

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7208720号

(P7208720)

(45)発行日 令和5年1月19日(2023.1.19)

(24)登録日 令和5年1月11日(2023.1.11)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 23/34 (2006.01)

H 0 1 L 23/34

A

H 0 5 K 7/20 (2006.01)

H 0 5 K 7/20

D

H 0 5 K 9/00 (2006.01)

H 0 5 K 9/00

U

H 0 1 L 23/00 (2006.01)

H 0 1 L 23/00

C

請求項の数 12 (全18頁)

(21)出願番号 特願2018-118080(P2018-118080)

(22)出願日 平成30年6月21日(2018.6.21)

(65)公開番号 特開2019-220614(P2019-220614

A)

(43)公開日 令和1年12月26日(2019.12.26)

審査請求日 令和3年4月9日(2021.4.9)

(73)特許権者 000108410

デクセリアルズ株式会社

栃木県下野市下坪山 1 7 2 4

(74)代理人 100147485

弁理士 杉村 憲司

(74)代理人 230118913

弁理士 杉村 光嗣

(74)代理人 100195556

弁理士 柿沼 公二

(74)代理人 100165951

弁理士 吉田 憲悟

(72)発明者

ボロトフ セルゲイ

東京都品川区大崎一丁目 1 1 番 2 号 ゲ

ートシティ大崎イーストタワー 8 階 デ

クセリアルズ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置及び半導体装置の製造方法

(57)【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、前記半導体素子の上面及び前記冷却部材の下面に当接している、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】

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、
 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、半導体装置。

【請求項 3】

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 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。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、優れた放熱性及び電磁波抑制効果を有する半導体装置及び半導体装置の製造方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、電子機器は、小型化の傾向をたどる一方、アプリケーションの多様性のために電力消費量をそれほど変化させることができないため、機器内における放熱対策がより一層重要視されている。

【0003】

上述した電子機器における放熱対策として、銅やアルミ等といった熱伝導率の高い金属材料で作製された放熱板や、ヒートパイプ、ヒートシンク等が広く利用されている。これらの熱伝導性に優れた放熱部品は、放熱効果又は機器内の温度緩和を図るため、電子機器内における発熱部である半導体パッケージ等の電子部品に近接するようにして配置される。また、これらの熱伝導性に優れた放熱部品は、発熱部である電子部品から低温の場所に亘って配置される。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

ただし、電子機器内における発熱部は、電流密度が高い半導体素子等の電子部品であり、電流密度が高いということは、不要輻射の成分となり得る電界強度又は磁界強度が大きいことが考えられる。このため、金属で作製された放熱部品を電子部品の近辺に配置すると、熱の吸収を行うとともに、電子部品内を流れる電気信号の高調波成分をも拾ってしまうという問題があった。具体的には、放熱部品が金属材料で作製されているため、それ自体が高調波成分のアンテナとして機能したり、高調波ノイズ成分の伝達経路として働いてしまうような場合である。

【 0 0 0 5 】

そのため、放熱性と電磁波抑制効果の両立が図られた技術の開発が望まれている。

10

例えば特許文献 1 には、大きく開口したシールド部材内に、リッドが取り付けられた半導体パッケージを設けるとともに、リッドの上面周縁部に電氣的に接触する環状のリッド接触部を設け、該リッド接触部とシールド部材とを電氣的に接続させる、という技術が開示されている。

しかしながら、特許文献 1 の技術では、一定の放熱性及び電磁波抑制効果が得られるものの、基板や冷却部材が大きい場合には、電磁共振を起こし、十分な電磁波抑制効果を得ることができないと考えられた。また、放熱性についても、さらなる改良が望まれていた。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

20

【 文献 】特開 2 0 1 2 - 1 6 5 4 8 5 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであって、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提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明者らは、上記の課題を解決するべく検討を重ね、グラウンドに接続された導電シールドカン、半導体素子を覆うように設けることによって、高い電磁波抑制効果が得られることに着目した。ただし、導電シールドカンだけを設けただけでは十分な放熱性を得ることができないことから、さらに鋭意研究を重ねた結果、半導体素子と導電性の冷却部材との間に導電性熱伝導シートを形成することで、半導体素子と冷却部材とを繋ぐことができ、放熱性を向上させることができることを見出した。そしてさらに、半導体素子を覆う導電シールドカンについて、上面を取り除いた構造、つまり導電シールドカンの形状を筒状にするとともに、導電シールドカンと導電性を有する冷却部材とを、導電性熱伝導シートを介して電氣的に接続させることによって、半導体装置の中で電氣的に閉じた空間を形成することが可能となる結果、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。

30

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。加えて、本発明の半導体装置は、前記導電シールドカンの上面が形成されていないため、半導体装置の薄膜化や製造容易性を向上させることもできる。

40

【 0 0 0 9 】

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。

50

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。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、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提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【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。

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

20

30

40

50

以下、本発明の実施形態の一例を、図面を用いて具体的に説明する。

ここで、図 1 及び 2 は、本発明の半導体装置の実施形態について、断面を模式的に示した図である。また、図 4 は、本発明の半導体装置の一実施形態について、組立状態を説明するための斜視図である。なお、各図面については、説明の便宜のため、各部材の形状やスケールが実際のものとは異なる状態で示されている。各部材の形状やスケールについては、本明細書の中で規定されていること以外は、半導体装置ごとに適宜変更することが可能である。

【 0 0 1 3 】

< 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 3 0 と、導電シールドカン 2 0 と、導電性の冷却部材 4 0 と、導電性熱伝導シート 1 0 と、を備える。

