

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6324876号
(P6324876)

(45) 発行日 平成30年5月16日(2018.5.16)

(24) 登録日 平成30年4月20日(2018.4.20)

(51) Int.Cl.

H05K 3/46 (2006.01)

F 1

H05K	3/46	B
H05K	3/46	N
H05K	3/46	Q
H05K	3/46	T

請求項の数 12 (全 45 頁)

(21) 出願番号 特願2014-228803 (P2014-228803)
 (22) 出願日 平成26年11月11日 (2014.11.11)
 (65) 公開番号 特開2016-29697 (P2016-29697A)
 (43) 公開日 平成28年3月3日 (2016.3.3)
 審査請求日 平成29年6月19日 (2017.6.19)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-146231 (P2014-146231)
 (32) 優先日 平成26年7月16日 (2014.7.16)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000190688
 新光電気工業株式会社
 長野県長野市小島田町80番地
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (72) 発明者 清水 規良
 長野県長野市小島田町80番地 新光電氣
 工業 株式会社 内
 (72) 発明者 郷津 雄資
 長野県長野市小島田町80番地 新光電氣
 工業 株式会社 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】配線基板、半導体装置及び配線基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1配線層と、前記第1配線層を被覆する第1絶縁層と、前記第1絶縁層を厚さ方向に貫通して前記第1配線層の上面を露出する第1貫通孔を充填し、前記第1絶縁層から露出された上端面を有するピア配線と、を含む第1配線構造と、

前記第1絶縁層の上面及び前記ピア配線の上端面に形成され、表面の一部が粗化面に形成された第2配線層と、前記第1絶縁層上に積層され、前記第2配線層を被覆する第2絶縁層と、を含む第2配線構造と、を有し、

前記第2配線構造の配線密度は、前記第1配線構造の配線密度よりも高く、

前記粗化面の表面粗度は、前記第1配線層の表面粗度よりも小さいことを特徴とする配線基板。

10

【請求項 2】

前記第2配線層は、前記第1絶縁層の上面に形成された金属バリア膜と前記金属バリア膜上に形成された金属膜とを含むシード層と、前記シード層上に形成された金属層とを有し、

前記第2配線層は、

前記金属膜及び前記金属層の側面が、前記粗化面よりも表面粗度の小さい平滑面に形成され、前記金属バリア膜の側面が、前記平滑面と面一となるように、又は前記平滑面よりも内側に後退するように形成された第1配線パターンを有することを特徴とする請求項1に記載の配線基板。

20

【請求項 3】

前記第1配線パターンの平滑面上に保護膜が形成されていることを特徴とする請求項2に記載の配線基板。

【請求項 4】

前記第2配線層は、

前記金属膜及び前記金属層の側面が前記粗化面に形成され、前記金属バリア膜の外縁部が前記金属膜及び前記金属層の側面よりも外側に突出された第2配線パターンを有することを特徴とする請求項2又は3に記載の配線基板。

【請求項 5】

前記第2配線層は、

前記金属膜の側面及び前記金属層の表面が前記粗化面と前記平滑面との双方を有する第3配線パターンを有することを特徴とする請求項2～4のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 6】

前記第2配線層は、前記第1絶縁層の上面に形成された金属バリア膜と前記金属バリア膜上に形成された金属膜とを含むシード層と、前記シード層上に形成された金属層とを有し、

前記第2配線層は、前記金属膜の側面全面及び前記金属層の表面全面が前記粗化面に形成され、前記金属バリア膜の外縁部が前記金属膜及び前記金属層の側面よりも外側に突出された配線パターンのみを有することを特徴とする請求項1に記載の配線基板。

【請求項 7】

前記第2配線構造は、

前記第1絶縁層上に前記第2配線層を被覆するように積層され、前記第2配線層の一部を露出する第2貫通孔を有する第3絶縁層と、

前記第1絶縁層上に前記第3絶縁層及び前記第2配線層を被覆するように積層され、前記第2貫通孔と平面視で重なる位置に前記第2貫通孔よりも平面形状の大きい第3貫通孔が形成された前記第2絶縁層と、

前記第2貫通孔及び前記第3貫通孔を充填するビア配線を有し、前記第2配線層と電気的に接続され、前記第2絶縁層上に積層された第3配線層と、を有することを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の配線基板。

【請求項 8】

前記第1絶縁層は、熱硬化性樹脂を主成分とする非感光性の絶縁性樹脂からなる絶縁層であり、

前記第2絶縁層は、感光性樹脂を主成分とする絶縁層であって、前記第1絶縁層よりも薄い絶縁層であることを特徴とする請求項1～7の何れか一項に記載の配線基板。

【請求項 9】

請求項1～8の何れか一項に記載の配線基板と、

前記第2配線構造の最上層の配線層にフリップチップ実装された半導体チップと、を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 10】

第1配線構造を形成する工程と、

前記第1配線構造の上面に、前記第1配線構造よりも配線密度の高い第2配線構造を積層する工程と、を有し、

前記第1配線構造を形成する工程は、

第1配線層を被覆する第1絶縁層を形成する工程と、

前記第1絶縁層を厚さ方向に貫通し、前記第1配線層の上面を露出する第1貫通孔を形成する工程と、

前記第1貫通孔を充填するとともに、前記第1絶縁層の上面を被覆する導電層を形成する工程と、

前記導電層と前記第1絶縁層の上面とを研磨することにより、前記第1絶縁層の上面を

10

20

30

40

50

平滑化するとともに、前記第1絶縁層から露出する上端面を有するピア配線を形成する工程と、を有し、

前記第2配線構造を積層する工程は、

前記第1絶縁層の上面及び前記ピア配線の上端面に、金属バリア膜と、金属膜と、金属層とが順に積層された第2配線層を形成する工程と、

前記金属バリア膜に対して前記金属膜及び前記金属層の表面を選択的に粗化する粗化工程と、

前記第1絶縁層の上面に、前記第2配線層を被覆する第2絶縁層を形成する工程と、を有し、

前記粗化工程では、前記金属膜及び前記金属層の表面の粗度が、前記第1配線層の表面の粗度よりも小さくなる範囲内で粗化が行われることを特徴とする配線基板の製造方法。 10

【請求項11】

前記粗化工程は、

前記第2配線層のうち、ランド及びベタパターンを含む領域における第2配線層を露出する開口パターンを有するレジスト層を前記第1絶縁層上に形成する工程と、

前記開口パターンから露出された前記金属膜及び前記金属層の表面を粗化する工程と、

前記レジスト層を除去する工程と、を有することを特徴とする請求項10に記載の配線基板の製造方法。

【請求項12】

前記粗化工程は、

前記第2配線層のうち、ランド及びベタパターンを含む領域における第2配線層を露出する第2貫通孔を有する第3絶縁層を前記第1絶縁層上に形成する工程と、 20

前記第2貫通孔から露出された前記金属膜及び前記金属層の表面を粗化する工程と、を有し、

前記第2絶縁層を形成する工程では、前記第3絶縁層及び前記第2配線層を被覆し、前記第2貫通孔と平面視で重なる位置に前記第2貫通孔よりも平面形状の大きい第3貫通孔を有する前記第2絶縁層を前記第1絶縁層上に形成し、

前記第2絶縁層を形成する工程の後に、前記第2貫通孔及び前記第3貫通孔を充填するピア配線を有し、前記第2配線層と電気的に接続される第3配線層を形成する工程を有することを特徴とする請求項10に記載の配線基板の製造方法。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、配線基板、半導体装置及び配線基板の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体素子等の電子部品が搭載される配線基板として、配線パターンを高密度化するため、ビルトアップ法によりコア基板の上下両面に複数の配線層及び絶縁層を積層した配線基板が知られている（例えば、特許文献1，2参照）。この種の配線基板では、配線層とその配線層を被覆する絶縁層との間の密着力を向上させるために、配線層に対して粗化処理が施されている。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-023252号公報

【特許文献2】特開2003-023253号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、配線層の微細化が進むと、上述した粗化処理によって配線層の形状が大きく 50

変化し、配線層が所望の平面形状を維持できないという問題がある。さらに、微細化された配線層、つまり配線幅が短く、且つ薄い配線層に粗化処理が施されると、配線層に多数の空洞が形成されるため、配線層の抵抗が上昇し、電気特性の信頼性が低下するという問題もある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一観点によれば、第1配線層と、前記第1配線層を被覆する第1絶縁層と、前記第1絶縁層を厚さ方向に貫通して前記第1配線層の上面を露出する第1貫通孔を充填し、前記第1絶縁層から露出された上端面を有するピア配線と、を含む第1配線構造と、前記第1絶縁層の上面及び前記ピア配線の上端面に形成され、表面の一部が粗化面に形成された第2配線層と、前記第1絶縁層上に積層され、前記第2配線層を被覆する第2絶縁層と、を含む第2配線構造と、を有し、前記第2配線構造の配線密度は、前記第1配線構造の配線密度よりも高く、前記粗化面の表面粗度は、前記第1配線層の表面粗度よりも小さい。

10

【発明の効果】

【0006】

本発明の一観点によれば、配線層と絶縁層との密着性を向上しつつも、配線層の抵抗上昇を抑制できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

20

【図1】第1実施形態の配線基板を示す概略断面図。

【図2】配線基板の一部を拡大した断面図。

【図3】第1実施形態の半導体装置を示す概略断面図。

【図4】(a)～(c)は、第1実施形態の配線基板の製造方法を示す概略断面図。

【図5】(a), (b)は、第1実施形態の配線基板の製造方法を示す概略断面図。

【図6】(a), (b)は、第1実施形態の配線基板の製造方法を示す概略断面図。

【図7】(a)は、第1実施形態の配線基板の製造方法を示す概略断面図、(b)は、(a)に示した構造体の一部を拡大した拡大断面図。

【図8】(a)は、第1実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図、(b)は、第1実施形態の配線基板の製造方法を示す概略断面図。

30

【図9】(a)は、図8(b)に示した構造体の一部を拡大した拡大断面図(図9(b)における9a-9a断面図)、(b)は、(a)に示した構造体を示す拡大平面図。

【図10】(a), (b)は、第1実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図11】(a)は、第1実施形態の配線基板の製造方法を示す概略断面図、(b)は、(a)に示した構造体の一部を拡大した拡大断面図。

【図12】(a)は、第1実施形態の配線基板の製造方法を示す概略断面図、(b)は、(a)に示した構造体の一部を拡大した拡大断面図。

【図13】第1実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図14】第1実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図15】第1実施形態の配線基板の製造方法を示す概略断面図。

40

【図16】第1実施形態の半導体装置の製造方法を示す概略断面図。

【図17】(a), (b)は、第2実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図18】(a), (b)は、第2実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図19】第2実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図20】(a), (b)は、変形例の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図21】(a), (b)は、第3実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図22】(a), (b)は、第3実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図23】第3実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図24】(a), (b)は、HAST試験後の配線間の絶縁抵抗を測定した評価結果を示すグラフ。

50

【図25】(a), (b)は、第4実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図26】(a), (b)は、第4実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図27】(a), (b)は、第4実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図28】第4実施形態の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図29】変形例の配線層を示す拡大断面図。

【図30】変形例の配線基板の一部を示す拡大断面図。

【図31】(a)～(c)は、変形例の配線基板の製造方法を示す拡大断面図。

【図32】変形例の半導体装置を示す概略断面図(図33における32-32断面図)。

【図33】変形例の半導体装置を示す概略平面図。

【図34】第5実施形態の配線基板を示す概略断面図。 10

【図35】第6実施形態の配線基板を示す概略断面図。

【図36】第7実施形態の配線基板を示す概略断面図。

【図37】第7実施形態の配線基板の適用例を示す概略断面図。

【図38】第7実施形態の配線基板の適用例を示す概略断面図。

【図39】第7実施形態の配線基板の適用例を示す概略断面図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、添付図面を参照して各実施形態を説明する。なお、添付図面は、特徴を分かりやすくするために便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。また、断面図では、各部材の断面構造を分かりやすくするために、一部の部材のハッチングを梨地模様に代えて示し、一部の部材のハッチングを省略している。 20

【0009】

(第1実施形態)

以下、図1～図16に従って第1実施形態を説明する。

図1に示すように、配線基板10は、配線構造11と、配線構造11の一方の側(ここでは、上側)に積層された配線構造12と、配線構造11の他方の側(ここでは、下側)に積層されたソルダレジスト層13とを有している。配線基板10の平面形状は、任意の形状及び任意の大きさとすることができる。例えば、配線基板10の平面形状は、20mm×20mm～40mm×40mm程度の正方形状とすることができます。 30

【0010】

まず、配線構造11の構造について説明する。

配線構造11は、配線構造12よりも配線密度の低い配線層が形成された低密度配線層である。この配線構造11は、コア基板20と、コア基板20の上面20Aに積層された絶縁層31と、コア基板20の下面20Bに積層された絶縁層41とを有している。

【0011】

ここで、コア基板20及び絶縁層31, 41の材料としては、例えば、熱硬化性樹脂を主成分とする非感光性の絶縁性樹脂を用いることができる。コア基板20及び絶縁層31, 41の材料としては、例えば、熱硬化性樹脂に対し、補強材を入れた絶縁性樹脂を用いることができる。例えば、コア基板20及び絶縁層31, 41の材料としては、補強材であるガラスクロス(ガラス織布)にエポキシ樹脂を主成分とする熱硬化性の絶縁性樹脂を含浸させ硬化させた、いわゆるガラスエポキシ樹脂を用いることができる。補強材としてはガラスクロスに限らず、例えば、ガラス不織布、アラミド織布、アラミド不織布、液晶ポリマ(Liquid Crystal Polymer: LCP)織布やLCP不織布を用いることができる。熱硬化性の絶縁性樹脂としてはエポキシ樹脂に限らず、例えば、ポリイミド樹脂やシアネット樹脂などの絶縁性樹脂を用いることができる。なお、コア基板20及び絶縁層31, 41は、例えば、シリカやアルミナ等のフィラーを含有していてもよい。 40

【0012】

コア基板20は、配線構造11の厚さ方向の中心付近に設けられている。コア基板20の厚さは、例えば60～1000μm程度とすることができます。コア基板20には、所要 50

の箇所（図1では4箇所）に貫通孔20Xが設けられている。貫通孔20Xは、コア基板20の上面20Aから下面20Bまでを貫通するように形成されている。貫通孔20X内には、コア基板20を厚さ方向に貫通する貫通電極21が形成されている。貫通電極21は、例えば、貫通孔20X内に充填されている。貫通孔20X及び貫通電極21は、図示は省略するが、例えば平面視略円形状に形成されている。これら貫通孔20X及び貫通電極21の直径は、例えば、50～200μm程度とすることができます。貫通孔20X及び貫通電極21のピッチは、例えば、100～500μm程度とすることができます。また、貫通電極21の材料としては、例えば、銅(Cu)や銅合金を用いることができる。

【0013】

コア基板20の上面20Aには配線層22が形成され、コア基板20の下面20Bには配線層23が形成されている。これら配線層22, 23は貫通電極21を介して相互に電気的に接続されている。なお、配線層22, 23の材料としては、例えば、銅や銅合金を用いることができる。配線層22, 23の厚さは、例えば、15～35μm程度とすることができます。配線層22, 23のラインアンドスペース(L/S)は、例えば、20μm/20μm程度とすることができます。ここで、ラインアンドスペース(L/S)は、配線の幅と、隣り合う配線同士の間隔とを示す。

【0014】

図2に示すように、配線層22の表面（上面及び側面）は、粗化面である。配線層22の表面粗度は、例えば、表面粗さRa値で200nm以上とすることができます。ここで、表面粗さRa値とは、表面粗さを表わす数値の一種であり、算術平均粗さと呼ばれるものであって、具体的には測定領域内で変化する高さの絶対値を平均ラインである表面から測定して算術平均したものである。なお、配線層22と同様に、図1に示した配線層23の表面（下面及び側面）も粗化面である。

【0015】

コア基板20の上面20Aには、絶縁層31と、絶縁層31に形成されたビア配線32とが積層されている。

絶縁層31は、配線層22を被覆するように、コア基板20の上面20Aに積層されている。絶縁層31の厚さは、例えば、コア基板20よりも薄く設定されている。例えば、絶縁層31の厚さは40～75μm程度とすることができます。絶縁層31は、例えば、補強材入りの絶縁層であって、機械的強度（剛性や硬度等）の高い絶縁層である。また、絶縁層31の材料としては、例えば、補強材が含有されていない熱硬化性樹脂を主成分とする非感光性の絶縁性樹脂を用いることもできる。

【0016】

絶縁層31には、上面31Aの所要の箇所に開口し、当該絶縁層31を厚さ方向に貫通して配線層22の上面の一部を露出する貫通孔31Xが形成されている。貫通孔31Xは、図1において下側（コア基板20側）から上側（配線構造12側）に向かうに連れて径が大きくなるテーパ状に形成されている。例えば、貫通孔31Xは、下側の開口端の開口径が上側の開口端の開口径よりも小さい。また、貫通孔31Xは、例えば、逆円錐台形状に形成されている。なお、貫通孔31Xの上側の開口端の開口径は、貫通電極21の直径よりも小さい。例えば、貫通孔31Xの上側の開口端の開口径は50～70μm程度とすることができます。

【0017】

絶縁層31の上面31Aは、凹凸が少ない平滑面（低粗度面）である。例えば、絶縁層31の上面31Aは研磨面である。絶縁層31の上面31Aは、例えば、貫通孔31Xの内側面よりも表面粗度が小さく、絶縁層41の下面41Bよりも表面粗度が小さくなっている。絶縁層31の上面31Aの粗度は、表面粗さRa値で例えば15～40nm程度となるように設定されている。また、貫通孔31Xの内側面の粗度及び絶縁層41の下面41Bの粗度は、表面粗さRa値で例えば300～400nm程度となるように設定されている。

【0018】

10

20

30

40

50

貫通孔 31X 内には、配線層 22 と電気的に接続されるビア配線 32 が形成されている。このビア配線 32 は、絶縁層 31 を厚さ方向に貫通するように形成されている。本例のビア配線 32 は、貫通孔 31X 内に充填されている。ビア配線 32 は、貫通孔 31X と同様に、図 1 において下側（コア基板 20 側）から上側（配線構造 12 側）に向かうに連れて径が大きくなるテーパ状に形成されている。例えば、ビア配線 32 は、上端面 32A が下端面よりも大きくなる略逆円錐台形状に形成されている。ビア配線 32 の上端面 32A の直径は例えば 50 ~ 70 μm 程度とすることができます。

【0019】

ビア配線 32 の上端面 32A は、絶縁層 31 の上面 31A から露出されている。例えば、ビア配線 32 の上端面 32A は、絶縁層 31 の上面 31A と略面一に形成されている。
ビア配線 32 の上端面 32A は、絶縁層 31 の上面 31A と同様に、凹凸が少ない平滑面（低粗度面）である。例えば、ビア配線 32 の上端面 32A は研磨面である。ビア配線 32 の上端面 32A の粗度は、表面粗さ Ra 値で例えば 15 ~ 40 nm 程度となるように設定されている。なお、ビア配線 32 の材料としては、例えば、銅や銅合金を用いることができる。

10

【0020】

コア基板 20 の下面 20B には、絶縁層 41 と、配線層 42 とが順に積層されている。絶縁層 41 は、配線層 23 を被覆するように、コア基板 20 の下面 20B に積層されている。絶縁層 41 の厚さは、例えば、コア基板 20 よりも薄く設定されている。例えば、絶縁層 41 の厚さは 40 ~ 75 μm 程度とすることができます。絶縁層 41 は、例えば、補強材入りの絶縁層であって、機械的強度の高い絶縁層である。また、絶縁層 41 の材料としては、例えば、補強材が含有されていない熱硬化性樹脂を主成分とする非感光性の絶縁性樹脂を用いることもできる。

20

【0021】

配線層 42 は、絶縁層 41 の下面 41B に積層されている。配線層 42 は、配線層 23 と電気的に接続されている。この配線層 42 は、貫通孔 41X 内に充填されたビア配線と、絶縁層 41 の下面 41B に形成された配線パターンとを有している。配線層 42 の厚さは、例えば、15 ~ 35 μm 程度とすることができます。配線層 42 のラインアンドスペース（L/S）は、例えば、20 μm / 20 μm 程度とすることができます。なお、配線層 42 の材料としては、例えば、銅や銅合金を用いることができる。

30

【0022】

次に、配線構造 12 の構造について説明する。

配線構造 12 は、配線構造 11 の最上層に形成された絶縁層 31 の上面 31A に積層された配線構造である。配線構造 12 は、配線構造 11 よりも配線密度の高い配線層が形成された高密度配線層である。

【0023】

配線構造 12 は、絶縁層 31 上に積層された配線層 50 と、絶縁層 61 と、配線層 70 と、絶縁層 63 と、配線層 80 と、絶縁層 65 と、配線層 90 とが順に積層された構造を有している。配線構造 12 の厚さ、具体的には配線構造 12 内の全ての絶縁層 61, 63, 65 の厚さ（つまり、絶縁層 31 の上面 31A から絶縁層 65 の上面までの厚さ）は、例えば、20 ~ 40 μm 程度とすることができます。

40

【0024】

ここで、絶縁層 61, 63, 65 の材料としては、例えば、フェノール系樹脂やポリイミド系樹脂等を主成分とする感光性の絶縁性樹脂を用いることができる。また、絶縁層 61, 63, 65 の材料としては、例えば、シリコーン系樹脂やエポキシ系樹脂、シクロオレフィン系樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂等を主成分とする感光性の絶縁性樹脂を用いることもできる。これら絶縁層 61, 63, 65 は、例えば、シリカやアルミナ等のフィラーを含有していてもよい。

