

(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
2017 年 2 月 9 日(09.02.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/022754 A1

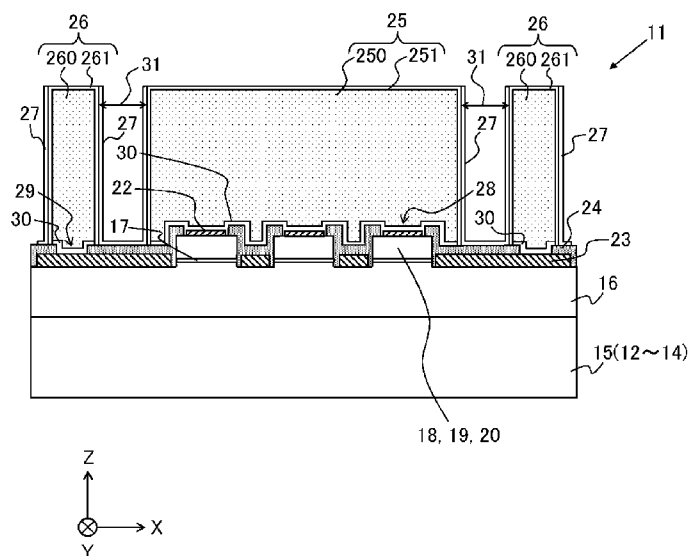
- (51) 国際特許分類:
H01L 33/44 (2010.01) H01L 21/288 (2006.01)
H01L 21/28 (2006.01) H01L 33/56 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/072638
- (22) 国際出願日: 2016 年 8 月 2 日(02.08.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-153698 2015 年 8 月 3 日(03.08.2015) JP
- (71) 出願人: 創光科学株式会社(SOKO KAGAKU CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4680073 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1 丁目 5 〇 1 番地 名城大学 1 4 号館 Aichi (JP). 旭硝子株式会社(ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 平野 光(HIRANO, Akira); 〒4680073 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1 丁目 5 〇 1 番地 名城大学 1 4 号館 創光科学株式会社内 Aichi (JP). 青崎 耕(AOSAKI, Ko); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 政木 良文(MASAKI, Yoshifumi); 〒5410042 大阪府大阪市中央区今橋 4 丁目 3 番 6 号 淀屋橋 N A O ビル 7 F Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: NITRIDE SEMICONDUCTOR WAFER, PRODUCTION METHOD THEREFOR, NITRIDE SEMICONDUCTOR ULTRAVIOLET LIGHT-EMITTING ELEMENT, AND DEVICE

(54) 発明の名称: 窒化物半導体ウェハ及びその製造方法、並びに、窒化物半導体紫外線発光素子及び装置

[図6]



plated electrodes and a floor surface of a gap section 31.

(57) 要約:

(57) Abstract: In order to prevent deterioration in electrical characteristics caused by resin filled in between electrodes, during an ultraviolet-light emitting operation, a nitride semiconductor wafer is provided that has an ultraviolet light-emitting element upon a substrate 12, said ultraviolet light-emitting element comprising: a semiconductor laminate 21 comprising an n-type AlGaIn layer 16, an active layer 17 comprising an AlGaIn layer, and p-type AlGaIn layers 19, 20; an n electrode 24; a p electrode 22; a protective insulating film 23; a first and second plated electrodes 25, 26; and a fluorine resin film 27. The p electrode is formed upon the p-type AlGaIn layers in a first area R1; the n electrode is formed on the upper surface of the n-type AlGaIn layer in a second area R2; the protective insulating layer has an opening that exposes at least part of the n electrode and the p electrode; a first plated electrode is separated from a second plated electrode and comes in contact with the p electrode; the upper surface of the first area R1, all of the outer perimeter side surface, and part of the second area R2 that comes in contact with the first area R1 are covered; the second plated electrode comes in contact with the n electrode; and the fluorine resin film 27 covers a side wall surface of the first and second

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

紫外線発光動作に伴う電極間に充填された樹脂に起因する電気的特性の劣化を防止する。n型AlGaIn層16とAlGaIn層からなる活性層17とp型AlGaIn層19、20を備える半導体積層部21、n電極23、p電極22、保護絶縁膜24、第1及び第2メッキ電極25、26、フッ素樹脂膜27を備えた紫外線発光素子を基板12上に有する窒化物半導体ウェハであって、第1領域R1のp型AlGaIn層上面にp電極が形成され、第2領域R2のn型AlGaIn層上面にn電極が形成され、保護絶縁膜はn電極とp電極の少なくとも一部が露出する開口部を有し、第1メッキ電極が、第2メッキ電極から離間して、p電極と接触し、第1領域R1の上面及び外周側面の全面、第1領域R1と接する第2領域R2の一部を被覆し、第2メッキ電極がn電極と接触し、フッ素樹脂膜27が第1及び第2メッキ電極の側壁面及び間隙部31の底面を被覆する。

明 細 書

発明の名称：

窒化物半導体ウェハ及びその製造方法、並びに、窒化物半導体紫外線発光素子及び装置

技術分野

[0001] 本発明は、窒化物半導体ウェハとその製造方法、窒化物半導体紫外線発光素子、及び、当該窒化物半導体紫外線発光素子を基台上に実装してなる窒化物半導体紫外線発光装置に関し、特に、発光中心波長が約365nm以下の発光を基板側から取り出すフリップチップ実装用の窒化物半導体紫外線発光素子の電極構造の改善技術に関する。

背景技術

[0002] 従来から、LED（発光ダイオード）や半導体レーザ等の窒化物半導体発光素子は、サファイア等の基板上にエピタキシャル成長により複数の窒化物半導体層からなる発光素子構造を形成したものが多数存在する（例えば、下記の非特許文献1、非特許文献2参照）。窒化物半導体層は、一般式 $Al_{1-x-y}Ga_xIn_yN$ （ $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $0 \leq x + y \leq 1$ ）で表される。

[0003] 発光素子構造は、n型窒化物半導体層とp型窒化物半導体層との間に、単一量子井戸構造（SQW：Single-Quantum-Well）或いは多重量子井戸構造（MQW：Multi-Quantum-Well）の窒化物半導体層よりなる活性層が挟まれたダブルヘテロ構造を有している。活性層がAlGaIn系半導体層の場合、AlInモル分率（Al組成比とも言う）を調整することにより、バンドギャップエネルギーを、GaNとAlNが取り得るバンドギャップエネルギー（約3.4eVと約6.2eV）を夫々下限及び上限とする範囲内で調整でき、発光波長が約200nmから約365nmまでの紫外線発光素子が得られる。具体的には、p型窒化物半導体層からn型窒化物半導体層に向けて順方向電流を流すことで、活性層において上記バンドギャップエネルギーに応じた発光が生じる。

[0004] 一方、窒化物半導体紫外線発光素子の実装形態として、フリップチップ実装が一般的に採用されている（例えば、下記特許文献1の図4等参照）。フリップチップ実装では、活性層からの発光が、活性層よりバンドギャップエネルギーの大きいAlGa_N系窒化物半導体及びサファイア基板等を透過して、素子外に取り出される。このため、フリップチップ実装では、サファイア基板が上向きになり、チップ上面側に向けて形成されたp側及びn側の各電極面が下向きになり、チップ側の各電極面とサブマウント等のパッケージ部品側の電極パッドとが、各電極面上に形成された金属バンプを介して、電氣的及び物理的に接合される。

[0005] 窒化物半導体紫外線発光素子は、一般的に、下記特許文献2の図4、6及び7等、或いは、下記特許文献3の図2、4及び6等を開示されているように、フッ素系樹脂或いはシリコン樹脂等の紫外線透過性の樹脂によって封止されて実用に供される。当該封止樹脂は、内部の紫外線発光素子を外部雰囲気から保護して、水分の浸入や酸化等による発光素子の劣化を防いでいる。更に、当該封止樹脂は、集光レンズと紫外線発光素子との間の屈折率差、或いは、紫外線の照射対象空間と紫外線発光素子との間の屈折率差に起因する光の反射損失を緩和して、光の取り出し効率の向上を図るための屈折率差緩和材料として設けられる場合もある。また、当該封止樹脂の表面を球面等の集光性曲面に成形して、照射効率を高めることもできる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2014／178288号

特許文献2：特開2007－311707号公報

特許文献3：米国特許出願公開第2006／0138443号明細書

特許文献4：特開2006－348088号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：Kentaro Nagamatsu, et al., “High-efficiency AlGa_N-based UV light-

emitting diode on laterally overgrown AlN”, Journal of Crystal Growth, 2008, 310, pp. 2326–2329

非特許文献2: Shigeaki Sumiya, et al., “AlGaIn-Based Deep Ultraviolet Light-Emitting Diodes Grown on Epitaxial AlN/Sapphire Templates”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 47, No. 1, 2008, pp. 43–46

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上述のように、紫外線発光素子の封止樹脂として、フッ素系樹脂及びシリコン樹脂等の使用が提案されているが、シリコン樹脂は、高エネルギーの紫外線を多量に被曝すると劣化が進むことが分かっている。特に、紫外線発光素子の高出力化が進められており、紫外線被曝による劣化が加速される傾向にあり、また、高出力化に伴う消費電力の増加により発熱も増加して、当該発熱による封止樹脂の劣化も問題となる。

[0009] また、フッ素系樹脂は、耐熱性に優れ、紫外線耐性も高いことが知られているが、ポリテトラフルオロエチレン等の一般的なフッ素樹脂は、不透明である。当該フッ素系樹脂は、ポリマー鎖が直線的で剛直であり、容易に結晶化するため、結晶質部分と非晶質部分が混在し、その界面で光が散乱して不透明となる。

[0010] そこで、例えば、上記特許文献4では、紫外線発光素子の封止樹脂として、非晶質のフッ素樹脂を使用することで、紫外線に対する透明性を高めることが提案されている。非晶質のフッ素樹脂としては、結晶性ポリマーのフッ素樹脂を共重合化してポリマーアロイとして非晶質化させたものや、パーフルオロジオキソールの共重合体（デュポン社製の商品名テフロンAF（登録商標））やパーフルオロブテニルビニルエーテルの環化重合体（旭硝子社製

の商品名サイトップ（登録商標））が挙げられる。後者の環化重合体のフッ素樹脂は、主鎖に環状構造を持つため非晶質となり易く、透明性が高い。

[0011] 非晶質フッ素樹脂は、大別して、金属に対して結合可能な官能基を有する結合性フッ素樹脂と金属に対して難結合性の官能基を有する非結合性フッ素樹脂の2種類がある。LEDチップを搭載する基台表面及びLEDチップを覆う部分に、結合性フッ素樹脂を用いて、基台等とフッ素樹脂間の結合性を高めることができる。尚、本発明において、金属に対する「結合性」という用語は、金属界面との親和性を有するという意味内容を含む。同様に、金属に対する「非結合性」という用語は、金属界面との親和性を有しないという意味内容を含む。

[0012] 一方、上記特許文献1では、末端官能基が金属に対して結合性を呈する反応性官能基を有する結合性の非晶質フッ素樹脂を、窒化物半導体の紫外線発光素子のパッド電極を被覆する箇所に使用した場合に、紫外線発光素子のp電極及びn電極に夫々接続する金属電極配線間に順方向電圧を印加して紫外線発光動作を行うと、紫外線発光素子の電気的特性に劣化の生じることが報告されている。具体的には、紫外線発光素子のp電極及びn電極間に抵抗性のリーク電流経路が形成されることが確認されている。上記特許文献1によれば、非晶質フッ素樹脂が、結合性の非晶質フッ素樹脂であると、高エネルギーの紫外線が照射された当該結合性の非晶質フッ素樹脂において、光化学反応により反応性の末端官能基が分離してラジカル化し、パッド電極を構成する金属原子と配位結合を起こして、当該金属原子がパッド電極から分離すると考えられ、更に、発光動作中はパッド電極間に電界が印加される結果、当該金属原子がマイグレーションを起こして、抵抗性のリーク電流経路が形成され、紫外線発光素子のp電極及びn電極間が短絡するものと考えられている。

[0013] 本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、紫外線発光動作に伴う電極間に充填された封止樹脂に起因する電気的特性の劣化を防止し、高品質、高信頼度の紫外線発光装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 上記目的を達成するために、本発明は、基板上に複数の素子単位がマトリクス状に配列して形成された窒化物半導体ウェハであって、

前記素子単位の夫々が、 n 型 AlGaIn 系半導体層を含む第1半導体層と、 AlGaIn 系半導体層を含む活性層と、 p 型 AlGaIn 系半導体層を含む第2半導体層を積層してなる半導体積層部、1または複数の金属層からなる n 電極、1または複数の金属層からなる p 電極、絶縁保護膜、前記 p 電極の前記保護絶縁膜で被覆されていない露出面と接触する第1メッキ電極、前記 n 電極の前記保護絶縁膜で被覆されていない露出面と接触する第2メッキ電極、及び、フッ素樹脂膜を備えた窒化物半導体紫外線発光素子であり、

前記素子単位の夫々において、

前記半導体積層部が、前記半導体積層部の表面と平行な面内において1つの前記素子単位が占有する領域を素子領域とした場合、前記素子領域内の一部の第1領域において、前記第1半導体層上に前記活性層と前記第2半導体層が積層し、前記素子領域内の前記第1領域以外の第2領域において、前記第1半導体層が露出するように形成され、

前記 n 電極が、前記第2領域内の前記第1半導体層の露出面上に形成され、

前記 p 電極が、前記第2半導体層の最上面に形成され、

前記保護絶縁膜が、前記半導体積層部の前記第1領域の外周側面の全面、前記第1領域と前記 n 電極の間の前記第1半導体層の上面、及び、前記 n 電極の外周端縁部の内の少なくとも前記第1領域と対向する部分を含む上面と側面を、少なくとも被覆し、且つ、前記 n 電極の表面の少なくとも一部及び前記 p 電極の表面の少なくとも一部を被覆せず露出するように、形成され、

前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極が、夫々、銅または銅を主成分とする合金からなる本体電極と、前記本体電極の上面及び側壁面を被覆する最外層が金または白金族金属の1層または多層の表面金属膜で構成され、

前記第1メッキ電極が、更に、前記第2メッキ電極から離間して、前記 p

電極の露出面を含む前記第1領域の上面の全面、前記保護絶縁膜に被覆された前記第1領域の外周側面の全面、及び、前記第2領域の一部であって前記第1領域と接する境界領域を被覆するように形成されており、

前記フッ素樹脂膜が、少なくとも、前記第1メッキ電極の側壁面の上端部を除く部分、前記第2メッキ電極の側壁面の上端部を除く部分、及び、前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極間の間隙部に露出した前記保護絶縁膜の露出面の外周端を除く部分を、夫々連続して被覆していることを第1の特徴とする窒化物半導体ウェハを提供する。

