

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7617906号
(P7617906)

(45)発行日 令和7年1月20日(2025.1.20)

(24)登録日 令和7年1月9日(2025.1.9)

(51)国際特許分類

F I

H O 1 L 23/12 (2006.01)

H O 1 L 21/60 (2006.01)

H O 1 L 23/12 F

H O 1 L 21/60 3 1 1 S

H O 1 L 21/92 6 0 2 M

請求項の数 12 (全42頁)

(21)出願番号	特願2022-518633(P2022-518633)	(73)特許権者	390009531
(86)(22)出願日	令和2年8月26日(2020.8.26)		インターナショナル・ビジネス・マシー
(65)公表番号	特表2022-550707(P2022-550707		ンズ・コーポレーション
	A)		INTERNATIONAL BUSI
(43)公表日	令和4年12月5日(2022.12.5)		NESS MACHINES CORPO
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/057965		RATION
(87)国際公開番号	WO2021/059052		アメリカ合衆国10504 ニューヨー
(87)国際公開日	令和3年4月1日(2021.4.1)		ク州 アーモンク ニュー オーチャード
審査請求日	令和5年1月20日(2023.1.20)		ロード
(31)優先権主張番号	16/585,299		New Orchard Road, A
(32)優先日	令和1年9月27日(2019.9.27)		rmonk, New York 105
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		04, United States of
		(74)代理人	100112690
			弁理士 太佐 種一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板への側面接続を含む相互接続

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

有機ベース基板と、
前記有機ベース基板上に配設された一組の導電性パッドと、
前記有機ベース基板上に配設され、前記一組の導電性パッドの隣に位置する縁部を有し、前記縁部に位置して露出した一組の側面接続パッドを含む相互接続層であって、前記一組の側面接続パッドの各側面接続パッドが、前記有機ベース基板上に配設された前記一組の導電性パッドの対応する導電性パッドに対してはんだ接合された、前記相互接続層と、
を備え、
前記導電性パッドに近い前記有機ベース基板の少なくとも一部、および、前記導電性パッドのパッド面が、表面処理によって増大された表面粗さを有し、前記増大された前記表面粗さにより、前記パッド面は向上したはんだ濡れ性を有する一方、前記有機ベース基板の前記少なくとも一部は向上した脱はんだ濡れ性を有する、
相互接続構造。

【請求項2】

前記相互接続層が、前記相互接続層の上面を構成する有機絶縁材料をさらに含み、
前記各側面接続パッドが、前記相互接続層の前記上面で露出した上面および前記相互接続層の前記縁部で露出した縁部面を有し、前記縁部面が、前記導電性パッドのうちの前記対応する側を向いた、請求項1に記載の相互接続構造。

【請求項3】

前記一組の側面接続パッドの前記上面および前記縁部面、並びに、前記側面接続パッドに近い前記相互接続層の前記上面および前記縁部の少なくとも一部が、表面処理によって増大された表面粗さを有し、前記増大された表面粗さにより、前記前記一組の側面接続パッドの前記上面および前記縁部面は向上したはんだ濡れ性を有する一方、前記相互接続層の前記上面および前記縁部の前記少なくとも一部は向上した脱はんだ濡れ性を有する、請求項 2 に記載の相互接続構造。

【請求項 4】

前記相互接続層の前記上面で一組の第 1 のボンディング・パッドが前記絶縁材料から露出し、前記一組の第 1 のボンディング・パッドが、チップの搭載に用いられ、前記一組のボンディング・パッドの第 1 のボンディング・パッドがそれぞれ、前記絶縁材料に埋め込まれた配線を介して、前記側面接続パッドの対応する導電性パッドに接続された、請求項 2 または 3 に記載の相互接続構造。

10

【請求項 5】

前記相互接続層が、前記チップを搭載する第 2 のボンディング・パッドおよび別のチップを搭載する第 3 のボンディング・パッドをさらに含み、前記第 2 のボンディング・パッドが、前記絶縁材料に埋め込まれたトレースを介して、前記第 3 のボンディング・パッドに接続された、請求項 4 に記載の相互接続構造。

【請求項 6】

前記相互接続層の前記縁部が、その長さを延長する 1 つまたは複数の湾曲または角度付き形状を有し、前記一組の側面接続パッドおよび前記一組の導電性パッドが、前記 1 つまたは複数の湾曲または角度付き形状の輪郭に沿って形成された、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の相互接続構造。

20

【請求項 7】

前記相互接続層の 1 つの側面接続パッドおよび前記有機ベース基板上に配設された 1 つの対応する導電性パッドから成る各対が、電源または接地用に独立して用いられる、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の相互接続構造。

【請求項 8】

前記有機ベース基板に搭載された 1 つまたは複数のチップをさらに備え、前記チップのうちの少なくとも 1 つが、前記側面接続パッドのうちの 1 つを通じて、前記有機ベース基板上に配設された前記導電性パッドのうちの対応する 1 つに電気接続された端子を有する、請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の相互接続構造。

30

【請求項 9】

相互接続構造を製造する方法であって、

一組の導電性パッドが配設された有機ベース基板を用意することと、

縁部に位置して露出した一組の側面接続パッドを含む相互接続層を前記有機ベース基板上に配設することであって、前記相互接続層の前記縁部が前記一組の導電性パッドの隣に位置し、前記一組の側面接続パッドの各側面接続パッドが、前記有機ベース基板上に配設された前記一組の導電性パッドの対応する導電性パッドに対して配置されるように、前記相互接続層を前記有機ベース基板上に配設することと、

40

前記導電性パッドに近い前記有機ベース基板の少なくとも一部、および、前記導電性パッドのパッド面に対して、表面粗さを増大させる表面処理を適用することであって、表面粗さの増大によって、前記パッド面のはんだ濡れ性が向上する一方、前記有機ベース基板の前記少なくとも一部の脱はんだ濡れ性が向上する、前記表面処理を適用することと

前記相互接続層の前記一組の側面接続パッドを前記有機ベース基板上に配設された前記一組の導電性パッドとそれぞれ接続する一組のはんだ接合部を形成することとを含む、方法。

【請求項 10】

前記相互接続層を配設することが、

支持基板、前記支持基板上の剥離層、および前記剥離層上の前記相互接続層を含む相互接続層担持構造を上下逆で前記有機ベース基板上に載置することと、

50

前記剥離層を除去して前記相互接続層担持構造を前記支持基板から剥離することとを含み、

前記有機ベース基板に配設された前記相互接続層の上面は有機絶縁材料を含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記表面処理を適用することが、前記一組の側面接続パッドのパッド面、および、前記側面接続パッドに近い前記有機絶縁材料の露出面の少なくとも一部に対して、表面粗さを増大させる表面処理を適用することをさらに含み、前記表面粗さの増大によって、前記側面接続パッドの前記パッド面のはんだ濡れ性が向上する一方、前記有機絶縁材料の前記露出面の前記少なくとも一部の脱はんだ濡れ性が向上する、前記表面処理を適用することをさらに含む、請求項 10 に記載の方法。

10

【請求項 12】

1 つまたは複数のチップを前記有機ベース基板上に搭載することであり、前記チップのうちの少なくとも 1 つが、前記側面接続パッドのうちの 1 つを通じて、前記有機ベース基板上に配設された前記導電性パッドのうちの 1 つに電気接続された端子を有するように、1 つまたは複数のチップを前記有機ベース基板上に搭載することをさらに含む、請求項 9 ないし 11 のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、一般的には相互接続技術に関し、より詳細には、相互接続構造、相互接続層担持構造、およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

チップ（または、ダイ）間の広帯域信号伝送の要求の高まりに応じて、チップ間の高密度相互接続を目的とした複数の技術が提案されている。

【0003】

有機基板に搭載されたチップ間の相互接続を確立するため、基板への取り付けまたは埋め込みがなされた相互接続部材を用いた相互接続構造が開発されている。このように有機基板上に配設された相互接続部材の例としては、シリコン・ブリッジおよび有機層状相互接続が挙げられる。このような相互接続部材の使用によって、チップの接続およびチップの駆動のための配線の取り回しが制約され得ることが多い。また、チップの端子レイアウトも制約され得る。たとえば、チップの接地および電源端子を相互接続部材の上方位置に配置するのが好ましいとしても、チップの電源および接地端子から有機基板の外部電源および接地ラインまで配線を取り回すのは、困難な場合が多い。

30

【発明の概要】

【0004】

本発明の一実施形態によれば、相互接続構造が提供される。この相互接続構造は、ベース基板と、ベース基板上に配設された一組の導電性パッドと、ベース基板上に配設された相互接続層と、を備える。相互接続層は、一組の導電性パッドの隣に位置する縁部を有するとともに、当該相互接続層の縁部に位置して露出した一組の側面接続パッドを含み、各側面接続パッドは、ベース基板上に配設された導電性パッドのうちの対応する 1 つに対して配置されている。

40

【0005】

本発明の実施形態に係る相互接続構造によれば、ベース基板の導電性パッドと相互接続層の側面接続パッドとの間に新規な側面接続を導入可能である。新規な側面接続の導入によって、相互接続層による配線の取り回しの柔軟性が向上する。このため、取り回しの柔軟性の向上により配線を最適化可能であることから、相互接続構造を用いた電子機器の性能を向上させることができる。また、相互接続層を使用するチップの端子レイアウトの制約が緩和される。

50

【0006】

好適な一実施形態において、各側面接続パッドは、相互接続層の上面で露出した上面および相互接続層の縁部で露出した縁部面を有し、縁部面は、導電性パッドのうちの対応する1つの側を向いている。このため、縁部面および上面の両者が側面接続に関与して接触面積が増えることから、側面接続の信頼性および製造歩留まりを向上させることができる。

【0007】

好適な別の実施形態において、各側面接続パッドの縁部面または上面あるいはその両方は、バリア・メタルを有する。このため、側面接続の信頼性を向上させることができる。

【0008】

好適なその他の実施形態において、相互接続層は、当該相互接続層の上面を与える絶縁材料をさらに含み、相互接続層の上面で一組の第1のボンディング・パッドが絶縁材料から露出している。一組の第1のボンディング・パッドは、チップの搭載に用いられる。第1のボンディング・パッドはそれぞれ、絶縁材料に埋め込まれた配線を介して、側面接続パッドのうちの対応する1つに接続されている。このため、第1のボンディング・パッドおよび側面接続を介して、ベース基板に搭載されたチップとベース基板の別の構成要素との間に電気接続を導入することができる。

10

【0009】

特定の一実施形態において、相互接続層は、チップを搭載する第2のボンディング・パッドおよび別のチップを搭載する第3のボンディング・パッドをさらに含み、第2のボンディング・パッドは、絶縁材料に埋め込まれたトレースを介して、第3のボンディング・パッドに接続されている。このため、新規な側面接続を含む安価で信頼性の高い高密度相互接続が搭載チップ間に設けられる。

20

【0010】

好適な一実施形態において、相互接続層の縁部は、その長さを延長する1つまたは複数の湾曲または角度付き形状を有し、一組の側面接続パッドおよび一組の導電性パッドは、1つまたは複数の湾曲または角度付き形状の輪郭に沿って形成されている。このため、側面接続の密度または側面接続に対する接触面積あるいはその両方を増大させることができる。

【0011】

好適な一実施形態において、相互接続層の1つの側面接続パッドおよびベース基板上に配設された1つの対応する導電性パッドから成る各対は、電源または接地用に独立して用いられる。このため、相互接続層のエリアを回避しつつベース基板上の配線の取り回しが実行される場合と比較して、電圧降下を抑制可能となる。相互接続層の使用により、信号帰還電流経路として機能する電源または接地ラインを設けることは、高速信号伝送に都合が良い。

30

【0012】

特定の一実施形態において、ベース基板は、上面を有する。各導電性パッドは、パッド面を有する。ベース基板の上面および各導電性パッドのパッド面は、表面粗さを増大させる表面処理によって処理された各部を有する。このため、側面接続間のピッチが細くなった場合であっても、隣り合う側面接続の架橋を防止するとともに、側面接続の信頼性を向上させることができる。

40

【0013】

特定の一実施形態において、この相互接続構造は、相互接続層の1つの側面接続パッドをベース基板上に配設された1つの対応する導電性パッドとそれぞれ接続する一組のはんだ接合部をさらに備える。

【0014】

別の特定の実施形態において、この相互接続構造は、ベース基板に搭載された1つまたは複数のチップをさらに備え、チップのうちの少なくとも1つは、側面接続パッドのうちの1つを通じて、ベース基板上に配設された導電性パッドのうちの1つに電気接続された端子を有する。

50

【0015】

本発明の別の実施形態によれば、相互接続層担持構造が提供される。この相互接続層担持構造は、支持基板、支持基板上に形成された剥離層、および剥離層上に配設され、縁部を有する相互接続層部を含む。相互接続層部は、絶縁材料および絶縁材料に埋め込まれた一組の側面接続パッドを含み、一組の側面接続パッドは、相互接続層部の縁部に位置して露出するとともに、相互接続層部の縁部に沿って所定の間隔で形成されている。

【0016】

本発明の別の実施形態に係る相互接続層担持構造は、精密に形成された相互接続層の基板上への転移によって前述の相互接続構造を製造するのに使用可能である。相互接続層の提供によって、相互接続層による配線の取り回しの柔軟性を向上可能となり、相互接続層を使用するチップの端子レイアウトの制約を緩和可能となる。相互接続層担持構造の提供によって、相互接続構造の生産コストが抑えられるとともに、生産歩留まりが向上する。

【0017】

本発明のその他の実施形態によれば、相互接続構造を製造する方法が提供される。この方法は、一組の導電性パッドが配設されたベース基板を用意することを含む。また、この方法は、縁部に位置して露出した一組の側面接続パッドを含む相互接続層をベース基板上に配設することを含む。相互接続層の縁部が一組の導電性パッドの隣に位置し、各側面接続パッドが、ベース基板上に配設された導電性パッドのうちの対応する1つに対して配置されるように、相互接続層が配設される。

【0018】

本発明の実施形態に係る方法により製造された相互接続構造によれば、ベース基板の導電性パッドと相互接続層の側面接続パッドとの間に新規な側面接続を導入可能である。新規な側面接続の導入によって、相互接続層による配線の取り回しの柔軟性が向上する。このため、取り回しの柔軟性の向上により配線を最適化可能であることから、相互接続構造を用いた電子機器の性能を向上させることができる。また、相互接続層を使用するチップの端子レイアウトの制約が緩和される。

【0019】

好適な一実施形態において、ベース基板は、上面を有し、各導電性パッドは、パッド面を有する。この方法は、導電性パッドに近いベース基板の上面の少なくとも一部および各導電性パッドのパッド面の両者に対して、表面粗さを増大させる表面処理を適用することにより、上面の少なくとも一部および各導電性パッドのパッド面を粗くすることをさらに含む。このため、側面接続間のピッチが細かい場合であっても、隣り合う側面接続の架橋を防止するとともに、側面接続の信頼性を向上させることができる。

【0020】

特定の一実施形態において、相互接続層を配設することは、支持基板、支持基板上の剥離層、および剥離層上の相互接続層部を含む相互接続層担持構造を上下逆でベース基板上に載置することを含む。相互接続層を配設することは、剥離層を除去して相互接続層部を支持基板から剥離することにより、ベース基板上に配設された相互接続層を用意することを含む。

