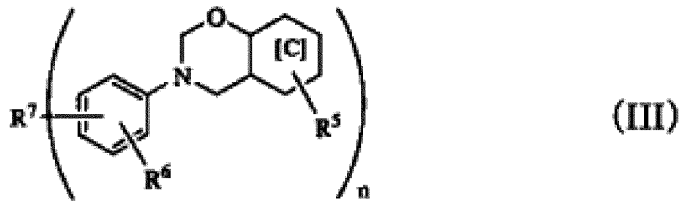




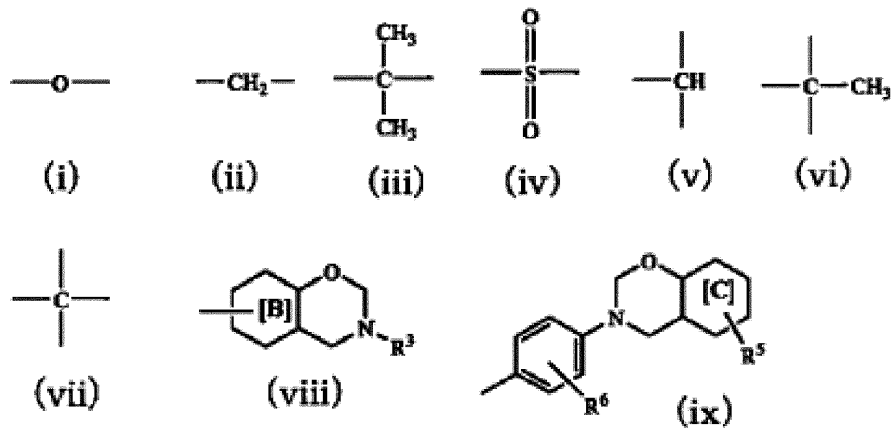
## 【化2】



10

(一般式(III)において、[C]はオキサジン環に対して、隣接する二つの炭素原子を共有するように縮合環を形成している単環または縮合多環芳香族炭化水素環を表し、 $R^5$ 及び $R^6$ は水素原子、アルキル基、アリール基、置換アリール基、ビニル基及びアリル基から選ばれる基を表し、 $R^7$ は式(i)~(ix)の構造のいずれかを表す。 $n$ は1~4の整数を表す。)

## 【化3】



## 【請求項2】

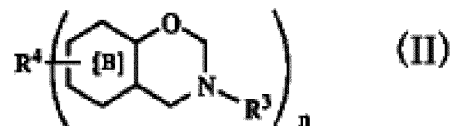
フェノール性水酸基を有する化合物と、ホルムアルデヒドと、1級アミノ基を有する化合物と、を閉環縮合して得られる化合物からなり、

30

前記フェノール性水酸基を有する化合物とホルムアルデヒドと1級アミノ基を有する化合物とを閉環縮合して得られる化合物が下記一般式(I)又は(III)で表される多官能型の化合物である、

フラックス活性剤。

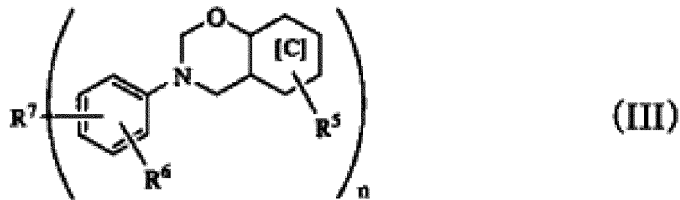
## 【化4】



40

(一般式(I)において、[B]はオキサジン環に対して、隣接する二つの炭素原子を共有するように縮合環を形成している単環または縮合多環芳香族炭化水素環を表し、 $R^3$ は水素原子、アルキル基、アリール基、置換アリール基、ビニル基及びアリル基から選ばれる基を表し、 $R^4$ は式(i)~(ix)の構造のいずれかを表す。 $n$ は1~4の整数を表す。)

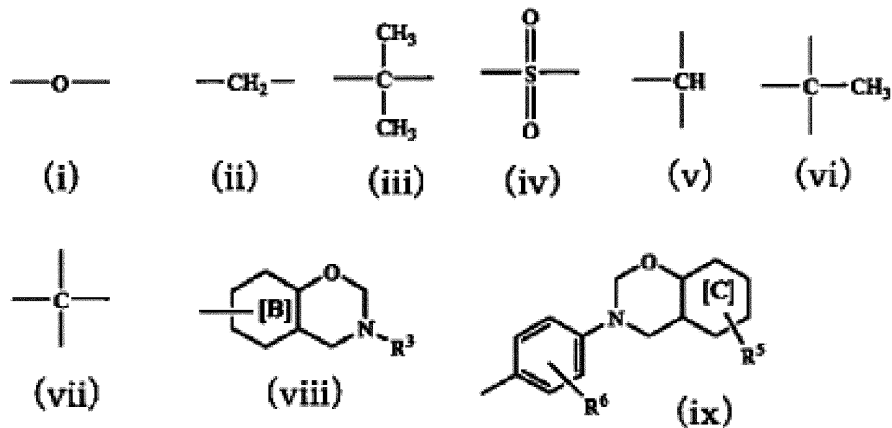
## 【化5】



10

(一般式 (III) において、[C] はオキサジン環に対して、隣接する二つの炭素原子を共有するように縮合環を形成している単環または縮合多環芳香族炭化水素環を表し、 $R^5$  及び  $R^6$  は水素原子、アルキル基、アリール基、置換アリール基、ビニル基及びアリル基から選ばれる基を表し、 $R^7$  は下記式 (i) ~ (ix) の構造のいずれかを表す。n は 1 ~ 4 の整数を表す。)

## 【化6】



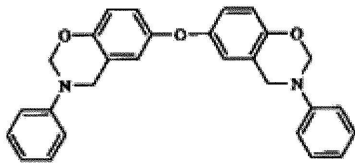
20

30

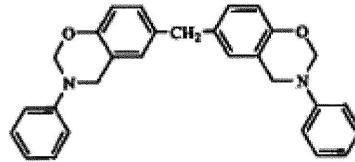
## 【請求項3】

前記多官能型の化合物は、下記構造式 (XIV) ~ (XVII) で表される化合物並びに下記構造式 (XIX) 及び (XX) で表される化合物からなる群より選択される少なくとも1種の化合物である、請求項1又は2に記載のフラックス活性剤。

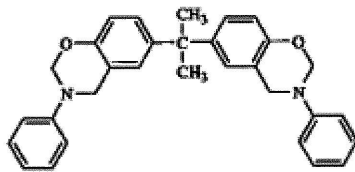
## 【化7】



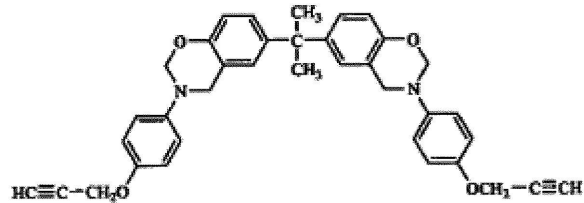
(XIV)



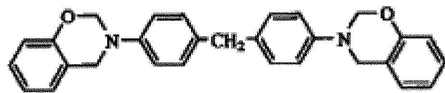
(XV)



(XVI)



(XVII)

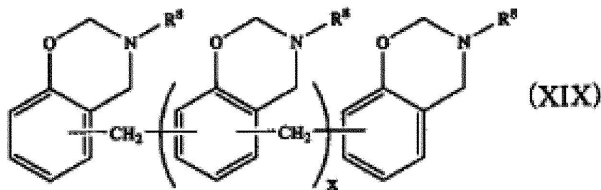


(XVIII)

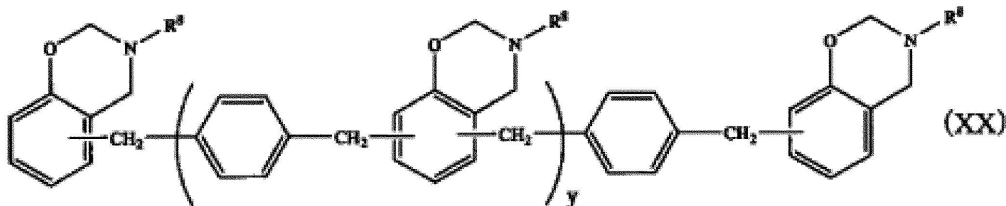
10

20

## 【化8】



(XIX)



(XX)

30

(式中、 $R^8$  はアリール基または置換アリール基を表し、 $x$  及び  $y$  は 0 以上の整数を表す。)

## 【請求項4】

エポキシ樹脂と、硬化剤と、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のフラックス活性剤と、を含有する、接着剤樹脂組成物。

