

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7163583号
(P7163583)

(45)発行日 令和4年11月1日(2022.11.1)

(24)登録日 令和4年10月24日(2022.10.24)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 23/36 (2006.01)	H 0 1 L 23/36 C
H 0 1 L 25/07 (2006.01)	H 0 1 L 25/04 C
H 0 1 L 25/18 (2006.01)	

請求項の数 5 (全16頁)

(21)出願番号	特願2018-13706(P2018-13706)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22)出願日	平成30年1月30日(2018.1.30)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65)公開番号	特開2019-134018(P2019-134018 A)	(74)代理人	110000110弁理士法人 快友国際特許事 務所
(43)公開日	令和1年8月8日(2019.8.8)	(72)発明者	川島 崇功 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自 動車株式会社内
審査請求日	令和3年1月14日(2021.1.14)	審査官	井上 和俊

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

上面電極と下面電極とを有する第1半導体素子と、
前記第1半導体素子を封止する封止体と、
前記封止体の上面に沿って配置されており、かつ、前記封止体の内部において前記上面電極に接続された第1上側放熱板と、
前記封止体の下面に沿って配置されており、かつ、前記第1半導体素子を挟んで前記第1上側放熱板に対向しているとともに、前記封止体の内部において前記下面電極に接続された第1下側放熱板と、
を備え、

前記第1上側放熱板は、絶縁体基板の両面に導体層が形成された積層基板であるとともに、前記積層基板の上面は前記封止体の前記上面に露出しており、

前記第1下側放熱板は、前記絶縁体基板よりも熱伝導率の高い導体で構成された導体板であるとともに、前記導体板の下面は前記封止体の前記下面に露出しており、

前記第1半導体素子の前記上面電極の面積は、前記第1半導体素子の前記下面電極の面積よりも小さい、

半導体装置。

【請求項2】

絶縁シートをさらに備え、

前記絶縁シートは、前記導体板の前記下面に接合されている、請求項1に記載の半導体

装置。

【請求項 3】

前記第 1 半導体素子の上面側には、前記上面電極に加えて、少なくとも一つの配線層が設けられている、請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

上面電極と下面電極とを有するとともに、前記封止体によって封止された第 2 半導体素子と、

前記封止体の前記上面に沿って配置されており、かつ、前記封止体の内部において前記第 2 半導体素子の前記上面電極に接続された第 2 上側放熱板と、

前記封止体の前記下面に沿って配置されており、かつ、前記第 2 半導体素子を挟んで前記第 2 上側放熱板に対向しているとともに、前記封止体の内部において前記第 2 半導体素子の前記下面電極に接続された第 2 下側放熱板と、

をさらに備え、

前記第 2 上側放熱板は、絶縁体基板の両面に導体層が形成された積層基板であるとともに、前記第 2 上側放熱板を構成する前記積層基板の上面は前記封止体の前記上面に露出しており、

前記第 2 下側放熱板は、前記第 2 上側放熱板の前記絶縁体基板よりも熱伝導率の高い導体で構成された導体板であるとともに、前記第 2 下側放熱板を構成する前記導体板の下面は前記封止体の前記下面に露出しており、

前記第 2 下側放熱板は、継手部を介して前記第 1 上側放熱板へ電氣的に接続されており、前記継手部は、前記導体板である前記第 2 下側放熱板に一体に形成されているとともに、接合層を介して前記積層基板である前記第 1 上側放熱板に接合されている、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記第 1 上側放熱板の前記積層基板と、前記第 2 上側放熱板の前記積層基板は、単一の積層基板によって構成されている、請求項 4 に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書が開示する技術は、半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に、半導体装置が開示されている。この半導体装置は、上面電極と下面電極とを有する半導体素子と、上面電極に接続された上側放熱板と、半導体素子を挟んで上側放熱板に対向しているとともに下面電極に接続された下側放熱板とを備える。上側放熱板と下側放熱板とのそれぞれは、セラミック基板の両面に導体層が形成された積層基板で構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2008 - 41752 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

セラミック基板といった絶縁体基板を有する積層基板は、線膨張係数が低いことから、半導体装置の熱変形を抑制して、半導体素子に生じる応力を低減することができる。そのことから、上記した半導体装置のように、大電流での動作が必要とされる半導体装置では、従来の銅やアルミニウムで構成された導体板に代えて、全ての放熱板に積層基板を採用することが提案されている。しかしながら、絶縁体基板を構成する材料（例えば、窒化ケイ素といったセラミック）は、従来の放熱板を構成する導体（例えば、銅やアルミニウム

10

20

30

40

50

)と比較して、熱伝導性の点で劣る。そのことから、放熱板に絶縁体基板を採用すると、半導体素子に生じる応力が低減される一方で、半導体素子の放熱性も低下するというトレードオフが生じる。本明細書は、このようなトレードオフを解決又は低減し得る技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本明細書が開示する半導体装置は、上面電極と下面電極とを有する第1半導体素子と、上面電極に接続された第1上側放熱板と、第1半導体素子を挟んで第1上側放熱板に対向しているとともに、下面電極に接続された第1下側放熱板とを備える。第1上側放熱板と第1下側放熱板との一方は、絶縁体基板(例えばセラミック基板)の両面に導体層が形成された積層基板であり、第1上側放熱板と第1下側放熱板との他方は、絶縁体基板よりも熱伝導率の高い導体で構成された導体板である。

10

【0006】

上記の半導体装置では、第1半導体素子を挟んで対向する第1上側放熱板と第1下側放熱板との一方に積層基板が採用されており、その他方に導体板が採用されている。絶縁体基板を有する積層基板は、線膨張係数が低いことから、半導体装置の熱変形を抑制して、半導体素子に生じる応力を低減することができる。一方、導体板は、セラミック基板のような絶縁体基板を有さないことから、積層基板よりも熱伝導性において優れる。従って、上記した構成によると、積層基板によって第1半導体素子に生じる応力が低減されるとともに、導体板によって第1半導体素子が必要とする放熱性を確保することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0007】

- 【図1】実施例1の半導体装置10の平面図を示す。
- 【図2】図1中のI I - I I線における断面図を示す。
- 【図3】実施例2の半導体装置110の断面図を示す
- 【図4】実施例3の半導体装置210の平面図を示す。
- 【図5】図4中のV - V線における断面図を示す。
- 【図6】実施例4の半導体装置310の断面図を示す。
- 【図7】実施例5の半導体装置410の断面図を示す。
- 【図8】実施例6の半導体装置510の断面図を示す。