【0021】

本発明の別の実施形態によれば、相互接続層担持構造を製造する方法が提供される。この方法は、支持基板を用意することを含む。また、この方法は、剥離層を支持基板に塗布することを含む。この方法は、相互接続層部を剥離層上に構築することをさらに含む。相互接続層部は、縁部を有するとともに、絶縁材料および絶縁材料に埋め込まれた一組の側面接続パッドを含む。一組の側面接続パッドは、相互接続層部の縁部に位置して露出するとともに、相互接続層部の縁部に沿って所定の間隔で形成されている。

【0022】

本発明の実施形態に係る方法により製造された相互接続層担持構造は、精密に形成された相互接続層の基板上への転移によって前述の相互接続構造を製造するのに使用可能である。相互接続層の提供によって、相互接続層による配線の取り回しの柔軟性を向上可能と

10

20

30

40

50

なり、相互接続層を使用するチップの端子レイアウトの制約を緩和可能となる。相互接続層担持構造の提供によって、相互接続構造の生産コストが抑えられるとともに、生産歩留まりが向上する。

【0023】

特定の一実施形態において、相互接続層を構築することは、導電性材料のパターニングによって、一組の側面接続パッドを剥離層上に設けることを含む。相互接続層を構築することは、絶縁部を剥離層上に構成して、一組の側面接続パッドを埋め込むことをさらに含む。

【0024】

その他の特徴および利点については、本発明の技術によって実現される。本発明の他の実施形態および態様を本明細書において詳しく説明するが、これらは、特許請求の範囲に係る発明の一部と考えられる。

【0025】

本発明と見なされる主題は、本明細書の末尾の特許請求の範囲において詳細に示すとともに、明瞭に請求する。本発明の上記および他の特徴および利点については、添付の図面と併せた以下の詳細な説明によって明らかとなる。なお、図中の各要素および各層のサイズおよび相対位置は、必ずしも原寸に比例して描画してはいない。これらの要素または層の一部は、図面を見やすくするため、任意に拡大および位置決めしている。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1A】本発明の一実施形態に係る、相互接続基板の模式図である。

【図1B】本発明の一実施形態に係る、相互接続基板の模式図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る、相互接続層のターゲット基板上への転移に用いられる相互接続層担持構造の模式図である。

【図3A】本発明の一実施形態に係る、相互接続層担持構造を用いた相互接続基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図3B】本発明の一実施形態に係る、相互接続層担持構造を用いた相互接続基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図3C】本発明の一実施形態に係る、相互接続層担持構造を用いた相互接続基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図4A】本発明の一実施形態に係る、相互接続層担持構造を用いた相互接続基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図4B】本発明の一実施形態に係る、相互接続層担持構造を用いた相互接続基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図4C】本発明の一実施形態に係る、相互接続層担持構造を用いた相互接続基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図5】本発明の別の実施形態に係る、相互接続層のターゲット基板上への転移に用いられる相互接続層担持構造の模式図である。

【図6A】本発明の一実施形態に係る、有機ベース基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図6B】本発明の一実施形態に係る、有機ベース基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図6C】本発明の一実施形態に係る、有機ベース基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図6D】本発明の一実施形態に係る、有機ベース基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図7A】本発明の一実施形態に係る、有機ベース基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図7B】本発明の一実施形態に係る、有機ベース基板の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

10

20

30

40

50

10

20

30

40

50

10

20

30

40

50

得られる構造の断面図である。

【図 20C】本発明の別の実施形態に係る、相互接続層担持構造の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【図 21A】本発明の一実施形態に係る、はんだ接合部がない状態の相互接続基板の上面図である。

【図 21B】本発明の一実施形態に係る、はんだ接合部がある状態の相互接続基板の上面図である。

【図 22A】本発明の別の実施形態に係る、はんだ接合部がない状態の相互接続基板の上面図である。

【図 22B】本発明の別の実施形態に係る、はんだ接合部がない状態の相互接続基板の上面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、特定の実施形態に関して本発明を説明するが、当業者には、後述の実施形態がほんの一例に過ぎず、本発明の範囲を制限するものではないことが了解される。

【0028】

1つまたは複数の実施形態は、相互接続構造と、相互接続構造の製造に用いられる相互接続層担持構造と、相互接続構造を製造する方法と、相互接続層担持構造を製造する方法とを対象とするが、この相互接続構造は、当該相互接続構造に搭載されたチップ間の高密度相互接続のほか、ベース基板とその上に配設された相互接続層との間に新規な側面接続を提供する。図 1A～図 22B を参照して実施形態を説明する際、複数の同一要素が総称的な参照番号で識別される一方、これら複数の個々の要素はそれぞれ、総称的な参照番号に付された個々の添字参照番号によって識別され得る。たとえば、図 1A に示す複数のボンディング・パッドは、番号 112 によって総称的に参照され、個々のボンディング・パッドは、番号 112-1 および 112-2 によって参照される。

20

【0029】

以下、図 1A および図 1B を参照して、チップ搭載前の相互接続構造の概要を説明する。

【0030】

図 1A および図 1B は、搭載チップを相互接続する相互接続基板 100 の模式図である。相互接続基板 100 は、チップ搭載前の相互接続構造である。図 1A および図 1B はそれぞれ、相互接続基板 100 の断面図および上面図である。なお、図 1A に示す断面図は、図 1B の上面図において「X」で示す断面に対応する。

30

【0031】

図 1A に示すように、相互接続基板 100 は、有機ベース基板 110 と、有機ベース基板 110 上に形成されたチップ・ボンディング用の複数のボンディング・パッド 112 と、有機ベース基板 110 上に形成された側面接続用の一組の導電性パッド 114 と、有機ベース基板 110 上に配設された相互接続層 130 と、を含む。

【0032】

有機ベース基板 110 としては、ガラス・エポキシ・コア等のコアおよび層間誘電体を伴う適当な数の配線層を有する積層基板が可能であり、任意の積層プロセスにより製造可能である。ボンディング・パッド 112 および導電性パッド 114 としては、積層基板の最外層が可能である。各ボンディング・パッド 112 は、有機ベース基板 110 中の配線を介して、信号ラインに接続されている。各導電性パッド 114 は、有機ベース基板 110 中の配線を介して、電流が電源に帰還する経路である信号帰還電流経路として機能し得る電源または接地ラインに接続されている。ボンディング・パッド 112、導電性パッド 114、および配線は、金属材料（たとえば、Cu、Al 等）および他の導電性材料のいずれか 1 つで構成されている。特定の実施形態においては、金属銅を使用可能である。なお、図示の都合上、有機ベース基板 110 の内側の内部構造については、図面上で省略している。また、有機ベース基板 110 は、記載の実施形態におけるベース基板として採用している。ただし、ベース基板としては、ガラス基板等の無機基板も採用可能である。

40

50

【0033】

また、特定の一実施形態において、相互接続基板100は、有機ベース基板110上に形成されたはんだレジスト層116を含む。各ボンディング・パッド112は、はんだレジスト層116により被覆可能であるとともに、内部に形成された開口を通じてはんだレジスト層116から露出可能である。各ボンディング・パッド112は、はんだレジスト層116の開口内に形成された予備はんだ118を有し得る。また、各導電性パッド114は、はんだレジスト層116により一部を被覆可能であるとともに、有機ベース基板110上に配設された相互接続層130に近い一方の縁部において、はんだレジスト層116から露出可能である。パッド112、114の厚さとしては通常、1～20マイクロメートルの範囲が可能である。はんだレジスト層116の厚さとしては、その適切な膜厚の範囲内が可能であり、通常は、2～50マイクロメートルの範囲が可能である。なお、一般的に有機材料であるはんだレジスト層は、有機ベース基板上に配設された絶縁層として用いられる。ただし、はんだレジスト層116の使用の代わりとして、はんだマスク材料以外の無機絶縁材料等の絶縁材料の誘電体層も考えられる。

10

【0034】

複数のボンディング・パッド112は、複数のグループに分割可能である。あるグループのボンディング・パッド（以下、第1のグループと称する）112-1は、相互接続基板100上のフリップチップ・エリア（第1のフリップチップ・エリアと称する）110b-1に位置決めされている。別のグループのボンディング・パッド（以下、第2のグループと称する）112-2は、相互接続基板100上の異なるフリップチップ・エリア（第2のフリップチップ・エリアと称する）110b-2に位置決めされている。第2のグループのボンディング・パッド112-2は、第1のグループのボンディング・パッド112-1からある距離に位置し得る。なお、ボンディング・パッド112-1、112-2上に形成された予備はんだ118-1、118-2は、図1Bの上面図に示している。第1および第2のフリップチップ・エリア110b-1、110b-2はそれぞれ、後続のチップ搭載プロセス後にあるチップ（以下、第1のチップと称する）および別のチップ（以下、第2のチップと称する）が搭載されるエリアである。

20

【0035】

相互接続層130は、有機ベース基板110の上面上に配設され、第1および第2のグループのボンディング・パッド112-1、112-2間の規定エリア110a内に位置する。相互接続層130が配設された規定エリア110aには、はんだレジストが存在しない。相互接続層130は、適当なアライメント・マークを用いて規定エリア110aに正確に位置決め可能であるとともに、有機ベース基板110に取り付け可能である。なお、相互接続層130の規定エリア110aは、第1および第2のフリップチップ・エリア110b-1、110b-2の両者と部分的に重なり合う。また、相互接続層130が配設された規定エリア110aは、相互接続層130の上面およびはんだレジスト層116の上面の高さを調整するように窪ませることができる。

30

【0036】

相互接続層130は、接着剤132によって、有機ベース基板110の上面にボンディングされている。接着剤132としては、ペーストもしくは液状タイプまたはフィルム・タイプの接着材料を使用可能である。

40

【0037】

図1Aをさらに参照して、この図は、相互接続層130の構造をより詳しく示している。相互接続層130は、有機絶縁材料134と、有機絶縁材料134に埋め込まれた導電性パターン136と、有機絶縁材料134により提供可能な相互接続層130の上面130aで露出した複数のパッド140～142と、を含む。相互接続層130のパッド140～142は、2つの種類に分割される。第1の種類は、側面接続に用いられる側面接続パッド140であり、第2の種類は、チップ・ボンディングに用いられるボンディング・パッド141、142である。

【0038】

50

なお、有機絶縁材料 134 は、記載の実施形態における相互接続層 130 の絶縁材料として採用している。有機ベース基板 110 を採用の場合は、相互接続層 130 と（パッケージ基板として通常用いられる）有機ベース基板 110 との間の熱膨張係数（CTE）の不整合を緩和するため、有機材料が好ましい。ただし、絶縁材料は、有機材料に限定されない。別の実施形態においては、絶縁材料として、無機絶縁材料を採用することも可能である。

【0039】

記載の実施形態において、第 1 のフリップチップ・エリア 110b-1 に関する代表的な説明の通り、相互接続層 130 は、有機ベース基板 110 上に配設された複数組の導電性パッド 114-1 の隣に位置する縁部 E1 および複数組の導電性パッド 114-2 の隣に位置する縁部 E2 を有する。一組の側面接続パッド 140-1 は、縁部 E1 に位置して露出する。各側面接続パッド 140-1 は、有機ベース基板 110 上に配設された導電性パッド 144-1 のうちの対応する 1 つに対して配置されている。一組の導電性パッド 114-1 が相互接続層 130 に近い一方の縁部に沿って所定の間隔（たとえば、ピッチ幅）で一行に配置されている場合は、一組の側面接続パッド 140-1 もまた、相互接続層 130 の縁部 E1 に沿って、導電性パッド 114-1 の間隔に一致する所定の間隔（たとえば、ピッチ幅）で一行に配置されている。特定の制限はないものの、特定の一実施形態において、側面接続パッド 140-1 および導電性パッド 114-1 は、1 対 1 の関係にある。

【0040】

各側面接続パッド 140 は、相互接続層 130 の上面 130a で露出した上面 TS と、相互接続層 130 の一方の縁部（たとえば、E1）で露出した縁部面 ES と、を有する。上面 TS が有機ベース基板 110 の上面と平行である一方、縁部面 ES は、有機ベース基板 110 の上面と垂直であり、導電性パッド 114 のうちの対応する 1 つの側を向いている。好適な一実施形態において、各側面接続パッド 140 の縁部面 ES または上面 TS あるいはその両方は、バリア・メタル層を有する。バリア・メタル層の例としては、Au/Pd/Ni スタックおよび Au/Ni スタック（最初の元素（たとえば、いずれの場合も Au）がスタックの最上部である）、Au 層、ならびに Pd 層が挙げられる。なお、Au、Pd、Ni 等の記号は、スタックの各層に含まれる主要な元素を表すが、この各層には、合金を形成するための少量もしくは微量の他の元素を含むこと、または、製造プロセスによって少量もしくは微量の添加物を含むこと、あるいはその両方が可能である。また、有機ベース基板 110 上に配設されたボンディング・パッド 112 および導電性パッド 114 はそれぞれ、類似のバリア・メタル層を有していてもよいし、または有していなくてもよい。

【0041】

また、図 1A および図 1B に示すように、相互接続基板 100 は、相互接続層 130 の 1 つの側面接続パッド 140 を有機ベース基板 110 上に配設された 1 つの対応する導電性パッド 114 とそれぞれ接続する一組のはんだ接合部 119 を具備し得る。各のはんだ接合部 119 は、側面接続パッド 140（上面 TS および縁部面 ES）および導電性パッド 114 の露出面に接触する。なお、導電性パッド 114-1、114-2 および側面接続パッド 140-1、140-2 上に形成されたのはんだ接合部 119-1、119-2 は、図 1B の上面図にも示している。記号「G」が接地を示す一方、記号「P」は電源を示す。

【0042】

記載の実施形態において、パッド 112、114 および基板は、表面粗さを増大させる表面処理が適用された表面（導電性パッド 114 およびボンディング・パッド 112 のパッド面 PS ならびに導電性パッド 114 およびボンディング・パッド 112 の周りの基板面 SS）をそれぞれ有する。1 つまたは複数の実施形態において、表面処理には、サンドブラストまたはプラズマ処理あるいはその両方を含む。したがって、導電性パッド 114 は、基板面 SS から露出し、未処理パッドの露出面よりも粗いパッド面 PS を有する。また、ボンディング・パッド 112 は、基板面 SS から露出し、未処理パッドの露出面より

も粗いパッド面 P S を有する。また、基板は、導電性パッド 1 1 4 およびボンディング・パッド 1 1 2 に近い基板面 S S の一部を有し、この部分は、基板面の他の部分よりも粗い。

【0043】

なお、基板面 S S は、基板本体としての有機ベース基板 1 1 0 および基板本体上に形成されたはんだレジスト層 1 1 6 を含む部分の表面として規定される。基板面 S S には、はんだレジスト層 1 1 6 の上面、はんだレジスト、相互接続層、および接着剤のない有機ベース基板 1 1 0 の上面、または接着剤 1 3 2 の表面の少なくとも一部、あるいはその組み合わせを含み得る。

