

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4802246号
(P4802246)

(45) 発行日 平成23年10月26日(2011.10.26)

(24) 登録日 平成23年8月12日(2011.8.12)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 23/12 (2006.01)	HO 1 L 23/12 N
HO 1 L 21/60 (2006.01)	HO 1 L 21/60 3 1 1 S

請求項の数 3 (全 44 頁)

(21) 出願番号	特願2008-534303 (P2008-534303)	(73) 特許権者	000002141
(86) (22) 出願日	平成19年9月5日(2007.9.5)		住友ベークライト株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/067283		東京都品川区東品川2丁目5番8号
(87) 国際公開番号	W02008/032620	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開日	平成20年3月20日(2008.3.20)		弁理士 園田 吉隆
審査請求日	平成20年5月16日(2008.5.16)	(74) 代理人	100101199
審判番号	不服2009-12618 (P2009-12618/J1)		弁理士 小林 義敦
審判請求日	平成21年7月10日(2009.7.10)	(72) 発明者	和田 雅浩
(31) 優先権主張番号	特願2006-248473 (P2006-248473)		東京都品川区東品川2丁目5番8号 住友
(32) 優先日	平成18年9月13日(2006.9.13)		ベークライト株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	田中 宏之
早期審査対象出願			東京都品川区東品川2丁目5番8号 住友
			ベークライト株式会社内

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】

コア材およびビルドアップ層を備える回路基板と、
 前記回路基板に金属バンプを介して接続されている半導体素子と、
 前記半導体素子および前記回路基板の間に封入されている封止樹脂組成物と、
 を備える半導体装置であって、
 前記回路基板の備えるビルドアップ層は 1 - 2 - 1 型の 2 層であり、
前記ビルドアップ層の 1 層あたりの厚みが 10 μ m 以上、60 μ m 以下であり、
前記ビルドアップ層の室温からガラス転移温度までの面内方向の線膨張係数は 35 ppm
/ 以下であり、

10

前記コア材の厚みは 500 μ m 以下であり、
 前記コア材はシアネート樹脂とフェノール樹脂とエポキシ樹脂と無機充填材とを含む樹脂
 組成物を繊維基材に含浸させて硬化させてなり、

前記コア材の室温からガラス転移温度までの面内方向の線膨張係数は 15 ppm / 以下であり、

前記コア材の室温からガラス転移温度までの厚み方向の線膨張係数は 18 ppm / 以下であり、

前記封止樹脂組成物の室温からガラス転移温度までの線膨張係数は 15 ppm / 以上 30 ppm / 以下であり、

前記封止樹脂組成物の TMA 法によるガラス転移温度 T_g () は、前記コア材の厚み

20

を T (mm) とすると、 $75 - T g < 125 T + 95$ の式を満たすことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

コア材およびビルドアップ層を備える回路基板と、
前記回路基板に金属バンプを介して接続されている半導体素子と、
前記半導体素子および前記回路基板の間に封入されている封止樹脂組成物と、
を備える半導体装置であって、
前記回路基板の備えるビルドアップ層は 2 - 2 - 2 型の 4 層、3 - 2 - 3 型の 6 層又は 4 - 2 - 4 型の 8 層 であり、
前記ビルドアップ層の 1 層あたりの厚みが 10 μ m 以上、60 μ m 以下 であり、
前記ビルドアップ層の室温からガラス転移温度までの面内方向の線膨張係数は 35 ppm / 以下であり、

10

前記コア材の厚みは 500 μ m 以下であり、
前記コア材はシアネート樹脂とフェノール樹脂とエポキシ樹脂と無機充填材とを含む樹脂組成物を繊維基材に含浸させて硬化させてなり、

前記コア材の室温からガラス転移温度までの面内方向の線膨張係数は 15 ppm / 以下であり、

前記コア材の室温からガラス転移温度までの厚み方向の線膨張係数は 18 ppm / 以下であり、

前記封止樹脂組成物の室温からガラス転移温度までの線膨張係数は 15 ppm / 以上 30 ppm / 以下であり、

20

前記封止樹脂組成物の TMA 法によるガラス転移温度 T_g () は、前記コア材の厚みを T (mm) とすると、 $75 - T g < 100 T + 95$ の式を満たすことを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置において、

前記コア材の厚みは 200 μ m 以下であることを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話やデジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラでは、小型・軽量・高性能化を実現する高密度実装が有用な要素技術となっている。この高密度実装を実現するため、シングルチップの CSP (Chip Scale Package) では不十分な場合があり、MCP (Multi Chip Package) や SiP (System in Package) といったパッケージ採用が拡大されている。

【0003】

これらの MCP や SiP といった半導体チップ複合型のパッケージで使われるインターポーザ、マザーボードなどの回路基板では、回路基板上で半導体チップ間の接続が必要となり、配線密度が高いビルドアップ基板の採用が開始されている。また、これらの回路基板への半導体チップの実装方式としては、フリップチップ実装が主流となりつつある。

40

【0004】

ここで、フリップチップ実装とは、回路基板上に半導体チップを実装する方法の 1 つであり、半導体チップ表面と回路基板とを電氣的に接続する際、ワイヤ・ボンディングのようにワイヤによって接続するのではなく、アレイ状に並んだバンプと呼ばれる突起状の端子によって接続する。

【0005】

フリップチップ実装には、ワイヤ・ボンディングに比べて実装面積を小さくできる利点

50

があるとされている。また、フリップチップ実装は、配線が短いために電気的特性が良いという特徴もある。フリップチップ実装は、小型、薄型に対する要求の強い携帯機器の回路や、電気的特性が重視される高周波回路などに向く。

【 0 0 0 6 】

フリップチップ実装において、半導体チップを接続する回路基板の機能は、インターポーザなどのパッケージ基板やマザーボードなどのメイン基板などさまざまであり、その形状もリジッド基板やフレキシブル基板などさまざまである。フリップチップ実装は、半導体チップ間を接続する「チップ・オン・チップ」の実装方法としても採用されている。フリップチップ実装は、接続方法を示す用語として、フリップチップ接続とも呼ばれる。また、フリップチップ実装は、頭文字から F C 実装、あるいは F C 工法と呼ぶこともある。

10

【 0 0 0 7 】

フリップチップ実装した半導体素子は、半導体素子、回路基板および接合部の信頼性を確保するため、通常半導体素子および回路基板の隙間に補強用の樹脂組成物（アンダーフィル）を充填する。このようなアンダーフィルには狭い隙間に短時間で含浸し、ポイドやフィラー沈降などがなく、各種基材との接着性が優れ、半導体素子、回路基板および接合部の信頼性を十分に確保できることが求められる。アンダーフィルの材料としては、従来、エポキシ樹脂をはじめとする熱硬化樹脂が広く用いられてきた。例えば、特許文献 1 には、特定の性質を有する熱硬化樹脂をアンダーフィルとして用いた半導体装置が開示されている。

【 0 0 0 8 】

20

この文献によれば、この半導体装置は、シリコンチップの能動面を回路基板側に向け導電性材料を介して回路基板に電気的に接続し、シリコンチップと回路基板の間隙を熱硬化性樹脂組成物で充填硬化した半導体装置である。また、この熱硬化性樹脂組成物は、熱硬化性樹脂と化学結合する炭素原子数 10 以上 30 以下の直鎖状脂肪族炭化水素化合物を有する。この文献によれば、この構成によれば、高い温度サイクル信頼性を有しながら、低い温度、小さなせん断力で、また、シリコンチップや回路基板を損傷することなくシリコンチップの取り外しができると記載されている。

【 0 0 0 9 】

また、インターポーザの分野では、さらなる高密度実装への対応、また動作周波数の高速化への要望に応えるため、コア材の厚みを薄くしたり、コア材を設けずに樹脂などに配線パターンを形成した積層体をインターポーザとして用いるコアレス構造を採用したりすることで、インターポーザ全体の厚さを薄くし、層間接続長を短くして高い周波数に対応させた薄型のビルドアップ型インターポーザが開発されている。

30

【 0 0 1 0 】

しかしながら、これらの薄型のビルドアップ型インターポーザでは、温度条件の変化にともなうインターポーザの変形が生じやすく、さらにインターポーザ、半導体チップ、アンダーフィルなどの熱膨張の度合いが異なるため、周囲の温度変化のストレスによる半田バンプの破壊・破断などが生じやすかった。

【 0 0 1 1 】

例えばコア材を有さないコアレス構造を採用した薄型のビルドアップ型インターポーザでは、このような周囲の温度変化のストレスによる半田バンプの破壊・破断などを抑制することを目的とした技術として、特許文献 2 に記載の半導体装置が開示されている。

40

【 0 0 1 2 】

この文献によれば、この半導体装置は、半導体素子と、該半導体素子を実装する線膨張係数が $16 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 以上のインターポーザと、を半田バンプにより接続し、この半導体素子およびインターポーザの間と、半田バンプの間隙とに充填樹脂を充填して硬化させた半導体装置である。また、この充填樹脂のガラス転移点の温度が $100 \sim 120$ であり、 125 における弾性率が 0.1 GPa 以上であり、かつガラス転移点以下における先膨張係数が $30 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ 以下である。さらに、この文献には、この構成によれば、半導体素子、インターポーザおよびプリント基板各々の間における破壊および破断を低

50

減できる旨記載されている。

【0013】

【特許文献1】特開平11-233571号公報

【特許文献2】特開2006-24842号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、上記文献記載の従来技術は、以下の点で改善の余地を有していた。

【0015】

第一に、回路基板と半導体チップとは、一般に線膨張係数が異なる。回路基板は有機樹脂を含む材料により構成されており、半導体チップよりも大きな線膨張係数を有する。このため、回路基板上に半導体チップを実装した構造の半導体装置が熱履歴を受けると両者の線膨張係数の相違に起因して回路基板の反りが生じる。

10

【0016】

ここで、特許文献1記載の半導体装置では、コア材を有さないコアレス構造を採用した薄型のビルドアップ型インターポーザを対象としているが、コア材の厚みを薄くした構造を採用した薄型のビルドアップ型インターポーザについては一切検討していない。一般に、コアレス構造の場合とコア有り構造の場合とでは、インターポーザの線膨張係数は全く異なり、温度条件の変化にともなうインターポーザの変形具合も全く異なる。

【0017】

20

第二に、近年では、半導体チップの構成材料や、半導体チップと回路基板とを接続するバンプの材料として従来と異なるものが利用されるようになり、アンダーフィルについても、これらに適合するよう新たに設計されることが求められるようになってきた。例えば、半導体チップについては、配線層を構成する絶縁膜材料として、Low-kと呼ばれる低誘電率膜が用いられるようになってきた。このような膜を用いることにより、配線間のクロストークが抑制され、高い信頼性で高速動作する半導体装置を実現することができる。また、バンプの構成材料としては、環境調和の観点から鉛を含まない材料が主流となりつつある。

【0018】

上述したクラック等の損傷の発生は、Low-k膜や鉛フリー半田を用いた場合、より顕著となる。Low-k膜は一般に機械的強度が充分ではない。このため、パッケージが反る等して、半導体チップに応力が発生すると、その程度が極端でなくともLow-k膜中にクラックが発生することがあった。また、鉛フリー半田は靱性が充分ではないため、バンプと、半導体チップや回路基板との界面において、クラックが発生しやすい。

30

【0019】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、コア材の厚みを薄くした構造を採用したビルドアップ型回路基板に半導体素子をフリップチップ実装する際、その回路基板の特性にあわせてアンダーフィルを適切に設計することにより、温度変化にともなう半導体装置の損傷を抑制する技術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】

40

【0020】

本発明によれば、コア材およびビルドアップ層を備える回路基板と、回路基板に金属バンプを介して接続されている半導体素子と、半導体素子および回路基板の間に封入されている封止樹脂組成物と、を備える半導体装置であって、コア材の厚みは500μm以下であり、コア材の室温からガラス転移温度までの面内方向の線膨張係数は15ppm/以下であり、コア材の室温からガラス転移温度までの厚み方向の線膨張係数は18ppm/以下であり、封止樹脂組成物の室温からガラス転移温度までの線膨張係数は15ppm/以上30ppm/以下であり、封止樹脂組成物のTMA法によるガラス転移温度 T_g ()は、コア材の厚みを T (mm)とすると、 $75 - Tg < 112.5T + 95$ の式を満たすことを特徴とする半導体装置が提供される。

50

【 0 0 2 1 】

この構成によれば、コア材の厚みを薄くした構造を採用したビルドアップ型回路基板に半導体素子をフリップチップ実装する際に、その回路基板に線膨張係数の小さなコア材を用いた上で、そのコア材の厚みおよび線膨張係数にあわせて、アンダーフィルの線膨張係数およびガラス転移点を適切に設計するため、温度変化にともなう回路基板の変形などにより生じる半導体装置内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体装置の損傷を抑制することができる。

【 0 0 2 2 】

また、本発明によれば、コア材およびビルドアップ層を備える回路基板と、回路基板に金属バンプを介して接続されている半導体素子と、半導体素子および回路基板の間に封入されている封止樹脂組成物と、を備える半導体装置であって、回路基板の備えるビルドアップ層は3層以下であり、コア材の厚みは $500\mu\text{m}$ 以下であり、コア材の室温からガラス転移温度までの面内方向の線膨張係数は $15\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であり、コア材の室温からガラス転移温度までの厚み方向の線膨張係数は $18\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であり、封止樹脂組成物の室温からガラス転移温度までの線膨張係数は $15\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $30\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であり、封止樹脂組成物のTMA法によるガラス転移温度 $T_g(^\circ\text{C})$ は、コア材の厚みを $T(\text{mm})$ とすると、 $50T + 75 < T_g < 125T + 95$ の式を満たすことを特徴とする半導体装置が提供される。

10

【 0 0 2 3 】

この構成によれば、コア材の厚みを薄くした構造を採用したビルドアップ型回路基板に半導体素子をフリップチップ実装する際に、その回路基板に線膨張係数の小さなコア材を用いた上で、そのコア材の厚みおよび線膨張係数にあわせて、アンダーフィルの線膨張係数およびガラス転移点をビルドアップ層の層数が3以下の場合に特有の条件で適切に設計するため、温度変化にともなう回路基板の変形などにより生じる半導体装置内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体装置の損傷を抑制することができる。

20

【 0 0 2 4 】

また、本発明によれば、コア材およびビルドアップ層を備える回路基板と、回路基板に金属バンプを介して接続されている半導体素子と、半導体素子および回路基板の間に封入されている封止樹脂と、を備える半導体装置であって、コア材の厚みは $500\mu\text{m}$ 以下であり、コア材はシアネート樹脂とフェノール樹脂とエポキシ樹脂と無機充填材とを含む樹脂組成物を繊維基材に含浸させて硬化させてなり、封止樹脂組成物の室温からガラス転移温度までの線膨張係数は $15\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $30\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であり、封止樹脂組成物のTMA法によるガラス転移温度 $T_g(^\circ\text{C})$ は、前記コア材の厚みを $T(\text{mm})$ とすると、 $75 < T_g < 112.5T + 95$ の式を満たすことを特徴とする半導体装置が提供される。

30

【 0 0 2 5 】

この構成によれば、コア材の厚みを薄くした構造を採用したビルドアップ型回路基板に半導体素子をフリップチップ実装する際に、その回路基板に特有の組成のコア材を用いた上で、そのコア材の厚みおよび組成にあわせて、アンダーフィルの線膨張係数およびガラス転移点を適切に設計するため、温度変化にともなう回路基板の変形などにより生じる半導体装置内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体装置の損傷を抑制することができる。

40

【 0 0 2 6 】

また、本発明によれば、コア材およびビルドアップ層を備える回路基板と、回路基板に金属バンプを介して接続されている半導体素子と、半導体素子および回路基板の間に封入されている封止樹脂組成物と、を備える半導体装置であって、回路基板の備えるビルドアップ層は3層以下であり、コア材の厚みは $500\mu\text{m}$ 以下であり、コア材はシアネート樹脂とフェノール樹脂とエポキシ樹脂と無機充填材とを含む樹脂組成物を繊維基材に含浸させて硬化させてなり、封止樹脂組成物の室温からガラス転移温度までの線膨張係数は $15\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以上 $30\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であり、封止樹脂組成物のTMA法によるガラス転移

50

温度 T_g () は、前記コア材の厚みを T (mm) とすると、 $50T + 75$ $T_g < 125T + 95$ の式を満たすことを特徴とする半導体装置が提供される。

【0027】

この構成によれば、コア材の厚みを薄くした構造を採用したビルドアップ型回路基板に半導体素子をフリップチップ実装する際に、その回路基板に特有の組成のコア材を用いた上で、そのコア材の厚みおよび組成にあわせて、アンダーフィルの線膨張係数およびガラス転移点をビルドアップ層の層数が3以下の場合に特有の条件で適切に設計するため、温度変化にともなう回路基板の変形などにより生じる半導体装置内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体装置の損傷を抑制することができる。

【発明の効果】

10

【0028】

本発明によれば、コア材の厚みを薄くした構造を採用したビルドアップ型回路基板に半導体素子をフリップチップ実装する際、その回路基板の特性にあわせてアンダーフィルを適切に設計するため、温度変化にともなう半導体装置の損傷を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】実施の形態に係る半導体装置の構成を説明するための写真である。

【図2】インターポーザの薄型化の開発状況を説明するための断面図である。

【図3】ビルドアップ型インターポーザの設計を説明するための概念図である。

【図4】実施の形態に係る半導体装置の構成を説明するための断面図である。

20

【図5】実施の形態に係る半導体装置の構成を説明するための断面図である。

【図6】薄型FC-BGA型の半導体装置の故障事例を説明するための断面図である。

【図7】薄型FC-BGA型の半導体装置でのクラック発生状況について説明するための断面写真である。

【図8】薄型FC-BGA型の半導体装置での半田バンプのクラック発生メカニズムについて説明するための概念図である。

【図9】1-2-1型のインターポーザを用いた薄型FC-BGA型の半導体装置でのサーマルサイクル試験の結果を説明するためのグラフである。

【図10】2-2-2型のインターポーザを用いた薄型FC-BGA型の半導体装置でのサーマルサイクル試験の結果を説明するためのグラフである。

30

【図11】3-2-3型のインターポーザを用いた薄型FC-BGA型の半導体装置でのサーマルサイクル試験の結果を説明するためのグラフである。

【図12】4-2-4型のインターポーザを用いた薄型FC-BGA型の半導体装置でのサーマルサイクル試験の結果を説明するためのグラフである。

【符号の説明】

【0030】

100 半導体パッケージ

102 シリコンチップ

104 コア材

106 ビルドアップ層

40

108 多層基板

110 半田バンプ

112 アンダーフィル材

114 回路配線

120 マザーボード

122 2次ボール

1000 電子デバイス

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において

50

て、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0032】

<実施形態1> 1-2-1型の多層基板を用いた半導体パッケージ

1-2-1型の多層基板では、コア材の両面に配線層が設けられており、さらにその両側に配線層を有するビルドアップ層が設けられている。すなわち、下側から見て、ビルドアップ層の表面に1層、コア材の両側に2層、ビルドアップ層の表面に1層の配線層が設けられているために1-2-1型の多層基板と称される。