30

【発明を実施するための形態】

【0008】

本技術の一実施形態では、半導体装置が、絶縁シートをさらに備えてもよい。この場合、絶縁シートは、導体板の第1半導体素子とは反対側に位置する表面に接合されていてもよい。このような構成によると、第1半導体素子と電氣的に接続された導体板の表面が、外部の機器(例えば冷却器)から電氣的に絶縁される。絶縁シートが半導体装置に一体化されていることで、半導体装置を外部の機器(例えば冷却器)と組み合わせる作業を容易に行うことができる。

【0009】

本技術の一実施形態では、第1上側放熱板が積層基板であり、第1下側放熱板が導体板であってもよい。このような構成は、例えば、第1半導体素子の上面電極の面積が、第1半導体素子の下面電極の面積よりも小さいときに、有利である。上面電極の面積が下面電極の面積よりも小さい場合、第1半導体素子の熱は、上面電極よりも下面電極からより多く放出される。従って、下面電極に接続された第1下側放熱板が、放熱性に優れた導体板であると、第1半導体素子をより効果的に除熱又は冷却することができる。

40

【0010】

上記に加え、又は、代えて、第1半導体素子の上面側には、上面電極に加えて、少なくとも一つの配線層が設けられていてもよい。このような場合も、第1上側放熱板が積層基板であり、第1下側放熱板が導体板であると有利である。絶縁体基板を有する積層基板は、線膨張係数が低いので、温度変化に伴う変形量が比較的小さい。従って、上面電極に

50

接続された第1上側放熱板が、熱変形の小さい積層基板であると、上面電極に生じる変形も抑制され、それに近接する配線層への影響やダメージも低減される。

【0011】

本技術の一実施形態では、半導体装置が、上面電極と下面電極とを有する第2半導体素子と、第2半導体素子の上面電極に接続された第2上側放熱板と、第2半導体素子を挟んで第2上側放熱板に対向しているとともに、第2半導体素子の下面電極に接続された第2下側放熱板とをさらに備えてもよい。この場合、第2上側放熱板は、絶縁体基板の両面に導体層が形成された積層基板であり、第2下側放熱板は、第2上側放熱板の絶縁体基板よりも熱伝導率の高い導体で構成された導体板であってもよい。第2下側放熱板は、継手部を介して、第1上側放熱板へ電気的に接続されていてもよい。そして、継手部は、導体板である第2下側放熱板に一体に形成されているとともに、接合層（例えば、はんだ接合層）を介して、積層基板である第1上側放熱板に接合されていてもよい。

10

【0012】

上記した実施形態では、第2下側放熱板が、継手部を介して、第1上側放熱板に接続されている。このような継手部は、第1上側放熱板と第2下側放熱板との一方へ一体に設けられていると、半導体装置の製造において有利である。この場合、継手部は、第1上側放熱板と第2下側放熱板との他方へ、接合層（例えば、はんだ接合層）を介して接合される。この接合層の耐久性を高めるためには、接合層に生じる応力を抑制することが好ましい。この点に関して、積層基板の温度変化に伴う変形量は、導体板のそれと比較して小さい。従って、第2下側放熱板（即ち、導体板）に継手部が一体に設けられ、その継手部が第1上側放熱板（即ち、積層基板）へ接合される構成であると、接合層に生じる応力を低減することができる。加えて、導体板である第2下側放熱板には、積層基板である第1上側放熱板と比較して、継手部を一体に形成しやすい。

20

【0013】

本技術の他の側面による一実施形態では、第1上側放熱板が導体板であり、第1下側放熱板が積層基板であってもよい。このような構成は、例えば、第1半導体素子の下面電極の面積が、第1半導体素子の上面電極の面積よりも大きいときに、有利となり得る。第1上側放熱板及び第1下側放熱板が熱膨張すると、それらの変形（即ち、荷重）は上面電極及び下面電極から第1半導体素子へそれぞれ伝わる。このとき、下面電極の面積が上面電極の面積よりも大きいと、第1半導体素子は、下面電極から伝わる変形（即ち、荷重）の影響をより強く受ける。そのことから、下面電極の面積が上面電極の面積よりも大きい場合は、下面電極に接続された第1下側放熱板に、熱変形の小さい積層基板を採用することによって、第1半導体素子に加えられる荷重（即ち、それに起因する半導体素子の応力）を低減することができる。

30

【0014】

上記した実施形態においても、半導体装置は、上面電極と下面電極とを有する第2半導体素子と、第2半導体素子の上面電極に接続された第2上側放熱板と、第2半導体素子を挟んで第2上側放熱板に対向しているとともに、第2半導体素子の下面電極に接続された第2下側放熱板とをさらに備えてもよい。この場合、第2下側放熱板は、絶縁体基板の両面に導体層が形成された積層基板であり、第2上側放熱板は、第2下側放熱板の絶縁体基板よりも熱伝導率の高い導体で構成された導体板であってもよい。第1上側放熱板は、継手部を介して第2下側放熱板に接続されていてもよい。そして、継手部は、導体板である第1上側放熱板に一体に形成されているとともに、接合層（例えば、はんだ接合層）を介して、積層基板である下側放熱板に接合されていてもよい。このような構成においても、導体板である第1上側放熱板に継手部が一体に設けられ、その継手部が積層基板である第2上側放熱板へ接合されているので、継手部と第2下側放熱板との間の接合層（例えば、はんだ）に加えられる変形を低減することができ、それによって、当該接合層の耐久性を高めることができる。

40

【0015】

本技術の一実施形態において、第1上側放熱板又は第1下側放熱板の積層基板と、第2

50

上側放熱板又は第2下側放熱板の積層基板は、単一の積層基板によって構成されていてもよい。即ち、第1半導体素子に接続された積層基板と、第2半導体素子に接続された積層基板は、単一の積層基板によって構成されていてもよい。但し、他の実施形態として、第1半導体素子に接続された積層基板と、第2半導体素子に接続された積層基板は、互いに独立した個別の積層基板であってもよい。

【実施例】

【0016】

(実施例1) 図面を参照して、実施例1の半導体装置10について説明する。本実施例の半導体装置10は、パワー半導体装置であって、例えば電気自動車、ハイブリッド車、燃料電池車といった電動自動車において、コンバータやインバータといった電力変換回路に用いることができる。但し、半導体装置10の用途は特に限定されない。半導体装置10は、様々な装置や回路に広く採用することができる。

10

【0017】

図1、図2に示すように、半導体装置10は、第1半導体素子20と、第2半導体素子50と、封止体12と、複数の端子14、15、16、18、19を備える。第1半導体素子20と第2半導体素子50は、封止体12の内部に封止されている。封止体12は、特に限定されないが、例えばエポキシ樹脂といった熱硬化性樹脂で構成されている。各々の端子14、15、16、18、19は、封止体12の外部から内部に亘って延びており、封止体12の内部で第1半導体素子20及び第2半導体素子50の少なくとも一方に電氣的に接続されている。一例ではあるが、複数の端子14、15、16、18、19には、電力用であるP端子14、N端子15及びO端子16と、信号用である複数の第1信号端子18及び複数の第2信号端子19が含まれる。

