

明 細 書

発明の名称：基板、半導体装置、および基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板、半導体装置、および基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体装置では、2次元の集積率の向上により、性能向上が実現されている。しかしながら、微細化技術の限界と、微細化による性能向上の限界とが認識されている。このため、性能向上の1つの手段として、3次元の集積化が進められている。その手段として、チップオンボード（COB）、チップオンチップ（COC）、Chip to Wafer（C2W）、およびWafer to Wafer（W2W）などの構造が検討されている。チップオンボードでは、半導体チップが配線基板上に直接実装される。チップオンチップでは、複数の半導体チップが積層される。

[0003] 実装方法として、フリップチップ法およびウエハ接合法などが用いられている。 bumps電極およびシリコン貫通電極（TSV）などを用いて、複数の基板を縦方向に接続する方法が一般的に用いられている。例えば、接続電極を高密度に形成しながら複数の半導体基板を積層することにより、より高性能な半導体装置を実現することが試みられている。上記の事情に鑑みて、複数の半導体層を有する積層型構造のデバイス（半導体メモリおよび半導体撮像装置など）の開発が行われている。

[0004] 上記のような複数の基板の接続技術では、 bumps電極の高さのバラつきに対する対策が検討されている。例えば、実装時に圧力を加えることにより bumps電極を押しつぶす方法がある。しかしながら、過度の加圧により bumps電極の内部に歪が残る。これが故障の原因となる恐れがある。このため、平坦化技術を用いて bumps電極の表面を平坦化することにより、必要な圧力を低減する方法がある。

[0005] 特許文献1には、基板上に形成される bumpsの高さばらつきを吸収するた

めの技術が開示されている。この技術では、金属材料により充填された第1バンパ層が基板上に形成される。この第1バンパ層上に、金属粉末の焼結体で構成された第2バンパ層が形成される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特開2009-302511号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に開示された技術では、第1バンパ層の上部のみに第2バンパ層が形成され、かつ、製造方法に起因して第2バンパ層の上面が平坦になる。このため、複数の基板の接合時に第2バンパ層を変形させるために、第2バンパ層の構造自体を変形させる圧力を印加する必要がある。この結果、接合時の圧力を低減することが困難である。

[0008] 本発明は、接合に必要な圧力が低減される基板、半導体装置、および基板の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第1の態様によれば、基板は、支持層と、柱状の第1のバンパと、第2のバンパとを有する。前記支持層は、主面を有する。前記第1のバンパは、第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面と側面とを有する。前記第2のバンパは、第2の導電性金属の複数の微細粒子を含み、かつ前記第1の上面と前記側面の一部とを覆う。前記第1のバンパは、前記主面に配置され、または前記第1のバンパは、前記主面に配置された電極に接続される。前記第2のバンパは、凸形状の第2の上面を有する。

[0010] 本発明の第2の態様によれば、第1の態様において、前記第2のバンパは、前記側面および第1の面に対して第1の方向側にある第1の部分と、前記第1の面に対して第2の方向側にある第2の部分とを有してもよい。前記第1の面は、前記第1の上面に垂直であり、かつ前記側面に接続された面であ

ってもよい。前記第1の方向は、前記側面に垂直であって、かつ前記第1のバンプから離れる方向であってもよい。前記第2の方向は、前記第1の方向と反対の方向であってもよい。前記第1の部分の第1の厚さは、前記第2の部分の第2の厚さよりも小さくてもよい。

[0011] 本発明の第3の態様によれば、第2の態様において、前記第1の厚さを前記第2の厚さで割った値は、0.01以上0.5以下であってもよい。

[0012] 本発明の第4の態様によれば、第1の態様において、前記第2のバンプは、第2の面に対して第3の方向側にある第3の部分と、前記第2の面に対して第4の方向側にある第4の部分とを有してもよい。前記第2の面は、前記第1の上面に平行であり、かつ前記第1の上面に接する平面であってもよい。前記第3の方向は、前記支持層から前記第1の上面に向かう方向であってもよい。前記第4の方向は、前記第3の方向と反対の方向であってもよい。前記第3の部分の高さは、前記側面において前記第3の方向の前記第4の部分の長さ以下であってもよい。

[0013] 本発明の第5の態様によれば、第4の態様において、前記高さを前記長さで割った値は、0.01以上0.5以下であってもよい。

[0014] 本発明の第6の態様によれば、第1の態様において、前記複数の微細粒子の平均粒径は0.01 μm 以上1 μm 以下であってもよい。

[0015] 本発明の第7の態様によれば、第1の態様において、前記支持層は、半導体層と、前記半導体層に積層された配線層とを有してもよい。前記半導体層または前記配線層は、前記主面を有してもよい。

[0016] 本発明の第8の態様によれば、半導体装置は、複数の基板を有する。前記複数の基板の少なくとも1つは、支持層と、柱状の第1のバンプと、第2のバンプとを有する。前記支持層は、主面を有する。前記第1のバンプは、第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面と側面とを有する。前記第2のバンプは、第2の導電性金属の微細粒子の集合体であり、かつ前記第1の上面と前記側面の一部とを覆う。前記第1のバンプは、前記主面に配置され、または前記第1のバンプは、前記主面に配置された電極に接続される。

前記第2のバンプは、凸形状の第2の上面を有する。前記支持層は、半導体層と、前記半導体層に積層された配線層とを有する。前記半導体層または前記配線層は、前記主面を有する。

[0017] 本発明の第9の態様によれば、基板の製造方法は、第1の工程と、第2の工程と、第3の工程と、第4の工程と、第5の工程とを有する。前記第1の工程は、第1の基板を準備する工程である。前記第1の基板は、第1の主面を有する支持層と、第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面と側面とを有する柱状の第1のバンプと、を有し、前記第1のバンプは、前記第1の主面に配置される。または前記第1のバンプは、前記第1の主面に配置された電極に接続される。前記第2の工程は、第2の主面を有する第2の基板を準備する工程である。前記第3の工程は、第2の導電性金属の微細粒子と有機溶媒とを含む膜を前記第2の主面に形成する工程である。前記第4の工程は、前記第1の主面と前記第2の主面とが対向する状態で前記第1のバンプと前記膜とを接触させる工程である。前記第5の工程は、前記第4の工程の後、前記第1のバンプと前記膜とを離すことにより、第2のバンプを形成する工程である。前記第2のバンプは、前記第2の導電性金属の複数の前記微細粒子と前記有機溶媒とを含み、かつ前記第1の上面と前記側面の一部とを覆う。前記第6の工程は、前記第2のバンプから前記有機溶媒を除去する工程である。前記第2のバンプは、凸形状の第2の上面を有する。

発明の効果

[0018] 上記の各態様によれば、第2のバンプは、第2の導電性金属の複数の微細粒子を含み、かつ凸形状の第2の上面を有する。このため、複数の基板の接合時に荷重による圧力に応じて第2のバンプが徐々に変形する。この結果、接合に必要な圧力が低減される。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第1の実施形態の基板の断面図である。

[図2]本発明の第1の実施形態の基板の断面図である。

[図3]本発明の第1の実施形態の基板の写真である。

[図4]本発明の第1の実施形態の基板の断面図である。

[図5]本発明の第1の実施形態の基板の断面図である。

[図6]本発明の第1の実施形態の基板の製造方法を示す図である。

[図7]本発明の第1の実施形態の基板の製造方法を示す図である。

[図8]本発明の第1の実施形態の基板の製造方法を示す図である。

[図9]本発明の第1の実施形態の基板の製造方法を示す図である。

[図10]本発明の第1の実施形態の基板の製造方法を示す図である。

[図11]本発明の第1の実施形態の基板の製造方法を示す図である。

[図12]本発明の第1の実施形態の基板の製造方法を示す図である。

[図13]本発明の第2の実施形態の半導体装置の構成を示す斜視図である。

[図14]本発明の第2の実施形態の半導体装置の断面図である。

[図15]本発明の第3の実施形態の半導体装置の構成を示す斜視図である。

[図16]本発明の第3の実施形態の半導体装置の断面図である。

[図17]本発明の第4の実施形態の半導体装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] 図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。

[0021] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態の基板100の構成を示している。図1では基板100の断面が示されている。図1に示すように、基板100は、支持層101と、電極130と、第1のバンプ140と、第2のバンプ150とを有する。図1では複数の電極130が存在するが、代表として1つの電極130の符号が示されている。図1では複数の第1のバンプ140が存在するが、代表として1つ第1のバンプ140の符号が示されている。図1では複数の第2のバンプ150が存在するが、代表として1つの第2のバンプ150の符号が示されている。

[0022] 基板100を構成する部分の寸法は、図1に示される寸法に従うわけではない。基板100を構成する部分の寸法は任意であってよい。図1以外の断面図における寸法についても同様である。

- [0023] 支持層 101 は、半導体層 110 と配線層 120 とを有する。半導体層 110 と配線層 120 とは、半導体層 110 と配線層 120 との厚さ方向 D_{r1} に積層されている。厚さ方向 D_{r1} は、第 1 の面 120a に垂直な方向である。半導体層 110 と配線層 120 とは、互いに接触している。支持層 101 は、電極 130 と、第 1 のバンプ 140 と、第 2 のバンプ 150 とを支持する。
- [0024] 半導体層 110 は、半導体材料で構成されている。例えば、半導体材料は、シリコン (Si)、ゲルマニウム (Ge)、ガリウム (Ga)、ヒ素 (As)、およびホウ素 (B) 等の少なくとも 1 つである。半導体層 110 は、第 1 の面 110a と第 2 の面 110b とを有する。第 1 の面 110a は、配線層 120 と接触している。第 2 の面 110b は、支持層 101 の主面の 1 つを構成する。支持層 101 の主面は、支持層 101 の表面を構成する複数の面のうち最も広い面である。
- [0025] 配線層 120 は、配線 121 と、層間絶縁膜 122 とを有する。図 1 では複数の配線 121 が存在するが、代表として 1 つの配線 121 の符号が示されている。
- [0026] 配線 121 は、導電材料で構成されている。例えば、配線 121 を構成する導電材料は、アルミニウム (Al) または銅 (Cu) 等の金属である。配線層 120 は、第 1 の面 120a と第 2 の面 120b とを有する。第 1 の面 120a は、複数の電極 130 と接触している。第 1 の面 120a は、支持層 101 の主面の 1 つを構成する。第 2 の面 120b は、第 1 の面 110a と接触している。
- [0027] 配線 121 は、配線パターンが形成された薄膜である。配線 121 は、信号を伝送する。1 層のみの配線 121 が形成されていてもよいし、複数層の配線 121 が形成されていてもよい。図 1 に示す例では、3 層の配線 121 が形成されている。複数層の配線 121 は、ビアによって接続されている。
- [0028] 配線層 120 において、配線 121 以外の部分は、層間絶縁膜 122 で構成されている。層間絶縁膜 122 は、絶縁材料で構成されている。例えば、

絶縁材料は、二酸化珪素（ SiO_2 ）、炭化珪素の酸化物（ SiCO ）、および窒化珪素（ SiN ）等の少なくとも1つである。

[0029] 半導体層110と配線層120との少なくとも1つは、トランジスタ等の回路要素を有してもよい。

[0030] 上記のように、支持層101は、半導体層110と、半導体層110に積層された配線層120とを有する。半導体層110または配線層120は、複数の電極130または複数の第1のバンプ140が配置される主面を有する。図1では、支持層101の主面は、第1の面120aである。支持層101は、プリント配線基板またはインターポーザ基板であってもよい。

[0031] 複数の電極130は、第1の面120aに配置されている。電極130は、導電材料で構成されている。例えば、電極130を構成する導電材料は、金（ Au ）、銅（ Cu ）、およびニッケル（ Ni ）等の少なくとも1つである。電極130が配置されていることにより、第1のバンプ140が容易に形成される。電極130は、配線層120のビアに接続されている。このため、電極130は、配線層120のビアを介して配線121に電氣的に接続されている。