【0025】

配線層 50, 70, 80, 90 は、配線構造 11 の配線層よりも微細に形成された配線

50

層である。例えば、配線層 50, 70, 80, 90 のラインアンドスペース (L / S) は、例えば、 $10 \mu\text{m} / 10 \mu\text{m}$ 未満とすることができます。また、配線層 50, 70, 80, 90 は、配線構造 11 の配線層よりも薄い配線層である。配線層 50, 70, 80 の厚さは、例えば、 $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度とすることができます。配線層 90 の厚さは、例えば、 $10 \sim 15 \mu\text{m}$ 程度とすることができます。また、絶縁層 61, 63, 65 は、配線構造 11 の絶縁層よりも薄い絶縁層である。絶縁層 61, 63, 65 の厚さは、例えば、 $3 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度とすることができます。

【0026】

また、配線層 50, 70, 80, 90 の表面粗度は、配線構造 11 の配線層 22, 23, 42 の表面粗度よりも小さくなっている。例えば、配線層 50, 70, 80, 90 の表面粗度は、表面粗さ R_a 値で例えば $1 \sim 30 \text{ nm}$ 程度とすることができます、配線構造 11 の配線層 22, 23, 42 の表面粗度は、表面粗さ R_a 値で例えば $200 \sim 1000 \text{ nm}$ 程度とすることができます。

【0027】

図 2 に示すように、配線層 50 は、ビア配線 32 の上端面 32A と接続するように、絶縁層 31 の上面 31A 上に積層されている。すなわち、配線層 50 の下面の一部がビア配線 32 の上端面 32A と接してあり、配線層 50 とビア配線 32 とが電気的に接続されている。換言すると、配線層 50 とビア配線 32 とは電気的に接続されているが、一体的ではない。

【0028】

配線層 50 は、ビア配線 32 の上端面 32A 上に形成されたシード層 51 と、そのシード層 51 上に形成された金属層 54 とを有している。すなわち、金属層 54 は、シード層 51 を介してビア配線 32 に接続されている。

【0029】

シード層 51 は、ビア配線 32 の上端面 32A と絶縁層 31 の上面 31A を被覆する金属膜 52 と、その金属膜 52 の上面を被覆する金属膜 53 とが順に積層された 2 層構造のシード層である。金属膜 52 及び金属膜 53 としては、例えば、スパッタ法により形成された金属膜（スパッタ膜）を用いることができる。金属膜 52 は、例えば、金属膜 53 や金属層 54（例えば、Cu 層）から絶縁層 31 に銅が拡散することを抑制する金属バリア膜として機能する。金属膜 52 の材料としては、金属膜 53 を構成する金属（例えば、銅）よりも絶縁層 31 との密着性が高い金属であることが好ましい。また、金属膜 52 の材料としては、金属膜 53 を構成する金属（例えば、銅）よりも耐腐食性の高い金属であることが好ましい。このような金属膜 52 の材料としては、例えば、チタン（Ti）、窒化チタン（TiN）、窒化タンタル（TaN）、タンタル（Ta）、クロム（Cr）、ニッケル銅合金（NiCu）を用いることができる。また、金属膜 53 の材料としては、例えば、銅や銅合金を用いることができる。なお、金属膜 52 の厚さは例えば $20 \sim 50 \text{ nm}$ 程度とすることができます、金属膜 53 の厚さは例えば $100 \sim 300 \text{ nm}$ 程度とすることができます。

【0030】

金属層 54 は、金属膜 53 の上面全面を被覆するように形成されている。なお、金属層 54 の材料としては、例えば、銅や銅合金を用いることができる。

配線層 50 は、例えば、同一平面上に、配線パターン 50A ~ 50C を有している。配線パターン 50A では、金属層 54 の表面（上面及び側面）全面が粗化面 54R に形成され、金属膜 53 の側面全面が粗化面 53R に形成されている。これら粗化面 53R, 54R の直下に形成された金属膜 52 は、その外縁部が粗化面 53R, 54R よりも外側に突出するように形成されている。すなわち、配線パターン 50A の金属膜 52 は、粗化面 53R, 54R よりも外側に突出して形成された突出部 52T を有している。この突出部 52T の上面は、粗化面 53R, 54R から露出されている。なお、突出部 52T の幅（つまり、金属膜 52 の外縁部における突出量）は、例えば、 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 程度とすることができます。

10

20

30

40

50

【0031】

配線パターン50Bでは、金属層54の表面（上面及び側面）の一部が粗化面54Rに形成され、その粗化面54R以外の金属層54の表面が粗化面54Rよりも粗度の小さい平滑面54Sに形成されている。また、配線パターン50Bでは、粗化面54Rと接する金属膜53の側面が粗化面53Rに形成され、平滑面54Sと接する金属膜53の側面が平滑面53Sに形成されている。配線パターン50Bでは、粗化面53R, 54Rの直下に形成された金属膜52に突出部52Tが形成されている。また、配線パターン50Bでは、平滑面53S, 54Sの直下に形成された金属膜52の側面が、金属膜53及び金属層54の側面である平滑面53S, 54Sと略面一に形成されている。なお、本例の配線パターン50Bでは、ランドにおける金属層54の表面が粗化面54Rに形成されている。

10

【0032】

配線パターン50Cでは、金属層54の表面全面が平滑面54Sに形成され、金属膜53の側面全面が平滑面53Sに形成されている。この配線パターン50Cでは、金属膜52の側面が、金属膜53及び金属層54の側面と略面一に形成されている。

【0033】

このように、配線層50では、金属膜53及び金属層54の側面が粗化面53R, 54Rである場合に、それら粗化面53R, 54Rよりも外側に突出する突出部52Tが金属膜52の外縁部に形成されている。その一方で、配線層50では、金属膜53及び金属層54の側面が平滑面53S, 54Sである場合には、それら平滑面53S, 54Sと略面一になるように金属膜52の側面が形成されている。

20

【0034】

ここで、粗化面53R, 54Rは、例えば、配線層50のうち、プレーン層（例えば、電源プレーンやGNDプレーン）などのベタパターンやランド等のように金属層54の表面積（例えば、上面の面積）が大きい箇所に形成されている。一方、平滑面53S, 54Sは、配線層50のうち、ラインアンドスペース（L/S）の小さい（例えば、 $L/S = 2\mu m / 2\mu m$ 程度）微細な配線パターン等のように金属層54の表面積が小さい箇所に形成されている。粗化面53R, 54Rは、平滑面53S, 54Sよりも表面粗度が大きく、配線構造11の配線層22, 23, 42の表面粗度よりも小さくなっている。例えば、粗化面53R, 54Rの表面粗度は、表面粗さRa値で例えば100~150nm程度とすることができます、平滑面53S, 54Sの表面粗度は、表面粗さRa値で1~50nm程度とすることができます。なお、上述したように、配線層22, 23, 42の表面粗度は、表面粗さRa値で例えば200~1000nm程度とすることができます。

30

【0035】

絶縁層31の上面31A上には、配線層50（配線パターン50A~50C）を被覆するように絶縁層61が形成されている。絶縁層61には、所要の箇所に、当該絶縁層61を厚さ方向に貫通して配線層50の上面の一部を露出する貫通孔61Xが形成されている。

【0036】

配線層70は、絶縁層61の上面に積層されている。配線層70は、配線層50と電気的に接続されている。この配線層70は、貫通孔61X内に充填されたビア配線と、絶縁層61の上面に形成された配線パターンとを有している。

40

【0037】

配線層70は、貫通孔61Xの内面及び絶縁層61の上面を連続的に被覆する金属膜72と、その金属膜72の上面を被覆する金属膜73とが順に積層された2層構造のシード層71と、そのシード層71（金属膜73）の上面を被覆する金属層74とを有している。金属膜72, 73及び金属層74の材料としては、例えば、金属膜52, 53及び金属層54とそれぞれ同様の材料を用いることができる。

【0038】

配線層70は、配線パターン50A~50Cと同様の配線パターン70A~70Cを有

50

している。配線パターン70Aでは、金属層74及び金属膜73の表面が粗化面74R, 73Rに形成され、金属膜72の外縁部に粗化面73R, 74Rよりも外側に突出する突出部72Tが形成されている。配線パターン70Bでは、金属層74の表面に粗化面74R及び平滑面74Sが形成され、金属膜73の側面に粗化面73R及び平滑面73Sが形成されている。配線パターン70Bでは、粗化面73R, 74Rの直下に形成された金属膜72に突出部72Tが形成されている。また、配線パターン70Bでは、平滑面73S, 74Sの直下に形成された金属膜72の側面が、金属膜73及び金属層74の側面である平滑面73S, 74Sと略面一に形成されている。配線パターン70Cでは、金属層74及び金属膜73の表面全面が平滑面74S, 73Sに形成されている。なお、粗化面73R, 74Rは、平滑面73S, 74Sよりも表面粗度が大きく、配線構造11の配線層22, 23, 42の表面粗度よりも小さくなっている。
10

【0039】

絶縁層61の上面には、配線層70(配線パターン70A～70C)を被覆するように絶縁層63が形成されている。絶縁層63には、所要の箇所に、当該絶縁層63を厚さ方向に貫通して配線層70の上面の一部を露出する貫通孔63Xが形成されている。

【0040】

配線層80は、絶縁層63の上面に積層されている。配線層80は、配線層70と電気的に接続されている。この配線層80は、貫通孔63X内に充填されたピア配線と、絶縁層63の上面に形成された配線パターンとを有している。

【0041】

配線層80は、貫通孔63Xの内面及び絶縁層63の上面を連続的に被覆する金属膜82と、その金属膜82の上面を被覆する金属膜83とが順に積層された2層構造のシード層81と、そのシード層81(金属膜83)の上面を被覆する金属層84とを有している。金属膜82, 83及び金属層84の材料としては、例えば、金属膜52, 53及び金属層54とそれぞれ同様の材料を用いることができる。
20

【0042】

配線層80は、配線パターン50A～50Cと同様の配線パターン80A～80Cを有している。配線パターン80Aでは、金属層84及び金属膜83の表面が粗化面84R, 83Rに形成され、金属膜82の外縁部に粗化面83R, 84Rよりも外側に突出する突出部82Tが形成されている。配線パターン80Bでは、金属層84の表面に粗化面84R及び平滑面84Sが形成され、金属膜83の側面に粗化面83R及び平滑面83Sが形成されている。配線パターン80Bでは、粗化面83R, 84Rの直下に形成された金属膜82に突出部82Tが形成されている。また、配線パターン80Bでは、平滑面83S, 84Sの直下に形成された金属膜82の側面が、金属膜83及び金属層84の側面である平滑面83S, 84Sと略面一に形成されている。配線パターン80Cでは、金属層84及び金属膜83の表面全面が平滑面84S, 83Sに形成されている。なお、粗化面83R, 84Rは、平滑面83S, 84Sよりも表面粗度が大きく、配線構造11の配線層22, 23, 42の表面粗度よりも小さくなっている。
30

【0043】

絶縁層63の上面には、配線層80(配線パターン80A～80C)を被覆するように絶縁層65が形成されている。絶縁層65には、所要の箇所に、当該絶縁層65を厚さ方向に貫通して配線層80の上面の一部を露出する貫通孔65Xが形成されている。
40

【0044】

ここで、貫通孔61X, 63X, 65Xは、図2において下側(絶縁層31側)から上側に向かうに連れて径が大きくなるテーパ状に形成されている。例えば、貫通孔61X, 63X, 65Xは、上側の開口端の開口径が下側の開口端の開口径よりも大きい逆円錐台形状に形成されている。貫通孔61X, 63X, 65Xの上側の開口端の開口径は、例えば、10～20μm程度とすることができる。

【0045】

配線層90は、絶縁層65の上面に積層されている。配線層90は、配線層80と電気

10

20

30

40

50

的に接続されている。この配線層 90 は、貫通孔 65X 内に充填されたピア配線と、絶縁層 65 の上面から突出するパッド P1 とを有している。

【0046】

配線層 90 は、貫通孔 65X の内面及び貫通孔 65X 周辺の絶縁層 65 の上面を連続的に被覆する金属膜 92 と、その金属膜 92 の上面を被覆する金属膜 93 とが順に積層されたシード層 91 と、そのシード層 91 (金属膜 93) の上面を被覆する金属層 94 とを有している。金属膜 92, 93 及び金属層 94 の材料としては、例えば、金属膜 52, 53 及び金属層 54 とそれ同様の材料を用いることができる。

【0047】

パッド P1 の平面形状は、任意の形状及び任意の大きさとすることができる。例えば、パッド P1 の平面形状は、直径が 20 ~ 30 μm 程度の円形状とすることができる。パッド P1 のピッチは、例えば、40 ~ 60 μm 程度とすることができる。このパッド P1 は、半導体チップ等の電子部品と電気的に接続するための電子部品搭載用のパッドとして機能する。

【0048】

なお、必要に応じて、パッド P1 の表面 (上面及び側面、又は上面のみ) に表面処理層を形成するようにしてもよい。表面処理層の例としては、金 (Au) 層、ニッケル (Ni) 層 / Au 層 (Ni 層と Au 層をこの順番で積層した金属層)、Ni 層 / パラジウム (Pd) 層 / Au 層 (Ni 層と Pd 層と Au 層をこの順番で積層した金属層) などを挙げることができる。これら Ni 層、Au 層、Pd 層としては、例えば、無電解めっき法により形成された金属層 (無電解めっき金属層) を用いることができる。また、Ni 層は Ni 又は Ni 合金からなる金属層、Au 層は Au 又は Au 合金からなる金属層、Pd 層は Pd 又は Pd 合金からなる金属層である。また、パッド P1 の表面 (上面及び側面、又は上面のみ) に、OSP (Organic Solderability Preservative) 処理などの酸化防止処理を施して表面処理層を形成するようにしてもよい。

【0049】

図 1 に示すように、ソルダレジスト層 13 は、配線基板 10 の最外層 (ここでは、最下層) の最外絶縁層である。ソルダレジスト層 13 は、配線構造 11 の下面 (具体的には、配線構造 11 の最下層に形成された絶縁層 41 の下面 41B) に、最下層の配線層 42 を被覆するように形成されている。

【0050】

ソルダレジスト層 13 には、最下層の配線層 42 の一部を外部接続用パッド P2 として露出させるための開口部 13X が形成されている。この外部接続用パッド P2 には、配線基板 10 をマザーボード等の実装基板に実装する際に使用されるはんだボールやリードピン等の外部接続端子が接続されるようになっている。なお、必要に応じて、開口部 13X から露出する配線層 42 上に表面処理層を形成するようにしてもよい。表面処理層の例としては、Au 層、Ni / Au 層や、Ni 層 / Pd 層 / Au 層などを挙げることができる。また、外部接続用パッド P2 の下面に、OSP 处理などの酸化防止処理を施して表面処理層を形成するようにしてもよい。なお、開口部 13X から露出する配線層 42 (あるいは、配線層 42 上に表面処理層が形成されている場合には、その表面処理層) 自体を、外部接続端子としてもよい。

【0051】

外部接続用パッド P2 及び開口部 13X の平面形状は、任意の形状及び任意の大きさとすることができる。例えば、外部接続用パッド P2 及び開口部 13X の平面形状は、直径が 200 ~ 300 μm 程度の円形状とすることができる。なお、ソルダレジスト層 13 の材料としては、例えば、フェノール系樹脂やポリイミド系樹脂などを主成分とする感光性の絶縁性樹脂を用いることができる。また、ソルダレジスト層 13 の材料としては、例えば、シリコーン系樹脂やエポキシ系樹脂、シクロオレフィン系樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂等を主成分とする感光性の絶縁性樹脂を用いることもできる。ソルダレジスト層 13 は、例えば、シリカやアルミナ等のフィラーを含有していてもよい。

10

20

30

40

50

【0052】

ソルダレジスト層13の厚さ、つまり絶縁層41の下面41Bからソルダレジスト層13の下面までの厚さは、配線構造12の厚さと等しい、又は、配線構造12の厚さよりも厚く設定されている。このようにソルダレジスト層13の厚さを設定することにより、配線基板10の反り量を低減することができる。なお、ソルダレジスト層13の厚さは、例えば、20～40μm程度とすることができます。

【0053】

次に、図3に従って、半導体装置100の構造について説明する。

半導体装置100は、配線基板10と、一つ又は複数の半導体チップ101と、アンダーフィル樹脂105と、外部接続端子106とを有している。

10

【0054】

半導体チップ101は、配線基板10にフリップチップ実装されている。すなわち、半導体チップ101の回路形成面（ここでは、下面）に配設されたバンプ102を、配線基板10のパッドP1に接合することにより、半導体チップ101は、バンプ102を介して配線層90と電気的に接続されている。

【0055】

半導体チップ101としては、例えば、CPU(Central Processing Unit)チップやGPU(Graphics Processing Unit)チップなどのロジックチップを用いることができる。また、半導体チップ101としては、例えば、DRAM(Dynamic Random Access Memory)チップ、SRAM(Static Random Access Memory)チップやフラッシュメモリチップなどのメモリチップを用いることもできる。なお、配線基板10に複数の半導体チップ101を搭載する場合には、ロジックチップとメモリチップとを組み合わせて配線基板10に搭載するようにしてもよい。

20

【0056】

半導体チップ101の大きさは、例えば、平面視で3mm×3mm～12mm×12mm程度とすることができます。また、半導体チップ101の厚さは、例えば、50～100μm程度とすることができます。

【0057】

バンプ102としては、例えば、金バンプやはんだバンプを用いることができる。はんだバンプの材料としては、例えば、鉛(Pb)を含む合金、錫(Sn)とAuの合金、SnとCuの合金、Snと銀(Ag)の合金、SnとAgとCuの合金等を用いることができる。

30

【0058】

アンダーフィル樹脂105は、配線基板10と半導体チップ101との隙間を充填するように設けられている。アンダーフィル樹脂105の材料としては、例えば、エポキシ系樹脂などの絶縁性樹脂を用いることができる。

【0059】

外部接続端子106は、配線基板10の外部接続用パッドP2上に形成されている。この外部接続端子106は、例えば、図示しないマザーボード等の実装基板に設けられたパッドと電気的に接続される接続端子である。外部接続端子106としては、例えば、はんだボールやリードピンを用いることができる。なお、本例では、外部接続端子106として、はんだボールを用いている。

40

【0060】

本実施形態において、配線構造11は第1配線構造の一例、配線構造12は第2配線構造の一例、配線層22は第1配線層の一例、絶縁層31は第1絶縁層の一例、貫通孔31Xは第1貫通孔の一例である。また、配線層50は第2配線層の一例、配線パターン50Cは第1配線パターンの一例、配線パターン50Aは第2配線パターンの一例、配線パターン50Bは第3配線パターンの一例、絶縁層61は第2絶縁層の一例である。

【0061】

次に、配線基板10の製造方法について説明する。なお、以下の説明では、配線基板1

50

0となる複数の部分を一括して製作した後に、個片化して多数の配線基板10を製造する、いわゆる多数個取りの製造方法について説明する。

【0062】

まず、図4(a)に示す工程では、例えばコア基板20となる銅張積層板(Copper Clad Laminate: CCL)に貫通孔20Xを形成し、電解めっきやペースト充填等の方法により貫通孔20X内に貫通電極21を形成する。その後、サブトラクティブ法により、コア基板20の上面20Aに配線層22を形成するとともに、コア基板20の下面20Bに配線層23を形成する。このとき、コア基板20としては、配線基板10が多数個取れる大判の基板が使用される。詳述すると、コア基板20は、配線基板10に対応する構造体が形成される領域A1を複数個有している。このコア基板20は、領域A1に配線基板10に対応する構造体が形成された後、切断線A2に沿ってスライサー等によって切断される。これにより、配線基板10に対応する構造体が個片化され、複数の配線基板10が製造されることになる。10

【0063】

次に、配線層22, 23に対して粗化処理を施す。この粗化処理により配線層22, 23の表面を粗化することによって、後工程で形成される絶縁層31, 41と配線層22, 23との密着性を高めることができる。なお、粗化処理としては、例えば、黒化処理、エッチング処理、めっき、プラスト等によって行うことができる。

【0064】

続いて、図4(b)に示す工程では、コア基板20の上面20A及び配線層22を被覆する絶縁層31を形成するとともに、コア基板20の下面20B及び配線層23を被覆する絶縁層41を形成する。絶縁層31, 41として樹脂フィルムを用いる場合には、例えば、コア基板20の上面20A及び下面20Bに樹脂フィルムをラミネートする。そして、樹脂フィルムを押圧しながら硬化温度以上の温度(例えば、130~200程度)で熱処理して硬化させることにより、絶縁層31, 41を形成することができる。このとき、樹脂フィルムを真空雰囲気中でラミネートすることにより、ボイドの巻き込みを防止することができる。なお、樹脂フィルムとしては、例えば、エポキシ系樹脂を主成分とする熱硬化性樹脂のフィルムを用いることができる。また、絶縁層31, 41として液状又はペースト状の絶縁性樹脂を用いる場合には、コア基板20の上面20A及び下面20Bに液状又はペースト状の絶縁性樹脂をスピンドルコート法などにより塗布する。そして、塗布した絶縁性樹脂を硬化温度以上の温度で熱処理して硬化させることにより、絶縁層31, 41を形成することができる。なお、液状又はペースト状の絶縁性樹脂としては、例えば、エポキシ系樹脂を主成分とする熱硬化性樹脂を用いることができる。2030

【0065】

次いで、図4(c)に示す工程では、配線層22の上面の一部が露出されるように絶縁層31の所定箇所に貫通孔31Xを形成するとともに、配線層23の下面の一部が露出されるように絶縁層41の所定箇所に貫通孔41Xを形成する。これら貫通孔31X, 41Xは、例えば、CO₂レーザやUV-YAGレーザ等によるレーザ加工法によって形成することができる。次いで、貫通孔31X, 41Xをレーザ加工法によって形成した場合には、デスマニア処理を行って、貫通孔31X, 41Xの底部に露出する配線層22, 23の露出面に付着した樹脂スミアを除去する。このデスマニア処理により、貫通孔31Xの内側面及び絶縁層31の上面31Aが粗化されるとともに、貫通孔41Xの内側面及び絶縁層41の下面41Bが粗化される。40

