

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6513950号
(P6513950)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日(2019.4.19)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 3 K 35/363 (2006.01)	B 2 3 K 35/363 D
B 2 3 K 1/00 (2006.01)	B 2 3 K 1/00 3 3 O E
B 2 3 K 31/02 (2006.01)	B 2 3 K 31/02 3 1 O H
H 0 5 K 3/34 (2006.01)	H 0 5 K 3/34 5 0 3 A
H 0 5 K 3/28 (2006.01)	H 0 5 K 3/34 5 0 5 F
請求項の数 8 (全 17 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2015-1498 (P2015-1498)	(73) 特許権者	591252862 ナミックス株式会社 新潟県新潟市北区濁川3993番地
(22) 出願日	平成27年1月7日(2015.1.7)	(74) 代理人	100148219 弁理士 渡會 祐介
(65) 公開番号	特開2016-124021 (P2016-124021A)	(72) 発明者	西迫 有希 新潟県新潟市北区濁川3993番地 ナミックス株式会社内
(43) 公開日	平成28年7月11日(2016.7.11)	(72) 発明者	白井 恭夫 新潟県新潟市北区濁川3993番地 ナミックス株式会社内
審査請求日	平成29年11月15日(2017.11.15)	(72) 発明者	鈴木 理 新潟県新潟市北区濁川3993番地 ナミックス株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 無洗浄フラックス、および半導体パッケージの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線との間に、無洗浄フラックスを室温で塗布し、

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを240～270℃ではんだ付けした後、

100～120℃まで冷却し、

100～120℃に保持したまま、半導体チップと基板との間にアンダーフィル材を充填し、130～160℃でアンダーフィル材を硬化させる

半導体パッケージ工程で使用される無洗浄フラックスであって、

(A) エチレングリコールモノフェニルエーテル、2-エチル-1,3-ヘキサジオール、または2-エチル-1,3-ヘキサジオール：イソボルニルヘキサノール = 1：1

(重量比)の混合溶剤、および

(B) シュウ酸、コハク酸、アジピン酸、または1,2,4-シクロヘキサントリカルボン酸

であり(ただし、(A)2-エチル-1,3-ヘキサジオールと(B)アジピン酸との組合せは除く)、(B)成分を、無洗浄フラックス100質量部に対して、0.3～3.0質量部含有することを特徴とする、無洗浄フラックス。

【請求項2】

さらに、追加される成分が(C)トリブチルアミンである、請求項1記載の無洗浄フラ

ックス。

【請求項 3】

半導体チップに形成されたはんだバンプのはんだが、錫銀系である、請求項 1 または 2 記載の無洗浄フラックス。

【請求項 4】

基板に形成されたはんだめっきされた配線のはんだが、錫銀銅系である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の無洗浄フラックス。

【請求項 5】

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線との間に、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の無洗浄フラックスを室温で塗布する工程、

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを 240 ~ 270 度はんだ付けする工程、

100 ~ 120 まで冷却する工程、および

100 ~ 120 に保持したまま、半導体チップと基板との間にアンダーフィル材を充填し、130 ~ 160 でアンダーフィル材を硬化させる工程をこの順に含む、半導体パッケージの製造方法。

【請求項 6】

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを、昇温速度 2.5 ~ 5.0 / 秒で昇温し、240 ~ 270 で 30 ~ 70 秒間はんだ付けする工程を含む、請求項 5 記載の半導体パッケージの製造方法。

【請求項 7】

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを 240 ~ 270 度はんだ付けする工程の後、降温速度 1.0 ~ 3.0 / 秒で 100 ~ 120 まで冷却する工程を含む、請求項 5 または 6 記載の半導体パッケージの製造方法。

【請求項 8】

請求項 5 ~ 7 のいずれか 1 項記載の半導体パッケージの製造方法で製造された、半導体パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無洗浄フラックス、および半導体パッケージの製造方法に関する。特に、半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線をはんだ付けした後、室温まで冷却しないで、100 ~ 120 でアンダーフィル材を充填し、その後、硬化させるパッケージの製造方法ではんだ付け工法に適した無洗浄フラックス、およびこの無洗浄フラックスを用いる半導体パッケージの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子機器のさらなる配線等の高密度化、高周波化に対応可能な半導体パッケージの実装方式として、フリップチップボンディングが利用されている。一般的に、フリップチップボンディングでは、半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とをはんだ付けした後、半導体チップと基板の間隙を、アンダーフィル材と呼ばれる材料で封止する。

【0003】

さらなる配線等の高密度化、高周波化に対応するための次世代半導体パッケージでは、はんだバンプや配線の狭ギャップ化に加えて、マルチコア化によるチップの大型化が要求されている。この狭ギャップ化やチップの大型化の際に、はんだ付け時に使用するフラックスの残渣が問題となっている。

【0004】

この狭ギャップ化の場合には、洗浄不良が発生し易いため、フラックス残渣が発生し易

10

20

30

40

50

くなってしまう。このため、無残渣フラックスが要求されている。

【0005】

また、現行の製造工程では、半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とをはんだ付けした後、室温まで冷却した後、半導体チップと基板の間隙を、アンダーフィル材で封止している。現在、チップを大型化する場合には、はんだバンプ近傍を超音波顕微鏡で観察したとき、良好な接合部が灰色に見えるのに対して、接合部が白く見えるホワイトバンプと呼ばれる接合不良が発生し易くなっている。

【0006】

このホワイトバンプは、はんだ付け後、アンダーフィル材で封止する前に発生しており、半導体チップと基板の熱膨張差に起因する応力が、基板の大型化により促進されている、と考えられる。

