

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-294430

(P2005-294430A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 21/60

F I

H01L 21/60 311S

テーマコード (参考)

5FO44

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2004-105529 (P2004-105529)
 (22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (72) 発明者 水越 正孝
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 今泉 延弘
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 酒井 泰治
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

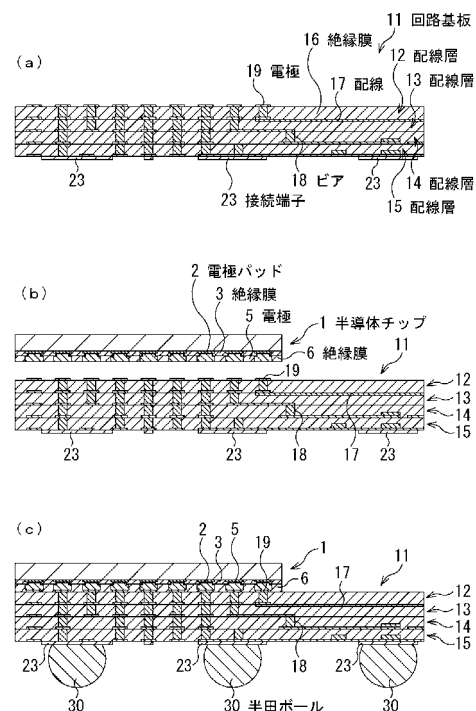
(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 低コストで高さが均一且つ平滑な金属端子の形成が可能であり、低ダメージの実装を可能とする高信頼性を有する半導体装置を実現する。

【解決手段】 バイトを用いた切削加工で発生する摩擦熱により上昇する絶縁膜6の温度を80より低温に制御しつつ、切削加工工程の全体を通して80よりも低温という温度範囲を保持しながら平坦化处理した後、80以上で絶縁膜6の硬化温度よりも低い温度で、電極5と電極19とを対応させて接触させ、絶縁膜6を液化させて電極5及び電極19間を絶縁膜6の絶縁樹脂で充填させた後、硬化温度以上で絶縁樹脂を硬化させる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表面に複数の第 1 の電極が形成されてなる第 1 の基体について、第 1 の温度以上で接着性を発現する絶縁材料を用いて前記第 1 の電極を埋め込んで封止する絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜の温度を前記第 1 の温度よりも低い温度に保持しながら、バイトを用いた切削加工により、前記第 1 の電極の表面及び前記絶縁膜の表面が連続して平坦となるように平坦化处理する工程と、

表面に複数の第 2 の電極が形成されてなる第 2 の基体に前記第 1 の基体を前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とが接触するように対向させ、前記第 1 の基体と前記第 2 の基体とを前記絶縁膜により接続するとともに、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に金属の固相拡散層を生成せしめる工程と

10

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記切削加工の工程において、当該切削加工で発生する摩擦熱により上昇する前記絶縁膜の温度を前記第 1 の温度よりも低い温度に保持しながら行うことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記第 1 の基体と前記第 2 の基体とを対向させて接続する工程において、

前記第 1 の温度以上で、前記絶縁膜による接続と同時に、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との接続を同時に行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置の製造方法。

20

【請求項 4】

前記第 1 の基体と前記第 2 の基体とを対向させて接続する工程は、

前記第 1 の基体の温度を前記第 1 の温度よりも低い温度に設定し、前記第 2 の基体の温度を前記第 1 の温度よりも高い温度に設定する工程と、

前記設定された温度において、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とを対向接触させ、前記絶縁膜の温度を前記第 1 の温度以上にして前記第 1 の基体と前記第 2 の基体とを接続する工程と

を含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置の製造方法。

30

【請求項 5】

前記絶縁材料は、常温では固体で接着性を示さず、前記第 1 の温度に達すると液化して接着性を発現するものであることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

前記第 2 の基体の前記第 2 の電極がそれぞれ所定の高さとされており、

前記第 1 の基体と前記第 2 の基体とを対向させて接続する工程において、

前記第 1 の温度以上で、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とを所定の圧力で対向接触させて塑性変形させるとともに、液化した前記絶縁材料により前記電極間を充填させ、前記第 1 の基体と前記第 2 の基体とを接続することを特徴とする請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

40

【請求項 7】

前記絶縁材料は、前記第 1 の温度よりも高い第 2 の温度以上で接着性を消失するものであることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 8】

前記第 1 の基体と前記第 2 の基体とを対向させて接続する工程は、

前記切削加工の後、前記第 1 の温度以上で前記第 2 の温度よりも低い温度で、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とを対向接触させ、前記第 1 の基体と前記第 2 の基体とを前記絶縁膜により接続する工程と、

前記第 2 の温度以上で、前記絶縁膜を固化させるとともに、前記固相拡散層の生成を助

50

長する工程と

を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】

前記第 1 の基体が半導体基板に形成された状態で前記第 1 の基体に前記切削加工を施すことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 10】

個片化された半導体チップである前記第 1 の基体に前記切削加工を施すことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、一对の基体（回路基板と半導体チップ、半導体チップと半導体チップの組み合わせ等）が電極同士で接続されてなる半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の電子機器の小型化、薄膜化に伴い、電子部品の高密度実装の要求が高まっており、半導体チップなどの電子部品を裸の状態でダイレクトに基板に搭載するフリップチップ実装が用いられてきた。フリップチップ実装に使用する半導体チップの電極上には突起電極が形成されており、突起電極と回路基板上の配線とを電気的に接合する。

【0003】

20

金属端子の形成技術には、代表的なものとして、電解メッキ法、無電解メッキ法、ハンダ浸漬法、ハンダ印刷法などがある。

【0004】

電解メッキ法では、メッキ溶液中に試料を設置し、電極パッドに繋がるシード電極に電流を供給しながら、フォト工程にてパターンニングされた電極パッド上に、金属端子を一括形成する。特徴として、高解像度のレジストを使用することにより、高アスペクト比を有する数 μm ~ 数 $10\mu\text{m}$ ピッチの金属端子を形成することができる。電解メッキ法による金属端子の材料としては、金、半田等が用いられる。

【0005】

無電解メッキ法では、任意の電極パッド上に、金属端子を一括形成できる。特徴として、等方的にメッキ成長する他、フォト工程が不要となる。

30

【0006】

ハンダ浸漬法では、熔融した Sn や Pb などを主成分とする低融点金属中に、電極パッドを有する試料を浸漬して、引上げることにより、表面張力で電極パッド上にのみに濡れた低融点金属が冷却固化して、金属端子を形成する。

【0007】

ハンダ印刷転写法では、Sn、Pb 等を主成分とする低融点金属をペースト状として、メタルプレート上の電極パッド位置に形成された窪み部に印刷塗布し、リフローさせ、低融点金属を球状電極とした後、試料上の電極パッドに一括転写する。

【0008】

40

また、LSI などの電子部品の接合においては、熔融ハンダを用いた拡散接合、金属の固相結合、または絶縁接着フィルムを介したバンプ同士の接合などがあり、いずれも、荷重、熱、あるいは超音波などのバンプへ負荷を与える方法で接合している。

【0009】

また、上記のような金属端子を有する半導体チップの表面を接着性を有する絶縁樹脂で覆った後、回路基板に金属端子同士を対向させ、加熱して絶縁樹脂を溶かして金属端子間の樹脂を押し出し、絶縁樹脂を硬化させて、金属端子同士を接合させる方法も近年試みられている。

【0010】

【特許文献 1】特開平 11 - 274241 号公報

50

【特許文献2】特開2001-298146号公報

【特許文献3】特開2003-258034号公報

【特許文献4】特開2002-252245号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上述した従来技術をLSIなどの電子部品の金属端子形成、及び実装工程に用いると、次のような問題が発生する。

【0012】

電解メッキ法では、パターンニング用マスク、フォトリソ工程、シード電極形成及びその除去工程が必要であるため、プロセスコストが大幅に増加する。 10

【0013】

無電解メッキ法や浸漬ハンダ法では、電極パッドの形状、面積、配線パターンへの接続の有無、メッキ条件又は浸漬条件の不均一性などの要因により、金属端子の高さに数 μm ～数10 μm もの大きなバラツキが生じる。

【0014】

ハンダ印刷転写法では、ペーストをスキージを用いて印刷するため、金属端子の微細化に限界がある。

【0015】

また、絶縁樹脂で金属端子を覆う方法では、樹脂が金属端子の間に残存し、電気抵抗の上昇を招くという問題が発生する。 20

【0016】

また、LSI部品の実装においては、高さバラツキを有するため、一定量の荷重、加熱等の外部エネルギーが要求され、実装後のLSI部品へのダメージの問題が発生する。

【0017】

本発明は、上記問題点を解決し、低コストで高さが均一且つ平滑な金属端子の形成が可能であり、低ダメージの実装を可能とする高信頼性を有する半導体装置の製造方法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】