40

## 【請求項5】

前記フラックス活性剤中の前記縮合多環オキサジン骨格を有する化合物、又は、前記フェノール性水酸基を有する化合物とホルムアルデヒドと 1 級アミノ基を有する化合物とを閉環縮合して得られる化合物が液状である、請求項 4 に記載の接着剤樹脂組成物。

## 【請求項6】

前記硬化剤が、イミダゾール類を含む、請求項 4 又は 5 に記載の接着剤樹脂組成物。

## 【請求項7】

無機フィラーを更に含有する、請求項 4 ~ 6 のいずれか一項に記載の接着剤樹脂組成物。

## 【請求項8】

50

請求項 4 ~ 7 のいずれか一項に記載の接着剤樹脂組成物を含有し、前記接着剤樹脂組成物中の前記エポキシ樹脂及び前記硬化剤が液状である、接着ペースト。

【請求項 9】

請求項 4 ~ 7 のいずれか一項に記載の接着剤樹脂組成物と、熱可塑性樹脂と、を含有する、接着フィルム。

【請求項 10】

前記接着剤樹脂組成物中の前記縮合多環オキサジン骨格を有する化合物、又は前記フェノール性水酸基を有する化合物とホルムアルデヒドと 1 級アミノ基を有する化合物とを閉環縮合して得られる化合物の配合量は、前記熱可塑性樹脂及び前記エポキシ樹脂の総量を 100 質量部として、0.5 ~ 20 質量部である、請求項 9 に記載の接着フィルム。

10

【請求項 11】

第 1 金属電極を有する回路基板と第 2 金属電極を有する半導体素子との間に、請求項 4 ~ 7 のいずれか一項に記載の接着剤樹脂組成物を介させる工程と、

前記接着剤樹脂組成物を硬化させることによって、前記回路基板と前記半導体素子とを接着すると共に、前記第 1 金属電極と前記第 2 金属電極とを電気的に接続する工程と、を含む、半導体装置の製造方法。

【請求項 12】

第 1 金属電極を有する回路基板と、

前記第 1 金属電極と電気的に接続された第 2 金属電極を有する半導体素子と、

前記回路基板と前記半導体素子との間に配置され、前記回路基板と前記半導体素子とを接着すると共に、請求項 4 ~ 7 のいずれか一項に記載の接着剤樹脂組成物の硬化物からなる接着層と、

20

を備える、半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フラックス活性剤、接着剤樹脂組成物、接着ペースト、接着フィルム、半導体装置の製造方法、及び半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子機器の小型化、高機能化の進展に伴って、半導体装置に対して小型化、薄型化及び電気特性の向上（高周波伝送への対応など）が求められている。このため、従来のワイヤーボンディングで半導体チップを基板に実装する方式から、半導体チップにパンプと呼ばれる導電性の突起を形成して基板電極と直接接続するフリップチップ接続方式への移行が始まっている。

30

【0003】

フリップチップ接続方式としては、はんだやスズなどを用いて金属接合させる方法、超音波振動を印加して金属接合させる方法、樹脂の収縮力を利用して機械的接触を保持する方法などが知られている。これらの中でも、生産性や接続信頼性の観点から、はんだやスズなどを用いて金属接合させる方法が広く用いられており、特にはんだを用いる方法は、高い接続信頼性を示すことから MPU などの実装に適用されている。

40

【0004】

フリップチップ接続方式では半導体チップと基板の熱膨張係数差に由来する熱応力が接続部に集中して接続部を破壊するおそれがある。そのため、この熱応力を分散して接続信頼性を高めるために、半導体チップと基板との間の空隙を樹脂で封止充てんする必要がある。一般に、樹脂の封止充てん方式としては、半導体チップと基板とをはんだなどを用いて接続した後、毛細管現象を利用して空隙に液状封止樹脂を注入する方式が採用されている。半導体チップと基板とを接続する際には、はんだなどの表面に存在する酸化膜を還元除去して金属接合を容易にするために、ロジンや有機酸などからなるフラックス活性剤を用いている。しかし、フラックス活性剤の残渣が残ると、液状封止樹脂を注入した場合に

50

ポイドと呼ばれる気泡が発生する原因になったり、酸成分によって配線の腐食が発生し、接続信頼性が低下する。そのため、フラックス活性剤の残渣を洗浄する工程が必須である。しかし、近年、接続ピッチの狭ピッチ化に伴い、半導体チップと基板との間の空隙が狭くなっているため、フラックス活性剤の残渣の洗浄が困難になる場合がある。さらに、半導体チップと基板との間の狭い空隙に液状封止樹脂を注入するのに長時間を要して生産性が低下するという課題がある。

【0005】

そこで、はんだなどの金属の表面に存在する酸化膜を還元除去する性質（フラックス活性）を示す封止樹脂が提案されている。これらの封止樹脂を基板上に供給した後、半導体チップと基板とを接続すると同時に、半導体チップと基板との間の空隙を樹脂で封止充てんし、フラックス活性剤の残渣の洗浄を省略することが求められている。

10

【特許文献1】特開2001-223227号公報

【特許文献2】特開2005-272547号公報

【特許文献3】特開2006-169407号公報

【特許文献4】特開2001-278954号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

フラックス活性を示す封止樹脂として、カルボン酸などの有機酸を配合したものが検討されている。しかし、カルボン酸などの有機酸は、封止樹脂に広く用いられているエポキシ樹脂の硬化剤として作用することから、反応性の制御や保存安定性の確保が困難である。また、酸成分によって配線の腐食が発生し、絶縁信頼性が低下する場合がある。また、封止樹脂が液状の場合、ディスペンスなどで基板上に封止樹脂を塗布する際に、樹脂粘度の経時変化によって、供給量を安定的に制御することが困難になる場合がある。

20

【0007】

一方、エポキシ樹脂と、オキサジン化合物を含む硬化剤とを含有する半導体封止用樹脂が知られている（特許文献4参照）。半導体封止用樹脂は、回路基板上の半導体チップやワイヤ等をモールドするためのものであり、半導体チップと回路基板とを電気的に接続するものではない。すなわち、半導体封止用樹脂ではフラックス活性が全く必要とされない。また、オキサジン化合物をエポキシ樹脂の硬化剤として用いることは知られていたものの、フラックス活性剤として用いることは全く知られていない。

30

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みて為されたものであり、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易なフラックス活性剤、接着剤樹脂組成物、接着ペースト、接着フィルム、電気的な接続信頼性の高い半導体装置の製造方法、及び半導体装置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】

上述の課題を解決するため、本発明の第1側面に係るフラックス活性剤は、縮合多環オキサジン骨格を有する化合物を含有する。本発明の第2側面に係るフラックス活性剤は、フェノール性水酸基を有する化合物と、ホルムアルデヒドと、1級アミノ基を有する化合物と、を閉環縮合して得られる化合物を含有する。

40

【0010】

カルボン酸等の有機酸からなるフラックス活性剤では、保存安定性の確保が困難であり、酸成分によって配線を腐食してしまう等の問題が発生する。これに対して、本発明のフラックス活性剤では、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易である。良好なフラックス活性を示す詳細な理由は明らかではないが、加熱によりオキサジン環が開環して生成するフェノール性水酸基による還元作用と、3級窒素原子の対電子に由来する電子供与性による還元作用とが併せて発現するからと推測される。また、保存安定性の確保が容易なのは、低温ではオキサジン環が開環せずに安定しているからと推測さ

50

れる。

【0011】

本発明の接着剤樹脂組成物は、エポキシ樹脂と、硬化剤と、上記フラックス活性剤と、を含有する。本発明の接着剤樹脂組成物を加熱すると、硬化剤の作用によってエポキシ樹脂が硬化する。これにより、例えば複数の部材同士を接着することができる。ここで、本発明の接着剤樹脂組成物は上記フラックス活性剤を含有するので、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易である。

【0012】

また、前記フラックス活性剤中の前記縮合多環オキサジン骨格を有する化合物が液状であることが好ましい。この場合、縮合多環オキサジン骨格を有する化合物が固形物の場合に比べて、接着剤樹脂組成物の接着性が向上する。そのため、例えば複数の部材同士を良好に接着することができる。なお、縮合多環オキサジン骨格を有する化合物は、例えば40～50の温度範囲におけるいずれかの温度において液状であることが好ましい。

10

【0013】

また、前記硬化剤が、イミダゾール類を含むことが好ましい。この場合、接着剤樹脂組成物の保存安定性及び接着剤樹脂組成物の硬化物の耐熱性が向上する。

【0014】

また、上記接着剤樹脂組成物が無機フィラーを更に含有することが好ましい。この場合、接着剤樹脂組成物の硬化物の線膨張係数（弾性率）を小さくすることができる。

【0015】

本発明の接着ペーストは、上記接着剤樹脂組成物を含有し、前記接着剤樹脂組成物中の前記エポキシ樹脂及び前記硬化剤が液状である。本発明の接着ペーストは上記接着剤樹脂組成物を含有するので、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易である。

