

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】令和 3 年 5 月 20 日 (2021.5.20)

【公開番号】特開 2019-220614 (P2019-220614A)

【公開日】令和 1 年 12 月 26 日 (2019.12.26)

【年通号数】公開・登録公報 2019-052

【出願番号】特願 2018-118080 (P2018-118080)

【国際特許分類】

H 0 1 L 23/34 (2006.01)

H 0 5 K 7/20 (2006.01)

H 0 5 K 9/00 (2006.01)

H 0 1 L 23/00 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 23/34 A

H 0 5 K 7/20 D

H 0 5 K 9/00 U

H 0 1 L 23/00 C

【手続補正書】

【提出日】令和 3 年 4 月 9 日 (2021.4.9)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に形成された半導体素子と、
グラウンドに接続され、前記半導体素子の側面を囲むように設けられた筒状の、導電シールドカンと、
前記半導体素子及び前記導電シールドカンの上部に設けられた、導電性の冷却部材と、
前記半導体素子と前記冷却部材との間に形成された、導電性熱伝導シートと、を備え、
前記導電シールドカンと前記冷却部材とが、前記導電性熱伝導シートを介して電氣的に接続していることを特徴とする、半導体装置。

【請求項 2】

前記導電シールドカンは、前記半導体素子を介して対向する導電シールドカン同士の間隔が、前記半導体素子の最大周波数における波長の $1/10$ 以下であることを特徴とする、請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

前記導電シールドカンの上端が、前記導電性熱伝導シートの内部に食い込んでいることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記導電性熱伝導シートの抵抗率が、 $0.15 \cdot \text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記導電性熱伝導シートの抵抗率が、 $1.5 \times 10^{-7} \cdot \text{m}$ 以上であることを特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記導電性熱伝導シートが、磁気特性を有することを特徴とする、請求項 1 ～ 5 のい

れか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記導電性熱伝導シートが、表面に粘着性又は接着性を有することを特徴とする、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記導電性熱伝導シートが、柔軟性を有することを特徴とする、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記導電性熱伝導シートが、樹脂の硬化物を含むことを特徴とする、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記導電性熱伝導シートが、導電性の充填剤を含むことを特徴とする、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記導電性の充填剤が、炭素繊維であることを特徴とする、請求項 10 に記載の半導体装置。

【請求項 12】

請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法であって、
半導体素子の側面を囲むように設けられた筒状の導電シールドカンの上端に、導電性熱伝導シートを圧着することで、前記導電シールドカンと前記導電性熱伝導シートとを接合する工程を含むことを特徴とする、半導体装置の製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

本発明は、上記知見に基づきなされたものであり、その要旨は以下の通りである。

(1) 基板上に形成された半導体素子と、

グラウンドに接続され、前記半導体素子の側面を囲むように設けられた筒状の、導電シールドカンと、

前記半導体素子及び前記導電シールドカンの上部に設けられた、導電性の冷却部材と、
前記半導体素子と前記冷却部材との間に形成された、導電性熱伝導シートと、を備え、
前記導電シールドカンと前記冷却部材とが、前記導電性熱伝導シートを介して電氣的に
接続していることを特徴とする、半導体装置。

上記構成によって、優れた放熱性及び電磁波抑制効果を実現できる。

(2) 前記導電シールドカンは、前記半導体素子を介して対向する導電シールドカン同士の間隔が、前記半導体素子の最大周波数における波長の $1/10$ 以下であることを特徴とする、上記 (1) に記載の半導体装置。

(3) 前記導電シールドカンの上端が、前記導電性熱伝導シートの内部に食い込んでいることを特徴とする、上記 (1) 又は (2) に記載の半導体装置。

(4) 前記導電性熱伝導シートの抵抗率が、 $0.15 \cdot \text{m}$ 以下であることを特徴とする、上記 (1) ～ (3) のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

(5) 前記導電性熱伝導シートの抵抗率が、 $1.5 \times 10^{-7} \cdot \text{m}$ 以上であることを特徴とする、上記 (1) ～ (4) のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

(6) 前記導電性熱伝導シートが、磁気特性を有することを特徴とする、上記 (1) ～ (5) のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

