

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-518647

(P2017-518647A)

(43) 公表日 平成29年7月6日 (2017. 7. 6)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 23/36 (2006.01)	H O 1 L 23/36	D 5 F 1 3 6
H O 1 L 23/12 (2006.01)	H O 1 L 23/12	J

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2016-573775 (P2016-573775) (86) (22) 出願日 平成27年5月29日 (2015. 5. 29) (85) 翻訳文提出日 平成29年2月9日 (2017. 2. 9) (86) 国際出願番号 PCT/US2015/033163 (87) 国際公開番号 W02015/195295 (87) 国際公開日 平成27年12月23日 (2015. 12. 23) (31) 優先権主張番号 62/014, 242 (32) 優先日 平成26年6月19日 (2014. 6. 19) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 590001418 ダウ コーニング コーポレーション DOW CORNING CORPORA T I O N アメリカ合衆国 4 8 6 8 6 - 0 9 9 4 ミシガン州 ミッドランド ウェスト サ ルツバーグ ロード 2 2 0 0 (74) 代理人 100099759 弁理士 青木 篤 (74) 代理人 100077517 弁理士 石田 敬 (74) 代理人 100087413 弁理士 古賀 哲次 (74) 代理人 100102990 弁理士 小林 良博
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェハレベルZ軸サーマルインターポーザ用の光パターン化可能シリコン

(57) 【要約】

LED、論理及びメモリデバイス、並びに熱管理が求められる他の半導体製品のパッケージング内に供給される、電子製品の生産で使用するための、低応力の光パターン化可能シリコンを使用するサーマルインターポーザの製造方法が提供される。光パターン化可能シリコン組成物、熱伝導性材料、及び低融点の柔順性はんだが、完全な半導体パッケージモジュールを形成する。光パターン化可能シリコンを、ウェハの表面上に塗布し、選択的に照射することにより、ユーザ定義のボンドライン厚の制御がもたらされた、開口部が形成される。次いで、それらの開口部を、高伝導性ペーストで充填することにより、高伝導性の熱リンク部が形成される。次いで、低融点硬化性はんだが塗布され、そのはんだが、シリコン並びに熱伝導経路を濡らすことにより、構造化Z軸サーマルインターポーザと、ウェハ若しくはPCBとすることができるヒートシンク及び/又は基板との間に、低い接触熱抵抗がもたらされる。

【選択図】 図1

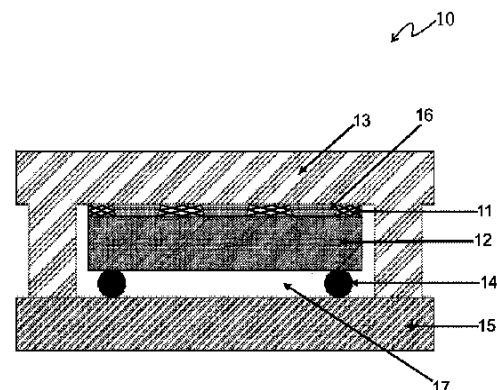


FIGURE 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する方法であって、前記ウェハの表面上に形成された硬化層内の複数の開口部を、熱伝導性材料で充填することにより、前記熱伝導性インターポーザを形成する工程を含む、方法。

【請求項 2】

前記硬化層の厚さは、 z 軸厚さに対応するものであり、前記開口部は、前記 z 軸厚さに沿って前記硬化層を貫通している、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記硬化層は、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターニング及び硬化による生成物であり、前記光パターン化可能シリコン組成物は、

A) 1 分子当たり平均で少なくとも 2 つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、

B) 前記組成物を硬化させるために十分な濃度の、1 分子当たり平均で少なくとも 2 個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、

C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒とを含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記光パターン化可能シリコン組成物と溶媒との混合物を、前記ウェハの少なくとも 1 つの表面に塗布することにより、前記ウェハの前記表面の少なくとも一部分を覆う塗布層を形成する工程と、前記塗布層を光パターニングする工程と、前記光パターン化塗布層を硬化させる工程とを含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

i) 前記塗布層の一部分を、 i 線の放射線を含む放射線で照射する一方で、前記塗布層の別の部分をマスクすることにより、前記ウェハの前記表面の少なくとも一部分を覆う非照射領域と、前記ウェハの前記表面の残部を覆う照射領域とを有する部分的照射層を作り出す工程と、

i i) 前記照射塗布層を、熱によって部分的に硬化させる工程と、

i i i) 前記部分的硬化層の前記非照射領域を、現像溶媒で除去することにより、複数の z 軸開口部が内部に画定された部分的硬化層を形成する工程と、

i v) 前記部分的硬化層を硬化させることにより、前記硬化層を提供する工程とを含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記放射線は、紫外線 (UV) 放射であり、前記 UV 放射の強度は、 $800 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ ~ $2800 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ の範囲内であり、又は、

前記照射塗布層は、2 分 ~ 5 分間にわたって、前記層を摂氏 100 度 () ~ 150 の範囲内の温度まで加熱することによって、部分的に硬化され、又は、

前記非照射領域を除去する前記工程は、酢酸ブチル及びメシチレンからなる群から選択される前記現像溶媒中に、前記部分的硬化層を浸漬させることによって実施され、又は、

前記部分的硬化層は、30 分 ~ 3 時間にわたって、前記部分的硬化層を摂氏 180 度 () ~ 400 の範囲内の温度まで加熱することによって硬化される、

請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記光パターン化可能シリコン組成物を塗布する前記工程の後に、2 分 ~ 5 分間にわたって、前記塗布層を摂氏 50 度 () ~ 130 の範囲内の温度まで加熱することによって、前記溶媒の少なくとも一部分を前記塗布層から除去する工程を更に含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 8】

前記熱伝導性材料は、チタン；アルミニウム；ニッケル；銅；銀；金；チタン、アルミニウム、ニッケル、銅、銀、及び金のうちの任意の 2 種以上の合金；炭素、窒化ホウ素；

10

20

30

40

50

カーボンナノチューブ；並びに、これらのうちの任意の２種以上の組み合わせからなる群から選択される、請求項１又は２に記載の方法。

【請求項９】

ウェハからの熱を放散するための、熱伝導性インターポーザであって、前記インターポーザは、前記ウェハの少なくとも１つの表面を覆い、前記インターポーザは、離散した場所に配置された熱伝導性材料のパターンを内部に有する、硬化層で構成され、前記硬化層は、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターニング及び硬化による生成物であり、前記光パターン化可能シリコン組成物は、

A) １分子当たり平均で少なくとも２つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、

B) 前記組成物を硬化させるために十分な濃度の、１分子当たり平均で少なくとも２個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、

C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒とを含み、

前記インターポーザは、前記インターポーザ内部の所定の場所に、複数の開口部を画定し、前記開口部のうちの少なくとも一部は、内部に配置された前記熱伝導性材料を有する、熱伝導性インターポーザ。

【請求項１０】

請求項１又は２に記載の方法によって調製される、熱伝導性インターポーザ。

【請求項１１】

前記開口部のうちの少なくとも一部が、z軸ビアである、請求項１０に記載の熱伝導性インターポーザ。

【請求項１２】

半導体パッケージの作製方法であって、

i) ウェハの表面上に形成された硬化層内の複数の開口部を、熱伝導性材料で充填することにより、前記ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する工程と、

ii) 前記ウェハをダイシングして、前記熱伝導性インターポーザが上部に形成された、個別のダイシング済みウェハを作り出す工程と、

iii) 各ダイシング済みウェハの前記熱伝導性インターポーザが基板に面するように、各ダイシング済みウェハを、前記基板の近位に定置する工程と、

iv) 前記インターポーザ内の各充填済み開口部と前記基板との間に、はんだのビード又は層を定置する工程と、

v) 前記はんだを溶融させて、前記開口部内の熱伝導性材料と前記基板との間に結合部を形成する工程とを含む、方法。

【請求項１３】

前記硬化層の厚さは、z軸厚さに対応するものであり、前記開口部は、前記z軸厚さに沿って前記硬化層を貫通している、請求項１２に記載の方法。

【請求項１４】

前記硬化層は、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターニング及び硬化による生成物であり、前記光パターン化可能シリコン組成物は、

A) １分子当たり平均で少なくとも２つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、

B) 前記組成物を硬化させるために十分な濃度の、１分子当たり平均で少なくとも２個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、

C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒と、

を含む、請求項１２又は１３に記載の方法。

【請求項１５】

半導体パッケージであって、

i) 少なくとも１つの表面を備えるウェハと、

ii) 前記ウェハからの熱を放散するための、前記ウェハの前記表面を覆う熱伝導性インターポーザであって、前記インターポーザは、前記インターポーザ内部の所定の場所に

10

20

30

40

50

画定された、複数の開口部を画定し、前記開口部のうちの少なくとも一部が、内部に配置された熱伝導性材料を有し、前記インターポーザは、硬化層で構成され、前記硬化層は、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターンニング及び硬化による生成物であり、前記光パターン化可能シリコン組成物は、

A) 1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、

B) 前記組成物を硬化させるために十分な濃度の、1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、

C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒と、

を含む、熱伝導性インターポーザと、

i i i) 半導体パッケージ基板と、

i v) 前記インターポーザ内の各充填済み開口部と前記基板との間に分配されて、前記開口部内の熱伝導性材料と前記基板との間に結合部を形成する、はんだのビード又は層と、を備える、半導体パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、光パターン化可能シリコン、及び、光パターン化可能シリコン組成物を使用して半導体デバイスパッケージ内のインターポーザを形成する方法に関する。

【0002】

半導体デバイスは、より小さく、より強力になってきている。高い動作周波数を有し、複雑な回路密度を有する多数の構成要素を備える半導体デバイスが、より小さいパッケージで製造されていることにより、熱的課題の増大がもたらされている。高い動作周波数は、消費電力を増大させ、その結果として、半導体デバイスパッケージ内での熱発生を増大させる。典型的には、ファン及びヒートシンクなどの冷却用ハードウェアを使用することにより、半導体デバイスによって発生した熱を放散させ、そのデバイスを冷却する。しかしながら、半導体デバイスパッケージ内の高温の構成要素から、冷却用ハードウェアへの熱伝達もまた、その半導体デバイスを著しく冷却するために提供することができる。

【0003】

典型的には、熱伝導材料(Thermal Interface Material、TIM)が、能動半導体ウェハ/ダイと基板又はヒートシンクとの間の熱輸送媒体として使用されることにより、その能動ダイとヒートシンクとの間の熱輸送が向上する。金属粒子で充填された、ゲル、グリース、及び接着剤が、ダイから基板、ダイから蓋体、及び/又はダイからヒートシンク取り付け部に対するTIMとして使用される。これらのTIMの典型的な熱伝導率の値は、充填材のタイプ、サイズ、分布、充填量、及び出発マトリクスに応じて、1~数ワット毎メートル毎ケルビン($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)の範囲となる。TIMの一般的な適用方法は、ダイがダイシングされ、能動ダイ又は基板に接合された後に、そのTIM材料を分配することを伴う。TIMの適用方法は、当技術分野において周知である。しかしながら、TIMの従来適用は、ダイレベルで実施されることにより、TIMの使用が限定される。用語「ダイレベル」とは、処理済みウェハが個別のダイへとダイシングされた後に、TIMの適用及びダイの組み立てが行われることを意味する。