20

【0016】

本発明の接着フィルムは、上記接着剤樹脂組成物と、熱可塑性樹脂と、を含有する。本発明の接着フィルムは上記接着剤樹脂組成物を含有するので、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易である。

【0017】

また、前記接着剤樹脂組成物中の前記縮合多環オキサジン骨格を有する化合物の配合量は、前記熱可塑性樹脂及び前記エポキシ樹脂の総量を100質量部として、0.5～20質量部であることが好ましい。縮合多環オキサジン骨格を有する化合物の配合量が0.5質量部未満では、フラックス活性が充分発揮されない傾向にあり、20質量部を超えると、フィルム形成性が低下したり、接着フィルムの硬化物の耐熱性が低下する傾向にある。

30

【0018】

本発明の半導体装置の製造方法は、第1金属電極を有する回路基板と第2金属電極を有する半導体素子との間に、上記接着剤樹脂組成物を介在させる工程と、前記接着剤樹脂組成物を硬化させることによって、前記回路基板と前記半導体素子とを接着すると共に、前記第1金属電極と前記第2金属電極とを電気的に接続する工程と、を含む。本発明の半導体装置の製造方法では、上記接着剤樹脂組成物を用いているので、回路基板と半導体素子との電気的な接続信頼性を向上できる。

40

【0019】

本発明の半導体装置は、第1金属電極を有する回路基板と、前記第1金属電極と電気的に接続された第2金属電極を有する半導体素子と、前記回路基板と前記半導体素子との間に配置され、前記回路基板と前記半導体素子とを接着すると共に、上記接着剤樹脂組成物の硬化物からなる接着層と、を備える。本発明の半導体装置は、上記接着剤樹脂組成物の硬化物からなる接着層を備えているので、回路基板と半導体素子との電気的な接続信頼性が高くなる。

【発明の効果】

【0020】

50

本発明によれば、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易なフラックス活性剤、接着剤樹脂組成物、接着ペースト、接着フィルム、電気的な接続信頼性の高い半導体装置の製造方法、及び半導体装置が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において、同一又は同等の要素には同一符号を用い、重複する説明を省略する。

【0022】

(フラックス活性剤)

本実施形態に係るフラックス活性剤は、縮合多環オキサジン骨格を有する化合物を含有する。通常、カルボン酸等の有機酸からなるフラックス活性剤では、保存安定性の確保が困難であり、酸成分によって配線を腐食してしまう等の問題が発生する。これに対して本実施形態のフラックス活性剤では、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易である。良好なフラックス活性を示す詳細な理由は明らかではないが、加熱によりオキサジン環が開環して生成するフェノール性水酸基による還元作用と、3級窒素原子の不对電子に由来する電子供与性による還元作用とが併せて発現するからと推測される。また、保存安定性の確保が容易なのは、低温ではオキサジン環が開環せずに安定しているからと推測される。

【0023】

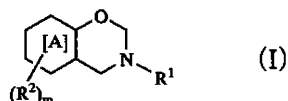
フラックス活性剤は、金属表面の酸化膜を還元除去して、金属が容易に溶融できるようにする。また、フラックス活性剤は、溶融した金属が濡れ広がるのを阻害せず、金属接合が形成される状態を達成できる。例えば、はんだボールを銅板上で加熱溶融させることによってのはんだボールと銅板とを接続する場合、フラックス活性剤を用いると、はんだボールが初期径よりも大きくなって銅板表面に濡れ広がる。また、溶融後のはんだボールをシェア試験すると、はんだボールと銅板との界面で破断するのではなく、はんだボールのバルク破壊となる。また、溶融後のはんだボールの初期径に対する変化率を、後述する「はんだ濡れ広がり率」として定義すると、良好なフラックス活性を実現するには、はんだ濡れ広がり率が20%以上となることが好ましく、30%以上となることがより好ましく、40%以上となることがさらに好ましい。

【0024】

縮合多環オキサジン骨格を有する化合物としては、特に制限はないが、一般式(I)で表される単官能型の化合物、一般式(II)や(III)で表される多官能型の化合物を用いることができる。一例としては、ベンゾオキサジンが挙げられる。

【0025】

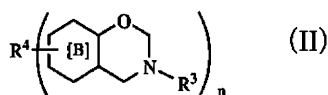
【化1】



(一般式(I)において、[A]はオキサジン環に対して、隣接する二つの炭素原子を共有するように縮合環を形成している単環または縮合多環芳香族炭化水素環を表し、R<sup>1</sup>およびR<sup>2</sup>は水素原子、アルキル基、アリール基、置換アリール基、ビニル基、アリル基から選ばれる官能基を表し、全て同じであっても、互いに異なってもよい。mは0~4の整数を表す。)

【0026】

【化2】



(一般式(II)において、[B]はオキサジン環に対して、隣接する二つの炭素原子を共

10

20

30

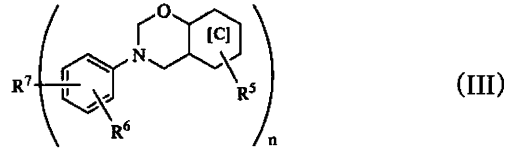
40

50

有するように縮合環を形成している単環または縮合多環芳香族炭化水素環を表し、 $R^3$  は水素原子、アルキル基、アリール基、置換アリール基、ビニル基、アリル基から選ばれる官能基を表し、 $R^4$  は式 (i) ~ (ix) の構造のいずれかを表す。n は 1 ~ 4 の整数を表す。

【0027】

【化3】

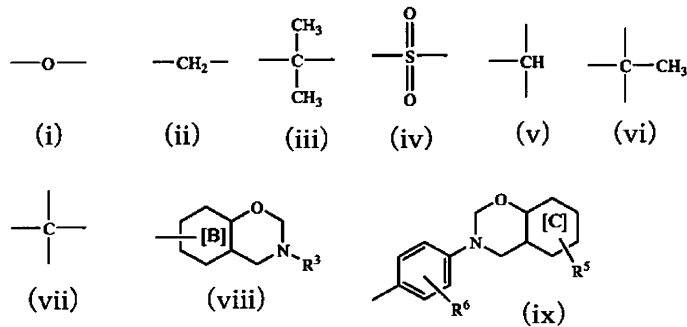


10

(一般式 (III) において、[C] はオキサジン環に対して、隣接する二つの炭素原子を共有するように縮合環を形成している単環または縮合多環芳香族炭化水素環を表し、 $R^5$  及び  $R^6$  は水素原子、アルキル基、アリール基、置換アリール基、ビニル基、アリル基から選ばれる官能基を表し、 $R^7$  は式 (i) ~ (ix) の構造のいずれかを表す。n は 1 ~ 4 の整数を表す。)

【0028】

【化4】



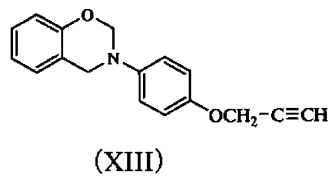
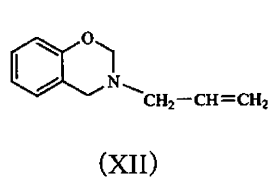
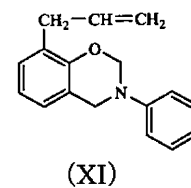
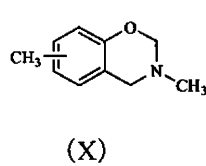
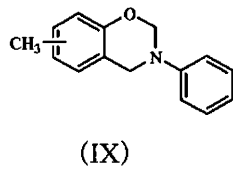
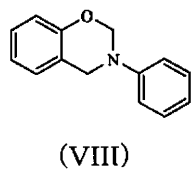
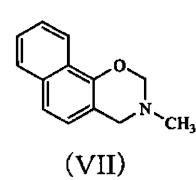
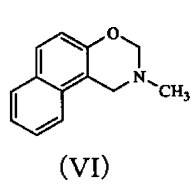
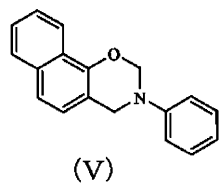
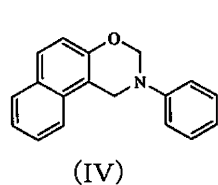
【0029】

一般式 (I) で表される単官能型の化合物として好ましい化合物としては、例えば、構造式 (IV) ~ (XIII) で表される化合物が挙げられる。一般式 (II) 及び (III) で表される多官能型の化合物として好ましい化合物としては、例えば、構造式 (XIV) ~ (XVIII) で表される化合物が挙げられる。

