明　細　書

発明の名称 ：

半導体封止用エポキシ樹脂組成物、その硬化体及び半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体封止用エポキシ樹脂組成物、その硬化体及びこれを有する半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、金線に代わる安価なボンディングワイヤとして、銅ワイヤが提案されている。

[0003] 特許文献１には、銅を主成分とする芯材と、該芯材の上に芯材と成分又は組成の一方又は両方の異なる導電性金属と銅を含有する外皮層を有するボンディングワイヤが記載されている。このボンディングワイヤにおいて、外皮層の厚さを０．００１～０．０２μｍとすることで、材料費が安価で、ボール接合性、ワイヤ接合性等に優れ、ループ形成性も良好である、狭ピッチ用細線化、パワー系ＩＣ用途の太径化にも適応する銅系ボンディングワイヤを提供することが可能となると記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００７－１２７７６号公報

発明の概要

[0005] しかしながら、上記銅ワイヤが接続された半導体素子をエポキシ樹脂で封止すると、高温保管性（ＨＴＳＬ，Ｈｉｇｈ　Ｔｅｍｐｅｒａｔｕｒｅ　Ｓｔｏｒａｇｅ　Ｌｉｆｅ）が低下することがあった。本発明者らの知見によれば、高温保管性が不良の半導体装置では、半導体素子上の金属パッドと銅ワイヤとの接合部における腐食（酸化劣化）によって、接合部の電気抵抗の上昇又は接合部の断線が発生していた。したがって、このような接合部の電気抵抗の上昇又は接合部の断線を防止できれば、半導体装置の高温保管性を

向上できることが期待された。

[0006] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高温保管した際の半導体素子上の金属パッドと銅ワイヤとの接合部の腐食（酸化劣化）を低減して、半導体装置の信頼性の向上を可能とする半導体封止用樹脂組成物、その硬化体及びこれを有する半導体装置を提供することにある。

[0007] 本発明によれば、エポキシ樹脂（Ａ）及び硬化剤（Ｂ）を含み、銅ワイヤ及び前記銅ワイヤが接続された半導体素子を封止する半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、前記半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体を２００℃１０時間加熱したとき、前記銅ワイヤに対する腐食性を有する硫黄化合物からなる第一の腐食性ガスの発生量が７０ｐｐｍ以下であることを特徴とする、半導体封止用エポキシ樹脂組成物が提供される。

[0008] また、本発明によれば、上記の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体が提供される。

[0009] さらに、本発明によれば、ダイパッド部を有するリードフレームと、前記ダイパッド部に搭載された半導体素子と、前記リードフレームと前記半導体素子とを電気的に接続している銅ワイヤと、エポキシ樹脂組成物の硬化体からなり、前記半導体素子と前記銅ワイヤとを封止している、封止樹脂と、を有し、前記封止樹脂を２００℃１０時間加熱したとき、前記銅ワイヤに対する腐食性を有する硫黄化合物からなる第一の腐食性ガスの発生量が７０ｐｐｍ以下である、半導体装置が提供される。

[0010] この発明によれば、半導体装置を２００℃１０時間加熱したときの封止樹脂から発生する硫黄化合物からなる第一の腐食性ガスの発生量を７０ｐｐｍ以下とする。これにより、半導体素子上の金属パッドと銅ワイヤとの接合部の腐食（酸化劣化）を低減できるため、接合部の電気抵抗の上昇又は接合部の断線を低減することができる。したがって、高温保管特性を向上させた信頼性の高い半導体装置を実現することが可能になる。

[0011] 本発明によれば、高温保管特性を向上させた信頼性の高い半導体装置が提

供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態に係る半導体装置を模式的に示した断面図である。

[図2]本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の評価に用いる装置の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 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、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。

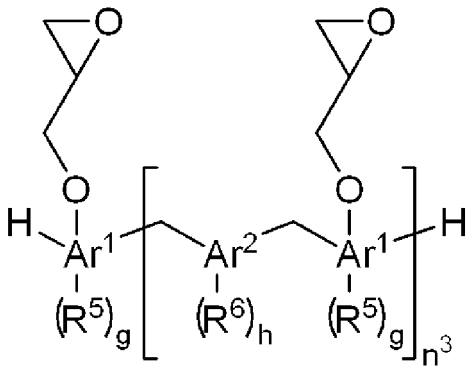
[0014] 本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、エポキシ樹脂（Ａ）及び硬化剤（Ｂ）を含み、銅ワイヤ及びこの銅ワイヤが接続された半導体素子を封止するものである。このエポキシ樹脂組成物は、該エポキシ樹脂組成物の硬化体を２００℃１０時間加熱したとき、銅ワイヤに対する腐食性を有する硫黄化合物からなる第一の腐食性ガスの発生量が７０ｐｐｍ以下である。

[0015] 本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物に用いられるエポキシ樹脂（Ａ）としては、１分子内にエポキシ基を２個以上有するモノマー、オリゴマー、ポリマー全般であり、その分子量、分子構造を特に限定するものではないが、例えば、ビフェニル型エポキシ樹脂、ビスフェノール型エポキシ樹脂、スチルベン型エポキシ樹脂等の結晶性エポキシ樹脂；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型エポキシ樹脂等のノボラック型エポキシ樹脂；トリフェノールメタン型エポキシ樹脂、アルキル変性トリフェノールメタン型エポキシ樹脂等の多官能エポキシ樹脂；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、ビ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等のアラルキル型エポキシ樹脂；ジヒドロキシナフタレン型エポキシ樹脂、ジヒドロキシナフタレンの２量体をグリシジルエーテル化して得られるエポキシ樹脂等のナフトール型エポキシ樹脂；トリグリシジルイソシアヌレート、モノアリルジグリシジルイソシアヌレート等の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

ル型エポキシ樹脂等の有橋環状炭化水素化合物変性フェノール型エポキシ樹脂が挙げられ、これらは１種類を単独で用いても２種類以上を併用してもよい。

[0016] 好ましくは、エポキシ樹脂（Ａ）として、下記式（２）で表されるエポキシ樹脂、下記式（３）で表されるエポキシ樹脂、及び、下記式（４）で表されるエポキシ樹脂からなる群から選択される少なくとも１種を含有するものを用いることができる。

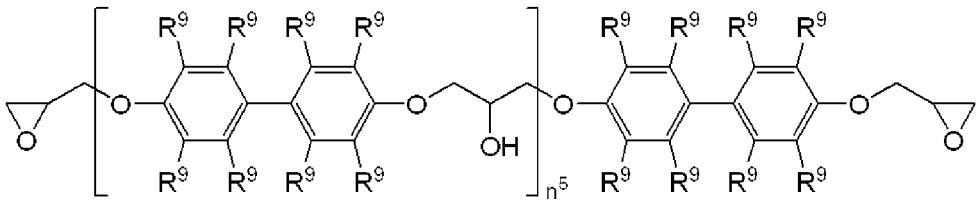
[0017] [化1]



（2）

[0018] 〔式（２）中、Ａｒ[1]はフェニレン基又はナフチレン基を表し、Ａｒ[1]がナフチレン基の場合、グリシジルエーテル基はα位、β位のいずれに結合していてもよく、Ａｒ[2]はフェニレン基、ビフェニレン基及びナフチレン基のうちのいずれか１つの基を表し、Ｒ[5]及びＲ[6]はそれぞれ独立に炭素数１～１０の炭化水素基を表し、ｇは０～５の整数であり、ｈは０～８の整数であり、ｎ[3]は重合度を表し、その平均値は１～３の正数である。〕

[0019] [化2]