[0015] 尚、本発明では、 AlGaIn 系半導体は、一般式 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}$ (x は AlIn モル分率、 $0 \leq x \leq 1$)で表わされる3元（または2元）加工物を基本とし、そのバンドギャップエネルギーが GaN ($x=0$)のバンドギャップエネルギー（約3.4 eV）以上の3族窒化物半導体であり、当該バンドギャップエネルギーに関する条件を満たす限りにおいて、微量の In 、 P 、 As 等が含まれている場合も含まれる。

[0016] 上述の窒化物半導体ウェハの素子構造では、 n 電極を第1領域に近接して配置することで、 n 電極から活性層に至る電流経路上の寄生抵抗を低減でき、外部量子効率等の発光特性の向上を図ることができる。しかし、当該素子構造において、第1及び第2メッキ電極を設けずに、 n 電極と p 電極を直接フリップチップ実装に使用するとすれば、 n 電極と p 電極間も近接するため、発光動作中に n 電極と p 電極間に印加される電界強度が大きくなる。そして、 n 電極と p 電極の間の空間にも封止樹脂のフッ素樹脂が充填されると、上述した電極を構成する金属原子のマイグレーションが誘起され、電極間の短絡に至る可能性が高くなる。

[0017] 上述の窒化物半導体ウェハの素子構造では、 p 電極に接続する第1メッキ電極と n 電極に接続する第2メッキ電極を備え、当該第1及び第2メッキ電極がフリップチップ実装に使用されるため、上記フッ素樹脂は、 n 電極と p 電極間ではなく、第1及び第2メッキ電極間に充填される。よって、上述の金属原子のマイグレーションを誘起する電界は、 n 電極と p 電極間に印加さ

れる電界ではなく、第1及び第2メッキ電極間に印加される電界となる。一方、発光特性の向上のためにn電極を第1領域に近接して配置しても、n電極とは異なり第2メッキ電極の配置箇所は自由度が高いため、第1及び第2メッキ電極間の離間距離は、n電極とp電極間の離間距離より大きくできるため、上述の電極間の短絡に至る可能性は大幅に低減される。

[0018] 更に、第1及び第2メッキ電極の最外面は、高融点でイオン化傾向の低いマイグレーションしにくい金または白金族金属により被覆されているため、上述の電極間の短絡に至る可能性はより確実に低減される。

[0019] しかし、実際の発光動作は、発光素子がサブマウント等の基台上にフリップチップ実装された状態で行われるため、第1及び第2メッキ電極の上面と基台上の対応する電極パッドとの間には、はんだ材料が介在している。従って、当該はんだ材料中にスズ等の金または白金族金属よりマイグレーションし易い金属が含まれていると、上述の電極間の短絡に至る可能性が高くなるため、当該はんだ材料中の金属原子のマイグレーションを防止する必要がある。

[0020] 上述の窒化物半導体ウェハの素子構造では、フッ素樹脂膜が、少なくとも、第1メッキ電極の側壁面の上端部を除く部分、第2メッキ電極の側壁面の上端部を除く部分、及び、第1及び第2メッキ電極間の間隙部に露出した保護絶縁膜の露出面の外周端を除く部分を、夫々連続して被覆しており、はんだレジストとして機能するため、上記はんだ材料は、第1及び第2メッキ電極の上面と基台上の対応する電極パッドとの間に止まり、第1及び第2メッキ電極間の間隙部に入り込むのが阻止される。また、フッ素樹脂膜は紫外線に対する耐性が高いため、当該間隙部に仮に紫外線が入射しても劣化し難いため、フッ素樹脂以外の樹脂をはんだレジストとして使用した場合に比べて、発光素子の信頼性を高く維持できる。

[0021] はんだ材料中の金属原子の発光素子側のマイグレーション経路は、当該はんだ材料が第1及び第2メッキ電極の上面に存在する場合、各メッキ電極の側壁面と上記間隙部に露出した保護絶縁膜の露出面を繋げた経路となる。し

かし、各メッキ電極の側壁面に沿った経路では、当該側壁面上は同電位であるので、電界が生じていないため、当該側壁面に沿った経路での金属原子のマイグレーションは、当該側壁面に沿った経路が長い程、生じ難くなる。

[0022] 従って、上述の窒化物半導体ウェハの素子構造では、第1及び第2メッキ電極とフッ素樹脂膜を設けることにより、はんだ材料中の金属原子の発光素子側でのマイグレーションが抑制され、はんだ材料に起因する電極間の短絡に至る可能性が大幅に低減される。

[0023] 更に、上述の窒化物半導体ウェハの素子構造では、半導体積層部の第1領域の外周側面の全面が第1メッキ電極に覆われているため、当該半導体積層部内の活性層から出射される紫外線が、半導体積層部の第1領域の外周側面から、第1及び第2メッキ電極間の間隙部に充填された封止樹脂のフッ素樹脂に直接到達できなくなるため、フッ素樹脂の紫外線被ばくを大幅に低減でき、上述のメッキ電極及びはんだ材料中の金属原子のマイグレーションの抑制に寄与する。

[0024] 更に、上記第1の特徴の窒化物半導体ウェハは、前記フッ素樹脂膜が、前記複数の素子単位の隣接する前記素子領域間のチップ切断領域には形成されていないことを第2の特徴とする。当該第2の特徴構成により、当該窒化物半導体ウェハを、前記素子単位毎に分割してチップ状の窒化物半導体紫外線発光素子を作製する場合に、当該分割処理が容易となるとともに、分割時にフッ素樹脂膜の端部が破損する等して、形成されたフッ素樹脂膜が剥離するのを防止できる。

[0025] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハにおいて、前記フッ素樹脂膜が、前記第1メッキ電極の上面、及び、前記第2メッキ電極の上面には形成されていないことを第3の特徴とする。当該第3の特徴構成により、当該窒化物半導体ウェハを、前記素子単位毎に分割してチップ状の窒化物半導体紫外線発光素子にして、サブマウント等の基台上にフリップチップ実装する際に、第1及び第2メッキ電極の上面と基台上の対応する電極パッドとの間をはんだ付けすることができる。

[0026] 尚、前記フッ素樹脂膜が第1及び第2メッキ電極の上面には形成されていないことは、当該窒化物半導体ウェハを分割する直前において必要となるが、中間生成物としての窒化物半導体ウェハにおいて、前記フッ素樹脂膜が第1及び第2メッキ電極の上面に形成されていても、上記分割直前に除去すれば、当該除去処理の手間は生じるが、フリップチップ実装する上で特に問題ない。

[0027] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハは、前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極の各表面が夫々平坦化されており、前記各表面の前記半導体積層部の表面に垂直な方向の高さ位置が揃っていることが好ましい。

[0028] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハは、前記第1メッキ電極の外周の全てが、前記保護絶縁膜を介して前記n電極上に位置していることを第4の特徴とする。当該第4の特徴構成により、上述した半導体積層部の第1領域の外周側面の全面が第1メッキ電極に覆われていることに加えて、第1及び第2メッキ電極間の間隙部と第2領域の第1半導体層との間にn電極が介在することになるため、当該半導体積層部内の活性層から出射した紫外線が、基板と第1半導体層との界面或いは基板の裏面等で一部が反射して、第2領域の第1半導体層を通過して、第1及び第2メッキ電極間の間隙部に充填された封止樹脂に到達するのが防止される。これにより、第1及び第2メッキ電極間の間隙部に充填された封止樹脂のフッ素樹脂の紫外線被ばくを大幅に低減でき、上述のメッキ電極及びはんだ材料中の金属原子のマイグレーションの抑制に寄与する。

[0029] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハは、前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極間の離間距離が75 μm 以上であることが、好ましい。当該好適な態様により、第1メッキ電極と第2メッキ電極を、互いに接触することなく、高歩留りで形成することができる。

[0030] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハは、前記フッ素樹脂膜が、含フッ素脂肪族環構造を構造単位とする重合体または共重合体で構成される非晶質フッ素樹脂を有することが、好ましい。当該好適な態様により、上述

のメッキ電極及びはんだ材料中の金属原子のマイグレーションが抑制される。

[0031] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハは、前記フッ素樹脂膜が、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が金属に対して結合性を呈しない非反応性の末端官能基である第1タイプのフッ素樹脂を含むことが、好ましい。

[0032] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハは、前記フッ素樹脂膜が2層以上の積層膜で形成され、前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極と接触する前記積層膜の1層目の樹脂膜が、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が金属に対して結合性を呈する反応性の末端官能基である第2タイプのフッ素樹脂を含み、前記積層膜の2層目以降の樹脂膜が、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が、金属に対して結合性を呈しない非反応性の末端官能基である第1タイプのフッ素樹脂を含むことが、好ましい。当該好適な態様により、反応性の末端官能基が金属原子のマイグレーションに及ぼす影響が抑制されつつ、前記フッ素樹脂膜と第1及び第2メッキ電極の側壁面との間の結合が強固となり、前記フッ素樹脂膜が剥離し難くなる。

[0033] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハは、前記複数の素子単位の隣接する前記素子領域間のチップ切断領域とその側方領域、または、前記チップ切断領域の側方領域に、前記フッ素樹脂膜の下地膜として、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が金属に対して結合性を呈する反応性の末端官能基である第2タイプのフッ素樹脂を含む第2のフッ素樹脂膜が形成されていることが、好ましい。当該好適な態様により、当該窒化物半導体ウェハを、前記素子単位毎に分割してチップ状の窒化物半導体紫外線発光素子を作製する場合に、当該下地膜が、フッ素樹脂膜とチップ間のバインダーとして機能することで、フッ素樹脂膜の端部が破損する等して、形成されたフッ素樹脂膜が剥離するのを防止できる。

[0034] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハは、前記第1メッキ電極と

前記第2メッキ電極間の前記間隙部の底面の前記保護絶縁膜と前記フッ素樹脂膜の間に、紫外線を透過しない無機材料膜を備えることが、好ましい。当該好適な態様により、上述したように、半導体積層部の第1領域の外周側面の全面が第1メッキ電極に覆われていることに加えて、第1及び第2メッキ電極間の間隙部と第2領域の第1半導体層との間に紫外線を透過しない無機材料膜が介在しているため、当該半導体積層部内の活性層から出射した紫外線が、基板と第1半導体層との界面或いは基板の裏面等で一部が反射して、第2領域の第1半導体層を通過して、第1及び第2メッキ電極間の間隙部に充填された封止樹脂のフッ素樹脂に到達するのが防止される。これにより、第1及び第2メッキ電極間の間隙部に充填された封止樹脂のフッ素樹脂の紫外線被ばくを大幅に低減でき、上述のメッキ電極及びはんだ材料中の金属原子のマイグレーションの抑制に寄与する。

[0035] 上記目的を達成するために、本発明は、上記特徴の窒化物半導体ウェハを製造するための製造方法であって、

前記基板上に、前記半導体積層部、前記n電極、前記p電極、前記絶縁保護膜、前記第1メッキ電極、及び、前記第2メッキ電極を形成した後、

前記複数の素子単位の隣接する前記素子領域間のチップ切断領域または前記チップ切断領域及びその側方領域に、前記フッ素樹脂膜の形成を阻止する第1マスク材料を形成し、

前記第1マスク材料の形成後に、前記第1マスク材料に囲まれた前記素子領域に、フッ素樹脂を注入して前記フッ素樹脂膜を形成し、

前記フッ素樹脂膜の形成後に、前記第1マスク材料を除去することを第1の特徴とする窒化物半導体ウェハの製造方法を提供する。

[0036] 上記第1の特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法によれば、上記第1及び第2の特徴を有する窒化物半導体ウェハが作製される。

[0037] 更に、上記第1の特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法は、前記第1マスク材料の形成後に、前記複数の素子単位の前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極の上面に、前記フッ素樹脂膜の形成を阻止する第2マスク材料を形

成し、前記第 1 及び第 2 マスク材料の形成後に、前記第 1 マスク材料に囲まれた前記素子領域に前記フッ素樹脂を注入し、前記フッ素樹脂膜の形成後に、前記第 1 及び第 2 マスク材料を同時または個別に除去することを第 2 の特徴とする。

[0038] 更に、上記第 2 の特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法は、前記第 2 マスク材料がフッ素樹脂を含まない樹脂組成物で構成され、前記第 2 マスク材料を有機溶剤により溶解して除去する際に、前記フッ素樹脂膜が前記第 2 マスク材料の上に形成されている場合は、当該第 2 マスク材料上のフッ素樹脂膜を同時に除去することが、好ましい。

[0039] 更に、上記第 1 の特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法は、前記第 1 メッキ電極と前記第 2 メッキ電極の上面に形成された前記フッ素樹脂膜を研磨して除去することを第 3 の特徴とする。

[0040] 上記第 2 または第 3 の特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法によれば、上記第 1 乃至第 3 の特徴を有する窒化物半導体ウェハが作製される。

[0041] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法において、
前記基板として紫外線を透過する基板を用い、
前記第 1 メッキ電極の外周の全てが前記保護絶縁膜を介して前記 n 電極上に位置するように、前記第 1 メッキ電極を形成し、
前記第 1 マスク材料として、ネガタイプのフォトレジスト材を使用し、
前記フォトレジスト材を、前記基板表面の全面に形成し、
引き続き、前記基板の裏面から紫外線を照射して、前記フォトレジスト材を露光し、
引き続き、前記第 1 メッキ電極と前記 n 電極によって前記紫外線の露光が阻止された前記フォトレジスト材の一部を現像処理により除去することが、好ましい。

[0042] 当該好適な態様により、前記 n 電極と前記第 1 メッキ電極により素子領域の略全面を覆うことができ、更に、当該電極が露光時のマスクとなって、チップ切断領域またはチップ切断領域とその側方領域のみをウェハの裏面側か

ら自己整合的に露光でき、簡易に、上記第1の特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法を実現できる。

[0043] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法は、インクジェット方式により前記第1マスク材料を前記チップ切断領域に塗布することが好ましい。当該好適な態様によっても、簡易に、上記第1の特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法を実現できる。

[0044] 更に、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハの製造方法は、前記第1マスク材料の形成に代えて、または、追加して、前記フッ素樹脂膜を構成するフッ素樹脂を含む塗工液を塗布する前に、前記複数の素子単位の隣接する前記素子領域間のチップ切断領域とその側方領域、または、前記チップ切断領域の側方領域に、前記フッ素樹脂膜の下地膜として、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が金属に対して結合性を呈する反応性の末端官能基である第2タイプのフッ素樹脂を含む第2のフッ素樹脂膜を形成することが好ましい。当該好適な態様により、前記素子単位毎に分割してチップ状の窒化物半導体紫外線発光素子を作製する際に、フッ素樹脂膜の端部が破損する等して、形成されたフッ素樹脂膜が剥離するのを防止できる窒化物半導体ウェハを提供できる。