【0018】

本発明の半導体装置の製造方法は、表面に複数の第1の電極が形成されてなる第1の基体について、第1の温度以上で接着性を発現する絶縁材料を用いて前記第1の電極を埋め込んで封止する絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜の温度を前記第1の温度よりも低い温度に保持しながら、パイトを用いた切削加工により、前記第1の電極の表面及び前記絶縁膜の表面が連続して平坦となるように平坦化処理する工程と、表面に複数の第2の電極が形成されてなる第2の基体に前記第1の基体を前記第1の電極と前記第2の電極とが接触するように対向させ、前記第1の基体と前記第2の基体とを前記絶縁膜により接続するとともに、前記第1の電極と前記第2の電極との間に金属の固相拡散層を生成せしめる工程とを含む。 30

【0019】

本発明の半導体装置の製造方法の一態様では、前記切削加工の工程において、当該切削加工で発生する摩擦熱により上昇する前記絶縁膜の温度を前記第1の温度よりも低い温度に保持しながら行う。 40

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、低コストで高さが均一且つ平滑な金属端子の形成が可能であり、低ダメージの実装を可能とする高信頼性を有する半導体装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

- 本発明の基本骨子 -

本発明では、CMP法に替わり、基体上に形成された多数の電極の表面を安価に高速で一斉に平坦化する手法として、ダイヤモンド等からなる硬質バイトを用いた切削加工を適用する。この切削加工によれば、基体表面上で絶縁膜内に電極が埋め込み形成されているような場合でも、CMP法のように金属と絶縁物の研磨速度等に依存することなく、基板上で一斉に金属と絶縁膜とを連続して切削し、ディッシング等を発生せしめることなく全体的に両者を均一に平坦化することができる。上述の平坦化処理は、例えば金バンプを電解メッキで形成する場合に、使用したフォトリソストと電極とを一括してバイトで切削加工した後、フォトリソストを除去することで行うことができる。

【0022】

このことから、製造工程の増加や煩雑化を招くことなく、基体同士を確実に接続することを鋭意検討し、電極を埋め込む絶縁膜として接着性を有する絶縁材料（アンダーフィル、絶縁シート又は絶縁フィルム等）を用い、例えば第1の基体の表面（電極及び絶縁膜の表面）を切削加工により平坦化し、基体同士を接続することが試みられた。即ち、当該絶縁膜を電極を埋め込み保護する封止材料として用いるとともに、基体同士の電極を接続する際の接続強化材料としても用いる。この場合、切削加工後に絶縁膜を除去することなく、その接着性を利用して電極同士を対向させて接続させる。

【0023】

この試みにおいて、当該絶縁膜の絶縁材料として、第1の温度以上で接着性を発現し、これよりも高温の第2の温度以上で接着性を消失するもの、具体的には、常温では固体で接着性を示さず、第1の温度に達すると液化して接着性を発現し、更に第2の温度に達すると固化して接着性を消失する性質を有する材料を用いる。そして、第1の温度よりも低温で切削加工による平坦化処理を実行した後、第1の温度以上で第1の基体（例えば固片化された半導体チップ）の電極とそれに対応する第2の基体（例えば回路基板又は半導体チップ）の電極とを対向させて接触させ、接着性を発現する絶縁材料により基体同士を接続し、続いて第2の温度以上で電極間を充填する当該絶縁材料を固化させることにより、強固な接続と良好な電氣的接続が得られることを確認した。しかしながら、バイトによる切削加工の際に、当該絶縁材料がバイトの摩擦熱で第1の温度以上となって液化し、電極の表面に皮膜が形成される等の現象が確認された。

【0024】

本発明者は、この現象に鑑み、バイトを用いた切削加工で発生する摩擦熱により上昇する絶縁膜の温度をその絶縁材料の液化する温度、即ち第1の温度以下に制御することに加え、第1の基体の電極と第2の基板の電極との間において、電極の溶融温度以下の低温で固相拡散を生ぜしめ、更に強固に接続を行うことに想到した。

【0025】

例えば、半導体チップにおいて、80℃で液化する（第1の温度が80℃である）エポキシ樹脂をバイトを用いて金（Au）電極と同時に切削加工して平坦化する場合、熱伝導性に優れたダイヤモンド等のバイトを使用し、バイトの切削速度や切込み深さ等を制御し、摩擦熱により上昇する絶縁膜の温度を80℃以下にすることで、エポキシ樹脂の液状化を抑えることが可能である。この金電極を回路基板側の例えば錫（Sn）メッキ電極に対向させ、第2の温度以上例えば150℃で一の電極当たり10gf程度の荷重で超音波振動を加え、所定の時間押し当て、AuとSnとを密着させると同時に周辺のエポキシ樹脂を硬化させることにより、エポキシ樹脂の強固な接続と電極間の良好な電氣的接続が得られる。

【0026】

更に、第2の温度以上で例えば30分間程度150℃に保持し、エポキシ樹脂を完全に硬化させるとともに、AuとSnとの間に固相拡散を生ぜしめ、金属間接合を安定化させることが可能である。Snの溶融温度は221℃であり、SnとAuの共晶温度は280℃であるところ、150℃という比較的低い温度により両者の金属間に安定した十分な合金層を形成することができる。一般的に固相拡散は、溶融に比べて合金層の成長が遅く、固相拡散の初期の状態では接合強度は弱い。本発明は、この初期の固相拡散層の弱い接続

10

20

30

40

50

強度を周辺の接着性を有する絶縁膜で補強しながら、絶縁材料が完全固化する加熱処理により完全で十分な固相拡散を生ぜしめ、安定した接続を実現するものである。

【0027】

各基体の電極材料を低温で固相拡散可能な材料として選ぶことにより、上記の接合が可能となる。例えば、Au, Sn, 銅(Cu), アルミニウム(Al), 銀(Ag), ニッケル(Ni)またはこれらの合金等を用い、対向する電極材料の組み合わせとしては、例えばAuとSn, AuとAl, SnとニッケルNi, SnとCu等の金属間及びこれらの金属の合金により、低温で固相拡散層を生ぜしめることができる。

【0028】

- 本発明を適用した具体的な諸実施形態 -

10

以下、本発明を適用した具体的な諸実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0029】

(第1の実施形態)

図1及び図2は、第1の実施形態による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。

ここでは、一对の基体として、第1の基体が半導体基板から個片化された半導体チップであり、第2の基体が回路基板である場合を挙げ、回路基板上に半導体チップを搭載する場合について例示する。本実施形態では、半導体チップの表面を切削平坦化し、電極同士を対向させて接続する。

20

【0030】

先ず、図1(a)に示すように、所望の半導体素子(MOSトランジスタや各種半導体メモリ等)を有する複数の半導体チップ1が形成された半導体基板(不図示)について、各半導体チップ1の表面には、当該半導体素子を外部接続するための電極パッド2が、例えばAlを材料としてパターン形成されている。電極パッド2の材料としては、一般的にAlの他、Au, Cu等の金属が用いられる。電極パッド2は例えばシリコン酸化膜又はシリコン窒化膜等の絶縁膜3で覆われ、各電極パッド2の表面を露出する開口3aが形成されている。

【0031】

半導体基板の開口3aの内壁面を含む絶縁膜3上に、TiやTiW等からなる下地膜4を形成する。その他の下地膜材料としては、TiPd、Cr、Mo等の高融点金属を用いることも可能である。

30

【0032】

続いて、図1(b)に示すように、開口3a内で下地膜4を介して電極パッド2と接続される電極5をパターン形成する。

具体的には、電極5の材料としては、低温で固相拡散可能なものを選択する。例えば、Au、Sn、銅(Cu)、銀(Ag)、Snを主材料とした半田等が好適であり、ここではAuを用い、例えば電解メッキ法により金属膜を成膜し、これと下地膜4をパターニングすることにより、電極5を形成する。このとき、各電極5はその形成状態等に起因して、図示の如く各々不均一な高さに形成されることがある。一般的に、各電極5の高さは半導体チップ1内で数μm程度のバラツキを示す。