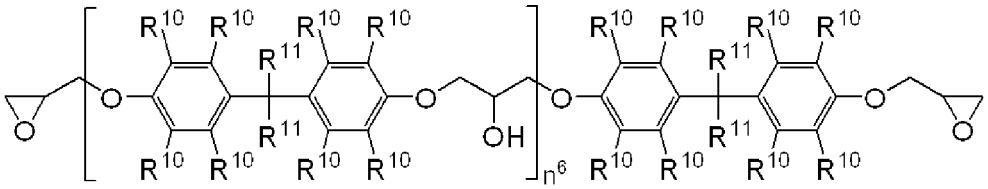


（3）

[0020] 〔式（３）中、複数存在するＲ[9]はそれぞれ独立に水素原子又は炭素数１～４の炭化水素基を表し、ｎ[5]は重合度を表し、その平均値は０～４の正数である

。〕

[0021] [化3]



(4)

[0022] 〔式（４）中、複数存在するＲ１０及びＲ１１はそれぞれ独立に水素原子又は炭素数１～４の炭化水素基を表し、ｎ６は重合度を表し、その平均値は０～４の正数である。〕

[0023] エポキシ樹脂（Ａ）の配合割合の下限値としては特に限定されないが、半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、３質量%以上であることが好ましく、５質量%以上であることがより好ましい。エポキシ樹脂（Ａ）の配合割合が上記範囲内であると、粘度上昇によるワイヤ切れを引き起こす恐れが少ない。また、エポキシ樹脂（Ａ）の配合割合の上限値としては特に限定されないが、半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、２０質量%以下であることが好ましく、１８質量%以下であることがより好ましい。エポキシ樹脂（Ａ）の配合割合の上限値が上記範囲内であると、吸水率増加による耐湿信頼性の低下等を引き起こす恐れが少ない。

[0024] 本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物に用いられる硬化剤（Ｂ）としては、例えば重付加型の硬化剤、触媒型の硬化剤、縮合型の硬化剤の３タイプに大別することができる。

[0025] 重付加型の硬化剤としては、例えば、ジエチレントリアミン（ＤＥＴＡ）、トリエチレンテトラミン（ＴＥＴＡ）、メタキシレリレンジアミン（ＭＸＤＡ）などの脂肪族ポリアミン、ジアミノジフェニルメタン（ＤＤＭ）、ｍ－フェニレンジアミン（ＭＰＤＡ）、ジアミノジフェニルスルホン（ＤＤＳ）などの芳香族ポリアミンのほか、ジシアンジアミド（ＤＩＣＹ）、有機酸ジヒドラジドなどを含むポリアミン化合物；ヘキサヒドロ無水フタル酸（ＨＨＰＡ）、メチルテトラヒドロ無水フタル酸（ＭＴＨＰＡ）などの脂環族

酸無水物、無水トリメリット酸（ＴＭＡ）、無水ピロメリット酸（ＰＭＤＡ）、ベンゾフェノンテトラカルボン酸（ＢＴＤＡ）などの芳香族酸無水物などを含む酸無水物；ノボラック型フェノール樹脂、フェノールポリマーなどのポリフェノール化合物；ポリサルファイド、チオエステル、チオエーテルなどのポリメルカプタン化合物；イソシアネートプレポリマー、ブロック化イソシアネートなどのイソシアネート化合物；カルボン酸含有ポリエステル樹脂などの有機酸類などが挙げられる。

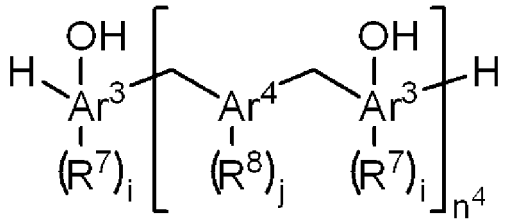
[0026] 触媒型の硬化剤としては、例えば、ベンジルジメチルアミン（ＢＤＭＡ）、２，４，６－トリスジメチルアミノメチルフェノール（ＤＭＰ－３０）などの３級アミン化合物；２－メチルイミダゾール、２－エチル－４－メチルイミダゾール（ＥＭＩ２４）などのイミダゾール化合物；ＢＦ３錯体などのルイス酸などが挙げられる。

[0027] 縮合型の硬化剤としては、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等のフェノール樹脂系硬化剤；メチロール基含有尿素樹脂のような尿素樹脂；メチロール基含有メラミン樹脂のようなメラミン樹脂などが挙げられる。

[0028] これらの中でも、耐燃性、耐湿性、電気特性、硬化性、保存安定性等のバランスの点からフェノール樹脂系硬化剤が好ましい。フェノール樹脂系硬化剤は、一分子内にフェノール性水酸基を２個以上有するモノマー、オリゴマー、ポリマー全般であり、その分子量、分子構造を特に限定するものではないが、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等のノボラック型樹脂；トリフェノールメタン型フェノール樹脂等の多官能型フェノール樹脂；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；フェニレン骨格及び／又はビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂、フェニレン及び／又はビ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樹脂；ビスフェノールＡ、ビスフェノールＦ等のビスフェノール化合物等が挙げられ、これらは１種類を単独で用いても２種類以上を併用してもよい。

[0029] 好ましくは、硬化剤（Ｂ）として、下記式（５）で表される化合物からなる群から選択される少なくとも１種の硬化剤を用いることができる。

[0030] [化4]



（５）

[0031] 〔式（５）中、Ａｒ^{3}はフェニレン基又はナフチレン基を表し、Ａｒ^{3}がナフチレン基の場合、水酸基はα位、β位のいずれに結合していてもよく、Ａｒ^{4}はフェニレン基、ビフェニレン基及びナフチレン基のうちのいずれか１つの基を表し、Ｒ^{7}及びＲ^{8}はそれぞれ独立に炭素数１～１０の炭化水素基を表し、ｉは０～５の整数であり、ｊは０～８の整数であり、ｎ^{4}は重合度を表し、その平均値は１～３の正数である。〕

[0032] 硬化剤（Ｂ）の配合割合の下限値については、特に限定されないが、半導体封止用エポキシ樹脂組成物中に、０．８質量%以上であることが好ましく１．５質量%以上であることがより好ましい。配合割合の下限値が上記範囲内であると、充分な流動性を得ることができる。また、硬化剤（Ｂ）の配合割合の上限値についても、特に限定されないが、半導体封止用エポキシ樹脂組成物中に、１６質量%以下であることが好ましく、１４質量%以下であることがより好ましい。配合割合の上限値が上記範囲内であると、吸水率増加による耐湿信頼性の低下等を引き起こす恐れが少ない。

[0033] また、硬化剤（Ｂ）としてフェノール樹脂系硬化剤を用いる場合におけるエポキシ樹脂とフェノール樹脂系硬化剤との配合比率としては、全エポキシ樹脂のエポキシ基数（ＥＰ）と全フェノール樹脂系硬化剤のフェノール性水酸基数（ＯＨ）との当量比（ＥＰ）／（ＯＨ）が０．８以上、１．３以下であることが好ましい。当量比がこの範囲であると、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化性の低下、又は樹脂硬化物の物性の低下等を引き起こす恐れ

が少ない。

[0034] また、本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、無機充填材、及び必要に応じて中和剤や硬化促進剤を含んでいてもよい。

[0035] 無機充填材としては、一般の半導体封止用エポキシ樹脂組成物に使用されているものを用いることができる。例えば、溶融球状シリカ、溶融破砕シリカ、結晶シリカ、タルク、アルミナ、チタンホワイト、窒化珪素等が挙げられ、中でも、溶融球状シリカが特に好ましい。これらの無機充填材は、１種を単独で用いても２種以上を併用しても差し支えない。また、無機充填材の形状としては、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の溶融粘度の上昇を抑え、更に無機充填材の含有量を高めるためには、できるだけ真球状であり、かつ粒度分布がブロードであることが好ましい。また、無機充填材がカップリング剤により表面処理されていてもかまわない。さらに、必要に応じて無機充填材をエポキシ樹脂又はフェノール樹脂で予め処理して用いてもよく、処理の方法としては、溶媒を用いて混合した後に溶媒を除去する方法や、直接無機充填材に添加し、混合機を用いて混合処理する方法等がある。