[0045] 上記目的を達成するために、本発明は、上記何れかの特徴の窒化物半導体ウェハを、前記素子単位毎に分割して成ることを特徴とする窒化物半導体紫外線発光素子を提供する。

[0046] 更に、上記目的を達成するために、本発明は、フリップチップ実装用の基台上に、少なくとも1つの上記特徴の窒化物半導体紫外線発光素子をフリップチップ実装してなる窒化物半導体紫外線発光装置であって、

前記基台が、絶縁性基材と、前記絶縁性基材の表面に形成され、上面と側壁面が金または白金族金属で被覆され、且つ、互いに電氣的に分離した2以上の金属膜と、を備えてなり、

前記2以上の金属膜が、少なくとも1つの前記窒化物半導体発光素子を搭載可能に、全体として、2以上の電極パッドを含む所定の平面視形状に形成

され、

前記金属膜で被覆されていない前記絶縁性基材の露出面と前記金属膜の側壁面との境界線に沿って、少なくとも、前記境界線と連続する前記絶縁性基材の前記露出面の一部と、前記境界線と連続する前記金属膜の前記側壁面の一部が、フッ素樹脂で被覆され、

前記金属膜の上面の少なくとも前記電極パッドを構成する箇所が、前記フッ素樹脂で被覆されていないことを特徴とする窒化物半導体紫外線発光装置を提供する。

発明の効果

[0047] 上記特徴の窒化物半導体ウェハによれば、当該ウェハを素子単位毎に分割して得られた窒化物半導体紫外線発光素子を基台上に実装することにより、紫外線発光動作に伴う電極間に充填された封止樹脂に起因する電気的特性の劣化を防止し、高品質、高信頼度の紫外線発光装置が実現できる。

[0048] また、上記特徴の窒化物半導体ウェハによれば、上記電気的特性の劣化を防止するための手段が、ウェハ製造段階で講じられているので、窒化物半導体紫外線発光素子を基台上に実装する段階で、上記電気的特性の劣化を防止するための手段を講じる必要がなく、通常の実装工程を利用できる。

図面の簡単な説明

[0049] [図1]本発明に係る窒化物半導体ウェハの一実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子の配列構造の一例を模式的に示す平面図である。

[図2]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第1～第5実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子の保護絶縁膜、第1及び第2メッキ電極形成前のA-A'断面における素子構造の一例を模式的に示す断面図である。

[図3]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第1～第5実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子の保護絶縁膜、第1及び第2メッキ電極形成前のB-B'断面における素子構造の一例を模式的に示す断面図である。

[図4]図2及び図3に示す素子構造の要部を模式的に示す要部断面図である。

[図5]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第1～第3及び第5実施形態におけ

る窒化物半導体紫外線発光素子の保護絶縁膜、第1及び第2メッキ電極、フッ素樹脂膜形成後のA-A'断面における素子構造の一例を模式的に示す断面図である。

[図6]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第1～第3及び第5実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子の保護絶縁膜、第1及び第2メッキ電極、フッ素樹脂膜形成後のB-B'断面における素子構造の一例を模式的に示す断面図である。

[図7]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第1～第6実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子のp電極、n電極、第1及び第2メッキ電極形成前の平面構造及び第1領域と第2領域の平面視パターンの一例を模式的に示す平面図である。

[図8]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第1～第6実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子の第1及び第2メッキ電極形成前の平面構造及びp電極とn電極の平面視パターンの一例を模式的に示す平面図である。

[図9]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第1～第6実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子の第1及び第2メッキ電極形成前の平面構造及び保護絶縁膜の平面視パターンの一例を模式的に示す平面図である。

[図10]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第1～第6実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子の第1及び第2メッキ電極の平面視パターンの一例を模式的に示す平面図である。

[図11]本発明に係る窒化物半導体ウェハの製造方法におけるフッ素樹脂膜の形成工程の一実施形態を模式的に示す工程断面図である。

[図12]本発明に係る窒化物半導体ウェハの製造方法におけるフッ素樹脂膜の形成工程の一実施形態を模式的に示す工程断面図である。

[図13]本発明に係る窒化物半導体ウェハの製造方法におけるフッ素樹脂膜の形成工程の一実施形態を模式的に示す工程断面図である。

[図14]本発明に係る窒化物半導体ウェハの製造方法におけるフッ素樹脂膜の形成工程の一実施形態を模式的に示す工程断面図である。

[図15]本発明に係る窒化物半導体ウェハの製造方法におけるフッ素樹脂膜の形成工程の一実施形態を模式的に示す工程断面図である。

[図16]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第4実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子の保護絶縁膜、第1及び第2メッキ電極、フッ素樹脂膜形成後のB-B'断面における素子構造の要部を模式的に示す要部断面図である。

[図17]本発明に係る窒化物半導体ウェハの第6実施形態における窒化物半導体紫外線発光素子の保護絶縁膜、第1及び第2メッキ電極、フッ素樹脂膜形成後のB-B'断面における素子構造の要部を模式的に示す要部断面図である。

[図18]本発明に係る窒化物半導体紫外線発光装置の一構成例を模式的に示す断面図である。

[図19]図18に示す窒化物半導体紫外線発光装置で使用するサブマウントの平面視形状と断面形状を模式的に示す平面図と断面図である。

[図20]図18に示す窒化物半導体紫外線発光装置の要部の構造を模式的に示す断面図である。

[図21]本発明に係る窒化物半導体紫外線発光装置の別構成例の要部の構造を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0050] 本発明に係る窒化物半導体ウェハ及びその製造方法、並びに、窒化物半導体紫外線発光素子及び装置の実施の形態につき、図面に基づいて説明する。尚、以下の説明で使用する図面では、説明の理解の容易のために、要部を強調して発明内容を模式的に示しているため、各部の寸法比は必ずしも実際の素子及び使用する部品と同じ寸法比とはなっていない。以下、上記窒化物半導体紫外線発光素子が発光ダイオードの場合を想定して説明する。更に、適宜、本発明に係る窒化物半導体ウェハを「本ウェハ」、その製造方法を「本製造方法」、本ウェハを分割してなる窒化物半導体紫外線発光素子を「本発光素子」、本発光素子を所定の基台上にフリップチップ実装してなる窒化物

半導体紫外線発光装置を「本発光装置」と称する。

[0051] 〈第1実施形態〉

図1に示すように、本ウェハ10は、基板12上に複数の同じ素子構造の本発光素子11がマトリクス状に配列して形成された窒化物半導体ウェハである。以下、便宜的に、基板12の表面と平行な面内において、素子単位である1つの本発光素子11が占有する領域を素子領域REと定義する。また、素子領域REは、後述するように、第1領域R1と第2領域R2で構成される。隣接する素子領域RE間には、本ウェハ10上の複数の本発光素子11を個々のチップに分割する際の切断代となるスクライプ領域SL（チップ切断領域に相当）が存在し、当該スクライプ領域SLは、ウェハ表面上を縦及び横方向に延伸し、格子状に存在する。従って、本ウェハ10の表面は、複数の素子領域REとスクライプ領域SLで構成される。

[0052] 次に、本発光素子11のウェハ状態での素子構造について説明する。本発光素子11は、半導体積層部21、p電極22、n電極23、絶縁保護膜24、第1メッキ電極25、第2メッキ電極26、及び、フッ素樹脂膜27を備えて構成される。

[0053] より具体的には、図2～図4に示すように、本発光素子11は、一例として、サファイア（0001）基板12上にAlN層13とAlGaIn層14を成長させた基板をテンプレート15として用い、当該テンプレート15上に、n型AlGaInからなるn型クラッド層16、活性層17、AlNモル分率が活性層17より大きいp型AlGaInの電子ブロック層18、p型AlGaInのp型クラッド層19、p型GaInのp型コンタクト層20を順番に積層した半導体積層部21を有している。n型クラッド層16が第1半導体層に相当し、電子ブロック層18、p型クラッド層19、及び、p型コンタクト層20が第2半導体層に相当する。n型クラッド層16より上部の活性層17、電子ブロック層18、p型クラッド層19、p型コンタクト層20の一部の平面視領域（第2領域R2）が、n型クラッド層16の一部表面が露出するまで反応性イオンエッチング等により除去され、n型クラッド層

16上の第1領域R1に活性層17からp型コンタクト層20までの積層構造が形成されている。活性層17は、一例として、膜厚10nmのn型AlGaInのバリア層170と膜厚3.5nmのAlGaInまたはGaInの井戸層171からなる単層の量子井戸構造となっている。活性層17は、下側層と上側層にAlInモル分率の大きいn型及びp型AlGaIn層で挟持されるダブルヘテロジャンクション構造であれば良く、また、上記単層の量子井戸構造を多層化した多重量子井戸構造であっても良い。

[0054] 各AlGaIn層は、有機金属化合物気相成長(MOVPE)法、或いは、分子線エピタキシ(MBE)法等の周知のエピタキシャル成長法により形成されており、n型層のドナー不純物として例えばSiを使用し、p型層のアクセプタ不純物として例えばMgを使用する。尚、導電型を明記していないAlIn層及びAlGaIn層は、不純物注入されないアンドープ層である。活性層17以外の各AlGaIn層の膜厚は、例えば、n型クラッド層16が2000nm、電子ブロック層18が2nm、p型クラッド層19が540nm、p型コンタクト層20が200nmである。尚、各AlGaIn層の膜厚は、上記例示した値に限定されるものではない。

[0055] p型コンタクト層20の表面に、例えば、Ni/Auのp電極22が、n型クラッド層16の第2領域R2の表面に、例えば、Ti/Al/Ti/Auのn電極23が形成されている。尚、p電極22及びn電極23を構成する金属層の層数、材質及び膜厚は、上記例示した層数、材質、及び、以降で例示する膜厚に限定されるものではない。

[0056] 便宜的に直交座標系XYZを想定し、基板12の表面と平行な面をXY面として、基板12の厚み方向をZ方向とし、本発光素子11の素子領域REの中心のXY座標を(0, 0)とした場合、図2は、後述する図9の平面図のA-A'に沿ったXZ面に平行な本発光素子11の断面図を示し、図3は、同平面図のB-B'に沿ったXZ面に平行な本発光素子11の断面図を示す。図2及び図3は、夫々、テンプレート15上に半導体積層部21が形成され、更に、p電極22及びn電極23が形成された状態であって、後述す

る保護絶縁膜 24、第 1 メッキ電極 25、第 2 メッキ電極 26、及び、フッ素樹脂膜 27 が形成される前の素子構造を模式的に示している。以下、説明の便宜上、保護絶縁膜 24、第 1 及び第 2 メッキ電極 25、26、フッ素樹脂膜 27 が形成される前の本発光素子 11 の素子構造を、「メッキ前素子構造」と称し、当該形成後の本発光素子 11 の素子構造を、「メッキ後素子構造」と称する。図 4 は、図 2 及び図 3 に示す本発光素子 11 のメッキ前素子構造の要部断面図を模式的に示す。

[0057] 図 2～図 4 に示すように、第 1 領域 R1 の半導体積層部 21 は、n 型クラッド層 16 から p 型コンタクト層 20 までの多層構造であり、第 2 領域 R2 の n 型クラッド層 16 の露出面から Z 方向に突出している。以下、第 1 領域 R1 の半導体積層部 21 を、便宜的に「メサ」と称する。当該メサの最外面は p 型コンタクト層 20 の上面であり、当該メサの最外面（第 1 領域 R1）と n 型クラッド層 16 の露出面（第 2 領域 R2）との間の Z 方向の差異（メサの段差）は、活性層 17 から p 型コンタクト層 20 までの膜厚の合計に、n 型クラッド層 16 の表面が上記エッチングで Z 方向に後退した深さを加えた値となり、約 800 nm 程度である。素子領域 RE の X 及び Y 方向の寸法（チップサイズ）が、仮に 0.8～1.5 mm 程度とすると、上記段差は、チップサイズの 0.1% 以下と極めて小さく、模式的に図示されている寸法比とは大きく異なる。

[0058] 図 5 及び図 6 に、保護絶縁膜 24、第 1 及び第 2 メッキ電極 25、26、フッ素樹脂膜 27 が形成された本発光素子 11 のメッキ後素子構造の一例を模式的に示す。図 5 は、図 9 の平面図の A-A' に沿った XZ 面に平行な断面図であり、図 6 は、同平面図の B-B' に沿った XZ 面に平行な本発光素子 11 の断面図である。

[0059] 図 5 及び図 6 に示すように、第 1 及び第 2 メッキ電極 25、26 は、夫々、本体部である第 1 及び第 2 本体電極 250、260 と、当該本体部の表面を被覆する金属膜の第 1 及び第 2 表面金属膜 251、261 で構成される。図 2～図 6 においてハッチングを施した部分は p 電極 22 と n 電極 23 であ

り、図5及び図6においてドットパターンを付した部分が第1及び第2本体電極250、260である。

[0060] 図7に、p電極22、n電極23、第1メッキ電極25、及び、第2メッキ電極26を形成する前の第1領域R1と第2領域R2の平面視パターンの一例を示す。図7においてハッチングを施した部分が第1領域R1である。図7に例示する平面視パターンでは、第1領域R1は、図面上側（ $Y > 0$ ）の4か所と図面下側（ $Y < 0$ ）の4か所に、夫々、凹部を備えた楕円形状をしている。図7では、第2領域R2の内の当該凹部で三方を囲まれた凹部領域R3の内の2つに、ドットパターンを付して、当該凹部領域R3以外の第2領域である周辺領域と区別している。第2領域R2は、8か所の凹部領域R3と、凹部領域R3と第1領域R1を取り囲む周辺領域R4で構成される。図7中、凹部領域R3と周辺領域R4の境界を破線Cで示す。

[0061] 図8に、第1メッキ電極25及び第2メッキ電極26を形成する前のp電極22及びn電極23の平面視パターンの一例を示す。図8において、ハッチングを施した部分が、夫々、p電極22とn電極23である。また、第1領域R1と第2領域R2の境界線BLを参照用に示している。図8より、図7との対比において、n電極23が、凹部領域R3及び周辺領域R4にまたがって連続的に形成され、第1領域R1を取り囲むように環状に形成されていることが分かる。また、p電極22は、第1領域R1と同様に、図面上側と図面下側に凹部を有する楕円形状となっている。p電極22の外周ラインは、例えば、第1領域R1の外周ライン（第1領域R1と第2領域R2の境界線）より、例えば10 μ m程度第1領域R1の内側に後退している。また、n電極23の内周ラインは、第1領域R1の外周ラインより第2領域側に10 μ m程度後退しており、n電極23の外周ラインは、素子領域REの外周ラインより内側に後退しており、更に、保護絶縁膜24の外周ラインより、例えば10 μ m程度内側に後退している。