10

【0007】

このホワイトバンプの発生を抑制するための方法として、はんだ付け後、室温まで冷却せず、100～120℃まで冷却した後、100～120℃でアンダーフィル材を充填し、130～160℃でアンダーフィル材を硬化させる製造方法（以下、無洗浄フラックスによる製造方法という）が検討されている（非特許文献1）。この無洗浄フラックスによる製造方法により、はんだ付け後に半導体チップと基板の熱膨張差に起因する応力を減少させることができる、製造工程が短くなる、という利点がある。一方、この無洗浄フラックスによる製造方法では、はんだ付け後にフラックス残渣を洗浄することができないので、無残渣フラックスが要求される。図1に、無洗浄フラックスによる製造方法の一例を説明する図を示す。図1のAは、従来のプロセスの例であり、Bは、無洗浄フラックスによる製造方法の一例である。図1からわかるように、AとBの大きな違いは、リフロー（図1に「Reflow」と記載）後の温度である。Aのように、リフロー後に室温まで冷却すると、冷却時にホワイトバンプが発生し易くなってしまう。これに対して、Bのように、リフロー後に室温まで冷却せず、100～120℃（図1では110℃）でアンダーフィル材を充填することにより、ホワイトバンプの発生を抑制することができる。

20

【0008】

はんだ付け用の無残渣フラックスとしては、ピメリン酸、ならびに、第1および第2の有機溶剤を含み、上記第2の有機溶剤が上記第1の溶剤より高い沸点を有し、上記ピメリン酸および上記第2の有機溶剤が上記第1の有機溶剤に可溶であることを特徴とするフラックス組成物（特許文献1）が開示されている。

30

【0009】

しかしながら、ピメリン酸を含むフラックス組成物を、無洗浄フラックスによる製造方法に使用すると、はんだ付け後にフラックス残渣が残り、アンダーフィル材が適切に注入できない、という問題がある。現在、室温まで冷却しない方法に使用可能な無残渣フラックスは、市販されていない。

【0010】

また、特定のカルボン酸成分、特定のアミン成分、特定の溶剤を含有する貯蔵安定性のゲル（特許文献2）も開示されている。しかしながら、このゲルは、サイズが10mm以上のフリップチップの半田付けに使用すると、残渣が多く残ってしまう、カルボン酸成分がゲルに完全に溶解しておらず、ゲルが滑らかではない、という問題がある。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開平07-323390号公報

【特許文献2】特表2009-514683号公報

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献1】「No Clean Flux Technology for Large Die Flip Chip Packages」、Electronic C

50

omponents and Technology Conference (ECTC), 2013 IEEE 63rd, 2013年5月28~31日、688~693頁

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、はんだ付け後、室温まで冷却せず、100~120℃まで冷却した後、100~120℃でアンダーフィル材を充填した後、アンダーフィル材を硬化させる製造方法に使用可能な無残渣フラックス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】

【0014】

本発明は、以下の構成を有することによって上記問題を解決した無洗浄フラックス、および半導体パッケージの製造方法に関する。

〔1〕半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線との間に、無洗浄フラックスを室温で塗布し、

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを240~270℃ではんだ付けした後、

100~120℃まで冷却し、

100~120℃に保持したまま、半導体チップと基板との間にアンダーフィル材を充填し、130~160℃でアンダーフィル材を硬化させる

半導体パッケージ工程で使用される無洗浄フラックスであって、

(A)熱重量分析で、昇温速度が10℃/分で測定したときに質量が50%に減少する温度が、160~210℃である溶剤、および

(B)熱重量分析で、昇温速度が10℃/分で測定したときに質量が50%に減少する温度が、190~320℃であるジカルボン酸またはトリカルボン酸

を含有し、(B)成分を、無洗浄フラックス100質量部に対して、0.3~3.0質量部含有することを特徴とする、無洗浄フラックス。

〔2〕さらに、(C)熱重量分析で、昇温速度が10℃/分で測定したときに質量が50%に減少する温度が、130~170℃である第3級アミンを含有する、上記〔1〕記載の無洗浄フラックス。

〔3〕(B)成分が、脂肪族ジカルボン酸である、上記〔1〕または〔2〕のいずれか記載の無洗浄フラックス。

〔4〕(C)成分が、トリブチルアミンである、上記〔1〕~〔3〕のいずれか記載の無洗浄フラックス。

〔5〕半導体チップに形成されたはんだバンプのはんだが、錫銀系である、上記〔1〕~〔4〕のいずれか記載の無洗浄フラックス。

〔6〕基板に形成されたはんだめっきされた配線のはんだが、錫銀銅系である、上記〔1〕~〔5〕のいずれか記載の無洗浄フラックス。

〔7〕半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線との間に、上記〔1〕~〔6〕のいずれか記載の無洗浄フラックスを室温で塗布する工程、

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを240~270℃ではんだ付けする工程、

100~120℃まで冷却する工程、および

100~120℃に保持したまま、半導体チップと基板との間にアンダーフィル材を充填し、130~160℃でアンダーフィル材を硬化させる工程

をこの順に含む、半導体パッケージの製造方法。

〔8〕半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを、昇温速度2.5~5.0℃/秒で昇温し、240~270℃で30~70秒間はんだ付けする工程を含む、上記〔7〕記載の半導体パッケージの製造方法。

10

20

30

40

50

〔 9 〕半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを 240 ~ 270 ではんだ付けする工程の後、降温速度 1 . 0 ~ 3 . 0 / 秒で 100 ~ 120 まで冷却する工程を含む、上記〔 7 〕または〔 8 〕記載の半導体パッケージの製造方法。

〔 10 〕上記〔 7 〕 ~ 〔 9 〕のいずれか記載の半導体パッケージの製造方法で製造された、半導体パッケージ。

【発明の効果】

【 0015 】

本発明〔 1 〕によれば、はんだ付け後、室温まで冷却せず、100 ~ 120 まで冷却した後、100 ~ 120 でアンダーフィル材を充填した後、アンダーフィル材を硬化させる製造方法に使用可能な無残渣フラックスを提供することができる。