【0033】

本実施形態の概要について

本実施形態においては、インターポーザをはじめとする回路基板への半導体素子の実装方式としては、フリップチップ実装を採用している。図1は、実施の形態に係る半導体パッケージ100を含む電子デバイス1000の構成を説明するための写真である。この半導体パッケージ100では、半導体素子であるシリコンチップ102が、回路基板である多層基板(ラミネート)108上にフリップチップ方式により接続されている。また、シリコンチップ102および多層基板108の間には封止樹脂組成物であるアンダーフィル材112が封入されている。そして、これらの構成要素を含む半導体パッケージ100は、マザーボード120上に接続され、全体として電子デバイス1000を構成している。

10

【0034】

ここで、半導体パッケージ100では、多層基板108上にシリコンチップ102を実装する際、フリップチップ実装を行っているため、シリコンチップ102表面と、多層基板108とを電氣的に接続する際、ワイヤ・ボンディングのようにワイヤによって接続するのではなく、アレイ状に並んだ突起状の端子である半田バンプ(不図示)によって接続されている。また、半導体パッケージ100自体も、マザーボード120上に半田バンプ(不図示)を介して接続されている。

20

【0035】

フリップチップ実装には、ワイヤ・ボンディングに比べて実装面積を小さくできる利点があるため、高密度実装が可能になる利点がある。また、フリップチップ実装は、配線が短いために電氣的特性が良いという特徴もある。よって、本実施形態の電子デバイス1000に含まれる半導体パッケージ100は、多層基板108上にシリコンチップ102をフリップチップ実装しているため、小型、薄型に対する要求の強い携帯機器の回路や、電氣的特性が重視される高周波回路などに向いている。

30

【0036】

図2は、インターポーザの薄型化の開発状況を説明するための断面図である。インターポーザをはじめとする多層基板のコア材としては、従来は、図2(a)に示すように、0.8mm程度の厚みのものが使用されていた。これに対して、近年、多層基板の基板コスト(部材コスト・加工コスト)の低減、電気特性向上などの利点が多いことから、図2(b)および図2(c)に示すように、多層基板の薄型化(コア材およびビルドアップ層の薄型化)が進められている。

【0037】

しかし、多層基板の薄型化により、従来から多層基板において問題となっていた幾つかの課題がよりシビアになりつつある。すなわち、多層基板の薄型化(コア材およびビルドアップ層の薄型化)を進めることにより、半導体パッケージ全体の反りが増大するため、力学的に脆い傾向のあるLow-K層を備える半導体チップにかかるストレスが大きくなって半導体チップの破損が生じやすくなっている。また、このように半導体パッケージ全体の反りが増大するため、半導体パッケージのマザーボードなどへの2次実装への影響も出やすくなっている。

40

【0038】

さらに、このように半導体パッケージ全体の反りが増大するため、近年の環境規制により使用が増えている力学的に脆い傾向のある鉛フリーバンプの保護性が低下しつつあり、半導体パッケージおよび多層基板の接続部分における破損が生じやすくなっている。

50

【 0 0 3 9 】

このように、近年、半導体パッケージの薄型化の要請により、半導体チップの構成材料や、半導体チップと回路基板とを接続するバンプの材料として従来と異なるものが利用されるようになり、アンダーフィルについても、これらに適合するよう新たに設計されることが求められるようになってきている。

【 0 0 4 0 】

図3は、ビルドアップ型インターポーザの設計を説明するための概念図である。なお、この図では、3 - 2 - 3型のビルドアップ型インターポーザの設計について説明するが、他の1 - 2 - 1型、2 - 2 - 2型、4 - 2 - 4型などのビルドアップ型インターポーザの設計についても同様である。

10

【 0 0 4 1 】

本実施形態における薄型のビルドアップ型インターポーザをはじめとして、ビルドアップ型の多層基板108は、コア材104の両面に銅箔などからなる回路配線114を貼り付け、さらにその上にビルドアップ層106を貼り付け、さらにその上に回路配線114を貼り付けることによって作製する。なお、このビルドアップ層106および回路配線114の貼り付け(ラミネート)は、3 - 2 - 3型の場合には、両面ともにそれぞれ3回ずつ繰り返す。こうして、3 - 2 - 3型のビルドアップ型インターポーザは作製される。

【 0 0 4 2 】

このとき、多層基板108の線膨張係数および温度変化に伴う変形具合は、コア材104の厚みおよび線膨張係数によって大きな影響を受ける。また、多層基板108の線膨張係数および温度変化に伴う変形具合は、コア材104だけでなく、ビルドアップ層106の線膨張係数によってもある程度の影響を受ける。また、多層基板108の線膨張係数および温度変化に伴う変形具合は、これらの要素以外にも、多層基板108の層構造、ビルドアップ層106の厚み、銅箔などからなる回路配線114の厚みなどの各種要素によっても多少の影響を受ける。

20

【 0 0 4 3 】

しかし、多層基板108の線膨張係数および温度変化に伴う変形具合は、これらの各種要素の中でも、コア材104の厚みおよび線膨張係数によって受ける影響が特に大きいため、多層基板108の設計の際には、コア材104の厚みおよび線膨張係数を規定することにより、多層基板108の線膨張係数および温度変化に伴う変形具合をかなりの精度で規定することができる。

30

【 0 0 4 4 】

以下、本実施形態の構成について詳しく説明する。

図4(a)は、実施の形態に係る半導体パッケージ100の構成を説明するための断面図である。以下に具体的に説明する本実施形態の半導体パッケージ100では、上述の高密度実装の要請を満たすために500μm以下の厚みの薄型多基板(薄型のコア材およびビルドアップ層)108を用いている。

【 0 0 4 5 】

しかし、本実施形態では、多層基板108の薄型化により深刻化する各種課題を解決するために、後述するように、薄型多層基板108のコア材104の厚みおよび線膨張係数に基づいて、適切なアンダーフィル材112の線膨張係数およびガラス転移点を設計している。そのため、後述する実験データで実証するように、温度条件の変化による信頼性の低下を好適に抑制している。

40

【 0 0 4 6 】

この半導体パッケージ100は、コア材104およびビルドアップ層106を備える多層基板108と、多層基板108に半田バンプ110を介して接続されているシリコンチップ102と、を備える。また、シリコンチップ102および多層基板108の間には、アンダーフィル材112が封入されている。なお、多層基板108に含まれるビルドアップ層106は、コア材104の両側にそれぞれ1層ずつである。

【 0 0 4 7 】

50

なお、半導体パッケージ 100 は、一種の半導体装置であると言える。また、多層基板 108 は、コア材 104 およびビルドアップ層 106 にくわえて、銅箔からなる回路をコア材 104 の両面およびビルドアップ層 106 の表面に備えており、一種の回路基板であると言える。そして、シリコンチップ 102 は、半導体であるシリコンを基材とする素子であり、一種の半導体素子であると言える。

【0048】

さらに、半田バンプ 110 は、鉛を含まない金属からなるバンプであり、一種の金属バンプであると言える。また、アンダーフィル材 112 は、シリコンチップ 102 および多層基板 108 の間の空隙を封止するための樹脂組成物であり、一種の封止樹脂組成物であると言える。

10

【0049】

この多層基板 108 では、コア材 104 の厚みは $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $400\text{ }\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。コア材の厚みがこれらの値以下であれば、多層基板 108 の製造コスト（部材コストおよび加工コスト）を低減することができ、電気特性も向上することができる。さらに、信号遅延やクロストークノイズの発生、電源ラインの電位の変動等を抑制することが可能となる。なお、コア材 104 の厚みの下限は特に無いが、製造上の観点および強靱さの観点からは好ましくは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。

【0050】

また、この多層基板 108 では、コア材 104 の室温からガラス転移温度までの面内方向の線膨張係数（TMA法、X方向およびY方向）は 15 ppm/ 以下であり、好ましくは 13 ppm/ 以下である。コア材 104 の面内方向の線膨張係数がこれらの値以下であれば、温度条件の変化によるコア材 104 の面内方向の伸縮を抑制することができるため、多層基板 108 の面内方向の伸縮も同様に抑制することができる。なお、コア材 104 の面内方向の線膨張係数の下限は特に無いが、製造上の観点からは好ましくは 10 ppm/ 以上である。

20

【0051】

さらに、この多層基板 108 では、コア材 104 の室温からガラス転移温度までの厚み方向の線膨張係数（TMA法、Z方向、1）は 18 ppm/ 以下であり、好ましくは 16 ppm/ 以下である。コア材 104 の厚み方向の線膨張係数がこれらの値以下であれば、温度条件の変化によるコア材 104 の厚み方向の伸縮を抑制することができるため、多層基板 108 の厚み方向の伸縮も同様に抑制することができる。なお、コア材 104 の厚み方向の線膨張係数の下限は特に無いが、製造上の観点からは好ましくは 10 ppm/ 以上である。

30

【0052】

なお、上記のコア材の線膨張係数（CTE）の測定方法は、以下の通りである。

厚さ 0.1 mm の両面銅張積層板を全面エッチングし、得られた積層板から縦・横方向それぞれ $4\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ のテストピースを切り出し、TMA（TMAインストルメント（株）製）を用いて縦・横方向の線膨張係数を $5\text{ }^{\circ}\text{C/分}$ で測定する（縦方向は圧縮モード、横方向は引っ張りモード）。

40

【0053】

また、この多層基板 108 では、コア材 104 はシアネート樹脂とフェノール樹脂とエポキシ樹脂と無機充填材とを含む樹脂組成物を繊維基材に含浸させて硬化させてなるものである。このような組成のコア材 104 は、強度をはじめとするコア材 104 に必要な各種特性を維持しつつ上述の線膨張係数の条件を満たすことができる。シアネート樹脂とフィラー（無機充填材）の組合せやエポキシ樹脂とフィラーの組合せにおいて添加量を最適化することにより、上記の線膨張係数（CTE）を適宜設計範囲内に容易に調整することができる。なお、その中でもノボラックシアネート樹脂とフィラーの組合せが好ましい。

【0054】

この多層基板 108 では、ビルドアップ層 106 の 1 層あたりの厚みは $60\text{ }\mu\text{m}$ 以下で

50

あり、好ましくは $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。また、ビルドアップ層106の厚みは、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。ビルドアップ層106の1層あたりの厚みがこれらの範囲内であれば、後述するアンダーフィル材112のTgの関数が好適に成立する。また、ビルドアップ層106の1層あたりの厚みがこれらの範囲内であれば、ビルドアップ層106の強靱さおよび製造安定性を確保しつつ、ビルドアップ層106の製造コスト（部材コストおよび加工コスト）を低減することができ、さらに電気特性を向上することができる。

【0055】

この多層基板108では、コア材104の両面およびビルドアップ層106の表面に設けられている配線層（不図示）の1層あたりの厚みは、 $35\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。また、この配線層の1層あたりの厚みは、 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上であり、好ましくは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。配線層の1層あたりの厚みがこれらの範囲内であれば、後述するアンダーフィル材112のTgの関数が好適に成立する。また、配線層の1層あたりの厚みがこれらの範囲内であれば、この配線層の電気伝導性および製造安定性を確保しつつ、配線層の製造コスト（部材コストおよび加工コスト）を低減することができる。

【0056】

また、この多層基板108では、ビルドアップ層106の室温からガラス転移温度までの面内方向の線膨張係数は $35\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であり、好ましくは $30\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であり、さらに好ましくは $18\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下である。ビルドアップ層106の線膨張係数がこれらの値以下であれば、温度条件の変化によるビルドアップ層106の変形を抑制することができるため、多層基板108の変形も同様に抑制することができる。また、ビルドアップ層106の線膨張係数の下限は特に無いが、製造上の観点からは好ましくは $10\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上である。

【0057】

なお、上記のビルドアップ層の線膨張係数（CTE）の測定方法は、以下の通りである。

銅箔付き絶縁シート2枚の樹脂面を内側にはり合わせ、真空プレスにて圧力 2 MPa 、温度 220°C で1時間加熱加圧成形を行い、銅箔を全面エッチングし絶縁樹脂硬化物を得る。得られた絶縁樹脂硬化物から $4\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ のテストピースを切り出し、TMA（TMAインストルメント（株）製）を用いて線膨張係数を $10^\circ\text{C}/\text{分}$ で測定する。なお、ビルドアップ層は面内方向及び厚み方向のCTEが同じであるため、面内方向の引張りモード測定のみを実施すればよい。

【0058】

また、この多層基板108では、ビルドアップ層106はシアネート樹脂とフェノール樹脂とエポキシ樹脂と無機充填材とを含む樹脂組成物を硬化させてなるものである。このような組成のビルドアップ層106は、絶縁性をはじめとするビルドアップ層106に必要な各種特性を維持しつつ上述の線膨張係数の条件を満たすことができる。シアネート樹脂とフィラー（無機充填材）の組合せやエポキシ樹脂とフィラーの組合せにおいて添加量を最適化することにより、上記の線膨張係数（CTE）を適宜設計範囲内に容易に調整することができる。なお、その中でもノボラックシアネート樹脂とフィラーの組合せが好ましい。

【0059】

一方、アンダーフィル材112の室温からガラス転移温度までの線膨張係数（TMA法）は $15\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上であり、好ましくは $17\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上である。また、アンダーフィル材112の室温からガラス転移温度までの線膨張係数（TMA法）は $30\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 未満であり、好ましくは $28\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下である。アンダーフィル材112の線膨張係数がこれらの範囲内であれば、温度変化にともなう多層基板108の変形などにより生じる半導体パッケージ100内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体パッケージ100の損傷を抑制することができる。

【0060】

10

20

30

40

50

なお、アンダーフィルの T_g の測定方法は、以下の通りである。

まず、樹脂組成物を 150×120 分で硬化後、切削により $5 \times 5 \times 10$ mm の試験片を得る。この試験片をセイコー製 TMA / SS 120 を用いて圧縮荷重 5 g、 -100 から 300 の温度範囲を昇温速度 10 / 分の条件で測定する。このように、TMA 式測定装置により CTE と T_g の両方を算出することができる。

また、アンダーフィル材 112 の TMA 法によるガラス転移温度 T_g () は、コア材 104 の厚みを T (mm) とすると、 $75 - T_g$ の式を満たし、好ましくは $25T + 75 - T_g$ の式を満たし、さらに好ましくは $50T + 75 - T_g$ の式を満たす。また、アンダーフィル材 112 の TMA 法によるガラス転移温度 T_g () は、 $T_g < 112 - 5T + 95$ の式を満たし、好ましくは $100T + 95$ の式を満たし、さらに好ましくは $75T + 95$ の式を満たす。アンダーフィル材 112 のガラス転移温度 T_g がこれらの範囲内であれば、温度変化にともなう多層基板 108 の変形などにより生じる半導体パッケージ 100 内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体パッケージ 100 の損傷を抑制することができる。なお、これらのガラス転移温度 T_g () の数値限定は、基本的には、多層基板 108 の層構造に関係なく成立するものであり、多層基板 108 のビルドアップ層 106 の一層あたりの厚みが $20 \sim 60 \mu\text{m}$ 、銅箔 (不図示) の一層あたりの厚みが $3 \sim 20 \mu\text{m}$ の範囲にある場合には、特に好適に成立するものである。

【0061】

なお、実施形態 1 では、多層基板 108 の備えるビルドアップ層 106 は 3 層以下であるため、アンダーフィル材 112 の TMA 法によるガラス転移温度 T_g () は、コア材 104 の厚みを T (mm) とすると、 $50T + 75 - T_g < 125T + 95$ の式を満たすことが特に好ましい。ビルドアップ層 106 が 3 層以下の場合には、後述する実験データからわかるように、アンダーフィル材 112 のガラス転移温度 T_g がこれらの範囲内であれば、温度変化にともなう半導体パッケージ 100 の損傷を特に顕著に抑制することができるからである。なお、このガラス転移温度 T_g () の数値限定は、多層基板 108 の層構造に基づいて成立するものであり、多層基板 108 のビルドアップ層 106 の層数が 3 層以下の場合に、好適に成立するものである。

【0062】

上記のアンダーフィル材 112 の TMA 法によるガラス転移温度 T_g () の関係式の導入根拠を以下説明する。

【0063】

本発明者らは、FC - BGA 型の半導体装置において基板の層構造・厚み・物性を種々変更してそれらに最適なアンダーフィルの特性を応力計算 (シミュレーション) によって求め、本実施形態 1 および後述する実施形態 2 ~ 4 に示す半導体パッケージ 100 においては、アンダーフィル材 112 の TMA 法によるガラス転移温度 T_g () が所定の関係式を満たす場合に、従来の薄型 FC - BGA 型の半導体装置に比べて温度衝撃試験における信頼性が格段に向上することを見出した。

【0064】

なお、応力計算は、半導体装置を構成するシリコンチップ・金属バンプ・多層基板 (コア材、ビルドアップ材、銅配線などを含む) の構造 (寸法)、CTE、 T_g 、弾性率のパラメーターを用いて FC - BGA 装置のモデルを作成し、ここに封止するアンダーフィル材の T_g 、CTE、弾性率のパラメーターを、統計的手法をもちいて種々変更し、半導体装置各部の変形、応力あるいは応力開放値を算出し、破壊や変形が許容限界以下となるアンダーフィル材の特性を求めた。

【0065】

このとき、応力計算する際の要件として、

(i) シリコンチップ 102 の回路面に Low - K 膜を想定し、ここに加わる応力が Low K 材料の層間剥離を進展させないこと

(ii) 半田バンプ (ここでは SnAgCu を想定) 100 の予測寿命が温度衝撃試験 ($-55 \sim 30$ 分、 $125 \sim 30$ 分) 1000 サイクル以上であること

(i i i) 半導体装置の反り変形によるシリコンチップ 1 0 2 の破壊がないこと
(i v) チップシリコンチップ 1 0 2 の側面とアンダーフィル材 1 1 2 界面の剥離応力がアンダーフィルの密着強度以下であること
の 4 つの観点で応力計算を行い、それぞれの要件を満たすアンダーフィル材の特性を求め、それらを総括した結果、上記の T_g の関係式を得るに至った。