30

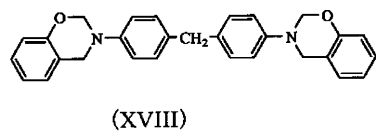
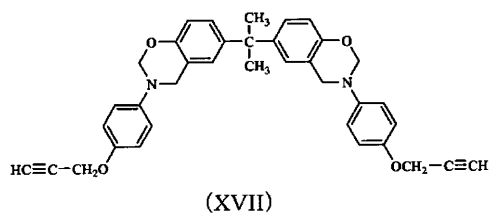
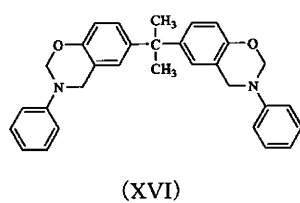
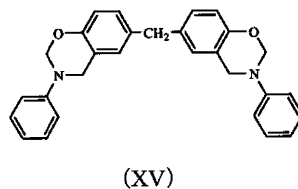
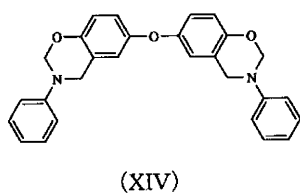
【0030】

## 【化5】



## 【0031】

## 【化6】



## 【0032】

また、多官能型の化合物としては、構造式 (XIX) や (XX) で表される化合物も挙げられる。

## 【0033】

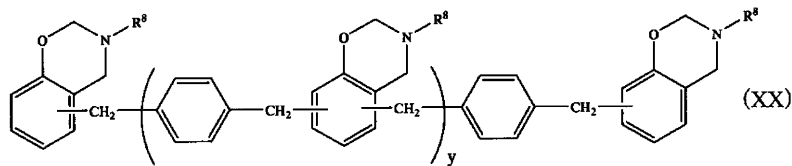
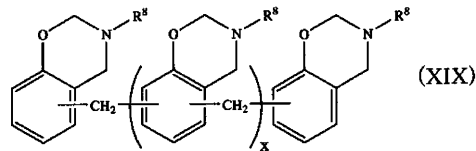
10

20

30

40

## 【化7】



(式中、 $R^8$  はアリール基または置換アリール基を表し、 $x$  及び  $y$  は 0 以上の整数を表す)。

## 【0034】

上記縮合多環オキサジン骨格を有する化合物は単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

## 【0035】

また、本実施形態に係るフラックス活性剤は、フェノール性水酸基を有する化合物と、ホルムアルデヒドと、1級アミノ基を有する化合物と、を閉環縮合して得られる化合物を含有してもよい。例えば、フェノール性水酸基を有する化合物と、ホルムアルデヒドと、1級アミノ基を有する化合物とを加熱混合して、閉環縮合させることによって、本実施形態に係るフラックス活性剤を合成することができる。このようにして得られる化合物は、例えば縮合多環オキサジン骨格を有する化合物である。

## 【0036】

フェノール性水酸基を有する化合物としては、例えば、フェノール、置換フェノール類、ナフトール類、置換ナフトール類、ビスフェノール類、ピフェノール類、トリフェノールメタン類、フェノールノボラック類、フェノールアラルキル類などを用いることができる。1級アミノ基を有する化合物としては、例えば、アルキルアミン類、アニリン、置換アニリン類、ジアミノジフェニルメタン類などを用いることができる。

## 【0037】

(接着剤樹脂組成物)

本実施形態に係る接着剤樹脂組成物は、エポキシ樹脂と、硬化剤と、本実施形態のフラックス活性剤とを含有する。本実施形態の接着剤樹脂組成物は、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易である。本実施形態に係る接着剤樹脂組成物は、パンプや配線等の金属電極を有する回路部材同士を接続し、金属電極同士を金属接合させるために用いられる。

## 【0038】

エポキシ樹脂としては、2官能以上であれば特に限定されず、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S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型エポキシ樹脂、ピフェニル型エポキシ樹脂、ハイドロキノン型エポキシ樹脂、ジフェニルスルフィド骨格含有エポキシ樹脂、フェノールアラルキル型多官能エポキシ樹脂、ナフトレン骨格含有多官能エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン骨格含有多官能エポキシ樹脂、トリフェニルメタン骨格含有多官能エポキシ樹脂、アミノフェノール型エポキシ樹脂、ジアミノジフェニルメタン型エポキシ樹脂、その他各種多官能エポキシ樹脂などを用いることができる。これらの中でも、低粘度化、低吸水性、高耐熱性の観点から、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、ナフトレン骨格含有多官能エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン骨格含有多官能エポキシ樹脂、トリフェニルメタン骨格含有多官能エポキシ樹脂などを用いることが望ましい。また、これらのエポキシ樹脂の性状としては25で液状でも固形でも構わない。固形のエポキシ樹脂では、例えばはんだを加熱溶解させて接続す

10

20

30

40

50

る場合、エポキシ樹脂の融点または軟化点が、はんだの融点よりも低いものを用いることが望ましい。また、これらのエポキシ樹脂は単独または2種以上を混合して用いてもよい。

#### 【0039】

硬化剤としては、例えばイミダゾール類、酸無水物類、アミン類、ヒドラジド類、ポリメルカプタン類、ルイス酸-アミン錯体などを用いることができる。中でも、接着剤樹脂組成物の保存安定性と接着剤樹脂組成物の硬化物の耐熱性に優れるイミダゾール類が望ましい。硬化剤がイミダゾール類の場合、例えば、2MZ、C11Z、2PZ、2E4MZ、2P4MZ、1B2MZ、1B2PZ、2MZ-CN、2E4MZ-CN、2PZ-CN、C11Z-CN、2PZ-CNS、C11Z-CNS、2MZ-A、C11Z-A、2E4MZ-A、2P4MHZ、2PHZ、2MA-OK、2PZ-OK（四国化成工業株式会社製、製品名）などや、これらのイミダゾール類をエポキシ樹脂と付加させた化合物などを用いることができる。また、これら硬化剤をポリウレタン系、ポリエステル系の高分子物質等で被覆してマイクロカプセル化したものは可使時間が延長されるために好ましい。これらは単独または2種以上を混合して使用することもできる。

10

#### 【0040】

フラックス活性剤中の縮合多環オキサジン骨格を有する化合物が液状である場合、縮合多環オキサジン骨格を有する化合物が固形物の場合に比べて、接着剤樹脂組成物の接着性が向上する。そのため、例えば複数の部材同士を良好に接着することができる。縮合多環オキサジン骨格を有する化合物は、例えば40～50の温度範囲におけるいずれかの温度において液状である。

20

#### 【0041】

本実施形態に係る接着剤樹脂組成物は、接着剤樹脂組成物の硬化物の平均線膨張係数を小さくするために、無機フィラーを含有していてもよい。無機フィラーの材料としては、特に限定されないが、例えば、ガラス、二酸化ケイ素（シリカ）、酸化アルミニウム（アルミナ）、酸化チタン（チタニア）、酸化マグネシウム（マグネシア）、カーボンブラック、マイカ、硫酸バリウムなどが挙げられる。これらは単独または2種以上を混合して使用してもよい。また、無機フィラーの材料は、2種類以上の金属酸化物を含む複合酸化物（2種類以上の金属酸化物が単に混合されてなるものではなく、金属酸化物同士が化学的に結合して分離不能な状態となっているもの）であってもよく、例えば、二酸化ケイ素と酸化チタン、二酸化ケイ素と酸化アルミニウム、酸化ホウ素と酸化アルミニウム、二酸化ケイ素と酸化アルミニウムと酸化マグネシウムなどからなる複合酸化物であってもよい。また、無機フィラーの平均粒径は、フリップチップ接続時に無機フィラーが対向電極間に捕捉されて電気的な接続を阻害することを防止するため、10μm以下であることが望ましい。さらに、接着剤樹脂組成物の粘度や接着剤樹脂組成物の硬化物物性を調整するために、平均粒径の異なる無機フィラーを2種以上組み合わせ用いてもよい。

30

#### 【0042】

さらに、本実施形態に係る接着剤樹脂組成物には、硬化促進剤、シランカップリング剤、チタンカップリング剤、酸化防止剤、レベリング剤、イオントラップ剤などの添加剤を配合してもよい。これらは単独で用いてもよいし、2種以上を組み合わせてもよい。配合量については、各添加剤の効果が発現するように調整すればよい。

40

#### 【0043】

例えばはんだを加熱溶融させて接続する場合、フラックス活性剤が、加熱時に分解、揮発せずに接着剤樹脂組成物中に残っていることが好ましい。すなわち、フラックス活性剤のTGA（Thermal Gravimetry Analysis）法によって測定される熱重量変化率が0%となる（残存重量が0となる）最低温度が、はんだの溶融温度より高いことが望ましい。また、フラックス活性剤として常温で固体状のものを用いる場合、フラックス活性剤の溶融温度や軟化点温度がはんだの溶融温度より低いことが望ましい。すなわち、はんだ表面の酸化膜を均一に除去するために、はんだの溶融温度において、フラックス活性剤が液体状態で存在することが望ましい。

