

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月24日(24.05.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/092480 A1

(51) 国際特許分類:

H05K 1/02 (2006.01) H05K 1/11 (2006.01)
H01L 23/12 (2006.01) H05K 3/40 (2006.01)
H01L 23/32 (2006.01) H05K 3/42 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/037220

(22) 国際出願日: 2017年10月13日(13.10.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-223897 2016年11月17日(17.11.2016) JP

(71) 出願人: 大日本印刷株式会社 (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 永野 浩正 (NAGANO Hiromasa); 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 田井 貴

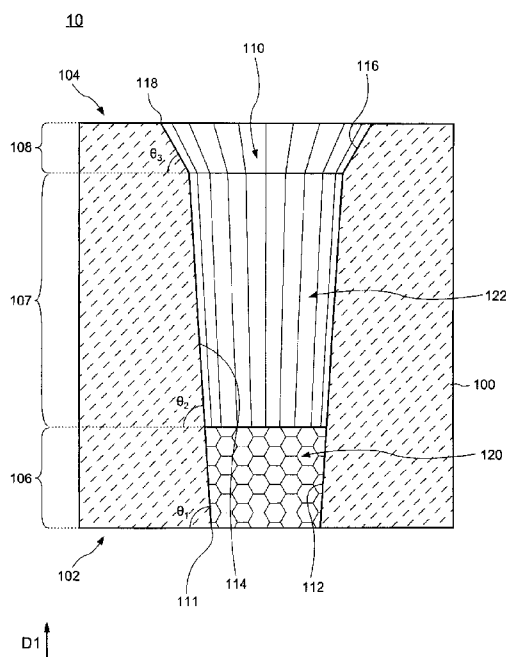
裕 (TAI Takahiro); 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 前川 慎志 (MAEKAWA Shinji); 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ (TAKAHASHI, HAYASHI AND PARTNER PATENT ATTORNEYS, INC.); 〒1440052 東京都大田区蒲田5-24-2 損保ジャパン日本興亜蒲田ビル9階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: THROUGH-ELECTRODE SUBSTRATE, SEMICONDUCTOR DEVICE USING THROUGH-ELECTRODE SUBSTRATE, AND THROUGH-ELECTRODE SUBSTRATE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 貫通電極基板、貫通電極基板を用いた半導体装置、および貫通電極基板の製造方法



(57) Abstract: Provided is a substrate in which the coating property of a through-electrode in a through-hole is improved, or a substrate in which the removal of a through-electrode from a through-hole can be prevented. A through-electrode substrate comprises a substrate and a through-electrode. The substrate includes a first surface, a second surface on the opposite side from the first surface, and a through-hole penetrating through the first surface and the second surface. The inner wall of the through-hole is sectioned, from the first surface side, into a first inner wall, a second inner wall, and a third inner wall. The diameter of a first opening end of the through-hole on the first surface side is smaller than the diameter of a second opening end of the through-hole on the second surface side. The third inner wall has an inclination angle with respect to the first surface and the second surface which is smaller than the inclination angles of the first inner wall and the second inner wall with respect to the first surface and the second surface. The through-electrode is disposed in the through-hole, and electrically connects a wire provided on the first surface side and a wire provided on the second surface side.

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 貫通孔における貫通電極の被覆性が向上する基板、または貫通孔から貫通電極が脱離することを抑制することができる基板が提供される。貫通電極基板は、第1面、第1面とは反対側の第2面、並びに第1面及び第2面を貫通する貫通孔が設けられた基板であって、貫通孔の内壁は、第1面側から第1内壁、第2内壁、および第3内壁に区分され、第1面側における貫通孔の第1開口端の径は、第2面側における貫通孔の第2開口端の径よりも小さく、第3内壁の第1面および第2面に対する傾斜角は、第1内壁および第2内壁の第1面および第2面に対する傾斜角よりも小さい基板と、貫通孔の内部に配置され、第1面側に設けられた配線と第2面側に設けられた配線とを電氣的に接続する貫通電極と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

貫通電極基板、貫通電極基板を用いた半導体装置、および貫通電極基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は貫通電極基板、貫通電極基板を用いた半導体装置、および貫通電極基板の製造方法に関する。開示される一実施形態は、貫通電極基板に形成された貫通孔の形状に関する。

背景技術

[0002] 近年、集積回路の高性能化に伴い、集積回路はより微細化・複雑化している。集積回路には接続端子が配置されており、接続端子を介して外部装置（チップ）から回路動作に必要な電源やロジック信号が入力される。しかしながら、集積回路の微細化・複雑化によって集積回路上の接続端子は非常に狭いピッチで配置されている。集積回路上の接続端子のピッチは、チップの接続端子のピッチと比較して数倍から数十倍程度小さい。

[0003] 上記のように、各々の接続端子のピッチが異なる集積回路とチップとを接続する場合に、接続端子のピッチ間隔を変換するための仲介基板となるインターポーザが用いられる。インターポーザでは、基板の一方の面に配置された配線には集積回路が実装され、基板の他方の面に配置された配線にはチップが実装される。基板の両面にそれぞれ配置された配線同士は当該基板を貫通する貫通電極を介して接続されている。

[0004] インターポーザとして、シリコン基板を使用した貫通電極基板である T S V（Through-Silicon Via）、及びガラス基板を使用した貫通電極基板である T G V（Through-Glass Via）が開発されている（例えば、特許文献 1）。特に、T G V は、例えば 4. 5 世代と呼ばれる、ガラス基板の縦横サイズが 7 3 0 m m × 9 2 0 m m の大型のガラス基板を使用して製造することができるため、製造コストを下げる点で有利である。T G V は、ガラス

基板の特性である透明性を利用した部品への展開を図ることができる、という利点を有する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 4 － 2 2 3 6 4 0 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 4 － 2 4 0 0 8 4 号公報

特許文献3：特開 2 0 1 5 － 0 5 1 8 9 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] インターポーザにおいて、貫通孔内部における貫通電極の被覆性（カバレッジまたは薄膜の付き回り性）は非常に重要である。貫通電極の被覆性が悪いと、上記の基板の両面にそれぞれ配置された配線同士の電氣的接続を確保することができなくなる。当該配線同士の電氣的接続がかるうじて確保された場合であっても、貫通電極が貫通孔内壁の一部の領域にしか形成されない場合がある。この貫通電極に通電した場合、貫通孔内壁の一部の領域に形成された貫通電極に電流が集中するため、過剰な自己発熱による貫通電極の破壊などの問題が発生してしまう。この問題を回避するためには、基板に形成される貫通孔の断面形状が非常に重要である。

[0007] さらに、インターポーザにおいて、貫通孔内壁に対する貫通電極の密着性も非常に重要である。貫通孔内壁に対する貫通電極の密着性が弱いと、貫通電極が貫通孔から脱離してしまい、インターポーザとして機能しなくなってしまう。この問題を回避するためにも、基板に形成される貫通孔の断面形状が非常に重要である。

[0008] 本開示は、上記実情に鑑み、貫通孔における貫通電極の被覆性が向上する基板を提供することを目的とする。または、当該貫通孔から貫通電極が脱離することを抑制することができる基板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] 本開示の一実施形態に係る貫通電極基板は、第1面、前記第1面とは反対側の第2面、並びに前記第1面及び前記第2面を貫通する貫通孔が設けられた基板であって、前記貫通孔の内壁は、前記第1面側から第1内壁、第2内壁、および第3内壁に区分され、前記第1面側における前記貫通孔の第1開口端の径は、前記第2面側における前記貫通孔の第2開口端の径よりも小さく、前記第3内壁の前記第1面および前記第2面に対する傾斜角は、前記第1内壁および前記第2内壁の前記第1面および前記第2面に対する傾斜角よりも小さい前記基板と、前記貫通孔の内部に配置され、前記第1面側に設けられた配線と前記第2面側に設けられた配線とを電氣的に接続する貫通電極と、を備える。
- [0010] 前記第1内壁の表面形状は、粒状模様の凹凸形状であってもよい。
- [0011] 前記第2内壁の表面形状は、前記第1面および前記第2面に交差する方向に延びる線状模様の凹凸形状であってもよい。
- [0012] 前記第2内壁の表面形状は、前記第1内壁の凹凸形状よりも前記第1面および前記第2面に交差する方向に延長された粒状模様の凹凸形状であってもよい。
- [0013] 前記第2内壁の表面形状は、前記第1面および前記第2面に交差する方向に延びる線状模様の凹凸形状であってもよい。
- [0014] 前記第2内壁の表面形状は、前記第1内壁の凹凸形状よりも前記第1面および前記第2面に交差する方向に延長された粒状模様の凹凸形状であってもよい。
- [0015] 前記第1内壁の表面形状は、凹凸形状であり、前記第2内壁の表面形状は、前記第1内壁の表面形状の凹凸形状とは異なり、前記第1面および前記第2面に交差する方向に延びる凹凸形状であってもよい。
- [0016] 前記第2開口端付近の前記第2面上に、前記第2面から前記第1面とは反対方向に突出する突出部をさらに有してもよい。
- [0017] 前記突出部は、平面視において前記第2開口端を連続して囲んでもよい。
- [0018] 前記貫通電極は、前記貫通孔の内部を充填してもよい。

- [0019] 前記貫通電極は、前記第1内壁、前記第2内壁、および前記第3内壁に配置され、前記貫通孔の前記貫通電極よりも内側には間隙が設けられていてもよい。
- [0020] 前記間隙に配置された充填材をさらに有してもよい。
- [0021] 本開示の一実施形態に係る半導体装置は、貫通電極基板と、前記基板の前記貫通電極に接続されたLSI基板と、前記基板の前記貫通電極に接続された半導体チップと、を有してもよい。
- [0022] 本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法は、第1面、前記第1面とは反対側の第2面、並びに前記第1面及び前記第2面を貫通する貫通孔が設けられ、前記貫通孔の前記第1面側の第1開口端の径が前記貫通孔の前記第2面側の第2開口端の径よりも小さい基板を用いた貫通電極基板の製造方法であって、前記第1面側にシード層を形成し、前記シード層上に、前記第1開口端を塞ぐ第1めっき層を形成し、前記第1めっき層上に、前記第1面側から前記第2面側に向かって第2めっき層を形成する。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1]本開示の一実施形態に係る基板に設けられた貫通孔の断面図である。
- [図2]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、ステージ上に載置された基板にフィルムを貼り付ける工程を示す断面図である。
- [図3]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板にレーザー光を照射する工程を示す断面図である。
- [図4]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、レーザー照射によって形成された変質層を説明する断面図である。
- [図5]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板からフィルムを剥離する工程を示す断面図である。
- [図6]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板に形成された変質層を選択的にエッチングする工程を示す断面図である。
- [図7]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板に貫通孔が形成された状態を示す断面図である。

[図8]本開示の一実施形態に係る基板に設けられた貫通孔の断面図である。

[図9]本開示の一実施形態に係る基板に設けられた貫通孔の上面図である。

[図10]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法によって形成された貫通孔の断面SEM像である。

[図11]図10の領域Aを拡大した断面SEM像である。

[図12]図10の領域Bを拡大した断面SEM像である。

[図13]図10の領域Cを拡大した断面SEM像である。

[図14]図13のサンプルを上方から斜めに観察した斜視SEM像である。

[図15]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板にレーザー光を照射する工程を示す断面図である。

[図16]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、レーザー照射によって形成された凹部を説明する断面図である。

[図17]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板からフィルムを剥離する工程を示す断面図である。

[図18]本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板の凹部およびダメージ層をエッチングする工程を示す断面図である。

[図19]本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の断面図である。

[図20]本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法において、第1面側にシード層を形成する工程を示す断面図である。

[図21]本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法において、第1面側の開口部を塞ぐめっき層を形成する工程を示す断面図である。

[図22]本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法において、第1面側から第2面側に向かってめっき層を成長させる工程を示す断面図である。

[図23]本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法において、貫通孔内部を貫通電極で充填する工程を示す断面図である。

[図24]本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法において、第1面側に形成されたシード層およびめっき層、ならびに第2面側に形成されためっき層を研磨する工程を示す断面図である。

[図25]本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の断面図である。

[図26]本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の断面図である。

[図27]本発明の一実施形態に係る貫通電極基板を用いた半導体装置を示す断面図である。

[図28]本発明の一実施形態に係る貫通電極基板を用いた半導体装置の別の例を示す断面図である。

[図29]本発明の一実施形態に係る貫通電極基板を用いた半導体装置のさらに別の例を示す断面図である。

[図30]本開示の一実施形態に係る貫通電極基板をインターポーザとして用いた電子機器の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本開示の実施形態に係る貫通電極基板、貫通電極基板を用いた半導体装置、および貫通電極基板の製造方法について、図面を参照しながら詳細に説明する。以下に示す実施形態は本開示の実施形態の一例である。つまり、本開示はこれらの実施形態に限定して解釈されるものではない。本実施形態で参照する図面において、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号の後にアルファベットを付して、その繰り返しの説明は省略する場合がある。図面の寸法比率は説明の都合上実際の比率とは異なる場合や、構成の一部が図面から省略される場合がある。

[0025] 本開示の各実施の形態において、基板100の第1面102側を基板100の下または下方という。逆に基板100の第2面104側を基板100の上または上方という。このように、説明の便宜上、上方又は下方という語句を用いて説明するが、例えば、第1面102および第2面104の上下関係が図示と逆になるように配置されてもよい。以下の説明で、例えば基板100上の第1積層配線300という表現は、上記のように基板100および第1積層配線300の上下関係を説明しているに過ぎず、基板100と第1積層配線300との間に他の部材が配置されていてもよい。

[0026] <第1実施形態>

[貫通孔 110 の形状]

図 1 ～図 14 を用いて、本実施形態に係る貫通電極基板 10 に用いられる基板 100 に設けられた貫通孔 110 の形状について説明する。図 1 ～図 14 では、貫通孔 110 の断面形状および貫通孔 110 の内壁の表面形状を説明する都合上、貫通孔 110 の内部に配置される貫通電極は省略されている。

[0027] 図 1 は、本開示の一実施形態に係る基板に設けられた貫通孔の断面図である。図 1 に示すように、基板 100 には、第 1 面 102 および第 2 面 104 を貫通する貫通孔 110 が設けられている。第 2 面 104 は、基板 100 を基準として第 1 面 102 とは反対側の面である。貫通孔 110 は、第 1 面 102 側から第 1 領域 106、第 2 領域 107、および第 3 領域 108 に区分される。貫通孔 110 の内壁は、上記の 3 つの領域に対応して、第 1 面 102 側から第 1 内壁 112、第 2 内壁 114、および第 3 内壁 116 に区分される。第 1 面 102 側における貫通孔 110 の第 1 開口端 111 の径は、第 2 面 104 側における貫通孔 110 の第 2 開口端 118 の径よりも小さい。

[0028] 図 1 に示す断面図は、後述する貫通孔 110 の上面図（図 9）において、貫通孔 110 の中心を通るように基板 100 を切断し、その切断面を側方から観察した断面図である。つまり、第 1 開口端 111 の径及び第 2 開口端 118 の径は、貫通孔 110 の上面視における貫通孔 110 の最大幅を意味する。ただし、以下で説明する貫通孔 110 の内壁の表面形状は、上記の切断面で評価した形状に限定されない。

[0029] 貫通孔 110 の内壁の表面は凹凸形状を有している。内壁表面の凹凸形状は場所によって異なる模様として視認される。例えば、第 1 内壁 112 の表面の凹凸形状は粒状模様 120 である。第 2 内壁 114 の表面の凹凸形状は線状模様 122 である。換言すると、第 1 内壁 112 の表面形状は粒状模様 120 の凹凸形状であり、第 2 内壁 114 の表面形状は線状模様 122 の凹凸形状である。線状模様 122 の線形状の延びる方向は第 1 面 102 および第 2 面 104 に交差する方向（以下、「第 1 方向 D1」という）である。第

3内壁116の表面の凹凸形状は第2内壁114の線状模様122から連続して第2面104に延びている。詳細は後述するが、図1の第1内壁112および第2内壁114において、線で表現された第1内壁112の箇所は凸部であり、線によって囲まれた領域または線によって挟まれた領域は凹部である。

[0030] 図1では、第1方向D1は第1面102および第2面104に対して直交する方向であるが、第1方向D1はこの方向に限定されない。例えば、第1方向D1が第1面102および第2面104に対して直交する線に対して傾斜した方向であってもよい。つまり、図1では、線状模様122の各々の線が第1面102および第2面104に直交する形状を例示したが、この形状に限定されない。線状模様122の各々の線は第1面102および第2面104に直交する線に対して傾斜していてもよい。

[0031] 粒状模様120を換言すると、うろこ状模様、閉ループ状模様、リング状模様ということもできる。線状模様122を換言すると、第1内壁112の粒状模様120よりも第1方向D1に延長された粒状模様ということもできる。図1では、粒状模様120が、各々の粒模様が六角形のハニカム模様である形状を例示したが、この形状に限定されない。粒状模様120の各々の粒模様は、円形、楕円形、多角形、その他の湾曲形状であってもよく、これらの形状が組み合わせられていてもよい。

[0032] 粒状模様120の隣接する粒同士の間を粒界と定義すると、第1内壁112では、貫通孔110の断面視において第1方向D1に延びる直線は複数の粒界と交差する。一方、第2内壁114では、上記の直線は複数の粒界とは交差しない。第1内壁112には、第1方向D1に複数の粒模様が存在している。一方、第2内壁114には、第1方向D1に長手を有する1つの粒模様が存在している。第1方向D1において、第2内壁114は、第1内壁112よりも長い。上記で定義された粒界は内壁の凸部に相当する。

[0033] 粒状模様120は、上面視において貫通孔110を囲むように第1内壁112に形成されている。換言すると、第1領域106は粒状模様120の第

1 内壁 1 1 2 によって囲まれた領域である。線状模様 1 2 2 は、上面視において貫通孔 1 1 0 を囲むように第 2 内壁 1 1 4 に形成されている。換言すると、第 2 領域 1 0 7 は線状模様 1 2 2 の第 2 内壁 1 1 4 によって囲まれた領域である。

[0034] 第 3 内壁 1 1 6 は、第 1 内壁 1 1 2 および第 2 内壁 1 1 4 に比べて、貫通孔 1 1 0 の径が大きくなる方向に傾斜している。つまり、第 3 内壁 1 1 6 の第 1 面 1 0 2 および第 2 面 1 0 4 と平行な面に対する傾斜角 θ_3 は、第 1 内壁 1 1 2 および第 2 内壁 1 1 4 の第 1 面 1 0 2 および第 2 面 1 0 4 に対する傾斜角 θ_1 、 θ_2 よりも小さい。図 1 では、断面視において、第 1 内壁 1 1 2、第 2 内壁 1 1 4、および第 3 内壁 1 1 6 が直線形状である構造を例示したが、この構造に限定されない。後で詳細に説明するが、実際に形成された貫通孔 1 1 0 の内壁の断面形状は直線ではない場合が多い。そのような場合、第 1 内壁 1 1 2、第 2 内壁 1 1 4、および第 3 内壁 1 1 6 のそれぞれの内壁において、第 1 方向 D 1 に十分に離れた異なる 2 点を結ぶ線分の第 1 面 1 0 2 および第 2 面 1 0 4 に対する傾斜角をそれぞれ $\theta_1 \sim \theta_3$ とすることができる。

[0035] 図 1 に示す断面図は、上面視において貫通孔 1 1 0 の中心を通る切断面であるが、同一切断面における評価であれば上記の傾斜角 $\theta_1 \sim \theta_3$ の大小関係は変わらない。したがって、任意の切断面で傾斜角の大小関係を評価することができる。