【0044】

基板面 S S は、はんだレジスト層 1 1 6、有機ベース基板 1 1 0、または接着剤 1 3 2、あるいはその組み合わせの有機材料によって与えることができ、溶融はんだに対する濡れ性が低い。導電性パッド 1 1 4 およびボンディング・パッド 1 1 2 それぞれのパッド面 P S は、溶融はんだに対する濡れ性が高い。本発明の背景において、用語「低い濡れ性 (low wettability)」は、当該表面の接触角が 90° 超 ($90^\circ < \theta \leq 180^\circ$) であることを意味する。一方、用語「高い濡れ性 (high wettability)」は、当該表面の接触角が 90° 未満 ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) であることを意味する。接触角 (θ) は、液体 (溶融はんだ) - 空気界面が固体 (パッド 1 1 2、1 1 4 の導電性材料または基板の有機材料) - 液体界面と会合する角度であり、濡れ性の逆の評価基準を与える。

【0045】

特定の一実施形態において、表面処理を適用した基板面 S S の部分の粗さパラメータ (R a) は、表面処理後のはんだレジスト層の厚さが十分に保たれる限り、 $0.4 \mu\text{m}$ 超 $2 \mu\text{m}$ 未満、より好ましくは $0.5 \mu\text{m}$ 超 $1 \mu\text{m}$ 未満である。ここで、R a は、平均粗さを表す。別の粗さパラメータ (R q) に関して、基板面 S S の上記部分の粗さパラメータ (R q) としては、 700 nm 超 $4 \mu\text{m}$ 未満、より好ましくは $0.8 \mu\text{m}$ 超 $2 \mu\text{m}$ 未満が可能である。ここで、R q は、二乗平均平方根粗さを表す。パッド面 P S についても同じことが当てはまる。

【0046】

さらに、相互接続層 1 3 0 のパッド 1 4 0、1 4 1、1 4 2 はそれぞれ、相互接続層 1 3 0 の上面 1 3 0 a から露出し、表面粗さを増大させる表面処理が適用されていない他の未処理パッドの露出面よりも粗いパッド面を有し得る。また、相互接続層 1 3 0 の上面 1 3 0 a は、パッド 1 4 0、1 4 1、1 4 2 に近く、表面粗さを増大させる表面処理が適用されていない相互接続層 1 3 0 の他の部分よりも粗い部分を有し得る。

【0047】

記載の実施形態において、第 1 のフリップチップ・エリア 1 1 0 b - 1 に関する代表的な説明の通り、側面接続パッド 1 4 0 - 1、導電性パッド 1 1 4 - 1、ひいてははんだ接合部 1 1 9 - 1 は、フリップチップ・エリア 1 1 0 b - 1 内に位置する。別のフリップチップ・エリア 1 1 0 b - 2 についても同じことが当てはまる。ただし、側面接続 (側面接続パッド 1 4 0、導電性パッド 1 1 4、およびはんだ接合部 1 1 9) の位置は、制限を受けない。別の実施形態において、側面接続は、チップ・ボンディングと直接関与しないため、フリップチップ・エリア 1 1 0 b から離れた位置に配置される。

【0048】

ここで、相互接続層 1 3 0 の構造に再び着目して、ボンディング・パッド 1 4 1、1 4 2 は、相互接続層 1 3 0 の上面 1 3 0 a で有機絶縁材料 1 3 4 から露出する。相互接続層 1 3 0 のボンディング・パッド 1 4 1、1 4 2 は、有機ベース基板 1 1 0 上に配設されたボンディング・パッド 1 1 2 と併せて、その上に配設されるチップの搭載に用いられる。記載の実施形態において、相互接続層 1 3 0 のボンディング・パッド 1 4 1、1 4 2 は、機能上 2 つの種類に分割される。第 1 の種類は、電源または接地用の第 1 のボンディング・パッド 1 4 1 であり、第 2 の種類は、チップ間の信号伝送用の第 2 のボンディング・パッド 1 4 2 である。

【0049】

電源または接地用の第1のボンディング・パッド141はそれぞれ、有機絶縁材料134に埋め込まれた配線（導電性パターン136の一部である）を介して、対応する側面接続パッド140に接続されており、これがさらに、はんだ接合部119を通じて、有機ベース基板110の電源または接地ラインに接続されている。

【0050】

また、相互接続層130のボンディング・パッド141、142は、接続相手に関して、複数のグループに分割される。あるグループのボンディング・パッド（以下、第1の組と称する）141-1、142-1は、第1のフリップチップ・エリア110b-1に位置決めされており、別のグループのボンディング・パッド（以下、第2の組と称する）141-2、142-2は、第2のフリップチップ・エリア110b-2に位置決めされている。図1Aには示していないものの、第1の組の1つのボンディング・パッド142-1は、有機絶縁材料134に埋め込まれた配線またはトレース（導電性パターン136の一部でもある）によって、第2の組の対応するボンディング・パッド142-2に電気接続されている。なお、導電性パターン136には、有機絶縁材料の1つまたは複数の中間層を含む複数の導電性層を含み、中間層を通じて形成された導電性ビアによって、隣り合う導電性層の一部が接続され得る。また、導電性パターン136は、有機絶縁材料によって隔離された複数の電気経路を含む。

【0051】

図1Aの記載において、ボンディング・パッド141-1は、同じフリップチップ・エリア110b-1内に位置する側面接続パッド140-1に接続されているが、異なるフリップチップ・エリア110b-2内に位置する別の側面接続パッド140-2には接続されていない。ただし、複数のチップ間で電源および接地を共有可能であることから、第1のチップ用の電源または接地ラインは、第2のチップ用の電源または接地ラインに接続可能である。

【0052】

実施形態の説明を簡素化するため、図1Bにおいては、各チップについて、4つのボンディング・パッド141、142、2つのはんだ接合部（2つの側面接続パッド140および2つの導電性パッド114）、および有機ベース基板110の2つのボンディング・パッド112を示している。ただし、各チップについて、ボンディング・パッドの数、はんだ接合部の数（ひいては、側面接続パッドの数および導電性パッドの数）、および有機ベース基板110のボンディング・パッドの数は、制限を受けず、チップの仕様によって決まり得る。また、フリップチップ・エリアの数は、2つに限定されない。

【0053】

後述の通り、相互接続層130の第1の組のボンディング・パッド141-1、142-1および有機ベース基板110の第1のグループのボンディング・パッド112-1は、2次元アレイとして形成され、第1のチップの端子バンプを受容するように構成されている。他のチップについても同じことが当てはまる。

【0054】

記載の実施形態において、図1に示す相互接続層130は、新規な相互接続層担持構造を用いて、有機ベース基板110上に取り付け可能である。以下、図2を参照して、本発明の例示的な実施形態に係る、相互接続層のターゲット基板上への転移に用いられる相互接続層担持構造120を説明する。

【0055】

図2は、相互接続層130の有機ベース基板110上への転移によって、図1Aおよび図1Bに示す相互接続基板100を製造するのに使用可能な相互接続層担持構造の模式図である。図2は、相互接続層担持構造120の断面図である。

【0056】

図2に示すように、相互接続層担持構造120は、支持基板122、支持基板122上に形成された剥離層124、および剥離層124上に形成された相互接続層部131を含

10

20

30

40

50

む。図 2 に示す相互接続層部 131 は、図 1 に示す相互接続層 130 に対応しており、図 1A に対して上面および下面を上下逆に示している。

【0057】

支持基板 122 は、剛性の安定した基板で、相互接続層部 131 の製造に用いられる。支持基板 122 としては、適切な剛性および安定性をもたらす限り、好適には如何なる基板も可能である。1 つまたは複数の実施形態において、支持基板 122 としては、ガラス、シリコン等の半導体、セラミック等を含む無機基板が可能である。好適な一実施形態において、支持基板 122 は、ガラス基板である。ガラス基板は、たとえばシリコン基板と比較して、相互接続層部 131 の構築に用いられる有機材料により近い透明度および熱膨張係数 (CTE) ($3 \sim 12 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$) を有するためである。このようなガラス基板の例としては、ソーダ・ライム・ガラス、ホウケイ酸ガラス、熔融シリカ、合成石英ガラスが挙げられるが、これらはほんの数例に過ぎない。

【0058】

剥離層 124 は、適当な処理によって支持基板 122 から相互接続層部 131 を剥離するように構成された剥離被膜である。支持基板 122 が透明の場合は、支持基板 122 の裏面から UV (紫外) / IR (赤外) / 可視光を剥離層 124 に照射して、支持基板 122 から相互接続層部 131 を剥離することができる。

【0059】

1 つまたは複数の実施形態において、剥離層 124 としては、ウェハ・ボンディング／脱ボンディング技術の分野において、レーザ照射による支持基板界面からの脱ボンディングを可能にする任意既知の感光剥離層が可能である。特定の一実施形態においては、吸収した光エネルギーを熱に変換する光-熱変換剥離被膜を剥離層 124 として使用可能である。これら特定の実施形態において、剥離層 124 は、相互接続層部 131 が有機ベース基板 110 に固定された後のレーザ照射によるアブレーションによって、燃焼、分離、または分解可能である。他の実施形態において、剥離層 124 としては、熱または UV 照射によって接着性が消失または低下する熱または UV 剥離性接着層が可能である。剥離後、剥離層 124 の残留物を必要に応じて洗浄可能である。他の実施形態においては、機械的剥離法、熱的脱離法、および溶媒剥離法等、既知の脱ボンディング法のいずれかを採用可能である。

【0060】

図 1A および図 1B を参照して説明した通り、相互接続層部 131 は、有機絶縁材料 134 と、支持基板 122 の側を向き、有機絶縁材料 134 に埋め込まれた複数のパッド 140 ~ 142 と、有機絶縁材料 134 に埋め込まれた複数のトレース (または、配線) 136a ~ 136d と、を含む。

【0061】

図 2 には示していないものの、図 1 の接着剤 132 にフィルム・タイプの接着材料が用いられる特定の一実施形態において、相互接続層部 131 は、有機絶縁材料 134 上に形成され、有機絶縁材料 134 の上面を完全に覆い得る接着層をさらに含み得る。

【0062】

複数のパッド 140 ~ 142 には、側面接続パッド 140、電源または接地用の第 1 のボンディング・パッド 141、および信号伝送用の第 2 のボンディング・パッド 142 を含む。図 1 に示すように、各側面接続パッド 140 は、はんだ接合部 119 によって、有機ベース基板 110 上に配設された対応する導電性パッド 114 (相互接続層部 131 が転移される) に接続されるように構成されている。複数のパッド 140 ~ 142 は、第 1 の組のパッド 140-1、141-1、142-1 および第 2 の組のパッド 140-2、141-2、142-2 等、複数のグループに分割される。側面接続パッド 140-1 および対応するボンディング・パッド 142-1 から成る各対は、トレース 136a によって電氣的に結合されている。ボンディング・パッド 142-1 および対応するボンディング・パッド 142-2 から成る各対は、トレースによって電氣的に結合されている (ボンディング・パッド 142-1、142-2 を接続するトレースは、図 2 に示していない)。

【0063】

有機絶縁材料134は、剥離層124上に配設可能である。記載の実施形態において、有機絶縁材料134の上面としては、平坦な露出面が可能である。別の実施形態において、有機絶縁材料134の上面は、接着層で覆うことができる。パッド140～142は、有機絶縁材料134の下面から露出して、剥離層124に接触可能である。記載の実施形態において、各パッド140～142は、剥離層124上に形成されたバリア・メタル層138を含む。各パッド140～142は、電解めっきによって剥離層124上に、（上面TSに対応する）下面に導電性材料（たとえば、バリア・メタル層138およびパッド本体）を堆積させるのに使用可能なシード・メタル層をさらに含み得る。好適な実施形態において、各側面接続パッド140は、その縁部面ESに形成されたバリア・メタル層139をさらに含む。

10

【0064】

有機絶縁材料134としては、PI（ポリイミド）、BCB（ベンゾシクロブテン）、PBO（ポリベンゾオキサゾール）、または他の感光性ポリマー等、感光性絶縁樹脂のいずれか1つが可能である。有機絶縁材料の使用によって、相互接続層130と有機ベース基板110との間のCTE不整合が緩和される。導電性パターン136は、金属材料（たとえば、Cu、Al等）および他の導電性材料のいずれか1つで構成可能である。特定の一実施形態においては、導電性パターン136に金属銅を使用可能である。バリア・メタル層138、139としては、Au/Pd/NiスタックもしくはAu/Niスタック（最初の元素（たとえば、いずれの場合もAu）が図2のスタックの最下層である）、Au層、またはPd層が挙げられるが、これらに限定されない。

20

【0065】

記載の実施形態において、相互接続層部131の縁部E1、E2は、支持基板122の縁部GE1、GE2と位置合わせされている。図2に示すように、相互接続層部131は、有機材料により形成され、剛性の裏当て材としての支持基板122により保持されるテープの形態で支持基板122上に製造されるものとして提供される。相互接続層担持構造120を製造するプロセスについては、後述する。

【0066】

以下、図3A～図3Cおよび図4A～図4Cを参照して、相互接続層担持構造120の使用により相互接続基板100を製造するプロセスを説明する。図3A～図3Cおよび図4A～図4Cは、相互接続基板100の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

30

【0067】

図3Aに示すように、相互接続基板100の製造プロセスには、有機ベース基板110および相互接続層担持構造120を用意するステップを含み得る。このステップで用意する有機ベース基板110は、当該有機ベース基板110上に配設された複数のボンディング・パッド112、一組の導電性パッド114、およびはんだレジスト層116を含み得る。なお、有機ベース基板110上には、はんだレジスト層のない規定エリア110aが存在する。

【0068】

図3Aに示すように、この製造プロセスには、規定エリア110a内の有機ベース基板110に接着剤132を塗布するステップをさらに含み得る。記載の実施形態においては、接着剤132として、チップの基板とのボンディング時にアンダーフィルとして従来使用可能なペーストまたは液状タイプの接着材料が用いられる。ペーストまたは液状タイプの接着剤の使用により、接着剤132中のボイドの発生を防止可能である。ただし、フィルム・タイプの接着材料の接着剤が相互接続層部131上に形成される特定の一実施形態においては、接着剤を塗布するステップを省略可能である。

40

【0069】

図3Bに示すように、この製造プロセスには、相互接続層131の縁部E1、E2が各組の導電性パッド114の隣に位置し、各側面接続パッド140が、有機ベース基板11

50

0 上に配設された導電性パッド 1 1 4 のうちの対応する 1 つに対して配置されるように、相互接続層担持構造 1 2 0 を有機ベース基板 1 1 0 上に配置するステップを含み得る。相互接続層担持構造 1 2 0 は、パッド 1 4 0 ~ 1 4 2 が上を向き、有機絶縁材料 1 3 4 の露出面が下を向くように、ボンダを用いて上下逆に、有機ベース基板 1 1 0 上に配置可能である。有機絶縁材料 1 3 4 の底部は、規定エリア 1 1 0 a 内の有機ベース基板 1 1 0 の上面に取り付けられる。

【0070】

相互接続層部 1 3 1 のボンディング・パッド 1 4 1、1 4 2 および有機ベース基板 1 1 0 上のボンディング・パッド 1 1 2 が搭載チップのバンプを受容するように構成されていることから、相互接続層担持構造 1 2 0 は、有機ベース基板 1 1 0 上に予め形成し得る適

10

【0071】

他の実施形態において、接着剤 1 3 2 を塗布するステップは、相互接続層担持構造 1 2 0 の配置後、毛細管法またはインジェクション・フロー法によって実行可能である。

