

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4485865号  
(P4485865)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 L 23/38	(2006.01)	HO 1 L 23/38	
HO 1 L 23/12	(2006.01)	HO 1 L 23/12	5 O 1 P
HO 1 L 35/30	(2006.01)	HO 1 L 35/30	

請求項の数 16 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-205692 (P2004-205692)</p> <p>(22) 出願日 平成16年7月13日 (2004.7.13)</p> <p>(65) 公開番号 特開2006-32453 (P2006-32453A)</p> <p>(43) 公開日 平成18年2月2日 (2006.2.2)</p> <p>審査請求日 平成18年10月19日 (2006.10.19)</p>	<p>(73) 特許権者 308033711 OKIセミコンダクタ株式会社 東京都八王子市東浅川町550番地1</p> <p>(74) 代理人 100079049 弁理士 中島 淳</p> <p>(74) 代理人 100084995 弁理士 加藤 和詳</p> <p>(74) 代理人 100085279 弁理士 西元 勝一</p> <p>(74) 代理人 100099025 弁理士 福田 浩志</p> <p>(72) 発明者 野口 高 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電 気工業株式会社内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置、及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体チップと略同一の寸法に封止される半導体装置であって、互いに対向する第1面及び第2面と、前記第1面及び前記第2面に隣り合い、かつ互いに対向する第3面及び第4面とを有する半導体チップと、

前記第1面上を覆う第1封止樹脂と、  
前記第2面上を覆う第2封止樹脂と、  
前記第2面上に形成される第1絶縁膜と、  
前記第3面上に形成される第2絶縁膜と、  
前記第4面上に形成される第3絶縁膜と、

前記第1絶縁膜上に形成される第1導電層と、前記第1導電層上に形成され、一端が前記第2封止樹脂から露出されるN型半導体と、前記第1導電層上に形成され、一端が前記第2封止樹脂から露出されるP型半導体と、前記露出された前記N型半導体の一端に接して形成される第2導電層と、前記露出された前記P型半導体の一端に接して形成される第3導電層と、前記第1封止樹脂上に形成される第1電極パッド及び第2電極パッドと、前記第2絶縁膜上に形成され、前記第2導電層と前記第1電極パッドとを接続するように形成される第4導電層と、前記第3絶縁膜上に形成され、前記第3導電層と前記第2電極パッドとを接続するように形成される第5導電層と、前記第1電極パッド及び前記第2電極パッドに形成される球状電極とから構成される冷却素子と、

を備えることを特徴とする半導体装置。

## 【請求項 2】

前記第 2 導電層上及び前記第 3 導電層上に、さらに第 4 放熱材を備え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】

前記第 4 放熱材は、液状セラミックによって形成されることを特徴とする、請求項 2 に記載の半導体装置。

## 【請求項 4】

前記第 4 導電層上及び前記第 5 導電層上に、さらに第 5 放熱材を備えることを特徴とする、請求項 2 に記載の半導体装置。

## 【請求項 5】

前記第 4 放熱材及び前記第 5 放熱材は、液状セラミックによって形成されることを特徴とする、請求項 4 に記載の半導体装置。

## 【請求項 6】

前記第 1 導電層は、金属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 7】

前記第 2 導電層と、前記第 3 導電層と、前記第 1 電極パッドと、前記第 2 電極パッドとは、金属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 8】

前記第 1 絶縁膜と、前記第 2 絶縁膜と、前記第 3 絶縁膜とは、液状セラミックによって形成され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 9】

半導体チップと略同一の寸法に封止される半導体装置を製造する方法であって、互いに対向する第 1 面及び第 2 面と、前記第 1 面及び前記第 2 面に隣り合い、かつ互いに対向する第 3 面及び第 4 面とを有する半導体ウエハを準備するステップと、

前記第 1 面上を第 1 封止樹脂で覆うステップと、

前記第 2 面上に第 1 絶縁膜を形成するステップと、

前記第 1 絶縁膜上に第 1 導電層を形成するステップと、

前記第 1 導電層上に N 型半導体を形成するステップと、

前記第 1 導電層上に P 型半導体を形成するステップと、

前記第 2 面上を第 2 封止樹脂で覆うステップと、

前記 N 型半導体の一端を前記第 2 封止樹脂から露出させるステップと、

前記 P 型半導体の一端を前記第 2 封止樹脂から露出させるステップと、

前記半導体ウエハと前記第 1 封止樹脂と前記第 2 封止樹脂とを貫通するように第 1 貫通孔及び第 2 貫通孔を形成するステップと

前記第 1 貫通孔の内壁に第 2 絶縁膜を形成するステップと

前記第 2 貫通孔の内壁に第 3 絶縁膜を形成するステップと、

前記露出された前記 N 型半導体の一端に接して第 2 導電層を形成するステップと、

前記露出された前記 P 型半導体の一端に接して第 3 導電層を形成するステップと、

前記第 1 封止樹脂上に第 1 電極パッド及び第 2 電極パッドを形成するステップと、

前記第 1 貫通孔の内壁において第 2 絶縁膜の表面を覆うように第 4 導電層を形成し、前記第 2 導電層と前記第 1 電極パッドとを接続するステップと、

前記第 2 貫通孔の内壁において第 3 絶縁膜の表面を覆うように第 5 導電層を形成し、前記第 3 導電層と前記第 2 電極パッドとを接続するステップと、

前記第 1 電極パッド及び前記第 2 電極パッドに球状電極を形成するステップと

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 【請求項 10】

前記第 2 導電層上及び前記第 3 導電層上に、さらに第 4 放熱材を形成するステップを含むことを特徴とする、請求項 9 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 11】

前記第 4 放熱材は、液状セラミックによって形成されることを特徴とする、請求項 10

10

20

30

40

50

に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 2】

前記第 4 導電層上及び前記第 5 導電層上に、さらに第 5 放熱材を形成するステップを含むことを特徴とする、請求項 1 0 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記第 4 放熱材及び第 5 放熱材は、液状セラミックによって形成されることを特徴とする、請求項 1 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 導電層は、金属であることを特徴とする、請求項 9 に記載の半導体装置の製造方法。

10

【請求項 1 5】

前記第 2 導電層と、前記第 3 導電層と、前記第 1 電極パッドと、前記第 2 電極パッドとは、金属であることを特徴とする、請求項 9 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 6】

前記第 1 絶縁膜と、前記第 2 絶縁膜と、前記第 3 絶縁膜とは、液状セラミックによって形成されることを特徴とする、請求項 9 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、半導体装置、特に、冷却機能を内蔵するチップサイズパッケージ型の樹脂封止半導体装置、及びその製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、ノートパソコンや携帯電話に代表される携帯機器が急速に普及し、それに搭載される半導体装置の小型化、薄膜化、軽量化が要求されている。これを実現するキーテクノロジーの一つとして、半導体チップのサイズに限りなく近づけた CSP (Chip Size Package) などの高密度パッケージがある。特に、封止工程をウエハ状態で行う W - CSP (Wafer Level Chip Size Package) は、製造コストの低減化などが期待できることから、究極の小型パッケージとして注目を集めている。

30

【0 0 0 3】

W - CSP を始めとする高密度パッケージでは、その特徴である小型化を妨げることなく、効率的に半導体チップを冷却する必要がある。冷却機能を有する半導体装置が、例えば、特許文献 1 及び 2 に記載されている。

特許文献 1 に記載の半導体装置は、CSP の封止樹脂内に金属の放熱用ポストを設け、半導体チップから発生する熱を、放熱用ポストを介して自然放熱している。

【0 0 0 4】

特許文献 2 に記載の半導体装置は、複数の半導体基板を積層して単一のパッケージに搭載するスタック型 MCP (Multi Chip Package) において、冷却装置であるペルチエ素子を半導体基板と共に積層し、各基板間の熱移動を制御している。これにより、ジャンクション温度が異なる半導体基板の積層構造であっても、全ての半導体基板を効率よく冷却することができる。

40

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 9 1 7 9 3 号公報 (第 3 - 4 頁, 図 2 - 3)

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 1 7 6 3 8 号公報 (第 3 - 4 頁, 図 1)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

W - CSP などの高密度パッケージの場合、半導体チップの一部、例えば、半導体素子が形成されていない裏面側などは大気中に露出していることが多い。大気に露出しているシリコンの熱放射率は約 0 . 0 3 8 であり、通常のもールドパッケージに封止された場合

50

の熱放射率 0.93 に比べるとかなり低く、シリコン単体では放熱しにくいことがわかる。しかしながら、従来のように外部放熱フィンを取り付けることは、高密度パッケージ本来の目的である小型化に逆行することになり、あまり現実的ではない。

【0006】

特許文献 1 に記載の半導体装置は、封止樹脂内に設けられた金属の放熱用ポストを介して自然対流環境下で放熱するため、冷却効率を上げるにはポストを大型化する必要がある。従って、消費電力の大きい半導体チップを実装するのは困難である。