[0036] 以上のように、第 1 実施形態に係る貫通電極基板 1 0 の基板 1 0 0 によると、第 3 内壁 1 1 6 の傾斜角が第 1 内壁 1 1 2 および第 2 内壁 1 1 4 の各々の傾斜角に比べて貫通孔 1 1 0 の径が大きくなる方向に傾いていることで、貫通孔 1 1 0 の内部に被覆性良く貫通電極が形成される。第 1 実施形態に係る基板 1 0 0 によると、第 1 内壁 1 1 2 に粒状模様 1 2 0 の凹凸形状が形成されているため、貫通孔 1 1 0 の内部に配置された貫通電極が第 1 方向 D 1 に抜ける方向の作用を受けたときに、当該貫通電極の第 1 方向 D 1 への移動が第 1 内壁 1 1 2 の凹凸形状によって妨げられる。その結果、貫通孔 1 1 0 の内部に配置された貫通電極が第 1 方向 D 1 への外力を受けた場合であって

も、当該貫通電極が貫通孔 110 から脱離することが抑制される。第 1 実施形態に係る基板 100 によると、第 2 内壁 114 に線状模様 122 の凹凸形状が形成されているため、貫通孔 110 の内部に配置された貫通電極が、貫通孔 110 の第 1 方向 D1 に延びる線を中心軸として回転する方向への外力を受けた場合であっても、当該貫通電極の上記回転方向へのずれが第 2 内壁 114 の凹凸形状によって妨げられる。その結果、貫通孔 110 の内部に配置された貫通電極が貫通孔 110 から脱離することが抑制される。

[0037] [貫通孔 110 の形成方法]

図 2～図 7 を用いて、貫通電極基板 10 に用いられる基板 100 に設けられる貫通孔 110 の形成方法について説明する。ここでは、ガラスを用いた基板 100 に貫通孔 110 を形成する方法について説明する。

[0038] 図 2 は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、ステージ上に載置された基板にフィルムを貼り付ける工程を示す断面図である。図 2 に示すように、基板 100 の第 2 面 104 側に保護フィルム 210 を貼り付け、基板 100 の第 1 面 102 側を処理ステージ 200 上に載置する。保護フィルム 210 は、樹脂層および粘着層を有する。

[0039] 保護フィルム 210 の樹脂層として、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）を用いることができる。ただし、当該樹脂層は上記の材料に限定されず、その他の樹脂材料であってもよい。保護フィルム 210 の厚さは、例えば $10\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下とすることができる。ただし、保護フィルム 210 の厚さは上記の範囲以外の厚さであってもよい。

[0040] 保護フィルム 210 は、後の工程でレーザ照射を行う際に、基板 100 の第 2 面 104 に異物が付着することを抑制する目的で貼り付けられる。保護フィルム 210 は、粘着層を介して基板 100 に貼り付けられる。当該粘着層は、所定の処理によって粘着力が変化するという特徴を有する。例えば、粘着層は紫外線照射によって粘着力が低下する性質を有していてもよい。または、粘着層は湿潤させることによって粘着力が低下する性質を有していてもよい。粘着層は、例えば上記の処理を実施する前に、 $3\text{N}/20\text{mm}$ 以上 3

0 N / 20 mm以下の粘着力を有していてもよい。粘着層は、例えば上記の処理を実施した後に、0.01 N / 20 mm以上0.3 N / 20 mm以下の粘着力を有していてもよい。なお、上記の粘着力は、JIS Z0237準拠の180°剥離試験によって評価した値である。上記の粘着層の性質を換言すると、粘着層の粘着力は、上記の処理を実施する前後で例えば100倍以上1000倍以下変化する、ということもできる。上記の粘着層として、例えばデンカ社製のダイシングテープを用いることができる。ただし、粘着層として、ダイシングテープ以外のものを用いてもよい。

[0041] 基板100と保護フィルム210との間だけでなく、基板100と処理ステージ200との間に粘着層が配置されてもよい。基板100と処理ステージ200との間に配置される粘着層として、粘着力が変化しないアクリル系の粘着層を用いることができる。当該粘着層として、例えばリンテック社製の微粘着テープを用いることができる。ただし、粘着層として、微粘着テープ以外のものを用いてもよい。上記微粘着テープの粘着力は例えば0.3 N / 30 mmである。

[0042] 処理ステージ200の表面はアルマイト処理されている。ただし、処理ステージ200の表面はアルマイト処理されていなくてもよく、処理ステージ200の材質自身が露出されていてもよい。処理ステージ200は基板100を吸着によって支持する。

[0043] 図3は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板にレーザー光を照射する工程を示す断面図である。保護フィルム210側から基板100に対してレーザー照射を行うことで、基板100の貫通孔110を形成する領域に変質層240を形成する。光源220から出射されたレーザー光222は、レンズユニット230によって集光され、基板100に照射される。レンズユニット230は、レーザー光222が基板100の内部で焦点を結ぶように調整される。基板100にレーザー光222が照射されると、レーザー光222の照射領域およびレーザー光222の強度に応じた変質層240が形成される。

[0044] レーザ光 2 2 2 として、エキシマレーザ、Nd : YAGレーザ（基本波（波長：1 0 6 4 nm）、第 2 高調波（波長：5 3 2 nm）、第 3 高調波（波長：3 5 5 nm））、CO₂レーザ、フェムト秒レーザなどが用いられる。

[0045] 図 4 は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、レーザ照射によって形成された変質層を説明する断面図である。レーザ光 2 2 2 の焦点と基板 1 0 0 との位置関係、およびレーザ光 2 2 2 の焦点と変質層 2 4 0 との位置関係について、図 4 を用いて詳細に説明する。図 4 に示すように、レーザ光 2 2 2 は基板 1 0 0 の内部で焦点を結ぶ。換言すると、レーザ光 2 2 2 は第 1 面 1 0 2 と第 2 面 1 0 4 との間で焦点を結ぶ。

[0046] 基板 1 0 0 の内部で焦点を結ぶレーザ光 2 2 2 を基板 1 0 0 に照射すると、基板 1 0 0 の内部には少なくとも異なる 2 つの変質層（第 1 変質層 2 4 2 および第 2 変質層 2 4 4）が形成される。第 1 変質層 2 4 2 および第 2 変質層 2 4 4 を特に区別しない場合、単に変質層 2 4 0 という。第 1 変質層 2 4 2 は第 1 面 1 0 2 側に形成される。第 2 変質層 2 4 4 は第 2 面 1 0 4 側に形成される。レーザ光 2 2 2 の焦点付近に第 1 変質層 2 4 2 と第 2 変質層 2 4 4 との境界が存在している。第 1 変質層 2 4 2 は、後の工程で基板 1 0 0 がエッチングされて第 1 領域 1 0 6 になる領域である。第 2 変質層 2 4 4 は後の工程で基板 1 0 0 がエッチングされて第 2 領域 1 0 7 および第 3 領域 1 0 8 になる領域である。図 4 では、第 1 変質層 2 4 2 と第 2 変質層 2 4 4 との境界が、レーザ光 2 2 2 の焦点の位置に一致する構成を例示したが、この構成に限定されない。第 1 変質層 2 4 2 と第 2 変質層 2 4 4 との境界は、レーザ光 2 2 2 の焦点よりも第 1 面 1 0 2 側に位置していてもよく、レーザ光 2 2 2 の焦点よりも第 2 面 1 0 4 側に位置していてもよい。基板 1 0 0 を通過したレーザ光 2 2 2 は、第 1 面 1 0 2 側において処理ステージ 2 0 0 によって吸収される。

[0047] 図 5 は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板からフィルムを剥離する工程を示す断面図である。レーザ照射によって基板 1 0 0 に変質層 2 4 0 を形成した後に、保護フィルム 2 1 0 を基板 1 0 0 から剥離

する。保護フィルム 210 を剥離した後に基板 100 の洗浄を行う。基板 100 の洗浄には、硫酸過水洗浄 (SPM)、アンモニア過水洗浄 (APM)、およびオゾン水などを用いることができる。

[0048] 図 6 は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板に形成された変質層を選択的にエッチングする工程を示す断面図である。第 1 変質層 242 および第 2 変質層 244 は、変質していない領域の基板 100 と比べて薬液に対するエッチングレートが早い。つまり、単に基板 100 を薬液 260 に浸漬させることで第 1 変質層 242 および第 2 変質層 244 が選択的に、または変質していない領域の基板 100 に比べて早い速度でエッチングされる。図 6 では、容器 250 に入れられた薬液 260 に基板 100 を浸漬することで第 1 面 102 側および第 2 面 104 側の両面側からエッチングを行うエッチング方法を示したが、この方法に限定されない。例えば、基板の第 2 面 104 側から薬液を塗布することで、第 2 面 104 側からエッチングを行ってもよい。

[0049] エッチングに使用する薬液 260 として、基板 100 がガラス基板であれば、フッ酸 (HF)、バッファードフッ酸 (BHF)、界面活性剤添加バッファードフッ酸 (LAL) などが用いられる。フッ酸以外の薬液として、硫酸 (H_2SO_4)、硝酸 (HNO_3)、塩酸 (HCl) などが用いられる。または、上記の薬液を混合した薬液が用いられてもよい。エッチングに用いられる薬液は基板の材質によって適宜選択することができる。エッチングの方法は、容器 250 内の薬液 260 に基板 100 を浸漬させる方法以外にも、スピンコート式のエッチング方法でもよい。スピンコート式のエッチングを行う場合は、片面だけエッチングしてもよく、片面ずつ、両面をエッチングしてもよい。スピンコート式以外にも、ディップ式などの方法でエッチングが行われてもよい。

[0050] 第 1 変質層 242 および第 2 変質層 244 は、互いに状態が異なる。したがって、エッチングされた後の第 1 変質層 242 および第 2 変質層 244 に対応する領域の表面状態も異なる。具体的には、第 1 変質層 242 をエッチ

ングした後の表面状態は粒状模様の凹凸形状となり、第2変質層244をエッチングした後の表面状態は線状模様の凹凸形状となる。つまり、第1変質層242がエッチングされることで、粒状模様120の第1内壁112が形成され、第2変質層244がエッチングされることで、線状模様122の第2内壁114が形成される。さらに、第2変質層244の第2面104付近は、上記のエッチングによって貫通孔110の径が広がる方向にエッチングされ、第3内壁116が形成される。

[0051] 図7は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板に貫通孔が形成された状態を示す断面図である。図2～図6を用いて説明した製造方法によって、基板100に第1内壁112、第2内壁114、および第3内壁116を含む内壁で構成された貫通孔110が形成される。

[0052] 貫通孔110の平面視における形状には特に制限はなく、例えば円形でもよく、それ以外にも矩形や多角形であってもよい。もちろん、角に丸みを帯びた矩形や多角形であってもよい。

[0053] 上記の説明では、レーザ照射による基板100への変質層の形成、および薬液による変質層の選択的エッチングによって基板100に貫通孔110を形成する製造方法を例示したが、この製造方法に限定されない。例えば、図1を用いて説明したような特徴を有する貫通孔110を形成することができれば、上記の製造方法以外の方法で貫通孔110を形成してもよい。具体的には、ドライエッチングによって貫通孔110が形成されてもよい。ドライエッチングとして、反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching; RIE)法、ボッシュプロセスを用いたDRIE(Deep Reactive Ion Etching)法を用いて貫通孔110が形成されてもよい。または、サンドブラスト法、レーザアブレーション法によって貫通孔110が形成されてもよい。レーザアブレーション法によって貫通孔110を形成した後に、形成された貫通孔110の内部に放電処理を行うことで、貫通孔110の形状を調整してもよい。または、本実施形態で説明したウェットエッチングと上記のドライエッチングを含む加工法とを

組み合わせによって貫通孔 110 が形成されてもよい。

[0054] 以上のように、第 1 実施形態に係る貫通電極基板 10 の基板 100 の製造方法によると、レーザ光 222 の焦点が基板 100 の内部に位置する条件で基板 100 に対してレーザ照射を行うことで、互いに表面状態が異なる第 1 内壁 112、第 2 内壁 114、および第 3 内壁 116 を形成することができる。さらに、上記の製造方法によって、第 1 内壁 112 および第 2 内壁 114 とは傾斜角が異なる第 3 内壁 116 を形成することができる。

[0055] <第 1 実施形態の変形例>

図 8 は、本開示の一実施形態に係る基板に設けられた貫通孔の断面図である。図 3 および図 4 を用いて説明したレーザ照射によって貫通孔 110 を形成すると、図 8 に示すように、第 2 開口端 118 付近の第 2 面 104 上に、第 2 面 104 から上方（第 2 面 104 に対して第 1 面 102 とは反対方向）に突出する突出部 130 が形成される場合がある。図 1 に示した基板 100 は、図 8 に示した突出部 130 が除去された状態である。図 8 に示した突出部 130 を除去する方法として、化学機械研磨（chemical mechanical polishing; CMP）が用いられる。ただし、図 8 に示すように突出部 130 を残した状態で貫通電極基板 10 が形成されてもよい。図 9 に図 8 の上面図を示す。図 9 に示すように、突出部 130 は、平面視において第 2 開口端 118 を連続して囲んでいる。

[0056] 従来の貫通孔のように、貫通孔の開口端付近の基板表面が突出部を有しない平坦な形状の場合、貫通孔から基板表面よりも上方に突出した貫通電極を CMP によって平坦化すると、CMP に対する研磨速度が異なる基板と貫通電極との境界でディッシングと呼ばれる凹形状が形成される場合がある。基板と貫通電極との境界に凹形状が形成されると、それらの上に形成された配線が当該凹形状を被覆することができず、断線してしまう場合がある。図 8 のように、突出部 130 が設けられていることで、CMP による研磨を行ってもディッシングの発生を抑制することができる。

[0057] <第 1 実施形態の実施例>

上記の形成方法によって、ガラスを用いた基板100Aに貫通孔110Aを形成し、その貫通孔110Aの断面形状を観察した結果を図10～図14を用いて説明する。図10～図14の観察に用いられたサンプルは、レーザ光源としてNd:YAGレーザ（第3高調波（波長：355nm））が用いられ、レーザ光の焦点が、第1面102と第2面104との中点よりも第2面104側に位置する条件でレーザ照射されることで形成されたサンプルである。

[0058] 図10は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法によって形成された貫通孔の断面SEM（Scanning Electron Microscope）像である。図10に示す基板100Aに形成された貫通孔110Aは、平面視において略円形である。基板100Aの板厚は約400 μ mである。第1開口端111Aの直径は約50 μ mであり、第2開口端118Aの直径は約85 μ mである。第1領域106Aの第1面102Aからの長さ、つまり第1領域106Aの第1方向D1における長さは約100 μ mである。第3領域108Aの第2面104Aからの長さ、つまり第3領域108Aの第1方向D1における長さは約20 μ mである。第2領域107Aの第1方向D1における長さは約280 μ mである。

[0059] 図11は、図10の領域Aを拡大した断面SEM像である。図11に示すように、第1領域106Aにおける貫通孔110Aの第1内壁112Aは粒状模様120Aの凹凸形状である。粒状模様120Aの隣接する粒形状の間（粒界）は凸部121Aであることが確認される。図11に示す断面SEM像において、第1内壁112Aに近い領域ほど粒状模様120Aが鮮明に見えるが、これは断面観察を行ったサンプル形状およびSEM観察によるものであり、実際には第1内壁112Aの凹凸形状の起伏の大きさは、貫通孔110Aの円周方向において概略同じである。

[0060] 図12は、図10の領域Bを拡大した断面SEM像である。図12に示すように、第2領域107Aにおける貫通孔110Aの第2内壁114Aは線状模様122Aの凹凸形状である。詳細は後述するが、線状模様122Aの

線の部分は凸部 1 2 3 A であることが確認されている。図 1 2 に示す断面 SEM 像において、第 2 内壁 1 1 4 A に近い領域ほど線状模様 1 2 2 A が鮮明に見えるが、上記のように実際には第 2 内壁 1 1 4 A の凹凸形状の起伏の大きさは、貫通孔 1 1 0 A の円周方向において概略同じである。ただし、図 1 2 に示すように線状模様 1 2 2 A は図 1 に示すような直線形状ではない場合がある。線状模様 1 2 2 A の線が延びる方向は、第 1 面 1 0 2 A および第 2 面 1 0 4 A に対して直交する方向である場合もあるが、その直交方向に対して傾斜した方向である場合もある。いずれの場合であっても、線状模様 1 2 2 A の線形状の延びる方向は第 1 面 1 0 2 A および第 2 面 1 0 4 A に交差する方向である。

[0061] 図 1 3 は、図 1 0 の領域 C を拡大した断面 SEM 像である。図 1 4 は、図 1 3 のサンプルを上方から斜めに観察した斜視 SEM 像である。図 1 3 および図 1 4 に示すように、第 3 領域 1 0 8 A における貫通孔 1 1 0 A の第 3 内壁 1 1 6 A の凹凸形状は、第 2 内壁 1 1 4 A の線状模様 1 2 2 A の凹凸形状から連続して第 2 面 1 0 4 A に延びている。つまり、第 2 内壁 1 1 4 A の線状模様 1 2 2 A の線形状が第 3 内壁 1 1 6 A にも続いている。ただし、必ずしも線状模様 1 2 2 A の線形状が第 2 内壁 1 1 4 A から第 3 内壁 1 1 6 A まで続いているとは限らず、第 2 内壁 1 1 4 A の線状模様 1 2 2 A が第 3 内壁 1 1 6 A まで続いていない場合もある。図 1 3 および図 1 4 に示すように、線状模様 1 2 2 A の線形状の部分は凸部 1 2 3 A である。第 3 内壁 1 1 6 A は、第 2 内壁 1 1 4 A に比べて貫通孔 1 1 0 A の径が大きくなる方向に傾斜している。つまり、第 2 面 1 0 4 A と平行な面に対する傾斜角において、第 3 内壁 1 1 6 A の傾斜角は第 2 内壁 1 1 4 A の傾斜角に比べて小さい。図 1 4 に示すように、突出部 1 3 0 A が第 2 開口端 1 1 8 A を囲んでいる。

[0062] 以上のように、第 1 実施形態に係る貫通孔 1 1 0 A の形成方法によって、図 1 0 ～図 1 4 に示した形状の貫通孔 1 1 0 A を形成することができる。貫通孔 1 1 0 A が上記の形状を有することで、貫通孔 1 1 0 A の内部に被覆性良く貫通電極を形成することができる。さらに、貫通孔 1 1 0 A の内部に配

置された貫通電極が第1方向D1への外力を受けた場合であっても、当該貫通電極が貫通孔110Aから脱離することを抑制できる。

[0063] <第2実施形態>

図15～図18を用いて、本実施形態に係る貫通電極基板10A'の形成方法について説明する。第2実施形態に用いられる基板100A'は、第1実施形態の基板100と同じなので、詳細な説明は省略する。基板100A'に形成された貫通孔110A'の形状は第1実施形態の基板100に形成された貫通孔110の形状と同じであるが、その形成方法が異なる。以下に貫通孔110A'の形成方法について説明する。

[0064] [貫通孔110A'の形成方法]

図15～図18を用いて、貫通電極基板10A'に用いられる基板100A'に設けられる貫通孔110A'の形成方法について説明する。ここでは、第1実施形態と同様にガラスを用いた基板100A'に貫通孔110A'を形成する方法について説明する。図2に示した保護フィルム210A'を貼り付ける工程は第1実施形態と同じなので、説明を省略する。

[0065] 図15は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板にレーザ光を照射する工程を示す断面図である。保護フィルム210A'側から基板100A'に対してレーザ照射を行うことで、基板100A'の貫通孔110A'を形成する領域に凹部246A'を形成する。換言すると、基板100A'の貫通孔100A'を形成する領域のうち、上部領域に孔を形成する。光源220A'から出射されたレーザ光222A'は、レンズユニット230A'によって集光され、基板100A'に照射される。レンズユニット230A'は、レーザ光222A'が基板100A'の内部で焦点を結ぶように調整される。基板100A'にレーザ光222A'が照射されると、レーザ光222A'の強度が高い領域では基板100A'のアブレーションによって凹部246A'が形成される。