(7) 前記導電性熱伝導シートが、表面に粘着性又は接着性を有することを特徴とする、上記 (1) ～ (6) のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

(8) 前記導電性熱伝導シートが、柔軟性を有することを特徴とする、上記 (1) ～ (7)

）のいずれか１項に記載の半導体装置。

（９）前記導電性熱伝導シートが、樹脂の硬化物を含むことを特徴とする、上記（１）～（８）のいずれか１項に記載の半導体装置。

（１０）前記導電性熱伝導シートが、導電性の充填剤を含むことを特徴とする、上記（１）～（９）のいずれか１項に記載の半導体装置。

（１１）前記導電性の充填剤が、炭素繊維であることを特徴とする、上記（１０）に記載の半導体装置。

（１２）上記（１）～（１１）のいずれか１項に記載の半導体装置の製造方法であって、半導体素子の側面を囲むように設けられた筒状の導電シールドカンの上端に、導電性熱伝導シートを圧着することで、前記導電シールドカンと前記導電性熱伝導シートとを接合する工程を含むことを特徴とする、半導体装置の製造方法。

上記構成によって、優れた放熱性及び電磁波抑制効果を有する半導体装置を、効率的に製造することができる。

【手続補正３】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１１

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００１１】

【図１】本発明の半導体装置の一実施形態について、断面の状態を模式的に示した図である。

【図２】本発明の半導体装置の他の実施形態について、断面の状態を模式的に示した図である。

【図３】従来の半導体装置の一実施形態について、断面の状態を模式的に示した図である。

【図４】本発明の半導体装置の一実施形態について、組立状態を模式的に示した斜視図である。

【図５】実施例における周波数特性の解析に用いた半導体装置のモデルを模式的に示した図であり、（ａ）は半導体装置のモデルの表面側から見た状態、（ｂ）は半導体装置のモデルの裏面側から見た状態を示す。

【図６】実施例１において、半導体装置の導電性熱伝導シートの抵抗値を変えた場合の、周波数に応じた電界強度を示すグラフである。

【図７】実施例２において、半導体装置の導電性熱伝導シートの磁気特性を変えた場合の、周波数に応じた電界強度を示すグラフである。

【手続補正４】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１３

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００１３】

<半導体装置>

本発明の半導体装置１は、図１及び２に示すように、半導体素子３０と、導電シールドカン２０と、導電性の冷却部材４０と、導電性熱伝導シート１０と、を備える。

そして、本発明の半導体装置１では、図１及び２に示すように、前記半導体素子３０の側面３０ａを囲むように設けられた筒状の導電シールドカン２０を有し、前記導電性熱伝導シート１０が、前記半導体素子３０と前記冷却部材４０との間に形成されていること、及び、前記導電シールドカン２０と前記冷却部材４０とが、前記導電性熱伝導シート１０を介して電氣的に接続していることを特徴とする。

【手続補正５】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 7 】

< 半 導 体 装 置 >

前記半導体素子 3 0 が形成される基板 5 0 についても、特に限定はされず、半導体装置の種類に応じて、適したものを使用することができる。前記基板 5 0 には、グラウンド (G N D) 6 0 が設けられている。グラウンド 6 0 は、基板 5 0 の内層、あるいは裏面 (図 1 及び 2 では基板の裏面) に形成される。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 1 】

なお、前記導電性熱伝導シート 1 0 については、優れた電磁波抑制効果を実現する点からは、導電性が高いことが好ましい。

具体的には、前記導電性熱伝導シート 1 0 の抵抗率が、 $0.15 \cdot \text{m}$ 以下であることが好ましく、 $1.5 \times 10^{-2} \cdot \text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $1.5 \times 10^{-3} \cdot \text{m}$ 以下であることがさらに好ましく、 $1.5 \times 10^{-4} \cdot \text{m}$ 以下であることが特に好ましい。前記導電性熱伝導シート 1 0 の抵抗率を $0.15 \cdot \text{m}$ 以下とすることで、より優れた電磁波抑制効果が得られるからである。

また、前記導電性熱伝導シート 1 0 の抵抗率については、 $1.5 \times 10^{-7} \cdot \text{m}$ 以上であることが好ましい。電磁波が材料を通過する際に生じる誘導電流による導電損失により電磁波抑制効果が高まるためである。