【0004】

熱輸送のために使用されるTIM材料は、より良好な熱伝導のために、アルミナ、銀、又は金などの熱伝導性粒子で充填された、エポキシ又はシリコンなどの絶縁性マトリクスで作製される。それゆえ、この充填TIMの複合体マトリクスは、充填材の熱伝導率よりも、その絶縁性マトリクスの熱伝導率に近い熱伝導率を有する。例えば、典型的なシリコンの熱伝導率は、 $0.2 \sim 0.3 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ であり、そのようなシリコンが、熱伝導率が $429 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ である銀粒子で充填される場合、そのシリコン-銀複合材料の熱伝導率は、約 $2 \sim 3 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ である。それゆえ、熱輸送媒体としてのTIMの有効性には、一般的な限界が存在する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

更には、T I M中で充填材が使用されることにより、充填材の沈降を防止するための充填材技術の慎重な管理、並びに、充填複合材料の適正な取り扱い及び分配、均一なボンドラインの形成などが求められることとなる。これらの考慮事項は、信頼性のある低コストの半導体デバイスパッケージモジュールを作製するタスクを、更に複雑なものにさせる。典型的には、殆どの能動半導体デバイスの裏面は粗面であることにより、T I Mとそのデバイスとの間には、空気ポケット及び高い接触熱抵抗がもたらされるため、そのT I Mの有効性が低減する。

【 0 0 0 6 】

シリコンインターポーザは、半導体デバイスパッケージ内部の熱輸送媒体として使用されることが、ますます増えてきている。シリコンインターポーザは、典型的には、シリコン貫通ビアを有する受動シリコン基板又はダイであり、シリコン貫通ビアは、能動ダイを、インターフェースの適合性に関して特別に設計する必要なく、相互接続するために使用される。シリコンインターポーザは、パッケージ内で、能動ダイを並列に及び／又は垂直に積み重ねるために使用される。

10

【 0 0 0 7 】

半導体デバイスパッケージ内部の熱輸送媒体としての、シリコンインターポーザの開発が試みられてきた。例えば、米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 8 0 1 2 8 号は、半導体デバイスの表面に取り付けるために提供される、サーマルインターポーザを詳述している。このインターポーザは、一体に密封接合された、上側プレート及び下側プレートを含む。2つのプレートの使用、及びそれらの2つのプレートの密封接合は、このインターポーザの製造を複雑なものにする。更には、このインターポーザが効率的に機能するために、2つのプレートの正確な接合が求められる。

20

【 0 0 0 8 】

米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 0 0 6 5 2 6 号は、ボンディング層を使用して絶縁層に接合された2つの導体を有する、多層サーマルインターポーザに言及している。しかしながら、それらのサーマルインターポーザの複数の層により、このインターポーザ及び半導体デバイスパッケージの製造は、より複雑なものとなる。

【 0 0 0 9 】

米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 0 4 4 8 5 6 号は、ダイからの熱を伝導するための熱伝導材料を含むダイと、有機基板と、その有機基板とダイとの間に設けられたサーマルインターポーザとを有する、電子パッケージに言及している。このサーマルインターポーザの区域は、ダイのフットプリントを超えて延在し、熱伝導材料を含む。このサーマルインターポーザは、その熱伝導材料を通じて、ダイによって発生した熱を伝導する。しかしながら、ダイのフットプリントを超えて延在するサーマルインターポーザの追加的領域を収容するためには、より大きい半導体デバイスパッケージが求められるため、このサーマルインターポーザの使用は限定され、より小さいパッケージを製造する場合には、そのサーマルインターポーザを使用することは不可能となる。

30

【 0 0 1 0 】

米国特許公開第 2 0 1 2 / 0 1 0 6 1 1 7 号は、垂直 / 3 D積層型電子デバイスを電氣的に接続するためのビア貫通相互接続子を有する、シリコンインターポーザを示唆している。この米国特許第 2 0 1 2 / 0 1 0 6 1 1 7 号で言及されるシリコンインターポーザは、典型的には、3 D積層型電子デバイスを電氣的に接続するように設計されている。

40

【 0 0 1 1 】

国際公開第 2 0 1 2 / 1 4 2 5 9 2 号は、パッケージ貫通ビアを有するシリコンインターポーザを詳述している。このシリコンインターポーザは、内部に画定されたパッケージ貫通ビアを有する、パネル又はウェハ形態のシリコン基板と、そのシリコン基板の第1及び第2の面上の再分配層とを同時に備える。しかしながら、この国際公開第 2 0 1 2 / 1 4 2 5 9 2 号のシリコンインターポーザは、半導体パッケージ内部での電気損失を低減するように設計されていることにより、インターポーザとしてシリコンウェハの使用を必要

50

とする。更には、このシリコンインターポーザの作製方法は、シリコンウェハ内部にパッケージ貫通ビアを作り出すための、ウェハの穿孔加工又はレーザアブレーションと、そのパッケージ貫通ビア内部にポリマーライナを更に形成する工程とを伴う。

【0012】

3次元(3D)並びに2.5D積層型のメモリモジュール及び論理モジュールの出現により、熱輸送に関して効率的な媒体であるアーキテクチャを作り出すことが、重要となっている。それゆえ、良好に制御された薄いボンドライン、低い接触熱抵抗、高い熱伝導率、及び大規模製造に対する適合性を可能にする、より新規でより効率的な、熱管理の方法が必要とされている。

【発明の概要】

【0013】

本開示は、効率的な熱管理のために、シリコン組成物を使用して、半導体デバイスパッケージ内の熱伝導性インターポーザを形成する方法を目的とする。本開示の一態様によれば、ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する方法が提供される。この方法は、ウェハの表面上に形成された硬化層内の複数の開口部を、熱伝導性材料で充填することにより、ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する工程を含む。

【0014】

本開示の別の態様によれば、ウェハからの熱を放散するための、熱伝導性インターポーザが提供される。このインターポーザは、ウェハの少なくとも1つの表面を覆い、このインターポーザは、離散した場所に配置された熱伝導性材料のパターンを内部に有する、硬化層で構成され、この硬化層は、光パターン化可能シリコン(photo patternable silicone、PPS)組成物の層の、光パターニング及び硬化による生成物であり、このPPS組成物は、(A)1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサン、(B)この組成物を硬化させるために十分な濃度の、1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物、及び(C)触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒を含む。このインターポーザは、インターポーザ内部の所定の場所に画定された、複数の開口部を画定し、それらの開口部のうちの少なくとも一部は、内部に配置された熱伝導性材料を有する。

【0015】

本開示の更に別の態様によれば、半導体パッケージを調製する方法が提供される。この方法は、ウェハの表面上に形成された硬化層内の複数の開口部を、熱伝導性材料で充填することにより、ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する工程を含む。この方法は、熱伝導性インターポーザ上に、はんだの層を堆積させる工程を更に含む。この方法は、ウェハをダイシングして、熱伝導性インターポーザ及びはんだの層が上部に形成された、個別のダイシング済みウェハを作り出す工程を更に含む。この方法は、はんだの層を上部に有する各ダイシング済みウェハの熱伝導性インターポーザが、ヒートシンクに面するように、各ダイシング済みウェハを、半導体パッケージ蓋体/ヒートシンクの近位に定置する工程と、はんだを溶融させて、開口部内の熱伝導性材料とヒートシンクとの間に結合部を形成する工程とを更に含む。

【0016】

本開示の更に別の態様によれば、半導体パッケージが提供される。この半導体パッケージは、少なくとも1つの表面を備えるウェハと、ウェハからの熱を放散するための、そのウェハの表面を覆う熱伝導性インターポーザであって、このインターポーザが、インターポーザ内部の所定の場所に画定された、複数の開口部を画定し、それらの開口部のうちの少なくとも一部が、内部に配置された熱伝導性材料を有する、熱伝導性インターポーザと、半導体パッケージ基板と、インターポーザ内の各充填済み開口部と半導体パッケージ蓋体/ヒートシンクとの間に分配されて、開口部内の熱伝導性材料とヒートシンクとの間に結合部を形成する、はんだの層とを備える。このインターポーザは、硬化層で構成され、この硬化層は、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターニング及び硬化によ

10

20

30

40

50

る生成物であり、この光パターン化可能シリコーン組成物は、A) 1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサン、B) この組成物を硬化させるために十分な濃度の、1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物、及びC) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒を含む。

【図面の簡単な説明】

【0017】

本発明の様々な利点は、以下の「発明を実施するための形態」を読み、添付図面を参照することで明らかとなるであろう。

【図1】光パターン化可能シリコーン組成物ベースのZ軸厚さサーマルインターポーザを有する、パッケージ化デバイスの略図である。

【図2】光パターン化可能シリコーン組成物ベースのZ軸厚さサーマルインターポーザを有する、電子パッケージの製造に伴う、ウェハレベルでのプロセス工程の略図である。

【図3a】導体ペーストが熱開口部に充填された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図3b】導体ペーストが熱開口部に充填された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図3c】導体ペーストが熱開口部に充填された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図3d】導体ペーストが熱開口部に充填された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図3e】導体ペーストが熱開口部に充填された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図3f】導体ペーストが熱開口部に充填された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図4a】金属が熱開口部に堆積された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図4b】金属が熱開口部に堆積された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図4c】金属が熱開口部に堆積された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図4d】金属が熱開口部に堆積された状態の、処理済み光パターン化可能シリコーン層の顕微鏡画像である。

【図5】更なる例示的实施形態による、熱伝導性インターポーザの形成方法に伴う工程を示す、フロー図である。

【0018】

本発明は、様々な修正及び代替形態が可能であり、具体的な実施形態は、図面内に例として示されており、本明細書で詳細に説明されるものであり、本発明は、開示される特定の形態に限定されることを意図するものではない。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本明細書で使用するとき、「し得る」は、選択の余地を与えるものであって、命令するものではない。「任意選択的に」とは、存在しないか、あるいは存在することを意味する。「接触させること」とは、物理的接触状態にすることを意味する。「動作可能に接触する」とは、機能的に有効に接触させることを含み、例えば、修正、コーティング、接着、封止、又は充填に関するものである。この動作可能な接触は、直接的な物理的接触、あるいは間接的な接触とすることができる。本明細書で参照される、全ての米国特許出願公開及び特許、あるいは、一部分のみが参照されている場合にはその一部分は、組み込まれる主題が本願の説明と矛盾しない限り、参照により本明細書に組み込まれるものであり、いずれのそのような矛盾においても本願の説明が優先するものとする。別段の指示がない限

10

20

30

40

50

り、全ての物質の状態は、25 及び 101.3 kPa で判定される。別段の記述がない限り、全ての % は重量によるものとする。全ての重量 % の値は、別段の記述がない限り、組成物を合成又は作製するために使用される全成分の総重量に基づくものであり、合計で 100 重量 % となる。分類群及び下位分類群を含む任意のマーカッシュ群は、その分類群内の下位分類群を包含するものであり、例えば、「R は、ヒドロカルビル又はアルケニルである」では、R は、アルケニルとすることができ、あるいは、R は、他の下位分類群の中でも特にアルケニルを含む、ヒドロカルビルとすることもできる。