50

## 【0044】

(接着ペースト)

本実施形態に係る接着ペーストは、本実施形態の接着剤樹脂組成物を含有する。また、接着剤樹脂組成物中のエポキシ樹脂及び硬化剤が液状である。本実施形態の接着ペーストは、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易である。

## 【0045】

(接着フィルム)

本実施形態に係る接着フィルム6a(図2参照)は、本実施形態の接着剤樹脂組成物と、熱可塑性樹脂とを含有する。本実施形態の接着フィルム6aは、良好なフラックス活性を示すと共に、保存安定性の確保が容易である。

10

## 【0046】

熱可塑性樹脂としては、フェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリカルボジイミド樹脂、フェノール樹脂、シアネートエステル樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリビニルアセタール樹脂、ウレタン樹脂、アクリルゴム等が挙げられる。その中でも耐熱性およびフィルム形成性に優れるフェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂、シアネートエステル樹脂、ポリカルボジイミド樹脂等が望ましく、フェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂がより好ましい。また特に好ましいのは、分子内にフルオレン骨格を有するフェノキシ樹脂である。このフェノキシ樹脂のガラス転移温度は約90 と他のフェノキシ樹脂(約60 )より高いため、接着フィルムのガラス移転温度が向上する。そのため、耐熱性の向上が期待できる。熱可塑性樹脂の重量平均分子量は、望ましくは5000より大きく、より望ましくは10000以上、さらに望ましくは20000以上である。重量平均分子量が5000以下の場合にはフィルム形成能が低下する傾向にある。なお、重量平均分子量はGPC(Gel Permeation Chromatography)を用いて、ポリスチレン換算で測定した値である。また、これらの熱可塑性樹脂は単独または2種以上の混合体や共重合体として使用することもできる。

20

## 【0047】

熱可塑性樹脂の配合量は、熱可塑性樹脂及びエポキシ樹脂の総量100質量部に対して、5~50質量部とすることが好ましく、5~40質量部とすることがより好ましく、10~35質量部とすることが特に好ましい。この配合量が5質量部未満ではフィルム形成が困難となる傾向があり、50質量部を超えると粘度が高くなって接続不良が発生する可能性が高くなる傾向にある。

30

## 【0048】

エポキシ樹脂の配合量は、熱可塑性樹脂及びエポキシ樹脂の総量100質量部に対して、10~90質量部とすることが好ましく、15~90質量部とすることがより好ましく、20~80質量部とすることが特に好ましい。この配合量が10質量部未満では硬化物の耐熱性が低下する傾向があり、90質量部を超えるとフィルム形成性が低下する傾向にある。

## 【0049】

硬化剤の配合量は、硬化剤の種類によって異なるが、硬化剤がイミダゾール類の場合、エポキシ樹脂100質量部に対して0.1~20質量部とすることが好ましく、1~10質量部とすることがより好ましい。この配合量が0.1質量部未満では、硬化が不十分となり、20質量部を超えると硬化物の耐熱性が低下する傾向にある。

40

## 【0050】

縮合多環オキサジン骨格を有する化合物の配合量は、熱可塑性樹脂及びエポキシ樹脂の総量100質量部に対して、0.5~20質量部とすることが好ましく、0.5~15質量部とすることがより好ましく、1~10質量部とすることが特に好ましい。この配合量が0.5質量部未満では、フラックス活性が充分発揮されない傾向にあり、20質量部を超えると、フィルム形成性が低下したり、硬化物の耐熱性が低下する傾向にある。なお、縮合多環オキサジン骨格を有する化合物の種類および最適配合量は、フラックス活性の有

50

無だけでなく、フィルム形成性、フィルム製造時の作業性（ワニスの粘度変化など）、フィルムの取扱性（タック性、打ち抜きやスリットなどの加工性など）などを考慮して設定されることが好ましい。

【 0 0 5 1 】

無機フィラーの配合量は、熱可塑性樹脂及びエポキシ樹脂の総量 1 0 0 質量部に対して、2 0 0 質量部以下とすることが好ましく、1 5 0 質量部以下とすることがより好ましい。この配合量が 2 0 0 質量部を超えると、接着剤樹脂組成物の粘度が高くなり、接続不良が起きる可能性が高くなり、また、接着フィルムの可とう性が低下して脆くなる傾向がある。

【 0 0 5 2 】

本実施形態の接着フィルム 6 a の未硬化状態における粘度は、1 5 0 において 1 0 0 Pa・s 以下であることが望ましく、より望ましくは 5 0 Pa・s 以下であり、さらに望ましくは 3 0 Pa・s 以下である。粘度が 1 0 0 Pa・s より高いと、溶融した金属が濡れ広がるのを阻害して、接続不良が発生する可能性が高くなる傾向にある。粘度は、ずり粘弾性測定装置（例えば、ティーエーインストルメント株式会社製 A R E S ）を用いて、直径 8 ~ 2 5 mm の平行円板間に接着フィルム 6 a を挟んで、所定の温度において、周波数 1 ~ 1 0 H z の条件下で測定可能である。粘度測定は全自動で行われる。また、円形に打ち抜いた接着フィルム 6 a をガラス板間に挟み、所定の温度において、所定の圧力で所定の時間加圧し、加圧前後の接着フィルム 6 a （樹脂）の厚みの変化から粘度を計算する方法を用いることができる。すなわち、次式（1）（平行板間の 1 軸圧縮流動に関するヒーリーの式）によって、算出できる。

【 0 0 5 3 】

【数 1】

$$\eta = \frac{8\pi FtZ^4 Z_0^4}{3V^2(Z_0^4 - Z^4)} \quad \text{式 (1)}$$

$\eta$  : 粘度 (Pa・s)

F : 荷重 (N)

t : 加圧時間 (s)

Z : 加圧後の樹脂厚み (m)

Z<sub>0</sub> : 加圧前の樹脂厚み (m)

V : 樹脂の体積 (m<sup>3</sup>)

【 0 0 5 4 】

2 6 0 における本実施形態の接着フィルム 6 a のゲル化時間は、1 ~ 6 0 秒であることが望ましく、より望ましくは 3 ~ 4 0 秒であり、さらに望ましくは 5 ~ 3 0 秒である。ゲル化時間が 1 秒より短いと、はんだなどが溶融する前に硬化してしまい、接続不良が発生する可能性が高くなる傾向にあり、6 0 秒より長いと生産性が低下したり、硬化が不十分になって信頼性が低下する傾向にある。なお、ゲル化時間は、2 6 0 に設定した熱板上に接着フィルム 6 a を置き、スパチュラなどで攪拌し、攪拌不能になるまでの時間を指す。

【 0 0 5 5 】

本実施形態の接着フィルム 6 a は、例えば以下のようにして製造することができる。まず、熱可塑性樹脂、エポキシ樹脂、硬化剤、無機フィラー、本実施形態のフラックス活性剤及びその他添加剤をトルエン、酢酸エチル、メチルエチルケトンなどの有機溶媒中で混合することによってワニスを作製する。続いて、そのワニスを、ナイフコーターやロールコーターを用いて、離型処理が施されたポリエチレンテレフタレート樹脂などからなるフィルム基材上に塗布した後、有機溶媒を乾燥除去する。これにより、フィルム基材上に本実施形態の接着フィルム 6 a を形成することができる。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

(半導体装置)

図1は、実施形態に係る半導体装置の一例を模式的に示す断面図である。図1に示される半導体装置10は、回路基板21と、半導体素子22と、回路基板21と半導体素子22との間に配置された接着層6とを備える。接着層6は、回路基板21と半導体素子22とを接着すると共に、本実施形態の接着剤樹脂組成物の硬化物からなる。接着層6は、本実施形態の接着フィルム6aや接着ペーストの硬化物からなってもよい。

【0057】

回路基板21は、インターポザー等の基板7と、基板7の一方の面上に設けられた配線4(第1金属電極)とを備える。基板7の他方の面上には、電極パッド2及びはんだボール1がこの順に設けられている。回路基板21は、半導体チップでもよい。基板7は、例えばガラスエポキシ、ポリイミド、ポリエステル、セラミックなどの絶縁材料からなる。配線4は、例えば銅などの金属材料からなる。配線4は、基板7上に金属層を形成し、金属層の不要な箇所をエッチングにより除去することによってパターン形成されてもよい。また、配線4は、基板7上に銅めっきなどによってパターン形成されてもよいし、基板7上に導電性物質を印刷してパターン形成されてもよい。配線4の表面には、低融点はんだ、高融点はんだ、スズ、インジウム、金、ニッケル、銀、銅、パラジウムなどからなる金属層が形成されていてもよい。この金属層は単一の成分のみで構成されていても、複数の成分から構成されていてもよい。また、複数の金属層が積層された構造をしていてもよい。