[0032] 複数の第1のバンプ140は、複数の電極130に配置されている。複数の第1のバンプ140は、複数の電極130と接触している。つまり、複数の第1のバンプ140は、複数の電極130に接続されている。第1のバンプ140は、第1の導電性金属により充填されている。第1のバンプ140において、第1のバンプ140を構成する第1の導電性金属の原子が規則的に配列されている。例えば、第1の導電性金属は、金（ Au ）、銅（ Cu ）、およびニッケル（ Ni ）等の少なくとも1つである。例えば、電極130と第1のバンプ140とは、同一の材料で構成されている。例えば、第1のバンプ140は、めっき法により形成される。第1のバンプ140は、蒸着法またはスパッタ法により形成されてもよい。

[0033] 第1のバンプ140は、第1の上面140aと、側面140bと、底面140cとを有する。第1のバンプ140は、柱状である。底面140cは、

電極 130 と接触している。第 1 の上面 140 a と底面 140 c とは、厚さ方向 D_{r1} の異なる位置にある面である。第 1 の上面 140 a と支持層 101 (第 1 の面 120 a) との距離 D_{s1} は、底面 140 c と支持層 101 (第 1 の面 120 a) との距離 D_{s2} よりも大きい。例えば、第 1 の上面 140 a と底面 140 c とは、第 1 の面 120 a に対して平行である。側面 140 b は、第 1 の上面 140 a と底面 140 c とを接続する。例えば、側面 140 b は、第 1 の面 120 a に対して垂直である。つまり、第 1 の上面 140 a に平行な第 1 のバンプ 140 の断面積は、厚さ方向 D_{r1} における第 1 の上面 140 a からの距離によらず、一定である。第 1 のバンプ 140 の断面積は、厚さ方向 D_{r1} における第 1 の上面 140 a からの距離に応じて、徐々に大きくなってよい。つまり、側面 140 b は、第 1 の面 120 a に対して傾斜していてもよい。

[0034] 複数の第 2 のバンプ 150 は、第 1 の上面 140 a と側面 140 b とに配置されている。複数の第 2 のバンプ 150 は、第 1 の上面 140 a および側面 140 b と接触している。つまり、複数の第 2 のバンプ 150 は、複数の第 1 のバンプ 140 に接続されている。第 2 のバンプ 150 は、第 2 の導電性金属の複数の微細粒子を含む。つまり、第 2 のバンプ 150 は、第 2 の導電性金属の複数の微細粒子の集合体である。例えば、第 2 の導電性金属は、金 (Au)、銀 (Ag)、および銅 (Cu) 等の少なくとも 1 つである。第 2 のバンプ 150 は、第 1 の上面 140 a の全体と側面 140 b の一部とを覆う。第 2 のバンプ 150 は、凸形状の第 2 の上面 150 a を有する。第 2 のバンプ 150 は、厚さ方向 D_{r1} における第 1 の上面 140 a からの距離に応じて、徐々に細くなる。つまり、第 1 の上面 140 a に平行な第 2 のバンプ 150 の断面積は、厚さ方向 D_{r1} における第 1 の上面 140 a からの距離に応じて、徐々に小さくなる。

[0035] 第 2 のバンプ 150 を構成する複数の微細粒子は、ファンデルワールス力により集合している。このため、第 2 のバンプ 150 の構造は安定している。複数の基板の接合時に熱と圧力とが第 2 のバンプ 150 に加わることによ

り、第2のバンプ150の硬化（焼結）が行われる。この結果、複数の微細粒子が結合する。複数の微細粒子のそれぞれの表面が、有機材料で構成される保護膜で覆われていてもよい。複数の微細粒子のそれぞれの表面が保護膜で覆われている場合、保護膜は第2のバンプ150の硬化（焼結）時に除去される。

[0036] 半導体層110が配線層120の位置に配置され、かつ配線層120が半導体層110の位置に配置されてもよい。つまり、半導体層110は、複数の電極130が配置される主面を有してもよい。この場合、例えば貫通ビアが半導体層110に配置され、電極130は貫通ビアを介して配線層120に接続される。

[0037] 本発明の各態様の基板は、図2に示す基板102であってもよい。図2は、基板102の構成を示している。図2では基板102の断面が示されている。図2に示すように、基板102は、支持層101と、第1のバンプ140と、第2のバンプ150とを有する。

[0038] 図2に示す構成について、図1に示す構成と異なる点を説明する。基板102は、電極130を有していない。複数の第1のバンプ140は、第1の面120aに配置されている。複数の第1のバンプ140は、第1の面120aと接触している。上記以外の点については、図2に示す構成は図1に示す構成と同様である。

[0039] 上記のように、基板100と基板102とは、支持層101と、柱状の第1のバンプ140と、第2のバンプ150とを有する。支持層101は、第1の面120a（主面）を有する。第1のバンプ140は、第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面140aと側面140bとを有する。第2のバンプ150は、第2の導電性金属の複数の微細粒子を含み、かつ第1の上面140aと側面140bの一部とを覆う。第1のバンプ140は、第1の面120aに配置されている。または、第1のバンプ140は、第1の面120aに配置された電極130に接続されている。第2のバンプ150は、凸形状の第2の上面150aを有する。

- [0040] 第2のバンプ150は、第2の導電性金属の複数の微細粒子を含み、かつ凸形状の第2の上面150aを有する。このため、第2のバンプ150は、金属で充填された構造を有するバンプよりも高い柔軟性を有する。複数の基板の接合時に荷重による圧力に応じて第2のバンプ150が徐々に変形する。この結果、接合に必要な圧力が低減される。
- [0041] 第2のバンプ150を構成する複数の微細粒子の平均粒径は $0.01\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下である。複数の微細粒子がより小さくなることにより、第2のバンプ150の柔軟性がより高まる。このため、平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以下である微細粒子が使用される。また、複数の微細粒子の製造可能なサイズを考慮することにより、平均粒径が $0.01\mu\text{m}$ 以上である微細粒子が使用される。
- [0042] 図3は、基板100の写真である。図3に示すように、複数の電極130と、複数の第1のバンプ140と、複数の第2のバンプ150とが行列状に配置されている。図3では、代表として、1つの電極130と、1つの第1のバンプ140と、1つの第2のバンプ150との符号が示されている。第1の面120aに平行な第1のバンプ140の断面は円である。第1のバンプ140の断面の形状は、多角形であってもよい。
- [0043] 図4と図5とは、基板100の拡大図である。図4と図5とでは、基板100の断面が示されている。図4と図5とでは、図1に示す基板100の一部のみが示されている。
- [0044] 図4に示すように、第2のバンプ150は、側面140bおよび第1の面S1に対して第1の方向Dr2側にある第1の部分151と、第1の面S1に対して第2の方向Dr3側にある第2の部分152とを有する。第1の面S1は、第1の上面140aに垂直であり、かつ側面140bに接続された面である。第1の面S1は、第1の上面140aと側面140bとが接続されている部分において、側面140bに接続されている。図4では、第1の面S1の断面が直線で示されている。例えば、第1のバンプ140の断面が円である場合、第1の面S1は円筒状の面である。第1の方向Dr2は、側

面 140b に垂直であって、かつ第 1 のバンプ 140 から離れる方向である。つまり、第 1 の方向 Dr2 は、第 1 のバンプ 140 の外側に向かう方向である。第 2 の方向 Dr3 は、第 1 の方向 Dr2 と反対の方向である。つまり、第 2 の方向 Dr3 は、第 1 のバンプ 140 の内側に向かう方向である。第 1 の部分 151 の第 1 の厚さ T1 は、第 2 の部分 152 の第 2 の厚さ T2 よりも小さい。第 1 の厚さ T1 は、側面 140b に垂直な方向の厚さである。第 2 の厚さ T2 は、第 1 の上面 140a に垂直な方向の厚さである。第 2 の部分 152 は、凸形状である。

[0045] 第 1 の厚さ T1 を第 2 の厚さ T2 で割った値は、0.01 以上 0.5 以下であってもよい。つまり、第 1 の厚さ T1 と第 2 の厚さ T2 とに関して、以下の式 (1) が成立してもよい。

$$0.01 \times (T2) < T1 < 0.5 \times (T2) \quad \dots (1)$$

[0046] 図 5 に示すように、第 2 のバンプ 150 は、第 2 の面 S2 に対して第 3 の方向 Dr4 側にある第 3 の部分 153 と、第 2 の面 S2 に対して第 4 の方向 Dr5 側にある第 4 の部分 154 とを有する。第 2 の面 S2 は、第 1 の上面 140a に平行であり、かつ第 1 の上面 140a に接する平面である。図 5 では、第 2 の面 S2 の断面が直線で示されている。第 3 の方向 Dr4 は、支持層 101 から第 1 の上面 140a に向かう方向である。第 4 の方向 Dr5 は、第 3 の方向 Dr4 と反対の方向である。第 3 の部分 153 の高さ H1 は、側面 140b において第 3 の方向 Dr4 の第 4 の部分 154 の長さ L1 以下である。高さ H1 は、第 1 の上面 140a に垂直な方向の高さである。高さ H1 は、第 2 の厚さ T2 と同一である。第 3 の部分 153 は、凸形状である。

[0047] 高さ H1 を長さ L1 で割った値は、0.01 以上 0.5 以下であってもよい。つまり、高さ H1 と長さ L1 とに関して、以下の式 (2) が成立してもよい。

$$0.01 \times (L1) < H1 < 0.5 \times (L1) \quad \dots (2)$$

[0048] 図 6 から図 12 は、基板 100 の製造方法を示している。図 6 から図 12

を参照し、基板１００の製造方法を説明する。図６と図９から図１２とでは、図１と同様に、基板１００を構成する各部分の断面が示されている。基板１００の製造方法は、第１の準備工程（第１の工程）と、第２の準備工程（第２の工程）と、成膜工程（第３の工程）と、転写工程（第４の工程）と、バンプ形成工程（第５の工程）と、除去工程（第６の工程）とを有する。

[0049] （第１の準備工程）

第１の準備工程は、図６に示す基板１０（第１の基板）を準備する工程である。図６に示すように、基板１０は、支持層１０１と、電極１３０と、柱状の第１のバンプ１４０とを有する。支持層１０１は、第１の面１２０ａ（第１の主面）を有する。支持層１０１の構造は、図１に示す支持層１０１の構造と同様である。第１のバンプ１４０は、第１の導電性金属により充填されている。第１のバンプ１４０は、第１の上面１４０ａと、側面１４０ｂと、底面１４０ｃとを有する。第１のバンプ１４０は、第１の面１２０ａに配置された電極１３０に接続されている。第１のバンプ１４０が第１の面１２０ａに配置されてもよい。

[0050] 第１の準備工程は、支持層１０１の第１の面１２０ａに電極１３０を形成する工程と、電極１３０に第１のバンプ１４０を形成する工程とを含んでもよい。第１の準備工程は、支持層１０１を形成する工程を含んでもよい。支持層１０１を形成する工程は、半導体層１１０を構成する基板に配線層１２０を形成する工程を含む。第１の準備工程は、成膜工程の後であってもよい。

[0051] （第２の準備工程）

第２の準備工程は、図７に示す基板２０（第２の基板）を準備する工程である。図７は、基板２０の外観を示している。図７に示すように、基板２０は、面２０ａ（第２の主面）を有する。面２０ａは、基板２０の主面の１つを構成する。基板２０の主面は、基板２０の表面を構成する複数の面のうち最も広い面である。

[0052] （成膜工程）

成膜工程は、第2の導電性金属の微細粒子と有機溶媒とを含む膜を面20aに形成する工程である。図8に示すように、第2の導電性金属の微細粒子を含む有機溶媒30が面20aに塗布される。基板20が面20aに垂直な回転軸を中心に回転している状態で有機溶媒30が面20aに塗布される。これにより、図9に示す膜31が面20aに形成される。膜31の厚さは、有機溶媒30に含まれる粒子のサイズと、質量割合と、塗布条件とに依存する。第2の導電性金属の微細粒子の表面は保護膜で覆われている。

[0053] (転写工程)