【0066】

次に、図5(a)に示す工程では、絶縁層41の貫通孔41Xに充填されたビア配線と、そのビア配線を介して配線層23と電気的に接続され、絶縁層41の下面41Bに積層された配線パターンとを有する配線層42を形成する。配線層42は、例えば、セミアディティブ法やサブトラクティブ法などの各種の配線形成方法を用いて形成することができる。また、配線層42は、例えば、後述する導電層110と同様の方法を用いてパターンングしてもよい。50

【0067】

また、図5(a)に示す工程では、貫通孔31Xの内面を含む絶縁層31の表面全面及び貫通孔31Xから露出する配線層22の上面全面を被覆するシード層(図示略)を形成し、そのシード層を給電層とする電解めっきを施す。例えば、シード層を無電解銅めっき法により形成し、そのシード層を給電層とする電解銅めっき法を施す。これにより、貫通孔31Xを充填するとともに、絶縁層31の上面31A全面を被覆する導電層110が形成される。

【0068】

続いて、例えばCMP法(Chemical Mechanical Polishing)等により、絶縁層31の上面31Aから突出する導電層110を研磨するとともに、粗化面である絶縁層31の上面31Aの一部を研磨する。これにより、図5(b)に示すように、貫通孔31X内に充填されたビア配線32が形成され、そのビア配線32の上端面32Aが絶縁層31の上面31Aと略面一になるように形成される。また、絶縁層31の上面31Aの一部を研磨することにより、絶縁層31の上面31Aが平滑化される。例えば、研磨前における絶縁層31の上面31Aの粗度が表面粗さRa値で300~400nm程度であるのに対し、研磨により絶縁層31の上面31Aの粗度を表面粗さRa値で15~40nm程度とすることができる。換言すると、本工程では、絶縁層31の上面31Aが平滑化される(例えば、表面粗さRa値で15~40nm程度となる)ように、絶縁層31の上面31Aが研磨される。なお、貫通孔31Xの内側面及び絶縁層41の下面41Bは粗面化された状態のままであるため、絶縁層31の上面31Aは貫通孔31Xの内側面及び絶縁層41の下面41Bよりも表面粗度が小さくなる。また、絶縁層31の上面31Aは、例えば、配線層22とコア基板20の上面20Aとの段差に起因する凹凸(うねり)がなく、平坦な面である。本工程の研磨により、絶縁層31の上面31A及びビア配線32の上端面32Aは研磨面となる。

【0069】

以上の製造工程により、各領域A1に配線構造11に対応する構造体が製造される。

次に、図6(a)に示す工程では、絶縁層31の上面31A全面及びビア配線32の上端面32A全面を被覆するようにシード層51を形成する。このシード層51は、例えば、スパッタ法により形成することができる。例えば、本工程では、絶縁層31の上面31Aが平滑面であるため、その上面31Aに対してスパッタ法によりシード層51を均一に形成することができ、シード層51の上面を平滑に形成することができる。このため、粗化面に対してスパッタ法によりシード層51を形成する場合に比べて、シード層51を薄く形成することができる。また、絶縁層31の上面31Aが平坦な面であるため、その上面31A上に微細な(高配線密度な)配線層を容易に形成することができる。

【0070】

具体的には、図6(b)に示すように、まず、絶縁層31の上面31A及びビア配線32の上端面32Aを被覆するように、それら上面31A及び上端面32A上にチタンをスパッタリングにより堆積させて金属膜52を形成する。その後、金属膜52上に銅をスパッタリングにより堆積させて金属膜53を形成する。これにより、2層構造(金属膜52/金属膜53)のシード層51を形成することができる。

【0071】

なお、シード層51を形成する前に、絶縁層31の上面31Aに、O₂プラズマアッシング等のプラズマ処理を施すようにしてもよい。プラズマ処理を施すことにより、絶縁層31の上面31Aを粗化できる。絶縁層31の上面31Aを粗化することにより、シード層51と絶縁層31との密着性を高めることができる。但し、絶縁層31の上面31Aの粗度を小さくして平滑度を向上することにより上面31A上に微細配線の形成が可能となるため、プラズマ処理では、後工程での微細配線の形成に支障のない程度に絶縁層31の上面31Aを粗化する。

【0072】

次いで、図7(a)に示す工程では、シード層51上に、所定の箇所に開口パターン1

10

20

30

40

50

11Xを有するレジスト層111を形成する。開口パターン111Xは、配線層50(図1参照)の形成領域に対応する部分のシード層51を露出するように形成される。レジスト層111の材料としては、例えば、次工程のめっき処理に対して耐めっき性がある材料を用いることができる。例えば、レジスト層111の材料としては、感光性のドライフィルムレジスト又は液状のフォトレジスト(例えば、ノボラック系樹脂やアクリル系樹脂等のドライフィルムレジストや液状レジスト)等を用いることができる。例えば、感光性のドライフィルムレジストを用いる場合には、シード層51の上面にドライフィルムを熱圧着によりラミネートし、そのドライフィルムをフォトリソグラフィ法によりパターニングして開口パターン111Xを有するレジスト層111を形成する。なお、液状のフォトレジストを用いる場合にも、同様の工程を経て、レジスト層111を形成することができる。
10
。本工程において、シード層51の上面が平滑面になっているため、そのシード層51上に形成されるレジスト層111にパターニング欠陥が生じることを抑制することができる。
すなわち、レジスト層111に開口パターン111Xを高精度に形成することができる。
。

【0073】

続いて、レジスト層111をめっきマスクとして、シード層51の上面に、そのシード層51をめっき給電層に利用する電解めっき法を施す。具体的には、レジスト層111の開口パターン111Xから露出されたシード層51の上面に電解めっき法(ここでは、電解銅めっき法)を施すことにより、そのシード層51の上面に金属層54(電解めっき金属層)を形成する。これにより、図7(b)に示すように、レジスト層111の開口パターン111Xの直下の絶縁層31の上面31A上には、金属膜52と金属膜53とからなる2層構造のシード層51と、金属層54とが順に積層される。
20

【0074】

続いて、レジスト層111を例えばアルカリ性の剥離液により除去する。次いで、金属層54をエッティングマスクとして、不要な金属膜53をエッティングにより除去する。このエッティング処理におけるエッティング液としては、例えば、過硫酸アンモニウム水溶液や、過酸化水素水と硫酸との混合液を用いることができる。その後、金属層54及びエッティング後の金属膜53(ここでは、Cu膜)をエッティングマスクとして、不要な金属膜52(ここでは、Ti膜)をエッティングにより除去する。この工程におけるエッティング処理としては、例えば、CF₄にO₂やN₂などが添加された混合ガスを使用するドライエッティングや、過酸化水素水とリン酸との混合液等をエッティング液として使用するウェットエッティングが挙げられる。これらの除去処理により、図8(a)に示すように、ビア配線32の上端面32A及び絶縁層31の上面31A上に配線層50が形成される。このように、配線層50は、セミアディティブ法によって形成される。このとき、配線層50は、ビア配線32の上端面32A上及び絶縁層31の上面31A上に積層された金属膜52と、金属膜52上に積層された金属膜53とからなるシード層51と、そのシード層51上に形成された金属層54とから構成されている。本例の配線層50には、ベタパターンを有する配線パターン50Aと、ランドを有する配線パターン50Bと、配線パターン50Cとが含まれる。なお、このときの配線層50(配線パターン50A～50C)では、金属膜52の側面と、金属膜53の側面と、金属層54の側面とが略面一に形成されている。
30

【0075】

次いで、図8(b)に示す工程では、絶縁層31の上面31A上に、所定の箇所に開口パターン112Xを有するレジスト層112を形成する。開口パターン112Xは、配線層50のうち当該配線層50の上面の面積が大きい箇所を露出するように形成される。例えば、図9(a)及び図9(b)に示すように、開口パターン112Xは、ベタパターンである配線パターン50Aの表面全面を露出するとともに、配線パターン50Bが有するランドを露出するように形成される。その一方で、レジスト層112は、配線パターン50Bのランド以外の微細なパターンを被覆するとともに、配線パターン50Cの表面全面を被覆するように形成される。なお、図9(b)に示すように、レジスト層112は、配線パターン50Cの端部に形成されたランドの外周縁を被覆するように形成される。この
40
50

ため、配線パターン 50C の端部に形成されたランドの側面全面はレジスト層 112 により被覆される。なお、配線パターン 50C の端部に形成されたランドの表面全面をレジスト層 112 により被覆するようにしてもよい。

【0076】

レジスト層 112 の材料としては、感光性のドライフィルムレジスト又は液状のフォトレジスト（例えば、ノボラック系樹脂やアクリル系樹脂等のドライフィルムレジストや液状レジスト）等を用いることができる。レジスト層 112 は、例えば、レジスト層 111 と同様の方法により形成することができる。

【0077】

次に、図 10 (a) に示す工程では、レジスト層 112 をマスクとして、配線層 50 (配線パターン 50A, 50B) のうち Cu 層（金属層 54 及び金属膜 53 ）に対して選択的に粗化処理を施す（粗化工程）。この粗化処理により、レジスト層 112 の開口パターン 112X から露出された金属層 54 の上面及び側面に微細な凹凸が形成され、その金属層 54 の上面及び側面が粗化面 54R に形成される。また、粗化処理により、開口パターン 112X から露出された金属膜 53 の側面に微細な凹凸が形成され、その金属膜 53 の側面が粗化面 53R に形成される。例えば、粗化前の（または、レジスト層 112 に被覆された）金属層 54 及び金属膜 53 の表面の粗度が表面粗さ Ra 値で 1 ~ 50 nm 程度であるのに対し、粗化処理により金属層 54 及び金属膜 53 の表面の粗度を表面粗さ Ra 値で 100 ~ 150 nm 程度とすることができる。換言すると、本工程では、開口パターン 112X から露出された金属層 54 及び金属膜 53 の表面の粗度が、表面粗さ Ra 値で 100 ~ 150 nm となるように粗化が行われる。但し、粗化面 53R, 54R の粗度は、配線層 22 の粗度より小さい。すなわち、本工程の粗化処理は、開口パターン 112X から露出された金属層 54 及び金属膜 53 の表面の粗度が、配線層 22 の粗度よりも小さく、且つレジスト層 112 によって被覆された金属層 54 の表面（つまり、平滑面 54S ）及び金属膜 53 の側面（つまり、平滑面 53S ）の粗度よりも大きくなるように行われる。

【0078】

本工程の粗化処理は、例えば、エッティング処理や黒化処理により行うことができる。この粗化処理をエッティング処理で行う場合には、例えば、金属膜 52（例えば、Ti 膜）の表面が粗化されないように、金属膜 52 に対して金属膜 53 及び金属層 54（例えば、Cu 層）が選択的にエッティングされるようにエッティング液等の条件が設定されている。このため、金属膜 52 は、粗化処理の影響を受けず、金属膜 52 の表面は粗面化されない。したがって、粗化処理により金属膜 53 及び金属層 54 の表面の一部がエッティング除去されて金属膜 53 及び金属層 54 の平面形状が小さくなると、金属膜 52 の外縁部が金属膜 53 及び金属層 54 から露出される。換言すると、本工程の粗化処理は、金属膜 52 の外縁部に金属膜 53 及び金属層 54 よりも外側に突出する突出部 52T が形成されるように、金属膜 53 及び金属層 54 に対して粗化が行われる。なお、本工程の粗化処理（エッティング処理）に用いられるエッティング液としては、例えば、塩化第二鉄水溶液、塩化第二銅水溶液、過硫酸アンモニウム水溶液、塩化アンモニウム銅水溶液などのエッティング液を用いることができる。

【0079】

続いて、図 10 (b) に示す工程では、図 10 (a) に示したレジスト層 112 を例えばアルカリ性の剥離液により除去する。

次いで、図 11 (a) 及び図 11 (b) に示す工程では、絶縁層 31 の上面 31A 上に、配線層 50 の上面の一部を露出する貫通孔 61X を有する絶縁層 61 を形成する。このとき、図 11 (b) に示すように、配線層 50 の表面の一部に粗化面 54R, 53R が形成されているため、配線層 50 の表面全面が平滑面である場合に比べて、絶縁層 61 と配線層 50 との密着性を向上させることができる。

【0080】

例えば、絶縁層 61 として樹脂フィルムを用いる場合には、絶縁層 31 の上面 31A に

10

20

30

40

50

樹脂フィルムを熱圧着によりラミネートし、その樹脂フィルムをフォトリソグラフィ法によりパターニングして絶縁層61を形成する。このとき、樹脂フィルムを真空雰囲気中でラミネートすることにより、ボイドの巻き込みを防止することができる。なお、樹脂フィルムとしては、例えば、フェノール系樹脂やポリイミド系樹脂等の感光性樹脂のフィルムを用いることができる。また、絶縁層61として液状又はペースト状の絶縁性樹脂を用いる場合には、例えば、絶縁層31の上面31Aに液状又はペースト状の絶縁性樹脂をスピンドルコート法などにより塗布し、その絶縁性樹脂をフォトリソグラフィ法によりパターニングして絶縁層61を形成する。なお、液状又はペースト状の絶縁性樹脂としては、例えば、フェノール系樹脂やポリイミド系樹脂等の感光性樹脂を用いることができる。

【0081】

10

なお、このような感光性樹脂からなる絶縁層61の上面の粗度は、例えば、表面粗さRa値で2~10nm程度とすることができます。すなわち、絶縁層61の上面は、貫通孔31Xの内側面よりも表面粗度が小さく、且つ絶縁層31の上面31A(研磨面)よりも表面粗度が小さい。

【0082】

続いて、図12(a)及び図12(b)に示す工程では、図6(a)~図8(b)に示した工程と同様に、例えばセミアディティブ法により、貫通孔61Xに充填されたビア配線と、そのビア配線を介して配線層50と電気的に接続され、絶縁層61の上面に積層された配線パターンとを有する配線層70を形成する。このとき、配線層70は、図12(b)に示すように、金属膜72と金属膜73とが順に積層された2層構造のシード層71と、そのシード層71上に形成された金属層74(電解銅めっき層)とから構成されている。なお、このときの配線層70(配線パターン70A~70C)では、金属膜72の側面と、金属膜73の側面と、金属層74の側面とが略面一に形成されている。

20

【0083】

次いで、図13に示す工程では、図9(a)~図10(b)に示した工程と同様に、配線層70(配線パターン70A, 70B)のうち所要箇所(表面積が大きい箇所)の金属膜73及び金属層74に対して選択的に粗化処理を施す。この粗化処理により、所要箇所の金属膜73及び金属層74の表面がそれぞれ粗化面73R, 74Rに形成される。本工程の粗化処理は、粗化面73R, 74Rの粗度が、配線層22の粗度よりも小さく、且つ、未粗化の金属膜73及び金属層74の表面(つまり、平滑面73S, 74S)の粗度よりも大きくなるよう行われる。また、本工程の粗化処理は、金属膜72の外縁部に金属膜73及び金属層74の側面(粗化面73R, 74R)よりも外側に突出する突出部72Tが形成されるよう、金属膜73及び金属層74に対して粗化が行われる。

30

【0084】

次に、図14に示す工程では、図11に示した工程と同様に、絶縁層61上に、配線層70の上面の一部を露出する貫通孔63Xを有する絶縁層63を形成する。続いて、図6(a)~図8(b)に示した工程と同様に、例えばセミアディティブ法により、貫通孔63Xに充填されたビア配線と、そのビア配線を介して配線層70と電気的に接続され、絶縁層63の上面に積層された配線パターンとを有する配線層80を形成する。このとき、配線層80は、金属膜82と金属膜83とが順に積層された2層構造のシード層81と、そのシード層81上に形成された金属層84(電解銅めっき層)とから構成されている。次いで、図9(a)~図10(b)に示した工程と同様に、配線層80(配線パターン80A, 80B)のうち所要箇所(表面積が大きい箇所)の金属膜83及び金属層84に対して選択的に粗化処理を施す。この粗化処理により、所要箇所の金属膜83及び金属層84の表面がそれぞれ粗化面83R, 84Rに形成される。本工程の粗化処理は、粗化面83R, 84Rの粗度が、配線層22の粗度よりも小さく、且つ、未粗化の金属膜83及び金属層84の表面(つまり、平滑面83S, 84S)の粗度よりも大きくなるよう行われる。また、本工程の粗化処理は、金属膜82の外縁部に、金属膜83及び金属層84よりも外側に突出する突出部82Tが形成されるよう、金属膜83及び金属層84に対して粗化が行われる。

40

50

【0085】

次に、図11に示した工程と同様に、絶縁層63上に、配線層80の上面の一部を露出する貫通孔65Xを有する絶縁層65を形成する。続いて、図6(a)～図8(b)に示した工程と同様に、例えばセミアディティブ法により、貫通孔65Xに充填されたピア配線と、そのピア配線を介して配線層80と電気的に接続され、絶縁層65の上面に積層されたパッドP1とを有する配線層90を形成する。このとき、配線層90は、金属膜92と金属膜93とが順に積層された2層構造のシード層91と、そのシード層91上に形成された金属層94(電解銅めっき層)とから構成されている。なお、必要に応じて、配線層90のパッドP1の表面に表面処理層を形成するようにしてもよい。

【0086】

以上の製造工程により、配線構造11の最上層に形成された絶縁層31の上面31A上に配線構造12を積層することができる。

次に、図15に示す工程では、配線構造11の最下層の配線層42の所要箇所に画定される外部接続用パッドP2を露出させるための開口部13Xを有するソルダレジスト層13を、絶縁層41の下面41Bに積層する。このとき、ソルダレジスト層13の厚さ(絶縁層41の下面41Bからソルダレジスト層13の下面までの厚さ)は、配線構造12の厚さ(絶縁層31の上面31Aから絶縁層65の上面までの厚さ)と等しい、又は配線構造12の厚さよりも厚く設定されている。ソルダレジスト層13は、感光性のフェノール系樹脂やポリイミド系樹脂からなる。このソルダレジスト層13は、例えば、感光性のソルダレジストフィルムをラミネートし、又は液状のソルダレジストを塗布し、当該レジストを所要の形状にパターニングすることにより形成することができる。これにより、ソルダレジスト層13の開口部13Xから配線層42の一部が外部接続用パッドP2として露出される。

【0087】

なお、必要に応じて、外部接続用パッドP2上に表面処理層を形成するようにしてもよい。また、ソルダレジスト層13は、最下層の配線層42を形成した後であればいつ形成してもよい。例えば、図5(a)に示した工程の後にソルダレジスト層13を形成するようにしてもよい。

【0088】

以上の製造工程により、各領域A1に配線基板10に対応する構造体が製造される。

次に、図15に示した構造体を、スライサー等を用いて切断線A2に沿って切断することにより、個片化された複数の配線基板10を得る。

【0089】

次に、半導体装置100の製造方法について説明する。

図16に示す工程では、外部接続用パッドP2上に外部接続端子106を形成する。例えば、外部接続用パッドP2上に、適宜フラックスを塗布した後、外部接続端子106(ここでは、はんだボール)を搭載し、240～260程度の温度でリフローして固定する。その後、表面を洗浄してフラックスを除去する。

【0090】

また、図16に示す工程では、配線基板10に半導体チップ101を実装する。具体的には、配線基板10のパッドP1上に、半導体チップ101のバンプ102をフリップチップ接合する。続いて、フリップチップ接合された半導体チップ101と配線基板10との間に、アンダーフィル樹脂105(図3参照)を充填し、そのアンダーフィル樹脂105を硬化する。以上の製造工程により、図3に示した半導体装置100を製造することができる。

【0091】

以上説明した本実施形態によれば、以下の作用効果を奏することができる。

(1)高密度配線構造である配線構造12内の配線層50,70,80の表面の一部を粗化面に形成した。これにより、配線層50,70,80の表面全面が平滑面である場合に比べて、配線層50,70,80と絶縁層61,63,65との密着性を向上させるこ

10

20

30

40

50

とができる。その一方で、粗化面を含む配線層 50, 70, 80 の表面の粗度を、低密度配線構造である配線構造 11 内の配線層 22, 23, 42 の表面の粗度よりも小さく設定した。これにより、粗化処理に起因して配線層 50, 70, 80 の抵抗が上昇することを好適に抑制できる。さらに、粗化処理を行った場合であっても、配線層 50, 70, 80 の平面形状を所望の形状に維持することができる。

【0092】

(2) 配線層 50, 70, 80 のうち、ベタパターンやランド等の表面積が大きい領域の配線層 50, 70, 80 (金属膜 53, 73, 83 及び金属層 54, 74, 84) の表面を粗化面に形成した。換言すると、配線層 50, 70, 80 のうち、表面積の小さい微細配線部分に対しては粗化処理を施さないようにした。これにより、配線層 50, 70, 80 と絶縁層 61, 63, 65 との密着性を向上させつつも、配線層 50, 70, 80 の微細配線部分の抵抗値が上昇するという問題の発生を好適に抑制できる。10

【0093】

(3) 絶縁層 31 の上面 31A を、その絶縁層 31 の貫通孔 31X の内側面及び絶縁層 41 の下面 41B よりも平滑な面とした。このため、例えばスパッタ法により、絶縁層 31 の上面 31A に金属膜 52 (シード層 51) を均一に形成することができる。したがって、粗化面にシード層 51 を形成する場合に比べて、シード層 51 を薄く形成することができる。さらに、絶縁層 31 の上面 31A は凹凸の少ない平滑面であるため、絶縁層 31 の上面 31A が凹凸の大きい粗化面である場合に比べて、シード層 51 をエッチング除去する際の残渣の発生を抑制することができる。これらにより、絶縁層 31 の上面 31A に積層される配線層 50 の微細化が進んだ場合であっても、その配線層 50 の微細化に容易に対応することができる。20