20

【0018】

第1半導体素子20と第2半導体素子50は、パワー半導体素子であり、互いに同一の構成を有する。第1半導体素子20は、半導体基板22と上面電極24と下面電極26とを有する。上面電極24は、半導体基板22の上面に設けられており、下面電極26は、半導体基板22の下面に設けられている。即ち、第1半導体素子20は、半導体基板22を挟んで一对の電極24、26を有する縦型の半導体素子である。下面電極26は、第1半導体素子20の下面全体を画定しているが、上面電極24は、第1半導体素子20の上面の一部(詳しくは、周辺部分を除く範囲)を画定している。従って、上面電極24の面積は、下面電極26の面積よりも小さい。第1半導体素子20はさらに、信号用の配線層28を備えている。配線層28は、上面電極24と共に、第1半導体素子20の上面側に設けられている。図示省略するが、配線層28は、半導体基板22の上面に設けられた絶縁膜内に位置している。

30

【0019】

同様に、第2半導体素子50は、半導体基板52と上面電極54と下面電極56とを有する。上面電極54は、半導体基板52の上面に設けられており、下面電極56は、半導体基板52の下面に設けられている。第2半導体素子50もまた、半導体基板52を挟んで一对の電極54、56を有する縦型の半導体素子である。下面電極56は、第2半導体素子50の下面全体を画定しているが、上面電極54は、第2半導体素子50の上面の一部(詳しくは、周縁部分を除く範囲)を画定している。従って、上面電極54の面積は、下面電極56の面積よりも小さい。第2半導体素子50はさらに、信号用の配線層58を備えている。配線層58は、上面電極54と共に、第2半導体素子50の上面側に設けられている。図示省略するが、配線層58は、半導体基板52の上面に設けられた絶縁膜内に位置している。

40

【0020】

一例ではあるが、本実施例における第1半導体素子20及び第2半導体素子50は、MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)である。また、半導体基板22、52は、炭化シリコン(SiC)基板である。但し、第1半導体素子20及び第2半導体素子50は、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)又はR

50

C - I G B T (Reverse Conducting - I G B T) といった、他の種類のパワー半導体素子であってもよい。また、半導体基板 2 2、5 2 を構成する材料は、炭化シリコンに限定されず、例えば、シリコン (S i) 又は窒化物半導体といった他の半導体であってもよい。さらに、第 1 半導体素子 2 0 及び第 2 半導体素子 5 0 の各々は、ダイオードと I G B T (又は M O S F E T) といった、二以上の半導体素子の組み合わせに置き換えられてもよい。

【 0 0 2 1 】

半導体装置 1 0 は、第 1 上側放熱板 3 0 と第 1 下側放熱板 4 0 とをさらに備える。第 1 上側放熱板 3 0 と第 1 下側放熱板 4 0 は、第 1 半導体素子 2 0 を挟んで互いに対向している。第 1 上側放熱板 3 0 は、第 1 半導体素子 2 0 の上面電極 2 4 に接続されており、かつ、封止体 1 2 の上面 1 2 a に沿って配置されている。一例ではあるが、第 1 上側放熱板 3 0 は、第 1 半導体素子 2 0 の上面電極 2 4 にはんだ付けされており、第 1 上側放熱板 3 0 と上面電極 2 4 との間には、はんだ接合層 3 8 が形成されている。第 1 下側放熱板 4 0 は、第 1 半導体素子 2 0 の下面電極 2 6 に接続されており、かつ、封止体 1 2 の下面 1 2 b に沿って配置されている。一例ではあるが、第 1 下側放熱板 4 0 は、第 1 半導体素子 2 0 の下面電極 2 6 にはんだ付けされており、第 1 下側放熱板 4 0 と下面電極 2 6 との間には、はんだ接合層 4 8 が形成されている。

【 0 0 2 2 】

第 1 上側放熱板 3 0 は、絶縁体基板 3 2 と内側導体層 3 4 と外側導体層 3 6 とを有する。内側導体層 3 4 は、絶縁体基板 3 2 の内面 (図 2 における下面) に設けられており、外側導体層 3 6 は、絶縁体基板 3 2 の外面 (図 2 における上面) に設けられている。このように、第 1 上側放熱板 3 0 は、絶縁体基板 3 2 の両面に導体層 3 4、3 6 を有する積層基板である。内側導体層 3 4 は、はんだ接合層 3 8 を介して、第 1 半導体素子 2 0 の上面電極 2 4 に接合されている。これにより、内側導体層 3 4 は、第 1 半導体素子 2 0 に接続された電気回路の一部を構成する。外側導体層 3 6 は、封止体 1 2 の上面 1 2 a に露出しており、第 1 半導体素子 2 0 の熱を外部へ放出する。なお、本実施例の第 1 上側放熱板 3 0 は、後述する第 2 上側放熱板 6 0 とともに、単一の積層基板によって構成されている。

【 0 0 2 3 】

一例ではあるが、本実施例における第 1 上側放熱板 3 0 には、積層基板の一例として、D B C (Direct Bonded Copper) 基板が採用されている。即ち、絶縁体基板 3 2 は、セラミック基板であり、例えば窒化アルミニウム又は窒化シリコンといったセラミックで構成されている。内側導体層 3 4 と外側導体層 3 6 との各々は、銅 (又は銅合金) で構成されている。但し、第 1 上側放熱板 3 0 は、D B C 基板に限定されない。絶縁体基板 3 2 については、セラミックに限定されず、他の絶縁体で構成されてもよい。内側導体層 3 4 と外側導体層 3 6 とについては、銅に限定されず、アルミニウムといった他の金属又はその他の導体で構成されてもよい。そして、絶縁体基板 3 2 と各導体層 3 4、3 6 との間の接合構造についても、特に限定されない。

【 0 0 2 4 】

第 1 下側放熱板 4 0 は、導体で構成された導体板であり、絶縁体基板を有さない。第 1 下側放熱板 4 0 は、第 1 上側放熱板 3 0 の絶縁体基板 3 2 よりも、熱伝導率の高い導体で構成されている。一例であるが、本実施例における第 1 下側放熱板 4 0 には、導体板の一例として、銅板が採用されている。但し、第 1 下側放熱板 4 0 は、銅板に限定されず、アルミニウムといった他の金属又はその他の導体で構成されてもよい。前述したように、第 1 下側放熱板 4 0 は、第 1 半導体素子 2 0 の下面電極 2 6 に、はんだ接合層 4 8 を介して接合されている。これにより、第 1 下側放熱板 4 0 は、第 1 半導体素子 2 0 に接続された電気回路の一部を構成する。第 1 下側放熱板 4 0 には、図 1 に示す P 端子 1 4 が接続されている。