転写工程は、第1の面120aと面20aとが対向する状態で第1のバンプ140と膜31とを接触させる工程である。図9に示すように、第1の面120aと面20aとが対向するように基板10と基板20とが配置される。その後、第1のバンプ140が面20aと接触するように、基板10と基板20との少なくとも1つが移動する。図10に示すように、基板10が基板20に押し付けられる。これによって、第1のバンプ140と膜31とが接触する。この結果、第1の上面140aと側面140bの一部とが膜31で覆われる。膜31の厚さT3は、第1のバンプ140の高さH2以下である。厚さT3は、面20aに垂直な方向の厚さである。高さH2は、第1の上面140aに垂直な方向の高さである。例えば、厚さT3は、高さH2の半分以下である。

[0054] (バンプ形成工程)

バンプ形成工程は、転写工程の後、第1のバンプ140と膜31とを離すことにより、第2のバンプ150を形成する工程である。図11に示すように、第1の面120aと面20aとの距離が大きくなるように、基板10と基板20との少なくとも1つが移動する。これによって、第1のバンプ140が膜31から離れる。膜31の一部が第1の上面140aと側面140bとに残ることにより、第2のバンプ150が形成される。第2のバンプ150は、第2の導電性金属の複数の微細粒子と有機溶媒とを含み、かつ第1の上面140aと側面140bの一部とを覆う。

[0055] (除去工程)

除去工程は、第2のバンプ150から有機溶媒を除去する工程である。例えば、除去工程では、微細粒子の保護膜が除去されない、かつ微細粒子の焼結が発生しない条件で真空加熱が行われる。これによって、図12に示すように、第2のバンプ150から有機溶媒が除去され、かつ基板100が形成される。第2のバンプ150は、凸形状の第2の上面150aを有する。

[0056] 第1の実施形態では、第2のバンプ150は、第2の導電性金属の複数の微細粒子を含み、かつ凸形状の第2の上面150aを有する。このため、複数の基板の接合時に荷重による圧力に応じて第2のバンプ150が徐々に変形する。この結果、接合に必要な圧力が低減される。

[0057] (第2の実施形態)

図13は、本発明の第2の実施形態の半導体装置40の構成を示している。図13に示すように、半導体装置40は、基板100と、基板200と、接続層300とを有する。基板100と基板200とは、接続層300を介して積層されている。

[0058] 図14は、半導体装置40の構成を示している。図14では半導体装置40の断面が示されている。

[0059] 図14に示す基板100は、図1に示す基板100と同一である。図14に示すように、基板200は、支持層201と、電極230とを有する。図14では複数の電極230が存在するが、代表として1つの電極230の符号が示されている。

[0060] 支持層201は、半導体層210と配線層220とを有する。半導体層210と配線層220とは、半導体層210と配線層220との厚さ方向Dr6に積層されている。厚さ方向Dr6は、第1の面220aに垂直な方向である。半導体層210と配線層220とは、互いに接触している。支持層201は、電極230を支持する。

[0061] 半導体層210は、半導体材料で構成されている。半導体層210は、第1の面210aと第2の面210bとを有する。第1の面210aは、配線

層 2 2 0 と接触している。第 2 の面 2 1 0 b は、支持層 2 0 1 の主面の 1 つを構成する。支持層 2 0 1 の主面は、支持層 2 0 1 の表面を構成する複数の面のうち最も広い面である。

[0062] 配線層 2 2 0 は、配線 2 2 1 と、層間絶縁膜 2 2 2 とを有する。図 1 4 では複数の配線 2 2 1 が存在するが、代表として 1 つの配線 2 2 1 の符号が示されている。

[0063] 配線 2 2 1 は、導電材料で構成されている。配線層 2 2 0 は、第 1 の面 2 2 0 a と第 2 の面 2 2 0 b とを有する。第 1 の面 2 2 0 a は、複数の電極 2 3 0 と接触している。第 1 の面 2 2 0 a は、支持層 2 0 1 の主面の 1 つを構成する。第 2 の面 2 2 0 b は、第 1 の面 2 1 0 a と接触している。

[0064] 配線 2 2 1 は、配線パターンが形成された薄膜である。配線 2 2 1 は、信号を伝送する。1 層のみの配線 2 2 1 が形成されていてもよいし、複数層の配線 2 2 1 が形成されていてもよい。図 1 4 に示す例では、3 層の配線 2 2 1 が形成されている。複数層の配線 2 2 1 は、ビアによって接続されている。

[0065] 配線層 2 2 0 において、配線 2 2 1 以外の部分は、層間絶縁膜 2 2 2 で構成されている。層間絶縁膜 2 2 2 は、絶縁材料で構成されている。

[0066] 半導体層 2 1 0 と配線層 2 2 0 との少なくとも 1 つは、トランジスタ等の回路要素を有してもよい。

[0067] 複数の電極 2 3 0 は、第 1 の面 2 2 0 a に配置されている。電極 2 3 0 は、導電材料で構成されている。電極 2 3 0 は、配線層 2 2 0 のビアに接続されている。このため、電極 2 3 0 は、配線層 2 2 0 のビアを介して配線 2 2 1 に電氣的に接続されている。電極 2 3 0 は、第 2 のバンプ 1 5 0 に接続されている。このため、基板 1 0 0 と基板 2 0 0 とは、電氣的に接続されている。したがって、半導体装置 4 0 は、基板 1 0 0 と基板 2 0 0 との間で信号を伝送することができる。複数の電極 2 3 0 が配置されていなくてもよい。つまり、第 2 のバンプ 1 5 0 が第 1 の面 2 2 0 a と接触してもよい。

[0068] 半導体層 2 1 0 が配線層 2 2 0 の位置に配置され、かつ配線層 2 2 0 が半

導体層 210 の位置に配置されてもよい。この場合、例えば貫通ビアが半導体層 210 に配置され、電極 230 は貫通ビアを介して配線層 220 に接続される。第 1 のバンプ 140 および第 2 のバンプ 150 と同様の構造を有するバンプが電極 230 に配置されてもよい。

[0069] 接続層 300 は、配線層 120 と配線層 220 との間に配置されている。接続層 300 は、樹脂で構成されている。例えば、樹脂は、エポキシ、ベンゾシクロブテン、ポリイミド、およびポリベンゾオキサゾール等の少なくとも 1 つである。接続層 300 は、樹脂以外の絶縁材料で構成されてもよい。例えば、接続層 300 は、二酸化珪素 (SiO_2)、炭化珪素の酸化物 (SiCO)、および窒化珪素 (SiN) 等の少なくとも 1 つで構成されてもよい。接続層 300 は、電極 130 と、第 1 のバンプ 140 と、第 2 のバンプ 150 と、電極 230 との表面を覆う。

[0070] 上記のように、半導体装置 40 は、複数の基板すなわち基板 100 と基板 200 とを有する。半導体装置 40 を構成する複数の基板の少なくとも 1 つの構成が基板 100 の構成と同様であればよい。本発明の各態様の半導体装置は、電極 130 と電極 230 との少なくとも 1 つに対応する構成を有していなくてもよい。

[0071] 第 2 の実施形態では、半導体装置 40 は、第 1 のバンプ 140 と第 2 のバンプ 150 とを有する。このため、半導体装置 40 を構成する基板 100 と基板 200 との接合に必要な圧力が低減される。

[0072] (第 3 の実施形態)

図 15 は、本発明の第 3 の実施形態の半導体装置 41 の構成を示している。図 15 に示すように、半導体装置 41 は、基板 100 と、基板 202 と、接続層 300 と、基板 400 と、接続層 500 とを有する。基板 100 と基板 202 とは、接続層 300 を介して積層されている。基板 202 と基板 400 とは、接続層 500 を介して積層されている。

[0073] 図 16 は、半導体装置 41 の構成を示している。図 16 では半導体装置 41 の断面が示されている。

[0074] 図16に示す基板100は、図1に示す基板100と同一である。図16に示すように、基板202は、支持層203と、電極230と、第1のバンプ240と、第2のバンプ250とを有する。図16では複数の電極230が存在するが、代表として1つの電極230の符号が示されている。図16では複数の第1のバンプ240が存在するが、代表として1つ第1のバンプ240の符号が示されている。図16では複数の第2のバンプ250が存在するが、代表として1つの第2のバンプ250の符号が示されている。

[0075] 支持層203は、半導体層211と、配線層220とを有する。半導体層211は、貫通ビア212を有する。貫通ビア212は、導電材料で構成されている。例えば、貫通ビア212を構成する導電材料は、アルミニウム（Al）または銅（Cu）等の金属である。貫通ビア212は、半導体層211を貫通し、かつ配線221に接続されている。また、貫通ビア212は、電極230に接続されている。半導体層211において、貫通ビア212以外の部分は、半導体材料で構成されている。図16に示す配線層220は、図14に示す配線層220と同一である。

[0076] 図16に示す電極230は、図1に示す電極130と同一である。複数の電極230が配置されていなくてもよい。つまり、第2のバンプ150が第1の面220aと接触してもよい。複数の第1のバンプ240は、複数の電極230に配置されている。複数の第1のバンプ240は、複数の電極230と接触している。つまり、複数の第1のバンプ240は、複数の電極230に接続されている。第1のバンプ240は、第1の導電性金属により充填されている。例えば、電極230と第1のバンプ240とは、同一の材料で構成されている。

[0077] 第1のバンプ240の形状は、第1のバンプ140の形状と同様である。つまり、第1のバンプ240は、第1の上面240aと、側面240bと、底面240cとを有する。第1のバンプ240は、柱状である。

[0078] 複数の第2のバンプ250は、第1の上面240aと側面240bとに配置されている。複数の第2のバンプ250は、第1の上面240aおよび側

面 2 4 0 b と接触している。つまり、複数の第 2 のバンプ 2 5 0 は、複数の第 1 のバンプ 2 4 0 に接続されている。第 2 のバンプ 2 5 0 は、第 2 の導電性金属の複数の微細粒子を含む。つまり、第 2 のバンプ 2 5 0 は、第 2 の導電性金属の複数の微細粒子の集合体である。第 2 のバンプ 2 5 0 は、第 1 の上面 2 4 0 a の全体と側面 2 4 0 b の一部とを覆う。第 2 のバンプ 2 5 0 の形状は、第 2 のバンプ 1 5 0 の形状と同様である。つまり、第 2 のバンプ 2 5 0 は、凸形状の第 2 の上面 2 5 0 a を有する。

[0079] 図 1 6 に示す接続層 3 0 0 は、図 1 4 に示す接続層 3 0 0 と同一である。図 1 6 に示すように、基板 4 0 0 は、支持層 4 0 1 と、電極 4 3 0 とを有する。図 1 6 では複数の電極 4 3 0 が存在するが、代表として 1 つの電極 4 3 0 の符号が示されている。

[0080] 支持層 4 0 1 は、半導体層 4 1 0 と配線層 4 2 0 とを有する。半導体層 4 1 0 と配線層 4 2 0 とは、半導体層 4 1 0 と配線層 4 2 0 との厚さ方向 D r 7 に積層されている。厚さ方向 D r 7 は、第 1 の面 4 2 0 a に垂直な方向である。半導体層 4 1 0 と配線層 4 2 0 とは、互いに接触している。支持層 4 0 1 は、電極 4 3 0 を支持する。

[0081] 半導体層 4 1 0 は、半導体材料で構成されている。半導体層 4 1 0 は、第 1 の面 4 1 0 a と第 2 の面 4 1 0 b とを有する。第 1 の面 4 1 0 a は、配線層 4 2 0 と接触している。第 2 の面 4 1 0 b は、支持層 4 0 1 の主面の 1 つを構成する。支持層 4 0 1 の主面は、支持層 4 0 1 の表面を構成する複数の面のうち最も広い面である。

[0082] 配線層 4 2 0 は、配線 4 2 1 と、層間絶縁膜 4 2 2 とを有する。図 1 6 では複数の配線 4 2 1 が存在するが、代表として 1 つの配線 4 2 1 の符号が示されている。

[0083] 配線 4 2 1 は、導電材料で構成されている。配線層 4 2 0 は、第 1 の面 4 2 0 a と第 2 の面 4 2 0 b とを有する。第 1 の面 4 2 0 a は、複数の電極 4 3 0 と接触している。第 1 の面 4 2 0 a は、支持層 4 0 1 の主面の 1 つを構成する。第 2 の面 4 2 0 b は、第 1 の面 4 1 0 a と接触している。