10

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 3 0 の側面 3 0 a を囲むように設けられた筒状の導電シールドカン 2 0 を有し、前記導電性熱伝導シート 1 0 が、前記半導体素子 3 0 と前記冷却部材 4 0 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 2 0 と前記冷却部材 4 0 とが、前記導電性熱伝導シート 1 0 を介して電氣的に接続していることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

前記半導体素子 3 0 は、熱及び電磁波の発生源となるが、該半導体素子 3 0 を覆うように導電シールドカン 2 0 を設けることによって、電磁波遮蔽が可能となるため、優れた電磁波抑制効果が得られる。また、前記導電シールドカン 2 0 について、上面（積層方向で見た場合の上の面）を取り除いた筒状とし、該導電シールドカン 2 0 の内部で、伝導性を有し且つ熱伝導性の高いシート部材（導電性熱伝導シート 1 0 ）を半導体素子 3 0 と冷却部材 4 0 との間に設けることによって、冷却部材 4 0 への熱伝導が大きく改善される結果、電磁波抑制効果を得つつ、優れた放熱性を実現できる。

20

さらに、本発明の半導体装置 1 では、前記導電シールドカン 2 0 と前記冷却部材 4 0 とが、前記導電性熱伝導シート 1 0 を介して電氣的に接続することによって、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 及び 2 の破線で囲んだ空間）が形成される結果、導電シールドカン 2 0 の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。

さらにまた、本発明の半導体装置 1 では、前記導電シールドカン 2 0 の、上面が取り除かれているため、従来の導電シールドカンを用いた技術に比べて、半導体装置 1 の薄膜化が可能となるとともに、前記半導体素子 3 0 と前記冷却部材 4 0 との間に、前記導電性熱伝導シート 1 0 を設けやすくなり、製造の容易性も得ることができる。

30

【 0 0 1 5 】

なお、図 3 は、従来技術による半導体装置の一例を示したものである。従来の半導体装置 1 0 0 では、半導体素子 3 0 を覆うように導電シールドカン 2 0 を設けているため、高い電磁波抑制効果が得られる。しかしながら、本発明の半導体装置 1 の導電性熱伝導シート 1 0 が導電シールドカン 2 0 を介して積層されるような構成であることから、本発明の半導体装置 1 に比べて、半導体素子 3 0 と冷却部材 4 0 との間の熱抵抗が大きく、十分な放熱性を得ることができない。

40

【 0 0 1 6 】

次に、本発明の半導体装置を構成する各部材について説明する。

(半導体素子)

本発明の半導体装置 1 は、図 1 及び 2 に示すように、基板 5 0 上に形成された半導体素子 3 0 を備える。

ここで、前記半導体素子については、半導体による電子部品であれば特に限定されるものではない。例えば、IC や LSI 等の集積回路、CPU、MPU、グラフィック演算素子、イメージセンサなどが挙げられる。

【 0 0 1 7 】

< 半導体装置 >

50

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。

【0018】

また、本発明の半導体装置 1 では、例えば図 1 及び 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 を設けることができ、この部分に前記導電シールドカン 20 を半田等により接続してもよい。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、これにより前記導電シールドカン 20 をグラウンド 60 と電氣的に接合させることができる。なお、図 1 及び 2 では、前記導電シールドカン 20 を前記ランド 51 上に設けることで、前記グラウンド 60 と電氣的に接続しているが、前記導電シールドカン 20 が、前記基板 50 内を貫通し、直接グラウンド 60 と接続するような構成とすることもできる。

【0019】

(導電シールドカン)

本発明の半導体装置 1 は、図 1 及び 2 に示すように、前記グラウンド 60 に接続され、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 を備える。

前記グラウンド 60 に接続された導電シールドカン 20 によって、電磁波のシールドが可能となり、本発明の半導体装置 1 の電磁波抑制効果を向上できる。

【0020】

ここで、前記導電シールドカン 20 を構成する材料としては、電磁波のシールド効果が高いものであれば特に限定はされない。例えば、アルミ、銅、ステンレス等の導電率の高い金属や、導電性の高い磁性体等を用いることができる。該導電性の高い磁性体材料としては、パーマロイ、センダスト、Fe系若しくはCo系のアモルファス材料、微結晶材料等が挙げられる。前記導電シールドカン 20 を構成する材料として、上述のような磁性体材料を用いた場合には、電氣的シールド効果のほかに、磁氣的シールド効果及び磁氣的吸収効果についても期待できる。

【0021】

前記導電シールドカン 20 は、筒状であり、図 3 に示すような従来の上面 (積層方向で見た場合の上の面) 部分 20b が取り除かれた形状である。なお、前記導電シールドカン 20 が筒状に構成されることで、内部に後述する導電性熱伝導シート 10 が形成され、半導体素子 30 と冷却部材と 40 との間を繋ぐことができる結果、優れた放熱性を実現できる。

ここで、筒状については、特に限定はされず、半導体素子 30 の大きさや形状等に応じて適宜変更することができる。例えば、図 1 及び 2 に示すように、矩形の筒状であってもよいし、その他にも、円筒状や、その他不定形の筒状にすることもできる。半導体素子 30 からの熱を逃がすという観点からは、前記半導体素子 30 を介して対向する導電シールドカン 20 同士の間隔 W を大きくし、大きな導電性熱伝導シート 10 を用いることが好ましい。