【0020】

本発明の一態様によれば、光パターン化可能シリコーン組成物を使用して、ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成することができる。そのような光パターン化可能シリコーンの使用により、エンドユーザは、所望により半導体ウェハ上にシリコーンを塗布して、熱伝導性材料が堆積されることになるシリコーンの区域を、パターニング及び現像/除去することが可能となり得るため、開口部の場所を、より高い熱放散を必要とする区域により近接して設計する柔軟性が、ユーザに与えられる。更には、本発明のこの態様により、前述の従来技術の充填材技術が不要となるため、充填材の管理、及び高粘度の充填 TIM の均一な分配に関連付けられる、コスト並びに複雑性が低減される。この態様はまた、ボンドライン厚の良好な制御ももたらし、充填 TIM に関連付けられる接触熱抵抗を管理する必要性も低減する。用語「ボンドライン」とは、ウェハ上に塗布された、光パターン化可能シリコーン組成物及びはんだの層の厚さによって画定される、ダイとヒートシンクとの間の間隙を指す。

10

20

【0021】

均一な厚さ及び/又は幅のものとするか、あるいは変化する厚さ及び幅のものとするのが可能な、この熱伝導性インターポーザは、熱開口部/ビアを有して、ウェハレベルで形成することができるため、ビアの構造及び場所の設計における柔軟性がもたらされ、ダイからの熱を放散させるために、ダイ上の「ホットスポット」に、又は「ホットスポット」に近接して開口部を配置する柔軟性が、ユーザに与えられる。用語「ウェハレベル」とは、ウェハが個別のダイへとダイシングされる前に、ウェハ全体の上に熱伝導性インターポーザが形成されることを意味する。更には、この態様により、ダイレベルでの熱伝導複合材料の取り扱い及び分配が不要となるため、コストを低減することができる。更には、この光パターン化可能シリコーンは、異なる CTE (熱膨張率) を有する材料で主に構成されている能動デバイスに対する、応力の管理を可能にする、応力緩衝材としての役割を果たすことにより、この熱伝導性インターポーザ及びデバイスの信頼性を向上させるために役立つ。

30

【0022】

この光パターン化可能シリコーン組成物は、参照により本明細書に組み込まれる米国特許第 7,517,808 号で説明されている、3 種の主成分及び追加的な二次成分で構成することができる。この光パターン化可能シリコーン組成物の主成分は、(A) 1 分子当たり平均で少なくとも 2 つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサン、(B) この組成物を硬化させるために十分な濃度の、1 分子当たり平均で少なくとも 2 個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物、及び (C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒を含む。

40

【0023】

成分 (A) は、1 分子当たり平均で少なくとも 2 つのケイ素原子結合アルケニル基を含有する、少なくとも 1 種のオルガノポリシロキサンである。このオルガノポリシロキサンは、直鎖状、分岐状、又は樹脂性の構造を有し得る。このオルガノポリシロキサンは、ホモポリマー又はコポリマーとすることができる。このアルケニル基は、典型的には、2 ~ 約 10 個の炭素原子を有し、限定するものではないが、ビニル、アリル、ブテニル、及びヘキセニルによって例示される。このオルガノポリシロキサン中のアルケニル基は、末端、側枝、あるいは末端及び側枝位置の双方に位置し得る。オルガノポリシロキサン中の残余のケイ素原子結合有機基は、独立して、脂肪族不飽和を含まない 1 価の炭化水素基及び

50

1 価のハロゲン化炭化水素基から選択される。これらの 1 価の基は、典型的には、1 ~ 約 20 個の炭素原子を有するか、あるいは 1 ~ 10 個の炭素原子を有し、限定するものではないが、メチル、エチル、プロピル、ペンチル、オクチル、ウンデシル、及びオクタデシルなどのアルキル；シクロヘキシルなどのシクロアルキル；フェニル、トリル、キシリル、ベンジル、及び 2 - フェニルエチルなどのアリール；並びに、3, 3, 3 - トリフルオロプロピル、3 - クロロプロピル、及びジクロロフェニルなどのハロゲン化炭化水素基によって例示される。このオルガノポリシロキサン中の、脂肪族不飽和を含まない有機基のうちの、少なくとも 50 パーセント、あるいは少なくとも 80 パーセントは、メチルとすることができる。

【0024】

10

このオルガノポリシロキサンの 25 での粘度は、典型的には、0.001 ~ 100, 000 Pa・s、あるいは 0.01 ~ 10, 000 Pa・s、あるいは 0.01 ~ 1, 000 Pa・s である。

【0025】

この光パターン化可能シリコーン組成物中の成分 (A) として有用なオルガノポリシロキサンの例としては、限定するものではないが、以下の式を有するポリジオルガノシロキサンが挙げられる： $\text{ViMe}_2\text{SiO}(\text{Me}_2\text{SiO})_a\text{SiMe}_2\text{Vi}$ 、 $\text{ViMe}_2\text{SiO}(\text{Me}_2\text{SiO})_{0.25a}(\text{MePhSiO})_{0.75a}\text{SiMe}_2\text{Vi}$ 、 $\text{ViMe}_2\text{SiO}(\text{Me}_2\text{SiO})_{0.95a}(\text{Ph}_2\text{SiO})_{0.05a}\text{SiMe}_2\text{Vi}$ 、 $\text{ViMe}_2\text{SiO}(\text{Me}_2\text{SiO})_{0.98a}(\text{MeViSiO})_{0.02a}\text{SiMe}_2\text{Vi}$ 、 $\text{Me}_3\text{SiO}(\text{Me}_2\text{SiO})_{0.95a}(\text{MeViSiO})_{0.05a}\text{SiMe}_3$ 、及び $\text{PhMeViSiO}(\text{Me}_2\text{SiO})_a\text{SiPhMeVi}$ 、式中、Me、Vi、及び Ph は、それぞれ、メチル、ビニル、及びフェニルを示し、a は、そのポリジオルガノシロキサンの粘度が、25 で 0.001 ~ 100, 000 Pa・s であるような値を有する。

20

【0026】

対応するオルガノハロシランの加水分解及び縮合、あるいは環状ポリジオルガノシロキサンの平衡化を含む方法などの、光パターン化可能シリコーン組成物中で使用するために好適なオルガノポリシロキサンの調製方法は、当該技術分野において周知である。

【0027】

30

成分 (A) のオルガノポリシロキサンは、オルガノポリシロキサン樹脂とすることができる。好適なオルガノポリシロキサン樹脂の例としては、 $\text{R}^1_3\text{SiO}_{1/2}$ 単位及び $\text{SiO}_{4/2}$ 単位を含む MQ 樹脂、 $\text{R}^1\text{SiO}_{3/2}$ 単位及び $\text{R}^1_2\text{SiO}_{2/2}$ 単位を含む TD 樹脂、 $\text{R}^1_3\text{SiO}_{1/2}$ 単位及び $\text{R}^1\text{SiO}_{3/2}$ 単位を含む MT 樹脂、並びに $\text{R}^1_3\text{SiO}_{1/2}$ 単位、 $\text{R}^1\text{SiO}_{3/2}$ 単位、及び $\text{R}^1_2\text{SiO}_{2/2}$ 単位を含む MTD 樹脂が挙げられ、式中、各 R^1 は、独立して、1 価の炭化水素基及び 1 価のハロゲン化炭化水素基から選択される。 R^1 によって表される 1 価の基は、典型的には、1 ~ 約 20 個の炭素原子を有し、あるいは、1 ~ 約 10 個の炭素原子を有する。1 価の基の例としては、限定するものではないが、メチル、エチル、プロピル、ペンチル、オクチル、ウンデシル、及びオクタデシルなどのアルキル；シクロヘキシルなどのシクロアルキル；ビニル、アリル、ブテニル、及びヘキセニルなどのアルケニル；フェニル、トリル、キシリル、ベンジル、及び 2 - フェニルエチルなどのアリール；並びに、3, 3, 3 - トリフルオロプロピル、3 - クロロプロピル、及びジクロロフェニルなどのハロゲン化炭化水素基が挙げられる。このオルガノポリシロキサン樹脂中の少なくとも 3 分の 1、あるいは実質的に全ての R^1 は、メチルとすることができる。典型的なオルガノポリシロキサン樹脂は、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ シロキサン単位及び $\text{SiO}_{4/2}$ 単位を含む、MQ 樹脂とすることができ、 $\text{SiO}_{4/2}$ 単位に対する $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 単位のモル比は、0.6 ~ 1.9 である。

40

【0028】

このオルガノポリシロキサン樹脂は、平均で約 3 ~ 30 モルパーセントのアルケニル基

50

を含有し得る。この樹脂中のアルケニル基のモルパーセントは、樹脂中のシロキサン単位
の総モル数に対する、樹脂中のアルケニル基含有シロキサン単位 of モル数の比に、100
を乗じたものとして、本明細書では定義される。

【0029】

このオルガノポリシロキサン樹脂は、商業的に入手することが可能であり、又は、当該
技術分野において周知の方法によって調製することもできる。この樹脂は、D a u d t 等
のシリカヒドロゾル封鎖プロセスによって生成された樹脂コポリマーを、少なくとも1種
のアルケニル含有末端保護試薬を使用して処理することによって、調製することができる
。このD a u d t 等の方法は、参照により本明細書に組み込まれる米国特許第2,676
, 182号に開示されており、本発明で使用するために好適なオルガノポリシロキサン樹脂
を作製する方法を教示するものである。

10

【0030】

簡潔に述べると、D a u d t 等の方法は、酸性条件下で、シリカヒドロゾルと、トリメ
チルククロシランなどの加水分解性トリオルガノシラン、ヘキサメチルジシロキサンなど
のシロキサン、又はそれらの組み合わせとを反応させる工程と、M単位及びQ単位を有す
るコポリマーを回収する工程とを伴う。得られるコポリマー生成物は、一般的に、約2～
約5重量パーセントのケイ素原子結合ヒドロキシル基(Si-OH基)を含有する。

【0031】

オルガノポリシロキサン樹脂は、典型的には2重量パーセント未満のケイ素原子結合ヒ
ドロキシル基を含有するものであり、このD a u d t 等のコポリマー生成物を、3～30
モルパーセントのアルケニル基及び2重量パーセント未満のケイ素原子結合ヒドロキシル
基を最終オルガノポリシロキサン樹脂中にもたすために十分な量の、アルケニル含有末
端保護剤、あるいはアルケニル含有末端保護剤と脂肪族不飽和を含まない末端保護剤との
組み合わせと反応させることによって、調製することができる。そのような末端保護剤の
例としては、限定するものではないが、シラザン、シロキサン、及びシランが挙げられる
。好適な末端保護剤は、当技術分野において既知であり、参照により本明細書に組み込ま
れる、B l i z z a r d 等の米国特許第4,584,355号、B l i z z a r d 等の同
第4,591,622号、及びH o m a n 等の同第4,585,836号に例示されてい
る。単一の末端保護剤、又はそのような薬剤の組み合わせを使用して、オルガノポリシロ
キサン樹脂を調製することができる。

20

30

【0032】

成分(A)は、単一のオルガノポリシロキサンとすることができ、又は、以下の特性：
構造、粘度、平均分子量、シロキサン単位、及び配列のうちの少なくとも1つが異なる、
2種以上のオルガノポリシロキサンを含む、組み合わせとすることもできる。

【0033】

成分(B)は、1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ素原子結合水素原子を含有す
る、少なくとも1種の有機ケイ素化合物である。成分(A)中の1分子当たりのアルケニ
ル基の平均数と、成分(B)中の1分子当たりのケイ素原子結合水素原子の平均数との和
が4を超える場合に、この光パターン化可能シリコン組成物中での架橋が生じ得ること
が、一般に理解されている。オルガノハイドロジェンポリシロキサン中のケイ素原子結合
水素原子は、末端、側枝、あるいは末端及び側枝位置の双方に位置し得る。

