅板の厚さと回路のパターン形状を表 1 に示す通りに変更した以外は同様の方法で回路シートを作製した。いずれの比較例においても厚さのばらつきは $\pm 5\ \mu\text{m}$ 以内であった。

結果を表 1 に示す。

[0405]

[表1]

	回路				絶縁部
	厚さ(mm)	反り量(μm)	パターン	反り評価	厚さ(mm)
実施例 1 C	2.00	30	図3D	A	1.98
実施例 2 C	1.50	42	図3D	A	1.49
実施例 3 C	3.00	20	図3D	A	2.73
実施例 4 C	2.00	35	図3E	A	1.99
実施例 5 C	1.50	44	図3E	A	1.49
実施例 6 C	3.00	30	図3E	A	2.80
実施例 7 C	2.00	10	図3F	A	1.99
実施例 8 C	1.50	19	図3F	A	1.46
実施例 9 C	3.00	6	図3F	A	2.87
実施例 10 C	2.00	8	図3G	A	1.99
実施例 11 C	1.50	17	図3G	A	1.46
実施例 12 C	3.00	8	図3G	A	2.88
比較例 1 C	2.00	190	図3H	B	1.98
比較例 2 C	1.50	210	図3H	B	1.47
比較例 3 C	3.00	172	図3H	B	2.89
比較例 4 C	2.00	220	図3I	B	1.97
比較例 5 C	1.50	234	図3I	B	1.44
比較例 6 C	3.00	180	図3I	B	2.95
比較例 7 C	2.00	175	図3J	B	1.94
比較例 8 C	1.50	190	図3J	B	1.45
比較例 9 C	3.00	168	図3J	B	2.75

[0406] 図3D～図3Gに示す回路シートは、回路31の素子実装面から見て、二つの回路31の間を通り、かつ素子実装面に対して平行である任意の方向の直線上に少なくとも一つの回路31が位置していた。一方、図3H～図3Jに示す回路シートは、回路31の素子実装面から見て、二つの回路31の間を通り、かつ素子実装面に対して平行である少なくとも一つの直線上に回路31が存在しない構成を有していた。

実施例1C～12Cでは、回路シートが図3D～図3Gに示される何れかの構造を有するため、回路シートの反りの発生を抑制することができた。

[0407] [実施例13C]

放熱部材として厚さ2.0mmの銅板（型番；C1100 1/4H）の一方面に、絶縁層形成用フィルム（日立化成株式会社、HT1500）を配置し、ラミネータを用いて仮圧着した。さらに絶縁層上に実施例1Cで作製した回路シートを配置し、180℃、3時間、4MPaの条件で加圧圧着した。回路シートの中央部が絶縁層と反対方向に凸になるように回路基板を配置した。

実施例1Cと同様の方法で放熱部材を含む回路基板の厚さを測定したところばらつきは $\pm 5\mu\text{m}$ であった。実施例1Cと同様の方法で回路基板の反り量を測定したところ、 $25\mu\text{m}$ であり、反り評価は良好であった。

[0408] [実施例14C、15C]

実施例13Cにおいて、パターン形状、回路シートの厚さ、及び放熱部材の厚さを表2に示す通りに変更した以外は同様の方法で回路基板を作製した。いずれも厚さばらつきは $\pm 5\mu\text{m}$ 以内であった。回路基板の反り量も $50\mu\text{m}$ 以下であり、反り評価は良好であった。

[0409] [実施例16C]

実施例13Cにおいて、回路間を絶縁部で充填しなかった以外は同様の方法で回路基板を作製した。回路基板の反り量は $22\mu\text{m}$ であり、反り評価は良好であった。

[0410] [実施例17C]

実施例16Cにおいて、パターン形状、回路シートの厚さ、及び放熱部材の厚さを表2に示す通りに変更した以外は同様の方法で回路基板を作製した。回路基板の反りは $50\mu\text{m}$ 以下であり、反り評価は良好であった。

[0411] [比較例10C～12C]

実施例13Cにおいて、パターン形状、回路シートの厚さ、及び放熱部材の厚さを表2に示す通りに変更した以外は同様の方法で回路基板を作製した。いずれも厚さばらつきは $\pm 5\mu\text{m}$ 以内であったが、回路基板の反りも $50\mu\text{m}$ より大きく、反り評価は不良であった。

[0412] [比較例13～15]

比較例 10～12 において、回路間を絶縁部で充填しなかった以外は同様の方法で回路基板を作製した。回路基板の反りは $50\text{ }\mu\text{m}$ より大きく、反り評価は不良であった。さらに、圧着時の圧力による放熱部材の変形も発生していた。なお、絶縁部を設けた比較例では放熱部材の変形は見られなかった。

[0413] [表2]

	回路			放熱部材	回路基板	
	厚さ(mm)	パターン	絶縁部	厚さ(mm)	反り量(μm)	反り評価
実施例 13C	2.00	図3D	あり	2.00	25	A
実施例 14C	1.50	図3E	あり	1.00	38	A
実施例 15C	3.00	図3F	あり	5.00	10	A
実施例 16C	2.00	図3D	なし	2.00	22	A
実施例 17C	1.50	図3E	なし	1.00	30	A
実施例 18C	3.00	図3F	なし	5.00	9	A
比較例 10C	2.00	図3H	あり	2.00	80	B
比較例 11C	1.50	図3I	あり	1.00	120	B
比較例 12C	3.00	図3J	あり	5.00	62	B
比較例 13C	2.00	図3H	なし	2.00	90	B
比較例 14C	1.50	図3I	なし	1.00	150	B
比較例 15C	3.00	図3J	なし	5.00	75	B

[0414] 実施例 13C～18C では、回路シートが図 3D～図 3F に示される何れかの構造を有するため、回路基板の反りの発生を抑制することができた。

[0415] <実施例 1D>

(回路の作製)

厚さ 2.0 mm の銅板（型番；C1100 1/4H）を用いて、プレスによる打ち抜き加工によって幅 3.0 mm × 長さ 10 mm × 高さ 2.0 mm の回路を形成した。回路の一方の面（素子実装面）は、銅板の切断面に対して直角に交差する平坦面であり、もう一方の面は、コーナー部分の曲率半径が 0.03 mm であった。

形成した4つの回路の素子実装面側に、厚さ $25\text{ }\mu\text{m}$ のポリイミドフィルム（曲げ弾性率； 5 GPa ）と粘着層（厚さ； $10\text{ }\mu\text{m}$ ）とが積層された保

護フィルムの粘着層側を貼り付けた。

[0416] (回路シートの作製)

保護フィルムが貼り付けられた回路の間に絶縁部をトランスファー成型により形成した。具体的には、トランスファー成型機の180℃に加熱した一対の金型A、Bで回路を挟み、金型を平行に保ったまま、回路間および回路の周囲を覆うように、エポキシ系の絶縁材料（日立化成株式会社製）を成型圧力7MPaで充填し、硬化時間300秒で硬化した。その後、保護フィルムを剥離し回路シートを得た。保護フィルムはフィルム状であり、剥離は容易に行えた。回路シートの反りも加圧積層に支障のない程度であった。

[0417] 回路シートの絶縁部と隣接する回路との高低差の最大値 d 及び d' を高さ測定器で測定し、回路と絶縁部とが厚さ方向において重なる部分の幅を平面測長機で測定した。結果を表3に示す。なお、素子実装面側の重なる部分の幅はほとんど観測できなかつたため $<1\mu\text{m}$ としている。

[0418] <実施例2D～6D>

回路の加工方法、回路の厚さ、保護フィルムの厚さおよび曲げ弾性率を表3に記載の通りに変更したこと以外は実施例1Dと同様の方法で回路シートを作製した。実施例2D～6Dのいずれも保護フィルムの剥離は容易に行えた。回路シートの反りも加圧積層に支障のない程度であった。なお、エッチングでの回路形成は、銅板を塩化第二鉄で両面からエッチングすることによって行った。

[0419] <比較例1D>

実施例1Dで使用した保護フィルムを用いずに回路の両面に金型A、Bをそれぞれ直接当接して絶縁層を形成したこと以外は実施例1Dと同様にして回路シートを作製した。その結果、 $d=0\mu\text{m}$ 、 $d'=0\mu\text{m}$ 、素子実装面側の重なる部分の幅が $12\mu\text{m}$ であった。また、金型A、Bとの離型の際に、回路シートが一方に貼り付き、金型からの離型が困難であった。

[0420]

[表3]

No.	回路		保護フィルム		絶縁部と回路の高低差		異なる部分の幅	
	加工方法	厚み(mm)	厚み (μm) *	曲げ弾性率 (Gpa)	d (μm)	d' (μm)	素子実装面 (μm)	絶縁層面 (μm)
実施例 1D	打ち抜き	2.0	25(5)	5.0	20	3	< 1	40
実施例 2D	打ち抜き	3.0	25(5)	5.0	22	2	< 1	42
実施例 3D	打ち抜き	1.0	25(5)	5.0	18	3	< 1	40
実施例 4D	エッチング	2.0	100(5)	9.4	7	2	< 1	10
実施例 5D	エッチング	2.0	50(5)	5.0	10	4	< 1	11
実施例 6D	エッチング	2.0	25(5)	3.0	50	5	< 1	10

* () 内は粘着層厚み

[0421] <実施例 7 D>

(回路基板の作製)

実施例 1 D で作製した回路シートの素子実装面と逆の面側に、B ステージの絶縁層（厚さ $210\mu\text{m}$ 、日立化成株式会社、製品名；HT1500）と、放熱部材として銅板（型番；C1100 1/4H）をこの順で配置して積層体を得た。この積層体の回路シート側にクッション材として厚さ 2.0mm のフッ素ゴムシートをあてがって、加圧積層して回路基板を作製した。加圧積層時の条件は、圧力； 4MPa 、温度； 180°C 、加圧時間；3時間とし、真空状態で実施した。

積層後の回路基板は、素子実装面の回路に絶縁材料がほとんどはみ出しておらず、かつ絶縁部に凹みがあるため、素子の位置合わせが容易に行えるとともに良好に搭載することができた。また、回路と絶縁層間、および放熱部材と絶縁層間には剥離がなく、良好に接着できた。

[0422] <実施例 8 D～12 D>

実施例 2 D～6 D で作製した回路シートを用いたこと以外は実施例 1 D と同様にして回路基板を作製した。

[0423] <実施例 13 D>

クッション材を積層体（三井化学東株式会社、商品名；オピュラン、品番；CR1012MT4）に変更したこと以外は実施例 1 D と同様にして回路基板を作製した。

[0424] <実験例 1 >

比較例 1 D で作製した回路シートを用いたこと以外は実施例 1 D と同様にして回路基板を作製した。その結果、絶縁層と回路シート間は剥離なく良好に接続されていたものの、素子実装面の回路に絶縁材料がはみ出した部分があること、および絶縁部に凹みがないことから素子の接続性および作業性ともに実施例に劣っていた。

[0425] <実施例 1 E >

(回路の作製)

厚さ 2.0 mm の銅板 (型番 ; C 1 1 0 0 1 / 4 H) を用いて、プレスによる打ち抜き加工によって、幅 3.0 mm × 長さ 10 mm × 高さ 2.0 mm の回路を形成した。

形成した 4 つの回路の素子実装面に 25 μ m のポリイミドフィルム (弾性率 ; 5 GPa) と粘着層 (厚さ ; 10 μ m) とが積層された保護フィルムを貼り付けた。

[0426] (粗化形状の作製)

粗化液 (マクダーミッド・パフォーマンス・ソリューションズ社製、商品名 ; マルチボンド 150) を用いて、保護フィルムを貼り付けていない面の粗化処理を行った。処理後の回路と下面の表面粗さ (R_a) を表面粗さ計で測定したところ、どちらも 1.0 μ m (比表面積 ; 1.9) であった。