【 0 0 6 6 】

なお、ここでは、本実施形態の概要、構成およびアンダーフィル材の T_g の関係式の導入根拠についてのみ説明し、本実施形態で用いられる材料の組成や、本実施形態による作用効果などについては、改めて後述する。この点は、下記の実施形態 2 ~ 4 についても同様である。

10

【 0 0 6 7 】

< 実施形態 2 > 2 - 2 - 2 型の多層基板を用いた半導体パッケージ

2 - 2 - 2 型の多層基板では、コア材の両面に配線層が設けられており、さらにその両側に配線層を有するビルドアップ層がそれぞれ 2 層ずつ設けられている。すなわち、下側から見て、2 層のビルドアップ層の表面にそれぞれ 1 層ずつで合計 2 層、コア材の両側に 2 層、2 層のビルドアップ層の表面にそれぞれ 1 層ずつで合計 2 層の配線層が設けられているために 2 - 2 - 2 型の多層基板と称される。

【 0 0 6 8 】

図 2 (b) は、実施の形態に係る半導体パッケージ 1 0 0 の構成を説明するための断面図である。この実施形態 2 は、基本的には実施形態 1 と同様の構成であるが、多層基板 1 0 8 に含まれるビルドアップ層 1 0 6 の数が、コア材 1 0 4 の両側にそれぞれ 2 層ずつである点が異なっている。

20

【 0 0 6 9 】

この場合にも、アンダーフィル材 1 1 2 の室温からガラス転移温度までの線膨張係数 (TMA 法) および TMA 法によるガラス転移温度 T_g () が、上述の実施形態 1 で説明した関数を満たすことにより、実施形態 1 の場合と同様に、温度変化にともなう多層基板 1 0 8 の変形などにより生じる半導体パッケージ 1 0 0 内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体パッケージ 1 0 0 の損傷を抑制することができる。

【 0 0 7 0 】

なお、実施形態 2 の場合には、多層基板 1 0 8 の備えるビルドアップ層 1 0 6 は 4 層以上 6 層以下であるため、アンダーフィル材 1 1 2 の TMA 法によるガラス転移温度 T_g () は、コア材 1 0 4 の厚みを T (mm) とすると、 $25T + 75 - T_g - 100T + 95$ の式を満たすことが特に好ましい。ビルドアップ層 1 0 6 が 4 層以上 6 層以下の場合には、後述する実験データからわかるように、アンダーフィル材 1 1 2 のガラス転移温度 T_g がこれらの範囲内であれば、温度変化にともなう半導体パッケージ 1 0 0 の損傷を特に顕著に抑制することができるからである。

30

【 0 0 7 1 】

< 実施形態 3 > 3 - 2 - 3 型の多層基板を用いた半導体パッケージ

3 - 2 - 3 型の多層基板では、コア材の両面に配線層が設けられており、さらにその両側に配線層を有するビルドアップ層がそれぞれ 3 層ずつ設けられている。すなわち、下側から見て、3 層のビルドアップ層の表面にそれぞれ 1 層ずつで合計 3 層、コア材の両側に 2 層、3 層のビルドアップ層の表面にそれぞれ 1 層ずつで合計 3 層の配線層が設けられているために 3 - 2 - 3 型の多層基板と称される。

40

【 0 0 7 2 】

図 3 (c) は、実施の形態に係る半導体パッケージ 1 0 0 の構成を説明するための断面図である。この実施形態 3 は、基本的には実施形態 1 と同様の構成であるが、多層基板 1 0 8 に含まれるビルドアップ層 1 0 6 の数が、コア材 1 0 4 の両側にそれぞれ 3 層ずつである点が異なっている。

【 0 0 7 3 】

この場合にも、アンダーフィル材 1 1 2 の室温からガラス転移温度までの線膨張係数 (

50

TMA法)およびTMA法によるガラス転移温度 T_g ()が、上述の実施形態1で説明した関数を満たすことにより、実施形態1の場合と同様に、温度変化にともなう多層基板108の変形などにより生じる半導体パッケージ100内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体パッケージ100の損傷を抑制することができる。

【0074】

なお、実施形態3の場合には、多層基板108の備えるビルドアップ層106は4層以上6層以下であるため、アンダーフィル材112のTMA法によるガラス転移温度 T_g ()は、コア材104の厚みを T (mm)とすると、 $25T + 75 - T_g - 100T + 95$ の式を満たすことが特に好ましい。ビルドアップ層106が4層以上6層以下の場合には、後述する実験データからわかるように、アンダーフィル材112のガラス転移温度 T_g がこれらの範囲内であれば、温度変化にともなう半導体パッケージ100の損傷を特に顕著に抑制することができるからである。

【0075】

<実施形態4> 4-2-4型の多層基板を用いた半導体パッケージ

4-2-4型の多層基板では、コア材の両面に配線層が設けられており、さらにその両側に配線層を有するビルドアップ層がそれぞれ4層ずつ設けられている。すなわち、下側から見て、4層のビルドアップ層の表面にそれぞれ1層ずつで合計4層、コア材の両側に2層、4層のビルドアップ層の表面にそれぞれ1層ずつで合計4層の配線層が設けられているために3-2-3型の多層基板と称される。

【0076】

図3(d)は、実施の形態に係る半導体パッケージ100の構成を説明するための断面図である。この実施形態4は、基本的には実施形態1と同様の構成であるが、多層基板108に含まれるビルドアップ層106の数が、コア材104の両側にそれぞれ4層ずつである点が異なっている。

【0077】

この場合にも、アンダーフィル材112の室温からガラス転移温度までの線膨張係数(TMA法)およびTMA法によるガラス転移温度 T_g ()が、上述の実施形態1で説明した関数を満たすことにより、実施形態1の場合と同様に、温度変化にともなう多層基板108の変形などにより生じる半導体パッケージ100内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体パッケージ100の損傷を抑制することができる。

【0078】

なお、実施形態4の場合には、多層基板108の備えるビルドアップ層106は7層以上であるため、アンダーフィル材112のTMA法によるガラス転移温度 T_g ()は、コア材104の厚みを T (mm)とすると、 $75 - T_g - 75T + 95$ の式を満たすことが特に好ましい。ビルドアップ層106が7層以上の場合には、後述する実験データからわかるように、アンダーフィル材112のガラス転移温度 T_g がこれらの範囲内であれば、温度変化にともなう半導体パッケージ100の損傷を特に顕著に抑制することができるからである。

【0079】

以下、実施形態1~4の半導体装置の作用効果について説明する。

なお、実施形態1~4の半導体装置100の作用効果について理解を容易にするために、従来のFC-BGAの有していた課題について触れつつ、図6に示す従来の薄型FC-BGA型の半導体装置の故障事例を説明するための断面図を用いて説明する。

【0080】

一般に図6に示すような従来の半導体パッケージ100においては、多層基板108とシリコンチップ102とは、線膨張係数が異なる。すなわち、多層基板108は有機樹脂を含む材料により構成されており、シリコンチップ102よりも大きな線膨張係数を有する。このため、多層基板108上にシリコンチップ102を実装した構造の半導体パッケージ100が熱履歴を受けると、図6に示すように、両者の線膨張係数の相違に起因して多層基板108の反りが生じる。

【0081】

その結果、図6に示すように、従来の半導体パッケージ100においては、シリコンチップ102の割れ、多層基板108およびマザーボード122の2次ボール122を介した接続部分の導電不良などが生じる場合がある。さらに、シリコンチップ102の側面に形成されるアンダーフィル材112のフィレットの剥離、フィレット中でのクラック（亀裂）などが生じる場合もある。

【0082】

さらに、近年では、シリコンチップ102の構成材料や、シリコンチップ102と多層基板108とを接続する半田バンプ110の材料として従来と異なるものが利用されるようになり、アンダーフィル材112についても、これらに適合するよう新たに設計されることが求められるようになってきている。

10

【0083】

例えば、シリコンチップ102については、配線層を構成する絶縁膜材料として、Low-kと呼ばれる低誘電率膜が用いられるようになってきている。このような膜を用いることにより、配線間のクロストークが抑制され、高い信頼性で高速動作するシリコンチップ102を実現することができる。また、半田バンプ110の構成材料としては、環境調和の観点から鉛を含まない材料が主流となりつつある。

【0084】

図7は、薄型FC-BGA型の半導体装置でのクラック発生状況について説明するための断面写真である。Low-k膜を用いた場合、Low-k膜は誘電率を低減するために空孔化（脆化）が進みつつあるために、上述したクラック等の損傷の発生はより顕著となる。その結果、図に示すように、シリコンチップ102の回路層に含まれるLow-k層でクラックが発生することや、シリコンチップ102のポリイミド樹脂コートおよびアンダーフィル材112の界面でクラックが発生することが多かった。

20

【0085】

一方、図8は、薄型FC-BGA型の半導体装置での半田バンプのクラック発生メカニズムについて説明するための概念図である。このように、従来の多層基板108を用いた場合には、シリコンチップ102の線膨張係数は約3~4ppm/程度であり、例えばXY方向の線膨張係数が17.6ppm/程度であり、Z方向の線膨張係数が64.1程度であるため、温度条件の変化に伴ってシリコンチップ102および多層基板108の間に設けられた半田バンプ110に大きな応力が加わる。

30

【0086】

それに関わらず、鉛フリー半田バンプ110は靱性が充分ではないため、半田バンプ110と、シリコンチップ102や多層基板108との界面において、クラックが発生しやすい。このように、従来の薄型FC-BGA型の半導体装置では、鉛フリー半田バンプ110を用いると、鉛フリー半田バンプは鉛含有半田バンプにくらべて脆化している場合が多いため、温度衝撃試験で半田バンプ110の疲労破壊が生じやすかった。

【0087】

これに対して、本発明者らは、実施形態1で既述の応力計算により、薄型FC-BGA型の半導体装置での最適アンダーフィル特性を得るためにアンダーフィル材のTMA法によるTgが満たすべき関係式を得、実施形態1~4に示した半導体パッケージ100においては、従来の薄型FC-BGA型の半導体装置に比べて温度衝撃試験における信頼性が格段に向上することを見出した。

40

【0088】

すなわち、実施形態1~4に示した半導体パッケージ100の構成によれば、コア材104の厚みを薄くした構造を採用した多層基板108にシリコンチップ102をフリップチップ実装する際に、その多層基板108に線膨張係数の小さなコア材104を用いた上で、そのコア材104の厚みおよび線膨張係数にあわせて、アンダーフィル材112の線膨張係数およびガラス転移点を適切に設計するため、温度変化にともなう多層基板108の変形などにより生じる半導体パッケージ100内部の応力を緩和して、温度変化にとも

50

なう半導体パッケージ１００の損傷を抑制することができる。

【００８９】

ここで、既述の応力計算によれば、従来の薄型ＦＣ－ＢＧＡ型の半導体パッケージ１００では、コア材１０４の線膨張係数が大きかったため、コア材１０４の厚みが５００μｍ以下の領域では、アンダーフィル材１１２の線膨張係数およびガラス転移点をどのように調整しても、（ｉ）シリコンチップ１０２のＬｏｗ－Ｋ膜保護、（ｉｉ）半田バンプ１００保護、（ｉｉｉ）シリコンチップ１０２反り小、（ｉｖ）シリコンチップ１０２の側面におけるアンダーフィル材１１２のフィレット剥離保護という４つの要請を満たすことは困難である。

【００９０】

一方で、既述の応力計算の結果によれば、実施形態１～４の半導体パッケージ１００では、コア材１０４の線膨張係数が小さいため、コア材１０４の厚みが５００μｍ以下の領域でも、アンダーフィル材１１２の線膨張係数およびガラス転移点を調整することにより、（ｉ）シリコンチップ１０２のＬｏｗ－Ｋ膜保護、（ｉｉ）半田バンプ１００保護、（ｉｉｉ）シリコンチップ１０２反り小、（ｉｖ）シリコンチップ１０２の側面におけるアンダーフィル材１１２のフィレット剥離保護という４つの要請をバランスよく満たすことが可能であることを、本発明者らは、実施形態１～４の半導体パッケージ１００について分析した結果見出した。

【００９１】

すなわち、実施形態１～４の半導体パッケージ１００は、いずれもコア材１０４およびビルドアップ層１０６を備える多層基板１０８と、多層基板１０８に半田バンプ１１０を介して接続されているシリコンチップ１０２と、シリコンチップ１０２および多層基板１０８の間に封入されているアンダーフィル材１０２と、を備える半導体パッケージ１００である。また、コア材１０４の厚みは５００μｍ以下であり、コア材１０４の室温からガラス転移温度までの面内方向の線膨張係数は１５ppm/以下であり、コア材１０４の室温からガラス転移温度までの厚み方向の線膨張係数は２０ppm/以下である。そして、アンダーフィル材１０２の室温からガラス転移温度までの線膨張係数は１５ppm/以上３０ppm/未満であり、アンダーフィル材１０２のＴＭＡ法によるガラス転移温度 T_g （）は、コア材１０４の厚みを T （mm）とすると、 $75 - T_g < 112.5T + 95$ の式を満たす。

【００９２】

この構成によれば、コア材１０４の厚みを薄くした構造を採用したビルドアップ型の多層基板１０８にシリコンチップ１０２をフリップチップ実装する際に、その多層基板１０８に線膨張係数の小さなコア材１０４を用いた上で、そのコア材１０４の厚みおよび線膨張係数にあわせて、アンダーフィル材１１２の線膨張係数およびガラス転移点を適切に設計しているため、温度変化にともなう多層基板１０８の変形などにより生じる半導体パッケージ１００内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体パッケージ１００の損傷を抑制することができる。

【００９３】

また、別の観点から見れば、実施形態１～４の半導体パッケージ１００のいずれにおいても、コア材１０４はシアネート樹脂とフェノール樹脂とエポキシ樹脂と無機充填材とを含む樹脂組成物を繊維基材に含浸させて硬化させてなるものであるため、強度をはじめとするコア材１０４に必要な各種特性を維持しつつ上述の線膨張係数の条件を満たすことができる。その結果、そのコア材１０４の厚みおよび組成にあわせて、アンダーフィル材１１２の線膨張係数およびガラス転移点を適切に設計することにより、温度変化にともなう多層基板１０８の変形などにより生じる半導体パッケージ１００内部の応力を緩和して、温度変化にともなう半導体パッケージ１００の損傷を抑制することができる。

【００９４】

また、別の観点から見れば、実施形態１の半導体パッケージ１００では、他の構成は他の実施形態２～４と同様であるものの、多層基板１０８の備えるビルドアップ層が３層以

10

20

30

40

50

【 0 0 9 5 】

【 0 0 9 6 】

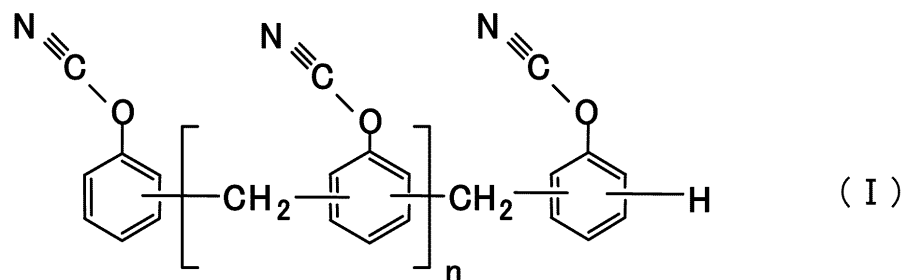
実施形態 1 ~ 4 で用いられるコア材 104 は、上述の厚みおよび線膨張係数の条件を満たし、適切な強度を有していればよく、特に限定するものではないが、例えば、シアネート樹脂とフェノール樹脂とエポキシ樹脂と無機充填材とを含む樹脂組成物を繊維基材（例えばガラス繊維シートなど）に含浸させて硬化させてなる板状の基材（いわゆるプリプレグ）を好適に用いることができる。

コア材 104 を形成する樹脂組成物にシアネート樹脂を含有させることにより、コア材 104 の熱膨張係数を小さくすることができ、コア材 104 の電気特性（低誘電率、低誘電正接）、機械強度等も向上させることができる。なお、シアネート樹脂とは、シアネート樹脂のみならず、シアネート樹脂のプレポリマーを含むものとする。

上記のシアネート樹脂は、例えばハロゲン化シアン化合物とフェノール類とを反応させ、必要に応じて加熱等の方法でプレポリマー化することにより得ることができる。具体的には、ノボラック型シアネート樹脂、ビスフェノール A 型シアネート樹脂、ビスフェノール E 型シアネート樹脂、テトラメチルビスフェノール F 型シアネート樹脂等のビスフェノール型シアネート樹脂等を挙げることができる。これらの中でもノボラック型シアネート樹脂が好ましい。これにより、架橋密度増加による耐熱性向上と、樹脂組成物等の難燃性を向上することができる。ノボラック型シアネート樹脂は、硬化反応後にトリアジン環を形成するからである。さらに、ノボラック型シアネート樹脂は、その構造上ベンゼン環の割合が高く、炭化しやすいためと考えられる。さらに、コア材 104 を厚さ 0.5 mm (500 μ m) 以下にした場合であっても、コア材 104 を硬化させて作製した積層板に優れた剛性を付与することができる。特に加熱時における剛性に優れるので、半導体素子実装時の信頼性にも特に優れる。

上記のノボラック型シアネート樹脂としては、例えば式(Ⅰ)で示されるものを使用することができる。

【化 1】



上記の式(Ⅰ)で示されるノボラック型シアネート樹脂の平均繰返し単位nは、特に限定されないが、1～10が好ましく、特に2～7が好ましい。平均繰返し単位nが前記下限値未満であるとノボラック型シアネート樹脂は耐熱性が低下し、加熱時に低量体が脱離、揮発する場合がある。また、平均繰返し単位nが前記上限値を超えると溶融粘度が高くなりすぎ、コア材104の成形性が低下する場合がある。

【 0 1 0 2 】

上記のシアネート樹脂の重量平均分子量は、特に限定されないが、重量平均分子量 5 0 0 ~ 4 , 5 0 0 が好ましく、特に 6 0 0 ~ 3 , 0 0 0 が好ましい。重量平均分子量がこれらの下限値未満であるとコア材 1 0 4 を作製した場合にタック性が生じ、コア材 1 0 4 同士が接触したとき互いに付着したり、樹脂の転写が生じたりする場合がある。また、重量平均分子量がこれらの上現値を超えると反応が速くなりすぎ、基板（特に回路基板）とした場合に、成形不良が生じたり、層間ピール強度が低下したりする場合がある。上記のシアネート樹脂等の重量平均分子量は、例えば G P C（ゲルパーミエーションクロマトグラフィー、標準物質：ポリスチレン換算）で測定することができる。