【0072】

図 3 C に示すように、この製造プロセスには、剥離層 1 2 4 の除去によって、支持基板 1 2 2 から相互接続層部 1 3 1 を剥離するステップを含み得る。特定の一実施形態においては、支持基板 1 2 2 が透明であり、支持基板 1 2 2 から剥離するステップは、レーザ光線をスキャンしつつの支持基板 1 2 2 を通じたレーザ照射による剥離層 1 2 4 のアブレーションによって実行され得る。

20

【0073】

前述のステップの実行により、相互接続層部 1 3 1 が規定エリア 1 1 0 a で相互接続層担持構造 1 2 0 から有機ベース基板 1 1 0 に転移され、有機ベース基板 1 1 0 に取り付けられた相互接続層 1 3 0 が得られる。図 3 C に示す剥離ステップによって、一組のパッド 1 4 0 ~ 1 4 2 が有機ベース基板 1 1 0 の反対方向を向くように、相互接続層 1 3 0 が有機ベース基板 1 1 0 上に配置される。

【0074】

また、図 4 A に示すように、この製造プロセスには、剥離層 1 2 4 を除去するステップの後、相互接続層 1 3 0 上の残留物（剥離層 1 2 4 の残留物を含み得る）の洗浄を実行するステップを含み得る。残留物の洗浄は、O₂ プラズマ照射等、事実上如何なる手段によっても実行可能である。また、特定の一実施形態において、この製造プロセスには、剥離層 1 2 4 を除去するステップの後、パッド 1 4 0 ~ 1 4 2 上に形成されたシード・メタル層を含み得るパッド 1 4 0 ~ 1 4 2 の表面のエッチングを実行して、金属スタック 1 3 8 の露出面を露出させるステップを含み得る。

30

【0075】

図 4 B に示すように、この製造プロセスには、導電性パッド 1 1 4 およびボンディング・パッド 1 1 2 の露出パッド面 P S ならびに導電性パッド 1 1 4 およびボンディング・パッド 1 1 2 の周りの露出基板面 S S の一部に対して、表面粗さを増大させる表面処理を適用するステップを含み得る。このように表面粗さを増大させる表面処理の例としては、サンドブラスト（研磨ブラスト）およびプラズマ処理が挙げられる。

40

【0076】

好適な一実施形態においては、表面処理としてサンドブラストが採用される。サンドブラストは、研磨媒体の衝突速度等の適当な条件下で粒子サイズの適当な研磨媒体を用いて実行され得る。たとえば乾式ブラストおよび湿式ブラスト等、多くの種類が存在する。研磨媒体および水等の液体が加工対象物に対して噴射される湿式ブラストは、乾式ブラストよりも細かい研磨媒体を使用可能であるため好ましい。サンドブラストは、化学的な表面状態への大きな影響なく、露出面を機械的および物理的に改質するため好ましい。また、

50

適当な研磨粒子の使用によって、露出面の粗さをより広い制御範囲でより正確に制御可能である。

【0077】

特定の一実施形態においては、表面処理としてプラズマ処理が採用される。プラズマ処理では、アルゴン（Ar）プラズマ、酸素（O₂）プラズマ、およびこれらの混合物を使用可能である。Arプラズマは酸化を防止可能であることから、Arプラズマを用いたプラズマ処理を採用可能であるのが好ましい。ただし、たとえば上面に形成されたAu層等の貴金属層によってパッド112、114が保護されている場合は、O₂プラズマ処理も考えられる。プラズマ処理は、表面粗さを十分に増大できるように、RF（無線周波数）電力、加速電圧、ガス流量、印加時間等を含み得る適当な条件下で実行可能である。

10

【0078】

対象面にプラズマ処理を適用して有機残留物を除去することにより、表面の洗浄または表面の機能化あるいはその両方によって表面特性を化学的に改質することが多いものの、例示的な実施形態に係るプラズマ処理は、その目的および条件に関して、このような洗浄または表面機能化あるいはその両方のためのプラズマ処理と異なる。一般的には、対象面を十分に粗くするため、比較的長時間にわたってプラズマ処理が適用される。また、表面粗さを増大させるプラズマ処理は、表面を物理的に粗くするため、その粗面化効果は、比較的長時間にわたって持続する。これに対して、洗浄または表面機能化あるいはその両方の観点でのプラズマ処理の有効性は短い。洗浄面が時間とともに汚染される傾向にあり、表面状態が時間とともに変化することで、洗浄／機能化効果が経時的に低下するためである。また、プラズマ処理（特に、O₂プラズマ処理）によれば、活性種と表面分子との間の相互作用によって、樹脂表面がより親水性となり得るため、プラズマ処理後は、親水性が十分に低下するまでしばらくの間、はんだレジスト層116の露出面を放置するのが好ましい。

20

【0079】

表面粗さの増大によって、高濡れ性の表面のはんだ濡れ性が向上する一方、低濡れ性の表面の脱濡れ性が向上する。溶融はんだの濡れ性は、三相の材料が同一である場合の固体成分の表面粗さによって決まる。濡れ性は、以下のように、Wenzelの式における接触角によって表される。

$$\cos \theta_w = r \cos \theta$$

30

ここで、 θ_w は見掛けの接触角、 θ はYoungの接触角、 r は粗度比（滑らかな表面の場合は $r=1$ 、粗い表面の場合は $r>1$ ）を表す。

【0080】

表面の凹凸が微細で、界面に空気が残りの、化学的に不均一な表面を構成する場合は、Cassieの式が以下のように成り立つ。

$$\cos \theta_c' = f \cos \theta_a + (1-f) \cos \theta_b$$

ここで、 f は液相および固相に接触する面積の比、 θ_a は一部の表面積 f に関する成分Aの接触角、 θ_b は残りの表面積 $(1-f)$ に関する成分Bの接触角を表す。液体が空気に接触する場合（たとえば、 $\theta_b=180^\circ$ の場合）、Cassieの式は以下になる。

40

$$\cos \theta_c' = f \cos \theta_a + 1 - f$$

【0081】

したがって、接触角 θ_c' は、固体と液体との間の界面に空気を含む場合であっても大きくなる。 $f=1$ で表面が均質に戻ると、Wenzelの式が成り立つことになる。

【0082】

表面処理の適用によって、露出面の異なる濡れ性がそれぞれの強化方向で変化する。低濡れ性（ $90^\circ < \theta < 180^\circ$ ）の基板面SSは、非濡れ性がさらに進行する（ $\theta_w > \theta$ ）。それと同時に、高濡れ性（ $0 < \theta < 90^\circ$ ）のパッド面PSは、濡れ性がさらに進行する（ $\theta_w < \theta$ ）。表面粗さの増大によって、高濡れ性のパッド114の露出パッド面PSのはんだ濡れ性が向上する一方、低濡れ性の基板面SSの脱濡れ性が向上する。このた

50

め、側面接続およびボンディング間のピッチ幅が細かい場合であっても、はんだ付けに際して隣り合う側面接続の架橋を防止するとともに、側面接続およびチップ・ボンディングの信頼性を向上させることができる。

【0083】

表面粗さを増大させる表面処理は、支持基板122から相互接続層部131を剥離するステップの後に実行される。本実施形態においては、パッド140、141、142の表面（側面接続パッド140の上面TS（および場合により、縁部面ES）を含む）およびパッド140、141、142に近い相互接続層130の上面130aの少なくとも一部についても、表面処理を施すことができる。

【0084】

図4Cに示すように、この製造プロセスには、一組のはんだ接合部119を形成して、相互接続層130の側面接続パッド140をそれぞれ、有機ベース基板110上に配設された対応する導電性パッド114と接続するステップを含み得る。このステップにより、一組の予備はんだ118を形成することも可能である。各はんだ接合部119は、はんだペーストを側面接続パッド140および対応する導電性パッド114に塗布するとともに、はんだペーストの加熱による溶融によって機械的および電氣的接合部を構成することにより形成可能である。ペーストは、ジェット印刷、ステンシル印刷、またはシリンジによって塗布可能である。代替実施形態においては、はんだ接合部119の形成に射出溶融はんだ付け（IMS）を採用可能である。IMS技術は、大量のはんだの使用が好ましい場合に都合が良い。

【0085】

記載の実施形態において、はんだペースト117を加熱して一組のはんだ接合部119を形成するステップは、チップ搭載の前に実行される。これは、後続のチップ搭載プロセスが実行されるまでの遅延がある場合に好適である。また、はんだ接合部119の形成は、後続のチップ搭載プロセスでリフロー・プロセスを使用しない場合にも、チップ搭載の前に実行されるのが好ましい。ただし、後続のチップ搭載プロセスでリフロー・プロセスを使用する場合は、この段階ではんだペースト117の加熱ステップを省略し、後続のチップ搭載プロセスのリフロー・プロセスまではんだ接合部119の完成を遅らせることも可能である。

【0086】

一連の図3A～図3Cおよび図4A～図4Cに示す製造プロセスにより得られた相互接続基板100（有機ベース基板110、相互接続層130、ならびに相互接続層130の側面接続パッド140および有機ベース基板110の対応する導電性パッド114上に形成された一組のはんだ接合部119を含む）は、チップ搭載プロセス等の後続プロセスに受け渡し可能である。

【0087】

図5は、本発明の別の実施形態に係る、相互接続層のターゲット基板上への転移に用いられる相互接続層持持構造の模式図である。図2を参照して説明した実施形態において、相互接続層部131の縁部E1、E2は、支持基板122の縁部GE1、GE2と位置合わせされている。これに対して、図5に示す特定の実施形態においては、相互接続層部131が製造される基部122aおよび基部122aの外側に延びた両縁部の延伸部122b（または、鍔）122bを支持基板122が有するように、支持基板122上の所定エリア内に相互接続層部131が形成される。延伸部122bは、上下反転時に相互接続層部131の縁部E1、E2に差し掛かる支持基板122の部分である。図5に示す実施形態において、相互接続層部131の縁部E1、E2は、支持基板122の縁部GE1、GE2と位置合わせされていない。支持基板122の延伸部122bは、支持基板122から有機ベース基板110上への相互接続層130の転移の際の延伸部122bの当接によって有機ベース基板110の平面と略平行になるように構成された平面を有する。

【0088】

特定の一実施形態において、有機ベース基板110は、当接用の平面を有するはんだレ

10

20

30

40

50

ジスト層 116 を有する。支持基板 122 の延伸部 122 b の平面は、相互接続層 130 の転移に際して直接的または間接的に、有機ベース基板 110 のはんだレジスト層 116 の平面に当接するように構成されている。

【0089】

特定の実施形態において、延伸部 122 b の平面は、剥離層 124 の上面 124 a として与えられる。ただし、剥離層 124 は、支持基板 122 の延伸部 122 b のエリアまで延びている必要はない。別の実施形態において、支持基板 122 の延伸部 122 b は、支持基板 122 のはんだレジスト層 116 との接触時にはんだレジスト層 116 の平面と略平行になるように構成された平面を直接与える。

【0090】

また、特定の実施形態において、はんだレジスト層 116 は、当接用の平面を有する。ただし、他の実施形態においては、高さの差が好適となるように支持基板 122 の延伸部 122 a とはんだレジスト層 116 との間に挿入された適当なスペーサを使用することにより、相互接続層 130 の上面の高さおよびはんだレジスト層 116 の上面の高さを調整可能である。

【0091】

図 5 に示す相互接続層担持構造 120 を有する特定の実施形態において、図 3 B に示す有機ベース基板 110 上に相互接続層担持構造 120 を載置するステップは、延伸部 122 b の平面が有機ベース基板 110 のはんだレジスト層 116 の上面と略平行になるように、当接によって延伸部 122 b の平面を水平にするサブステップを含む。

【0092】

以下、図 6 A ～図 6 D を参照して、有機ベース基板 110 を製造するプロセスを説明する。図 6 A ～図 6 D は、有機ベース基板 110 の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【0093】

図 6 A に示すように、この製造プロセスには、複数のボンディング・パッド 112 および一組の導電性パッド 114 を具備する有機ベース基板 110 を用意するステップを含み得る。ボンディング・パッド 112 および導電性パッド 114 は、金属銅により構成可能であるとともに、準加法、加法プロセス、減法プロセス等の如何なる積層プロセスによっても形成可能である。図 6 A ～図 6 D に示すプロセスは、導電性パッド 112、114 の製造プロセスのみを示しているが、有機ベース基板は、ガラスエポキシ等の複合材料のコア、一般配線層、および絶縁層で構成されている。

【0094】

図 6 B に示すように、この製造プロセスには、ボンディング・パッド 112 および導電性パッド 114 のエリアを含む有機ベース基板 110 に感光性はんだレジスト 115 を塗布するステップを含み得る。このような感光性レジストは、たとえばスプレー・コーティング、ディップ・コーティング、カーテンコーティング、ラミネーション等、任意のプロセスにより被覆される。

【0095】

図 6 C に示すように、この製造プロセスには、マスク 117 を用いた感光性はんだレジスト 115 の露光および現像によって、図 6 D に示す構造（パターニングはんだレジスト 116 を有する）を得るステップを含み得る。図 6 D に示すパターニングはんだレジスト 116 は、ボンディング・パッド 112 上の開口 116 b と、規定エリア 110 a の表面および規定エリア 110 a に近い導電性パッド 114 の縁部を露出させるキャビティ 116 a と、を有する。図 6 C に示す実施形態においては、マスク 117 が暗視野マスクであり、はんだレジストがポジ型である。ただし、別の実施形態においては、明視野マスクおよびネガ型感光性レジスト材料を採用することも可能である。

【0096】

以下、図 7 A ～図 7 D を参照して、有機ベース基板 110 を製造する代替プロセスを説明する。図 7 A ～図 7 D は、有機ベース基板の代替的な製造プロセスにおいて得られる構

10

20

30

40

50

造の断面図である。

【0097】

図7Aに示すように、有機ベース基板の製造プロセスには、複数のボンディング・パッド112および一組の導電性パッド114を具備する有機ベース基板110を用意するステップを含み得る。図7Bに示すように、この製造プロセスには、はんだレジスト115を有機ベース基板110に塗布するステップを含み得る。図7Cに示すように、この製造プロセスには、レーザ照射によるはんだレジスト115の処理によって、図7Dに示す構造（パターニングはんだレジスト116を有する）を得るステップを含み得る。パターニングはんだレジスト116は、ボンディング・パッド112上の開口116bと、規定エリア110aおよび規定エリア110aに近い導電性パッド114の縁部を露出させるキャビティ116aと、を有する。

10

【0098】

以下、図8を参照して、チップ搭載後の相互接続構造の概要を説明する。

【0099】

図8は、インターポーザとしての相互接続基板100を含み、チップ搭載後の相互接続構造である電子機器190の模式図である。図8は、相互接続層130の周りの電子機器190の拡大断面図である。図8に示すように、相互接続基板100には、2つのチップ150-1および150-2が搭載されている。チップの例としては、CPU（中央演算処理装置）、GPU（グラフィックス処理ユニット）、SoC（システム・オン・チップ）、HBM（高帯域幅メモリ）のようなメモリ・デバイス等が挙げられる。第1のチップ150-1および隣り合う第2のチップ150-2は、当該第1および第2のチップ150-1、150-2間に位置する相互接続層130を通じた相互の信号伝送を実行するように構成可能である。記載の実施形態において、チップ150は、相互接続層130中の配線を通じて、信号帰還電流経路として機能する有機ベース基板110の電源または接地ラインに接続されている。

