

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-41027

(P2019-41027A)

(43) 公開日 平成31年3月14日 (2019.3.14)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H O 1 L 23/28	(2006.01)	H O 1 L 23/28	L	4 M 1 0 9
H O 1 L 25/07	(2006.01)	H O 1 L 25/04	C	
H O 1 L 25/18	(2006.01)			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2017-162791 (P2017-162791)	(71) 出願人	000005234
(22) 出願日	平成29年8月25日 (2017.8.25)		富士電機株式会社
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
		(71) 出願人	504180239
			国立大学法人信州大学
			長野県松本市旭三丁目1番1号
		(74) 代理人	100104190
			弁理士 酒井 昭徳
		(72) 発明者	仲俣 祐子
			神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
			富士電機株式会社内
		(72) 発明者	村上 泰
			長野県上田市常田3-15-1 国立大学
			法人 信州大学内

最終頁に続く

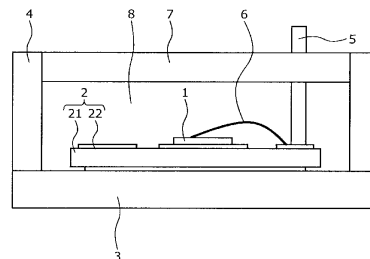
(54) 【発明の名称】 半導体装置、半導体装置の製造方法および樹脂成形体

(57) 【要約】

【課題】 高温環境下でも密着性を低下させず、半導体装置の信頼性を向上できる半導体装置、半導体装置の製造方法および樹脂成形体を提供する。

【解決手段】 半導体装置は、半導体素子1を搭載した金属基板3と、金属基板3を接着した樹脂ケース4と、樹脂ケース4内を充填した封止樹脂8と、を備える。封止樹脂8は、熱硬化性樹脂、キレート剤および金属フタロシアニンを含む。金属フタロシアニンは、熱硬化性樹脂100質量部に対して2質量部以上50質量部以下含まれる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体素子を搭載した金属基板と、
前記金属基板を接着した樹脂ケースと、
前記樹脂ケース内を充填した封止樹脂と、
を備え、
前記封止樹脂は、熱硬化性樹脂および金属フタロシアニンを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

前記封止樹脂は、キレート剤をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

10

【請求項 3】

前記キレート剤は、アルミニウム系キレート、チタン系キレートまたはジルコニウム系キレートのいずれか一つまたは二つ以上を混合したものであ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】

前記金属フタロシアニンは、銅フタロシアニン、鉄フタロシアニン、コバルトフタロシアニン、亜鉛フタロシアニンまたはアルミニウムフタロシアニンであることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記金属フタロシアニンは、前記熱硬化性樹脂 100 質量部に対して 2 質量部以上 50 質量部以下含まれることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一つに記載の半導体装置。

20

【請求項 6】

前記熱硬化性樹脂は、エポキシ樹脂であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項 7】

半導体素子を金属基板に搭載する第 1 工程と、
前記金属基板を樹脂ケースに接着する第 2 工程と、
前記樹脂ケース内を、熱硬化性樹脂、キレート剤および金属フタロシアニンを含む封止樹脂で充填する第 3 工程と、
を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

30

【請求項 8】

金属部材と、
熱硬化性樹脂、キレート剤および金属フタロシアニンを含む封止樹脂と、
を積層してなる樹脂成形体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、半導体装置、半導体装置の製造方法および樹脂成形体に関する。

【背景技術】

40

【0002】

近年、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を中心として、パワー半導体モジュールが電力変換装置に広く用いられるようになっている。パワー半導体モジュールは 1 つまたは複数のパワー半導体チップを内蔵して変換接続の一部または全体を構成し、かつ、パワー半導体チップとベースプレートまたは冷却面との間が電氣的に絶縁された構造を持つパワー半導体デバイスである。

【0003】

図 1 は、パワー半導体モジュールの構成を示す断面図である。図 1 に示すように、パワー半導体モジュールは、パワー半導体チップ 1 と、積層基板 2 と、金属基板 3 と、端子ケース 4 と、金属端子 5 と、金属ワイヤー 6 と、蓋 7 と、封止樹脂 8 と、を備える。パワー