40

【0033】

続いて、図1(c)に示すように、接着性を有する絶縁材料、ここでは絶縁樹脂(アンダーフィル)を用い、電極5を覆うように絶縁膜6を形成する。この絶縁樹脂は、常温では固体であり接着性を示さず、これより高温の第1の温度以上で接着性を発現し、これよりも高温の第2の温度以上で硬化し、接着性を消失する性質を有するものである。本実施形態では、絶縁樹脂として、エポキシ樹脂系のフィルム状接着剤又はエポキシ樹脂系の液状接着剤であるが、仮硬化を行うことにより固化するいわゆるBステージ接着剤を用いる。この場合、第1の温度が80℃である。

【0034】

50

フィルム状接着剤の組成は、接着剤成分(エポキシ樹脂およびフェノール樹脂、硬化促進剤)25wt%、無機フィラー(平均粒径1.5 μ m、最大粒径10 μ mのシリカまたはアルミナフィラー)50wt%、溶剤(エーテルまたはケトン)25wt%のものをを用いた。Bステージ状接着剤の組成には、接着剤成分(エポキシ樹脂及びフェノール樹脂またはアミン及び硬化促進剤)36wt%、無機フィラー(平均粒径1.5 μ m、最大粒径10 μ mのシリカまたはアルミナフィラー)10wt%、溶剤(エーテルまたはケトン)10wt%のものをを用いた。

【0035】

フィルム状接着剤には、フィルム形成後の形状を保持するために可塑剤を添加してもよい。この可塑剤としては、ポリメチルメタクリレート、ポリエステルを用いると最良となる。また、添加する溶剂量は、本実施形態に記載されている添加量のみではなく、使用するエポキシ樹脂及びフェノール樹脂またはアミンの種類、あるいは形成する接着剤の厚さによりコントロールする。

【0036】

この実施形態に用いるエポキシ樹脂は、エポキシ樹脂であれば制限はないが、接着剤の耐熱性を向上させるためには、1分子中に少なくとも官能基が2つ以上のエポキシ樹脂が好ましい。このようなエポキシ樹脂としては、ビスフェノールA型エポキシ、ビスフェノールF型エポキシ、ピフェニル型エポキシ、ビスフェノールS型エポキシ、ジフェニルエーテル型エポキシ、ジシクロペンタジエン型エポキシ、クレゾールノボラック型エポキシ、DPPノボラック型エポキシ、ナフタレン骨格エポキシなどが提供されている。

【0037】

フィルム状接着剤の硬化剤として用いられるフェノール樹脂は、フェノール樹脂であれば制限はないが、耐熱性および環境性を考慮した場合には、官能基が2つ以上のノボラック型フェノールが好ましい。このフェノール樹脂としては、フェノールノボラック、クレゾールノボラック、ナフトール型ノボラック、キシリレン型ノボラック、ジシクロペンタジエン型ノボラック、スチレン化ノボラック、アリル形成ノボラックなどが提供されている。

【0038】

Bステージ状接着剤の硬化剤として用いられるフェノール樹脂またはアミンとしては、Bステージ化を図るために硬化反応が2段階に発生するものがよい。このためには、分子中に立体障害を持つものが好ましい。

【0039】

フェノール硬化剤としては、デカリン変成フェノールノボラック、p-ヒドロキシベンズアルデキド型フェノールノボラックが、アミンとしては芳香族アミンがそれぞれ好ましく、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、m-フェニレンジアミンがあり、低毒性のものとして、それぞれの芳香族アミンにアルキル基を導入したものもある。他のアミンとしては、ジシアンジアミド等がある。

【0040】

続いて、図1(d)に示すように、ダイヤモンド等からなる硬質のバイト10を用いて、半導体チップ1の電極5の表面及び絶縁膜6の表面が連続して平坦となるように例えば矢印B方向へ向かって切削加工し、図1(e)に示すように平坦化处理する。このとき、表面平坦化に伴い各電極5の高さが均一となる。

【0041】

切削加工装置の一例を図3に示す。本実施形態では、図示のように、個々の半導体チップに切り出す前の複数の半導体チップの形成された半導体基板の状態において、基板表面を一斉に切削加工する場合を示す。なおこの場合、図1(c)のように電極5を覆う絶縁膜6が形成された状態で半導体基板から個々の半導体チップ1を切り出し、この切削加工装置により個片化された半導体チップ1の状態に切削加工することもできる。

【0042】

この切削加工装置は、いわゆる超精密旋盤であって、半導体基板20(または個片化さ

10

20

30

40

50

れた半導体チップ 1) を例えば真空吸着により載置固定し、半導体基板 20 を所定の回転速度 (例えば、回転数 800 rpm ~ 1600 rpm 程度) で例えば図中矢印 A 方向に回転駆動する基板支持台 (回転テーブル) 21 と、ダイヤモンド等からなる切削工具である硬質のバイト 10 を備え、このバイト 10 を例えば図中矢印 B 方向に駆動する切削部 22 とを備えて構成されている。切削加工時には、半導体基板 20 の表面にバイト 10 を当接させ、半導体基板 20 を矢印 A 方向に回転させながら、バイト 10 を矢印 B 方向に移動させて切削する。ここで、図 3 の右側に、円 C を拡大した図 1 (d) と略同様の切削加工の様子を示す。この拡大図では、電極 5 の表面を粗面状に強調して示している。

【0043】

この切削加工工程において、本実施形態では、切削加工工程の全体を通して絶縁膜 6 を液化させずに固体状態に保持しながら切削する。即ち、半導体チップ 1 の温度を絶縁膜 6 の液化温度 (第 1 の温度) である 80 よりも低温に設定し、バイト 10 を用いた切削加工で発生する摩擦熱により上昇する絶縁膜 6 の温度を 80 より低温に制御しつつ、切削加工工程の全体を通して 80 よりも低温という温度範囲を保持しながら平坦化处理する。

【0044】

更に本実施形態では、切削加工時に絶縁膜 6 を確実に固体状態に保持すべく、切削加工管理の指標を提示する。

図 4 は、切削加工時に絶縁樹脂が若干量液化し、電極の表面に薄く絶縁樹脂の汚れ (ムラ) が形成された様子を示す顕微鏡写真である。この場合、電極間の固相拡散反応を阻害する程度の状態とは評価されないが、本実施形態の切削加工では、かかる状態も発生しないようにすることが必要である。

【0045】

本実施形態では、切削加工に際して、使用する絶縁材料に対応して、切削加工により発生する摩擦熱を小さく抑え、当該絶縁材料の温度をその材料の液化温度である第 1 の温度よりも低温に保つために、切削速度、バイト 10 の材質 (熱伝導率)、切り込み量、すくい角、横すくい角等の条件を調節管理し、切削金属面に図 4 に示すような絶縁樹脂の汚れが付着しないことを確認する。例えば当該各条件としては、切削速度を遅く、バイト 10 に熱伝導率を高い材料を用い、切り込み量を浅く、すくい角及び横すくい角をそれぞれ大きくすることにより、摩擦熱の発生を小さく抑えることができる。

【0046】

例えば、エポキシ系の一般的な接着性を有する絶縁樹脂であれば、バイト 10 の材質にダイヤモンドを用いた場合、切削速度が約 800 m/分以下、切り込み量が約 2 μ m 以下、すくい角及び横すくい角が共に約 5° 以上であれば、摩擦熱の発生を抑え、絶縁樹脂の汚れを生ぜしめない切削加工が可能である。

表 1 に、切削加工時に絶縁材料をその絶縁材料の第 1 の温度よりも低温に抑えるための効果的な切削加工のパラメータとその傾向を記述する。

【0047】

【表 1】

傾向 パラメータ	摩擦熱小 $\longleftrightarrow$ 摩擦熱大		適正な範囲
切削速度	遅い	速い	800m/分以下
バイト熱伝導率	高い	低い	ダイヤモンドが最適
切り込み量	浅い	深い	2 μ m以下
すくい角	大きい	小さい	5度以上
横すくい角	大きい	小さい	5度以上

10

【0048】

本発明で使用可能な絶縁材料の種類は極めて多く、具体的なパラメータ値は一意に定まるものではなく絶縁材料に対応して様々である。

【0049】

一方、回路基板 11 は、図 2 (a) に示すように、複数層、図示の例では 4 層の配線層 12, 13, 14, 15 が積層してなるパッケージ基板であり、各配線層 12 ~ 15 はそれぞれ絶縁膜 16 内に配線 17 及び配線間接続用のビア 18 が形成されている。回路基板 11 の一方の主面、即ち最上層の配線層 15 の表面にはビア 18 と接続され、連続して平坦とされた複数の電極 19 が形成されており、回路基板 11 の他方の主面、即ち最下層の配線層 12 の表面にはビア 18 と接続された接続端子 23 が形成されている。電極 19 は、例えば Au、Sn 及び Cu のうちの一種からなるものである。