【0022】

また、前記導電シールドカン 20 は、電磁波抑制効果をさらに向上させる観点からは、積層方向に沿った断面で見たとき、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 W が、前記半導体素子 30 の最大周波数における波長の $1/10$ 以下であることが好ましい。例えば、半導体素子 30 の周波数が 1GHz の場合には、波長が 300mm (光の速さ / 周波数) となるため、前記間隔 W を 30mm 以下とすることが好ましい。

【0023】

(冷却部材)

本発明の半導体装置 1 は、図 1 及び 2 に示すように、前記半導体素子 30 及び前記導電

10

20

30

40

50

シールドカン 20 の上部に設けられた、導電性の冷却部材 40 を備える。

ここで、前記冷却部材 40 は、前記熱源（半導体素子 30）から発生する熱を吸収し、外部に放散させる部材である。後述する導電性熱伝導シート 10 を介して前記半導体素子 30 と接続されることによって、半導体素子 30 が発生した熱を外部に拡散させ、半導体装置の高い放熱性を実現できる。

また、前記冷却部材 40 は導電性を有するため、後述する導電性熱伝導シート 10 を介して、前記導電シールドカン 20 と電氣的に接続されることによって、電氣的に閉じた空間（図 1 及び 2 の破線で囲んだ領域 A）を形成し、半導体装置 1 の電磁波抑制効果を高めることができる。

【0024】

前記導電冷却部材 40 の種類については、特に限定はされず、本発明の半導体装置 1 の種類に応じて適宜選択することができる。例えば、放熱器、冷却器、ヒートシンク、ヒートスプレッダ、ダイパッド、冷却ファン、ヒートパイプ、金属カバー、筐体等が挙げられる。これらの導電冷却部材の中でも、より優れた放熱性が得られる点からは、導電性を有する、放熱器、冷却器又はヒートシンクを用いることが好ましい。また、上述した導電冷却部材 40 を構成する材料については、熱伝導率を高める点から、アルミ、銅、ステンレス等の金属や、グラファイト等を含むことが好ましい。

【0025】

なお、前記導電冷却部材 40 は、図 1 及び 2 に示すように、前記導電シールドカン 20 の上部に設けられるが、前記導電シールドカン 20 とは接しておらず、一定の距離を開けて設けられることが好ましい。後述する導電性熱伝導シート 10 が、前記導電シールドカン 20 の上面 20a と前記導電冷却部材 40 との間に充填されるためである。

また、前記導電冷却部材 40 は、その裏面 40b において、後述する導電性熱伝導シート 10 と接触する部分に突起（図示せず）を設けることもできる。突起を設けることによって、導電性熱伝導シート 10 及び導電性熱伝導シート 10 を介して設けられた導電シールドカン 20 との間隔を狭くでき、前記導電性熱伝導シート 10 をフィルム等から構成した場合であっても強固な接続が可能となる。

【0026】

（導電性熱伝導シート）

本発明の半導体装置 1 は、図 1 及び 2 に示すように、前記半導体素子 30 と、前記導電冷却部材 40 との間に形成された導電性熱伝導シート 10 を備え、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。

熱伝導性の高い導電性熱伝導シート 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シート 10 を介して、前記導電シールドカン 20 と前記冷却部材 40 とが電氣的に接続されることで、図 1 及び図 2 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、導電シールドカン 20 の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。

【0027】

ここで、前記導電性熱伝導シート 10 形状については、特に限定はされず、前記導電シールドカン 20 や、前記半導体素子 30 の形状等に応じて、適宜変更することができる。

また、前記導電性熱伝導シート 10 のサイズについては、特に限定はされないが、図 1 及び 2 に示すように、前記導電シールドカン 20 の開口内に隙間なく充填される必要がある。前記導電シールドカン 20 と前記冷却部材 40 との電氣的な接続を確保するためである。

【0028】

また、前記導電性熱伝導シート 10 については、図 1 に示すように、前記導電シールドカン 20 の上端 20a が、前記導電性熱伝導シート 10 の内部に食い込んでいる（言い換

10

20

30

40

50

えれば、前記導電性熱伝導シート10の下面10aの面積が、筒状の前記導電シールドカン20の開口面積よりも大きい)ことが好ましい。図2に示すような、前記導電性熱伝導シート10が前記導電シールドカン20の内部に充填された態様に比べて、前記導電シールドカン20と前記冷却部材40との電氣的な接続をより効率的に確保できるため、電磁波抑制効果さらに向上でき、また、前記導電性熱伝導シート10と前記導電シールドカン20との接合力を高めることもできる。

【0029】

なお、前記導電性熱伝導シート10は、一層のシートから構成しても良いし、複数枚のシートから構成することもできる。

例えば、図1に示すように、前記導電性熱伝導シート10が前記シールドカン20の上端20aを覆わない場合には、前記導電性熱伝導シート10を一層のシートにより構成することができる。ただし、シートの厚さを調整しやすい等の観点から、複数のシートから構成することもできる。

10

また、図2に示すように、前記導電性熱伝導シート10が前記導電シールドカン20の上端20aを覆う場合には、一枚の前記導電性熱伝導シート10を用いて、前記導電シールドカン20を圧着させることによって製造することもできるし、複数のシートを組み合わせることにより前記導電性熱伝導シート10を構成することもできる。