- [0084] 配線 4 2 1 は、配線パターンが形成された薄膜である。配線 4 2 1 は、信号を伝送する。1 層のみの配線 4 2 1 が形成されていてもよいし、複数層の配線 4 2 1 が形成されていてもよい。図 1 6 に示す例では、3 層の配線 4 2 1 が形成されている。複数層の配線 4 2 1 は、ビアによって接続されている。
- [0085] 配線層 4 2 0 において、配線 4 2 1 以外の部分は、層間絶縁膜 4 2 2 で構成されている。層間絶縁膜 4 2 2 は、絶縁材料で構成されている。
- [0086] 半導体層 4 1 0 と配線層 4 2 0 との少なくとも 1 つは、トランジスタ等の回路要素を有してもよい。
- [0087] 複数の電極 4 3 0 は、第 1 の面 4 2 0 a に配置されている。電極 4 3 0 は、導電材料で構成されている。電極 4 3 0 は、配線層 4 2 0 のビアに接続されている。このため、電極 4 3 0 は、配線層 4 2 0 のビアを介して配線 4 2 1 に電氣的に接続されている。電極 4 3 0 は、第 2 のバンプ 2 5 0 に接続されている。このため、基板 2 0 2 と基板 4 0 0 とは、電氣的に接続されている。したがって、半導体装置 4 1 は、基板 2 0 2 と基板 4 0 0 との間で信号を伝送することができる。複数の電極 4 3 0 が配置されていなくてもよい。つまり、第 2 のバンプ 2 5 0 が第 1 の面 4 2 0 a と接触してもよい。
- [0088] 半導体層 4 1 0 が配線層 4 2 0 の位置に配置され、かつ配線層 4 2 0 が半導体層 4 1 0 の位置に配置されてもよい。この場合、例えば貫通ビアが半導体層 4 1 0 に配置され、電極 4 3 0 は貫通ビアを介して配線層 4 2 0 に接続される。第 1 のバンプ 1 4 0 および第 2 のバンプ 1 5 0 と同様の構造を有するバンプが電極 4 3 0 に配置されてもよい。
- [0089] 接続層 5 0 0 は、半導体層 2 1 1 と配線層 4 2 0 との間に配置されている。接続層 5 0 0 は、樹脂で構成されている。接続層 5 0 0 は、樹脂以外の絶縁材料で構成されてもよい。接続層 5 0 0 は、電極 2 3 0 と、第 1 のバンプ 2 4 0 と、第 2 のバンプ 2 5 0 と、電極 4 3 0 との表面を覆う。
- [0090] 上記のように、半導体装置 4 1 は、複数の基板すなわち基板 1 0 0 と基板 2 0 2 と基板 4 0 0 とを有する。半導体装置 4 1 を構成する複数の基板の少

なくとも１つの構成が基板１００の構成と同様であればよい。本発明の各態様の半導体装置は、４枚以上の基板を有してもよい。

[0091] 第３の実施形態では、半導体装置４１は、第１のバンプ１４０と、第２のバンプ１５０と、第１のバンプ２４０と、第２のバンプ２５０とを有する。このため、半導体装置４１を構成する基板１００と基板２０２との接合に必要な圧力が低減される。同様に、半導体装置４１を構成する基板２０２と基板４００との接合に必要な圧力が低減される。

[0092] (第４の実施形態)

図１７は、本発明の第４の実施形態の半導体装置４２の構成を示している。半導体装置４２は、撮像機能を有する固体撮像装置である。図１７では半導体装置４２の断面が示されている。図１７に示すように、半導体装置４２は、基板１００と、基板２０４と、接続層３００と、マイクロレンズ６００と、カラーフィルタ６０１とを有する。基板１００と基板２０４とは、接続層３００を介して積層されている。

[0093] 図１７に示す基板１００は、図１に示す基板１００と同一である。図１７に示すように、基板２０４は、支持層２０５と、電極２３０とを有する。図１７では複数の電極２３０が存在するが、代表として１つの電極２３０の符号が示されている。

[0094] 支持層２０５は、半導体層２１３と、配線層２２０とを有する。半導体層２１３は、光電変換部２１４を有する。半導体層２１３は、半導体材料で構成されている。例えば、光電変換部２１４は、半導体層２１３を構成する半導体材料とは不純物濃度が異なる半導体材料で構成されている。図１７に示す配線層２２０は、図１４に示す配線層２２０と同一である。

[0095] 図１７に示す電極２３０は、図１４に示す電極２３０と同一である。複数の電極２３０が配置されていなくてもよい。つまり、第２のバンプ１５０が第１の面２２０aと接触してもよい。

[0096] 半導体層２１３の表面にカラーフィルタ６０１が配置されている。カラーフィルタ６０１上にマイクロレンズ６００が配置されている。

- [0097] 半導体装置 4 2 の光学的前方に配置された撮像レンズを通過した、被写体からの光がマイクロレンズ 6 0 0 に入射する。マイクロレンズ 6 0 0 は、撮像レンズを透過した光を結像する。カラーフィルタ 6 0 1 は、所定の色に対応した波長の光を透過させる。
- [0098] マイクロレンズ 6 0 0 とカラーフィルタ 6 0 1 とを透過した光は、半導体層 2 1 3 に入射する。半導体層 2 1 3 に入射した光は、半導体層 2 1 3 内を進んで光電変換部 2 1 4 に入射する。光電変換部 2 1 4 は、入射した光を信号に変換する。
- [0099] 図 1 7 に示す接続層 3 0 0 は、図 1 4 に示す接続層 3 0 0 と同一である。
- [0100] 上記のように、半導体装置 4 2 は、複数の基板すなわち基板 1 0 0 と基板 2 0 4 とを有する。半導体装置 4 2 を構成する複数の基板の少なくとも 1 つの構成が基板 1 0 0 の構成と同様であればよい。
- [0101] 第 4 の実施形態では、半導体装置 4 2 は、第 1 のバンプ 1 4 0 と第 2 のバンプ 1 5 0 とを有する。このため、半導体装置 4 2 を構成する基板 1 0 0 と基板 2 0 4 との接合に必要な圧力が低減される。
- [0102] 以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はこれら実施形態およびその変形例に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。また、本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

産業上の利用可能性

- [0103] 本発明の各実施形態によれば、接合に必要な圧力が低減される。

符号の説明

- [0104] 1 0, 2 0, 1 0 0, 1 0 2, 2 0 0, 2 0 2, 2 0 4, 4 0 0 基板
4 0, 4 1, 4 2 半導体装置
1 0 1, 2 0 1, 2 0 3, 2 0 5, 4 0 1 支持層
1 1 0, 2 1 0, 2 1 1, 2 1 3, 4 1 0 半導体層
1 2 0, 2 2 0, 4 2 0 配線層

1 2 1, 2 2 1, 4 2 1 配線
1 2 2, 2 2 2, 4 2 2 層間絶縁膜
1 3 0, 2 3 0, 4 3 0 電極
1 4 0, 2 4 0 第1のバンプ
1 5 0, 2 5 0 第2のバンプ
2 1 2 貫通ビア
2 1 4 光電変換部
3 0 0, 5 0 0 接続層
6 0 0 マイクロレンズ
6 0 1 カラーフィルタ

請求の範囲

- [請求項1] 主面を有する支持層と、
第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面と側面とを有する柱状の第1のバンプと、
第2の導電性金属の複数の微細粒子を含み、かつ前記第1の上面と前記側面の一部とを覆う第2のバンプと、
を有し、
前記第1のバンプは、前記主面に配置され、または前記第1のバンプは、前記主面に配置された電極に接続され、
前記第2のバンプは、凸形状の第2の上面を有する基板。
- [請求項2] 前記第2のバンプは、前記側面および第1の面に対して第1の方向側にある第1の部分と、前記第1の面に対して第2の方向側にある第2の部分とを有し、
前記第1の面は、前記第1の上面に垂直であり、かつ前記側面に接続された面であり、
前記第1の方向は、前記側面に垂直であって、かつ前記第1のバンプから離れる方向であり、
前記第2の方向は、前記第1の方向と反対の方向であり、
前記第1の部分の第1の厚さは、前記第2の部分の第2の厚さよりも小さい
請求項1に記載の基板。
- [請求項3] 前記第1の厚さを前記第2の厚さで割った値は、0.01以上0.5以下である
請求項2に記載の基板。
- [請求項4] 前記第2のバンプは、第2の面に対して第3の方向側にある第3の部分と、前記第2の面に対して第4の方向側にある第4の部分とを有し、

前記第2の面は、前記第1の上面に平行であり、かつ前記第1の上面に接する平面であり、

前記第3の方向は、前記支持層から前記第1の上面に向かう方向であり、

前記第4の方向は、前記第3の方向と反対の方向であり、

前記第3の部分の高さは、前記側面において前記第3の方向の前記第4の部分の長さ以下である

請求項1に記載の基板。

[請求項5] 前記高さを前記長さで割った値は、0.01以上0.5以下である
請求項4に記載の基板。

[請求項6] 前記複数の微細粒子の平均粒径は0.01 μm 以上1 μm 以下である

請求項1に記載の基板。

[請求項7] 前記支持層は、半導体層と、前記半導体層に積層された配線層とを有し、

前記半導体層または前記配線層は、前記主面を有する

請求項1に記載の基板。

[請求項8] 複数の基板を有する半導体装置であって、

前記複数の基板の少なくとも1つは、

主面を有する支持層と、

第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面と側面とを有する柱状の第1のバンプと、

第2の導電性金属の微細粒子の集合体であり、かつ前記第1の上面と前記側面の一部とを覆う第2のバンプと、

を有し、

前記第1のバンプは、前記主面に配置され、または前記第1のバンプは、前記主面に配置された電極に接続され、

前記第2のバンプは、凸形状の第2の上面を有し、

前記支持層は、半導体層と、前記半導体層に積層された配線層とを有し、

前記半導体層または前記配線層は、前記主面を有する半導体装置。

[請求項9]

第1の基板を準備し、前記第1の基板は、第1の主面を有する支持層と、第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面と側面とを有する柱状の第1のバンプと、を有し、前記第1のバンプは、前記第1の主面に配置され、または前記第1のバンプは、前記第1の主面に配置された電極に接続される第1の工程と、

第2の主面を有する第2の基板を準備する第2の工程と、

第2の導電性金属の微細粒子と有機溶媒とを含む膜を前記第2の主面に形成する第3の工程と、

前記第1の主面と前記第2の主面とが対向する状態で前記第1のバンプと前記膜とを接触させる第4の工程と、

前記第4の工程の後、前記第1のバンプと前記膜とを離すことにより、第2のバンプを形成し、前記第2のバンプは、前記第2の導電性金属の複数の前記微細粒子と前記有機溶媒とを含み、かつ前記第1の上面と前記側面の一部とを覆う第5の工程と、

前記第2のバンプから前記有機溶媒を除去する第6の工程と、

を有し、

前記第2のバンプは、凸形状の第2の上面を有する基板の製造方法。

補正された請求の範囲
[2016年9月26日 (26.09.2016) 国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後) 主面を有する支持層と、
第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面と側面とを有する柱状の第1のバンプと、
第2の導電性金属の複数の微細粒子を含み、かつ前記第1の上面を覆う第3の部分と前記側面の一部を覆う第4の部分とを有する第2のバンプと、
を有し、
前記第1のバンプは、前記主面に配置され、または前記第1のバンプは、前記主面に配置された電極に接続され、
前記第2のバンプは、凸形状の第2の上面を有し、
前記第1の上面に垂直な方向における前記第4の部分の高さは、前記第1のバンプの高さよりも小さい
基板。
- [請求項2] 前記第2のバンプは、前記側面および第1の面に対して第1の方向側にある第1の部分と、前記第1の面に対して第2の方向側にある第2の部分とを有し、
前記第1の面は、前記第1の上面に垂直であり、かつ前記側面に接続された面であり、
前記第1の方向は、前記側面に垂直であって、かつ前記第1のバンプから離れる方向であり、
前記第2の方向は、前記第1の方向と反対の方向であり、
前記第1の部分の第1の厚さは、前記第2の部分の第2の厚さよりも小さい
請求項1に記載の基板。
- [請求項3] 前記第1の厚さを前記第2の厚さで割った値は、0.01以上0