[0062] 図9に、第1メッキ電極25及び第2メッキ電極26を形成する前の保護絶縁膜24の平面視パターンの一例を示す。保護絶縁膜24は素子領域RE

の略全面に設けられており、その外周ラインは、素子領域 R E の外周ラインと同じか、或いは、素子領域 R E の外周ラインより僅かに、例えば $10\ \mu\text{m}$ 程度内側に後退していても良い。保護絶縁膜 24 は、更に、第 1 領域 R 1 内に第 1 開口部 28 を、周辺領域 R 4 内の 4 隅に、第 2 開口部 29 を、夫々有しており、第 1 開口部 28 を通して p 電極 22 が、第 2 開口部 29 を通して n 電極 23 が、保護絶縁膜 24 に被覆されずに露出する。従って、n 電極 23 は、第 2 開口部 29 を通して露出する部分以外は、保護絶縁膜 24 によって被覆されている。第 1 開口部 28 の外周ラインは、第 1 領域 R 1 の外周ラインより、例えば $5\sim 15\ \mu\text{m}$ 程度第 1 領域 R 1 の内側に後退している。但し、第 1 開口部 28 の外周ラインは、p 電極 22 の外周ラインに対して同位置、外側、或いは、内側の何れに位置しても良い。図 9 において、ドットパターンを付した部分が保護絶縁膜 24 であり、ハッチングを施した部分が、第 1 開口部 28 を通して露出した p 電極 22 と第 2 開口部 29 を通して露出した n 電極 23 である。また、第 1 領域 R 1 と第 2 領域 R 2 の境界線 B L を参照用に示している。

[0063] 本実施形態では、保護絶縁膜 24 は、化学的気相成長 (CVD) 法で成膜された SiO_2 膜または Al_2O_3 膜等であり、 $100\text{nm}\sim 1\ \mu\text{m}$ 程度、より好ましくは $150\text{nm}\sim 350\text{nm}$ 程度の膜厚に形成される。図 5、図 6 及び図 9 に示すように、保護絶縁膜 24 は、第 1 領域 R 1 の半導体積層部 21 の外周側面の全面 (メサの段差部の側壁面)、第 1 領域 R 1 と n 電極 23 の間の n 型クラッド層 16 の露出面、及び、n 電極 23 の外周端縁部の内の少なくとも第 1 領域 R 1 と対向する部分を含む上面と側面を、少なくとも被覆するように形成されている。但し、保護絶縁膜 24 は、p 電極 22 の表面の少なくとも一部が被覆されず、第 1 開口部 28 を通して露出するように、更に、n 電極 23 の表面の少なくとも一部が被覆されず、第 2 開口部 29 を通して露出するように、形成されている。これにより、第 1 本体電極 250 と p 電極 22 が第 1 開口部 28 を通して、後述するシード膜 30 を介して接触して電氣的に接続され、第 2 本体電極 260 と n 電極 23 が第 2 開口部 29

を通して、後述するシード膜30を介して接触して電氣的に接続される。

[0064] 尚、保護絶縁膜24は、第1本体電極250がn型クラッド層16の露出面とp型クラッド層19の側方端面と直接接触して、p型クラッド層19から活性層17を介してn型クラッド層16に至る電流経路に対する迂回路が形成されるのを防止するために設けられている。従って、保護絶縁膜24が、仮にメサの段差部の上端から僅かに下方に後退して、メサの段差部の側壁面の上端の一部、つまり、p型コンタクト層20の側方端面が部分的に露出して、第1本体電極250と直接接触しても、上記迂回路は形成されないで、発光動作に問題は生じない。従って、図5、図6及び図9では、保護絶縁膜24は、p型コンタクト層20のp電極22で被覆されていない露出面も被覆しているが、当該p型コンタクト層20の露出面は必ずしも保護絶縁膜24で被覆される必要はない。逆に、図5、図6及び図9では、保護絶縁膜24は、p電極22の外周端部を被覆していないが、当該p電極22の外周端部を被覆しても良い。

[0065] 図10に、第1メッキ電極25及び第2メッキ電極26の平面視パターンの一例を示す。図10において、ドットパターンを付した部分が第1メッキ電極25であり、ハッチングを施した部分が第2メッキ電極26である。また、第1領域R1と第2領域R2の境界線BLを参照用に示している。第1メッキ電極25及び第2メッキ電極26の各外周ラインは、夫々、第2領域R2内の保護絶縁膜24上に位置しており、互いに近接する箇所では、75 μ m以上離間している。当該離間距離は100 μ m以上が好ましく、100～150 μ m程度であるのがより好ましい。更に、第1メッキ電極25の外周ラインは、保護絶縁膜24を介してn電極23上に位置しているのが好ましいが、n電極23の平面視形状によっては、n電極23上に位置していない部分があっても構わない。更に、図8では、第1メッキ電極25の外周ラインは、第2領域R2内の周辺領域R4に位置しているが、凹部領域R3の形状或いは大きさによっては、第1メッキ電極25の外周ラインの一部が、凹部領域R3内に入っているても良い。第2メッキ電極26の外周ラインは、

保護絶縁膜 24 の第 2 開口部 29 の外周ラインより、例えば $0 \sim 30 \mu\text{m}$ 程度、外側に位置しているのが好ましい。但し、第 2 メッキ電極 26 の外周ラインの一部または全部が、保護絶縁膜 24 の第 2 開口部 29 の外周ラインと一致、或いは、内側に位置していても、第 2 メッキ電極 26 に被覆されていない n 電極 23 が第 2 開口部 29 から露出するだけであるので、当該露出した n 電極 23 と第 1 メッキ電極 25 間の離間距離を、上述の第 1 メッキ電極 25 及び第 2 メッキ電極 26 間の離間距離と同様に確保できれば、また、第 2 メッキ電極 26 の上面の面積が、後述するはんだ付けに必要な面積を確保できれば、特に問題はない。第 1 メッキ電極 25 の外周ラインの内側の第 2 領域 R2 が、第 1 メッキ電極 25 の形成領域の内の第 2 領域 R2 の一部であって第 1 領域 R1 と接する境界領域に相当する。

[0066] 図 5、図 6 及び図 10 に示すように、第 1 メッキ電極 25 は、p 電極 22 の保護絶縁膜 24 で被覆されていない露出面を含む第 1 領域 R1 の最上面の全面、保護絶縁膜 24 で被覆された第 1 領域 R1 の半導体積層部 21 の外周側面の全面（メサの段差部の側壁面）、及び、第 2 領域 R2 の一部であって第 1 領域 R1 と接して第 1 領域 R1 を取り囲む境界領域を被覆するように形成されている。更に、同図に示すように、第 2 メッキ電極 26 は、少なくとも保護絶縁膜 24 の第 2 開口部 29 を通して露出した n 電極 23 上に形成され、好ましくは、第 2 開口部 29 の周囲の保護絶縁膜 24 上にも形成される。第 2 メッキ電極 26 は、図 10 に示す例では、平面視円形であるので、第 2 メッキ電極 26 と近接して対向する第 1 メッキ電極 25 の外周ラインは円弧状になっており、当該近接区間における第 1 メッキ電極 25 と第 2 メッキ電極 26 の間の離間距離が一定になるように設計している。つまり、第 1 メッキ電極 25 と第 2 メッキ電極 26 の間で局所的に電界集中が生じるのを回避している。従って、当該観点から、第 2 メッキ電極 26 の平面視形状は、円形以外に扇型でも良く、更に、少なくとも第 1 メッキ電極 25 と対向する角が円弧状の矩形でも構わない。

[0067] 本実施形態では、第 1 及び第 2 本体電極 250, 260 は、夫々、銅で形

成され、周知の電解メッキ法で作製される。尚、第1及び第2本体電極250、260は、銅を主成分とし、鉛(Pb)、鉄(Fe)、亜鉛(Zn)、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、ベリリウム(Be)等の金属を含む合金で形成しても良いが、合金とすることで熱伝導率が低下するため、銅で形成するのが好ましい。

[0068] 第1及び第2本体電極250、260の厚みは、45 μ m以上、或いは、第1本体電極250同士が凹部領域R3を挟んで対向する距離の2分の1以上が好ましく、特に、45～100 μ m程度、より好ましくは、50～75 μ m程度が、製造工程上好ましい。膜厚は、薄過ぎると、ウェハの反りの影響を受け易くなり、各本体電極250、260の表面の平坦化処理が困難となるため、45 μ m以上が好ましい。

[0069] 更に、第1及び第2本体電極250、260は、ウェハ製造工程で使用する蒸着等の乾式メッキ法に分類される成膜法ではなく、湿式メッキ法である電解メッキ法で作製することで、容易に45 μ m以上の厚膜に形成することができる。第1及び第2本体電極250、260と同様の厚膜の電極を蒸着等で形成すると、成膜に時間が掛かり過ぎるため、極めて効率が悪く、現実的ではない。逆に、第1及び第2本体電極250、260を、電解メッキ法で作製せずに、蒸着等で現実的な時間内で成膜すると、膜厚がp電極22及びn電極23と同等程度の薄さの膜厚となるため、第1本体電極250を全面に亘って平坦面とすることができないため、第1本体電極250の最上面の平面視形状が、第1領域R1の平面視形状と略同じとなり、フリップチップ実装した場合の、パッケージ側の電極パッドとの間の接触面積を拡大できない。また、第1及び第2本体電極250、260を厚膜に形成できないと、第1及び第2メッキ電極25、26の側壁面の高さが低くなり、上述したはんだ材料中の金属原子のマイグレーションの防止効果が低下する。

[0070] 図5及び図6に示すように、電解メッキ法で作製した第1本体電極250と第2本体電極260の断面構造では、第1本体電極250と第2本体電極260の下側に、電解メッキの給電用のシード膜30が形成されている。尚

、電解メッキの給電用のシード膜30は膜厚が約10～100nmのNi膜またはTi/Cu膜で形成される。尚、シード膜30は、下側の保護絶縁膜24及び上側の第1及び第2本体電極250、260に対する接着性を備えた導電性材料であれば、Ni膜やTi/Cu膜に限定されるものではない。

[0071] 上述したように、第1及び第2表面金属膜251、261は、第1及び第2本体電極250、260の表面（上面及び側壁面）を被覆する1層または多層の金属膜である。第1及び第2表面金属膜251、261の最外層は、第1及び第2本体電極250、260を構成する銅よりイオン化傾向の小さい金属（例えば、金（Au）または白金族金属（Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt、または、これらの内の2以上の合金）または金と白金族金属の合金）で構成することで、本発光素子11がフリップチップ実装されるまでの期間、酸素雰囲気中に保管されたとしても、第1及び第2メッキ電極25、26の表面が、第1及び第2表面金属膜251、261で被覆されていない場合より酸化し難くなる。更に、フリップチップ実装時のはんだ付け処理中の高温処理において当該被覆面が酸化するのも防止できる。更に、上述した第1及び第2メッキ電極25、26中の金属原子のマイグレーションが抑制される。

[0072] 本実施形態では、第1及び第2表面金属膜251、261は、下から順に、Ni/Pd/Auの3層の金属膜で構成され、湿式メッキ法である周知の無電解メッキ法で成膜される。第1及び第2表面金属膜251、261のNi/Pd/Auの各層の膜厚は、例えば、下から順に、3～7.5μm/50～150nm/50～150nmである。尚、第1及び第2表面金属膜251、261は、必ずしも、3層金属膜で構成される必要はなく、単層金属膜或いは3層以外の多層金属膜であっても良い。更に、第1及び第2表面金属膜251、261を構成する材料は上記の金属に限定されないが、最外層は金（Au）であるのが好ましい。

[0073] 尚、本実施形態では、図7～図10に例示するように、第1及び第2領域R1、R2、保護絶縁膜24、及び、第1及び第2メッキ電極25、26の

平面視形状は、X軸及びY軸に対して夫々線対称となる形状となっているが、必ずしもX軸及びY軸に対して線対称となる形状である必要はない。例えば、第2メッキ電極26と第2開口部29は、必ずしも素子領域REの4隅に設ける必要はなく、周辺領域R4内の任意の場所に任意の個数、例えば、周辺領域R4内の対角の2隅に設けても良い。更に、第1領域R1、p電極22、及び、第1開口部28の平面視形状も、図7～図10に示すような楕円形状に限定されるものではない。更に、第1領域R1は、必ずしも、三方から第2領域R2を囲む凹部を有する平面視形状でなくとも構わない。

[0074] 図10には図示されていないが、図5及び図6に示されているように、フッ素樹脂膜27は、第2領域R2内の第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の間の間隙部31の底面に露出する保護絶縁膜24の上面または保護絶縁膜24とn型クラッド層16の上面、及び、第1及び第2メッキ電極25、26の側壁面に形成されている。本実施形態では、第1及び第2メッキ電極25、26の間隙部31は、素子領域RE内の第1メッキ電極25と第2メッキ電極26が形成されていない領域を意味し、素子領域REの外枠と第1メッキ電極25の外周との間の領域、及び、素子領域REの外枠と第2メッキ電極26の外周との間の領域も含まれる。尚、保護絶縁膜24が、n電極23に覆われていないn型クラッド層16の露出面を全て覆う場合は、第1及び第2メッキ電極25、26の間隙部31の底面にn型クラッド層16の上面は露出しない。

[0075] 本実施形態では、フッ素樹脂膜27は、一例として、本発光素子11をフリップチップ実装する際に、樹脂封止に使用するものと同じ、非晶質フッ素樹脂で構成される。一般的には、非晶質のフッ素樹脂としては、結晶性ポリマーのフッ素樹脂を共重合化してポリマーアロイとして非晶質化させたものや、パーフルオロジオキソールの共重合体（デュポン社製の商品名テフロンAF（登録商標））やパーフルオロブテニルビニルエーテルの環化重合体（旭硝子社製の商品名サイトップ（登録商標））が挙げられる。尚、本実施形態でフッ素樹脂膜27に使用する非晶質フッ素樹脂については、フッ素樹脂