【0030】

また、前記導電性熱伝導シート10の厚さTについては、特に限定はされず、半導体素子30と冷却部材40との距離や、前記導電シールドカン20のサイズ等に応じて適宜変更することができる。ただし、放熱性及び電磁波抑制効果をより高いレベルで実現できる点からは、前記導電性熱伝導シート10の厚さTが $50\mu\text{m} \sim 4\text{mm}$ であることが好ましく、 $100\mu\text{m} \sim 4\text{mm}$ であることがより好ましく、 $200\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ であることが特に好ましい。前記導電性熱伝導シート10の厚さTが 4mm を超えると、前記半導体素子30と前記冷却部材40との距離が長くなるため、熱伝導性が低下するおそれがあり、一方、前記導電性熱伝導シート10の厚さTが $50\mu\text{m}$ 未満の場合には、電磁波抑制効果が小さくなるおそれがある。

20

ここで、前記導電性熱伝導シート10の厚さTは、図1及び2に示すように、前記導電性熱伝導シート10の最も厚さが大きな部分の厚さTのことを意味し、一層のシートから形成されるか、複数のシートから形成されるかには関わらない。

30

【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、 $0.15 \cdot \text{m}$ 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10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10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。

40

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。

【0032】

さらに、前記導電性熱伝導シート10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。

【0033】

50

さらに、前記導電性熱伝導シート10は、磁気特性を有することが好ましい。前記導電性熱伝導シート10に、電磁波吸収性能を持たせることができるため、よりすぐれた電磁波抑制効果が得られるためである。

ここで、前記導電性熱伝導シート10の磁気特性の調整方法としては、特に限定はされないが、導電性熱伝導シート10中に、磁性粉等を含有させ、その配合量等を変えることによって、調整することが可能である。

【0034】

また、前記導電性熱伝導シート10は、表面に粘着性又は接着性を有することが好ましい。導電性熱伝導シート10と他の部材との接着性を向上できるからである。さらに、前記導電性熱伝導シート10が複数のシートから構成される場合には、シート同士の接着性について向上できる。

10

なお、前記導電性熱伝導シート10の表面にタック性を付与する方法については特に限定はされない。例えば、後述する導電性熱伝導シート10を構成するバインダ樹脂の適正化を図ってタック性を持たせることもできるし、該導電性熱伝導シート10の表面にタック性のある接着層を別途設けることもできる。

【0035】

さらに、前記導電性熱伝導シート10は、柔軟性を有することが好ましい。前記導電性熱伝導シート10の形状を変化しやすくできるため、半導体装置1を組み立てる際の容易性が向上するとともに、前記導電性熱伝導シート10と前記導電シールドカン20との接合力を高めることもできる。前記導電性熱伝導シート10の柔軟性については、例えば、動的弾性率測定で測定される25℃での貯蔵弾性率が、50kPa～50MPaの範囲であることが好ましい。

20

【0036】

さらにまた、前記導電性熱伝導シート10は、樹脂の硬化物を含むことが好ましい。前記導電性熱伝導シート10に、高い柔軟性や、表面の粘着性等を付与することができるためである。

【0037】

なお、前記導電性熱伝導シート10を構成する材料については、優れた電磁波吸収性能及び熱伝導性を有するものであれば特に限定はされない。

例えば、高いレベルで、電磁波吸収性能及び熱伝導性を実現できる点からは、前記導電性熱伝導シートが、バインダ樹脂と、導電性を有する熱伝導性充填剤と、その他成分とを含むことができる。

30

【0038】

以下、導電性熱伝導シート10を構成する材料について記載する。

・バインダ樹脂

前記導電性熱伝導シートを構成するバインダ樹脂とは、導電性熱伝導シートの基材となる樹脂成分のことである。その種類については、特に限定されず、公知のバインダ樹脂を適宜選択することができる。例えば、バインダ樹脂の一つとして、熱硬化性樹脂が挙げられる。

【0039】

前記熱硬化性樹脂としては、例えば、架橋性ゴム、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ビスマレイミド樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル、ジアリルフタレート樹脂、シリコーン、ポリウレタン、ポリイミドシリコーン、熱硬化型ポリフェニレンエーテル、熱硬化型変性ポリフェニレンエーテル等が挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

40

【0040】

なお、前記架橋性ゴムとしては、例えば、天然ゴム、ブタジエンゴム、イソブレンゴム、ニトリルゴム、水添ニトリルゴム、クロロブレンゴム、エチレンプロピレンゴム、塩素化ポリエチレン、クロロスルホン化ポリエチレン、ブチルゴム、ハロゲン化ブチルゴム、フッ素ゴム、ウレタンゴム、アクリルゴム、ポリイソブチレンゴム、シリコーンゴム等が

50

挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

【0041】

また、上述した熱硬化性樹脂の中でも、成形加工性及び耐候性に優れるとともに、電子部品に対する密着性及び追従性の点から、シリコンを用いることが好ましい。シリコンとしては、特に制限はなく、目的に応じてシリコンの種類を適宜選択することができる。

上述した成形加工性、耐候性、密着性等を得る観点からは、前記シリコンとして、液状シリコンゲルの主剤と、硬化剤とから構成されるシリコンであることが好ましい。そのようなシリコンとしては、例えば、付加反応型液状シリコン、過酸化物を加硫に用いる熱加硫型ミラブルタイプのシリコン等が挙げられる。

10

【0042】

前記付加反応型液状シリコンとしては、ビニル基を有するポリオルガノシロキサンを主剤、Si-H基を有するポリオルガノシロキサンを硬化剤とした、2液性の付加反応型シリコン等を用いることが好ましい。

なお、前記液状シリコンゲルの主剤と、硬化剤との組合せにおいて、前記主剤と前記硬化剤との配合割合としては、質量比で、主剤：硬化剤＝35：65～65：35であることが好ましい。