50

半導体チップ1は、IGBTまたはダイオード等のパワー半導体チップであり、積層基板2上に搭載される。なお、積層基板2は、セラミック基板等の絶縁性基板21のおもて面および裏面に銅などの導電性板22が備えられたものである。積層基板2は、金属基板3にはんだ接合されている。金属基板3には、端子ケース4が接着されている。端子ケース4は、ポリフェニレンサルファイド（PPS：Poly Phenylene Sulfide）等の熱可塑性樹脂で、外部に信号を取り出す金属端子5を固定するためインサート成形されている。金属端子5は、積層基板2上にはんだ付けで固定され、蓋7を貫通して外部に突き出ている。金属ワイヤー6は、パワー半導体チップ1と金属端子5とを電氣的に接続している。蓋7は、端子ケース4と同一の熱可塑性樹脂で構成されている。封止樹脂8は、積層基板2の沿面およびパワーチップを搭載した基板上のパワー半導体チップ1を絶縁保護する封止材として、端子ケース4内に充填されている。 10

【0004】

封止樹脂8として、通常エポキシ樹脂が用いられている。エポキシ樹脂は、寸法安定性や、耐水性・耐薬品性および電気絶縁性が高く、封止樹脂として適している。

【0005】

パワー半導体モジュールは、200℃程度の高温環境下で使用されるようになってきており、このような高温環境下でも信頼性が高く、製品寿命が長いことが求められている。しかし、このような高温環境で使用すると部材と封止樹脂8との密着性が低下してしまう。封止樹脂8は部材を保護する役割を担っており、部材と封止樹脂8との密着性が不十分であると絶縁破壊が発生する問題が生じる。そこで、密着性を向上させる技術として、エポキシ樹脂に密着助剤としてアルミキレート（Alq）を混合することで、銅（Cu）やアルミニウム（Al）基板などの金属部材に対する密着性を向上させた樹脂成形体が提案されている（例えば、特許文献1参照）。 20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-298875号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、発明者らの鋭意研究の結果、密着助剤として効果が高いアルミキレートは、高温環境下では効果が弱まり、密着性が低下するという欠点があることが判明した。この場合、高温動作時に基板と樹脂に剥離が生じ、半導体装置の信頼性が低下するおそれがある。例えば、樹脂にクラックが生じ、クラックを通して、水分が半導体装置内に入り込み、半導体装置が故障するおそれがある。

【0008】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、高温環境下でも密着性を低下させず、半導体装置の信頼性を向上できる半導体装置、半導体装置の製造方法および樹脂成形体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】

【0009】

上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる半導体装置は、次の特徴を有する。半導体装置は、半導体素子を搭載した金属基板と、前記金属基板を接着した樹脂ケースと、前記樹脂ケース内を充填した封止樹脂と、を備える。前記封止樹脂は、熱硬化性樹脂および金属フタロシアニンを含む。

【0010】

また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記封止樹脂は、キレート剤をさらに含むことを特徴とする。

【0011】

また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属フタロシアニ 50

ンは、銅フタロシアニン、鉄フタロシアニン、コバルトフタロシアニン、亜鉛フタロシアニンまたはアルミニウムフタロシアニンであることを特徴とする。

【0012】

また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記金属フタロシアニンは、前記熱硬化性樹脂100質量部に対して2質量部以上50質量部以下含まれることを特徴とする。

【0013】

また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記熱硬化性樹脂は、エポキシ樹脂であることを特徴とする。

【0014】

また、この発明にかかる半導体装置は、上述した発明において、前記キレート剤は、アルミニウム系キレート、チタン系キレートまたはジルコニウム系キレートのいずれか一つまたは二つ以上を混合したものであることを特徴とする。

【0015】

上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる半導体装置の製造方法は、次の特徴を有する。まず、半導体素子を金属基板に搭載する第1工程を行う。次に、前記金属基板を樹脂ケースに接着する第2工程を行う。次に、前記樹脂ケース内を、熱硬化性樹脂、キレート剤および金属フタロシアニンを含む封止樹脂で充填する第3工程を行う。