【 0 1 0 3 】

また、特に限定されないが、上記シアネート樹脂は、1 種類を単独で用いることもできるし、異なる重量平均分子量を有する 2 種類以上を併用したり、1 種類または 2 種類以上と、それらのプレポリマーを併用したりすることもできる。

【 0 1 0 4 】

上記の熱硬化性樹脂の含有量は、特に限定されないが、上記の樹脂組成物全体の 5 ~ 5 0 重量 % が好ましく、特に 2 0 ~ 4 0 重量 % が好ましい。含有量がこれらの下限値未満であるとコア材 1 0 4 を形成するのが困難となる場合があり、これらの上限値を超えるとコア材 1 0 4 の強度が低下する場合がある。

【 0 1 0 5 】

また、コア材 1 0 4 を形成する樹脂組成物に無機充填材を含有させることにより、コア材 1 0 4 を薄膜化（厚さ 0 . 5 m m 以下）にしても優れた強度を維持することができる。さらに、コア材 1 0 4 の低熱膨張化を向上することもできる。

【 0 1 0 6 】

上記の無機充填材としては、例えばタルク、焼成クレー、未焼成クレー、マイカ、ガラス等のケイ酸塩、酸化チタン、アルミナ、シリカ、熔融シリカ等の酸化物、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ハイドロタルサイト等の炭酸塩、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム等の水酸化物、硫酸バリウム、硫酸カルシウム、亜硫酸カルシウム等の硫酸塩または亜硫酸塩、ホウ酸亜鉛、メタホウ酸バリウム、ホウ酸アルミニウム、ホウ酸カルシウム、ホウ酸ナトリウム等のホウ酸塩、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化ケイ素、窒化炭素等の窒化物、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウム等のチタン酸塩等を挙げることができる。なお、無機充填材として、これらの中の 1 種類を単独で用いることもできるし、2 種類以上を併用したりすることもできる。これらの中でも特に、シリカが好ましく、熔融シリカ（特に球状熔融シリカ）が低熱膨張性に優れる点で好ましい。その形状は破碎状、球状があるが、繊維基材への含浸性を確保するために樹脂組成物の熔融粘度を下げるには球状シリカを使う等、その目的にあわせた使用方法が採用される。

【 0 1 0 7 】

上記の無機充填材の平均粒子径は、特に限定されないが、0 . 0 1 ~ 5 . 0 μ m が好ましく、特に 0 . 1 ~ 2 . 0 μ m が好ましい。無機充填材の粒径がこれらの下限値未満であるとワニスの粘度が高くなるため、コア材 1 0 4 作製時の作業性に影響を与える場合がある。また、これらの上限値を超えると、ワニス中で無機充填剤の沈降等の現象が起こる場合がある。この平均粒子径は、例えば粒度分布計（H O R I B A 製、L A - 5 0 0）により測定することができる。

【 0 1 0 8 】

また上記の無機充填材は、特に限定されないが、平均粒子径が単分散の無機充填材を用いることもできるし、平均粒子径が多分散の無機充填材を用いることができる。さらに平均粒子径が単分散及び / または、多分散の無機充填材を 1 種類または 2 種類以上とを併用したりすることもできる。

【 0 1 0 9 】

更に平均粒子径 5 . 0 μ m 以下の球状シリカ（特に球状熔融シリカ）が好ましく、特に

10

20

30

40

50

平均粒子径 $0.01 \sim 2.0 \mu\text{m}$ の球状溶融シリカが好ましい。これにより、無機充填剤の充填性を向上させることができる。

【0110】

上記の無機充填材の含有量は、特に限定されないが、樹脂組成物全体の $20 \sim 80$ 重量% が好ましく、特に $30 \sim 70$ 重量% が好ましい。含有量が前記範囲内であると、特に低熱膨張、低吸水和することができる。

【0111】

コア材 104 を形成する樹脂組成物にエポキシ樹脂（実質的にハロゲン原子を含まない）を含有させることにより、コア材 104 の吸湿半田耐熱性および難燃性を向上させることができる。

【0112】

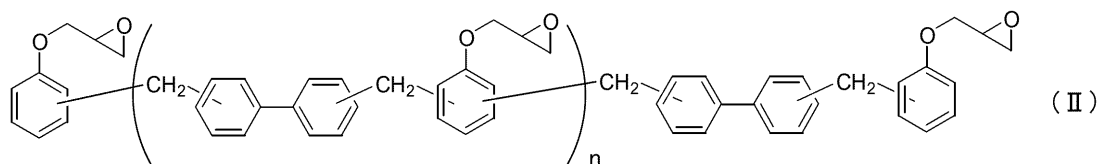
上記のエポキシ樹脂としては、例えばビスフェノール A 型エポキシ樹脂、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂、ビスフェノール E 型エポキシ樹脂、ビスフェノール S 型エポキシ樹脂、ビスフェノール M 型エポキシ樹脂、ビスフェノール P 型エポキシ樹脂、ビスフェノール Z 型エポキシ樹脂等のビスフェノール型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラックエポキシ樹脂等のノボラック型エポキシ樹脂、ピフェニル型エポキシ樹脂、キシリレン型エポキシ樹脂、ピフェニルアルキル型エポキシ樹脂等のアリールアルキレン型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、アントラセン型エポキシ樹脂、フェノキシ型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ノルボルネン型エポキシ樹脂、アダマンタン型エポキシ樹脂、フルオレン型エポキシ樹脂等が挙げられる。エポキシ樹脂として、これらの中の 1 種類を単独で用いることもできるし、異なる重量平均分子量を有する 2 種類以上を併用したり、1 種類または 2 種類以上と、それらのプレポリマーを併用したりすることもできる。これらエポキシ樹脂の中でも特にアリールアルキレン型エポキシ樹脂が好ましい。これにより、吸湿半田耐熱性および難燃性を向上させることができる。

【0113】

上記のアリールアルキレン型エポキシ樹脂とは、繰り返し単位中に一つ以上のアリールアルキレン基を有するエポキシ樹脂をいう。例えばキシリレン型エポキシ樹脂、ピフェニルジメチレン型エポキシ樹脂等が挙げられる。これらの中でもピフェニルジメチレン型エポキシ樹脂が好ましい。ピフェニルジメチレン型エポキシ樹脂は、例えば式 (II) で示すことができる。

【0114】

【化 2】



【0115】

上記の式 (II) で示されるピフェニルジメチレン型エポキシ樹脂の平均繰り返し単位 n は、特に限定されないが、 $1 \sim 10$ が好ましく、特に $2 \sim 5$ が好ましい。平均繰り返し単位 n が前記下限値未満であるとピフェニルジメチレン型エポキシ樹脂は結晶化しやすくなり、汎用溶媒に対する溶解性が比較的低下するため、取り扱いが困難となる場合がある。また、平均繰り返し単位 n が前記上限値を超えると樹脂の流動性が低下し、成形不良等の原因となる場合がある。

【0116】

上記のエポキシ樹脂の含有量は、特に限定されないが、樹脂組成物全体の $1 \sim 55$ 重量% が好ましく、特に $2 \sim 40$ 重量% が好ましい。含有量がこれらの下限値未満であるとシ

10

20

30

40

50

アネート樹脂の反応性が低下したり、得られる製品の耐湿性が低下したりする場合があり、これらの上限値を超えると耐熱性が低下する場合がある。

【 0 1 1 7 】

上記のエポキシ樹脂の重量平均分子量は、特に限定されないが、重量平均分子量 5 0 0 ~ 2 0 , 0 0 0 が好ましく、特に 8 0 0 ~ 1 5 , 0 0 0 が好ましい。重量平均分子量がこれらの下限値未満であるとコア材 1 0 4 にタック性が生じる場合があり、これらの上限値を超えるとコア材 1 0 4 作製時、ガラス繊維基材への含浸性が低下し、均一な製品が得られない場合がある。上記のエポキシ樹脂の重量平均分子量は、例えば G P C で測定することができる。

【 0 1 1 8 】

コア材 1 0 4 を形成する樹脂組成物にフェノール樹脂を含有させることにより、さらにコア材 1 0 4 の吸湿半田耐熱性を向上させることができる。

【 0 1 1 9 】

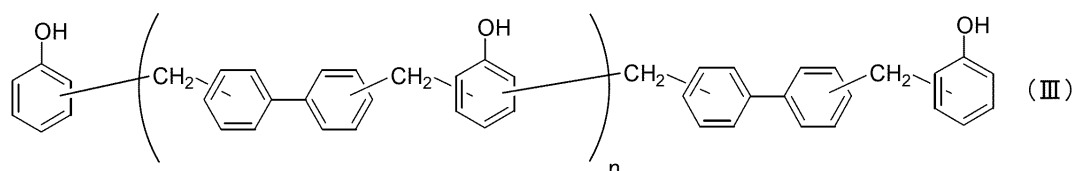
上記のフェノール樹脂としては、例えばノボラック型フェノール樹脂、レゾール型フェノール樹脂、アリアルアルキレン型フェノール樹脂等が挙げられる。フェノール樹脂として、これらの中の 1 種類を単独で用いることもできるし、異なる重量平均分子量を有する 2 種類以上を併用したり、1 種類または 2 種類以上と、それらのプレポリマーを併用したりすることもできる。これらの中でも特に、アリアルアルキレン型フェノール樹脂が好ましい。これにより、さらに吸湿半田耐熱性を向上させることができる。

【 0 1 2 0 】

上記のアリアルアルキレン型フェノール樹脂としては、例えばキシリレン型フェノール樹脂、ビフェニルジメチレン型フェノール樹脂等が挙げられる。ビフェニルジメチレン型フェノール樹脂は、例えば式 (I I I) で示すことができる。

【 0 1 2 1 】

【 化 3 】



【 0 1 2 2 】

上記の式 (I I I) で示されるビフェニルジメチレン型フェノール樹脂の繰り返し単位 n は、特に限定されないが、1 ~ 1 2 が好ましく、特に 2 ~ 8 が好ましい。平均繰り返し単位 n がこれらの下限値未満であると耐熱性が低下する場合がある。また、これらの上限値を超えると他の樹脂との相溶性が低下し、作業性が低下する場合がある。

【 0 1 2 3 】

上述のシアネート樹脂 (特にノボラック型シアネート樹脂) とアリアルアルキレン型フェノール樹脂との組合せにより、架橋密度をコントロールし反応性を容易に制御できる。

【 0 1 2 4 】

上記のフェノール樹脂の含有量は、特に限定されないが、樹脂組成物全体の 1 ~ 5 5 重量 % が好ましく、特に 5 ~ 4 0 重量 % が好ましい。含有量がこれらの下限値未満であると耐熱性が低下する場合があり、これらの上限値を超えると低熱膨張の特性が損なわれる場合がある。

【 0 1 2 5 】

上記のフェノール樹脂の重量平均分子量は、特に限定されないが、重量平均分子量 4 0 0 ~ 1 8 , 0 0 0 が好ましく、特に 5 0 0 ~ 1 5 , 0 0 0 が好ましい。重量平均分子量がこれらの下限値未満であるとコア材 1 0 4 にタック性が生じる場合があり、これらの上限

10

20

30

40

50

値を超えるとコア材 104 作製時、ガラス繊維基材への含浸性が低下し、均一な製品が得られない場合がある。上記のフェノール樹脂の重量平均分子量は、例えばGPCで測定することができる。

【0126】

更に、上記のシアネート樹脂（特にノボラック型シアネート樹脂）と上記のフェノール樹脂（アリアルアルキレン型フェノール樹脂、特にビフェニルジメチレン型フェノール樹脂）と上記のエポキシ樹脂（アリアルアルキレン型エポキシ樹脂、特にビフェニルジメチレン型エポキシ樹脂）との組合せを用いてコア材 104 を作製した場合、特に優れた寸法安定性を得ることが出来る。

【0127】

上記の樹脂組成物は、特に限定されないが、カップリング剤を用いることが好ましい。上記のカップリング剤は、上記の熱硬化性樹脂と、上記の無機充填材との界面の濡れ性を向上させることにより、繊維基材に対して熱硬化性樹脂等および無機充填材を均一に定着させ、耐熱性、特に吸湿後の半田耐熱性を改良することができる。

【0128】

上記のカップリング剤としては、通常用いられるものなら何でも使用できるが、具体的にはエポキシシランカップリング剤、カチオニックシランカップリング剤、アミノシランカップリング剤、チタネート系カップリング剤およびシリコンオイル型カップリング剤の中から選ばれる1種以上のカップリング剤を使用することが好ましい。これにより、無機充填材の界面との濡れ性を高くすることができ、それによって耐熱性をより向上させる

【0129】

上記のカップリング剤の添加量は、上記の無機充填材の比表面積に依存するので特に限定されないが、無機充填材 100 重量部に対して 0.05 ~ 3 重量部が好ましく、特に 0.1 ~ 2 重量部が好ましい。含有量がこれらの下限値未満であると無機充填材を十分に被覆できないため耐熱性を向上する効果が低下する場合があります、これらの上限値を超えると反応に影響を与え、曲げ強度等が低下する場合がある。

【0130】

上記の樹脂組成物には、必要に応じて硬化促進剤を用いても良い。上記の硬化促進剤としては公知の物を用いることが出来る。例えばナフテン酸亜鉛、ナフテン酸コバルト、オクチル酸スズ、オクチル酸コバルト、ビスアセチルアセトナートコバルト(II)、トリスアセチルアセトナートコバルト(III)等の有機金属塩、トリエチルアミン、トリブチルアミン、ジアザピシクロ[2, 2, 2]オクタン等の3級アミン類、2-フェニル-4-メチルイミダゾール、2-エチル-4-エチルイミダゾール、2-フェニル-4-メチルイミダゾール、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシイミダゾール、2-フェニル-4, 5-ジヒドロキシイミダゾール等のイミダゾール類、フェノール、ビスフェノールA、ノニルフェノール等のフェノール化合物、酢酸、安息香酸、サリチル酸、パラトルエンスルホン酸等の有機酸等、またはこの混合物が挙げられる。硬化促進剤として、これらの中の誘導体も含めて1種類を単独で用いることもできるし、これらの誘導体も含めて2種類以上を併用したりすることもできる。

【0131】

上記の硬化促進剤の含有量は、特に限定されないが、上記の樹脂組成物全体の 0.05 ~ 5 重量%が好ましく、特に 0.2 ~ 2 重量%が好ましい。含有量がこれらの下限値未満であると硬化を促進する効果が現れない場合があり、これらの上限値を超えるとコア材 104 の保存性が低下する場合がある。

【0132】

上記の樹脂組成物では、フェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリフェニレンオキサイド樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリスチレン樹脂等の熱可塑性樹脂、スチレン-ブタジエン共重合体、スチレン-イソブレン共重合体等のポリスチレン系熱可塑性エラストマー、ポリオレフィン系熱

10

20

30

40

50

可塑性エラストマー、ポリアミド系エラストマー、ポリエステル系エラストマー等の熱可塑性エラストマー、ポリブタジエン、エポキシ変性ポリブタジエン、アクリル変性ポリブタジエン、メタクリル変性ポリブタジエン等のジエン系エラストマーを併用しても良い。

【0133】

また、上記の樹脂組成物には、必要に応じて、顔料、染料、消泡剤、レベリング剤、紫外線吸収剤、発泡剤、酸化防止剤、難燃剤、イオン捕捉剤等の上記成分以外の添加物を添加しても良い。

【0134】

次に、プリプレグについて説明する。

上記の樹脂組成物を繊維基材（例えばガラス繊維シートなど）に含浸させて硬化させる板状の基材（いわゆるプリプレグ）であるコア材104は、誘電特性、高温多湿下での機械的、電氣的接続信頼性等の各種特性に優れたプリント配線板であるインターポーザやマザーボードなどを製造するのに好適である。

【0135】

ここで用いる繊維基材としては、ガラス織布、ガラス不織布等のガラス繊維基材、ポリアミド樹脂繊維、芳香族ポリアミド樹脂繊維、全芳香族ポリアミド樹脂繊維等のポリアミド系樹脂繊維、ポリエステル樹脂繊維、芳香族ポリエステル樹脂繊維、全芳香族ポリエステル樹脂繊維等のポリエステル系樹脂繊維、ポリイミド樹脂繊維、フッ素樹脂繊維等を主成分とする織布または不織布で構成される合成繊維基材、クラフト紙、コットンリントー紙、リントーとクラフトパルプの混抄紙等を主成分とする紙基材等の有機繊維基材等が挙げられる。これらの中でもガラス繊維基材が好ましい。これにより、コア材104の強度、吸水率を向上することができる。また、コア材104の熱膨張係数を小さくすることができる。

【0136】

上記の樹脂組成物を繊維基材に含浸させる方法には、例えば、上記の樹脂組成物を用いて樹脂ワニスを調製し、繊維基材を樹脂ワニ스에浸漬する方法、各種コーターにより塗布する方法、スプレーにより吹き付ける方法等が挙げられる。これらの中でも、繊維基材を樹脂ワニ스에浸漬する方法が好ましい。これにより、繊維基材に対する樹脂組成物の含浸性を向上することができる。なお、繊維基材を樹脂ワニ스에浸漬する場合、通常の含浸塗布設備を使用することができる。

【0137】

上記の樹脂ワニスに用いられる溶媒は、上記の樹脂組成物中の樹脂成分に対して良好な溶解性を示すことが望ましいが、悪影響を及ぼさない範囲で貧溶媒を使用しても構わない。良好な溶解性を示す溶媒としては、例えばアセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン、テトラヒドロフラン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、エチレングリコール、セルソルブ系、カルビトール系等が挙げられる。

【0138】

上記の樹脂ワニスの固形分は、特に限定されないが、上記の樹脂組成物の固形分40～80重量%が好ましく、特に50～65重量%が好ましい。これにより、樹脂ワニスの繊維基材への含浸性を更に向上できる。上記の繊維基材に上記の樹脂組成物を含浸させ、所定温度、例えば80～200等で乾燥させることによりコア材104を得ることが出来る。

【0139】

<ビルドアップ層について>

以下、実施形態1～4に用いられるビルドアップ層106を形成する樹脂組成物について説明する。ビルドアップ層106を形成する樹脂組成物は、特に限定されないが、熱硬化性樹脂を含む樹脂組成物で構成されていることが好ましい。これにより、絶縁樹脂層の耐熱性を向上することができる。