【0058】

半導体素子22は、半導体チップ5と、半導体チップ5に電氣的に接続されたバンプ3(第2金属電極)とを備える。バンプ3は、配線4と電氣的に接続される。半導体チップ5の構成材料としては、特に限定はなく、シリコン、ゲルマニウムなどの元素半導体、ガリウムヒ素、インジウムリンなどの化合物半導体等、各種半導体を用いることができる。バンプ3は導電性の突起である。バンプ3の材質としては、低融点はんだ、高融点はんだ、スズ、インジウム、金、銀、銅などが挙げられる。バンプ3は、単一の成分のみで構成されていても、複数の成分から構成されていてもよい。また、バンプ3は、これらの成分からなる金属層を含む積層構造を有してもよい。なお、半導体素子22がバンプ3を備えなくてもよいし、回路基板21が配線4上にバンプ3を備えてもよい。

【0059】

本実施形態の半導体装置10では、回路基板21の配線4と半導体素子22のバンプ3とが金属接合されている。半導体装置10は、本実施形態の接着剤樹脂組成物の硬化物からなる接着層6を備えているので、回路基板21の配線4と半導体素子22のバンプ3との電氣的な接続信頼性を向上できる。また、隣り合う配線4間及び隣り合うバンプ3間の電氣的な絶縁信頼性を向上できる。

【0060】

図2は、実施形態に係る半導体装置の製造方法の一例を模式的に示す工程断面図である。一例として、図1に示される半導体装置10の製造方法について説明する。まず、図2(a)に示されるように、基板7上に配線4を形成することによって回路基板21を準備する。続いて、図2(b)に示されるように、配線4を覆うように、回路基板21に本実施形態の接着フィルム6aを貼り付ける。貼り付けは加熱プレス、ロールラミネート、真空ラミネートなどによって行うことができる。接着フィルム6aの供給量は貼付面積と接着フィルム6aの厚みによって設定されることが好ましい。接着フィルム6aを回路基板21に貼り付ける際の接着フィルム6aの供給量は、半導体チップ5の大きさ、バンプ3の高さなどによって規定され、接着フィルム6aの面積と厚みによって容易に制御することができる。

【0061】

その後、図2(c)に示されるように、フリップチップボンダーなどの接続装置のステージ20上に、接着フィルム6aが貼り付けられた回路基板21を載置する。また、接続装置のヘッド17に半導体素子22を取り付ける。これにより、回路基板21の配線4と

10

20

30

40

50

半導体素子 2 2 の bumps 3 との間に接着フィルム 6 a を介在させる。なお、接着フィルム 6 a に代えて、本実施形態の接着剤樹脂組成物や接着ペーストを用いてもよい。また、接着フィルム 6 a は半導体チップ 5 に貼り付けられてもよく、半導体ウエハに接着フィルム 6 a を貼り付けた後、ダイシングして個片化することによって、接着フィルム 6 a が貼り付けられた半導体チップ 5 を作製してもよい。

#### 【 0 0 6 2 】

次に、図 2 ( d ) に示されるように、フリップチップボンダーなどの接続装置を用いて、加熱加圧により接着フィルム 6 a を硬化させる。これにより、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 とを接着すると共に、回路基板 2 1 の配線 4 と半導体素子 2 2 の bumps 3 とを電気的に接続する。例えば、まず、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 とを位置合わせする。続いて、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 とを bumps 3 の融点（例えば、はんだの融点）以上の温度で加熱しながら押し付ける。これにより、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 とを接続すると共に、溶融した接着フィルム 6 a によって回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 との間の空隙を封止充てんする。この際、接着フィルム 6 a のフラックス活性によって、bumps 3 表面の酸化膜が還元除去され、bumps 3 が溶融し、配線 4 と bumps 3 とが金属接合される。接着フィルム 6 a が硬化することによって、接着層 6 が形成される。このようにして、半導体装置 1 0 を製造する。

#### 【 0 0 6 3 】

また、次のように配線 4 と bumps 3 とを金属接合してもよい。まず、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 とを位置合わせする。続いて、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 とを bumps 3 が溶融しない温度で加熱しながら押し付ける。これにより、接着フィルム 6 a を溶融させて、配線 4 と bumps 3 との間の接着フィルム 6 a を除去するとともに、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 との間の空隙を封止充てんする。その結果、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 とが仮固定される。その後、リフロー炉で加熱処理することによって bumps 3 を溶融させて、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 とを接続する。

#### 【 0 0 6 4 】

さらに、接続信頼性を高めるために、半導体装置 1 0 を加熱オープンなどで加熱処理し、接着フィルム 6 a の硬化をさらに進行させてもよい。

#### 【 0 0 6 5 】

本実施形態の半導体装置の製造方法では、接着フィルム 6 a を用いているので、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 との電気的な接続信頼性を向上できる。よって、半導体装置 1 0 の生産性が向上する。

#### 【 0 0 6 6 】

接着フィルム 6 a を用いて半導体素子 2 2 と回路基板 2 1 とを接続する場合、個片に切り出した接着フィルム 6 a を、回路基板 2 1 に貼り付けてもよいし、半導体素子 2 2 の bumps 3 が形成された面に貼り付けてもよい。また、回路基板 2 1 を個片化する前に、複数の回路基板 2 1 がつながった状態において、複数の回路基板 2 1 全体に接着フィルム 6 a を貼り付け、半導体素子 2 2 を接続した後、個片化してもよい。また、半導体素子 2 2 に個片化する前の半導体ウエハに接着フィルム 6 a を貼り付け、ダイシングによって半導体素子 2 2 に個片化してもよい。接着フィルム 6 a を回路基板 2 1 または半導体素子 2 2 に貼り付けた後に個片化する方法においては、接着フィルム 6 a の透過率が、波長 5 5 5 n m の光に対して 1 0 % 以上であることが望ましい。この場合、接着フィルム 6 a を透過する波長 5 5 5 n m の光を用いて、個片化する位置のマークや、回路基板 2 1 と半導体素子 2 2 との位置合わせを行うための位置合わせマークを認識することができる。

#### 【 0 0 6 7 】

また、接着フィルム 6 a が無機フィラーを含有している場合、無機フィラーの屈折率と接着フィルム 6 a 中の樹脂の屈折率とをほぼ同一にすることによって、前述の透過率を達成できる。例えば、樹脂としてエポキシ樹脂を用いる場合、エポキシ樹脂の屈折率約 1 . 6 に対して、無機フィラーの屈折率を 1 . 5 ~ 1 . 7 とすることが望ましい。このような屈折率を示す無機フィラーの材料としては、硫酸バリウム、酸化マグネシウム、二酸化ケ

10

20

30

40

50

イ素と酸化チタンからなる複合酸化物、二酸化ケイ素と酸化アルミニウムからなる複合酸化物、酸化ホウ素と酸化アルミニウムからなる複合酸化物、二酸化ケイ素と酸化アルミニウムと酸化マグネシウムからなる複合酸化物などが挙げられる。

【0068】

図3は、他の実施形態に係る半導体装置の一例を模式的に示す断面図である。図3に示される半導体装置30は、回路基板31と、半導体素子10aと、回路基板31と半導体素子10aとの間に配置された接着層12とを備える。半導体素子10aは、半導体装置10と同様の構造を有する。接着層12は、回路基板31と半導体素子10aとを接着すると共に、本実施形態の接着剤樹脂組成物の硬化物からなる。接着層12は、本実施形態の接着フィルム6aや接着ペーストの硬化物からなってもよい。

10

【0069】

回路基板31は、例えばマザーボードである。回路基板31は、基板14と、基板14の内部に形成された内層配線9とを備える。基板14の表面には、配線11（第1金属電極）が形成されている。配線11は、半導体素子10aのはんだボール1（第2金属電極）と電気的に接続されている。基板14の表面には、ビア15が形成されており、ビア15内に導体層15aが形成されている。また、基板14には、スルーホール13が形成されており、スルーホール13内に導体層13aが形成されている。

【0070】

半導体装置30は、例えば半導体パッケージである。インターポーザー上に半導体チップが搭載された半導体パッケージとしては、例えばCSP（チップサイズパッケージ）やBGA（ボールグリッドアレイ）などが挙げられる。また、半導体チップの電極部を半導体チップ表面上で再配線することによって、インターポーザーを用いずに半導体チップを回路基板31に搭載可能とした半導体パッケージとしては、例えば、ウエハーレベルパッケージと呼ばれるものが挙げられる。

