

【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 01 L 23/34 (2006.01)

H 05 K 7/20 (2006.01)

H 05 K 9/00 (2006.01)

H 01 L 23/00 (2006.01)

【F I】

H 01 L 23/34 A

H 05 K 7/20 D

H 05 K 9/00 U

H 01 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気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、 $0.15 \cdot m$ 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、 $1.5 \times 10^{-7} \cdot m$ 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のいず

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、炭素纖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気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、 $0.15 \cdot m$  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、 $1.5 \times 10^{-7} \cdot m$  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 を介して電気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】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

<半導体装置>

前記半導体素子30が形成される基板50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50には、グラウンド(GND)60が設けられている。グラウンド60は、基板50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】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

なお、前記導電性熱伝導シート10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10の抵抗率が、 $0.15 \cdot \Omega \cdot m$ 以下であることが好ましく、 $1.5 \times 10^{-2} \cdot \Omega \cdot m$ 以下であることがより好ましく、 $1.5 \times 10^{-3} \cdot \Omega \cdot m$ 以下であることがさらに好ましく、 $1.5 \times 10^{-4} \cdot \Omega \cdot m$ 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10の抵抗率を $0.15 \cdot \Omega \cdot m$ 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10の抵抗率については、 $1.5 \times 10^{-7} \cdot \Omega \cdot m$ 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10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】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0032】

さらに、前記導電性熱伝導シート10の熱伝導率は、 $5W / mK$ 以上であることが好ましく、 $10W / mK$ 以上であることがより好ましく、 $20W / mK$ 以上であることがとくに好ましい。半導体素子30と冷却部材40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】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0051】

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ーンを用い、平均粒径5 $\mu\text{m}$ のアルミナ粒子、纖維状の導電性を有する熱伝導性充填剤として平均纖維長200 $\mu\text{m}$ のピッチ系炭素纖維(「熱伝導性纖維」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ーン：アルミナ粒子：ピッチ系炭素纖維=35vol%:53vol%:12vol%の体積比となるように分散させて、シリコーン組成物(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 W/m.Kを示した。なお、導電性熱伝導シート10の寸法は、20mm×20mm、厚さTは、1mmとした。そして、上記ピッチ系炭素纖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 · m、0.122 · m、0.012 · 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30mm×30mm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、22mm×22mm×3mm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。