【0094】

(4) ソルダレジスト層 13 の厚さを、配線構造 12 内の全ての絶縁層を合わせた厚さと等しい、又は配線構造 12 の厚さよりも厚く形成するようにした。これにより、配線基板 10 を上下方向 (厚さ方向) に見たときの物性値の分布を、コア基板 20を中心にして上下対称に近づけることができる。したがって、コア基板 20 を中心とした上下の物性値のバランスが良好となり、熱収縮などに伴って配線基板 10 に反りやうねりが発生することを好適に抑制することができる。30

【0095】

(5) ところで、配線基板 10 に反りやうねりが発生した場合には、熱硬化性樹脂を主成分とする絶縁層 31 と、感光性樹脂を主成分とする絶縁層 61 との界面に応力が生じる。このとき、絶縁層 31 の上面 31A が平滑面である場合には、絶縁層 31 と絶縁層 61 との密着性が弱いため、応力に起因して絶縁層 61 が絶縁層 31 から剥離しやすくなるという問題がある。これに対し、本例では、配線基板 10 に反りやうねりが発生することを抑制できるため、絶縁層 61 が絶縁層 31 から剥離することを好適に抑制することができる。

【0096】

(6) コア基板 20 の上下両面に、補強材入りの絶縁性樹脂からなる絶縁層 31, 41 を形成するようにした。これにより、コア基板 20 を薄型化した場合であっても、絶縁層 31, 41 によって配線基板 10 の剛性を十分に確保することができる。このため、配線基板 10 全体を薄型化することができ、且つ、配線基板 10 に反りやうねりが発生することを好適に抑制することができる。40

【0097】

(第 2 実施形態)

以下、図 17 ~ 図 19 に従って第 2 実施形態について説明する。この実施形態では、配線構造 12 の製造方法が上記第 1 実施形態と異なっている。以下、第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。先の図 1 ~ 図 16 に示した部材と同一の部材にはそれぞれ同一の符号を付して示し、それら各要素についての詳細な説明は省略する。

【0098】

50

20

30

40

50

図17(a)に示す工程では、まず、図4～図8に示した工程と同様に、配線構造11に相当する構造体を形成し、その配線構造11の最上層に形成された絶縁層31の上面31A上及びビア配線32の上端面32A上に配線層50を形成する。続いて、絶縁層31の上面31A上に、所定の箇所に貫通孔60X(第2貫通孔)を有する絶縁層60(第3絶縁層)を形成する。貫通孔60Xは、配線層50のうち当該配線層50の上面の面積が大きい箇所を露出するように形成される。換言すると、絶縁層60は、配線層50のうちの微細配線部分を被覆するように形成されている。例えば、図17(a)に示すように、貫通孔60Xは、配線パターン50Aの表面全面を露出するとともに、配線パターン50Bの上面の一部を露出するように形成される。その一方で、絶縁層60は、配線パターン50Bの一部を被覆するとともに、配線パターン50Cの表面全面を被覆するように形成される。例えば、絶縁層60の材料としては、フェノール系樹脂やポリイミド系樹脂等を主成分とする感光性の絶縁性樹脂を用いることができる。この絶縁層60は、例えば、シリカやアルミナ等のフィラーを含有していてもよい。なお、貫通孔60Xを有する絶縁層60は、図11に示した絶縁層61と同様の方法により形成することができる。

【0099】

次に、図17(b)に示す工程では、図10(a)に示した工程と同様に、絶縁層60をマスクとして、配線パターン50A, 50BのCu層(金属膜53及び金属層54)に対して選択的に粗化処理を施す(粗化工程)。この粗化処理により、絶縁層60の貫通孔60Xから露出された金属膜53の側面が粗化面53Rに形成され、貫通孔60Xから露出された金属層54の表面が粗化面54Rに形成される。本工程の粗化処理は、粗化面53R, 54Rの粗度が、配線層22の粗度よりも小さく、且つ、絶縁層60によって被覆された金属膜53及び金属層54の表面(つまり、平滑面53S, 54S)の粗度よりも大きくなるよう行われる。

【0100】

続いて、図18(a)に示す工程では、図11に示した工程と同様に、絶縁層31の上面31A上に、配線層50及び絶縁層60を被覆する絶縁層61を形成する。この絶縁層61には、配線層50の上面の一部を露出する貫通孔61X(第3貫通孔)が形成される。貫通孔61Xは、貫通孔60Xの底部に露出され、配線パターン50Bのランドに形成された粗化面54Rを露出するように形成される。貫通孔61Xは、貫通孔60Xと平面視で重なる位置に形成され、且つ貫通孔60Xよりも平面形状が大きく形成される。すなわち、貫通孔61Xの開口径は、貫通孔60Xの開口径よりも大きく設定されている。このため、貫通孔61Xからは、貫通孔60X周辺に位置する絶縁層60の上面が露出される。そして、貫通孔60X, 61X内には、貫通孔61Xの内側面と、貫通孔61Xから露出された絶縁層60の上面と、貫通孔60Xの内側面とによって階段状の段差が形成される。ここで、貫通孔60X, 61Xは、図18(a)において下側(絶縁層31側)から上側に向かうに連れて径が大きくなるテーパ状に形成されている。例えば、貫通孔60X, 61Xは、下側の開口端の開口径が上側の開口端の開口径よりも小さくなる逆円錐台形状に形成されている。なお、絶縁層60の材料と絶縁層61の材料とは、異なる材料を用いてもよいし、同じ材料を用いてもよい。

【0101】

このように、本実施形態では、粗化処理においてマスクとして使用した絶縁層60を除去せずにそのまま残し、絶縁層31の上面31A上に、絶縁層60と絶縁層61とからなる2段構造の絶縁層を形成する。このとき、配線層50の表面の一部に粗化面54R, 53Rが形成され、その粗化面54R, 53Rが絶縁層61によって被覆されるため、配線層50の表面全面が平滑面である場合に比べて、絶縁層61と配線層50との密着性を向上させることができる。また、絶縁層31の上面31A上に直接積層された絶縁層60は、配線層50の粗化面54R, 53Rを被覆していないため、配線層50と絶縁層61との密着性に比べて、配線層50と絶縁層60との密着性は低い。但し、絶縁層60は、粗化面54R, 53Rを被覆する絶縁層61によって被覆されるため、配線層50に対して良好に密着させることができる。

【0102】

続いて、図18(b)に示す工程では、図6(a)~図8(b)に示した工程と同様に、例えばセミアディティブ法により、貫通孔60X, 61Xに充填されたビア配線と、そのビア配線を介して配線層50と電気的に接続され、絶縁層61の上面に積層された配線パターンとを有する配線層70を形成する。このとき、階段状の段差を有する貫通孔60X, 61Xに充填されたビア配線は、階段状の段差を有する。例えば、配線パターン70Bのビア配線は、貫通孔61Xの内側面と、貫通孔61Xから露出された絶縁層60の上面と、貫通孔60Xの内側面と、貫通孔60X, 61Xから露出された配線パターン50Bの上面(粗化面54R)とを連続的に被覆する金属膜72と、金属膜72の上面全面を被覆する金属膜73とを有する。さらに、配線パターン70Bのビア配線は、金属膜73よりも内側の貫通孔60X, 61Xを充填する金属層74を有する。
10

【0103】

次に、図19に示す工程では、図17に示した工程と同様に、絶縁層61の上面に貫通孔62Xを有する絶縁層62を形成し、その絶縁層62をマスクとして金属膜73及び金属層74に対して粗化処理を施す。なお、絶縁層62の材料としては、絶縁層60と同様の材料を用いることができる。また、絶縁層62は、絶縁層60と同様の方法により形成することができる。続いて、図18(a)に示した工程と同様に、絶縁層61の上面に、絶縁層62及び配線層70を被覆し、配線パターン70Bの上面の一部(粗化面74R)を露出する貫通孔63Xを有する絶縁層63を形成する。次いで、図18(b)に示した工程と同様に、貫通孔62X, 63Xに充填され、階段状の段差を有するビア配線と、そのビア配線を介して配線層70と電気的に接続され、絶縁層63の上面に積層された配線パターンとを有する配線層80を形成する。
20

【0104】

次に、図17に示した工程と同様に、絶縁層63の上面に貫通孔64Xを有する絶縁層64を形成し、その絶縁層64をマスクとして金属膜83及び金属層84に対して粗化処理を施す。なお、絶縁層64の材料としては、絶縁層60と同様の材料を用いることができる。また、絶縁層64は、絶縁層60と同様の方法により形成することができる。続いて、図18(a)に示した工程と同様に、絶縁層63の上面に、絶縁層64及び配線層80を被覆し、配線パターン80Bの上面の一部(粗化面84R)を露出する貫通孔65Xを有する絶縁層65を形成する。次いで、図18(b)に示した工程と同様に、貫通孔64X, 65Xに充填され、階段状の段差を有するビア配線と、そのビア配線を介して配線層80と電気的に接続され、絶縁層65の上面に積層された配線パターンとを有する配線層90を形成する。
30

【0105】

以上の製造工程により、絶縁層31の上面31A上に配線構造12を積層することができる。このとき、配線構造12では、配線層50と配線層70との間に、絶縁層60, 61からなる2段構造の層間絶縁層が形成され、配線層70と配線層80との間に、絶縁層62, 63からなる2段構造の層間絶縁層が形成されている。また、配線構造12では、配線層80と配線層90との間に、絶縁層64, 65からなる2段構造の層間絶縁層が形成されている。さらに、配線層50, 70, 80が有するビア配線はいずれも階段状の段差を有するように形成されている。
40

【0106】

以上説明した実施形態によれば、第1実施形態の(1)~(6)の効果に加えて以下の効果を奏すことができる。

(7)貫通孔60X, 61Xを充填して階段状の段差が形成されたビア配線を有する配線層70を形成するようにした。これにより、配線層70(ビア配線)と絶縁層60, 61との接触面積を増加させることができるために、配線層70(ビア配線)と絶縁層60, 61との密着性を向上させることができる。

【0107】

なお、上記第2実施形態は、これを適宜変更した以下の態様にて実施することもできる
50

。

・上記第2実施形態における2段構造の絶縁層60, 61では、貫通孔61Xを貫通孔60Xの平面形状よりも大きく形成することにより、貫通孔60X, 61X内に階段状の段差を形成するようにしたが、絶縁層60, 61による2段構造はこれに限定されない。

【0108】

例えば図20(a)に示すように、絶縁層61の貫通孔61Xを、貫通孔60Xの平面形状よりも小さく形成し、貫通孔60Xの内側面を被覆するように絶縁層61を形成するようにしてよい。この場合には、絶縁層61の一部が、貫通孔60X内に形成される。このため、貫通孔61Xの底部には、貫通孔60Xの底部に露出する粗化面54Rの一部が露出される。さらに、2段構造の絶縁層60, 61を形成した後には、図20(b)に示すように、貫通孔61Xに充填されたビア配線と、そのビア配線を介して配線層50と電気的に接続され、絶縁層61の上面に積層された配線パターンとを有する配線層70が形成される。このとき、配線パターン70Bのビア配線は、貫通孔61Xの内側面と、貫通孔61Xから露出された配線パターン50Bの上面(粗化面54R)とを連続的に被覆する金属膜72と、金属膜72の上面全面を被覆する金属膜73と、金属膜73よりも内側の貫通孔61Xを充填する金属層74とを有する。

【0109】

このような構造であっても、上記第1実施形態と同様の効果を奏すことができる。

(第3実施形態)

以下、図21～図23に従って第3実施形態について説明する。この実施形態では、配線構造12の製造方法が上記第1実施形態と異なっている。以下、第1実施形態との相違点を中心に説明する。先の図1～図20に示した部材と同一の部材にはそれぞれ同一の符号を付して示し、それら各要素についての詳細な説明は省略する。

【0110】

図21(a)に示す工程では、まず、図4～図8に示した工程と同様に、配線構造11に相当する構造体を形成し、その配線構造11の最上層に形成された絶縁層31の上面31A上及びビア配線32の上端面32A上に配線層50を形成する。

【0111】

次に、図21(b)に示す工程では、配線層50のうち金属膜53及び金属層54(例えば、Cu層)に対して選択的に粗化処理を施す(粗化工程)。この粗化処理により、金属膜53の側面全面が粗化面53Rに形成され、金属層54の上面全面及び側面全面が粗化面54Rに形成される。このとき、金属膜52に対して金属膜53及び金属層54が選択的に粗化されるため、粗化処理により金属膜53及び金属層54の表面の一部がエッチング除去されると、金属膜52の外縁部に突出部52Tが形成される。例えば、粗化前の金属膜53及び金属層54の表面の粗度が表面粗さRa値で1～50nm程度であるのに対し、粗化処理により金属膜53及び金属層54の表面(つまり、粗化面53R, 54R)の粗度を表面粗さRa値で100～150nm程度とすることができる。換言すると、本工程では、金属膜53及び金属層54の表面の粗度が、表面粗さRa値で100～150nmとなるように粗化が行われる。但し、粗化面53R, 54Rの粗度は、配線層22の表面の粗度より小さい。すなわち、本工程の粗化処理は、金属層54及び金属膜53の表面の粗度が、配線層22の表面の粗度よりも小さくなる範囲内で行われる。

【0112】

続いて、図22(a)に示す工程では、絶縁層31の上面31A上に、配線層50の上面の一部を露出する貫通孔61Xを有する絶縁層61を形成する。このとき、配線層50の金属膜53及び金属層54の表面全面に粗化面53R, 54Rが形成されているため、配線層50の表面全面が平滑面である場合に比べて、絶縁層61と配線層50との密着性を向上させることができる。

【0113】

次いで、図22(b)に示す工程では、図6(a)～図8(b)に示した工程と同様に、例えればセミアディティブ法により、貫通孔61Xに充填されたビア配線と、そのビア配

10

20

30

40

50

線を介して配線層 50 と電気的に接続され、絶縁層 61 の上面に積層された配線パターンとを有する配線層 70 (第3配線層) を形成する。その後、図 21 (b) に示した工程と同様に、配線層 70 のうち金属膜 73 及び金属層 74 (例えば、Cu 層) に対して選択的に粗化処理を施す。これにより、金属膜 73 の側面全面が粗化面 73R に形成され、金属層 74 の上面全面及び側面全面が粗化面 74R に形成され、金属膜 72 の外縁部に突出部 72T が形成される。

【0114】

図 23 に示す工程では、図 22 に示した工程を繰り返し実行することにより、絶縁層 61 上に、絶縁層 63 と、配線層 80 と、絶縁層 65 と、配線層 90 とを順に積層する。このとき、配線層 80 では、金属膜 83 の側面全面が粗化面 83R に形成され、金属層 84 の表面全面が粗化面 84R に形成され、金属膜 82 の外縁部に突出部 82T が形成されている。

【0115】

以上の製造工程により、絶縁層 31 の上面 31A 上に配線構造 12 を積層することができる。本例の配線構造 12 内の配線層 50, 70, 80 は、金属膜 53, 73, 83 の側面全面が粗化面 53R, 73R, 83R に形成され、金属層 54, 74, 84 の表面全面が粗化面 54R, 74R, 84R に形成され、金属膜 52, 72, 82 の外縁部に突出部 52T, 72T, 82T が形成された配線パターンのみを有している。ここで、金属膜 52, 72, 82 の材料としては、例えば、金属膜 53, 73, 83 及び金属層 54, 74, 84 を構成する金属 (例えば、Cu) よりもエレクトロマイグレーション耐性の高い金属を用いることが好ましい。このような金属膜 52, 72, 82 の材料としては、例えば、チタン (Ti) や Ti 合金を好適に用いることができる。

【0116】

ところで、配線構造 12 内において配線層 50, 70, 80 の微細化が進むと、隣り合う配線間でエレクトロマイグレーションが発生し易く、配線間でショート (短絡) を引き起こし、絶縁信頼性が損なわれるという問題がある。また、エレクトロマイグレーションに起因して配線の一部が破断 (断線) するという問題もある。このエレクトロマイグレーションは、配線層 50, 70, 80 (特に、Cu からなる金属膜 53, 73, 83) と絶縁層 31, 61, 63 との界面で生じる。そこで、本実施形態の配線層 50 では、エレクトロマイグレーション耐性の高い Ti からなる金属膜 52 の外縁部を Cu 層 (金属膜 53 及び金属層 54) よりも外側に突出させるように形成した。これにより、金属膜 53 と絶縁層 31 との間に金属膜 52 を介在させることができるために、金属膜 53 と絶縁層 31 との間でエレクトロマイグレーションが発生することを好適に抑制できる。さらに、金属膜 52 を構成するチタンは、銅よりも不動態になりやすいため、金属膜 53 (Cu) と絶縁層 31 との界面に比べて、金属膜 52 と絶縁層 31 との界面ではエレクトロマイグレーションの発生を抑制できる。なお、配線層 70, 80 についても配線層 50 と同様の構造を採用した。したがって、配線層 50, 70, 80 の微細化が進んだ場合であっても、エレクトロマイグレーションに起因した問題が発生することを好適に抑制できる。このことを示す評価結果例を図 24 に示している。

【0117】

図 24 (a) は、突出部 52T を有する金属膜 52 (Ti) と金属膜 53 (Cu) と金属層 54 (Cu) とを有する配線層 50 (実施例サンプル) に対して環境負荷試験として HAST 試験 (不飽和加圧蒸気試験) を実施した後、隣り合う配線層 50 間の絶縁抵抗を測定した評価結果を示している。これに対し、図 24 (b) は、突出部 52T を有さず、金属膜 52 (Ti) と金属膜 53 (Ti) と金属層 54 (Cu) との側面が面一に形成された配線層 50 (比較例サンプル) に対して HAST 試験を実施した後、隣り合う配線層 50 間の絶縁抵抗を測定した評価結果を示している。

【0118】

評価方法としては、実施例サンプル及び比較例サンプルについて、初期時と、HAST 試験を所定時間 (24 時間、48 時間、96 時間) 行った後に、隣り合う配線層 50 間の

10

20

30

40

50

絶縁抵抗を絶縁抵抗計により測定した。H A S T 試験の条件は、炉内の温度を 130 ℃、湿度を 85 %、印加電圧を 3.5 V とした。

【 0 1 1 9 】

図 24 の結果から明らかなように、実施例サンプル（図 24 (a) 参照）では、H A S T 試験を行った場合であっても、比較例サンプル（図 24 (b) 参照）に比べて、配線層 50 間の絶縁抵抗を高く維持することができる。この結果から、金属膜 52 の外縁部に突出部 52 T を設けることにより、配線層 50 にエレクトロマイグレーションが発生することを好適に抑制できることが分かる。

【 0 1 2 0 】

以上説明した実施形態によれば、第 1 実施形態の (1) 、(3) ~ (6) の効果に加えて以下効果を奏すことができる。 10

(8) 配線層 50 , 70 , 80 を、金属膜 52 , 72 , 82 の外縁部に突出部 52 T , 72 T , 82 T が形成された配線パターンのみから構成するようにした。これにより、配線層 50 , 70 , 80 にエレクトロマイグレーションが発生することを好適に抑制することができる。

【 0 1 2 1 】

なお、上記第 1 及び第 2 実施形態においても、第 3 実施形態の (8) の効果と同様の効果を奏すことができる。

（第 4 実施形態）

以下、図 25 ~ 図 28 に従って第 4 実施形態について説明する。この実施形態では、配線構造 12 の製造方法が上記第 1 実施形態と異なっている。以下、第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。先の図 1 ~ 図 24 に示した部材と同一の部材にはそれぞれ同一の符号を付して示し、それら各要素についての詳細な説明は省略する。 20

【 0 1 2 2 】

図 25 (a) に示す工程では、まず、図 4 ~ 図 8 に示した工程と同様に、配線構造 11 に相当する構造体を形成し、その配線構造 11 の最上層に形成された絶縁層 31 の上面 31 A 上及びビア配線 32 の上端面 32 A 上に配線層 50 を形成する。

【 0 1 2 3 】

次に、図 25 (b) に示す工程では、配線層 50 の表面（上面及び側面）全面と配線層 50 から露出する絶縁層 31 の上面 31 A 全面を被覆する保護膜 55 を形成する。このとき、配線層 50 の表面は、粗化処理が施されておらず、表面粗度の小さい平滑面になっている。このため、保護膜 55 は、表面粗度の小さい平滑面である配線層 50 の表面（上面及び側面）上に形成される。この保護膜 55 は、例えば、配線層 50 と絶縁層 31 との間でエレクトロマイグレーションが発生することを抑制する機能を有している。このような保護膜 55 の材料としては、例えば、金属膜 53 及び金属層 54 を構成する金属（例えば、Cu）よりもエレクトロマイグレーション耐性の高い材料を用いることが好ましい。例えば、保護膜 55 としては、SiN 膜、NiPめっき膜やアルミナ (Al₂O₃) 膜を用いることができる。保護膜 55 は、例えば、分子レベルでの均一な薄膜形成が可能な ALD (Atomic Layer Deposition) を用いて形成することができる。また、保護膜 55 は、例えば、CVD (chemical vapor deposition) を用いて形成することもできる。 30

【 0 1 2 4 】

続いて、図 26 (a) に示す工程では、図 8 (b) に示した工程と同様に、絶縁層 31 の上面 31 A 上に、所定の箇所に開口パターン 112 X を有するレジスト層 112 を形成する。開口パターン 112 X は、配線層 50 のうち当該配線層 50 の上面の面積が大きい配線層 50 の表面上に形成された保護膜 55 を露出するように形成される。例えば、ベタパターンである配線パターン 50 A の表面上に形成された保護膜 55 を露出するとともに、配線パターン 50 B が有するランドを被覆するように形成された保護膜 55 を露出するように形成される。その一方で、レジスト層 112 は、配線パターン 50 B のランド以外の微細なパターンの表面上に形成された保護膜 55 を被覆するとともに、配線パターン 50 C の表面上に形成された保護膜 55 を被覆するように形成される。また、レジスト層 1 40