特許文献 2 に記載の半導体装置は、ペルチエ素子を用いて強制冷却しているため、特許文献 1 に記載の半導体装置よりも冷却効率は良くなる。しかしながら、別体のペルチエ素子を半導体チップ表面に取り付ける際、ペルチエ素子と半導体チップとの接合部に空気などが入ってしまう虞がある。この空気の層は熱の伝導を妨げ、ペルチエ素子の放熱効果を低下させてしまう。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る半導体装置は、半導体チップと略同一の寸法に封止される半導体装置であって、互いに対向する第 1 面及び第 2 面と、前記第 1 面及び前記第 2 面に隣り合い、かつ互いに対向する第 3 面及び第 4 面とを有する半導体チップと、前記第 1 面上を覆う第 1 封止樹脂と、前記第 2 面上を覆う第 2 封止樹脂と、前記第 2 面上に形成される第 1 絶縁膜と、前記第 3 面上に形成される第 2 絶縁膜と、前記第 4 面上に形成される第 3 絶縁膜と、冷却素子と、を備える。

冷却素子は、前記第 1 絶縁膜上に形成される第 1 導電層と、前記第 1 導電層上に形成され、一端が前記第 2 封止樹脂から露出される N 型半導体と、前記第 1 導電層上に形成され、一端が前記第 2 封止樹脂から露出される P 型半導体と、前記露出された前記 N 型半導体の一端に接して形成される第 2 導電層と、前記露出された前記 P 型半導体の一端に接して形成される第 3 導電層と、前記第 1 封止樹脂上に形成される第 1 電極パッド及び第 2 電極パッドと、前記第 2 絶縁膜上に形成され、前記第 2 導電層と前記第 1 電極パッドとを接続するように形成される第 4 導電層と、前記第 3 絶縁膜上に形成され、前記第 3 導電層と前記第 2 電極パッドとを接続するように形成される第 5 導電層と、前記第 1 電極パッド及び前記第 2 電極パッドに形成される球状電極とから構成される。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、第 1 乃至 5 導電層と、N 型半導体と、P 型半導体と、第 1 及び第 2 電極パッドと、球状電極とにより、冷却素子を構成する。この冷却素子は、半導体装置の製造工程内において半導体装置と一体に形成することができるため、冷却素子を構成する部材間が密接した構造となり、パッケージの小型化が実現できるとともに、冷却素子の効果を最大限に発揮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

(1) 第 1 参考例

〔構造〕

図 1 は、第 1 参考例に係る樹脂封止半導体装置 100 の構造図である。図 1 (a) は樹脂封止半導体装置 100 の平面図を、図 1 (b) は図 1 (a) の A - A' で示す位置の同断面図を示している。

【0010】

樹脂封止半導体装置 100 は、半導体チップ 1 と、保護膜 2 及び 3 と、電極パッド 4 及び 5 と、電極パッド 6 a 及び 6 b と、再配線層 7 と、ポスト 8 と、導電層 9 と、導電層 10 a 及び 10 b と、N 型半導体 11 と、P 型半導体 12 と、球状電極 13 と、球状電極 14 a 及び 14 b と、封止樹脂 15 とを備えている。なお、球状電極 13、14 a 及び 14 b の配置や数は、図 1 (a) の平面図及び図 1 (b) の断面図に示すものに限定するものではない。

## 【 0 0 1 1 】

半導体チップ 1 は、素子形成面 1 a 側に保護膜 2 と電極パッド 4 とを備えている。素子形成面 1 a には、トランジスタなどの半導体素子によって電子回路（図示せず）が構成されている。保護膜 2 は、機械的応力や不純物の進入から半導体チップ 1 を保護するためのパッシベーションである。保護膜 2 は、例えば、シリコン酸化膜（ $\text{SiO}_2$ ）やシリコン窒化膜（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）などが使用される。電極パッド 4 は、半導体チップ 1 と外部との間で電気信号のやり取りをするもので、素子形成面 1 a に形成された半導体素子（図示せず）と電氣的に接続される。

## 【 0 0 1 2 】

電極パッド 4 の上方を除いて、半導体チップ 1 上には保護膜 3 が形成される。保護膜 3 は、例えば、ポリイミド樹脂である。再配線層 7 は、保護膜 3 上に形成され、電極パッド 4 と電氣的に接続している。ポスト 8 は、再配線層 7 と電極パッド 5 とを接続する。再配線層 7、ポスト 8 及び電極パッド 5 は、例えば、Cu（銅）や Al（アルミニウム）などの金属である。球状電極 1 3 は、電極パッド 5 上に形成され、樹脂封止半導体装置 1 0 0 を外部装置、例えば、プリント配線基板などに接続するための端子であり、一般的には半田が使用される。なお、図 1（b）の断面図において、樹脂封止半導体装置 1 0 0 の外周二列の球状電極 1 3 が開示されているが、最外周の球状電極 1 3 と半導体チップ 1 との間の配線は省略している。

## 【 0 0 1 3 】

導電層 9 は、半導体チップ 1 のほぼ中央において、保護膜 3 上に再配線層 7 とは電氣的に分離して形成される。導電層 9 は、例えば、Cu や Al などの金属である。N 型半導体 1 1 は、導電層 9 と導電層 1 0 a とを接続する。P 型半導体 1 2 は、導電層 9 と導電層 1 0 b とを接続する。導電層 1 0 a 及び 1 0 b は、例えば、Cu や Al などの金属である。導電層 1 0 a と一体に形成された電極パッド 6 a 上には、球状電極 1 4 a が形成され、導電層 1 0 b と一体に形成された電極パッド 6 b 上には、球状電極 1 4 b が形成される。球状電極 1 4 a 及び 1 4 b は、一般的には半田が使用される。なお、電極パッド 6 a 及び球状電極 1 4 a は、導電層 1 0 a に対して複数形成することも可能である。同様に、電極パッド 6 b 及び球状電極 1 4 b は、導電層 1 0 b に対して複数形成することも可能である。封止樹脂 1 5 は、保護膜 3、再配線層 7、ポスト 8、導電層 9、N 型半導体 1 1 及び P 型半導体 1 2 を封止する。封止樹脂 1 5 は、例えば、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂である。

## 【 0 0 1 4 】

〔冷却機能〕

第 1 参考例に係る樹脂封止半導体装置 1 0 0 の冷却機能は、ペルチエ効果を利用するものである。

図 2 は、ペルチエ素子の冷却原理を示している。ペルチエ素子は、N 型半導体と P 型半導体を金属などの導体で直列に接続し、この直列構造に所定の電流を流すと、その電流の方向に応じて吸熱や放熱が生じる熱電変換素子である。図 2 のペルチエ素子では、N 型半導体と P 型半導体が導体 A を介して接続されており、N 型半導体の一端には導体 B が、P 型半導体の一端には導体 C が取り付けられている。今、N 型半導体に接続する導体 B に + 電圧を、P 型半導体に接続する導体 C に - 電圧を印可すると、導体 B N 型半導体 導体 A P 型半導体 導体 C の方向に電流が流れる。この場合、導体 A 側で熱の吸収が起こり、導体 B 側及び導体 C 側で熱の放出が起こる。

## 【 0 0 1 5 】

図 3 は、樹脂封止半導体装置 1 0 0 内部に形成されたペルチエ素子による冷却機能と放熱経路（矢印で示す）を示している。なお、図 3 では、樹脂封止半導体装置 1 0 0 の各構成要素に対して、図 1（b）と同一の符号を付している。

樹脂封止半導体装置 1 0 0 は、球状電極 1 3、1 4 a 及び 1 4 b を介して実装基板 1 6 と接続される。図 3 の破線で囲まれた部分がペルチエ素子としての機能を果たす。すなわち、電極パッド 6 a 及び 6 b と、導電層 9 と、導電層 1 0 a 及び 1 0 b と、N 型半導体 1 1

10

20

30

40

50

と、P型半導体12と、球状電極14a及び14bとでペルチエ素子が構成される。今、外部より、球状電極14aに+電圧を、球状電極14bに-電圧を印可すると、球状電極14a 電極パッド6a 導電層10a N型半導体11 導電層9 P型半導体12 導電層10b 電極パッド6b 球状電極14bの方向に電流が流れる。ここで、図2のペルチエ素子と対比すれば、導電層9が導体Aに、導電層10aが導体Bに、導電層10bが導体Cに相当するため、導電層9側で吸熱を生じ、導電層10a側及び10b側で放熱を生じることがわかる。導電層10a及び10bに伝わった熱は、直接空間に放出されるとともに、球状電極14a及び14bを介して実装基板16に伝わり放熱される。なお、半導体チップ1からの放熱経路は上記に限るものではないが、ここでは本参考例に係る経路だけを示している。

10

## 【0016】

## 〔製造方法〕

図4乃至6は、図1(b)のA-A'で示す位置の断面を基に、樹脂封止半導体装置100の製造工程を簡略に示したものである。なお、W-CSPでは、封止工程をウエハ状態で行うため、図4乃至6はウエハ状態での加工となる。

まず、図4(a)に示すように、ウエハ検査によって電気的特性が評価された半導体ウエハ1'を準備する。半導体ウエハ1'は、素子形成面1a側に保護膜2と電極パッド4とを備えている。素子形成面1aには、トランジスタなどの半導体素子によって電子回路(図示せず)が構成されており、電極パッド4はそれらの半導体素子と電気的に接続している。また、電極パッド4の上方を除いて保護膜2が形成されている。保護膜2は、一般的にはシリコン酸化膜( $SiO_2$ )であるが、シリコン窒化膜( $Si_3N_4$ )であってもよい。