20

【0050】

なお、本実施形態では、回路基板 11 の一方の主面には切削加工を施すことなく、複数の電極 19 が連続してある程度平坦に形成されていることで足りるものとするが、半導体チップ 1 と同様に当該一方の主面を切削加工して平坦化しても良い。この場合、当該一方の主面に複数の電極 19 のみが形成された状態（電極 19 を覆う絶縁膜が存しない状態）

30

【0051】

続いて、半導体基板 20 から個々の半導体チップ 1 を切り出し（上記のように、切削加工工程の前に個々の半導体チップ 1 を切り出した場合には、勿論この工程は不要である。）、図 2 (b) のように半導体チップ 1 と回路基板 11 とを各平坦化表面で対向させる。そして、図 2 (c) に示すように、半導体チップ 1 及び回路基板 11 の温度を絶縁膜 6 の液化温度（第 1 の温度）である 80 以上で絶縁膜 6 の固化（硬化）温度（第 2 の温度）よりも低い温度で、電極 5 と電極 19 とを対応させて接触させ、絶縁膜 6 を液化させて電極 5 及び電極 19 間を絶縁膜 6 の絶縁樹脂で充填させた後、第 2 の温度以上例えば 150 で一の電極当たり 10 gf の荷重で超音波振動を加え、所定の時間押し当て絶縁樹脂を硬化させる。更に、30 分間程度 150 に保持することにより、絶縁樹脂が完全に硬化するとともに、電極 5 の Au と電極 19 の Sn との間に固相拡散層が生成し、金属間接合が安定化する。これにより、半導体チップ 1 と回路基板 11 とが絶縁膜 6 で接続されるとともに、電極 5, 19 同士で固相拡散層により金属間接合する。このとき、電極 5, 19 が接続されて導通するとともに、絶縁膜 6 がその優れた接着性に起因して強固に接着し、半導体チップ 1 と回路基板 11 との接合が確実となる。

40

【0052】

なおこの場合、半導体チップ 1 の温度を絶縁膜 6 の液化温度である 80 より低い温度、回路基板 11 の温度を絶縁膜 6 の液化温度である 80 より高い温度とし、この状態で電極 5 と電極 19 とを対応させて接触させて絶縁膜 6 の温度を 80 以上にして、絶縁膜

50

6を液化させるようにしても良い。

【0053】

しかる後、回路基板11の他方の主面に形成された接続端子23に外部接続用の半田ボール30を取り付け、半導体装置を完成させる。

【0054】

(第1の実施形態の諸変形例)

以下、第1の実施形態の諸変形例について説明する。本変形例では、半導体チップの電極構成が本実施形態と異なる。なお、本実施形態で示したものと同様の構成要素等については同符号を記す。

【0055】

(変形例1)

ここでは、半導体チップの回路基板との接続用電極として、半田バンプを形成する場合について説明する。

図5及び図6は、変形例1による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【0056】

先ず、図5(a)に示すように、図1(a)と同様に各半導体チップ31の表面に、半導体素子を外部接続するための電極パッド2を形成した後、電極パッド2を埋め込むように絶縁膜3を堆積し、絶縁膜3をパターニングして、各電極パッド2の表面を露出する開口3aを形成する。

【0057】

続いて、図5(b)に示すように、開口3a内で電極パッド2と接続される電極32を形成する。

具体的に、電極32の材料としては、低温で固相拡散可能なものとして半田を用い、電極32として半田バンプを形成する。このとき、各電極32はその形成状態等に起因して、図示の如く各々不均一な高さに形成されることがある。一般的に、各電極32の高さは半導体チップ31内で数10μm程度のバラツキを示す。

【0058】

続いて、図5(c)に示すように、図1(c)と同様に接着性を有する絶縁材料、ここでは絶縁樹脂である例えばBステージ接着剤を用い、電極32を覆うように絶縁膜6を形成する。

【0059】

続いて、図3の切削加工装置を用いて、図5(d)に示すように、ダイヤモンド等からなる硬質のバイト10を用いて、半導体チップ1の電極32の表面及び絶縁膜6の表面が連続して平坦となるように例えば矢印B方向に切削加工し、図5(e)に示すように平坦化处理する。このとき、表面平坦化に伴い各電極32の高さが均一となる。

【0060】

この切削加工工程において、変形例1では本実施形態と同様に、切削加工工程の全体を通して絶縁膜6を液化させずに固体状態に保持しながら切削する。即ち、半導体チップ1の温度を絶縁膜6の液化温度(第1の温度)である80よりも低温に設定し、バイト10を用いた切削加工で発生する摩擦熱により上昇する絶縁膜6の温度をその絶縁材料の液化する温度、即ち80よりも低温に制御しつつ、切削加工工程の全体を通して80よりも低温という温度範囲を保持しながら平坦化处理する。

【0061】

更にこの場合、本実施形態と同様に、切削加工に際して、使用する絶縁材料に対応して、当該絶縁材料の温度をその材料の液化温度である第1の温度よりも低温に保つために、バイト10の材質、切削速度、切込み量、すくい角、横すくい角等の条件を調節管理し、切削金属面に絶縁樹脂の汚れが付着しないことを確認する。

【0062】

この調節管理により切削加工された電極32の表面の様子を図7の顕微鏡写真に示す。

10

20

30

40

50

ここで、図 7 (a) が図 5 (c) の状態を、図 7 (b) が図 5 (d) の状態をそれぞれ示す。このように変形例 1 による切削加工の後には、電極 3 2 の表面には絶縁樹脂の汚れがなく、当該絶縁材料を液化させることなく切削加工処理が行われたことが判る。

【 0 0 6 3 】

続いて、半導体基板 2 0 から個々の半導体チップ 3 1 を切り出し（切削加工工程の前に個々の半導体チップ 3 1 を切り出した場合には、勿論この工程は不要である。）、図 6 (b) のように半導体チップ 3 1 と回路基板 1 1 とを各平坦化表面で対向させる。そして、図 6 (c) に示すように、電極 3 2 と電極 1 9 とを対応させて接触させ、半導体チップ 3 1 及び図 6 (a) の回路基板 1 1 の温度を、絶縁膜 6 の液化温度（第 1 の温度）である 8 0 以上で且つ絶縁膜 6 の固化（硬化）温度（第 2 の温度）よりも低い温度に設定して、絶縁膜 6 を液化させる。そして、電極 3 2 及び電極 1 9 間を絶縁膜 6 の絶縁樹脂で充填させた後、第 2 の温度以上例えば 1 5 0 で一の電極当たり 1 0 g f 程度の荷重で超音波振動を加え、所定の時間押し当てる。そして、数秒間加熱することで絶縁樹脂を硬化させる。更に、10 分間～1 時間程度 1 5 0 に保持することにより、絶縁樹脂が完全に硬化するとともに、電極 3 2 の半田と電極 1 9 の S n 又は A u との間に固相拡散層が生成し、金属間接合が安定化する。これにより、半導体チップ 3 1 と回路基板 1 1 とが絶縁膜 6 で接続されるとともに、電極 3 2 , 1 9 同士で固相拡散層により金属間接合する。このとき、電極 3 2 , 1 9 が接続されて導通するとともに、絶縁膜 6 がその優れた接着性に起因して強固に接着し、半導体チップ 3 1 と回路基板 1 1 との接合が確実となる。

【 0 0 6 4 】

しかる後、回路基板 1 1 の他方の主面に形成された接続端子 2 3 に外部接続用の半田ボール 3 0 を取り付け、半導体装置を完成させる。

【 0 0 6 5 】

（変形例 2）

ここでは、半導体チップの回路基板との接続用電極として、半田バンプを形成する場合について説明する。

図 8 及び図 9 は、変形例 2 による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【 0 0 6 6 】

先ず、図 8 (a) に示すように、図 1 (a) と同様に各半導体チップ 4 1 の表面に、半導体素子を外部接続するための電極パッド 2 を形成する。

【 0 0 6 7 】

続いて、図 8 (b) に示すように、電極パッド 2 と接続される電極 4 2 を形成する。

具体的に、電極 4 2 の材料としては、低温で固相拡散可能なものとして A u を用い、スタッドバンプ法により電極 4 2 として A u スタッドバンプを形成する。このとき、各電極 4 2 はその形成状態等に起因して、図示の如く各々不均一な高さに形成されることがある。一般的に、各電極 4 2 の高さは半導体チップ 4 1 内で $\pm 10 \mu m$ 程度のバラツキを示す。