膜 2 7 の形成工程の説明で詳述する。

[0076] 次に、本ウェハ 1 0 の製造方法（本製造方法）について説明する。本製造方法は、保護絶縁膜 2 4、第 1 メッキ電極 2 5、及び、第 2 メッキ電極 2 6 が形成されるまでの図 2 ～図 4 に示すメッキ前素子構造の製造工程（第 1 製造工程）、図 5 及び図 6 に示すメッキ後素子構造の保護絶縁膜 2 4、第 1 メッキ電極 2 5、及び、第 2 メッキ電極 2 6 を形成する製造工程（第 2 製造工程）、及び、フッ素樹脂膜 2 7 を形成する製造工程（第 3 製造工程）の 3 段階に区分される。まず、第 1 製造工程を簡単に説明する。

[0077] まず、サファイア（0 0 0 1）基板 1 2 上に、上述したテンプレート 1 5、及び、n 型クラッド層 1 6 から p 型コンタクト層 2 0 までの各層を、MOVPE 法等の周知の成長方法により形成する。p 型コンタクト層 2 0 の形成後、アクセプタ不純物の活性化のため、例えば 8 0 0 °C で熱処理を施す。次に、周知のフォトリソグラフィ技術により、p 型コンタクト層 2 0 の表面の第 1 領域 R 1 を、例えば Ni マスクで被覆し、n 型クラッド層 1 6 より上部の第 1 領域 R 1 以外の活性層 1 7 から p 型コンタクト層 2 0 までの各層を、n 型クラッド層 1 6 の表面が露出するまで反応性イオンエッチング等により除去し、その後、Ni マスクを除去する。この結果、第 1 領域 R 1 には、テンプレート 1 5 上に、n 型クラッド層 1 6 から p 型コンタクト層 2 0 までの半導体積層部 2 1 が形成され、第 2 領域 R 2 には、テンプレート 1 5 上に、表面が露出した n 型クラッド層 1 6 が形成される。

[0078] 引き続き、基板全面に n 電極 2 3 の反転パターンとなるフォトレジストを形成しておき、その上に、n 電極 2 3 となる Ti / Al / Ti / Au の 4 層金属膜を、電子ビーム蒸着法等により蒸着し、当該フォトレジストをリフトオフにより除去して、当該フォトレジスト上の 4 層金属膜を剥離し、必要に応じて、RTA（瞬間熱アニール）等により熱処理を加えて、n 型クラッド層 1 6 上に n 電極 2 3 を形成する。Ti / Al / Ti / Au の 4 層金属膜の膜厚は、例えば、記載順に、2 0 nm / 1 0 0 nm / 5 0 nm / 1 0 0 nm である。

[0079] 引き続き、基板全面に p 電極 22 の反転パターンとなるフォトレジストを形成しておき、その上に、p 電極 22 となる Ni / Au の 2 層金属膜を、電子ビーム蒸着法等により蒸着し、当該フォトレジストをリフトオフにより除去して、当該フォトレジスト上の 2 層金属膜を剥離し、RTA 等により例えば 450℃ の熱処理を加えて、p 型コンタクト層 20 の表面に p 電極 22 を形成する。Ni / Au の 2 層金属膜の膜厚は、例えば、記載順に、60 nm / 50 nm である。

[0080] 以上の要領で、図 2 ～図 4 に示す本発光素子 11 のメッキ前素子構造が完成する。図 2 ～図 4 に示すメッキ前素子構造は、発光素子として必要な半導体積層部 21、p 電極 22、及び、n 電極 23 を備えているため、この段階で、本ウェハ 10 をダイシングして得られる素子単位をフリップチップ実装等によりサブマウント等を実装し、樹脂封止することで、発光素子として機能し得る。

[0081] しかし、本発光素子 11 では、フリップチップ実装時のはんだ付け処理を容易化し、発光動作に伴う廃熱を効率的に放熱し、更に、電極及びはんだ材料中の金属原子のマイグレーションを抑制するために、図 2 ～図 4 に示すメッキ前素子構造に対して、更に、保護絶縁膜 24、第 1 及び第 2 メッキ電極 25、26、フッ素樹脂膜 27 が形成される。次に、第 2 製造工程を説明する。

[0082] 引き続き、基板全面に、SiO₂ 膜または Al₂O₃ 膜等の保護絶縁膜 24 を、一例として CVD 法で成膜する。保護絶縁膜 24 の膜厚は、例えば、150 ～ 350 nm 程度である。尚、保護絶縁膜 24 の成膜温度は、図 2 ～図 4 に示すメッキ前素子構造が形成されるまでに施した成膜温度及び熱処理温度の最低温度以下、例えば、600℃ 程度に抑える。

[0083] 引き続き、基板全面に成膜された保護絶縁膜 24 の一部をエッチングで除去する。具体的には、周知のフォトリソグラフィ技術により、第 1 開口部 28 と第 2 開口部 29 とスクライブ領域 SL を除く領域をマスク層で被覆し、基板全面に成膜された保護絶縁膜 24 を周知の反応性イオンエッチング等の

ドライエッチングにより除去し、その後、当該マスク層を除去する。これにより、素子領域R E 内において、保護絶縁膜24に第1開口部28と第2開口部29が形成される。ここまでが、窒化物半導体のウェハ製造プロセスで、これ以降がメッキ製造プロセスとなり、位置合わせ精度が低くなる。但し、以下に説明するメッキ製造プロセスは、上記ウェハ製造プロセスに引き続いて、ウェハ状態において実施される。

[0084] 引き続き、基板全面に例えばNiをスパッタリング等で成膜して、電解メッキの給電用のシード膜30を形成する。

[0085] 引き続き、シード膜30上にメッキ用の感光性シートフィルムを貼付し、第1メッキ電極25と第2メッキ電極26を形成する箇所の当該フィルムを、フォトリソグラフィ技術により露光と現像を行って除去し、シード膜30を露出させる。引き続き、シード膜30に給電して、電解メッキ法により、露出したシード膜30上に、第1本体電極250と第2本体電極260を形成する。引き続き、第1本体電極250と第2本体電極260で覆われていないシートフィルムを有機溶剤等で除去し、第1本体電極250と第2本体電極260で覆われていないシード膜30を、ウェットエッチング等により除去する。

[0086] 第1本体電極250と第2本体電極260の成膜直後の膜厚は概ね均一であるが、第1本体電極250は、第1領域R1上と第2領域R2の一部領域を跨って形成されており、第1本体電極250の下には、メサ、p電極22、n電極23、及び、保護絶縁膜24の第1開口部28の各段差が存在する。更に、上述の電解メッキ法では、シード膜30に対して印加される電界の強さが不均等となる場合もあり得るため、第1本体電極250と第2本体電極260の成膜直後の膜厚にバラツキが生じる場合もある。従って、当該各段差や膜厚のバラツキによって、成膜直後の第1本体電極250の上面には、当該各段差分程度の凹凸が生じている可能性があり、第1本体電極250と第2本体電極260の上面の高さが揃っていない可能性がある。尚、本実施形態では、「高さ」とは、Z方向の任意の位置（例えば、基板12の表面

)を基準とするZ方向の距離を意味する。

[0087] 従って、本実施形態では、引き続き、第1及び第2本体電極250, 260の上面の凹凸を除去して平坦化するとともに、第1及び第2本体電極250, 260の上面の高さを揃えるために、CMP（化学機械研磨）法等の周知の研磨方法で、第1及び第2本体電極250, 260の上面を研磨する。研磨後の第1本体電極250と第2本体電極260の好適な膜厚（第2領域R2上のシード膜30の上面からの高さ）は、上述の通り、50～75 μm 程度である。尚、上述のシートフィルムとシード膜30の除去は、上記研磨工程後に行うこともできる。

[0088] 引き続き、上記第1及び第2本体電極250, 260の上面の研磨後に、第1及び第2本体電極250, 260の上面及び側壁面の各露出面上に、例えば、下から順に、Ni/Pd/Auの3層の金属膜からなる第1及び第2表面金属膜251, 261を、湿式メッキ法である周知の無電解メッキ法で成膜する。Ni/Pd/Auの各層の膜厚は、例えば、下から順に、3～7.5 μm /50～150 nm/50～150 nmである。

[0089] 以上の第2製造工程により、第1及び第2メッキ電極25, 26が形成される。第1メッキ電極25は、第1メッキ電極25直下のシード膜30を介して、保護絶縁膜24の第1開口部28を通して露出したp電極22の表面と電氣的に接続される。更に、第2メッキ電極26は、第2メッキ電極26直下のシード膜30を介して、保護絶縁膜24の第2開口部29を通して露出したn電極23の表面と電氣的に接続される。

[0090] 次に、フッ素樹脂膜27を形成する第3製造工程について、図11～図15を参照して説明する。

[0091] 第1及び第2メッキ電極25, 26が形成された本ウェハ10の表面全面に、フッ素を含まないネガタイプのフォトレジスト材をスピコートして、フォトレジスト層を形成する（工程A1）。引き続き、当該フォトレジスト層の露光に適した波長の紫外線を、基板12の裏面側から照射する。照射された紫外線は、テンプレート15及び半導体積層部21を透過するが、p電

極 2 2、n 電極 2 3、第 1 メッキ電極 2 5、及び、第 2 メッキ電極 2 6 を透過できないので、これらの電極の形成されていないスクライブ領域 S L 上に形成されたフォトレジスト層が露光される（工程 A 2）。より正確に言えば、各素子単位の n 電極 2 3 の外周ラインより外側のスクライブ領域 S L とその側方領域が、露光される。本実施形態では、第 1 メッキ電極 2 5 の外周ラインの全てが、保護絶縁膜 2 4 を介して n 電極 2 3 上に位置しているので、n 電極 2 3 より内側の領域は全て第 1 メッキ電極 2 5 で覆われている。つまり、n 電極 2 3 と第 1 メッキ電極 2 5 が、フォトレジスト層の露光用のマスクとして利用される。

[0092] 引き続き、n 電極 2 3 と第 1 メッキ電極 2 5 に遮蔽されて露光されなかったフォトレジスト層を現像処理により除去する（工程 A 3）。これにより、図 1 1 に示すように、スクライブ領域 S L とその側方領域上に形成されたフォトレジスト層が、フッ素樹脂膜 2 7 の形成を阻止する第 1 マスク材料 3 2 となる。ここで、スクライブ領域 S L 上に形成されたフォトレジスト層の膜厚は、例えば、0.1～5 μm 程度で、第 2 領域 R 2 内の保護絶縁膜 2 4 と n 電極 2 3 の膜厚の合計より厚い。従って、スクライブ領域 S L 上のフォトレジスト層の上面位置は、間隙部 3 1 内の保護絶縁膜 2 4 の上面より高くなる。

[0093] 引き続き、図 1 2 に示すように、フッ素樹脂膜 2 7 の形成を阻止する第 2 マスク材料 3 3 を、本ウエハ 1 0 の表面の全面において、第 1 メッキ電極 2 5 と第 2 メッキ電極 2 6 の各上面に塗布する（工程 A 4）。第 2 マスク材料 3 3 は、フッ素樹脂を含まないバインド樹脂（アクリル樹脂、エポキシ樹脂、セルロース系樹脂、フェノール系樹脂、ウレタン系樹脂、等）と有機溶剤と必要に応じて選択される添加物を混練して得られる樹脂組成物であり、例えば、スクリーン印刷用のインク等が使用可能である。本実施形態では、第 1 メッキ電極 2 5 と第 2 メッキ電極 2 6 の各上面の高さは、略同じ高さに揃っているため、例えば、本ウエハ 1 0 より面積の大きい平板状の板材の表面に第 2 マスク材料 3 3 を塗布し、当該塗布面を本ウエハ 1 0 の表面に押し当

てて、第2マスク材料33を、当該板材の表面から第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の各上面の全面に転写する。転写後、加熱或いは紫外線照射等により、第2マスク材料33を第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の各上面に固着させる（工程A5）。この場合、第2マスク材料33は、転写時に第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の側壁面を垂れ落ちない程度の粘度（ $1 \sim 100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ）であるのが好ましい。尚、第2マスク材料33は、転写時に、側壁面を垂れ落ちて、側壁面の上端部を僅かに覆う程度であれば問題はない。また、第2マスク材料33は、顔料や染料によって着色しておくことで、第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の各上面に第2マスク材料33が正しく転写されたか否かを目視或いは光学的に検査するのに都合が良い。

[0094] 引き続き、図13に示すように、第1マスク材料32と第2マスク材料33が表面に形成された本ウェハ10の表面の全面に、例えば、スピンコーター等を用いて、フッ素樹脂膜27となるフッ素樹脂を溶媒で希釈した塗工液270を注入する（工程A6）。塗工液270の注入量は、第1及び第2メッキ電極25、26上の第2マスク材料33が塗工液270で僅かに覆われる程度とし、塗工液270が、第1及び第2メッキ電極25、26の上面と側壁面、及び、第1及び第2メッキ電極25、26間の間隙部31の底面に露出した保護絶縁膜24の露出面を被覆するように注入する。尚、本ウェハ10の表面への塗工液270の注入は、スピンコート以外に、インクジェット方式、ディスペンサー、或いはポッティングにより行っても良い。

[0095] 引き続き、図14に示すように、塗工液270を徐々に加熱しながら溶媒を蒸発させて、フッ素樹脂膜27の原型となる樹脂膜271を、本ウェハ10の上面の凹凸状態に沿って、本ウェハ10の全面に形成する（工程A7）。この時、塗工液270中のフッ素樹脂の濃度に応じて、塗工液270の上面の高さが本ウェハ10の上面の凹凸状態に沿って徐々に低下して、第1及び第2メッキ電極25、26の各側壁面、第1及び第2メッキ電極25、26間の間隙部31に露出した保護絶縁膜24の露出面を被覆するように、当

該原型樹脂膜 271 が形成される。当該原型樹脂膜 271 は、第 1 マスク材料 32 と第 2 マスク材料 33 の上面及び側面にも形成される。尚、当該原型樹脂膜 271 は、第 1 及び第 2 メッキ電極 25、26 の側壁面及び間隙部 31 の底面を密に被覆していれば十分で、膜厚を不必要に厚くする必要はなく、例えば、数原子層（10 nm 程度）の厚さでも良い。また、当該膜厚は、塗工液 270 中のフッ素樹脂の濃度及び原型樹脂膜 271 の形成箇所に応じて定まり、例えば、0.1 ~ 1 μ m 程度とするのが好ましい。