40

【0034】

1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ素原子結合水素原子を含有する、この有機ケ
イ素化合物は、オルガノシラン又はオルガノハイドロジェンシロキサンとすることができ
る。オルガノシランは、モノシラン、ジシラン、トリシラン、又はポリシランとすること
ができる。同様に、オルガノハイドロジェンシロキサンは、ジシロキサン、トリシロキサ
ン、又はポリシロキサンとすることができる。この有機ケイ素化合物は、オルガノハイド
ロジェンシロキサンとすることができる。この有機ケイ素化合物の構造は、直鎖状、分岐
状、環状、又は樹脂性とすることができる。この有機ケイ素化合物中の有機基のうちの少
なくとも50パーセントは、メチルとすることができる。

50

【 0 0 3 5 】

成分 (B) として使用するために好適なオルガノシランの例としては、限定するものではないが、ジフェニルシラン及び 2 - クロロエチルシランなどのモノシラン； 1 , 4 - ビス (ジメチルシリル) ベンゼン、ビス [(p - ジメチルシリル) フェニル] エーテル、及び 1 , 4 - ジメチルジシリルエタンなどのジシラン； 1 , 3 , 5 - トリス (ジメチルシリル) ベンゼン及び 1 , 3 , 5 - トリメチル - 1 , 3 , 5 - トリシランなどのトリシラン；並びに、ポリ (メチルシリレン) フェニレン及びポリ (メチルシリレン) メチレンなどのポリシランが挙げられる。

【 0 0 3 6 】

成分 (B) として使用するために好適なオルガノハイドロジェンシロキサン¹⁰の例としては、限定するものではないが、 1 , 1 , 3 , 3 - テトラメチルジシロキサン及び 1 , 1 , 3 , 3 - テトラフェニルジシロキサンなどのジシロキサン；フェニルトリス (ジメチルシロキシ) シラン及び 1 , 3 , 5 - トリメチルシクロトリシロキサンなどのトリシロキサン；並びに、トリメチルシロキシ末端ポリ (メチルハイドロジェンシロキサン)、トリメチルシロキシ末端ポリ (ジメチルシロキサン / メチルハイドロジェンシロキサン)、ジメチルハイドロジェンシロキシ末端ポリ (メチルハイドロジェンシロキサン) などのポリシロキサン、並びに、 $\text{H}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 単位、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 単位、及び $\text{SiO}_{4/2}$ 単位を含む樹脂が挙げられる。

【 0 0 3 7 】

成分 (B) は、 1 分子当たり平均で少なくとも 2 個のケイ素原子結合水素原子を含有する、単一の有機ケイ素化合物とすることができ、又は、以下の特性：構造、平均分子量、粘度、シラン単位、シロキサン単位、及び配列のうちの少なくとも 1 つが異なる、2 種以上のそのような化合物を含む組み合わせとすることもできる。²⁰

【 0 0 3 8 】

光パターン化可能シリコーン組成物中での成分 (B) の濃度は、この組成物を硬化させるか、あるいは硬化及び架橋させるために十分なものである。成分 (B) の正確な量は、所望される硬化の程度に応じて決定され、一般に、成分 (A) 中のアルケニル基のモル数に対する成分 (B) 中のケイ素原子結合水素原子のモル数の比が増大するにつれて、この硬化の程度が増大する。典型的には、成分 (B) の濃度は、成分 (A) 中のアルケニル基 1 つ当たり、0 . 5 ~ 3 個のケイ素原子結合水素原子を提供するために十分なものである。³⁰成分 (B) の濃度は、成分 (A) 中のアルケニル基 1 つ当たり、0 . 7 ~ 1 . 2 個のケイ素原子結合水素原子を提供するために十分なものとすることができる。

【 0 0 3 9 】

1 分子当たり平均で少なくとも 2 個のケイ素結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物を調製する方法は、当技術分野において周知である。例えば、オルガノポリシランは、炭化水素溶媒中の、ナトリウム又はリチウム金属の存在下でのクロロシランの反応 (W u r t z 反応) によって、調製することができる。オルガノポリシロキサンは、オルガノハロシランの加水分解及び縮合によって、調製することができる。

【 0 0 4 0 】

成分 (A) 及び成分 (B) の適合性を確実にするために、各成分中の主要な有機基は、⁴⁰同じものとすることができる。この基は、メチルとすることができる。

【 0 0 4 1 】

成分 (C) は、光活性化ヒドロシリル化触媒である。この光活性化ヒドロシリル化触媒は、150 ~ 800 nm の波長を有する放射線、及び後続の加熱に曝されると、成分 (A) と成分 (B) とのヒドロシリル化反応を触媒することが可能な、任意のヒドロシリル化触媒とすることができる。成分 (C) は、白金族金属とすることができる。好適な白金族金属としては、白金、ロジウム、ルテニウム、パラジウム、オスミウム、及びイリジウムが挙げられる。成分 (C) は、そのヒドロシリル化反応での高活性に基づいて、白金とすることができる。光パターン化可能シリコーン組成物中使用するための特定の光活性化ヒドロシリル化触媒の好適性は、以下の実施例セクションでの方法を使用する通常の実験⁵⁰

によって、容易に判定することができる。

【0042】

好適な光活性化ヒドロシリル化触媒の例としては、限定するものではないが、白金（I I）ビス（2，4 - ペンタンジオアート）、白金（I I）ビス（2，4 - ヘキサジオアート）、白金（I I）ビス（2，4 - ヘプタンジオアート）、白金（I I）ビス（1 - フェニル - 1，3 - ブタンジオアート）、白金（I I）ビス（1，3 - ジフェニル - 1，3 - プロパンジオアート）、白金（I I）ビス（1，1，1，5，5，5 - ヘキサフルオロ - 2，4 - ペンタンジオアート）などの、白金（I I）β - ジケトナート錯体；（C p）トリメチル白金、（C p）エチルジメチル白金、（C p）トリエチル白金、（クロロ - C p）トリメチル白金、及び（トリメチルシリル - C p）トリメチル白金などであって、C pがシクロペンタジエニルを表す、（η - シクロペンタジエニル）トリアルキル白金錯体； $[Pt[C_6H_5NNNOCH_3]_4]$ 、 $Pt[p-CN-C_6H_4NNNO C_6H_{11}]_4$ 、 $Pt[p-H_3CO C_6H_4NNNO C_6H_{11}]_4$ 、 $Pt[p-CH_3(CH_2)_x-C_6H_4NNNOCH_3]_4$ 、1，5 - シクロオクタジエン $Pt[p-CN-C_6H_4NNNO C_6H_{11}]_2$ 、1，5 - シクロオクタジエン $Pt[p-CH_3O-C_6H_4NNNOCH_3]_2$ 、 $[(C_6H_5)_3P]_3Rh[p-CN-C_6H_4NNNO C_6H_{11}]$ 、及び $Pd[p-CH_3(CH_2)_x-C_6H_4NNNOCH_3]_2$ などであって、xが1，3，5，11、又は17である、トリアゼンオキシド - 遷移金属錯体；（η⁴ - 1，5 - シクロオクタジエニル）ジフェニル白金、（η⁴ - 1，3，5，7 - シクロオクタテトラエニル）ジフェニル白金、（η⁴ - 2，5 - ノルボラジエニル）ジフェニル白金、（η⁴ - 1，5 - シクロオクタジエニル）ビス - （4 - ジメチルアミノフェニル）白金、（η⁴ - 1，5 - シクロオクタジエニル）ビス - （4 - アセチルフェニル）白金、及び（η⁴ - 1，5 - シクロオクタジエニル）ビス - （4 - トリフルオロメチルフェニル）白金などの、（η - ジオレフィン）（σ - アリール）白金錯体が挙げられる。この光活性化ヒドロシリル化触媒は、Pt（I I）β - ジケトナート錯体とすることができ、あるいは、この触媒は、白金（I I）ビス（2，4 - ペンタンジオアート）である。

10

20

【0043】

成分（C）は、単一の光活性化ヒドロシリル化触媒、又は2種以上のそのような触媒を含む組み合わせとすることができる。

【0044】

光パターン化可能シリコーン組成物中での成分（C）の濃度は、以下で説明される方法で放射線及び熱に曝されると、成分（A）と成分（B）との付加反応を触媒するために十分なものである。成分（C）の濃度は、成分（A）、成分（B）、及び成分（B）の組み合わせた重量を基準として、典型的には、0.1～1000 ppmの白金族金属、あるいは0.5～100 ppmの白金族金属、あるいは1～25 ppmの白金族金属を提供するために十分なものである。硬化速度は、典型的には、1 ppm未満の白金族金属では非常に遅い。100 ppmを超える白金族金属の使用は、硬化速度の明らかな増大をもたらす得ないため、非経済的である。

30

【0045】

上述の成分（C）の光活性化ヒドロシリル化触媒の調製方法は、当該技術分野において周知である。例えば、白金（I I）β - ジケトナートの調製方法は、Guo等によって報告されている（Chemistry of Materials, 1998, 10, 531 - 536）。（η - シクロペンタジエニル） - トリアルキル白金錯体の調製方法は、米国特許第4,510,094号に開示されている。トリアゼンオキシド - 遷移金属錯体の調製方法は、米国特許第5,496,961号に開示されている。また、（η - ジオレフィン）（σ - アリール）白金錯体の調製方法は、米国特許第4,530,879号に開示されている。

40

【0046】

前述の成分（A）、成分（B）、及び成分（C）の組み合わせは、周囲温度で、典型的には20～25で、硬化を開始し得る。より長い操作時間又は「可使時間」を得るた

50

めに、光パターン化可能シリコーン組成物の成分（C）に、好適な触媒阻害剤を添加することによって、周囲条件下での触媒の活性を、阻害、遅延、又は抑制することができる。触媒阻害剤は、周囲温度での光パターン化可能シリコーン組成物の硬化を遅延させるが、昇温で、典型的には30～150で、この組成物が硬化することを妨げるものではない。好適な触媒阻害剤としては、3-メチル-3-ペンテン-1-イン及び3,5-ジメチル-3-ヘキセン-1-インなどの、様々な「エン-イン」系；3,5-ジメチル-1-ヘキシン-3-オール、1-エチニル-1-シクロヘキサノール、及び2-フェニル-3-ブチン-2-オールなどの、アセチレンアルコール；周知のジアルキル、ジアルケニル、及びジアルコキシアルキルのフマル酸塩並びにマレイン酸塩などの、マレイン酸塩及びフマル酸塩；並びに、シクロビニルシロキサンが挙げられる。アセチレンアルコールは、この光パターン化可能シリコーン組成物中で使用することが可能な触媒阻害剤の、典型的なクラスを構成する。

10

【0047】

光パターン化可能シリコーン組成物中での触媒阻害剤の濃度は、昇温での硬化を阻止するか又は過度に長引かせることなく、周囲温度での組成物の硬化を遅延させるために、十分なものとすることができる。この濃度は、使用される具体的な阻害剤、ヒドロシリル化触媒の性質及び濃度、並びにオルガノハイドロジェンポリシロキサンの性質に応じて、広範に変動し得る。