20

【0100】

図8に示すように、電子機器190は、前述の相互接続基板100と、アクティブ面を下向きにして相互接続基板100に搭載された第1および第2のチップ150-1、150-2と、を具備する。各チップ150は、相互接続基板100上のフリップチップ・エリア110bに対応する位置に配置可能である。相互接続基板100とチップ150との間の間隙は、エポキシまたはウレタンで構成可能なアンダーフィル168により充填可能である。

30

【0101】

第1のグループのボンディング・パッド112-1および第1の組のボンディング・パッド141-1、142-1は、第1のチップ150-1が搭載された第1のフリップチップ・エリア110b-1内に位置決めされている。第1のチップ150-1は、はんだ156-1、157-1を通じて相互接続層130の第1の組のパッド141-1、142-1に電気接続された一組の端子バンプ151-1、152-1を有する。また、第1のチップ150-1は、はんだ158-1を通じて有機ベース基板110上の第1のグループのボンディング・パッド112-1に電気接続された一組の他の端子154-1を有する。端子バンプ151-1、152-1、154-1としては、Cuピラー型バンプが可能であるが、これに限定されない。端子バンプ151-1としては、信号帰還電流経路として機能し得る電源または接地ラインとつながるように構成された電源または接地端子が可能である。より具体的に、端子バンプ151は、有機絶縁材料134に埋め込まれた配線を介して対応する側面接続パッド140に接続されたボンディング・パッド141に接続されており、これがさらに、はんだ接合部119を通じて、有機ベース基板110の電源ラインまたは接地ラインに接続されている。第2のフリップチップ・エリア110b-2および第2のチップ150-2についても同じことが当てはまる。

40

【0102】

図8には示していないものの、複数のチップ150が搭載された相互接続基板100は

50

電子パッケージを構成するが、これは、相互接続基板 100 の底部に形成されたバンプを有し得るとともに、相互接続基板 100 のバンプとマザー・ボードに形成されたパッドとの間のパッケージ相互接続を通じて、マザー・ボードにさらに搭載される。また、相互接続基板 100、チップ 150、およびマザー・ボードを含む最終アセンブリ製品としては、電子機器のうちの 1 つが可能であって、これはチップ搭載後の相互接続構造でもある。

【0103】

複数のチップ 150 は、相互接続層 130 を通じて互いに通信し得る一方、有機ベース基板 110 の内部構造を通じてマザー・ボードに接続されている。さらに、記載の実施形態によれば、チップ 150 への電源ラインおよび接地ラインは、はんだ接合部 119 によって実現される側面接続により、相互接続層 130 を通じて取り回し可能である。このため、相互接続層のエリアを回避しつつ有機ベース基板上の配線の取り回しが実行される場合と比較して、電圧降下を抑制可能となる。相互接続層の使用により、信号帰還電流経路として機能する電源または接地ラインを設けることは、高速信号伝送に都合が良い。

【0104】

この相互接続構造によれば、有機ベース基板 110 の導電性パッド 114 と相互接続層 130 の側面接続パッド 140 との間に新規な側面接続を導入可能である。新規な側面接続の導入によって、相互接続層 130 による配線の取り回しの柔軟性が向上する。また、相互接続層 130 を使用するチップ 150 の端子レイアウトの制約が緩和される。このような相互接続構造は、不均一集積に適している。

【0105】

図 8 は、2 つのチップと、これら 2 つのチップが通信する 1 つの相互接続層 130 と、を示しているに過ぎないが、電子機器中のチップの数、1 つの相互接続層当たりのチップの数、および相互接続層の数は、制限を受けない。

【0106】

図 9 A ～図 9 C を参照して、相互接続の製造プロセス後に続いて実行される電子機器の製造プロセスを説明する。図 9 A ～図 9 C は、電子機器 190 の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【0107】

図 9 A に示すように、電子機器の製造プロセスには、アクティブ面を下向きにして複数のチップ 150 を相互接続基板 100 に搭載するステップを含み得る。第 1 のチップ 150-1 は、第 1 のグループのボンディング・パッド 112-1 および相互接続層 130 の第 1 の組のボンディング・パッド 141-1、141-2 が配置された位置に配置可能である。第 2 のチップ 150-2 についても同じことが当てはまる。

【0108】

このステップで用意されたチップ 150 は、ピラー 161、162、または 164 と、その上に形成されたはんだキャップ 166、167、または 168 と、でそれぞれ構成可能な端子バンプ 151、152、154 を含み得る。記載の実施形態において、端子バンプ 151、152、154 は、Cu ピラー・バンプである。ただし、別の実施形態において、端子バンプ 151、152、154 としては、たとえばフリップチップ・バンプ、ファインピッチのマイクロバンプ、Cu ピラー・バンプ、Sn キャップ (SLID) 付き Cu ポスト・バンプ等のいずれかが可能である。記載の実施形態においては、このステップで用意された相互接続基板 100 のボンディング・パッド 141、142 上にはんだが存在しない。各ボンディング・パッド 141、142 は、濡れ性を向上させるバリア・メタル層 138 を最上部に有していないためである。ただし、チップ搭載前にはんだをボンディング・パッド 141、142 に塗布しても支障はない。

【0109】

図 9 B に示すように、この製造プロセスには、はんだリフロー・プロセスによって、ボンディング・パッド 112 およびボンディング・パッド 141、142 とピラー 161、162、164 との間にはんだ相互接続 156、157、158 を形成するステップを含み得る。

【0110】

図9Aおよび図9Bに示すステップの実行によって、チップ150の端子バンプ151がボンディング・パッド141にボンディングされ、はんだ接合部119により側面接続パッド140を通じて、有機ベース基板110上に配設された導電性パッド114に電気接続されるように、チップ150が相互接続基板100に搭載される。

【0111】

図9Cに示すように、この製造プロセスには、アンダーフィル168の注入によって、毛細管フロー・アンダーフィル・プロセスにより相互接続基板100とチップ150との間の間隙を充填した後、硬化によって第1のチップ150-1および第2のチップ150-2を相互接続基板100に固定するステップを含み得る。

【0112】

記載の実施形態においては、リフロー処理を施した後、有機ベース基板110上にアンダーフィル168を塗布するものと説明している。ただし、別の実施形態においては、最初にノーフロー・アンダーフィルを相互接続基板100上に注入可能である。その後、アンダーフィルが注入された相互接続基板100上にチップ150が載置される。最後に、リフロー処理によって、はんだ相互接続156、157、158の形成およびアンダーフィルの硬化が同時に実行される。記載の実施形態においては、はんだリフロー・プロセスがボンディング・プロセスとして用いられる。ただし、別の実施形態においては、はんだリフロー・プロセスの代わりとして、熱圧縮(TC)ボンディング・プロセスも考えられる。

【0113】

以下、一連の図10A~図10F、図11A~図11E、図12A~図12D、図13A~図13E、図14A~図14D、および図15A~図15Dを参照して、相互接続層の有機ベース基板上への転移に使用可能な相互接続層担持構造を製造するプロセスを説明する。図10A~図10F、図11A~図11E、図12A~図12D、図13A~図13E、図14A~図14D、および図15A~図15Dは、相互接続層担持構造120の製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

【0114】

図10Aに示すように、相互接続層担持構造120の製造プロセスには、支持基板200を用意するステップを含み得る。記載の実施形態において、このステップで用意される支持基板200は、ガラス・ウェハまたはパネルであり、以下のプロセスは、レーザ脱ボンディング・プロセスを前提として説明する。ただし、機械的または熱的な脱ボンディング・プロセスの場合は、シリコン・ウェハ等の他の基板を支持基板200として使用可能である。支持基板200の厚さとしては、たとえば数百マイクロメートルから数ミリメートルまでの範囲が可能である。

【0115】

図10Bに示すように、この製造プロセスには、剥離層202を支持基板200に塗布するステップを含み得る。剥離層202は、たとえばスピン・コーティング等、事実上如何なる手段によっても形成可能である。一実施形態において、剥離層202の厚さとしては、たとえば約1マイクロメートル以下が可能である。剥離層202の形成の完了後は、後述のステップによって、相互接続層部が剥離層202上に構築される。

【0116】

図10Cに示すように、この製造プロセスには、第1のシード・メタル層204を剥離層202上に形成するステップを含み得る。第1のシード・メタル層204は、スパッタリング等、事実上如何なる手段によっても形成可能である。特定の一実施形態においては、スパッタリングによって、チタン層および銅層からなるスタック(Ti/Cu(ここでは、Tiがスタックの底部である))が剥離層202上に形成され、第1のシード・メタル層204を構成する。一実施形態において、チタン層の厚さとしては、数十ナノメートルが可能であり、銅層の厚さとしては、数百ナノメートルが可能である。後述する他のシード層にも同じことが当てはまる。

10

20

30

40

50

10

20

30

40

50

含み得る。特定の一実施形態において、第1の有機絶縁部214は、感光性絶縁樹脂のいずれか1つにより構成されている。第1の有機絶縁部214の厚さとしては、数マイクロメートルから数十マイクロメートルまでの範囲が可能である。第1の有機絶縁部214は、たとえばスピン・コーティング等、事実上如何なる手段によっても形成可能である。液状タイプ樹脂のほか、フィルム・タイプ樹脂も使用可能である。フィルム・タイプ樹脂の場合、第1の有機絶縁部214は、ラミネーション・プロセスによって構成される。後述する他の有機絶縁部にも同じことが当てはまる。

【0124】

図11Eに示すように、この製造プロセスには、第1の有機絶縁部214の露光および現像によって、パッド140、141、142の位置に複数のビア開口214aを有するステップを含み得る。ビア開口214aは、たとえばフォトリソグラフィ等、事実上如何なる手段によっても製造可能である。特定の一実施形態においては、スピン・コーティングにより堆積した感光性絶縁樹脂のフォトマスク216を通じた露光および現像によって、ビア開口214aを構成する。図11Eは、ネガ型レジストを使用する場合を示している。

10

【0125】

図12Aに示すように、この製造プロセスには、第1の有機絶縁部214の上面およびビア開口214a中の第1の導電性層212の露出面に第2のシード・メタル層218を形成するステップを含み得る。

【0126】

図12Bに示すように、この製造プロセスには、めっきレジスト220を第2のシード・メタル層218上に堆積させるステップを含み得る。図12Cに示すように、この製造プロセスには、フォトマスク222を用いて、開口パターン220aをめっきレジスト220にパターニングするステップを含み得る。開口パターン220aは、ボンディング・パッド142に対する配線またはトレース・パターンを含む。開口パターン214aは、たとえばフォトリソグラフィ等、事実上如何なる手段によっても製造可能である。図12Cは、ポジ型レジストを使用する場合を示している。

20

【0127】

図12Dに示すように、この製造プロセスには、めっきレジストのない第2のシード・メタル層218の領域上に第2の導電性層224を堆積させるステップを含み得る。図13Aに示すように、この製造プロセスには、第2のシード・メタル層218からめっきレジスト220を除去するステップを含み得る。図13Bに示すように、この製造プロセスには、第2の導電性層224から露出した第2のシード・メタル層218の部分を除去するステップを含み得る。

30

【0128】

図11E、図12A～図12D、図13A、および図13Bに示すステップを実行することにより、導電性材料のパターニングによって、ボンディング・パッド142および対応するボンディング・パッドを接続するトレースが形成される。

【0129】

図13Cに示すように、この製造プロセスには、第2の有機絶縁層226を第1の有機絶縁部214上に堆積させて、第2の導電性層224を埋め込むステップを含み得る。図13Dに示すように、この製造プロセスには、第2の有機絶縁層226の露光および現像によって、パッド140、141の位置に複数のビア開口226aを有するステップを含み得る。ボンディング・パッド142がパッド140、141から隔離されていることから、パッド142の位置には開口が形成されない。図13Dは、ネガ型レジストを使用する場合を示している。

40

【0130】

図13Eに示すように、この製造プロセスには、第3のシード・メタル層230を第2の有機絶縁層226の上面およびビア開口226a中の第2の導電性層224の露出面に形成するステップを含み得る。

50

【0131】

図14Aに示すように、この製造プロセスには、フォトマスク234を用いて、めっきレジスト232を第3のシード・メタル層230上にパターニングするステップを含み得る。めっきレジスト232は、パッド140、141に対する配線またはトレース・パターンを含む開口パターン232aを有する。図14Aは、ポジ型レジストを使用する場合を示している。

【0132】

図14Bに示すように、この製造プロセスには、めっきレジストのない第3のシード・メタル層230の領域上に第3の導電性層236を堆積させるステップを含み得る。図14Cに示すように、この製造プロセスには、第3のシード・メタル層230からめっきレジスト232を除去するステップを含み得る。図14Dに示すように、この製造プロセスには、第3の導電性層236から露出した第3のシード・メタル層230の部分を除去するステップを含み得る。

【0133】

図13C～図13Eおよび図14A～図14Dに示すステップを実行することにより、導電性材料のパターニングによって、側面接続パッド140および対応するボンディング・パッド141を接続する配線が形成される。

【0134】

図15Aに示すように、この製造プロセスには、第3の有機絶縁層238を第2の有機絶縁層226上に堆積させて、第3の導電性層236を埋め込むステップを含み得る。図15Bに示すように、この製造プロセスには、フォトマスク240を用いて、第3の有機絶縁層238の露光および現像を行うステップを含み得る。

【0135】

図15Cに示すように、この製造プロセスには、ダイシング・ブレードを用いて、支持基板200をその上部構造（剥離層202を含む）とともに切断することにより、図15Dに示す個々の構造（図2に示す相互接続層担持構造120とほぼ同一）を得るステップをさらに含み得る。切断線（図15C中の破線）は、相互接続層担持構造120の一方の縁部Eに対応し、側面接続パッド140に対応する金属スタックが分割される位置を通過する。支持基板200の切断によって、一組の側面接続パッド140の製造が完了する。

【0136】

相互接続層部131の外形が切断プロセスにより規定されることから、相互接続層部131の縁部が直線形状を有し、一組の側面接続パッド140が一行に形成されるため、対応する一組の導電性パッド114も一行に形成される。

【0137】

なお、この製造プロセスには、たとえば無電解めっき等、事実上如何なる金属化プロセスによっても、バリア・メタル層を側面接続パッド140の縁部面ES上に形成するステップをさらに含み得る。無電解めっきが採用される特定の一実施形態においては、側面接続パッド140の露出縁部面ESの選択的なめっきによって、側面接続パッド140の縁部面ES上にバリア・メタル層が形成される。バリア・メタル層の形成は、相互接続層部131と有機ベース基板110との間のパッドのサイズ差によるボイドの発生を回避するため、相互接続層部131の有機ベース基板110への取り付けに先立って実行され得るのが好ましい。バリア・メタル層の組成および添加物は上面TSと縁部面ESとで異なるものの、はんだ元素の拡散速度を均一化する金属材料の組み合わせの観点から、縁部面ESのバリア・メタル層は、上面TSと同一であるのが好ましく、これにより、局所的な合金形成および応力集中が緩和される。たとえば、上面TSのバリア・メタルがNi/Auスタックである場合、縁部面ESにもNi/Auスタックを採用するのが好ましい。

【0138】

このプロセスにより得られた相互接続層担持構造120は、一連の図3A～図3Cおよび図4A～図4Cに示す相互接続構造の製造等の後続プロセスに受け渡し可能である。一実施形態において、図15Dに示すようなダイシングによってガラス・ウェハまたはパネ