[0036] 無機充填材の含有割合は限定されないが、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の充填性、半導体装置の信頼性を考えると、半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、６０質量%以上であることが好ましく、６５質量%以上であることがより好ましい。上記下限値を下回わらない範囲であれば、低吸湿性、低熱膨張性が得られるため耐湿信頼性が不十分となる恐れが少ない。また、無機充填材の含有割合の上限値は、成形性を考慮すると、半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、９２質量%以下であることが好ましく、８９質量%以下であることがより好ましい。上記上限値を超えない範囲であれば、流動性が低下し成形時に充填不良等が生じたり、高粘度化による半導体装置内のワイヤ流れ等の不都合が生じたりする恐れが少ない。

[0037] 本発明に用いられるエポキシ樹脂組成物においては、銅ワイヤと半導体素子のアルミニウム製電極パッドとの接合部の腐食（酸化劣化）を抑制するために、エポキシ樹脂組成物の硬化体の加熱により発生する酸性の腐食性ガス

を中和する中和剤を含んでいてもよい。具体的には、塩基性金属塩、特にカルシウム元素を含む化合物、アルミニウム元素を含む化合物及びマグネシウム元素を含む化合物からなる群から選択される少なくとも１種の中和剤を含有させることが好ましい。

[0038] 上記カルシウム元素を含む化合物としては、炭酸カルシウム、硼酸カルシウム、メタケイ酸カルシウムなどが挙げられ、中でも、不純物の含有量、耐水性及び低吸水率の観点から炭酸カルシウムが好ましく、炭酸ガス反応法により合成された沈降性炭酸カルシウムがより好ましい。

[0039] 上記アルミニウム元素を含む化合物としては水酸化アルミニウム、ベーマイト等が挙げられる。中でも、水酸化アルミニウムが好ましく、水酸化アルミニウムでは、２段階バイヤー法で合成された低ソーダ水酸化アルミニウムがより好ましい。

[0040] 上記マグネシウム元素を含む化合物としては、ハイドロタルサイト、酸化マグネシウム、炭酸マグネシウムなどが挙げられ、中でも、不純物の含有量及び低吸水率の観点から、下記式（１）で表されるハイドロタルサイトが好ましい。

$$M_aAl_b(OH)_{2a+3b-2c}(CO_3)_c \cdot mH_2O \quad (1)$$

〔式（１）中、Mは少なくともＭｇを含む金属元素を表し、ａ、ｂ、ｃは、それぞれ２≦ａ≦８、１≦ｂ≦３、０．５≦ｃ≦２を満たす数であり、ｍは０以上の整数である。〕

[0041] 具体的なハイドロタルサイトとしては、$Mg_6Al_2(OH)_{16}(CO_3)\cdot mH_2O$、$Mg_3ZnAl_2(OH)_{12}(CO_3)\cdot mH_2O$、$Mg_{4.3}Al_2(OH)_{12.6}(CO_3)\cdot mH_2O$などが挙げられる。

[0042] 本発明に用いられるエポキシ樹脂組成物において、中和剤の含有率としては、組成物全体に対して０．０１質量%以上１０質量%以下が好ましい。中和剤の含有率が前記下限未満になると中和剤の添加効果が十分に得られず、特に銅ワイヤと半導体素子のアルミニウム製電極パッドとの接合部の腐食（酸化劣化）を防止できずに半導体装置の高温保管特性が低下する傾向にあり

、他方、前記上限を超えると吸湿率が高くなり、耐半田クラック性が低下する傾向にある。特に、腐食防止剤として炭酸カルシウムやハイドロタルサイトを用いた場合には、上記と同様の観点から、その含有率は、組成物全体に対して０．０５質量%以上２質量%以下であることが好ましい。

[0043] 本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、硬化促進剤をさらに用いることができる。硬化促進剤は、エポキシ樹脂のエポキシ基と硬化剤（たとえば、フェノール樹脂系硬化剤のフェノール性水酸基）との架橋反応を促進させるものであればよく、一般の半導体封止用エポキシ樹脂組成物に使用するものを用いることができる。例えば、１、８－ジアザビシクロ（５、４、０）ウンデセン－７等のジアザビシクロアルケン及びその誘導体；トリフェニルホスフィン、メチルジフェニルホスフィン等の有機ホスフィン類；２－メチルイミダゾール等のイミダゾール化合物；テトラフェニルホスホニウム・テトラフェニルボレート等のテトラ置換ホスホニウム・テトラ置換ボレート；ホスフィン化合物とキノン化合物との付加物等が挙げられ、これらは１種類を単独で用いても２種以上を併用しても差し支えない。

[0044] 硬化促進剤の配合割合の下限値としては特に限定されないが、半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、０．０５質量%以上であることが好ましく、０．１質量%以上であることがより好ましい。硬化促進剤の配合割合の下限値が上記範囲内であると、硬化性の低下を引き起こす恐れが少ない。また、硬化促進剤の配合割合の上限値としては特に限定されないが、半導体封止用エポキシ樹脂組成物全体に対して、１質量%以下であることが好ましく、０．５質量%以下であることがより好ましい。硬化促進剤の配合割合の上限値が上記範囲内であると、流動性の低下を引き起こす恐れが少ない。

[0045] 本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、さらに必要に応じて、水酸化ジルコニウム等のアルミニウム腐食防止剤；酸化ビスマス水和物等の無機イオン交換体；γ－グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、３－メルカプトプロピルトリメトキシシラン、３－アミノプロピルトリメトキシシラン等のカップリング剤；カーボンブラック、ベンガラ等の着色剤；シリコー

ンゴム等の低応力成分；カルナバワックス等の天然ワックス、合成ワックス、ステアリン酸亜鉛等の高級脂肪酸及びその金属塩類もしくはパラフィン等の離型剤；水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、ホウ酸亜鉛、モリブデン酸亜鉛、ホスファゼン等の難燃剤、酸化防止剤等の各種添加剤を適宜配合してもよい。

[0046] 本発明の半導体装置で用いられる半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、前述の各成分を、例えば、ミキサー等を用いて１５℃～２８℃で混合したもの、さらにその後、ロール、ニーダー、押出機等の混練機で溶融混練し、冷却後粉砕したものなど、必要に応じて適宜分散度や流動性等を調整したものを用いることができる。

[0047] 本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体は、上記のエポキシ樹脂組成物をトランスファーモールド、コンプレッションモールド、インジェクションモールド等の従来からの成形方法で成形硬化して得ることができる。トランスファーモールドなどの成形方法で成形硬化されたエポキシ樹脂組成物の硬化体は、必要に応じて８０℃～２００℃程度の温度で、１０分～１０時間程度の時間をかけて完全硬化させることで得ることもできる。

[0048] このようにして得られる本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体を乾燥空気雰囲気下に２００℃１０時間加熱したとき、該硬化体から発生する第一の腐食性ガスの発生量は７０ｐｐｍ以下である。本明細書において、「乾燥空気」とは、大気から水分及び二酸化炭素を除去したものをいい、具体的には、大気中の水分量を０．１容量%以下にし、二酸化炭素濃度を０．０４容量%以下にしたものをいう。第一の腐食性ガスについては、硫黄元素を含有し、かつ、銅ワイヤに対する腐食性を有する化合物であれば、特に限定されないが、例えば、亜硫酸ガス（二酸化硫黄、SO_2）、硫化水素（H_2S）、三酸化硫黄（SO_3）が挙げられ、これらの１種類を単独で発生しても２種類以上発生していてもよい。