[0066] 図16は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、レーザ照射によって形成された凹部を説明する断面図である。図16に示すように、

レーザ光 222A' は基板 100A' の内部で焦点を結ぶ。換言すると、レーザ光 222A' は第 1 面 102A' と第 2 面 104A' との間で焦点を結ぶ。

[0067] 基板 100A' の内部で焦点を結ぶレーザ光 222A' を基板 100A' に照射すると、基板 100A' の内部には凹部 246A' およびダメージ部 248A' が形成される。凹部 246A' は第 2 面 104A' 側に形成される。ダメージ部 248A' は第 1 面 102A' 側に形成される。レーザ光 222A' の焦点付近に凹部 246A' とダメージ部 248A' との境界が存在している。凹部 246A' は、レーザ光 222A' を連続照射することによって、基板 100A' の一部が消失した領域である。換言すると、凹部 246A' は連続する凹形状の空間である。ダメージ部 248A' は、凹部 246A' とは異なり不連続な空間が形成された領域である。換言すると、ダメージ部 248A' は、例えばクラックまたはボイドのような形状の集合体が離散的に形成された領域である。ダメージ部 248A' は、レーザ光 222A' を連続照射しても、凹部 246A' のように連続した空間が形成されない領域である。仮に、レーザ光 222A' の出力を高くし、ダメージ部 248A' に連続した空間が形成される条件で処理を行っても、ダメージ部 248A' に対応する領域に形成された連続した空間の径は凹部 246A' に比べて径が小さい。

[0068] 図 16 では、凹部 246A' とダメージ部 248A' との境界が、レーザ光 222A' の焦点の位置に一致する構成を例示したが、この構成に限定されない。凹部 246A' とダメージ部 248A' との境界は、レーザ光 222A' の焦点よりも第 1 面 102A' 側に位置していてもよく、レーザ光 222A' の焦点よりも第 2 面 104A' 側に位置していてもよい。基板 100A' を通過したレーザ光 222A' は、第 1 面 102A' 側において処理ステージ 200A' によって吸収される。

[0069] 図 17 は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板からフィルムを剥離する工程を示す断面図である。レーザ照射によって基板 10

0 A' に凹部 2 4 6 A' およびダメージ部 2 4 8 A' を形成した後に、保護フィルム 2 1 0 A' を基板 1 0 0 A' から剥離する。保護フィルム 2 1 0 A' を剥離した後に基板 1 0 0 A' の洗浄を行う。基板 1 0 0 A' の洗浄には、硫酸過水洗浄 (S P M)、アンモニア過水洗浄 (A P M)、およびオゾン水などを用いることができる。

[0070] 図 1 8 は、本開示の一実施形態に係る基板の製造方法において、基板の凹部およびダメージ層をエッチングする工程を示す断面図である。図 1 7 に示す状態の基板 1 0 0 A' を薬液に浸漬すると、薬液は凹部 2 4 6 A' の内部に侵入する。薬液によって凹部 2 4 6 A' の内壁および底部の基板 1 0 0 A' がエッチングされ、凹部 2 4 6 A' はその深さ方向および径の方向に広がる。薬液は凹部 2 4 6 A' の深さ方向に侵入しながら、ダメージ部 2 4 8 A' をエッチングする。薬液がダメージ部 2 4 8 A' に到達すると、薬液はダメージ部 2 4 8 A' の不連続な空間を広げながら基板 1 0 0 A' をエッチングし続ける。薬液によって広げられた空間は、やがてその空間に隣接する空間と連続的になり、ダメージ部 2 4 8 A' のエッチングが進む。なお、ダメージ部 2 4 8 A' のエッチングは第 2 面 1 0 4 A' 側からだけでなく、第 1 面 1 0 2 A' 側からも進行する。

[0071] 上記のエッチングの進み方の違いによって、ダメージ部 2 4 8 A' が形成された領域がエッチングされた後の表面状態は粒状模様の凹凸形状となり、凹部 2 4 6 A' が形成された領域がエッチングされた後の表面状態は線状模様の凹凸形状となる。つまり、ダメージ層 2 4 8 A' がエッチングされることで、粒状模様 1 2 0 A' の第 1 内壁 1 1 2 A' が形成され、凹部 2 4 6 A' がエッチングされることで、線状模様 1 2 2 A' の第 2 内壁 1 1 4 A' が形成される。さらに、凹部 2 4 6 A' の第 2 面 1 0 4 A' 付近は、上記のエッチングによって貫通孔 1 1 0 A' の径が広がる方向にエッチングされ、第 3 内壁 1 1 6 A' が形成される。

[0072] 以上のように、第 2 実施形態に示す形成方法によっても互いに表面状態が異なる第 1 内壁 1 1 2 A'、第 2 内壁 1 1 4 A' および第 3 内壁 1 1 6 A'

を形成することができる。

[0073] <第3実施形態>

[貫通電極基板10Bの構造]

図19～図24を用いて、本実施形態に係る貫通電極基板10Bの形状について説明する。第3実施形態に用いられる基板100Bは、第1実施形態の基板100と同じなので、詳細な説明は省略する。

[0074] 図19に示すように、貫通電極基板10Bは、基板100B、貫通電極140B、第1積層配線300B、および第2積層配線400Bを有する。基板100Bには貫通孔110Bが設けられている。貫通孔110Bの形状は、第1実施形態で説明した貫通孔110の形状（図1参照）と同じである。貫通孔110Bの内部には貫通電極140Bが充填されている。

[0075] 第1積層配線300Bは、第1絶縁層310B、第1配線320B、第2絶縁層330B、第2配線340B、および第3絶縁層350Bを有する。第1絶縁層310Bは基板100Bの第2面104B上に配置されている。第1絶縁層310Bには開口部が設けられており、当該開口部は平面視において第2開口端118Bよりも内側の領域に設けられている。つまり、第1絶縁層310Bは貫通電極140Bに接している。第1配線320Bは第1絶縁層310B上に配置されており、第1絶縁層310Bに設けられた開口部を介して貫通電極140Bに接続されている。第2絶縁層330Bは第1配線320B上に配置されている。第2絶縁層330Bには、第1配線320Bの一部を露出する開口部が設けられている。第2配線340Bは第2絶縁層330B上に配置されており、第2絶縁層330Bに設けられた開口部を介して第1配線320Bに接続されている。第3絶縁層350Bは第2配線340B上に配置されている。第3絶縁層350Bには、第2配線340Bの一部を露出する開口部が設けられている。第3絶縁層350Bの開口部には、バンプ等の接続部材が設けられる。

[0076] 第2積層配線400Bは、第4絶縁層410B、第3配線420B、第5絶縁層430B、第4配線440B、および第6絶縁層450Bを有する。

第4絶縁層410Bは基板100Bの第1面102B下に配置されている。第4絶縁層410Bには開口部が設けられており、当該開口部は平面視において第1開口端111Bよりも内側の領域に設けられている。つまり、第4絶縁層410Bは貫通電極140Bに接している。第3配線420Bは第4絶縁層410B下に配置されており、第4絶縁層410Bに設けられた開口部を介して貫通電極140Bに接続されている。第5絶縁層430Bは第3配線420B下に配置されている。第5絶縁層430Bには、第3配線420Bの一部を露出する開口部が設けられている。第4配線440Bは第5絶縁層430B下に配置されており、第5絶縁層430Bに設けられた開口部を介して第3配線420Bに接続されている。第6絶縁層450Bは第4配線440B下に配置されている。第6絶縁層450Bには、第4配線440Bの一部を露出する開口部が設けられている。第6絶縁層450Bの開口部には、バンプ等の接続部材が設けられる。

[0077] 第3絶縁層350Bおよび第6絶縁層450Bの開口部にそれぞれバンプ等の接続部材を設け、それぞれのバンプに対して集積回路等を実装させることで、貫通電極基板10Bをインターポーザとして用いることができる。

[0078] 以上のように、第3実施形態に係る貫通電極基板10Bによると、貫通孔110Bの内部に配置された貫通電極140Bが第1方向D1への外力を受けた場合であっても、貫通電極140Bが貫通孔110Bから脱離することを抑制できる。

[0079] [貫通電極基板10Bの製造方法]

図20～図24を用いて、貫通電極基板10Bの製造方法について説明する。ここでは、貫通孔110Bの一方の端部を塞ぐ蓋めっきを形成し、その蓋めっきをシードとして貫通孔110Bの内部にめっき層を成長させる方法で貫通電極を形成する方法について説明する。

[0080] 図20は、本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法において、第1面側にシード層を形成する工程を示す断面図である。図20に示すように、基板100Bの第1面102B側にシード層142Bを形成する。シー

ド層 1 4 2 B は、P V D 法（真空蒸着法またはスパッタリング法等）または C V D 法等によって形成される。シード層 1 4 2 B として、銅（C u）、チタン（T i）、タンタル（T a）、タングステン（W）、ニッケル（N i）、クロム（C r）等の金属が用いられる。またはこれらの金属を用いた合金が用いられてもよい。これらの金属または合金は単層で用いられてもよく、積層で用いられてもよい。例えば、シード層 1 4 2 B として、後にシード層 1 4 2 B 上に形成される第 1 めっき層 1 4 4 B と同じ材料が用いられてもよい。

[0081] 図 2 1 は、本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法において、第 1 面側の開口部を塞ぐめっき層を形成する工程を示す断面図である。図 2 1 に示すように、シード層 1 4 2 B 上に第 1 めっき層 1 4 4 B を形成する。第 1 めっき層 1 4 4 B は、シード層 1 4 2 B に通電してめっき層を成長させる電界めっき法によって形成される。第 1 めっき層 1 4 4 B の形成は、表面に露出したシード層 1 4 2 B 全体にめっき液が供給された状態で行われる。シード層 1 4 2 B から第 1 めっき層 1 4 4 B を成長させることで、貫通孔 1 1 0 B の第 1 面 1 0 2 B 側の開口部が第 1 めっき層 1 4 4 B によって塞がれる。第 1 めっき層 1 4 4 B を蓋めっきといえることができる。

[0082] 図 2 2 は、本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法において、第 1 面側から第 2 面側に向かってめっき層を成長させる工程を示す断面図である。図 2 2 に示すように、第 1 めっき層 1 4 4 B 上に第 2 めっき層 1 4 6 B を形成する。第 2 めっき層 1 4 6 B は、第 1 めっき層 1 4 4 B に通電してめっき層を成長させる電界めっき法によって形成される。第 2 めっき層 1 4 6 B の形成は、貫通孔 1 1 0 B 内で露出した第 1 めっき層 1 4 4 B にめっき液が供給された状態で行われる。第 2 めっき層 1 4 6 B は、貫通孔 1 1 0 B 内で露出した第 1 めっき層 1 4 4 B から、貫通孔 1 1 0 B 内部を第 1 面 1 0 2 B 側から第 2 面 1 0 4 B 側に向かって成長する。図 2 3 に示すように、第 2 めっき層 1 4 6 B は、貫通孔 1 1 0 B 内部を満たし、さらに成長して基板 1 0 0 B の第 2 面 1 0 4 B 側にも形成される。このとき、第 2 面 1 0 4 B 側

の第2めっき層146Bは、貫通孔110Bから第2面104B側の外部に向かって放射状に成長するため、図23のようにドーム状に形成される。第2めっき層146Bを形成する際に、第1めっき層144B全体にめっき液が供給された状態で行われてもよい。つまり、第2めっき層146Bが貫通孔110B内部だけでなく、第1めっき層144Bの下方に形成されてもよい。

[0083] 図24は、本開示の一実施形態に係る貫通電極基板の製造方法において、第1面側に形成されたシード層およびめっき層、ならびに第2面側に形成されためっき層を研磨する工程を示す断面図である。図24に示すように、第1面102B下に形成されたシード層142Bおよび第1めっき層144Bが研磨され、基板100Bの第1面102Bが露出する。同様に、第2面104B上に形成された第2めっき層146Bが研磨され、基板100Bの第2面104Bが露出する。図24に示すように、上記の製造方法で貫通電極基板10Bを製造した場合、貫通孔110Bの内部の第1面102B側には研磨されなかったシード層142Bが残存するが、第2面104B側にはシード層は存在しない。しかし、図19およびその他の図面では、説明の便宜上、貫通孔110B内部に形成されたシード層142Bを省略した。図24に示した基板100Bに対して絶縁層および導電層を成膜し、フォトリソグラフィおよびエッチングを繰り返すことで、第2面104Bおよび第1面102Bにそれぞれ第1積層配線300Bおよび第2積層配線400Bを形成する。

[0084] 以上のように、第3実施形態に係る貫通電極基板10Bの製造方法によると、貫通孔110Bの径が第1面102Bから第2面104Bに向かって徐々に大きくなっているため、第2めっき層146Bを第1面102B側から成長させた場合に第2めっき層146Bにボイドが形成されることを抑制できる。さらに、第1開口端111Bの直径が第2開口端118Bの直径よりも小さいため、第1面102B側の開口部が第1めっき層144Bによって塞がれる時間を短縮することができる、という利点がある。

[0085] また、本実施形態の貫通電極基板 10B は、図 1 に示す貫通電極基板 10 と同様に、第 2 領域 107 の貫通孔 110 の第 2 内壁 114 には、線状模様 122 の凹凸形状が形成されている。したがって、第 2 めっき層 146B の成長方向が線状模様 122B の線が延びる方向に制御される。第 2 めっき層 146B の成長方向が上記のように制御されることで、第 2 めっき層 146B の結晶性も制御される。この制御によって、第 2 めっき層 146B の結晶粒の粒径は、線状模様 122B の線が延びる方向に大きくなるため、電気抵抗が低く、エレクトロマイグレーション等のストレスに強い貫通電極 140B を実現することができる。

[0086] <第 4 実施形態>

[貫通電極基板 10C の構造]

図 25 を用いて、本実施形態に係る貫通電極基板 10C の形状について説明する。第 4 実施形態に用いられる基板 100C、第 1 積層配線 300C、および第 2 積層配線 400C は、第 3 実施形態の基板 100B、第 1 積層配線 300B、および第 2 積層配線 400B と同じなので、詳細な説明は省略する。以下の説明において、第 3 実施形態の貫通電極基板 10B との相違点について説明する。

[0087] 図 25 に示すように、貫通電極基板 10C の貫通電極 150C は、貫通孔 110C の第 1 内壁 112C、第 2 内壁 114C、第 3 内壁 116C、第 1 面 102C、および第 2 面 104C に沿って配置されている。貫通孔 110C の貫通電極 150C よりも内側には間隙 160C が設けられている。つまり、貫通電極基板 10C において、貫通孔 110C は貫通電極 150C によって充填されていない。第 1 絶縁層 310C の開口部は、基板 100C の第 2 面 104C 上に設けられている。つまり、第 1 絶縁層 310C の開口部は、平面視において貫通孔 110C と重畳しない領域に設けられている。第 1 絶縁層 310C と同様に、第 4 絶縁層 410C の開口部も、基板 100C の第 1 面 102C 下に設けられている。つまり、第 4 絶縁層 410C の開口部は、平面視において貫通孔 110C と重畳しない領域に設けられている。

[0088] 貫通電極 150C は、PVD 法（真空蒸着法またはスパッタリング法等）によって、第 1 面 102C 側および第 2 面 104 側のそれぞれの面側から形成される。なお、貫通電極 150C の形成と同じ工程で、第 1 面 102C 上および第 2 面 104C 上に、貫通電極 150C とは電氣的に独立した配線が形成されてもよい。貫通電極 150C は、PVD 法で金属薄膜を形成した後に、当該金属薄膜をシード層として、その上に電解めっき法によってめっき層を形成しても良い。この場合、PVD 法によって数 100nm の金属薄膜を形成し、その上にめっき層を数 μ m 形成することで、貫通電極 150C を形成しても良い。貫通電極 150C は、PVD 法以外に無電解めっき法によって形成されてもよい。無電解めっき法は、例えば少なくとも銅イオンを含むめっき液を貫通孔 110C の側壁、第 1 面 102C、および第 2 面 104C に接触させることで、めっき液が接触した領域にめっき層を成長させる方法である。めっき液は、例えば銅イオンを提供するための硫酸銅などの銅化合物、ならびにホルムアルデヒドおよび水酸化ナトリウムなどの添加物を含む。なお、上記のように、無電解めっき法で第 1 めっき層を形成した後に、当該第 1 めっき層をシード層として、その上に電界めっき法によって第 2 めっき層を形成してもよい。

[0089] 第 1 絶縁層 310C および第 4 絶縁層 410C はシート状の絶縁材料を貼り付けることで形成されてもよい。このような構造の場合、第 1 絶縁層 310C および第 4 絶縁層 410C としてガスや水分が透過しやすい材料を用いることが好ましい。第 1 絶縁層 310C および第 4 絶縁層 410C がガスや水分を透過することで、間隙 160C にガスや水分が充満しても、それらのガスや水分は第 1 絶縁層 310C および第 4 絶縁層 410C を通過して間隙 160C から外に放出される。したがって、間隙 160C の内圧が上昇することに起因する破裂などの問題を抑制することができる。

[0090] 以上のように、第 4 実施形態に係る貫通電極基板 10C によると、貫通孔 110C の内部に配置された貫通電極 150C が第 1 方向 D1 への外力を受けた場合であっても、貫通電極 150C が貫通孔 110C から脱離すること

を抑制できる。さらに、貫通電極 150C が貫通孔 110C 内部に充填されないため、貫通電極 150C に用いられる材料の消費量が低減され、貫通電極 150C を形成する時間が短縮される。したがって、貫通電極基板 10C の製造コストを低減することができる。

[0091] <第5実施形態>

[貫通電極基板 10D の構造]

図 26 を用いて、本実施形態に係る貫通電極基板 10D の形状について説明する。第5実施形態に用いられる基板 100D、貫通電極 150D、第1積層配線 300D、および第2積層配線 400D は、第4実施形態の基板 100C、貫通電極 150C、第1積層配線 300C、および第2積層配線 400C と同じなので、詳細な説明は省略する。以下の説明において、第4実施形態の貫通電極基板 10C との相違点について説明する。

[0092] 図 26 に示すように、貫通孔 110D の貫通電極 150D よりも内側には充填材 170D が配置されている。つまり、図 25 に示した間隙 160C が充填材 170D で充填されている。充填材 170D は絶縁性であってもよく、導電性であってもよい。充填材 170D は樹脂材料であってもよく、無機材料であってもよい。図 26 では、図 25 と同様に、第1絶縁層 310D の開口部は、基板 100D の第2面 104D 上に設けられているが、この構造に限定されない。例えば、図 19 と同様に、第1絶縁層 310D の開口部が、平面視において貫通孔 110D と重畳する領域に設けられていてもよい。

[0093] 以上のように、第5実施形態に係る貫通電極基板 10D によると、貫通孔 110D の内部に配置された貫通電極 150D が第1方向 D1 への外力を受けた場合であっても、貫通電極 150D が貫通孔 110D から脱離することを抑制できる。さらに、貫通孔 110D の貫通電極 150D よりも内側が充填材 170D によって充填されていることで、第1絶縁層 310D および第4絶縁層 410D の形成における制限が緩和される。

[0094] <第6実施形態>

第6実施形態では、第3実施形態～第5実施形態に示す貫通電極基板 10

B～10Dを用いて製造される半導体装置について説明する。以下の説明では、第3実施形態～第5実施形態に示す貫通電極基板10B～10Dをインターポーザとして用いた半導体装置について説明する。

[0095] 図27は、本開示の一実施形態に係る貫通電極基板を用いた半導体装置を示す断面図である。半導体装置1000は、3つの貫通電極基板1310、1320、1330が積層され、例えば、DRAM等の半導体素子が形成されたLSI基板1400に接続されている。貫通電極基板1310は、接続端子1511および接続端子1512を有している。貫通電極基板1320は、接続端子1521および接続端子1522を有している。貫通電極基板1330は、接続端子1532を有している。接続端子1511、1521は、例えば図19に示した第3絶縁層350Bに設けられた開口部において露出された第2配線340Bに相当する。接続端子1512、1522、1532は、例えば図19に示した第6絶縁層450Bに設けられた開口部において露出された第4配線440Bに相当する。