【0016】

上述した課題を解決し、本発明の目的を達成するため、この発明にかかる樹脂成形体は、次の特徴を有する。樹脂成形体は、金属部材と、熱硬化性樹脂、キレート剤および金属フタロシアニンを含む封止樹脂と、を積層してなる。

【0017】

上述した発明によれば、金属フタロシアニンをエポキシ樹脂に混合することで、キレート剤およびエポキシ樹脂の酸化を防止して、室温での密着力を向上させ、200℃でも密着力の低下を少なくすることができる。これにより、高温動作時に基板と樹脂に剥離が生じることを防止し、半導体装置の信頼性を向上できる。

【発明の効果】

【0018】

本発明にかかる半導体装置、半導体装置の製造方法および樹脂成形体によれば、高温環境下でも密着性を低下させず、半導体装置の信頼性を向上できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】パワー半導体モジュールの構成を示す断面図である。

【図2】実施例および比較例の樹脂構成比と評価結果を示す表である。

【図3】実施例における銅フタロシアニン添加量と密着力、粘度との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる半導体装置、半導体装置の製造方法および樹脂成形体の好適な実施の形態を詳細に説明する。発明者らは、鋭意研究の結果、添加剤として金属フタロシアニンを用いることで、高温環境下においても密着助剤であるキレート剤の効果を向上させ、金属部材と封止樹脂との密着性が上がることを見出した。

【0021】

フタロシアニン(Pc)は、4つのフタル酸イミド($C_8H_5NO_2$)が窒素(N)原子で架橋された構造をもつ環状化合物であり、中心部分は遷移金属をはじめとした様々な元素と錯形成し、安定な錯体を形成する。フタロシアニンは、ポルフィリン類似構造を有する化合物であり、大環状 π 電子共役系を有する。フタロシアニンの中心部分に金属原子を含むものが金属フタロシアニンと呼ばれ、例えば銅(Cu)を含むと銅フタロシアニンと

10

20

30

40

50

呼ばれる。

【0022】

密着性が上がる機構は、必ずしも明らかではないが、大環状 π 電子共役系を有することから、電子授受能力があり、金属フタロシアニンが電子をキレート剤に供与し、自らが酸化することでキレート剤の酸化を抑止するものと考えられる。このように、金属フタロシアニンにより、キレート剤の酸化が防止され、密着性が向上する。

【0023】

〔樹脂成形体〕

本発明は一実施形態によれば、樹脂成形体であって、金属部材と、熱硬化性樹脂層とを積層してなる。熱硬化性樹脂層は、半導体装置の金属部材と接触し、金属部材上に積層される。樹脂成形体の熱硬化性樹脂層（封止樹脂）は、熱硬化性樹脂、添加剤および密着助剤を含んでいる。熱硬化性樹脂層には、無機充填剤、硬化剤、硬化促進剤、シランカップリング剤を含んでも良い。

10

【0024】

金属部材は、金属製部材であり、例えば積層基板の導電板やリードフレームやワイヤーなどであり、銅やアルミニウムおよびそれらの合金であってよい。金属部材の表面を覆うように熱硬化性樹脂層を形成する。

【0025】

熱硬化性樹脂は、エポキシ樹脂を用いることができる。エポキシ樹脂としては、1分子中に少なくとも2個以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂を用いることが好ましく、例えば、ビスフェノールA型、ビスフェノールF型、アリル基を導入したビスフェノールA型樹脂、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、多官能エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂等が挙げられるが、エポキシ樹脂はこれらに限定されない。エポキシ樹脂は、単独であるいは二種類以上を混合して使用することができる。なお、パワー半導体モジュールをトランスファー成形で形成する場合、室温（25℃）で液状であるエポキシ樹脂としてビスフェノールA型を用いることが好ましく、混合して使用する場合、エポキシ樹脂の総質量を100質量部としたときに、ビスフェノールA型を50質量部以上含むことがより好ましい。

20

【0026】

添加剤は、金属フタロシアニンで、銅（Cu）フタロシアニン、鉄（Fe）フタロシアニン、コバルト（Co）フタロシアニン、亜鉛（Zn）フタロシアニンおよびアルミニウム（Al）フタロシアニンのいずれでもよい。金属フタロシアニンに含まれる金属元素は、 $Cu > Co > Fe > Zn > Al$ の順で効果がある。これは、酸化還元電位が高い方が密着助剤の酸化防止に効果的であるためと考えられる。つまり、銅フタロシアニンを用いることが密着助剤の酸化防止に最も効果的である。