[0049] 本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体から発生する第一の腐食性ガスの発生量は、７０ｐｐｍ以下であればよいが、６０ｐｐｍ以下であ

ると１５０℃における高温保管性が確保できるという点でより好ましく、３５ｐｐｍ以下とすると、より高温である１７５℃における高温保管特性を向上できるため、さらに好ましい。

[0050] また、本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体は、乾燥空気雰囲気下に２００℃１０時間加熱したとき、銅ワイヤに対する腐食性を有する第二、第三の腐食性ガスを発生してもよい。このとき、第一、第二及び第三の腐食性ガスの発生量の合計が２３０ｐｐｍ以下とすると１５０℃における高温保管性が確保できるという点で好ましく、２００ｐｐｍ以下であると、より高温である１７５℃における高温保管特性を向上できるため、より好ましい。

[0051] 第二の腐食性ガスは、銅ワイヤに対する腐食性を有するハロゲン化合物からなり、具体的には、フッ化水素、塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素が挙げられ、これらの１種類を単独で発生しても２種類以上異なるハロゲン化合物を発生していてもよい。

[0052] 第三の腐食性ガスは、銅ワイヤに対する腐食性を有する有機酸からなり、具体的には、炭素数１～４の脂肪族カルボン酸が挙げられる。より具体的には、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸が挙げられ、これらの１種類を単独で発生しても２種類以上異なる有機酸を発生していてもよい。

[0053] 第一、第二及び第三の腐食性ガスの発生量は、上記硬化体を２００℃１０時間加熱したとき発生した腐食性ガスを直接又は液体に捕集しイオンクロマトグラフィーにより分析することができる。

分析条件は、以下の通りである。

・分析装置：ダイオネクス社製「ＩＣＳ２０００型」

・カラム：ダイオネクス社製「ＡＳ１７」

・流速：１．５ｍｌ／ｍｉｎ

・検出器：電気伝導度検出器

・溶媒：水酸化カリウム（グラジエント　１ｍＬ～３５ｍＭ）

・保持時間：亜硫酸イオン１２．７分、塩化物イオン６．０分、ギ酸３．６

分、酢酸２．９分

[0054] つづいて、本発明の半導体装置について図１を用いつつ説明する。本発明の半導体装置は、ダイパッド部３ａを有するリードフレーム３と、ダイパッド部３ａに搭載された半導体素子１と、リードフレーム３と半導体素子１とを電気的に接続している銅ワイヤ４と、上記のエポキシ樹脂組成物の硬化体からなり、半導体素子１と銅ワイヤ４とを封止している、封止樹脂５と、を有する。

[0055] 半導体素子１としては、特に限定されるものではなく、例えば、集積回路、大規模集積回路、固体撮像素子等が挙げられる。

[0056] 本発明に用いられるリードフレーム３としては特に制限はなく、リードフレーム３に代えて回路基板を用いてもよい。具体的には、デュアル・インライン・パッケージ（ＤＩＰ）、プラスチック・リード付きチップ・キャリア（ＰＬＣＣ）、クワッド・フラット・パッケージ（ＱＦＰ）、ロー・プロファイル・クワッド・フラット・パッケージ（ＬＱＦＰ）、スモール・アウトライン・Ｊリード・パッケージ（ＳＯＪ）、薄型スモール・アウトライン・パッケージ（ＴＳＯＰ）、薄型クワッド・フラット・パッケージ（ＴＱＦＰ）、テープ・キャリア・パッケージ（ＴＣＰ）、ボール・グリッド・アレイ（ＢＧＡ）、チップ・サイズ・パッケージ（ＣＳＰ）、クワッド・フラット・ノンリーデッド・パッケージ（ＱＦＮ）、スモールアウトライン・ノンリーデッド・パッケージ（ＳＯＮ）、リードフレーム・ＢＧＡ（ＬＦ－ＢＧＡ）、モールド・アレイ・パッケージタイプのＢＧＡ（ＭＡＰ－ＢＧＡ）などの従来公知の半導体装置に用いられるリードフレーム又は回路基板を用いることができる。

[0057] 半導体素子１は、複数の半導体素子が積層されたものであってもよい。この場合、１段目の半導体素子はフィルム接着剤、熱硬化性接着剤等のダイボンド材硬化体２を介してダイパッド部３ａに接着される。２段目以降の半導体素子は絶縁性のフィルム接着剤により順次積層させることができる。そして、最上層に、電極パッド６が形成される。

[0058] 電極パッド６は、アルミニウムを主成分とする。電極パッド６に用いるアルミニウムの純度としては特に限定されないが、９９．５質量%以上が好ましい。電極パッド６は、下層の銅回路端子の表面に一般的なチタン製バリア層を形成し、さらにアルミニウムを蒸着、スパッタリング、無電解メッキなど、一般的な半導体素子の電極パッドの形成方法を適用することにより作製することができる。

[0059] 銅ワイヤ４は、リードフレーム３と、リードフレーム３のダイパッド部３ａに搭載された半導体素子１とを電気的に接続するために使用される。銅ワイヤ４の表面には、自然に又はプロセス上不可避的に酸化膜が形成されている。本発明において、銅ワイヤ４とは、このようにワイヤ表面に形成された酸化膜を具備するものも含まれる。

[0060] 銅ワイヤ４のワイヤ径は、３０μｍ以下、さらに好ましくは２５μｍ以下でありかつ１５μｍ以上であることが好ましい。この範囲であれば銅ワイヤ先端のボール形状が安定し、接合部分の接続信頼性を向上させることができる。また、銅ワイヤ自身の硬さによりワイヤ流れを低減することが可能となる。

[0061] 銅ワイヤ４は特に限定はされないが、銅純度９９．９９質量%以上であることが好ましく、９９．９９９質量%以上であることがより好ましい。一般に銅に対して各種元素（ドーパント）を添加することで接合時における銅ワイヤ先端のボール側形状の安定化を図ることができるが、０．０１質量%より多い大量のドーパントを添加すると、ワイヤ接合時にボール部分が硬くなることで半導体素子１の電極パッド６側にダメージを与え、接合不足起因の耐湿信頼性の低下、高温保管特性の低下、電気抵抗値の増大といった不具合を生じる。これに対し、銅純度９９．９９質量%以上の銅ワイヤ４であれば、ボール部分は充分な柔軟性を有しているため、接合時にパッド側にダメージを与える恐れがない。尚、本発明の半導体装置で用いることができる銅ワイヤ４は、芯線である銅にＢａ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂｅ、ＡＩ又は希土類金属を０．００１質量%～０．００３質量%ドープすることでさらにボール形状と

接合強度が改善される。

[0062] また、銅ワイヤ４は、その表面にパラジウムを含む金属材料で構成された被覆層を有していることが好ましい。これにより、銅ワイヤ先端のボール形状が安定し、接合部分の接続信頼性を向上させることができる。また、芯線である銅の酸化劣化を防止する効果も得られ、接合部分の高温保管特性を向上させることができる。

[0063] 銅ワイヤ４におけるパラジウムを含む金属材料から構成された被覆層の厚みとしては、０．００１μｍ～０．０２μｍであることが好ましく、０．００５μｍ～０．０１５μｍであることがより好ましい。上記上限値を超えると、ワイヤボンド時に芯線である銅と被覆材のパラジウムを含む金属材料とが十分に溶けずボール形状が不安定になり、接合部分の耐湿性、高温保管特性が低下する恐れがある。また、上記下限値を下回ると、芯線の銅の酸化劣化を十分に防止できず、同様に接合部分の耐湿性、高温保管特性が低下する恐れがある。

