

(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
2022年7月28日(28.07.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/158408 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/768 (2006.01) *H01L 27/146* (2006.01)
H01L 23/522 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/001277

(22) 国際出願日: 2022年1月17日(17.01.2022)

(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 2021-006292 2021年1月19日(19.01.2021) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014

神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

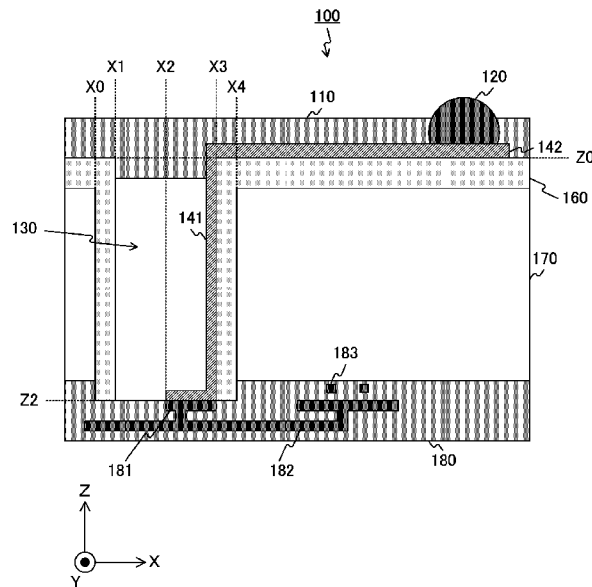
(72) 発明者: 重 歳 卓 志 (SHIGETOSHI, Takushi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 柳川 吉明(YANAGAWA, Yoshiaki); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 丸 島 敏 一 (MARUSHIMA, Toshikazu); 〒1600022 東京都新宿区新宿3-3-2 京王新宿三丁目第二ビル 5F クラフト国際特許事務所 Tokyo (JP).

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置、および、半導体装置の製造方法

[図1]



(57) Abstract: The present invention decreases thermal stress in a semiconductor device having a through electrode. This semiconductor device is provided with a semiconductor substrate, a wiring layer, a first through hole, and a first inner through electrode. In the semiconductor device, the wiring layer is formed on an upper surface of the semiconductor substrate. Further, in the semiconductor device, the first through hole extends through the semiconductor substrate from a back surface of the semiconductor substrate to the upper surface, and has a side wall coated with an insulating film.

[続葉有]

(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, IT, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

Further, in the semiconductor device, the first inner through electrode is formed along a part of the side wall of the first through hole.

(57) 要約: 貫通電極を設けた半導体装置において、熱応力を低減する。半導体装置は、半導体基板、配線層、第1の貫通孔および第1の内側貫通電極を具備する。この半導体装置において、配線層は、半導体基板の表面に形成される。また、半導体装置において、第1の貫通孔は、半導体基板の裏面から表面まで半導体基板を貫通し、側壁が絶縁膜により被覆される。また、半導体装置において、第1の内側貫通電極は、第1の貫通孔の側壁の一部に沿って形成される。

明 細 書

発明の名称：半導体装置、および、半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本技術は、半導体装置に関する。詳しくは、3次元実装を行う半導体装置、および、半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、半導体装置においては、半導体基板の貫通孔内に絶縁膜を介して埋め込んだ貫通電極が用いられることがある。この貫通電極は、一般に半導体基板の表面に配線される表面配線よりもサイズが大きく、また、半導体基板と貫通電極とのそれぞれの熱膨張率（CTE：Coefficient of Thermal Expansion）は異なる。このため、貫通電極の周辺には、大きな熱応力（ストレス）が生じることがある。この熱応力により、周辺の半導体素子の特性が変動するおそれがある。また、温度サイクルに伴う熱応力によって、貫通孔内の絶縁膜のクラックや、貫通電極とパッドとの剥離などが生じるおそれがある。これらの問題を解決するために、貫通電極をコップ型にして内部に保護膜を充填し、その際に完全に充填せず、空隙を残す半導体装置が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-45162号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の従来技術では、貫通電極をコップ型にして内部を充填する際に空隙を残すことにより、熱応力の低減を図っている。しかしながら、上述の半導体装置でも熱応力の低減が不十分なことがあり、その場合に、さらに熱応力を低減することが困難である。

[0005] 本技術はこのような状況に鑑みて生み出されたものであり、貫通電極を設

けた半導体装置において、熱応力を低減することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本技術は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第1の側面は、半導体基板と、上記半導体基板の表面に形成された配線層と、上記半導体基板の裏面から上記表面まで上記半導体基板を貫通し、側壁が絶縁膜により被覆された第1の貫通孔と、上記第1の貫通孔の側壁の一部に沿って形成された第1の内側貫通電極とを具備する半導体装置、および、その製造方法である。これにより、熱応力が低減するという作用をもたらす。
- [0007] また、この第1の側面において、上記半導体基板の上記裏面から上記表面まで上記半導体基板を貫通し、側壁が絶縁膜により被覆された第2の貫通孔と、上記第2の貫通孔の側壁に沿って形成された第2の内側貫通電極とをさらに具備し、上記第2の内側貫通電極が形成される面積は、上記第1の内側貫通電極が形成される面積と異なってもよい。これにより、貫通電極ごとに、熱応力や抵抗率が適切な値に調整されるという作用をもたらす。
- [0008] また、この第1の側面において、上記半導体基板と上記絶縁膜との間に形成された外側貫通電極をさらに具備してもよい。これにより、クロストークが軽減するという作用をもたらす。
- [0009] また、この第1の側面において、上記裏面に形成された外部端子と一端が上記外部端子に接続され、他端が上記第1の内側貫通電極に接続された裏面配線とをさらに具備してもよい。これにより、外部との間で信号が伝送されるという作用をもたらす。
- [0010] また、この第1の側面において、上記配線層には、所定数の半導体素子が配置され、上記所定数の半導体素子のうち特定の半導体素子は、上記第1の貫通孔に最も近く、上記第1の貫通孔において、上記特定の半導体素子に最も近い位置に上記第1の内側貫通電極が配置されてもよい。
- [0011] また、この第1の側面において、上記配線層には、所定数の半導体素子が配置され、上記所定数の半導体素子のうち特定の半導体素子は、上記第1の貫通孔に最も近く、上記第1の貫通孔において、上記特定の半導体素子から

最も遠い位置に上記第１の内側貫通電極が配置されてもよい。これにより、熱応力による半導体素子の特性変動が軽減されるという作用をもたらす。

[0012] また、この第１の側面において、上記第１の貫通孔の側壁の複数個所のそれぞれに上記第１の内側貫通電極が形成されてもよい。これにより、複数の裏面配線が配線されるという作用をもたらす。

[0013] また、この第１の側面において、上記複数個所の上記第１の内側貫通電極のそれぞれの電位は同一であってもよい。これにより、熱応力がさらに低減するという作用をもたらす。

[0014] また、この第１の側面において、上記複数個所の上記第１の貫通電極のそれぞれの電位は異なってもよい。これにより、高集積化が可能になるという作用をもたらす。

[0015] また、この第１の側面において、上記第１の内側貫通電極に接続される裏面配線をさらに具備し、上記第１の内側貫通電極と上記裏面配線との線幅および厚みの少なくとも一方が異なってもよい。これにより、設計の自由度が向上し、信号伝送性能が改善するという作用をもたらす。

[0016] また、この第１の側面において、上記裏面に垂直な方向から見て上記貫通孔の形状は、楕円であり、上記第１の内側貫通電極は、上記楕円の短軸上に形成されてもよい。これにより、製造が容易になるという作用をもたらす。

[0017] また、この第１の側面において、上記第１の内側貫通電極は、上記側壁の一部と上記第１の貫通孔の底部の一部とに沿って形成されてもよい。これにより、熱応力が低減するという作用をもたらす。

[0018] また、この第１の側面において、上記配線層には、上記底部の一部に沿ってパッドが形成されてもよい。これにより、第１の内側貫通電極が配線層に接続されるという作用をもたらす。

[0019] また、この第１の側面において、上記第１の内側貫通電極は、スリット以外の部分に形成されてもよい。これにより、第１の内側貫通電極の面積が広くなるという作用をもたらす。

[0020] また、この第１の側面において、上記絶縁膜は、上記貫通孔の側壁の一部

を被覆し、上記第1の内側貫通電極は、上記絶縁膜により被覆された側壁に沿って形成されてもよい。これにより、熱ストレスが軽減されるという作用をもたらす。

[0021] また、この第1の側面において、上記貫通孔の側壁を被覆する無機膜をさらに具備し、上記絶縁膜は、上記無機膜の一部を被覆してもよい。これにより、絶縁膜により被覆されない部分が無機膜により覆われるという作用をもたらす。

[0022] また、この第1の側面において、上記絶縁膜は、上記貫通孔の側壁のうち複数の領域を被覆してもよい。これにより、導電膜や貫通孔の様々なレイアウトに対応可能になるという作用をもたらす。

[0023] また、この第1の側面において、上記側壁のうち上記絶縁膜が被覆された部分の面積は、上記絶縁膜により被覆されない部分の面積と異なってもよい。これにより、導電膜や貫通孔の様々なレイアウトに対応可能になるという作用をもたらす。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本技術の第1の実施の形態における半導体装置の一構成例を示す断面図である。

[図2]本技術の第1の実施の形態における半導体装置の平面図の一例である。

[図3]本技術の第1の実施の形態における絶縁膜の成膜までの製造方法を説明するための図である。

[図4]本技術の第1の実施の形態における導電膜の成膜までの製造方法を説明するための図である。

[図5]本技術の第1の実施の形態における保護膜およびバンプの形成までの製造方法を説明するための図である。

[図6]本技術の第1の実施の形態における製造方法の一例を示すフローチャートである。

[図7]本技術の第2の実施の形態における半導体装置の一構成例を示す断面図である。

[図8]本技術の第3の実施の形態における半導体装置の一構成例を示す断面図である。

[図9]本技術の第3の実施の形態における絶縁膜の成膜までの製造方法を説明するための図である。

[図10]本技術の第3の実施の形態における保護膜およびバンプの形成までの製造方法を説明するための図である。

[図11]本技術の第4の実施の形態における半導体装置の一構成例を示す断面図である。

[図12]本技術の第4の実施の形態における半導体装置の平面図の一例である。

[図13]本技術の第5の実施の形態における半導体装置の平面図の一例である。

[図14]本技術の第6の実施の形態における半導体装置の平面図の一例である。

[図15]本技術の第7の実施の形態における半導体装置の平面図の一例である。

[図16]本技術の第8の実施の形態における半導体装置の平面図の一例である。

[図17]本技術の第9の実施の形態における半導体装置の平面図の一例である。

[図18]本技術の第9の実施の形態における半導体装置の一構成例を示す断面図の一例である。

[図19]本技術の第10の実施の形態における半導体装置の上面図および斜視図の一例である。

[図20]本技術の第10の実施の形態における半導体装置の断面図の一例である。

[図21]本技術の第10の実施の形態における絶縁膜の除去までの製造方法を説明するための図である。

[図22]本技術の第10の実施の形態におけるレジストの形成までの製造方法を説明するための図である。

[図23]本技術の第10の実施の形態における保護膜およびバンプの形成までの製造方法を説明するための図である。

[図24]本技術の第10の実施の形態の第1の変形例における半導体装置の断面図の一例である。

[図25]本技術の第10の実施の形態の第2の変形例における半導体装置の斜視図および上面図の一例である。

[図26]本技術の第10の実施の形態の第2の変形例における半導体装置の断面図の一例である。

[図27]本技術の第10の実施の形態の第3の変形例における半導体装置の上面図の一例である。

[図28]本技術の実施の形態における個体撮像装置の積層構造の一例を示す図である。

[図29]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図30]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

[図31]内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[図32]図31に示すカメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態と称する）について説明する。説明は以下の順序により行う。

1. 第1の実施の形態（貫通孔の側壁の一部に貫通電極を形成した例）
2. 第2の実施の形態（面積の異なる複数の貫通電極を形成した例）
3. 第3の実施の形態（貫通孔の側壁の一部と、貫通孔の側壁の一部とに貫通電極を形成した例）
4. 第4の実施の形態（レイアウトを変えて絶縁膜の内壁の一部に貫通電極を形成した例）

５．第５の実施の形態（貫通孔の側壁の一部に同電位の複数の貫通電極を形成した例）

６．第６の実施の形態（貫通孔の側壁の一部に電位の異なる複数の貫通電極を形成した例）

７．第７の実施の形態（貫通孔の側壁の一部に貫通電極を形成し、線幅や厚みが異なる裏面配線を接続した例）

８．第８の実施の形態（楕円形の貫通孔の側壁の一部に貫通電極を形成した例）

９．第９の実施の形態（スリットの部分以外に貫通電極を形成した例）

１０．第１０の実施の形態（貫通孔の側壁の一部を絶縁膜で被覆し、貫通電極を形成した例）

１１．移動体への応用例

１２．内視鏡手術システムへの応用例

[0026] <１．第１の実施の形態>

[半導体装置の構成例]

図１は、本技術の第１の実施の形態における半導体装置１００の一構成例を示す断面図である。この半導体装置１００は、保護膜１１０、バンプ１２０、貫通電極１４１、裏面配線１４２、絶縁膜１６０、半導体基板１７０および配線層１８０を備える。半導体装置１００として、信号処理回路、メモリ、イメージセンサなどの各種の回路、素子や装置が想定される。

[0027] 以下、半導体基板１７０の両面のうち、配線層１８０が形成される方の面を「表面」と称し、表面に対する面を「裏面」と称する。また、半導体基板１７０の表面に垂直な軸をＺ軸とし、その表面に平行な所定の軸をＸ軸とする。Ｘ軸およびＺ軸に垂直な軸をＹ軸とする。同図は、Ｙ軸方向から見た半導体装置１００の断面図を示す。

[0028] 半導体基板１７０には、Ｚ軸方向に沿って半導体基板１７０の裏面から表面まで達する貫通孔１３０が形成される。この貫通孔１３０の側壁と、半導体基板１７０の裏面とは、絶縁膜１６０により被覆される。同図において、

座標X0と座標X4とが絶縁膜160の外壁（言い換えれば、被覆前の貫通孔130の側壁）の位置に該当する。また、座標X1と座標X3とが絶縁膜160の内壁（言い換えれば、被覆後の貫通孔130の側壁）の位置に該当する。貫通孔130の側壁の位置は、被覆前と被覆後とで異なるが、以下、特に断りのない限り、被覆後の位置（すなわち、絶縁膜160の内壁）を貫通孔130の側壁として扱う。また、貫通孔130のうち最も表面側の部分を、貫通孔130の「底部」と称する。同図において、座標Z2の部分が、底部に該当する。

[0029] 絶縁膜160として、無機膜や、ポリイミド、アクリル、シリコン、エポキシ基を骨格とする樹脂膜が用いられる。無機膜として、二酸化シリコン（ SiO_2 ）、窒化シリコン（ SiN ）、一酸化窒化シリコン（ SiON ）、Low-k膜などが用いられる。

[0030] また、外部との接続部となる領域を除いて、半導体基板170の裏面は、保護膜110により被覆される。保護膜110として、ポリイミド、アクリル、シリコン、エポキシ基を骨格とする樹脂膜などが用いられる。外部との接続には、バンプ120や導電膜のピラーなどが用いられる。貫通孔130内には、その保護膜110と、絶縁膜160と、配線層180とに囲まれた空隙が形成される。

[0031] また、貫通孔130の側壁の一部と、底部の一部とに沿って導電膜が貫通電極141として形成される。同図のZ軸方向において座標Z0から座標Z2までに形成される導電膜が貫通電極141に該当する。X軸方向においては、座標X2から座標X3までに形成される導電膜が貫通電極141に該当する。この導電膜の材料として、銅（Cu）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、アルミニウム（Al）、タングステン（W）、ニッケル（Ni）、ルテニウム（Ru）、コバルト（Co）などが用いられる。

[0032] 貫通孔130の側壁のうち、貫通電極141が形成される部分の割合は、必要に応じて自由に変更することが可能であり、側壁の表面積の10乃至70パーセント（%）が好適である。なお、貫通孔130は特許請求の範囲に

記載の第1の貫通孔の一例であり、貫通電極141は、特許請求の範囲に記載の第1の内側貫通電極の一例である。

[0033] また、半導体基板170の裏面には、導電膜をパターニングすることにより、裏面配線142が形成される。裏面配線142の線幅および厚みは、貫通電極141と同程度である。

[0034] また、裏面配線142の一端は、バンプ120に接続され、他端は貫通電極141に接続される。裏面配線142は、貫通電極141と同一の材料を用いて同時に形成しても良いし、別々に形成してもよい。

[0035] また、配線層180には、半導体素子（不図示）の他、パッド181と表面配線182とが形成される。半導体素子として、信号処理回路、メモリやイメージセンサなどが用いられる。

[0036] 配線層180は単層であり、パッド181は、貫通孔130の底部のうち、貫通電極141を配置する部分に形成される。パッド181の材料として、銅（Cu）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、アルミニウム（Al）、タングステン（W）、ニッケル（Ni）、ルテニウム（Ru）、コバルト（Co）などが用いられる。

[0037] なお、複数層の配線層を形成することもできる。この場合に、パッド181は、表面に最も近い第1配線層に配置することもできるし、第2配線層以降に配置することもできる。また、パッド181を単一の配線層に形成してもよく、複数の配線層に亘って形成することもできる。

[0038] また、同図では、貫通孔130の底部の一部にパッド181を形成しているが、底部全体にパッド181を形成することもできる。底部の一部に形成する場合、貫通孔130をドライエッチングで加工する際にパッド181で加工停止させることができない反面、パッド181を露出する面積を削減できる。このため、金属系の反応生成物の発生や、チャージングダメージを改善することができる。

[0039] また、配線層180には、トランジスタ183などの所定数の半導体素子が配置される。配線層180内の半導体素子のうちトランジスタ183が貫

通孔 130 に最も近いものとする。また、貫通電極 141 は、貫通孔 130 において、そのトランジスタ 183 に最も近い位置（同図においては貫通孔 130 の右端の座標 X3）に配置される。

[0040] ここで、貫通孔 130 内を導電膜で充填した構成を第 1 の比較例として想定する。また、特許文献 1 のように、貫通孔 130 の側壁全面と、底部全面とを導電膜で被覆してコップ型にし、その内部を空隙を残して保護膜で充填する構成を第 2 の比較例として想定する。

[0041] コップ型の第 2 の比較例では、第 1 の比較例よりも熱応力（ストレス）が低減するものの、特に、円周方向や底部に強い熱応力を生じてしまう。これに対して、同図の構成では、貫通孔 130 の側壁や底部の一部にのみ貫通電極 141 を形成するため、第 2 の比較例よりも熱応力を低減することができる。

[0042] また、第 1 および第 2 の比較例では、貫通電極の配線特性は、貫通電極の径と導電膜の厚さとに依存する。これに対して、同図の構成では、貫通孔 130 の側壁や底部の一部にのみ貫通電極 141 を形成するため、その配線特性を、貫通電極の径から独立して制御することができる。これにより、裏面配線 142 とのインピーダンス整合などを取りやすくなり、高周波の信号の伝送特性を改善することができる。

[0043] 図 2 は、本技術の第 1 の実施の形態における半導体装置 100 の平面図の一例である。同図は、図 1 の座標 Z0 の X-Y 平面を Z 軸方向から見た際の平面図を示す。貫通孔 130 は円形であり、その側壁のうち、バンプ 120 に最も近い座標 X3 に貫通電極 141 が配置される。その貫通電極 141 とバンプ 120 とは、裏面配線 142 により最短距離で接続される。

[0044] 図 2 において、座標 X2 の左側の線状の導電膜が貫通電極 141 に該当し、その座標の右側の線状の導電膜が裏面配線 142 に該当する。

[0045] [半導体装置の製造方法]

図 3 は、本技術の第 1 の実施の形態における絶縁膜 160 の成膜までの製造方法を説明するための図である。まず、同図における a に例示するように

、製造システムは、半導体基板 170 の表面に既存技術で配線層 180 を形成する。パッド 181 は、貫通電極 141 を配置する領域のみに配置される。次に、半導体基板 170 を裏面より研削やドライエッチング、ウェットエッチングで薄膜化する。

[0046] 次に、製造システムは、同図における b に例示するようにドライエッチングで半導体基板 170 に貫通孔 130 を形成する。絶縁膜 160 の形成前の貫通孔 130 の直径は、例えば、10 乃至 100 マイクロメートル (μm) 程度である。

[0047] 次に、同図における c に例示するように、製造システムは、貫通電極 141 と半導体基板 170 を分離する絶縁膜 160 を形成する。この絶縁膜 160 は、PE-CVD (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) 法、ALD (Atomic Layer Deposition) 法、または、樹脂の塗布により形成される。このとき、貫通孔 130 の底部よりも半導体基板 170 の裏面側の成膜量が厚くなるように絶縁膜 160 が形成される。

[0048] 図 4 は、本技術の第 1 の実施の形態における導電膜 140 の成膜までの製造方法を説明するための図である。同図における a に例示するように、製造システムは、ドライエッチングで底部の絶縁膜 160 を除去する。エッチング量は、パッド 181 を形成していない箇所が下層配線と接触しないように制御する。前述した貫通孔底部と裏面の絶縁膜 160 の成膜量の差により、裏面側に絶縁膜 160 が残留する。

[0049] 次に、所謂セミアディティブプロセスで、貫通電極 141 および裏面配線 142 の形成が同時に行われる。同図における b に例示するように、製造システムは、PE-PVD (Plasma-Enhanced Physical Vapor Deposition) 法、PE-CVD 法によりバリアメタルおよびシードメタル (導電膜 140) を成膜する。

[0050] 図 5 は、本技術の第 1 の実施の形態における保護膜 110 およびバンプ 120 の形成までの製造方法を説明するための図である。同図における a に例示するように、製造システムは、最終的に導電膜 140 を配置しない領域 (

配線スペースなど)にリソグラフィでレジスト190によるマスクを形成し、電界メッキによりレジスト190が形成されていない領域の導電膜140を増膜する。貫通孔130内の一部にしか導電膜140が形成されないように、レジスト190は貫通電極141内でもパターニングされている。

[0051] 次に、同図におけるbに例示するように、製造システムは、レジスト190を除去した後、ウェットエッチングでレジスト190下の導電膜140を除去し、貫通電極141と裏面配線142とを分離する。裏面配線142の配線幅は貫通電極141の幅と同等以下で、例えば、3乃至50マイクロメートル(μm)である。

[0052] 次に、同図におけるcに例示するように、製造システムは、保護膜110を塗布法で形成し、外部へ接続するためのバンプ120を形成する。このとき、製造システムは、塗布条件を調整することで、貫通孔130内を保護膜110で完全に充填させず、空隙を持たせる。