30

【0027】

金属フタロシアニンは、量が少ないと密着助剤の酸化を十分防止できず、量が多いと金属フタロシアニンが固体であるため、粘性が高まり作業性が悪くなる。このため、熱硬化性樹脂の総質量を100質量部としたときに、金属フタロシアニンが、2質量部以上50質量部以下となるように含有されていることが好ましく、5質量部以上25質量部以下となるように含有されていることがさらに好ましい。

40

【0028】

密着助剤はキレート剤で、アルミニウム系キレート、チタン系キレート、ジルコニウム系キレートのいずれか一種類または二種類以上を混合して用いることができる。したがって、例えば、アルミニウム系キレートのうち、異なる二種以上を併用してもよいし、アルミニウム系キレートとチタン系キレートを併用してもよい。アルミニウム系キレートとしては、例えば、アルミニウムエチルアセトアセテート・ジイソプロピレート（ALCH）、アルミニウムトリスエチルアセトアセテート（ALCH-TR）、アルミニウムアルキルアセトアセテート・ジイソプロピレート、アルミニウムビスエチルアセトアセテート・モノアセチルアセトネート、アルミニウムトリスアセチルアセトネート等を用いることが

50

できるが、これらには限定されない。このようなアルミニウム系キレートは、川研ファインケミカルより市販されており、これらを適宜用いることができる。チタン系キレートとしては、例えば、チタンアセチルアセトネート（TC-100）、チタンテトラアセチルアセトネート（TC-401）、チタンエチルアセトアセテート（TC-710）等を用いることができるが、これらには限定されない。ジルコニウム系キレートとしては、例えば、ジルコニウムテトラアセチルアセトネート（ZC-150）、ジルコニウムモノアセチルアセトネート（ZC-540）等を用いることができるが、これらには限定されない。列挙したチタン系キレート、ジルコニウム系キレートは、マツモトファインケミカルより市販されておりこれらを適宜用いることができる。キレート剤は、金属部材を構成する元素によらず、アルミニウム系キレート、チタン系キレート、ジルコニウム系キレートから適宜選択することができる。

10

【0029】

樹脂成形体を構成する熱硬化性樹脂層において、キレート剤は、熱硬化性樹脂と硬化剤の合計質量を100質量部としたときに、0.5質量部以上含まれ、例えば、0.5質量部以上10質量部以下含まれることが好ましく、1質量部以上5質量部以下で含むことがさらに好ましい。このような濃度範囲とすることで、キレート剤が、金属部材との界面に概ね、単分子層を形成して付着し、最も密着性を高くすることができるためである。キレート剤の濃度が低すぎると、金属部材との界面を十分に覆うことができない場合があり、キレート剤の濃度が高すぎると、キレート剤の層が厚くなり、却って密着性が低下する場合がある。

20

【0030】

また、熱硬化性樹脂層には、その目的に応じて、硬化剤を含んでもよい。硬化剤としては、アミン系硬化剤、例えば脂肪族ジアミン、脂肪族ポリアミン、芳香族アミン、環状アミンや、イミダゾール系硬化剤や、酸無水物系硬化剤、例えば脂肪族酸無水物、脂環式酸無水物、芳香族酸無水物や、ポリメルカプタン系硬化剤、例えば液状ポリメルカプタン、ポリスルフィド樹脂、などがあり、単独または二種類以上混合して使用できるが、硬化剤はこれらに限定されない。ただし、酸無水物系硬化剤は、含まない方が好ましい。キレート剤と酸無水物系硬化剤を含むと、反応時に泡が発生し、ボイドが生成しやすくなるからである。さらに、任意選択的な成分として、硬化促進剤を添加することができる。硬化促進剤としては、イミダゾール（2-メチルイミダゾール、2-エチル4-メチルイミダゾール）もしくはその誘導体、三級アミン（ベンジルジメチルアミン、トリエチレンジアミン）、ホウ酸エステル、ルイス酸、有機金属化合物、有機酸金属塩等を適宜配合することができる。イミダゾール系硬化促進剤の場合、添加量は、熱硬化性樹脂主剤100質量部に対して、0.01質量部以上50質量部以下とすることが好ましく、0.1質量部以上20質量部以下とすることがより好ましい。