なお、前記導電性熱伝導シート 1 0 の導電性 (抵抗率) の調整方法としては、特に限定はされないが、バインダ樹脂の種類や、充填剤の材料、配合量及び配向方向等を変えることによって、調整することが可能である。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 2 】

さらに、前記導電性熱伝導シート 1 0 の熱伝導率は、 $5\text{W} / \text{mK}$ 以上であることが好ましく、 $10\text{W} / \text{mK}$ 以上であることがより好ましく、 $20\text{W} / \text{mK}$ 以上であることがとくに好ましい。半導体素子 3 0 と冷却部材 4 0 との間の熱交換の効率をより高めることができ、放熱性をさらに向上できるためである。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 5 1 】

さらに、前記導電性熱伝導シートでは、前記導電性を有する熱伝導性充填剤が一方向又は複数の方向に配向していることが好ましい。前記熱伝導性充填剤を配向させることによって、より高い熱伝導性や電磁波吸収性を実現できるためである。

例えば、前記導電性熱伝導シートによる熱伝導性及び導電性を高め、本発明の半導体装置の放熱性及び電磁波抑制効果を向上させたい場合には、前記熱伝導性充填剤をシート面に対して略垂直状に配向させることができる。一方、前記導電性熱伝導シート中の電気の

流れを変える場合等には、前記熱伝導性充填剤をシート面に対して略平行状やその他の方向に配向させることができる。

ここで、前記シート面に対して略垂直状や、略平行の方向は、前記シート面方向に対してほぼ垂直な方向やほぼ平行な方向を意味する。ただし、前記導電性を有する熱伝導性充填剤の配向方向は、製造時に多少のばらつきはあるため、本発明では、上述したシート面の方向に対して垂直な方向や平行な方向から $\pm 20^\circ$ 程度のズレは許容される。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0065】

(実施例 1)

実施例 1 では、3次元電磁界シミュレータ ANSYS HFSS (アンシス社製) を用いて、図 5 (a) 及び (b) に示すような半導体装置の解析モデルを作製し、電磁波抑制効果の評価を行った。

・ここで、半導体装置のモデルに用いた導電性熱伝導シート 10 は、バインダ樹脂として 2 液性の付加反応型液状シリコンを用い、平均粒径 $5\mu\text{m}$ のアルミナ粒子、繊維状の導電性を有する熱伝導性充填剤として平均繊維長 $200\mu\text{m}$ のピッチ系炭素繊維 (「熱伝導性繊維」 日本グラファイトファイバー株式会社製) を用い、2 液性の付加反応型液状シリコン：アルミナ粒子：ピッチ系炭素繊維 = 35vol%：53vol%：12vol% の体積比となるように分散させて、シリコン組成物 (シート用組成物) を調製したものを用いた。得られた熱伝導シートは、垂直方向の平均熱伝導率 (界面の熱抵抗と内部の熱抵抗を合わせて算出している) が、ASTM D5470 に準拠した測定で $9.2\text{ W/m}\cdot\text{K}$ を示した。なお、導電性熱伝導シート 10 の寸法は、 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 、厚さ T は、 1mm とした。そして、上記ピッチ系炭素繊維の含有量を変えることで、導電性熱伝導シート 10 の抵抗率を変化させ、図 6 に示すように、抵抗率がそれぞれ、 $1.218\text{ }\cdot\text{m}$ 、 $0.122\text{ }\cdot\text{m}$ 、 $0.012\text{ }\cdot\text{m}$ 、導電性が極めて低い場合 (誘電体) のサンプルを作製した。

・また、半導体装置のモデルに用いた冷却部材 40 (ヒートシンク) は、アルミ板を材料として用い、大きさは $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ で、厚さは、 0.3mm とした。

・さらに、導電シールドカン 20 は、肉厚 0.2mm のステンレスであり、外径寸法は、 $22\text{mm} \times 22\text{mm} \times 3\text{mm}$ として、中空の四角筒状である。また、冷却部材 40 (ヒートシンク) と導電シールドカン 20 の上面とのクリアランスを 0.2mm とした。