10

20

30

40

50

ルから分離された相互接続層担持構造 120 は、生産チェーンの次工程に提供可能である。相互接続層部 131 は、有機材料により形成され、剛性の裏当て材としての支持基板 122 により保持されるテープの形態として提供される。

【0139】

このプロセスにより得られた相互接続層担持構造 120 は、有機絶縁材料の中間層を含む（パッド本体以外の）2つの導電性層を有し得る。ただし、導電性層の数は、制限を受けない。一連の（i）有機絶縁層を堆積させるステップ、（ii）有機絶縁層を露光および現像するステップ、（iii）シード層を形成するステップ、（iv）めっきレジストを堆積させるステップ、（v）めっきレジストを露光および現像するステップ、（vi）導電性層を堆積させるステップ、（vii）めっきレジストを除去するステップ、ならびに（viii）シード層を除去するステップを繰り返し実行することにより、各導電性層は、有機絶縁材料の中間層と1対1で積層される。

10

【0140】

前述の相互接続層担持構造 120 の製造プロセスは、費用対効果に優れており、単一のウェハまたはパネルから切り出される相互接続層担持構造の数を増やすことができる。

【0141】

以下、図10A～図10Fおよび図11A～図11Dと併せて、図16A～図16D、図17A～図17C、図18A～図18D、図19A～図19D、および図20A～図20Cをさらに参照することにより、相互接続層担持構造を製造する代替プロセスを説明する。図10A～図10F、図11A～図11D、図16A～図16D、図17A～図17C、図18A～図18D、図19A～図19D、および図20A～図20Cは、相互接続層担持構造 120 の代替製造プロセスにおいて得られる構造の断面図である。

20

【0142】

一連の図10A～図10Fおよび図11A～図11Dに示すステップは、前述の例示的な実施形態と同じであるため、以下では、図16Aのステップから説明を行う。図10A～図10Fおよび図11A～図11Dのステップを実行することによって、支持基板 200 と、支持基板 200 上に形成された剥離層 202 と、剥離層 202 上に形成された一組のパッド 140、141、142（第1のシード・メタル層 204、バリア・メタル層 210、および第1の導電性層 212を含む）と、剥離層 202 上に形成されたものの露光および現像が未実施の第1の有機絶縁部 214 と、を含む構造が得られる。

30

【0143】

図16Aに示すように、この製造プロセスには、第1の有機絶縁部 214 の露光および現像によって、パッド 140、141、142 の位置に複数のビア開口 214a を有するとともに、図16Aにおいて開口空間 214b により示す側面接続パッド 140 の一方の縁部を露出させるステップを含み得る。図16Aは、ネガ型レジストが用いられるシナリオを示している。

【0144】

図16Bに示すように、この製造プロセスには、第1の有機絶縁部 214 の上面、ビア開口 214a および開口空間 214b 中の第1の導電性層 212 の露出面、ならびに開口空間 214b 中の剥離層 202 の露出面に第2のシード・メタル層 218 を形成するステップを含み得る。

40

【0145】

図16Cに示すように、この製造プロセスには、めっきレジスト 220 を第2のシード・メタル層 218 上に堆積させるステップを含み得る。図16Dに示すように、この製造プロセスには、開口パターン 220a をめっきレジスト 220 にパターンニングするステップを含み得る。図17Aに示すように、この製造プロセスには、めっきレジストのない第2のシード・メタル層 218 の領域上に第2の導電性層 224 を堆積させるステップを含み得る。図17Bに示すように、この製造プロセスには、第2のシード・メタル層 218 からめっきレジスト 220 を除去するステップを含み得る。図17Cに示すように、この製造プロセスには、第2の導電性層 224 から露出した第2のシード・メタル層 218 の

50

部分を除去するステップを含み得る。

【0146】

図18Aに示すように、この製造プロセスには、第2の有機絶縁層226を第1の有機絶縁部214上に堆積させて、第2の導電性層224を埋め込むステップを含み得る。図18Bに示すように、この製造プロセスには、フォトマスク228を用いた第2の有機絶縁層226の露光および現像によって、パッド140の位置に複数のビア開口226aを有するとともに、図18Bにおいて開口空間226bにより示す側面接続パッド140の一方の縁部を露出させるステップを含み得る。図18Bは、ネガ型レジストを使用する場合を示している。

【0147】

図18Cに示すように、この製造プロセスには、第2の有機絶縁層226の上面、ビア開口226aおよび開口空間226b中の第2の導電性層224の露出面、ならびに開口空間226b中の剥離層202の露出面に第3のシード・メタル層230を形成するステップを含み得る。

【0148】

図18Dに示すように、この製造プロセスには、フォトマスク234を用いて、めっきレジスト232を第3のシード・メタル層230上にパターニングするステップを含み得る。めっきレジスト232は、パッド140、141に対する配線パターンを含む開口パターン232aを有する。図18Dは、ポジ型レジストを使用する場合を示している。

【0149】

図19Aに示すように、この製造プロセスには、めっきレジストのない第3のシード・メタル層230の領域上に第3の導電性層236を堆積させるステップを含み得る。図19Bに示すように、この製造プロセスには、第3のシード・メタル層230からめっきレジスト232を除去するステップを含み得る。図19Cに示すように、この製造プロセスには、第3の導電性層236から露出した第3のシード・メタル層230の部分を除去するステップを含み得る。

【0150】

図19Dに示すように、この製造プロセスには、第3の有機絶縁層238を第2の有機絶縁層226上に堆積させて、第3の導電性層236を埋め込むステップを含み得る。図20Aに示すように、この製造プロセスには、フォトマスク240を用いて、第3の有機絶縁層238の露光および現像を行うことにより、側面接続パッド140の縁部を露出させるステップを含み得る。

【0151】

第1の有機絶縁部214、第2の有機絶縁層226、および第3の有機絶縁層238は、少なくとも各側面接続パッド140の縁部面ESを当該有機絶縁層214、226、238から露出させつつ、相互接続層部131の外形状を構成するようにパターニングされる。

【0152】

なお、この製造プロセスには、たとえば無電解めっき等、事実上如何なる金属化プロセスによっても、バリア・メタル層を側面接続パッド140の縁部面ES上に形成するステップをさらに含み得る。バリア・メタル層の縁部面ES上への形成は、側面接続パッド140の形成および側面接続パッド140の縁部面ESの露出が行われる任意の段階において実行可能である。したがって、バリア・メタル層の形成は、支持基板200を切断する後続ステップの後に実行可能である。

【0153】

図20Bに示すように、この製造プロセスには、支持基板200を剥離層202とともに切断することにより、図20Cに示す個々の構造（図5に示す相互接続層担持構造120とほぼ同一）を得るステップをさらに含み得る。切断線は、相互接続層部131の一方の縁部Eおよび一組の側面接続パッド140から離れた位置にある。

【0154】

10

20

30

40

50

相互接続層部 131 の外形がフォトリソグラフィによって規定されることから、相互接続層部 131 の縁部は、任意の適当な形状を有し得る。また、この代替製造プロセスでは、基部 122a の外側に延びた両縁部の延伸部（または、鰭）122b を容易に製造可能であることから、相互接続層 130 の上面 130a の高さを制御するのに都合が良い。これにより、端子バンプ 151、152、154 とボンディング・パッド 141、142、112 との間の相互接続の密度が高くなり、パッド間のピッチが狭くなった場合でも、相互接続の歩留まりおよび信頼性が向上する。

【0155】

特定の一実施形態においては、相互接続層部 131 の縁部 E が直線形状を有し、一組の側面接続パッド 140 が一列に形成されることで、対応する一組の導電性パッド 114 も一列に形成されるように、有機絶縁層 214、226、238 がパターンニングされる。

10

【0156】

好適な一実施形態においては、相互接続層部 131 の縁部 E がその長さを延長する 1 つまたは複数の湾曲または角度付き形状を有し、一組の側面接続パッド 140 が 1 つまたは複数の湾曲または角度付き形状の輪郭に沿って形成されるように、有機絶縁層 214、226、238 がパターンニングされる。これにより、一組の導電性パッド 114 もまた、1 つまたは複数の湾曲または角度付き形状の輪郭に沿って形成される。

【0157】

図 21A および図 21B を参照して、相互接続基板 100A の概要を説明する。図 21A は、はんだ接合部がない状態の相互接続基板 100A の上面図である。図 21B は、はんだ接合部がある状態の相互接続基板 100A の上面図である。図 21A および図 21B に示すように、相互接続層 130 の縁部 E は、方形波形のような 1 つまたは複数の角度付き形状を有する。この方形波のような形状の輪郭に沿って、一組の側面接続パッド 140 が配置されている。これにより、相互接続層 130 に隣り合うはんだレジスト層 116 の縁部も同様に、方形波形のような 1 つまたは複数の角度付き形状を有する。また、この方形波のような形状の輪郭に沿って、一組の導電性パッド 112 が配置されている。縁部 E は、直線形状の場合と比較して、屈曲の分だけ長くなっているため、側面接続の密度を高くすることができる。

20

【0158】

図 22A を参照して、相互接続基板 100B の概要を説明する。図 22A は、はんだ接合部がない状態の相互接続基板 100B の上面図である。図 22A に示すように、相互接続層 130 の縁部 E は、方形波形のような 1 つまたは複数の角度付き形状を有しており、図 21A、図 21B に示す実施形態と同様に長くなっている。この方形波のような形状の輪郭に沿って、側面接続パッド 140 が形成されている。したがって、この方形波のような形状の輪郭に沿って、導電性パッド 112 も形成されている。

30

【0159】

図 22B を参照して、相互接続基板 100C の概要を説明する。図 22B は、はんだ接合部がない状態の相互接続基板 100C の上面図である。図 22B に示すように、相互接続層 130 の縁部 E は、1 つまたは複数の湾曲形状を有する。これら湾曲形状の輪郭に沿って、側面接続パッド 140 が形成されている。また、これら湾曲形状の輪郭に沿って、導電性パッド 112 も形成されている。

40

【0160】

相互接続基板 100B、100C においては、縁部 E が屈曲の分だけ長くなっているため、側面接続の密度を高くする代わりに、各側面接続の接触面積を大きくすることができる。

【0161】

本発明の 1 つまたは複数の実施形態に係る相互接続構造によれば、有機ベース基板 110 の導電性パッド 114 と相互接続層 130 の側面接続パッド 140 との間に新規な側面接続を導入可能である。新規な側面接続の導入によって、相互接続層 130 による配線の取り回しの柔軟性が向上する。このため、取り回しの柔軟性の向上により配線を最適化可

50

能であることから、相互接続構造を用いた電子機器の性能を向上させることができる。また、相互接続層130を使用するチップの端子レイアウトの制約が緩和される。

【0162】

本明細書において使用する専門用語は、特定の実施形態を説明することを目的としているに過ぎず、本発明を何ら限定する意図はない。本明細書において、単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈上の別段の明確な指定のない限り、複数形も同様に含むことが意図される。本明細書において使用する場合の用語「備える（comprises または comprising、あるいはその両方）」は、記載の特徴、ステップ、層、要素、または構成要素、あるいはその組み合わせの存在を指定するが、1つまたは複数の他の特徴、ステップ、層、要素、構成要素、またはその群、あるいはその組み合わせの存在を除外するものでもなければ、追加を除外するものでもないことがさらに了解される。

10

【0163】

以下の特許請求の範囲において、すべてのミーンズ・プラス・ファンクション要素またはステップ・プラス・ファンクション要素の対応する構造、材料、動作、および同等物が存在する場合は、具体的に請求される他の特許請求の範囲に係る要素との組み合わせで機能を実行する任意の構造、材料、または動作を含むことが意図される。本発明の1つまたは複数の態様の記載は、例示および説明を目的として提示したものであるが、網羅性を意図したものでもなければ、開示の形態の本発明への限定を意図したものでもない。

【0164】

当業者には、記載の実施形態の範囲から逸脱することなく、多くの改良および変形が明らかとなるであろう。本明細書に使用の専門用語は、実施形態の原理、実際の適用、もしくはは市場に見られる技術の技術的改良の最良の説明のため、または、本明細書に開示の実施形態の当業者による理解を可能にするために選定している。

20

【0165】

本明細書に記載の本発明の好適な一実施形態においては、支持基板と、支持基板上に形成された剥離層と、剥離層上に配設されるとともに縁部を有する相互接続層部であり、絶縁材料と、絶縁材料に埋め込まれ、当該相互接続層部の縁部に位置して露出するとともに、当該相互接続層部の縁部に沿って所定の間隔で形成された一組の側面接続パッドと、を含む、相互接続層部と、を備えた相互接続層担持構造が提供される。各側面接続パッドは、相互接続層部の下面で露出した下面と、相互接続層部の縁部で露出した縁部面と、を有するのが好ましい。絶縁材料は、相互接続層部の下面を構成するのが好ましく、相互接続層部は、当該相互接続層部の下面で絶縁材料から露出し、チップの搭載に用いられる一組の第1のボンディング・パッドをさらに含む。一組の第1のボンディング・パッドはそれぞれ、絶縁材料に埋め込まれた配線を介して、側面接続パッドのうちの対応する1つに接続されている。各側面接続パッドは、はんだ接合部によって、ベース基板上に配設された（転移された相互接続層部を受容する）対応する導電性パッドに接続されるように構成されていてもよい。

30

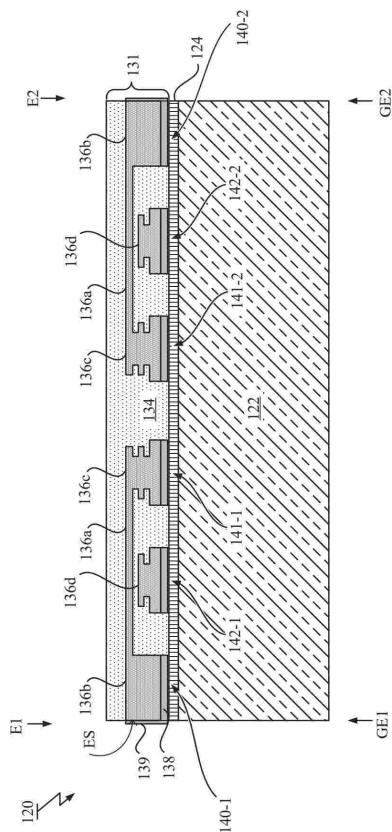
【0166】

本明細書に記載の本発明の好適な一実施形態においては、相互接続層担持構造を製造する方法であって、支持基板を用意することと、剥離層を支持基板に塗布することと、縁部を有し、絶縁材料と、絶縁材料に埋め込まれた一組の側面接続パッドと、を含む相互接続層部を剥離層上に構築することとあり、一組の側面接続パッドが、相互接続層部の縁部に位置して露出するとともに、相互接続層部の縁部に沿って所定の間隔で形成された、ことと、を含む、方法が提供される。相互接続層部を構築することは、導電性材料のパターニングによって、一組の側面接続パッドを剥離層上に設けることと、絶縁部を剥離層上に形成して、一組の側面接続パッドを埋め込むことと、を含むのが好ましい。相互接続層部を構築することは、一組の第1のボンディング・パッドを剥離層上に形成することと、一組の側面接続パッドのうちのそれぞれの側面接続パッドを一組の第1のボンディング・パッドのうちの対応するボンディング・パッドと接続するように構成された配線をパターニングすることと、第2の絶縁部を形成して配線を埋め込むことと、を含んでいてもよい。相