【 0 0 2 5 】

半導体装置 1 0 は、第 2 上側放熱板 6 0 と第 2 下側放熱板 7 0 とをさらに備える。第 2 上側放熱板 6 0 と第 2 下側放熱板 7 0 は、第 2 半導体素子 5 0 を挟んで互いに対向している。第 2 上側放熱板 6 0 は、第 2 半導体素子 5 0 の上面電極 5 4 に接続されており、かつ

10

20

30

40

50

、封止体 12 の上面 12 a に露出している。一例ではあるが、第 2 上側放熱板 60 は、第 2 半導体素子 50 の上面電極 54 にはんだ付けされており、第 2 上側放熱板 60 と上面電極 54 との間には、はんだ接合層 68 が形成されている。第 2 下側放熱板 70 は、第 2 半導体素子 50 の下面電極 56 に接続されており、かつ、封止体 12 の下面 12 b に露出している。一例ではあるが、第 2 下側放熱板 70 は、第 2 半導体素子 50 の下面電極 56 にはんだ付けされており、第 2 下側放熱板 70 と下面電極 56 との間には、はんだ接合層 78 が形成されている。

【0026】

第 2 上側放熱板 60 は、絶縁体基板 62 と内側導体層 64 と外側導体層 66 とを有する。内側導体層 64 は、絶縁体基板 62 の内面（図 2 における下面）に設けられており、外側導体層 66 は、絶縁体基板 62 の外面（図 2 における上面）に設けられている。このように、第 2 上側放熱板 60 は、絶縁体基板 62 の両面に導体層 64、66 を有する積層基板である。内側導体層 64 は、はんだ接合層 68 を介して、第 2 半導体素子 50 の上面電極 54 に接合されている。これにより、内側導体層 64 は、第 2 半導体素子 50 に接続された電気回路の一部を構成する。内側導体層 64 には、図 1 に示す N 端子 15 が接続されている。外側導体層 66 は、封止体 12 の上面 12 a に露出しており、第 2 半導体素子 50 の熱を外部へ放出する。

10

【0027】

前述したように、第 2 上側放熱板 60 は、前述した第 1 上側放熱板 30 とともに、単一の積層基板によって構成されている。従って、本実施例における第 2 上側放熱板 60 には、第 1 上側放熱板 30 と同じく、DBC 基板が採用されている。但し、第 2 上側放熱板 60 についても、DBC 基板に限定されず、各種の積層基板を採用することができる。第 1 上側放熱板 30 の絶縁体基板 32 と、第 2 上側放熱板 60 の絶縁体基板 62 は、単一の絶縁体基板（例えば、セラミック基板）によって構成されており、互いに境界なく連続している。同様に、第 1 上側放熱板 30 の外側導体層 36 と、第 2 上側放熱板 60 の外側導体層 66 は、単一の導体層によって構成されており、互いに境界なく連続している。その一方で、第 1 上側放熱板 30 の内側導体層 34 と、第 2 上側放熱板 60 の内側導体層 64 は、互いに独立した導体領域となっており、絶縁体基板 32、62 上では互いに絶縁されている。なお、他の実施形態として、第 1 上側放熱板 30 と第 2 上側放熱板 60 は、互いに独立した個別の積層基板（例えば、図 7 参照）で構成されてもよい。

20

30

【0028】

第 2 下側放熱板 70 は、導体で構成された導体板であり、絶縁体基板を有さない。第 2 下側放熱板 70 は、第 2 上側放熱板 60 の絶縁体基板 62 よりも、熱伝導率の高い導体で構成されている。一例であるが、本実施例における第 2 下側放熱板 70 にも、導体板の一例として、銅板が採用されている。但し、第 2 下側放熱板 70 は、銅板に限定されず、アルミニウムといった他の金属又はその他の導体で構成されてもよい。前述したように、第 2 下側放熱板 70 は、第 2 半導体素子 50 の下面電極 56 に、はんだ接合層 78 を介して接合されている。これにより、第 2 下側放熱板 70 は、第 2 半導体素子 50 に接続された電気回路の一部を構成する。第 2 下側放熱板 70 には、図 1 に示す O 端子 16 が接続されている。

40

【0029】

第 2 下側放熱板 70 は、継手部 80 を介して、第 1 上側放熱板 30 の内側導体層 34 に接続されている。これにより、第 1 半導体素子 20 と第 2 半導体素子 50 は、継手部 80 を介して直列に接続されている。継手部 80 は、導体板である第 2 下側放熱板 70 に一体に形成されているとともに、はんだ接合層 82 を介して積層基板である第 1 上側放熱板 30 の内側導体層 34 に接合されている。なお、はんだ接合層 82 は、はんだに限定されず、他の材料で構成されていてもよい。

【0030】

以上のように、本実施例の半導体装置 10 では、第 1 半導体素子 20 を挟んで対向する第 1 上側放熱板 30 と第 1 下側放熱板 40 との一方に、絶縁体基板 32 を有する積層基板

50

が採用されている。そして、その他方には、絶縁体基板 32 よりも熱伝導率の高い導体で構成された導体板が採用されている。絶縁体基板 32 を有する積層基板（即ち、第 1 上側放熱板 30）は、線膨張係数が低いことから、半導体装置 10 の熱膨張を抑制して、第 1 半導体素子 20 に生じる応力を低減することができる。一方、導体板で構成された第 1 下側放熱板 40 は、熱伝導性に優れることから、第 1 半導体素子 20 の熱をより多く外部へ放出することができる。従って、本実施例の構成によると、第 1 上側放熱板 30（即ち、積層基板）によって半導体装置 10 の熱変形が抑制され、第 1 半導体素子 20 に生じる応力が低減されるとともに、第 1 下側放熱板 40（即ち、導体板）によって第 1 半導体素子 20 が必要とする放熱性を確保することができる。

【0031】

同様に、第 2 半導体素子 50 についても、第 2 上側放熱板 60 と第 2 下側放熱板 70 との一方に、絶縁体基板 62 を有する積層基板が採用されており、その他方に、絶縁体基板 62 よりも熱伝導率の高い導体で構成された導体板が採用されている。従って、本実施例の構成によると、第 2 上側放熱板 60（即ち、積層基板）によって半導体装置 10 の熱変形が抑制され、第 2 半導体素子 50 に生じる応力が低減されるとともに、第 2 下側放熱板 70（即ち、導体板）によって第 2 半導体素子 50 が必要とする放熱性を確保することができる。なお、他の実施形態として、半導体装置 10 は、第 2 半導体素子 50 を備えなくてもよい。あるいは、半導体装置 10 は、第 1 半導体素子 20 及び第 2 半導体素子 50 を含め、三以上の半導体素子を備えてもよい。半導体装置 10 が備える半導体素子の数は、特に限定されない。半導体装置 10 が複数の半導体素子を備える場合、複数の半導体素子の少なくとも一つについて、本実施例で開示する技術（即ち、積層基板と導体板との組み合わせ）を採用することができる。