[0096] 貫通電極基板1310、1320、1330の各々の基板の材質は異なってもよい。接続端子1512は、バンプ1610によってLSI基板1400の接続端子1500と接続されている。接続端子1511は、バンプ1620によって接続端子1522と接続されている。接続端子1521は、バンプ1630によって接続端子1532と接続されている。バンプ1610、1620、1630として、例えば、インジウム、銅、金等の金属が用いられる。

[0097] 貫通電極基板の積層数は3層に限らず、2層であってもよく4層以上であってもよい。対向する貫通電極基板同士の接続は、バンプを介した接続に限定されず、共晶接合など他の接合技術を用いてもよい。その他の接続方法として、ポリイミド、エポキシ樹脂等を塗布、焼成することによって、対向する貫通電極基板同士が接着されてもよい。

[0098] 図28は、本開示の一実施形態に係る貫通電極基板を用いた半導体装置の別の例を示す断面図である。図28に示す半導体装置1000は、MEMS

デバイス、CPU、メモリ等の半導体チップ（LSIチップ）1410、1420、および貫通電極基板1300が積層され、LSI基板1400に接続されている。

[0099] 半導体チップ1410と半導体チップ1420との間に貫通電極基板1300が配置されている。半導体チップ1410と貫通電極基板1300とは bumps 1640 によって接続されている。半導体チップ1420と貫通電極基板1300とは bumps 1650 によって接続されている。LSI基板1400上に半導体チップ1410が載置され、LSI基板1400と半導体チップ1420とはワイヤ1700によって接続されている。この例では、貫通電極基板1300は、それぞれ機能の異なる複数の半導体チップを接続する役割を果たしており、多機能の半導体装置が実現される。例えば、半導体チップ1410を3軸加速度センサとし、半導体チップ1420を2軸磁気センサとすることによって、5軸モーションセンサを1つのモジュールで実現することができる。

[0100] 半導体チップがMEMSデバイスなどのセンサの場合、センシング結果がアナログ信号で出力される場合がある。この場合、ローパスフィルタ、アンプ等が半導体チップまたは貫通電極基板1300に形成されてもよい。

[0101] 図29は、本開示の一実施形態に係る貫通電極基板を用いた半導体装置のさらに別の例を示す断面図である。上記2つの例（図27および図28）は3次元実装であったが、図29に示す例は2次元と3次元との併用実装に適用した例である（2.5次元という場合もある）。図29に示す例では、LSI基板1400には、6つの貫通電極基板1310、1320、1330、1340、1350、1360が積層されている。ただし、全ての貫通電極基板が積層されているだけでなく、基板面内方向にも並んで配置されている。これらの貫通電極基板の各々の基板の材質は異なってもよい。

[0102] 図29では、LSI基板1400上に貫通電極基板1310、1350が接続され、貫通電極基板1310上に貫通電極基板1320、1340が接続され、貫通電極基板1320上に貫通電極基板1330が接続され、貫通

電極基板 1 3 5 0 上に貫通電極基板 1 3 6 0 が接続されている。図 2 9 に示すように、これらの貫通電極基板を複数の半導体チップを接続するためのインターポーザとして用いることができ、2次元と3次元との併用実装が可能である。なお、貫通電極基板 1 3 3 0、1 3 4 0、1 3 6 0 などが半導体チップに置き換えられてもよい。

[0103] 図 3 0 は、本開示の一実施形態に係る貫通電極基板をインターポーザとして用いた電子機器の一例を示す図である。図 3 0 に示すように、第 3 実施形態～第 5 実施形態に示す貫通電極基板 1 0 B～1 0 D は、ノート型パーソナルコンピュータ 2 0 0 0、タブレット端末 2 5 0 0、携帯電話 3 0 0 0、スマートフォン 4 0 0 0、デジタルビデオカメラ 5 0 0 0、デジタルカメラ 6 0 0 0 等に用いられる。上記の電子機器の他にも、貫通電極基板 1 0 B～1 0 D は、デスクトップ型パーソナルコンピュータ、サーバ、カーナビゲーション等にも用いることができる。

[0104] なお、本開示は上記の実施形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

符号の説明

[0105] 1 0 : 貫通電極基板、 1 0 0 : 基板、 1 0 2 : 第 1 面、 1 0 4 : 第 2 面、 1 0 6 : 第 1 領域、 1 0 7 : 第 2 領域、 1 0 8 : 第 3 領域、 1 1 0 : 貫通孔、 1 1 1 : 第 1 開口端、 1 1 2 : 第 1 内壁、 1 1 4 : 第 2 内壁、 1 1 6 : 第 3 内壁、 1 1 8 : 第 2 開口端、 1 2 0 : 粒状模様、 1 2 1 A、1 2 3 A : 凸部、 1 2 2 : 線状模様、 1 3 0 : 突出部、 1 4 0 B、1 5 0 C : 貫通電極、 1 4 2 B : シード層、 1 4 4 B : 第 1 めっき層、 1 4 6 B : 第 2 めっき層、 1 6 0 C : 間隙、 1 7 0 D : 充填材、 2 0 0 : 処理ステージ、 2 1 0 : 保護フィルム、 2 2 0 : 光源、 2 2 2 : レーザ光、 2 3 0 : レンズユニット、 2 4 0 : 変質層、 2 4 2 : 第 1 変質層、 2 4 4 : 第 2 変質層、 2 4 6 A' : 凹部、 2 4 8 A' : ダメージ部、 2 5 0 : 容器、 2 6 0 : 薬液、 3 0 0 : 第 1 積層配線、 3 1 0 B : 第 1 絶縁層、 3 2 0 B : 第 1 配線、 3 3 0 B :

第2絶縁層、 340B：第2配線、 350B：第3絶縁層、 400B
：第2積層配線、 410B：第4絶縁層、 420B：第3配線、 43
0B：第5絶縁層、 440B：第4配線、 450B：第6絶縁層、 1
000：半導体装置、 1300、1310、1320、1330、134
0、1350、1360：貫通電極基板、 1400：基板、 1410、
1420：半導体チップ（LSIチップ）、 1500、1511、151
2、1521、1522、1532：接続端子、 1610、1620、1
630、1640、1650：バンプ、 1700：ワイヤ、 2000：
ノート型パーソナルコンピュータ、 2500：タブレット端末、 300
0：携帯電話、 4000：スマートフォン、 5000：デジタルビデオ
カメラ、 6000：デジタルカメラ

請求の範囲

- [請求項1] 第1面、前記第1面とは反対側の第2面、並びに前記第1面及び前記第2面を貫通する貫通孔が設けられた基板であって、
- 前記貫通孔の内壁は、前記第1面側から第1内壁、第2内壁、および第3内壁に区分され、
- 前記第1面側における前記貫通孔の第1開口端の径は、前記第2面側における前記貫通孔の第2開口端の径よりも小さく、
- 前記第3内壁の前記第1面および前記第2面に対する傾斜角は、前記第1内壁および前記第2内壁の前記第1面および前記第2面に対する傾斜角よりも小さい前記基板と、
- 前記貫通孔の内部に配置され、前記第1面側に設けられた配線と前記第2面側に設けられた配線とを電氣的に接続する貫通電極と、
- を備える貫通電極基板。
- [請求項2] 前記第1内壁の表面形状は、粒状模様の凹凸形状である、請求項1に記載の貫通電極基板。
- [請求項3] 前記第2内壁の表面形状は、前記第1面および前記第2面に交差する方向に延びる線状模様の凹凸形状である、請求項2に記載の貫通電極基板。
- [請求項4] 前記第2内壁の表面形状は、前記第1内壁の凹凸形状よりも前記第1面および前記第2面に交差する方向に延長された粒状模様の凹凸形状である、請求項2に記載の貫通電極基板。
- [請求項5] 前記第2内壁の表面形状は、前記第1面および前記第2面に交差する方向に延びる線状模様の凹凸形状である、請求項1に記載の貫通電極基板。
- [請求項6] 前記第2内壁の表面形状は、前記第1内壁の凹凸形状よりも前記第1面および前記第2面に交差する方向に延長された粒状模様の凹凸形状である、請求項1に記載の貫通電極基板。
- [請求項7] 前記第1内壁の表面形状は、凹凸形状であり、

前記第 2 内壁の表面形状は、前記第 1 内壁の表面形状の凹凸形状とは異なり、前記第 1 面および前記第 2 面に交差する方向に延びる凹凸形状である、請求項 1 に記載の貫通電極基板。

[請求項 8] 前記第 2 開口端付近の前記第 2 面上に、前記第 2 面から前記第 1 面とは反対方向に突出する突出部をさらに有する、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の貫通電極基板。

[請求項 9] 前記突出部は、平面視において前記第 2 開口端を連続して囲む、請求項 8 に記載の貫通電極基板。

[請求項 10] 前記貫通電極は、前記貫通孔の内部を充填する、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の貫通電極基板。

[請求項 11] 前記貫通電極は、前記第 1 内壁、前記第 2 内壁、および前記第 3 内壁に配置され、

前記貫通孔の前記貫通電極よりも内側には間隙が設けられている、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の貫通電極基板。

[請求項 12] 前記間隙に配置された充填材をさらに有する、請求項 11 に記載の貫通電極基板。

[請求項 13] 請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の貫通電極基板と、
前記基板の前記貫通電極に接続された L S I 基板と、
前記基板の前記貫通電極に接続された半導体チップと、
を有する、半導体装置。

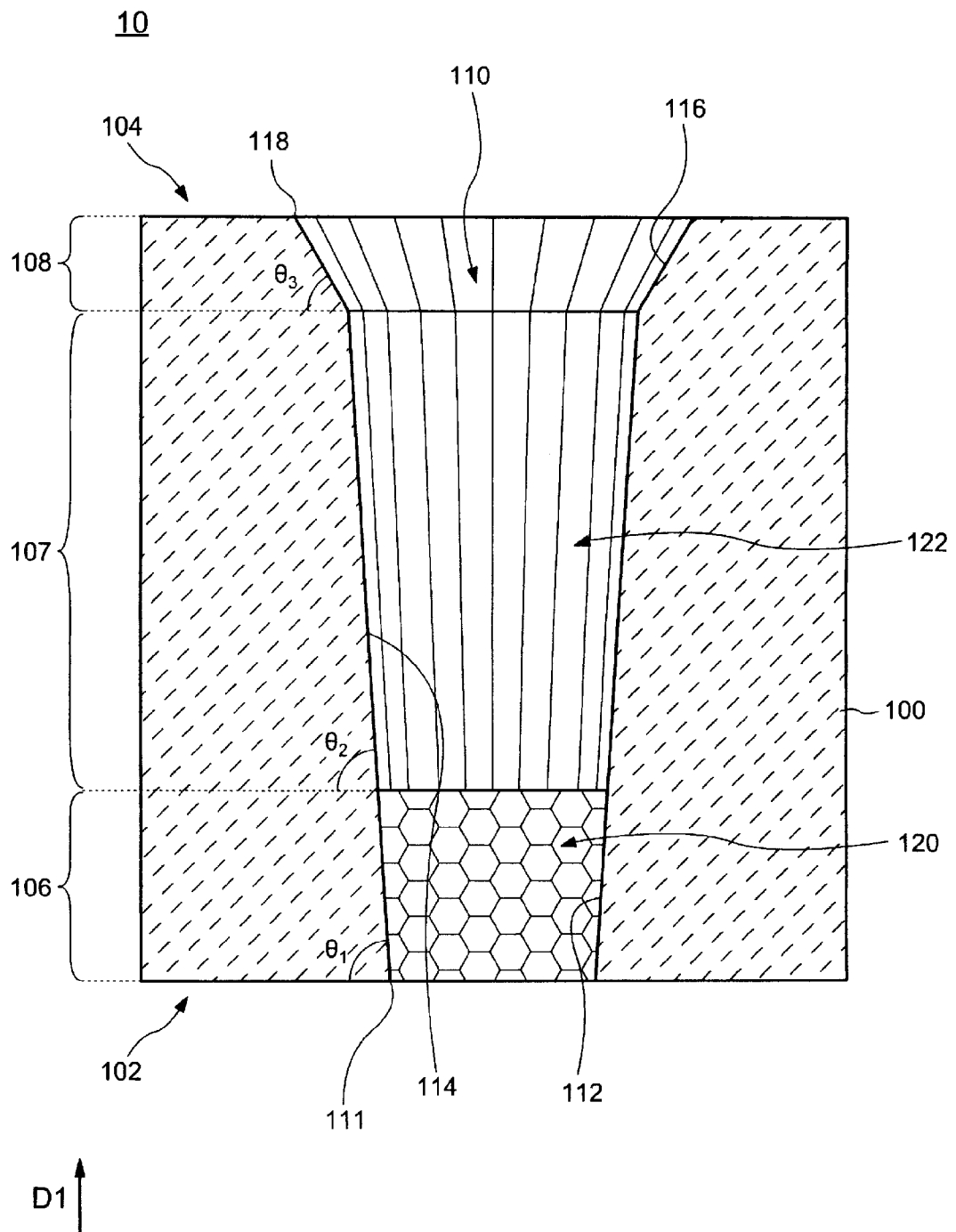
[請求項 14] 第 1 面、前記第 1 面とは反対側の第 2 面、並びに前記第 1 面及び前記第 2 面を貫通する貫通孔が設けられ、前記貫通孔の前記第 1 面側の第 1 開口端の径が前記貫通孔の前記第 2 面側の第 2 開口端の径よりも小さい基板を用いた貫通電極基板の製造方法であって、

前記第 1 面側にシード層を形成し、

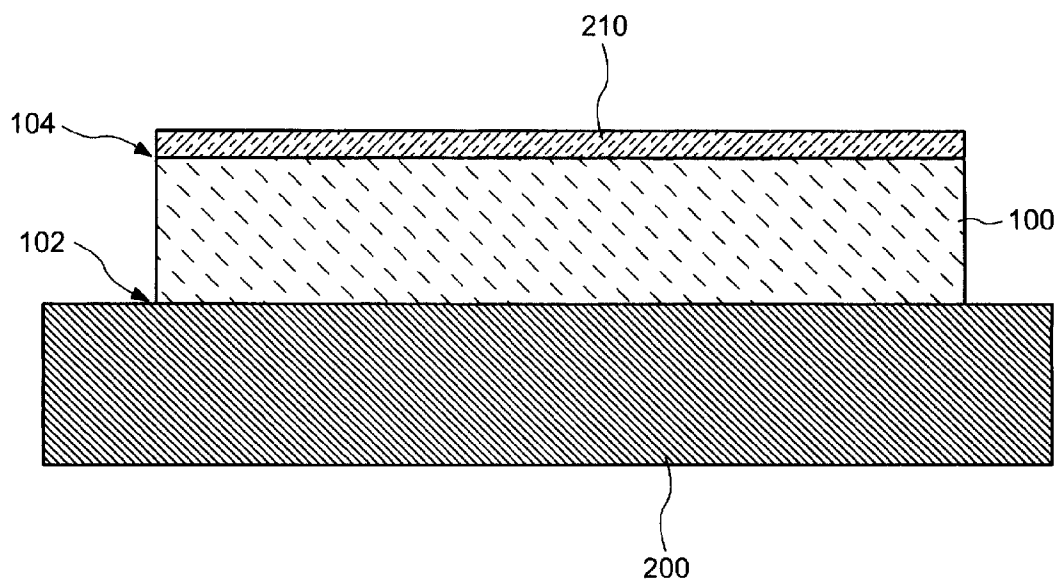
前記シード層上に、前記第 1 開口端を塞ぐ第 1 めっき層を形成し、

前記第 1 めっき層上に、前記第 1 面側から前記第 2 面側に向かって第 2 めっき層を形成する貫通電極基板の製造方法。

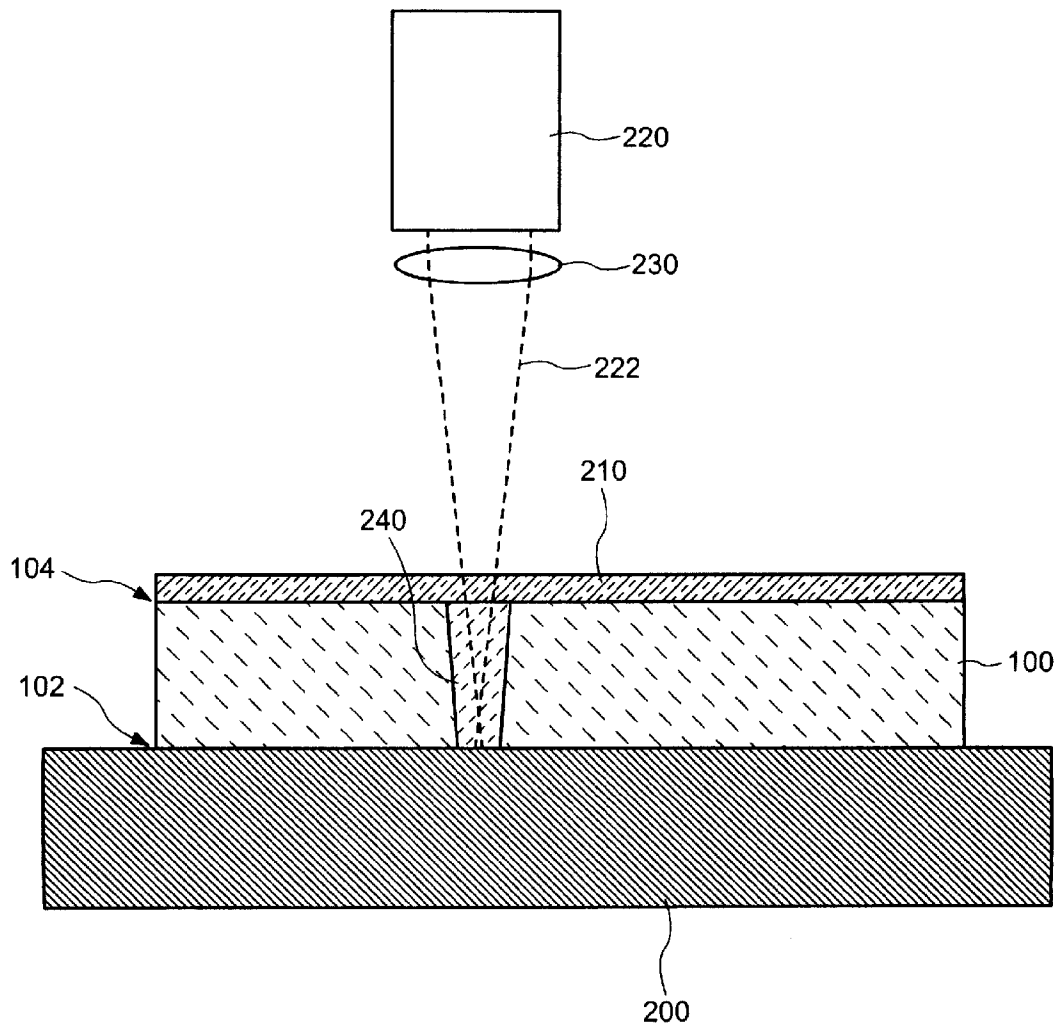
[図1]