[0096] 引き続き、原型樹脂膜 271 の形成後に、第 1 マスク材料 32 と第 2 マスク材料 33 を、第 1 マスク材料 32 と第 2 マスク材料 33 を溶解する有機溶媒（例えば、アセトン等）で溶解する（工程 A8）。この時、当該有機溶媒は、原型樹脂膜 271 を構成するフッ素樹脂は溶解せず、一方で、当該フッ素樹脂を透過して第 1 マスク材料 32 と第 2 マスク材料 33 を溶解する有機溶媒を使用する。溶解した第 1 マスク材料 32 と第 2 マスク材料 33 を洗浄して除去すると、第 1 マスク材料 32 と第 2 マスク材料 33 の上面を覆っていた原型樹脂膜 271 が同時に除去される。この結果、図 15 に示すように、第 1 メッキ電極 25 の側壁面、第 2 メッキ電極 26 の側壁面、第 1 メッキ電極 25 と第 2 メッキ電極 26 間の間隙部 31 に露出した保護絶縁膜 24 の露出面を被覆するフッ素樹脂膜 27 が形成される。尚、原型樹脂膜 271 を構成するフッ素樹脂は溶解せず、且つ、第 1 マスク材料 32 と第 2 マスク材料 33 を同時に溶解できる適当な有機溶媒が存在しない場合は、当該フッ素樹脂は溶解せず、第 1 マスク材料 32 を溶解可能な第 1 の有機溶媒で、第 1 マスク材料 32 を溶解し、当該フッ素樹脂は溶解せず、第 2 マスク材料 33 を溶解可能な第 2 の有機溶媒で、第 2 マスク材料 33 を溶解するようにしても良い。

[0097] フッ素樹脂膜 27 の形成箇所は、第 1 マスク材料 32 と第 2 マスク材料 33 によって被覆されていなかった箇所となる。第 1 マスク材料 32 は、基本的に、スクライプ領域 SL 上を被覆するが、上述の露光処理では、n 電極 23 と第 1 メッキ電極 25 をマスクとして使用したため、n 電極 23 の外周ラ

インとスクライブ領域SL間のスクライブ領域SLの側方領域にも第1マスク材料32が形成されるため、n電極23の外周ラインより外側（保護絶縁膜24の露出面の外周端に相当）には、フッ素樹脂膜27は形成されない。フッ素樹脂膜27は、フリップチップ実装時のはんだ付けにおいて、はんだ材料が、第1メッキ電極25と第2メッキ電極26間の間隙部31の両電極が対向する箇所に付着するのを防止するハンダレジスト材として使用され、はんだ材料の金属原子のマイグレーションにより両電極間の短絡を防止するためのものである。よって、上述のように、フッ素樹脂膜27がn電極23の外周ラインより外側に形成されなくても、上記所期の目的は達成される。更に、第2マスク材料33は、基本的に、第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の上面に形成されるが、僅かに上面からはみ出て側壁面の上端部を被覆しても、当該側壁面の当該上端部より下側の大部分はフッ素樹脂膜27により被覆されるので、はんだ材料が、第1メッキ電極25と第2メッキ電極26間の間隙部31の両電極が対向する箇所に付着するのを十分に抑制できる。

[0098] 次に、フッ素樹脂膜27の形成に使用する塗工液270について簡単に説明する。本発光素子11をフリップチップ実装して得られる発光装置では、活性層17から出射した紫外線は、基板12を通過して、基板12の裏面側から出射され、封止樹脂を通過して外部に放射される。よって、フッ素樹脂膜27の形成箇所は、当該紫外線が出射される基板12の裏面とは反対の本発光素子11の上面側に位置するため、封止樹脂に使用する紫外線に対して透明なフッ素樹脂である必要性はない。

[0099] しかし、フリップチップ実装時の樹脂封止処理において、フッ素樹脂膜27の形成後に第1メッキ電極25と第2メッキ電極26間の間隙部31に残存する空隙にも、封止樹脂が充填されるため、本実施形態では、塗工液270に使用するフッ素樹脂として、封止樹脂として好適に用いられる非晶質フッ素樹脂を用いる。

[0100] 非晶質フッ素樹脂は、大別して、末端官能基が金属に対して結合性を呈し

ない非反応性の官能基を有する非結合性フッ素樹脂（第1タイプの非晶質フッ素樹脂）と、末端官能基が金属に対して結合可能な反応性の官能基を有する結合性フッ素樹脂（第2タイプの非晶質フッ素樹脂）との2種類がある。本実施形態では、一態様例として、金属原子のマイグレーションの抑制効果の高い第1タイプの非晶質フッ素樹脂を使用する。

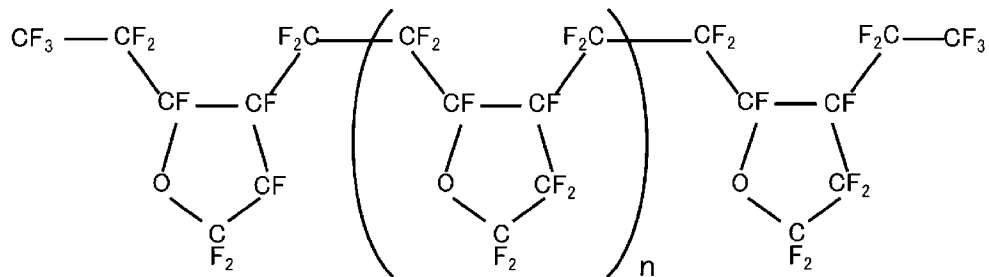
[0101] 当該第1タイプの非晶質フッ素樹脂は、より具体的には、重合体または共重合体を構成する構造単位が含フッ素脂肪族環構造を有し、上記末端官能基が CF_3 等のパーフルオロアルキル基である。つまり、第1タイプの非晶質フッ素樹脂は、上記金属に対して結合性を呈する反応性の末端官能基を有していない。一方、上記第2タイプの非晶質フッ素樹脂の当該反応性の官能基は、一例として、カルボキシル基（ COOH ）またはエステル基（ COOR ）である。但し、Rはアルキル基を表す。

[0102] また、含フッ素脂肪族環構造を有する構造単位としては、環状含フッ素単量体に基づく単位（以下、「単位A」）、または、ジエン系含フッ素単量体の環化重合により形成される単位（以下、「単位B」）が好ましい。尚、非晶質フッ素樹脂の組成及び構造は、本願発明の本旨ではないため、当該単位A及び単位Bに関する詳細な説明は割愛するが、当該単位A及び単位Bに関しては、本願と同じ出願人による特許文献1の段落[0031]～[0062]に詳細に説明されているので、参照されたい。

[0103] 塗工液270は、第1タイプの非晶質フッ素樹脂を、含フッ素溶媒、好ましくは、非プロトン性含フッ素溶媒に溶解して作製される。当該含フッ素溶媒についても、特許文献1の段落[0067]～[0073]に詳細に説明されているので、参照されたい。尚、塗工液270中の第1タイプの非晶質フッ素樹脂の濃度は、フッ素樹脂膜27が上述の膜厚（ $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ 程度）となるように調整される。

[0104] 第1タイプの非晶質フッ素樹脂の市販品の一例として、サイトップ（旭硝子社製）等が挙げられる。尚、末端官能基が CF_3 であるサイトップは、下記の化1に示す上記単位Bの重合体である。

[0105] [化1]



[0106] 以上の工程を経て、第1メッキ電極25と第2メッキ電極26とフッ素樹脂膜27を備えた本ウエハ10が完成する。

[0107] 本ウエハ10が完成した時点では、本発光素子11はウエハ状態であるので、所定の検査工程を経て、周知のダイシング技術によって、スクライプ領域SLに沿って本ウエハ10を切断または割断することで、チップ状態の本発光素子11が得られる。

[0108] 〈第2実施形態〉

次に、上記第1実施形態の一変形例として、本ウエハ10及び本発光素子11の別実施形態について説明する。第2実施形態に係る本ウエハ10及び本発光素子11は、第1実施形態と同じ素子構造を有するが、本ウエハ10の製造方法の第3製造工程の細部において第1実施形態と相違する。以下、第3製造工程の相違する箇所について説明する。

[0109] 第1実施形態の第3製造工程では、工程A1～A3により、フォトリソスト層からなる第1マスク材料32を、スクライプ領域SLとその側方領域上に形成したが、第2実施形態では、工程A1～A3に代えて、工程A1で使したフォトリソスト材、或いは、工程A4で使した第2マスク材料33を、インクジェット方式により、スクライプ領域SL上に、第1マスク材料32として塗布し（工程B1）、加熱或いは紫外線照射等により、塗布した当該第1マスク材料32をスクライプ領域SL上に固着させる（工程B2）。ここで、スクライプ領域SL上に形成された第1マスク材料32の膜厚は

、例えば、第1実施形態と同様、 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ 程度で、第2領域R2内の保護絶縁膜24とn電極23の膜厚の合計より厚い。従って、スクライプ領域SL上の第1マスク材料32の上面位置は、間隙部31内の保護絶縁膜24の上面より高くなる。

[0110] 工程B1及びB2に引き続き、第1実施形態で説明した工程A4～A8を同じ要領で実行する。この結果、スクライプ領域SL上と第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の上面を被覆せず、第1メッキ電極25の側壁面、第2メッキ電極26の側壁面、第1メッキ電極25と第2メッキ電極26間の間隙部31に露出した保護絶縁膜24の露出面を被覆するフッ素樹脂膜27が形成される。尚、第2実施形態では、n電極23の外周ラインとスクライプ領域SL間のスクライプ領域SLの側方領域には第1マスク材料32が形成されないため、フッ素樹脂膜27は、n電極23の外周ラインより外側（保護絶縁膜24の露出面の外周端に相当）にも形成される。

[0111] 〈第3実施形態〉

次に、上記第1または第2実施形態の一変形例として、本ウェハ10及び本発光素子11の別実施形態について説明する。第3実施形態に係る本ウェハ10及び本発光素子11は、第1実施形態と同じ素子構造を有するが、本ウェハ10の製造方法の第3製造工程の細部において第1及び第2実施形態と相違する。以下、第3製造工程の相違する箇所について説明する。

[0112] 第1実施形態の第3製造工程では、工程A4及びA5により、第2マスク材料33を、予め第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の上面に形成した上で、工程A6において、第1マスク材料32と第2マスク材料33が表面に形成された本ウェハ10の表面の全面に、塗工液270を注入したが、第3実施形態では、工程A4及びA5を実施せず、つまり、第2マスク材料33を、予め第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の上面に形成せずに、工程A6において、表面に第1マスク材料32が形成された本ウェハ10の表面の全面に、塗工液270を注入する。当該工程A6に引き続き、第1実施形態で説明した工程A7及びA8を同じ要領で実行する。この結果、ス

クライブ領域SL上を被覆せず、第1及び第2メッキ電極25、26の上面、第1及び第2メッキ電極25、26の側壁面、第1及び第2メッキ電極25、26間の間隙部31に露出した保護絶縁膜24の露出面を被覆するフッ素樹脂膜27が形成される。引き続き、CMP（化学機械研磨）法等の周知の研磨方法で、第1及び第2表面金属膜251、261の最外面が露出し、最外層の金属（Au）が第1及び第2メッキ電極25、26の上面に残存するように、第1及び第2メッキ電極25、26の上面に形成されたフッ素樹脂膜27を除去する（工程A9）。この結果、スクライブ領域SL上と第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の上面を被覆せず、第1メッキ電極25の側壁面、第2メッキ電極26の側壁面、第1メッキ電極25と第2メッキ電極26間の間隙部31に露出した保護絶縁膜24の露出面を被覆するフッ素樹脂膜27が形成される。

[0113] 尚、第3実施形態では、工程A9の研磨により、第1及び第2表面金属膜251、261の最外層の金属がある程度研磨され薄膜化するため、第1及び第2表面金属膜251、261を無電解メッキで成膜する際に、最外層の膜厚を第1及び第2実施形態より厚くするのが好ましい。また、第1及び第2表面金属膜251、261の最外層の膜厚を第1及び第2実施形態より厚くする代わりに、或いは、追加して、工程A9の研磨後に、第1及び第2表面金属膜251、261の露出面に、最外層の金属（Au）を無電解メッキで再度成膜しても良い。

[0114] 尚、上述の工程A4及びA5を実施せず、その代わりに、工程A6～A8の実施後に工程A9を実施する別実施形態は、第2実施形態の第3製造工程にも適用し得る。つまり、工程A1～A3に代えて、第2実施形態で説明した工程B1及びB2を実行し、引き続き、工程A4及びA5を実施せずに、工程A6～A9を実施しても良い。

[0115] 〈第4実施形態〉

次に、上記第1乃至第3実施形態の一変形例として、本ウエハ10及び本発光素子11の別実施形態について、図16を参照して説明する。図16は

、本発光素子 11 の B-B' 断面における素子構造の要部を模式的に示す要部断面図である。

[0116] 図 16 に示すように、第 4 実施形態に係る本ウェハ 10 及び本発光素子 11 は、基本的に第 1 実施形態と同じ素子構造を有するが、第 1 メッキ電極 25 と第 2 メッキ電極 26 間の間隙部 31 において、フッ素樹脂膜 27 と第 1 及び第 2 メッキ電極 25, 26 の側壁面との間、及び、フッ素樹脂膜 27 と当該間隙部 31 の底面に露出した保護絶縁膜 24 との間に、紫外線を透過しない不透明絶縁膜 34 を備える。

[0117] 本実施形態では、不透明絶縁膜 34 は、GaP、GaN、GaAs、SiC、SiN 等の無機材料膜であり、使用する材料に応じた成膜方法で形成される。例えば、GaP からなる不透明絶縁膜 34 は、スパッタリングで成膜し、GaN、GaAs、SiC、SiN 等は CVD で成膜する。不透明絶縁膜 34 の膜厚は、例えば、約 300 nm 程度であり、厚い方が遮光膜としては好ましい。

[0118] 上記第 1 ～第 3 実施形態の本ウェハ 10 では、保護絶縁膜 24 は、紫外線を透過する SiO₂ 膜または Al₂O₃ 膜等で形成されている。従って、本発光素子 11 の活性層 17 から出射した紫外線の一部は、基板 12 の裏面から外部に出射せずに半導体積層部 21 側に反射して、上記間隙部 31 の底面に露出している保護絶縁膜 24 を通過して、上記間隙部 31 に入射する可能性がある。本実施形態では、間隙部 31 の底面の下側には、n 電極 23 が存在するため、紫外線が、間隙部 31 の直下の n 型クラッド層 16 から保護絶縁膜 24 を通過して間隙部 31 に入射することは阻止されているが、第 1 領域 R1 と第 2 領域 R2 の境界付近の n 電極 23 が形成されていない箇所の n 型クラッド層 16 から保護絶縁膜 24 に入射した紫外線が、保護絶縁膜 24 を通過して、上記間隙部 31 に入射する可能性がある。従って、不透明絶縁膜 34 を上記間隙部 31 の底面に露出している保護絶縁膜 24 の上面を覆うように形成することで、保護絶縁膜 24 を通過して間隙部 31 に入射する紫外線をより確実に遮断することができる。