[0053] 図6は、本技術の第1の実施の形態における製造方法の一例を示すフローチャートである。まず、製造システムは、半導体基板170の表面に既存技術で配線層180を形成し(ステップS901)、ドライエッチングで半導体基板170に貫通孔130を形成する(ステップS902)。次に、製造システムは、PE-CVD法などにより絶縁膜160を形成する(ステップS903)。

[0054] そして、製造システムは、ドライエッチングで底部の絶縁膜160を除去し(ステップS904)、PE-PVD法などにより導電膜140を成膜する(ステップS905)。

[0055] 続いて製造システムは、レジスト190によるマスクを形成してレジスト190以外の領域の導電膜140を増膜する(ステップS906)。次に、製造システムは、貫通電極141と裏面配線142とを分離し(ステップS907)、保護膜110およびバンプ120を形成する(ステップS908)。ステップS908の後に、製造システムは、各種の工程を実行し、半導体装置100の製造を終了する。

[0056] このように、本技術の第１の実施の形態によれば、貫通孔１３０の側壁の一部と底部の一部とに沿って貫通電極１４１を形成したため、側壁および底部の全面に貫通電極１４１を形成する場合よりも熱応力を低減することができる。さらに、配線の設計自由度の拡大により配線の伝送性能の改善も期待することができる。

[0057] ＜２．第２の実施の形態＞

上述の第１の実施の形態では、貫通孔１３０の側壁および底部の一部に貫通電極１４１を形成していたが、要求される熱応力や抵抗率が貫通電極ごとに異なることもある。この第２の実施の形態の半導体装置１００は、貫通電極の面積を用途に応じて変更した点において第１の実施の形態と異なる。

[0058] 図７は、本技術の第２の実施の形態における半導体装置１００の一構成例を示す断面図である。この第２の実施の形態の半導体装置１００は、貫通孔１３０および１３１などの複数の貫通孔が形成される。また、貫通孔の用途に応じて、その貫通孔に形成する貫通電極の面積が調整される。

[0059] 例えば、半導体素子（不図示）の近くにある貫通孔１３０などでは、導電膜の面積を減らし、熱応力を軽減する。一方で低抵抗が求められる貫通孔１３１などでは、導電膜の面積を広くし、抵抗率を低減する。

[0060] 同図においては、貫通孔１３０内において、側壁の一部と、底部の一部とに沿って貫通電極１４１が形成される。一方、貫通孔１３１内において、側壁の全面と、底部の全面とに沿って貫通電極１４３が形成される。貫通電極１４３は、裏面配線１４４を介してバンプ１２１に接続される。製造する際には、図５におけるａの工程でリソグラフィマスクを調整すればよく、貫通孔のサイズなどで作り分ける場合よりも容易である。

[0061] なお、貫通孔１３１は特許請求の範囲に記載の第２の貫通孔の一例であり、貫通電極１４３は、特許請求の範囲に記載の第２の内側貫通電極の一例である。

[0062] このように、本技術の第２の実施の形態によれば、貫通電極１４１および１４３のそれぞれの面積を異なるものにしたため、貫通電極ごとに、熱応力

や抵抗率を適切な値に調整することができる。

[0063] < 3. 第3の実施の形態 >

上述の第1の実施の形態では、絶縁膜160の内壁に貫通電極141を形成していたが、クロストークの低減が必要な場合もある。この第3の実施の形態の半導体装置100は、貫通孔130の側壁に沿って貫通電極をさらに形成した点において第1の実施の形態と異なる。

[0064] 図8は、本技術の第3の実施の形態における半導体装置100の一構成例を示す断面図である。この第3の実施の形態の半導体装置100は、貫通電極151、裏面配線152およびバンプ121をさらに備える点において第1の実施の形態と異なる。

[0065] 貫通電極151は、貫通孔130内において、絶縁膜160の外壁（言い換えれば、絶縁膜160と半導体基板170との間）に形成される。なお、貫通電極151は、特許請求の範囲に記載の外側貫通電極の一例である。

[0066] また、絶縁膜160と裏面との間に裏面配線152が配線される。この裏面配線152により、貫通電極151とバンプ121が接続される。貫通電極151および裏面配線152の配置により、半導体基板170を介して信号のクロストークが軽減される。また、貫通電極141のインピーダンス制御が容易となる。なお、貫通電極151の線幅を貫通電極141よりも広くすることが好ましい。同図において、線幅は、Y軸方向におけるサイズである。

[0067] 図9は、本技術の第3の実施の形態における絶縁膜160の成膜までの製造方法を説明するための図である。同図におけるaは、第1の実施の形態の図3におけるbに該当する。半導体基板170に貫通孔130を形成した状態である。

[0068] 次に、図9におけるbに例示するように、製造システムは、図4におけるb、図5におけるaおよびbに相当するセミアディティブ法により導電膜150を形成する。

[0069] 次に、図9におけるcに例示するように、製造システムは、絶縁膜160

を成膜し、ドライエッチングにより底部の絶縁膜 160 を除去する。

[0070] 図 10 は、本技術の第 3 の実施の形態における保護膜 110 およびバンプ 120 の形成までの製造方法を説明するための図である。同図における a に例示するように、半導体基板 170 の裏面側の平面部の絶縁膜 160 を加工し、導電膜 150 まで達する貫通孔 132 を形成する。

[0071] 次に、同図における b に例示するように、製造システムは、図 4 における b、図 5 における a および b に相当するセミアディティブ法により導電膜 140 を形成する。このとき、図 10 における a で形成した貫通孔 132 にも導電膜を埋め込み、導電膜 150 が外部で接続できるようにする。

[0072] 次に、図 10 における c に例示するように、製造システムは、保護膜 110 を塗布法で形成し、外部に接続するためのバンプ 121 を形成する。この際、塗布条件を調整することで貫通孔 130 を完全に充填せず、空隙を持たせる。

[0073] なお、第 3 の実施の形態に第 2 の実施の形態を適用することができる。

[0074] このように、本技術の第 3 の実施の形態によれば、絶縁膜 160 と半導体基板 170 との間に貫通電極 151 をさらに形成したため、クロストークを軽減することができる。

[0075] <4. 第 4 の実施の形態>

上述の第 1 の実施の形態では、X-Y 平面においてトランジスタ 183 に最も近い座標 X3 に貫通電極 141 を配置していたが、半導体素子の特性変動の軽減が必要な場合がある。この第 4 の実施の形態の半導体装置 100 は、貫通電極 141 の位置を変更した点において第 1 の実施の形態と異なる。

[0076] 図 11 は、本技術の第 4 の実施の形態における半導体装置 100 の一構成例を示す断面図である。第 4 の実施の形態においても貫通孔 130 に最も近いトランジスタ 183 は、第 1 の実施の形態と同様に貫通孔 130 の右側に配置されているものとする。一方、貫通電極 141 は、貫通孔 130 において、そのトランジスタ 183 から最も遠い位置（同図においては貫通孔 130 の左端の座標 X1）に配置される。

[0077] 図12は、本技術の第4の実施の形態における半導体装置100の平面図の一例である。貫通電極141の位置が座標X3から座標X1に変更されたため、裏面配線142の配線経路も変更される。なお、貫通電極141からトランジスタ183への方向（同図における右方向）と同じ方向にバンプ120を配置しているが、バンプ120の位置は任意であり、左方向などに配置することもできる。

[0078] 内壁および底部の一部にのみ貫通電極141を形成した場合でも、貫通電極141を形成する導電膜140に起因して若干の熱応力が発生する。しかし、図11、図12に例示した配置であれば、周辺の半導体素子（不図示）を少なくすることが可能であり、熱応力による半導体素子の特性変動を軽減することができる。

[0079] なお、第4の実施の形態に第2の実施の形態や第3の実施の形態を適用することができる。

[0080] このように本技術の第4の実施の形態によれば、トランジスタ183から最も遠い座標X1に貫通電極141を配置したため、熱応力による半導体素子の特性変動を軽減することができる。

[0081] <5. 第5の実施の形態>

上述の第1の実施の形態では、バンプ120とパッド181とを1本の裏面配線142により接続していたが、さらなる熱応力の低減が要求されることもある。この第5の実施の形態の半導体装置100は、同電位の複数本の裏面配線を配線した点において第1の実施の形態と異なる。

[0082] 図13は、本技術の第5の実施の形態における半導体装置100の平面図の一例である。この第5の実施の形態において、貫通孔130の側壁の一部に、貫通電極141-1、141-2および141-3などの複数の貫通電極が配置される。貫通電極141-1とバンプ120とは、裏面配線142-1により接続され、貫通電極141-2とバンプ120とは、裏面配線142-2により接続される。貫通電極141-3とバンプ120とは、裏面配線142-3により接続される。同図の接続により、3本の裏面配線の電

位は同電位となる。なお、貫通電極および裏面配線のそれぞれの個数は、3つに限定されない。

[0083] 同図に例示したように、同電位の複数本の裏面配線を配線することにより、1本当たりの体積を減少させて熱応力をさらに低減することができる。また、高周波の信号伝送では、表皮効果により配線表面の電流しか、伝導に参与しないが、同図の構成では、表面積が増大するため、表面付近の抵抗を下げて伝導性を向上させることができる。

[0084] なお、第5の実施の形態に、第2、第3の実施の形態や第4の実施の形態を適用することができる。

[0085] このように本技術の第5の実施の形態によれば、同電位の複数の貫通電極と複数本の裏面配線とを形成したため、熱応力をさらに低減することができる。

[0086] <6. 第6の実施の形態>

上述の第1の実施の形態では、バンプ120とパッド181とを1本の裏面配線142により接続していたが、貫通電極の高集積化が要求されることがある。この第6の実施の形態の半導体装置100は、異なる電位の複数の裏面配線を配線した点において第1の実施の形態と異なる。

[0087] 図14は、本技術の第6の実施の形態における半導体装置100の平面図の一例である。この第6の実施の形態において、貫通孔130の側壁の一部に、貫通電極141-1、141-2および141-3などの複数の貫通電極が配置される。また、バンプ120-1、120-2および120-3などの複数のバンプが裏面に形成される。

[0088] 貫通電極141-1とバンプ120-1とは、裏面配線142-1により接続され、貫通電極141-2とバンプ120-2とは、裏面配線142-2により接続される。貫通電極141-3とバンプ120-3とは、裏面配線142-3により接続される。同図の接続により、3本の裏面配線の電位は異なる値となる。なお、貫通電極、裏面配線およびバンプのそれぞれの個数は、3つに限定されない。

[0089] 同図に例示したように、電位の異なる複数本の裏面配線を配線することにより、貫通電極を高集積化することができる。

[0090] なお、第6の実施の形態に、第2、第3、第4の実施の形態や第5の実施の形態を適用することができる。

[0091] このように、本技術の第6の実施の形態によれば、電位の異なる複数本の裏面配線を配線したため、高集積化が可能となる。

[0092] <7. 第7の実施の形態>

上述の第1の実施の形態では、貫通電極141と裏面配線142との線幅や厚みを同程度としていたが、これらの少なくとも一方が異なってもよい。この第7の実施の形態の半導体装置100は、貫通電極141と裏面配線142との線幅や厚みが異なる点において第1の実施の形態と異なる。

[0093] 図15は、本技術の第7の実施の形態における半導体装置100の平面図の一例である。この第7の実施の形態において、座標X3より左側の貫通電極141の線幅は、座標X3より右側の裏面配線142よりも大きい。なお、貫通電極141と裏面配線142との厚みを異なる値にすることもできる。また、貫通電極141と裏面配線142との線幅および厚みの両方を異なる値にすることもできる。

[0094] 貫通電極141と裏面配線142との線幅や厚みが異なる場合、インピーダンスの不整合が生じる場合があるが、その代わりに、設計の自由度を向上させ、信号伝送性能を改善することができる。製造上の安定性のため、線幅に関しては、貫通電極141と裏面配線142と境界から数マイクロメートル(μm)程度の範囲内で、裏面配線側で変化させるのが好適である。

[0095] なお、第7の実施の形態に、第2、第3、第4、第5の実施の形態や第6の実施の形態を適用することができる。

[0096] このように、本技術の第7の実施の形態によれば、貫通電極141と裏面配線142との線幅や厚みが異なるため、設計の自由度を向上させ、信号伝送性能を改善することができる。

[0097] <8. 第8の実施の形態>

上述の第１の実施の形態では、貫通孔１３０の形状を円にしていたが、楕円にすることもできる。この第８の実施の形態における半導体装置１００は、楕円形の貫通孔１３０を形成した点において第１の実施の形態と異なる。

[0098] 図１６は、本技術の第８の実施の形態における半導体装置１００の平面図の一例である。この第８の実施の形態の半導体装置１００は、貫通孔１３０の形状が楕円である点において第１の実施の形態と異なる。また、貫通電極１４１は、その楕円の短軸上に形成される。これにより、図５におけるａのリソグラフィの工程で貫通孔１３０のアスペクト比が低下するため、製造が容易となる。

[0099] なお、第８の実施の形態に、第２、第３、第４、第５、第６の実施の形態や第７の実施の形態を適用することができる。

[0100] このように本技術の第８の実施の形態によれば、貫通孔１３０の形状を楕円とし、その楕円の短軸上に貫通電極１４１を形成したため、製造が容易となる。

[0101] ＜９．第９の実施の形態＞

上述の第１の実施の形態では、貫通孔１３０の側壁および底部の一部に貫通電極１４１を形成していたが、スリットの部分以外に貫通電極１４１を形成することもできる。この第９の実施の形態の半導体装置１００は、スリットの部分以外に貫通電極１４１を形成した点において第１の実施の形態と異なる。

[0102] 図１７は、本技術の第９の実施の形態における半導体装置１００の平面図の一例である。この第９の実施の形態において、Ｚ軸方向から見た際に貫通孔１３０は、スリットを除いて導電膜により被覆されている。座標Ｘ０が被覆前の貫通孔１３０の左端であり、座標Ｘ４が被覆前の貫通孔１３０の右端である。同図における点線の円は、被覆後の貫通孔１３０の側壁（言い換えれば、絶縁膜１６０の内壁）を示す。この点線（内壁）の内側の導電膜が貫通電極１４１に該当する。点線の外側の導電膜が裏面配線１４２に該当する。内壁において、スリットの部分以外の内周に沿って貫通電極１４１が形成

される。また、貫通孔１３０の底部において、スリットの部分以外に貫通電極１４１が形成される。

[0103] 図１８は、本技術の第９の実施の形態における半導体装置１００の一構成例を示す断面図の一例である。同図におけるaは、図１７のX５－X５'の線分に沿って切断した際の断面図を示す。図１７におけるbは、図１７のY０－Y０'の線分に沿って切断した際の断面図を示す。

[0104] 図１７および図１８に例示したようにスリット部分以外に貫通電極１４１を形成することにより、第１の実施の形態よりも貫通電極１４１の面積を広くすることができる。

[0105] なお、第９の実施の形態に、第２、第３、第４、第５、第６、第７の実施の形態や第８の実施の形態を適用することができる。

[0106] このように、本技術の第９の実施の形態によれば、スリット部分以外に貫通電極１４１を形成したため、貫通電極１４１の面積を広くすることができる。

[0107] <１０．第１０の実施の形態>

上述の第１の実施の形態では、貫通孔の側壁全面を絶縁膜１６０により被覆していたが、絶縁膜１６０が樹脂膜の場合、無機膜よりも熱ストレスの影響が大きくなる。このため、絶縁膜１６０の変形やクラックにより、貫通電極１４１とパッド１８１とが剥離するおそれがある。この第１０の実施の形態における半導体装置１００は、側壁の一部に絶縁膜１６０を形成した点において第１の実施の形態と異なる。

[0108] 図１９は、本技術の第１０の実施の形態における半導体装置１００の上面図および斜視図の一例である。同図におけるaは、半導体装置１００の上面図の一例である。同図におけるbは、絶縁膜１６０のうち、側壁を被覆する部分の斜視図の一例である。絶縁膜１６０として、例えば、感光性の絶縁樹脂膜が用いられるものとする。

[0109] この第１０の実施の形態において、絶縁膜１６０は、貫通孔１３０の側壁の一部のみを被覆するように形成される。例えば、同図におけるaに例示す

るように、X0からX1までの範囲において、貫通孔130の側壁には絶縁膜160が形成されない。一方、X1からX2までの範囲において、側壁には絶縁膜160が形成される。この結果、同図におけるbに例示するように、絶縁膜160のうち側壁を被覆する部分の立体形状は、Z軸方向に伸びるパイプをZ軸に沿って切断して2分割し、一方のみを残した形状となる。

[0110] 図20は、本技術の第10の実施の形態における半導体装置100の断面図の一例である。同図に例示するように、貫通電極141は、絶縁膜160により被覆された側壁に沿って形成される。

[0111] 第1の実施の形態のように、貫通孔130の側壁全面に絶縁膜160を形成する構成では、貫通孔130内の絶縁膜160がパイプ状となり、熱負荷によって円周方向に強い熱ストレスが生じてしまう。これに対して、側壁の一部に絶縁膜160を形成した第10の実施の形態では、貫通孔130内の絶縁膜160がパイプ状とならず、その体積も減少する。このため、熱ストレスを大きく軽減することができる。貫通孔130内の絶縁膜160の配置および割合は、貫通電極141のレイアウトに応じて自由に変化させることができる。

[0112] 図21は、本技術の第10の実施の形態における絶縁膜の除去までの製造方法を説明するための図である。同図におけるaに例示するように製造システムは、配線層180を形成した半導体基板170に、ドライエッチングで貫通孔130を形成する。そして、同図におけるbに例示するように、製造システムは、スピン塗布法やラミネート法を用いて貫通孔130内に、感光性の絶縁樹脂膜を絶縁膜160として埋め込む。続いて、同図におけるcに例示するように、製造システムは、リソグラフィにより、側壁の一部を被覆する部分を残して、貫通孔130内の絶縁膜160を除去する。

[0113] 図22は、本技術の第10の実施の形態におけるレジスト190の形成までの製造方法を説明するための図である。同図におけるaに例示するように、製造システムは、ドライエッチングで貫通孔底部の配線層180内の絶縁層を除去し、パッド181を露出させる。エッチング量は、パッド181を

形成していない箇所が下層配線と接触しないように制御される。そして、同図におけるbに例示するように、製造システムは、PE-PVD法、PECVD法によりバリアメタルおよびシードメタル（導電膜140）を成膜する。続いて、同図におけるcに例示するように、製造システムは、最終的に導電膜140を配置しない領域（配線スペースなど）にリソグラフィでレジスト190によるマスクを形成する。

[0114] 図23は、本技術の第10の実施の形態における保護膜およびバンプの形成までの製造方法を説明するための図である。同図におけるaに例示するように、製造システムは、電界メッキによりレジスト190が形成されていない領域の導電膜140を増膜する。次に、同図におけるbに例示するように、製造システムは、レジスト190を除去した後、ウェットエッチングでレジスト190下の導電膜140を除去し、貫通電極141と裏面配線142とを分離する。次に、同図におけるcに例示するように、製造システムは、保護膜110を塗布法で形成し、外部へ接続するためのバンプ120を形成する。このとき、製造システムは、塗布条件を調整することで、貫通孔130内を保護膜110で完全に充填させず、空隙を持たせる。

[0115] なお、第10の実施の形態に、第2、第3、第4、第5、第6、第7、第8の実施の形態や第9の実施の形態を適用することができる。

[0116] このように、本技術の第10の実施の形態によれば、絶縁膜160が、貫通孔130の側壁の一部を被覆するため、側壁全面を被覆する場合よりも熱ストレスを軽減することができる。

[0117] [第1の変形例]

上述の第10の実施の形態では、貫通孔130の側壁のうち、絶縁膜160により被覆されていない部分において半導体基板170が露出した状態となり、デバイス性能や特性影響への懸念が生じることがある。この第10の実施の形態の第1の変形例における半導体装置100は、貫通孔130の側壁が無機膜により被覆される点において第10の実施の形態と異なる。

[0118] 図24は、本技術の第10の実施の形態の第1の変形例における半導体装

置 100 の断面図の一例である。この第 10 の実施の形態の第 1 の変形例において、貫通孔 130 の側壁全面と、半導体基板 170 の裏面とは、無機膜 165 により被覆される。無機膜 165 として、二酸化シリコン (SiO_2)、窒化シリコン (SiN)、または、Low-k 膜などが用いられる。絶縁膜 160 は、貫通孔 130 内の無機膜 165 の一部を被覆するように形成される。

[0119] 無機膜 165 の成膜工程は、図 21 における a および b の間に挿入される。図 21 における b 以降の製造工程は、第 10 の実施の形態と同様である。貫通孔底部に形成された無機膜 165 は、図 22 における a のドライエッチングで、貫通孔底部の配線層 180 内の絶縁層とともに除去される。

[0120] このように、本技術の第 10 の実施の形態の第 1 の変形例によれば、貫通孔 130 の側壁を無機膜 165 により被覆したため、側壁のうち絶縁膜 160 を形成していない部分を無機膜 165 で覆うことができる。

[0121] [第 2 の変形例]

上述の第 10 の実施の形態では、貫通孔 130 内に 1 本の貫通電極を配置していたが、2 本以上の貫通電極を配置することもできる。この場合には、貫通電極の配置に合わせて、側壁のうち複数の領域を絶縁膜 160 により被覆することができる。この第 10 の実施の形態の第 2 の変形例における半導体装置 100 は、側壁の複数の領域を絶縁膜 160 により被覆した点において第 10 の実施の形態と異なる。

[0122] 図 25 は、本技術の第 10 の実施の形態の第 2 の変形例における半導体装置 100 の斜視図および上面図の一例である。同図における a は、絶縁膜 160 のうち、側壁を被覆する部分の斜視図の一例である。同図における b および c は、半導体装置 100 の上面図の一例である。ただし、同図における b では、絶縁膜 160 により被覆された領域を明示するため、貫通電極および裏面配線を省略している。

[0123] 同図における a および b に例示するように、側壁のうち 2 つの領域が絶縁膜 160 により被覆される。2 つの領域の一方は、Z 軸方向から見て、X0

からX 1 までの円弧状の領域であり、他方は、X 2 からX 3 までの円弧状の領域である。同図におけるbの太い点線は、側壁のうち、絶縁膜1 6 0により被覆された領域を示す。これらの2つの領域は、互いに分離している。

[0124] 図2 6は、本技術の第1 0の実施の形態の第2の変形例における半導体装置1 0 0の断面図の一例である。図2 6におけるaは、図2 5におけるcのX 4 - X 5の線分に沿って切断した際の断面図である。図2 6におけるbは、図2 5におけるcのY 1 - Y 2の線分に沿って切断した際の断面図である。