30

【0031】

また、熱硬化性樹脂層には、その目的に応じて、無機充填剤として、例えば、シリカ、アルミナ、窒化ボロン、窒化アルミニウムなどの無機粒子からなるマイクロフィラーやナノフィラーを含んでいても良い。無機充填剤がマイクロフィラーの場合は、主剤の熱硬化性樹脂と、硬化剤との総質量を100質量部としたときに、無機充填剤が、10質量部以上90質量部以下となるように含有されていることが好ましく、10質量部以上70質量部以下となるように含有されていることがさらに好ましい。また、無機充填剤がナノフィラーの場合は、主剤の熱硬化性樹脂と、硬化剤との総質量を100質量部としたときに、無機充填剤が、1質量部以上50質量部以下となるように含有されていることが好ましく、5質量部以上20質量部以下となるように含有されていることがさらに好ましい。

40

【0032】

また、熱硬化性樹脂層は、添加剤と密着助剤を含む層と、添加剤と密着助剤を含まないもしくは所定量以下含んでいる層の積層構造であってもよい。樹脂成形体は、金属部材と、金属部材の表面と接する、酸化剤および密着助剤を含んでいる第1の層と、上記第1の層上に添加剤と密着助剤を含まないもしくは所定量以下含んでいる第2の層とからなる。

50

なお、前記所定量とは、熱硬化性樹脂の総質量を100質量部としたときに、添加剤（金属フタロシアニン）が2質量部である。また、熱硬化性樹脂の総質量を100質量部としたときに、密着助剤（キレート剤）が0.5質量部である。

【0033】

熱硬化性樹脂層の厚さは、1 μm 以上が好ましく、より好ましくは10 μm 以上が好ましい。この膜厚以上にすると金属部材との密着性を向上することができる。

【0034】

[半導体装置]

本発明は、ある実施の形態によれば、先に説明した樹脂成形体を構成要素の一部として含む、封止樹脂により封止された半導体装置に関する。図1に、本実施の形態に係る半導体装置の概念的な断面図を示す。当該半導体装置は、大電流を通電させる用途に用いられるパワー半導体モジュールなどであってよいが、特に限定されない。

【0035】

図1は、パワー半導体モジュールの断面構造を示す図である。パワー半導体モジュールにおいては、絶縁基板21の一方の面である下面に銅などの導電性板22、他方の面である上面にも銅などの導電性板22が配置されて積層基板2を構成する。積層基板2の導電性板22には、図示しない導電接合層を介して、パワー半導体チップ1が搭載され取り付けられている。さらにパワー半導体チップ1の上面には、金属ワイヤー6が配線されている。また、前記金属ワイヤー6の代わりに図示しない導電接合層を介して、金属端子を接続してもよい。また、図示しない導電接合層により金属端子（インプラントピン）を備えたインプラント方式プリント基板が取り付けられていてもよい。また、パワー半導体チップ1の上面には、リードフレームが取り付けられても良い。パワー半導体モジュールには、導電性板22、金属端子、リードフレームなどの金属部材を有する。そして、これらの部材の表面は、上述した熱硬化性樹脂、添加剤および密着助剤を含んでいる封止樹脂8（熱硬化性樹脂層）で被覆されている。封止樹脂8全てに添加剤および密着助剤を含んでもよいし、積層基板2や金属基板3との界面部近傍のみに添加剤および密着助剤を含んでもよい。

【0036】

より具体的には、少なくとも前記金属部材表面に、添加剤および密着助剤を含んでいる封止樹脂を形成する。さらに、その上に、添加剤および密着助剤を含まない、もしくは所定量以下含んでいる封止樹脂で封止する。なお、本明細書において、上面、下面とは、説明の目的で、図中の上下を指す相対的な用語であって、半導体装置のパッケージの使用態様等との関係で上下を限定するものではない。