． 5以下である

請求項2に記載の基板。

[請求項4]（補正後） 前記第2のバンプは、第2の面に対して第3の方向側にある前記第3の部分と、前記第2の面に対して第4の方向側にある前記第4の部分とを有し、

前記第2の面は、前記第1の上面に平行であり、かつ前記第1の上面に接する平面であり、

前記第3の方向は、前記支持層から前記第1の上面に向かう方向であり、

前記第4の方向は、前記第3の方向と反対の方向であり、

前記第3の部分の高さは、前記側面において前記第3の方向の前記第4の部分の長さ以下である

請求項1に記載の基板。

[請求項5] 前記高さを前記長さで割った値は、0.01以上0.5以下である

請求項4に記載の基板。

[請求項6] 前記複数の微細粒子の平均粒径は0.01 μm 以上1 μm 以下である

請求項1に記載の基板。

[請求項7] 前記支持層は、半導体層と、前記半導体層に積層された配線層とを有し、

前記半導体層または前記配線層は、前記主面を有する

請求項1に記載の基板。

[請求項8]（補正後） 複数の基板を有する半導体装置であって、
前記複数の基板の少なくとも1つは、
主面を有する支持層と、

第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面と側面とを有する柱状の第1のバンプと、

第2の導電性金属の微細粒子の集合体であり、かつ前記第1の上面を覆う第3の部分と前記側面の一部を覆う第4の部分とを有する第2のバンプと、

を有し、

前記第1のバンプは、前記主面に配置され、または前記第1のバンプは、前記主面に配置された電極に接続され、

前記第2のバンプは、凸形状の第2の上面を有し、

前記第1の上面に垂直な方向における前記第4の部分の高さは、前記第1のバンプの高さよりも小さく、

前記支持層は、半導体層と、前記半導体層に積層された配線層とを有し、

前記半導体層または前記配線層は、前記主面を有する半導体装置。

[請求項9] (補正後) 第1の基板を準備し、前記第1の基板は、第1の主面を有する支持層と、第1の導電性金属により充填され、かつ第1の上面と側面とを有する柱状の第1のバンプと、を有し、前記第1のバンプは、前記第1の主面に配置され、または前記第1のバンプは、前記第1の主面に配置された電極に接続される第1の工程と、

第2の主面を有する第2の基板を準備する第2の工程と、

第2の導電性金属の微細粒子と有機溶媒とを含む膜を前記第2の主面に形成する第3の工程と、

前記第1の主面と前記第2の主面とが対向する状態で前記第1のバンプと前記膜とを接触させる第4の工程と、

前記第4の工程の後、前記第1のバンプと前記膜とを離すこと

により、第2のバンプを形成し、前記第2のバンプは、前記第2の導電性金属の複数の前記微細粒子と前記有機溶媒とを含み、かつ前記第1の上面を覆う第3の部分と前記側面の一部を覆う第4の部分とを有する第5の工程と、

前記第2のバンプから前記有機溶媒を除去する第6の工程と、
を有し、

前記第2のバンプは、凸形状の第2の上面を有し、

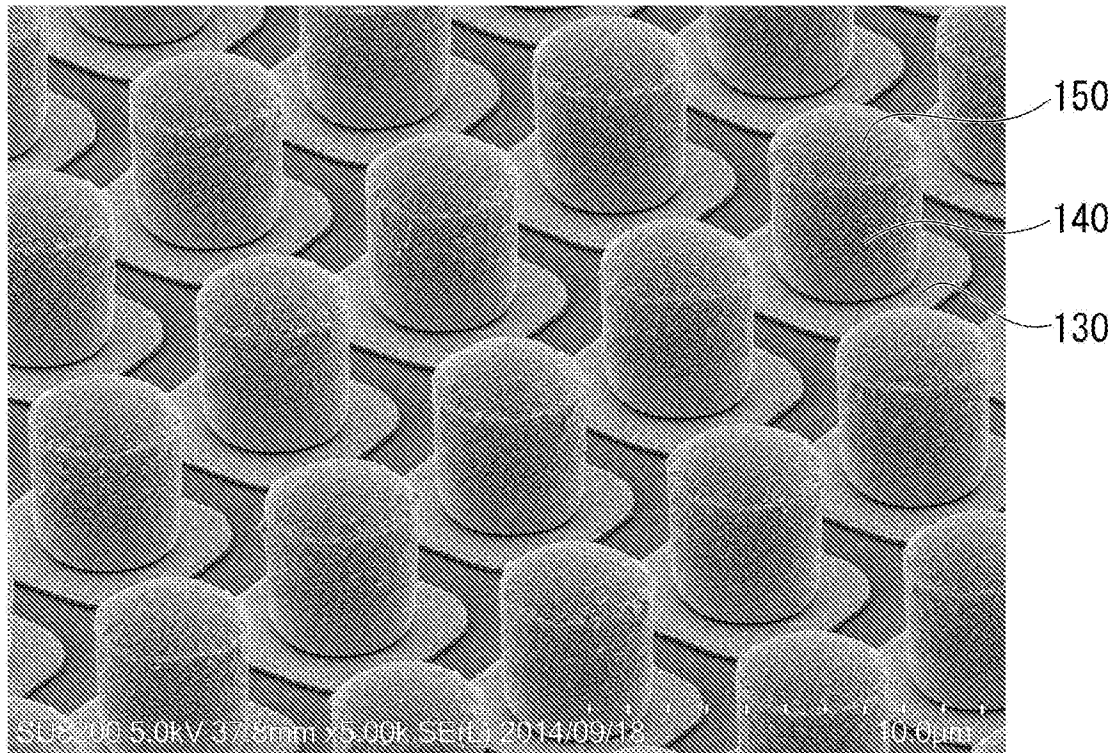
前記第1の上面に垂直な方向における前記第4の部分の高さは、前記第1のバンプの高さよりも小さい

基板の製造方法。

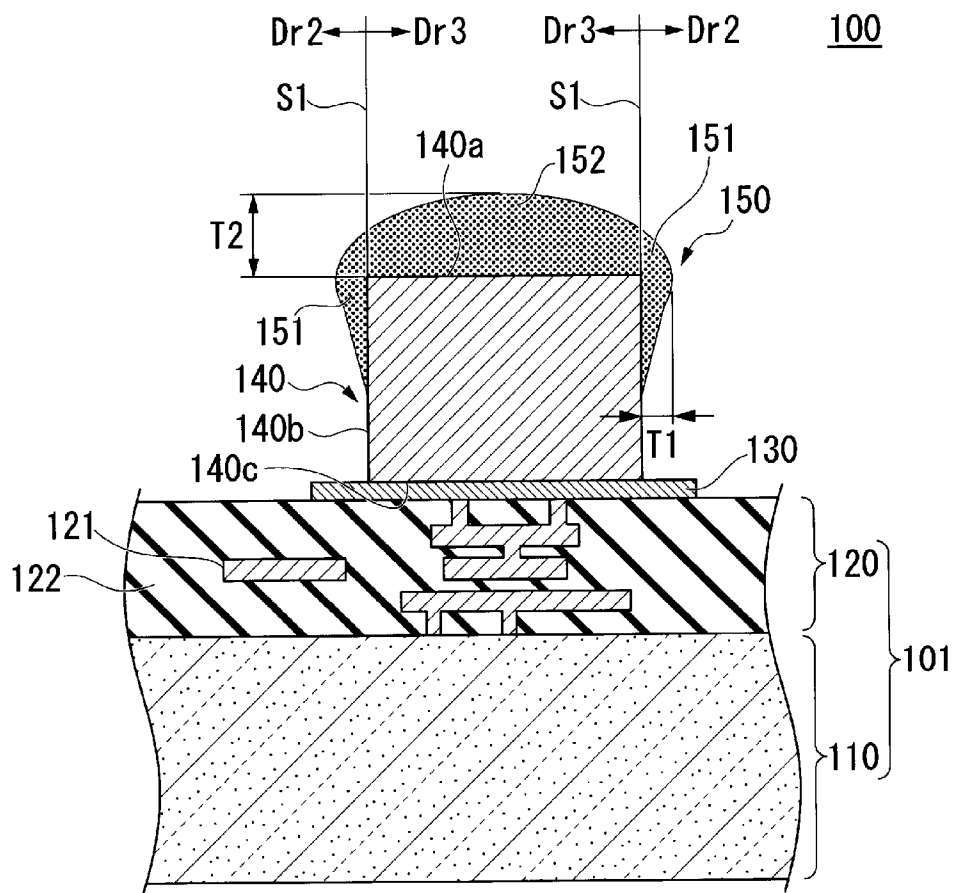
条約第19条(1)に基づく説明書

請求項1, 4, 8, 9において、段落[0046]および図5に基づく補正を行った。

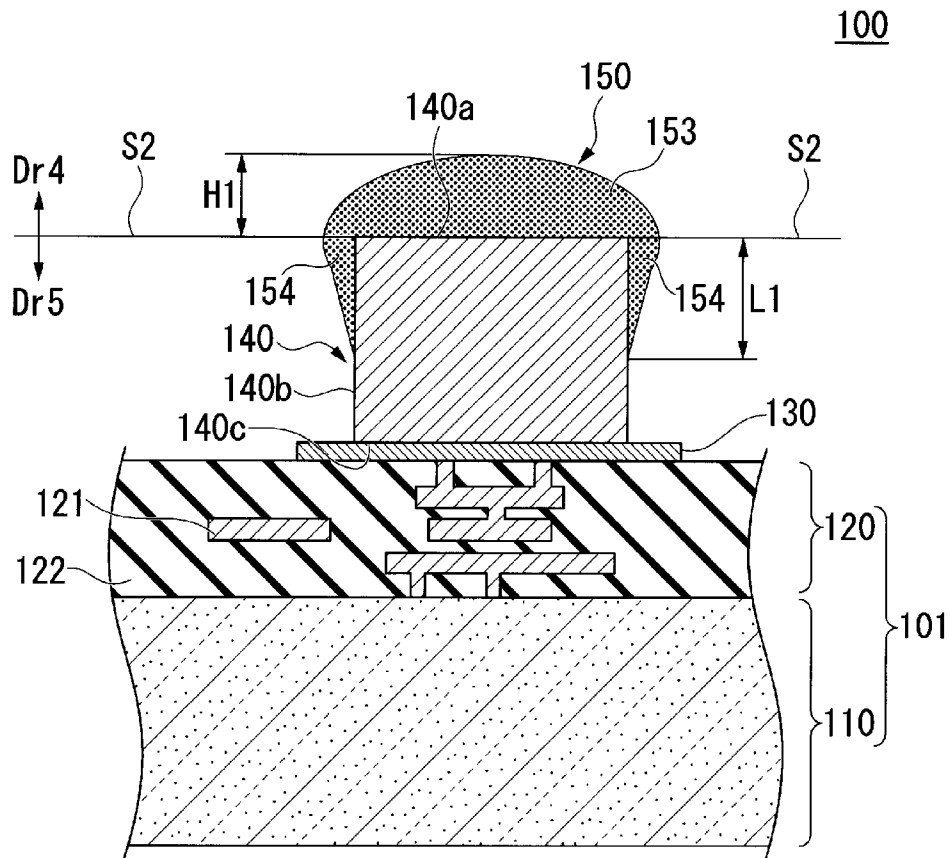
[図3]