[0125] 図2 5および図2 6に例示するように、絶縁膜1 6 0により被覆された2つの領域のうち左側の部分に沿って貫通電極1 4 1 - 1が形成され、裏面配線1 4 2 - 1に接続される。また、右側の部分に沿って貫通電極1 4 1 - 2が形成され、裏面配線1 4 2 - 2に接続される。

[0126] このように、本技術の第1 0の実施の形態の第2の変形例によれば、側壁のうち2つの領域を絶縁膜1 6 0が被覆するため、貫通電極1 4 1 - 1および1 4 1 - 2を配置することができる。

[0127] [第3の変形例]

上述の第1 0の実施の形態の第2の変形例では、2つの領域に絶縁膜1 6 0を形成していたが、貫通孔1 3 0内の絶縁膜1 6 0の配置および割合は、貫通電極1 4 1のレイアウトに応じて自由に変化させることができる。この第1 0の実施の形態の第3の変形例における半導体装置1 0 0は、絶縁膜1 6 0の配置や割合を変更した点において第1 0の実施の形態の第2の変形例と異なる。

[0128] 図2 7は、本技術の第1 0の実施の形態の第3の変形例における半導体装置の上面図の一例である。同図におけるaは、絶縁膜1 6 0を4つの領域に形成した場合の上面図を示す。同図におけるbは、絶縁膜1 6 0により被覆する面積を広くした場合の上面図を示す。同図におけるcは、絶縁膜1 6 0により被覆する面積を狭くした場合の上面図を示す。同図におけるdは、絶縁膜1 6 0を2つの領域に形成し、それぞれの領域の面積を狭くした場合の

上面図を示す。ただし、同図では、絶縁膜 160 により被覆された領域を明示するため、貫通電極 141 や裏面配線 142 を省略している。

[0129] 同図における a に例示するように、側壁のうち 4 つの領域を絶縁膜 160 により被覆することもできる。また、同図における b に例示するように、絶縁膜 160 により被覆する面積を、被覆されていない部分の面積よりも広くすることができる。逆に、同図における c に例示するように、絶縁膜 160 により被覆する面積を、被覆されていない部分の面積よりも狭くすることもできる。また、同図における d に例示するように、2 つの領域を絶縁膜 160 により被覆し、それぞれの領域の面積を、側壁全面の半分より狭くすることもできる。

[0130] 上述のように、絶縁膜 160 の配置や割合は、導電膜 140 や貫通電極 141 のレイアウトに応じて自由に変化させることができる。上述の各種の絶縁膜 160 のパターンは、図 21 における c のリソグラフィのマスクパターンのレイアウトを変更することで製造することができる。また、半導体装置 100 に複数の貫通孔が形成される場合、それぞれについて、異なる形状で被覆することもできる。例えば、ある貫通孔については同図における a の形状で被覆し、別の貫通孔については同図における b の形状で被覆することができる。同様に、同図における a および c の組み合わせや、同図における a、b および c の組み合わせを用いることもできる。

[0131] このように、本技術の第 10 の実施の形態の第 3 の変形例によれば、絶縁膜 160 の配置や割合を変更したため、導電膜や貫通孔の様々なレイアウトに対応することができる。

[0132] なお、第 1 乃至第 10 の実施の形態は、複数の基板を積層した構成に適用することもできる。図 28 は、本技術の実施の形態における個体撮像装置の積層構造の一例を示す図である。この個体撮像装置は、下側基板 11 と上側基板 12 とが積層されて構成された積層基板 13 がパッケージ化された半導体パッケージである。

[0133] 例えば、上側基板 12 には、図 28 の A に示されるように、光電変換を行

う画素部が２次元配列された画素領域２１と、画素部の制御を行う制御回路２２が形成されており、下側基板１１には、画素部から出力された画素信号を処理する信号処理回路などのロジック回路２３が形成されている。

[0134] あるいはまた、図２８のＢに示されるように、上側基板１２には、画素領域２１のみが形成され、下側基板１１に、制御回路２２とロジック回路２３が形成される構成でもよい。

[0135] 第１乃至第１０の実施の形態に例示した貫通電極１４１の構造は、下側基板１１などに設けられるチップ貫通電極（TCV：Through Chip Via）に適用される。

[0136] ＜１１．移動体への応用例＞

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

[0137] 図２９は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[0138] 車両制御システム１２０００は、通信ネットワーク１２００１を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図２９に示した例では、車両制御システム１２０００は、駆動系制御ユニット１２０１０、ボディ系制御ユニット１２０２０、車外情報検出ユニット１２０３０、車内情報検出ユニット１２０４０、及び統合制御ユニット１２０５０を備える。また、統合制御ユニット１２０５０の機能構成として、マイクロコンピュータ１２０５１、音声画像出力部１２０５２、及び車載ネットワークＩ／Ｆ（interface）１２０５３が図示されている。

[0139] 駆動系制御ユニット１２０１０は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット１２０１０は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆

動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

[0140] ボディ系制御ユニット１２０２０は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット１２０２０は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット１２０２０には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット１２０２０は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0141] 車外情報検出ユニット１２０３０は、車両制御システム１２０００を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット１２０３０には、撮像部１２０３１が接続される。車外情報検出ユニット１２０３０は、撮像部１２０３１に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット１２０３０は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0142] 撮像部１２０３１は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部１２０３１は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部１２０３１が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0143] 車内情報検出ユニット１２０４０は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット１２０４０には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部１２０４１が接続される。運転者状態検出部１２０４１は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット１２０４０は、運転者状

態検出部 12041 から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0144] マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 又は車内情報検出ユニット 12040 で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット 12010 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含む A D A S (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0145] また、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 又は車内情報検出ユニット 12040 で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0146] また、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット 12020 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0147] 音声画像出力部 12052 は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図 29 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 12061、表示部 12062 及びインストルメントパネル 12063 が例示されている。表示部 12062 は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいて

もよい。

[0148] 図30は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

[0149] 図30では、撮像部12031として、撮像部12101, 12102, 12103, 12104, 12105を有する。

[0150] 撮像部12101, 12102, 12103, 12104, 12105は、例えば、車両12100のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部12101及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として車両12100の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部12102, 12103は、主として車両12100の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部12104は、主として車両12100の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部12105は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0151] なお、図30には、撮像部12101ないし12104の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲12111は、フロントノーズに設けられた撮像部12101の撮像範囲を示し、撮像範囲12112, 12113は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部12102, 12103の撮像範囲を示し、撮像範囲12114は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部12104の撮像範囲を示す。例えば、撮像部12101ないし12104で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両12100を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0152] 撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0153] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし1

2104 から得られた距離情報を基に、撮像範囲 12111 ないし 12114 内における各立体物までの距離と、この距離の時間的变化（車両 12100 に対する相対速度）を求めることにより、特に車両 12100 の進行路上にある最も近い立体物で、車両 12100 と略同じ方向に所定の速度（例えば、0 km/h 以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ 12051 は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0154] 例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2 輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車両 12100 の周辺の障害物を、車両 12100 のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ 12051 は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ 12061 や表示部 12062 を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット 12010 を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0155] 撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在するかどうかを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われ

る。マイクロコンピュータ 12051 が、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 12052 は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部 12062 を制御する。また、音声画像出力部 12052 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 12062 を制御してもよい。

[0156] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、例えば、撮像部 12031 に適用され得る。具体的には、図 1 の半導体装置 100 は、撮像部 12031 に適用することができる。撮像部 12031 に本開示に係る技術を適用することにより、装置内の熱応力を低減して信頼性を向上させることができる。

[0157] <12. 内視鏡手術システムへの応用例>

本開示に係る技術は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

[0158] 図 31 は、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システム 5000 の概略的な構成の一例を示す図である。図 31 では、術者（医師）5067 が、内視鏡手術システム 5000 を用いて、患者ベッド 5069 上の患者 5071 に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム 5000 は、内視鏡 5001 と、その他の術具 5017 と、内視鏡 5001 を支持する支持アーム装置 5027 と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート 5037 と、から構成される。

[0159] 内視鏡手術では、腹壁を切って開腹する代わりに、トロッカ 5025a～5025d と呼ばれる筒状の開孔器具が腹壁に複数穿刺される。そして、トロッカ 5025a～5025d から、内視鏡 5001 の鏡筒 5003 や、その他の術具 5017 が患者 5071 の体腔内に挿入される。図示する例では、その他の術具 5017 として、気腹チューブ 5019、エネルギー処置具 5021 及び鉗子 5023 が、患者 5071 の体腔内に挿入されている。ま

た、エネルギー処置具５０２１は、高周波電流や超音波振動により、組織の切開及び剥離、又は血管の封止等を行う処置具である。ただし、図示する術具５０１７はあくまで一例であり、術具５０１７としては、例えば撮子、レトラクタ等、一般的に内視鏡下手術において用いられる各種の術具が用いられてよい。

[0160] 内視鏡５００１によって撮影された患者５０７１の体腔内の術部の画像が、表示装置５０４１に表示される。術者５０６７は、表示装置５０４１に表示された術部の画像をリアルタイムで見ながら、エネルギー処置具５０２１や鉗子５０２３を用いて、例えば患部を切除する等の処置を行う。なお、図示は省略しているが、気腹チューブ５０１９、エネルギー処置具５０２１及び鉗子５０２３は、手術中に、術者５０６７又は助手等によって支持される。

[0161] (支持アーム装置)

支持アーム装置５０２７は、ベース部５０２９から延伸するアーム部５０３１を備える。図示する例では、アーム部５０３１は、関節部５０３３ａ、５０３３ｂ、５０３３ｃ、及びリンク５０３５ａ、５０３５ｂから構成されており、アーム制御装置５０４５からの制御により駆動される。アーム部５０３１によって内視鏡５００１が支持され、その位置及び姿勢が制御される。これにより、内視鏡５００１の安定的な位置の固定が実現され得る。

[0162] (内視鏡)

内視鏡５００１は、先端から所定の長さの領域が患者５０７１の体腔内に挿入される鏡筒５００３と、鏡筒５００３の基端に接続されるカメラヘッド５００５と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒５００３を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡５００１を図示しているが、内視鏡５００１は、軟性の鏡筒５００３を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0163] 鏡筒５００３の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡５００１には光源装置５０４３が接続されており、当該光源装

置 5 0 4 3 によって生成された光が、鏡筒 5 0 0 3 の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者 5 0 7 1 の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡 5 0 0 1 は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0164] カメラヘッド 5 0 0 5 の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU: Camera Control Unit）5 0 3 9 に送信される。なお、カメラヘッド 5 0 0 5 には、その光学系を適宜駆動させることにより、倍率及び焦点距離を調整する機能が搭載される。

[0165] なお、例えば立体視（3D表示）等に対応するために、カメラヘッド 5 0 0 5 には撮像素子が複数設けられてもよい。この場合、鏡筒 5 0 0 3 の内部には、当該複数の撮像素子のそれぞれに観察光を導光するために、リレー光学系が複数系統設けられる。

[0166] （カートに搭載される各種の装置）

CCU 5 0 3 9 は、CPU (Central Processing Unit) やGPU (Graphics Processing Unit) 等によって構成され、内視鏡 5 0 0 1 及び表示装置 5 0 4 1 の動作を統括的に制御する。具体的には、CCU 5 0 3 9 は、カメラヘッド 5 0 0 5 から受け取った画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。CCU 5 0 3 9 は、当該画像処理を施した画像信号を表示装置 5 0 4 1 に提供する。また、CCU 5 0 3 9 は、カメラヘッド 5 0 0 5 に対して制御信号を送信し、その駆動を制御する。当該制御信号には、倍率や焦点距離等、撮像条件に関する情報が含まれ得る。

[0167] 表示装置 5 0 4 1 は、CCU 5 0 3 9 からの制御により、当該CCU 5 0 3 9 によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。内視鏡

5001が例えば4K（水平画素数3840×垂直画素数2160）又は8K（水平画素数7680×垂直画素数4320）等の高解像度の撮影に対応したものである場合、及び／又は3D表示に対応したものである場合には、表示装置5041としては、それぞれに対応して、高解像度の表示が可能なもの、及び／又は3D表示可能なものが用いられ得る。4K又は8K等の高解像度の撮影に対応したものである場合、表示装置5041として55インチ以上のサイズのものをを用いることで一層の没入感が得られる。また、用途に応じて、解像度、サイズが異なる複数の表示装置5041が設けられてもよい。

[0168] 光源装置5043は、例えばLED（light emitting diode）等の光源から構成され、術部を撮影する際の照射光を内視鏡5001に供給する。

[0169] アーム制御装置5045は、例えばCPU等のプロセッサによって構成され、所定のプログラムに従って動作することにより、所定の制御方式に従って支持アーム装置5027のアーム部5031の駆動を制御する。

[0170] 入力装置5047は、内視鏡手術システム5000に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置5047を介して、内視鏡手術システム5000に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、入力装置5047を介して、患者の身体情報や、手術の術式についての情報等、手術に関する各種の情報を入力する。また、例えば、ユーザは、入力装置5047を介して、アーム部5031を駆動させる旨の指示や、内視鏡5001による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示、エネルギー処置具5021を駆動させる旨の指示等を入力する。

[0171] 入力装置5047の種類は限定されず、入力装置5047は各種の公知の入力装置であってよい。入力装置5047としては、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、スイッチ、フットスイッチ5057及び／又はレバー等が適用され得る。入力装置5047としてタッチパネルが用いられる場合には、当該タッチパネルは表示装置5041の表示面上に設けられてもよ

い。

[0172] あるいは、入力装置 5047 は、例えばメガネ型のウェアラブルデバイスや HMD (Head Mounted Display) 等の、ユーザによって装着されるデバイスであり、これらのデバイスによって検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。また、入力装置 5047 は、ユーザの動きを検出可能なカメラを含み、当該カメラによって撮像された映像から検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。更に、入力装置 5047 は、ユーザの声を收音可能なマイクロフォンを含み、当該マイクロフォンを介して音声によって各種の入力が行われる。このように、入力装置 5047 が非接触で各種の情報を入力可能に構成されることにより、特に清潔域に属するユーザ（例えば術者 5067）が、不潔域に属する機器を非接触で操作することが可能となる。また、ユーザは、所持している術具から手を離すことなく機器を操作することが可能となるため、ユーザの利便性が向上する。

[0173] 処置具制御装置 5049 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 5021 の駆動を制御する。気腹装置 5051 は、内視鏡 5001 による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者 5071 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 5019 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 5053 は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ 5055 は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0174] 以下、内視鏡手術システム 5000 において特に特徴的な構成について、更に詳細に説明する。

[0175] （支持アーム装置）

支持アーム装置 5027 は、基台であるベース部 5029 と、ベース部 5029 から延伸するアーム部 5031 と、を備える。図示する例では、アーム部 5031 は、複数の関節部 5033a、5033b、5033c と、関節部 5033b によって連結される複数のリンク 5035a、5035b と

、から構成されているが、図32では、簡単のため、アーム部5031の構成を簡略化して図示している。実際には、アーム部5031が所望の自由度を有するように、関節部5033a～5033c及びリンク5035a、5035bの形状、数及び配置、並びに関節部5033a～5033cの回転軸の方向等が適宜設定され得る。例えば、アーム部5031は、好適に、6自由度以上の自由度を有するように構成され得る。これにより、アーム部5031の可動範囲内において内視鏡5001を自由に移動させることが可能になるため、所望の方向から内視鏡5001の鏡筒5003を患者5071の体腔内に挿入することが可能になる。

[0176] 関節部5033a～5033cにはアクチュエータが設けられており、関節部5033a～5033cは当該アクチュエータの駆動により所定の回転軸まわりに回転可能に構成されている。当該アクチュエータの駆動がアーム制御装置5045によって制御されることにより、各関節部5033a～5033cの回転角度が制御され、アーム部5031の駆動が制御される。これにより、内視鏡5001の位置及び姿勢の制御が実現され得る。この際、アーム制御装置5045は、力制御又は位置制御等、各種の公知の制御方式によってアーム部5031の駆動を制御することができる。

[0177] 例えば、術者5067が、入力装置5047（フットスイッチ5057を含む）を介して適宜操作入力を行うことにより、当該操作入力に応じてアーム制御装置5045によってアーム部5031の駆動が適宜制御され、内視鏡5001の位置及び姿勢が制御されてよい。当該制御により、アーム部5031の先端の内視鏡5001を任意の位置から任意の位置まで移動させた後、その移動後の位置で固定的に支持することができる。なお、アーム部5031は、いわゆるマスタースレイブ方式で操作されてもよい。この場合、アーム部5031は、手術室から離れた場所に設置される入力装置5047を介してユーザによって遠隔操作され得る。

[0178] また、力制御が適用される場合には、アーム制御装置5045は、ユーザからの外力を受け、その外力にならってスムーズにアーム部5031が移動

するように、各関節部5033a～5033cのアクチュエータを駆動させる、いわゆるパワーアシスト制御を行ってもよい。これにより、ユーザが直接アーム部5031に触れながらアーム部5031を移動させる際に、比較的軽い力で当該アーム部5031を移動させることができる。従って、より直感的に、より簡易な操作で内視鏡5001を移動させることが可能となり、ユーザの利便性を向上させることができる。

[0179] ここで、一般的に、内視鏡下手術では、スコピストと呼ばれる医師によって内視鏡5001が支持されていた。これに対して、支持アーム装置5027を用いることにより、人手によらずに内視鏡5001の位置をより確実に固定することが可能になるため、術部の画像を安定的に得ることができ、手術を円滑に行うことが可能になる。

[0180] なお、アーム制御装置5045は必ずしもカート5037に設けられなくてもよい。また、アーム制御装置5045は必ずしも1つの装置でなくてもよい。例えば、アーム制御装置5045は、支持アーム装置5027のアーム部5031の各関節部5033a～5033cにそれぞれ設けられてもよく、複数のアーム制御装置5045が互いに協働することにより、アーム部5031の駆動制御が実現されてもよい。

[0181] (光源装置)

光源装置5043は、内視鏡5001に術部を撮影する際の照射光を供給する。光源装置5043は、例えばLED、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成される。このとき、RGBレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置5043において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、RGBレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド5005の撮像素子の駆動を制御することにより、RGBそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子に力

ラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0182] また、光源装置 5043 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 5005 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0183] また、光源装置 5043 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Band Imaging）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察するもの（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得るもの等が行われ得る。光源装置 5043 は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0184] （カメラヘッド及びCCU）

図32を参照して、内視鏡5001のカメラヘッド5005及びCCU5039の機能についてより詳細に説明する。図32は、図31に示すカメラヘッド5005及びCCU5039の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0185] 図32を参照すると、カメラヘッド5005は、その機能として、レンズユニット5007と、撮像部5009と、駆動部5011と、通信部5013と、カメラヘッド制御部5015と、を有する。また、CCU5039は、その機能として、通信部5059と、画像処理部5061と、制御部5063と、を有する。カメラヘッド5005とCCU5039とは、伝送ケー

ブル5065によって双方向に通信可能に接続されている。

[0186] まず、カメラヘッド5005の機能構成について説明する。レンズユニット5007は、鏡筒5003との接続部に設けられる光学系である。鏡筒5003の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド5005まで導光され、当該レンズユニット5007に入射する。レンズユニット5007は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。レンズユニット5007は、撮像部5009の撮像素子の受光面上に観察光を集光するように、その光学特性が調整されている。また、ズームレンズ及びフォーカスレンズは、撮像画像の倍率及び焦点の調整のため、その光軸上の位置が移動可能に構成される。

[0187] 撮像部5009は撮像素子によって構成され、レンズユニット5007の後段に配置される。レンズユニット5007を通過した観察光は、当該撮像素子の受光面に集光され、光電変換によって、観察像に対応した画像信号が生成される。撮像部5009によって生成された画像信号は、通信部5013に提供される。

[0188] 撮像部5009を構成する撮像素子としては、例えばCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) タイプのイメージセンサであり、Bayer配列を有するカラー撮影可能なものが用いられる。なお、当該撮像素子としては、例えば4K以上の高解像度の画像の撮影に対応可能なものが用いられてもよい。術部の画像が高解像度で得られることにより、術者5067は、当該術部の様子をより詳細に把握することができ、手術をより円滑に進行することが可能となる。

[0189] また、撮像部5009を構成する撮像素子は、3D表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための1対の撮像素子を有するように構成される。3D表示が行われることにより、術者5067は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部5009が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット5007も複数系統設けられる。

- [0190] また、撮像部5009は、必ずしもカメラヘッド5005に設けられなくてもよい。例えば、撮像部5009は、鏡筒5003の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。
- [0191] 駆動部5011は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部5015からの制御により、レンズユニット5007のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部5009による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。
- [0192] 通信部5013は、CCU5039との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部5013は、撮像部5009から得た画像信号をRAWデータとして伝送ケーブル5065を介してCCU5039に送信する。この際、術部の撮像画像を低レイテンシで表示するために、当該画像信号は光通信によって送信されることが好ましい。手術の際には、術者5067が撮像画像によって患部の状態を観察しながら手術を行うため、より安全で確実な手術のためには、術部の動画像が可能な限りリアルタイムに表示されることが求められるからである。光通信が行われる場合には、通信部5013には、電気信号を光信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。画像信号は当該光電変換モジュールによって光信号に変換された後、伝送ケーブル5065を介してCCU5039に送信される。
- [0193] また、通信部5013は、CCU5039から、カメラヘッド5005の駆動を制御するための制御信号を受信する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。通信部5013は、受信した制御信号をカメラヘッド制御部5015に提供する。なお、CCU5039からの制御信号も、光通信によって伝送されてもよい。この場合、通信部5013には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられ、制御信号は当該光電変換モジュールによって電気信号に変換された後、カメラヘッド制御部5015に提供される。

- [0194] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、取得された画像信号に基づいてCCU5039の制御部5063によって自動的に設定される。つまり、いわゆるAE（Auto Exposure）機能、AF（Auto Focus）機能及びAWB（Auto White Balance）機能が内視鏡5001に搭載される。
- [0195] カメラヘッド制御部5015は、通信部5013を介して受信したCCU5039からの制御信号に基づいて、カメラヘッド5005の駆動を制御する。例えば、カメラヘッド制御部5015は、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報及び／又は撮像時の露光を指定する旨の情報に基づいて、撮像部5009の撮像素子の駆動を制御する。また、例えば、カメラヘッド制御部5015は、撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報に基づいて、駆動部5011を介してレンズユニット5007のズームレンズ及びフォーカスレンズを適宜移動させる。カメラヘッド制御部5015は、更に、鏡筒5003やカメラヘッド5005を識別するための情報を記憶する機能を備えてもよい。
- [0196] なお、レンズユニット5007や撮像部5009等の構成を、気密性及び防水性が高い密閉構造内に配置することで、カメラヘッド5005について、オートクレーブ滅菌処理に対する耐性を持たせることができる。
- [0197] 次に、CCU5039の機能構成について説明する。通信部5059は、カメラヘッド5005との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部5059は、カメラヘッド5005から、伝送ケーブル5065を介して送信される画像信号を受信する。この際、上記のように、当該画像信号は好適に光通信によって送信され得る。この場合、光通信に対応して、通信部5059には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。通信部5059は、電気信号に変換した画像信号を画像処理部5061に提供する。
- [0198] また、通信部5059は、カメラヘッド5005に対して、カメラヘッド5005の駆動を制御するための制御信号を送信する。当該制御信号も光通