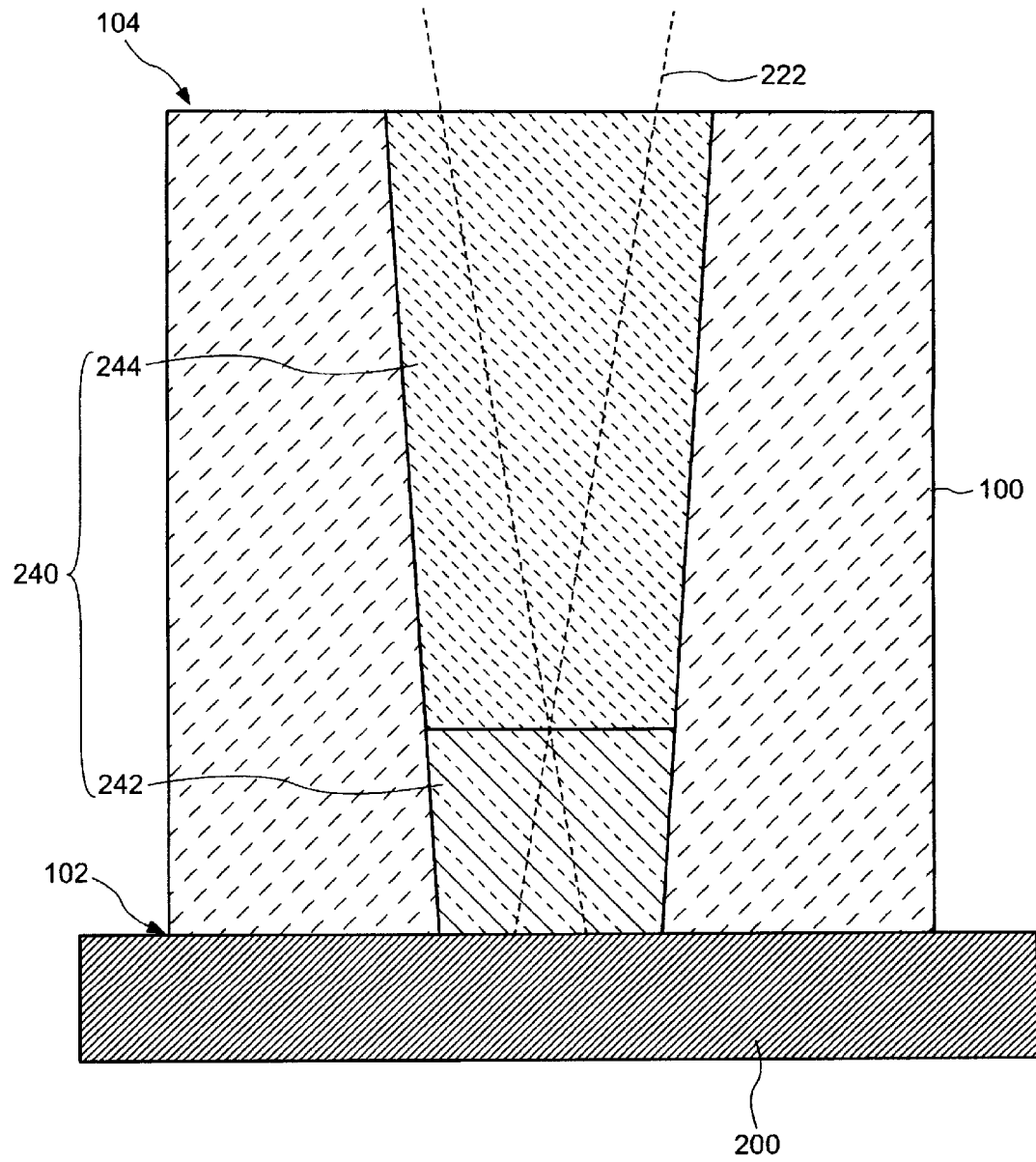
[図2]



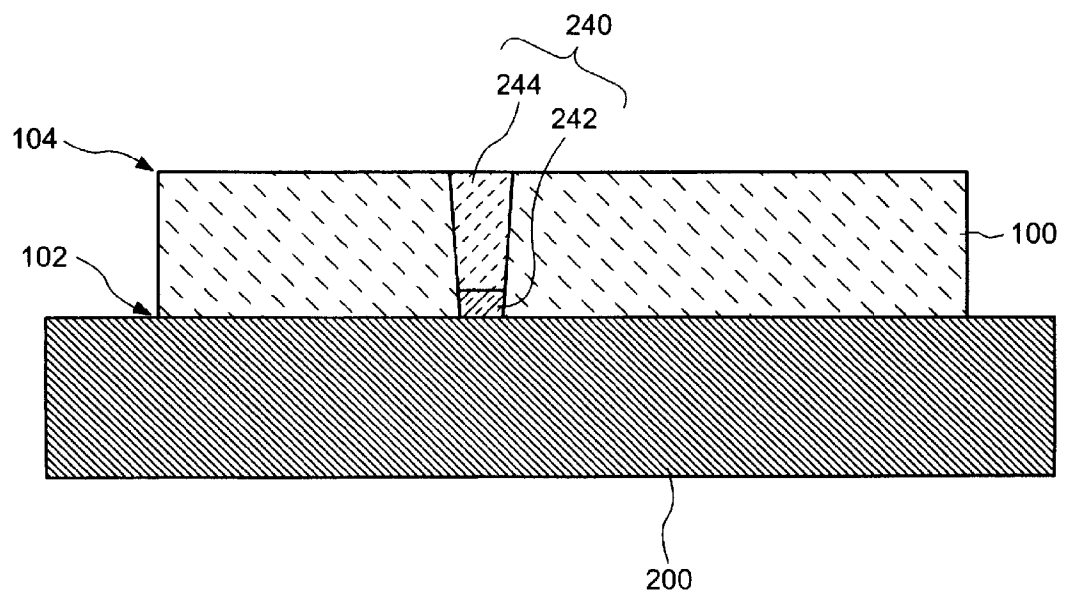
[図3]



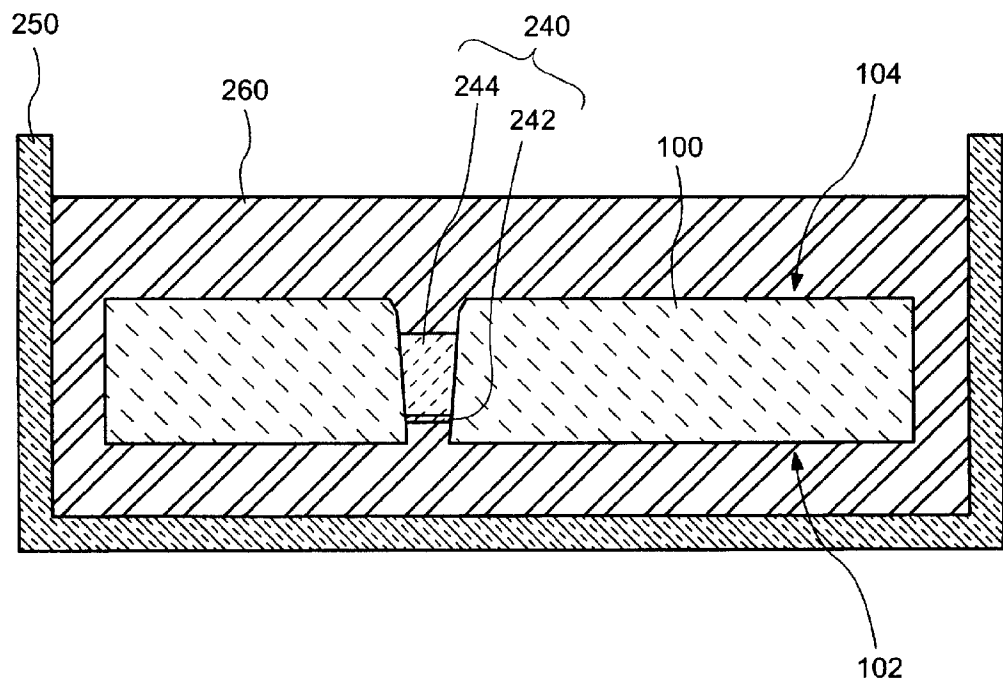
[図4]



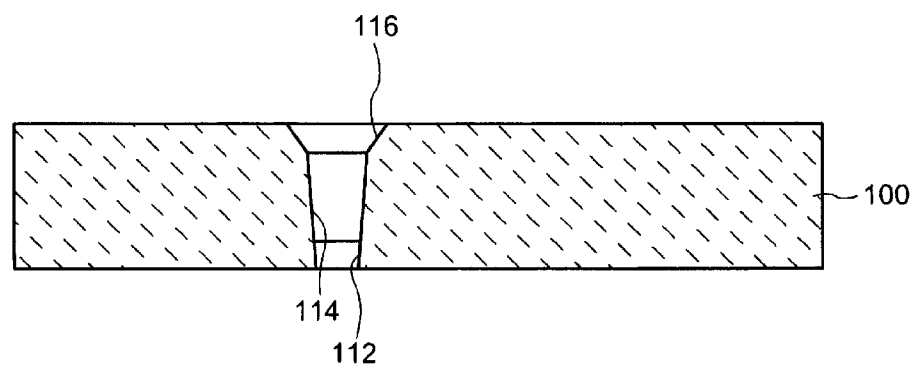
[図5]



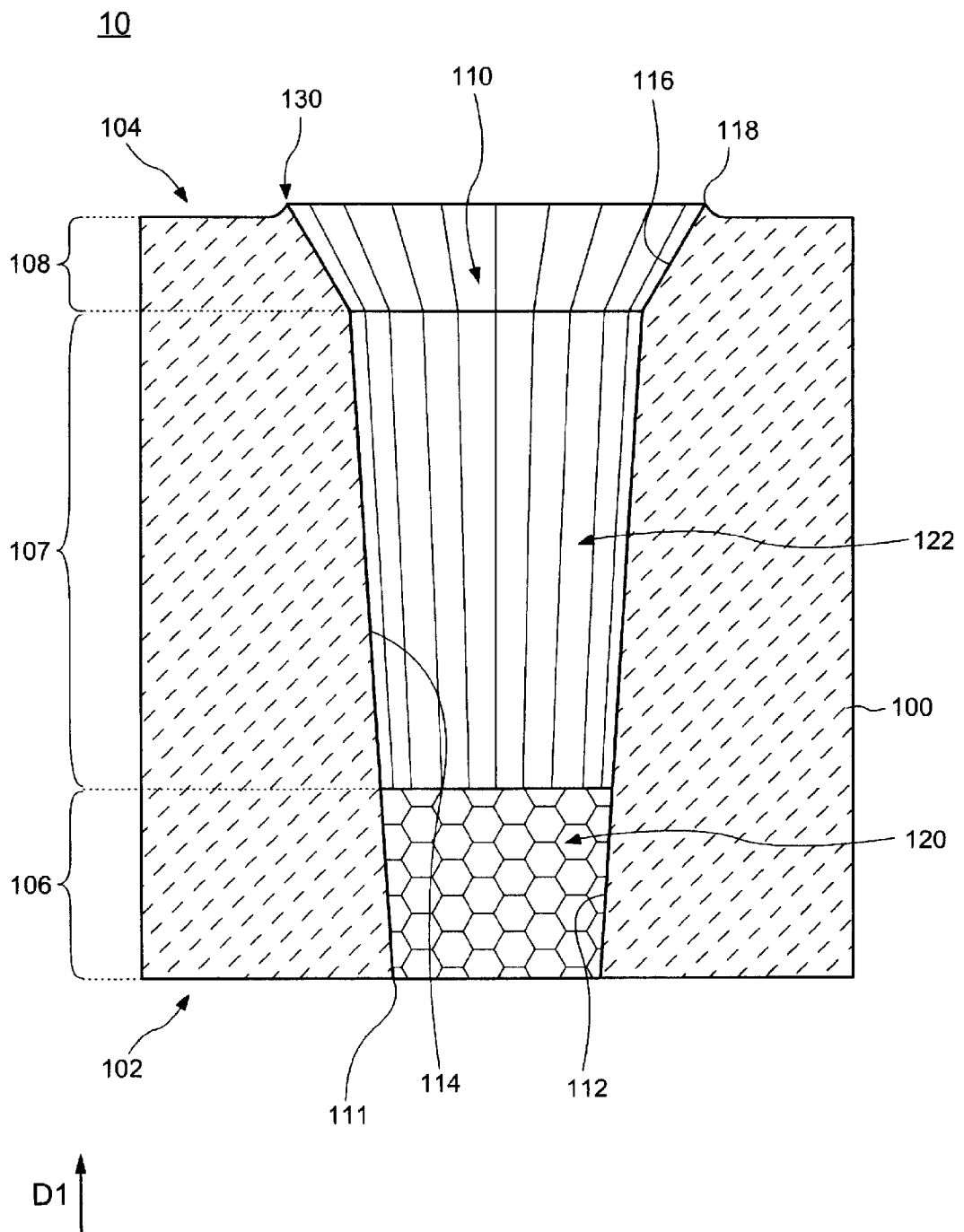
[図6]



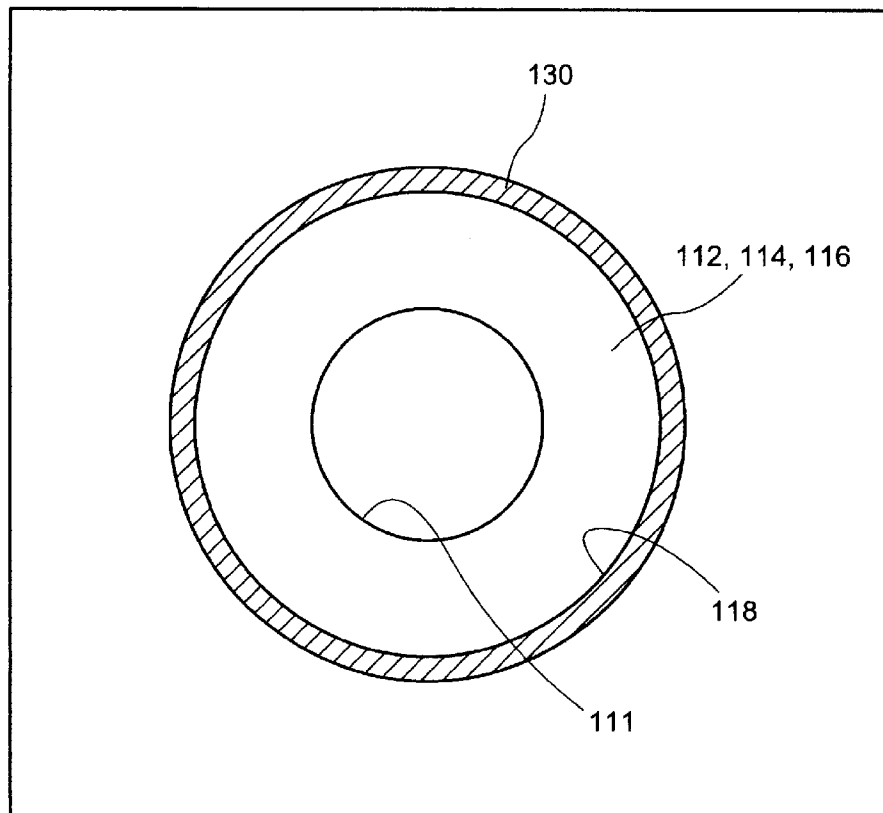
[図7]



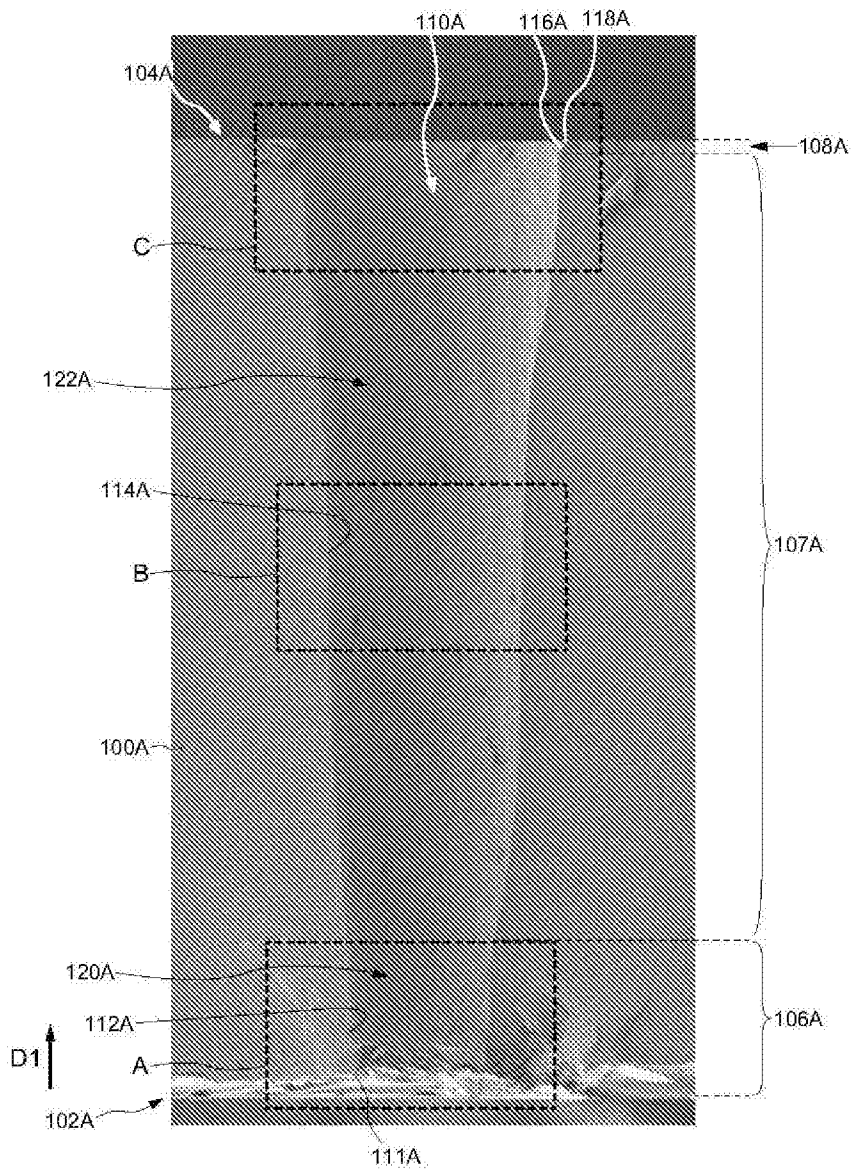
[図8]



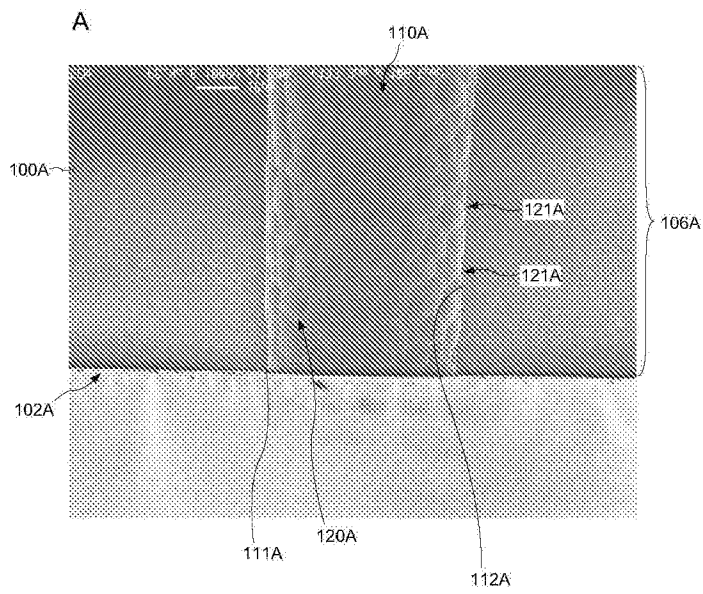
[図9]



[図10]