20

## 【0017】

次に、図4(b)に示すように、半導体ウエハ1'の全面にポリイミド樹脂を塗布し、ホトリソエッチングにより電極パッド4の上方を除いて保護膜3を形成する。

次に、図4(c)に示すように、スパッタ法でCuを堆積し、ホトリソエッチングにより再配線層7及び導電層9を形成する。再配線層7は、電極パッド4に接続するように形成される。また、導電層9は、再配線層7と電気的に分離して形成される。なお、再配線層7及び導電層9の材料として、Cuの代わりにAlなどを使用することも可能である。

30

## 【0018】

次に、図4(d)に示すように、再配線層7の一部にめっき法によりCuのポスト8を形成する。めっき工程は、例えば、半導体ウエハ1'の全面にレジストを塗布した後、再配線層7の一部を露出するようにレジストを加工して開口部を形成する。次に、半導体ウエハ1'をCuのめっき液に漬け込み、開口部にめっき液を充填させる。めっき液が固まった後、レジストを除去すれば再配線層7上にポスト8が形成される。なお、ポスト8の材料として、Cuの代わりにAlなどを使用することも可能である。

## 【0019】

次に、図5(e)に示すように、導電層9上にN型半導体11及びP型半導体12を形成する。N型半導体11の形成は、予めN型の半導体基板より切り出した個片を、例えば、エポキシ系接着剤で導電層9上に貼り付ける。同様に、P型半導体12の形成は、予めP型の半導体基板より切り出した個片を、例えば、エポキシ系接着剤で導電層9上に貼り付ける。

40

## 【0020】

次に、図5(f)に示すように、保護膜3、再配線層7、導電層9、ポスト8、N型半導体11及びP型半導体12を封止樹脂15、例えば、エポキシ樹脂などで封止する。

次に、図5(g)に示すように、封止樹脂15の表面を全面エッチング(グラインド)し、ポスト8、N型半導体11及びP型半導体12の表面を露出させる。

次に、図5(h)に示すように、スパッタ法でCuを堆積し、ホトリソエッチングにより、ポスト8上に電極パッド5を形成する。同時に、N型半導体11上に導電層10a及び電極パッド6aを形成し、P型半導体12上に導電層10b及び電極パッド6bを形成

50

する。なお、電極パッド5、電極パッド6 a、電極パッド6 b、導電層10 a及び10 bの材料として、Cuの代わりにAlなどを使用することも可能である。

【0021】

次に、図6(i)に示すように、電極パッド5上に半田の球状電極13を形成し、電極パッド6 a上に半田の球状電極14 aを形成し、電極パッド6 b上に半田の球状電極14 bを形成する。球状電極13、球状電極14 a及び14 bの形成は、例えば、ボールマウント方式によって行われる。

最後に、図6(j)に示すように、半導体ウエハ1'を個片化して樹脂封止半導体装置100が完成する。

【0022】

〔作用効果〕

第1参考例に係る半導体装置によれば、ペルチエ素子を樹脂封止半導体装置100の内部に一体に作り込むことで、パッケージの小型化が実現できる。また、ペルチエ素子を構成する部材間、すなわち、電極パッド6 a及び6 bと、導電層9と、導電層10 a及び10 bと、N型半導体11と、P型半導体12と、球状電極14 a及び14 bとがそれぞれ密接した構造となるため、別体のペルチエ素子を貼り付ける場合に懸念されるような、空気などの封入による冷却機能の低下を生じることはない。従って、ペルチエ素子の効果を最大限に発揮することができ、放熱効率が向上する。さらに、ペルチエ素子の形成も含めて、ほとんどの工程をウエハ状態で一括処理できるため、コスト低減も可能となる。

【0023】

(2) 第2参考例

〔構造〕

図7は、第2参考例に係る樹脂封止半導体装置101の構造図である。図7(a)は樹脂封止半導体装置101の平面図を、図7(b)は図7(a)のA-A'で示す位置の同断面図を示している。

【0024】

第2参考例に係る樹脂封止半導体装置101は、第1参考例に係る樹脂封止半導体装置100(図1)において、さらに、放熱材17を導電層10 a及び10 bの上に備えている。放熱材17は、セラミック板である。放熱材17は、図7(a)に示すように、導電層10 a及び10 bに重なるように形成するのが望ましいが、必ずしも一体に形成する必要はない。すなわち、導電層10 a上と、導電層10 b上とにそれぞれ分離して形成しても良い。ただし、セラミック板は絶縁体であるため、球状電極13、14 a及び14 bを露出して、その導通を妨げないように形成する必要がある。その他の構造は樹脂封止半導体装置100と同一であるため、図7では、樹脂封止半導体装置100と同一の構造については、図1と同一符号を付してその説明を省略する。

【0025】

〔冷却機能〕

第2参考例に係る樹脂封止半導体装置101の冷却機能は、ペルチエ効果と放熱材の二重構造によるものである。

樹脂封止半導体装置101では、電極パッド6 a及び6 bと、導電層9と、導電層10 a及び10 bと、N型半導体11と、P型半導体12と、球状電極14 a及び14 bとで構成されるペルチエ素子による強制冷却効果と、セラミックの放熱材17による自然冷却効果との相乗効果により、さらに冷却効果を高めている。

【0026】

〔製造方法〕

第2参考例に係る樹脂封止半導体装置101の製造方法は、ウエハ検査によって電気的特性が評価された半導体ウエハ1'を準備する工程(図4(a))から、球状電極13、14 a及び14 bを形成する工程(図6(i))までは、第1参考例を製造する方法と同じである。第2参考例では、球状電極13、14 a及び14 bを形成する工程(図6(i))の後において、さらに、放熱材17を導電層10 a及び10 bの上に形成する工程が

10

20

30

40

50

追加となる。

【0027】

放熱材17の形成は、セラミック板を、例えば、エポキシ系接着剤で導電層10a及び10bの上に貼り付ける。放熱材17を形成した後、図6(j)と同様に半導体ウエハ1'を個片化して樹脂封止半導体装置101が完成する。

〔作用効果〕

第2参考例に係る半導体装置によれば、ペルチエ素子を樹脂封止半導体装置101の内部に一体に作り込むことで、パッケージの小型化が実現できるとともに、ペルチエ素子を構成する部材間が密接した構造となるため、ペルチエ素子の効果を最大限に発揮することができ、放熱効率が向上する。また、熱伝導、熱放射に優れるセラミックの放熱材17を導電層10a及び10bの上に形成することで、さらに放熱効率が向上する。さらに、ペルチエ素子及び放熱材17の形成も含めて、ほとんどの工程をウエハ状態で一括処理できるため、コスト低減も可能となる。

10

【0028】

(3)第3参考例

〔構造〕

図8は、第3参考例に係る樹脂封止半導体装置102の構造図である。図8(a)は樹脂封止半導体装置102の平面図を、図8(b)は図8(a)のA-A'で示す位置の同断面図を示している。

【0029】

第3参考例に係る樹脂封止半導体装置102は、第1参考例に係る樹脂封止半導体装置100(図1)において、さらに、放熱材18を導電層10a及び10bの上に備えている。放熱材18は、液状セラミックを塗布して硬化させたものである。放熱材18は、図8(a)に示すように、導電層10a及び10bに重なるように形成するのが望ましいが、必ずしも一体に形成する必要はない。すなわち、導電層10a上と、導電層10b上とにそれぞれ分離して形成しても良い。ただし、セラミックは絶縁体であるため、液状セラミックを塗布して形成する際、球状電極13、14a及び14bを露出して、その導通を妨げないように形成する必要がある。その他の構造は樹脂封止半導体装置100と同一であるため、図8では、樹脂封止半導体装置100と同一の構造については、図1と同一符号を付してその説明を省略する。

20

30

【0030】

〔冷却機能〕

第3参考例に係る樹脂封止半導体装置102の冷却機能は、ペルチエ効果と放熱材の二重構造によるものである。

樹脂封止半導体装置102では、電極パッド6a及び6bと、導電層9と、導電層10a及び10bと、N型半導体11と、P型半導体12と、球状電極14a及び14bとで構成されるペルチエ素子による強制冷却効果と、セラミックの放熱材18による自然冷却効果との相乗効果により、さらに冷却効果を高めている。

【0031】

〔製造方法〕

第3参考例に係る樹脂封止半導体装置102の製造方法は、ウエハ検査によって電気的特性が評価された半導体ウエハ1'を準備する工程(図4(a))から、球状電極13、14a及び14bを形成する工程(図6(i))までは、第1参考例を製造する方法と同じである。第3参考例では、球状電極13、14a及び14bを形成する工程(図6(i))の後において、さらに、放熱材18を導電層10a及び10bの上に形成する工程が追加となる。

40

【0032】

放熱材18の形成は、液状セラミックを導電層10a及び10bの上に塗布し、例えば、50×36Hrの熱処理によって硬化させる。液状セラミックの塗布はスプレーを使用することもできる。放熱材17を形成した後、図6(j)と同様に半導体ウエハ1'を

50

個片化して樹脂封止半導体装置 102 が完成する。

〔作用効果〕

第3参考例に係る半導体装置によれば、ペルチエ素子を樹脂封止半導体装置 102 の内部に一体に作り込むことで、パッケージの小型化が実現できるとともに、ペルチエ素子を構成する部材間が密接した構造となるため、ペルチエ素子の効果を最大限に発揮することができ、放熱効率が向上する。また、熱伝導、熱放射に優れたセラミックの放熱材 18 を導電層 10a 及び 10b の上に形成することで、さらに放熱効率が向上する。また、放熱材 18 の形成を液状セラミックの塗布で行うため、任意の領域に、任意の範囲でセラミックを形成でき、放熱設計の自由度が高くなる。また、液状セラミックの塗布をスプレーなどにより簡便に行えるため、作業性もよくなる。さらに、ペルチエ素子及び放熱材 18 の形成も含めて、ほとんどの工程をウエハ状態で一括処理できるため、コスト低減も可能となる。