信によって送信されてよい。

[0199] 画像処理部5061は、カメラヘッド5005から送信されたRAWデータである画像信号に対して各種の画像処理を施す。当該画像処理としては、例えば現像処理、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、NR（Noise reduction）処理及び／又は手ブレ補正処理等）、並びに／又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の公知の信号処理が含まれる。また、画像処理部5061は、AE、AF及びAWBを行うための、画像信号に対する検波処理を行う。

[0200] 画像処理部5061は、CPUやGPU等のプロセッサによって構成され、当該プロセッサが所定のプログラムに従って動作することにより、上述した画像処理や検波処理が行われ得る。なお、画像処理部5061が複数のGPUによって構成される場合には、画像処理部5061は、画像信号に係る情報を適宜分割し、これら複数のGPUによって並列的に画像処理を行う。

[0201] 制御部5063は、内視鏡5001による術部の撮像、及びその撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部5063は、カメラヘッド5005の駆動を制御するための制御信号を生成する。この際、撮像条件がユーザによって入力されている場合には、制御部5063は、当該ユーザによる入力に基づいて制御信号を生成する。あるいは、内視鏡5001にAE機能、AF機能及びAWB機能が搭載されている場合には、制御部5063は、画像処理部5061による検波処理の結果に応じて、最適な露出値、焦点距離及びホワイトバランスを適宜算出し、制御信号を生成する。

[0202] また、制御部5063は、画像処理部5061によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部の画像を表示装置5041に表示させる。この際、制御部5063は、各種の画像認識技術を用いて術部画像内における各種の物体を認識する。例えば、制御部5063は、術部画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具5021使用時のミスト等を認識することができる。制御部5063は、表示装置5041に術部の画像を表示させる際に

、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させる。手術支援情報が重畳表示され、術者５０６７に提示されることにより、より安全かつ確実に手術を進めることが可能になる。

[0203] カメラヘッド５００５及びＣＣＵ５０３９を接続する伝送ケーブル５０６５は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0204] ここで、図示する例では、伝送ケーブル５０６５を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド５００５とＣＣＵ５０３９との間の通信は無線で行われてもよい。両者の間の通信が無線で行われる場合には、伝送ケーブル５０６５を手術室内に敷設する必要がなくなるため、手術室内における医療スタッフの移動が当該伝送ケーブル５０６５によって妨げられる事態が解消され得る。

[0205] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システム５０００の一例について説明した。なお、ここでは、一例として内視鏡手術システム５０００について説明したが、本開示に係る技術が適用され得るシステムはかかる例に限定されない。例えば、本開示に係る技術は、検査用軟性内視鏡システムや顕微鏡手術システムに適用されてもよい。

[0206] 本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部５００９に好適に適用され得る。具体的には、図１の半導体装置１００は、撮像部５００９に適用することができる。撮像部５００９に本開示に係る技術を適用することにより、装置内の熱応力を低減して信頼性を向上させることができる。

[0207] なお、上述の実施の形態は本技術を具現化するための一例を示したものであり、実施の形態における事項と、特許請求の範囲における発明特定事項とはそれぞれ対応関係を有する。同様に、特許請求の範囲における発明特定事項と、これと同一名称を付した本技術の実施の形態における事項とはそれぞれ対応関係を有する。ただし、本技術は実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において実施の形態に種々の変形を施すことにより具現化することができる。

[0208] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって、限定されるものではなく、また、他の効果があってもよい。

[0209] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 半導体基板と、

前記半導体基板の表面に形成された配線層と、

前記半導体基板の裏面から前記表面まで前記半導体基板を貫通し、側壁が絶縁膜により被覆された第1の貫通孔と、

前記第1の貫通孔の側壁の一部に沿って形成された第1の内側貫通電極とを具備する半導体装置。

(2) 前記半導体基板の前記裏面から前記表面まで前記半導体基板を貫通し、側壁が絶縁膜により被覆された第2の貫通孔と、

前記第2の貫通孔の側壁に沿って形成された第2の内側貫通電極とをさらに具備し、

前記第2の内側貫通電極が形成される面積は、前記第1の内側貫通電極が形成される面積と異なる

前記(1)記載の半導体装置。

(3) 前記半導体基板と前記絶縁膜との間に形成された外側貫通電極をさらに具備する

前記(1)または(2)に記載の半導体装置。

(4) 前記裏面に形成された外部端子と

一端が前記外部端子に接続され、他端が前記第1の内側貫通電極に接続された裏面配線と

をさらに具備する

前記(1)から(3)のいずれかに記載の半導体装置。

(5) 前記配線層には、所定数の半導体素子が配置され、

前記所定数の半導体素子のうち特定の半導体素子は、前記第1の貫通孔に最も近く、

前記第1の貫通孔において、前記特定の半導体素子に最も近い位置に前記

第 1 の内側貫通電極が配置される

前記（４）記載の半導体装置。

（６）前記配線層には、所定数の半導体素子が配置され、

前記所定数の半導体素子のうち特定の半導体素子は、前記第 1 の貫通孔に最も近く、

前記第 1 の貫通孔において、前記特定の半導体素子から最も遠い位置に前記第 1 の内側貫通電極が配置される

前記（４）記載の半導体装置。

（７）前記第 1 の貫通孔の側壁の複数個所のそれぞれに前記第 1 の内側貫通電極が形成される

前記（１）から（６）のいずれかに記載の半導体装置。

（８）前記複数個所の前記第 1 の内側貫通電極のそれぞれの電位は同一である

前記（７）記載の半導体装置。

（９）前記複数個所の前記第 1 の貫通電極のそれぞれの電位は異なる

前記（７）記載の半導体装置。

（１０）前記第 1 の内側貫通電極に接続される裏面配線をさらに具備し、

前記第 1 の内側貫通電極と前記裏面配線との線幅および厚みの少なくとも一方が異なる

前記（１）から（９）のいずれかに記載の半導体装置。

（１１）前記裏面に垂直な方向から見て前記貫通孔の形状は、楕円であり、前記第 1 の内側貫通電極は、前記楕円の短軸上に形成される

前記（１）から（１０）のいずれかに記載の半導体装置。

（１２）前記第 1 の内側貫通電極は、前記側壁の一部と前記第 1 の貫通孔の底部の一部とに沿って形成される

前記（１）から（１１）のいずれかに記載の半導体装置。

（１３）前記配線層には、前記底部の一部に沿ってパッドが形成される

前記（１２）記載の半導体装置。

(14) 前記第1の内側貫通電極は、スリット以外の部分に形成される
前記(1)から(13)のいずれかに記載の半導体装置。

(15) 前記絶縁膜は、前記貫通孔の側壁の一部を被覆し、
前記第1の内側貫通電極は、前記絶縁膜により被覆された側壁に沿って形成される

前記(1)から(14)のいずれかに記載の半導体装置。

(16) 前記貫通孔の側壁を被覆する無機膜をさらに具備し、
前記絶縁膜は、前記無機膜の一部を被覆する
前記(15)記載の半導体装置。

(17) 前記絶縁膜は、前記貫通孔の側壁のうち複数の領域を被覆する
前記(15)または(16)に記載の半導体装置。

(18) 前記側壁のうち前記絶縁膜が被覆された部分の面積は、前記絶縁膜により被覆されない部分の面積と異なる
前記(15)から(17)のいずれかに記載の半導体装置。

(19) 半導体基板の表面に配線層を形成する配線層形成手順と、
前記半導体基板の裏面から前記表面まで前記半導体基板を貫通する第1の貫通孔を形成する貫通孔形成手順と、
前記第1の貫通孔の側壁を被覆する絶縁膜を形成する絶縁膜形成手順と、
前記第1の貫通孔の側壁の一部に沿って第1の内側貫通電極を形成する内側貫通電極形成手順と
を具備する半導体装置の製造方法。

(20) 前記貫通電極形成手順において、前記貫通電極をセミアディティブ法により形成する
前記(19)記載の製造方法。

符号の説明

- [0210] 11 下側基板
 12 上側基板
 13 積層基板

2 1 画素領域
2 2 制御回路
2 3 ロジック回路
1 0 0 半導体装置
1 1 0 保護膜
1 2 0、1 2 0-1~1 2 0-3、1 2 1 バンプ
1 3 0~1 3 2 貫通孔
1 4 0、1 5 0 導電膜
1 4 1、1 4 1-1~1 4 1-3、1 4 3、1 5 1 貫通電極
1 4 2、1 4 2-1~1 4 2-3、1 4 4、1 5 2 裏面配線
1 6 0 絶縁膜
1 6 5 無機膜
1 7 0 半導体基板
1 8 0 配線層
1 8 1 パッド
1 8 2 表面配線
1 8 3 トランジスタ
1 9 0 レジスト
5 0 0 9、1 2 0 3 1 撮像部

請求の範囲

- [請求項1] 半導体基板と、
 前記半導体基板の表面に形成された配線層と、
 前記半導体基板の裏面から前記表面まで前記半導体基板を貫通し、
 側壁が絶縁膜により被覆された第1の貫通孔と、
 前記第1の貫通孔の側壁の一部に沿って形成された第1の内側貫通
 電極と
 を具備する半導体装置。
- [請求項2] 前記半導体基板の前記裏面から前記表面まで前記半導体基板を貫通
 し、側壁が絶縁膜により被覆された第2の貫通孔と、
 前記第2の貫通孔の側壁に沿って形成された第2の内側貫通電極と
 をさらに具備し、
 前記第2の内側貫通電極が形成される面積は、前記第1の内側貫通
 電極が形成される面積と異なる
 請求項1記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記半導体基板と前記絶縁膜との間に形成された外側貫通電極をさ
 らに具備する
 請求項1記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記裏面に形成された外部端子と
 一端が前記外部端子に接続され、他端が前記第1の内側貫通電極に
 接続された裏面配線と
 をさらに具備する
 請求項1記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記配線層には、所定数の半導体素子が配置され、
 前記所定数の半導体素子のうち特定の半導体素子は、前記第1の貫
 通孔に最も近く、
 前記第1の貫通孔において、前記特定の半導体素子に最も近い位置
 に前記第1の内側貫通電極が配置される

請求項4記載の半導体装置。

[請求項6] 前記配線層には、所定数の半導体素子が配置され、
前記所定数の半導体素子のうち特定の半導体素子は、前記第1の貫通孔に最も近く、

前記第1の貫通孔において、前記特定の半導体素子から最も遠い位置に前記第1の内側貫通電極が配置される

請求項4記載の半導体装置。

[請求項7] 前記第1の貫通孔の側壁の複数個所のそれぞれに前記第1の内側貫通電極が形成される

請求項1記載の半導体装置。

[請求項8] 前記複数個所の前記第1の内側貫通電極のそれぞれの電位は同一である

請求項7記載の半導体装置。

[請求項9] 前記複数個所の前記第1の貫通電極のそれぞれの電位は異なる

請求項7記載の半導体装置。

[請求項10] 前記第1の内側貫通電極に接続される裏面配線をさらに具備し、
前記第1の内側貫通電極と前記裏面配線との線幅および厚みの少なくとも一方が異なる

請求項1記載の半導体装置。

[請求項11] 前記裏面に垂直な方向から見て前記貫通孔の形状は、楕円であり、
前記第1の内側貫通電極は、前記楕円の短軸上に形成される

請求項1記載の半導体装置。

[請求項12] 前記第1の内側貫通電極は、前記側壁の一部と前記第1の貫通孔の底部の一部とに沿って形成される

請求項1記載の半導体装置。

[請求項13] 前記配線層には、前記底部の一部に沿ってパッドが形成される

請求項12記載の半導体装置。

[請求項14] 前記第1の内側貫通電極は、スリット以外の部分に形成される

請求項 1 記載の半導体装置。

- [請求項15] 前記絶縁膜は、前記貫通孔の側壁の一部を被覆し、
前記第 1 の内側貫通電極は、前記絶縁膜により被覆された側壁に沿って形成される

請求項 1 記載の半導体装置。

- [請求項16] 前記貫通孔の側壁を被覆する無機膜をさらに具備し、
前記絶縁膜は、前記無機膜の一部を被覆する

請求項 1 5 記載の半導体装置。

- [請求項17] 前記絶縁膜は、前記貫通孔の側壁のうち複数の領域を被覆する

請求項 1 5 記載の半導体装置。

- [請求項18] 前記側壁のうち前記絶縁膜が被覆された部分の面積は、前記絶縁膜により被覆されない部分の面積と異なる

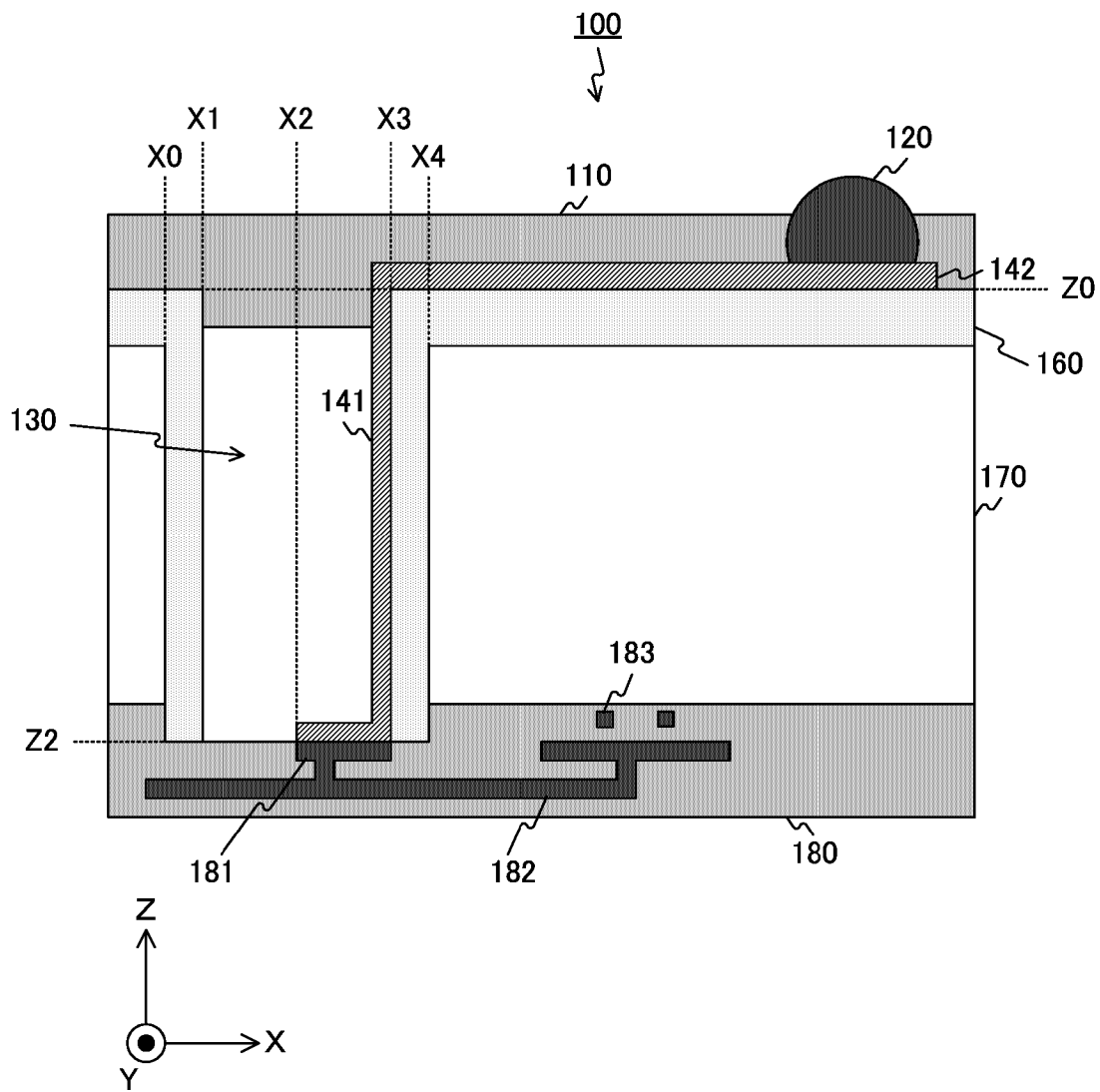
請求項 1 5 記載の半導体装置。

- [請求項19] 半導体基板の表面に配線層を形成する配線層形成手順と、
前記半導体基板の裏面から前記表面まで前記半導体基板を貫通する第 1 の貫通孔を形成する貫通孔形成手順と、
前記第 1 の貫通孔の側壁を被覆する絶縁膜を形成する絶縁膜形成手順と、
前記第 1 の貫通孔の側壁の一部に沿って第 1 の内側貫通電極を形成する内側貫通電極形成手順と
を具備する半導体装置の製造方法。

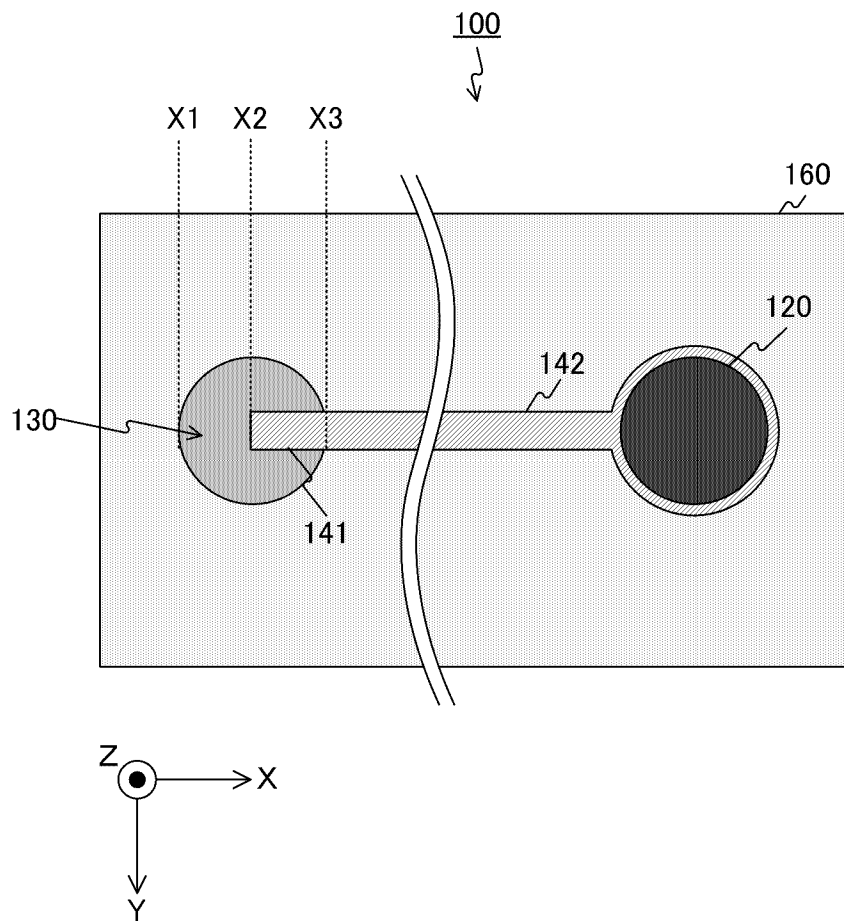
- [請求項20] 前記貫通電極形成手順において、前記貫通電極をセミアディティブ法により形成する

請求項 1 9 記載の製造方法。

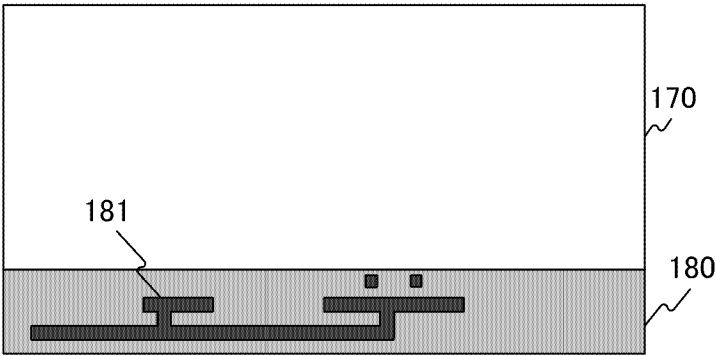
[図1]



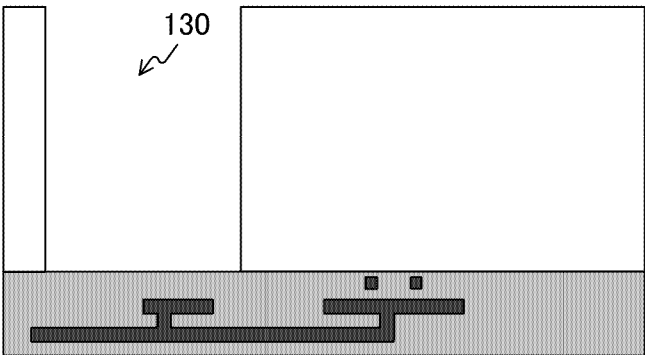
[図2]



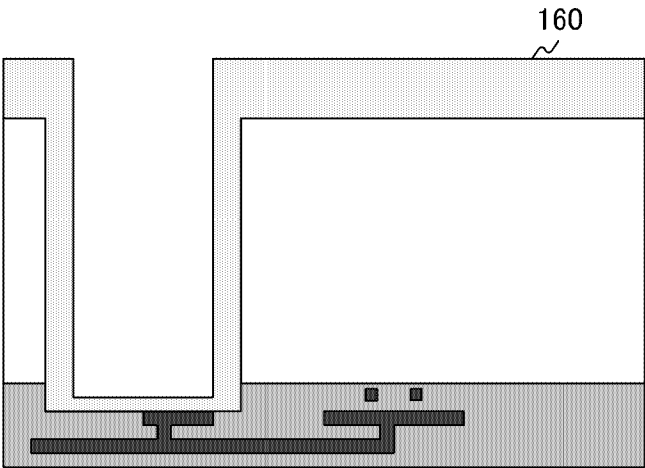
[図3]