【0140】

ビルドアップ層 106 に用いる熱硬化性樹脂としては、例えばフェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、ビスフェノール A ノボラック樹脂等のノボラック型フェノール樹脂、未変性のレゾールフェノール樹脂、桐油、アマニ油、クルミ油等で変性した油変性レゾールフェノール樹脂等のレゾール型フェノール樹脂等のフェノール樹脂、ビスフェノール A エポキシ樹脂、ビスフェノール F エポキシ樹脂、ビスフェノール E 型エポキシ樹脂、ビスフェノール S 型エポキシ樹脂、ビスフェノール Z 型エポキシ樹脂、ビスフェノール P 型エポキシ樹脂、ビスフェノール M 型エポキシ樹脂等のビスフェノール型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラックエポキシ樹脂等のノボラック型エポキシ樹脂、ピフェニル型エポキシ樹脂、ピフェニルアラキル型エポキシ樹脂、アリーラルアルキレン型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、アントラセン型エポキシ樹脂、フェノキシ型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ノルボルネン型エポキシ樹脂、アダマンタン型エポキシ樹脂、フルオレン型エポキシ樹脂等のエポキシ樹脂、ユリア（尿素）樹脂、メラミン樹脂等のトリアジン環を有する樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビスマレイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ジアリルフタレート樹脂、シリコーン樹脂、ベンゾオキサジン環を有する樹脂、シアネート樹脂等が挙げられる。

10

【0141】

これらの中の 1 種類を単独で用いることもできるし、異なる重量平均分子量を有する 2 種類以上を併用したり、1 種類または 2 種類以上と、それらのプレポリマーを併用したりすることもできる。またこれらの中でも、特にシアネート樹脂（シアネート樹脂のプレポリマーを含む）が好ましい。これにより、絶縁樹脂層の熱膨張係数を小さくすることができる。さらに、絶縁樹脂層の電気特性（低誘電率、低誘電正接）、機械強度等にも優れる。

20

【0142】

上記のシアネート樹脂は、例えばハロゲン化シアン化合物とフェノール類とを反応させ、必要に応じて加熱等の方法でプレポリマー化することにより得ることができる。具体的には、ノボラック型シアネート樹脂、ビスフェノール A 型シアネート樹脂、ビスフェノール E 型シアネート樹脂、テトラメチルビスフェノール F 型シアネート樹脂等のビスフェノール型シアネート樹脂等を挙げることができる。これらの中でもノボラック型シアネート樹脂が好ましい。これにより、架橋密度増加による耐熱性向上と、樹脂組成物等の難燃性を向上することができる。ノボラック型シアネート樹脂は、硬化反応後にトリアジン環を形成するからである。さらに、ノボラック型シアネート樹脂は、その構造上ベンゼン環の割合が高く、炭化しやすいためと考えられる。

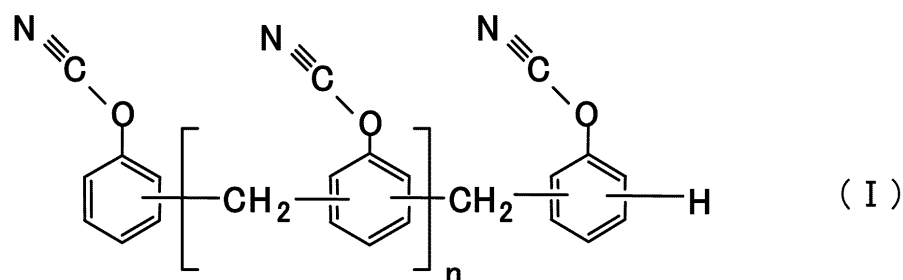
30

【0143】

上記のノボラック型シアネート樹脂としては、例えば式（I）で示されるものを使用することができる。

【0144】

【化 4】



40

【0145】

上記の式（I）で示されるノボラック型シアネート樹脂の平均繰り返し単位 n は、特に限定されないが、1 ~ 10 が好ましく、特に 2 ~ 7 が好ましい。平均繰り返し単位 n が前

50

記下限値未満であるとノボラック型シアネート樹脂は結晶化しやすくなり、汎用溶媒に対する溶解性が比較的低下するため、取り扱いが困難となる場合がある。また、平均繰返し単位 n が前記上限値を超えると溶融粘度が高くなりすぎ、絶縁樹脂層の成形性が低下する場合がある。

【0146】

上記のシアネート樹脂の重量平均分子量は、特に限定されないが、重量平均分子量 500 ~ 4,500 が好ましく、特に 600 ~ 3,000 が好ましい。重量平均分子量が前記下限値未満であると絶縁樹脂層を硬化物の機械的強度が低下する場合があり、さらに絶縁樹脂層を作製した場合にタック性が生じ、樹脂の転写が生じたりする場合がある。また、重量平均分子量が前記上現値を超えると硬化反応が速くなり、基板（特に回路基板）とした場合に、成形不良が生じたり、層間ピール強度が低下したりする場合がある。上記のシアネート樹脂等の重量平均分子量は、例えば GPC（ゲルパーミエーションクロマトグラフィー、標準物質：ポリスチレン換算）で測定することができる。

10

【0147】

また、特に限定されないが、上記のシアネート樹脂はその誘導体も含め、1種類を単独で用いることもできるし、異なる重量平均分子量を有する2種類以上を併用したり、1種類または2種類以上と、それらのプレポリマーを併用したりすることもできる。

【0148】

上記の熱硬化性樹脂の含有量は、特に限定されないが、上記の樹脂組成物全体の 5 ~ 50 重量% が好ましく、特に 10 ~ 40 重量% が好ましい。含有量がこれらの下限値未満であると絶縁樹脂層を形成するのが困難となる場合があり、これらの上限値を超えると絶縁樹脂層の強度が低下する場合がある。

20

【0149】

ビルドアップ層 106 に用いる熱硬化性樹脂としてシアネート樹脂（特にノボラック型シアネート樹脂）を用いる場合は、エポキシ樹脂（実質的にハロゲン原子を含まない）を併用することが好ましい。上記のエポキシ樹脂としては、例えばビスフェノール A エポキシ樹脂、ビスフェノール F エポキシ樹脂、ビスフェノール E 型エポキシ樹脂、ビスフェノール S 型エポキシ樹脂、ビスフェノール Z 型エポキシ樹脂、ビスフェノール P 型エポキシ樹脂、ビスフェノール M 型エポキシ樹脂等のビスフェノール型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラックエポキシ樹脂等のノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、キシリレン型エポキシ樹脂、ビフェニルアルキル型エポキシ樹脂等のアリーラルキレン型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、アントラセン型エポキシ樹脂、フェノキシ型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ノルボルネン型エポキシ樹脂、アダマンタン型エポキシ樹脂、フルオレン型エポキシ樹脂等が挙げられる。

30

【0150】

エポキシ樹脂として、これらの中の1種類を単独で用いることもできるし、異なる重量平均分子量を有する2種類以上を併用したり、1種類または2種類以上と、それらのプレポリマーを併用したりすることもできる。これらエポキシ樹脂の中でも特にアリーラルキレン型エポキシ樹脂が好ましい。これにより、吸湿半田耐熱性および難燃性を向上させることができる。

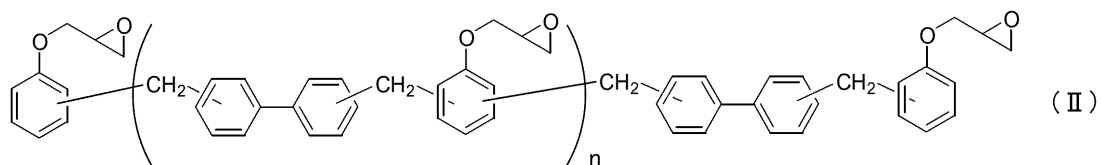
40

【0151】

上記のアリーラルキレン型エポキシ樹脂とは、繰返し単位中に一つ以上のアリーラルキレン基を有するエポキシ樹脂をいう。例えばキシリレン型エポキシ樹脂、ビフェニルジメチレン型エポキシ樹脂等が挙げられる。これらの中でもビフェニルジメチレン型エポキシ樹脂が好ましい。ビフェニルジメチレン型エポキシ樹脂は、例えば式 (II) で示すことができる。

【0152】

【化 5】



【0153】

上記の式(II)で示されるビスフェニルジメチレン型エポキシ樹脂の平均繰り返し単位 n は、特に限定されないが、1～10が好ましく、特に2～5が好ましい。平均繰り返し単位 n がこれらの下限値未満であるとビスフェニルジメチレン型エポキシ樹脂は結晶化しやすくなり、汎用溶媒に対する溶解性が比較的低下するため、取り扱いが困難となる場合がある。また、平均繰り返し単位 n がこれらの上限値を超えると樹脂の流動性が低下し、成形不良等の原因となる場合がある。平均繰り返し単位 n の数を上記範囲内とすることにより、これらの特性のバランスに優れたものとすることができる。

10

【0154】

上記のエポキシ樹脂の含有量は、特に限定されないが、樹脂組成物全体の1～55重量%が好ましく、特に5～40重量%が好ましい。含有量がこれらの下限値未満であるとシアネート樹脂の反応性が低下したり、得られる製品の耐湿性が低下したりする場合があり、これらの上限値を超えると低熱膨張性、耐熱性が低下する場合がある。

20

【0155】

上記のエポキシ樹脂の重量平均分子量は、特に限定されないが、重量平均分子量500～20,000が好ましく、特に800～15,000が好ましい。重量平均分子量がこれらの下限値未満であると絶縁樹脂層の表面にタック性が生じる場合があり、これらの上限値を超えると半田耐熱性が低下する場合がある。重量平均分子量を上記範囲内とすることにより、これらの特性のバランスに優れたものとすることができる。上記のエポキシ樹脂の重量平均分子量は、例えばGPCで測定することができる。

【0156】

ビルドアップ層106に用いる樹脂組成物は製膜性樹脂を含有することが好ましい。これにより、基材付き絶縁樹脂層を製造する際の製膜性やハンドリング性をさらに向上させることができる。上記製膜性樹脂としては、例えば、フェノキシ系樹脂、ビスフェノールF系樹脂、オレフィン系樹脂等が挙げられる。

30

【0157】

上記の製膜性樹脂として、これらの中の誘導体も含めて1種類を単独で用いることもできるし、異なる重量平均分子量を有する2種類以上を併用したり、1種類または2種類以上と、それらのプレポリマーを併用したりすることもできる。これらの中でも、フェノキシ系樹脂が好ましい。これにより、耐熱性および難燃性を向上させることができる。

【0158】

上記フェノキシ樹脂として、特に限定はされないが、例えば、ビスフェノールA骨格を有するフェノキシ樹脂、ビスフェノールF骨格を有するフェノキシ樹脂、ビスフェノールS骨格を有するフェノキシ樹脂、ビスフェノールM骨格を有するフェノキシ樹脂、ビスフェノールP骨格を有するフェノキシ樹脂、ビスフェノールZ骨格を有するフェノキシ樹脂等ビスフェノール骨格を有するフェノキシ樹脂、ノボラック骨格を有するフェノキシ樹脂、アントラセン骨格を有するフェノキシ樹脂、フルオレン骨格を有するフェノキシ樹脂、ジシクロペンタジエン骨格を有するフェノキシ樹脂、ノルボルネン骨格を有するフェノキシ樹脂、ナフタレン骨格を有するフェノキシ樹脂、ビスフェニル骨格を有するフェノキシ樹脂、アダマンタン骨格を有するフェノキシ樹脂等が挙げられる。

40

【0159】

またフェノキシ樹脂として、これら中の骨格を複数種類有した構造を用いることもでき

50

るし、それぞれの骨格の比率が異なるフェノキシ樹脂を用いることができる。さらに異なる骨格のフェノキシ樹脂を複数種類用いることもできるし、異なる重量平均分子量を有するフェノキシ樹脂を複数種類用いたり、それらのプレポリマーを併用したりすることもできる。

【0160】

これらの中でも、ビフェニル骨格と、ビスフェノールS骨格とを有するフェノキシ樹脂を用いることができる。これにより、ビフェニル骨格が有する剛直性によりガラス転移温度を高くすることができるとともに、ビスフェノールS骨格により、多層プリント配線板を製造する際のメッキ金属の付着性を向上させることができる。

【0161】

また、ビスフェノールA骨格とビスフェノールF骨格とを有するフェノキシ樹脂を用いることができる。これにより、多層プリント配線板の製造時に内層回路基板への密着性を向上させることができる。さらに、上記ビフェニル骨格とビスフェノールS骨格とを有するフェノキシ樹脂と、ビスフェノールA骨格とビスフェノールF骨格とを有するフェノキシ樹脂とを併用してもよい。

【0162】

上記製膜性樹脂の分子量としては特に限定されないが、重量平均分子量が1000～100000であることが好ましい。さらに好ましくは10000～60000である。製膜性樹脂の重量平均分子量がこれらの下限値未満であると、製膜性を向上させる効果が充分でない場合がある。一方、これらの上限値を超えると、製膜性樹脂の溶解性が低下する場合がある。製膜性樹脂の重量平均分子量を上記範囲内とすることにより、これらの特性のバランスに優れたものとすることができる。

【0163】

製膜性樹脂の含有量としては特に限定されないが、樹脂組成物全体の1～40重量%であることが好ましい。さらに好ましくは5～30重量%である。製膜性樹脂の含有量がこれらの下限値未満であると、製膜性を向上させる効果が充分でないことがある。一方、これらの上限値を超えると、相対的にシアネート樹脂の含有量が少なくなるため、低熱膨張性を付与する効果が低下することがある。製膜性樹脂の含有量を上記範囲内とすることにより、これらの特性のバランスに優れたものとすることができる。

【0164】

ビルドアップ層106で用いられる上記熱硬化性樹脂及び、製膜性樹脂は、いずれも、実質的にハロゲン原子を含まないものであることが好ましい。これにより、ハロゲン化合物を用いることなく、難燃性を付与することができる。ここで、実質的にハロゲン原子を含まないとは、例えば、エポキシ樹脂あるいはフェノキシ樹脂中のハロゲン原子の含有量が0.15重量%以下(JPCA-E501-2003)のものをいう。

【0165】

ビルドアップ層106で用いられる樹脂組成物には、必要に応じて硬化促進剤を用いても良い。上記の硬化促進剤としては公知の物を用いることが出来る。例えばイミダゾール化合物、ナフテン酸亜鉛、ナフテン酸コバルト、オクチル酸スズ、オクチル酸コバルト、ビスアセチルアセトナートコバルト(II)、トリスアセチルアセトナートコバルト(III)等の有機金属塩、トリエチルアミン、トリブチルアミン、ジアザビスクロ[2,2,2]オクタン等の3級アミン類、フェノール、ビスフェノールA、ノニルフェノール等のフェノール化合物、酢酸、安息香酸、サリチル酸、パラトルエンスルホン酸等の有機酸等、またはこの混合物が挙げられる。硬化促進剤として、これらの中の誘導体も含めて1種類を単独で用いることもできるし、これらの誘導体も含めて2種類以上を併用したりすることもできる。

【0166】

これら硬化促進剤の中でも特にイミダゾール化合物が好ましい。これにより、吸湿半田耐熱性を向上させることができる。そして、上記イミダゾール化合物は、特に限定されないが、上記シアネート樹脂、エポキシ樹脂、製膜性樹脂成分との相溶性を有することが望

10

20

30

40

50

ましい。

【0167】

ここで、上記シアネート樹脂、エポキシ樹脂、製膜性樹脂成分との相溶性を有するとは、イミダゾール化合物を上記シアネート樹脂、エポキシ樹脂、製膜性樹脂成分と混合、あるいは、イミダゾール化合物を上記シアネート樹脂、エポキシ樹脂、製膜性樹脂成分と有機溶剤とともに混合した場合に、実質的に分子レベルまで溶解、または、それに近い状態まで分散することができるような性状を指すものである。

【0168】

上記の樹脂組成物は、このようなイミダゾール化合物を用いることにより、シアネート樹脂やエポキシ樹脂の反応を効果的に促進させることができ、また、イミダゾール化合物の配合量を少なくしても同等の特性を付与することができる。さらに、このようなイミダゾール化合物を用いた樹脂組成物は、樹脂成分との間で微小なマトリックス単位から高い均一性で硬化させることができる。これにより、多層プリント配線板に形成された樹脂層の絶縁性、耐熱性を高めることができる。

10

【0169】

そして、このような上記の樹脂組材料から形成された絶縁樹脂層であるビルドアップ層106は、例えば過マンガン酸塩、重クロム酸塩等の酸化剤を用いて表面の粗化処理を行うと、粗化処理後の絶縁層表面に均一性の高い微小な凹凸形状を多数形成することができる。このような粗化処理後の絶縁樹脂層表面に金属メッキ処理を行うと、粗化処理面の平滑性が高いため、微細な導体回路を精度よく形成することができる。また、微小な凹凸形状によりアンカー効果を高め、絶縁樹脂層とメッキ金属との間に高い密着性を付与することができる。

20

【0170】

上記の樹脂組成物で用いられる上記イミダゾール化合物としては、例えば、1-ベンジル-2-メチルイミダゾール、1-ベンジル-2-フェニルイミダゾール、2-フェニル-4-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、2,4-ジアミノ-6-〔2'-メチルイミダゾリル-(1')〕-エチル-s-トリアジン、2,4-ジアミノ-6-(2'-ウンデシルイミダゾリル)-エチル-s-トリアジン、2,4-ジアミノ-6-〔2'-エチル-4-メチルイミダゾリル-(1')〕-エチル-s-トリアジン、2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシメチルイミダゾールなどを挙げるることができる。

30

【0171】

これらの中でも、1-ベンジル-2-メチルイミダゾール、1-ベンジル-2-フェニルイミダゾール、及び、2-エチル-4-メチルイミダゾールから選ばれるイミダゾール化合物であることが好ましい。これらのイミダゾール化合物は、特に優れた相溶性を有することで、均一性の高い硬化物が得られるとともに、微細かつ均一な粗化面を形成することができるので、微細な導体回路を容易に形成できるとともに、多層プリント配線板に高い耐熱性を発現させることができる。

【0172】

上記イミダゾール化合物の含有量としては特に限定されないが、上記シアネート樹脂とエポキシ樹脂との合計に対して、0.01~5重量%が好ましく、特に0.05~3重量%が好ましい。これにより、特に耐熱性を向上させることができる。