【0043】

また、前記導電性熱伝導シートにおける前記バインダ樹脂の含有量は、特に制限されず、目的に応じて適宜選択することができる。例えば、シートの成形加工性や、シートの密着性等を確保する観点からは、前記導電性熱伝導シートの20体積％～50体積％程度であることが好ましく、30体積％～40体積％であることがより好ましい。

20

【0044】

・導電性を有する熱伝導性充填剤

導電性熱伝導シートは、前記バインダ樹脂内に、導電性を有する熱伝導性充填剤（以下、単に「熱伝導性充填剤」ということもある。）を含む。該導電性を有する熱伝導性充填剤は、シートの熱伝導性及び導電性を向上させるための成分である。

ここで、熱伝導性充填剤の種類については、特に限定はされないが、より高い熱伝導性を実現できる点からは、繊維状の熱伝導性充填剤を用いることが好ましい。

なお、前記繊維状の熱伝導性充填剤の「繊維状」とは、アスペクト比の高い（およそ6以上）の形状のことをいう。そのため、本発明では、繊維状や棒状等の熱導電性充填剤だけでなく、アスペクト比の高い粒状の充填材や、フレーク状の熱導電性充填剤等も繊維状の熱導電性充填剤に含まれる。

30

【0045】

ここで、前記繊維状の熱伝導性充填剤の種類については、繊維状で且つ熱伝導性及び導電性の高い材料であれば特に限定はされず、例えば、銀、銅、アルミニウム等の金属、アルミナ、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、グラファイト等のセラミックス、炭素繊維等が挙げられる。

これらの繊維状の熱伝導性充填剤の中でも、より高い熱伝導性及び導電性を得られる点からは、炭素繊維を用いることがより好ましい。

40

なお、前記導電性を有する熱伝導性充填剤については、一種単独でもよいし、二種以上を混合して用いてもよい。また、二種以上の熱伝導性充填剤を用いる場合には、いずれも繊維状の熱伝導性充填剤であってもよいし、繊維状の熱伝導性充填剤と別の形状の熱伝導性充填剤とを混合して用いてもよい。

【0046】

前記炭素繊維の種類について特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。例えば、ピッチ系、PAN系、PBO繊維を黒鉛化したもの、アーク放電法、レーザー蒸発法、CVD法（化学気相成長法）、CCVD法（触媒化学気相成長法）等で合成されたものを用いることができる。これらの中でも、高い熱伝導性及び導電性を得られる点から、PBO繊維を黒鉛化した炭素繊維、ピッチ系炭素繊維がより好ましい。

50

【0047】

また、前記炭素繊維は、必要に応じて、その一部又は全部を表面処理して用いることができる。前記表面処理としては、例えば、酸化処理、窒化処理、ニトロ化、スルホン化、あるいはこれらの処理によって表面に導入された官能基若しくは炭素繊維の表面に、金属、金属化合物、有機化合物等を付着あるいは結合させる処理等が挙げられる。前記官能基としては、例えば、水酸基、カルボキシル基、カルボニル基、ニトロ基、アミノ基等が挙げられる。

【0048】

さらに、前記繊維状の熱伝導性充填剤の平均繊維長（平均長軸長さ）についても、特に制限はなく適宜選択することができるが、確実に高い熱伝導性を得る点から、 $50\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、 $75\mu\text{m} \sim 275\mu\text{m}$ の範囲であることがより好ましく、 $90\mu\text{m} \sim 250\mu\text{m}$ の範囲であることが特に好ましい。

10

さらにまた、前記繊維状の熱伝導性充填剤の平均繊維径（平均短軸長さ）についても、特に制限はなく適宜選択することができるが、確実に高い熱伝導性を得る点から、 $4\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、 $5\mu\text{m} \sim 14\mu\text{m}$ の範囲であることがより好ましい。

【0049】

前記繊維状の熱伝導性充填剤のアスペクト比（平均長軸長さ／平均短軸長さ）については、確実に高い熱伝導性を得る点から、6以上であるものが用いられ、7～30であることが好ましい。前記アスペクト比が小さい場合でも熱伝導率等の改善効果はみられるが、配向性が低下するなどにより大きな特性改善効果が得られないため、アスペクト比は6以上とする。一方、30を超えると、導電性熱伝導シート中での分散性が低下するため、十分な熱伝導率を得られないおそれがある。

20

ここで、前記繊維状の熱伝導性充填剤の平均長軸長さ、及び平均短軸長さは、例えばマイクロスコブ、走査型電子顕微鏡（SEM）等によって測定し、複数のサンプルから平均を算出することができる。

【0050】

また、前記導電性熱伝導シートにおける、前記導電性を有する熱伝導性充填剤の含有量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、4体積％～40体積％であることが好ましく、5体積％～30体積％であることがより好ましく、6体積％～20体積％であることが特に好ましい。前記含有量が4体積％未満であると、十分に低い熱抵抗を得ることが困難になるおそれがあり、40体積％を超えると、前記導電性熱伝導シートの成型性及び前記繊維状の熱伝導性充填剤の配向性に影響を与えてしまうおそれがある。

30

【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。

40

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。

【0052】

なお、前記導電性を有する熱伝導性充填剤の配向角度を整える方法については、特に限定はされない。例えば、前記導電性熱伝導シートの元になるシート用成形体を作製し、繊維状の熱伝導性充填剤を配向させた状態で、切り出し角度を調整することによって、配向角度の調整が可能となる。