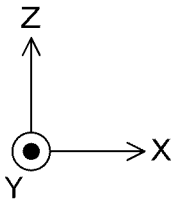
a



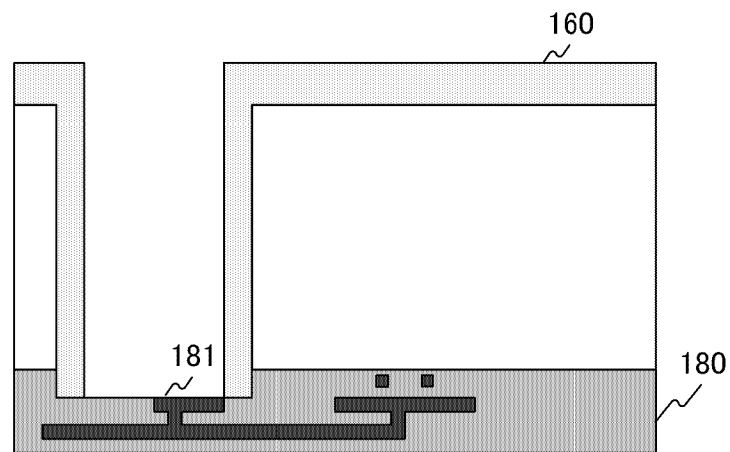
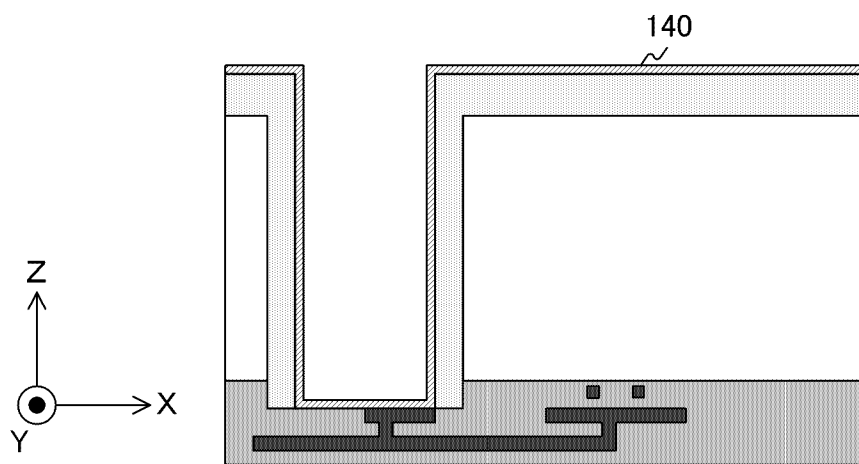
b



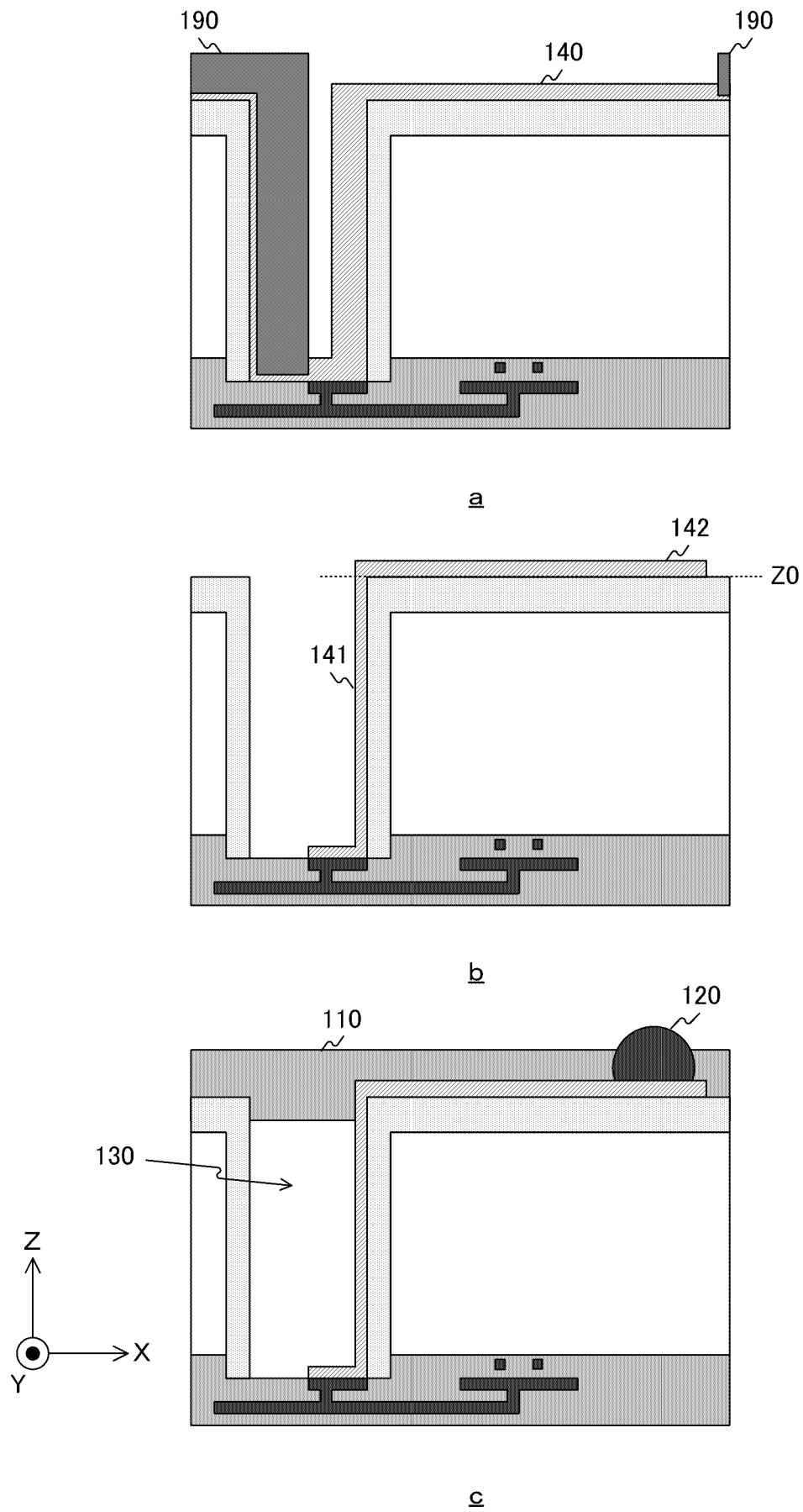
c



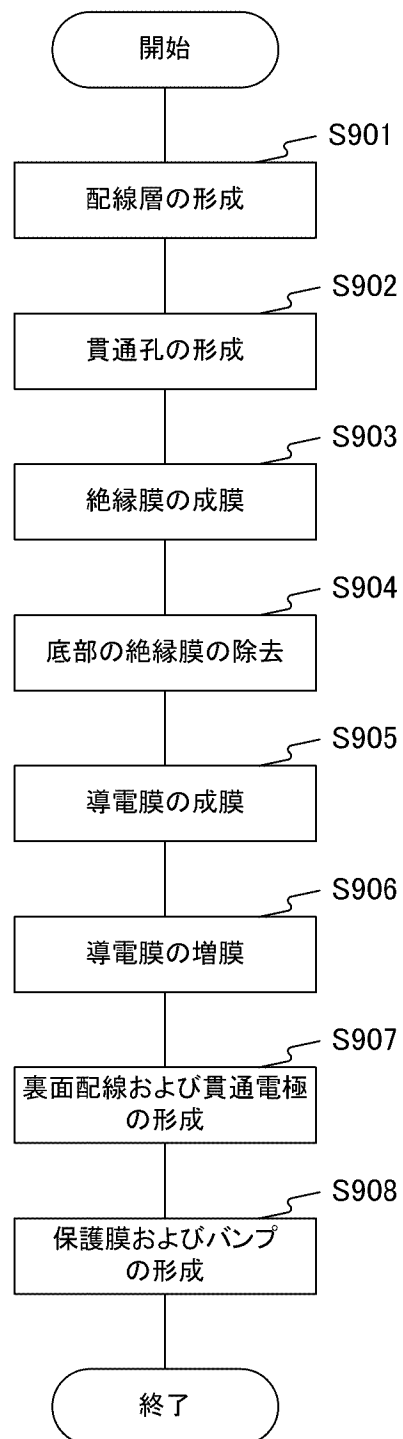
[図4]

ab

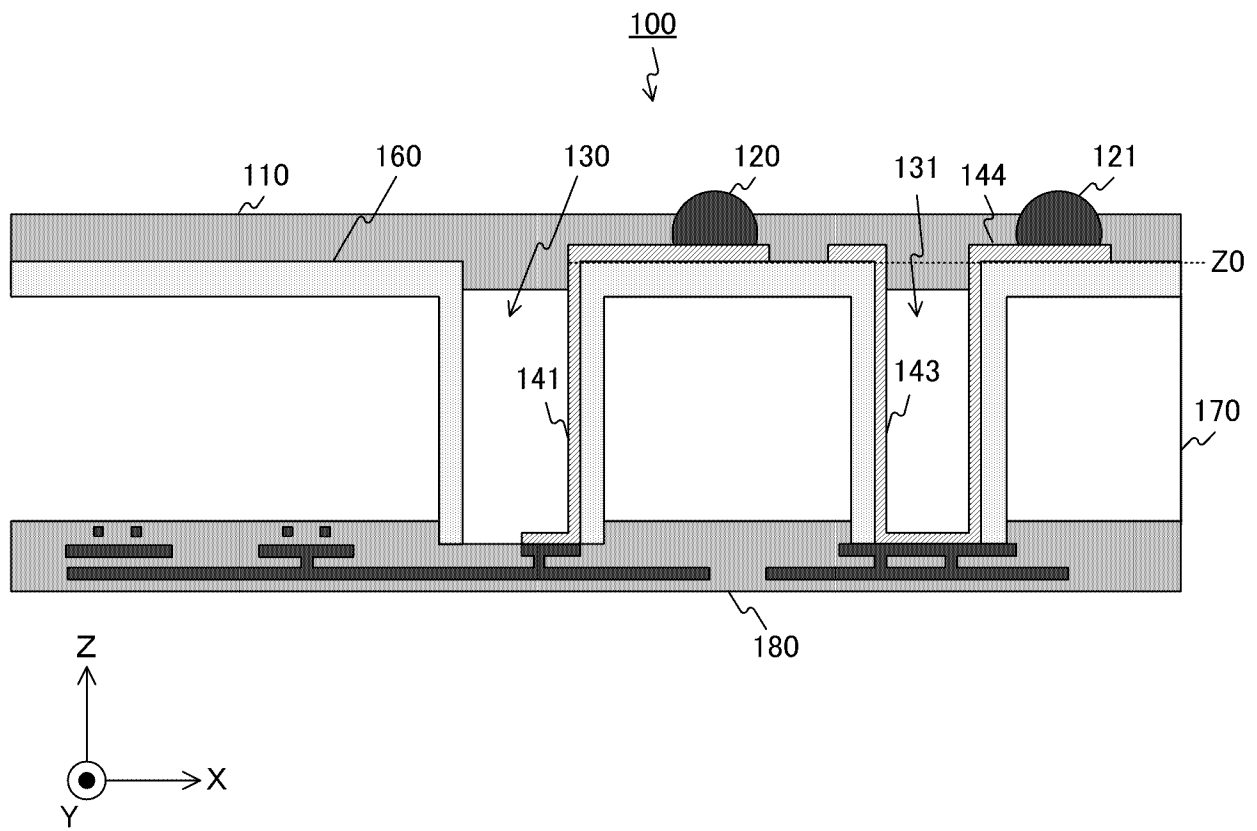
[図5]



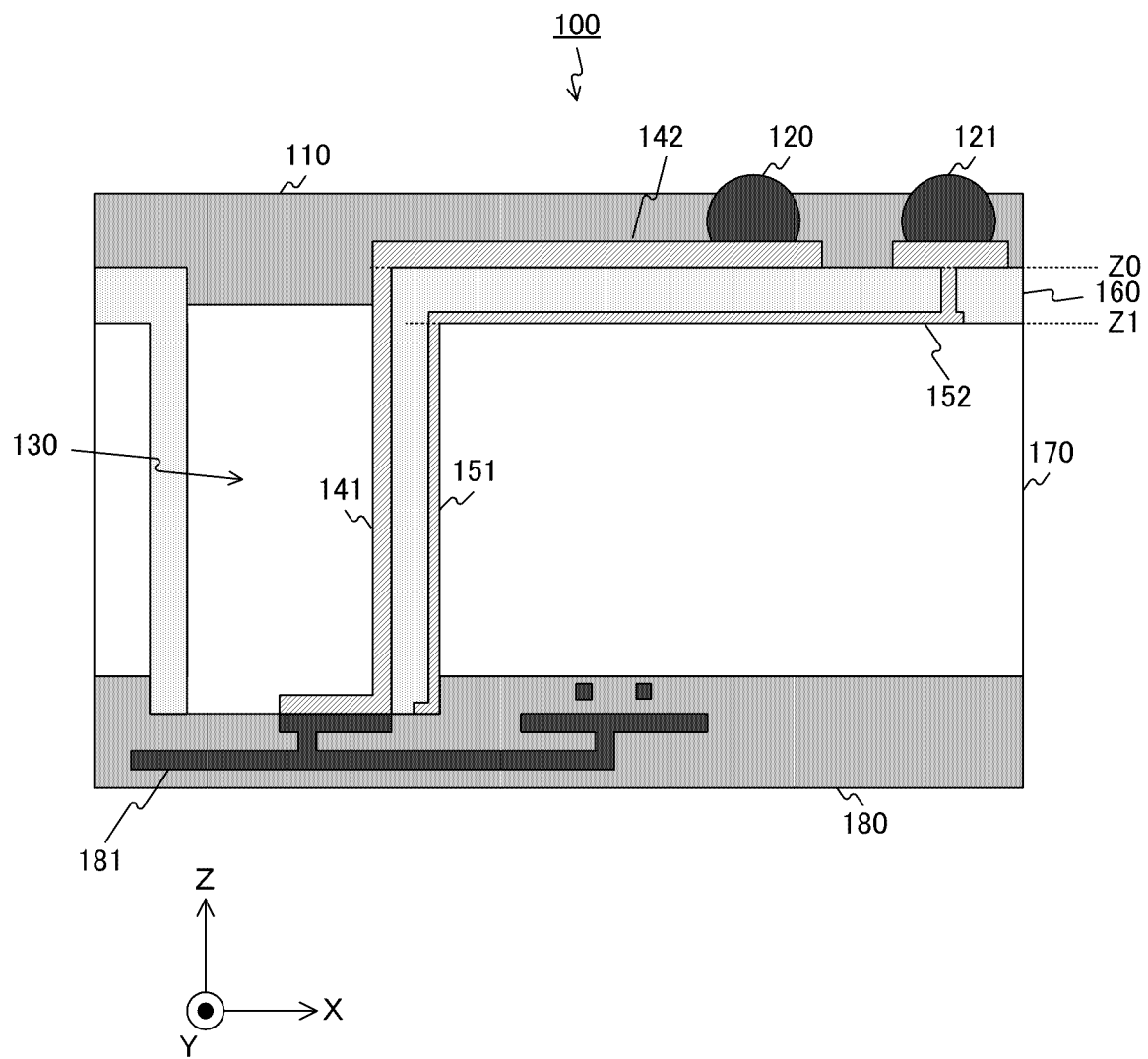
[図6]



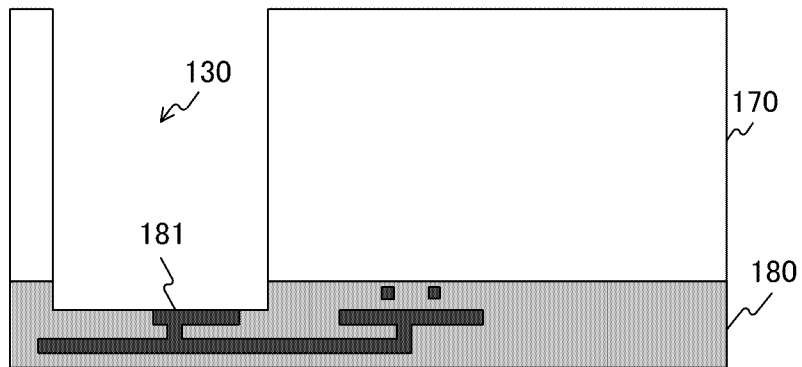
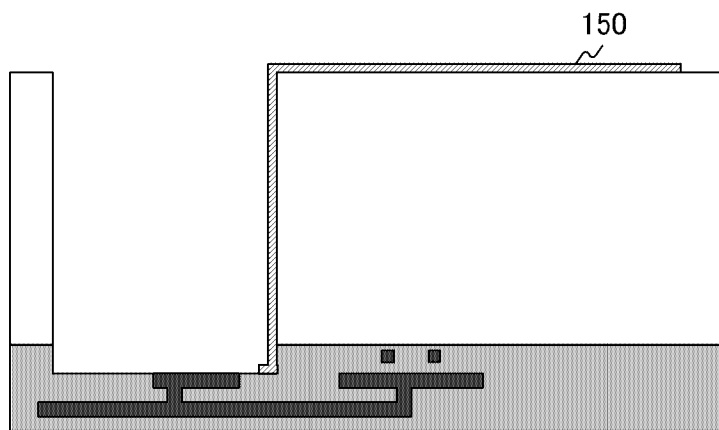
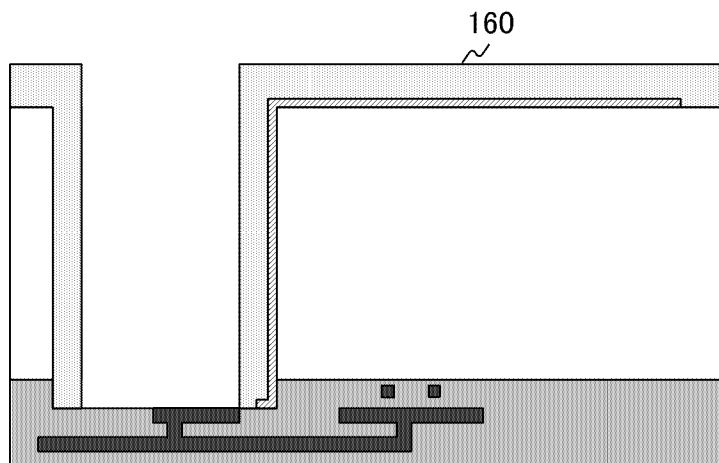
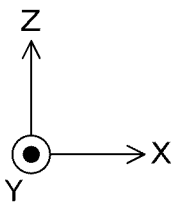
[図7]



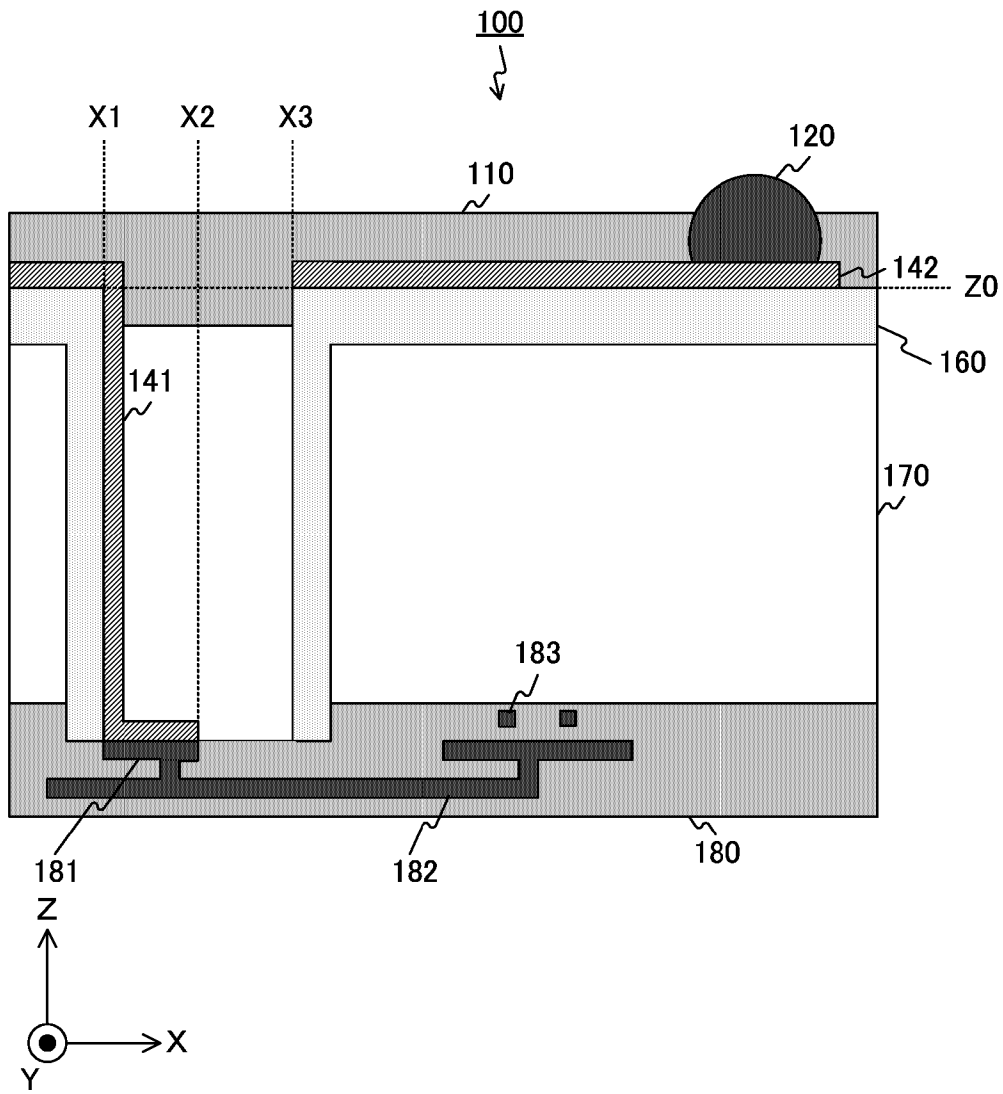
[図8]