10

【 0016 】

本発明〔 7 〕によれば、はんだバンプや配線の狭ギャップ化や、マルチコア化によるチップの大型化に対応した半導体パッケージを、簡便に製造することができる。

【 0017 】

本発明〔 10 〕によれば、はんだバンプや配線の狭ギャップ化や、マルチコア化によるチップの大型化に対応した半導体パッケージを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0018 】

【図 1】無洗浄フラックスによる製造方法の一例を説明する図である。

20

【図 2】本発明の半導体パッケージの製造方法を説明するための図である。

【図 3】上段は残渣評価後の写真、下段は接続性評価後の写真である。

【図 4】無洗浄フラックスによる製造方法により作製した比較例 4 の 10 mm と 20 mm チップの超音波顕微鏡 (C - S A M) 画像である。

【発明を実施するための形態】

【 0019 】

〔無洗浄フラックス〕

本発明の無洗浄フラックスは、半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線との間に、無洗浄フラックスを室温で塗布し、

30

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを 240 ~ 270 ではんだ付けした後、

100 ~ 120 まで冷却し、

100 ~ 120 に保持したまま、半導体チップと基板との間にアンダーフィル材を充填し、130 ~ 160 でアンダーフィル材を硬化させる

半導体パッケージ工程で使用される無洗浄フラックスであって、

(A) 熱重量分析で、昇温速度が 10 / 分で測定したときに質量が 50 % に減少する温度 (以下、 T_{50} という) が、160 ~ 210 である溶剤、および

(B) 熱重量分析で、昇温速度が 10 / 分で測定したときに質量が 50 % に減少する温度が、190 ~ 320 であるジカルボン酸またはトリカルボン酸

40

を含有し、(B) 成分を、無洗浄フラックス 100 質量部に対して、0 . 3 ~ 3 . 0 質量部含有することを特徴とする。本発明者は、はんだバンプ、はんだめっきされた配線への適切な活性力、揮発性を満足させ、かつリフロー後のフラックス残渣が極めて少ないフラックスを得るために、フラックス組成とリフロー条件について鋭意研究を行い、無洗浄フラックスによる製造方法に適合した無残渣フラックスを見出した。ここで、はんだバンプ、はんだめっきされた配線への適切な活性力とは、はんだバンプやはんだめっきされた配線の酸化膜を除去することができ、かつ過剰に気泡を発生させず、はんだのポイドの発生を抑制できることをいう。

【 0020 】

(A) 成分は、無洗浄フラックス中で、主に、溶剤として作用する。(A) 成分は、熱

50

重量分析で、昇温速度が10 /分で測定したときに質量が50%に減少する温度が、160~210 である溶剤である。(A)成分としては、エチレングリコールモノフェニルエーテル(E P H、 $C_6H_5OCH_2CH_2OH$ 、 T_{50} :181)、2-エチル-1,3-ヘキサジオール(T_{50} :189)、2-エチル-1,3-ヘキサジオール:イソボルニルヘキサノール(日本テルペン化学製テルソルブM T P H)=1:1の混合溶剤(T_{50} :186)等が挙げられ、エチレングリコールモノフェニルエーテル、2-エチル-1,3-ヘキサジオール、2-エチル-1,3-ヘキサジオール:イソボルニルヘキサノール(日本テルペン化学製テルソルブM T P H)=1:1の混合溶剤が好ましい。

【0021】

また、(A)成分は、熱重量分析で、昇温速度が10 /分で測定したときに質量が50%に減少する温度が、160~190 である溶剤と、200~240 である溶剤(例えば、イソボルニルヘキサノール(T_g :234))との混合溶剤であると、はんだの接続性の観点から、好ましい。特に、20mm レベルの大きな半導体チップを用いる場合には、(A)160~190 である溶剤と、200~240 である溶剤との混合溶剤との質量比が、1:(2以下)が好ましく、1:(0.1~2)がより好ましく、1:(0.5~2)が更に好ましい。なお、160~190 である溶剤と、200~240 である溶剤との混合溶剤との質量比が、1:(4~5)になると、昇温速度が10 /分で測定したときに質量が50%に減少する温度が、190 より高くなりやすく(すなわち、(A)成分ではなくなりやすく)、残渣が残りやすくなってしまふ。また、(A)成分は、無洗浄フラックス100質量部に対して、95~99.7質量部であると好ましく、97~99.5質量部であると、より好ましい。

【0022】

(B)成分は、無洗浄フラックス中で、主に、活性剤として作用する。(B)成分は、熱重量分析で、昇温速度が10 /分で測定したときに質量が50%に減少する温度が、190~320 であるジカルボン酸またはトリカルボン酸である。(B)成分は、主に、活性剤として機能する。(B)成分としては、シュウ酸($HOOC-COOH$ 、 T_{50} :195)、コハク酸($HOOC(CH_2)_2COOH$ 、 T_{50} :230)、アジピン酸($HOOC(CH_2)_4COOH$ 、 T_{50} :268)、1,2,4-シクロヘキサントリカルボン酸(H-TMA、 T_{50} :310)が挙げられ、シュウ酸、コハク酸、アジピン酸、1,2,4-シクロヘキサントリカルボン酸が好ましい。ここで、(B)成分として挙げた化合物は、固体であるが、(A)成分に溶解するものが、無洗浄フラックス中への均一な分散性の観点から好ましい。(B)成分が、脂肪族ジカルボン酸であると、より好ましい。

