

【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 27 日 (2021.5.27)

【公開番号】特開 2019-220615 (P2019-220615A)

【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 2018-118082 (P2018-118082)

【国際特許分類】

H 0 1 L 23/29 (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 23/36 A

H 0 5 K 7/20 F

H 0 5 K 9/00 U

H 0 5 K 9/00 X

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、  
前記半導体素子の上部に設けられた、導電性の冷却部材と、  
前記半導体装置と前記冷却部材との間に設けられた、樹脂の硬化物を含有する導電性熱伝導部材と、を備え、  
前記導電性熱伝導部材が、前記基板中のグラウンドに接続し、前記冷却部材と前記グラウンドとを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】

前記導電性熱伝導部材が、前記半導体素子を覆うように設けられ、前記半導体素子の上面及び側面の少なくとも一部と当接してい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】

前記導電性熱伝導部材が、前記半導体素子の上面及び側面を封止してい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 4】

前記導電性熱伝導部材の抵抗率が、 $0.15 \cdot \text{m}$  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】

前記導電性熱伝導部材の抵抗率が、 $0.00001 \cdot \text{m}$  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】

前記導電性熱伝導部材が、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】

前記導電性熱伝導部材が、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】

前記導電性熱伝導部材が、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】

前記電磁波吸収熱伝導シートが、導電性の充填剤を含むことを特徴とする、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記導電性の充填剤が、炭素繊維であることを特徴とする、請求項 9 に記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記基板中の前記グラウンド以外の部分が、絶縁処理されていることを特徴とする、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 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、

半導体素子上に、樹脂の硬化物を含有するシート状の導電性熱伝導部材を圧着させることで、前記半導体素子と前記導電性熱伝導部材とを接合するとともに、前記導電性熱伝導部材とグラウンド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】

本発明者らは、上記の課題を解決するべく検討を重ねた結果、半導体素子と導電性の冷却部材との間に導電性熱伝導部材を形成することで、半導体素子と冷却部材との間で効率的に熱交換を行うことができ、放熱性を向上させることができること、また、前記半導体素子と前記冷却部材との間に設けられた導電性熱伝導部材について、前記基板中のグラウンドに接続させ、前記冷却部材と前記グラウンドとを電気的に接続させることによって、半導体装置の中で電気的に閉じた空間を形成することが可能となる結果、シールドカン等の電磁波シールド部材を別途設けなくとも、電磁波抑制効果についても大きく向上できることを見出した。そしてさらに、本発明では、導電性熱伝導部材に樹脂の硬化物を含有させることで、導電性熱伝導部材に柔軟性を持たせ、種々の形状に変形できるようにすることで、製造の容易性や、製造コストの低減も可能になることを見出した。

その結果、本発明の半導体装置は、従来にはない高いレベルで、放熱性及び電磁波抑制効果を両立できるとともに、本発明の半導体装置は、前記導電シールドカン等の導電シールド部材を設けていないため、半導体装置の薄膜化や、製造コストの低減、製造容易性の向上も可能となった。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

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、前記半導体素子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設けられた、樹脂の硬化物を含有す

る導電性熱伝導部材と、を備え、前記導電性熱伝導部材が、前記基板中のグラウンドに接続し、前記冷却部材と前記グラウンドとを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、低コスト且つ容易に製造できるとともに、優れた放熱性及び電磁波抑制効果を実現できる。

【手続補正４】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１２

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００１２】

【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】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、発明例及び比較例の半導体装置の、導電性熱伝導部材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部材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。

【図８】（ａ）は、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り、（ｂ）は、従来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。

【手続補正５】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１４

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００１４】

< 半導体装置 >

本発明の半導体装置１は、図１～３に示すように、半導体素子３０と、前記半導体素子３０の上部に設けられた導電性の冷却部材４０と、前記半導体素子３０と前記冷却部材４０との間に設けられた、樹脂の硬化物を含有する導電性熱伝導部材１０と、を備える。