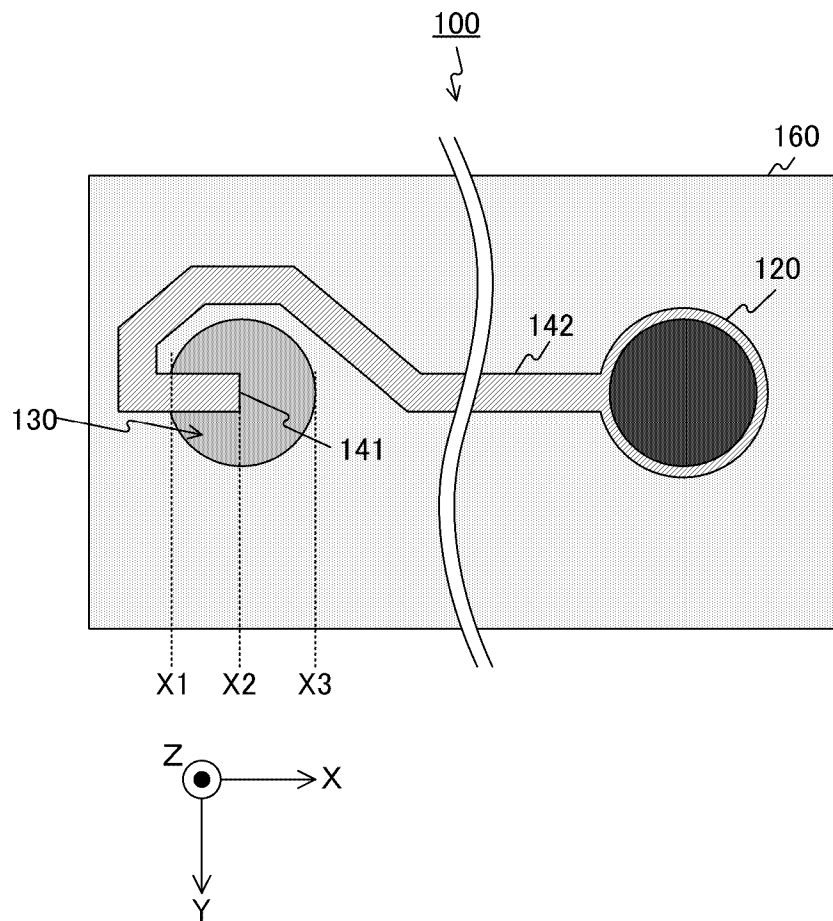
[図9]

abc

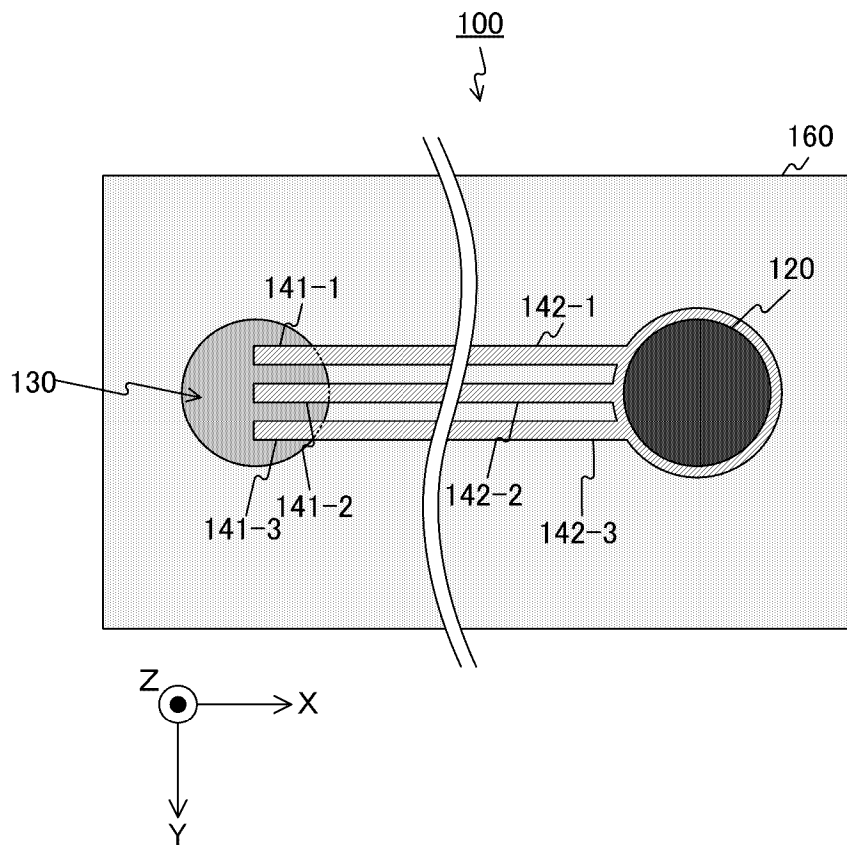
[図11]



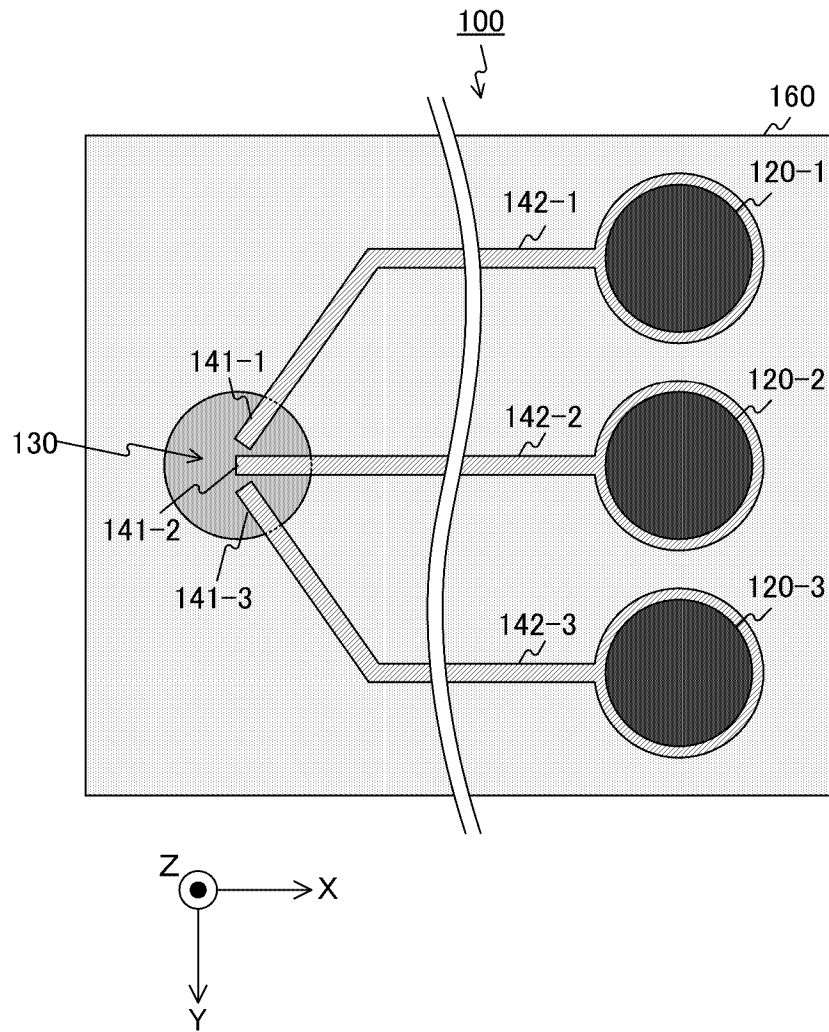
[図12]



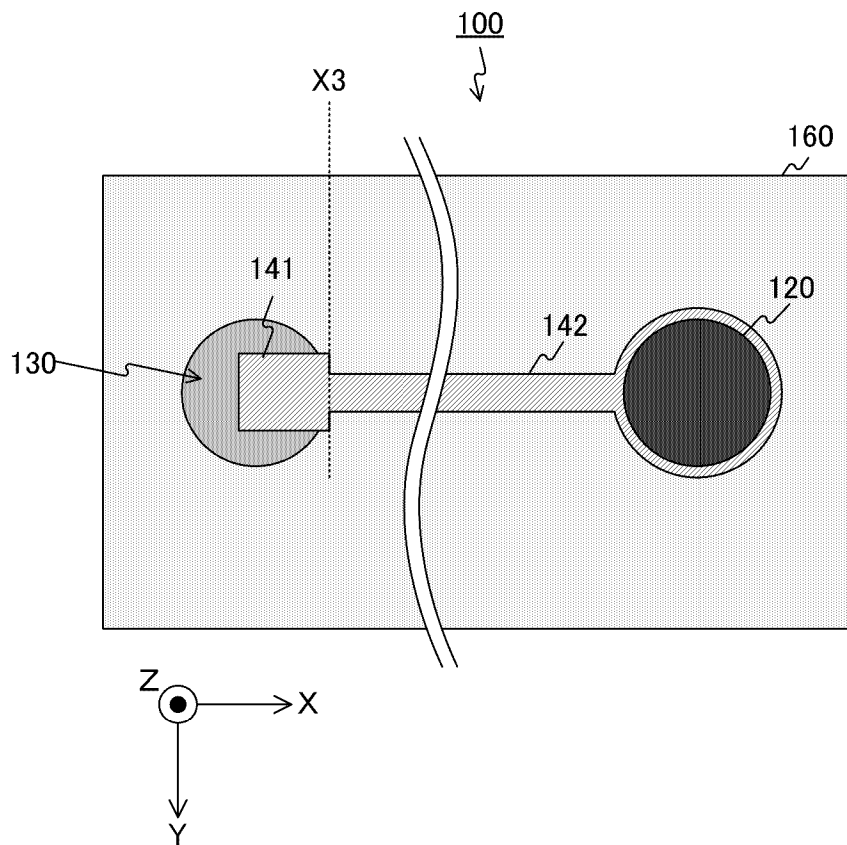
[図13]



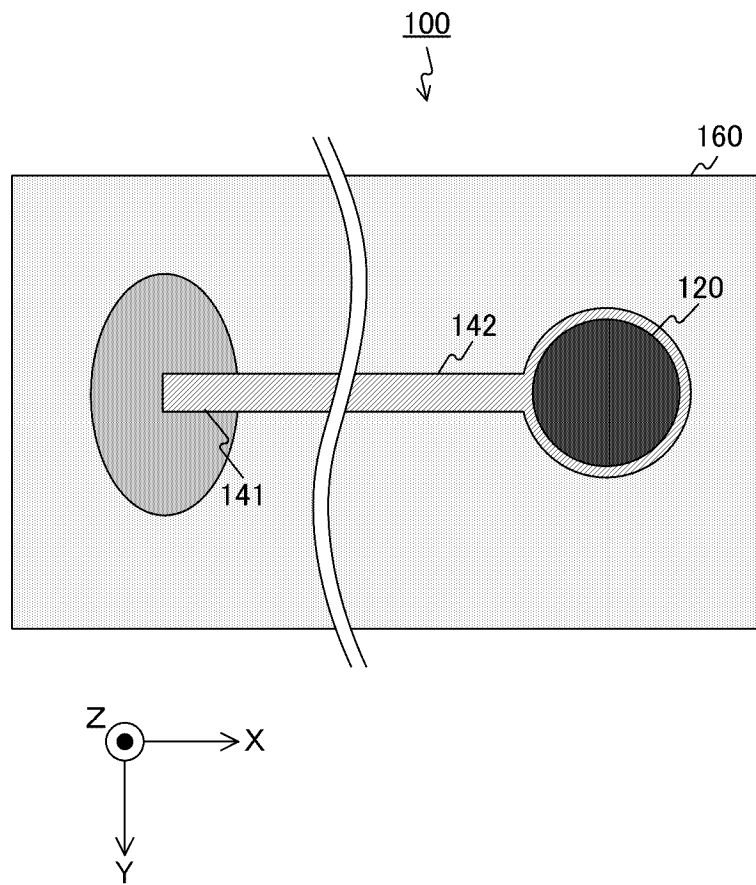
[図14]



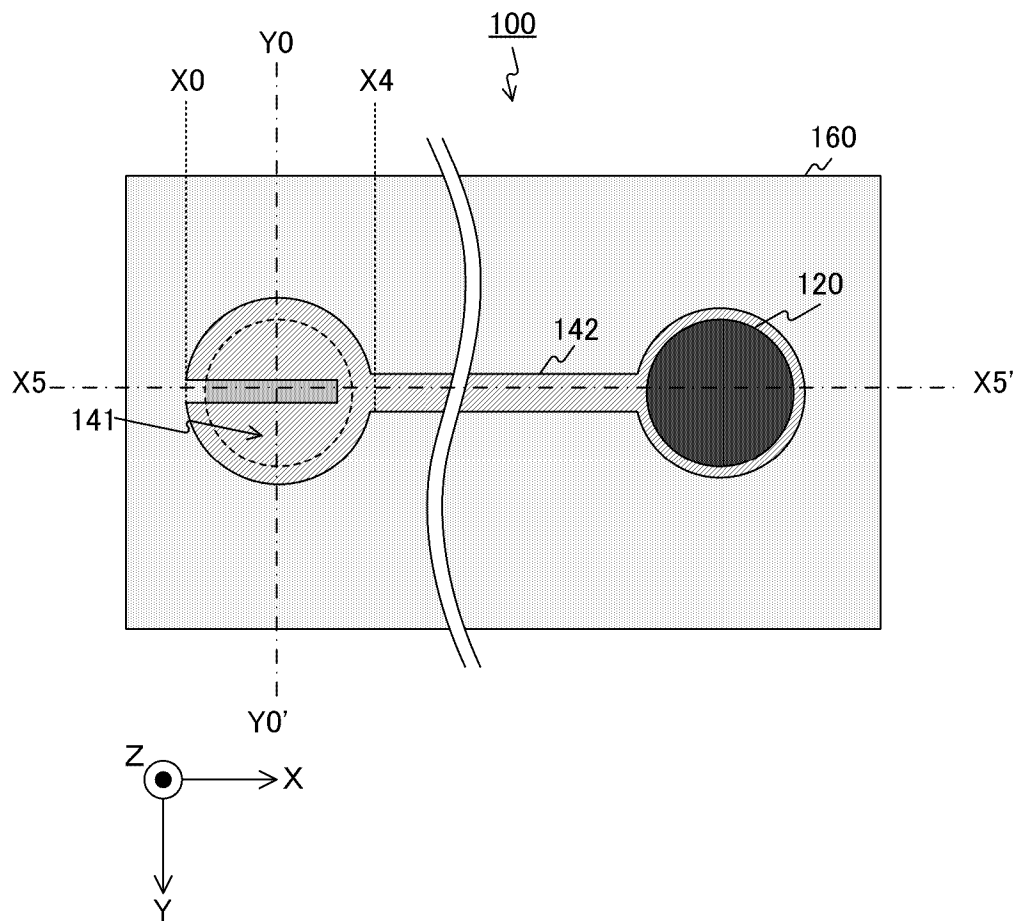
[図15]



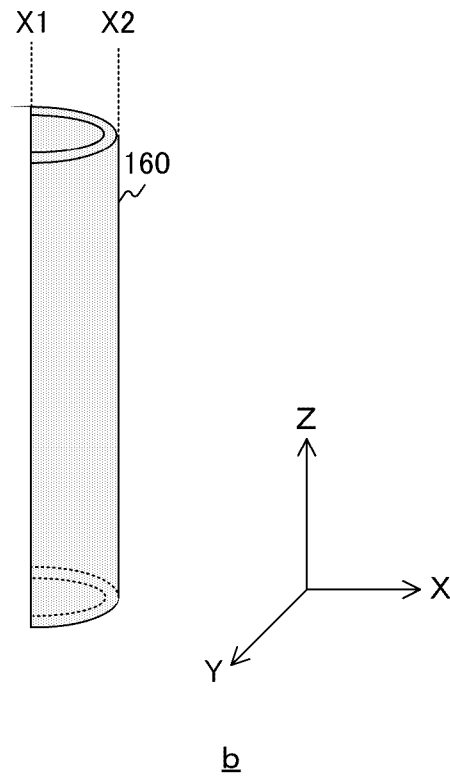
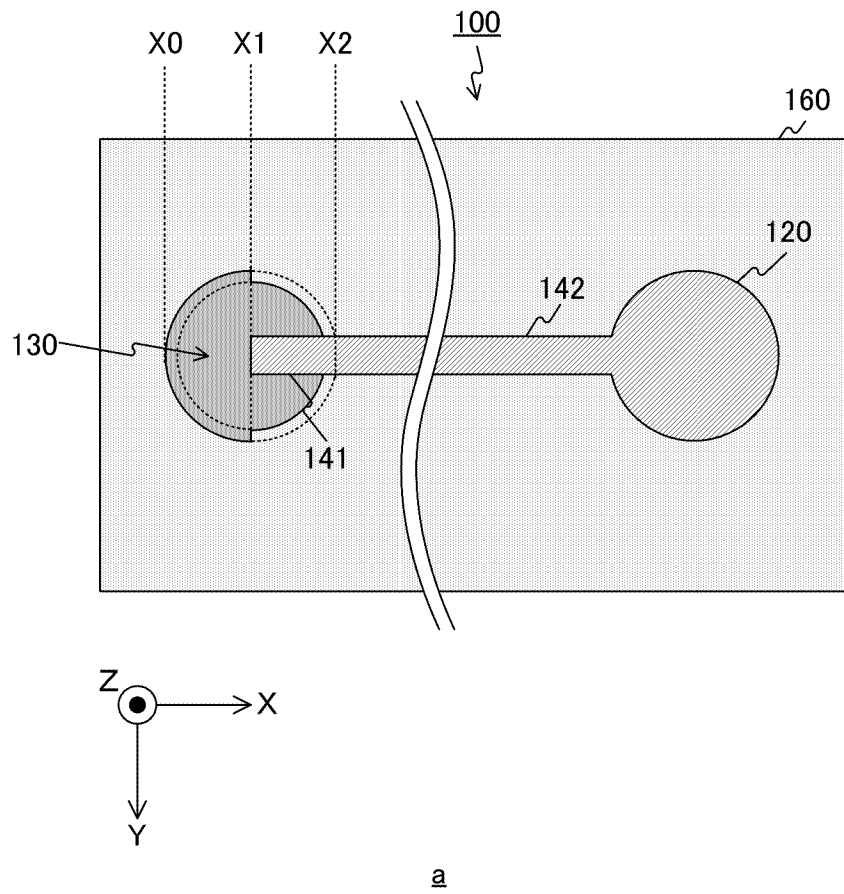
[図16]



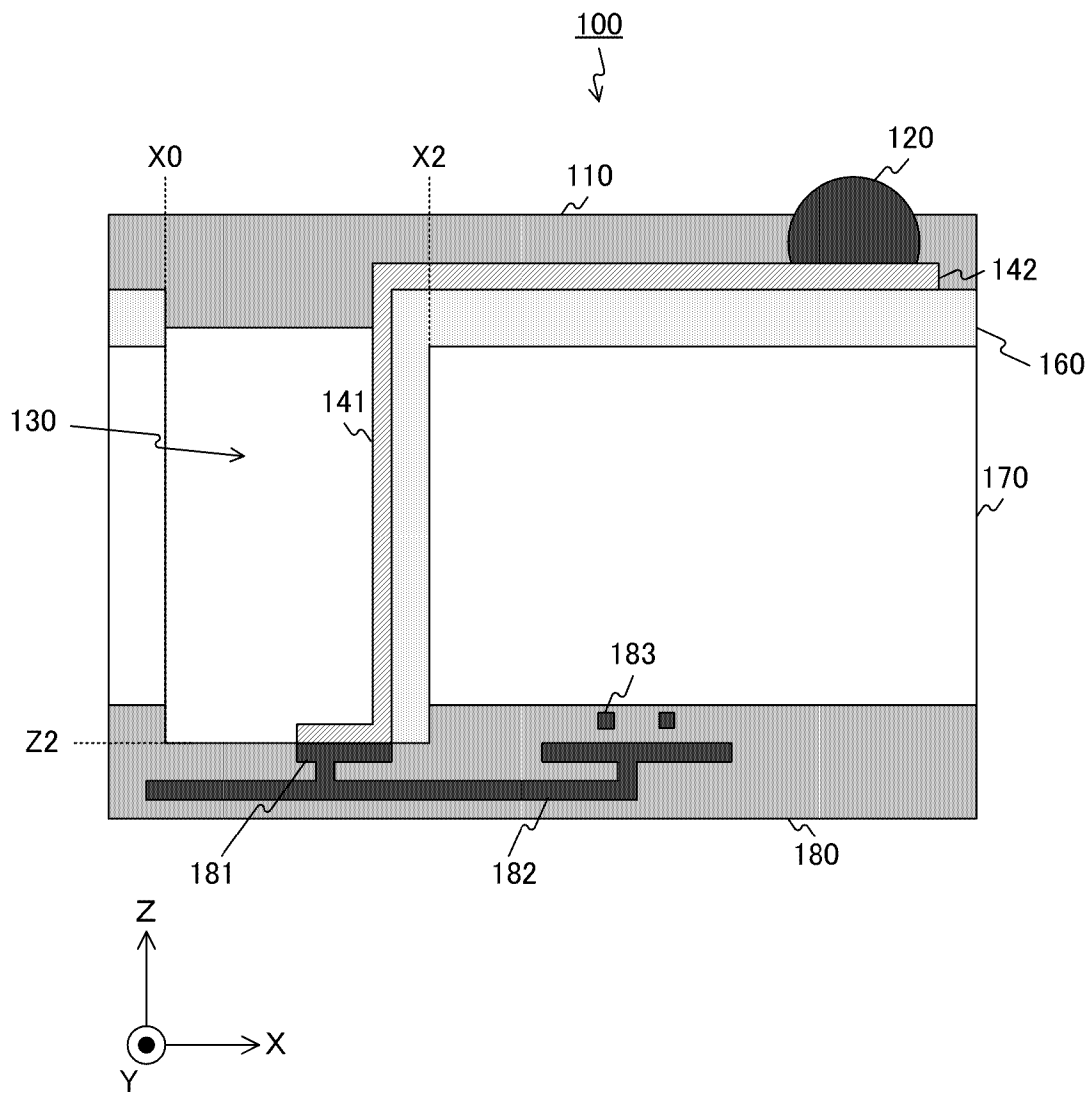
[図17]