[0427] 次に、厚さ 2.0 mm の銅板 (型番 ; C 1 1 0 0 1 / 4 H) の一方の面に対して上記と同様の粗化処理を施し、表面粗さ (R_a) が 1.0 μ m (比表面積 ; 1.9) の銅板を準備した。粗化処理を施した面に絶縁層形成用ワニス (日立化成株式会社製、HT 1500) を塗布し、乾燥して絶縁層とした。

[0428] 粗化処理を施した回路を、下面が絶縁層側になるように配置し、180℃、3 時間、4 MPa の条件で圧着し、保護フィルムを剥離して、素子実装面と逆の面に絶縁層が配置され、かつ回路の側面の一部 (下面からの高さが 150 μ m まで) が絶縁層で覆われた

状態の回路シートを作製した。絶縁層の厚さは $210\mu\text{m}$ であった。素子実装面の表面粗さ (R_a) は $0.1\mu\text{m}$ (比表面積; 1.04) であった。

[0429] 作製した回路シートに対し、 290°C 、 10 分のリフロー試験を実施したところ、回路の側面及び下面からの絶縁層の剥離は見られなかった。素子実装も良好に行えた。

[0430] <実施例 2 E>

実施例 1 E において、回路の側面及び下面の表面粗さ (R_a) がそれぞれ $2.0\mu\text{m}$ (比表面積; 2.6) になるように粗化処理を行ったこと以外は同様の方法で回路シートを作製した。

作製した回路シートに対し、 290°C 、 10 分のリフロー試験を実施したところ、回路の側面及び下面からの絶縁層の剥離は見られなかった。素子実装も良好に行えた。

[0431] <実施例 3 E>

実施例 1 E において、回路の側面及び下面の表面粗さ (R_a) がそれぞれ $0.65\mu\text{m}$ (比表面積; 1.65) になるように粗化処理を行ったこと以外は同様の方法で回路シートを作製した。

作製した回路シートに対し、 290°C 、 10 分のリフロー試験を実施したところ、回路の側面及び下面からの絶縁層の剥離は見られなかった。素子実装も良好に行えた。

[0432] <実施例 4 E>

実施例 1 E と同様にして粗化処理を行った後、トランスファー成型機を用いて、エポキシ系の絶縁材料 (日立化成製) を成型圧力 7MPa 、硬化時間 300 秒で回路の間に充填して絶縁部を形成した。その後、保護フィルムを剥離した。

実施例 1 E で使用した絶縁層形成用ワニスに代えて、B ステージの絶縁層形成用樹脂シート (日立化成株式会社製、HT1500) を用いたこと以外は同様の方法で、素子実装面と逆の面に絶縁層が配置された回路シートを作製した。仕上がりの絶縁層の厚さは $205\mu\text{m}$ であった。

作製した回路シートに対し、290℃、10分のリフロー試験を実施したところ、回路からの絶縁層の剥離、および回路からの絶縁部との剥離は見られなかった。素子実装も良好に行えた。

[0433] <実施例 5 E>

実施例 4 E において、銅板の打ち抜き加工に代えて塩化第二鉄水溶液を用いたエッチングによって回路を形成した以外は同様の方法で回路シートを作製した。

回路の側面の表面粗さ (Ra) は 1.5 μm (比表面積; 2.2) であり、素子実装面と逆の面の表面粗さ (Ra) は 1.0 μm (比表面積; 1.9) であった。素子実装面の表面粗さ (Ra) は 0.11 μm (比表面積; 1.05) であった。

作製した回路シートに対し、290℃、10分のリフロー試験を実施したところ、回路からの絶縁層の剥離、および回路からの絶縁部との剥離は見られなかった。素子実装も良好に行えた。

[0434] <実施例 6 E>

回路の素子実装面に保護フィルムを貼り付けないこと以外は実施例 1 E と同様の方法で、回路のすべての面を粗化处理した。その後、実施例 1 E と同様にして回路の素子実装面に保護フィルムを貼り付け、絶縁層に圧着して回路シートを作製した。その後、保護フィルムを剥離し、露出した回路の素子実装面と絶縁層で覆われていない側面の一部に無電解 Ni めっきを 2.5 μm 厚さになるように行った。めっき後の素子実装面の表面粗さ (Ra) は 0.14 μm (比表面積; 1.1) であった。

めっき後の回路シートに対し、290℃、10分のリフロー試験を実施したところ、回路の側面及び下面と絶縁層の剥離は見られなかった。素子実装も良好に行えた。

[0435] <比較例 1 E>

実施例 1 E において、回路の粗化处理を行わなかったこと以外は同様の方法で回路シートを作製した。回路の側面と下面の表面粗さ (Ra) はそれぞれ

れ $0.11\mu\text{m}$ （比表面積； 1.05 ）であり、素子実装面の表面粗さ（ R_a ）も $0.11\mu\text{m}$ （比表面積； 1.05 ）であった。

作製した回路シートに対し、 290°C 、 10 分のリフロー試験を実施したところ、回路の側面及び下面から絶縁層が剥離し、回路が絶縁層から脱落した。

[0436] ＜比較例 2 E＞

実施例 1 E において、回路の素子実装面と逆の面のみに粗化处理を施し、素子実装面と側面の表面粗さ（ R_a ）がそれぞれ $0.11\mu\text{m}$ （比表面積； 1.05 ）であり、素子実装面と逆の面の表面粗さ（ R_a ）が $1.0\mu\text{m}$ （比表面積； 1.9 ）である回路を用いたこと以外は同様にして回路シートを作製した。

作製した回路シートに対し、 290°C 、 10 分のリフロー試験を実施したところ、回路の側面から絶縁層が剥離した。

[0437] [参考例 1]

ベース基板上に、絶縁層と、ベース基板側とは反対側における直方形状の面に感圧紙を設けた銅板と、がこの順に積層された積層体を準備し、回路の素子実装面側及び積層体のベース基板側に相対するクッション材を配置し、さらに、回路及び絶縁層の側面の内、対向する2つの面と接するようにスペーサ部材をベース基板上に配置した状態で、図 7 B に示すように積層体を加圧した。

[0438] 各部材の条件及び加圧条件は以下の通りである。

（各部材の条件）

ベース基板・・・材質：銅、厚さ： $2000\mu\text{m}$ 、

銅板・・・幅： 100mm 、長さ： 50mm 、厚さ： 2.0mm

絶縁層・・・絶縁材料の材質：日立化成株式会社、商品名；HT1500、厚さ： $210\mu\text{m}$

スペーサ部材・・・材質：銅、厚さ：銅板及び絶縁層の合計厚さよりも $50\mu\text{m}$ 小さい

(加圧条件)

圧力・・・4 MPa

加熱温度・・・100℃

加圧時間・・・5分

[0439] 加圧した後の積層体について、加圧時の圧力分布、反りの発生及び層間剥離の発生を以下のようにして評価した。評価基準は以下の通りであり、各評価の結果を表4に示す。

[0440] (加圧時の圧力分布)

加圧した後の積層体における感圧紙の着色状況から銅板における圧力分布を確認した。評価基準は以下の通りである。

評価A・・・(最低圧力箇所の圧力) / (最大圧力箇所の圧力) > 0.8

評価B・・・ $0.5 < (\text{最低圧力箇所の圧力}) / (\text{最大圧力箇所の圧力}) \leq 0.8$

評価C・・・(最低圧力箇所の圧力) / (最大圧力箇所の圧力) ≤ 0.5

[0441] (反りの発生)

加圧した後の積層体について、平面に積層体を静置し、厚さゲージにて積層体の浮き量を測定することにより反りの発生を評価した。評価基準は以下の通りである。

評価A・・・50 μm 未満

評価B・・・50 μm 以上 70 μm 未満

評価C・・・70 μm 以上

[0442] (層間剥離の発生)

加圧した後の積層体について、超音波探傷法（プローブ：25 MHz）により層間剥離の発生を評価した。評価基準は以下の通りである。

評価A・・・剥離箇所がない

評価B・・・剥離が発生しているが、最大0.5 mm以上の剥離がない

評価C・・・最大0.5 mm以上の剥離が発生

[0443] [参考例2]

参考例 1 にて回路及び絶縁層の側面の内、対向する 2 つの面と接するようにベース基板上に配置したスペーサ部材について、その厚さを銅板及び絶縁層の合計厚さよりも $250\text{ }\mu\text{m}$ 小さいスペーサ部材に変更した以外は参考例 1 と同様の操作を行った。結果を表 4 に示す。

[0444] [参考例 3]

参考例 1 にてスペーサ部材を配置しなかった以外は参考例 1 と同様の操作を行った。結果を表 4 に示す。

[0445] [表 4]

	スペーサ部材 の有無	銅板及び絶縁層の合計厚さ－ スペーサ部材の厚さ (μm)	加圧時の 圧力分布	反りの発生 (μm)	層間剥離 の発生
参考例 1	有り	50	0.9 ; A	30;A	A
参考例 2	有り	250	0.8 ; B	60;B	A
参考例 3	無し	－	0.4 ; C	120;C	C

[0446] 表 4 に示すように、スペーサ部材を用いた参考例 1 及び参考例 2 では、スペーサ部材を用いなかった参考例 3 と比較して加圧時の圧力分布のバラつきが小さく、加圧した後の積層体について、反りの発生及び層間剥離の発生が抑制されていた。

[0447] [実施例 1]

以下の回路、絶縁層及び放熱部材を用い、回路、絶縁層及び放熱部材がこの順で積層された回路基板を準備した。

回路…材質；銅、厚さ； $500\text{ }\mu\text{m}$ 、サイズ； $20\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ （絶縁層と反対面の面積）、 $19.2\text{ mm}\times 19.2\text{ mm}$ （絶縁層側の面積）

絶縁層…材質；HT1500（日立化成株式会社）、熱伝導率； $10\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、厚さ； $210\text{ }\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{ mm}\times 30\text{ mm}$

放熱部材…材質；銅、厚さ； $1000\text{ }\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{ mm}\times 30\text{ mm}$

[0448] 上記の回路表面に発熱体を設け、 $15\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ で昇温し、回路表面の温度が $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ に到達した段階で、発熱を停止して冷却し、回路表面の $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで下がった段階で再度上記の条件で昇温するサイクルを250回繰り返した

。

その後、超音波探傷検査によって絶縁層と、回路及び放熱部材との剥離の有無を確認した。評価基準は以下の通りである。その結果、実施例1の回路基板では、評価はAであった。

評価A・・・剥離箇所がない。

評価B・・・最大0.5mm以上の剥離がない。

評価C・・・最大0.5mm以上の剥離が発生。

[0449] [実施例2]

以下の回路、絶縁層及び放熱部材を用い、回路、絶縁層及び放熱部材がこの順で積層された回路基板を準備した。

回路…材質；銅、厚さ； $2000\mu\text{m}$ 、サイズ； $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ （絶縁層と反対面の面積）、 $19.2\text{mm}\times 19.2\text{mm}$ （絶縁層側の面積）

絶縁層…材質；HT1500（日立化成株式会社）、熱伝導率； $10\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、厚さ； $120\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

放熱部材…材質；銅、厚さ； $2000\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

上記と同じサイクル試験を実施した。その結果、実施例2の回路基板では、評価はAであった。

[0450] [実施例3]

以下の回路、絶縁層及び放熱部材を用い、回路、絶縁層及び放熱部材がこの順で積層された回路基板を準備した。

回路…材質；銅、厚さ； $750\mu\text{m}$ 、サイズ； $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ （絶縁層と反対面の面積）、 $19.2\text{mm}\times 19.2\text{mm}$ （絶縁層側の面積）