40

【0173】

また、ビルドアップ層106に用いる樹脂組成物は、無機充填材を含むことが好ましい。これにより、低熱膨張性及び難燃性の向上を図ることができる。また、上記シアネート樹脂及び/又はそのプレポリマー(特にノボラック型シアネート樹脂)と無機充填材との組合せにより、弾性率を向上させることができる。

【0174】

上記の無機充填材としては、例えばタルク、焼成クレー、未焼成クレー、マイカ、ガラス等のケイ酸塩、酸化チタン、アルミナ、シリカ、溶融シリカ等の酸化物、炭酸カルシウ

50

ム、炭酸マグネシウム、ハイドロタルサイト等の炭酸塩、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム等の水酸化物、硫酸バリウム、硫酸カルシウム、亜硫酸カルシウム等の硫酸塩または亜硫酸塩、ホウ酸亜鉛、メタホウ酸バリウム、ホウ酸アルミニウム、ホウ酸カルシウム、ホウ酸ナトリウム等のホウ酸塩、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化ケイ素、窒化炭素等の窒化物、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウム等のチタン酸塩等を挙げることができる。無機充填材として、これらの中の1種類を単独で用いることもできるし、2種類以上を併用したりすることもできる。これらの中でも特に、シリカが好ましく、熔融シリカ（特に球状熔融シリカ）が低熱膨張性に優れる点で好ましい。その形状は破碎状、球状があるが、繊維基材への含浸性を確保するために樹脂組成物の熔融粘度を下げるには球状シリカを使う等、その目的にあわせた使用方法が採用される。

10

【0175】

上記の無機充填材の平均粒子径としては特に限定されないが、 $0.01 \sim 5.0 \mu\text{m}$ であることが好ましい。さらに好ましくは $0.1 \sim 2.0 \mu\text{m}$ である。無機充填材の平均粒子径がこれらの下限値未満であると、上記の樹脂組成物を用いて樹脂ワニスを調製する際に、樹脂ワニスの粘度が高くなるため、基材付き絶縁シートを作製する際の作業性に影響を与える場合がある。一方、これらの上限値を超えると、樹脂ワニス中で無機充填材の沈降等の現象が起こる場合がある。無機充填材の平均粒子径を上記範囲内とすることにより、これらの特性のバランスに優れたものとすることができる。

【0176】

20

また上記の無機充填材は、特に限定されないが、平均粒子径が単分散の無機充填材を用いることもできるし、平均粒子径が多分散の無機充填材を用いることができる。さらに平均粒子径が単分散及び/または、多分散の無機充填材を1種類または2種類以上とを併用したりすることもできる。

【0177】

上記の無機充填材の含有量として特に限定されないが、樹脂組成物全体の $20 \sim 70$ 重量%であることが好ましい。さらに好ましくは $30 \sim 60$ 重量%である。無機充填材の含有量がこれらの下限値未満であると、低熱膨張性、低吸水性を付与する効果が低下する場合がある。また、これらの上限値を超えると、樹脂組成物の流動性の低下により絶縁樹脂層の成形性が低下することがある。無機充填材の含有量を上記範囲内とすることにより、これらの特性のバランスに優れたものとすることができる。

30

【0178】

ビルドアップ層106に用いる樹脂組成物は、特に限定されないが、カップリング剤を用いることが好ましい。上記のカップリング剤は、上記の熱硬化性樹脂と、上記の無機充填材との界面の濡れ性を向上させることにより、耐熱性、特に吸湿半田耐熱性を向上させることができる。

【0179】

上記のカップリング剤としては、通常用いられるものなら何でも使用できるが、具体的にはエポキシシランカップリング剤、カチオニックシランカップリング剤、アミノシランカップリング剤、チタネート系カップリング剤およびシリコーンオイル型カップリング剤の中から選ばれる1種以上のカップリング剤を使用することが好ましい。これにより、無機充填材の界面との濡れ性を高くすることができ、それによって耐熱性をより向上させることができる。

40

【0180】

上記のカップリング剤の含有量としては特に限定されないが、無機充填材100重量部に対して $0.05 \sim 3.00$ 重量部であることが好ましい。カップリング剤の含有量がこれらの下限値未満であると、無機充填材を被覆して耐熱性を向上させる効果が充分でないことがある。一方、これらの上限値を超えると、基材付き絶縁樹脂層の曲げ強度が低下することがある。カップリング剤の含有量を上記範囲内とすることにより、これらの特性のバランスに優れたものとすることができる。

50

【 0 1 8 1 】

ビルドアップ層 1 0 6 に用いる樹脂組成物では、フェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリフェニレンオキサイド樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリスチレン樹脂等の熱可塑性樹脂、スチレン - ブタジエン共重合体、スチレン - イソブレン共重合体等のポリスチレン系熱可塑性エラストマー、ポリオレフィン系熱可塑性エラストマー、ポリアミド系エラストマー、ポリエステル系エラストマー等の熱可塑性エラストマー、ポリブタジエン、エポキシ変性ポリブタジエン、アクリル変性ポリブタジエン、メタクリル変性ポリブタジエン等のジエン系エラストマーを併用しても良い。

【 0 1 8 2 】

また、ビルドアップ層 1 0 6 に用いる樹脂組成物には、必要に応じて、顔料、染料、消泡剤、レベリング剤、紫外線吸収剤、発泡剤、酸化防止剤、難燃剤、イオン捕捉剤等の上記成分以外の添加物を添加しても良い。

【 0 1 8 3 】

なお、ビルドアップ層 1 0 6 に用いる樹脂組成物は、ガラス繊維シートをはじめとする繊維基材に含浸させてもよく、樹脂組成物をそのまま硬化させてもよい。ここで、樹脂組成物を基材に含浸させる方法としては特に限定されないが、例えば、樹脂組成物を溶剤などに溶解・分散させて樹脂ワニス調製して、各種コーター装置を用いて樹脂ワニスを基材に塗工した後、これを乾燥する方法、樹脂ワニスをスプレー装置を用いて基材に噴霧塗工した後、これを乾燥する方法、などが挙げられる。

【 0 1 8 4 】

これらの中でも、コンマコーター、ダイコーターなどの各種コーター装置を用いて、樹脂ワニスを基材に塗工した後、これを乾燥する方法が好ましい。これにより、ポイドがなく、均一な絶縁樹脂層の厚みを有する基材付き絶縁樹脂層を効率よく製造することができる。

【 0 1 8 5 】

< 多層基板の製造方法について >

次に、多層基板の製造方法について説明する。

図 3 は、ビルドアップ型インターポーザの設計を説明するための概念図である。実施形態 1 ~ 4 に用いる積層板である多層基板 1 0 8 は、上述のコア材 1 0 4 を少なくとも 1 枚、上述のビルドアップ層を少なくとも 1 枚、さらにそれらの表面に銅箔などからなる回路配線 1 1 4 を少なくとも 1 枚積層してなるものである。これにより、誘電特性、高温多湿化での機械的、電氣的接続信頼性に優れた積層板を得ることができる。

【 0 1 8 6 】

コア材 1 0 4 がプリプレグ 1 枚からなるときは、その上下両面もしくは片面に金属箔（例えば銅箔）からなる回路配線 1 1 4 あるいはフィルムからなるダミー回路を重ねる。また、プリプレグを 2 枚以上積層することもできる。コア材 1 0 4 がプリプレグ 2 枚以上積層してなるときは、積層したプリプレグの最も外側の上下両面もしくは片面に金属箔（例えば銅箔）からなる回路配線 1 1 4 あるいはフィルムからなるダミー回路を重ねる。次に、プリプレグと金属箔等とを重ねたものを加熱、加圧することでコア材 1 0 4 を得ることができる。加熱する温度は、特に限定されないが、120 ~ 220 が好ましく、特に 150 ~ 200 が好ましい。また、加圧する圧力は、特に限定されないが、2 ~ 5 MPa が好ましく、特に 2 . 5 ~ 4 MPa が好ましい。

【 0 1 8 7 】

上記の金属箔を構成する金属としては、例えば銅及び銅系合金、アルミ及びアルミ系合金、銀及び銀系合金、金及び金系合金、亜鉛及び亜鉛系合金、ニッケル及びニッケル系合金、錫及び錫系合金、鉄および鉄系合金等が挙げられる。また、フィルムとしては、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド、フッ素系樹脂等を挙げることができる。

【 0 1 8 8 】

以下、実施形態 1 ~ 4 で用いられるアンダーフィルの材料および製造方法について説明する。

【 0 1 8 9 】

<アンダーフィルについて>

実施形態 1 ~ 4 で用いられるアンダーフィル材 1 1 2 は、上述の線膨張係数およびガラス転移温度の条件を満たしていればよく、特に限定するものではないが、エポキシ樹脂と、硬化剤と、無機充填材と、シランカップリング剤と、を含むことが好ましい。

【 0 1 9 0 】

ここで、アンダーフィル材 1 1 2 に用いるエポキシ樹脂とは、一分子中にエポキシ基を 2 個以上有するものであれば特に分子量や構造は限定されるものではない。例えばフェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、ビスフェノール A ノボラック樹脂等のノボラック型フェノール樹脂、レゾール型フェノール樹脂等のフェノール樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂等のノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂、ビスフェノール F 型エポキシ樹脂等のビスフェノール型エポキシ樹脂、N, N - ジグリシジルアニリン、N, N - ジグリシジルトルイジン、ジアミノジフェニルメタン型グリシジルアミン、アミノフェノール型グリシジルアミンのような芳香族グリシジルアミン型エポキシ樹脂、ハイドロキノン型エポキシ樹脂、ピフェニル型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂、トリフェノールメタン型エポキシ樹脂、トリフェノールプロパン型エポキシ樹脂、アルキル変性トリフェノールメタン型エポキシ樹脂、トリアジン核含有エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン変性フェノール型エポキシ樹脂、ナフトール型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、フェニレンおよび/またはピフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂、フェニレンおよび/またはピフェニレン骨格を有するナフトールアラルキル型エポキシ樹脂等のアラルキル型エポキシ樹脂等のエポキシ樹脂、ビニルシクロヘキセンジオキシド、ジシクロペンタジエンオキシド、アリサイクリックジエポキシ - アジペイド等の脂環式エポキシ等の脂肪族エポキシ樹脂が挙げられる。

【 0 1 9 1 】

この場合、芳香族環にグリシジルエーテル構造あるいはグリシジルアミン構造が結合した構造を含むものが耐熱性、機械特性、耐湿性という観点から好ましく、脂肪族または脂環式エポキシ樹脂は信頼性、特に接着性という観点から使用する量を制限するほうが好ましい。これらは単独でも 2 種以上混合して使用しても良い。本発明ではアンダーフィル用液状封止樹脂組成物の態様のため、エポキシ樹脂として最終的に常温(2 5)で液状であることがこのましいが、常温で固体のエポキシ樹脂であっても常温で液状のエポキシ樹脂に溶解させ、結果的に液状の状態であればよい。

【 0 1 9 2 】

アンダーフィル材 1 1 2 に用いる硬化剤とは、エポキシ樹脂中のエポキシ基と共有結合を形成することが可能な官能基を 1 分子中に 2 個以上含むもの、ただし官能基が酸無水物基である場合には酸無水物官能基を 1 個以上含むものであれば特に分子量や構造は限定されるものではない。官能基の具体例としてはフェノール性水酸基、酸無水物、1 級アミン、2 級アミンなどがある。

【 0 1 9 3 】

フェノール性水酸基を 2 個以上含む硬化剤の例としてはフェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂等のノボラック型フェノール樹脂、トリフェノールメタン型フェノール樹脂、トリフェノールプロパン型フェノール樹脂、テルペン変性フェノール樹脂、ジシクロペンタジエン変性フェノール樹脂等の変性フェノール樹脂、フェニレンおよび/またはピフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂、フェニレンおよび/またはピフェニレン骨格を有するナフトールアラルキル樹脂等のアラルキル型フェノール樹脂、ビスフェノール化合物等が挙げられる。

【 0 1 9 4 】

酸無水物官能基を 1 個以上含む硬化剤の例としては、テトラヒドロ酸無水物、ヘキサヒ

10

20

30

40

50

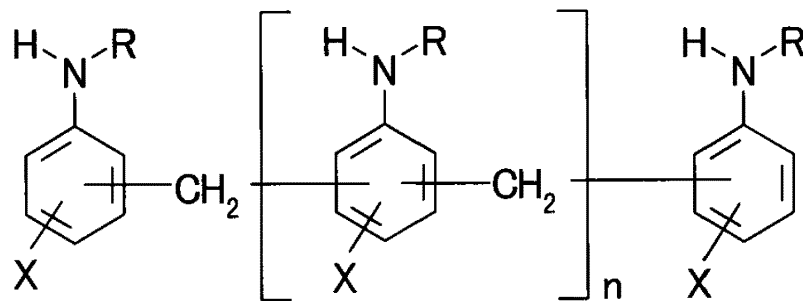
ドロ無水フタル酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルナジック酸無水物、水素化メチルナジック酸無水物、トリアルキルトetraヒドロ無水フタル酸、メチルシクロヘキセンテトラカルボン酸 2 無水物、無水フタル酸、無水トリメリット酸、無水ピロメリット酸、ベンゾフェノンテトラカルボン酸 2 無水物、エチレングリコールビスアンヒドロトリメリテート、グリセリンビス(アンヒドロトリメリテート)モノアセテート、ドデセニル無水コハク酸などがある。

【0195】

1 級アミンまたは 2 級アミンを 2 個以上含む硬化剤の例としては、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラアミン、テトラエチレンペンタミン、m-キシレンジアミン、トリメチルヘキサメチレンジアミン、2-メチルペンタメチレンジアミン脂肪族ポリアミン、イソフォロンジアミン、1,3-ビスアミノメチルシクロヘキサン、ビス(4-アミノシクロヘキシル)メタン、ノルボルネンジアミン、1,2-ジアミノシクロヘキサンなどの脂環式ポリアミン、N-アミノエチルピペラジン、1,4-ビス(2-アミノ-2-メチルプロピル)ピペラジンなどのピペラジン型のポリアミン、ジアミノジフェニルメタン、m-フェニレンジアミン、ジアミノジフェニルスルホン、ジエチルトルエンジアミン、トリメチレンビス(4-アミノベンゾエート)、ポリテトラメチレンオキシド-ジ-P-アミノベンゾエート、下記式で示されるものなどの芳香族ポリアミンが挙げられる。

【0196】

【化6】



【0197】

R：水素基またはアルキル基

X：水素基またはアルキル基

【0198】

上記の硬化剤は、単独で用いても、同じ官能基を含む 2 種以上の硬化剤を配合して用いても良く、さらにポットライフやエポキシ樹脂との硬化性を損なわない範囲であれば、異なる官能基を含む硬化剤を 2 種以上配合して用いてもよい。半導体装置の封止用途を考慮すると、耐熱性、電気的機械的特性という観点からフェノール樹脂及び芳香族ポリアミン型硬化剤が好ましい。更に密着性、耐湿性を兼ね備えるという観点からは芳香族ポリアミン型硬化剤が好ましい。さらに本発明の様態がアンダーフィル用液状封止樹脂組成物であることを踏まえると、室温(25℃)で液状を呈するものが好ましく、そのような芳香族ポリアミン硬化剤の具体例としては、特開平 10-158365 に開示してある硬化剤(式 1 において、 $n = 0 \sim 2$ 、 $X = \text{C}_2\text{H}_5$ 、 $R = \text{H}$)、特開 2004-35668、137970 に開示している硬化剤(式 1 において、 $n = \text{平均} 0.3$ 、 $X = \text{H}$ 、 $R = \text{CH}_3$)等が入手可能である。

【0199】

硬化剤の配合量は、エポキシ樹脂のエポキシ当量に対して硬化剤の活性水素当量で 0.6 ~ 1.4 の範囲であり、より好ましくは 0.7 ~ 1.3 の範囲である。ここで硬化剤の活性水素当量が 0.6 未満または 1.4 を超える場合には反応性や組成物の耐熱性が著し

く損なわれるため好ましくない。ただし、硬化剤に含まれる官能基が酸無水物基の場合は、1個の酸無水物官能基から2個のカルボン酸官能基が誘導されることから、酸無水物官能基1個につき2個の活性水素が含まれるものとして計算する。

【0200】

アンダーフィル材112に用いる無機充填材には、タルク、焼成クレー、未焼成クレー、マイカ、ガラス等のケイ酸塩、酸化チタン、アルミナ、溶融シリカ（溶融球状シリカ、溶融破碎シリカ）、合成シリカ、結晶シリカ等のシリカ粉末等の酸化物、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ハイドロタルサイト等の炭酸塩、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム等の水酸化物、硫酸バリウム、硫酸カルシウム、亜硫酸カルシウム等の硫酸塩または亜硫酸塩、ホウ酸亜鉛、メタホウ酸バリウム、ホウ酸アルミニウム、ホウ酸カルシウム、ホウ酸ナトリウム等のホウ酸塩、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化ケイ素等の窒化物等を挙げることができる。これらの無機充填材は、単独でも混合して使用しても良い。これらの中でも樹脂組成物の耐熱性、耐湿性、強度等を向上できることから溶融シリカ、結晶シリカ、合成シリカ粉末が好ましい。

10

【0201】

無機充填材の形状は、特に限定されないが、充填特性の観点から形状は球状であることが好ましい。この場合、無機充填材の平均粒子径は、好ましくは0.1~20ミクロンであり、特に好ましくは0.2~8ミクロンである。平均粒子径が0.1ミクロンを超える場合は樹脂組成物の粘度が低下するため充填性が向上し、20ミクロンを超えない場合は組成物が半導体装置の隙間へ充填する際に樹脂詰まりが生じにくいので好ましい。