10

【0033】

(4) 第4参考例

〔構造〕

図9は、第4参考例に係る樹脂封止半導体装置 103 の構造図であり、図1(a)のA-A'で示す位置と同位置の断面図を示している。

第4参考例に係る樹脂封止半導体装置 103 は、第1参考例に係る樹脂封止半導体装置 100 (図1)において、さらに、放熱材 19a を導電層 10a の上に備え、放熱材 19b を導電層 10b の上に備えている。放熱材 19a 及び 19b は、例えば、Cu や Al などの金属であり、球状電極 13、14a 及び 14b とほぼ同じ高さを有している。放熱材 19a 及び 19b は、図8(b)に示すように、それぞれ導電層 10a 及び 10b に重なるように形成するのが望ましいが、必ずしも導電層 10a 及び 10b の形状に一致する必要はない。ただし、放熱材 19a 及び 19b は、電氣的に導通しないように所定の間隔を有して形成する必要がある。また、放熱材 19a は、球状電極 14a 以外の球状電極、すなわち、球状電極 13 及び 14b とは電氣的に導通しないように形成する必要がある。同様に、放熱材 19b は、球状電極 14b 以外の球状電極、すなわち、球状電極 13 及び 14a とは電氣的に導通しないように形成する必要がある。その他の構造は樹脂封止半導体装置 100 と同一であるため、図9では、樹脂封止半導体装置 100 と同一の構造については、図1と同一符号を付してその説明を省略する。

20

30

【0034】

〔冷却機能〕

第4参考例に係る樹脂封止半導体装置 103 の冷却機能は、ペルチエ効果と放熱材の二重構造によるものである。

図10は、樹脂封止半導体装置 103 内部に形成されたペルチエ素子による冷却機能と放熱経路(矢印で示す)を示している。なお、図10では、樹脂封止半導体装置 103 の各構成要素に対して図9と同一の符号を付している。

【0035】

樹脂封止半導体装置 103 は、球状電極 13、14a 及び 14b を介して実装基板 16 と接続される。また、放熱材 19a 及び 19b も実装基板 16 と接続される。放熱材 19a 及び 19b と実装基板 16 との接続は、例えば、実装基板 16 の表面に形成された金属パッドを介して行われる。ここで、金属パッドは、実装基板 16 の内部において電氣的にフローティングであっても、内部パターンと接続していても構わない。ただし、内部パターンに接続する場合は、放熱材 19a は球状電極 14a と共通のパターンに接続し、放熱材 19b は球状電極 14b と共通のパターンに接続する必要がある。電極パッド 6a 及び 6b と、導電層 9 と、導電層 10a 及び 10b と、N型半導体 11 と、P型半導体 12 と、球状電極 14a 及び 14b とで構成されるペルチエ素子によって取り出された熱は、球状電極 14a 及び 14b を介して実装基板 16 に伝わり放熱される。同時に、金属の放熱材 19a 及び 19b を介して実装基板 16 に伝わり放熱される。なお、半導体チップ 1 からの放熱経路は上記に限るものではないが、ここでは本参考例に係る経路だけを示し

40

50

ている。

【0036】

〔製造方法〕

第4参考例に係る樹脂封止半導体装置103の製造方法は、ウエハ検査によって電気的特性が評価された半導体ウエハ1'を準備する工程(図4(a))から、球状電極13、14a及び14bを形成する工程(図6(i))までは、第1参考例を製造する方法と同じである。第4参考例では、球状電極13、14a及び14bを形成する工程(図6(i))の後において、さらに、放熱材19aを導電層10aの上に、放熱材19bを導電層10bの上に形成する工程が追加となる。

【0037】

放熱材19a及び19bの形成は、CuやAlなどの金属片を、例えば、エポキシ系接着剤で導電層10a及び10bの上に貼り付ける。この時、放熱材19aと放熱材19bとが電氣的に導通しないように、所定の間隔を有して形成する必要がある。放熱材19a及び19bを形成した後、図6(j)と同様に半導体ウエハ1'を個片化して樹脂封止半導体装置103が完成する。

【0038】

〔作用効果〕

第4参考例に係る半導体装置によれば、ペルチエ素子を樹脂封止半導体装置103の内部に一体に作り込むことで、パッケージの小型化が実現できるとともに、ペルチエ素子を構成する部材間が密接した構造となるため、ペルチエ素子の効果を最大限に発揮することができ、放熱効率が向上する。また、熱伝導に優れる金属の放熱材19a及び19bを導電層10a及び10bの上に形成し、当該放熱材19a及び19bを実装基板16に接続することにより、さらに放熱効率が向上する。さらに、ペルチエ素子及び放熱材19(19a、19b)の形成も含めて、ほとんどの工程をウエハ状態で一括処理できるため、コスト低減も可能となる。

【0039】

(5)第5参考例

〔構造〕

図11は、第5参考例に係る樹脂封止半導体装置104の構造図であり、図1(a)のA-A'で示す位置と同位置の断面図を示している。

第5参考例に係る樹脂封止半導体装置104は、第1参考例に係る樹脂封止半導体装置100(図1)において、さらに、放熱材20を導電層10a及び10bの上に備えている。放熱材20は、液状セラミックを塗布して硬化させたものであり、球状電極13、14a及び14bとほぼ同じ高さを有している。放熱材20は、図11に示すように、導電層10a及び10bに重なるように形成するのが望ましいが、必ずしも一体に形成する必要はない。すなわち、導電層10a上と、導電層10b上とにそれぞれ分離して形成しても良い。ただし、セラミックは絶縁体であるため、液状セラミックを塗布して形成する際、球状電極13、14a及び14bを露出して、その導通を妨げないように形成する必要がある。その他の構造は樹脂封止半導体装置100と同一であるため、図11では、樹脂封止半導体装置100と同一の構造については、図1と同一符号を付してその説明を省略する。

【0040】

〔冷却機能〕

第5参考例に係る樹脂封止半導体装置104の冷却機能は、ペルチエ効果と放熱材の二重構造によるものである。

樹脂封止半導体装置104は、球状電極13、14a及び14bを介して実装基板16と接続される。また、第4参考例の放熱材19a及び19bと同様(図10)に、放熱材20も実装基板16と接続される。放熱材20と実装基板16との接続は、例えば、実装基板16の表面に形成された金属パッドを介して行われる。ここで、金属パッドは、実装基板16の内部において電氣的にフローティングであっても、内部パターンと接続して

10

20

30

40

50

も構わない。電極パッド6 a及び6 bと、導電層9と、導電層10 a及び10 bと、N型半導体11と、P型半導体12と、球状電極14 a及び14 bとで構成されるペルチエ素子によって取り出された熱は、球状電極14 a及び14 bを介して実装基板16に伝わり放熱される。同時に、セラミックの放熱材20を介して実装基板16に伝わり放熱される。

#### 【0041】

##### 〔製造方法〕

第5参考例に係る樹脂封止半導体装置104の製造方法は、ウエハ検査によって電気的特性が評価された半導体ウエハ1'を準備する工程(図4(a))から、球状電極13、球状電極14 a及び球状電極14 bを形成する工程(図6(i))までは、第1参考例を製造する方法と同じである。第5参考例では、球状電極13、14 a及び14 bを形成する工程(図6(i))の後において、さらに、放熱材20を導電層10 a及び10 bの上に形成する工程が追加となる。

10

#### 【0042】

放熱材20の形成は、液状セラミックを導電層10 a及び10 bの上に塗布して、例えば、50 x 36 Hrの熱処理によって硬化させる。液状セラミックの塗布はスプレーを使用することもできる。なお、液状セラミックを塗布する際、液状セラミックの粘性だけで球状電極13、14 a及び14 bと同じ高さまで盛り上げることは可能であるが、必要に応じてマスキングなどのバリアを設けてもよい。放熱材20を形成した後、図6(j)と同様に半導体ウエハ1'を個片化して樹脂封止半導体装置104が完成する。

20

#### 【0043】

##### 〔作用効果〕

第5参考例に係る半導体装置によれば、ペルチエ素子を樹脂封止半導体装置104の内部に一体に作り込むことで、パッケージの小型化が実現できるとともに、ペルチエ素子を構成する部材間が密接した構造となるため、ペルチエ素子の効果を最大限に発揮することができ、放熱効率が向上する。また、熱伝導、熱放射に優れたセラミックの放熱材20を導電層10 a及び10 bの上に形成し、当該放熱材20を実装基板16に接続することにより、さらに放熱効果が向上する。また、放熱材20の形成を液状セラミックの塗布で行うため、任意の領域に、任意の範囲でセラミックを形成でき、放熱設計の自由度が高くなる。また、液状セラミックの塗布をスプレーなどにより簡便に行えるため、作業性もよくなる。さらに、ペルチエ素子及び放熱材20の形成も含めて、ほとんどの工程をウエハ状態で一括処理できるため、コスト低減も可能となる。