[0119] 次に、本ウェハ 10 の製造方法における不透明絶縁膜 34 の作製手順について説明する。第 4 実施形態における本ウェハ 10 の製造方法は、図 2 ～図 4 に示すメッキ前素子構造の製造工程（第 1 製造工程）は、第 1 実施形態で説明した第 1 製造工程と全く同じである。また、図 5 及び図 6 に示すメッキ後素子構造の製造工程（第 2 製造工程）も、第 1 及び第 2 メッキ電極 25, 26 の形成直後までは、第 1 実施形態で説明した第 2 製造工程と全く同じである。

[0120] 第 4 実施形態では、第 2 製造工程において、第 1 及び第 2 メッキ電極 25, 26 の形成後の本ウェハ 10 の表面の全面に、不透明絶縁膜 34 となる無機材料膜を堆積する。無機材料膜が Gap の場合は、例えば、スパッタリングで堆積する。不透明絶縁膜 34 は、第 1 及び第 2 メッキ電極 25, 26 の間隙部 31 の底面に露出した保護絶縁膜 24 上に堆積すれば、上述の間隙部 31 の紫外線の入射は遮断できる。よって、不透明絶縁膜 34 が、第 1 及び第 2 メッキ電極 25, 26 の側壁面の一部または全面に堆積されなくても、つまり、フッ素樹脂膜 27 と第 1 及び第 2 メッキ電極 25, 26 の側壁面との間に形成されなくても構わない。

[0121] 引き続き、第 3 製造工程に移行し、第 1 実施形態で説明した工程 A1 ～ A3、或いは、第 2 実施形態で説明した工程 B1 及び B2 を実施して、第 1 マスク材料 32 をスクライプ領域 SL 上に形成する。第 4 実施形態では、第 3 実施形態と同様に、工程 A4 及び A5 を実施せず、つまり、第 2 マスク材料 33 を、第 1 メッキ電極 25 と第 2 メッキ電極 26 の上面に形成せずに、工程 A6 において、第 1 マスク材料 32 が表面に形成された本ウェハ 10 の表面の全面に、塗工液 270 を注入する。当該工程 A6 に引き続き、第 1 実施形態で説明した工程 A7 及び A8 を同じ要領で実行する。この結果、スクライプ領域 SL を除く素子領域 RE 内において、不透明絶縁膜 34 を被覆するフッ素樹脂膜 27 が形成される。引き続き、CMP（化学機械研磨）法等の周知の研磨方法で、第 1 及び第 2 表面金属膜 251, 261 の最外面が露出し、最外層の金属（Au）が第 1 及び第 2 メッキ電極 25, 26 の上面に残

存するように、第1及び第2メッキ電極25、26の上面に形成されたフッ素樹脂膜27と不透明絶縁膜34を同時に除去する（工程C9）。この結果、スクライブ領域SL上と第1メッキ電極25と第2メッキ電極26の上面を被覆せず、第1メッキ電極25の側壁面、第2メッキ電極26の側壁面、第1メッキ電極25と第2メッキ電極26間の間隙部31に露出した保護絶縁膜24の露出面を被覆するフッ素樹脂膜27が形成されると同時に、当該フッ素樹脂膜27と第1及び第2メッキ電極25、26の側壁面との間、及び、当該フッ素樹脂膜27と当該間隙部31の底面に露出した保護絶縁膜24との間に、不透明絶縁膜34が形成される。

[0122] 尚、第4実施形態では、工程C9の研磨により、第1及び第2表面金属膜251、261の最外層の金属がある程度研磨され薄膜化するため、第1及び第2表面金属膜251、261を無電解メッキで成膜する際に、最外層の膜厚を第1及び第2実施形態より厚くするのが好ましい。また、第1及び第2表面金属膜251、261の最外層の膜厚を第1及び第2実施形態より厚くする代わりに、或いは、追加して、工程A9の研磨後に、第1及び第2表面金属膜251、261の露出面に、最外層の金属（Au）を無電解メッキで再度成膜しても良い。

[0123] 尚、上記工程C9では、第1及び第2メッキ電極25、26の上面に形成されたフッ素樹脂膜27と不透明絶縁膜34を、研磨処理により同時に除去したが、研磨処理に代えて、フォトリソグラフィとエッチングにより除去しても良い。

[0124] 〈第5実施形態〉

次に、上記第1乃至第3実施形態の一変形例として、本ウエハ10及び本発光素子11の別実施形態について説明する。上記第1乃至第3実施形態の本ウエハ10及び本発光素子11では、保護絶縁膜24は、紫外線を透過するSiO₂膜またはAl₂O₃膜等で形成されているため、本発光素子11の活性層17から出射した紫外線の一部は、基板12の裏面から外部に出射せずに半導体積層部21側に反射して、上記間隙部31の底面に露出している保

保護絶縁膜 24 を通過して、上記間隙部 31 に入射する可能性がある。上記第 4 実施形態では、不透明絶縁膜 34 を別途設けることで、当該紫外線の間隙部 31 への入射を阻止したが、第 5 実施形態では、保護絶縁膜 24 を、紫外線を透過する材料で形成せずに、第 4 実施形態で説明した不透明絶縁膜 34 と同様の紫外線を透過しない材料、即ち、GaP、GaN、GaAs、SiC、SiN 等の無機材料膜を、CVD 法やスパッタリング等の周知の成膜方法により形成する。この場合の保護絶縁膜 24 は、第 1 実施形態と同様に、100nm～1μm 程度、より好ましくは 150nm～350nm 程度の膜厚に形成される。しかし、保護絶縁膜 24 に使用する材料によっては、例えば、SiN 等は、膜厚が薄いと紫外線を透過する可能性があり、紫外線に対して半透明膜となり得るため、発光波長に応じて膜厚を調整するのが好ましい。

[0125] 第 5 実施形態では、保護絶縁膜 24 が紫外線を透過しない材料で形成されているため、本発光素子 11 の活性層 17 から出射した紫外線が、保護絶縁膜 24 を通過して、上記間隙部 31 に入射することが防止されるため、第 4 実施形態で説明した不透明絶縁膜 34 を当該間隙部 31 の底面に別途設ける必要はない。

[0126] 〈第 6 実施形態〉

次に、上記第 1 乃至第 5 実施形態の一変形例として、本ウェハ 10 及び本発光素子 11 の別実施形態について、図 17 を参照して説明する。上記第 1 乃至第 5 実施形態の本ウェハ 10 及び本発光素子 11 では、第 1 マスク材料 32 を、スクライプ領域 SL とその側方領域上、または、スクライプ領域 SL 上に形成して、フッ素樹脂膜 27 が、スクライプ領域 SL とその側方領域上、または、スクライプ領域 SL 上に形成されないようにした。これにより、本ウェハ 10 をスクライプ領域 SL に沿って切断或いは割断した際に、素子単位に分割された本発光素子 11 の外周端部において、フッ素樹脂膜 27 の外周端が損傷を受けて剥離するのが未然に防止できる。

[0127] 第 6 実施形態では、第 1 マスク材料 32 を、スクライプ領域 SL とその側

方領域上、または、スクライブ領域SL上に形成せずに、つまり、第3製造工程の工程A1～A3或いは工程B1及びB2を実行せずに、その代わりに、スクライブ領域SLとその側方領域上に、フッ素樹脂膜27の下地膜として、第1タイプの非晶質フッ素樹脂を使用するフッ素樹脂膜27より金属との結合性の高い上記第2タイプの非晶質フッ素樹脂から成る、或いは、上記第2タイプの非晶質フッ素樹脂を主として含む第2のフッ素樹脂膜35を、例えば、インクジェット方式等により形成する（工程D1）。その後、第3製造工程の工程A4～A8を実行する。尚、第6実施形態では、工程A4及びA5を実行しない場合は、工程A8の第1マスク材料32と第2マスク材料33の溶解処理は不要であり、工程A9またはC9を実行する。第2のフッ素樹脂膜35の膜厚は、不必要に厚くする必要はなく、フッ素樹脂膜27の膜厚より薄くても良く、例えば、単層分子層の厚さでも良く、0.01～0.5 μm 程度とするのが好ましい。

[0128] この結果、第6実施形態では、図17に示すように、スクライブ領域SLとその側方領域上にも、第2のフッ素樹脂膜35を介して、フッ素樹脂膜27が形成される。しかし、本ウェハ10をスクライブ領域SLに沿って切断或いは切断した際に、素子単位に分割された本発光素子11の外周端部において、フッ素樹脂膜27の外周端が損傷を受けても、上記第2のフッ素樹脂膜35がバインダーとなって、本ウェハ10の外周端において剥離するのが防止できる。尚、第2のフッ素樹脂膜35は、スクライブ領域SLの側方領域上に形成されていれば、上述の剥離は抑制される。また、第2のフッ素樹脂膜35の形成されるスクライブ領域SLの側方領域は、第2実施形態で説明したn電極23の外周ラインとスクライブ領域SL間の領域に限らず、n電極23の外周ラインより内側に延長しても良い。

[0129] 尚、第6実施形態では、第3製造工程の工程A1～A3或いは工程B1及びB2を実行しない場合を基本とするが、工程A1～A3または工程B1及びB2を実行し、工程A8により、少なくとも第1マスク材料32を溶解除去して、フッ素樹脂膜27が、スクライブ領域SLとその側方領域上、また

は、スクライブ領域SL上に形成されないようにしても良い。

[0130] 〈第7実施形態〉

次に、チップ状態の本発光素子11を、フリップチップ実装用の基台であるサブマウント40に、フリップチップ実装方法により載置してなる本発光装置50について、図18～図20を参照して説明する。

[0131] 図18に、本発光装置50の一構成例の概略断面図を模式的に示す。図18において、本発光素子11は、上下が反転して、つまり、第1及び第2メッキ電極25、26の各上面が下向きになって、サブマウント40上に載置されている。本発光素子11は、上記第1乃至第4実施形態で説明した素子構造を有し、ダイシングされチップ状態となったものを使用する。尚、図18では、一例として第1実施形態で説明した本発光素子11を使用する場合の断面構造（図9の平面図のB-B'に沿ったXZ面に平行な断面）を例示している。また、図18及び後述する図19及び図20に示すXYZ座標軸は、本発光素子11を基準に表示しているため、+Z方向が図中下向きとなっている。

[0132] 図19は、サブマウント40の平面視形状を示す平面図（A）と、当該平面図（A）におけるサブマウント40の中心を通過するXZ面に平行な断面の断面形状を示す断面図（B）である。サブマウント40は、絶縁性セラミックス等の絶縁材料からなる基材41の表面の一部に、アノード側の第1金属電極配線42とカソード側の第2金属電極配線43が夫々形成されてなり、基材41の側壁部44の厚みD1が、側壁部44より内側の中央部分の厚みD2より大きく、側壁部44に囲まれた空間内に、本発光素子11を封止する封止樹脂45を収容可能に構成されている。更に、側壁部44の上面に、本発光素子11から出射される紫外線を透過する半球状の後述する封止樹脂45と同じ非晶質フッ素樹脂製の集光性のレンズ46が固定されている。封止樹脂45は、レンズ46によって覆われることで、側壁部44に囲まれた空間内に固定される。尚、封止樹脂45及びレンズ46の紫外線透過特性は使用する本発光素子11の発光波長に適合していれば良い。

[0133] また、第1及び第2金属電極配線42、43は、上記基材41に設けられた貫通電極（図示せず）を介して、基材41の裏面側に設けられたリード端子47、48と接続している。サブマウント40を別のプリント基板等の上に載置する場合に、当該プリント基板上の金属配線とリード端子47、48との間で電気的な接続が形成される。また、リード端子47、48は、基材41の裏面の略全面を覆い、ヒートシンカーの機能を果たしている。本実施形態では、サブマウント40の基材41は窒化アルミニウム（AlN）等の絶縁材料で形成される。尚、基材41は、放熱性の点でAlNが好ましいが、炭化ケイ素（SiC）または窒化ケイ素（SiN）、または、窒化ホウ素（BN）であっても良く、また、アルミナ（Al₂O₃）等のセラミックスであっても良い。また、基材41は、上記絶縁材料の無垢材に限らず、シリカガラスをバインダーとして上記絶縁材料の粒子を密に結合させた焼結体でも良く、更に、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）薄膜、工業用ダイヤモンド薄膜等でも良い。第1及び第2金属電極配線42、43は、一例として、銅の厚膜メッキ膜と、当該厚膜メッキ膜の表面（上面及び側壁面）を被覆する1層または多層の表面金属膜で構成される。当該表面金属膜の最外層は、厚膜メッキ膜を構成する銅よりイオン化傾向の小さい金属（例えば、金（Au）または白金族金属（Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、または、これらの内の2以上の合金）または金と白金族金属の合金）で構成される。当該表面金属膜は、一例として、下から順に、Ni/Pd/Auの3層の金属膜で構成され、湿式メッキ法である周知の無電解メッキ法で成膜される。銅の厚膜メッキ膜の膜厚は、例えば、50～100μm程度である。上記Ni/Pd/Auの各層の膜厚は、例えば、下から順に、3～7.5μm/50～150nm/50～150nmである。上記一例では、第1及び第2金属電極配線42、43は、本発光素子11側の第1及び第2メッキ電極25、26と、平面視形状を除き、同じ構成（多層構造）となる。尚、当該表面金属膜を形成後に、第1及び第2金属電極配線42、43の上面を研磨処理する場合には、当該表面金属膜の最外層の膜厚を、上記例示した膜厚より厚

くしても良い。

[0134] 尚、サブマウント40が、基材41の裏面側にリード端子47、48を設けない構成の場合、基材41は、絶縁材料だけで構成するのではなく、金属膜（例えば、Cu、Al等）と上述の絶縁材料からなる絶縁層の積層構造としても良い。

[0135] フッ素樹脂製のレンズ46は、例えば射出成形、トランスファー成形、圧縮成形等により、形成できる。当該成形用の型は、金属型、シリコン樹脂型、または、これらの組み合わせを使用できる。また、基材41は、側壁部44を備えず、均一な厚みの平板状であっても良い。この場合、レンズ46に代えて封止樹脂45をレンズ形状に形成しても良い。例えば、後述する本発光装置50の作製方法の工程E3で形成される第2の封止樹脂膜をレンズ形状に成形しても良い。また、レンズ46は、フッ素樹脂製に限らず、本発光素子11の発光波長に適合した紫外線透過性を有する他の材料であっても良く、好ましくは、封止樹脂45との屈折率差が小さいものが良いが、例えば、石英ガラス製でも使用できなくはない。レンズ46は、集光性レンズ以外に、使用目的に応じて光を拡散させるレンズであっても良く、また、必ずしも設ける必要はない。