【0048】

一部の例では、白金族金属1モル当たり1モルの阻害剤と同程度の、低濃度の触媒阻害剤により、十分な貯蔵安定性及び硬化速度がもたらされる。他の例では、白金族金属1モル当たり、最大500モル以上の触媒阻害剤濃度が求められる場合もある。必要に応じて、所与の光パターン化可能シリコーン組成物中での、特定の触媒阻害剤に関する最適濃度を、通常の実験によって容易に判定することができる。あるいは、触媒阻害剤は、非最適濃度で使用することもできる。

20

【0049】

この光パターン化可能シリコーン組成物はまた、1種以上の追加成分も含み得るが、ただし、その追加成分（1種以上）は、本方法での組成物の光パターンニング又は硬化に悪影響を及ぼさないものとする。これらの追加成分は、任意選択的なものである。追加成分の例としては、限定するものではないが、接着促進剤、溶媒（例えば、有機溶媒）、無機充填剤、光増感剤、及び界面活性剤が挙げられる。

30

【0050】

例えば、この光パターン化可能シリコーン組成物は、組成物の粘度を低下させ、組成物の調製、取り扱い、及び塗布を容易にする量の、少なくとも1種の有機溶媒を更に含む得る。好適な溶媒の例としては、限定するものではないが、1～約20個の炭素原子を有する飽和炭化水素；キシレン及びメシチレンなどの芳香族炭化水素；ミネラルスピリット；ハロ炭化水素；エステル；ケトン；直鎖状、分枝状、及び環状のポリジメチルシロキサンなどのシリコーン流体；及び、そのような溶媒の組み合わせが挙げられる。光パターン化可能シリコーン組成物中での特定の有機溶媒の最適濃度は、通常の実験によって容易に判定することができる。この有機溶媒は、光パターン化可能シリコーン組成物から、その硬化の前に（例えば、蒸発法によって）除去することができる。

40

【0051】

この光パターン化可能シリコーン組成物は、成分（A）～成分（C）を単一部内に含む、一部式組成物とすることができ、あるいは、成分（A）～成分（C）を2つ以上の部内に含む、多部式組成物とすることもできる。多部式組成物では、成分（A）、成分（B）、及び成分（C）の全ては、典型的には、阻害剤もまた存在しない限り、同じ部内には存在しない。例えば、多部式シリコーン組成物は、成分（A）の一部分及び成分（B）の一部分を含有する第1部と、成分（A）の残余部分と成分（C）の全てを含有する第2部とを含む得る。

【0052】

50

一部式光パターン化可能シリコン組成物は、典型的には、成分（Ａ）～成分（Ｃ）と、いずれかの任意選択的追加成分とを、上述の溶媒の補助の有無に関わらず、周囲温度で、所望の比率で組み合わせることによって調製される。このシリコン組成物が直ちに使用される場合には、これらの様々な成分を添加する順序は決定的なものではないが、ヒドロシリル化触媒は、本組成物の早期硬化を防止するために、約 30 未満の温度で、最後に添加することができる。また、多部式シリコン組成物は、各部に関して指定された特定の成分を組み合わせることによって、調製することができ、次いで、使用の直前に、それらの多部式組成物の各部を、一体に組み合わせることができる。

【 0 0 5 3 】

光パターン化可能シリコン組成物の層を、ウェハの表面に塗布することができ、この塗布された組成物を、本明細書で説明されるように硬化させることにより、硬化層を提供することができる。この硬化層は、成分（Ａ）、成分（Ｂ）、及び成分（Ｃ）を含む光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターニング及び硬化による生成物である。複数の開口部を、このウェハ上の硬化層内に形成することができる。ウェハの表面上に形成された硬化層内の複数の開口部を、熱伝導性材料で充填することにより、ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成することができ、この熱伝導性インターポーザは、開口部を画定している硬化層を構成するマトリクス内の、それらの開口部内に配置された、複数の熱伝導性材料のプラグを備える。典型的には、光パターン化可能シリコン組成物と溶媒との混合物を、ウェハの表面に塗布することにより、そのウェハの表面の少なくとも一部分を覆う塗布層を形成し、この塗布層を光パターニングし、その光パターン化塗布層を硬化させる。塗布層の一部分を、 i 線の放射線を含む放射線で照射する一方で、塗布層の別の部分をマスクすることにより、光パターン化層が作り出され、この光パターン化層は、ウェハの表面の少なくとも一部分を覆う非照射領域と、ウェハの表面の残部を覆う照射領域とを有する、部分的照射層である。次いで、この部分的照射層を、当該技術分野において一般に「ソフトベーク」と呼ばれる工程で、熱によって部分的に硬化／ベークする。次いで、この部分的硬化層の非照射領域を、現像溶媒で除去することにより、複数の開口部が内部に画定された、部分的硬化層が形成される。次いで、この部分的硬化層を硬化させることにより、複数の開口部を内部に有する、硬化層が形成される。典型的には、この硬化層の厚さは、 z 軸厚さに対応するものであり、開口部は、この z 軸厚さに沿って、硬化層を貫通して形成される。本明細書で使用する時、材料に言及する場合、用語「層」とは、1 つの寸法が制限された材料の形状を意味し、コーティング、被膜、又はシートに関するものである。この寸法は、典型的には、層の厚さ又は高さと呼ばれる。層は、例えば、最大で数マイクロメートルの高さを有するコンフォーマルコーティングのトポグラフィと同様に、概して平面状又は起伏状であり得る、材料の第 1 の主表面及び第 2 の主表面を画定し得る。層に言及する場合、語句「 z 軸厚さに沿って」とは、概して、その層の第 1 の主表面の任意の場所から、その層の第 2 の主表面の任意の場所に至る、その層の高さを貫通する任意の方向、又はその逆方向を意味する。この層の高さを貫通する進行方向は、その層の厚さを貫通する線として図示することができる。この進行方向は、第 1 の主表面及び第 2 の主表面に（ほぼ）垂直である直角、並びに、それらの主表面に垂直ではない鋭角及び鈍角を含めた、その層の第 1 の主表面及び第 2 の主表面に対して任意の角度を有する線を含む。一部の態様では、開口部のうちの少なくとも一部は、 z 軸ビアである。熱伝導性材料を、硬化層内の開口部内に挿入することにより、それらの開口部を充填して、熱伝導性インターポーザを提供することができる。この態様では、熱伝導性インターポーザは、当該技術分野において一般に「ウェハレベル」プロセスと称され得るタイプのプロセスによって、ウェハ上に調製される。

【 0 0 5 4 】

ウェハは、典型的には、限定するものではないが、シリコン及びヒ化ガリウムを含めた、半導体材料を備える。ウェハの表面は、限定するものではないが、DRAM、フラッシュメモリ、SRAM、及び論理デバイスを含めた、複数の集積回路を備える。ウェハは、ダイシングストリート又はスクライブ線を更に備え、それらに沿って、そのウェハを個別

10

20

30

40

50

のウェハ／チップへと切断することにより、熱伝導性インターポーザが上部に形成された個別のウェハを備える、半導体パッケージを作製することができる。ウェハ上に集積回路及びダイシング（切断）ストリートを製造する方法は、当該技術分野において周知である。この半導体パッケージを、ヒートシンク及び／又は基板などの追加要素と組み合わせることにより、半導体パッケージデバイスを形成することができる。

【0055】

図1は、半導体パッケージデバイス(10)を示し、ウェハ／チップ(12)を覆う、内部に伝導性材料(16)を有するz軸熱伝導性インターポーザ(11)は、ウェハ(12)からヒートシンク(13)に熱を伝達するための、熱輸送媒体である。ウェハ／チップは、ウェハ(12)と基板(15)との間に定置されたはんだ(14)の層によって、基板(15)に接合され、ウェハ(12)と基板(15)との間の空間の残部に、空気間隙(17)を有する。

10

【0056】

熱伝導性インターポーザを形成する前述の方法は、本明細書の以下で説明され、かつ図2に示される、例示的实施形態に従って実施される。図2では、

【0057】

1) 工程Aで、溶媒と共に光パターン化可能シリコーン(PPS)組成物を、スピンコーティング、スプレーコーティング、ドクターブレードイング、又はドローパーコーティングなどの従来のコーティング方法によって、ウェハ(12)の表面、典型的には裏面又は前面上に堆積させることにより、ウェハのサイズに応じて、2%の厚さ変動を有する5 μ m~50 μ mの範囲の厚さの薄膜の、塗布層(18)を作り出す。更には、はんだボール(14)を、上部にPPS組成物が堆積されていない、ウェハの表面上の所定の場所に分配することにより、このウェハを基板(15)に電氣的に接続することが可能となる。次いで、この塗布層を、ホットプレート上又はオープン内で、2~5分間にわたって摂氏50度()~130 まで加熱することにより、この塗布層内に存在する、あらゆる余剰溶媒を除去する。次いで、加熱したウェハ(12)を、室温まで冷却する。

20

【0058】

2) 工程Bで、塗布層(18)の一部分を、紫外線(UV)光の強度が800mJ/cm²~2800mJ/cm²であるが、典型的には800mJ/cm²~1400mJ/cm²である、i線の放射線を含む放射線で照射することにより、溶媒に可溶性であり、ウェハ(12)の表面の少なくとも一部分を覆う非照射領域(19)と、架橋が開始され、ウェハ(12)の表面の残部を覆う照射領域(20)とを有する、部分的照射層が作り出される。次いで、2~5分間にわたって、この層を100~150 のホットプレート又はオープン上に定置することによって、このUV照射層を部分的に硬化/バークすることにより、そのUVに曝された区域を、現像溶媒に対して実質的に不溶性にさせる。

30

【0059】

用語「実質的に不溶性」とは、部分的照射層の照射領域が、現像溶媒中に溶解することによっても、下層のウェハの表面が照射される程度までは除去されないことを意味する。用語「可溶性」とは、部分的照射層の非照射領域が、現像溶媒中に溶解することによって除去され、下層のウェハの表面が露出することを意味する。

40

【0060】

3) 工程Cで、ウェハ(12)は、限定するものではないが、酢酸ブチル、メシチレンなどを含む現像溶媒を使用して、2~5分間にわたるパドル現像、スプレー現像、又は浸漬現像によって現像され、このことが非照射領域(19)を除去することにより、ボンドライン厚に応じて5 μ m~200 μ mの開口を有する、z軸開口部/ビア(21)が作り出される。次いで、この溶媒現像ウェハ(12)を、従来のスピンリンスドライヤシステム又はスピンコート内で乾燥させる。次いで、乾燥したウェハを、30分~3時間、250 以下の硬化温度用の酸素オープン内、又は250~400 の範囲の硬化温度用の窒素オープン内に定置する。

【0061】

50

4) 工程Dで、開口部/ビア(21)を、次いで、蒸着又はスパッタリングなどの従来の堆積方法によって、限定するものではないが、チタン、アルミニウム、ニッケル、銅、又はこれらの組み合わせを含めた、熱伝導性材料(16)で充填することにより、ウェハ(12)上にz軸熱伝導性インターポーザ(11)が形成される。この金属充填開口部は、ウェハからの熱を放散するための、良好に制御されたボンドライン厚を有する、高い熱伝導率の経路を提供する。

【0062】

5) 工程Eで、次いで、低融点はんだ(22)の薄層が、ヒートシンクを上部に取り付けるために、熱伝導性インターポーザ上に分配される。このはんだは、限定するものではないが、インジウム、ビスマス、インジウム-スズ合金などを含めた、金属又は金属合金から作製される。