絶縁層…材質；HT1500（日立化成株式会社）、熱伝導率； $10\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、厚さ； $120\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

放熱部材…材質；銅、厚さ； $500\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

上記と同じサイクル試験を実施した。その結果、実施例3の回路基板では、評価はAであった。

[0451] [比較例1]

以下の回路、絶縁層及び放熱部材を用い、回路、絶縁層及び放熱部材がこの順で積層された回路基板を準備した。

回路…材質；銅、厚さ； $400\mu\text{m}$ 、サイズ； $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ （絶縁層と反対面の面積）、 $19.2\text{mm}\times 19.2\text{mm}$ （絶縁層側の面積）

絶縁層…材質；HT1500（日立化成株式会社）、熱伝導率； $10\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、厚さ； $210\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

放熱部材…材質；銅、厚さ； $500\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

上記と同じサイクル試験を実施した。その結果、比較例1の回路基板では、評価はCであった。

[0452] [比較例2]

以下の回路、絶縁層及び放熱部材を用い、回路、絶縁層及び放熱部材がこの順で積層された回路基板を準備した。

回路…材質；銅、厚さ； $450\mu\text{m}$ 、サイズ； $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ （絶縁層と反対面の面積）、 $19.2\text{mm}\times 19.2\text{mm}$ （絶縁層側の面積）

絶縁層…材質；HT1500（日立化成株式会社）、熱伝導率； $10\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、厚さ； $105\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

放熱部材…材質；銅、厚さ； $600\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

上記と同じサイクル試験を実施した。その結果、比較例2の回路基板では、評価はCであった。

[0453] [比較例3]

以下の回路、絶縁層及び放熱部材を用い、回路、絶縁層及び放熱部材がこの順で積層された回路基板を準備した。

回路…材質；銅、厚さ； $1000\mu\text{m}$ 、サイズ； $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ （絶縁層と反対面の面積）、 $19.2\text{mm}\times 19.2\text{mm}$ （絶縁層側の面積）

絶縁層…材質；HT1500（日立化成株式会社）、熱伝導率； $10\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、厚さ； $105\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

放熱部材…材質；銅、厚さ； $1000\mu\text{m}$ 、サイズ； $30\text{mm}\times 30\text{mm}$

上記と同じサイクル試験を実施した。その結果、比較例2の回路基板では

、評価はCであった。

符号の説明

- [0454] 1…回路
 2…絶縁部
 3…段差
 10、20…回路シート
 11、11'、21…回路
 12…絶縁層
 13…放熱部材
 14、24…絶縁部
 15…クッション材
 16、26…回路シート
 110、120、130…回路基板
 A、B…外周縁部
 31…回路
 32…絶縁部
 33…別の回路
 34…高弾性部材
 140、150、160…回路シート
 41…回路
 42…絶縁部
 43…回路と絶縁部とが重なる部分
 170…回路シート
 51…回路
 52…絶縁部
 53…絶縁層
 180…回路シート
 70…回路シート

6 1、7 1 …回路
6 2、7 2 …絶縁部
6 3、7 3 …ケース
6 4、7 4 …発熱体
6 5、7 5 …ボンディングワイヤ
6 6、7 6 …封止部
6 7、7 7 …絶縁層
6 8、7 8 …放熱部材
7 9 …熱伝導シート
8 0 …ベース板
1 9 0 …ケース付き回路シート
1 0 1 …回路
1 0 2 …絶縁層
1 0 3、1 0 4 …ベース基板
2 0 0、2 1 0 …積層体
1 0 5 …加圧手段
1 0 6 …クッション材
1 0 7、1 0 8 …スペーサ部材
1 1 2 回路
1 1 3 絶縁層
1 1 5 放熱部材
2 2 0 回路基板
1 2 1 回路
1 2 2 絶縁層
2 3 0 回路シート
1 3 1 回路
1 3 2 絶縁層
2 4 0 回路シート

1 4 1 回路

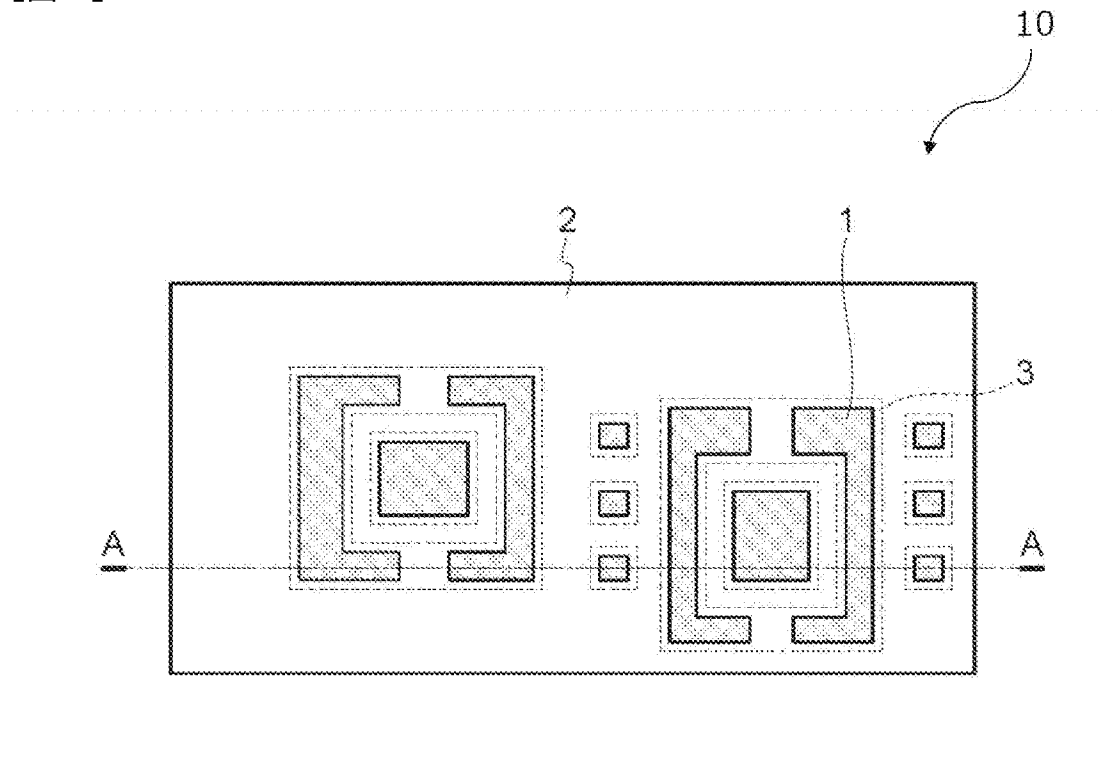
1 4 2 絶縁層

2 5 0 回路シート

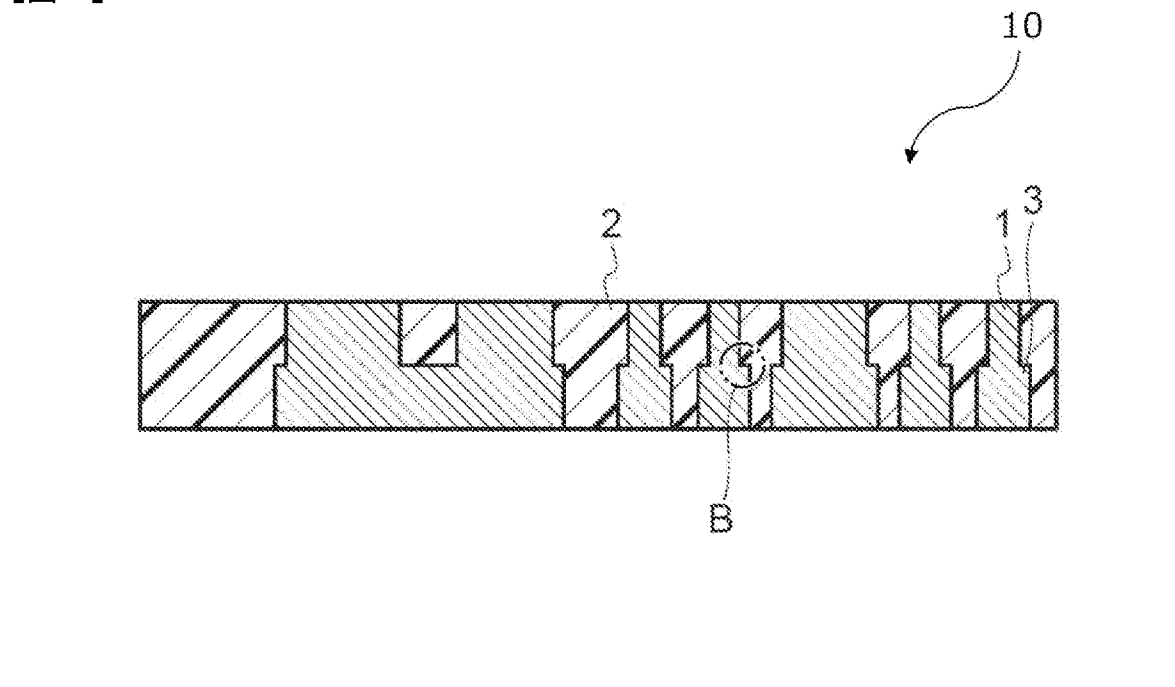
請求の範囲

- [請求項1] 導体からなる回路と、前記回路の間の空間に設けられる絶縁部と、を備え、前記回路における、素子実装面と、前記素子実装面と逆の面との間の側面は段差を有し、前記段差が前記絶縁部で覆われてなる回路シート。
- [請求項2] 前記段差が前記素子実装面及び前記素子実装面と逆の面の少なくとも一方と平行な面を有する請求項1に記載の回路シート。
- [請求項3] 前記回路は、前記回路の厚さ方向における前記回路の断面形状が略T字形状となる領域を有する請求項1又は請求項2に記載の回路シート。
- [請求項4] 前記回路の厚さ方向に見たときに、前記段差が、前記回路の外周に設けられている請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の回路シート。
- [請求項5] 前記回路の厚さ方向に見たときに、前記段差が、前記回路の内部に設けられており、前記回路の内部の空間に設けられる前記絶縁部は、前記回路の外周の空間に設けられる前記絶縁部と2箇所以上で接続している請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の回路シート。
- [請求項6] 前記側面の表面粗さは、前記素子実装面の表面粗さ及び前記素子実装面と逆の面の表面粗さの少なくとも一方よりも大きい請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の回路シート。
- [請求項7] 請求項1～請求項6のいずれか1項に記載の回路シートと、前記素子実装面と逆の面に接するように配置される絶縁層と、前記絶縁層に接するように配置される放熱部材と、をこの順に有する回路基板。
- [請求項8] 請求項1～請求項6のいずれか1項に記載の回路シートと、前記素子実装面と逆の面に配置される絶縁層と、放熱部材と、をこの順に配置した状態の積層体を厚さ方向に加圧する工程を有する回路基板の製造方法。

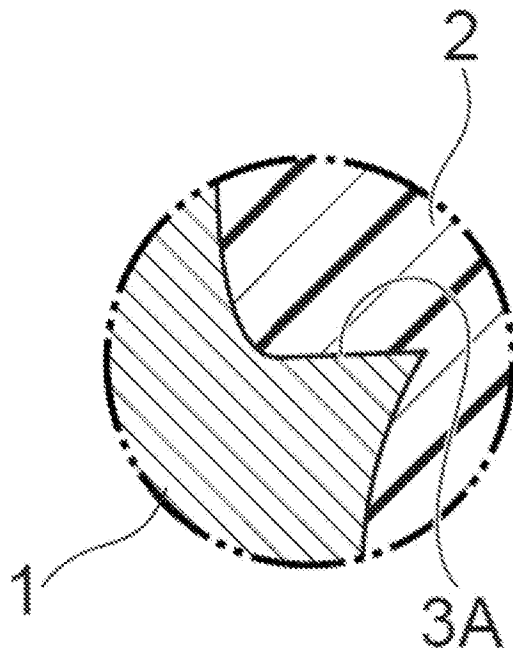
[図1A]