12は、微細配線部分である配線パターン50B, 50Cの周辺に位置する絶縁層31の上面31Aを被覆するように形成される。

【0125】

次いで、図26(b)に示す工程では、レジスト層112をマスクとして、そのレジスト層112から露出された保護膜55を除去する。保護膜55は、例えば、ドライエッチングやウェットエッチングにより除去することができる。例えば、保護膜55をエッチング除去する場合には、金属膜52, 53及び金属層54に対して保護膜55が選択的にエッチングされるようにエッチング液等の条件が設定されている。このように、レジスト層112は、保護膜55が必要な部分(ここでは、微細配線部分)を被覆するようにパターンングされている。

10

【0126】

次に、図27(a)に示す工程では、図10(a)に示した工程と同様に、レジスト層112をマスクとして、配線層50(配線パターン50A, 50B)のうちCu層(金属層54及び金属膜53)に対して粗化処理を施す。この粗化処理により、レジスト層112から露出された配線層50の金属膜53の側面全面が粗化面53Rに形成され、金属層54の上面全面及び側面全面が粗化面54Rに形成される。また、粗化処理により金属膜53及び金属層54の表面の一部がエッチング除去されると、金属膜52の外縁部に突出部52Tが形成される。このとき、レジスト層112及び保護膜55に被覆された配線層50(配線パターン50Bの一部及び配線パターン50C)の表面は粗化されずに平滑面に維持される。例えば、配線パターン50Cの金属膜53の側面全面が平滑面53Sに維持され、配線パターン50Cの金属層54の表面全面が平滑面54Sに維持される。そして、このような平滑面である配線パターン50Cの表面上に保護膜55が形成された状態となる。この保護膜55は、微細配線部分である配線パターン50Bの一部と配線パターン50Cとの周辺に位置する絶縁層31の上面31Aを被覆するように形成されている。

20

【0127】

なお、本例では、レジスト層112を除去せずにそのままマスクとして利用したが、レジスト層112を除去した後に粗化処理を施すようにしてもよい。この場合には、保護膜55がマスクとして利用される。

【0128】

その後、レジスト層112を例えばアルカリ性の剥離液により除去する。

30

続いて、図27(b)に示す工程では、絶縁層31の上面31A上に、配線層50の上面の一部を露出する貫通孔61Xを有する絶縁層61を形成する。このとき、配線層50の表面の一部に粗化面54R, 53Rが形成されているため、配線層50の表面全面が平滑面である場合に比べて、絶縁層61と配線層50との密着性を向上させることができる。

【0129】

次に、図28に示す工程では、図6(a)～図8(b)に示した工程と同様に、例えばセミアディティブ法により、貫通孔61Xに充填されたビア配線と、そのビア配線を介して配線層50と電気的に接続され、絶縁層61の上面に積層された配線パターンとを有する配線層70を形成する。続いて、図25(b)～図27(b)に示した工程と同様に、微細配線部分である配線パターン70Bの一部と配線パターン70Cの表面(例えば、平滑面74S, 73S)上に保護膜75を形成し、保護膜75から露出された配線層70に対して粗化処理を施す。

40

【0130】

次に、絶縁層61の上面に、配線層70の上面の一部を露出する貫通孔63Xを有する絶縁層63を形成する。続いて、例えばセミアディティブ法により、貫通孔63Xに充填されたビア配線と、そのビア配線を介して配線層70と電気的に接続され、絶縁層63の上面に積層された配線パターンとを有する配線層80を形成する。次いで、微細配線部分である配線パターン80Bの一部と配線パターン80Cの表面(例えば、平滑面84S, 83S)上に保護膜85を形成し、保護膜85から露出された配線層80に対して粗化処理を施す。

50

理を施す。

【0131】

次に、絶縁層63の上面に、配線層80の上面の一部を露出する貫通孔65Xを有する絶縁層65を形成する。続いて、貫通孔65Xに充填されたビア配線と、そのビア配線を介して配線層80と電気的に接続され、絶縁層65の上面に積層されたパッドP1とを有する配線層90を形成する。

【0132】

以上の製造工程により、絶縁層31の上面31A上に配線構造12を積層することができる。

以上説明した実施形態によれば、第1実施形態の(1)～(6)の効果に加えて以下の効果を奏することができる。10

【0133】

(9)配線層50のうち表面積の小さい微細配線部分の配線パターン(例えば、配線パターン50C)の表面を平滑面に形成し、その平滑面上に保護膜55を形成するようにした。これにより、金属膜53と絶縁層31との間に保護膜55をそれぞれ介在させることができるために、金属膜53と絶縁層31との間でエレクトロマイグレーションが発生することを好適に抑制できる。なお、配線層70, 80についても配線層50と同様の構造を採用した。したがって、配線層50, 70, 80の微細化が進んだ場合であっても、エレクトロマイグレーションに起因した問題が発生することを好適に抑制できる。

【0134】

また、微細配線部分の配線パターン50C, 70C, 80Cの表面が粗化されずに平滑面に形成されている。その一方で、配線層50, 70, 80のうち、ベタパターン(電源プレーンやGNDプレーン等)やランド等の表面積が大きい領域の配線層50, 70, 80の表面が粗化面に形成されている。これらにより、配線層50, 70, 80と絶縁層61, 63, 65との密着性を向上させつつも、配線層50, 70, 80の微細配線部分の抵抗値が上昇するという問題の発生を好適に抑制できる。20

【0135】

(第1～第4実施形態の変形例)

なお、上記第1～第4実施形態は、これを適宜変更した以下の態様にて実施することもできる。30

【0136】

・図29に示すように、上記各実施形態における配線層50(金属層54)の上面(粗化面54R)を山なりに形成するようにしてもよい。すなわち、本例の配線層50の上面(粗化面54R)は、周縁部から中央部に向かうに連れて上方に盛り上がるよう湾曲して形成されている。なお、配線層70, 80についても同様に変更することができる。

【0137】

・上記第1実施形態では、平滑面53S, 54Sの直下に形成された金属膜52の側面を、金属膜53の側面(平滑面53S)と金属層54の側面(平滑面54S)と略面一になるように形成したが、これに限定されない。

【0138】

例えば図30に示すように、平滑面53S, 54Sの直下に形成された金属膜52の側面を、金属膜53及び金属層54の側面(平滑面53S, 54S)から内側に後退するように形成してもよい。このように金属膜53及び金属層54の側面よりも内側に凹む金属膜52は、例えば、金属膜53及び金属層54をエッティングマスクとして、金属膜52をエッティング除去する際の処理時間等を調整することにより形成することができる。例えば、過酸化水素水とリン酸との混合液等をエッティング液として使用するウェットエッティングによって不要な金属膜52を除去すると、金属膜53及び金属層54のマスク効果によるサイドエッティング及びアンダーカットにより、金属膜52の外縁部を金属膜53の側面から内側に後退するように形成することができる。この場合には、金属膜53の外縁部が下層の金属膜52から外側にはみ出した構造、いわゆるオーバーハング構造が形成される。40

さらに、オーバーハング構造の下に絶縁層 6 1 が入り込むように形成されるため、絶縁層 6 1 が配線層 5 0 から剥離されることを好適に抑制できる。なお、図 3 0 に示すように、配線層 7 0 , 8 0 についても同様に変更することができる。また、上記第 2 及び第 4 実施形態の配線基板 1 2 における配線層 5 0 , 7 0 , 8 0 についても同様に変更することができる。

【 0 1 3 9 】

・上記第 4 実施形態では、配線層 5 0 の表面のうち粗化処理の施されていない平滑面上に保護膜 5 5 を形成するようにしたが、保護膜 5 5 の形成位置は特に限定されない。

例えば図 3 1 (a) に示すように、配線層 5 0 が有する粗化面 5 4 R , 5 3 R を被覆するように保護膜 5 5 を形成してもよい。この場合の保護膜 5 5 の表面（上面及び側面）は、粗化面 5 4 R , 5 3 R の凹凸に倣って粗化面 5 5 R に形成されている。このため、粗化面 5 5 R の粗度は、例えば粗化面 5 4 R , 5 3 R の粗度と同様に、1 0 0 ~ 1 5 0 nm 程度となる。このような保護膜 5 5 を形成することにより、絶縁層 6 1 と配線層 5 0 との密着性を向上させることができる。以下に、粗化面 5 4 R , 5 3 R 上に保護膜 5 5 として Al₂O₃ 膜を形成した場合の製造方法について説明する。

【 0 1 4 0 】

まず、図 3 1 (a) に示す工程では、先の図 1 0 (a) に示した工程において配線層 5 0 の所要箇所に対して粗化処理を施して粗化面 5 4 R , 5 3 R を形成した後に、それら粗化面 5 4 R , 5 3 R を被覆する保護膜 5 5 を形成する。この保護膜 5 5 は、例えば、ALD を用いて形成することができる。その後、レジスト層 1 1 2 を例えばアルカリ性の剥離液により除去する。

【 0 1 4 1 】

続いて、図 3 1 (b) に示す工程では、絶縁層 3 1 の上面 3 1 A 上に、保護膜 5 5 を有する配線層 5 0 の上面の一部を露出する貫通孔 6 1 X を有する絶縁層 6 1 を形成する。ここでは、配線パターン 5 0 B のランドに形成された保護膜 5 5 の上面の一部が貫通孔 6 1 X から露出される。このとき、配線層 5 0 の表面の一部に粗化面 5 5 R が形成されているため、配線層 5 0 の表面全面が平滑面である場合に比べて、絶縁層 6 1 と配線層 5 0 との密着性を向上させることができる。

【 0 1 4 2 】

次いで、図 3 1 (c) に示す工程では、貫通孔 6 1 X から露出する保護膜 5 5 を除去し、貫通孔 6 1 X の底部に金属層 5 4 の上面（粗化面 5 4 R ）の一部を露出させる。この保護膜 5 5 の除去は、例えば、プラズマ処理により行うことができる。その後、例えば図 1 2 に示した工程と同様に、セミアディティブ法により、貫通孔 6 1 X に充填されたビア配線と、そのビア配線を介して配線層 5 0 と電気的に接続され、絶縁層 6 1 の上面に積層された配線パターンとを有する配線層 7 0 が形成される。なお、配線層 7 0 , 8 0 についても同様に、配線層 7 0 における粗化面 7 4 R , 7 3 R 上に保護膜 7 5 を形成し、配線層 8 0 における粗化面 8 4 R , 8 3 R 上に保護膜 8 5 を形成するようにしてもよい。

【 0 1 4 3 】

・あるいは、平滑面 5 3 S , 5 4 S 上及び粗化面 5 3 R , 5 4 R 上の双方に保護膜 5 5 を形成するようにしてもよい。同様に、平滑面 7 3 S , 7 4 S 上及び粗化面 7 3 R , 7 4 R 上に保護膜 7 5 を形成し、平滑面 8 3 S , 8 4 S 上及び粗化面 8 3 R , 8 4 R 上に保護膜 8 5 を形成するようにしてもよい。

【 0 1 4 4 】

・図 3 2 に示すように、配線基板 1 0 の最上層に形成された絶縁層 6 5 の上面に、ソルダレジスト層 1 4 を形成するようにしてもよい。すなわち、半導体チップ 1 0 1 が搭載されるチップ搭載面側の絶縁層 6 5 上にもソルダレジスト層 1 4 を形成するようにしてもよい。

【 0 1 4 5 】

図 3 3 に示すように、ソルダレジスト層 1 4 は、例えば、1 個又は複数（図 3 3 では、2 個）の半導体チップ 1 0 1 が搭載されたチップ搭載領域を囲むように枠状に形成されて

10

20

30

40

50

いる。

【0146】

・上記第1～第4実施形態の配線層50では、例えば、同一平面上に、配線パターン50Aと配線パターン50Bと配線パターン50Cとを形成するようにした。これに限らず、例えば、配線層50は、配線パターン50Cと配線パターン50Aのみを有するようにしてもよいし、配線パターン50Cと配線パターン50Bのみを有するようにしてもよい。すなわち、配線パターン50A及び配線パターン50Bのいずれか一方を省略するようにしてもよい。

【0147】

(第5実施形態)

10

以下、図34に従って第5実施形態について説明する。この実施形態の配線基板10Aは、配線構造11が配線構造11Aに置換された点が上記第1実施形態と異なっている。以下、第1実施形態との相違点を中心に説明する。先の図1～図32に示した部材と同一の部材にはそれぞれ同一の符号を付して示し、それら各要素についての詳細な説明は省略する。

【0148】

図34に示すように、配線基板10Aは、配線構造11A(第1配線構造)と、配線構造11Aの上側に積層された配線構造12と、配線構造11Aの下側に積層されたソルダーレジスト層13とを有している。

【0149】

20

配線構造11Aは、配線構造12よりも配線密度の低い配線層が形成された低密度配線層である。コア基板20の上面20A上には、配線層22を被覆する絶縁層33と、配線層34と、絶縁層35と、配線層36と、絶縁層31と、ビア配線32とが順に積層されている。コア基板20の下面20B上には、配線層23を被覆する絶縁層43と、配線層44と、絶縁層45と、配線層46と、絶縁層41と、配線層42とが順に積層されている。

【0150】

絶縁層33, 35, 31, 43, 45, 41の材料としては、例えば、エポキシ系樹脂やポリイミド系樹脂などの熱硬化性樹脂を主成分とする非感光性の絶縁性樹脂を用いることができる。これら絶縁層33, 35, 31, 43, 45, 41は、例えば、シリカやアルミナ等のフィラーを含有していてもよい。配線層34, 36, 44, 46, 42及びビア配線32の材料としては、例えば、銅や銅合金を用いることができる。また、絶縁層33, 35, 31, 43, 45, 41の厚さは、例えば、20～45μm程度とすることができます。配線層34, 36, 44, 46, 42の厚さは、例えば、15～35μm程度とすることができます。配線層34, 36, 44, 46, 42のラインアンドスペース(L/S)は、例えば、20μm/20μm程度とすることができます。配線層34, 36, 44, 46, 42の表面の粗度は、例えば、表面粗さRa値で200nm以上とすることができます。

30

【0151】

絶縁層33には、所要の箇所に、当該絶縁層33を厚さ方向に貫通して配線層22の上面の一部を露出する貫通孔33Xが形成されている。絶縁層35には、所要の箇所に、当該絶縁層35を厚さ方向に貫通して配線層34の上面の一部を露出する貫通孔35Xが形成されている。絶縁層31には、所要の箇所に、当該絶縁層31を厚さ方向に貫通して配線層36の上面の一部を露出する貫通孔31Xが形成されている。これら貫通孔33X, 35X, 31Xは、図34において下側(コア基板20側)から上側(配線構造12側)に向かうに連れて径が大きくなるテープ状に形成されている。配線層34は、貫通孔33Xに充填され、配線層22と電気的に接続されたビア配線を有している。配線層36(第1配線層)は、貫通孔35Xに充填され、配線層34と電気的に接続されたビア配線を有している。ビア配線32は、貫通孔31Xに充填され、配線層36と電気的に接続されている。

40

50

【0152】

そして、絶縁層31の上面31A上及びビア配線32の上端面32A上には、配線構造12が積層されている。このとき、上記第1実施形態と同様に、上面31A及び上端面32Aは研磨面である。

【0153】

一方、絶縁層43には、所要の箇所に、当該絶縁層43を厚さ方向に貫通して配線層23の下面の一部を露出する貫通孔43Xが形成されている。絶縁層45には、所要の箇所に、当該絶縁層45を厚さ方向に貫通して配線層44の下面の一部を露出する貫通孔45Xが形成されている。絶縁層41には、所要の箇所に、当該絶縁層41を厚さ方向に貫通して配線層46の下面の一部を露出する貫通孔41Xが形成されている。これら貫通孔43X, 45X, 41Xは、図34において上側（コア基板20側）から下側（ソルダレジスト層13側）に向かうに連れて径が大きくなるテーパ状に形成されている。配線層44は、貫通孔43Xに充填され、配線層23と電気的に接続されたビア配線を有している。配線層46は、貫通孔45Xに充填され、配線層44と電気的に接続されたビア配線を有している。配線層42は、貫通孔41Xに充填され、配線層46と電気的に接続されたビア配線を有している。

【0154】

このようにコア基板20の上下両面に絶縁層と配線層とが複数層積層された場合であっても、上記第1実施形態の（1）～（5）の効果と同様の効果を奏すことができる。

（第6実施形態）

以下、図35に従って第6実施形態を説明する。この実施形態の配線基板10Bは、配線構造11が配線構造11Bに置換され、配線構造12が配線構造12Bに置換された点が上記第1実施形態と異なっている。以下、第1実施形態との相違点を中心に説明する。なお、先の図1～図34に示した部材と同一の部材にはそれぞれ同一の符号を付して示し、それら各要素についての詳細な説明は省略する。

【0155】

図35に示すように、配線基板10Bは、配線構造11B（第1配線構造）と、配線構造11Bの上側に積層された配線構造12B（第2配線構造）と、配線構造11Bの下側に積層されたソルダレジスト層13とを有している。

【0156】

配線構造11Bは、絶縁層と配線層とが多層に積層された積層構造を有しない配線構造であり、配線構造12Bよりも配線密度の低い配線層が形成された低密度配線層である。この配線構造11Bでは、コア基板20の上面20Aに絶縁層37のみが積層され、コア基板20の下面20Bに絶縁層47及び配線層48が積層されている。絶縁層37, 47の材料としては、例えば、エポキシ系樹脂やポリイミド系樹脂などの熱硬化性樹脂を主成分とする非感光性の絶縁性樹脂を用いることができる。これら絶縁層37, 47は、例えば、シリカやアルミナ等のフィラーを含有していてもよい。配線層48の材料としては、例えば、銅や銅合金を用いることができる。また、絶縁層37と絶縁層47とは、例えば、同一の厚さとすることができます。例えば、絶縁層37, 47の厚さは、20～45μm程度とすることができます。配線層48の厚さは、例えば、15～35μm程度とすることができます。

【0157】

コア基板20、絶縁層37及び絶縁層47には、それらコア基板20及び絶縁層37, 47を厚さ方向に貫通する貫通孔20Yが形成されている。この貫通孔20Yには、貫通電極21が形成されている。貫通電極21は、例えば、貫通孔20Yを充填するように形成されている。貫通電極21の上端面は絶縁層37の上面から露出され、貫通電極21の下端面は絶縁層47の下面から露出されている。例えば、貫通電極21の上端面は絶縁層37の上面と略面一になるように形成され、貫通電極21の下端面は絶縁層47の下面と略面一になるように形成されている。そして、貫通電極21の上端面は、配線構造12B内の配線層70が有するビア配線V1と直接接合されている。貫通電極21の下端面は、

10

20

30

40

50

配線層 4 8 と直接接合されている。

【 0 1 5 8 】

配線構造 1 2 B は、配線層 5 0 を有さず、ビア配線 V 1 の下端面が貫通電極 2 1 の上端面と直接接合されている。絶縁層 6 1 は、絶縁層 3 7 の上面全面を被覆するように形成されている。絶縁層 6 1 の上面には、ビア配線 V 1 を有する配線層 7 0 が積層されている。

【 0 1 5 9 】

ソルダレジスト層 1 3 は、絶縁層 4 7 の下面に、最下層の配線層 4 8 を被覆するように形成されている。ソルダレジスト層 1 3 には、最下層の配線層 4 8 の一部を外部接続用パッド P 2 として露出させるための開口部 1 3 X が形成されている。ソルダレジスト層 1 3 の厚さ（絶縁層 4 7 の下面からソルダレジスト層 1 3 の下面までの厚さ）は、配線構造 1 2 B の厚さ（絶縁層 3 7 の上面から絶縁層 6 5 の上面までの厚さ）と等しい、又は配線構造 1 2 B の厚さよりも厚く設定されている。10

【 0 1 6 0 】

このように配線構造 1 1 B が絶縁層と配線層とが多層に積層された積層構造を有しない場合であっても、上記第 1 実施形態の（1）～（5）の効果と同様の効果を奏することができる。

【 0 1 6 1 】

（第 7 実施形態）

以下、図 3 6 に従って第 7 実施形態を説明する。この実施形態の配線基板 1 0 C は、最上層の配線層の構造が上記第 5 実施形態と異なっている。以下、第 5 実施形態との相違点を中心に説明する。なお、先の図 1 ～ 図 3 5 に示した部材と同一の部材にはそれぞれ同一の符号を付して示し、それら各要素についての詳細な説明は省略する。20

【 0 1 6 2 】

図 3 6 に示すように、配線基板 1 0 C では、図 3 4 に示した配線基板 1 0 A における最上層に、パッド P 1 を有する配線層 9 0 と併せて、他の配線基板や他の半導体装置と電気的に接続される接続パッド P 3 を有する配線層 9 5 を設けるようにした。

【 0 1 6 3 】

配線層 9 5 は、貫通孔 6 5 Y 内に形成されている。ここで、貫通孔 6 5 Y は、絶縁層 6 5 を厚さ方向に貫通して配線層 8 0 の上面の一部を露出するように形成されている。貫通孔 6 5 Y は、貫通孔 6 5 X よりも外側の領域に形成されている。各貫通孔 6 5 Y は、例えば、上側の開口端の開口径が下側の開口端の開口径よりも大きくなる逆円錐台形状に形成されている。また、貫通孔 6 5 Y は、貫通孔 6 5 X よりもアスペクト比が小さい値に設定されている。貫通孔 6 5 X のアスペクト比は、例えば 0.05 ~ 0.1 程度とすることができ、貫通孔 6 5 Y のアスペクト比は、例えば 0.01 ~ 0.02 程度とすることができる。30