【0023】

(B)成分は、無洗浄フラックス100質量部に対して、0.3~3.0質量部含有され、0.5~3.0質量部であると、好ましい。0.3質量部未満では、接続性が悪くなりやすくなってしまふ、3.0質量部を超えると、残渣が残りやすくなってしまふ。

【0024】

無洗浄フラックスは、さらに、(C)熱重量分析で、昇温速度が10 /分で測定したときに質量が50%に減少する温度が、130~170 である第3級アミンを含有すると、(B)成分の溶解安定性の観点から、好ましく、トリブチルアミンであると、より好ましい。(C)成分は、(B)成分が(A)成分に溶解しにくい場合に、使用されると好ましい。(C)成分は、主に、活性剤として作用する。

【0025】

(C)成分は、(B)成分の質量に対して、10倍以下であると好ましく、5倍以下であるとより好ましく、2倍以下であるとさらに好ましい。(C)成分が、10倍より多くなると、はんだの接続性が悪化するおそれがある。また、(C)成分は、(B)成分の質量に対して、0.5倍以上であると、添加の効果を発揮しやすい。

【0026】

10

20

30

40

50

無洗浄フラックスは、本発明の目的を損なわない範囲で、更に必要に応じ、添加剤等を配合することができる。

【0027】

無洗浄フラックスは、半導体チップに形成されたはんだバンプのはんだが、錫銀系である場合に適している。また、無洗浄フラックスは、基板に形成されたはんだめっきされた配線のはんだが、錫銀銅系である場合に適している。

【0028】

〔アンダーフィル材〕

アンダーフィル材は、特に限定されないが、以下、好ましいアンダーフィル材であるエポキシ樹脂組成物について説明する。アンダーフィル材は、少なくとも(UA)エポキシ樹脂、(UB)硬化剤を含むと好ましい。

10

【0029】

(UA)成分としては、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、臭素化ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、ピフェニル型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、アミノフェノール系エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、エーテル系またはポリエーテル系エポキシ樹脂、オキシラン環含有エポキシ樹脂等が挙げられ、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、アミノフェノール系エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂が、アンダーフィル材のガラス転移点、耐リフロー性、および耐湿性の観点から好ましい。

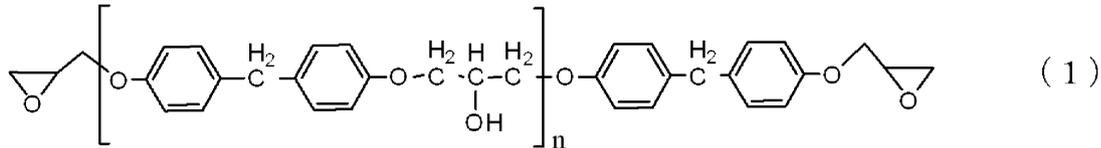
【0030】

ビスフェノールF型エポキシ樹脂は、好ましくは、式(1)：

20

【0031】

【化1】



【0032】

で示され、式中、nは平均値を表し、好ましくは0~6、より好ましくは0~3である。エポキシ当量は、150~900g/eqが好ましい。

30

【0033】

アミノフェノール系エポキシ樹脂は、好ましくは、式(2)：

【0034】

【化2】



40

【0035】

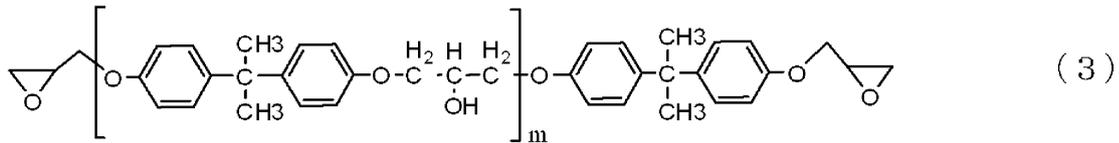
で示され、2個の官能基がオルト位、またはパラ位にあるものがより好ましい。

【0036】

ビスフェノールA型エポキシ樹脂は、好ましくは、式(3)：

【0037】

【化3】



【0038】

で示され、式中、mは平均値を表し、好ましくは0～6、特に好ましくは0～3である、エポキシ樹脂が挙げられる。エポキシ当量は、170～1000 g/eqが好ましい。

【0039】

(UA)成分は、単独でも2種以上を併用してもよい。

10

【0040】

(UB)成分としては、アミン系硬化剤、酸無水物系硬化剤、フェノール系硬化剤等が挙げられ、アミン系硬化剤が、アンダーフィル材の耐リフロー性、および耐湿性の観点から好ましい。

【0041】

アミン系硬化剤は、脂肪族ポリアミン；芳香族アミン；ポリアミノアミド、ポリアミノイミド、ポリアミノエステルおよびポリアミノ尿素等の変成ポリアミン；第三級アミン系；イミダゾール系；ヒドラジド系；ジシアンアミド系；メラミン系の化合物等が挙げられ、芳香族アミン系化合物が好ましい。