30

#### 【0044】

##### (6) 第6実施形態

##### 〔構造〕

図12は、本発明の第6実施形態に係る樹脂封止半導体装置105の構造図であり、図1(a)のA-A'で示す位置と同位置の断面図を示している。なお、図12では、樹脂封止半導体装置100と同一の構造については、図1と同一符号を付している。また、説明の便宜上、外周二列の球状電極のみ描いている。

#### 【0045】

樹脂封止半導体装置105は、半導体チップ1と、保護膜2及び3と、電極パッド4~6と、再配線層7と、ポスト8と、導電層9、10及び21と、N型半導体11と、P型半導体12と、球状電極13及び14と、封止樹脂15及び22と、絶縁膜23と、絶縁膜24 a及び24 bとを備えている。

40

半導体チップ1の構成は、第1参考例と同様である。すなわち、半導体チップ1は、素子形成面1 a側に保護膜2と電極パッド4とを備えている。

#### 【0046】

電極パッド4の上方を除いた領域には保護膜3が形成される。保護膜3は、例えば、ポリイミド樹脂である。再配線層7は、電極パッド4と電気的に接続している。ポスト8は、再配線層7と電極パッド5とを接続する。再配線層7、ポスト8及び電極パッド5は、

50

例えば、CuやAlなどの金属である。球状電極13は、電極パッド5上に形成され、樹脂封止半導体装置105を外部装置、例えば、プリント配線基板などに接続するための端子であり、一般的には半田が使用される。封止樹脂15は、保護膜3、再配線層7、ポスト8を封止する。封止樹脂15は、例えば、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂である。

#### 【0047】

絶縁膜23は、放熱材としての機能を有するセラミックであり、半導体チップ1の裏面1bに形成される。導電層9は、半導体チップ1の裏面1bの全域を覆うように絶縁膜23上に形成される。導電層9は、例えば、CuやAlなどの金属である。半導体チップ1と導電層9とは、絶縁膜23によって電氣的に絶縁されている。N型半導体11は、導電層9と導電層10aとを接続する。P型半導体12は、導電層9と導電層10bとを接続する。導電層10a及び10bは、例えば、CuやAlなどの金属である。封止樹脂22は、導電層9、N型半導体11及びP型半導体12を封止する。封止樹脂22は、例えば、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂である。

10

#### 【0048】

絶縁膜24a及び24bは、放熱材としての機能を有するセラミックであり、半導体チップ1の側面1cの一部と、封止樹脂15及び22の側面の一部とを覆うように絶縁膜24aが形成され、半導体チップ1の側面1dの一部と、封止樹脂15及び22の側面の一部とを覆うように絶縁膜24bが形成される。導電層21aは、絶縁膜24aを覆うように形成され、導電層10aと電極パッド6aを接続する。導電層21bは、絶縁膜24bを覆うように形成され、導電層10bと電極パッド6bを接続する。導電層21a及び21b及び電極パッド6a及び6bは、例えば、CuやAlなどの金属である。半導体チップ1と導電層21a及び21bとは、絶縁膜24a及び24bによって電氣的に絶縁されている。同様に、導電層9と導電層21a及び21bとは、絶縁膜24a及び24bによって電氣的に絶縁されている。球状電極14aは電極パッド6a上に形成され、外部装置、例えば、プリント配線基板などに接続される。同様に、球状電極14bは電極パッド6b上に形成され、外部装置、例えば、プリント配線基板などに接続される。球状電極14a及び14bは、一般的には半田が使用される。

20

#### 【0049】

##### 〔冷却機能〕

本発明の第6実施形態に係る樹脂封止半導体装置105の冷却機能は、ペルチエ効果と放熱材の二重構造によるものである。

30

樹脂封止半導体装置105では、電極パッド6a及び6bと、導電層9と、導電層10a及び10bと、導電層21a及び21bと、N型半導体11と、P型半導体12と、球状電極14a及び14bとで構成されるペルチエ素子による強制冷却効果と、セラミックの絶縁膜23、24a及び24bによる自然冷却効果との相乗効果により、さらに冷却効果を高めている。

#### 【0050】

##### 〔製造方法〕

図13乃至16は、図1(b)のA-A'で示す位置と同位置の半導体装置105の断面を基に、製造工程を簡略に示したものである。なお、W-CSPでは、封止工程をウエハ状態で行うため、図13乃至16はウエハ状態での加工となる。

40

まず、図13(a)に示すように、ウエハ検査によって電氣的特性が評価された半導体ウエハ1'を準備する。半導体ウエハ1'は、素子形成面1a側に保護膜2と電極パッド4を備えている。素子形成面1aには、トランジスタなどの半導体素子によって電子回路(図示せず)が構成されており、電極パッド4はそれらの半導体素子と電氣的に接続している。また、電極パッド4の上方を除いて保護膜2が形成されている。保護膜2は、一般的にはシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>)であるが、シリコン窒化膜(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)であってもよい。

#### 【0051】

次に、図13(b)に示すように、半導体ウエハ1'の全面にポリイミド樹脂を塗布し

50

、ホトリソエッチングにより電極パッド4の上方を除いて保護膜3を形成する。

次に、図13(c)に示すように、スパッタ法でCuを堆積し、ホトリソエッチングにより再配線層7を形成する。再配線層7は、電極パッド4に接続するように形成する。なお、再配線層7の材料として、Cuの代わりにAlなどを使用することも可能である。

【0052】

次に、図13(d)に示すように、再配線層7の一部にめっき法によりCuのポスト8を形成する。めっき工程は、例えば、半導体ウエハ1'の全面にレジストを塗布した後、再配線層7の一部を露出するように開口部を形成する。次に、半導体ウエハ1'をCuのめっき液に漬け込み、開口部にめっき液を充填させる。めっき液が固まった後、レジストを除去すれば再配線層7上にポスト8が形成される。なお、ポスト8の材料として、Cu

10

【0053】

次に、図14(e)に示すように、保護膜3、再配線層7及びポスト8を封止樹脂15、例えば、エポキシ樹脂などで封止する。

次に、図14(f)に示すように、封止樹脂15の表面を全面エッチング(グラインド)し、ポスト8の表面を露出させる。

次に、図14(g)に示すように、半導体ウエハ1'の裏面1b上に、セラミックの絶縁膜23を形成する。絶縁膜23の形成は、液状セラミックを半導体ウエハ1'の裏面1b上に塗布して、例えば、50 x 36 Hrの熱処理によって硬化させる。液状セラミックの塗布は、スプレーを使用することもできる。

20

【0054】

次に、図14(h)に示すように、絶縁膜23上にスパッタ法でCuを堆積して導電層9を形成する。なお、導電層9の材料として、Cuの代わりにAlなどを使用することも可能である。

次に、図15(i)に示すように、導電層9上にN型半導体11及びP型半導体12を形成する。N型半導体11は、予めN型の半導体基板より切り出した個片を、例えば、エポキシ系接着剤で導電層9上に貼り付ける。同様に、P型半導体12は、予めP型の半導体基板より切り出した個片を、例えば、エポキシ系接着剤で導電層9上に貼り付ける。

【0055】

次に、図15(j)に示すように、導電層9、N型半導体11及びP型半導体12を封止樹脂22、例えば、エポキシ樹脂などで封止する。

30

次に、図15(k)に示すように、後の個片化において切断の基準となるスクライプ領域に貫通孔25を形成する。貫通孔25の形成は、例えば、プラズマエッチングやレーザーなどによって行われる。貫通孔25の径は、例えば、100 μmであり、スクライプ領域に少なくとも2個形成する。本実施形態では、対向する1対のスクライプ領域の各一辺に、貫通孔25を1個ずつ形成している。

【0056】

次に、図15(l)に示すように、貫通孔25の内壁に、セラミックの絶縁膜24a及び24bを形成する。絶縁膜24a及び24bの形成は、貫通孔25内に液状セラミックを注入して、例えば、50 x 36 Hrの熱処理によって硬化させる。なお、貫通孔25

40

内に液状セラミックを注入する際、毛細管現象を利用すれば、液状セラミックを貫通孔25内に注入することは可能である。しかし、必要に応じてバキュームなどにより加圧注入してもよい。

【0057】

次に、図16(m)に示すように、封止樹脂15上にスパッタ法でCuを堆積し、ホトリソエッチングによりポスト8上に電極パッド5をする。同時に、電極パッド6a及び6bも形成する。次に、封止樹脂22上にスパッタ法でCuを堆積し、ホトリソエッチングにより導電層10a及び10bを形成する。続いて、貫通孔25の内壁に導電層21a及び21bを形成する。導電層21a及び21bの形成は、通常のスルーホール形成と同じように、Cuの無電解めっきを行えばよい。この工程によって、導電層10aと、導電層

50

21aと、電極パッド6aとが接続される。また、導電層10bと、導電層21bと、電極パッド6bとが接続される。なお、電極パッド6a及び6b、導電層10a及び10b、導電層21a及び21bの材料として、Cuの代わりにAlなどを使用することも可能である。

#### 【0058】

次に、図16(n)に示すように、電極パッド5上に半田の球状電極13を形成する。また、電極パッド6a上に半田の球状電極14aを形成し、電極パッド6b上に半田の球状電極14bを形成する。球状電極13、14a及び14bの形成は、例えば、ボールマウント方式によって行われる。