20

【0202】

アンダーフィル材112に用いるシランカップリング剤とは、その化学構造としては一分子中にアルコキシ基が結合した珪素原子と官能基が結合した炭化水素部を含む化学構造を有するものであれば、特に分子量や構造は限定されるものではない。例えば3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、3-グリシドキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルエチルジエトキシシラン、2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシランなどのエポキシシランカップリング剤、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルエチルジエトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシランなどのアクリレート基が結合したシランカップリング剤、N-アミノエチル化アミノプロピルメチルジアルコキシシラン、N-アミノエチル化アミノプロピルトリアルコキシシラン、3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリエトキシシラン、N-フェニル- -アミノプロピルトリメトキシシラン、N-フェニル- -アミノプロピルトリエトキシシラン、N-フェニル- -アミノブチルトリメトキシシラン、N-フェニル- -アミノブチルトリエトキシシランなどのアミノシランカップリング剤、N-(1,3-ジメチルブチリデン)-3-(トリエトキシシリル)プロピルアミン、N-(ベンジリデン)-3-(トリエトキシシリル)プロピルアミンなどアミノシランカップリング剤の1級アミノ基をケトンまたはアルデヒドを反応させて保護した潜在性アミノシランカップリング剤、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3-メルカプトプロピルメチルジメトキシシランのようなメルカプトシランカップリング剤、ビス(3-トリエトキシシリルプロピル)テトラスルフィド、ビス(3-トリエトキシシリルプロピル)ジスルフィドのような熱分解することによってメルカプトシランカップリング剤と同様の機能を発現するシランカップリング剤などがある。またこれらのシランカップリング剤は予め加水分解反応させたものを配合しても良い。これらは単独でも2種以上混合して使用しても良い。本発明の場合、エポキシシランカップリング剤は基板、半導体装置の部材表面（基板表面のソルダーレジスト、シリコンチップ表面のポリイミド、シリコンチップの側面）への密着性が比較的良好であるという観点から好ましい。アミノシランカップリング剤、潜在性アミノシランカップリング剤およびメルカプトシランカップリング剤はシリコンチップ表面のポリイミドおよび窒化珪素表面との密着性が非常に良好であ

30

40

50

るため好ましい。

【0203】

シランカップリング剤の配合方法としては、樹脂組成物を製造する過程でシリカフィラーと有機材料とを混合する際に同時にカップリング剤を配合、分散、混合するインテグラルブレンド法式、エポキシ樹脂、芳香族アミン硬化剤および、またはシリカフィラー以外の他の有機添加剤に事前にカップリング剤を分散・溶解させたのち樹脂組成物へ配合されるマスターバッチ法式、事前にカップリング剤をシリカフィラー表層へ化学修飾する方式などがあり、いずれの配合方法をとっても、これらを組み合わせた配合方法を行ってもよい。より好ましくは、マスターバッチ方式またはマスターバッチ方式とシリカ表層へ化学修飾する方法を組み合わせた配合方法が均一な樹脂組成物を得ることができる。

10

【0204】

アンダーフィル材112は、必要に応じて、エポキシ基を有するポリブタジエンを含有する。エポキシ基を有するポリブタジエンとは、分子中に1,3-ブタジエンモノマーを繰り返し単位として含む重合体であり、かつ分子中にエポキシ基を含むものであれば、分子量や結合構造は特に限定されるものではない。数平均分子量は400以上4000以下の範囲が好ましく、より好ましい範囲は600以上3000以下である。分子量400以上では、樹脂組成物はガラス転移温度を維持することができ、分子量が4000を越えない場合においては、樹脂組成物の粘度が過剰に高くなることなく、良好な作業性を発現することができる。なお、ここで数平均分子量とはGPC法によるスチレン換算分子量である。エポキシ基の含有率は、3～10%が好ましい。3%以上ではエポキシ樹脂および芳香族アミン硬化剤と分離することなく混合・相溶することができ、10%を越えない場合は、硬化後に海島構造を形成でき、結果として低応力化、可撓性付与効果が得ることができる。

20

【0205】

また上記の要件を満たしていれば、構造中に他のモノマーを含むランダム共重合体またはブロック共重合体でもよいが、この場合、1,3-ブタジエンモノマーの繰り返し単位が30重量%以上含まれることが好ましい。そのようなポリマー例としてはSBR（スチレンブタジエンゴム）、NBR（ニトリルゴム）、ABSのエポキシ化したものが挙げられる。

【0206】

アンダーフィル材112には必要に応じて、前記成分の他に希釈剤、顔料、難燃剤、界面活性剤、レベリング剤、消泡剤等の添加物を用いても差し支えない。アンダーフィル材112を構成する樹脂組成物の製造方法としては各成分、添加物等をプラネタリーミキサー、三本ロール、二本熱ロール、ライカイ機などの装置をもちいて分散混練したのち、真空下で脱泡処理して製造する。予めまたは製造途中段階で原材料中の揮発分を除去する目的で、大気圧または減圧雰囲気の下、エポキシ樹脂と硬化剤の反応や各成分の分解反応が起こらない温度範囲、例えば50～200で加熱処理を行なっても差し支えない。また分散混合工程の途中段階または最終段階に、5から35の温度で12～96時間の範囲で養生を行っても良い。

30

【0207】

アンダーフィル材112の半導体パッケージ100のシリコンチップ102および多層基板108の間隙への充填・封止の方法としては、半導体装置100およびアンダーフィル材112を形成する樹脂組成物を加熱しながら、シリコンチップ102の端に樹脂組成物を塗布し、毛細管現象により隙間へ行き渡らせるのが常法であるが、生産サイクルを短縮させる目的から、半導体装置100を傾斜させる、圧力差を利用して注入を加速させるなどの方法を併用しても良い。充填された樹脂は100～170の温度範囲で1～12時間加熱を行うことにより硬化する。ここで温度プロファイルはたとえば、1001時間加熱した後にひきつづき1502時間加熱するような段階的に温度を変化させながら加熱硬化を行っても良い。

40

【0208】

50

以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

【0210】

また、上記実施の形態では多層基板108の層構造を1-2-1型、2-2-2型、3-2-3型、4-2-4型としたが、他の層構成としてもよい。例えば、1-2-3型、1-2-5型、3-2-1型、5-2-1型などの層構成としても、アンダーフィル材112の線膨張係数およびガラス転移点について上記実施の形態の場合と同様の条件式が成り立つ。

【0211】

また、上記実施の形態では多層基板108をインターポーザとしたが、マザーボードなどの他の回路基板としてもよい。この場合、シリコンチップ102を直接マザーボードにフリップチップ実装しても、マザーボードのコア材104の線膨張係数が十分に小さく、アンダーフィル材112の線膨張係数およびガラス転移点の条件が満たされれば、同様に温度条件の変化に対して優れた耐久性を示す

【実施例】

【0212】

以下、本発明を実施例および比較例により説明するが、本発明はここで例示された形態に限定されるものではない。

【0213】

以下の実施例を行う前に、本発明者らは、住友ベークライトの社内に蓄積されたフリップチップ実装に関する技術データベースを用いて、薄型FC-BGAの最適アンダーフィル特性について、実施形態1で説明した応力計算のシミュレーションを行った。本発明者らは、応力計算のシミュレーションの条件としては、FC-BGA実装において、3-2-3構造の回路基板を用いて、パッケージサイズは50mm角であり、シリコンチップのサイズは15mm角、725μm厚の条件を採用した。

【0214】

シミュレーションの結果、従来の薄型FC-BGA型の半導体パッケージ100では、コア材104の線膨張係数が大きかったため、コア材104の厚みが500μm以下(コア厚400μmおよび100μm)の領域では、アンダーフィル材112の線膨張係数およびガラス転移点をどのように調整しても、(i)シリコンチップ102のLow-K膜保護、(ii)半田バンプ100保護、(iii)シリコンチップ102反り小、(iv)シリコンチップ102の側面におけるアンダーフィル材112のフィレット剥離保護という4つの要請を満たすことは困難であった。

【0215】

一方で、実施形態1~4の半導体パッケージ100では、コア材104の線膨張係数が小さいため、コア材104の厚みが500μm以下(コア厚400μmおよび100μm)の領域でも、アンダーフィル材112の線膨張係数およびガラス転移点を調整することにより、(i)シリコンチップ102のLow-K膜保護、(ii)半田バンプ100保護、(iii)シリコンチップ102反り(そり)小、(iv)シリコンチップ102の側面におけるアンダーフィル材112のフィレット剥離保護という4つの要請をバランスよく満たすことが可能であると予測された。

【0216】

以下の実施例は、上記のシミュレーションの結果を実験データにより実証し、さらには回路基板の層構造が3-2-3構造以外の場合にも成立することを実証するために行ったものである。なお、下記の実施例は、基本的にシミュレーションの条件であるパッケージサイズ、チップサイズなどの各種条件に基づいて行った。あらかじめ結論を述べておくと、本発明者らは、以下の実施例により、上記のシミュレーションの結果が正しいことが証明されていると考えている。

【0217】

1. 液状樹脂組成物の原料

10

20

30

40

50

絶縁樹脂層形成用の液状樹脂組成物の原料は以下の通りである。

【0218】

(1) シアネート樹脂1：ノボラック型シアネート樹脂（ロンザジャパン社製、「プリマセット PT-30」、Mw約700）

【0219】

(2) シアネート樹脂2：ノボラック型シアネート樹脂（ロンザジャパン社製、「プリマセット PT-60」、Mw約2,600）

【0220】

(3) シアネート樹脂3：ビスフェノールA型シアネート樹脂（旭化成エポキシ社製、「AroCyB-30」）

【0221】

(4) エポキシ樹脂：ビフェニルジメチレン型エポキシ樹脂（日本化薬社製、「NC-3000」、エポキシ当量275）

【0222】

(5) フェノール樹脂：ビフェニルジメチレン型フェノール樹脂（日本化薬社製、「GPH-103」、水酸基当量203）

【0223】

(6) フェノキシ樹脂1 / ビフェニルエポキシ樹脂とビスフェノールSエポキシ樹脂との共重合体であり、末端部はエポキシ基を有している：ジャパンエポキシレジン社製・「YX-8100H30」、重量平均分子量30000）

【0224】

(7) フェノキシ樹脂2 / ビスフェノールA型エポキシ樹脂とビスフェノールF型エポキシ樹脂との共重合体であり、末端部はエポキシ基を有している：ジャパンエポキシレジン社製・「エピコート4275」、重量平均分子量60000）

【0225】

(8) 硬化促進剤 / イミダゾール化合物：四国化成工業社製・「1-ベンジル-2-フェニルイミダゾール」

【0226】

(9) 無機充填材1：球状溶融シリカ（電気化学工業社製、「SFP-10X」、平均粒径0.3 μm）

【0227】

(10) 無機充填材2：球状溶融シリカ（アドマテックス社製、「SO-32R」、平均粒径1.5 μm）

【0228】

(11) 無機充填材3：球状溶融シリカ（アドマテックス社製、「SO-25R」、平均粒径0.5 μm）

【0229】

(12) カップリング剤：エポキシシラン型カップリング剤（日本ユニカー社製、「A-187」）

【0230】

2. 絶縁樹脂層形成用の液状樹脂組成物の調製

以下、各成分の配合量は固形分基準である。

【0231】

2.1 絶縁樹脂層形成用の液状樹脂組成物1の調製

シアネート樹脂1を15重量部、シアネート樹脂2を5重量部、エポキシ樹脂を10重量部、フェノール樹脂を10重量部、各々用い、これらを常温でメチルエチルケトンに溶解した。

【0232】

次いで、無機充填材1を10重量部、無機充填材2を50重量部、及び、無機充填材1と無機充填材2との合計100重量部に対して、カップリング剤を0.5重量部添加し、

10

20

30

40

50

高速攪拌装置を用いて 10 分間攪拌混合して液状樹脂組成物 1 を調製した。

【0233】

3. 絶縁樹脂層付きキャリアの製造

3.1 絶縁樹脂層付きキャリア A - 1 の製造

キャリアとして厚み 35 μm 、幅 480 mm のポリエチレンテレフタレートフィルム（三菱化学ポリエステル社製・ダイヤホイル）を用いた。

【0234】

上記キャリアに、上記で得られた液状樹脂組成物 1 をコンマコーター装置で塗工し、150 の乾燥装置で 3 分間乾燥させ、厚さ 20 μm 、幅 410 mm の絶縁樹脂層を、幅方向においてキャリアの中心に位置するように形成した。

10

【0235】

この絶縁樹脂層側に、保護フィルム（ポリエチレン）をラミネートして、絶縁樹脂層付きキャリア A - 1 を製造した。

【0236】

4. キャリア付きプリプレグの製造

繊維布としてガラス繊維布（ユニチカグラスファイバー社製・「E02Z-SK」、幅 360 mm、坪量 17 g/m²）を用いた。

【0237】

また、上記で得られた絶縁樹脂層付きキャリア A - 1（2 枚）を、第一及び第二の絶縁樹脂層付きキャリアとして用いた。

20

【0238】

第一及び第二の絶縁樹脂層付きキャリアの保護フィルムをはがしながら、絶縁樹脂層付きキャリアの絶縁樹脂層側を繊維布の両面側に、繊維布が幅方向においてキャリアの中心に位置するようにそれぞれ重ね合わせ、750 Torr の減圧条件下で、80 のラミネートロール 24 を用いて接合した。

【0239】

ここで、繊維布の幅方向寸法の内側領域においては、第一及び第二の絶縁樹脂層付きキャリアの絶縁樹脂層側を繊維布の両面側にそれぞれ接合するとともに、繊維布の幅方向寸法の外側領域においては、第一及び第二の絶縁樹脂層付きキャリアの絶縁樹脂層どうしを接合した。

30

【0240】

次いで、上記接合したものを、120 に設定した横搬送型の熱風乾燥装置内を 2 分間通すことによって、圧力を作用させることなく加熱処理して、キャリア付きプリプレグを製造した。

【0241】

5. 多層プリント配線板の製造

内層回路基板として、絶縁層厚み 0.6 mm、回路厚み 12 μm 、回路幅及び回路間幅： $L/S = 50 \mu\text{m} / 50 \mu\text{m}$ の回路加工が施されたプリント配線板を用いた。

【0242】

上記のキャリア付きプリプレグの、片側のキャリアを剥離除去し、絶縁樹脂層を露出させ、もう一方の側はキャリアを有した状態とした。上記の内層回路基板の両面側に、キャリア付きプリプレグの絶縁樹脂層側をそれぞれ重ね合わせ、名機製作所社製「ベクレルラミネータ MVL P」を用いて、常圧から 750 Torr 減圧した条件下で、80、0.5 MPa で 30 秒間、次いで、120、1.5 MPa で 60 秒間成形を行った。その後、200 の乾燥装置で 1 時間加熱処理して、評価用の 1 - 2 - 1 型の多層プリント配線板を製造した。

40

【0243】

さらに、上記の工程を繰り返して、2 - 2 - 2 型、3 - 2 - 3 型、4 - 2 - 4 型の多層プリント配線板をそれぞれ製造した。

【0244】

50

6. アンダーフィル材の製造

アンダーフィル材の製造で用いた液状樹脂組成物の原料は以下の通りである。

【0245】

(1) エポキシ樹脂1：ビスフェノール型エポキシ樹脂（大日本インキ化学工業（株）製、EXA-830LVP、エポキシ当量161）

【0246】

(2) エポキシ樹脂2：3官能グリシジルアミン（ジャパン・エポキシ・レジン（株）社製、E-630、N,N-ビス（2,3-エポキシプロピル）-4-（2,3-エポキシプロポキシ）アニリン、エポキシ当量97.5）

【0247】

(3) 硬化剤：芳香族1級アミン型硬化剤（日本化薬（株）社製 「カヤハードAA」 3,3'-ジエチル-4,4'-ジアミノジフェニルメタン アミン当量63.5）

【0248】

(4) シランカップリング剤：エポキシシランカップリング剤（信越化学工業化学（株）製 KBM-403E：3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、分子量236.3）

【0249】

(5) 添加剤1：低応力剤（日本石油化学（株）製、E-1800-6.5、数平均分子量1800、エポキシ変性ポリブタジエンゴム）

【0250】

(6) 添加剤2：希釈剤（和光純薬工業（株）社製試薬 ジエチレングリコ-ルモノエチルエ-テル（DGME））

【0251】

(7) 充填材：球状合成シリカ（株式会社アドマテックス社製合成球状シリカ SE-6200（平均粒径2.5 μ m）、SO-E3（平均粒径1）、SO-E2（平均粒径0.5 μ m）を各々45：40：15の重量比率で配合したもの）

【0252】

これらの原料を用いて、表1に示すような配合割合（重量部）でアンダーフィル樹脂UF1～UF-9を作製した。そして、得られたアンダーフィル樹脂UF1～UF-9のTMA法によるガラス転移温度（ ）、線膨張係数（ppm/ ）を測定した。測定結果を表1に示す。

【0253】

10

20

30

【表 1】

配合	一般名称	商品名	UF-1	UF-2	UF-3	UF-4	UF-5	UF-6	UF-7	UF-8	UF-9
エポキシ樹脂	ビスフェノールF型エポキシ樹脂	EXA-830LVP	100	100	90	70	60	45	30	10	70
	3官能グリジルアミン	E-630	0	0	10	30	40	55	70	90	30
	硬化剤	芳香族1級アミン型硬化剤	34	39	40	45	48	53	55	61	45
シランカップリング剤	エポキシシランカップリング剤	KBM-403	5	5	5	5	5	5	5	5	5
添加剤	低応力剤	E-1800-6.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	希釈剤	DGME	2	2	2	2	2	2	2	2	2
充填材	球状合成シリカ	アドマテックス	273	280	282	292	297	306	308	319	157
	配合中のシリカ含有率(wt%)		65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	50%
樹脂特性	ガラス転移温度(°C)		70	80	90	100	110	120	130	140	100
	線膨張係数(ppm/°C)		27	27	26	26	26	26	26	25	37

6．半導体パッケージの製造

さらに、上記のようにして得られた 1 - 2 - 1 型、2 - 2 - 2 型、3 - 2 - 3 型、4 - 2 - 4 型の多層プリント配線板と、アンダーフィル樹脂 UF 1 ~ UF - 9 と、シリコンチップと、を用いて、表 2 ~ 表 6 に示す組合せによりフリップチップ実装による半導体パッケージを作製した。

【 0 2 5 5 】

そして、作製した半導体パッケージについて、SAT 観察および導電試験を行った。結果を表 2 ~ 表 6 に示す。なお、比較例 5 を除いて、いずれの半導体パッケージにおいても、コア材およびビルドアップ層の組成としては、表 7 に示したものをを用いた。

【 0 2 5 6 】

【表 2】

	実施例1	実施例2
基板種構造	1-2-1構造	1-2-1構造
コア材厚み	0.4	0.4
コア材面内方向CTE(ppm/°C)	11	11
コア材厚み方向CTE(ppm/°C)	16	16
ビルドアップ材CTE(ppm/°C)	30	30
基板構造・厚みを代入して得たT _g 範囲	95-145	95-145
アンダーフィル配合	UF-2	UF-8
T _g (°C)	80	140
CTE(ppm/°C)	27	26
半導体信頼性結果		
SAT観察	合格	合格
導電試験結果	合格	合格