【 0 0 6 8 】

続いて、図 8 (c) に示すように、図 1 (c) と同様に接着性を有する絶縁材料、ここでは絶縁樹脂である例えば B ステージ接着剤を用い、電極 4 2 を覆うように絶縁膜 6 を形成する。

【 0 0 6 9 】

続いて、図 3 の切削加工装置を用いて、図 8 (d) に示すように、ダイヤモンド等からなる硬質のバイト 1 0 を用いて、半導体チップ 1 の電極 4 2 の表面及び絶縁膜 6 の表面が連続して平坦となるように例えば矢印 B 方向に切削加工し、図 8 (e) に示すように平坦化処理する。このとき、表面平坦化に伴い各電極 4 2 の高さが均一となる。

【 0 0 7 0 】

この切削加工工程において、変形例 2 では本実施形態と同様に、切削加工工程の全体を通して絶縁膜 6 を液化させずに固体状態に保持しながら切削する。即ち、半導体チップ 1

10

20

30

40

50

の温度を絶縁膜 6 の液化温度（第 1 の温度）である 80 よりも低温に設定し、バイト 10 を用いた切削加工で発生する摩擦熱により上昇する絶縁膜 6 の温度をその絶縁材料の液化する温度、即ち 80 より低温に制御しつつ、切削加工工程の全体を通して 80 よりも低温という温度範囲を保持しながら平坦化处理する。

【0071】

更にこの場合、本実施形態と同様に、切削加工に際して、使用する絶縁材料に対応して、当該絶縁材料の温度をその材料の液化温度である第 1 の温度よりも低温に保つために、バイト 10 の材質、切削速度、切込み量、すくい角、横すくい角等の条件を調節管理し、切削金属面に絶縁樹脂の汚れが付着しないことを確認する。

【0072】

この調節管理により切削加工された電極 42 の表面の様子を図 10 の顕微鏡写真に示す。ここで、図 10 (a) が図 8 (c) の状態を、図 10 (b) が図 8 (d) の状態をそれぞれ示す。このように変形例 2 による切削加工の後には、電極 42 の表面には絶縁樹脂の汚れがなく、当該絶縁材料を液化させることなく切削加工処理が行われたことが判る。

【0073】

続いて、半導体基板 20 から個々の半導体チップ 41 を切り出し（切削加工工程の前に個々の半導体チップ 41 を切り出した場合には、勿論この工程は不要である。）、図 9 (b) のように半導体チップ 41 と回路基板 11 とを各平坦化表面で対向させる。そして、図 9 (c) に示すように、半導体チップ 31 及び図 9 (a) の回路基板 11 の温度を絶縁膜 6 の液化温度（第 1 の温度）である 80 以上で絶縁膜 6 の固化（硬化）温度（第 2 の温度）よりも低い温度で、電極 42 と電極 19 とを対応させて接触させ、絶縁膜 6 を液化させて電極 42 及び電極 19 間を絶縁膜 6 の絶縁樹脂で充填させた後、第 2 の温度以上例えば 150 で一の電極当たり 10 gf 程度の荷重で超音波振動を加え、所定の時間押し当て、絶縁樹脂を硬化させる。更に、30 分間程度 150 に保持することにより、絶縁樹脂が完全に硬化するとともに、電極 42 の Au と電極 19 の Sn との間に固相拡散層が生成し、金属間接合が安定化する。これにより、半導体チップ 41 と回路基板 11 とが絶縁膜 6 で接続されるとともに、電極 42 , 19 同士で固相拡散層により金属間接合する。このとき、電極 42 , 19 が接続されて導通するとともに、絶縁膜 6 がその優れた接着性に起因して強固に接着し、半導体チップ 41 と回路基板 11 との接合が確実となる。

【0074】

しかる後、回路基板 11 の他方の主面に形成された接続端子 23 に外部接続用の半田ボール 30 を取り付け、半導体装置を完成させる。

【0075】

（第 2 の実施形態）

以下、本発明の第 2 の実施形態について説明する。本実施形態では、回路基板の電極状態が第 1 の実施形態と異なる。なお、第 1 の実施形態で示したものと同様の構成要素等については同符号を記す。

図 11 は、第 2 の実施形態による半導体装置の製造方法の主要工程を示す概略断面図である。

【0076】

先ず、第 1 の実施形態と同様に、図 1 (a) ~ (d) に示す工程を経て、図 1 (e) のように電極 5 の表面及び絶縁膜 6 の表面が連続して平坦とされた半導体チップ 1 を形成する。

【0077】

一方、本実施形態では、回路基板 51 は、図 11 (a) に示すように、複数層、図示の例では 4 層の配線層 12 , 13 , 14 , 15 が積層してなるパッケージ基板であり、各配線層 12 ~ 15 はそれぞれ絶縁膜 16 内に配線 17 及び配線間接続用のビア 18 が形成されている。回路基板 51 の一方の主面、即ち最上層の配線層 15 の表面にはビア 18 と接続されてなる複数の電極 52 が形成されており、回路基板 51 の他方の主面、即ち最下層の配線層 12 の表面にはビア 18 と接続された接続端子 23 が形成されている。電極 52

10

20

30

40

50

は、例えば Au、Sn、Cu 及び半田のうちの一種からなるものである。

【0078】

ここで、図 11 (b) に示すように、複数の電極 52 は各々高さが不揃いの状態に形成されている。

【0079】

続いて、半導体基板 20 から個々の半導体チップ 1 を切り出し（切削加工工程の前に個々の半導体チップ 1 を切り出した場合には、勿論この工程は不要である。）、図 11 (c) のように半導体チップ 1 と回路基板 51 とを電極 5, 52 で対向させる。そして、図 11 (d) に示すように、半導体チップ 1 及び回路基板 51 の温度を絶縁膜 6 の液化温度（第 1 の温度）である 80 以上で絶縁膜 6 の固化（硬化）温度（第 2 の温度）よりも低い温度で、電極 5 と電極 52 とを対応させて接触させ、例えば一の電極当たり（ ）gf の荷重をかけて電極 5, 52 を共に塑性変形させる。これにより、図 11 (e) に示すように、各電極 52 の高さの相違（段差）が解消される。このとき、絶縁膜 6 が液化して電極 5 及び電極 52 間が絶縁膜 6 の絶縁樹脂で充填される。そして、第 2 の温度以上例えば 150 で一の電極当たり 10 gf の荷重で押し当て絶縁樹脂を硬化させる。更に、30 分間程度 150 に保持することにより、絶縁樹脂が完全に硬化するとともに、電極 5 の Au と電極 52 の Sn との間に固相拡散層が生成し、金属間接合が安定化する。これにより、半導体チップ 1 と回路基板 51 とが絶縁膜 6 で接続されるとともに、電極 5, 52 同士で固相拡散層により金属間接合する。このとき、電極 5, 52 が接続されて導通するとともに、絶縁膜 6 がその優れた接着性に起因して強固に接着し、半導体チップ 1 と回路基板 51 との接合が確実となる。

【0080】

しかる後、回路基板 51 の他方の主面に形成された接続端子 23 に外部接続用の半田ボール 30 を取り付け、半導体装置を完成させる。

【0081】

なお、本実施形態においても、第 1 の実施形態の変形例 1, 2 と同様に、半田バンプの電極 32 を有する半導体チップ 31 や Au スタッドバンプの電極 42 を有する半導体チップ 41 を用いても良い。

【0082】

（本発明に関する諸実験例）

以下、本発明に関して行った諸実験について説明する。

【0083】

（実験例 1）

ここでは、第 1 の実施形態の変形例 1 で説明した半田バンプの電極 32 を有する半導体チップ 31 を用いて半導体装置を作製するに際して、上述した本発明の切削加工による平坦化処理を実行した場合について、当該切削加工を実行しない比較例との比較において、半導体チップと回路基板との接続状態について調べた。

【0084】

この実験例 1 では、本発明の接着性を有する絶縁材料とハンダの突起電極（ハンダバンプ）を備えた半導体チップを、回路基板の電極（銅上にニッケルメッキと金メッキが施されてなる）に超音波接続した。切削加工により平坦化したもの（本発明）及び切削加工を用いないもの（比較例）とともに同一の以下の接続条件を用いた。

1. 加重：一の電極当たり 10 gf
2. 超音波発信時間：5 秒
3. 回路基板の温度：140
4. 半導体チップの温度：室温
5. 絶縁樹脂の最終固化条件：150 で 30 分間

【0085】

図 12 は実験例 1 による作製結果を示す顕微鏡写真であり、(a) が本発明、(b) が比較例を示しており、(a), (b) 共に上図が接続された両電極近傍の様子を、下図が