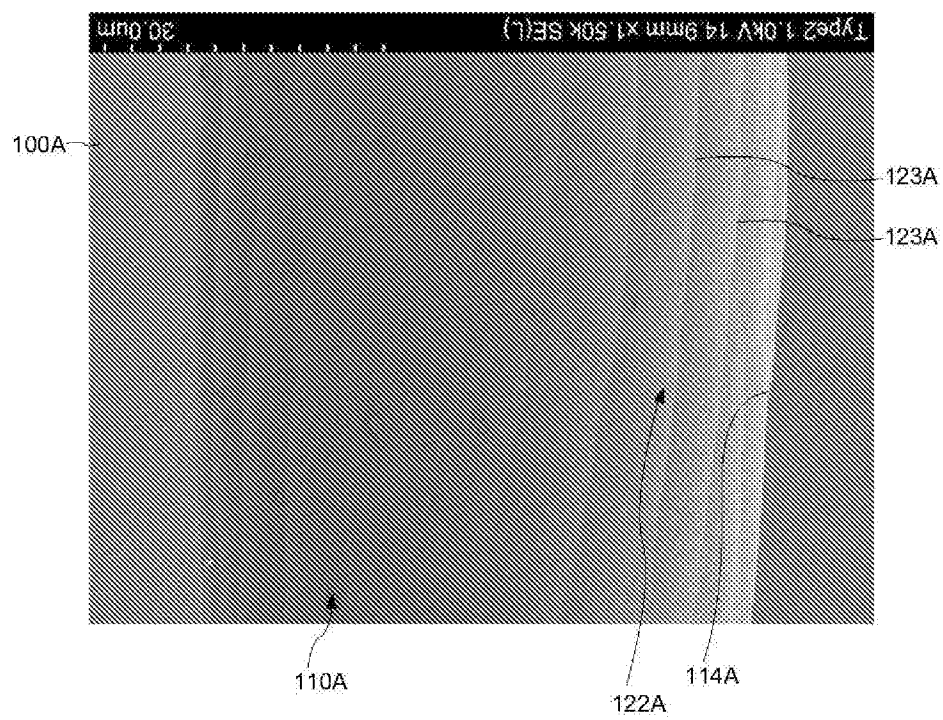


[図11]



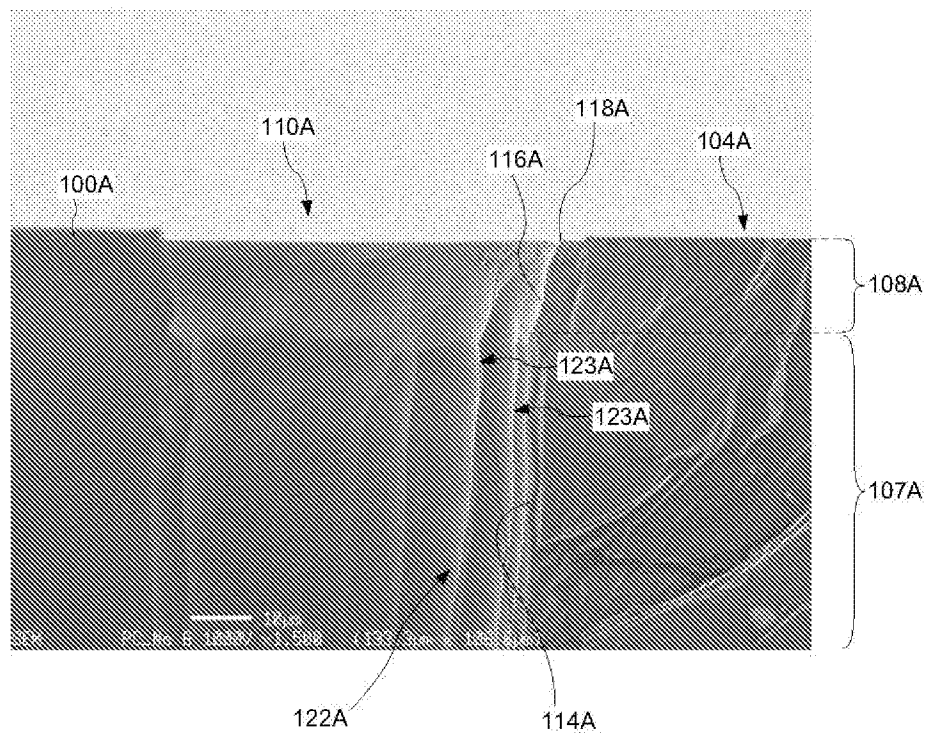
[図12]

B



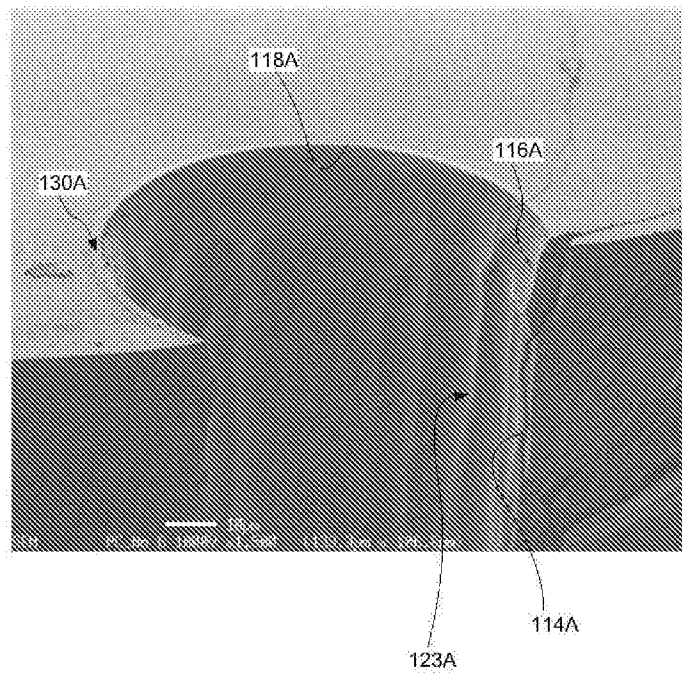
[図13]

C

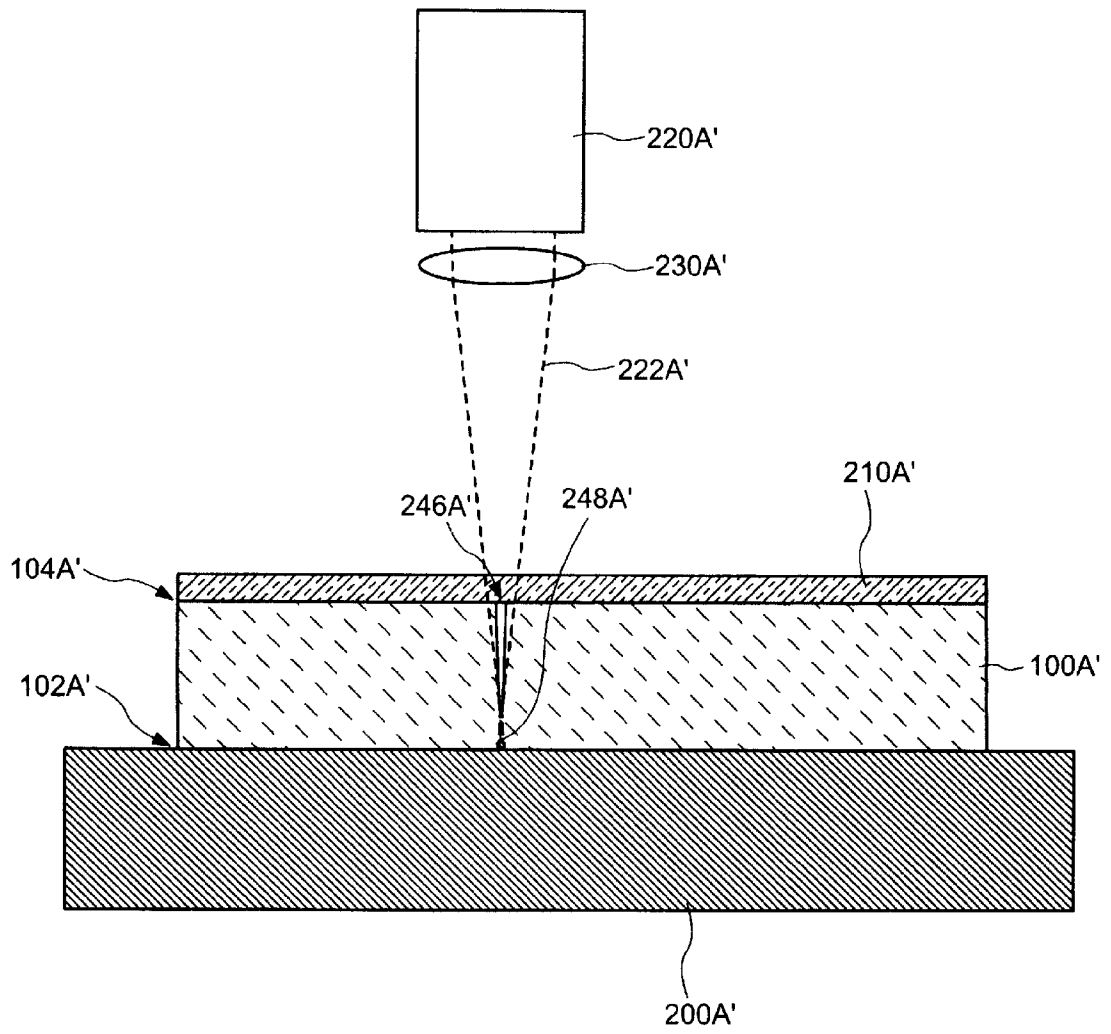


[図14]

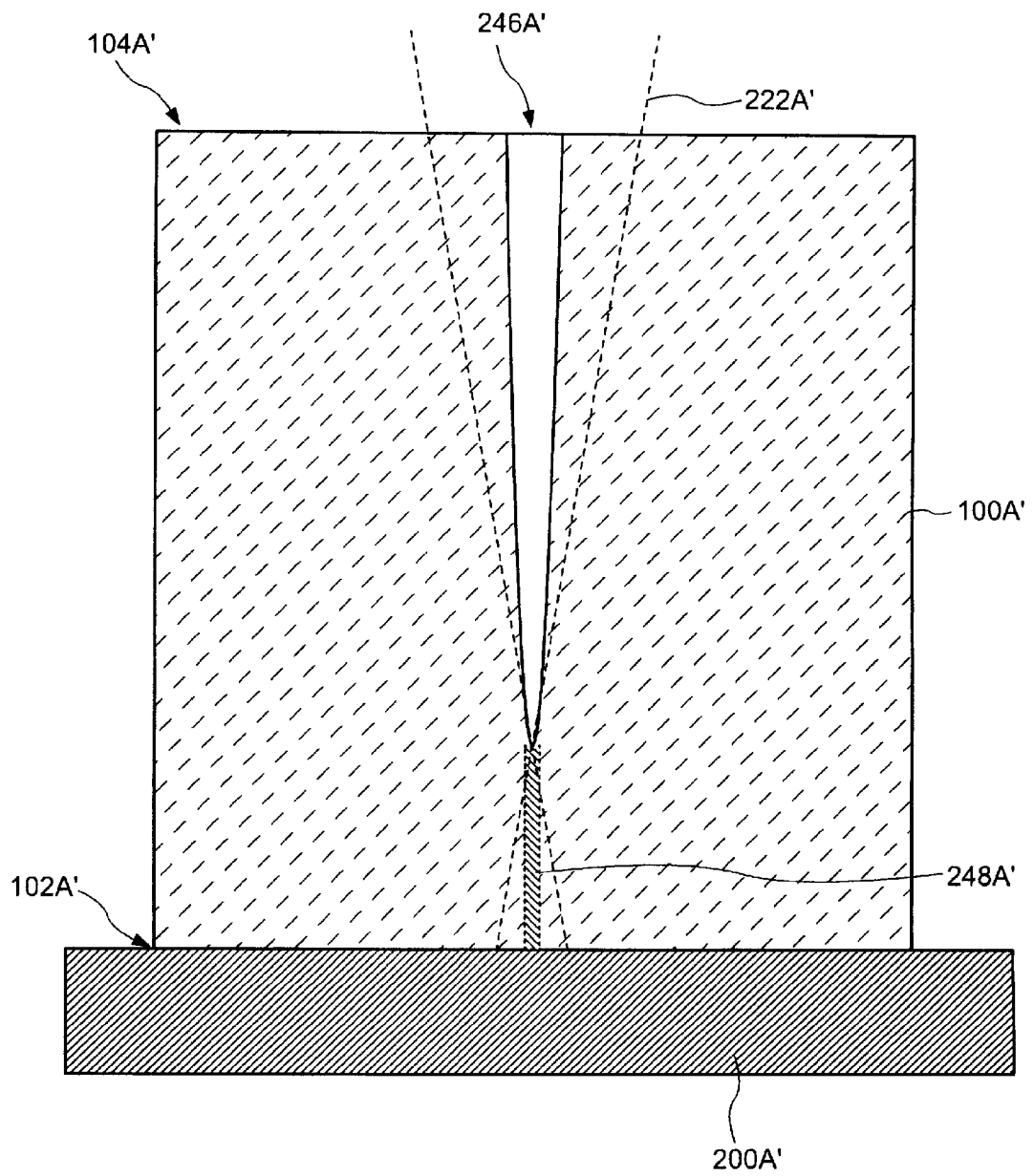
C



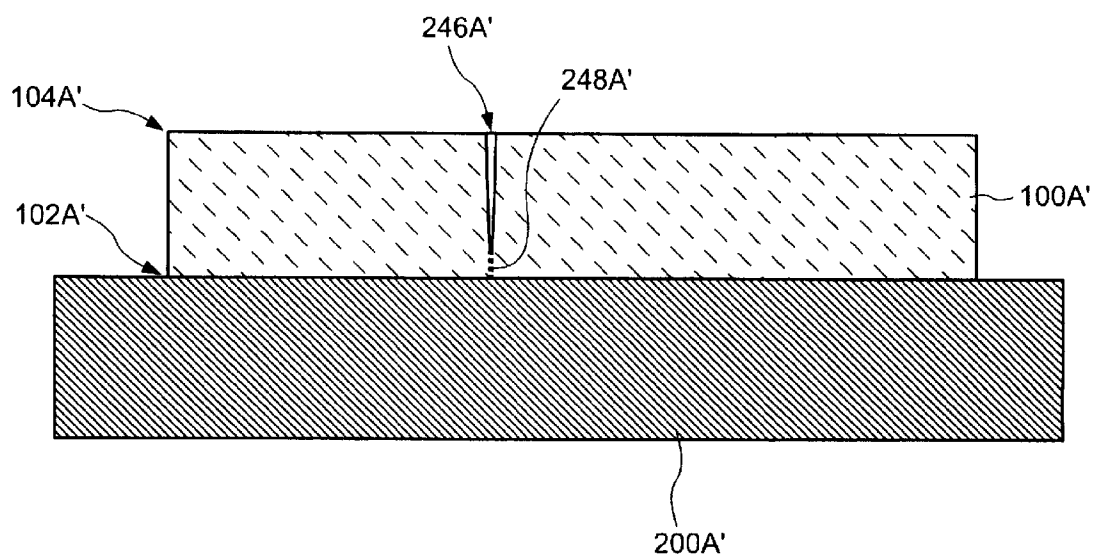
[図15]



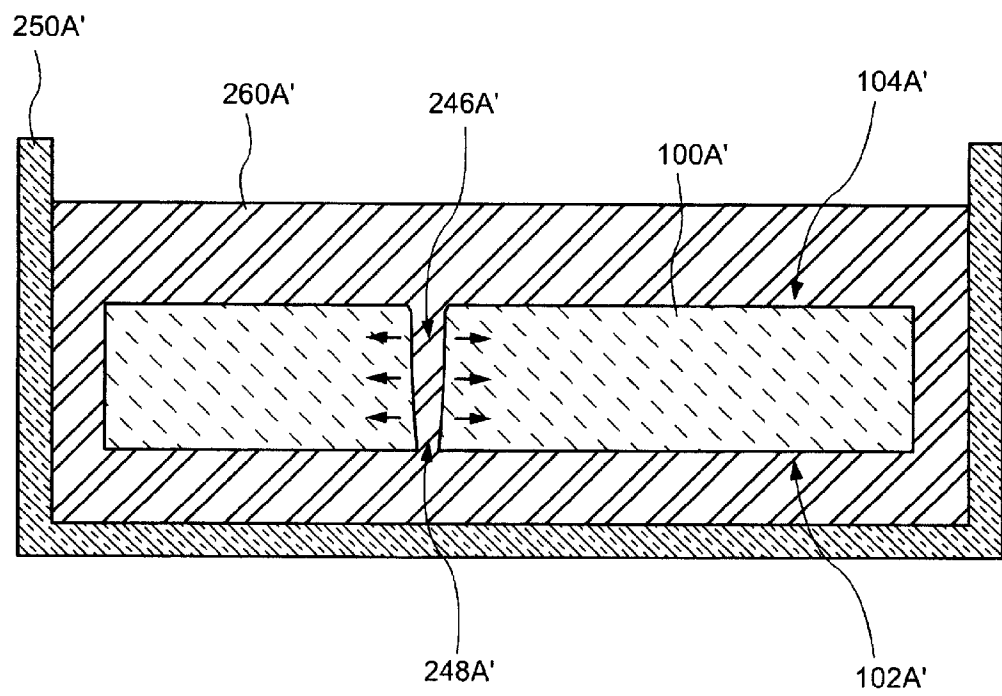
[図16]



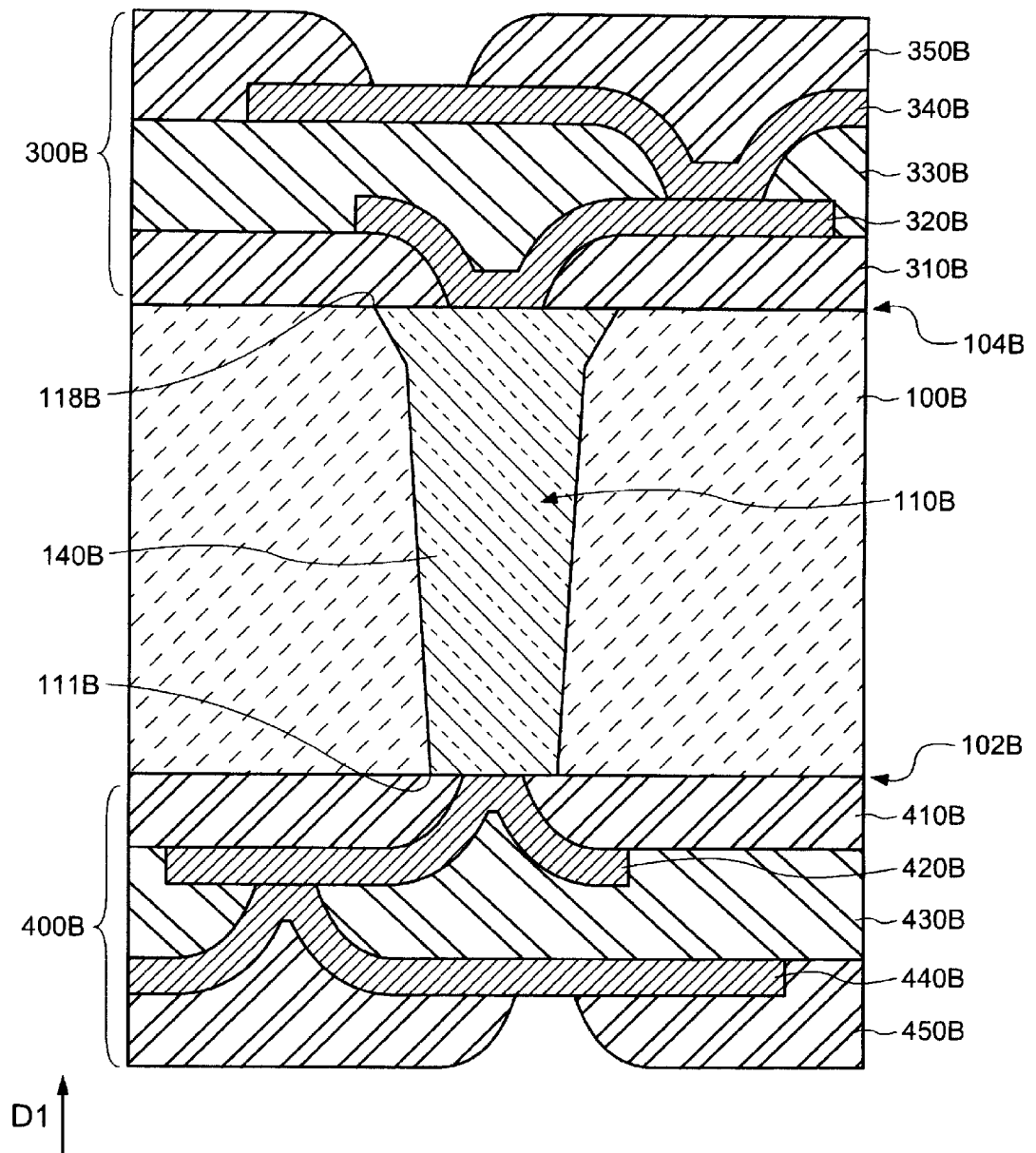
[図17]