最後に、図16(o)に示すように、半導体ウエハ1'を個片化して樹脂封止半導体装置105が完成する。

10

#### 【0059】

##### 〔作用効果〕

第6実施形態に係る半導体装置によれば、ペルチエ素子を樹脂封止半導体装置105の内部に一体に作り込むことで、パッケージの小型化が実現できるとともに、ペルチエ素子を構成する部材間が密接した構造となるため、ペルチエ素子の効果を最大限に発揮することができ、放熱効率が向上する。また、ペルチエ素子を半導体チップ1の裏面1b側に形成することで、導電層9、10a及び10bを広範囲に形成することができ、これにより、吸熱面積(導電層9)及び放熱面積(導電層10)が増大して放熱効率が向上する。また、熱伝導、熱放射に優れるセラミックの絶縁膜23、24a及び24bを備えているため、自然冷却効率も向上する。さらに、ペルチエ素子、絶縁膜23、24a及び24bの形成も含めて、ほとんどの工程をウエハ状態で一括処理できるため、コスト低減も可能となる。

20

#### 【0060】

##### (7) 第7実施形態

##### 〔構造〕

図17は、本発明の第7実施形態に係る樹脂封止半導体装置106の構造図であり、図1(a)のA-A'で示す位置と同位置の断面図を示している。

第7実施形態に係る樹脂封止半導体装置106は、第6実施形態に係る樹脂封止半導体装置105(図12)において、さらに、放熱材26を導電層10a及び10bの上に備えている。放熱材26は、液状セラミックを塗布して硬化させたものである。その他の構造は樹脂封止半導体装置105と同一であるため、図17では、樹脂封止半導体装置105と同一の構造については、図12と同一符号を付してその説明を省略する。

30

#### 【0061】

##### 〔冷却機能〕

本発明の第7実施形態に係る樹脂封止半導体装置106の冷却機能は、ペルチエ効果と放熱材の二重構造によるものである。

樹脂封止半導体装置106では、電極パッド6a及び6bと、導電層9と、導電層10a及び10bと、導電層21a及び21bと、N型半導体11と、P型半導体12と、球状電極14a及び14bとで構成されるペルチエ素子による強制冷却効果と、セラミックの絶縁膜23、24a及び24b及び25による自然冷却効果との相乗効果により、さらに冷却効果を高めている。

40

#### 【0062】

##### 〔製造方法〕

第7実施形態に係る樹脂封止半導体装置106の製造方法は、ウエハ検査によって電気的特性が評価された半導体ウエハ1'を準備する工程(図16(a))から、電極パッド6a及び6b、導電層10a及び10b、導電層21a及び21bを形成する工程(図16(m))までは、第6実施形態を製造する方法と同じである。第7実施形態では、電極パッド6a及び6b、導電層10a及び10b、導電層21a及び21bを形成する工程(図16(m))の後において、さらに、放熱材26を導電層10a及び10bの上に形

50

成する工程が追加となる。

【 0 0 6 3 】

放熱材 2 6 の形成は、液状セラミックを導電層 1 0 a 及び 1 0 b の上に塗布して、例えば、5 0 × 3 6 H r の熱処理によって硬化させる。液状セラミックの塗布はスプレーを使用することもできる。放熱材 2 6 を形成した後、図 1 6 ( n ) と同様に電極パッド 5 上に半田の球状電極 1 3 を形成する。また、電極パッド 6 a 上に半田の球状電極 1 4 a を形成し、電極パッド 6 b 上に半田の球状電極 1 4 b を形成する。球状電極 1 3、1 4 a 及び 1 4 b の形成は、例えば、ボールマウント方式によって行われる。続いて、図 1 6 ( o ) と同様に、半導体ウエハ 1 ' を個片化して樹脂封止半導体装置 1 0 6 が完成する。

【 0 0 6 4 】

〔作用効果〕

第 7 施形態に係る半導体装置によれば、ペルチエ素子を樹脂封止半導体装置 1 0 6 の内部に一体に作り込むことで、パッケージの小型化が実現できるとともに、ペルチエ素子を構成する部材間が密接した構造となるため、ペルチエ素子の効果を最大限に発揮することができ、放熱効率が向上する。また、ペルチエ素子を半導体チップ 1 の裏面 1 b 側に形成することで、導電層 9、1 0 a 及び 1 0 b を広範囲に形成することができ、これにより、吸熱面積（導電層 9）及び放熱面積（導電層 1 0）が増大して放熱効率が向上する。また、熱伝導、熱放射に優れたセラミックの絶縁膜 2 3、2 4 a 及び 2 4 b に加え、さらに、放熱部である導電層 1 0 a 及び 1 0 b の上にセラミックの放熱材 2 6 を備えているため、自然冷却効果もより向上する。さらに、ペルチエ素子、絶縁膜 2 3、2 4 a、2 4 b 及び 2 5 の形成も含めて、ほとんどの工程をウエハ状態で一括処理できるため、コスト低減も可能となる。

【 0 0 6 5 】

（ 8 ）第 8 実施形態

〔構造〕

図 1 8 は、本発明の第 8 実施形態に係る樹脂封止半導体装置 1 0 7 の構造図であり、図 1 ( a ) の A - A ' で示す位置と同位置の断面図を示している。

第 8 実施形態に係る樹脂封止半導体装置 1 0 7 は、第 6 実施形態に係る樹脂封止半導体装置 1 0 5 ( 図 1 2 ) において、さらに、放熱材 2 7 を導電層 1 0 a 及び 1 0 b の上と、導電層 2 1 a 及び 2 1 b の上とに備えている。放熱材 2 7 は、液状セラミックを塗布して硬化させたものである。その他の構造は樹脂封止半導体装置 1 0 5 と同一であるため、図 1 8 では、樹脂封止半導体装置 1 0 5 と同一の構造については、図 1 2 と同一符号を付してその説明を省略する。

【 0 0 6 6 】

〔冷却機能〕

本発明の第 8 実施形態に係る樹脂封止半導体装置 1 0 7 の冷却機能は、ペルチエ効果と放熱材の二重構造によるものである。

樹脂封止半導体装置 1 0 7 では、電極パッド 6 a 及び 6 b と、導電層 9 と、導電層 1 0 a 及び 1 0 b と、導電層 2 1 a 及び 2 1 b と、N 型半導体 1 1 と、P 型半導体 1 2 と、球状電極 1 4 a 及び 1 4 b とで構成されるペルチエ素子による強制冷却効果と、セラミックの絶縁膜 2 3、2 4 a、2 4 b 及び 2 6 による自然冷却効果との相乗効果により、さらに冷却効果を高めている。

【 0 0 6 7 】

〔製造方法〕

第 8 実施形態に係る樹脂封止半導体装置 1 0 7 の製造方法は、ウエハ検査によって電気的特性が評価された半導体ウエハ 1 ' を準備する工程（図 1 6 ( a )）から、電極パッド 6 a 及び 6 b、導電層 1 0 a 及び 1 0 b、導電層 2 1 a 及び 2 1 b を形成する工程（図 1 6 ( m )）までは、第 6 実施形態を製造する方法と同じである。第 8 実施形態では、電極パッド 6 a 及び 6 b、導電層 1 0 a 及び 1 0 b、導電層 2 1 a 及び 2 1 b を形成する工程（図 1 6 ( m )）の後において、さらに、放熱材 2 7 を、導電層 1 0 a 及び 1 0 b の上と

10

20

30

40

50

、導電層 2 1 a 及び 2 1 b の上とに形成する工程が追加となる。

【 0 0 6 8 】

放熱材 2 7 の形成は、液状セラミックを導電層 1 0 a 及び 1 0 b の上に塗布し、また、貫通孔 2 5 内に液状セラミックを注入して、例えば、5 0 x 3 6 H r の熱処理によって硬化させる。なお、貫通孔 2 5 内に液状セラミックを注入する際、毛細管現象を利用すれば液状セラミックを貫通孔 2 5 内に注入することは可能である。しかし、必要に応じてバキュームなどにより加圧注入してもよい。また、貫通孔 2 5 の形成する工程（図 1 5 ( k )）において、貫通孔 2 5 の径を大きく加工すれば液状セラミックを注入しやすくなる。貫通孔 2 5 の径を、例えば、1 0 0 μ m から 1 5 0 μ m に拡大すればよい。放熱材 2 7 を形成した後、図 1 6 ( n ) と同様に電極パッド 5 上に半田の球状電極 1 3 を形成する。また、電極パッド 6 a 上に半田の球状電極 1 4 a を形成し、電極パッド 6 b 上に半田の球状電極 1 4 b を形成する。球状電極 1 3、1 4 a 及び 1 4 b の形成は、例えば、ボールマウント方式によって行われる。続いて、図 1 6 ( o ) と同様に半導体ウエハ 1 ' を個片化して樹脂封止半導体装置 1 0 7 が完成する。

10

【 0 0 6 9 】

〔作用効果〕

第 8 施形態に係る半導体装置によれば、ペルチエ素子を樹脂封止半導体装置 1 0 7 の内部に一体に作り込むことで、パッケージの小型化が実現できるとともに、ペルチエ素子を構成する部材間が密接した構造となるため、ペルチエ素子の効果を最大限に発揮することができ、放熱効率が向上する。また、ペルチエ素子を半導体チップ 1 の裏面 1 b 側に形成することで、導電層 9、1 0 a 及び 1 0 b を広範囲に形成することができ、これにより、吸熱面積（導電層 9）及び放熱面積（導電層 1 0）が増大して放熱効率が向上する。また、熱伝導、熱放射に優れたセラミックの絶縁膜 2 3、2 4 a 及び 2 4 b に加え、さらに、放熱部である導電層 1 0 a 及び 1 0 b の上と、導電層 2 1 a 及び 2 1 b の上とにセラミックの放熱材 2 7 を備えているため、自然冷却効果もより向上する。さらに、ペルチエ素子、絶縁膜 2 3、2 4 a、2 4 b 及び 2 6 の形成も含めて、ほとんどの工程をウエハ状態で一括処理できるため、コスト低減も可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 0 】