[0064] 銅ワイヤ４は、銅合金を溶解炉で鋳造し、その鋳塊をロール圧延し、さらにダイスを用いて伸線加工を行い、連続的にワイヤを掃引しながら加熱する後熱処理を施して得ることができる。また、本発明の半導体装置で用いることができる銅ワイヤ４におけるパラジウムを含む金属材料から構成された被覆層は、予め狙いのワイヤ径の線を準備し、これをパラジウムを含む電解溶液又は無電解溶液に浸漬し、連続的に掃引してメッキすることで被覆層を形成することができる。この場合、被覆の厚さは掃引速度で調整することができる。また、狙いよりも太い線を準備して、これを電解溶液又は無電解溶液に浸漬し連続的に掃引して被覆層を形成し、さらに所定の径になるまで伸線する手法も取れる。

[0065] リードフレーム３のリード部３ｂと半導体素子１とは、ワイヤのリバースボンドで接合されていてもよい。リバースボンドでは、まず半導体素子１の電極パッド６に銅ワイヤ４の先端に形成されたボールを接合し、銅ワイヤ４を切断してステッチ接合用のバンプを形成する。次にリードフレーム３の金

属メッキされたリード部３ｂに対してワイヤの先端に形成されたボールを接合し、半導体素子のバンプにステッチ接合する。リバースボンドでは正ボンディングより半導体素子１上のワイヤ高さを低くすることができるため、半導体素子１の接合高さを低くすることができる。

[0066] 本発明の半導体装置は、半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて、半導体素子等の電子部品を封止し、トランスファーモールド、コンプレッションモールド、インジェクションモールド等の従来からの成形方法で硬化成形して得られる。トランスファーモールドなどの成形方法で封止された半導体装置は、そのまま、或いは８０℃～２００℃程度の温度で、１０分～１０時間程度の時間をかけて完全硬化させた後、電子機器等に搭載される。

[0067] 封止樹脂５は、上記説明したエポキシ樹脂組成物の硬化体である。そのため、封止樹脂５を乾燥空気雰囲気下に２００℃１０時間加熱したとき、銅ワイヤ４に対する腐食性を有する硫黄化合物からなる第一の腐食性ガスの発生量が７０ｐｐｍ以下である。また、封止樹脂５は、乾燥空気雰囲気下に２００℃１０時間加熱したとき、ハロゲン化合物からなる第二の腐食性ガス、及び、有機酸からなる第三の腐食性ガスが発生してもよいが、第一、第二及び第三の腐食性ガスの発生量の合計が２３０ｐｐｍ以下とすると好ましい。

[0068] 封止樹脂５の熱処理により生じる第一、第二及び第三の腐食性ガスの発生量も上記説明したエポキシ樹脂組成物の硬化体と同様にイオンクロマトグラフィーにより分析することができる。

[0069] つづいて、本発明の作用効果について図１を用いつつ具体的に説明する。本発明によれば、半導体装置を２００℃１０時間加熱したときの封止樹脂５から発生する二酸化硫黄の発生量を７０ｐｐｍ以下とする。これにより、銅ワイヤ４と半導体素子のアルミニウム製電極パッドとの接合部の腐食（酸化劣化）を低減できるため、接合部の電気抵抗の上昇又は接合部の断線が起こりにくい信頼性の高い半導体装置を実現することが可能になる。

[0070] 銅ワイヤ４は、安価であるため、半導体装置のコストダウンに有用である。しかしながら、銅ワイヤ４に接続された半導体素子１を従来のエポキシ樹

脂組成物により封止すると、高温保管性が低下することがあった。

[0071] 銅ワイヤ４と半導体素子１のアルミニウム製電極パッド６との接合部の腐食（酸化劣化）のメカニズムは次のように考えられる。銅ワイヤ４と半導体素子１のアルミニウム性電極パッド６の接合界面には銅アルミニウム合金が形成される。銅アルミニウム合金は一般に腐食耐性が低い。高温保管時には、封止樹脂５を構成するエポキシ樹脂組成物の硬化体から熱分解により微量の腐食性ガス（酸性ガス）が発生する。この腐食性ガスにより腐食耐性が低い銅アルミニウム合金層が乾食（腐食、酸化劣化）し、接合部の電気抵抗の上昇や断線が生じる。

[0072] そこで、半導体装置を熱処理したとき、封止樹脂５から発生する硫黄化合物からなる第一の腐食性ガスの発生量を７０ｐｐｍ以下とする。こうすることで、銅ワイヤ４と半導体素子１のアルミニウム製電極パッド６との接合部の腐食（酸化劣化）を防ぐことができる。また、封止樹脂５から発生する硫黄化合物からなる第一の腐食性ガス、ハロゲン化合物からなる第二の腐食性ガス、有機酸からなる第三の腐食性ガスの発生量の合計を２３０ｐｐｍ以下とする。こうすることで、銅ワイヤ４と半導体素子１のアルミニウム製電極パッド６との接合部の腐食（酸化劣化）を効果的に防ぐことができる。そのため、本発明の半導体装置によれば、高温保管特性に優れる。すなわち、本発明の半導体装置を１５０℃の環境下に保管し、配線間の電気抵抗値の値が初期値に対して２０％増加した半導体装置を不良と判定するとき、２０００時間高温保管しても不良が発生しない。また、本発明の半導体装置を１７５℃の環境下に保管し、同様に不良を判定するとき、２００時間高温保管しても不良が発生しない。

[0073] 通常、半導体装置は、１５０℃で２０００時間以上、１７５℃で２００時間以上の耐性があれば十分な信頼性を確保することができる。したがって、エポキシ樹脂組成物の硬化体を２００℃１０時間の熱処理した際における腐食性ガスの発生量を上記範囲とすることで、半導体装置の高温保管特性を十分に確保することができる。

[0074] 以上のように、本発明のエポキシ樹脂組成物によれば、高温保管特性の高い半導体装置が得られるため、断線が起こりにくい信頼性の高い半導体装置が実現可能になる。

[0075] 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。

実施例

[0076] 以下、実施例及び比較例に基づいて本発明をより具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。実施例及び比較例において使用したエポキシ樹脂組成物の各成分を以下に示す。

[0077] ＜エポキシ樹脂＞

ＢＡ－１：ビ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（上記式（２）において、Ａｒ^{1}がフェニレン基であり、Ａｒ^{2}がビフェニレン基であり、ｇが０であり、ｈが０であるエポキシ樹脂、日本化薬（株）製「ＮＣ３０００」、軟化点５８℃、エポキシ当量２７６、加水分解塩素２３０ｐｐｍ）。

ＢＡ－２：ビ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（ＢＡ－１の汎用品、軟化点５５℃、エポキシ当量２８３、加水分解塩素３０００ｐｐｍ）。

ＢＰ－１：ビフェニル型エポキシ樹脂（上記式（３）において、３位，３’位及び５位，５’位のＲ^{9}がメチル基、２位，２’位及び６位，６’位のＲ^{9}が水素原子であるエポキシ樹脂、ジャパンエポキシレジン（株）製「ＹＸ４０００Ｈ」、融点１０５℃、エポキシ当量１９１、加水分解塩素１５０ｐｐｍ）。

ＢＰ－２：ビフェニル型エポキシ樹脂（上記式（３）において、３位，３’位及び５位，５’位のＲ^{9}がメチル基、２位，２’位及び６位，６’位のＲ^{9}が水素原子であるエポキシ樹脂、ジャパンエポキシレジン（株）製「ＹＸ４０００」、融点１０５℃、エポキシ当量１８５、加水分解性塩素６７０ｐｐｍ）。

ＢＰ－３：ビフェニル型エポキシ樹脂（上記式（３）において、３位，３’位及び５位，５’位のＲ^{9}がメチル基、２位，２’位及び６位，６’位のＲ^{9}が水素

原子であるエポキシ樹脂を再結晶法により精製したエポキシ樹脂、三菱化学（株）製「ＹＸ４０００ＵＨ」、融点１１３℃、エポキシ当量１７７、加水分解性塩素１５ｐｐｍ未満）。