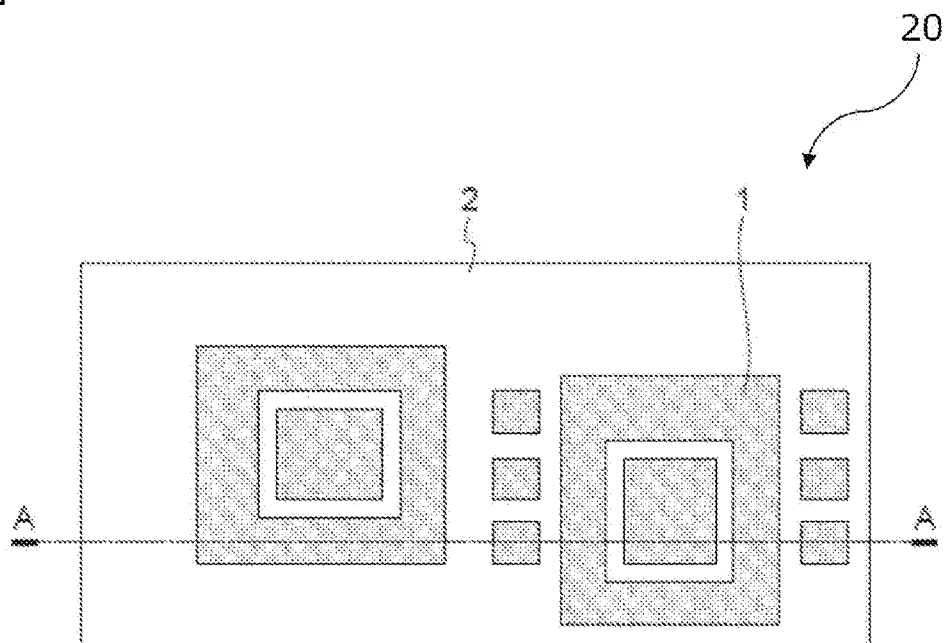
[図1B]



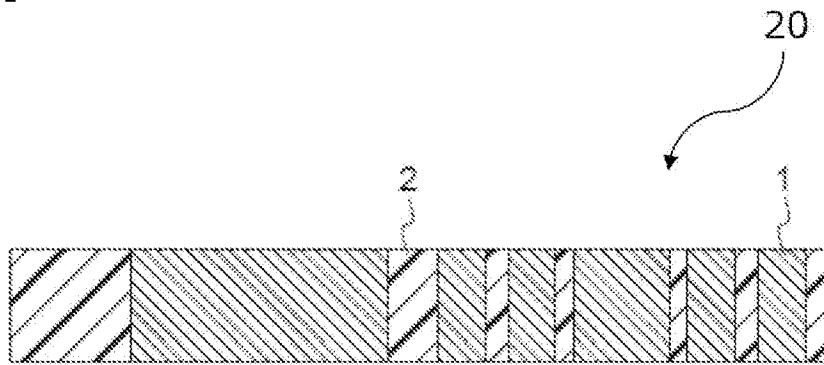
[図1C]



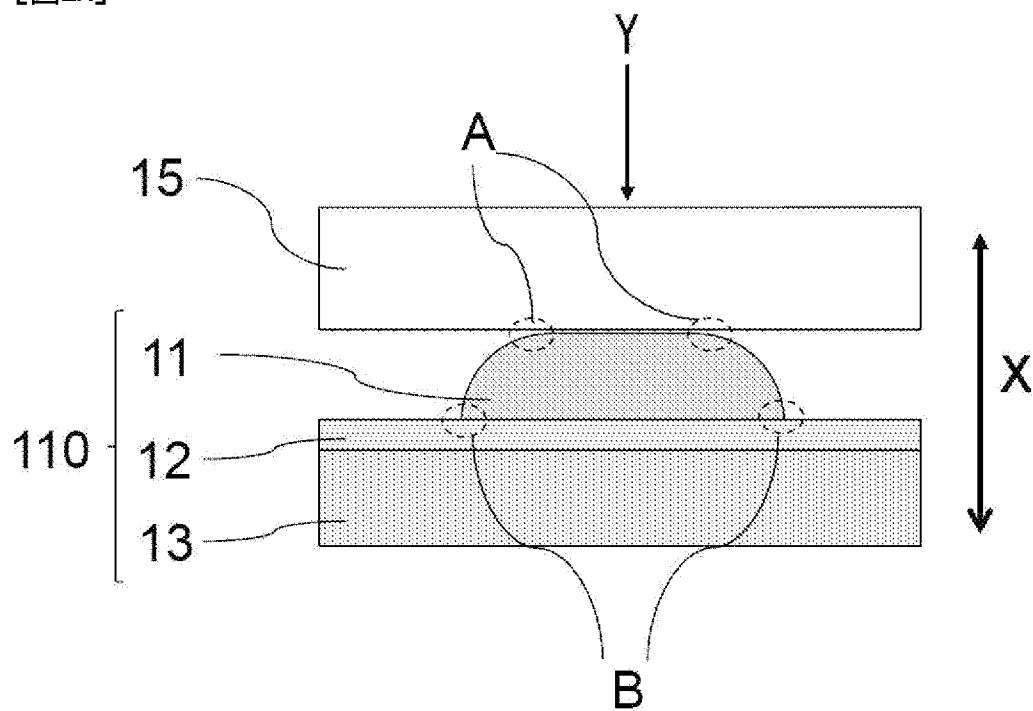
[図1D]



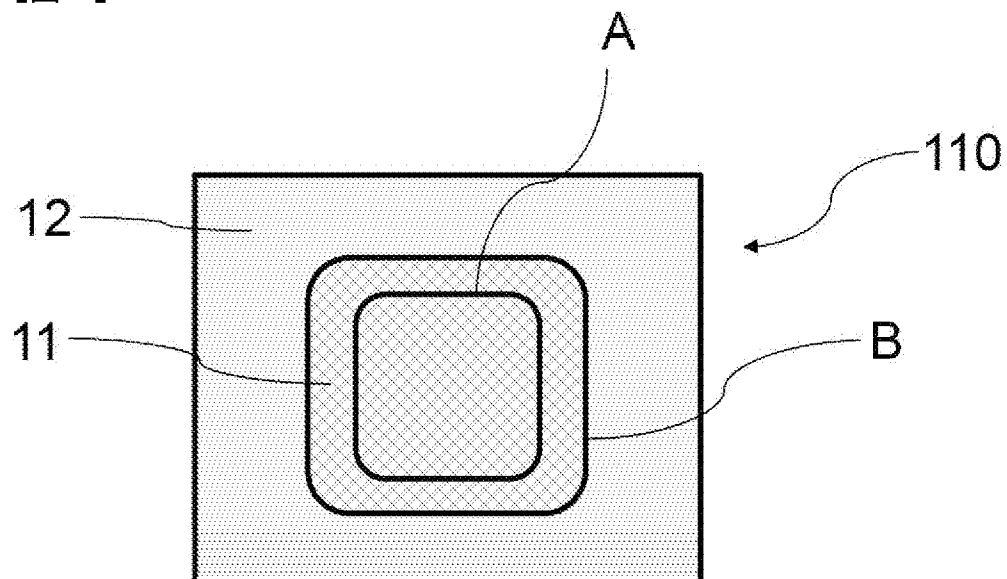
[図1E]



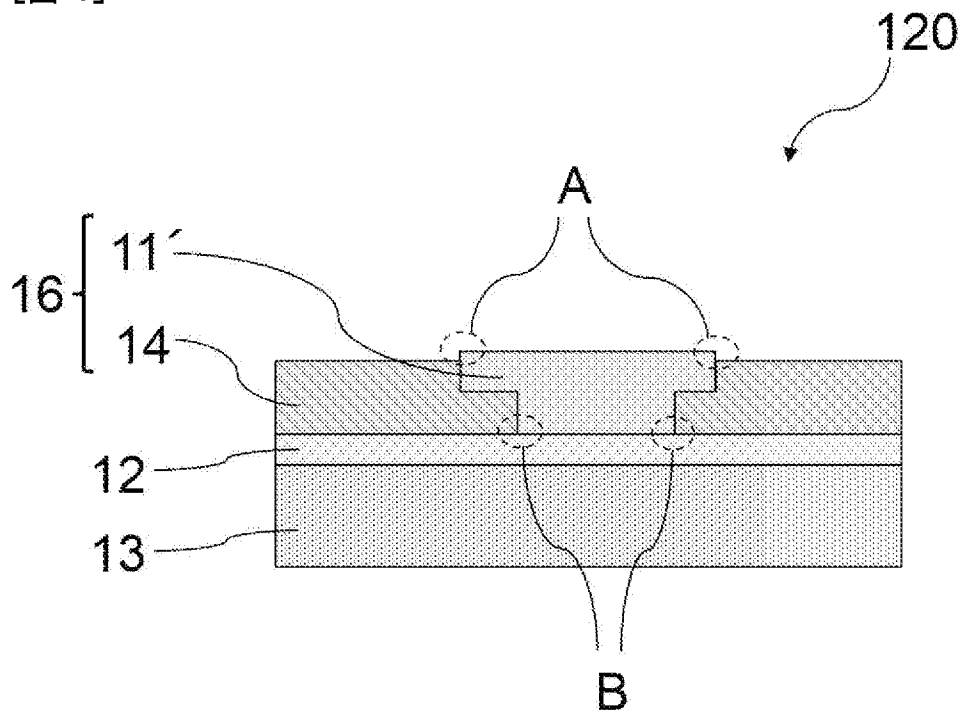
[図2A]



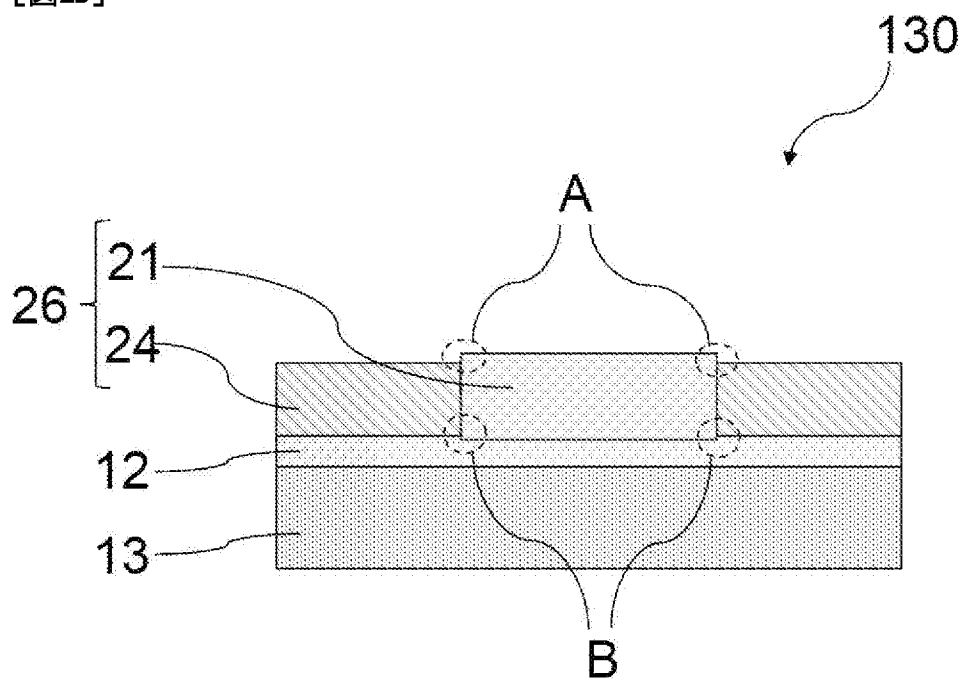
[図2B]