そして、本発明の半導体装置１では、図１～３に示すように、前記導電性熱伝導部材１０が、前記基板５０中のグラウンド６０に接続し、前記冷却部材４０と前記グラウンド６０とを電氣的に接続していることを特徴とする。

【手続補正６】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１５

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００１５】

前記半導体素子３０は、熱及び電磁波の発生源となるが、伝導性を有し且つ熱伝導性の高いシート部材（導電性熱伝導部材１０）を半導体素子３０と冷却部材４０との間に設け

ることによって、冷却部材 40 への熱伝導が改善される結果、優れた放熱性を実現できる。

さらに、本発明の半導体装置 1 では、前記導電性熱伝導部材 10 が、樹脂の硬化物を含有し、図 1 ~ 3 に示すように、前記基板 50 中のグラウンド 60 と接続することによって、前記冷却部材 40 と前記グラウンド 60 とが、前記導電性熱伝導部材 10 を介して電氣的に接続し、本発明の半導体装置 1 内において電氣的に閉じられた空間（図 1 ~ 3 の破線で囲んだ空間）が形成される結果、電磁波遮断効果を高めることが可能となり、優れた電磁波抑制効果も実現できる。

さらにまた、本発明の半導体装置 1 では、シールドカン等の電磁波シールド部材が別途形成されていないため、従来の電磁波シールド部材を用いた技術に比べて、製造コストの低減及び製造の容易性向上を図ることもできる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

なお、図 1 及び図 3 では、前記導電性熱伝導部材 10 が、前記基板 50 上に露出したグラウンド 60 と直接接続するような構成となっているが、本発明の半導体装置 1 では、例えば図 2 に示すように、前記基板 50 の面上に、前記半導体素子 30 の周りを囲むように、全周あるいは部分的にランド 51 を設けることもできる。このランド 51 と前記導電性熱伝導部材 10 とを接続させることで、前記グラウンド 60 との電氣的な接続が可能となる。前記ランド 51 は、前記基板 50 に中に形成された導電処理スルーホール 52 を介して前記グラウンド 60 と電氣的に接続されており、これにより前記冷却部材 40 をグラウンド 60 と電氣的に接合させることができる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

（導電性熱伝導部材）

本発明の半導体装置 1 は、図 1 ~ 3 に示すように、前記半導体素子 30 と、前記導電冷却部材 40 との間に設けられた、樹脂の硬化物を含有する導電性熱伝導部材 10 を備え、前記導電性熱伝導部材 10 が、前記基板 50 中のグラウンド 60 に接続し、前記冷却部材 40 と前記グラウンド 60 とが、導電性熱伝導部材 10 を介して電氣的に接続していることを特徴とする。

熱伝導性の高い導電性熱伝導部材 10 が、半導体素子 30 と冷却部材 40 との間に設けられることで、電磁波抑制効果を低下させることなく、放熱性についても向上させることが可能となる。加えて、導電性を有する前記導電性熱伝導部材 10 を介して、前記冷却部材 40 と前記グラウンド 60 とが電氣的に接続することで、図 1 ~ 3 に示すように、本発明の半導体装置 1 内において電氣的に閉じられた空間 A が形成される結果、電磁波遮断効果を高めることが可能となり、優れた電磁波抑制効果を実現できる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

ここで、前記導電性熱伝導部材 10 形状については、特に限定はされず、前記半導体素

子 3 0 の形状や大きさ、半導体装置 1 の設計内容等に応じて、適宜変更することができる。

具体的には、図 1 及び図 3 に示すように、前記半導体素子 3 0 と前記冷却部材 4 0 との間に設けられていること折り曲げたシートのような状態で設けることができる。前記導電性熱伝導部材 1 0 は、樹脂の硬化物を含有し、柔軟性がある程度あるため、煩雑な工程を経ることなく、図 1 及び図 3 に示すような形状とすることが可能である。また、図 2 に示すように、前記半導体素子 3 0 の周りを全て囲む（前記半導体素子 3 0 の上面 3 0 b 及び側面 3 0 a を封止する）ように設けることもできる。