【 0 1 6 4 】

配線層 9 5 は、アスペクト比の小さい貫通孔 6 5 Y の内側面及び底面に沿って形成されるとともに、貫通孔 6 5 Y 内から絶縁層 6 5 の上面に延出するように形成されている。すなわち、配線層 9 5 は、貫通孔 6 5 Y 内に形成された凹状の接続パッド P 3 を有している。40

【 0 1 6 5 】

接続パッド P 3 は、例えば、パッド P 1 よりも外側の領域に形成されている。複数の接続パッド P 3 は、例えば、最上層の絶縁層 6 5 の上面に平面視でペリフェラル状に配置されている。各接続パッド P 3 の平面形状は、任意の形状及び任意の大きさとすることができる。各接続パッド P 3 の平面形状は、例えば、パッド P 1 の平面形状よりも大きく形成されている。例えば、各接続パッド P 3 の平面形状は、直径が 120 ~ 170 μm 程度の円形状とすることができます。

【 0 1 6 6 】

このように最上層の配線層に接続パッド P 3 を設けた場合であっても、上記第 1 実施形態の（1）～（5）の効果と同様の効果を奏することができる。50

次に、図37～図39に従って、配線基板10Cの適用例について説明する。

【0167】

(適用例1)

まず、図37に従って、配線基板10Cに他の半導体パッケージ200を搭載した半導体装置120について説明する。

【0168】

半導体装置120は、配線基板10Cと、配線基板10Cに実装された一つ又は複数(図37では、2つ)の半導体チップ101と、配線基板10Cに積層接合された半導体パッケージ200と、外部接続端子106とを有している。

【0169】

次に、半導体パッケージ200の構造について簡単に説明する。

半導体パッケージ200は、配線基板210と、その配線基板210に実装された一つ又は複数の半導体チップ220と、配線基板210と半導体チップ220との間に形成されたアンダーフィル樹脂225とを有している。

【0170】

配線基板210は、コア基板211と、コア基板211に設けられた貫通電極212と、コア基板211の下面に形成された最下層の配線層213と、コア基板211の上面に形成された最上層の配線層214と、ソルダレジスト層215, 216とを有している。配線層213, 214は、貫通電極212を介して相互に電気的に接続されている。

【0171】

ソルダレジスト層215は、配線層213の一部を覆うようにコア基板211の下面に積層されている。ソルダレジスト層215には、配線層213の一部を接続パッドP4として露出させるための開口部215Xが形成されている。この接続パッドP4は、配線基板10Cの接続パッドP3と電気的に接続されるパッドであり、接続パッドP3の各々に対向するように設けられている。

【0172】

ソルダレジスト層216は、配線層214の一部を覆うようにコア基板211の上面に積層されている。ソルダレジスト層216には、配線層214の一部をパッドP5として露出させるための開口部216Xが形成されている。このパッドP5は、半導体チップや受動素子等の電子部品と電気的に接続するための電子部品搭載用のパッドとして機能する。

【0173】

なお、配線基板210は、コア基板211を有する配線基板に限らず、コア基板211を含まないコアレス基板を用いてもよい。

半導体チップ220は、以上説明した配線基板210にフリップチップ実装されている。すなわち、半導体チップ220の回路形成面(図37では、下面)に配設されたバンプ221をパッドP5に接合することにより、半導体チップ220は、バンプ221を介して配線層214と電気的に接続されている。このようにフリップチップ接合された配線基板210と半導体チップ220との隙間には、アンダーフィル樹脂225が形成されている。

【0174】

配線基板10Cの接続パッドP3上には、はんだボール230が接合されている。はんだボール230は、配線基板10Cと半導体パッケージ200との間に介在して設けられ、その一端が接続パッドP3に接合され、他端が接続パッドP4に接合されている。はんだボール230としては、例えば、導電性コアボール(銅コアボールなど)や樹脂コアボールの周囲をはんだで覆った構造を有するはんだボールを用いることができる。なお、はんだボール230としては、導電性コアボールや樹脂コアボールを省略したはんだボールを用いることもできる。

【0175】

このように、配線基板10Cと半導体パッケージ200とがはんだボール230を介し

10

20

30

40

50

て積層接合され、P O P (Package on Package) 構造の半導体装置 120 が形成されている。

【 0 1 7 6 】

(適用例 2)

次に、図 38 に従って、配線基板 10C を電子部品内蔵基板 121 に適用した場合について説明する。

【 0 1 7 7 】

電子部品内蔵基板 121 は、配線基板 10C と、配線基板 10C に実装された一つ又は複数 (図 38 では、2つ) の半導体チップ 101 と、配線基板 10C に搭載された他の配線基板 210 と、配線基板 10C と配線基板 210 との間の空間に形成された封止樹脂 240 とを有している。 10

【 0 1 7 8 】

電子部品内蔵基板 121 では、配線基板 10C と配線基板 210 とがはんだボール 230 を介して積層接合されている。配線基板 10C と配線基板 210 との間の空間には、封止樹脂 240 が充填されている。この封止樹脂 240 によって、配線基板 210 が配線基板 10C に対して固定されるとともに、配線基板 10C に実装された半導体チップ 101 が封止される。すなわち、封止樹脂 240 は、配線基板 10C と配線基板 210 とを接着する接着剤として機能するとともに、半導体チップ 101 を保護する保護層として機能する。

【 0 1 7 9 】

20 このように、電子部品内蔵基板 121 は、配線基板 10C と配線基板 210 との間の空間に電子部品である半導体チップ 101 が内蔵された構造を有している。

(適用例 3)

次に、図 39 に従って、電子部品内蔵基板 121 に、他の半導体パッケージ 300 を搭載した半導体装置 122 について説明する。

【 0 1 8 0 】

半導体装置 122 は、配線基板 10C を有する電子部品内蔵基板 121 と、その電子部品内蔵基板 121 に積層接合された半導体パッケージ 300 と、外部接続端子 106 とを有している。電子部品内蔵基板 121 の配線基板 210 に形成されたパッド P5 は、他の配線基板や他の半導体装置と電気的に接続されるパッドとして機能する。 30

【 0 1 8 1 】

次に、半導体パッケージ 300 の構造について簡単に説明する。

半導体パッケージ 300 は、配線基板 310 と、その配線基板 310 に実装された一つ又は複数の半導体チップ 320 と、配線基板 310 と半導体チップ 320 との間に形成されたアンダーフィル樹脂 325 とを有している。

【 0 1 8 2 】

配線基板 310 は、コア基板 311 と、コア基板 311 に設けられた貫通電極 312 と、コア基板 311 の下面に形成された最下層の配線層 313 と、コア基板 311 の上面に形成された最上層の配線層 314 と、ソルダレジスト層 315, 316 とを有している。配線層 313, 314 は、貫通電極 312 を介して相互に電気的に接続されている。 40

【 0 1 8 3 】

ソルダレジスト層 315 は、配線層 313 の一部を覆うようにコア基板 311 の下面に積層されている。ソルダレジスト層 315 には、配線層 313 の一部を接続パッド P6 として露出させるための開口部 315X が形成されている。この接続パッド P6 は、電子部品内蔵基板 121 のパッド P5 と電気的に接続されるパッドであり、パッド P5 の各々に対向するように設けられている。

【 0 1 8 4 】

ソルダレジスト層 316 は、配線層 314 の一部を覆うようにコア基板 311 の上面に積層されている。ソルダレジスト層 316 には、配線層 314 の一部をパッド P7 として露出させるための開口部 316X が形成されている。このパッド P7 は、半導体チップや 50

受動素子等の電子部品と電気的に接続するための電子部品搭載用のパッドとして機能する。

【0185】

なお、配線基板310は、コア基板311を有する配線基板に限らず、コア基板311を含まないコアレス基板を用いててもよい。

半導体チップ320は、以上説明した配線基板310にフリップチップ実装されている。すなわち、半導体チップ320の回路形成面（図39では、下面）に配設されたバンプ321をパッドP7に接合することにより、半導体チップ320は、バンプ321を介して配線層314と電気的に接続されている。このようにフリップチップ接合された配線基板310と半導体チップ320との隙間には、アンダーフィル樹脂325が形成されている。10

【0186】

半導体パッケージ300は、はんだボール330を介して電子部品内蔵基板121上に積層接合されている。はんだボール330は、電子部品内蔵基板121と半導体パッケージ300との間に介在して設けられ、その一端が電子部品内蔵基板121のパッドP5に接合され、他端が接続パッドP6に接合されている。

【0187】

（他の実施形態）

なお、上記各実施形態は、これを適宜変更した以下の態様にて実施することもできる。

・上記各実施形態及び上記各変形例を適宜組み合わせるようにしてよい。例えば、第5実施形態の配線構造11A上に、第2～第4実施形態の製造方法で製造された配線構造12を積層するようにしてよい。また、上記第1～第4実施形態及びそれら変形例の配線基板10、又は第6実施形態の配線基板10Bにおける最上層の配線層に、第7実施形態の配線基板10Cと同様に、接続パッドP3を設けるようにしてよい。20

【0188】

・上記各実施形態では、ソルダレジスト層13の厚さを、配線構造12の厚さと等しい、又は配線構造12の厚さよりも厚く設定するようにした。これに限らず、例えば、ソルダレジスト層13の厚さを、配線構造12の厚さよりも薄く設定するようにしてよい。

【0189】

・上記各実施形態では、ピア配線32の上端面32Aを絶縁層31の上面31Aと面一になるように形成した。これに限らず、例えば、ピア配線32の上端面32Aを、絶縁層31の上面31Aよりも下方に凹むように形成してもよい。また、ピア配線32の上端面32Aを、絶縁層31の上面31Aよりも上方に突出するように形成してもよい。30

【0190】

・上記各実施形態及び上記各変形例の配線基板10, 10A～10Cに形成された貫通孔の断面形状は特に限定されない。例えば、配線基板10, 10A～10Cに形成された貫通孔をストレート形状（断面視略矩形状）に形成するようにしてよい。

【0191】

・上記各実施形態及び上記各変形例における配線構造11, 11A, 11Bにおける配線層及び絶縁層の層数や配線の取り回しなどは様々に変形・変更することが可能である。40

・上記各実施形態及び上記各変形例における配線構造12, 12Bにおける配線層50, 70, 80, 90及び絶縁層60～65の層数や配線の取り回しなどは様々に変形・変更することが可能である。

【0192】

・上記第1実施形態と上記第7実施形態の適用例とでは、配線基板10, 10Cに半導体チップ101を実装するようにした。これに限らず、例えば、半導体チップ101の代わりに、チップコンデンサ、チップ抵抗やチップインダクタ等のチップ部品や水晶振動子などの半導体チップ以外の電子部品を配線基板10, 10Cに実装するようにしてよい。また、上記第2～第6実施形態の配線基板10, 10A, 10Bに半導体チップ101等の電子部品を実装するようにしてよい。50

【0193】

・また、半導体チップ101、チップ部品及び水晶振動子などの電子部品の実装の形態（例えば、フリップチップ実装、ワイヤボンディング実装、はんだ実装又はこれらの組み合わせ）などは様々に変形・変更することが可能である。

【0194】

・上記各実施形態では、コア基板20の貫通孔20X, 20Yを充填する貫通電極21を介してコア基板20の上下の配線層を相互に電気的に接続するようにした。これに限らず、例えば、貫通孔20X, 20Yの内壁に設けられたスルーホールめっき層（貫通電極）を介してコア基板20の上下の配線層を相互に電気的に接続するようにしてもよい。この場合、スルーホールめっき層よりも内側に形成された貫通孔20X, 20Yの孔を樹脂で充填するようにしてもよい。10