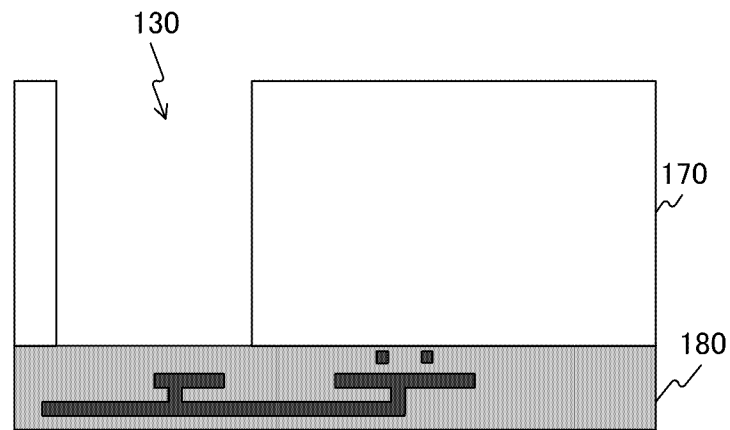
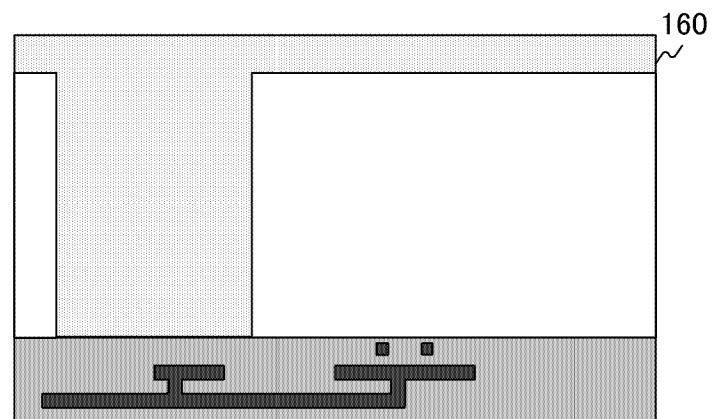
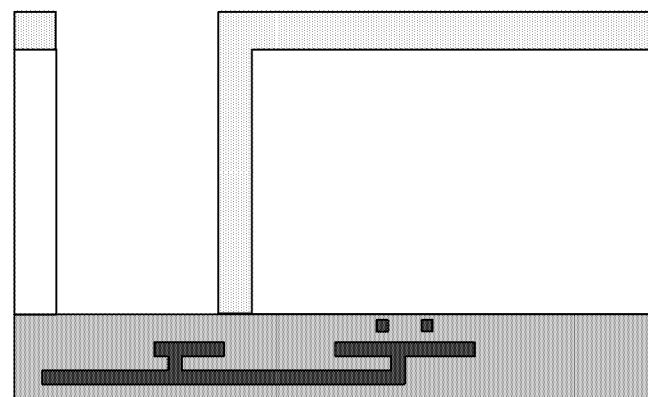
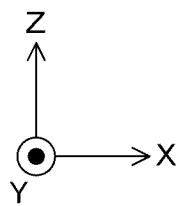
[図19]



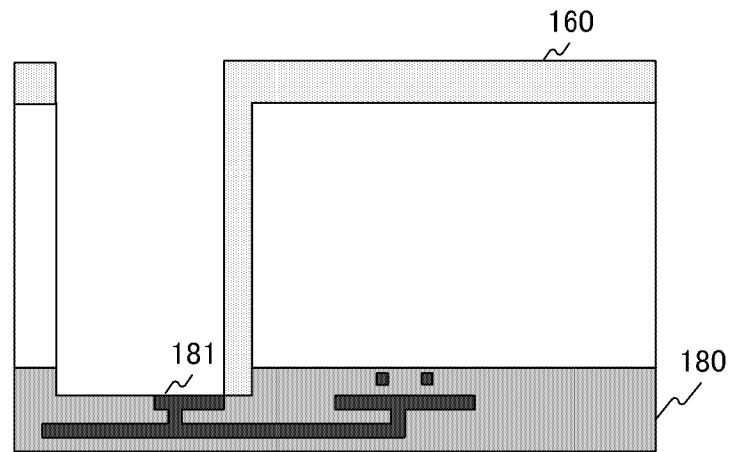
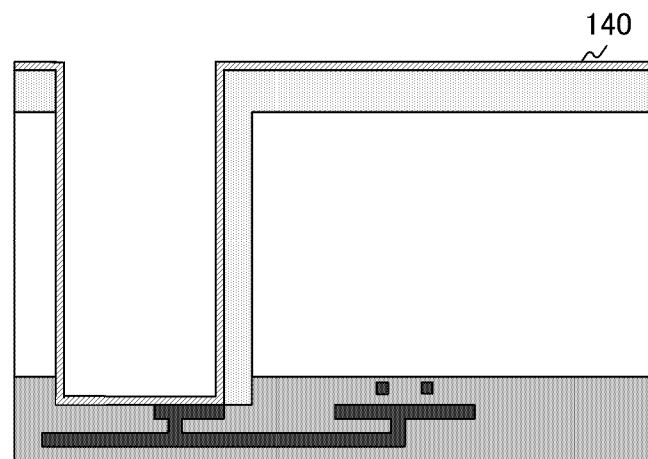
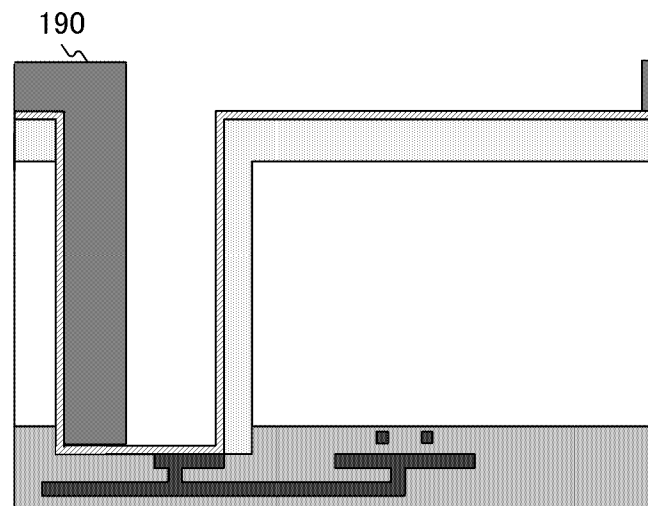
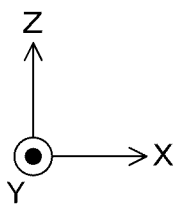
[図20]



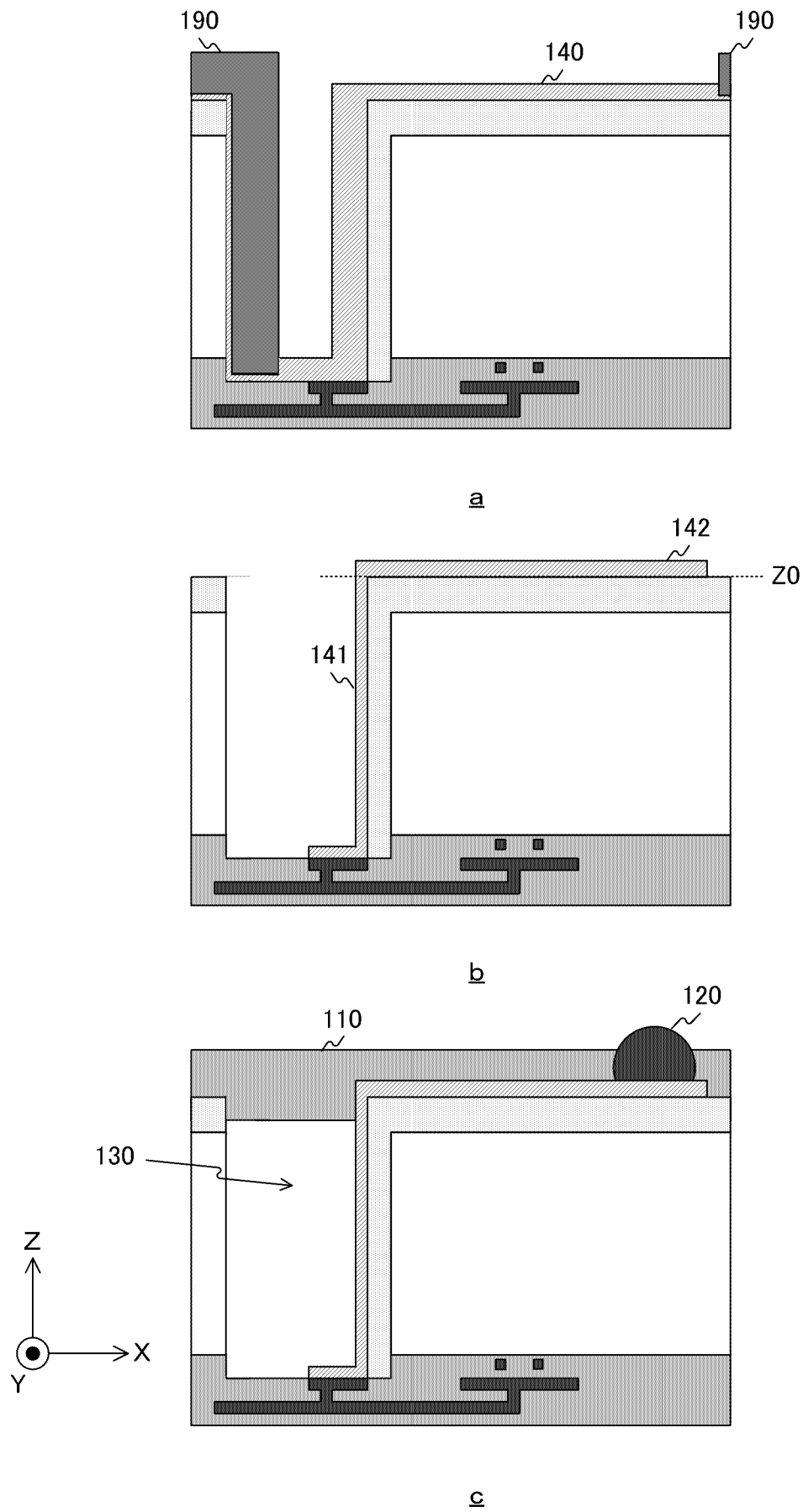
[図21]

abc

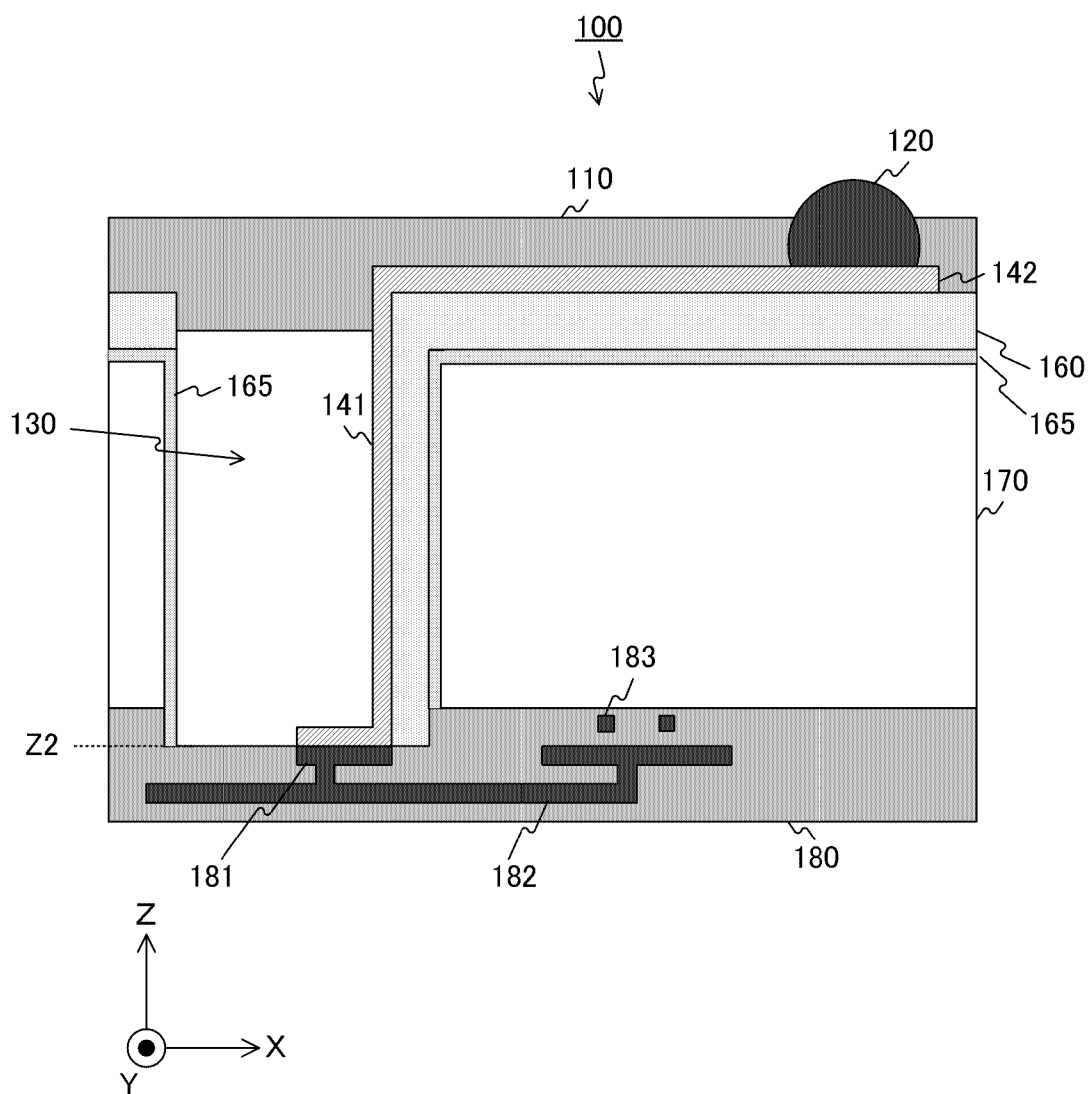
[図22]

abc

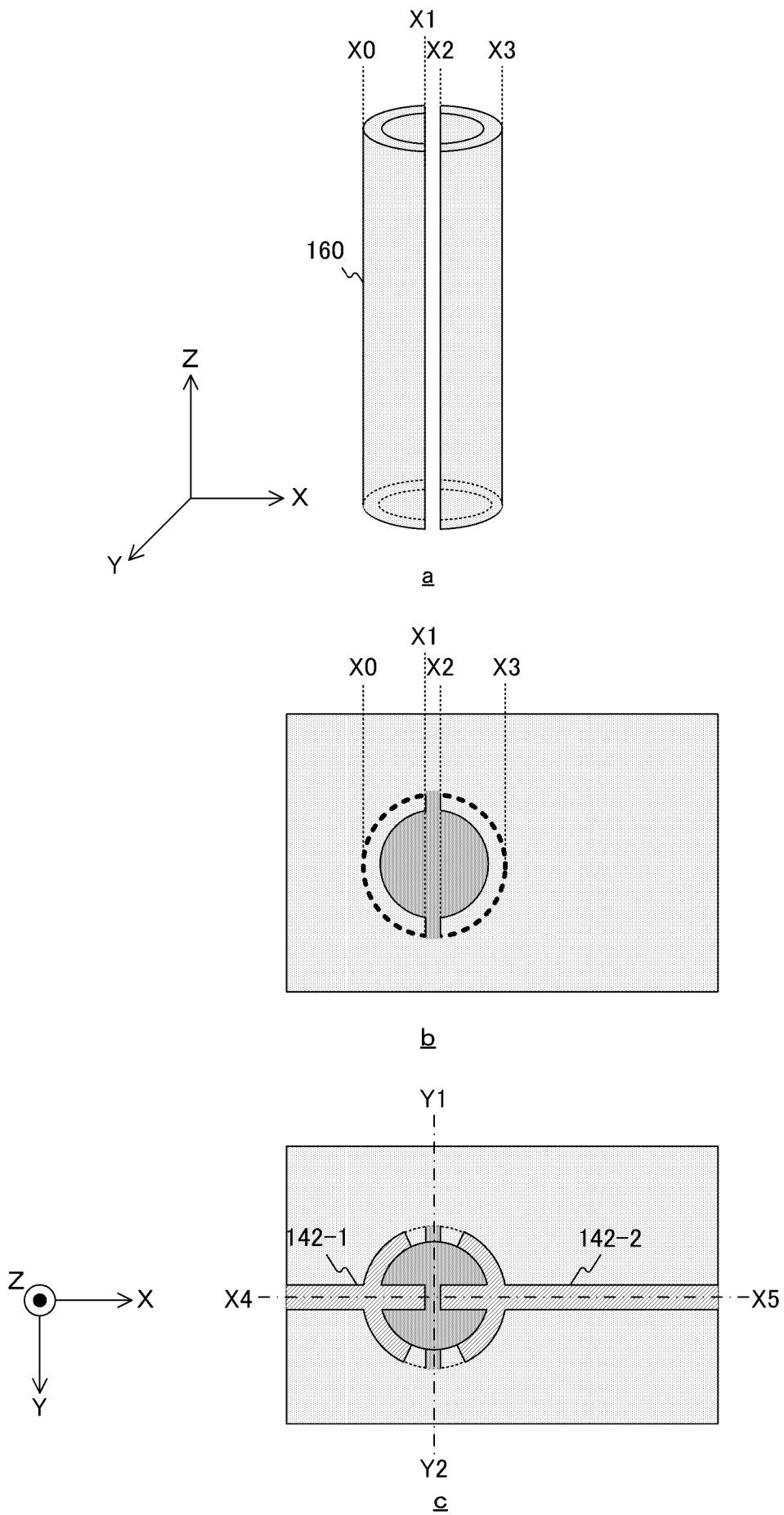
[図23]



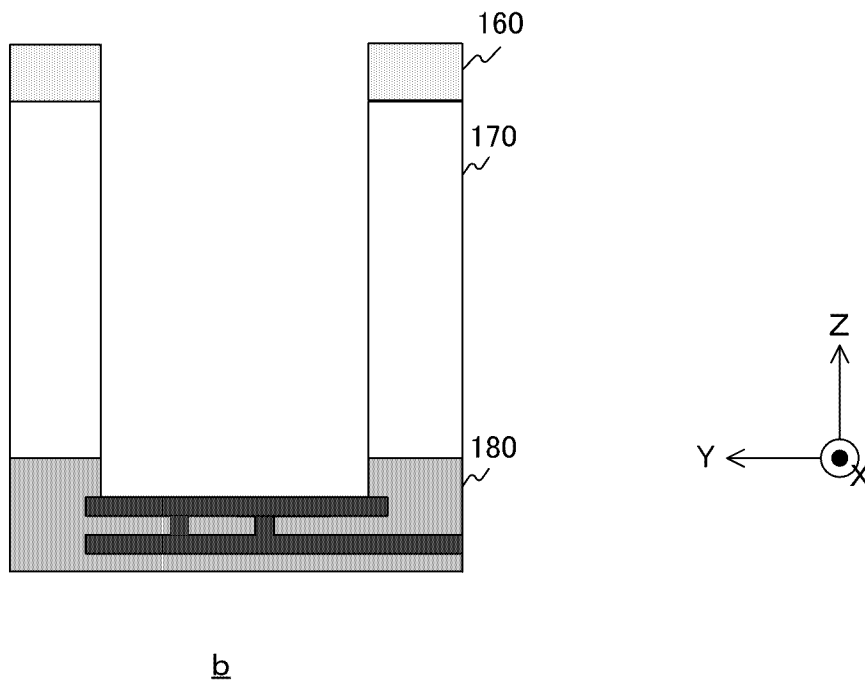
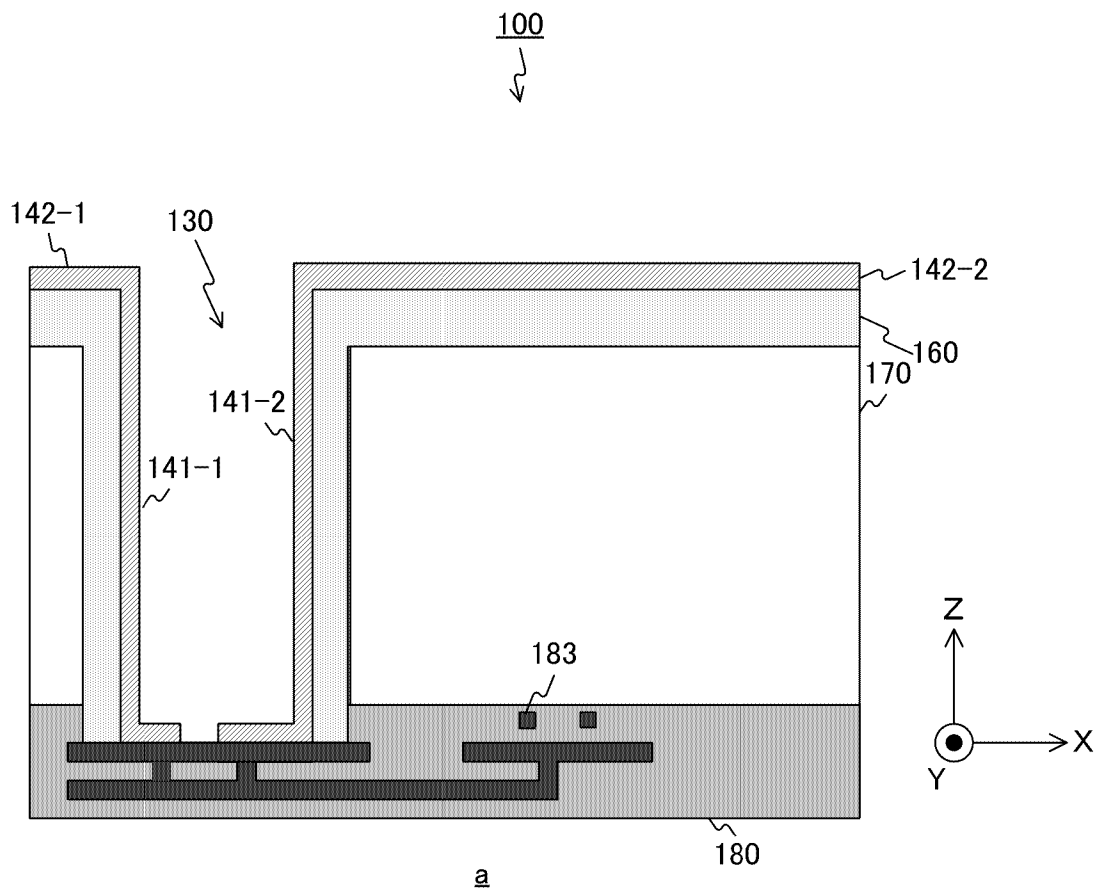
130