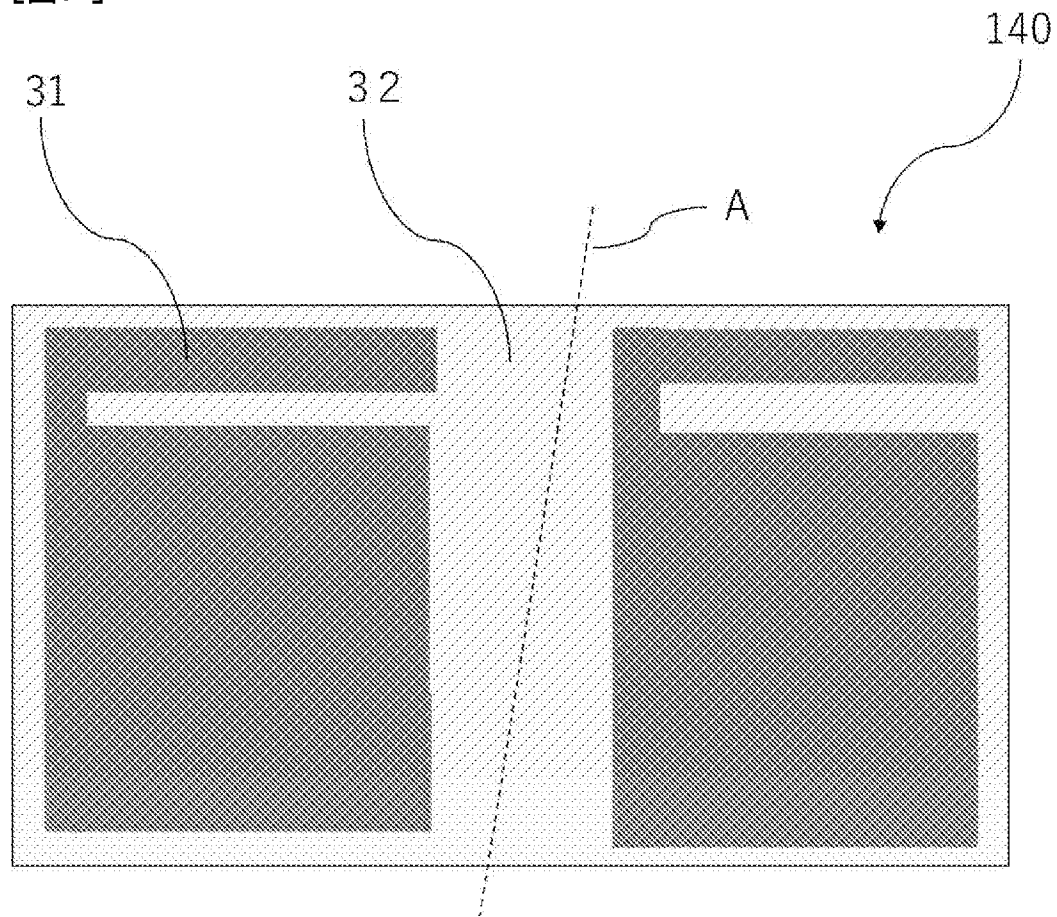
[図2C]



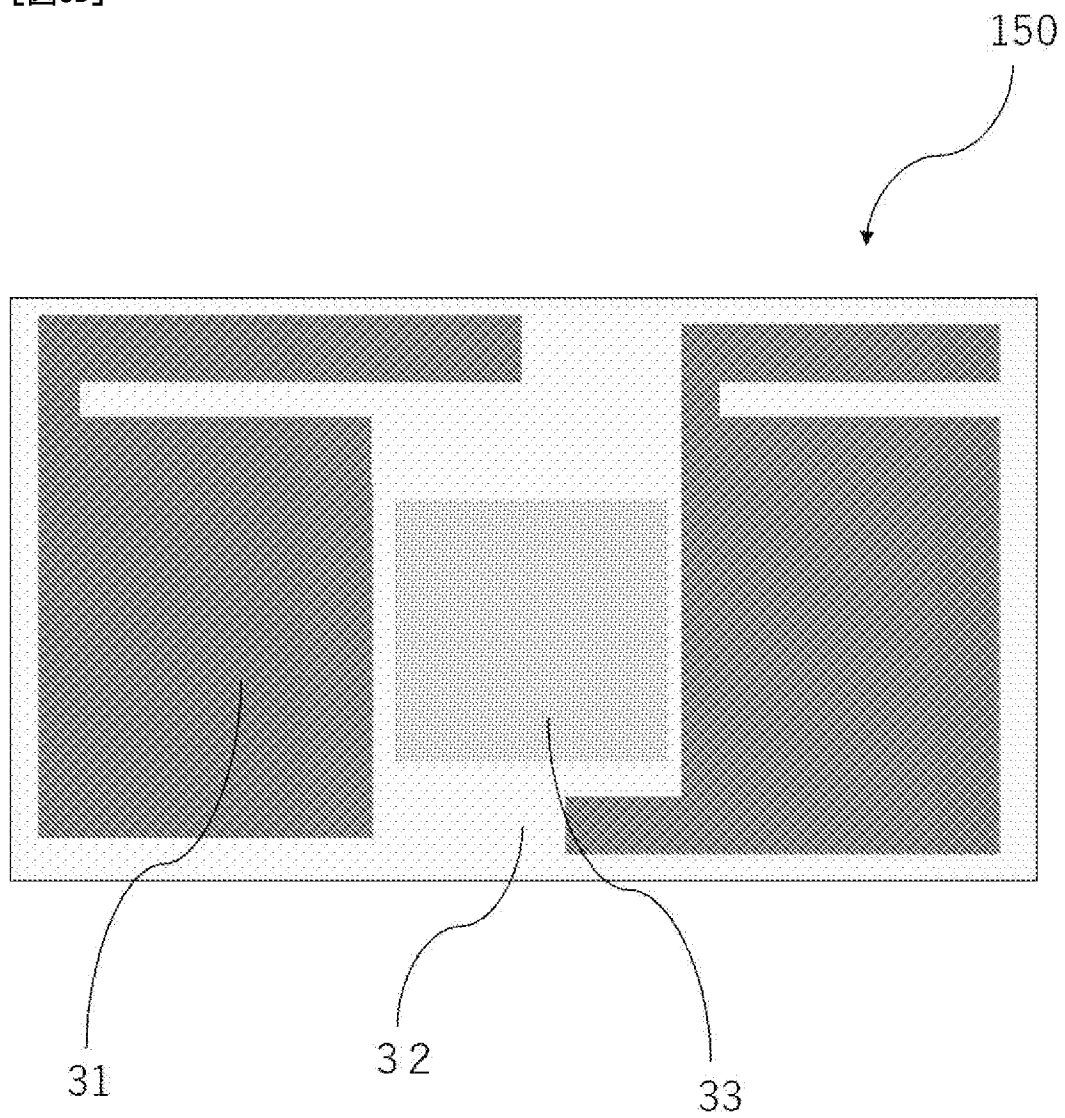
[図2D]



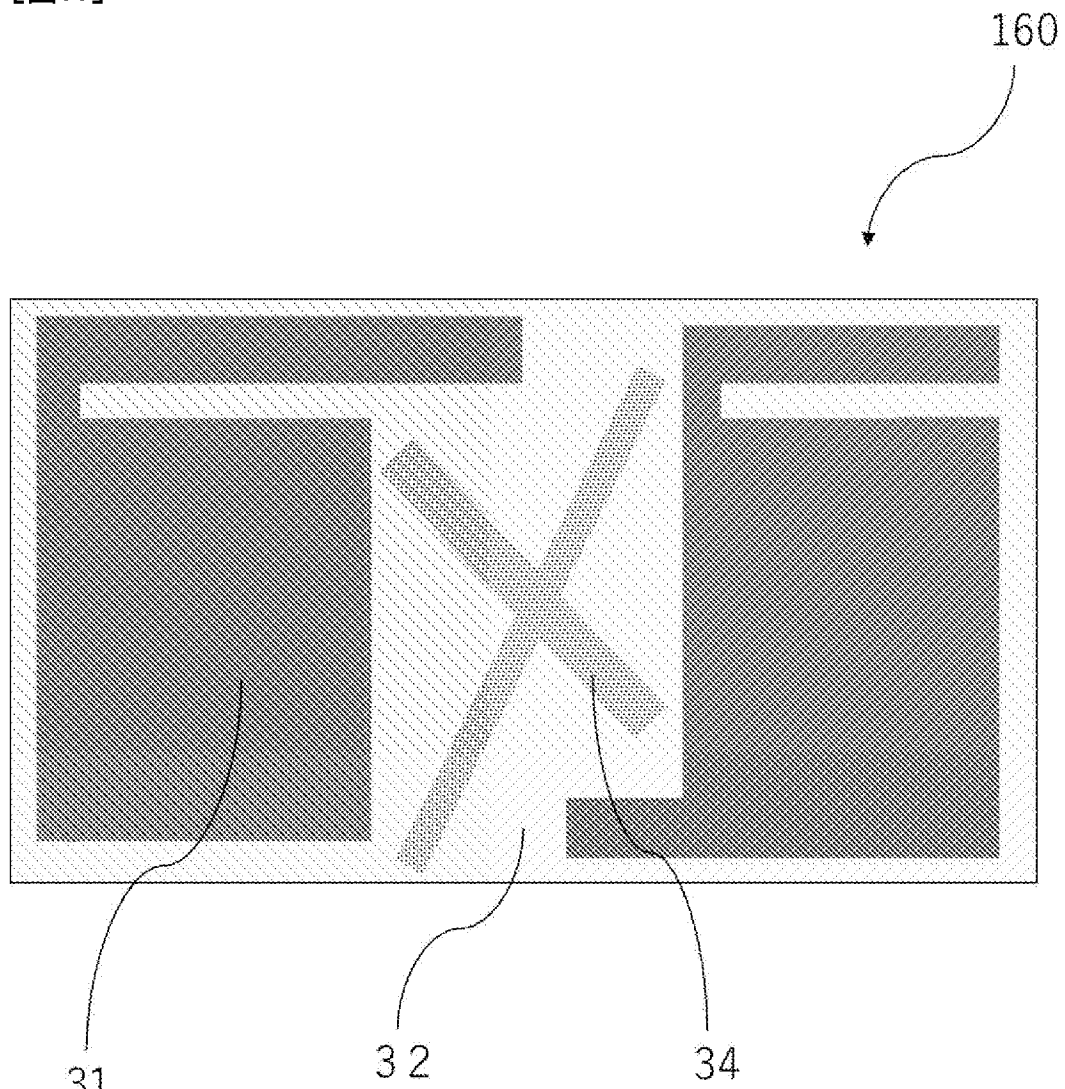
[図3A]