両電極の接続界面近傍の様子をそれぞれ示している。

図 1 2 により、本発明では、両電極間に固層拡散が生じ、均一な合金層が明確に生成されているのに対し、比較例では、十分な合金が生成されず、電極間に隙間が形成されているのが判る。種々の条件を調査した結果、比較例では、何れの条件においても十分な合金を生成することができず、実用化は不可能と判断するのが妥当である。

【 0 0 8 6 】

(実験例 2)

ここでは、バイトを用いた切削加工の研磨加工に対する優位性について調べた。

図 1 3 は実験例 2 による作製結果を示す顕微鏡写真であり、(a) が研削加工によるもの、(b) が切削加工によるものを示しており、(a) , (b) 共に上図が平坦化直後の電極表面の様子を、中図が電極の接続直後の様子を、下図が 1 5 0 で 9 6 時間経過後の接続の様子をそれぞれ示している。

10

【 0 0 8 7 】

研磨加工の例、例えば特許文献 1 の発明においては、研磨により接着性を有する絶縁材料とパンプとを同一の平坦面に加工するとしている。然るに研磨を用いた場合、確かに切削と同様に平坦面を得られた用に見えるが、超高倍率の分析を行うと、その面にはサブミクロン・オーダーの微細な砥粒が食い込んでいる。これらの粒子は、金属面においては、金属の均一な拡散反応を阻害することが判っている。

【 0 0 8 8 】

ここでは、研磨平坦化した金電極 (図 1 3 (a)) と切削平坦化した金電極 (図 1 3 (b)) とを共にアルミ膜に接続し 1 5 0 に加熱し、経時変化を見たものである。ここでは、接着性を有する絶縁材料は用いていない。研磨加工により平坦化处理した金電極は、切削加工により平坦化处理した金電極に比べ、1 5 0 中で 9 6 時間経過すると金電極とアルミニウム膜との間に隙間が広がっていることが判る。これは研磨加工では、電極の金に入り込んでいる砥粒が均一な金属拡散を阻害していることを示している。また、砥粒と共に研磨に使用する水あるいはアルコール類が、接着性を有する絶縁材料に悪影響を与えることは自明のことである。この悪影響を除外するためには、絶縁材料の研磨面を化学的方法で薄く砥粒と共に除去し、絶縁材料に浸透した水分を加熱脱水することが必要となる。これらより、研磨を用いて絶縁材料と金属電極を一括して平坦化することは、現実的でないことが明らかである。

20

30

【 0 0 8 9 】

これに対して、切削加工を用いた平坦化处理では、砥粒も潤滑剤を使用しないため、切削面は清浄であり、金属間の拡散を阻害する要因も絶縁材料の接着性を阻害する要因も全く無く、現実的に実用化可能な方法である。

【 0 0 9 0 】

以上説明したように、本発明の諸実施形態及びその諸変形例によれば、低コストで高さが均一且つ平滑な金属端子の形成がリソグラフィ工程なしで可能であり、半導体デバイスの高密度実装に伴う数 μm ~ 数 1 0 μm レベルの微細化要求に対しても十分に應えることができ、低ダメージの実装を可能とする高信頼性を有する半導体装置が実現する。

【 0 0 9 1 】

40

なお、本発明の諸実施形態及びその諸変形例では、第 1 の基体として半導体チップを、第 2 の基体として回路基板をそれぞれ例示したが、本発明は勿論これに限定されるものではない。例えば、第 2 の基体としても半導体チップを用いて半導体チップ同士を接合する場合や、第 1 の基体としても回路基板を用いて回路基板同士を接合する場合にも本発明は適用可能である。

【 0 0 9 2 】

以下、本発明の諸態様を付記としてまとめて記載する。

【 0 0 9 3 】

(付記 1) 表面に複数の第 1 の電極が形成されてなる第 1 の基体について、第 1 の温度以上で接着性を発現する絶縁材料を用いて前記第 1 の電極を埋め込んで封止する絶縁膜を

50

形成する工程と、

前記絶縁膜の温度を前記第1の温度よりも低い温度に保持しながら、バイトを用いた切削加工により、前記第1の電極の表面及び前記絶縁膜の表面が連続して平坦となるように平坦化处理する工程と、

表面に複数の第2の電極が形成されてなる第2の基体に前記第1の基体を前記第1の電極と前記第2の電極とが接触するように対向させ、前記第1の基体と前記第2の基体とを前記絶縁膜により接続するとともに、前記第1の電極と前記第2の電極との間に金属の固相拡散層を生成せしめる工程と

を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【0094】

10

(付記2) 前記切削加工の工程において、当該切削加工で発生する摩擦熱により上昇する前記絶縁膜の温度を前記第1の温度よりも低い温度に保持しながら行うことを特徴とする付記1に記載の半導体装置の製造方法。

【0095】

(付記3) 前記第1の基体と前記第2の基体とを対向させて接続する工程において、前記第1の温度以上で、前記絶縁膜による接続と同時に、前記第1の電極と前記第2の電極との接続を同時に行うことを特徴とする付記1又は2に記載の半導体装置の製造方法。

【0096】

(付記4) 前記第1の基体と前記第2の基体とを対向させて接続する工程は、前記第1の基体の温度を前記第1の温度よりも低い温度に設定し、前記第2の基体の温度を前記第1の温度よりも高い温度に設定する工程と、

20

前記設定された温度において、前記第1の電極と前記第2の電極とを対向接触させ、前記絶縁膜の温度を前記第1の温度以上にして前記第1の基体と前記第2の基体とを接続する工程と

を含むことを特徴とする付記1又は2に記載の半導体装置の製造方法。

【0097】

(付記5) 前記絶縁材料は、常温では固体で接着性を示さず、前記第1の温度に達すると液化して接着性を発現するものであることを特徴とする付記1～4のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

30

【0098】

(付記6) 前記第2の基体の前記第2の電極がそれぞれ所定の高さとされており、前記第1の基体と前記第2の基体とを対向させて接続する工程において、前記第1の温度以上で、前記第1の電極と前記第2の電極とを所定の圧力で対向接触させて塑性変形させるとともに、液化した前記絶縁材料により前記電極間を充填させ、前記第1の基体と前記第2の基体とを接続することを特徴とする付記5に記載の半導体装置の製造方法。

【0099】

(付記7) 前記絶縁材料は、前記第1の温度よりも高い第2の温度以上で接着性を消失するものであることを特徴とする付記1～6のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

40

【0100】

(付記8) 前記第1の基体と前記第2の基体とを対向させて接続する工程は、前記切削加工の後、前記第1の温度以上で前記第2の温度よりも低い温度で、前記第1の電極と前記第2の電極とを対向接触させ、前記第1の基体と前記第2の基体とを前記絶縁膜により接続する工程と、

前記第2の温度以上で、前記絶縁膜を固化させるとともに、前記固相拡散層の生成を助長する工程と

を含むことを特徴とする付記7に記載の半導体装置の製造方法。

【0101】

50

(付記 9) 前記第 1 の基体が半導体基板に形成された状態で前記第 1 の基体に前記切削加工を施すことを特徴とする付記 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【0102】

(付記 10) 個片化された半導体チップである前記第 1 の基体に前記切削加工を施すことを特徴とする付記 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【0103】

(付記 11) 前記第 2 の基体が回路基板であることを特徴とする付記 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【0104】

(付記 12) 前記複数の電極は、金、錫、銅、銀、アルミニウム及びニッケルのうちの少なくとも一種またはこれらの合金を材料としてなることを特徴とする付記 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。 10

【図面の簡単な説明】

【0105】

【図 1】第 1 の実施形態による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【図 2】図 1 に引き続き、第 1 の実施形態による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【図 3】切削加工装置の一例を示す模式図である。

【図 4】切削加工時に絶縁樹脂が若干量液化し、電極の表面に薄く絶縁樹脂の汚れ(ムラ)が形成された様子を示す顕微鏡写真である。 20

【図 5】第 1 の実施形態の変形例 1 による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【図 6】図 5 に引き続き、第 1 の実施形態の変形例 1 による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【図 7】本発明の調節管理により切削加工された電極の表面の様子を示す顕微鏡写真である。

【図 8】第 1 の実施形態の変形例 2 による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【図 9】図 8 に引き続き、第 1 の実施形態の変形例 2 による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。 30