【0037】

このような半導体装置のパッケージの製造方法は、従来技術に従って、積層基板2にパワー半導体チップ1を実装し、金属ワイヤー6、金属端子5を取り付ける。また、前記金属ワイヤー6の代わりに、金属端子を接合してもよい。その後、これらに、熱硬化性樹脂、添加剤および密着助剤を含む封止樹脂を注入する。これを、所定の条件で硬化させて、本発明の実施の形態による半導体装置のパッケージを製造することができる。そのほかの態様として、例えば、金属製のリードフレームを備える半導体装置においては、リードフレームの表面に、熱硬化性樹脂層を積層することが好ましい。また、積層基板2や金属基板3との界面部近傍のみに添加剤および密着助剤を含む場合、金属基板3等の金属表面上に島状に形成（散布）させることが好ましい。この場合、熱硬化性樹脂、添加剤および密着助剤の混合体が金属表面に多数の島（島状部）を作る。島と、隣の島とは接しておらず、金属表面が露出しているてもよい。島の形状は半球状ないし、半だ円状が好ましい。その島の頂点までの高さは、0.5 μm から5 μm 、島の半径は0.5 μm から10 μm が好ましい。島状部を硬化させた後に、さらに、その上に、添加剤および密着助剤を含まない、もしくは所定量以下含んでいる封止樹脂で封止することができる。こうすることで島状部とその上部の封止樹脂とにアンカー効果を生じ、密着性をより向上させることができる。

。

10

20

30

40

50

【0038】

(実施例)

以下、実施例について説明する。図2は、実施例および比較例の樹脂組成比と評価結果を示す表である。図3は、実施例における銅フタロシアニン添加量と密着力、粘度との関係を示すグラフである。図3において、横軸はエポキシ樹脂に対する銅フタロシアニン添加量を示し、単位はwt %である。左縦軸は密着力を示し、単位はMPaであり、右縦軸は粘度を示し、単位はPa・sである。なお、実施例において、添加量の単位としてwt %を用いる。例えば、銅フタロシアニンX wt %は、エポキシ樹脂の総質量を100質量部としたときに、銅フタロシアニンがX質量部含まれることを意味する。

【0039】

実施例および比較例では、エポキシ樹脂として、ビスフェノールA型エポキシ樹脂三菱ケミカル社製828 (85 wt %)と、ナフタレン型エポキシ樹脂DIC社製HP-4700 (15 wt %)とを用いて樹脂の基本組成とした。この基本樹脂に川研ケミカル製アルミキレートD (エポキシ樹脂に対して0.8 wt %)と東京化成工業製銅フタロシアニンを添加した。さらに硬化促進剤として、三菱化学製IBMI-12 (エポキシ樹脂に対して2 wt %)を添加して封止樹脂を作成した。更に200℃の温度で2時間硬化させた。そして、密着力と樹脂作成時の作業性を評価した。

【0040】

密着性は10mm角のCu基板上に接着面積10mm² (直径φ3.57mm)、上面φ3mm、高さ4mmの樹脂硬化物を形成した。基板をエタノールで清浄化し、100℃1時間乾燥後、基板表面に専用のプリン型を固定した。この型にエポキシ樹脂を注入し、所定の条件で硬化させて作製した。このCu基板を固定し、Cu基板面と平行に1mm/secで押し込み、最大破壊荷重を測定した。試験は各5回実施し、単位接合面積当たりの荷重測定値を密着力とした。なお、半導体装置の封止樹脂と基板の密着力には、200℃で10MPa以上必要であり、これより低いと高温動作時に基板と樹脂が剥離を生じ、半導体装置の信頼性が低下する。

【0041】

実施例1～4は、図2に示すように、添加剤として銅フタロシアニンを用い、銅フタロシアニンの添加量を変化させて行った。また、実施例5はアルミキレート (密着助剤) を添加しない例である。なお、図2の銅フタロシアニンの配合量は、エポキシ樹脂の総質量を100質量部としたときの値である。比較例1は添加剤を添加しない例であり、比較例2は添加剤としてリン酸 (H₃PO₄) 系酸化防止剤のIrgafos 168を用いた例である。比較例3はアルミキレートを添加しないで、比較例2と同じ酸化防止剤を用いた例である。