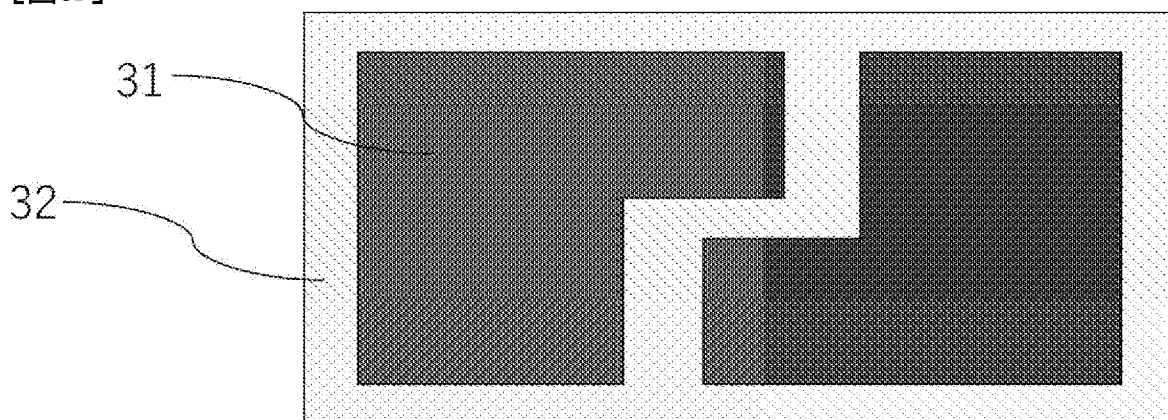
[図3B]



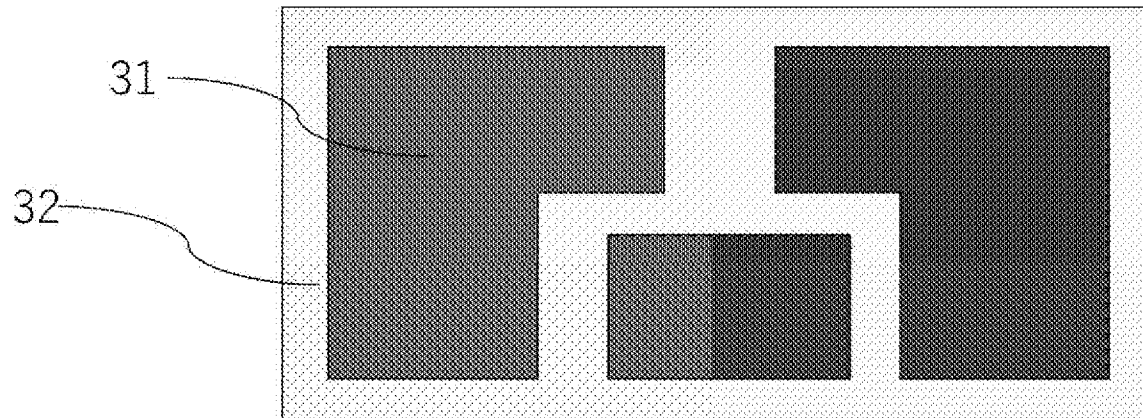
[図3C]



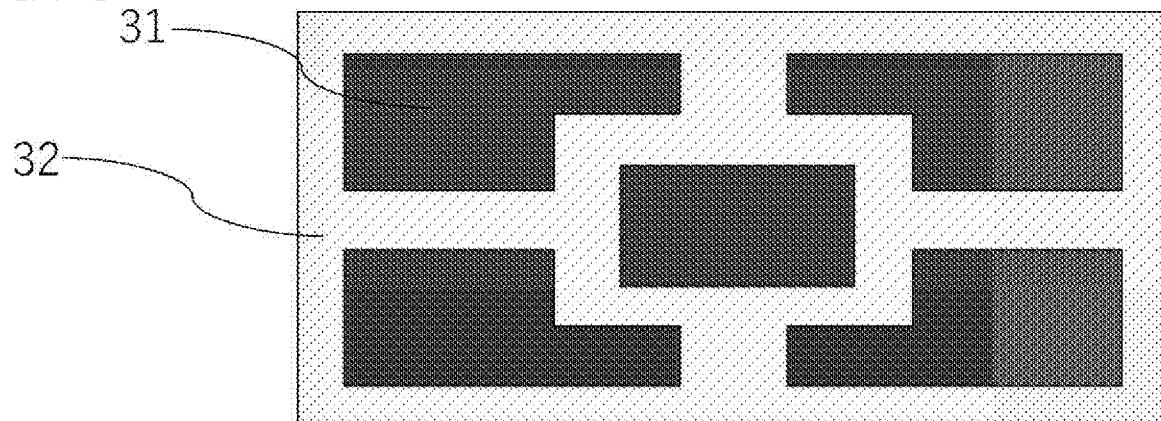
[図3D]



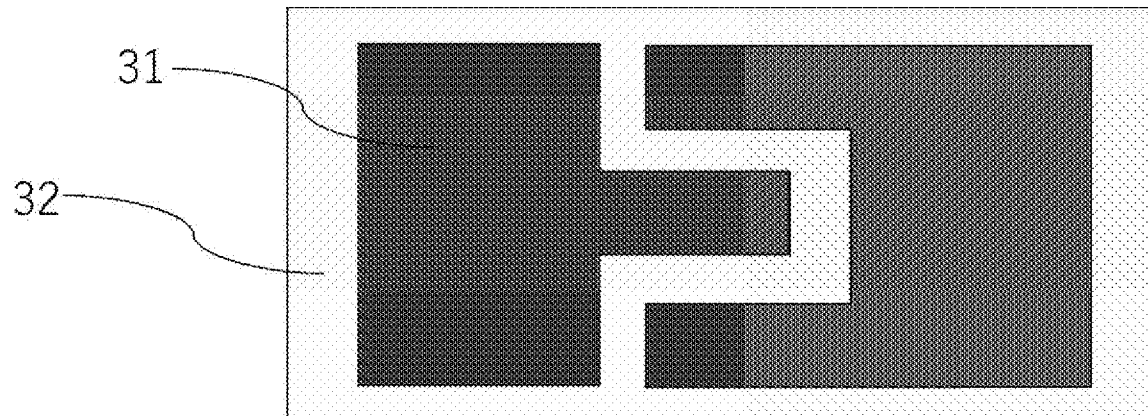
[図3E]



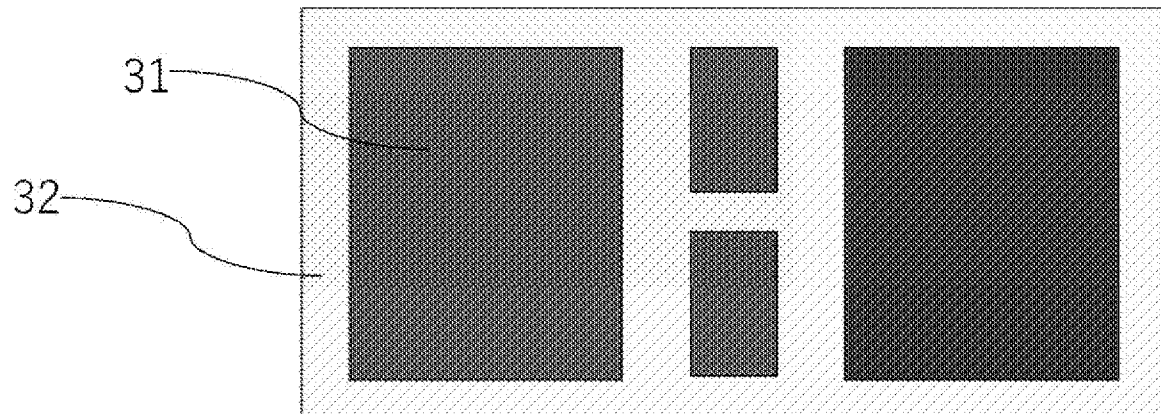
[図3F]



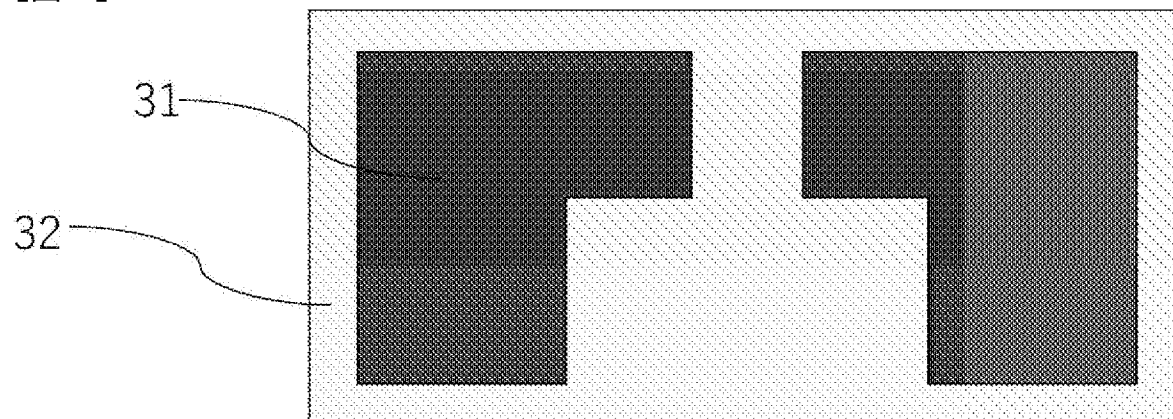
[図3G]



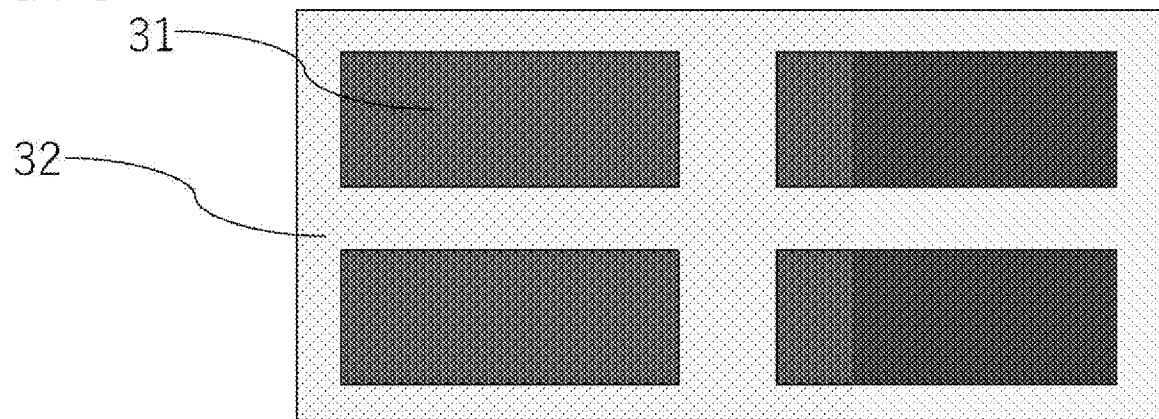
[図3H]



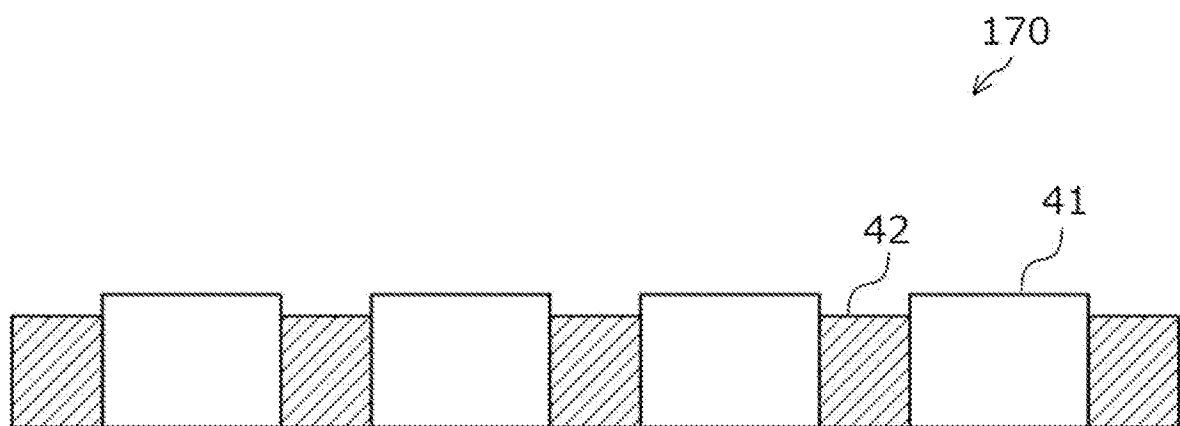
[図3I]