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 5】

また、より優れた電磁波抑制効果を実現する観点からは、図 1 及び図 3 に示すように、前記導電性熱伝導部材 1 0 が、前記半導体素子 3 0 を覆うように設けられ、前記半導体素子 3 0 の上面 3 0 b、及び、側面 3 0 a の少なくとも一部と、当接していることが好ましい。前記冷却部材 4 0 と前記グラウンド 6 0 との電氣的な接続を効率的に確保できるため、より確実に電氣的に閉じた空間 A を形成できる。

また、同様の観点から、前記導電性熱伝導部材 1 0 が、図 2 に示すように、前記半導体素子 3 0 の上面 3 0 b、及び、側面 3 0 a を、封止していることがより好ましい。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 9】

なお、前記導電性熱伝導部材 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、前記導電性熱伝導部材 1 0 の抵抗率が、 $0.15 \text{ } \cdot \text{m}$  以下であることが好ましく、 $0.01 \text{ } \cdot \text{m}$  以下であることがより好ましく、 $0.005 \text{ } \cdot \text{m}$  以下であることがさらに好ましく、 $0.001 \text{ } \cdot \text{m}$  以下であることが特に好ましい。前記導電性熱伝導部材 1 0 の抵抗率を  $0.15 \text{ } \cdot \text{m}$  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、前記導電性熱伝導部材 1 0 の抵抗率については、 $0.00001 \text{ } \cdot \text{m}$  以上であることが好ましい。抵抗率が低い、すなわち導電率が大きいほど電磁波遮蔽性能は大きくなり、電磁波抑制効果を高めることができる。

なお、前記導電性熱伝導部材 1 0 の熱伝導性（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、熱伝導性充填材の材料、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 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 7】

さらに、前記導電性熱伝導部材では、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、前記導電性熱伝導部材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、前記導電性熱伝導部材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 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0058

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0058】

<半導体装置の製造方法>

上述した本発明の半導体装置を製造するための方法については、特に限定はされない。

例えば、図1に示すような実施形態の半導体装置1を製造する場合には、本発明の半導体装置の製造方法として、半導体素子30上に、樹脂の硬化物を含有するシート状の導電性熱伝導部材を圧着させることで、前記半導体素子30と前記導電性熱伝導部材10とを接合するとともに、前記導電性熱伝導部材10とグラウンド60とを接合する工程を含む製造方法を用いることができる。

上記工程を含むことによって、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可能となる。

【手続補正 14】

【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2)

(1)実施例2では、実施例1の本発明例の半導体装置のモデルと同様の条件で、前記3次元電磁界シミュレータを用いて、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。

なお、本発明例の半導体装置のモデルに用いた導電性熱伝導部材10の抵抗率は、 $0.015 \cdot \text{m}$ とした。

(2)また、実施例2の本発明例の半導体装置のモデルに用いた導電性熱伝導部材10として、磁性粉(Fe-Si-B-Crアモルファス磁性粒子)を含有させ、比透磁率の虚部 $\mu_r''$ が3となるように磁気特性を付与したこと以外は、全て同じ条件(寸法、厚さ、熱伝導率、抵抗率が全て同じ)のモデルを作成した。

(3)さらに、実施例2の比較例の解析モデルについても、用いた導電性熱伝導部材10として、磁性粉(Fe-Si-B-Crアモルファス磁性粒子)を含有させ、比透磁率虚部 $\mu_r''$ が5となるように磁気特性を付与したこと以外は、全て同じ条件(寸法、厚さ、熱伝導率、抵抗率が全て同じ)のモデルを作成した。

【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

1 半導体装置

10 導電性熱伝導部材

2 0	導電シールドカン
3 0	半導体素子
3 0 a	半導体素子の側面
3 0 <u>b</u>	半導体素子の上面
3 1	M S L
4 0	冷却部材
5 0	基板
5 1	ランド
6 0	グラウンド
1 0 0	従来の半導体装置
A	電氣的に閉じた空間
T	導電性熱伝導 <u>部材</u> の厚さ