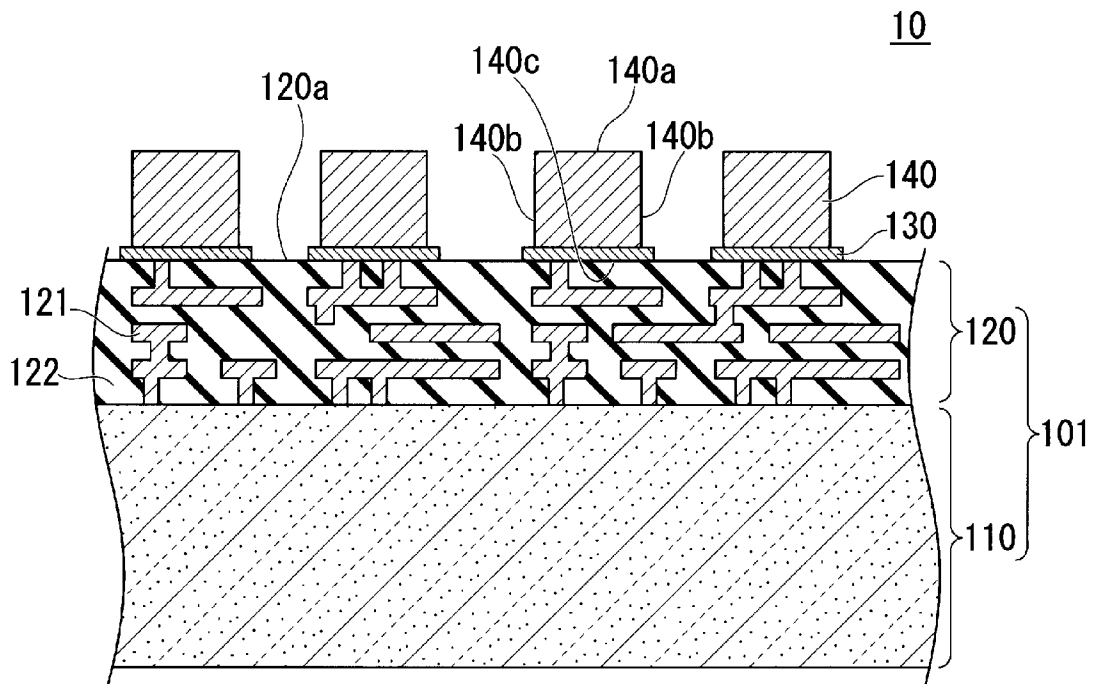
[図4]



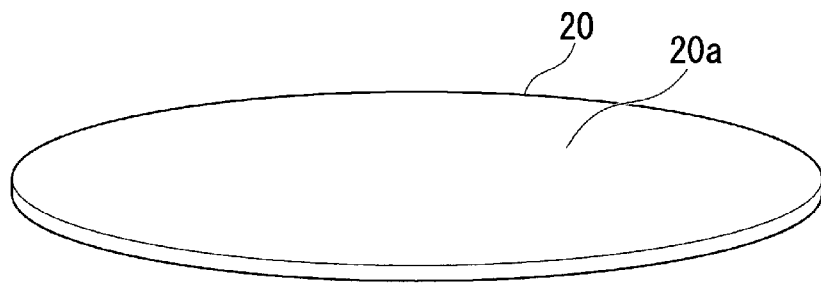
[図5]



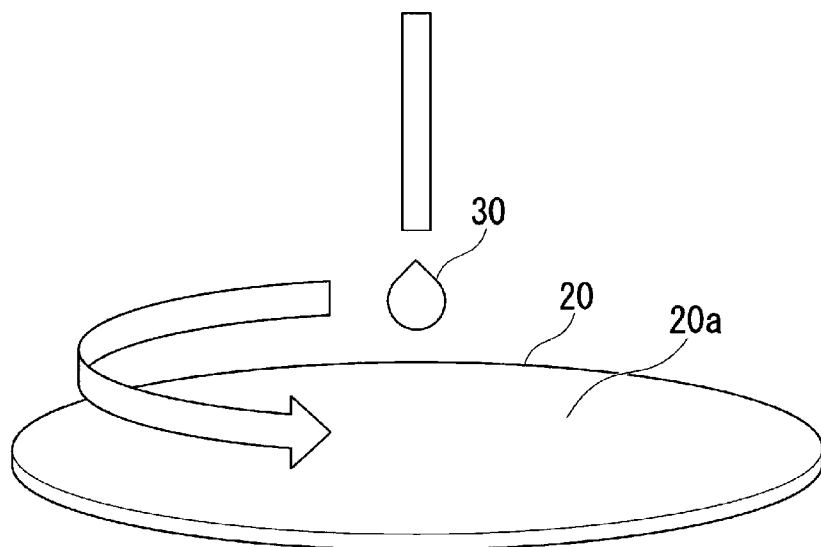
[図6]



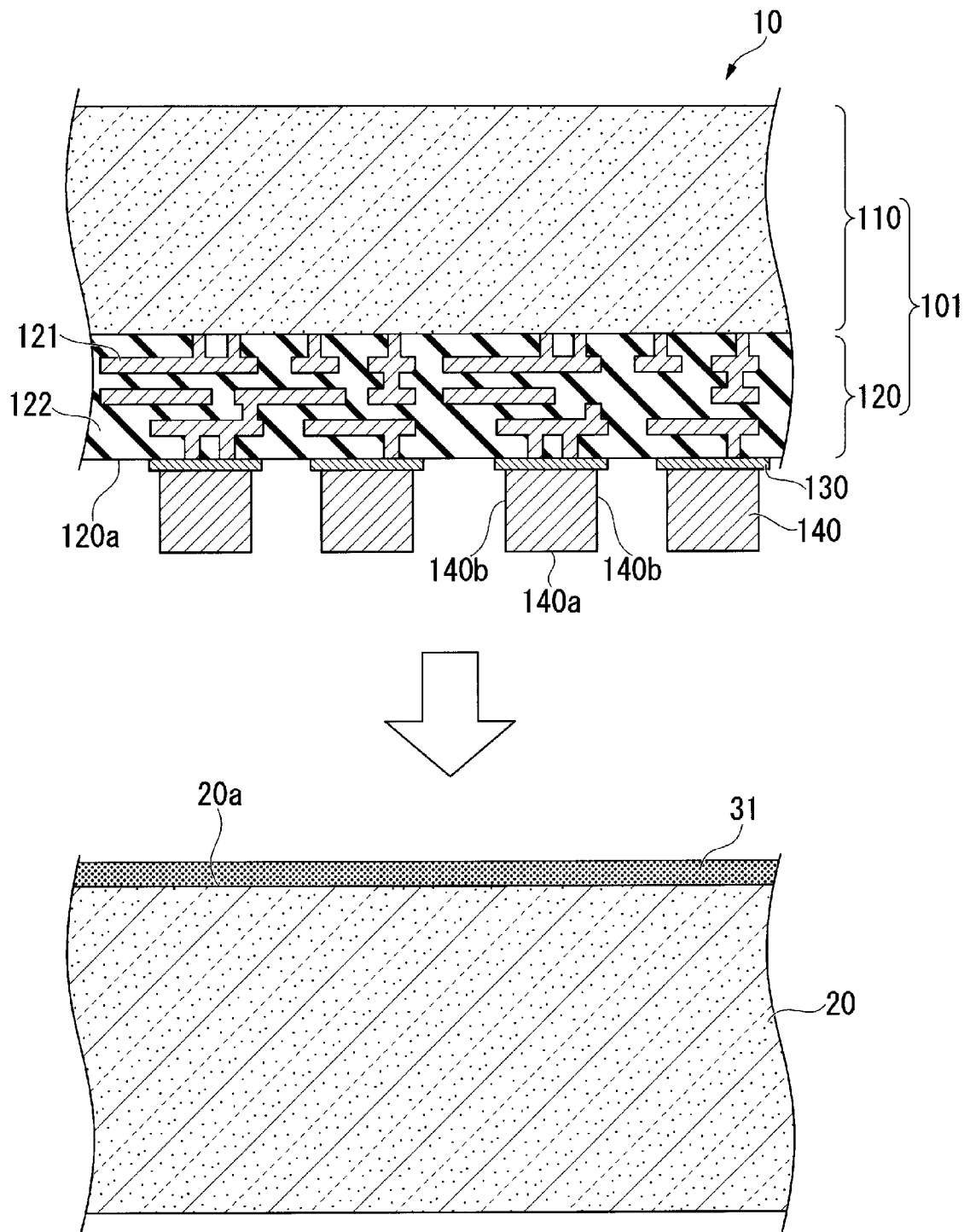
[図7]



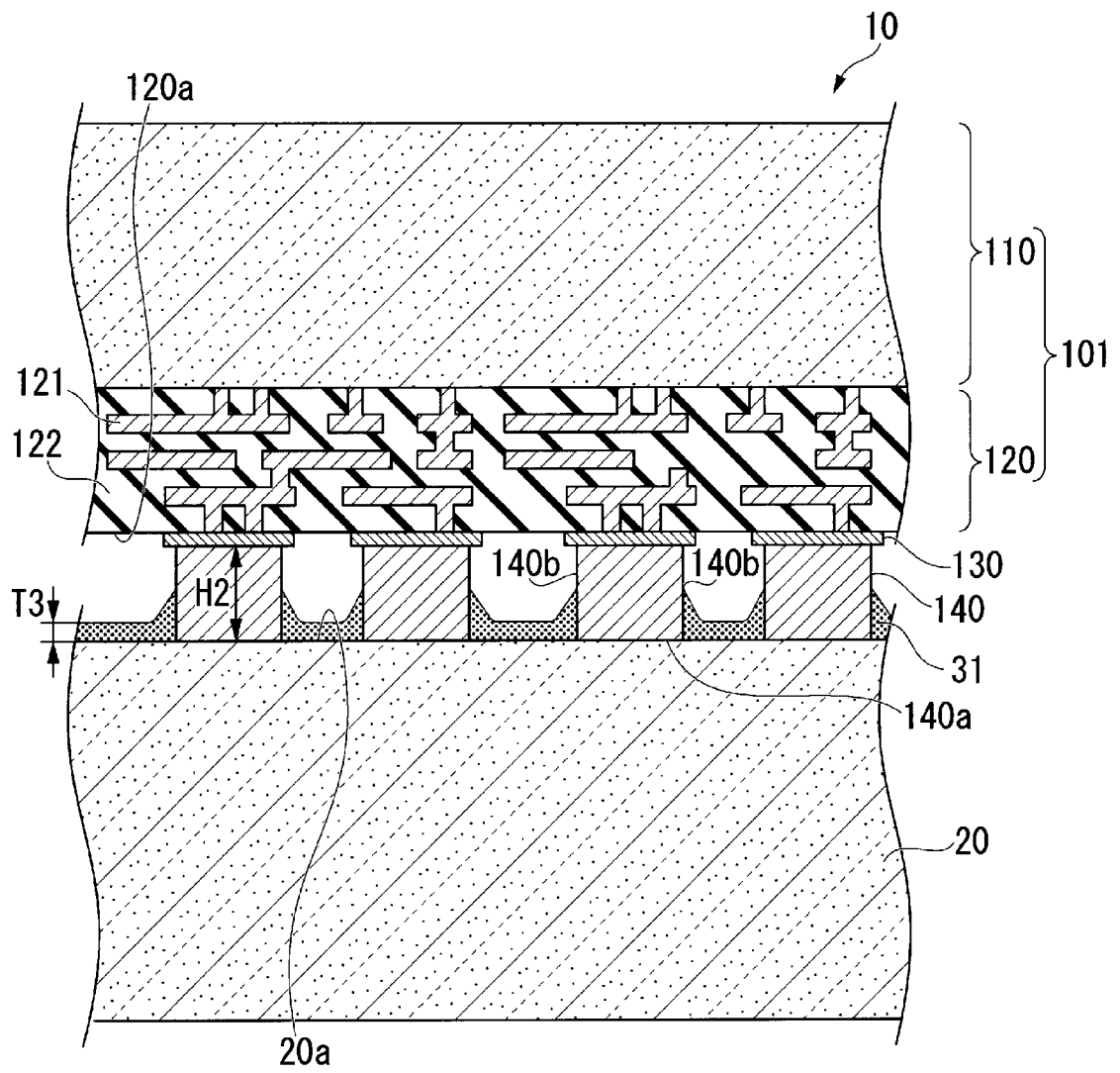
[図8]