【図 10】本発明の調節管理により切削加工された電極の表面の様子を示す顕微鏡写真である。

【図 11】第 2 の実施形態による半導体装置の製造方法を工程順に示す概略断面図である。

【図 12】実験例 1 による作製結果を示す顕微鏡写真である。

【図 13】実験例 2 による作製結果を示す顕微鏡写真である。

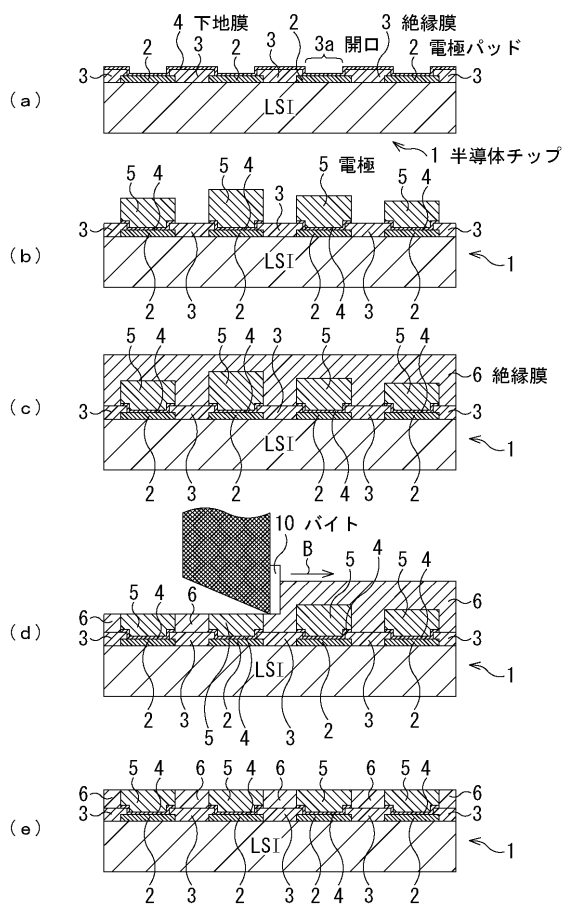
【符号の説明】

【0106】

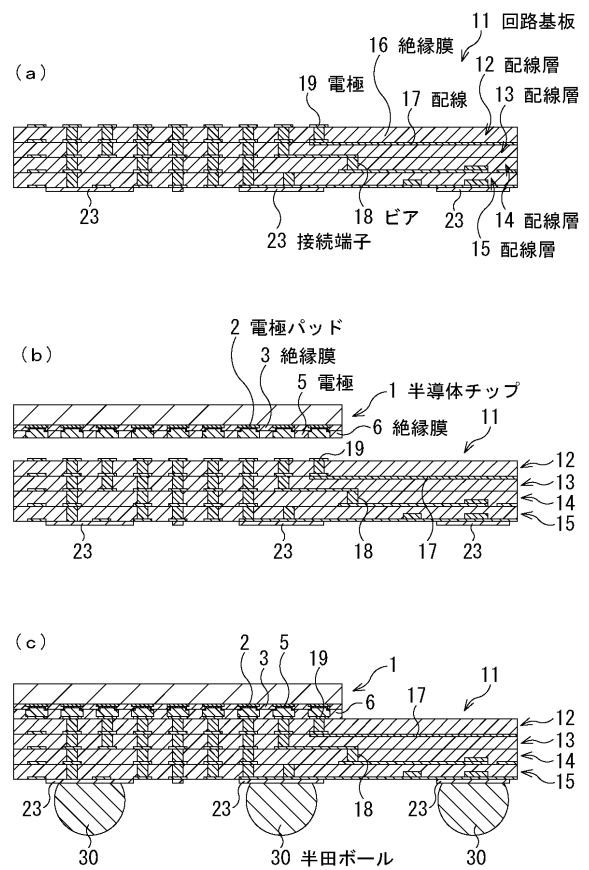
- 1, 31, 41 半導体チップ
- 2 電極パッド
- 3, 6, 16 絶縁膜
- 4 下地膜
- 5, 19, 32, 42, 52 電極
- 10 バイト
- 11, 51 回路基板
- 12 ~ 15 配線層
- 17 配線
- 18 ビア
- 20 半導体基板
- 21 基板支持台(回転テーブル)