【0042】

図2は、実施例1～5、比較例1～3に対して、室温 (RT: Room Temperature) (25℃)での密着力、200℃での密着力、室温での密着力に対する200℃での密着力の比 (密着保持率)、および粘性の測定結果であり、図3は、実施例1～4の測定結果を表にしたものである。

【0043】

図2に示すように、実施例1では、密着力は室温では31MPaであり、200℃では13MPaであった。このように、銅フタロシアニンの添加量を5wt %にすると、銅フタロシアニンを添加しない比較例1より密着力が上がった。また、密着保持率は、41%であり高温環境下でも密着性が低下しにくい。実施例2～実施例4でも同様に、銅フタロシアニンを添加すると、密着力が比較例1より上がった。また、実施例5では、アルミキレートが入っていないため、密着力は、若干劣るが比較例1より上がった。密着力は、全て200℃で10MPa以上となっており、半導体装置の封止材として使用しても、高温動作時に基板と樹脂の密着性を低下させず、半導体装置の信頼性を向上できる。

【0044】

一方、比較例1では、密着力は室温では24MPaであり、200℃では9MPaであ

10

20

30

40

50

った。密着保持率は、38%であり、200℃になると密着力が大きく低下した。このように、比較例1では、銅フタロシアニンを入れないため、200℃での密着力10MPa以下となり、室温でも、高温（200℃）でも密着力が不足している。

【0045】

また、比較例2では、密着力は室温では26MPaであり、200℃では9MPaであった。比較例2では、銅フタロシアニン等の添加剤の代わりに酸化防止剤を用いた。密着保持率は、35%であり、200℃になると密着力が比較例1よりも大きく低下した。このように、比較例2では、酸化防止剤として、Irgafos 168を用いたが、室温での密着力は比較例1より向上したが、200℃での密着力10MPa以下で密着力が不足した。実施例のように添加剤を導入するとアルミキレートの分解が抑制されていることから、銅フタロシアニン等の金属フタロシアニンには、酸化防止作用がある。そして、エポキシ樹脂等に対しても劣化防止作用があると考えられる。この場合、金属フタロシアニン自体が酸化されるが、キレート剤やエポキシ樹脂などの有機分子を分解し、劣化させることはない。つまり、キレート剤やエポキシ樹脂などに対して酸化防止作用を有し、かつ、劣化等を促進させない。一方、代表的な酸化防止剤のリン酸系酸化防止剤は加水分解すると、亜リン酸（ H_3PO_3 ）などの酸を生成することから、エポキシ樹脂、キレート剤等のポリマーの加水分解を促進するのではないかと考えられる。そのため、エポキシ樹脂も劣化し、界面に剥離が生じ密着性が低下したと推定される。なお、実施例の銅フタロシアニンは、このようなことがなくエポキシ樹脂に影響を与えることがない。このことは実施例5からも示される。また、実施例5では、アルミキレートを入れない場合でも密着力の向上が見られた。一方、代表的な酸化防止剤を用いた比較例3では、密着力は低くなっている。このことから、金属フタロシアニンは、エポキシ樹脂に対しても酸化防止の効果が生じ、エポキシ樹脂の劣化が抑制されたと考えられる。その結果、密着力も向上した。

【0046】

また、図3に示すように、銅フタロシアニンの添加量を増やすほど室温での密着力、200℃での密着力が向上するが、同時に粘度も上がっていくことがわかる。粘度が500Pa・sを超えると作業性が悪くなるため、銅フタロシアニンの添加量は25wt%以下が好ましい。

【0047】

また、図2、図3の実施例1～5から、銅フタロシアニンをエポキシ樹脂に混合した封止樹脂は、200℃で10MPa以上の密着力を有し、半導体装置の封止樹脂に適用できることが判明した。200℃での密着力を考慮すると、銅フタロシアニンはエポキシ樹脂に対して、2wt%以上50wt%以下の範囲で配合されている必要がある。また、粘度をさらに考慮すると銅フタロシアニンはエポキシ樹脂に対して、5wt%以上25wt%以下の範囲で配合されることがより好ましい。