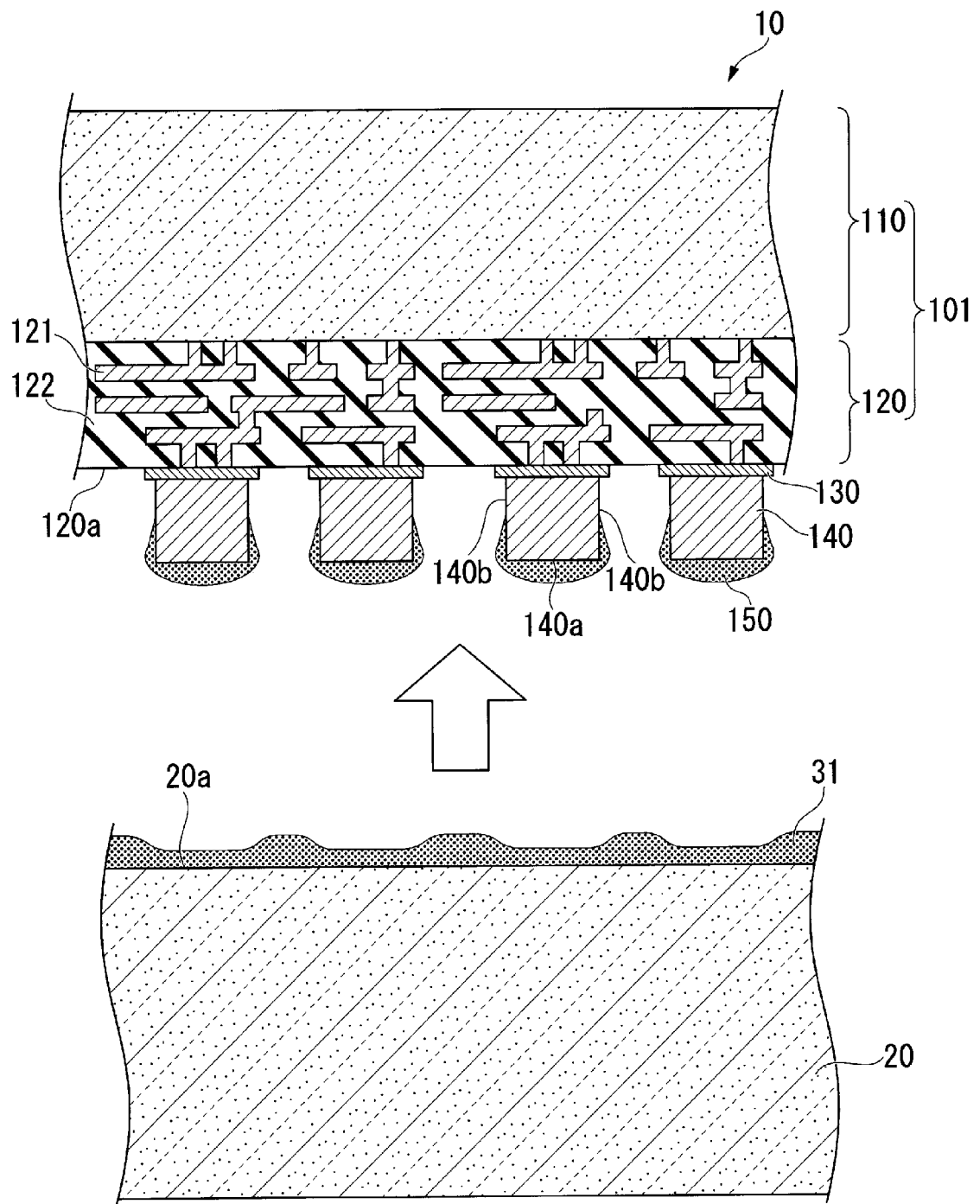
[図9]



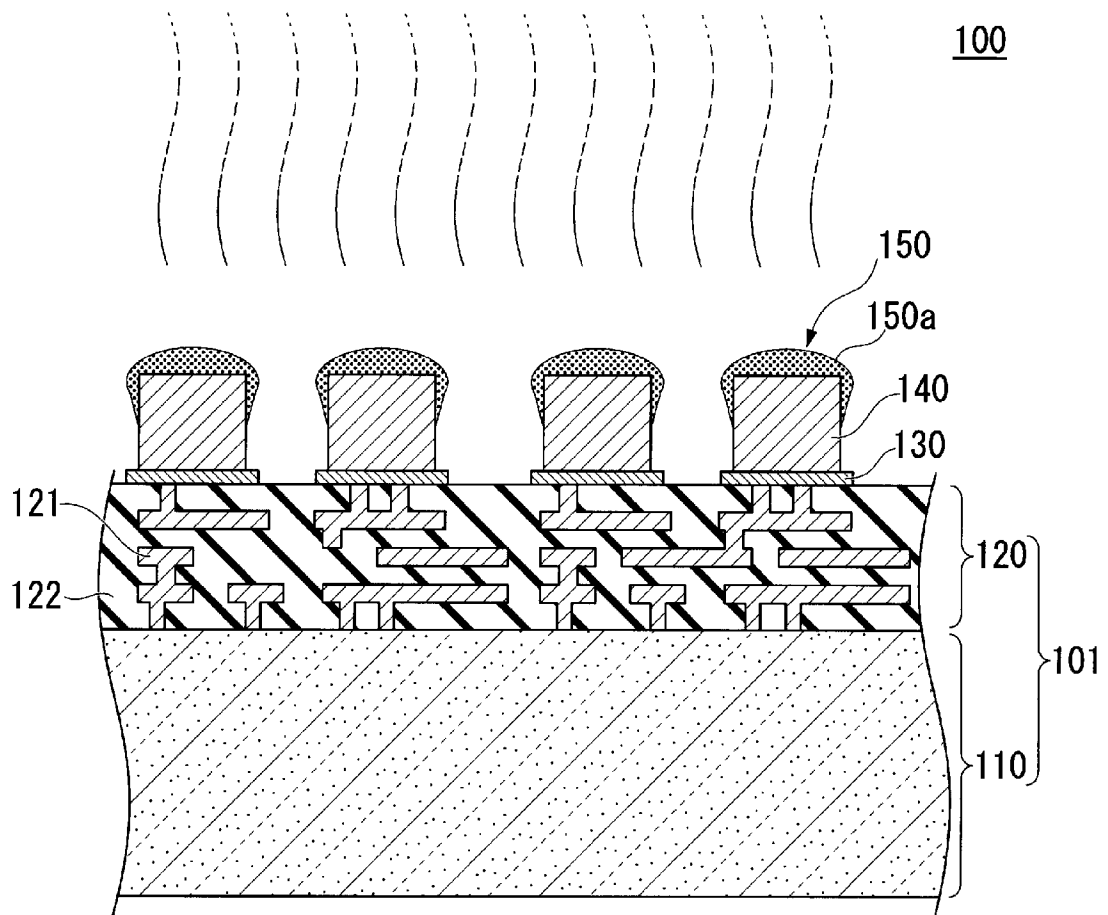
[図10]



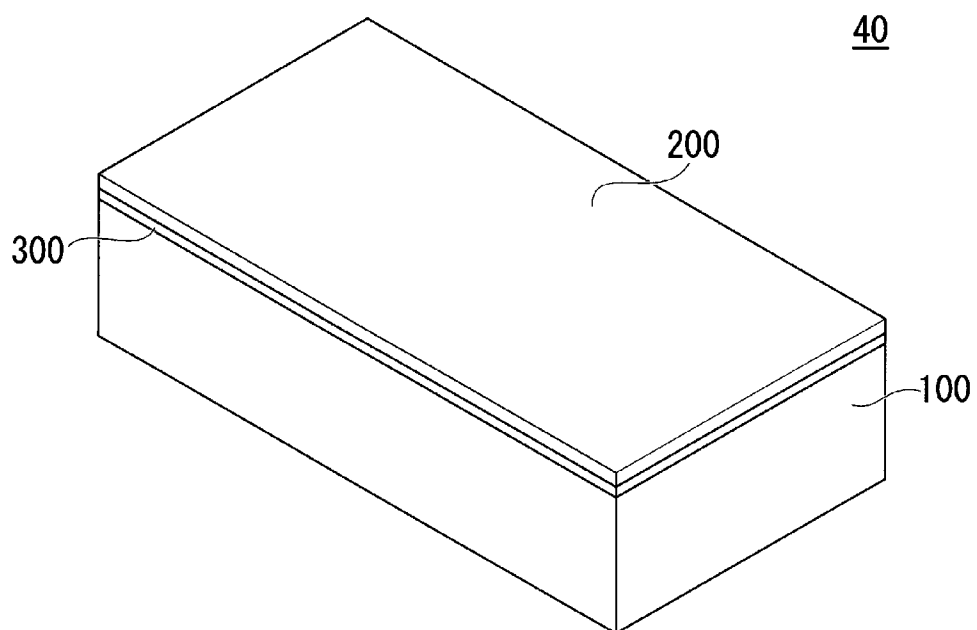
[図11]



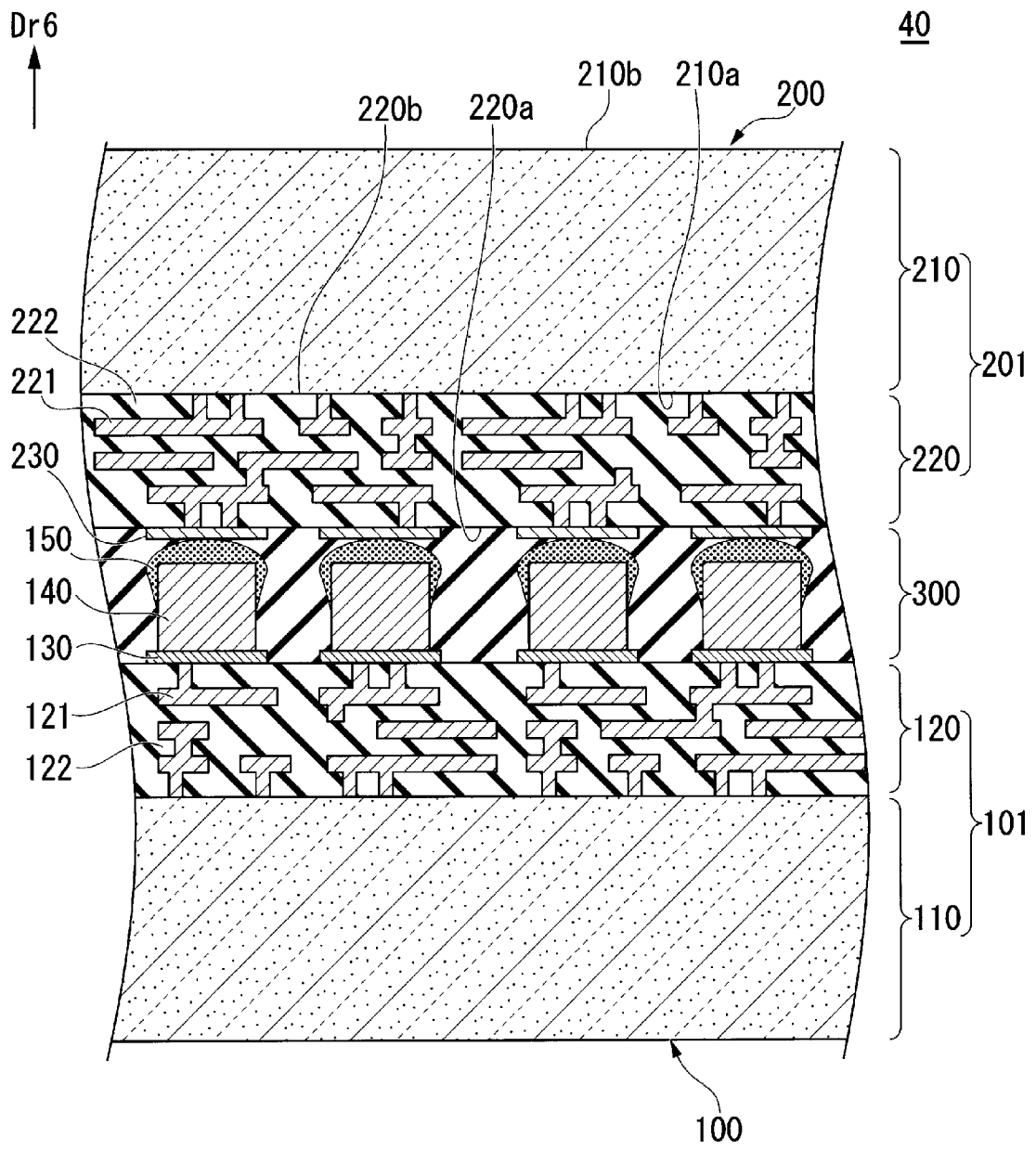
[図12]