【0042】

芳香族アミン系化合物は、1個の芳香族環を有する芳香族アミン化合物および/または2個の芳香族環を有する芳香族アミン化合物を含むことが、より好ましい。

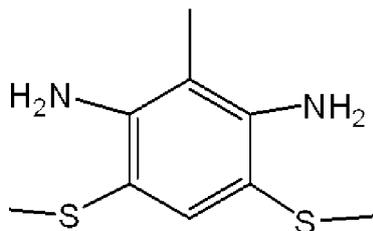
20

【0043】

1個の芳香族環を有する芳香族アミン化合物としては、メタフェニレンジアミン等が挙げられ、式(4)または式(5)：

【0044】

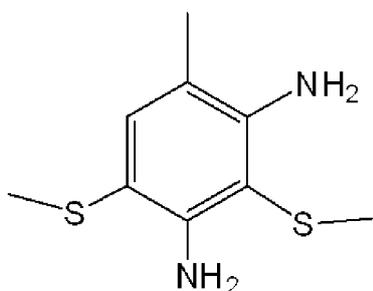
【化4】



30

【0045】

【化5】



40

【0046】

で示されるものが、好ましい。

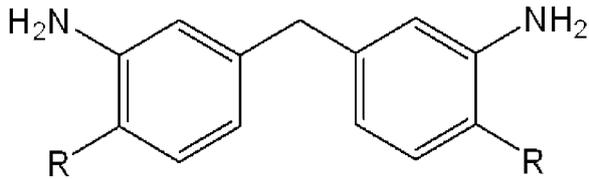
【0047】

2個の芳香族環を有する芳香族アミン化合物としては、ジアミノジフェニルメタン、ジアミノジフェニルスルホン等が挙げられ、式(6)または式(7)：

【0048】

50

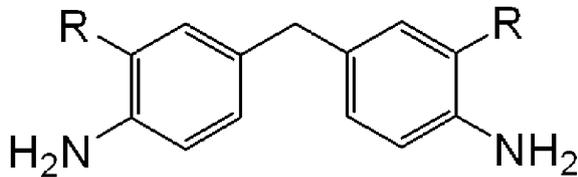
【化6】



(6)

【0049】

【化7】



(7)

10

【0050】

(式中、Rは、水素、または炭素数1～5個のアルキル基を表す)で示されるものが好ましく、式(8)または式(9)でRが炭素数2個のアルキル基であるものが、より好ましい。

【0051】

(UB)成分は、単独でも2種以上を併用してもよい。

【0052】

アンダーフィル材は、さらに、(UC)フィラーを含むと、硬化後のアンダーフィル材の熱膨張係数の観点から好ましい。(UC)成分としては、シリカ、アルミナ、窒化ケイ素、マイカ、ホワイトカーボン等が挙げられ、硬化後のアンダーフィル材の熱膨張係数の低下、およびコストの観点から、シリカが好ましい。シリカは、非晶質シリカ、結晶性シリカ、熔融シリカ、粉碎シリカ、ナノシリカ等、当技術分野で使用される各種シリカを使用することができ、硬化後のアンダーフィル材の熱膨張係数低下の点から非晶質シリカが好ましい。(C)成分の粒径は、半導体チップと基板の間隙への充填性の観点から0.1～2.0 μmが好ましく、0.1～1.0 μmがより好ましい。ここで、平均粒径は、レーザー回折式粒度分布測定装置により測定する。また、(C)成分の形状は、特に限定されず、球状、リン片状、不定形等が挙げられ、封止用液状樹脂組成物の流動性の観点から、球状が好ましい。

20

30

【0053】

(UC)成分は、単独でも2種以上を併用してもよい。

【0054】

アンダーフィル材は、成分(UA)100質量部に対して、成分(UB)を20～100質量部、より好ましくは40～60質量部含むことが、アンダーフィル材のガラス転移点、耐リフロー性、および耐湿性の観点から、好ましい。

【0055】

また、成分(UA)100質量部に対して、成分(UC)を160～400質量部、より好ましくは200～350質量部含むことが、アンダーフィル材の流動性、および硬化後のアンダーフィル材の熱膨張係数低下の観点から、好ましい。

40

【0056】

アンダーフィル材には、本発明の目的を損なわない範囲で、更に必要に応じ、カーボンブラックなどの顔料、染料、シランカップリング剤、消泡剤、酸化防止剤、その他の添加剤等、更に有機溶剤等を配合することができる。

【0057】

アンダーフィル材は、例えば、(UA)成分～(UC)成分およびその他の添加剤等を同時にまたは別々に、必要により加熱処理を加えながら、攪拌、熔融、混合、分散させることにより得ることができる。これらの混合、攪拌、分散等の装置としては、特に限定されるものではないが、攪拌、加熱装置を備えたライカイ機、3本ロールミル、ボールミル

50

、プラネタリーミキサー、ビーズミル等を使用することができる。また、これら装置を適宜組み合わせ使用してもよい。

【0058】

アンダーフィル材は、温度：25 での粘度が1～100 Pa・sであると、好ましい。ここで、粘度は、Brookfield社製粘度計（型番：DV-1）で測定する。

【0059】

アンダーフィル材の硬化は、130～160 で、90～150分間行うことが好ましい。

【0060】

〔半導体パッケージの製造方法〕

本発明の半導体パッケージの製造方法は、半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線との間に、上述の無洗浄フラックスを室温で塗布する工程、

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを240～270 ではんだ付けする工程、

100～120 まで冷却する工程、および

100～120 に保持したまま、半導体チップと基板との間にアンダーフィル材を充填し、130～160 でアンダーフィル材を硬化させる工程

をこの順に含む。図2に、本発明の半導体パッケージの製造方法を説明するための図を示す。図2に示すように、本発明の半導体パッケージの製造方法は、半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線との間に、上述の無洗浄フラックスを室温で塗布する工程、

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを240～270 ではんだ付けする工程（図2の（1））、

100～120 まで冷却する工程（図2の（1）と（2）の間）、および

100～120 に保持したまま（図2の（2））、半導体チップと基板との間にアンダーフィル材を充填し、130～160 でアンダーフィル材を硬化させる工程（図2の（3））

をこの順に含む。

【0061】

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線との間に塗布する、上述の無洗浄フラックスの量は、0.02～0.08 mg/mm²であると好ましく、0.04 mg/mm²であると、最も好ましい。

【0062】

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを240～270 ではんだ付けする工程において、無洗浄フラックスは、はんだ濡れが生じる直前までは存在し、はんだ接合後に揮発することが好ましい。昇温速度2.5～5.0 /秒で昇温し、240～270 で30～70秒間はんだ付けする工程であると、無洗浄フラックスの揮発挙動の観点から好ましい。