10

【0063】

前述の例示的实施形態は、更に、半導体パッケージの作製にまで及ぶものであり、図2では、

【0064】

6) 工程Fで、ウェハ(12)を、次いで、ダイシング(切断)ストリートに沿ってダイシングすることにより、z軸熱開口部/ビアを有する熱伝導性インターポーザと、その上部のはんだの層とを有する、集積回路(IC)ウェハ/チップ(23)が作り出される。次いで、z軸熱開口部を有する熱伝導性インターポーザとはんだの層とを有する側を、半導体パッケージ蓋体/ヒートシンクに面するように、又は、取り付けることが必要とされる別のウェハ/チップに隣接するように定置する。次いで、従来のリフローオープン又はホットプレート内で、はんだを溶融させて、z軸熱開口部内の熱伝導性材料とヒートシンク(13)との間に結合部を形成することにより、半導体パッケージデバイス(10)が提供される。

20

【0065】

更には、これらの開口部/ビアは、当業者には既知であるような、インクジェットブリッタのドロップオンデマンド式プロセスによって、限定するものではないが、銀、金、又はカーボンペーストを含めた、導体ペーストで充填することができる。更には、窒化ホウ素及び/又はカーボンナノチューブの柱などもまた、熱接触部として、開口部内に定置することができる。

30

【0066】

半導体ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する本方法の、更なる例示的实施形態は、本発明を当業者に例示するために、本明細書の以下で提供されるものであり、本発明の範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。図5は、更なる例示的实施形態による、熱伝導性インターポーザの形成方法に伴う工程を示す、フロー図を示す。

【0067】

図5では、1:ウェハ上のZ軸シリコンビアの形成は、7つの工程を含む本方法の態様を使用して行われる。ウェハ(又は、他の基板)と、SiH官能性ポリジメチルシロキサン及び白金触媒と組み合わされたビニル官能性シリコン樹脂の組成物を含む、光パターン化可能シリコン組成物のサンプルとが提供される。本方法の第1工程で、このサンプルを、2000RPM(回転/分)で20秒間スピンコーティングすることによって、ウェハ(又は、他の基板)上に堆積させることにより、ウェハ全域にわたって、2~3%の均一性を有する、厚さ10マイクロメートルの被膜又は層を得る。第2工程で、次いで、第1工程からのコーティングウェハを、空気中で、110のホットプレート上で2分間にわたって加熱する。この第2工程は、当該技術分野において一般に「ソフトベーク」と称されるタイプの工程の、一実施例である。第3工程で、次いで、第2工程からのソフトベークされたコーティングウェハを、そのソフトベーク層のパターニングを可能にし、最終的に、開口部又はビアを内部に位置設定して作り出すことを可能にするマスクを使用して、UV露光ツール上に定置する。次いで、得られたマスク済みコーティングウェハを、1000mJ/cm²の照射線量でUV放射に曝す。第4工程で、第3工程からのUV

40

50

曝露されたコーティングウェハを、2分間にわたって、145のホットプレート上に定置する。この第4工程は、当該技術分野において一般に「ハードベーク」と称されるタイプの工程の、一実施例である。第5工程で、次いで、第4工程からの、ハードベークされたコーティングウェハを、スピンコート上に定置し、そのハードベークされたコーティング上に、現像溶媒としての酢酸ブチルを分配する。得られたコーティングウェハを、その現像溶液に2分間にわたって浸漬させ、次いで、酢酸ブチルでスピンリンスして、最終的に、得られた現像済みコーティングウェハを、2000RPMで30秒間スピンすることによって乾燥させる。この第5工程の溶媒は、ハードベークされたコーティングウェハを現像して、そのコーティング内に、ビアなどの開口部を開放させる。第6工程で、次いで、開口部を有する現像済みのコーティングウェハを、250の窒素オープン内で、3時間10にわたって硬化させることにより、現像済みコーティングの硬化が完了する。このことにより、本方法による光パターン化可能シリコン組成物を硬化させることによって形成された硬化層内/硬化層上に、パターン化開口部（例えば、ビア）構造を有する、コーティングウェハがもたらされる。第7工程で、熱伝導性充填材を、硬化層内の開口部（例えば、ビア）内に堆積させることにより、それらの開口部（例えば、ビア）が充填され、ウェハ上にサーマルインターポーザ層が作り出される。半導体パッケージの一実施形態は、このウェハ上に配置されたサーマルインターポーザ層を備える。

【0068】

本方法の代替的態様における、2：低応力薄膜層の形成。SiH官能性ポリジメチルシロキサン及び白金触媒と組み合わされたビニル官能性シリコン樹脂の組成物を含む、光パターン化可能シリコン組成物をスピンコーティングすることによって、サンプルを調製する。このサンプルを、2000RPMで20秒間、ウェハ上にスピンコーティングすることにより、ウェハ全域にわたって、2～3%の均一性を有する、厚さ40マイクロメートルの被膜を得る。次いで、このサンプルを、空气中で、110のホットプレート上で2分間にわたって加熱する。次いで、このサンプルを、UV露光ツール上に定置して、1000mJ/cm²の照射線量で、UV放射にブランケット露光させることにより、被膜全体にわたる重合を開始させる。次いで、このサンプルを、窒素オープン内で、300でハードベークすることにより、このサンプルの硬化層への硬化が完了する。次いで、このサンプルを、屈曲チャンバ内に定置し、応力を測定すると共に、窒素環境内で、室温～300で熱サイクル処理する。このスピンオンシリコンの結果として得られた測定応力は、<2MPaである。

【0069】

本方法の代替的態様における、3：熱伝導性Z軸銀充填ビアを有する光パターン化可能シリコン（PPS）。SiH官能性ポリジメチルシロキサン及び白金触媒と組み合わされたビニル官能性シリコン樹脂の組成物を含む、光パターン化可能シリコン組成物をスピンコーティングすることによって、サンプルを調製する。このサンプルを、2000RPM（回転/分）で20秒間、ウェハ上にスピンコーティングすることにより、ウェハ全域にわたって、2～3%の均一性を有する、厚さ10マイクロメートルの被膜を得る。次いで、このサンプルを、空气中で、110のホットプレート上で2分間にわたって加熱する。次いで、このサンプルを、ビアを作り出すことを可能にするマスクを使用して、UV露光ツール上に定置する。次いで、このサンプルを、1000mJ/cm²の照射線量でUV放射に曝し、次いで、2分間にわたって、145のホットプレート上に定置する。次いで、このサンプルを、スピンコート上に定置し、そのサンプル上に、現像溶媒として酢酸ブチルを分配する。このサンプルを、2分間にわたって浸漬させ、次いで、酢酸ブチルでスピンリンスして、最終的に、そのウェハを2000RPMで30秒間スピンすることによって乾燥させる。次いで、このサンプルを、窒素オープン内で、250で3時間10にわたって硬化させることにより、このサンプルの硬化層への硬化が完了する。次いで、これらのビアを、ピペットによって分配された伝導性銀ペーストで充填した。このペーストが、ビアを適切に充填することにより、z軸サーマルビアが形成される。図3a～図3fは、このサンプルの顕微鏡画像を示すものであり、図3aは、40μmの線間隔（

10

20

30

40

50

31)を有するサンプルを示し、図3bは、50 μm の線間隔(32)を有するサンプルを示し、図3cは、100 μm のピア(33)を有するサンプルを示し、図3dは、40 μm のピア(34)を有するサンプルを示し、図3eは、銀充填z軸ピア(35)を有するサンプルを示し、図3fは、サンプル内の異なるピアのパターン分析を示す。

【0070】

本方法の代替的態様における、4:熱伝導性Z軸チタン(Ti)及びアルミニウム(Al)充填ピアを有する光パターン化可能シリコーン(PPS)。SiH官能性ポリジメチルシロキサン及び白金触媒と組み合わせられたビニル官能性シリコーン樹脂の組成物を含む、光パターン化可能シリコーン組成物をスピニングすることによって、サンプルを調製する。このサンプルを、2000RPMで20秒間、ウェハ上にスピニングすることにより、ウェハ全域にわたって、2~3%の均一性を有する、厚さ10マイクロメートルの被膜を得る。次いで、このサンプルを、空气中で、110のホットプレート上で2分間にわたって加熱する。次いで、このサンプルを、ピアを作り出すことを可能にするマスクを使用して、UV露光ツール上に定置する。次いで、このサンプルを、1000mJ/cm²の照射線量でUV放射に曝し、次いで、2分間にわたって、145のホットプレート上に定置する。次いで、このサンプルを、スピニング上に定置し、そのサンプル上に、現像溶媒として酢酸ブチルを分配する。このサンプルを、2分間にわたって浸漬させ、次いで、酢酸ブチルでスピニングして、最終的に、そのウェハを2000RPMで30秒間スピニングすることによって乾燥させる。次いで、このサンプルを、窒素オーブン内で、250で3時間にわたって硬化させることにより、このサンプルの硬化層への硬化が完了する。次いで、このサンプルを、スパッタチャンバ内に定置し、Ti及びAlを堆積させることによりピアを充填する。更には、シリコーンのバンプの頂部上にTi及びAlを堆積させることによって、バンプが作り出される。図4a~図4dは、このサンプルの顕微鏡画像を示すものであり、図4aは、100 μm のTi及びAlのピア(41)を有するサンプルを示し、図4bは、100 μm のTiのピア(42)を有するサンプルを示し、図4cは、40 μm のTiコーティングPPSバンプ(43)を有するサンプルを示し、図4dは、75 μm のTi及びAlコーティングPPSバンプ(44)を有するサンプルを示す。

【0071】

発明の実施形態は、以下の付番された態様のうちの、いずれか1つを含む。

【0072】

態様1.ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する方法であって、この方法は、ウェハの表面上に形成された硬化層内の複数の開口部を、熱伝導性材料で充填することにより、熱伝導性インターポーザを形成する工程を含む。

【0073】

態様2.硬化層の厚さが、z軸厚さに対応するものであり、開口部が、このz軸厚さに沿って硬化層を貫通している、態様1の方法。

【0074】

態様3.開口部のうちの少なくとも一部が、z軸ピアである、態様2の方法。

【0075】

態様4.各z軸ピアの最大幅(すなわち、直径)が、5マイクロメートル(μm)~3ミリメートル(mm)、あるいは5~<1mm、あるいは5 μm ~200 μm である、態様3の方法。

【0076】

態様5.硬化層が、光パターン化可能シリコーン組成物の層の、光パターニング及び硬化による生成物であり、この光パターン化可能シリコーン組成物が、1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、この組成物を硬化させるために十分な濃度の、1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒とを含む、態様1~態様4のうちのいずれか1つの方法。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

態様 6 . 光パターン化可能シリコン組成物と溶媒との混合物を、ウェハの少なくとも 1 つの表面に塗布することにより、そのウェハの表面の少なくとも一部分を覆う塗布層を形成する工程と、この塗布層を光パターンニングする工程と、その光パターン化塗布層を硬化させる工程とを含む、態様 5 の方法。

【 0 0 7 8 】

態様 7 . 光パターン化可能シリコン組成物が、スピンコーティング、スプレーコーティング、ドクターブレードイング、及びドローパーコーティングからなる群から選択されるコーティング方法によって塗布される、態様 6 の方法。