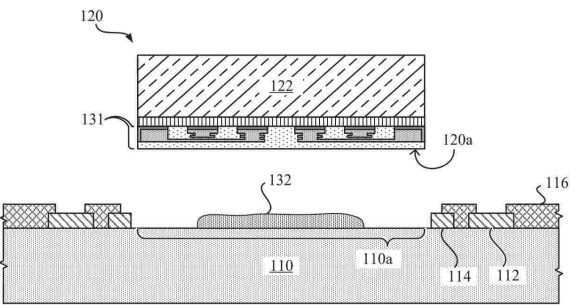
40

50

【図 2】



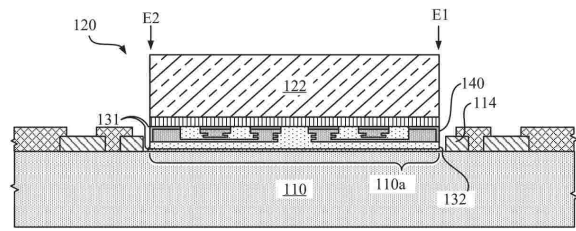
【図 3 A】



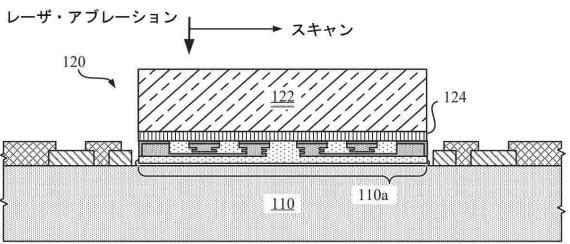
10

20

【図 3 B】



【図 3 C】

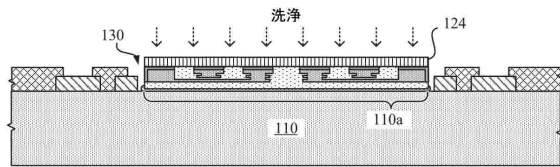


30

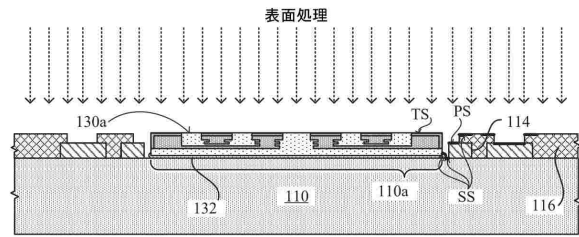
40

50

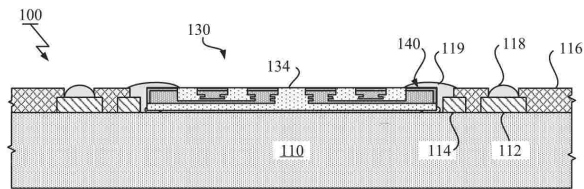
【図 4 A】



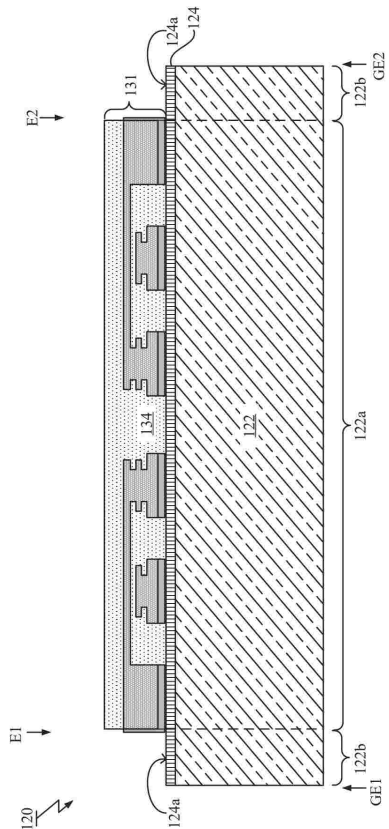
【図 4 B】



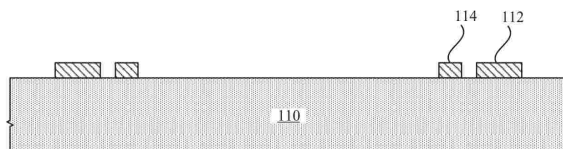
【図 4 C】



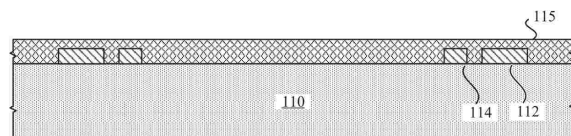
【図 5】



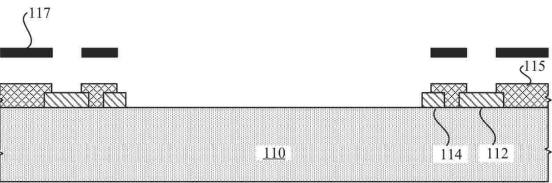
【図 6 A】



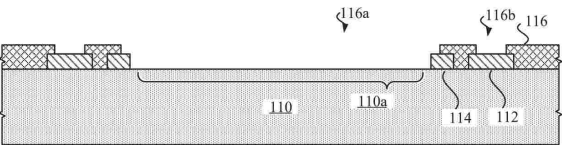
【図 6 B】



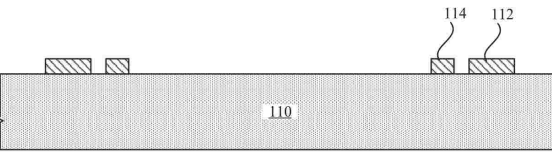
【図 6 C】



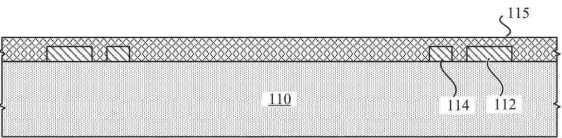
【図 6 D】



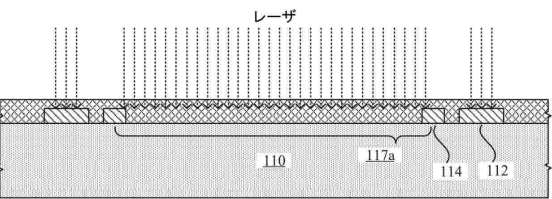
【図 7 A】



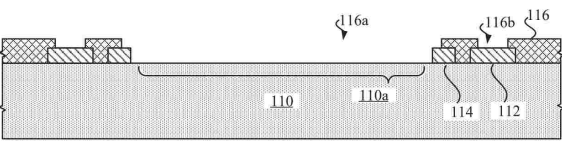
【図 7 B】



【図 7 C】



【図 7 D】



10

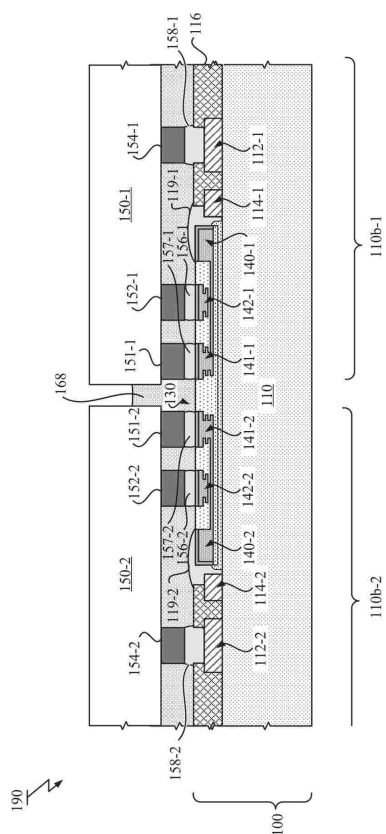
20

30

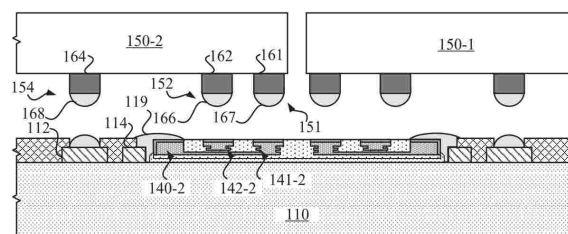
40

50

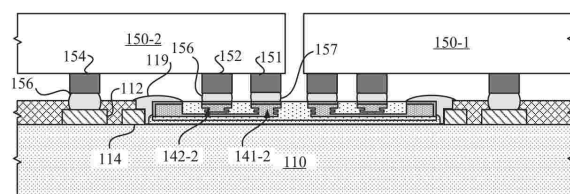
【圖 8】



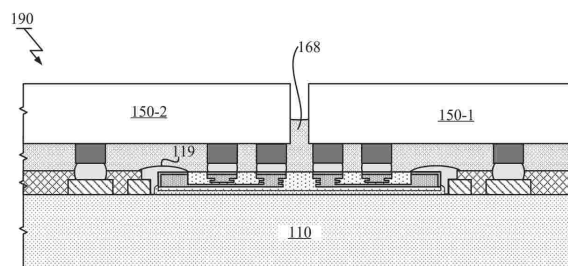
【図 9 A】



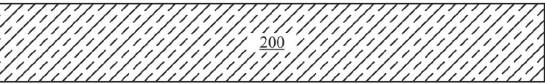
【図 9 B】



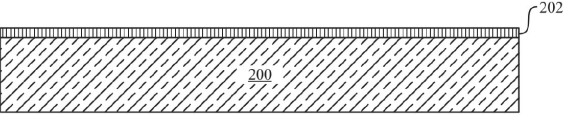
【図 9 C】



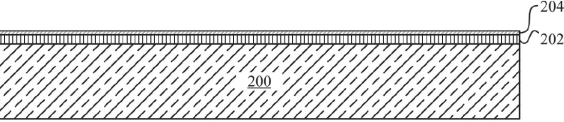
【図 10 A】



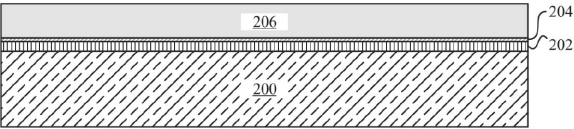
【図 10 B】



【図 10 C】

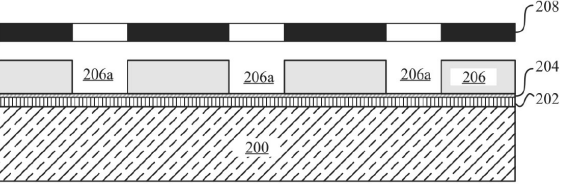


【図 10 D】

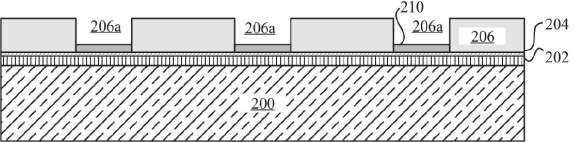


10

【図 10 E】

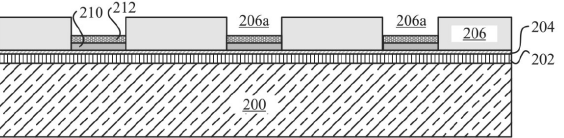


【図 10 F】

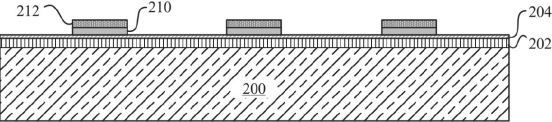


20

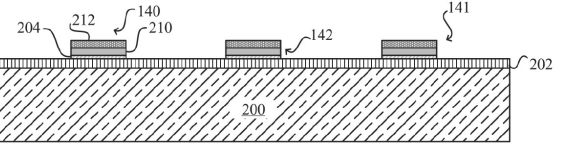
【図 11 A】



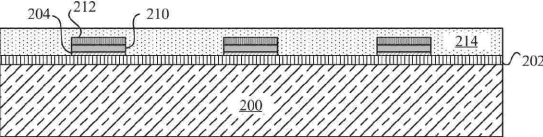
【図 11 B】



【図 11 C】



【図 11 D】

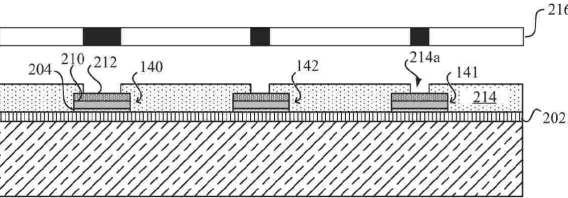


30

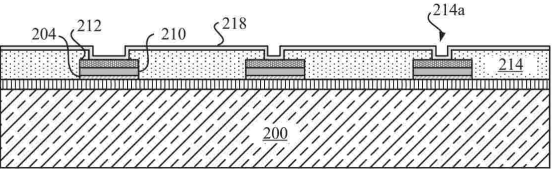
40

50

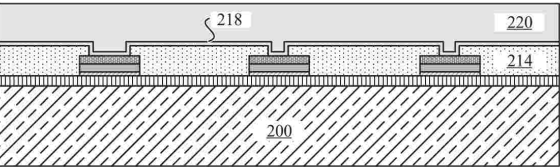
【図 1 1 E】



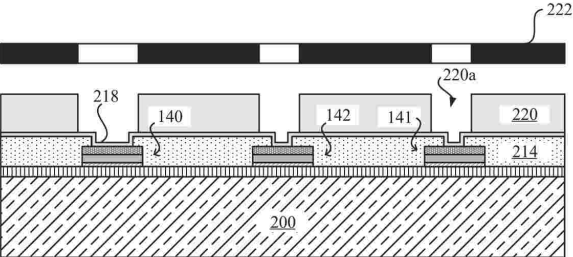
【図 1 2 A】



【図 1 2 B】

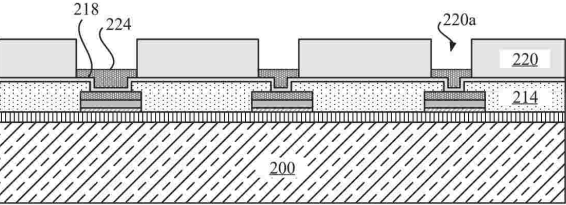


【図 1 2 C】

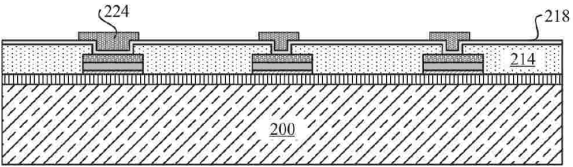


10

【図 1 2 D】

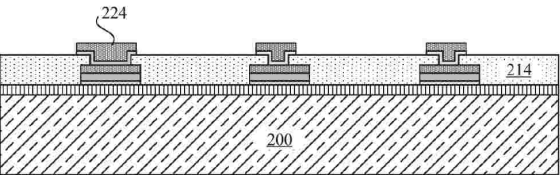


【図 1 3 A】

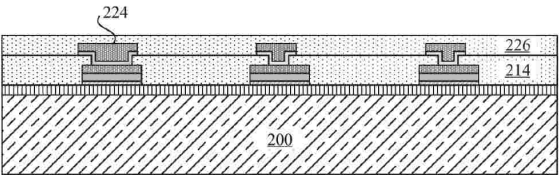


20

【図 1 3 B】



【図 1 3 C】

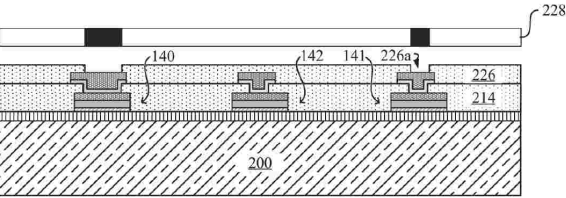


30

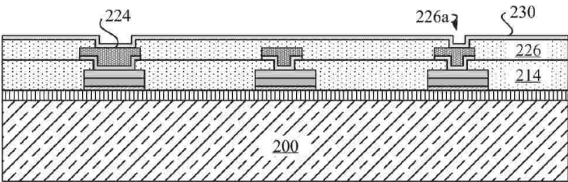
40

50

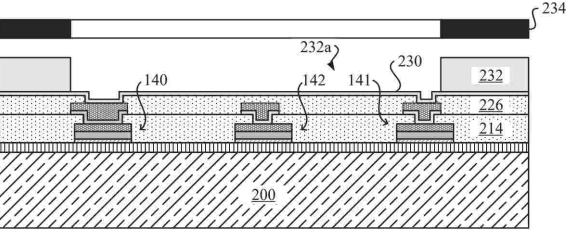
【図 1 3 D】



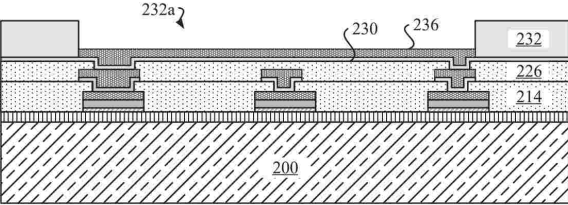
【図 1 3 E】



【図 1 4 A】

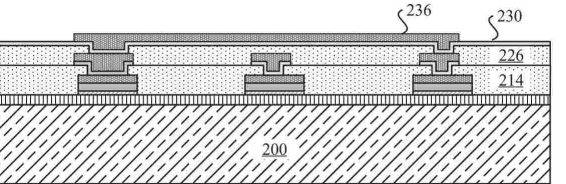