50

【 0 0 5 3 】

・無機物フィラー

また、前記導電性熱伝導シートは、上述したバインダ樹脂及び導電性を有する熱伝導性繊維に加えて、無機物フィラーをさらに含むことができる。導電性熱伝導シートの熱伝導性をより高めたり、シートの強度を向上できるためである。

前記無機物フィラーとしては、形状、材質、平均粒径等については特に制限がされず、目的に応じて適宜選択することができる。前記形状としては、例えば、球状、楕円球状、塊状、粒状、扁平状、針状等が挙げられる。これらの中でも、球状、楕円形状が充填性の点から好ましく、球状が特に好ましい。

【 0 0 5 4 】

前記無機物フィラーの材料としては、例えば、窒化アルミニウム（窒化アルミ：AlN）、シリカ、アルミナ（酸化アルミニウム）、窒化ホウ素、チタニア、ガラス、酸化亜鉛、炭化ケイ素、ケイ素（シリコン）、酸化珪素、酸化アルミニウム、金属粒子等が挙げられる。これらは、一種単独で使用してもよいし、二種以上を併用してもよい。これらの中でも、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、酸化亜鉛、シリカが好ましく、熱伝導率の点から、アルミナ、窒化アルミニウムが特に好ましい。

【 0 0 5 5 】

また、前記無機物フィラーは、表面処理が施されたものを用いることもできる。前記表面処理としてカップリング剤で前記無機物フィラーを処理すると、前記無機物フィラーの分散性が向上し、導電性熱伝導シートの柔軟性が向上する。

【 0 0 5 6 】

前記無機物フィラーの平均粒径については、無機物の種類等に応じて適宜選択することができる。

前記無機物フィラーがアルミナの場合、その平均粒径は、 $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $4\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ であることが特に好ましい。前記平均粒径が $1\mu\text{m}$ 未満であると、粘度が大きくなり、混合しにくくなるおそれがある。一方、前記平均粒径が $10\mu\text{m}$ を超えると、前記導電性熱伝導シートの熱抵抗が大きくなるおそれがある。

さらに、前記無機物フィラーが窒化アルミニウムの場合、その平均粒径は、 $0.3\mu\text{m} \sim 6.0\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $0.3\mu\text{m} \sim 2.0\mu\text{m}$ であることがより好ましく、 $0.5\mu\text{m} \sim 1.5\mu\text{m}$ であることが特に好ましい。前記平均粒径が、 $0.3\mu\text{m}$ 未満であると、粘度が大きくなり、混合しにくくなるおそれがあり、 $6.0\mu\text{m}$ を超えると、前記導電性熱伝導シートの熱抵抗が大きくなるおそれがある。

なお、前記無機物フィラーの平均粒径については、例えば、粒度分布計、走査型電子顕微鏡（SEM）により測定することができる。

【 0 0 5 7 】

・磁性金属粉

さらに、前記導電性熱伝導シートは、上述したバインダ樹脂、繊維状の熱伝導性繊維及び無機物フィラーに加えて、磁性金属粉をさらに含むことが好ましい。該磁性金属粉を含むことで、導電性熱伝導シートの磁気特性を高め、半導体装置の電磁波抑制効果を向上させることができる。

【 0 0 5 8 】

前記磁性金属粉の種類については、前記導電性熱伝導シートの磁気特性を高め、電磁波吸収性を向上できるものであること以外は、特に限定されず、公知の磁性金属粉を適宜選択することができる。例えば、アモルファス金属粉や、結晶質の金属粉末を用いることができる。アモルファス金属粉としては、例えば、Fe-Si-B-Cr系、Fe-Si-B系、Co-Si-B系、Co-Zr系、Co-Nb系、Co-Ta系のもの等が挙げられ、結晶質の金属粉としては、例えば、純鉄、Fe系、Co系、Ni系、Fe-Ni系、Fe-Co系、Fe-Al系、Fe-Si系、Fe-Si-Al系、Fe-Ni-Si-Al系のもの等が挙げられる。さらに、前記結晶質の金属粉としては、結晶質の金属粉に、N（窒素）、C（炭素）、O（酸素）、B（ホウ素）等を微量

10

20

30

40

50

加えて微細化させた微結晶質金属粉を用いてもよい。

なお、前記磁性金属粉については、材料が異なるものや、平均粒径が異なるものを二種以上混合したものをを用いてもよい。

【0059】

また、前記磁性金属粉については、球状、扁平状等の形状を調整することが好ましい。例えば、充填性を高くする場合には、粒径が数 μm ～数十 μm であって、球状である磁性金属粉を用いることが好ましい。このような磁性金属粉末は、例えばアトマイズ法や、金属カルボニルを熱分解する方法により製造することができる。アトマイズ法とは、球状の粉末が作りやすい利点を有し、熔融金属をノズルから流出させ、流出させた熔融金属に空気、水、不活性ガス等のジェット流を吹き付けて液滴として凝固させて粉末を作る方法である。アトマイズ法によりアモルファス磁性金属粉末を製造する際には、熔融金属が結晶化しないようにするために、冷却速度を 1×10^6 (K/s) 程度にすることが好ましい。

10

【0060】

上述したアトマイズ法により、アモルファス合金粉を製造した場合には、アモルファス合金粉の表面を滑らかな状態とすることができる。このように表面凹凸が少なく、比表面積が小さいアモルファス合金粉を磁性金属粉として用いると、バインダ樹脂に対して充填性を高めることができる。さらに、カップリング処理を行うことで充填性をより向上できる。