[0078] ＜硬化剤＞

ＨＡ－１：ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂（上記式（５）において、ｉが０、ｊが０、$Ａｒ^{3}$がフェニレン基、$Ａｒ^{4}$がビフェニレン基であるフェノールアラルキル樹脂、明和化成（株）製「ＭＥＨ－７８５１ＳＳ」、軟化点６５℃、水酸基当量２０３）

ＨＢ－１：フェノールアラルキル樹脂（上記式（５）において、ｉが０、ｊが０、$Ａｒ^{3}$がフェニレン基、$Ａｒ^{4}$がフェニレン基であるフェノールアラルキル樹脂、三井化学（株）製「ＸＬＣ－２Ｌ」、水酸基当量１７５、１５０℃の溶融粘度３６０ｍＰａ・ｓ）

[0079] ＜充填材＞

溶融球状シリカ（平均粒径２６．５μｍ、１０５μｍ以上の粒子１％以下、電気化学工業（株）製「ＦＢ－８２０」）

[0080] ＜中和剤＞

ハイドロタルサイト（上記式（１）において、ａが４．３であり、ｂが２であり、ｃが１であるハイドロタルサイト、協和化学工業（株）製「ＤＨＴ－４Ａ（登録商標）」）

[0081] ＜硬化促進剤＞

Ａ：トリフェニルホスフィン（ＴＰＰ、ケイ・アイ化成（株）製「ＰＰ３６０」）の１，４－ベンゾキノン付加物

Ｂ：トリフェニルホスフィン（ＴＰＰ、ケイ・アイ化成（株）製「ＰＰ３６０」）

[0082] ＜カップリング剤＞

Ｃ－１：γ－グリシドキプロピルトリメトキシシラン

Ｃ－２：γ－メルカプトプロピルトリエトキシシラン

＜難燃剤＞

水酸化アルミニウム（住友化学（株）製、ＣＬ－３１０、平均粒径９．６μｍ、比表面積１．１ｍ^2／ｇ）

[0083] 上記各成分の他、着色剤としてカーボンブラック、離型剤としてカルナバワックスを使用した。

[0084] エポキシ樹脂組成物の製造：

（実施例１）

エポキシ樹脂ＢＡ－１（５．９１質量部）と、硬化剤ＨＡ－１（４．３４質量部）と、充填材として溶融球状シリカ（８６．４０質量部）と、中和剤としてハイドロタルサイト（０．３０質量部）と、硬化促進剤Ａ（０．５０質量部）と、カップリング剤Ｃ－１（０．２５質量部）と、着色剤としてカーボンブラック（０．３０質量部）と、離型剤としてカルナバワックス（０．５０質量部）と、難燃剤として水酸化アルミニウム（１．５０質量部）を、ミキサーを用いて１５～２８℃で混合し、次いで７０℃～１００℃でロール混練した。冷却後、粉砕してエポキシ樹脂組成物を得た。

[0085] （実施例２～５、比較例１～３）

表１に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物配合に従い、実施例１と同様にして半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得た。表１中、各成分の単位は、質量部である。

[0086] （実施例６～１２、比較例４～６）

表２に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物配合に従い、実施例１と同様にして半導体封止用エポキシ樹脂組成物を得た。表２中、各成分の単位は、質量部である。

[0087] 半導体装置の製造：

アルミニウム製電極パッドを備えるＴＥＧ（ＴＥＳＴ　ＥＬＥＭＥＮＴ　ＧＲＯＵＰ）チップ（３．５ｍｍ×３．５ｍｍ）を３５２ピンＢＧＡ（基板は厚さ０．５６ｍｍ、ビスマレイミド・トリアジン樹脂／ガラスクロス基板、パッケージサイズは３０ｍｍ×３０ｍｍ、厚さ１．１７ｍｍ）のダイパッド部に接着し、ＴＥＧチップのアルミニウム製電極パッドと基板の電極パッ

ドとをデイジーチェーン接続となるように銅ワイヤ４Ｎを用いてワイヤピッチ８０μｍでワイヤボンディングした。これを、低圧トランスファー成形機（ＴＯＷＡ製「Ｙシリーズ」）を用いて、金型温度１７５℃、注入圧力６．９ＭＰａ、硬化時間２分の条件で実施例１～１２又は比較例１～６のいずれかのエポキシ樹脂組成物により封止成形して、３５２ピンＢＧＡパッケージを作製した。このパッケージを１７５℃、４時間の条件で後硬化して半導体装置を得た。

[0088] 評価方法：

（１）エポキシ樹脂組成物の物性評価

得られたエポキシ樹脂組成物の物性を以下の方法により測定した。その結果を表１、２に示す。

[0089] ＜スパイラルフロー（ＳＦ）＞

低圧トランスファー成形機（コータキ精機（株）製「ＫＴＳ－１５」）を用いて、ＥＭＭＩ－１－６６に準じたスパイラルフロー測定用の金型に、金型温度１７５℃、注入圧力６．９ＭＰａ、硬化時間１２０秒の条件で、実施例１～１２，比較例１～６のエポキシ樹脂組成物をそれぞれ注入し、流動長（単位：ｃｍ）を測定した。８０ｃｍ以下であるとパッケージ未充填などの成形不良が生じる場合がある。

[0090] ＜ゲルタイム（ＧＴ）＞

１７５℃に加熱した熱板上で実施例１～１２，比較例１～６のエポキシ樹脂組成物をそれぞれ溶融後、へらで練りながら硬化するまでの時間を測定した。

[0091] ＜腐食性ガス量の測定＞

実施例１～１２、比較例１～６のエポキシ樹脂組成物を１７５℃４時間で硬化した後、これを振動ミルで粉砕した。得られた硬化体粉末を公称目開き７４μｍ（２００メッシュ）の篩で粗粒子を除き、得られたサンプル試料２ｇを図２で示すガラス製の管状炉の試料ボード１０１に設置した。ついで、水分量０．１容量%以下の空気ＡをCO_2トラップ（エアベントフィルター）

１０２を通過させて二酸化炭素濃度を０．０４容量%以下にした乾燥空気を試料ボード１０１に投入し、該乾燥空気雰囲気下（流量１０ｍｌ／分）に加熱炉１０３により硬化物粉末を２００℃１０時間加熱した。発生する腐食性ガスは、氷水１０５で冷却された捕集液１０４に捕集され全量を２５ｍＬの検液とした。具体的には、発生する亜硫酸ガスの捕集液１０４としては、希薄な過酸化水素溶液（超純水２５ｍｌに濃度３５%の過酸化水素水を０．１ｍｌ加えたもの）を用いた。また、塩化水素及び有機酸（ギ酸及び酢酸）の捕集液１０５としては、希薄な水酸化カリウム溶液（８ｍｍｏｌ／Ｌ）を用いた。得られた検液をイオンクロマトグラフィー装置（ダイオネクス社製「ＩＣＳ２０００型」）に導入した。分析条件は、上記説明したとおり［流速：１．５ｍｌ／ｍｉｎ、検出器：電気伝導度検出器、溶媒：水酸化カリウム（グラジエント　１～３５ｍＭ）］にした。検量線法により各イオンを定量し、試料から発生したイオン量に換算した。結果を表１、２に示す。

[0092]　（２）半導体装置の特性評価

作製した半導体装置の高温保管性（ＨＴＳＬ）を以下の方法により測定した。その結果を表１、２に示す。

[0093]　＜ＨＴＳＬ１＞

得られた半導体装置を１５０℃の環境下に保管し、２４時間毎に配線間の電気抵抗値を測定し、その値が初期値に対して２０%増加した半導体装置を不良と判定し、不良になるまでの時間（単位：時間）を測定した。測定は５個の半導体装置について行い、このうち、最も早く不良になった時間を表１、２に示した。また、全ての半導体装置で２０００時間高温保管しても不良が発生しなかった場合には「＞２０００」と記載した。