【 0 2 5 7 】

【表 3】

	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9
基板種構造	2-2-2基板	2-2-2基板	2-2-2基板	2-2-2基板	2-2-2基板	2-2-2基板	2-2-2基板
コア材厚み	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
コア材面内方向CTE(ppm/°C)	11	11	11	11	11	11	11
コア材厚み方向CTE(ppm/°C)	16	16	16	16	16	16	16
ビルドアップ材CTE(ppm/°C)	30	30	30	30	30	30	30
基板構造・厚みを代入して得たT _g 範囲	80-115	80-115	80-115	80-115	85-135	85-135	85-135
アンダーフィル配合	UF-2	UF-3	UF-4	UF-5	UF-2	UF-4	UF-7
T _g (°C)	80	90	100	110	80	100	130
CTE(ppm/°C)	27	26	26	26	27	26	25
半導体信頼性結果							
SAT観察	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
導電試験結果	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

【 0 2 5 8 】

【表 4】

	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21
基板種構造	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板
コア材厚み	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
コア材面内方向CTE(ppm/°C)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
コア材厚み方向CTE(ppm/°C)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
ビルドアップ材CTE(ppm/°C)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
基板構造・厚みを代入して得たT _g 範囲	77.5-105	77.5-105	77.5-105	80-115	80-115	80-115	80-115	80-115	80-115	80-115	80-115	80-115
アンダーフィル配合	UF-2	UF-3	UF-4	UF-2	UF-3	UF-4	UF-5	UF-2	UF-3	UF-4	UF-5	UF-7
T _g (°C)	80	90	100	80	90	100	110	80	90	100	110	130
CTE(ppm/°C)	27	26	26	27	26	26	26	27	26	26	26	25
半導体信頼性結果												
SAT観察	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
導電試験結果	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

【 0 2 5 9 】

【表 5】

	実施例22	実施例23
基板種構造	4-2-4基板	4-2-4基板
コア材厚み	0.4	0.4
コア材面内方向CTE(ppm/°C)	11	11
コア材厚み方向CTE(ppm/°C)	16	16
ビルドアップ材CTE(ppm/°C)	30	30
基板構造・厚みを代入して得たT _g 範囲	75-125	75-125
アンダーフィル配合	UF-2	UF-6
T _g (°C)	80	120
CTE(ppm/°C)	27	26
半導体信頼性結果		
SAT観察	合格	合格
導電試験結果	合格	合格

【 0 2 6 0 】

10

20

30

40

【表 6】

	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
基板種構造	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板	3-2-3基板
コア材厚み	0.4	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2
コア材面内方向CTE(ppm/°C)	11	11	11	11	15	11
コア材厚み方向CTE(ppm/°C)	16	16	16	16	25	16
ビルドアップ材CTE(ppm/°C)	30	30	30	30	46	30
基板構造・厚みを代入して得たT _g 範囲	85-135	77.5-105	80-115	85-135	80-115	80-115
アンダーフィル配合	UF-1	UF-5	UF-6	UF-8	UF-3	UF-9
T _g	70	110	120	140	90	90
CTE	27	26	26	25	26	37
半導体信頼性結果						
SAT観察	合格	不合格 (チップ割れ)	不合格 (チップ割れ)	不合格 (チップ割れ)	不合格 (チップ割れ)	不合格 (剥離)
導電試験結果	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格	不合格

10

【 0 2 6 1 】

【表 7】

樹脂	商品名等	重量部	
		コア材	ビルドアップ層
シアネート樹脂	ノボラック型シアネート樹脂：ロンサ社製・「フリマセット PT-30」、重量平均分子量 700	19.7	25.0
エポキシ樹脂	ビフェニルジメチレン型エポキシ樹脂：日本化薬社製・「NC-3000」、エポキシ当量 275、重量平均分子量 2000	11.0	24.7
フェノキシ樹脂	ビフェニルエポキシ樹脂とビスフェノール S エポキシ樹脂との共重合体であり、末端部はエポキシ基を有している：シャハ・ンエポキシレシ・ン社製・「YX-8100H30」、重量平均分子量 30,000)		10.0
硬化剤	ビフェニルジメチレン型フェノール樹脂：明和化成社製・「MEH-7851-3H」、水酸基当量 230	9.0	
硬化触媒	イミダゾール化合物：四国化成工業製・「1B2PZ」、1-ベンジル-2-フェニルイミダゾール		0.1
無機充填材	球状溶融シリカ：アトマテックス社製・「SO-25H」、平均粒径 0.5 μm	60	40
カップリング剤	エポキシランカップリング剤：GE 東芝シリコン社製・「A-187」	0.3	0.2

20

30

【 0 2 6 2 】

< 評価結果のまとめ >

40

図 9 は、1 - 2 - 1 型のインターポーザを用いた薄型 F C - B G A 型の半導体装置でのサーマルサイクル試験の結果を説明するためのグラフである。アンダーフィルの線膨張係数は 26 ppm / °C で固定した条件で実験を行った。なお、この図の横軸はコア材の厚み (mm) を示し、縦軸はアンダーフィルの TMA 法によるガラス転移温度 (°C) を示す。後述する図 10 ~ 図 12 についても同様である。

【 0 2 6 3 】

評価項目としては、(i) シリコンチップ 102 の Low - K 膜保護、(i i) 半田バンプ 100 保護、(i i i) シリコンチップ 102 反り (そり) 小、(i v) シリコンチップ 102 の側面におけるアンダーフィル材 112 のフィレット剥離保護という 4 つの項目で評価した。この図の黒丸は、実験でいずれかの項目において不良が発生したことを示

50

し、灰色丸はやや抵抗値が高いがクラックなどが無いので合格であることを示す。後述する図10～図12についても同様である。

【0264】

この図を見てわかるように、アンダーフィルのTMA法によるガラス転移温度 T_g ()は、コア材の厚みを T (mm)とすると、 $75 \leq T_g < 112.5T + 95$ の式を満たすことがわかる。また、それよりも狭い条件である $25T + 75 \leq T_g \leq 100T + 95$ の式も当然に満たしている。さらに、1-2-1型のインターポーザのビルドアップ層は3層以下であるため、 $50T + 75 \leq T_g < 125T + 95$ の式も満たしている。

【0265】

図10は、2-2-2型のインターポーザを用いた薄型FC-BGA型の半導体装置でのサーマルサイクル試験の結果を説明するためのグラフである。アンダーフィルの線膨張係数は $26 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ で固定した条件で実験を行った。

10

【0266】

この図を見てわかるように、アンダーフィルのTMA法によるガラス転移温度 T_g ()は、コア材の厚みを T (mm)とすると、1-2-1型の場合と同様に $75 \leq T_g < 112.5T + 95$ の式を満たすことがわかる。また、それよりも狭い条件である $25T + 75 \leq T_g \leq 100T + 95$ の式も当然に満たしている。さらに、2-2-2型のインターポーザのビルドアップ層は4層以上6層以下であるため、 $25T + 75 \leq T_g \leq 100T + 95$ の式も満たしている。

【0267】

20

図11は、3-2-3型のインターポーザを用いた薄型FC-BGA型の半導体装置でのサーマルサイクル試験の結果を説明するためのグラフである。アンダーフィルの線膨張係数は $26 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ で固定した条件で実験を行った。

【0268】

この図を見てわかるように、アンダーフィルのTMA法によるガラス転移温度 T_g ()は、コア材の厚みを T (mm)とすると、1-2-1型、2-2-2型の場合と同様に $75 \leq T_g < 112.5T + 95$ の式を満たすことがわかる。また、それよりも狭い条件である $25T + 75 \leq T_g \leq 100T + 95$ の式も当然に満たしている。さらに、2-2-2型のインターポーザのビルドアップ層は4層以上6層以下であるため、 $25T + 75 \leq T_g \leq 100T + 95$ の式も満たしている。

30

【0269】

図12は、4-2-4型のインターポーザを用いた薄型FC-BGA型の半導体装置でのサーマルサイクル試験の結果を説明するためのグラフである。アンダーフィルの線膨張係数は $26 \text{ ppm/}^\circ\text{C}$ で固定した条件で実験を行った。

【0270】

この図を見てわかるように、アンダーフィルのTMA法によるガラス転移温度 T_g ()は、コア材の厚みを T (mm)とすると、1-2-1型、2-2-2型、3-2-3型の場合と同様に $75 \leq T_g < 112.5T + 95$ の式を満たすことがわかる。また、それよりも狭い条件である $25T + 75 \leq T_g \leq 100T + 95$ の式も当然に満たしている。さらに、2-2-2型のインターポーザのビルドアップ層は7層以上であるため、 $75 \leq T_g \leq 75T + 95$ の式も満たしている。

40

【0271】

以上の実験結果より、シミュレーションの結果の最適領域に含まれる実験条件のサンプルが、(i)シリコンチップ102のLow-K膜保護、(ii)半田バンプ100保護、(iii)シリコンチップ102反り小、(iv)シリコンチップ102の側面におけるアンダーフィル材112のフィレット剥離保護という4つの要請を実際に満たすことを確認し、シミュレーションの結果が信頼性のおけるものであることが明らかとなった。

【0272】

また、1-2-1型、2-2-2型、3-2-3型、4-2-4型のいずれの場合においても同様に $75 \leq T_g < 112.5T + 95$ の式を満たすことがわかった。また、いず

50

れの場合にも、それよりも狭い条件である $2.5T + 7.5 \leq Tg \leq 100T + 9.5$ の式も当然に満たすこともわかった。すなわち、これらの条件式は、インターポーザの層構造にかかわらずに成立する条件式であることが明らかとなった。

【0273】

さらに、インターポーザのビルドアップ層が3層以下の場合には、 $7.5 \leq Tg < 112.5T + 9.5$ の式よりも一部広い範囲をカバーする、 $50T + 7.5 \leq Tg < 12.5T + 9.5$ の式が成立することが明らかとなった。しかし、この場合でも、インターポーザのビルドアップ層が3層以下の場合に、 $7.5 \leq Tg < 112.5T + 9.5$ の式の成立性が否定されたり、矛盾したりしているわけではない。

【0274】

以上、本発明を実施例に基づいて説明した。この実施例はあくまで例示であり、種々の変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

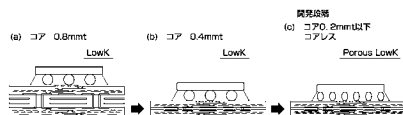
【産業上の利用可能性】

【0275】

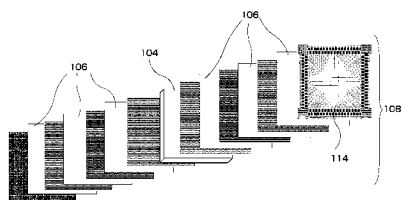
以上のように、本発明にかかる半導体装置は、温度変化にともなう半導体装置の損傷を抑制することができ、携帯電話やデジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラなどの小型・軽量・高性能化を実現する高密度実装の信頼性を向上する上で有用である。

10

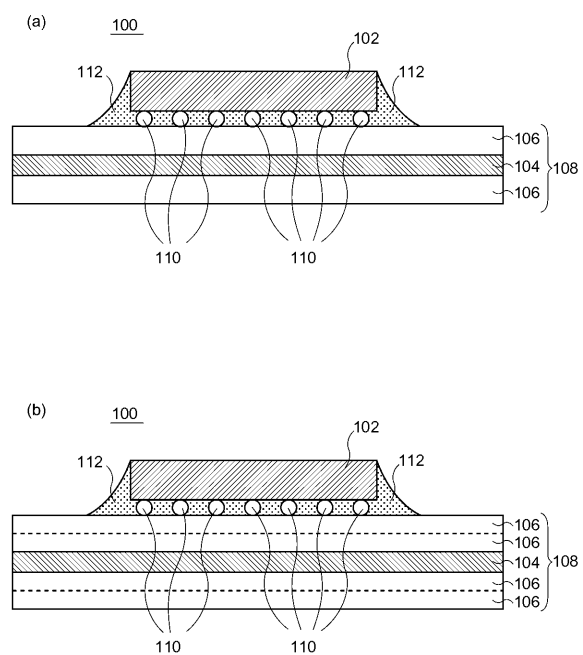
【図2】



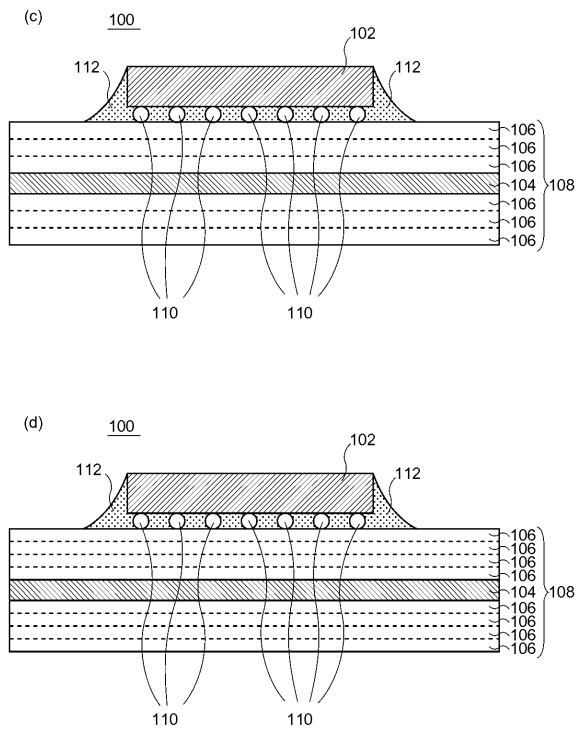
【図3】



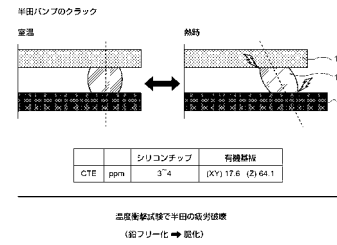
【図4】



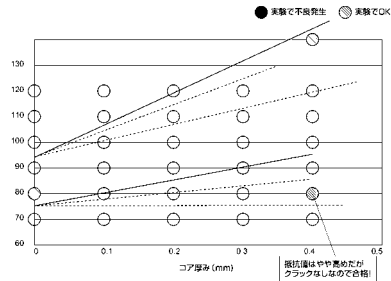
【図 5】



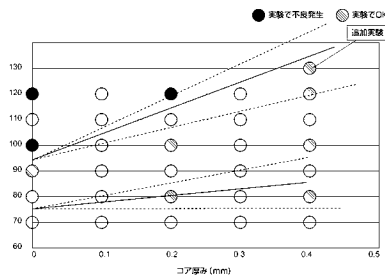
【図 8】



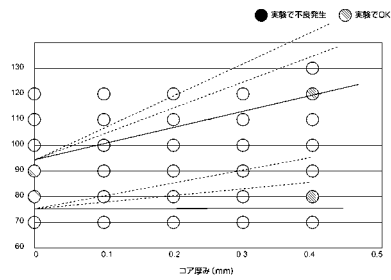
【図 9】



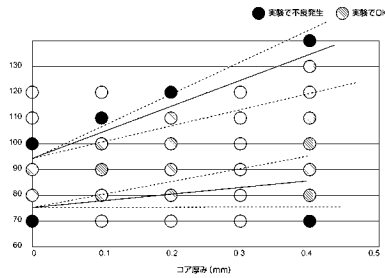
【図 10】



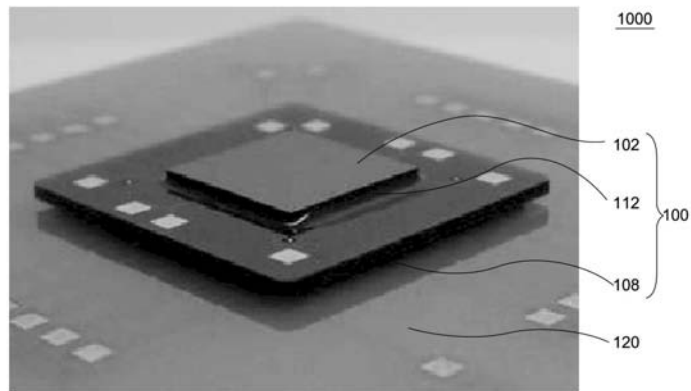
【図 12】



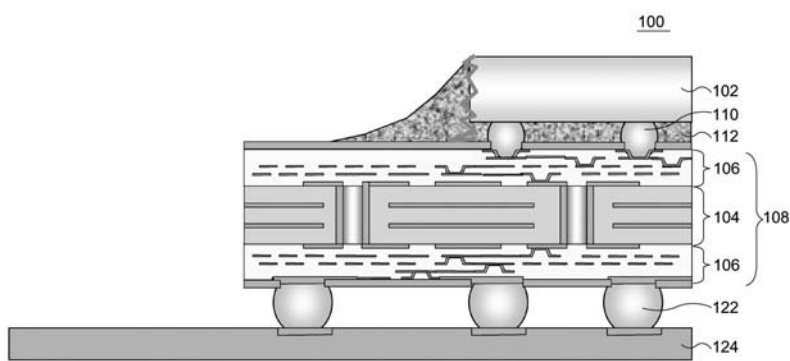
【図 11】



【図 1】



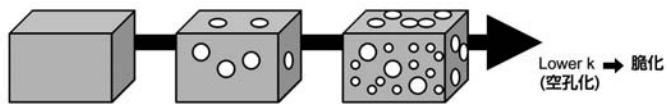
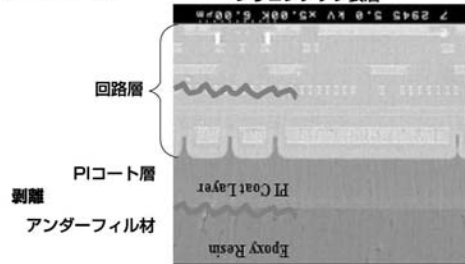
【図 6】



【図 7】

LowK層のクラック

シリコンチップ表層



フロントページの続き

- (72)発明者 廣瀬 浩
東京都品川区東品川2丁目5番8号 住友ベークライト株式会社内
- (72)発明者 伊藤 哲平
東京都品川区東品川2丁目5番8号 住友ベークライト株式会社内
- (72)発明者 橋 賢也
東京都品川区東品川2丁目5番8号 住友ベークライト株式会社内

合議体

審判長 藤原 敬士
審判官 田村 耕作
審判官 加藤 友也

- (56)参考文献 特開2003-218287(JP,A)
特開2006-80356(JP,A)
特開2006-24842(JP,A)
特開平11-116659(JP,A)
特開2005-97524(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L23/12
H01L21/60