【 0 0 7 9 】

態様 8 . 塗布層の一部分を、i 線の放射線を含む放射線で照射する一方で、塗布層の別の部分をマスクすることにより、ウェハの表面の少なくとも一部分を覆う非照射領域と、ウェハの表面の残部を覆う照射領域とを有する、部分的照射層を作り出す工程と、この照射塗布層を、熱によって部分的に硬化させる工程と、この部分的硬化層の非照射領域を、現像溶媒で除去することにより、複数の z 軸開口部が内部に画定された、部分的硬化層を形成する工程と、この部分的硬化層を硬化させることにより、硬化層を提供する工程とを含む、態様 6 又は態様 7 に記載の方法。「照射塗布層」とは、塗布工程及び照射工程の後、かつ部分的硬化工程の前の層を意味する。

【 0 0 8 0 】

態様 9 . 放射線が、紫外線 (UV) 放射であり、この UV 放射の強度が、800 ミリジュール毎平方センチメートル (mJ / cm^2) ~ 2800 mJ / cm^2 の範囲内である、態様 8 の方法。

【 0 0 8 1 】

態様 10 . 照射塗布層が、2 分 ~ 5 分間にわたって、その層を 100 ~ 150 の範囲内の温度まで加熱することによって、部分的に硬化される、態様 8 の態様としての方法。

【 0 0 8 2 】

態様 11 . 非照射領域を除去する工程が、酢酸ブチル及びメシチレンからなる群から選択される現像溶媒中に、部分的硬化層を浸漬させることによって実施される、態様 8 の方法。

【 0 0 8 3 】

態様 12 . 部分的硬化層が、30 分 ~ 3 時間にわたって、その部分的硬化層を、180 ~ 400、あるいは 200 ~ 400、あるいは 250 ~ 400 の範囲内の温度まで加熱することによって硬化される、態様 8 の方法。温度が上昇するに従って、部分的硬化層が加熱される環境又は雰囲気は、次第に純粋又は不活性なものにすることができる (例えば、この雰囲気は、180 ~ 200 では空気、400 ではアルゴン又はヘリウムとすることができる)。

【 0 0 8 4 】

態様 13 . 光パターン化可能シリコン組成物を塗布する工程の後に、2 分 ~ 5 分間にわたって、その塗布層を 50 ~ 130 の範囲内の温度まで加熱することによって、溶媒の少なくとも一部分を塗布層から除去する工程を更に含む、態様 6 の方法。

【 0 0 8 5 】

態様 14 . オルガノポリシロキサンが、 $\text{R}^1_3 \text{SiO}_{1/2}$ シロキサン単位及び $\text{SiO}_{\{4/2\}}$ シロキサン単位を含む、オルガノポリシロキサン樹脂であり、式中、各 R^1 が、独立して、1 価の炭化水素基及び 1 価のハロゲン化炭化水素基から選択され、このオルガノポリシロキサン樹脂中での、 $\text{SiO}_{\{4/2\}}$ 単位に対する $\text{R}^1_3 \text{SiO}_{1/2}$ 単位のモル比が、0.6 ~ 1.9 であり、有機ケイ素化合物が、オルガノハイドロジェンポリシロキサンであり、光活性化ヒドロシリル化触媒が、白金 (II) β -ジケトナートであるか、又は、オルガノポリシロキサンが、 $\text{R}^1_3 \text{SiO}_{1/2}$ シロキサン単位及び $\text{SiO}_{\{4/2\}}$ シロキサン単位を含む、オルガノポリシロキサン樹脂であり、式中、各 R^1 が

10

20

30

40

50

、独立して、1価の炭化水素基及び1価のハロゲン化炭化水素基から選択され、このオルガノポリシロキサン樹脂中での、 $\text{SiO}_{\{4/2\}}$ 単位に対する $\text{R}^1_3\text{SiO}_{1/2}$ 単位のモル比が、0.6～1.9であり、有機ケイ素化合物が、オルガノヒドロジェンポリシロキサンであり、光活性化ヒドロシリル化触媒が、白金(II)β-ジケトナートである、態様5の方法。

【0086】

態様15．硬化層の厚さが5μm～50μmである、態様1の方法。

【0087】

態様16．熱伝導性材料が、チタン；アルミニウム；ニッケル；銅；銀；金；チタン、アルミニウム、ニッケル、銅、銀、及び金のうちの任意の2種以上の合金；炭素、窒化ホウ素；カーボンナノチューブ；並びに、これらのうちの任意の2種以上の組み合わせからなる群から選択される、態様1の方法。

10

【0088】

態様17．ウェハが、複数のダイシングストリートを画定する、態様1の方法。

【0089】

態様18．ウェハからの熱を放散するための、熱伝導性インターポーザであって、このインターポーザは、ウェハの少なくとも1つの表面を覆い、このインターポーザは、離散した場所に配置された熱伝導性材料のパターンを内部に有する、硬化層で構成され、この硬化層は、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターン化及び硬化による生成物であり、この光パターン化可能シリコン組成物は、1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、この組成物を硬化させるために十分な濃度の、1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒とを含み、このインターポーザは、インターポーザ内部の所定の場所に、複数の開口部を画定し、それらの開口部のうちの少なくとも一部は、内部に配置された熱伝導性材料を有する。

20

【0090】

態様19．硬化層の厚さが、z軸厚さに対応するものであり、開口部が、このz軸厚さに沿って硬化層を貫通している、態様18のインターポーザ。

【0091】

態様20．開口部のうちの少なくとも一部が、z軸ビアである、態様19のインターポーザ。

30

【0092】

態様21．半導体パッケージの作製方法であって、この方法は、ウェハの表面上に形成された硬化層内の複数の開口部を、熱伝導性材料で充填することにより、ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する工程と、ウェハをダイシングして、熱伝導性インターポーザが上部に形成された、個別のダイシング済みウェハを作り出す工程と、各ダイシング済みウェハの熱伝導性インターポーザが基板に面するように、各ダイシング済みウェハを、基板の近位に定置する工程と、インターポーザ内の各充填済み開口部と基板との間に、はんだのビード又は層を定置する工程と、はんだを溶融させて、開口部内の熱伝導性材料と基板との間に結合部を形成する工程とを含む。

40

【0093】

態様22．硬化層の厚さが、z軸厚さに対応するものであり、開口部が、このz軸厚さに沿って硬化層を貫通している、態様21の方法。

【0094】

態様23．開口部のうちの少なくとも一部が、z軸ビアである、態様22の方法。

【0095】

態様24．硬化層が、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターン化及び硬化による生成物であり、この光パターン化可能シリコン組成物が、1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、この組成物を硬化させるために十分な濃度の、1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ

50

素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒とを含む、態様 2 1 ~ 態様 2 3 のうちのいずれか 1 つの方法。

【 0 0 9 6 】

態様 2 5 . 溶媒と共に光パターン化可能シリコン組成物を、ウェハの少なくとも 1 つの表面に塗布することにより、そのウェハの表面の少なくとも一部分を覆う塗布層を形成する工程を含む、態様 2 4 の方法。

【 0 0 9 7 】

態様 2 6 . 光パターン化可能シリコン組成物が、スピンコーティング、スプレーコーティング、ドクターブレードイング、及びドローパーコーティングからなる群から選択されるコーティング方法によって塗布される、態様 2 5 の方法。

10

【 0 0 9 8 】

態様 2 7 . 塗布層の一部分を、i 線の放射線を含む放射線で照射する一方で、塗布層の別の部分をマスクすることにより、ウェハの表面の少なくとも一部分を覆う非照射領域と、ウェハの表面の残部を覆う照射領域とを有する、部分的照射層を作り出す工程と、この照射塗布層を、熱によって部分的に硬化させる工程と、この部分的硬化層の非照射領域を、現像溶媒で除去することにより、複数の z 軸開口部が内部に画定された、部分的硬化層を形成する工程と、この部分的硬化層を硬化させることにより、硬化層を提供する工程とを含む、態様 2 5 又は態様 2 6 に記載の方法。

【 0 0 9 9 】

態様 2 8 . 基板が、半導体パッケージ基板、半導体パッケージ蓋体、及び別のウェハからなる群から選択される、態様 2 1 の方法。

20

【 0 1 0 0 】

態様 2 9 . はんだが、インジウム、ビスマス、インジウム - スズ合金、インジウム - ビスマス合金、及びインジウム - ビスマス - スズ合金からなる群から選択される、態様 2 1 の方法。

【 0 1 0 1 】

態様 3 0 . 少なくとも 1 つの表面を備えるウェハと、ウェハからの熱を放散するための、ウェハの表面を覆う熱伝導性インターポーザであって、このインターポーザは、インターポーザ内部の所定の場所に画定された、複数の開口部を画定し、それらの開口部のうちの少なくとも一部は、内部に配置された熱伝導性材料を有し、このインターポーザは、硬化層で構成され、この硬化層は、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターニング及び硬化による生成物であり、この光パターン化可能シリコン組成物は、1 分子当たり平均で少なくとも 2 つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、この組成物を硬化させるために十分な濃度の、1 分子当たり平均で少なくとも 2 個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒とを含む、熱伝導性インターポーザと、半導体パッケージ基板と、インターポーザ内の各充填済み開口部と基板との間に分配されて、開口部内の熱伝導性材料と基板との間に結合部を形成する、はんだのビード又は層とを備える、半導体パッケージ。

30

【 0 1 0 2 】

態様 3 1 . 硬化層の厚さが、z 軸厚さに対応するものであり、開口部が、この z 軸厚さに沿って硬化層を貫通している、態様 3 0 の半導体パッケージ。

40

【 0 1 0 3 】

態様 3 2 . 開口部のうちの少なくとも一部が、z 軸ビアである、態様 3 1 の半導体パッケージ。

【 0 1 0 4 】

本開示の全体を通して、語「含む (c o m p r i s e) 」、及び「含む (c o m p r i s e s) 」若しくは「含んでいる (c o m p r i s i n g) 」などの変化形は、オープンエンド型であり、記述される要素、整数、若しくは工程を包含するものであるが、いずれの他の要素、整数、若しくは工程、又は要素、整数、若しくは工程の群も排除しないことを暗示するものであると理解されるであろう。

50

【 0 1 0 5 】

表現「少なくとも」又は「少なくとも１つ」を使用することは、その使用が、本発明の種々の実施形態に存在し得るような、及び所望の目的若しくは結果のうちの１つ以上を達成し得るような、１つ以上の要素又は成分又は量の使用を示唆するものである。

【 0 1 0 6 】

本明細書中に含まれている、文献、行為、材料、デバイス、物品などについてのいずれの論考も、単に、本発明に関するコンテキストの提供を目的とするものである。これらの事項のいずれか又は全てが、先行技術基準の一部を形成するか、あるいは、本出願の優先日の前にいずれかに存在した本発明の関連分野における共通一般知識であったことを認めるものとして解釈されるべきではない。

10

【 0 1 0 7 】

様々な物理的パラメータ、寸法、又は量に関して言及される数値は、近似値に過ぎず、それらのパラメータ、寸法、又は量に割り当てられた数値よりも高い／低い数値は、別途具体的な記述が本明細書中に存在しない限り、本発明の範囲内に含まれることが想定される。

【 0 1 0 8 】

ある範囲の値が指定される場合は常に、その指定された範囲の最低及び最高の数値を、それぞれ、最大１０％、あるいは最大５％、あるいは最大１％下回る値及び上回る値は、本開示の範囲に包含される。