【0061】

なお、前記導電性熱伝導シートは、上述した、バインダ樹脂、繊維状の熱伝導性充填剤、無機物フィラー及び磁性金属粉に加えて、目的に応じてその他の成分を適宜含むことも可能である。

20

その他の成分としては、例えば、チキソトロピー性付与剤、分散剤、硬化促進剤、遅延剤、微粘着付与剤、可塑剤、難燃剤、酸化防止剤、安定剤、着色剤等が挙げられる。

【0062】

<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の上端20aに、導電性熱伝導シート10を圧着することで、前記導電シールドカン20と前記導電性熱伝導シート10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。

30

上記工程を含むことによって、煩雑な工程を経ることなく、前記導電性熱伝導シート10の内部に、導電シールドカン20の上端20aを確実に食い込ませることができ、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。

【0063】

なお、本発明の半導体装置の製造方法では、上述した導電性熱伝導シート10を圧着する工程以外の工程は、特に限定はされず、公知の製造方法を適宜採用することができる。

【実施例】

【0064】

40

次に、本発明を実施例に基づき具体的に説明する。ただし、本発明は下記の実施例に何ら限定されるものではない。

【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 μm 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 μm のピッチ系炭素繊維(「熱伝導性繊維

50

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:ピッチ系炭素繊維=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・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。

【0066】

図5(a)及び(b)は、半導体装置の解析モデルを示したものであり、それぞれ上面部側(表面側)から、下面部側(裏面側)から見た状態を示したものである。なお、図5(a)及び(b)では、半導体装置を構成する各部材の位置関係がわかるように、透過させて描いている。

なお、前記解析モデルの断面構造は、図1と同様であり、半導体素子30は、図5(a)及び(b)に示すように、マイクロストリップライン(MSL)31を樹脂モールドで覆ったものとし、該MSL31については、誘電体基板50(基板サイズ:30mm×30mm×0.65mm)表面側に銅の信号線(信号線サイズ:2mm×1mm×0.02mm)、裏面側にグラウンド60を配したものとした。半導体素子30の信号源は、このMSL31で簡略化し両端を信号の入出力端に設定している。なお、上述の半導体素子30の本体(樹脂でモールドした部分)は、比誘電率4、誘電正接0.01の誘電体とした。なお、半導体素子30の本体の大きさは16mm×16mm×0.7mmとした。

【0067】

そして、電磁波抑制効果の評価については、半導体装置から3m離れた位置における最大電界強度を算出し、周波数に応じた電界強度(dBμV/m)として表記した。得られた電界強度算出結果を図6に示す。

図6では、導電性熱伝導シート10として、1.218・m、0.122・m、0.012・m、導電性が極めて低い場合(誘電体)のものを用いた際の電界強度算出結果を、それぞれ示している。

【0068】

図6の結果から、本発明の範囲に含まれる1.218・m、0.122・m、0.012・mの導電性熱伝導シート10を使用した解析モデルでは、導電性が極めて低い(誘電体)導電性熱伝導シート10を使用した解析モデルに比べて、良好な電磁波抑制効果(電界強度低減)が確認された。

さらに、導電性熱伝導シート10の抵抗率が低い、0.122・m、0.012・mの導電性熱伝導シート10を使用した解析モデルが、より優れた電磁波抑制効果を確認できた。

【0069】

(実施例2)

実施例2では、実施例1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、半導体装置のモデルに用いた導電性熱伝導シート10の抵抗率は、0.122・mであった。

さらに、半導体装置のモデルに用いた導電性熱伝導シート10として、アルミナの一部を磁性粉(Fe-Si-B-Crアモルファス磁性粒子)に置き換え、5GHzにおける比透磁率の虚

10

20

30

40

50

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、熱伝導率が全て同じ）のサンプルを作成した。

【0070】

そして、電磁波抑制効果の評価は、実施例1と同様に、周波数に応じた電界強度（dB μ V/m）を算出した。算出結果を図7に示す。

図7では、導電性熱伝導シート10中に磁性粉を含む場合の、半導体装置の解析モデルから得られた電界強度を「磁性粉含有あり（0.122 \cdot m）」として示し、導電性熱伝導シート10中に磁性粉を含まない場合の、半導体装置の解析モデルから得られた電界強度を「磁性粉含有なし（0.122 \cdot m）」として示した。

【0071】

図7の結果から、導電性熱伝導シート10中に磁性粉を含む場合と、導電性熱伝導シート10中に磁性粉を含まない場合との、いずれについても高い電磁波抑制効果が見られたものの、導電性熱伝導シート10中に磁性粉を含む場合に、より優れた電磁波抑制効果が確認された。

【産業上の利用可能性】

【0072】

本発明によれば、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提供することが可能となる。

【符号の説明】

【0073】

- 1 半導体装置
- 10 導電性熱伝導シート
- 20 導電シールドカン
- 20a 導電シールドカンの上端
- 30 半導体素子
- 30a 半導体素子の側面
- 31 MSL
- 40 冷却部材
- 50 基板
- 51 ランド
- 60 グラウンド
- 100 従来の半導体装置
- A 電氣的に閉じた空間
- T 導電性熱伝導シートの厚さ
- W 半導体装置を介して対向する導電シールドカン同士の間隔