【0032】

本実施例の半導体装置 10 では、第 1 上側放熱板 30 が積層基板であり、第 1 下側放熱板 40 が導体板である。このような構成は、第 1 半導体素子 20 の上面電極 24 の面積が、第 1 半導体素子 20 の下面電極 26 の面積よりも小さいときに、有利である。上面電極 24 の面積が下面電極 26 の面積よりも小さい場合、第 1 半導体素子 20 の熱は、上面電極 24 よりも下面電極 26 からより多く放出される。この点に関して、導体板である第 1 下側放熱板 40 は、セラミック基板のような絶縁体基板を有さないことから、第 1 上側放熱板 30 よりも熱伝導性において優れる。従って、下面電極 26 に接続された第 1 下側放熱板 40 が、放熱性に優れた導体板であると、第 1 半導体素子 20 をより効果的に除熱又は冷却することができる。この点については、第 2 半導体素子 50 においても同様である。

【0033】

上記に加えて、第 1 半導体素子 20 の上面側には、上面電極 24 に加えて、少なくとも一つの配線層 28 が設けられている。この点に関して、第 1 上側放熱板 30 が積層基板であり、第 1 下側放熱板 40 が導体板であると有利である。絶縁体基板を有する積層基板は、線膨張係数が低いので、温度変化に伴う変形量が比較的に小さい。従って、上面電極 24 に接続された第 1 上側放熱板 30 が、熱変形の小さい積層基板であると、上面電極 24 に生じる変形も抑制され、それに近接する配線層 28 への影響やダメージも低減される。

【0034】

本実施例の半導体装置 10 では、第 2 下側放熱板 70 が、継手部 80 を介して、第 1 上側放熱板 30 に接続されている。継手部 80 は、第 2 下側放熱板 70 へ一体に設けられているとともに、第 1 上側放熱板 30 の内側導体層 34 へ、はんだ接合層 82 を介して接合されている。はんだ接合層 82 の耐久性を高めるためには、はんだ接合層 82 に生じる応力を抑制することが好ましい。この点に関して、第 1 上側放熱板 30 は、絶縁体基板 32 を有する積層基板であることから、導体板である第 2 下側放熱板 70 と比較して、温度変化に伴う変形量が小さい。従って、第 2 下側放熱板 70（即ち、導体板）に継手部 80 が一体に設けられ、その継手部 80 が第 1 上側放熱板 30（即ち、積層基板）へ接合される構成であると、はんだ接合層 82 に生じる応力を低減することができる。加えて、導体板である第 2 下側放熱板 70 には、積層基板である第 1 上側放熱板 30 と比較して、継手部

10

20

30

40

50

80を一体に形成しやすい。

【0035】

(実施例2) 図3を参照して、実施例2の半導体装置110について説明する。本実施例の半導体装置110は、絶縁シート112をさらに備えており、この点において実施例1の半導体装置10と相違する。本実施例の半導体装置110の他の構成については、実施例1の半導体装置10と共通することから、ここでは重複する説明を省略する。なお、二つの実施例1、2において共通する構成には、基本的に同一の符号が付されている。

【0036】

絶縁シート112は、封止体12の下面12bに沿って設けられており、第1下側放熱板40の下面(即ち、第1半導体素子20とは反対側に位置する表面)と、第2下側放熱板70の下面(即ち、第2半導体素子50とは反対側に位置する表面)とを覆っている。このような構成によると、第1半導体素子20と電氣的に接続された第1下側放熱板40の下面、及び、第2半導体素子50と電氣的に接続された第2下側放熱板70の下面が、外部の機器(例えば冷却器)から電氣的に絶縁される。絶縁シート112が半導体装置110に一体化されていることで、半導体装置110を外部の機器(例えば冷却器)と組み合わせる作業を容易に行うことができる。

10

【0037】

本実施例における絶縁シート112は、絶縁性を有する樹脂材料で構成されている。但し、絶縁シート112を構成する材料は、絶縁性材料であればよく、特に限定されない。なお、封止体12の上面12aに関しては、露出する外側導体層36、66が、絶縁体基板32、62によって半導体素子20、50から絶縁されているので、絶縁シート112が必要とされない。そのことから、一例ではあるが、半導体装置10の製造では、封止体12をモールド成形したい後に、封止体12の上面12aを研削することによって、外側導体層36、66を露出させることや、半導体装置10の厚み寸法を調整することができる。

20

【0038】

(実施例3) 図4、図5を参照して、実施例3の半導体装置210について説明する。本実施例の半導体装置210では、第1上側放熱板230及び第2上側放熱板260に導体板が採用され、第1下側放熱板240及び第2下側放熱板270に積層基板が採用されている。加えて、継手部280が、第1上側放熱板230に一体に形成されているとともに、はんだ接合層282を介して第2下側放熱板270の内側導体層274に接合されている。これらの点は、実施例1の半導体装置10と相違する。本実施例の半導体装置210の他の構成については、実施例1の半導体装置10と共通することから、ここでは重複する説明を省略する。なお、二つの実施例1、3において共通する構成には、基本的に同一の符号が付されている。

30

【0039】

第1上側放熱板230は、導体で構成された導体板であり、絶縁体基板を有さない。第1上側放熱板230は、後述する第1下側放熱板240の絶縁体基板242よりも、熱伝導率の高い導体で構成されている。一例であるが、本実施例における第1上側放熱板230には、導体板の一例として、銅板が採用されている。但し、第1上側放熱板230は、銅板に限定されず、アルミニウムといった他の金属又はその他の導体で構成されてもよい。第1上側放熱板230は、第1半導体素子20の上面電極24に、はんだ接合層38を介して接合されている。これにより、第1上側放熱板230は、第1半導体素子20に接続された電気回路の一部を構成する。

40

【0040】

第1下側放熱板240は、絶縁体基板242と内側導体層244と外側導体層246とを有する。内側導体層244は、絶縁体基板242の内面(図5における上面)に設けられており、外側導体層246は、絶縁体基板242の外側面に設けられている。このように、第1下側放熱板240は、絶縁体基板242の両面に導体層244、246を有する積層基板である。内側導体層244は、はんだ接合層48を介して、