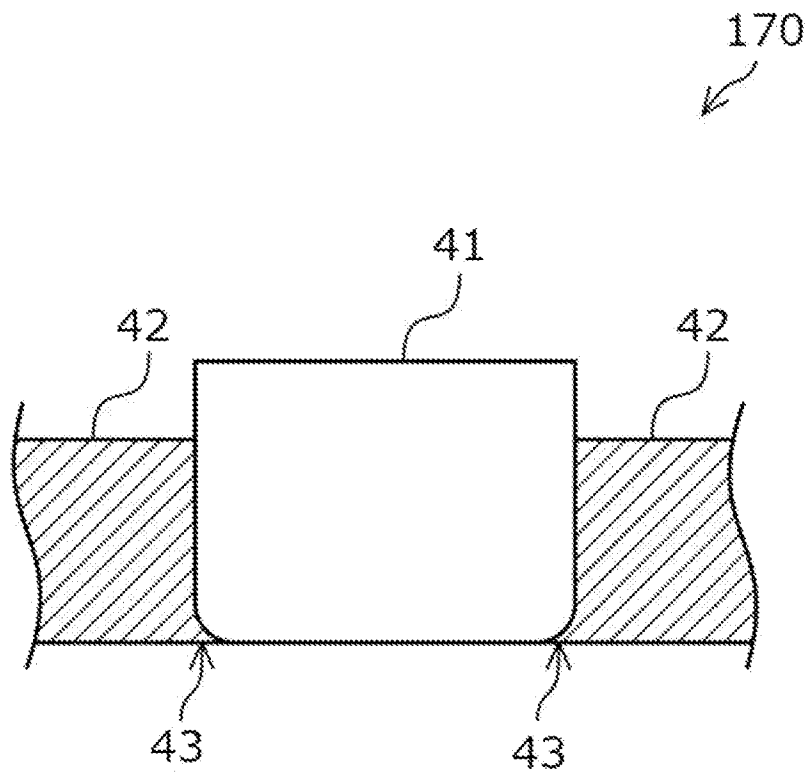
[図3J]



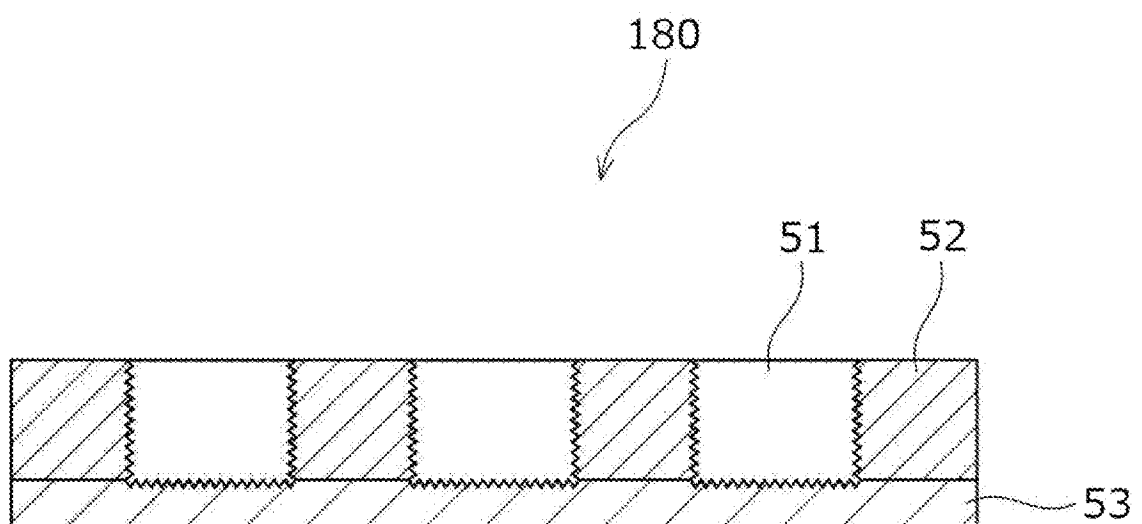
[図4A]



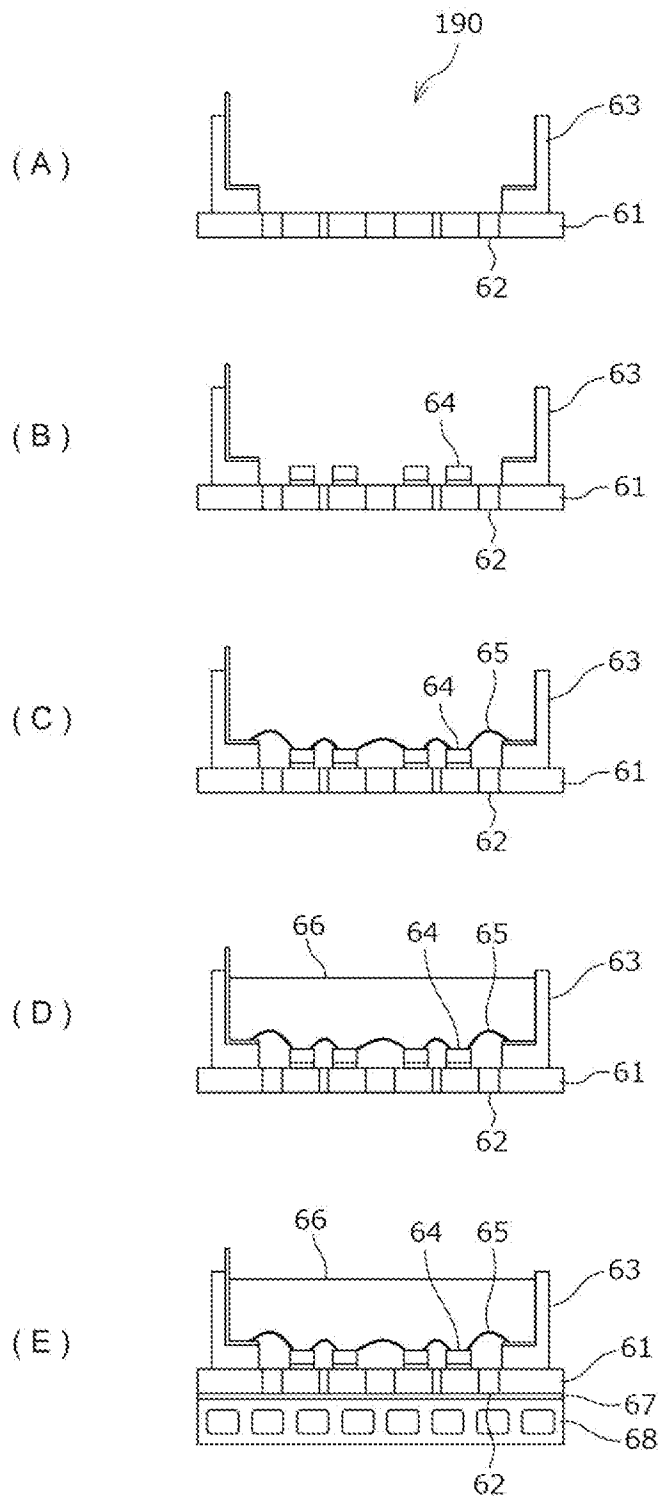
[図4B]



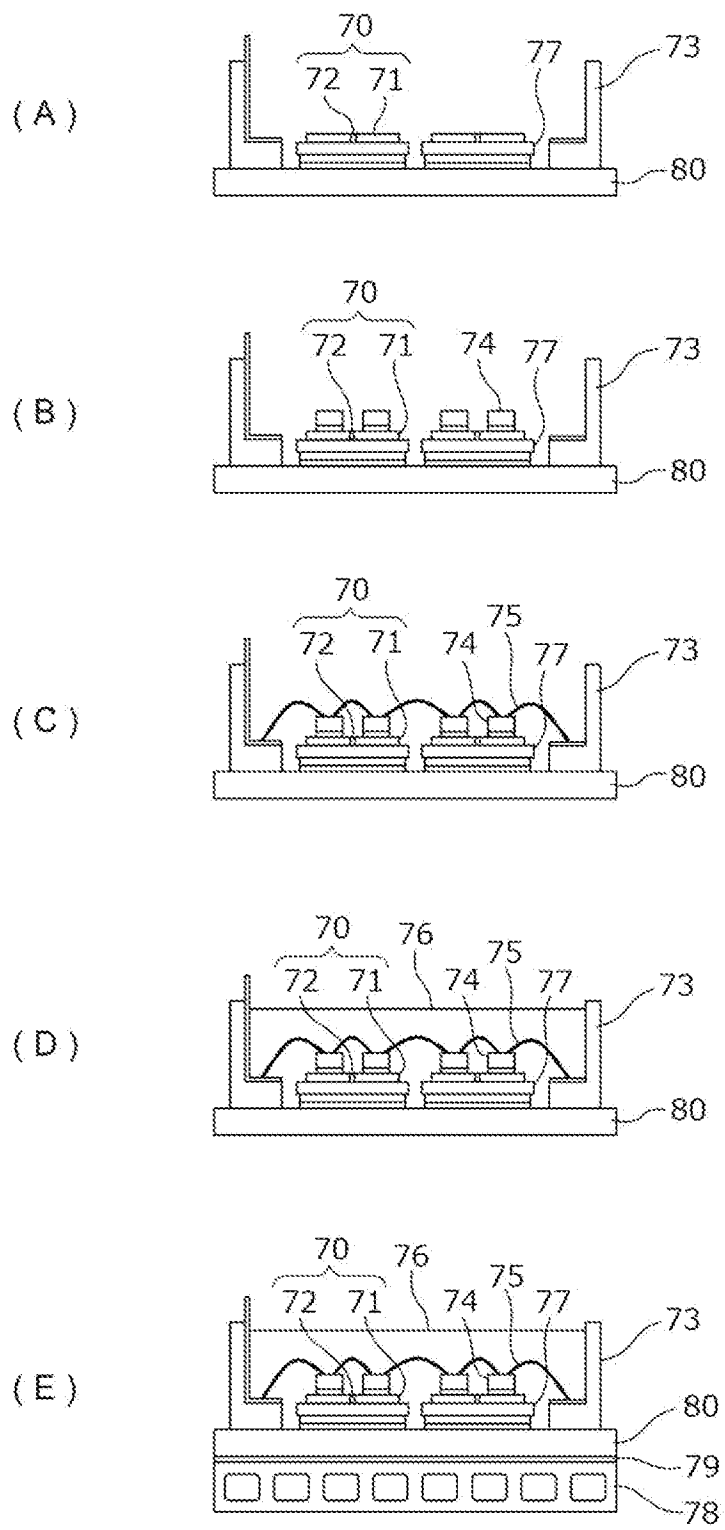
[図5A]