【0063】

半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを240～270 ではんだ付けする工程の後、100～120 まで冷却する工程は、降温速度1.0～3.0 /秒であると、好ましい。降温速度が1.0 /秒より遅いと生産性が悪くなり、降温速度が3.0 /秒より速くなると歩留まりが悪くなるおそれがある。

【0064】

基板には、エポキシ樹脂、ガラス-エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂等が挙げられるが、これらに限定されない。基板に形成されたはんだめっきされた配線のはんだは、環境問題から、鉛フリーハンダ合金である錫銀銅系が好ましい。半導体チップに形成されたバンプには、錫、鉛、銅、ビスマス、銀、亜鉛、インジウム等からなるハンダ合金等を使用する

10

20

30

40

50

ことができ、環境問題から、鉛フリーハンダ合金である錫銀系が好ましい。

【実施例】

【0065】

本発明について、実施例により説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、以下の実施例において、部、%はことわりのない限り、重量部、重量%を示す。

【0066】

〔実施例1～14、比較例1～4〕

表1～3に示す配合で、超音波洗浄機を用いて混合し、無洗浄フラックスを調製した。表1、3では、2-エチル-1,3-ヘキサジオールを「ジオール」と、イソボルニルヘキサノールを「MTPH」と記載した。また、以下のように、アンダーフィル材を調製した。新日鉄住金化学製ビスフェノールF型エポキシ樹脂(品名:YDF8170):16.3質量部、三菱化学製アミノフェノール型エポキシ樹脂(品名:EP630):10.9質量部、日本化薬製アミン系硬化剤(品名:カヤハードA-A):12.5質量部、アドマテックス製シリカフィラー(品名:SO-E2、平均粒径:0.5 μ m):60.0質量部、および信越化学製シランカップリング剤(品名:KBM403)を、3本ロールミルを用いて混合し、アンダーフィル材を調製した。なお、比較例3で使用したジカルボン酸メチルエステル混合物(DBE)は、 $\text{CH}_3\text{OOC}(\text{CH}_2)_n\text{COOCH}_3$ ($n=2\sim 4$)であった。

10

【0067】

調製した無洗浄フラックス、アンダーフィル材を用い、以下のようにして半導体パッケージを作製した。10mmの半導体チップには、(株)ウォルツ製チップ(品名:WALTS-TEGFC150JY_LF(PI)10mm)、20mmの半導体チップには、(株)ウォルツ製チップ(品名:WALTS-TEGFC150JY_LF(PI)20mm)、10mmの基板には、(株)ウォルツ製基板(品名:WALTS-KIT01A150P-10(SAC))、20mmの基板には、(株)ウォルツ製基板(品名:WALTS-KITFC150-0103JY_2x2(SAC))を用いた。

20

【0068】

まず、基板を N_2 雰囲気中、130で2時間、バークした。次に、基板の実装部に刷毛で無洗浄フラックスを塗布した。半導体チップは、実装部をAr雰囲気中、400Wで5分間プラズマ処理した。

30

【0069】

半導体チップを、基板に実装した。実装には、パナソニックファクトリーソリューションズ(株)製実装機(型番:FCB3)を用い、ヘッド温度:25、ステージ温度:25、荷重:36.5N(ポンプ1個当たり1g)、荷重保持時間:5秒間の条件で行った。次に、 N_2 雰囲気中、リフローを行った。リフローは、昇温速度4.0/秒で260まで昇温し、260で45秒間はんだ付けする工程、降温速度2.2/秒で200まで冷却する工程で行った。

【0070】

〔残渣の評価〕

40

実装後、半導体チップと基板を引きはがし、半導体チップ側の残渣、基板側の残渣を、それぞれCCDカメラを用い、200倍で観察した。図3の上段に、残渣評価後の写真を示す。図3の左側に示すように、残渣物やしみが全く観察されなかった場合を「」に、残渣物や染みが非常に多かった場合を「xx」にし、「」と「xx」の間を3段階で、「」「」、「x」にした。表1～3に、結果を示す。なお、図4に、無洗浄フラックスによる製造方法により作製した比較例4の10mmと20mmチップの超音波顕微鏡(C-SAM)画像を示す。このとき、はんだ付けは、上述の条件で行った後、110まで冷却し、110に保持したまま、半導体チップと基板の間にアンダーフィル材を充填し、150で120分間硬化させた。図4からわかるように、20mmチップの場合には、10mmチップの場合と比較して、残渣が多く観察された。

50

【 0 0 7 1 】

〔 接続性の評価 〕

実装後、D A G E 製 X 線検査装置（型番：X D 7 6 0 0 N T）を用い、半導体チップの bumps と、基板の pads が接続しているか否かを観察した。図 3 の下段に、残渣評価後の写真を示す。図 3 の左側が、接続が良好な場合（実施例 1 1）であり、図 3 の右側が、接続が不良な場合である。接続が良好な場合は、はんだが溶融して、bump と pad が一体になっていた。これに対して、接続が不良な場合は、bump と pad が溶融せず、bump と pad が点で接触している状態であった。接続性（％）は、 $\left[\left(\text{接続 bump 数} \right) / \left(\text{全 bump 数} \right) \times 100 \right]$ で計算した。表 1 ～ 3 に、結果を示す。