【 0 1 0 9 】

上述の具体的実施形態の説明は、本明細書における実施形態の一般的性質を十分に明らかにするものであるため、他の当業者は、現在の知識を適用することによって、上位概念から逸脱することなく、様々な用途に関して、そのような具体的実施形態を容易に修正及び／又は適合させることができ、それゆえ、そのような適合及び修正は、開示された実施形態の等価物の意味及び範囲内に包含されるべきであり、また包含されることを意図するものである。本明細書で採用された表現法又は用語法は、説明を目的とするものであり、限定するものではないことを理解されたい。それゆえ、本明細書における実施形態が説明されてきたが、当業者には、本明細書で説明された実施形態の趣旨及び範囲内で修正を加えて、本明細書における実施形態を实践することができる点が認識されるであろう。

20

【手続補正書】

【提出日】平成29年2月17日(2017.2.17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する方法であって、前記ウェハの表面上に形成された硬化層内の複数の開口部を、熱伝導性材料で充填することにより、前記熱伝導性インターポーザを形成する工程を含む、方法。

【請求項 2】

前記硬化層の厚さが、 z 軸厚さに対応するものであり、前記開口部が、前記 z 軸厚さに沿って前記硬化層を貫通している、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記硬化層が、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターニング及び硬化による生成物であり、前記光パターン化可能シリコン組成物が、

A) 1 分子当たり平均で少なくとも 2 つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、

B) 前記組成物を硬化させるために十分な濃度の、1 分子当たり平均で少なくとも 2 個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、

C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒と、

を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記光パターン化可能シリコン組成物と溶媒との混合物を、前記ウェハの少なくとも 1 つの表面に塗布することにより、前記ウェハの前記表面の少なくとも一部分を覆う塗布層を形成する工程と、前記塗布層を光パターニングする工程と、前記光パターン化塗布層を硬化させる工程と、を含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

i) 前記塗布層の一部分を、 i 線の放射線を含む放射線で照射する一方で、前記塗布層の別の部分をマスクすることにより、前記ウェハの前記表面の少なくとも一部分を覆う非照射領域と、前記ウェハの前記表面の残部を覆う照射領域とを有する、部分的照射層を作り出す工程と、

i i) 前記照射塗布層を、熱によって部分的に硬化させる工程と、

i i i) 前記部分的硬化層の前記非照射領域を、現像溶媒で除去することにより、複数の z 軸開口部が内部に画定された、部分的硬化層を形成する工程と、

i v) 前記部分的硬化層を硬化させることにより、前記硬化層を提供する工程と、

を含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記放射線が、紫外線 (UV) 放射であり、前記 UV 放射の強度が、 800 mJ/cm^2 ~ 2800 mJ/cm^2 の範囲内であり、又は、

前記照射塗布層が、2 分 ~ 5 分間にわたって、前記層を摂氏 100°C () ~ 150°C の範囲内の温度まで加熱することによって、部分的に硬化され、又は、

前記非照射領域を除去する前記工程が、酢酸ブチル及びメシチレンからなる群から選択される前記現像溶媒中に、前記部分的硬化層を浸漬させることによって実施され、又は、

前記部分的硬化層が、30 分 ~ 3 時間にわたって、前記部分的硬化層を摂氏 180°C () ~ 400°C の範囲内の温度まで加熱することによって硬化される、

請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記光パターン化可能シリコン組成物を塗布する前記工程の後に、2分～5分間にわたって、前記塗布層を摂氏50度()～130 の範囲内の温度まで加熱することによって、前記溶媒の少なくとも一部分を前記塗布層から除去する工程を更に含む、請求項4に記載の方法。

【請求項 8】

前記熱伝導性材料が、チタン；アルミニウム；ニッケル；銅；銀；金；チタン、アルミニウム、ニッケル、銅、銀、及び金のうちの任意の2種以上の合金；炭素、窒化ホウ素；カーボンナノチューブ；並びに、これらのうちの任意の2種以上の組み合わせからなる群から選択される、請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

ウェハからの熱を放散するための、熱伝導性インターポーザであって、前記インターポーザは、前記ウェハの少なくとも1つの表面を覆い、前記インターポーザは、離散した場所に配置された熱伝導性材料のパターンを内部に有する、硬化層で構成され、前記硬化層が、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターンニング及び硬化による生成物であり、前記光パターン化可能シリコン組成物が、

A) 1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、

B) 前記組成物を硬化させるために十分な濃度の、1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、

C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒と、

を含み、

前記インターポーザは、前記インターポーザ内部の所定の場所に、複数の開口部を画定し、前記開口部のうちの少なくとも一部が、内部に配置された前記熱伝導性材料を有する、熱伝導性インターポーザ。

【請求項 10】

請求項1に記載の方法によって調製される、熱伝導性インターポーザ。

【請求項 11】

前記開口部のうちの少なくとも一部が、z軸ビアである、請求項10に記載の熱伝導性インターポーザ。

【請求項 12】

半導体パッケージの作製方法であって、前記方法は、

i) ウェハの表面上に形成された硬化層内の複数の開口部を、熱伝導性材料で充填することにより、前記ウェハ上に熱伝導性インターポーザを形成する工程と、

ii) 前記ウェハをダイシングして、前記熱伝導性インターポーザが上部に形成された、個別のダイシング済みウェハを作り出す工程と、

iii) 各ダイシング済みウェハの前記熱伝導性インターポーザが基板に面するように、各ダイシング済みウェハを、前記基板の近位に定置する工程と、

iv) 前記インターポーザ内の各充填済み開口部と前記基板との間に、はんだのビード又は層を定置する工程と、

v) 前記はんだを溶融させて、前記開口部内の熱伝導性材料と前記基板との間に結合部を形成する工程と、

を含む、方法。

【請求項 13】

前記硬化層の厚さが、z軸厚さに対応するものであり、前記開口部が、前記z軸厚さに沿って前記硬化層を貫通している、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

前記硬化層が、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターンニング及び硬化による生成物であり、前記光パターン化可能シリコン組成物が、

A) 1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオル

ガノポリシロキサンと、

B) 前記組成物を硬化させるために十分な濃度の、1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、

C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒と、
を含む、請求項12に記載の方法。

【請求項15】

半導体パッケージであって、

i) 少なくとも1つの表面を備えるウェハと、

ii) 前記ウェハからの熱を放散するための、前記ウェハの前記表面を覆う熱伝導性インターポーザであって、前記インターポーザが、前記インターポーザ内部の所定の場所に画定された、複数の開口部を画定し、前記開口部のうちの少なくとも一部が、内部に配置された熱伝導性材料を有し、前記インターポーザが、硬化層で構成され、前記硬化層が、光パターン化可能シリコン組成物の層の、光パターンニング及び硬化による生成物であり、前記光パターン化可能シリコン組成物が、

A) 1分子当たり平均で少なくとも2つのケイ素原子結合アルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンと、

B) 前記組成物を硬化させるために十分な濃度の、1分子当たり平均で少なくとも2個のケイ素原子結合水素原子を含有する有機ケイ素化合物と、

C) 触媒量の光活性化ヒドロシリル化触媒と、
を含む、熱伝導性インターポーザと、

iii) 半導体パッケージ基板と、

iv) 前記インターポーザ内の各充填済み開口部と前記基板との間に分配されて、前記開口部内の熱伝導性材料と前記基板との間に結合部を形成する、はんだのビード又は層と、

を備える、半導体パッケージ。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2015/033163
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 23/34(2006.01)i, H01L 23/12(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 23/34; H05K 7/20; H01S 3/04; B05D 7/00; B32B 5/00; G01N 27/26; C08G 77/38; B21D 53/02; H01L 23/12		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) cKOMPASS(KIPO internal) & keywords: photopattern, organopolysiloxane, interposer, filler, package		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004-0265489 A1 (VALERY M. DUBIN) 30 December 2004 See abstract, paragraphs [0018]-[0030], claims 1-28 and figures 3A-3G.	1-11
Y	US 2008-0277276 A1 (GEOFFREY BRUCE GARDNER et al.) 13 November 2008 See abstract, paragraphs [0017]-[0114] and claims 1-12.	1-11
A	US 2011-0160410 A1 (TAKASHI SAGAWA et al.) 30 June 2011 See abstract, paragraphs [0035]-[0078] and claim 1.	1-11
A	US 2009-0154107 A1 (THOMAS J. BRUNSCHWILER et al.) 18 June 2009 See abstract, paragraphs [0004]-[0006] and figures 1-6.	1-11
A	US 2010-0290490 A1 (ERNST HAMMEL et al.) 18 November 2010 See abstract, claim 1 and figure 1.	1-11
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 31 August 2015 (31.08.2015)		Date of mailing of the international search report 31 August 2015 (31.08.2015)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer CHOI, Sang Won Telephone No. +82-42-481-8291 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2015/033163

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004-0265489 A1	30/12/2004	US 2007-0102809 A1 US 2009-0224422 A1 US 7112472 B2 US 7476967 B2	10/05/2007 10/09/2009 26/09/2006 13/01/2009
US 2008-0277276 A1	13/11/2008	CA 2575238 A1 CA 2575238 C CN 101288028 A CN 101288028 B EP 1820065 A2 EP 2653923 A1 JP 2008-510030 A JP 4880603 B2 KR 10-1135375 B1 KR 10-2007-0041569 A TW I363250 B US 8486615 B2 WO 2006-023037 A2 WO 2006-023037 A3	02/03/2006 21/04/2015 15/10/2008 11/12/2013 22/08/2007 23/10/2013 03/04/2008 22/02/2012 20/04/2012 18/04/2007 01/05/2012 16/07/2013 02/03/2006 17/01/2008
US 2011-0160410 A1	30/06/2011	CN 102066493 A CN 102066493 B EP 2326686 A1 EP 2326686 B1 JP 2010-001335 A KR 10-2011-0018916 A RU 2010151565 A RU 2503696 C2 TW 201000561 A US 8299186 B2 WO 2009-154260 A1	18/05/2011 02/01/2013 01/06/2011 08/08/2012 07/01/2010 24/02/2011 27/07/2012 10/01/2014 01/01/2010 30/10/2012 23/12/2009
US 2009-0154107 A1	18/06/2009	None	
US 2010-0290490 A1	18/11/2010	CN 101641786 A CN 101641786 B DE 102007030389 A1 EP 2132772 A2 JP 2010-522974 A JP 5429819 B2 US 8559475 B2 WO 2008-119309 A2 WO 2008-119309 A3	03/02/2010 12/12/2012 02/10/2008 16/12/2009 08/07/2010 26/02/2014 15/10/2013 09/10/2008 19/02/2009

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2015/033163

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 12-15
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
Claims 12-15 are not supported by the description as required by PCT Article 6.

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100128495

弁理士 出野 知

(74)代理人 100147212

弁理士 小林 直樹

(72)発明者 ランジス・サミュエル・ジョン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 1 4 クパチーノ ノースブルック・スクエア 2 0
3 1 7

(72)発明者 ハーマン・メイネン

ベルギー王国 3 2 1 0 ルブベーク ハーゼンパト 1 5

(72)発明者 クレイグ・イエイクル

アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 6 4 0 ミッドランド ベンダー 1 8 1

Fターム(参考) 5F136 BC02 BC04 BC07 DA14 DA17 EA15 FA01 FA02 FA03 FA22

FA25 FA53 FA74 GA26