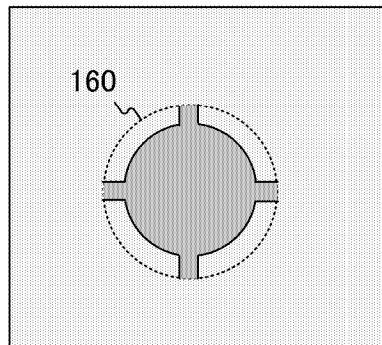
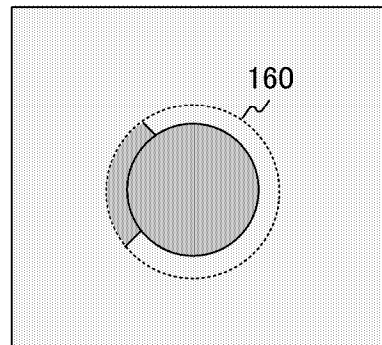
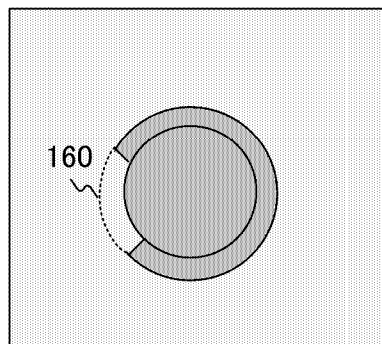
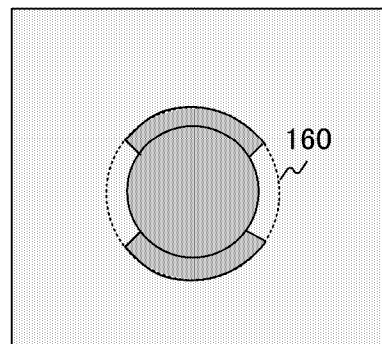
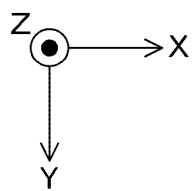
[図25]



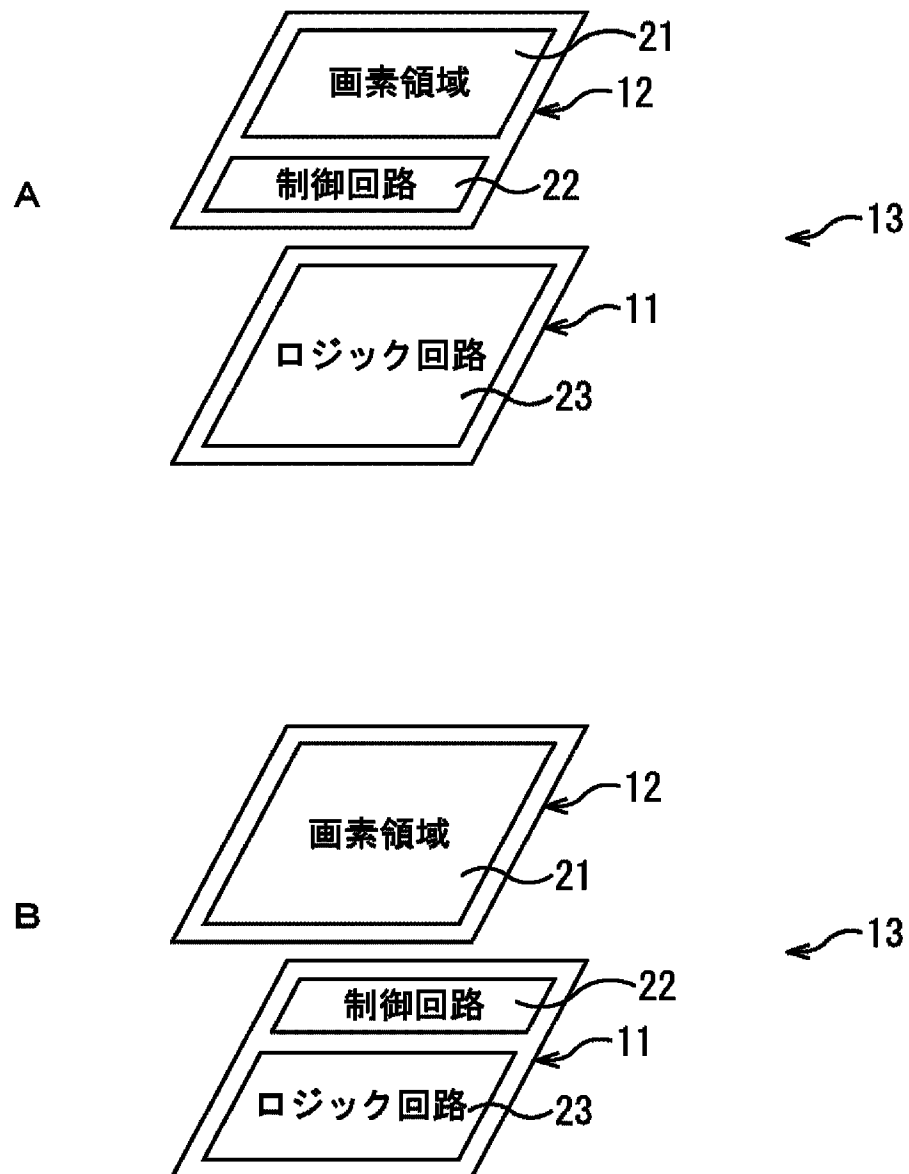
[図26]



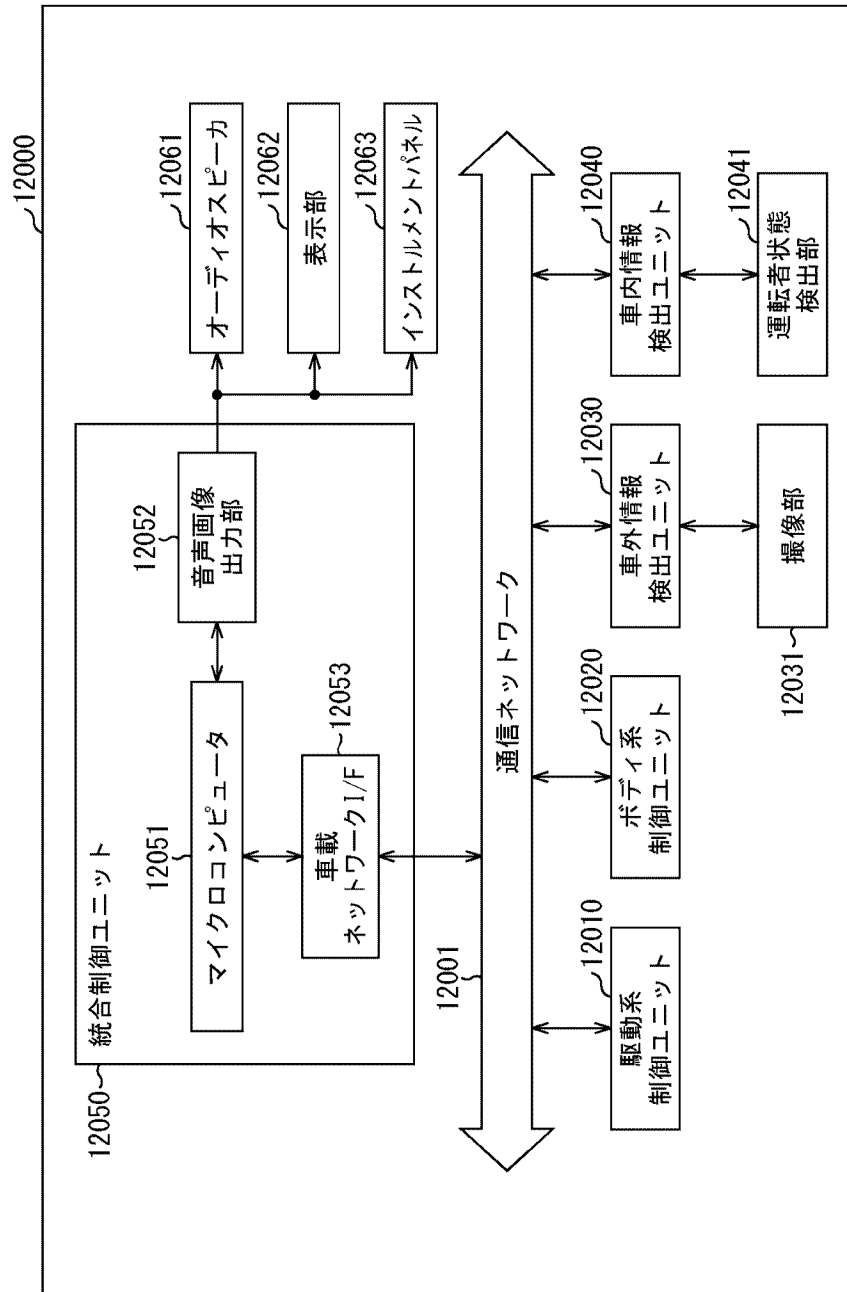
[図27]

abcd

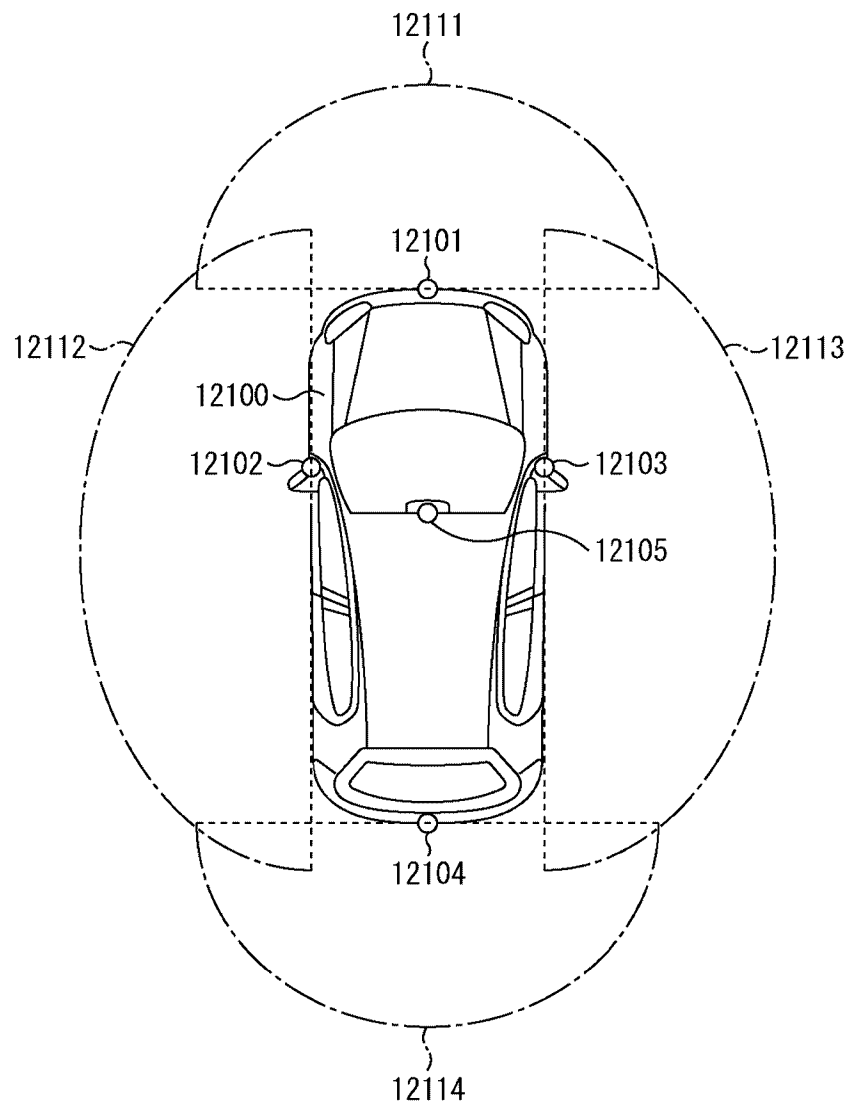
[図28]



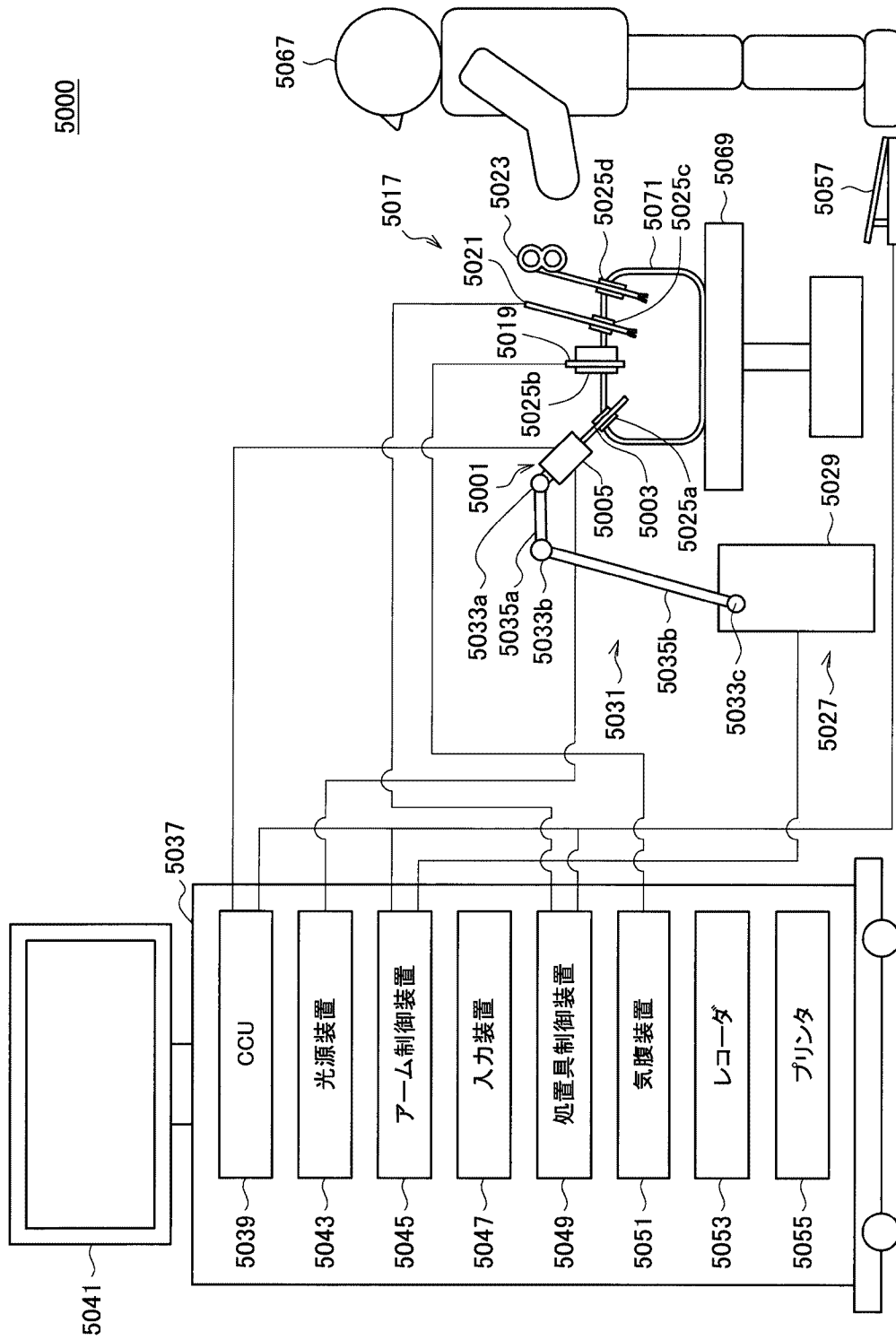
[図29]



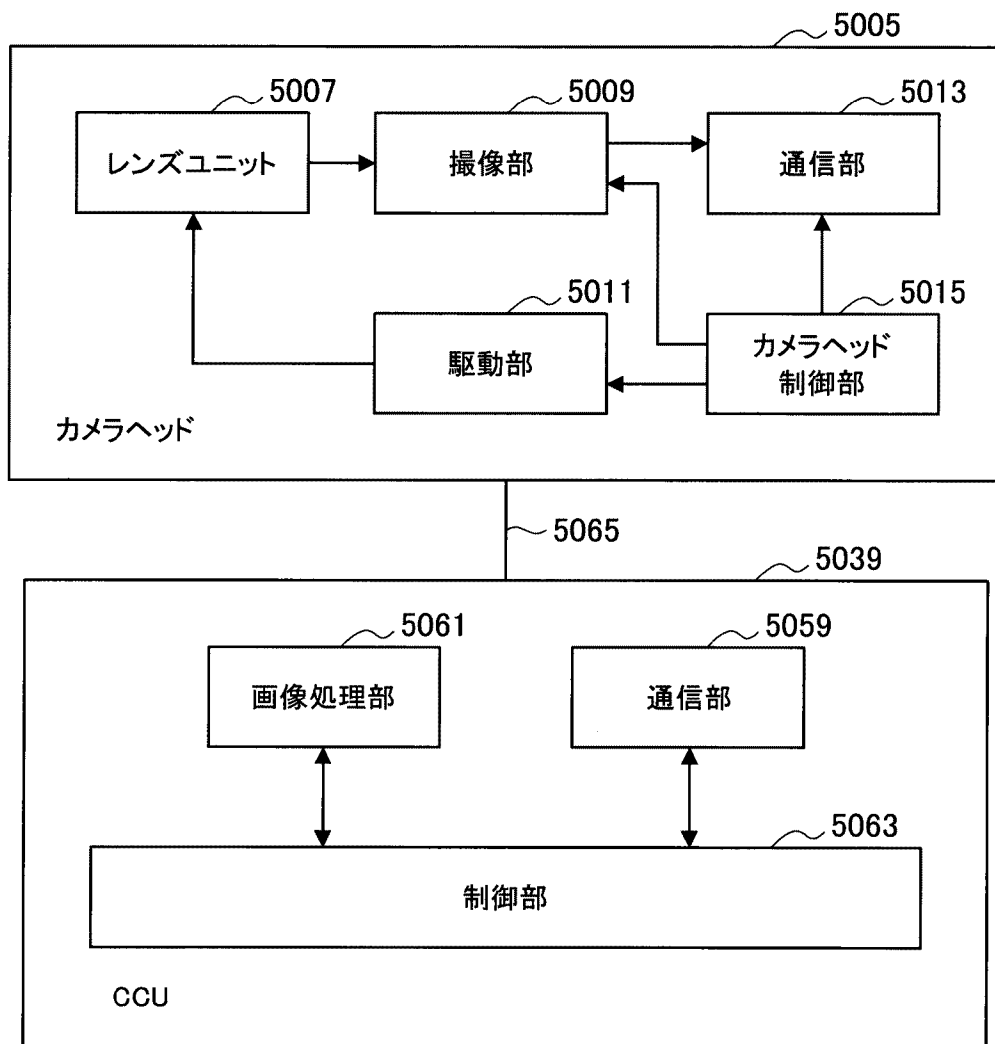
[図30]



[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/001277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 21/768**(2006.01)i; **H01L 23/522**(2006.01)i; **H01L 27/146**(2006.01)i

FI: H01L21/90 B; H01L27/146 D

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)

H01L21/768; H01L23/522; H01L27/146

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 2007-103521 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD) 19 April 2007 (2007-04-19) fig. 3-8	1, 4-6, 14, 15, 17-20
Y		2, 10
A		3, 7-9, 11-13, 16
X	JP 2005-123569 A (MINAMI KK) 12 May 2005 (2005-05-12) fig. 2-6	1, 4-9, 14, 19, 20
Y		2, 10
A		3, 11-13, 15-18
Y	JP 2011-96918 A (OKI SEMICONDUCTOR CO LTD) 12 May 2011 (2011-05-12) fig. 2	1, 2, 4-6, 10, 12-14, 19, 20
A		3, 7-9, 11, 15-18
Y	JP 2013-41914 A (ADVANCED POWER DEVICE RESEARCH ASSOCIATION) 28 February 2013 (2013-02-28) fig. 6	1, 2, 4-6, 10, 12-14, 19, 20

☒ 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

01 March 2022

Date of mailing of the international search report

15 March 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/001277**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-162459 A (NEC CORP) 21 June 1996 (1996-06-21) fig. 7	1, 2, 4-6, 10, 12-14, 19, 20
Y	US 6501663 B1 (HEWLETT PACKARD COMPANY) 31 December 2002 (2002-12-31) fig. 11, 12	1, 2, 4-6, 10, 12-14, 19, 20
Y	JP 2013-187224 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>) 19 September 2013 (2013-09-19) fig. 1J	2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/001277

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2007-103521	A	19 April 2007	US 2007/0096330 A1 fig. 3-8	
JP	2005-123569	A	12 May 2005	US 2005/0070050 A1 fig. 2-6	
				EP 1519412 A2	
				KR 10-2005-0030553 A	
				CN 1602144 A	
				TW 200522329 A	
JP	2011-96918	A	12 May 2011	US 2011/0101539 A1 fig. 2	
JP	2013-41914	A	28 February 2013	(Family: none)	
JP	8-162459	A	21 June 1996	(Family: none)	
US	6501663	B1	31 December 2002	(Family: none)	
JP	2013-187224	A	19 September 2013	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/768(2006.01)i; H01L 23/522(2006.01)i; H01L 27/146(2006.01)i FI: H01L21/90 B; H01L27/146 D														
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）） H01L21/768; H01L23/522; H01L27/146														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022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	JP 2007-103521 A（沖電気工業株式会社）19.04.2007（2007-04-19） 図3-8	1,4-6, 14,15,17-20												
Y		2,10												
A		3,7-9,11-13,16												
X	JP 2005-123569 A（ミナミ株式会社）12.05.2005（2005-05-12） 図2-6	1,4-9,14,19,20												
Y		2,10												
A		3,11-13,15-18												
Y	JP 2011-96918 A（OKIセミコンダクタ株式会社）12.05.2011（2011-05-12） 図2	1,2,4-6,10, 12-14,19,20												
A		3,7-9,11,15-18												
Y	JP 2013-41914 A（次世代パワーデバイス技術研究組合）28.02.2013（2013-02-28） 図6	1,2,4-6,10, 12-14,19,20												
Y	JP 8-162459 A（日本電気株式会社）21.06.1996（1996-06-21） 図7	1,2,4-6,10, 12-14,19,20												
☒ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 01.03.2022	国際調査報告の発送日 15.03.2022													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 宇多川 勉 50 3125 電話番号 03-3581-1101 内線 3559													

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	US 6501663 B1 (HEWLETT PACKARD COMPANY) 31.12.2002 (2002 - 12 - 31) FIG.11, 12	1, 2, 4-6, 10, 12-14, 19, 20
Y	JP 2013-187224 A (日本電信電話株式会社) 19.09.2013 (2013 - 09 - 19) 図1J	2

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/001277

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2007-103521	A	19.04.2007	US 2007/0096330 A1 FIG. 3-8	
JP	2005-123569	A	12.05.2005	US 2005/0070050 A1 FIG. 2-6 EP 1519412 A2 KR 10-2005-0030553 A CN 1602144 A TW 200522329 A	
JP	2011-96918	A	12.05.2011	US 2011/0101539 A1 FIG. 2	
JP	2013-41914	A	28.02.2013	(ファミリーなし)	
JP	8-162459	A	21.06.1996	(ファミリーなし)	
US	6501663	B1	31.12.2002	(ファミリーなし)	
JP	2013-187224	A	19.09.2013	(ファミリーなし)	