【 0 0 7 2 】

【表 1】

	T ₅₀	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
(A)成分	エチレングリコールモノフェニルエーテル	181	0	0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0
	ジオール:MTPH=1:1	186	99.0	99.0	0	0	0	0	0
(B)成分	シュウ酸	195	0	0	0	0	1.0	0	1.0
	アジピン酸	268	0.25	0	0	0	0	0	0
	コハク酸	230	0.25	0	0	1.0	0	0	1.0
	1, 2, 4-シクロヘキサントリカルボン酸	310	0	0.5	1.0	0	0	1.0	0
(C)成分	トリブチルアミン	151	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
合 計		—	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
塗布量(単位:mg/mm ²)		—	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04
評価	20mm□のチップ側の残渣	—	△	△	△	○	△	△	△
	20mm□の基板側の残渣	—	○	○	△	○	△	△	△
	20mm□での接続性	—	100	100	85	90	70	99	99
	10mm□のチップ側の残渣	—	◎	◎	○	○	○	○	○
	10mm□の基板側の残渣	—	◎	◎	○	◎	◎	○	◎
	10mm□での接続性	—	100	100	95	98	80	100	100

【 0 0 7 3 】

【表 2】

	T ₅₀	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	比較例1	比較例2
(A)成分	エチレングリコールモノフェニルエーテル	181	99.0	0	0	0	0	0	0
	2-エチル-1, 3-ヘキサジオール	189	0	99.0	98.0	97.0	99.5	99.0	96.0
(B)成分	シュウ酸	195	0	0	0	0	0	0	0
	アジピン酸	268	0	0	0	0	0	0	0
	コハク酸	230	0.5	0.5	1.0	3.0	0.5	1.0	4.0
	1, 2, 4-シクロヘキサントリカルボン酸	310	0	0	0	0	0	0	0
(C)成分	トリブチルアミン	151	0.5	0.5	1.0	0	0	0	0
合 計		—	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
塗布量(単位:mg/mm ²)		—	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
評価	20mm□のチップ側の残渣	—	△	○	○	△	○	○	×
	20mm□の基板側の残渣	—	○	○	○	○	○	○	×
	20mm□での接続性	—	99	99	100	100	99	100	100
	10mm□のチップ側の残渣	—	△	◎	◎	○	◎	◎	△
	10mm□の基板側の残渣	—	◎	◎	◎	○	◎	◎	△
	10mm□での接続性	—	100	100	100	100	100	100	65

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

【表 3】

		T ₅₀	比較例3	比較例4
(A)成分	エチレングリコールモノフェニルエーテル	181	0	0
	ジオール:MTPH=1:1	186	0	0
(A')成分	ジオール:MTPH=1:4	225	0	98.0
	ジカルボン酸メチルエステル混合物	153	98.0	0
(B)成分	シュウ酸	195	0	0
	アジピン酸	268	0	0
	コハク酸	230	1.0	1.0
	1, 2, 4-シクロヘキサントリカルボン酸	310	0	0
(C)成分	トリプチルアミン	151	1.0	1.0
合 計		—	100.0	100.0
塗布量(単位:mg/mm ²)		—	0.04	0.04
評価	20mm□のチップ側の残渣	—	◎	××
	20mm□の基板側の残渣	—	◎	××
	20mm□での接続性	—	40	100
	10mm□のチップ側の残渣	—	◎	×
	10mm□の基板側の残渣	—	◎	×
	10mm□での接続性	—	50	100

10

【0075】

表1～3からわかるように、実施例1～14の全てで、残渣がなく、接続性も良好であった。別途、半導体チップに形成されたはんだバンプと、基板に形成されたはんだめっきされた配線とを260で45秒間はんだ付けする工程、110まで冷却する工程、および110に保持したまま、半導体チップと基板との間にアンダーフィル材を充填し、150でアンダーフィル材を硬化させる工程を、連続して試験した結果、アンダーフィル材を良好に使用することができた。これに対して、(B)成分が多すぎる比較例1は、20mmチップでの残渣物や染みが多く観察され、(B)成分が少なすぎる比較例2では、接続性が悪かった。(A)成分の代わりに、ジカルボン酸メチルエステル混合物を使用した比較例3は、接続性が悪く、比較例4は、10mmで残渣物や染みが多く観察され、20mmで残渣物や染みが非常に多く観察された。

20

【0076】

特定のカルボン酸成分、特定のアミン成分、特定の溶剤を含有する貯蔵安定性のゲル(特許文献2)の実施例1、3～6を、本発明の比較試験として行った(比較例5～9)。なお、鑑等と記載されており、具体的な製品名が不明な原料は、使用しなかった。その結果、合計が97質量部になる場合があった。また、上記貯蔵安定性ゲルの実施例2の配合は、実施例1と類似していたので、行わなかった。

30

【0077】

【表4】

	T ₅₀	比較例5	比較例6	比較例7	比較例8	比較例9	
トリデカノール	198	67	53	0	25.5	37.5	
テルピネオール	171	0	14	0	25	28	
グリセリン	230	0	0	67	0	0	
桂皮酸	233	20	0	7	0	0	
セバシン酸	290	0	20	0	30	15	
アジピン酸	268	0	0	5	1.5	1.5	
ベンジル酸	317	0	0	0	8	8	
第3級C ₁₆ アミンフラクション (N,N-ジメチルテトラデシルアミン)	220	10	0	0	0	0	
第3級C ₁₂ アルキルアミンフラクション (N,N-ジメチルドデシルアミン)	196	0	10	0	0	0	
第3級C ₁₈ アルキルアミンフラクション (N,N-ジメチルヘキサデシルアミン)	233	0	0	18	10	0	
2-エチル-4-メチルイミダゾール	—	0	0	0	0	10	
合計	—	97	97	97	100	100	
塗布量(単位: mg/mm ²)	—	0	0	0	0	0	
評価	20mm□のチップ側の残渣	—	△	××	××	××	××
	20mm□の基板側の残渣	—	△	××	××	××	××
	20mm□での接続性	—	100	100	100	100	100
	10mm□のチップ側の残渣	—	△	××	××	××	××
	10mm□の基板側の残渣	—	△	××	××	××	××
	10mm□での接続性	—	100	100	100	100	100