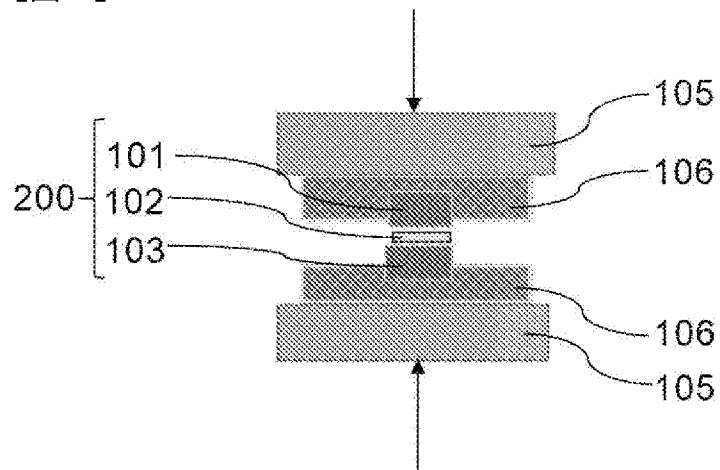
[図6A]



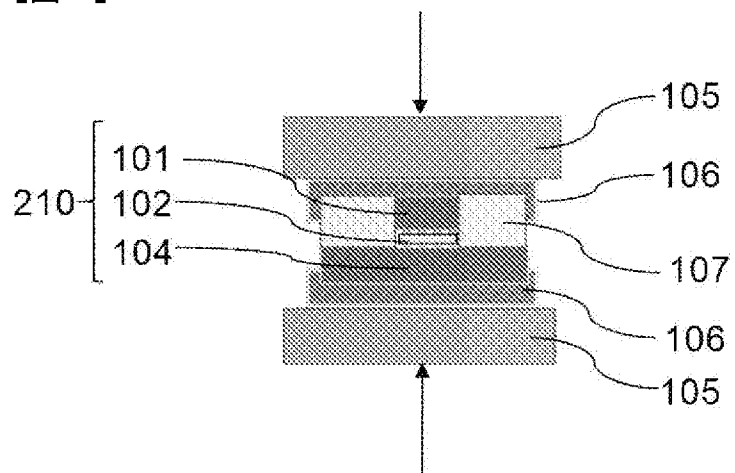
[図6B]



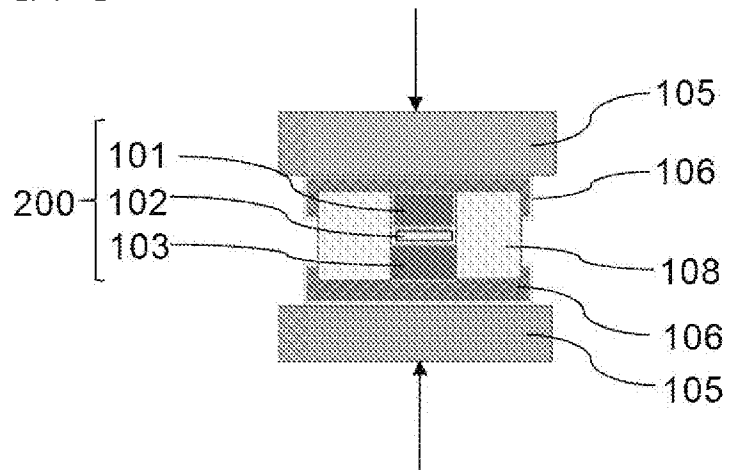
[図7A]



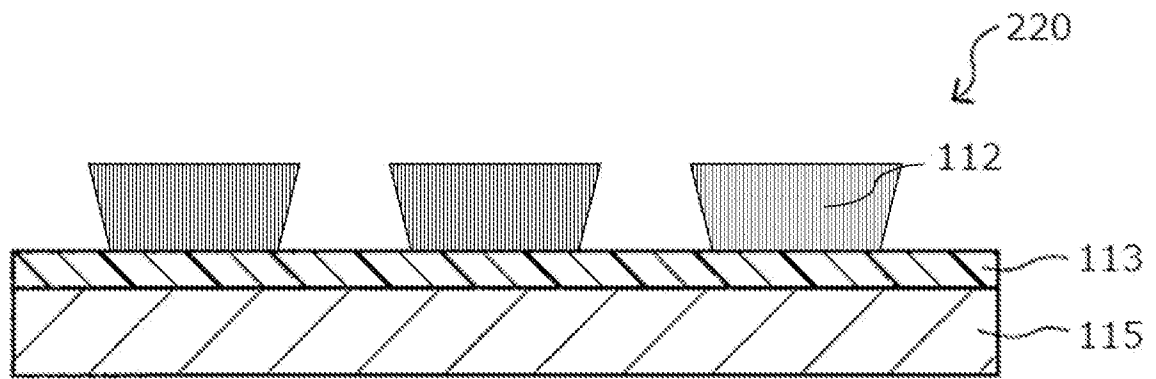
[図7B]



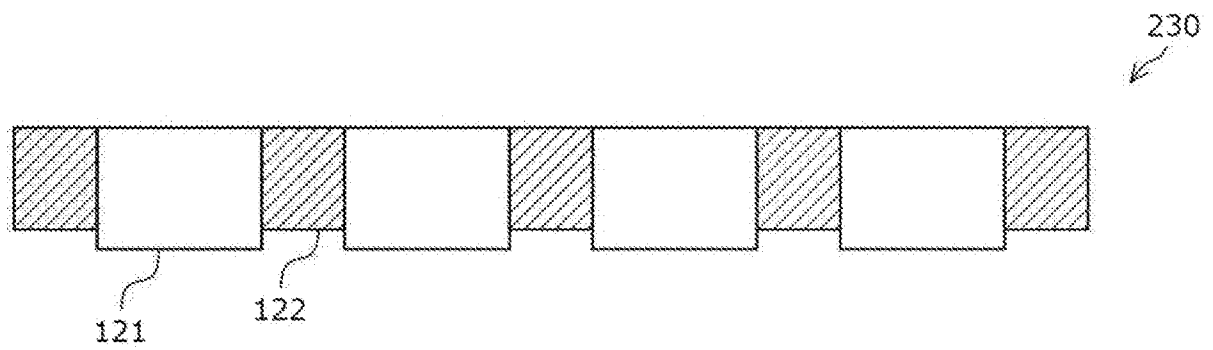
[図7C]



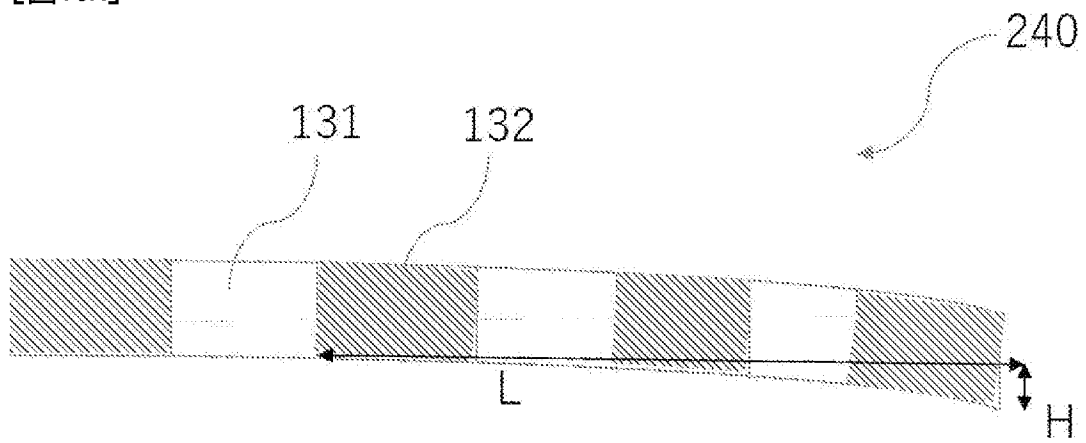
[図8A]



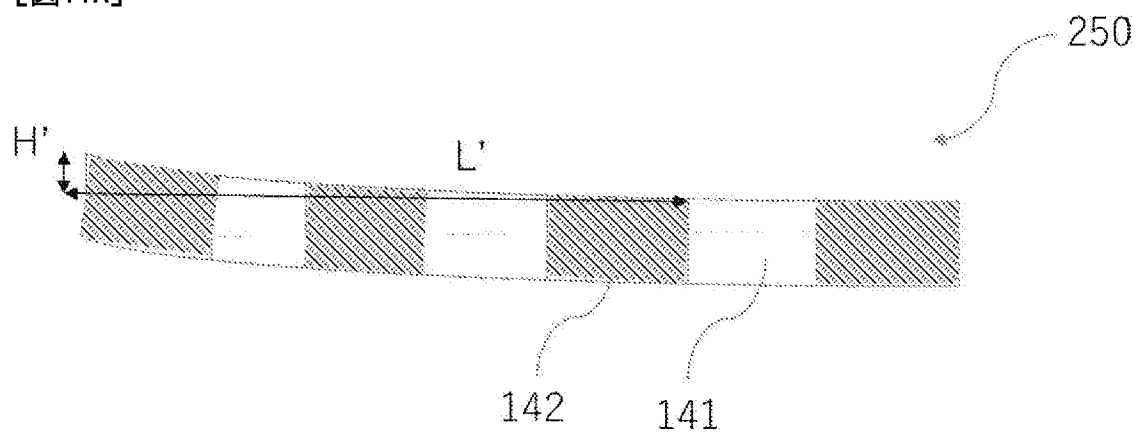
[図9A]



[図10A]



[図11A]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/012054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H05K1/02 (2006.01) i, H05K3/20 (2006.01) i
FI: H05K3/20 Z, H05K1/02 F, H05K1/02 Q

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H05K1/00-3/46

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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014-192323 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.	1-5
Y	et al.) 06 October 2014, paragraphs [0006]-[0040], fig. 1-6, paragraphs [0006]-[0040], fig. 1-6	6-8
Y	WO 2018/189797 A1 (HITACHI CHEMICAL CO., LTD.) 18 October 2018, paragraphs [0037]-[0039], fig. 1, 2, paragraphs [0061]-[0063], fig. 5, 6	6-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* 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

“T” 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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03.06.2020

Date of mailing of the international search report
16.06.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/012054

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2014-192323 A	06.10.2014	(Family: none)	
WO 2018/189797 A1	18.10.2018	CN 110495261 A	
		EP 3606301 A1	
		TW 201904366 A	
		US 2020/0163221 A1	
		paragraphs [0073]-	
		[0075], fig. 1, 2,	
		paragraphs [0097]-	
		[0099], fig. 5, 6,	
		paragraph [0110]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05K 1/02(2006.01)i; H05K 3/20(2006.01)i FI: H05K3/20 Z; H05K1/02 F; H05K1/02 Q														
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）） H05K 1/00 - 3/46														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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												
X	JP 2014-192323 A (古河電気工業株式会社 外) 06.10.2014 (2014 - 10 - 06) 段落0006から0040, 図1から図6	1 - 5												
Y	段落0006から0040, 図1から図6	6 - 8												
Y	WO 2018/189797 A1 (日立化成株式会社) 18.10.2018 (2018 - 10 - 18) 段落0037から0039, 図1, 図2, 段落0061から0063, 図5, 図6	6 - 8												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 03.06.2020	国際調査報告の発送日 16.06.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 齊藤 健一 5D 9742 電話番号 03-3581-1101 内線 3551													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/012054

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2014-192323	A	06.10.2014	(ファミリーなし)			
WO	2018/189797	A1	18.10.2018	CN	110495261	A	
				EP	3606301	A1	
				TW	201904366	A	
				US	2020/0163221	A1	
				段落 0 0 7 3 から 0 0 7			
				5, 図 1, 図 2, 段落 0 0			
				9 7 から 0 0 9 9, 図 5,			
				図 6, 段落 0 1 1 0			