[0094]　＜ＨＴＳＬ２＞

得られた半導体装置を１７５℃の環境下に保管し、２４時間毎に配線間の電気抵抗値を測定し、その値が初期値に対して２０%増加した半導体装置を不良と判定し、不良になるまでの時間（単位：時間）を測定した。測定は５個の半導体装置について行い、このうち、最も早く不良になった時間を表１

、２に示した。

[0095] ＜判定＞

ＨＴＳＬ１において、２０００時間高温保管しても不良が発生せず、かつ、ＨＴＳＬ２において、２００時間高温保管しても不良が発生しない場合を良（〇）と判定し、それ以外を不良（×）と判定した。

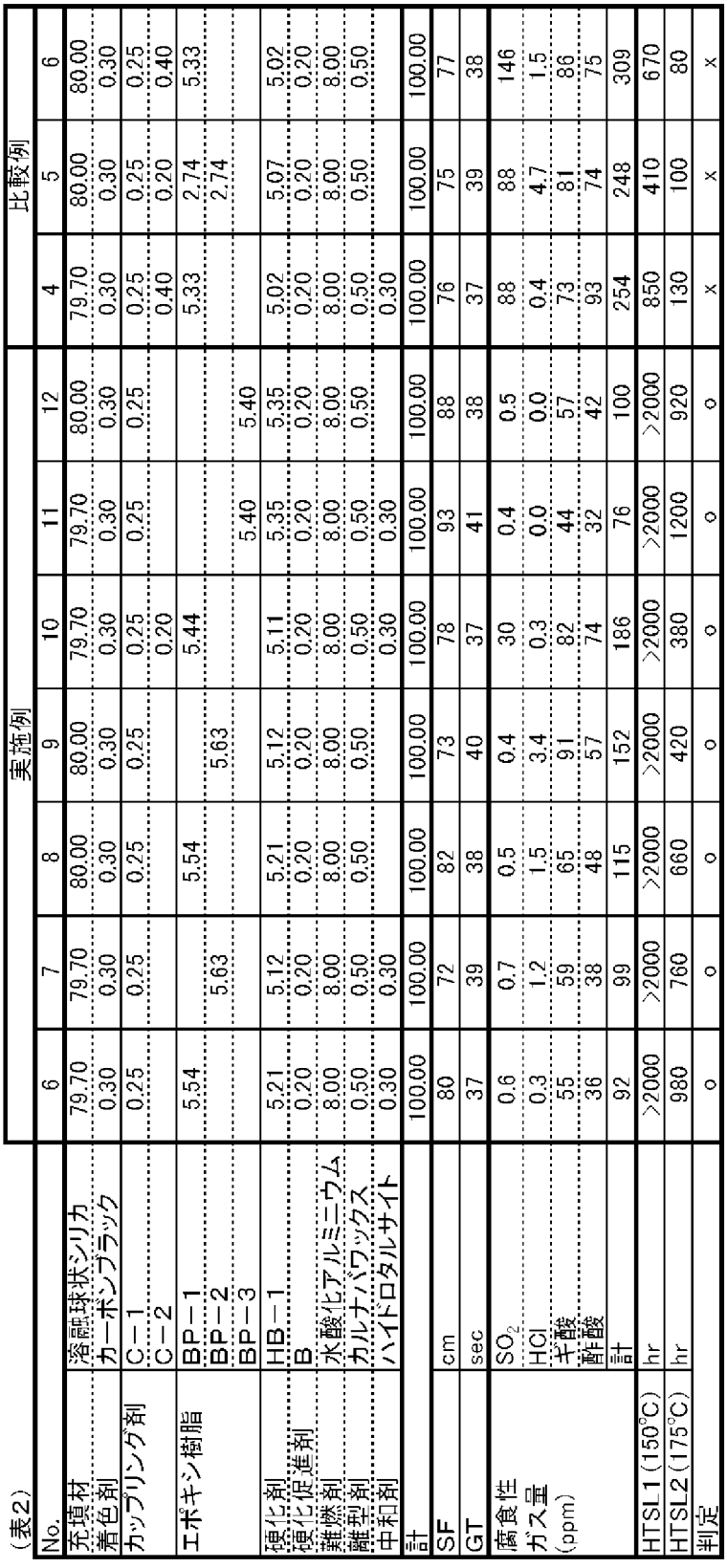
[0096]

[表1]

（表1）

No.		実施例					比較例		
		1	2	3	4	5	1	2	3
充填材	溶融球状シリカ	86.40	86.40	86.70	86.70	86.20	86.00	86.50	86.30
着色剤	カーボンブラック	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
カップリング剤	C－1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	C－2					0.20	0.40	0.20	0.40
エポキシ樹脂	BA－1	5.91		5.91		5.91	5.91	2.97	5.91
	BA－2		5.97		5.97			2.97	
硬化剤	HA－1	4.34	4.28	4.34	4.28	4.34	4.34	4.31	4.34
硬化促進剤	A	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
難燃剤	水酸化アルミニウム	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
離型剤	カルナバワックス	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
中和剤	ハイドロタルサイト	0.30	0.30			0.30	0.30		
計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
SF	cm	72	93	70	83	81	77	89	85
GT	sec	32	37	31	35	28	27	29	30
腐食性	SO_2	0.4	0.4	0.7	0.4	33	73	85	143
力ス量	HCl	0.4	1.4	2.1	12.3	0.2	0.5	4.2	1.8
(ppm)	半酸	50	63	68	82	75	82	88	97
	酢酸	40	44	52	56	72	75	71	71
	計	91	109	123	151	180	231	248	313
HTSL1（150℃）	hr	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	834	335	632
HTSL2（175℃）	hr	1008	563	539	374	345	143	73	43
判定		o	o	o	o	o	x	x	x

[0097] [表2]



(表2)

No.		実施例								比較例		
		6	7	8	9	10	11	12	4	5	6
充填材	溶融球状シリカ	79.70	79.70	80.00	80.00	79.70	79.70	80.00	79.70	80.00	80.00
着色剤	カーボンブラック	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
カップリング剤	C－1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	C－2					0.20			0.40	0.20	0.40
エポキシ樹脂	BP－1	5.54		5.54		5.44			5.33	2.74	5.33
	BP－2		5.63		5.63					2.74	
	BP－3						5.40	5.40			
硬化剤	HB－1	5.21	5.12	5.21	5.12	5.11	5.35	5.35	5.02	5.07	5.02
硬化促進剤	B	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
難燃剤	水酸化アルミニウム	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
離型剤	カルナバワックス	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
中和剤	ハイドロタルサイト	0.30	0.30			0.30	0.30		0.30		
計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
SF	cm	80	72	82	73	78	93	88	76	75	77
GT	sec	37	39	38	40	37	41	38	37	39	38
腐食性ガス量 (ppm)	SO_2	0.6	0.7	0.5	0.4	30	0.4	0.5	88	88	146
	HCl	0.3	1.2	1.5	3.4	0.3	0.0	0.0	0.4	4.7	1.5
	半酸	55	59	65	91	82	44	57	73	81	86
	酢酸	36	38	48	57	74	32	42	93	74	75
	計	92	99	115	152	186	76	100	254	248	309
HTSL1 (150°C)	hr	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	850	410	670
HTSL2 (175°C)	hr	980	760	660	420	380	1200	920	130	100	80
判定		○	○	○	○	○	○	○	×	×	×