【図 1】第 1 参考例に係る樹脂封止半導体装置の構造図。

30

【図 2】ペルチエ素子の冷却原理。

【図 3】第 1 参考例に係る樹脂封止半導体装置の冷却機能と放熱経路。

【図 4】第 1 乃至 5 参考例に係る樹脂封止半導体装置の製造工程断面図。

【図 5】第 1 乃至 5 参考例に係る樹脂封止半導体装置の製造工程断面図。

【図 6】第 1 乃至 5 参考例に係る樹脂封止半導体装置の製造工程断面図。

【図 7】第 2 参考例に係る樹脂封止半導体装置の構造図。

【図 8】第 3 参考例に係る樹脂封止半導体装置の構造図。

【図 9】第 4 参考例に係る樹脂封止半導体装置の構造図。

【図 1 0】第 4 参考例に係る樹脂封止半導体装置の冷却機能と放熱経路。

【図 1 1】第 5 参考例に係る樹脂封止半導体装置の構造図。

40

【図 1 2】第 6 実施形態に係る樹脂封止半導体装置の構造図。

【図 1 3】第 6 乃至 8 実施形態に係る樹脂封止半導体装置の製造工程断面図。

【図 1 4】第 6 乃至 8 実施形態に係る樹脂封止半導体装置の製造工程断面図。

【図 1 5】第 6 乃至 8 実施形態に係る樹脂封止半導体装置の製造工程断面図。

【図 1 6】第 6 乃至 8 実施形態に係る樹脂封止半導体装置の製造工程断面図。

【図 1 7】第 7 実施形態に係る樹脂封止半導体装置の構造図。

【図 1 8】第 8 実施形態に係る樹脂封止半導体装置の構造図。

【 0 0 7 1 】

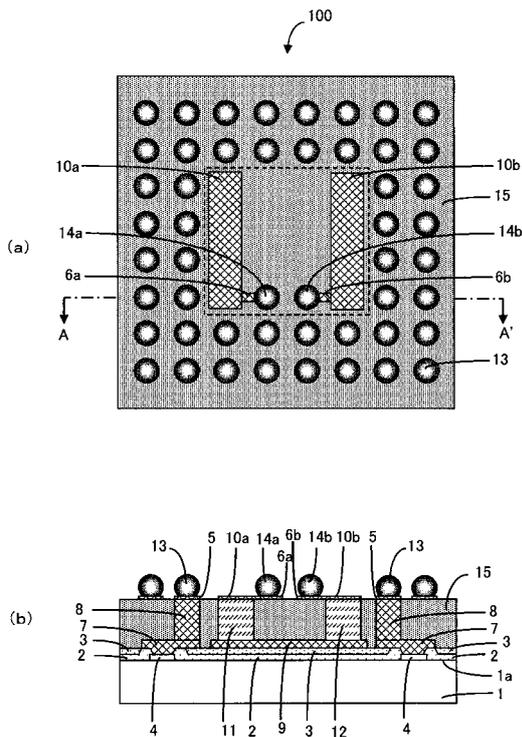
1・・・半導体チップ

1'・・・半導体ウエハ

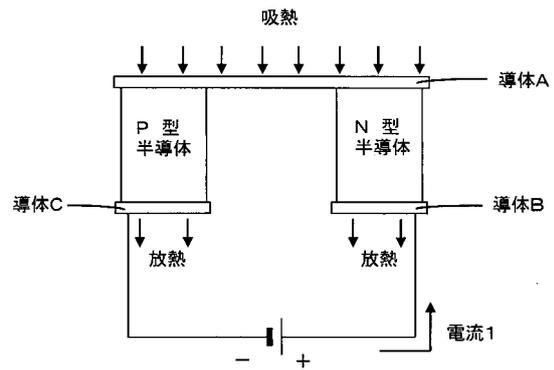
50

- 2、3・・・保護膜
- 4、5、6 a、6 b・・・電極パッド
- 7・・・再配線層
- 8・・・ポスト
- 9、10 a、10 b、21 a、21 b・・・導電層
- 11・・・N型半導体
- 12・・・P型半導体
- 13、14 a、14 b・・・球状電極
- 15、22・・・封止樹脂
- 16・・・実装基板
- 17、18、19 a、19 b、20、26、27・・・放熱材
- 23、24 a、24 b・・・絶縁膜
- 25・・・貫通孔
- 100～107 樹脂封止半導体装置