10

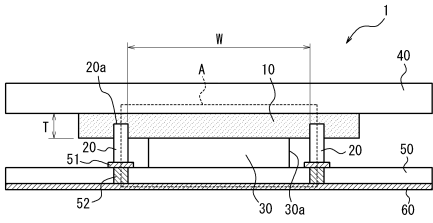
20

30

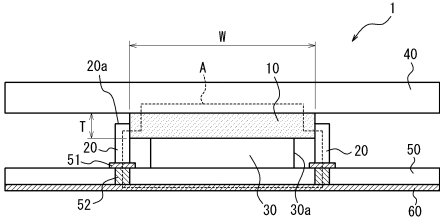
40

50

【図面】
【図 1】

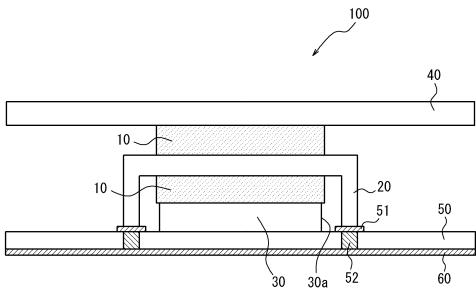


【図 2】

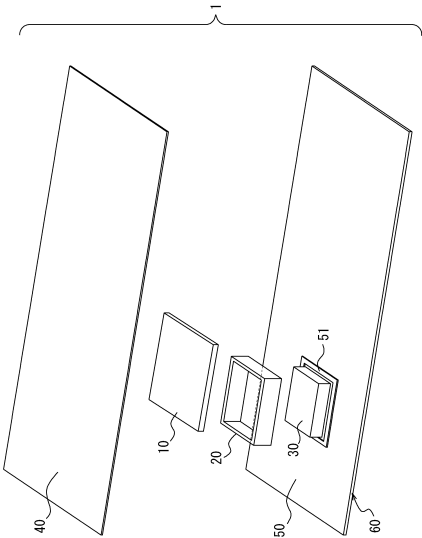


10

【図 3】



【図 4】



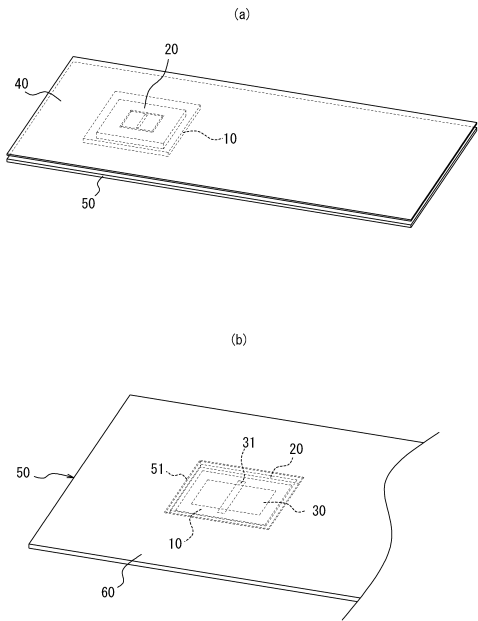
20

30

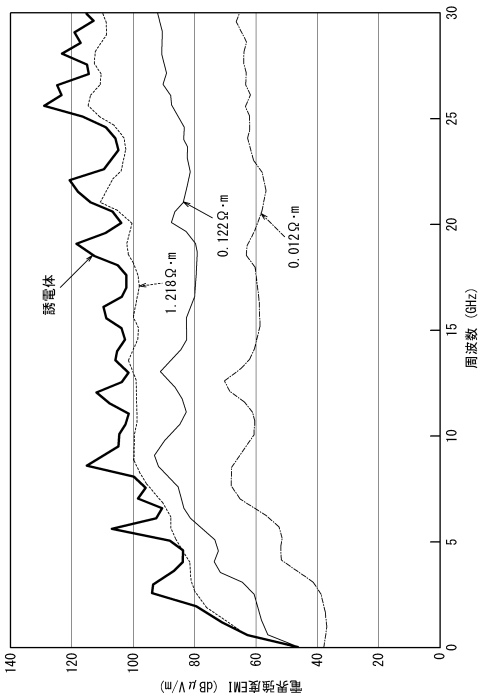
40

50

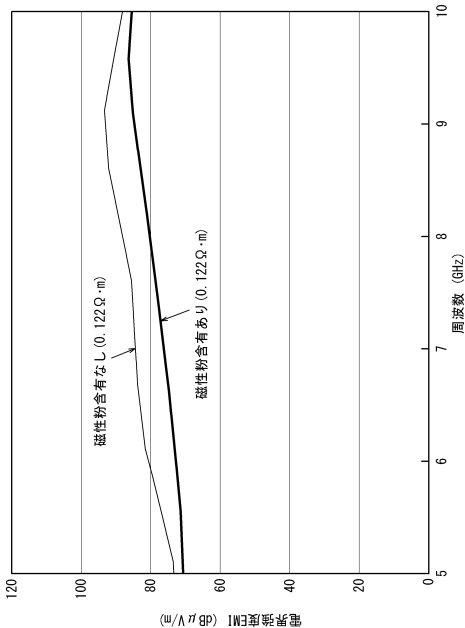
【図 5】



【図 6】



【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 久保 佑介

東京都品川区大崎一丁目 1 1 番 2 号 ゲートシティ大崎イーストタワー 8 階 デクセリアルズ株式会
社内

審査官 庄司 一隆

(56)参考文献 特開平 0 6 - 1 6 9 1 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 6 6 6 4 1 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 5 7 2 4 6 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 9 6 2 4 9 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 7 3 8 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 4 8 5 8 6 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 0 7 2 7 2 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 3 / 3 4

H 0 5 K 7 / 2 0

H 0 5 K 9 / 0 0

H 0 1 L 2 3 / 0 0