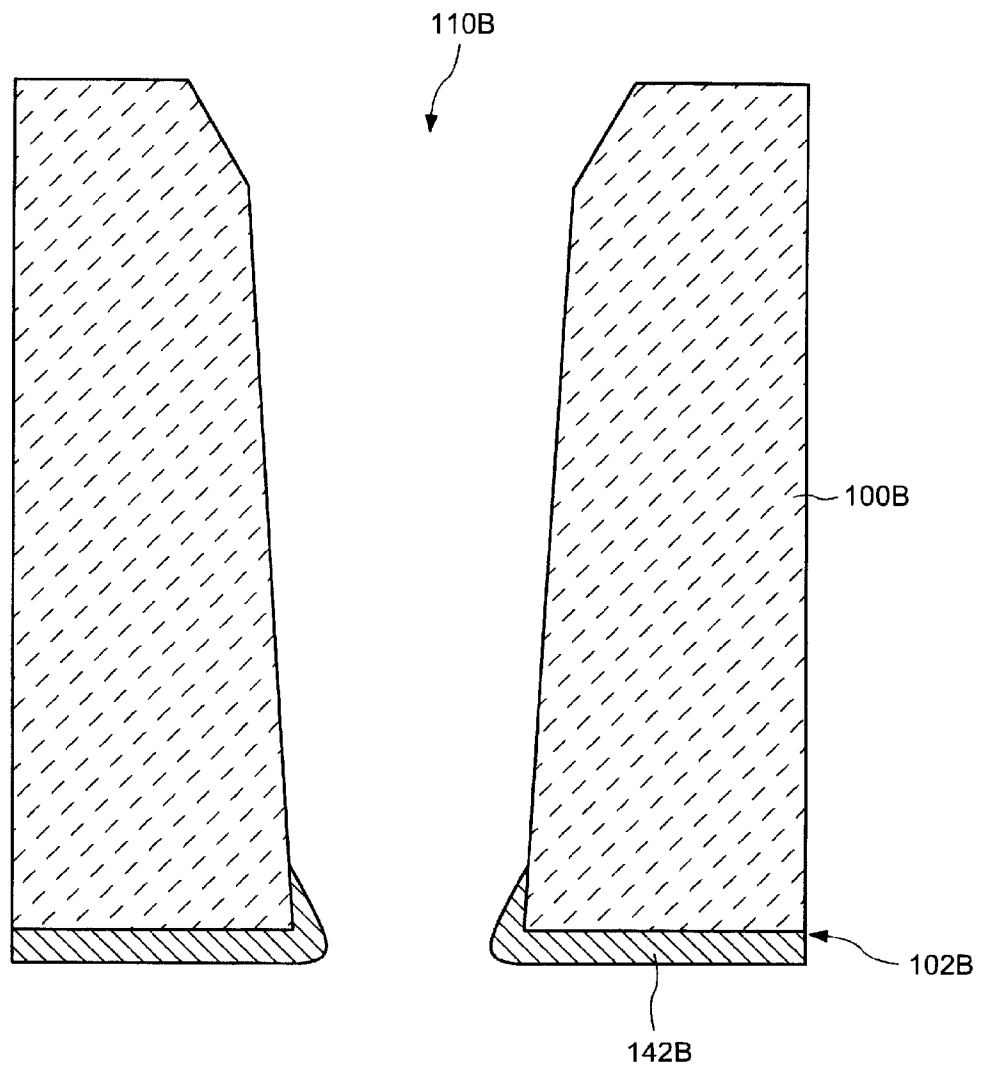
[図18]



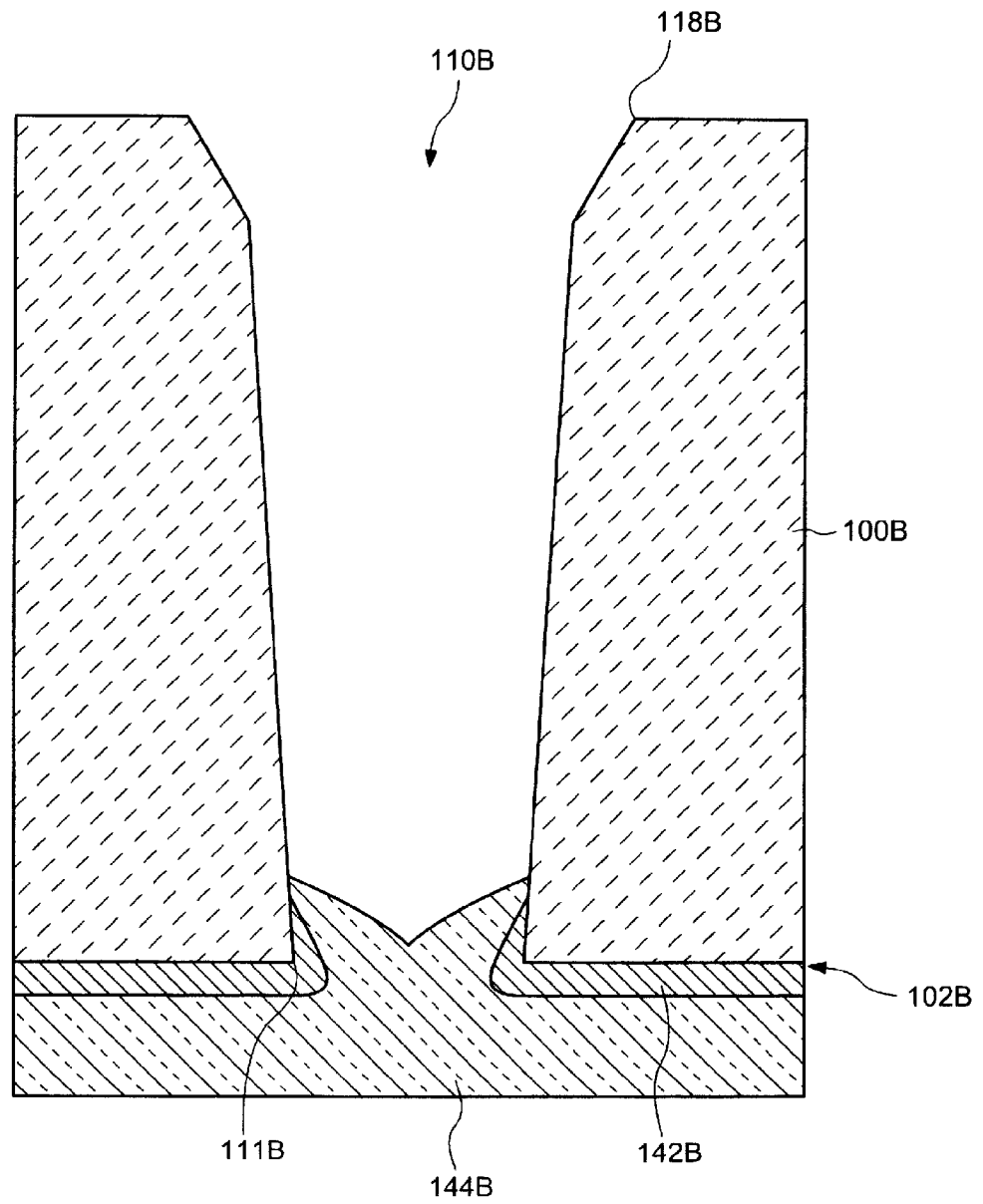
[図19]

10B

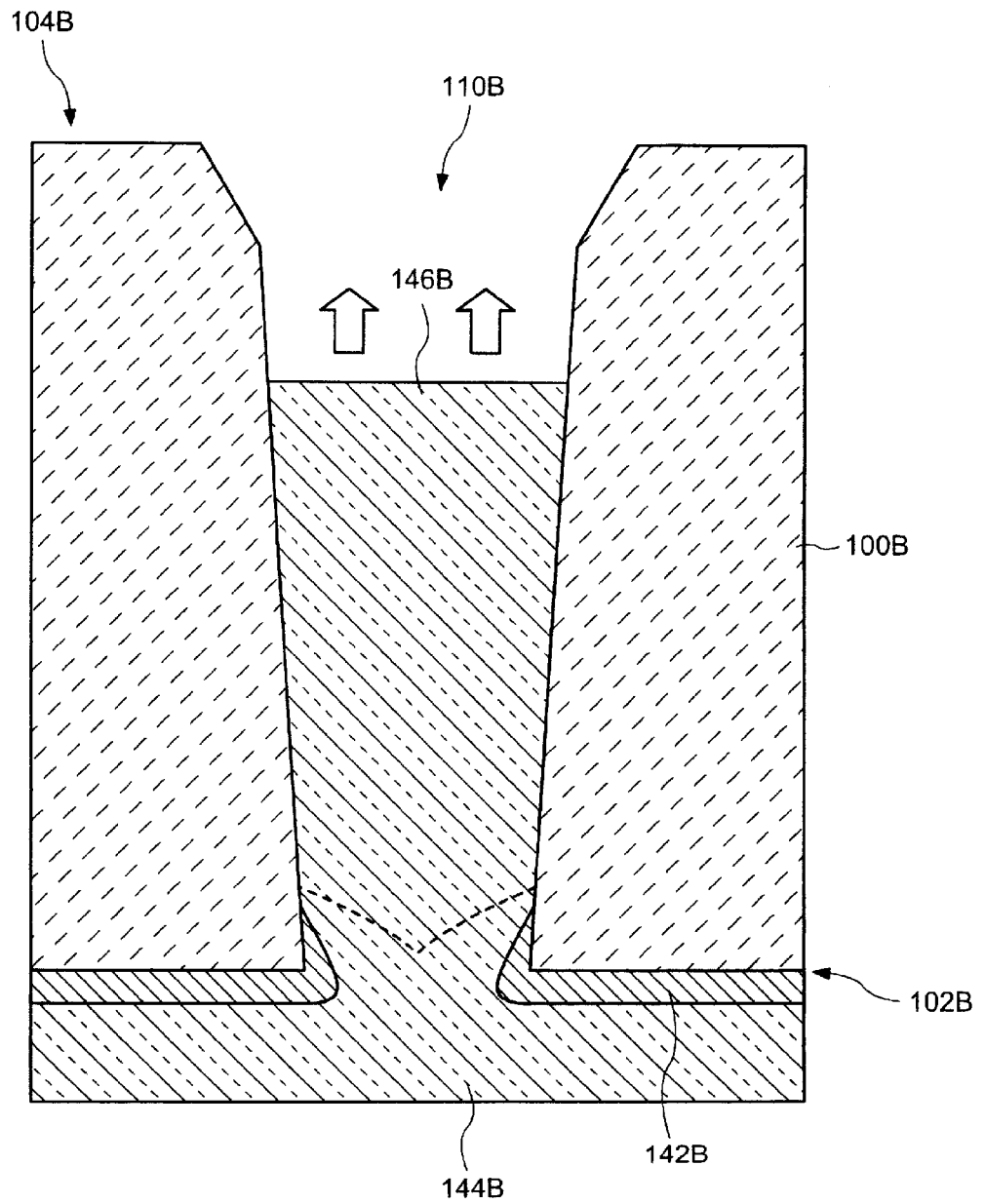
[図20]



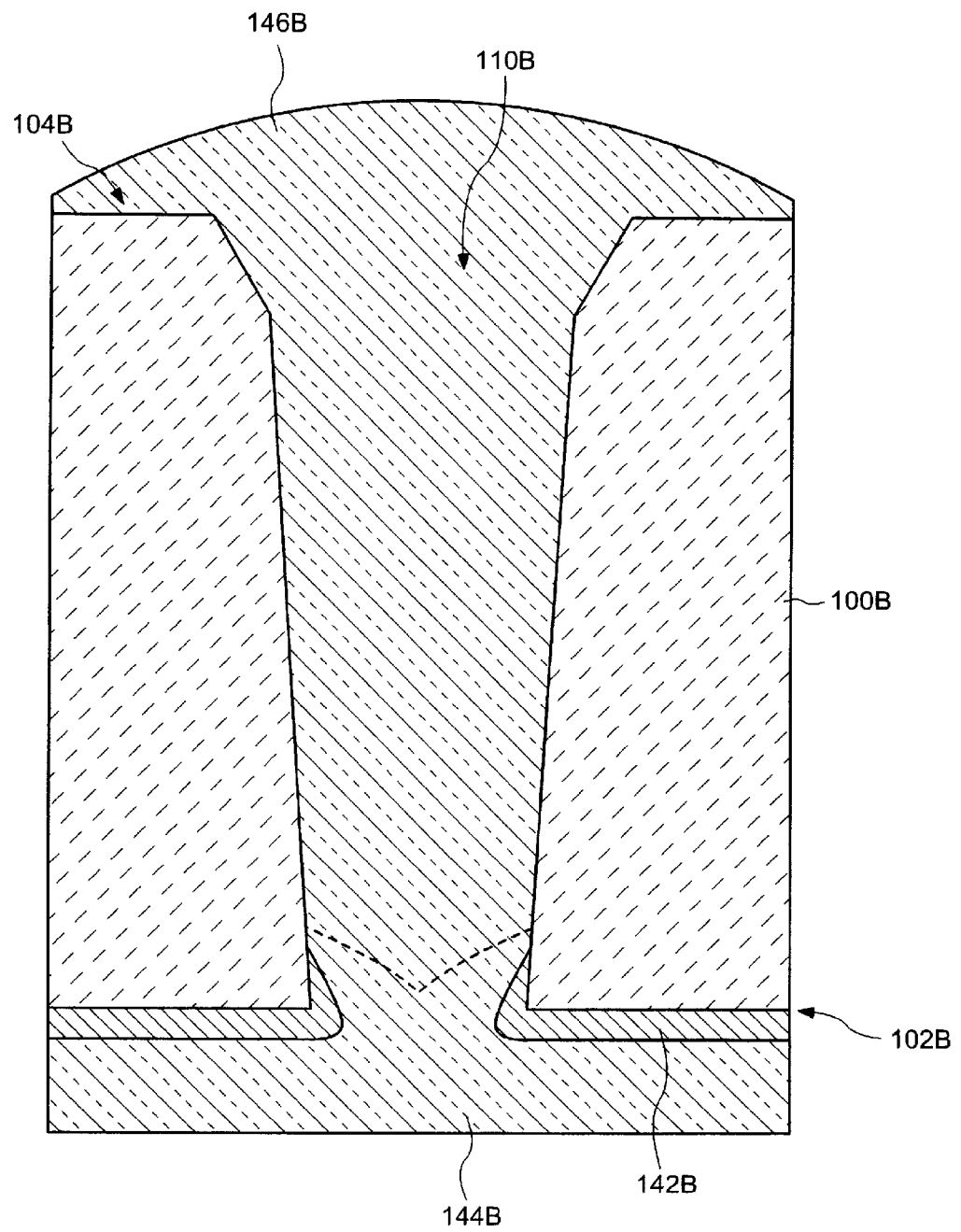
[図21]



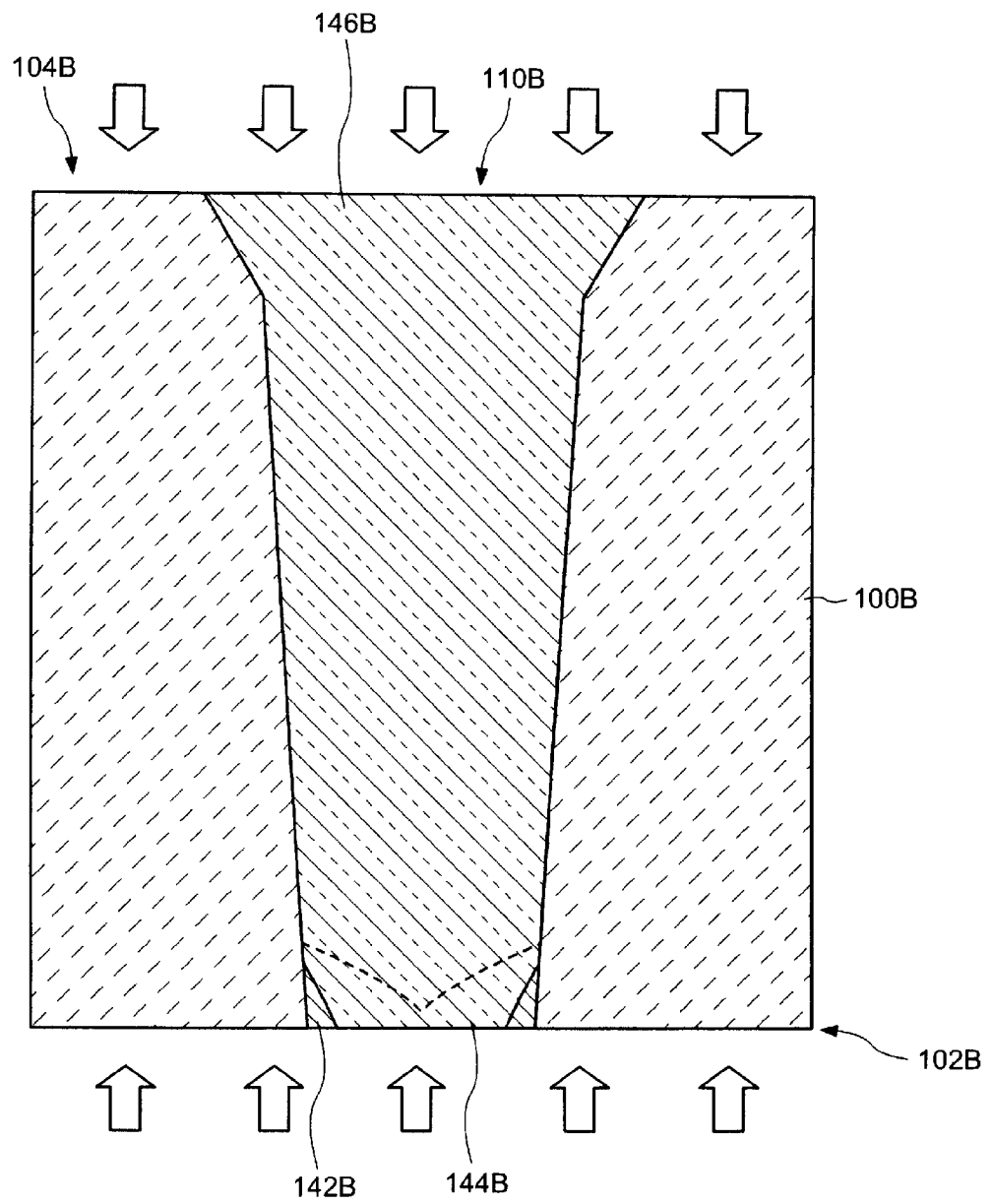
[図22]