20

【0071】

本実施形態の半導体装置30では、半導体装置10と同様に、回路基板31と半導体素子10aとの電気的な接続信頼性を向上できる。

【0072】

以上、本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されない。例えば、接着フィルムに代えて、接着ペースト又はその他の接着剤樹脂組成物を用いて半導体装置を製造してもよい。

30

【0073】

（実施例）

以下、製造例、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。

【0074】

<製造例1～5>

熱可塑性樹脂として、フェノキシ樹脂FX293（東都化成株式会社製、製品名）25質量部、エポキシ樹脂として、固形多官能エポキシ樹脂EP1032H60（ジャパンエポキシレジン製、製品名）30質量部及び液状ビスフェノールA型エポキシ樹脂EP828（ジャパンエポキシレジン製、製品名）45質量部、縮合多環オキサジン骨格を有する化合物（フラックス活性剤）として、表1に示す化合物を5質量部、球状シリカフィラーとして、SE6050（株式会社アドマテックス製、製品名、平均粒径2 $\mu$ m）100質量部、をトルエン-酢酸エチル溶媒中に固形分濃度が60～70%になるように溶解混合してワニスを作製した。続いて、ワニスをセパレータフィルム（PETフィルム）上にナイフコーターを用いて塗布した後、70 $^{\circ}$ Cのオーブンで10分間乾燥させることによって、厚さ40～45 $\mu$ mの製造例1～5の接着フィルムを作製した。ホットロールラミネータにて接着フィルムを2枚重ね合わせて、厚さを80～90 $\mu$ mに調整した。

40

【0075】

（揮発終了温度の測定）

50



【表 1】

	フラックス活性剤	フラックス活性剤の性状	フラックス活性剤の揮発終了温度(℃)	はんだボール残存数(個)	はんだ濡れ広がり率(%)	シェア試験結果
製造例 1	化合物名： 構造式 (V I I I) 製品名： R L V 1 0 0 製造メーカー： エアークォーター ケミカル	液状	> 3 0 0	9	7 8	B
製造例 2	化合物名： 構造式 (X V) 製品名： ベンゾオキサジン F - a 型 製造メーカー： 四国化成工業	固体状 軟化点：3 0 ℃	> 3 0 0	9	7 8	B
製造例 3	化合物名： 構造式 (X V I I I) 製品名： ベンゾオキサジン P - d 型 製造メーカー： 四国化成工業	固体状 軟化点：7 5 ℃	> 3 0 0	9	8 1	B
製造例 4	なし	—	—	3	6 0	A と B が混在
製造例 5	化合物名： 2, 5 - ジヒドロキシ 安息香酸 製品名： ゲンチジン酸 製造メーカー： みどり化学	固体状 融点：2 0 5 ℃	> 3 0 0	1 0	7 3	B

10

20

## 【 0 0 8 1 】

表 1 に示されるように、製造例 4 では、フェノキシ樹脂やエポキシ樹脂に存在するアルコール性水酸基に起因すると思われるフラックス活性が見られるが、その効果は不十分である。製造例 1 ~ 3 のように縮合多環オキサジン骨格を有する化合物を用いることによって、製造例 4 と比較して、はんだボール残存率及びはんだ濡れ広がり率が向上する。また、製造例 1 ~ 3 では、シェア試験においてははんだボールのバルク破壊 ( B モード ) となり、有機酸である 2, 5 - ジヒドロキシ安息香酸と同等のフラックス活性を示すことが分かる。

30

## 【 0 0 8 2 】

< 参考例 1、実施例 2 ~ 3 及び比較例 1 ~ 2 >

熱可塑性樹脂として、フェノキシ樹脂 F X 2 9 3 ( 東都化成株式会社製、製品名 ) 2 5 質量部、エポキシ樹脂として、固形多官能エポキシ樹脂 E P 1 0 3 2 H 6 0 ( ジャパンエポキシレジン製、製品名 ) 3 0 質量部及び液状ビスフェノール A 型エポキシ樹脂 E P 8 2 8 ( ジャパンエポキシレジン製、製品名 ) 4 5 質量部、硬化剤として、2, 4 - ジヒドロキシメチル - 5 - フェニルイミダゾール 2 P H Z ( 四国化成工業株式会社製、製品名 ) 3 質量部、縮合多環オキサジン骨格を有する化合物 ( フラックス活性剤 ) として、表 2 に示す化合物を 5 質量部、球状シリカフィラーとして S E 6 0 5 0 ( 株式会社アドマテックス製、製品名 ) 1 0 0 質量部をトルエン - 酢酸エチル溶媒中に固形分濃度が 6 0 ~ 7 0 重量 % になるように溶解混合してワニスを作製した。続いて、ワニスをセパレータフィルム ( P E T フィルム ) 上にナイフコーターを用いて塗布した後、7 0 のオーブンで 1 0 分間乾燥させることによって、厚さ 4 0 ~ 4 5 μ m の参考例 1、実施例 2 ~ 3 及び比較例 1 ~

40

50

2の接着フィルムを作製した。ホットロールラミネータにて接着フィルムを2枚重ね合わせて、厚さを80～90μmに調整して使用した。

【0083】

<比較例3>

球状シリカフィラーの配合量を220質量部にした以外は、参考例1、実施例2～3及び比較例1～2と同様に比較例3の接着フィルムを作製した。

【0084】

参考例1、実施例2～3及び比較例1～3の接着フィルムを用いて、以下の測定及び評価を行った。

【0085】

(ゲル化時間測定)

セパレーターをはく離した接着フィルムを260℃の熱板上に配置し、スパチュラで攪拌不能になるまでの時間(秒)をゲル化時間とした。

【0086】

(粘度測定)

15mm角(厚さ0.7mm)のガラス板の上に直径4mmの円形に打ち抜いた接着フィルムを貼り付けた。セパレーターフィルムをはく離した後、接着フィルムを覆うようにカバーガラス(サイズ18mm角、厚さ0.17mm)を載せたものを準備した。これを、フリップチップボンダーFCB3(パナソニックファクトリーソリューションズ製、製品名)に配置し、ヘッド温度185℃、ステージ温度50℃、荷重12.6N、加圧時間1秒(到達温度150℃)の条件で加熱、加圧した。接着フィルムの体積を一定と仮定すると式(3)の関係が成立する。加圧後の接着フィルムの半径を顕微鏡で測定し、前述した式(1)に従い、150℃での粘度(Pa・s)を算出した。

$$Z/Z_0 = (r_0/r)^2 \quad \text{式(3)}$$

Z<sub>0</sub>: 加圧前の接着フィルムの厚み

Z: 加圧後の接着フィルムの厚み

r<sub>0</sub>: 加圧前の接着フィルムの半径(直径4mmで打ち抜いているので2mmとなる。)

r: 加圧後の接着フィルムの半径

【0087】

(貯蔵弾性率及びガラス転移温度(T<sub>g</sub>)の測定)

200℃で1時間加熱処理した接着フィルムを5.0mm×45mmの大きさに切り出したものを準備した。セイコーインスツルメント社製DMS6100(製品名)を用いて、チャック間距離20mm、周波数1Hz、測定温度範囲20～300℃、昇温速度5.0/minの条件で、貯蔵弾性率、損失弾性率、及びtanδの測定を行った。測定結果から、40℃の貯蔵弾性率(GPa)及びガラス転移温度(℃)を読み取った。なお、ガラス転移温度はtanδのピーク温度とした。

【0088】

(平均線膨張係数の測定)

200℃で1時間加熱処理した接着フィルムを3.0mm×25mmの大きさに切り出したものを準備した。セイコーインスツルメント社製TMA/SS6000(製品名)を用いて、チャック間距離15mm、測定温度範囲20～300℃、昇温速度5/min、接着フィルムの断面積に対して0.5MPaとなる引っ張り荷重の条件で、測定を行った。40～100℃の温度範囲における平均線膨張係数(%)を算出した。

【0089】

(はんだ接合性評価)

銅配線表面に受けはんだ層(Sn-3.0Ag-0.5Cu)が形成されたプリント基板JKIT TYPE III(日立超LSIシステムズ製、製品名)のチップ搭載領域に、10mm角に切り出した接着フィルムを80℃で5秒間、荷重50Nで貼り付けた。その後、セパレーターフィルムをはく離し、高融点はんだバンプ(95Pb-5Sn)が形成されたチップPhase2E175(日立超LSIシステムズ製、製品名、サイズ10

10

20

30

40

50

mm角、厚み550 $\mu$ m、パンプ数832、パンプピッチ175 $\mu$ m)とプリント基板とを、フリップチップボンダーFCB3(パナソニックファクトリーソリューションズ製、製品名)を用いて接続した。具体的には、まずチップPhase 2 E 175とプリント基板との位置合わせを行い、荷重5Nで加圧しながら180で5~30秒間加熱し、その後、荷重5Nで加圧しながら230~280で5秒間加熱した。続いて、165のオープンで2時間加熱処理を行い、接続サンプルを作製した。