[0098] 表１、２で示すように、実施例１～１２のエポキシ樹脂組成物を硬化させてなる封止樹脂を備える半導体装置では、１５０℃の環境下において、２０００時間高温保管しても不良が発生しなかった。また、これを１７５℃の環境下に保管した場合は、２００時間高温保管しても不良が発生しなかった。したがって、硬化体を２００℃１０時間で加熱したときのSO_2発生量を７０ｐｐｍ以下とし、SO_2、塩化水素（ＨＣｌ）、ギ酸及び酢酸の発生量を２３０ｐｐｍ以下としたエポキシ樹脂組成物を用いることで、半導体装置の高温保管性を向上できることが示された。

請求の範囲

[請求項1] エポキシ樹脂（Ａ）及び硬化剤（Ｂ）を含み、銅ワイヤ及び前記銅ワイヤが接続された半導体素子を封止する半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、

前記半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体を２００℃１０時間加熱したとき、前記銅ワイヤに対する腐食性を有する硫黄化合物からなる第一の腐食性ガスの発生量が７０ｐｐｍ以下であることを特徴とする、半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項2] 前記第一の腐食性ガスが亜硫酸ガスであることを特徴とする、請求項１に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項3] ハロゲン化合物からなる第二の腐食性ガス、及び、有機酸からなる第三の腐食性ガスが、前記銅ワイヤに対する腐食性を有し、前記半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体を２００℃１０時間加熱したとき、前記第一、第二及び第三の腐食性ガスの発生量の合計が２３０ｐｐｍ以下であることを特徴とする、請求項１又は２に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項4] 前記第二の腐食性ガスが塩化水素ガスであることを特徴とする、請求項３に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項5] 前記第三の腐食性ガスは、二種以上の異なる有機酸からなることを特徴とする、請求項３又は４に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項6] 前記第三の腐食性ガスは、ギ酸及び／又は酢酸からなることを特徴とする、請求項３乃至５いずれか１項に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項7] ハイドロタルサイトをさらに含むことを特徴とする、請求項１乃至６いずれか１項に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項8] 前記ハイドロタルサイトが下記式（１）で表される化合物であることを特徴とする、請求項７に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物

。

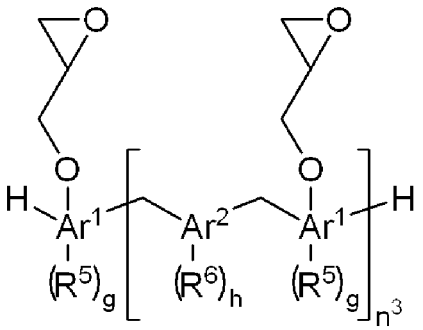
$$M_aAl_b(OH)_{2a+3b-2c}(CO_3)_c \cdot mH_2O$$

（１）

〔式（１）中、Ｍは少なくともＭｇを含む金属元素を表し、ａ、ｂ、ｃは、それぞれ２≦ａ≦８、１≦ｂ≦３、０．５≦ｃ≦２を満たす数であり、ｍは０以上の整数である。〕

[請求項9] 前記エポキシ樹脂（Ａ）が、下記式（２）で表されるエポキシ樹脂、下記式（３）で表されるエポキシ樹脂、及び、下記式（４）で表されるエポキシ樹脂からなる群から選択される少なくとも１種を含有するものあることを特徴とする、請求項１乃至８いずれか１項に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

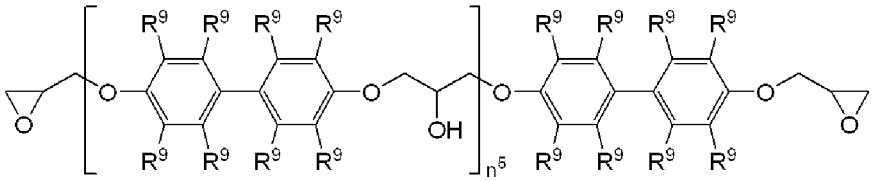
[化1]



（２）

〔式（２）中、Ａｒ[1]はフェニレン基又はナフチレン基を表し、Ａｒ[1]がナフチレン基の場合、グリシジルエーテル基はα位、β位のいずれに結合していてもよく、Ａｒ[2]はフェニレン基、ビフェニレン基及びナフチレン基のうちのいずれか１つの基を表し、Ｒ[5]及びＲ[6]はそれぞれ独立に炭素数１～１０の炭化水素基を表し、ｇは０～５の整数であり、ｈは０～８の整数であり、ｎ[3]は重合度を表し、その平均値は１～３の正数である。〕

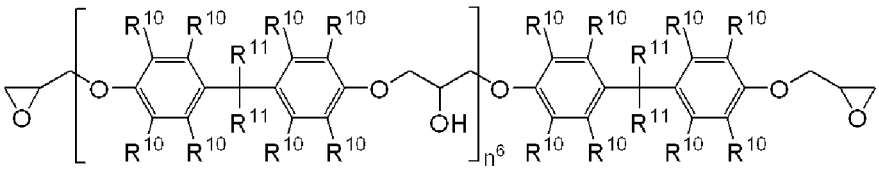
[化2]



（3）

〔式（３）中、複数存在するＲ９はそれぞれ独立に水素原子又は炭素数１～４の炭化水素基を表し、ｎ５は重合度を表し、その平均値は０～４の正数である。〕

[化3]

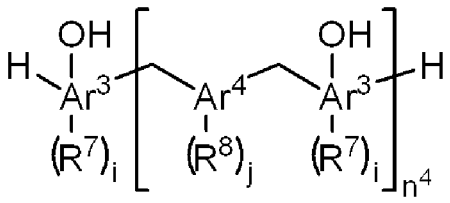


（4）

〔式（４）中、複数存在するＲ１０及びＲ１１はそれぞれ独立に水素原子又は炭素数１～４の炭化水素基を表し、ｎ６は重合度を表し、その平均値は０～４の正数である。〕

[請求項10] 前記エポキシ樹脂組成物が、下記式（５）で表される化合物からなる群から選択される少なくとも１種の硬化剤を含有するものであることを特徴とする、請求項１乃至９いずれか１項に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[化4]



（5）

〔式（５）中、Ａｒ３はフェニレン基又はナフチレン基を表し、Ａｒ３がナフチレン基の場合、水酸基はα位、β位のいずれに結合していてもよく、Ａｒ４はフェニレン基、ビフェニレン基及びナフチレン基

のうちのいずれか１つの基を表し、Ｒ[7]及びＲ[8]はそれぞれ独立に炭素数１～１０の炭化水素基を表し、ｉは０～５の整数であり、ｊは０～８の整数であり、ｎ[4]は重合度を表し、その平均値は１～３の正数である。〕

[請求項11] 前記銅ワイヤの銅純度が９９．９９質量%以上であることを特徴とする、請求項１乃至１０いずれか１項に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

[請求項12] 請求項１乃至１１いずれか１項に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体。

[請求項13] ダイパッド部を有するリードフレームと、

前記ダイパッド部に搭載された半導体素子と、

前記リードフレームと前記半導体素子とを電気的に接続している銅ワイヤと、

エポキシ樹脂組成物の硬化体からなり、前記半導体素子と前記銅ワイヤとを封止している、封止樹脂と、

を有し、

前記封止樹脂を２００℃１０時間加熱したとき、前記銅ワイヤに対する腐食性を有する硫黄化合物からなる第一の腐食性ガスの発生量が７０ｐｐｍ以下である、半導体装置。

[請求項14] ハロゲン化合物からなる第二の腐食性ガス、及び、有機酸からなる第三の腐食性ガスが、前記銅ワイヤに対する腐食性を有し、前記封止樹脂を２００℃１０時間加熱したとき、前記第一、第二及び第三の腐食性ガスの発生量の合計が２３０ｐｐｍ以下である、請求項１３に記載の半導体装置。

[請求項15] 前記銅ワイヤは、前記半導体素子に形成された電極パッドに接合し、前記電極パッドがアルミニウムを主成分とする、請求項１３又は１４に記載の半導体装置。