【符号の説明】

【0195】

10, 10A ~ 10C 配線基板

11, 11A, 11B 配線構造

12, 12B 配線構造

13 ソルダレジスト層

20 コア基板

22, 23, 34, 36, 42, 44, 46, 48 配線層

31, 33, 35, 37, 41, 43, 45, 47 絶縁層20

31A 上面

31X 貫通孔

32 ピア配線

32A 上端面

50, 70, 80, 90, 95 配線層

50A ~ 50C, 70A ~ 70C, 80A ~ 80C 配線パターン

51, 71, 81, 91 シード層

52, 72, 82, 92 金属膜（金属バリア膜）

53, 73, 83, 93 金属膜

54, 74, 84, 94 金属層

30

53R, 54R, 73R, 74R, 83R, 84R 粗化面

53S, 54S, 73S, 74S, 83S, 84S 平滑面

55, 75, 85 保護膜

61, 63, 65 絶縁層

60, 62, 64 絶縁層

61X, 63X, 65X 貫通孔

60X, 62X, 64X 貫通孔

100, 120, 122 半導体装置

101 半導体チップ

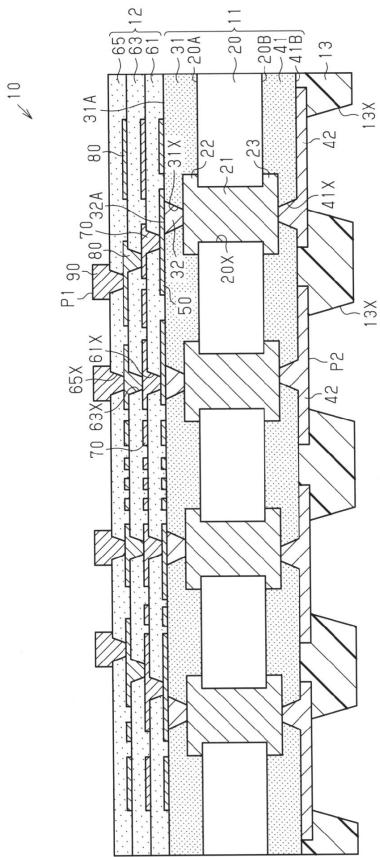
110 導電層

40

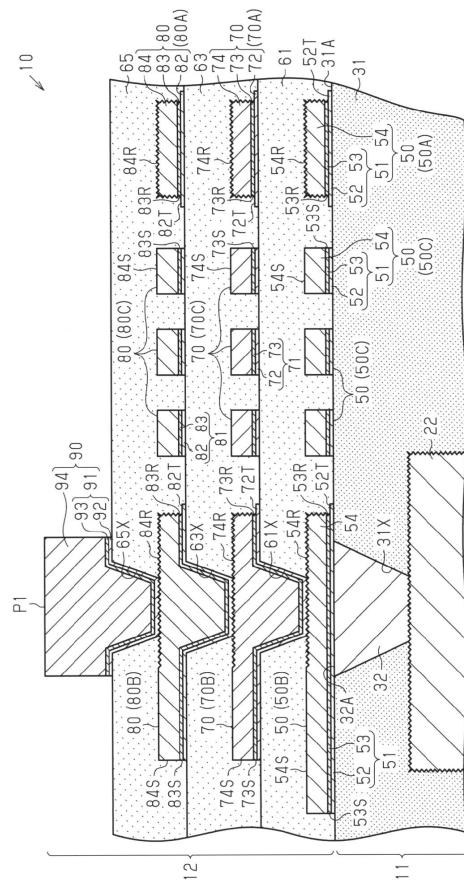
112 レジスト層

112X 開口パターン

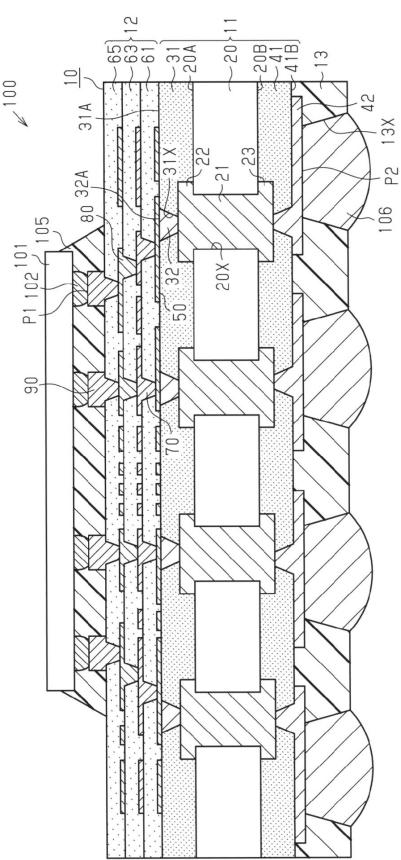
【 図 1 】



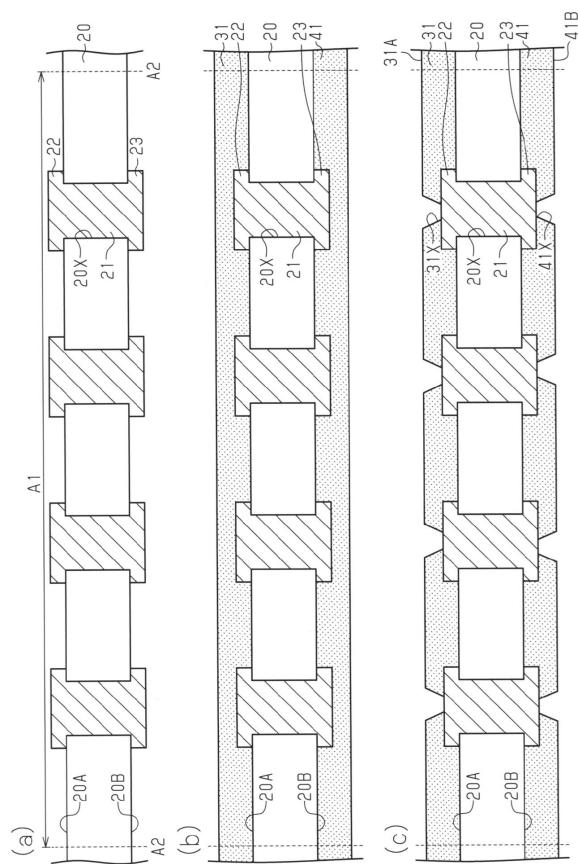
【図2】



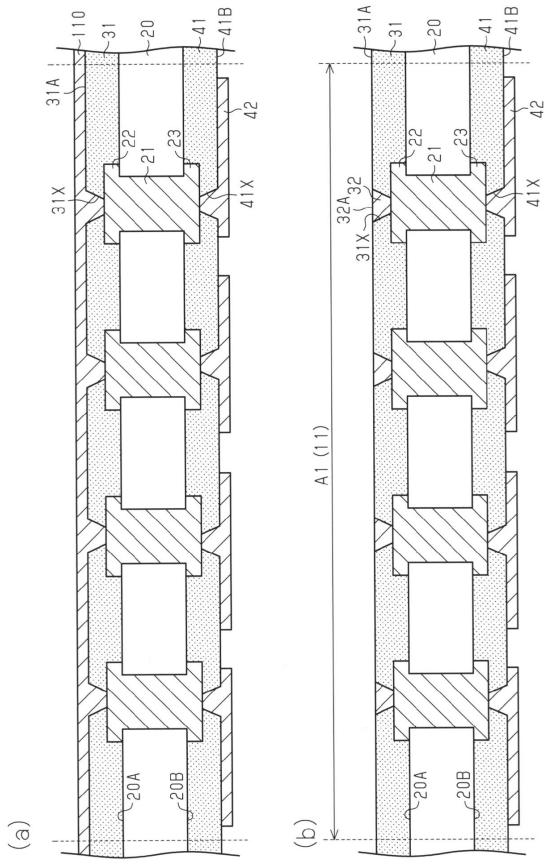
【図3】



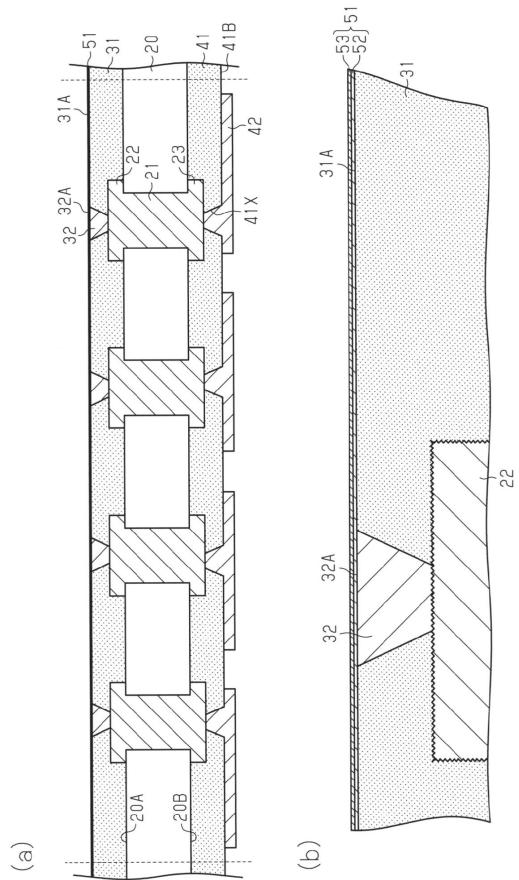
【 四 4 】



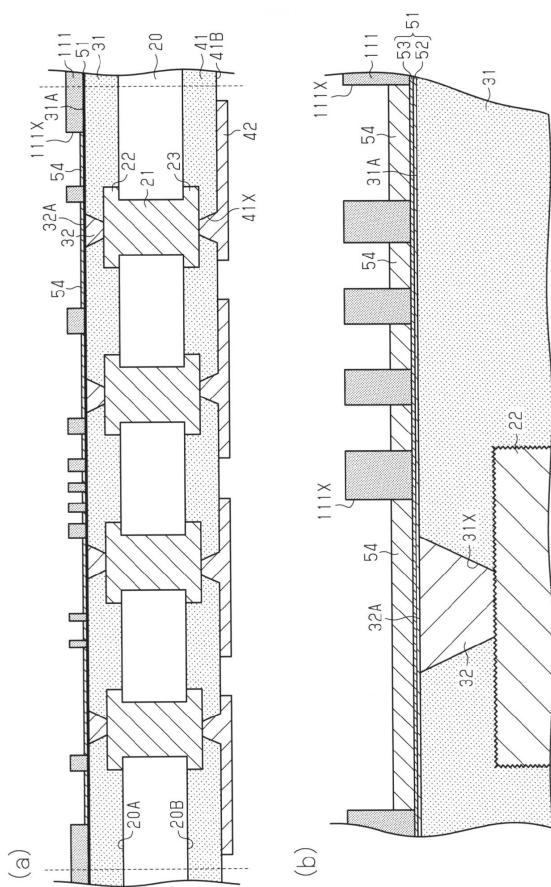
【図5】



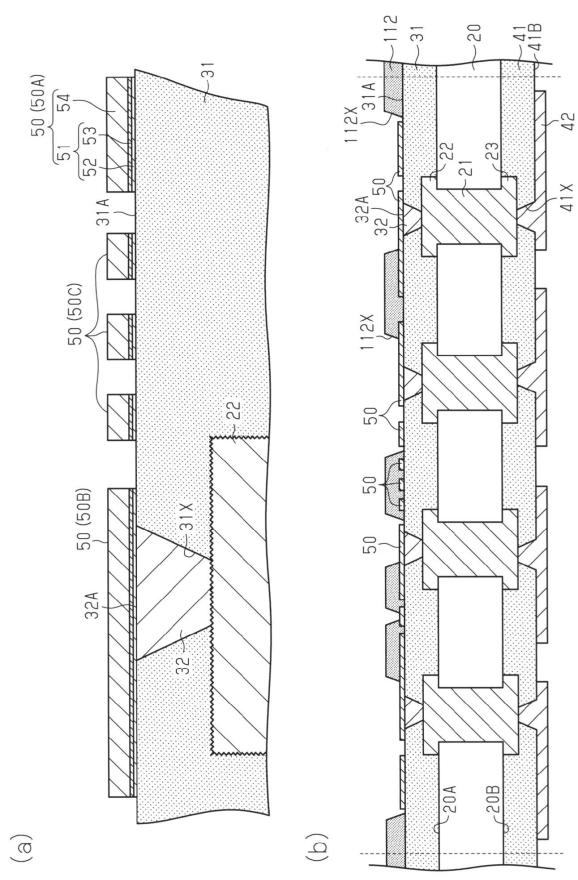
【図6】



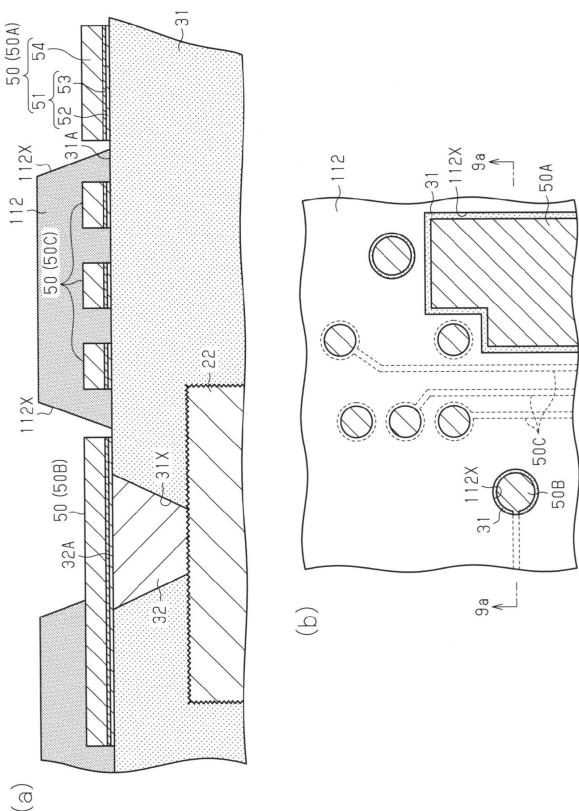
【図7】



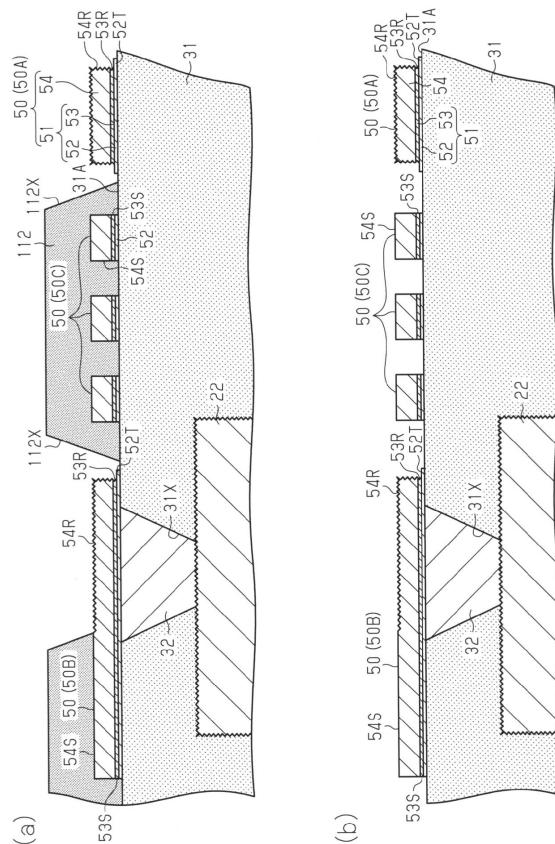
【図8】



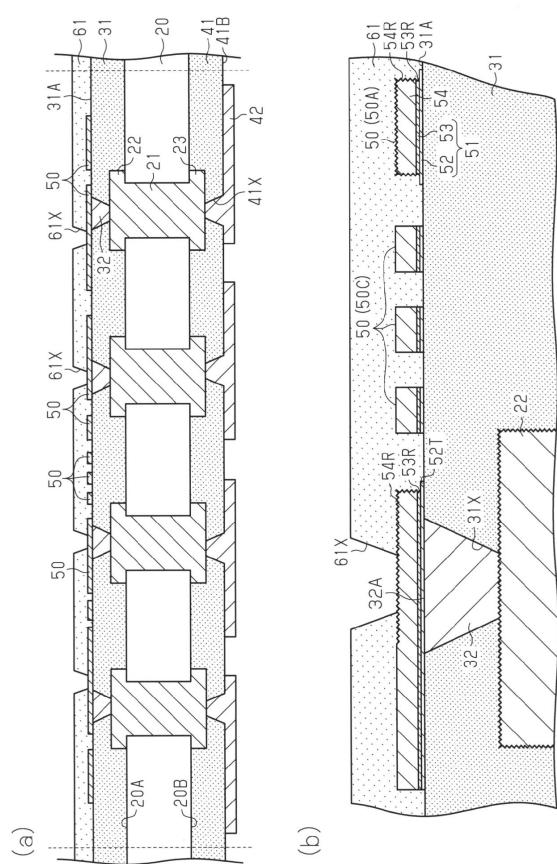
【図9】



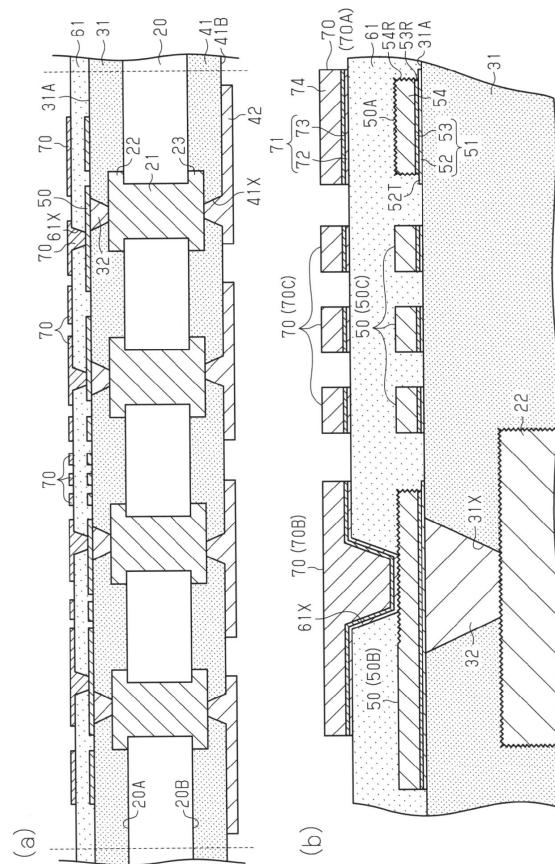
【図10】



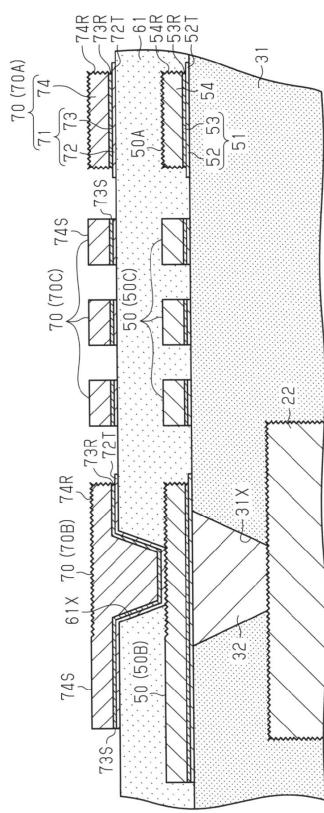
【図11】



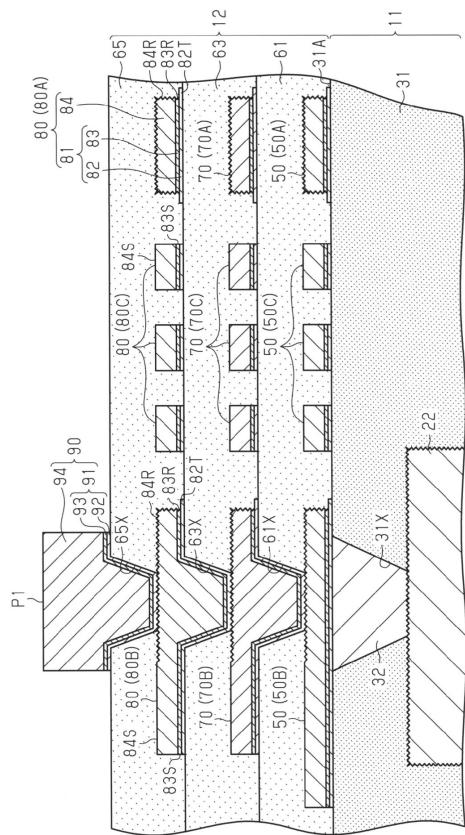
【図12】



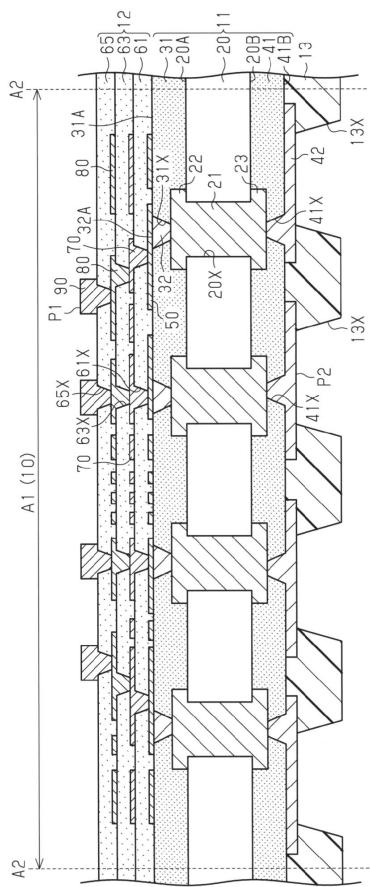
【図13】



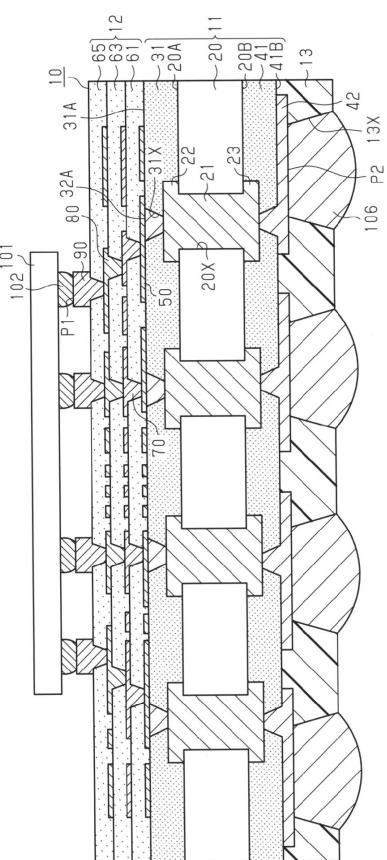
【図14】



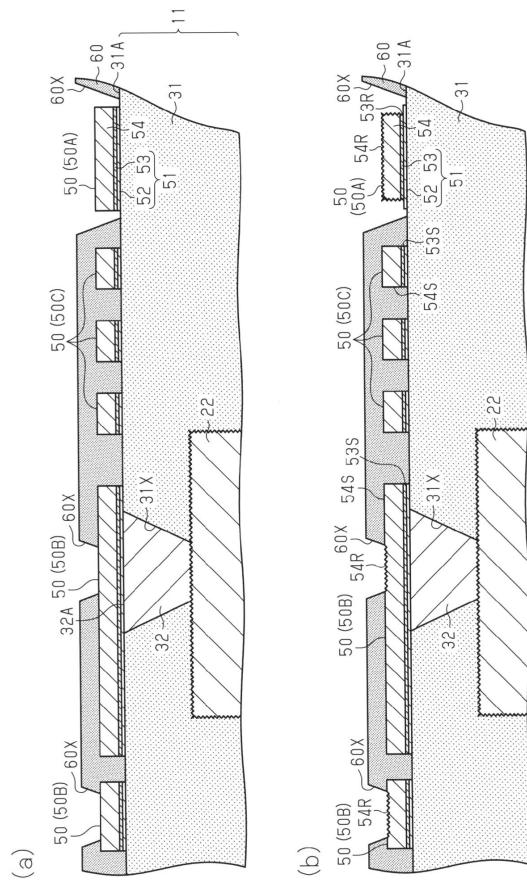
【図15】



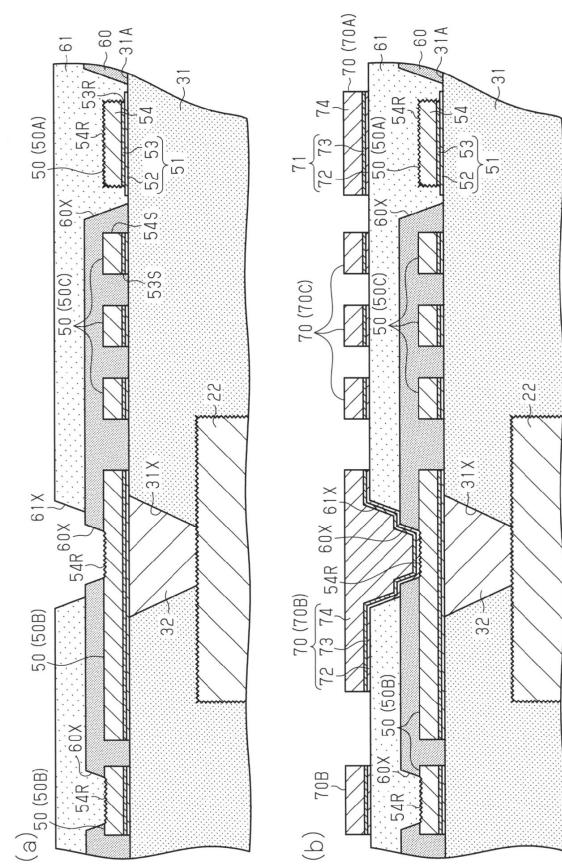
【図16】



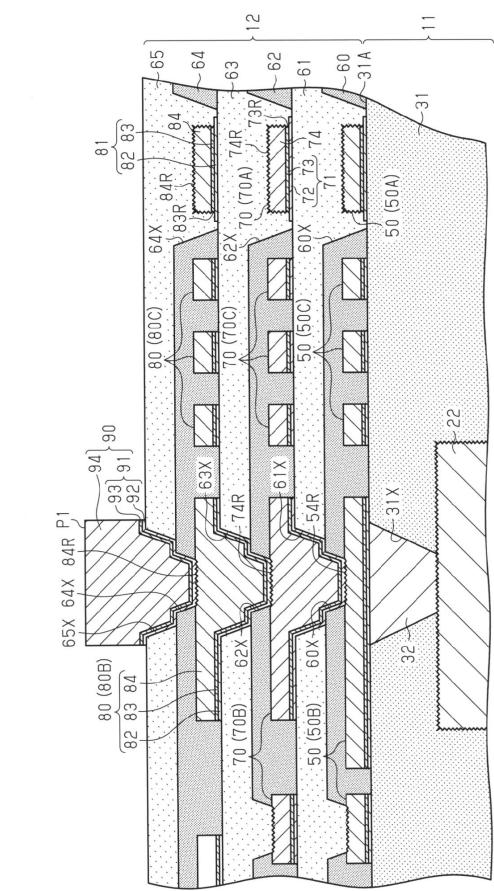
【図17】



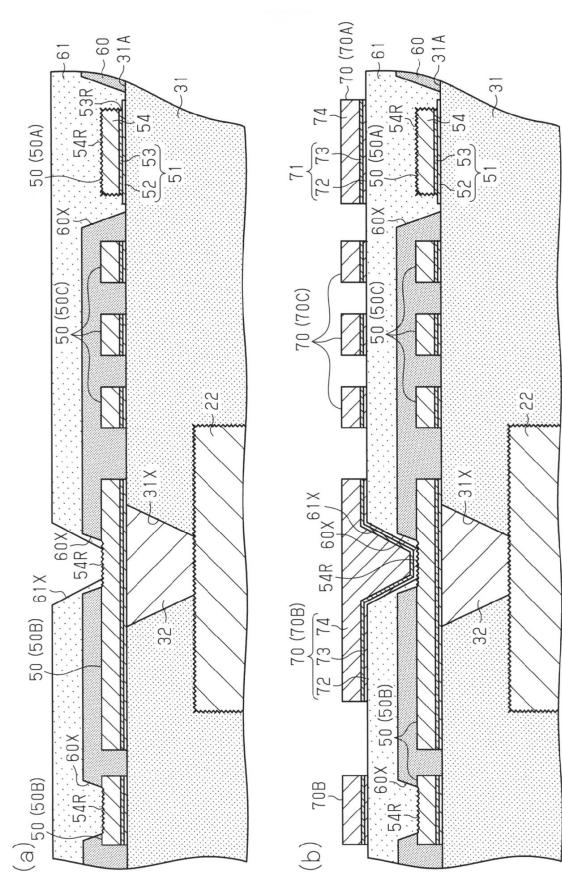