【0090】

続いて、作製した接続サンプルの導通検査を行った。導通がとれたものを合格とした。導通がとれたものについて、高融点はんだパンプと受けはんだ層との接続部の断面を観察した。高融点はんだパンプと受けはんだ層とが均一に濡れて接合されているものを合格とし、均一に濡れて接合されていないものを不合格とした。

10

【0091】

(耐湿信頼性評価)

温度130、相対湿度85%に設定した試験槽内に、上記接続サンプルを100時間放置した。その後、導通検査を行った。放置前の接続抵抗と比較して、抵抗変化率が $\pm 10\%$ 以内であるものを合格とした。なお、はんだ接合性評価の断面観察において不合格となったものについては、耐湿信頼性評価を行わなかった。

【0092】

(絶縁信頼性評価)

配線幅20 $\mu$ m、配線間距離40 $\mu$ mで形成された銅配線からなる櫛型パターンを有するポリイミド基板に、接着フィルムを80で5秒間、荷重100Nで櫛型パターンを覆うように貼り付けた。セパレータフィルムをはがした後、165のオープンで2時間加熱処理を行い、評価用サンプルを作製した。

20

【0093】

櫛型パターン間に5Vの直流電圧を印加しながら、温度130、相対湿度85%に設定した試験槽内に評価用サンプルを100時間放置した。IMV社製マイグレーションテスターMIG-8600(製品名)を用いて、試験槽内における評価用サンプルの絶縁抵抗を連続測定した。100時間の測定中に $10^6$ 以上の絶縁抵抗を保持している評価用サンプルを合格とした。なお、はんだ接合性評価の断面観察において不合格となったものについては、絶縁信頼性評価を行わなかった。

30

【0094】

上記はんだ接合性、耐湿信頼性及び絶縁信頼性の全てが合格の場合、総合判定を合格とした。その他の場合は総合判定を不合格とした。

【0095】

測定結果及び評価結果を表2及び表3に示す。

【0096】

【表 2】

	フラックス活性剤	ゲル化時間 (秒)	粘度 (Pa・s)	T <sub>g</sub> (°C)	貯蔵弾性率 (GPa)
参考例 1	化合物名： 構造式 (VIII) 製品名： RLV100	7	10	212	6.5
実施例 2	化合物名： 構造式 (XV) 製品名： ベンゾオキサジン F-a 型	7	11	221	6.4
実施例 3	化合物名： 構造式 (XVIII) 製品名： ベンゾオキサジン P-d 型	7	15	219	6.7
比較例 1	なし	13	11	196	7.4
比較例 2	化合物名： 2,5-ジヒドロキシ 安息香酸	8	15	186	8.0
比較例 3	化合物名： 2,5-ジヒドロキシ 安息香酸	8	55	205	11.1

10

20

【0097】

【表 3】

	平均線膨張係数 ( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	はんだ接合性		耐湿 信頼性	絶縁 信頼性	総合判定
		導通検査	断面観察			
参考例 1	5.4	○	○	○	○	○
実施例 2	5.4	○	○	○	○	○
実施例 3	5.3	○	○	○	○	○
比較例 1	4.8	○	×	—	—	×
比較例 2	4.7	○	○	○	80 時間 で NG	×
比較例 3	3.3	○	×	—	—	×

30

【0098】

表 3 中の ○ は「合格」を示し、× は「不合格」を示す。表 2 及び表 3 に示されるように、フラックス活性剤を添加した参考例 1 及び実施例 2 ~ 3 は、フラックス活性剤を添加していない比較例 1 に比べて、接着フィルムの物性を低下させることはなかった。表 3 に示す結果から分かるように、参考例 1 及び実施例 2 ~ 3 では良好なはんだ接合性、耐湿信頼性及び絶縁信頼性を示した。比較例 2 では、はんだ接合性は良好であったが、絶縁信頼性評価において不良が発生した。比較例 3 では、断面観察の結果、高融点はんだバンプと受けはんだ層とが均一に濡れていなかった。接着フィルムの粘度が高いため、溶融したはんだが濡れ広がるのを阻害したと考えられる。

40

【0099】

以上に説明したとおり、参考例 1 及び実施例 2 ~ 3 の接着フィルムは良好なフラックス活性を示す。また、参考例 1 及び実施例 2 ~ 3 の接着フィルムを用いることによって金属接合が容易となるので、電氣的な接続信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図 1】実施形態に係る半導体装置の一例を模式的に示す断面図である。

【図 2】実施形態に係る半導体装置の製造方法の一例を模式的に示す工程断面図である。

【図 3】他の実施形態に係る半導体装置の一例を模式的に示す断面図である。

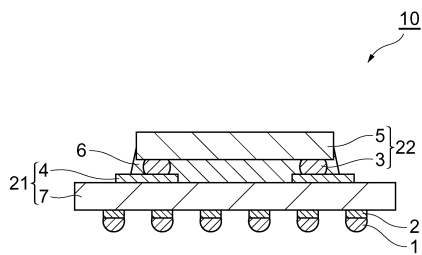
50

【符号の説明】

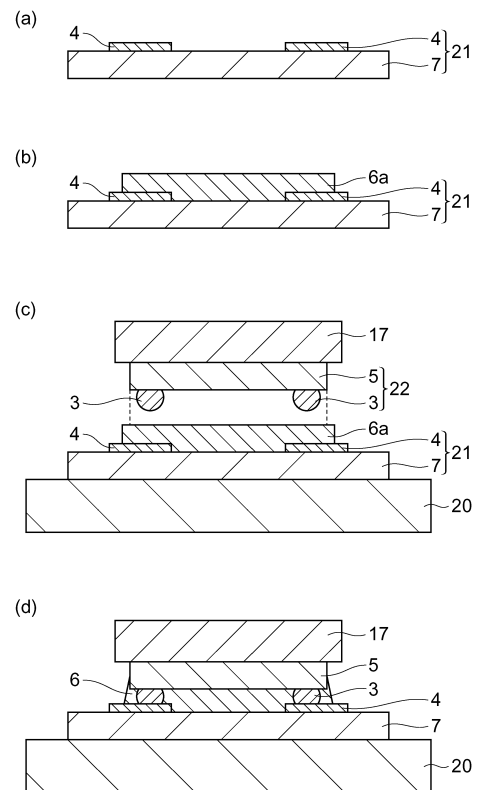
【0101】

6 a ... 接着フィルム、6, 1 2 ... 接着層、1 0, 3 0 ... 半導体装置、2 1, 3 1 ... 回路基板、2 2, 1 0 a ... 半導体素子。

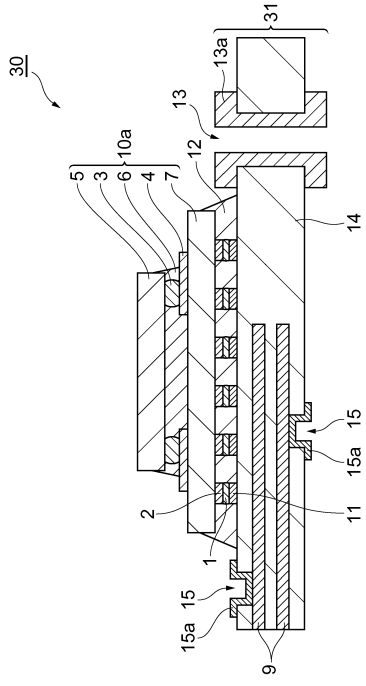
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>B 2 3 K 35/363 (2006.01)</i>		B 2 3 K 35/363	D
<i>C 0 9 J 163/00 (2006.01)</i>		C 0 9 J 163/00	
<i>H 0 1 L 21/60 (2006.01)</i>		H 0 1 L 21/60	3 1 1 R
<i>C 0 9 J 11/06 (2006.01)</i>		C 0 9 J 11/06	
<i>C 0 9 J 11/04 (2006.01)</i>		C 0 9 J 11/04	
<i>C 0 9 J 7/00 (2006.01)</i>		C 0 9 J 7/00	
<i>C 0 9 J 201/00 (2006.01)</i>		C 0 9 J 201/00	
<i>C 0 9 J 5/00 (2006.01)</i>		C 0 9 J 5/00	

(72)発明者 永井 朗  
茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社内

審査官 赤澤 高之

(56)参考文献 特開2006-016576(JP,A)  
特開2008-085264(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C 0 8 L 1 / 0 0 - 1 0 1 / 1 4  
C 0 8 G 5 9 / 0 0 - 5 9 / 7 2  
C 0 8 G 4 / 0 0 - 1 6 / 0 6