50

第1半導体素子20の下面電極26に接合されている。これにより、内側導体層244は、第1半導体素子20に接続された電気回路の一部を構成する。内側導体層244には、図4に示すP端子14が接続されている。

【0041】

第1下側放熱板240の外側導体層246は、封止体12の下面12bに露出しており、第1半導体素子20の熱を外部へ放出する。なお、本実施例の第1下側放熱板240は、後述する第2下側放熱板270とともに、単一の積層基板によって構成されている。一例ではあるが、本実施例における第1下側放熱板240には、積層基板の一例として、DBC(Direct Bonded Copper)基板が採用されている。但し、第1下側放熱板240に採用する積層基板は、DBC基板又は他の特定の積層基板に限定されない。

10

【0042】

第2上側放熱板260は、導体で構成された導体板であり、絶縁体基板を有さない。第2上側放熱板260は、後述する第2下側放熱板270の絶縁体基板272よりも、熱伝導率の高い導体で構成されている。一例であるが、本実施例における第2上側放熱板260には、導体板の一例として、銅板が採用されている。但し、第2上側放熱板260は、銅板に限定されず、アルミニウムといった他の金属又はその他の導体で構成されてもよい。第2上側放熱板260は、第2半導体素子50の上面電極54に、はんだ接合層68を介して接合されている。これにより、第2上側放熱板260は、第2半導体素子50に接続された電気回路の一部を構成する。第2上側放熱板260には、図4に示すN端子15が接続されている。

20

【0043】

第2下側放熱板270は、絶縁体基板272と内側導体層274と外側導体層276とを有する。内側導体層274は、絶縁体基板272の内面(図5における上面)に設けられており、外側導体層276は、絶縁体基板272の外表面(図5における下面)に設けられている。このように、第2下側放熱板270は、絶縁体基板272の両面に導体層274、276を有する積層基板である。内側導体層274は、はんだ接合層78を介して、第2半導体素子50の下面電極56に接合されている。これにより、内側導体層274は、第2半導体素子50に接続された電気回路の一部を構成する。内側導体層274には、図4に示すO端子16が接続されている。外側導体層276は、封止体12の下面12bに露出しており、第2半導体素子50の熱を外部へ放出する。

30

【0044】

前述したように、第2下側放熱板270は、前述した第1下側放熱板240とともに、単一の積層基板によって構成されている。従って、本実施例における第2下側放熱板270には、第1下側放熱板240と同じく、DBC基板が採用されている。但し、第2下側放熱板270についても、DBC基板に限定されず、各種の積層基板を採用することができる。一例ではあるが、第1下側放熱板240の絶縁体基板242と、第2下側放熱板270の絶縁体基板272は、単一の絶縁体基板(例えば、セラミック基板)によって構成されており、互いに境界なく連続している。同様に、第1下側放熱板240の外側導体層246と、第2下側放熱板270の外側導体層276は、単一の導体層によって構成されており、互いに境界なく連続している。その一方で、第1下側放熱板240の内側導体層244と、第2下側放熱板270の内側導体層274は、互いに独立した導体領域となっており、絶縁体基板242、272上では互いに絶縁されている。なお、他の実施形態として、第1下側放熱板240と第2下側放熱板270は、互いに独立した個別の積層基板(例えば、図8参照)で構成されてもよい。

40

【0045】

本実施例の半導体装置210においても、第1半導体素子20を挟んで対向する第1上側放熱板230と第1下側放熱板240との一方に、絶縁体基板242を有する積層基板が採用されている。そして、その他方には、絶縁体基板242よりも熱伝導率の高い導体で構成された導体板が採用されている。従って、本実施例の構成によっても、第1下側放熱板240(即ち、積層基板)によって半導体装置10の熱変形が抑制され、第1半導体

50

素子 20 に生じる応力が低減されるとともに、第 1 上側放熱板 230 (即ち、導体板) によって第 1 半導体素子 20 が必要とする放熱性を確保することができる。

【0046】

本実施例の半導体装置 210 では、本技術の他の側面に基づいて、第 1 上側放熱板 230 に導体板が採用されており、第 1 下側放熱板 240 に積層基板が採用されている。このような構成は、第 1 半導体素子 20 の下面電極 26 の面積が、第 1 半導体素子 20 の上面電極 24 の面積よりも大きいときに、有利となり得る。第 1 上側放熱板 230 及び第 1 下側放熱板 240 が熱膨張すると、それらの変形 (即ち、荷重) は上面電極 24 及び下面電極 26 から第 1 半導体素子 20 へそれぞれ伝わる。このとき、下面電極 26 の面積が上面電極 24 の面積よりも大きいと、第 1 半導体素子 20 は、下面電極 26 から伝わる変形 (即ち、荷重) の影響をより強く受ける。そのことから、下面電極 26 の面積が上面電極 24 の面積よりも大きい場合は、下面電極 26 に接続された第 1 下側放熱板 240 に、熱変形の小さい積層基板を採用することによって、第 1 半導体素子 20 に加えられる荷重 (即ち、それに起因する第 1 半導体素子 20 の応力) を低減することができる。第 2 半導体素子 50 においても同様であり、それは明らかであることから、ここでは重複する説明を省略する。

10

【0047】

本実施例の半導体装置 210 においても、第 2 下側放熱板 270 が、継手部 280 を介して、第 1 上側放熱板 230 に接続されている。但し、本実施例における継手部 80 は、第 1 上側放熱板 230 へ一体に設けられているとともに、第 2 下側放熱板 270 の内側導体層 274 へ、はんだ接合層 82 を介して接合されている。前述したように、はんだ接合層 82 の耐久性を高めるためには、はんだ接合層 82 に生じる応力を抑制することが好ましい。この点に関して、第 2 下側放熱板 270 は、絶縁体基板 272 を有する積層基板であることから、導体板である第 1 上側放熱板 230 と比較して、温度変化に伴う変形量が小さい。従って、第 1 上側放熱板 230 (即ち、導体板) に継手部 80 が一体に設けられ、その継手部 80 が第 2 下側放熱板 270 (即ち、積層基板) へ接合される構成であると、はんだ接合層 82 に生じる応力を低減することができる。加えて、導体板である第 1 上側放熱板 230 には、積層基板である第 2 下側放熱板 270 と比較して、継手部 80 を一体に形成しやすい。

20

【0048】

(実施例 4) 図 6 を参照して、実施例 4 の半導体装置 310 について説明する。本実施例の半導体装置 310 は、絶縁シート 312 をさらに備えており、この点において実施例 3 の半導体装置 210 と相違する。本実施例の半導体装置 310 の他の構成については、実施例 3 の半導体装置 210 と共通することから、ここでは重複する説明を省略する。なお、二つの実施例 3、4 において共通する構成には、基本的に同一の符号が付されている。