【図18】



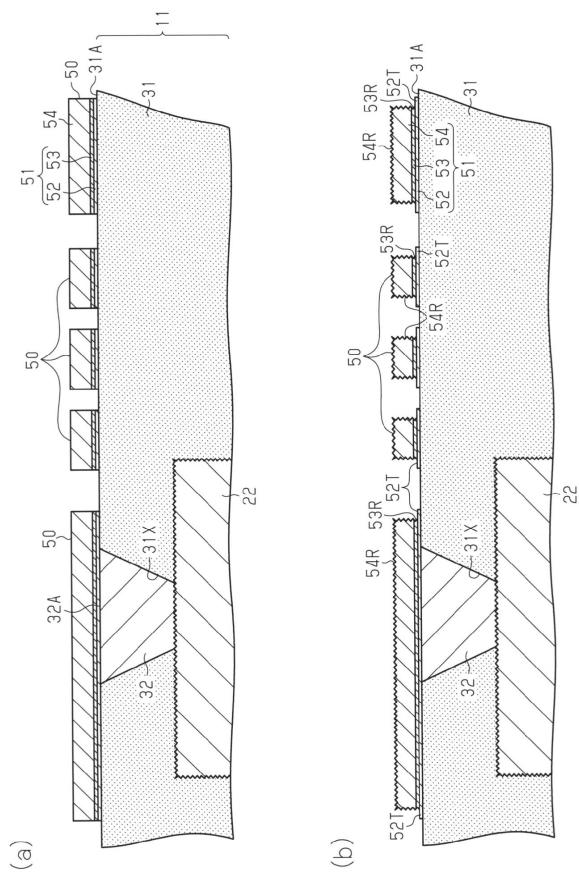
【図19】



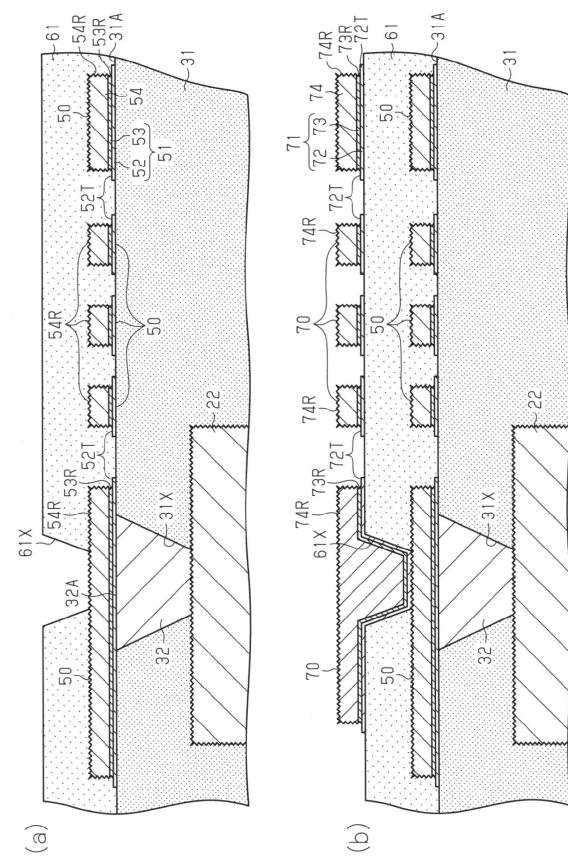
【図20】



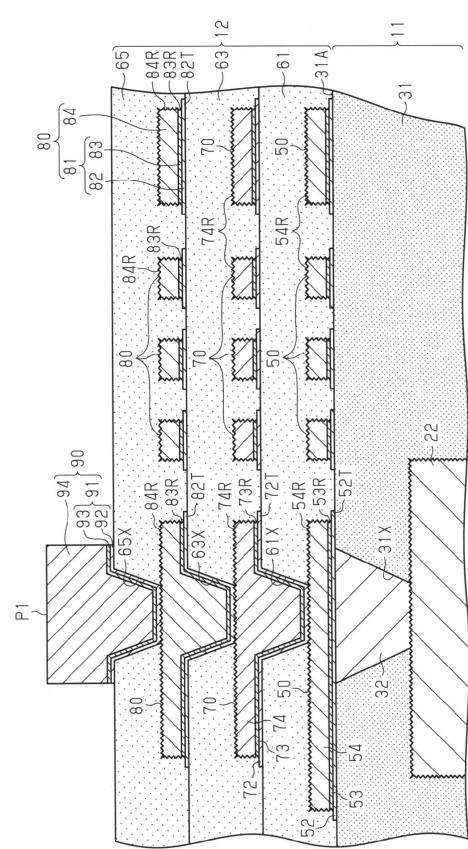
【図21】



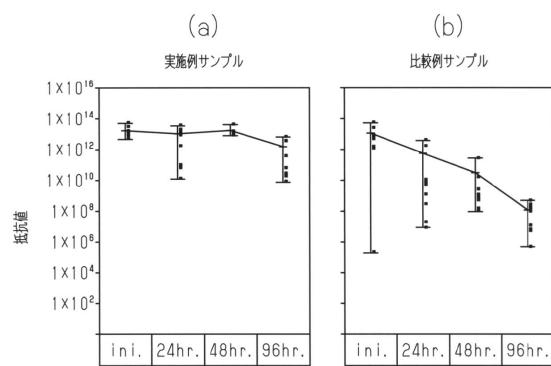
【図22】



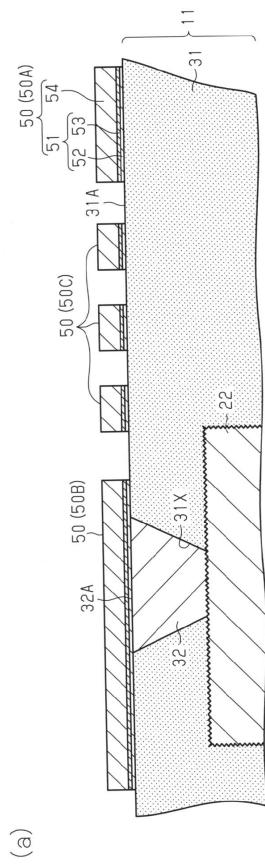
【図23】



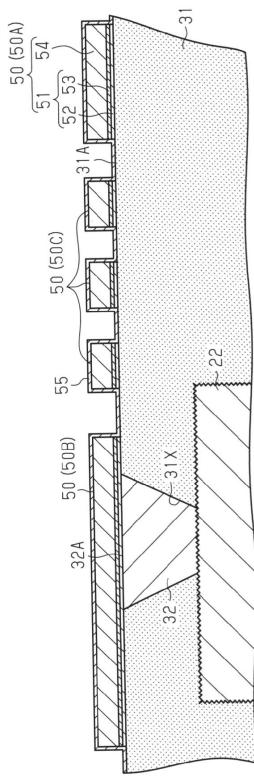
【図24】



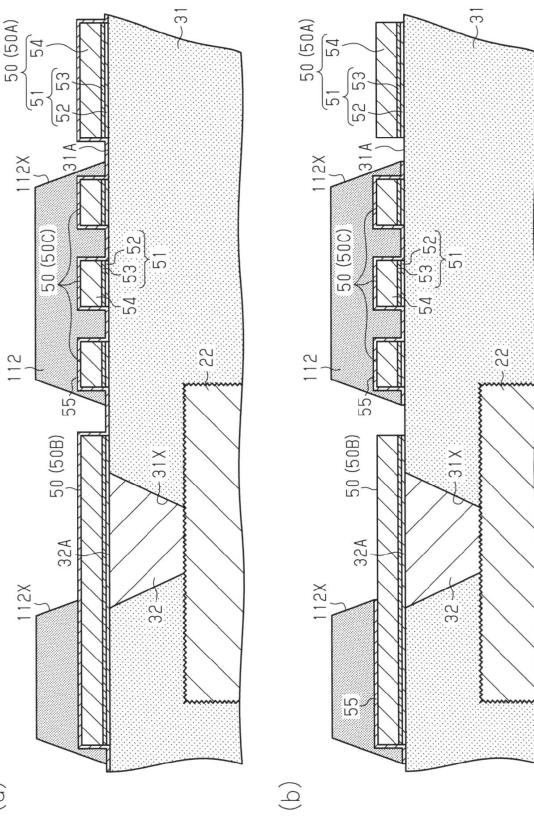
【図25】



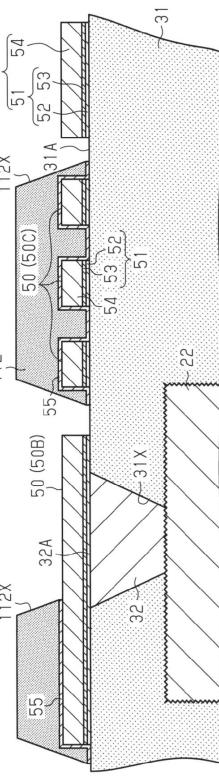
(b)



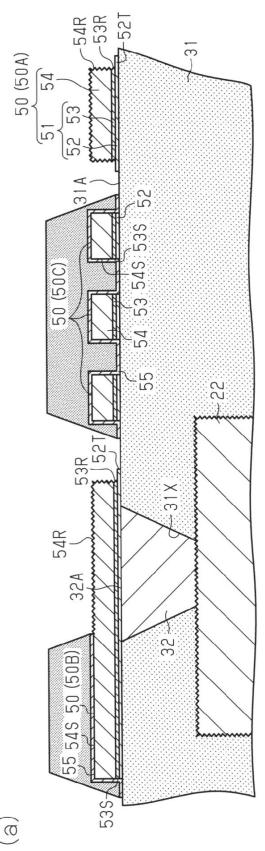
【図26】



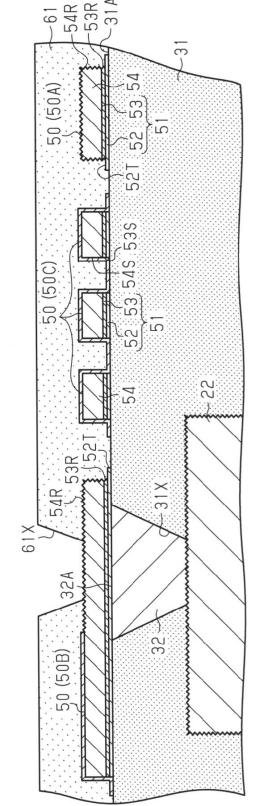
(b)



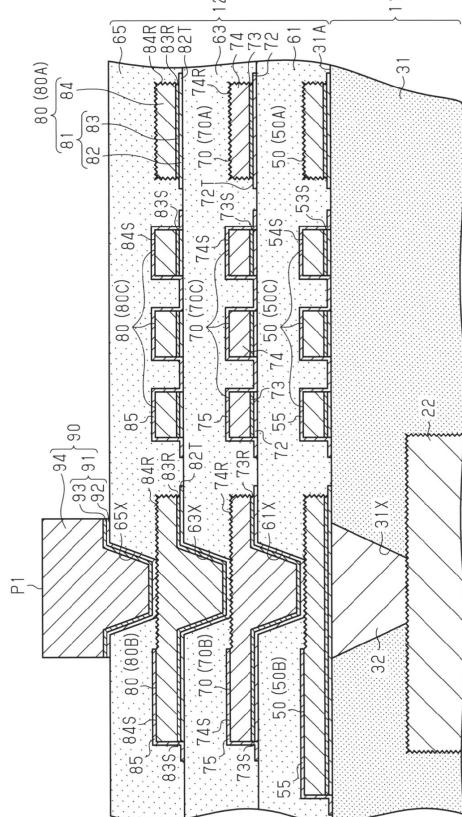
【図27】



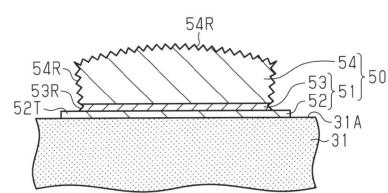
(b)



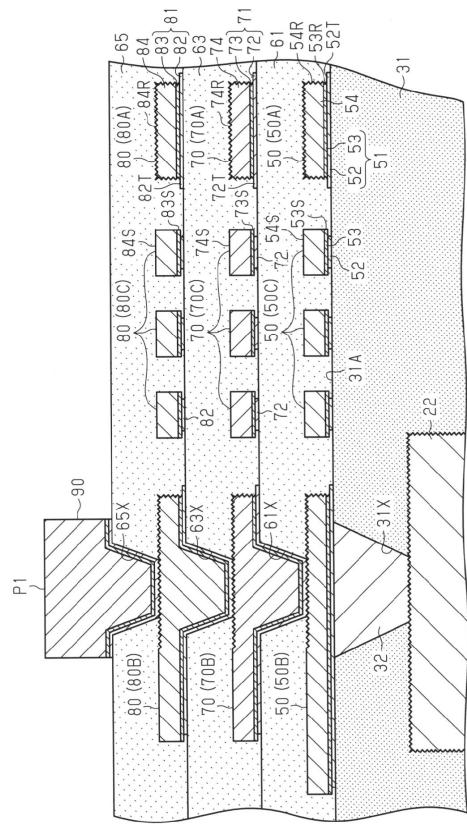
【図28】



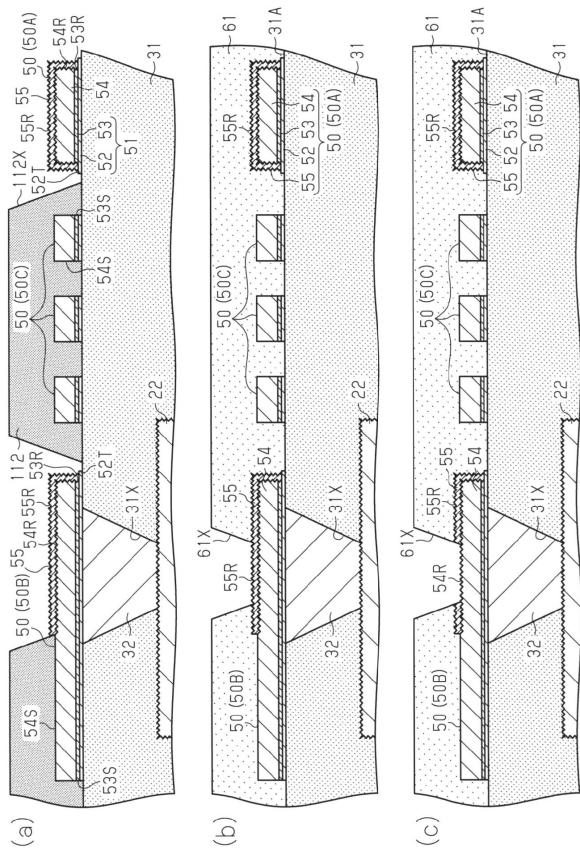
【図29】



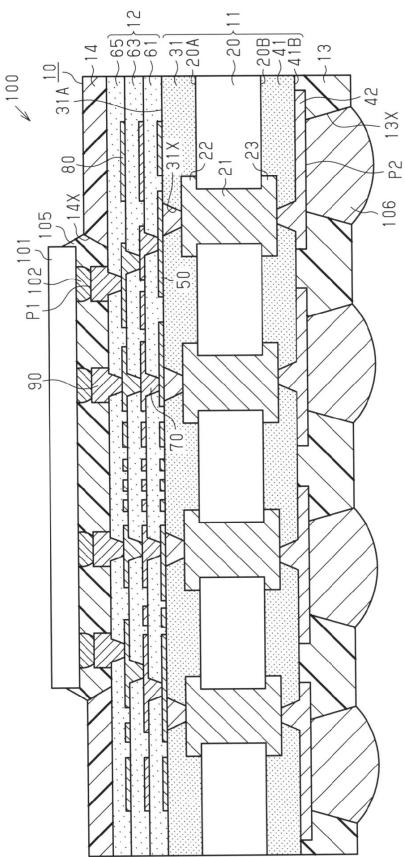
【図30】



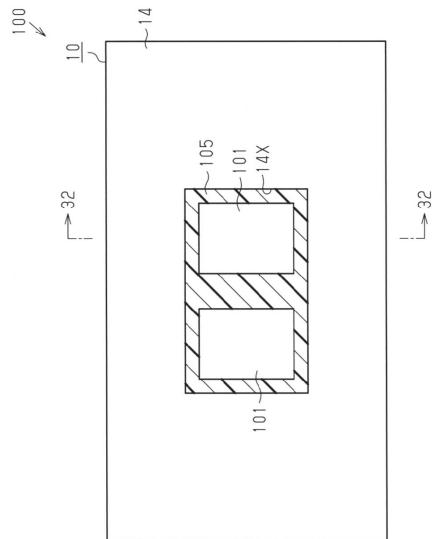
【図31】



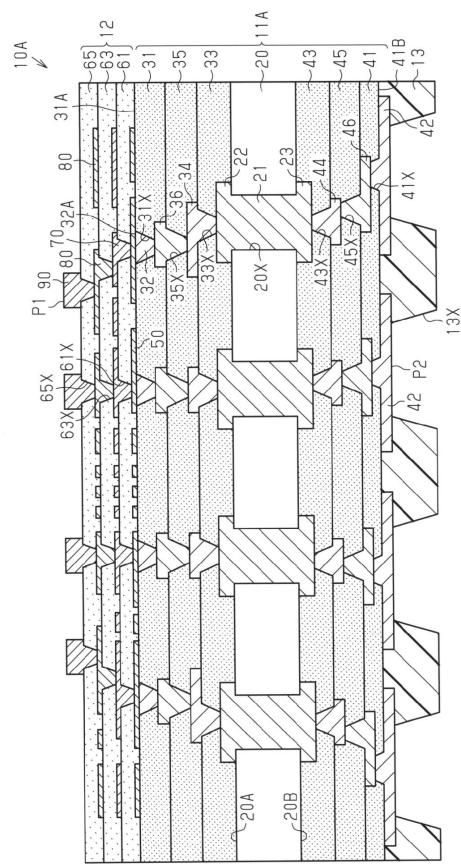
【図32】



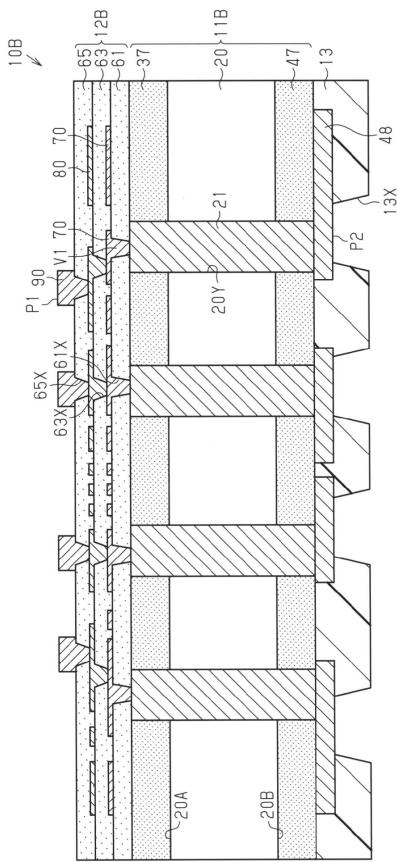
【図33】



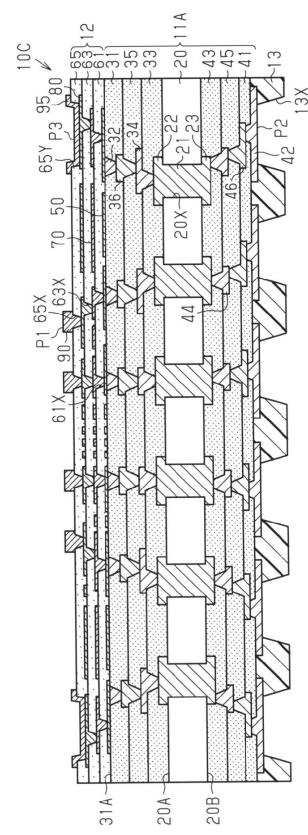
【図34】



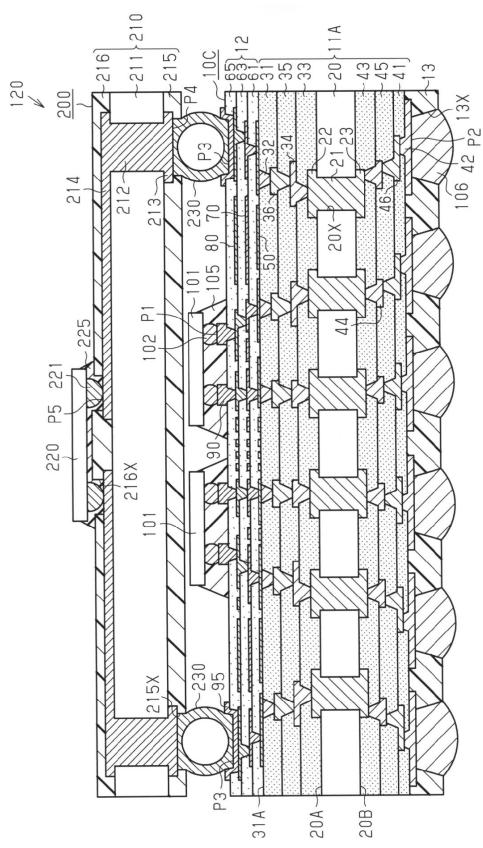
【図35】



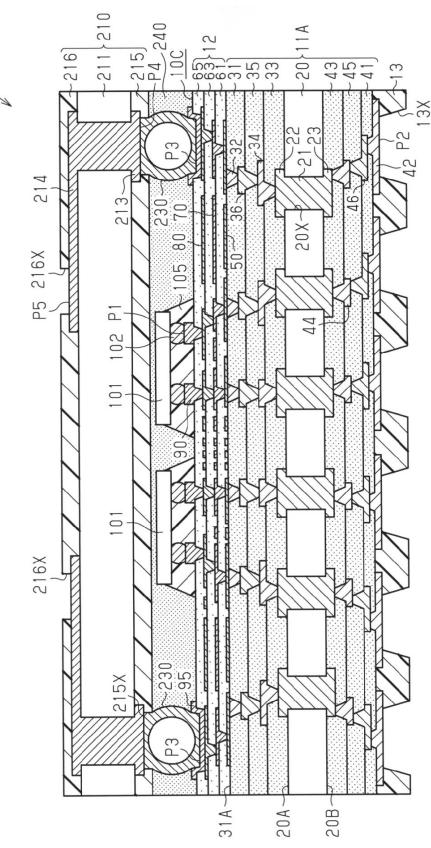
【図36】



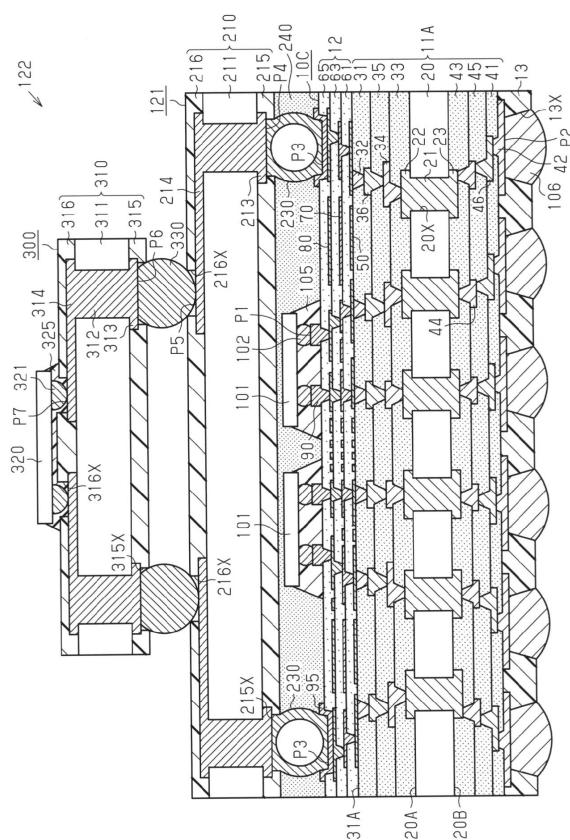
【図37】



【図38】



【図39】



フロントページの続き

(72)発明者 古市 潤
長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業 株式会社 内

(72)発明者 六川 昭雄
長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業 株式会社 内

(72)発明者 伊藤 隆司
長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業 株式会社 内

審査官 久松 和之

(56)参考文献 特開2012-94734 (JP, A)
特開2007-317900 (JP, A)
特開2014-96581 (JP, A)
特開2014-225631 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 K 3 / 46