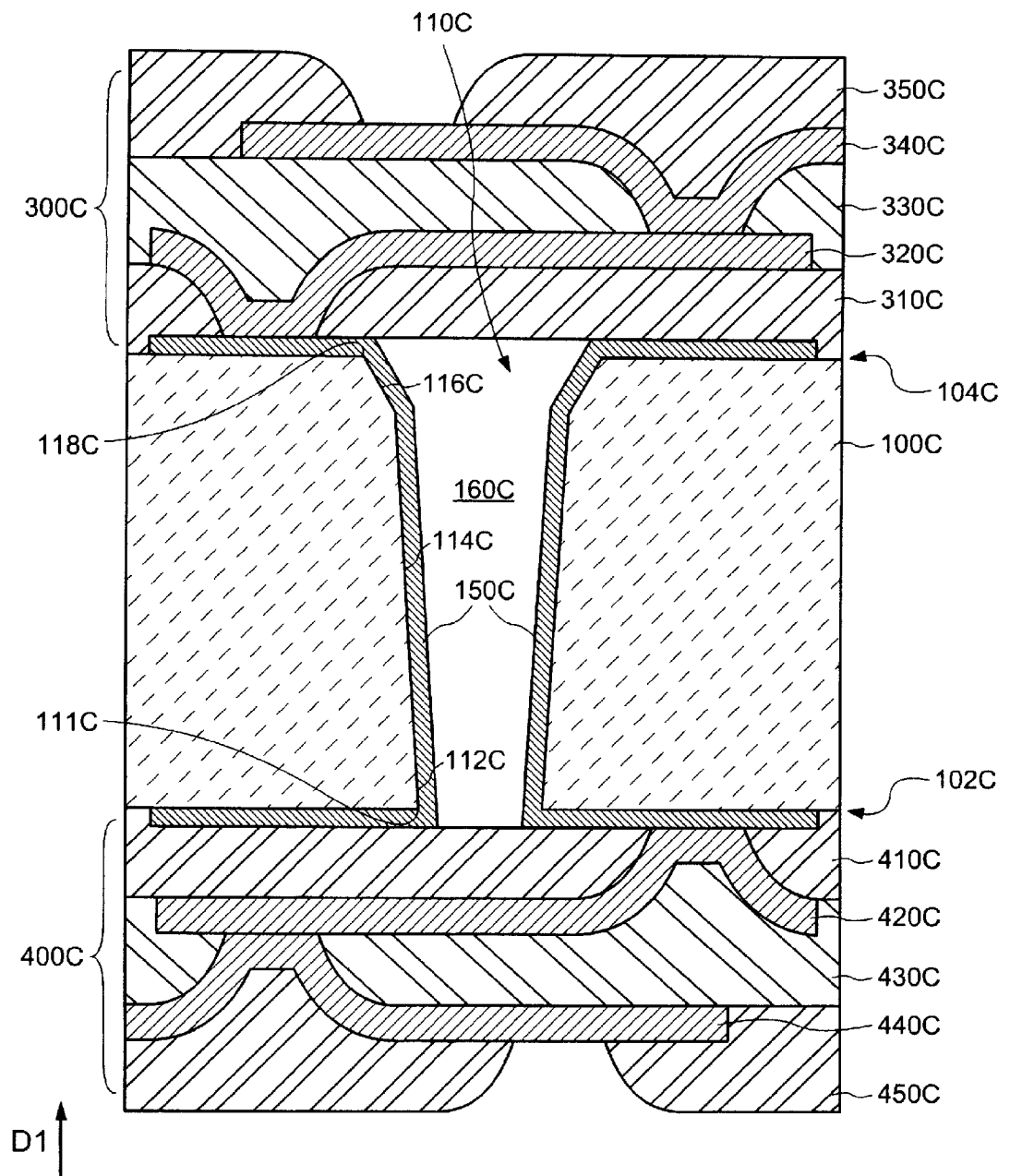
[図23]



[図24]

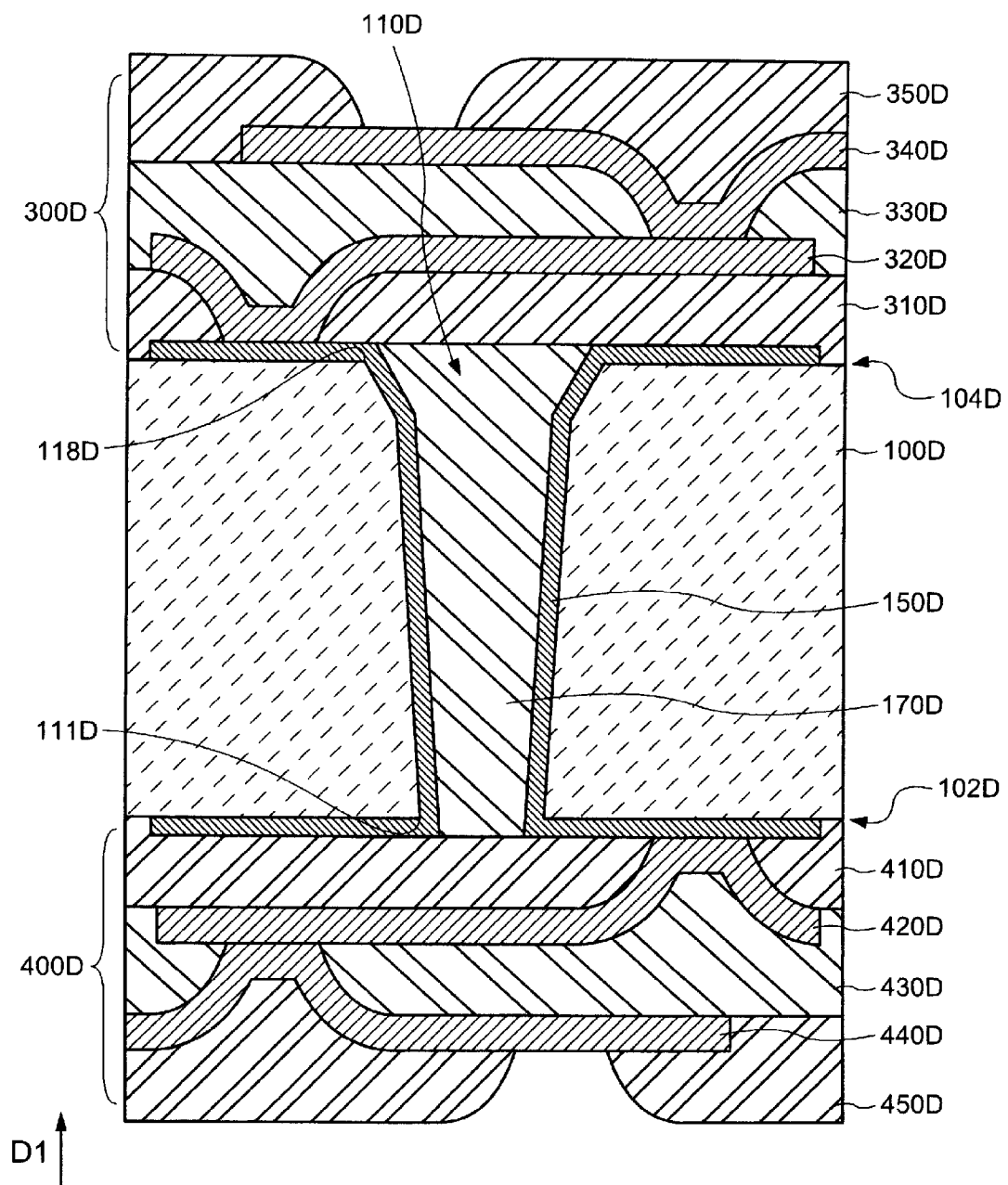


[図25]

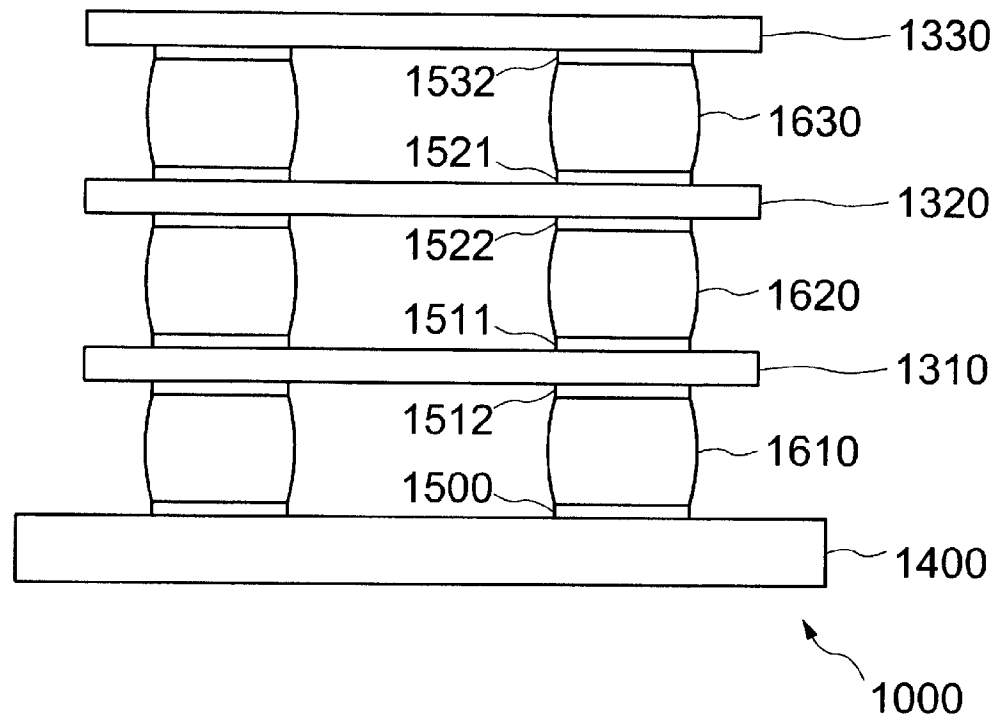
10C

[図26]

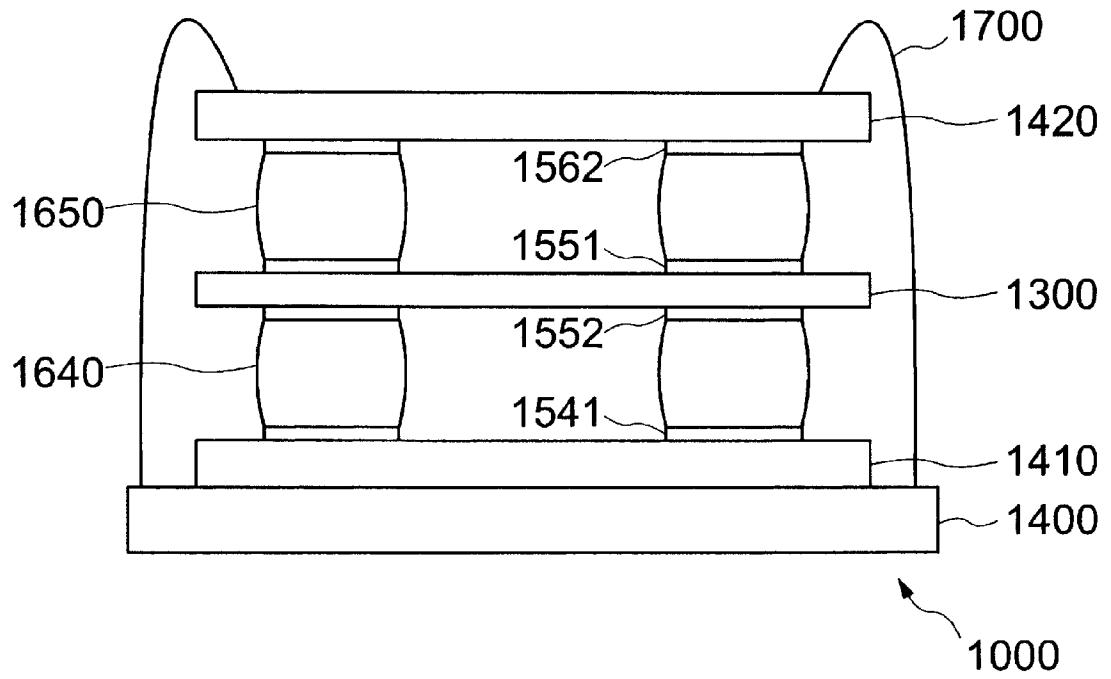
10D



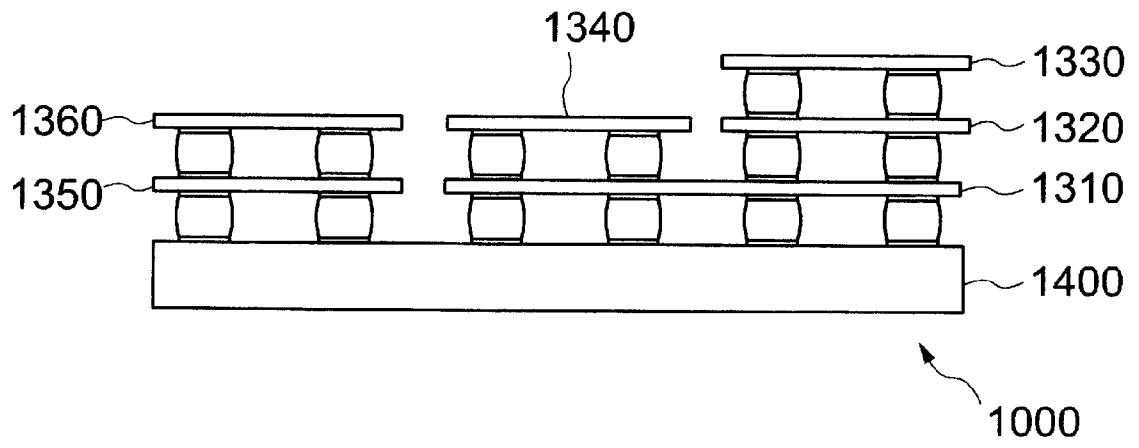
[図27]



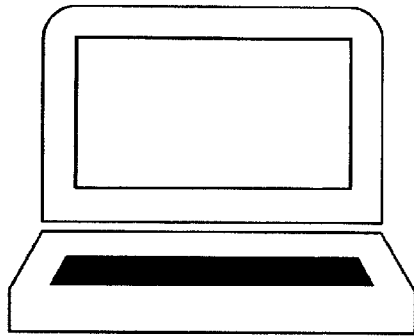
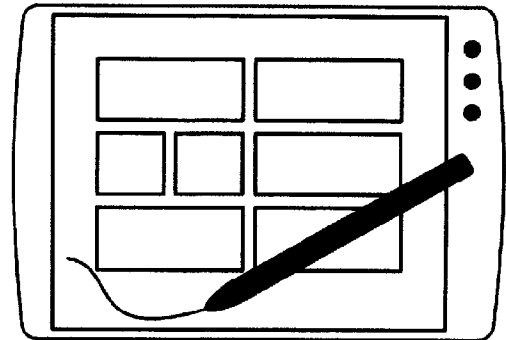
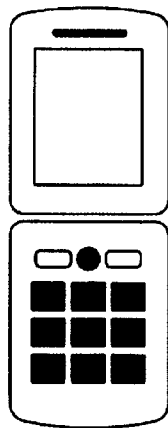
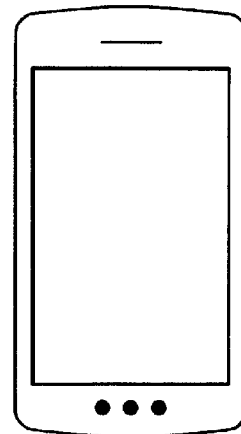
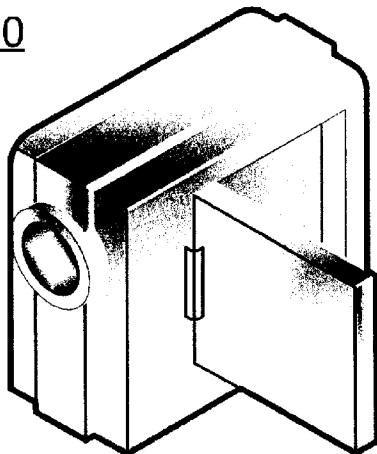
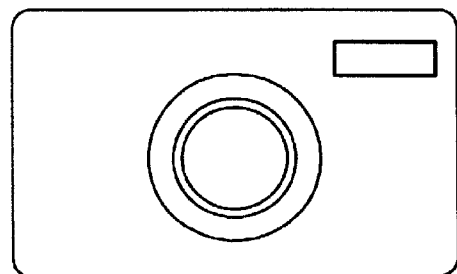
[図28]



[図29]



[図30]

200025003000400050006000

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/037220

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H05K1/02 (2006.01) i, H01L23/12 (2006.01) i, H01L23/32 (2006.01) i,
H05K1/11 (2006.01) i, H05K3/40 (2006.01) i, H05K3/42 (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)

Int.Cl. H05K1/02, H01L23/12, H01L23/32, H05K1/11, H05K3/40, H05K3/42

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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.
X Y A	JP 2003-197811 A (HITACHI, LTD.) 11 July 2003, paragraphs [0010]-[0070], fig. 1-8 (Family: none)	1, 10, 13 2, 5, 8-9, 11-12 3-4, 6-7
Y A	WO 2009/069791 A1 (KYOCERA CORP.) 04 June 2009, paragraphs [0035]-[0052], fig. 2-3 & US 2011/0051386 A1, paragraphs [0064]-[0081], fig. 2-3	2 3-4, 6-7

☒ 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

"I" 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
20 December 2017 (20.12.2017)

Date of mailing of the international search report
09 January 2018 (09.01.2018)

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/JP2017/037220

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2010-205953 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 16 September 2010, paragraphs [0007]-[0062], [0072]-[0073], fig. 1-7 (Family: none)	5, 11-12 3-4, 6-7
Y A	JP 2010-109198 A (KYOCERA SLC TECHNOLOGIES CORP.) 13 May 2010, paragraphs [0011]-[0016], fig. 5-8 (Family: none)	8-9 3-4, 6-7
X A	JP 2007-005402 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 11 January 2007, paragraphs [0035]-[0041], fig. 2 (Family: none)	14 3-4, 6-7
X A	JP 2016-072449 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 09 May 2016, paragraphs [0024]-[0094], fig. 1-7 (Family: none)	14 3-4, 6-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05K1/02(2006.01)i, H01L23/12(2006.01)i, H01L23/32(2006.01)i, H05K1/11(2006.01)i,
H05K3/40(2006.01)i, H05K3/42(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（IPC））

Int.Cl. H05K1/02, H01L23/12, H01L23/32, H05K1/11, H05K3/40, H05K3/42

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X Y A	JP 2003-197811 A（株式会社日立製作所）2003.07.11, 段落 [0010]-[0070], 図 1-8（ファミリーなし）	1, 10, 13 2, 5, 8-9, 11-12 3-4, 6-7
Y A	WO 2009/069791 A1（京セラ株式会社）2009.06.04, 段落 [0035]-[0052], 図 2-3 & US 2011/0051386 A1, 段落[0064]-[0081], 図 2-3	2 3-4, 6-7

☑ 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

20.12.2017

国際調査報告の発送日

09.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

石坂 博明

5 D

3353

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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 A	JP 2010-205953 A (古河電気工業株式会社) 2010.09.16, 段落 [0007]-[0062], [0072]-[0073], 図 1-7 (ファミリーなし)	5, 11-12 3-4, 6-7
Y A	JP 2010-109198 A (京セラ S L C テクノロジー株式会社) 2010.05.13, 段落[0011]-[0016], 図 5-8 (ファミリーなし)	8-9 3-4, 6-7
X A	JP 2007-005402 A (松下電工株式会社) 2007.01.11, 段落 [0035]-[0041], 図 2 (ファミリーなし)	14 3-4, 6-7
X A	JP 2016-072449 A (大日本印刷株式会社) 2016.05.09, 段落 [0024]-[0094], 図 1-7 (ファミリーなし)	14 3-4, 6-7