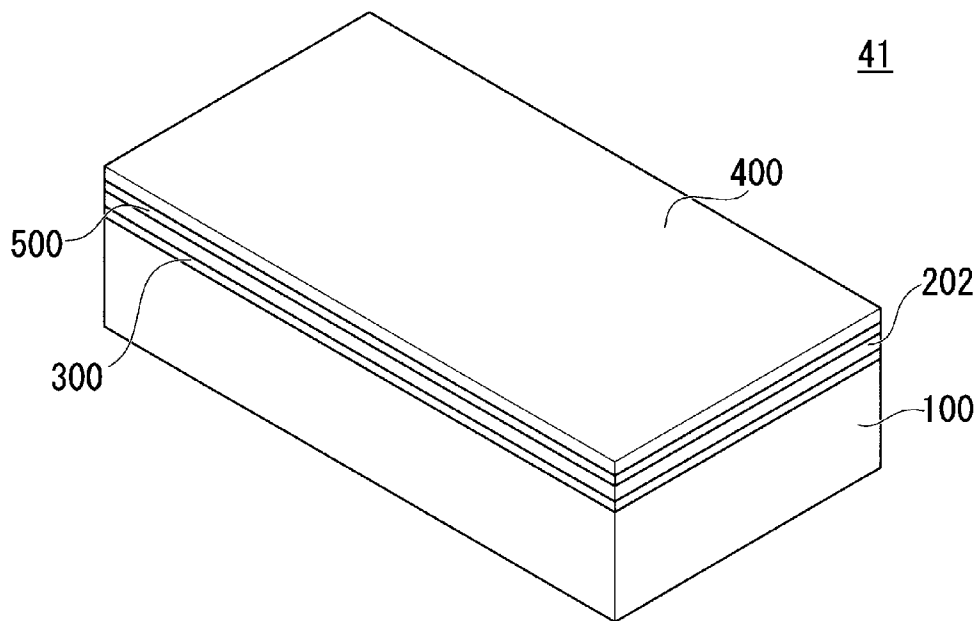
[図13]



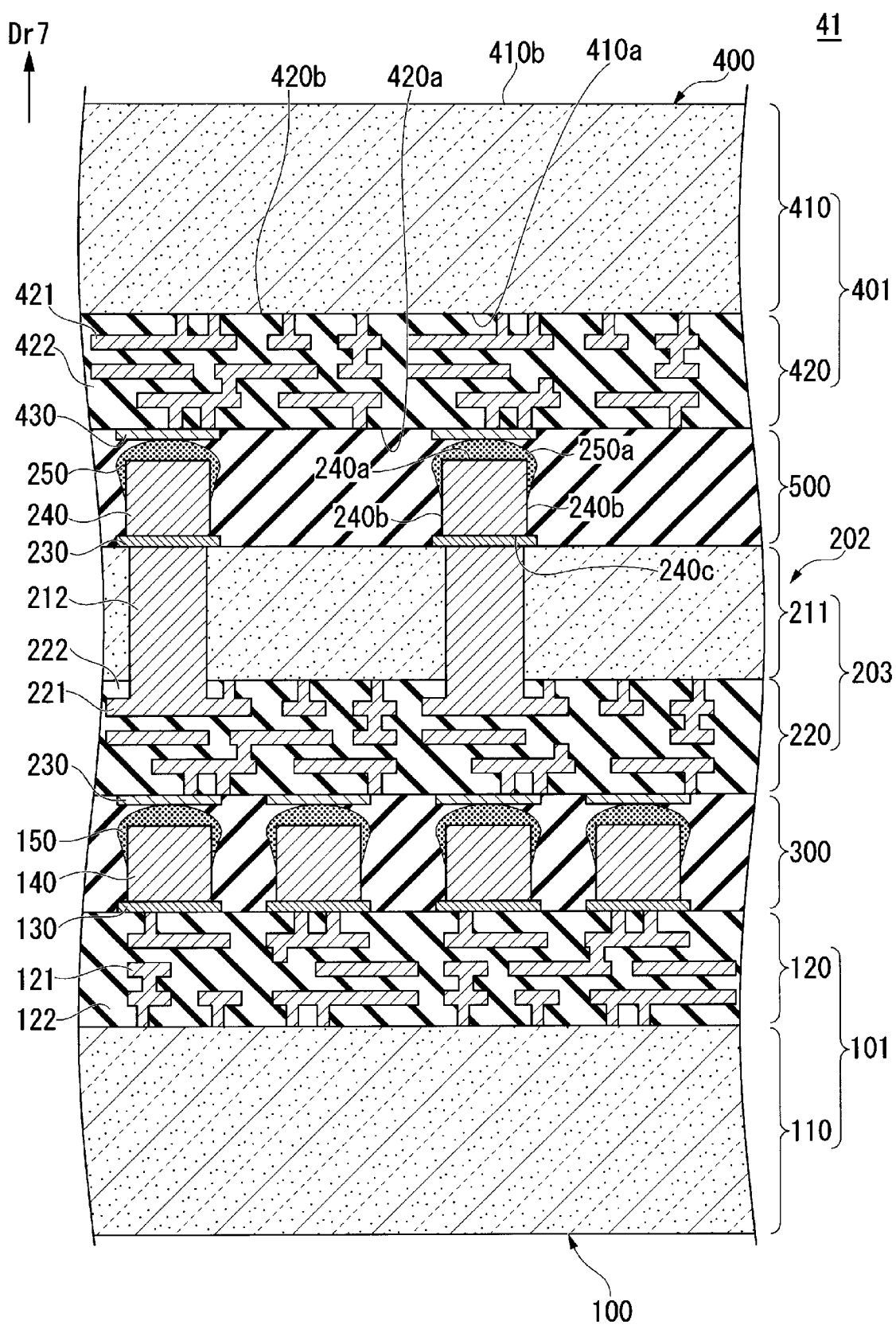
[図14]



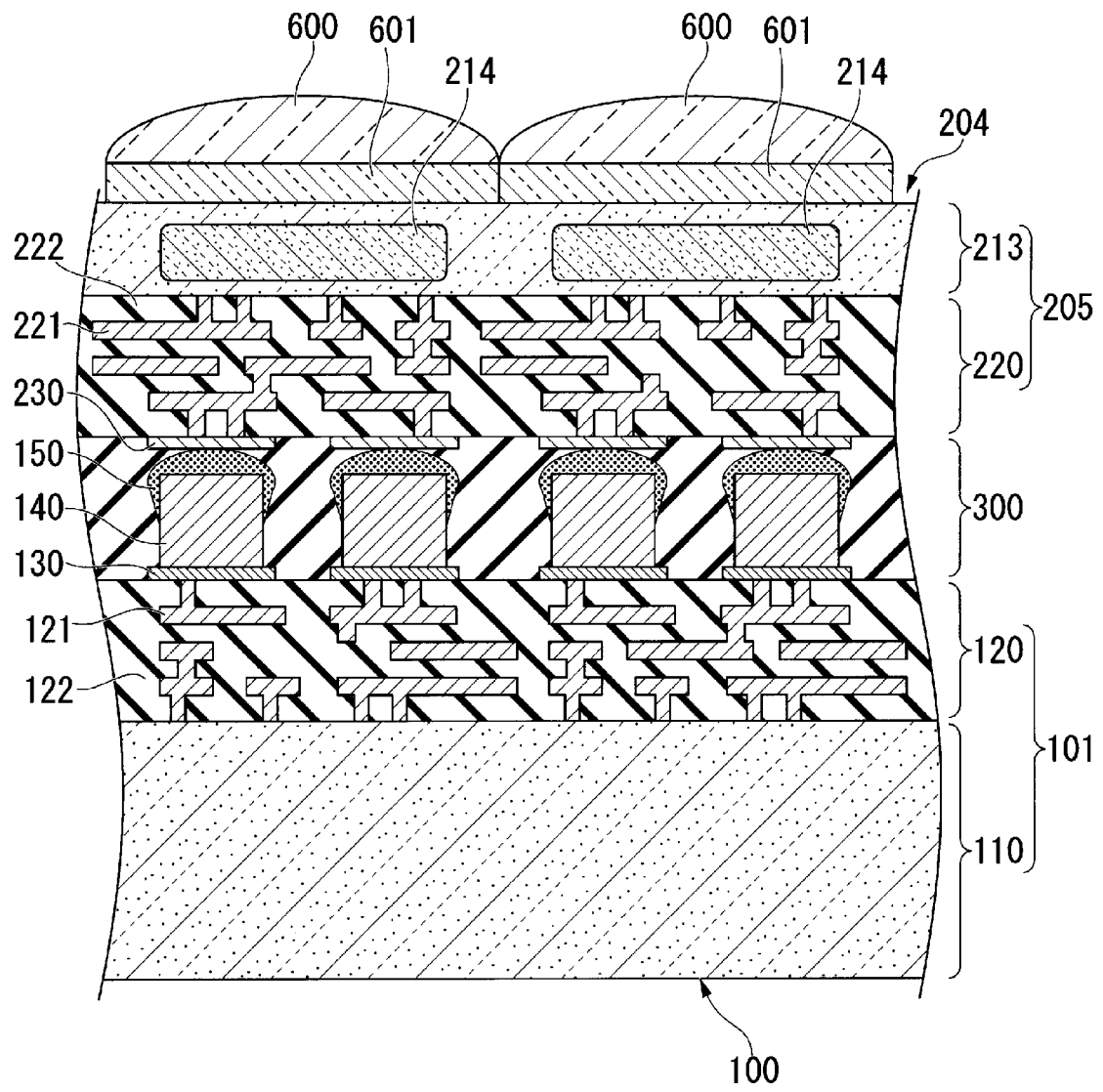
[図15]



[図16]



[図17]

42

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/60(2006.01)i, H01L21/3205(2006.01)i, H01L21/768(2006.01)i,
H01L23/522(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/60, H01L21/3205, H01L21/768, H01L23/522

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-157718 A (Ibiden Co., Ltd.), 15 July 2010 (15.07.2010), paragraphs [0027] to [0033], [0058], [0059], [0062]; fig. 7, 8, 18, 19 & US 2010/0163293 A1	1-9
Y	JP 2011-9376 A (Nippon Steel Corp.), 13 January 2011 (13.01.2011), paragraphs [0022] to [0030], [0046] to [0051]; fig. 3 (Family: none)	1-9
Y	JP 2014-220653 A (Olympus Corp.), 20 November 2014 (20.11.2014), paragraphs [0065] to [0067]; fig. 6 & WO 2014/181791 A1	7, 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 August 2015 (07.08.15)

Date of mailing of the international search report
25 August 2015 (25.08.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065235

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-154749 A (Olympus Corp.), 25 August 2014 (25.08.2014), entire text; all drawings & WO 2014/125890 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/60(2006.01)i, H01L21/3205(2006.01)i, H01L21/768(2006.01)i, H01L23/522(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/60, H01L21/3205, H01L21/768, H01L23/522

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	J P 2 0 1 0 - 1 5 7 7 1 8 A （イビデン株式会社） 2 0 1 0 . 0 7 . 1 5、段落[0 0 2 7]-[0 0 3 3]、[0 0 5 8]、[0 0 5 9]、[0 0 6 2]、図 7、8、1 8、1 9 & U S 2 0 1 0 / 0 1 6 3 2 9 3 A 1	1 - 9
Y	J P 2 0 1 1 - 9 3 7 6 A （新日本製鐵株式会社） 2 0 1 1 . 0 1 . 1 3、段落[0 0 2 2]-[0 0 3 0]、[0 0 4 6]-[0 0 5 1]、図 3（ファミリーなし）	1 - 9

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

工藤 一光

5 O

9 2 7 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	J P 2014-220653 A (オリンパス株式会社) 2 014. 11. 20、段落[0065]–[0067]、図6 & WO 2014/181791 A1	7、8
A	J P 2014-154749 A (オリンパス株式会社) 2 014. 08. 25、全文全図 & WO 2014/125890 A1	1–9