30

【0049】

絶縁シート 312 は、封止体 12 の上面 12a に沿って設けられており、第 1 上側放熱板 230 の上面 (即ち、第 1 半導体素子 20 とは反対側に位置する表面) と、第 2 上側放熱板 260 の上面 (即ち、第 2 半導体素子 50 とは反対側に位置する表面) とを覆っている。このような構成によると、第 1 半導体素子 20 と電氣的に接続された第 1 上側放熱板 230 の上面、及び、第 2 半導体素子 50 と電氣的に接続された第 2 上側放熱板 260 の下面が、外部の機器 (例えば冷却器) から電氣的に絶縁される。絶縁シート 312 が半導体装置 310 に一体化されていることで、半導体装置 310 を外部の機器 (例えば冷却器) と組み合わせる作業を容易に行うことができる。

40

【0050】

本実施例における絶縁シート 312 は、絶縁性を有する樹脂材料で構成されている。但し、絶縁シート 312 を構成する材料は、絶縁性材料であればよく、特に限定されない。なお、封止体 12 の下面 12b に関しては、露出する外側導体層 246、276 が、絶縁体基板 242、272 によって半導体素子 20、50 から絶縁されているので、絶縁シート 312 が必要とされない。そのことから、一例ではあるが、半導体装置 310 の製造で

50

は、封止体 1 2 をモールド成形したい後に、封止体 1 2 の下面 1 2 b を研削することによって、外側導体層 2 4 6、2 7 6 を露出させることや、半導体装置 1 0 の厚み寸法を調整することができる。

【0051】

(実施例 5) 図 7 を参照して、実施例 5 の半導体装置 4 1 0 について説明する。本実施例の半導体装置 4 1 0 では、第 1 上側放熱板 4 3 0 と第 2 上側放熱板 4 6 0 とが、互いに独立した個別の積層基板で構成されており、この点において実施例 1 の半導体装置 1 0 と相違する。本実施例の半導体装置 4 1 0 の他の構成については、実施例 1 の半導体装置 1 0 と共通することから、ここでは重複する説明を省略する。なお、二つの実施例 1、5 において共通する構成には、基本的に同一の符号が付されている。

10

【0052】

第 1 上側放熱板 4 3 0 は、絶縁体基板 4 3 2 と内側導体層 4 3 4 と外側導体層 4 3 6 とを有する。内側導体層 4 3 4 は、絶縁体基板 4 3 2 の内面(図 7 における下面)に設けられており、外側導体層 4 3 6 は、絶縁体基板 4 3 2 の外面(図 7 における上面)に設けられている。同様に、第 2 上側放熱板 4 6 0 は、絶縁体基板 4 6 2 と内側導体層 4 6 4 と外側導体層 4 6 6 とを有する。内側導体層 4 6 4 は、絶縁体基板 4 6 2 の内面(図 7 における下面)に設けられており、外側導体層 4 6 6 は、絶縁体基板 4 6 2 の外面(図 7 における上面)に設けられている。本実施例における第 1 上側放熱板 4 3 0 及び第 2 上側放熱板 4 6 0 には、DBC 基板が採用されている。但し、第 1 上側放熱板 4 3 0 及び第 2 上側放熱板 4 6 0 には、DBC 基板に限られず、各種の積層基板を採用することができる。

20

【0053】

本実施例の半導体装置 4 1 0 では、第 1 上側放熱板 4 3 0 と第 2 上側放熱板 4 6 0 とが、互いに独立した個別の積層基板で構成されているので、個々の積層基板のサイズ(面積)を比較的小さくすることができる。これにより、半導体装置 4 1 0 が温度変化に伴って変形したときに、第 1 上側放熱板 4 3 0 や第 2 上側放熱板 4 6 0 に生じる応力を低減することができる。第 1 上側放熱板 4 3 0 や第 2 上側放熱板 4 6 0 に生じる応力が低減されることで、第 1 上側放熱板 4 3 0 や第 2 上側放熱板 4 6 0 の損傷(特に、比較的脆い絶縁体基板 4 3 2、4 6 2 の破断)を回避又は低減することができる。

【0054】

(実施例 6) 図 8 を参照して、実施例 6 の半導体装置 5 1 0 について説明する。本実施例の半導体装置 5 1 0 では、第 1 下側放熱板 5 4 0 と第 2 下側放熱板 5 7 0 とが、互いに独立した個別の積層基板で構成されており、この点において実施例 3 の半導体装置 2 1 0 と相違する。本実施例の半導体装置 5 1 0 の他の構成については、実施例 3 の半導体装置 2 1 0 と共通することから、ここでは重複する説明を省略する。なお、二つの実施例 3、6 において共通する構成には、基本的に同一の符号が付されている。

30

【0055】

第 1 下側放熱板 5 4 0 は、絶縁体基板 5 4 2 と内側導体層 5 4 4 と外側導体層 5 4 6 とを有する。内側導体層 5 4 4 は、絶縁体基板 5 4 2 の内面(図 8 における上面)に設けられており、外側導体層 5 4 6 は、絶縁体基板 5 4 2 の外面(図 8 における下面)に設けられている。同様に、第 2 下側放熱板 5 7 0 は、絶縁体基板 5 7 2 と内側導体層 5 7 4 と外側導体層 5 7 6 とを有する。内側導体層 5 7 4 は、絶縁体基板 5 7 2 の内面(図 8 における上面)に設けられており、外側導体層 5 7 6 は、絶縁体基板 5 7 2 の外面(図 8 における下面)に設けられている。本実施例における第 1 下側放熱板 5 4 0 及び第 2 下側放熱板 5 7 0 には、DBC 基板が採用されている。但し、第 1 下側放熱板 5 4 0 及び第 2 下側放熱板 5 7 0 には、DBC 基板に限られず、各種の積層基板を採用することができる。

40

【0056】

本実施例の半導体装置 5 1 0 では、第 1 下側放熱板 5 4 0 と第 2 下側放熱板 5 7 0 とが、互いに独立した個別の積層基板で構成されているので、個々の積層基板のサイズ(面積)を比較的小さくすることができる。これにより、半導体装置 5 1 0 が温度変化に伴って変形したときに、第 1 下側放熱板 5 4 0 や第 2 下側放熱板 5 7 0 に生じる応力を低減す

50

ることができる。第1下側放熱板540や第2下側放熱板570に生じる応力が低減されることで、第1下側放熱板540や第2下側放熱板570の損傷（特に、比較的脆い絶縁体基板542、572の破断）を回避又は低減することができる。

【0057】

以上、いくつかの具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。本明細書又は図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものである。