【図 1 4 B】

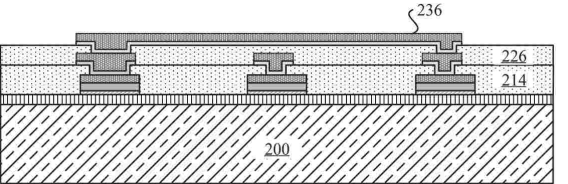


10

【図 1 4 C】

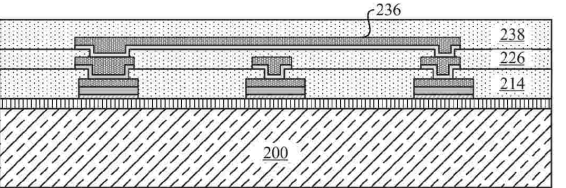


【図 1 4 D】

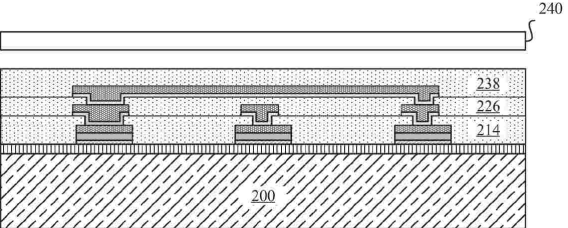


20

【図 1 5 A】



【図 1 5 B】

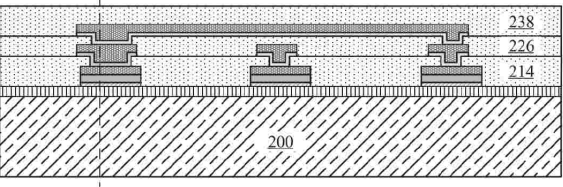


30

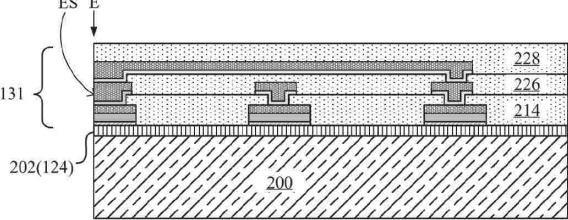
40

50

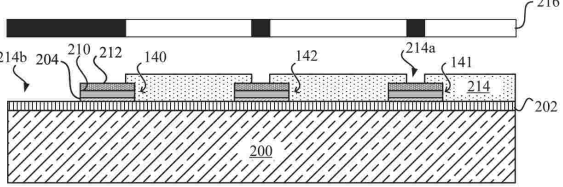
【図 1 5 C】



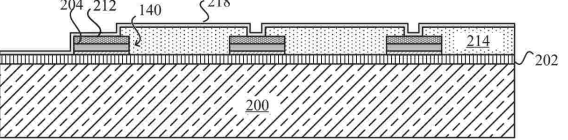
【図 1 5 D】



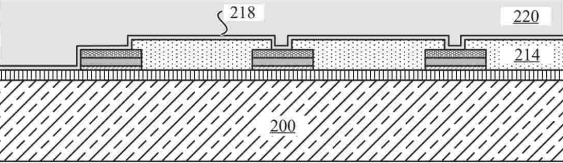
【図 1 6 A】



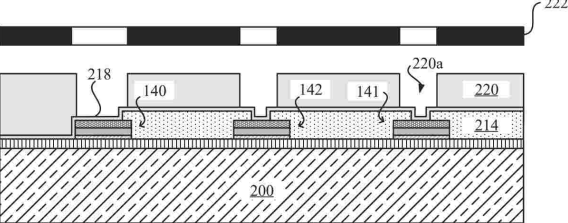
【図 1 6 B】



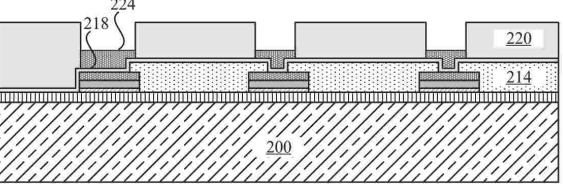
【図 1 6 C】



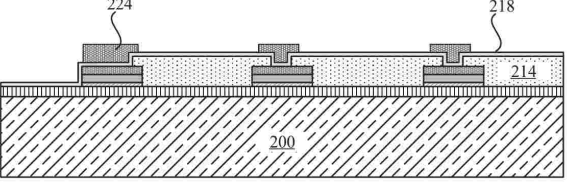
【図 1 6 D】



【図 1 7 A】



【図 1 7 B】



10

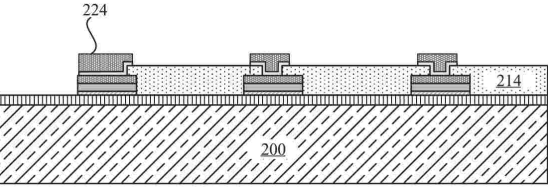
20

30

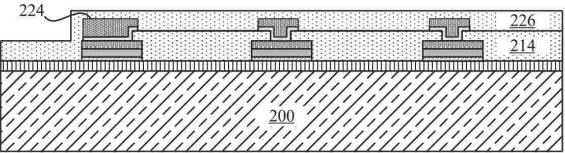
40

50

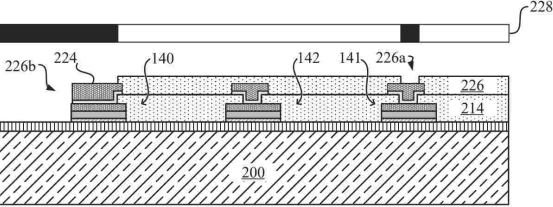
【図 17 C】



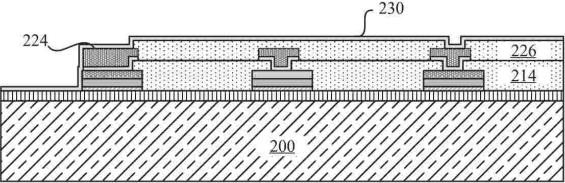
【図 18 A】



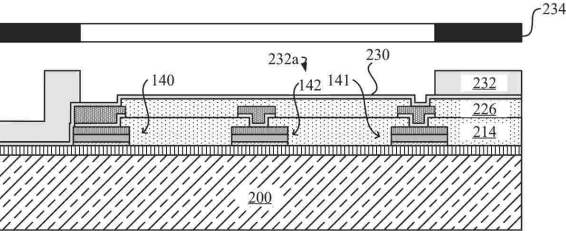
【図 18 B】



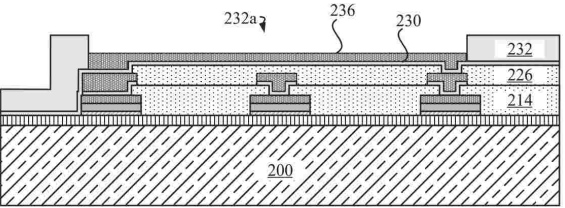
【図 18 C】



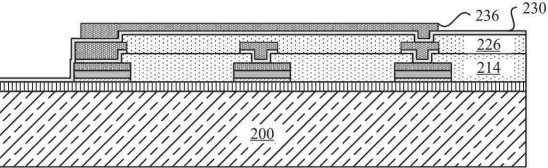
【図 18 D】



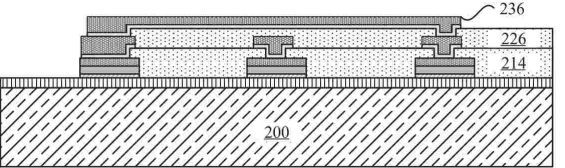
【図 19 A】



【図 19 B】



【図 19 C】



10

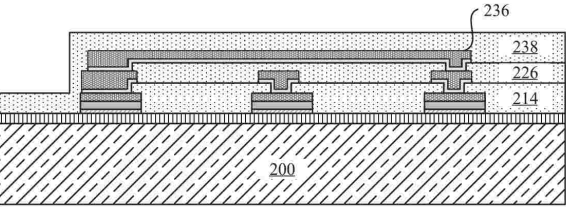
20

30

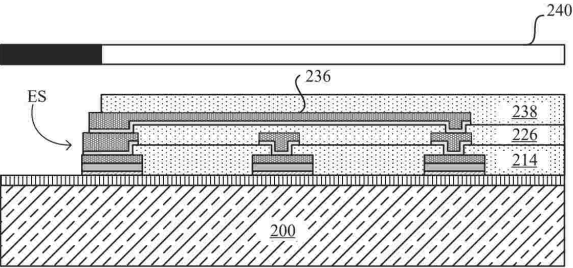
40

50

【図 19 D】

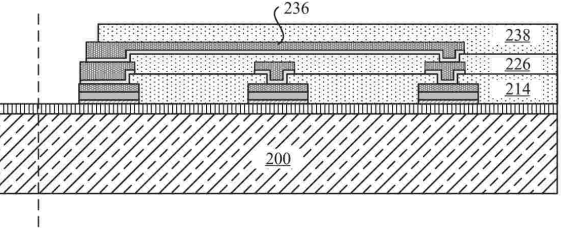


【図 20 A】

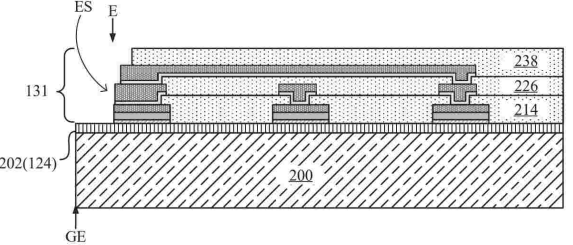


10

【図 20 B】

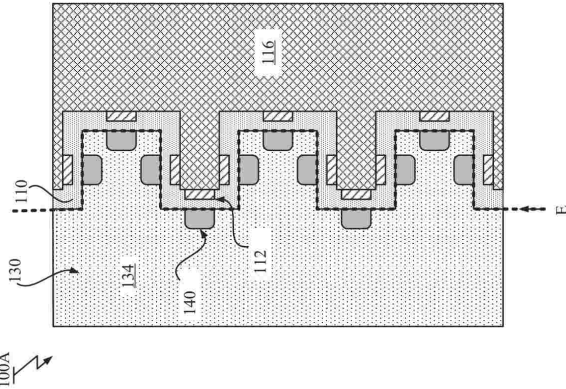


【図 20 C】

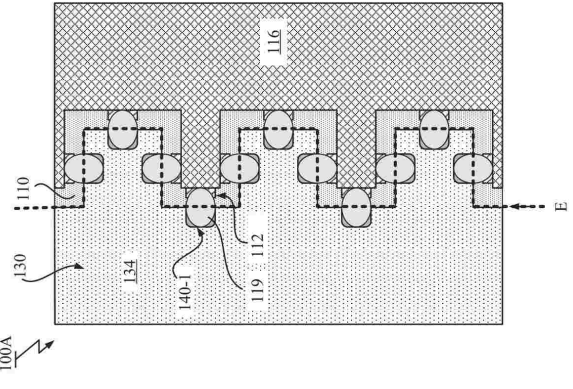


20

【図 21 A】



【図 21 B】

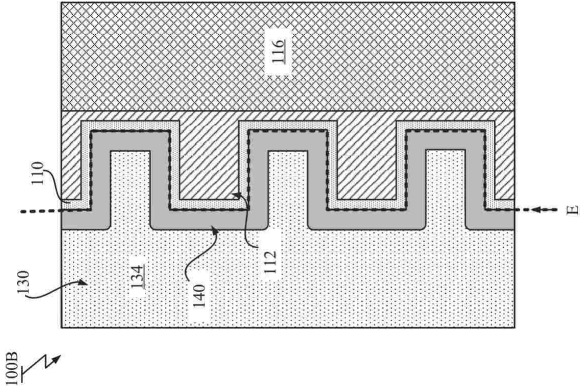


30

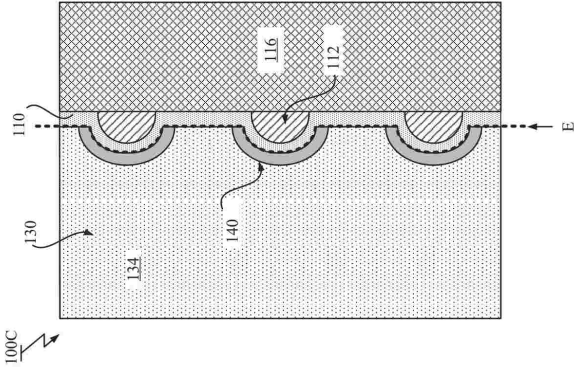
40

50

【図 2 2 A】



【図 2 2 B】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 宮澤 理沙
東京都中央区日本橋箱崎町１９番２１号 日本アイ・ビー・エム株式会社内
- (72)発明者 渡邊 敬仁
東京都中央区日本橋箱崎町１９番２１号 日本アイ・ビー・エム株式会社内
- (72)発明者 森 裕幸
東京都中央区日本橋箱崎町１９番２１号 日本アイ・ビー・エム株式会社内
- (72)発明者 岡本 圭司
東京都中央区日本橋箱崎町１９番２１号 日本アイ・ビー・エム株式会社内
- 審査官 佐藤 靖史
- (56)参考文献 特開２０１１－０８２３０５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２９００５４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２２２９８６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－１３７３４１（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１７／０１２５３８９（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１６－１４３８１０（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl., ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ２３／１２
Ｈ０１Ｌ ２１／６０