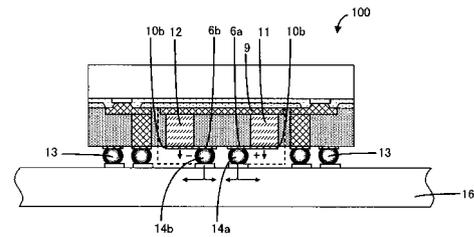
【図1】



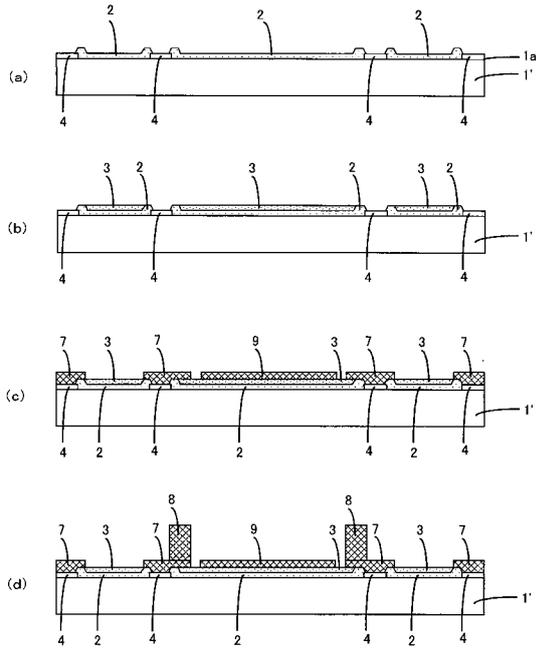
【図2】



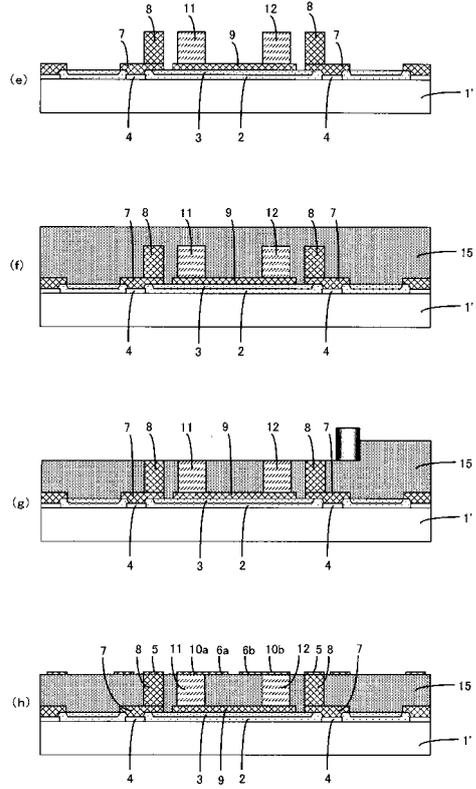
【図3】



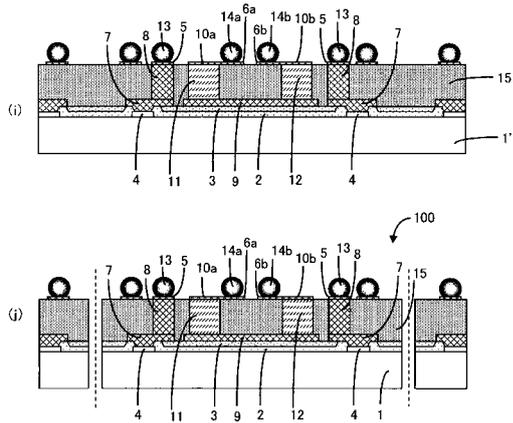
【 図 4 】



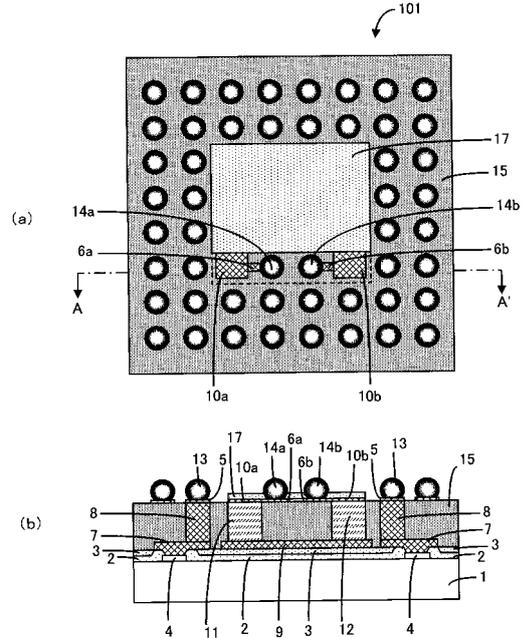
【 図 5 】



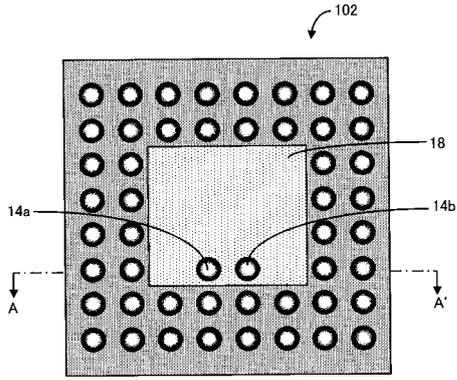
【 図 6 】



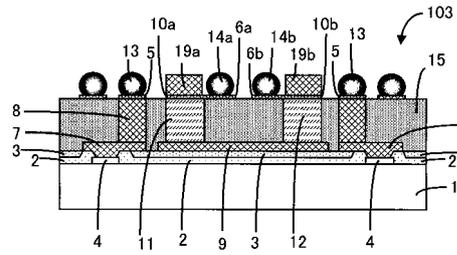
【 図 7 】



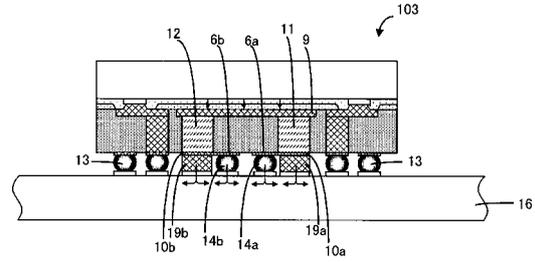
【 図 8 】



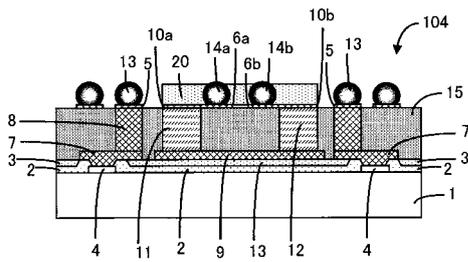
【 図 9 】



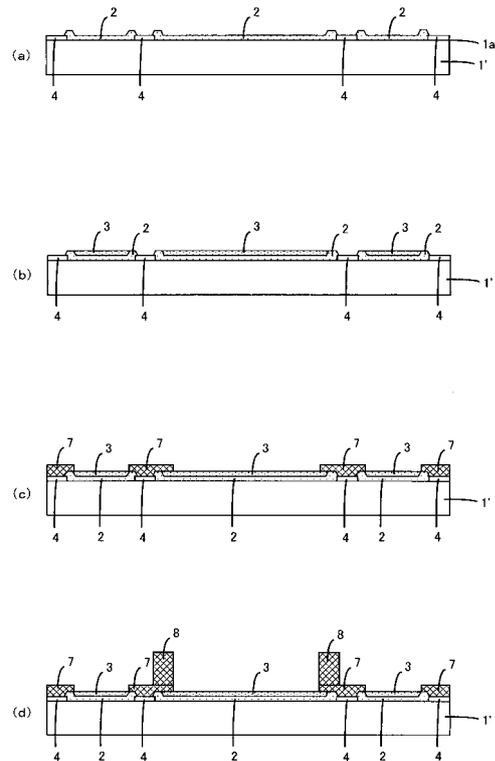
【 図 10 】



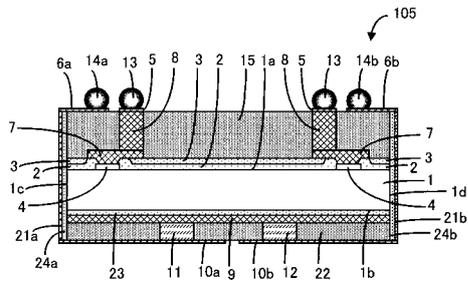
【 図 11 】



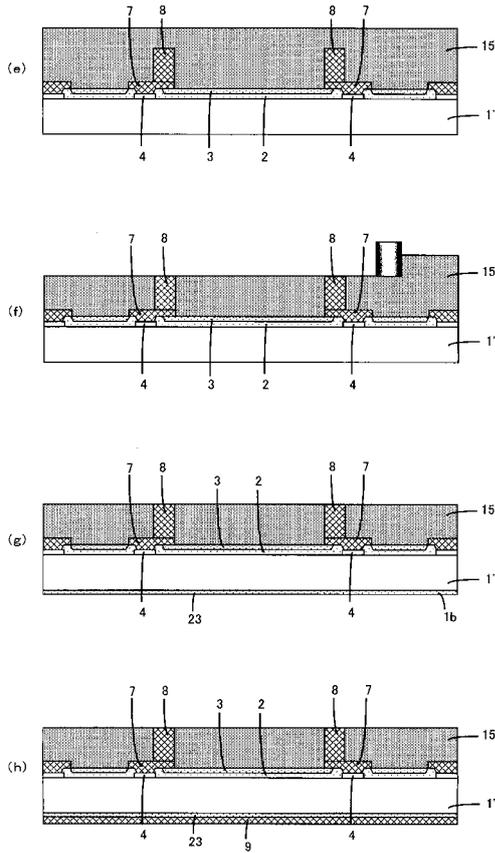
【 図 13 】



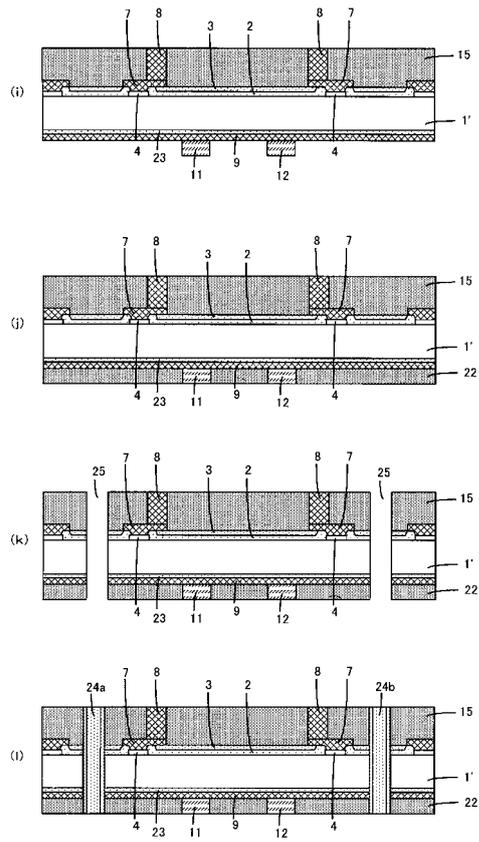
【 図 12 】



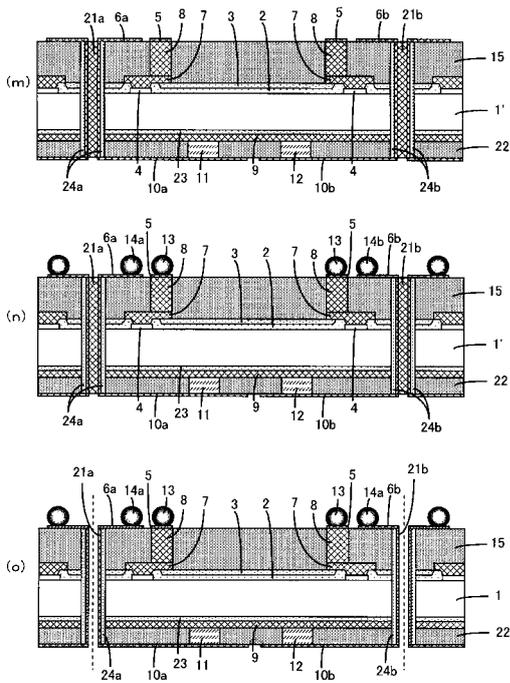
【図14】



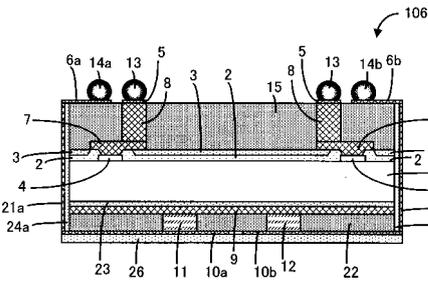
【図15】



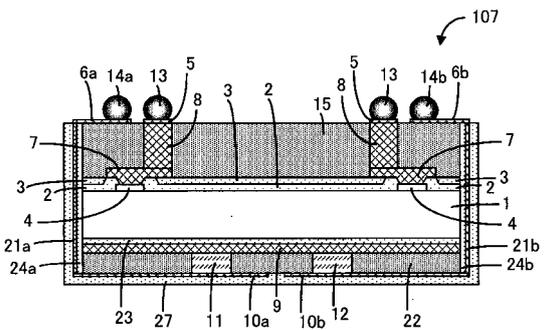
【図16】



【図17】



【図18】



---

フロントページの続き

審査官 坂本 薫昭

- (56)参考文献 特開昭60-224253(JP,A)  
特開平01-245549(JP,A)  
特開2000-311974(JP,A)  
特開2001-291793(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/60  
H01L 23/12, 34-46  
H01L 25/08