【0078】

表4に、これらの結果を示す。表4からわかるように、比較例5～9の特定のカルボン酸成分、特定のアミン成分、特定の溶剤を含有する貯蔵安定性のゲルは、いずれも残渣が残った。

【0079】

参考として、表5に、実施例、比較例で使用した材料を、熱重量分析で、昇温速度が10 /分で測定したときに質量が、1、50、99%減少する温度を示す。表5では、2-エチル-1,3-ヘキサジオールを「ジオール」と、イソボルニルヘキサノールを「MTPH」と記載した。

【0080】

【表 5】

	材料名	TG 10°C/min		
		-1%	-50%	-99%
溶剤	エチレングリコールモノフェニルエーテル	87	181	201
	2-エチル-1,3-ヘキサジオール	111	189	208
	イソボルニルヘキサノール	134	234	258
	ジオール:MTPH=1:1	115	186	229
	ジオール:MTPH=1:4	119	225	256
	ジカルボン酸メチルエステル混合物	65	153	175
	トリデカノール	114	198	218
	テルピネオール	75	171	194
	グリセリン	94	230	249
有機酸	シュウ酸	123	195	210
	コハク酸	178	230	251
	アジピン酸	185	268	289
	1,2,4-シクロヘキサントリカルボン酸	189	310	500 ↑
	trans-桂皮酸	153	233	252
	セバシン酸	208	290	400 ↑
	ベンジル酸	154	317	500 ↑
アミン	トリブチルアミン	55	151	171
	N,N-ジメチルテトラデシルアミン	119	220	341
	N,N-ジメチルドデシルアミン	96	196	235
	N,N-ジメチルヘキサデシルアミン	151	233	400 ↑

10

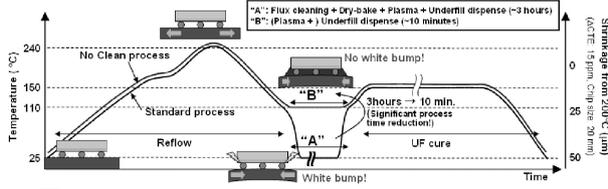
20

【0081】

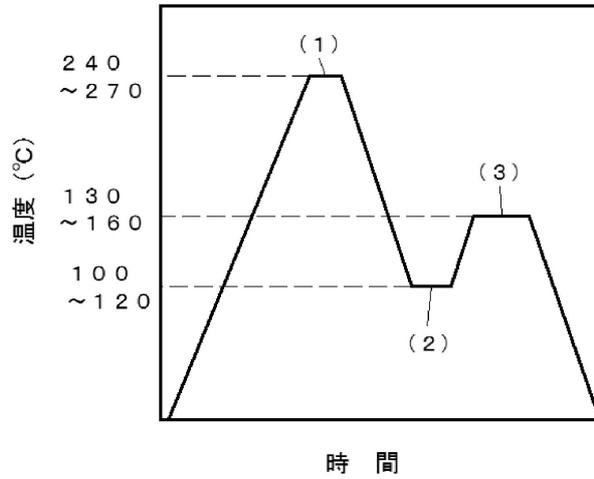
以上のように、本発明の無洗浄フラックスは、無残渣であるので、はんだ付け後、室温まで冷却せず、約110℃まで冷却した後、同温でアンダーフィル材を充填した後、アンダーフィル材を硬化させることが可能である。

30

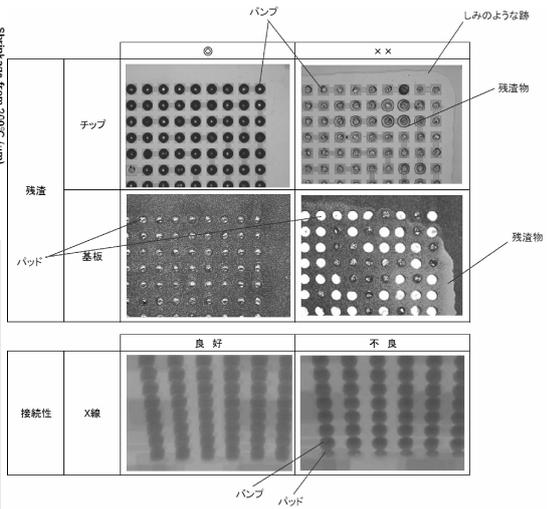
【図1】



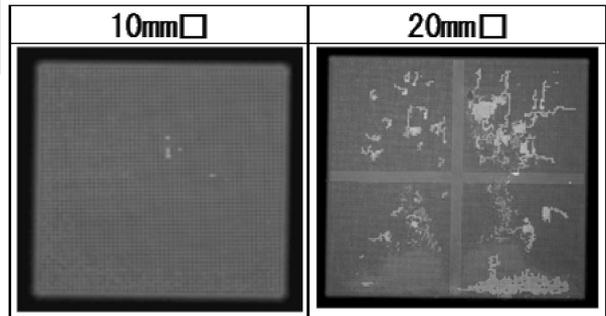
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>H 0 1 L 21/60</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 5 K	3/28	G
<i>B 2 3 K 101/40</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 1 L	21/60	3 1 1 S
		B 2 3 K	101:40	

審査官 川村 裕二

(56)参考文献 特開2004-025305(JP,A)
 特開2013-091093(JP,A)
 特開2009-246356(JP,A)
 中国特許出願公開第101058135(CN,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 K	3 5 / 0 0 - 3 5 / 4 0
B 2 3 K	1 / 0 0
B 2 3 K	3 1 / 0 2
H 0 1 L	2 1 / 6 0
H 0 5 K	3 / 2 8
H 0 5 K	3 / 3 4
B 2 3 K	1 0 1 / 4 0