【0048】

なお、上記実施例では、密着助剤としてアルミキレート、金属フタロシアニンとして銅フタロシアニンの例を示した。しかしながら、密着助剤として他のキレート剤を使用しても、金属フタロシアニンとして他のフタロシアニンを使用しても、金属フタロシアニンがキレート剤の酸化を防止できるため、同様の結果であると推定される。

【0049】

以上のように、銅フタロシアニンをエポキシ樹脂に混合することで、キレート剤およびエポキシ樹脂の酸化を防止して、室温での密着力を向上させ、200℃でも密着力の低下を少なくすることができる。また、銅以外のフタロシアニン、鉄フタロシアニン、コバルトフタロシアニン、亜鉛フタロシアニンおよびアルミニウムフタロシアニンにおいても室温での密着力を向上させ、200℃でも密着力の低下を少なくすることができる。また、添加剤を添加した本発明の樹脂成形体を用いた半導体装置では、ヒートサイクル試験によっても、不具合は生じなかった。これにより、高温動作時に基板と樹脂に剥離が生じることを防止し、半導体装置の信頼性を向上できる。なお、前記ヒートサイクル試験は、温度差100℃、最高温度200℃にておこなった。

【0050】

以上において本発明は、上述した実施の形態に限らず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。例えば、本発明は、金属ワイヤーが半導体チップと金属端子とを電氣的に接続し、熱硬化性樹脂がケース内に充填される半導体装置のパッケージを例に説明したが、ケースの内側に互いに離して配置される半導体チップおよび回路基板の導体層同士を端子ピンにより電氣的に接続したピン構造の半導体装置のパッケージにも適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0051】

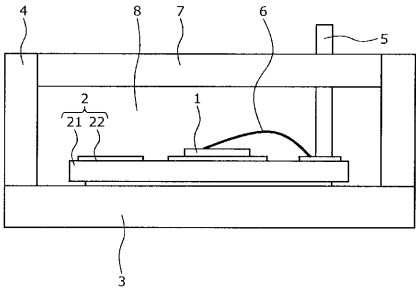
以上のように、本発明にかかる半導体装置、半導体装置の製造方法および樹脂成形体は、インバータなどの電力変換装置や種々の産業用機械などの電源装置や自動車のイグナイタなどに使用されるパワー半導体装置に有用である。

【符号の説明】

【0052】

- 1 パワー半導体チップ
- 2 積層基板
- 21 絶縁性基板
- 22 導電性板
- 3 金属基板
- 4 端子ケース
- 5 金属端子
- 6 金属ワイヤー
- 7 蓋
- 8 封止樹脂

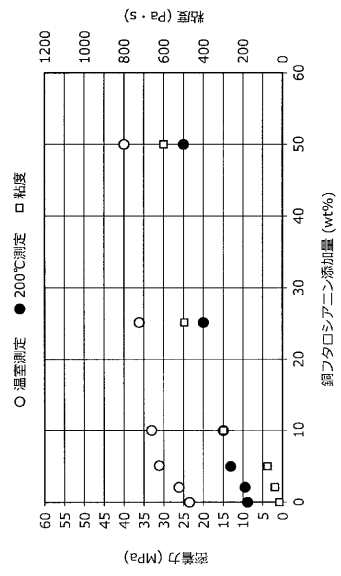
【図1】



【図2】

	熱硬化性樹脂					エポキシ					比較例3	
	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2	アルミセレート (0.8wt%)		なし		
								銅フタロシアニン				なし
硬化剤												
硬化剤												Irgafos168
添加剤												
添加剤配合量 (wt%)	5	10	25	50	10	0	10	10	10			
圧縮力 @R.T. (MPa)	31	33	36	40	28	24	26	20	20			
圧縮力 @200℃ (MPa)	13	15	20	25	11	9	9	5	5			
密度保持率 (%) 200℃/R.T.	41	45	56	63	40	38	35	25	25			
粘度 (Pa·s)	80	300	500	600	250	20	100	90	90			

【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 正美

長野県上田市常田 3-15-1 国立大学法人 信州大学内

Fターム(参考) 4M109 AA01 CA02 DB09 EA02 EA11 EB02 EB04 EB06 EB12 EB18
EC09