2 2 切削部
2 3 接續端子

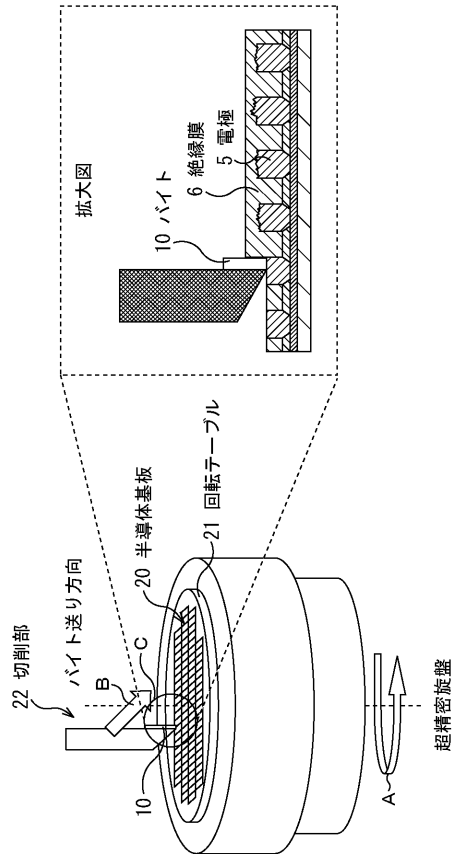
【 図 1 】



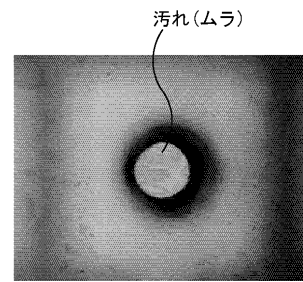
【圖 2】



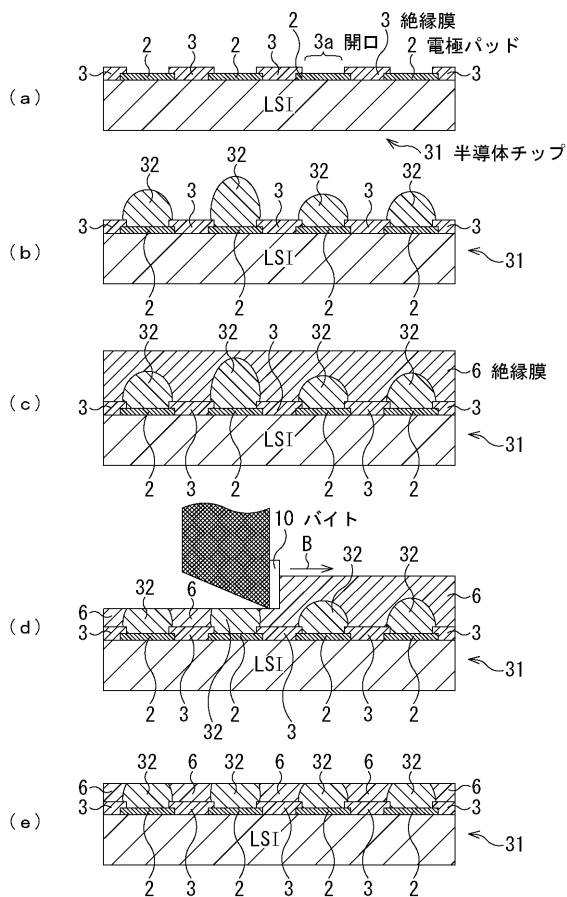
【 図 3 】



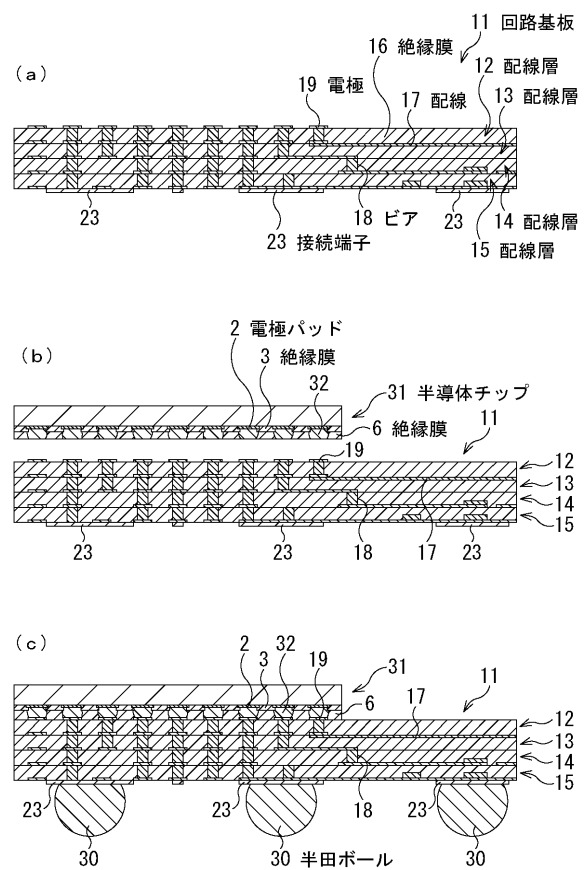
【 図 4 】



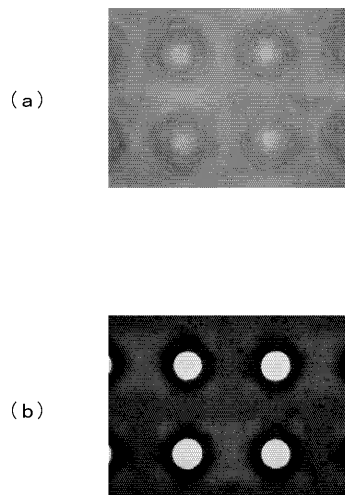
【 図 5 】



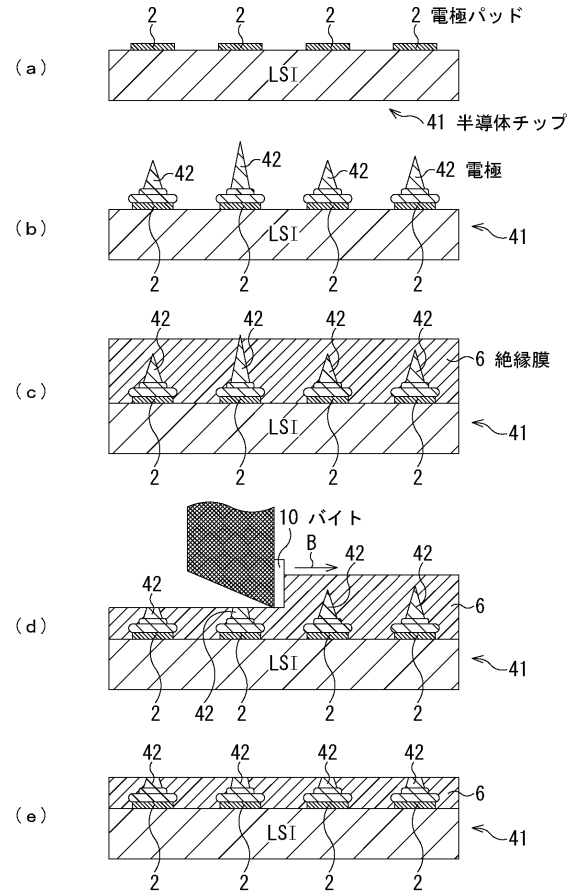
【 図 6 】



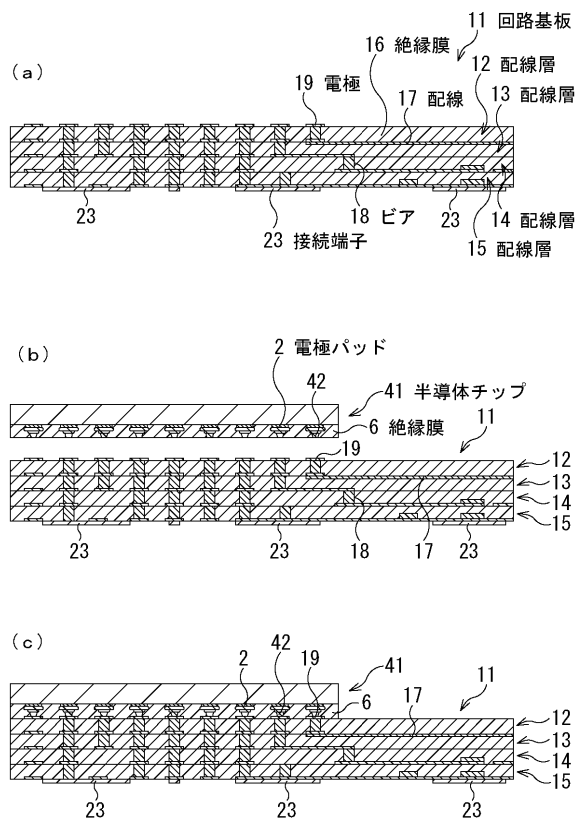
【図 7】



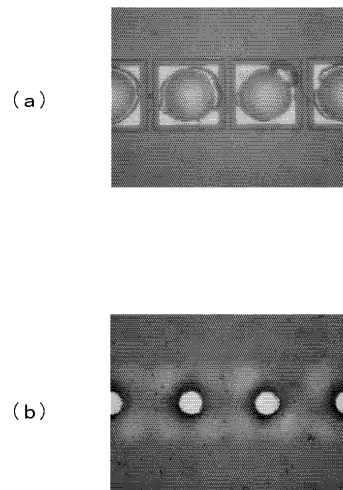
【図 8】



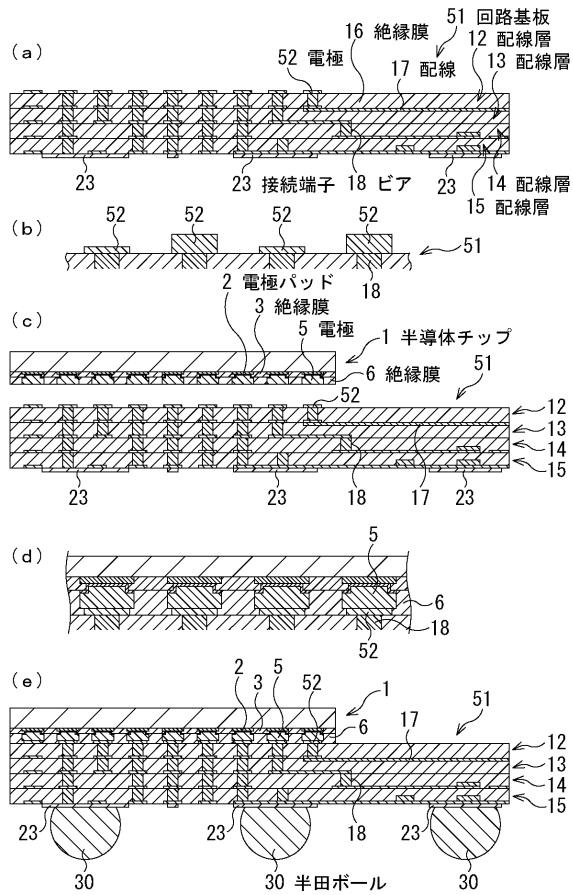
【図 9】



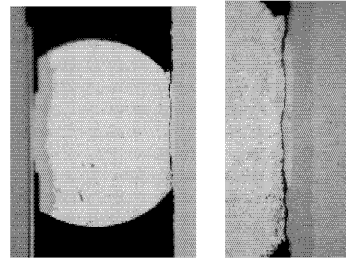
【図 10】



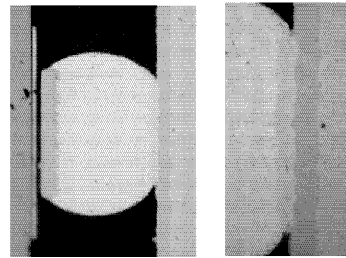
【 図 1 2 】



(b) 切削平坦化处理無し

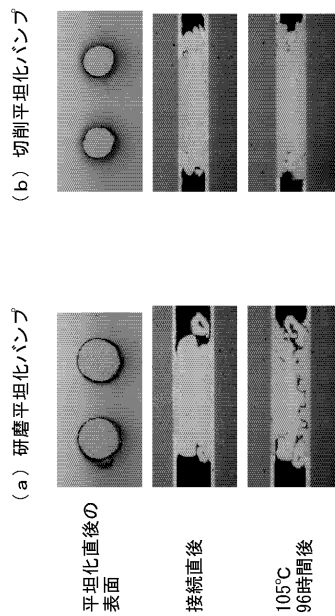


(a) 切削平坦化处理有り



切削平坦化処理有りと無しの合金生成の状態

【 図 1 3 】



金スタッドバンドプをアルミ膜に接続し合金の進行を比較したもの

フロントページの続き

F ターム(参考) 5F044 LL11 LL15 QQ04 RR17 RR18 RR19