【符号の説明】

【0058】

10、110、210、310、510：半導体装置

12：封止体

14、15、16、18、19：端子

20：第1半導体素子

30、230、430：第1上側放熱板

32、432：第1上側放熱板の絶縁体基板

34、434：第1上側放熱板の内側導体層

36、436：第1上側放熱板の外側導体層

40、240、540：第1下側放熱板

50：第2半導体素子

60、260、460：第2上側放熱板

62、462：第2上側放熱板の絶縁体基板

64、464：第2上側放熱板の内側導体層

66、466：第2上側放熱板の外側導体層

70、270、570：第2下側放熱板

80、280：継手部

38、48、68、78、82、282：はんだ接合層

112、312：絶縁シート

242、542：第1下側放熱板の絶縁体基板

244、544：第1下側放熱板の内側導体層

246、546：第1下側放熱板の外側導体層

272、572：第2下側放熱板の絶縁体基板

274、574：第2下側放熱板の内側導体層

276、576：第2下側放熱板の外側導体層

10

20

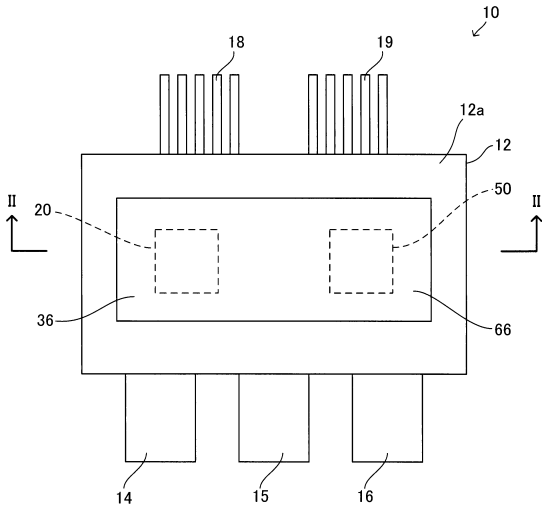
30

40

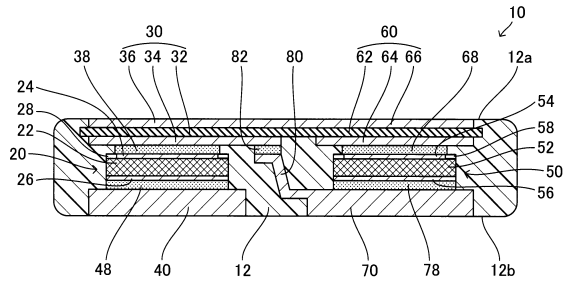
50

【図面】

【図 1】



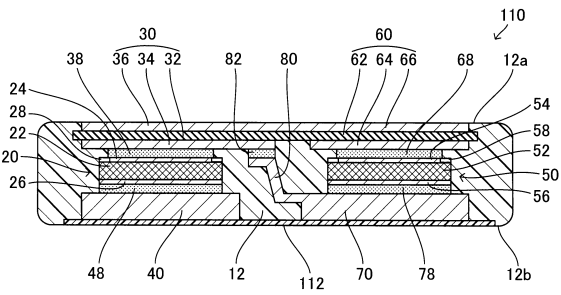
【図 2】



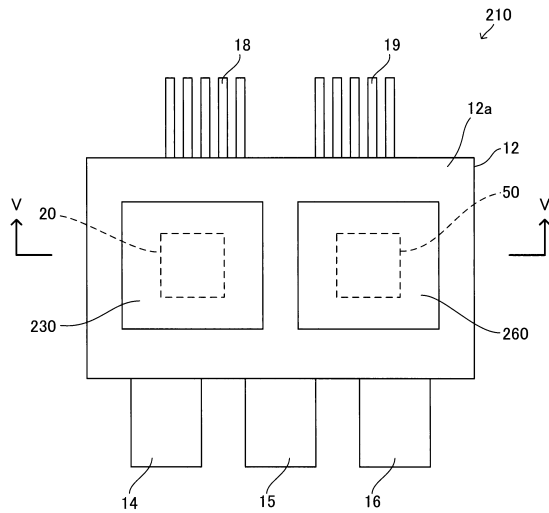
10

20

【図 3】



【図 4】

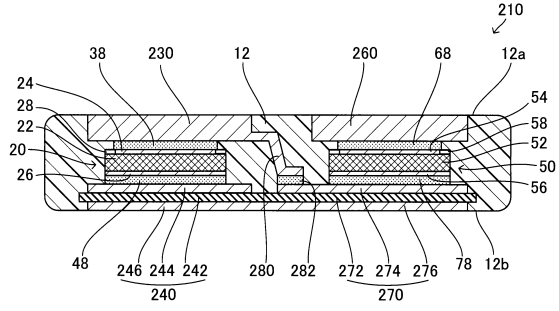


30

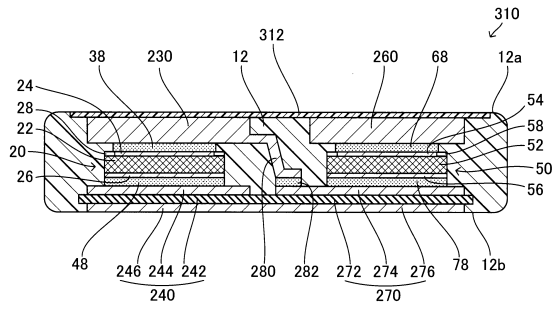
40

50

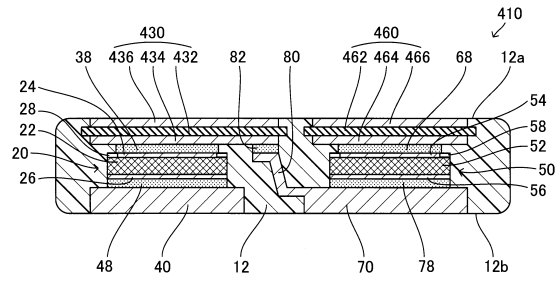
【図 5】



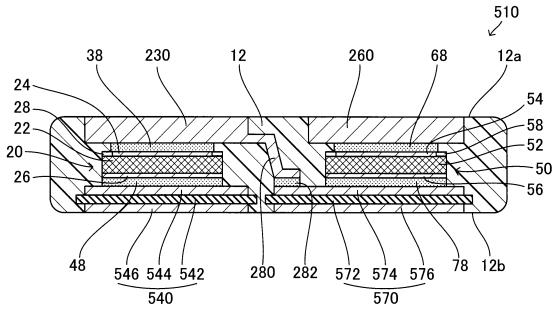
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-034029(JP,A)
特開2013-172044(JP,A)
特開2015-095560(JP,A)
特開2015-185833(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 23/36
H01L 25/07