[0136] 第1及び第2金属電極配線42、43は、図19に示すように、側壁部44に囲まれた基材41の中央部分の表面に露出するように形成され、互いに離間して配置され、電氣的に分離している。第1金属電極配線42は、第1電極パッド420とそれに接続する第1配線部421で構成される。また、第2金属電極配線43は、4つの第2電極パッド430とそれらに接続する第2配線部431で構成される。第1電極パッド420は、本発光素子11の第1メッキ電極25の平面視形状より僅かに大きい平面視形状を有し、基材41の中央部分の中心に位置している。第2電極パッド430の平面視形状及び配置は、第1メッキ電極25が第1電極パッド420と対面するように本発光素子11を配置した場合に、4つの第2メッキ電極26が4つの第2電極パッド430と夫々対面するように設定されている。図19（A）に

において、第1電極パッド420と第2電極パッド430に夫々ハッチングを付している。

[0137] 本発光素子11は、第1及び第2メッキ電極25、26の各上面を下向きにして、第1メッキ電極25と第1電極パッド420、4つの第2メッキ電極26と4つの第2電極パッド430が、夫々対向してはんだ付けにより電氣的及び物理的に接続して、基材41の中央部分上に載置され固定されている。本実施形態では、本発光素子11は、サブマウント40にフリップチップ実装されている。

[0138] 本実施形態では、封止樹脂45として、耐熱性、紫外線耐性、及び、紫外線透過性に優れ、本ウエハ10のフッ素樹脂膜27に使用したものと同様の第1タイプの非晶質フッ素樹脂を使用する。

[0139] 封止樹脂45として、第1タイプの非晶質フッ素樹脂を使用する場合、第1タイプの非晶質フッ素樹脂は、末端官能基が金属に対して結合性を呈しない非反応性の官能基であるため、基材41の表面や本発光素子11の基板12の裏面との結合が、末端官能基が金属に対して結合性を呈する反応性の官能基を有する結合性フッ素樹脂と比して、弱いことが懸念される。そこで、第1タイプの非晶質フッ素樹脂の結合性を高めるために、基材41の表面が例えば最大6 μ m程度の凹凸のある粗面であるサブマウント40を使用する。当該基材41の表面の粗面は、例えば、ナノインプリント等により粗面化処理を施して形成しても良く、或いは、基材41の表面が未研磨で、例えば最大6 μ m程度の凹凸が残存している粗面をそのまま使用して良い。但し、封止樹脂45は、本発光素子11とサブマウント40の間の空隙にも回り込んで充填されるため、当該充填部分がアンカーとなって、封止樹脂45が仮に基材41の表面または基板12の裏面から剥離しても、封止樹脂45が本発光素子11から外れてしまうことはない。

[0140] 次に、本発光装置50の作製方法の概略を、図20を参照して簡単に説明する。図20は、図18に示す本発光装置50の第1及び第2メッキ電極25、26と第1及び第2金属電極配線42、43間がはんだ49で接続され

ている箇所（図9の平面図のB-B'に沿ったXZ面に平行な断面の一部）を模式的に示す要部断面図である。

[0141] まず、ダイシングされた本発光素子11のベアチップをサブマウント40の第1及び第2金属電極配線42, 43上に、周知のフリップチップ実装により固定する。具体的には、第1メッキ電極25と第1金属電極配線42が、はんだ49を介して、物理的且つ電氣的に接続し、第2メッキ電極26と第2金属電極配線43が、はんだ49を介して、物理的且つ電氣的に接続する（工程E1）。これにより、本発光素子11のp電極22と第1金属電極配線42が、本発光素子11のn電極23と第2金属電極配線43が、夫々電氣的に接続される。はんだ付けは、リフロー方式等の周知のはんだ付け方法で実施可能であり、詳細な説明は割愛する。

[0142] 次に、第1タイプの非晶質フッ素樹脂を、含フッ素溶媒、好ましくは、非プロトン性含フッ素溶媒に溶解した塗工液を、サブマウント40の側壁部44に囲まれた空間内に、剥離性の良いテフロンニードル等を用いて注入した後、塗工液を徐々に加熱しながら溶媒を蒸発させて、サブマウント40の側壁部44の内壁面、第1及び第2金属電極配線42, 43の上面、第1及び第2金属電極配線42, 43の間の基材41の露出面、本発光素子11の上面及び側面、本発光素子11とサブマウント40の上面との間の間隙内に、夫々、非結合性の非晶質フッ素樹脂の第1の封止樹脂膜が形成される（工程E2）。尚、工程B2における溶媒の蒸発に当たっては、第1の封止樹脂膜内に気泡が残らないように、溶媒の沸点以下の低温域（例えば、室温付近）から溶媒の沸点以上の高温域（例えば、200℃付近）まで徐々に加熱して、溶媒を蒸発させる。

[0143] 次に、サブマウント40の側壁部44に囲まれた空間内の工程2で形成された第1の封止樹脂膜の内側及び上方の空間内に、固体状の非結合性の非晶質フッ素樹脂を入れて、例えば、250℃～300℃の高温で溶融させ、その後徐々に冷却して第2の封止樹脂膜を形成する（工程E3）。

[0144] 最後に、レンズ46を側壁部44の上面に固定して（工程E4）、図18

に示す本発光装置 50 が作製される。上述の作製方法では、封止樹脂 45 は、第 1 及び第 2 の封止樹脂膜で構成される。レンズ 46 は、例えば、上記特許文献 1 に開示されているように、接着剤により側壁部 44 の上面に固定されるか、或いは、レンズ 46 と側壁部 44 に設けられた嵌合構造により側壁部 44 の上面に固定される。尚、封止樹脂 45 の形成方法及びレンズ 46 の固定方法は、上記の例示した方法に限定されるものではない。また、レンズ 46 は必ずしも設ける必要はない。

[0145] 〈第 8 実施形態〉

次に、上記第 7 実施形態の一変形例として、本発光装置 50 の別実施形態について、図 21 を参照して、説明する。第 8 実施形態に係る本発光装置 50 は、本発光素子 11 に関しては、第 7 実施形態で使用了本発光素子 11 と同じである。第 7 実施形態の本発光装置 50 と相違する点は、サブマウント 40 である。図 21 は、第 7 実施形態の図 20 に対応する図で、本発光装置 50 の第 1 及び第 2 メッキ電極 25, 26 と第 1 及び第 2 金属電極配線 42, 43 間がはんだ 49 で接続されている箇所（図 9 の平面図の B-B' に沿った XZ 面に平行な断面の一部）を模式的に示す要部断面図である。

[0146] 第 8 実施形態では、図 21 に示すように、サブマウント 40 側においても、本発光素子 11 に設けたフッ素樹脂膜 27 と同様のフッ素樹脂膜 51 が、第 1 及び第 2 金属電極配線 42, 43 の各側壁面、及び、第 1 及び第 2 金属電極配線 42, 43 間の間隙部の底面に露出した基材 41 の表面を被覆するように形成されている。

[0147] 第 8 実施形態では、フッ素樹脂膜 51 は、一例として、フッ素樹脂膜 27 と同様に、第 1 実施形態で説明した第 1 タイプの非晶質フッ素樹脂で構成される。

[0148] フッ素樹脂膜 51 は、第 1 実施形態で説明したフッ素樹脂膜 27 の形成に使用した塗工液 270 と同じ塗工液を、第 1 及び第 2 金属電極配線 42, 43 間の間隙部の溝内に、インクジェット方式、ディスペンサー、或いはポッティング等により注入する。塗工液中のフッ素樹脂濃度は、フッ素樹脂膜 5

1の膜厚に応じて調整する。この時、塗工液が溝内からはみ出て、第1及び第2電極パッド420、430の上面に付着しないようにする。尚、第1及び第2電極パッド420、430の上面に塗工液が付着しないように、少なくとも第1及び第2電極パッド420、430の上面に、第1実施形態の第3製造工程で第1及び第2メッキ電極25、26の上面に塗布した第2マスク材料33を、転写方式或いはインクジェット方式等の印刷手法で予め塗布した上で、塗工液を上記溝内に注入しても良い。この場合、第2マスク材料33上に形成されたフッ素樹脂膜51は、第2マスク材料33を有機溶媒で溶解して除去することで、同時に除去される。第1実施形態の第3製造工程と同じ要領で、上記溝内に注入された塗工液を徐々に加熱しながら溶媒を蒸発させて、フッ素樹脂膜51が形成される。

[0149] フッ素樹脂膜51は、第1及び第2金属電極配線42、43の側壁面と間隙部の底面との境界線（つまり、上記側壁面の下端）から上方に向けて当該側壁面を連続的に被覆するように形成されていれば良い。当該側壁面の上端部は、上記塗工液の乾燥工程で露出する可能性もあり、また、第2マスク材料33によって一部被覆され、第2マスク材料33の除去後に当該側壁面の上端が露出する場合もある。また、第1及び第2金属電極配線42、43間の間隙部の底面に露出した基材41の表面も、第1及び第2電極パッド420、430から離間した箇所では、はんだが付着する可能性の低い箇所は、必ずしもフッ素樹脂膜51で被覆されている必要はない。

[0150] 〈別の実施形態〉

以下に、上記第1乃至第8実施形態の変形例につき説明する。

[0151] 〈1〉上記第1乃至第6実施形態では、フッ素樹脂膜27として、本発光素子11をフリップチップ実装する際に、樹脂封止に使用するものと同じ、非晶質フッ素樹脂で構成される場合を説明したが、基板12の裏面側から紫外線発光を外部に取り出す裏面出射型の発光素子においては、第1及び第2メッキ電極25、26間の間隙部31は、当該光の取り出し経路に位置しないため、紫外線を透過する非晶質フッ素樹脂で構成されなくても構わない。

つまり、フッ素樹脂膜 27 は、紫外線に対して、上述の非晶質フッ素樹脂と同様の紫外線耐性を有する結晶質部分を有するフッ素樹脂で構成されても構わない。

[0152] 〈2〉上記第 1 乃至第 6 実施形態では、フッ素樹脂膜 27 として、末端官能基が金属に対して結合性を呈しない非反応性の官能基を有する非結合性フッ素樹脂（第 1 タイプの非晶質フッ素樹脂）を使用する場合を説明した。しかし、フッ素樹脂膜 27 として、一部に、末端官能基が金属に対して結合性を呈する反応性の官能基を有する結合性フッ素樹脂（第 2 タイプの非晶質フッ素樹脂）を使用しても良い。

[0153] この場合、第 2 タイプの非晶質フッ素樹脂の方が、第 1 タイプの非晶質フッ素樹脂より、金属面に対する結合性が高いため、フッ素樹脂膜 27 を、第 2 タイプの非晶質フッ素樹脂と第 1 タイプの非晶質フッ素樹脂の 2 層構造として、第 1 及び第 2 メッキ電極 25, 26 の側壁面と直接接する第 1 層目に、膜厚の極めて薄い第 2 タイプの非晶質フッ素樹脂膜を形成し、その上に重ねて、第 1 タイプの非晶質フッ素樹脂膜を形成するのも好ましい実施形態である。この場合、第 1 層目と第 2 層目の合計膜厚は、第 1 ～第 6 実施形態で例示したフッ素樹脂膜 27 と同じであれば良く、第 1 層目の膜厚は、数原子層の厚さ以上であれば良い。第 1 層目と第 2 層目の非晶質フッ素樹脂膜の成膜は、第 1 実施形態で説明した第 3 製造工程の工程 A 6 及び A 7 を、非晶質フッ素樹脂膜の上記タイプを入れ替えて 2 回繰り返した後、工程 A 8 に移行することで実現できる。尚、2 回目の工程 A 6 において、1 回目の工程 A 7 で形成した第 1 層目の原型樹脂膜 271 が一部溶解して膜厚が薄くなる可能性があるので、当該第 1 層目の原型樹脂膜 271 が全て溶解しない程度に厚めに成膜するのが好ましい。

[0154] 〈3〉上記第 1 乃至第 6 実施形態では、本発光素子 11 の平面視形状において、一つの第 1 領域が第 2 領域によって囲まれる形態を例示したが、第 1 領域が複数のサブ領域に分割され、当該複数のサブ領域の夫々が第 2 領域によって囲まれる形態であっても良い。つまり、1 つの素子領域 RE 内に複数

のメサが存在し、その複数のメサの夫々に第1メッキ電極25が個別に形成されても良く、或いは、1つの第1メッキ電極25が複数のメサを覆うように形成されても良い。

[0155] 〈4〉上記第1乃至第6実施形態では、本ウェハ10の製造方法の第2製造工程において、第1及び第2本体電極250、260の上面の凹凸を除去して平坦化し、高さを揃えるための研磨処理を実施しているが、上面の凹凸や高さの違いが、第1及び第2表面金属膜251、261の研磨前の第1及び第2本体電極250、260の無電解メッキ法による成膜、及び、本発光素子11をフリップチップ実装する際にはんだ付け等において支障がない場合は、当該研磨処理を省略しても良い。

[0156] 〈5〉上記第7及び第8実施形態では、1つの本発光素子11をサブマウント40上に載置した本発光装置50について説明したが、本発光装置は、サブマウントまたはCOB (chip on board) 用の配線基板等の基台上に、複数の本発光素子11を載置して構成しても良い。この場合、複数の本発光素子11を封止樹脂45で、まとめて封止しても良く、また、1つずつ個別に封止しても良い。この場合、例えば、基台の表面に、封止する単位の1または複数の本発光素子11の周りを囲む樹脂ダムを形成しておき、その樹脂ダムで囲まれた領域に、例えば、上記第7実施形態で説明した要領で、封止樹脂45を形成する。

[0157] 本発光素子11は、第1及び第2メッキ電極25、26の上面が平坦化され、高さを揃えることができるため、他の表面実装型の電子デバイス或いは電気素子（抵抗素子、コンデンサ、ダイオード、トランジスタ等）と同様に、COB用の配線基板等に直接はんだ付けにより実装可能である。従って、本発光素子11は、1つの基台上に複数搭載することができ、更には、他の表面実装型の電子デバイス或いは電気素子とともに同じ基台上に載置することができる。尚、本発光素子11を載置する基台は、サブマウント及びCOB用の配線基板に限定されるものではない。

[0158] 〈6〉本発光素子11は、第1及び第2メッキ電極25、26、並びに、

フッ素樹脂膜 27 を備えることで、紫外線発光動作に伴う電極間に充填された封止樹脂に起因する電気的特性の劣化を防止できるという優れた特長を有する。

[0159] 従って、本発光素子 11 のメッキ前素子構造は、図 2～図 4 に例示され第 1 実施形態で説明した積層構造、材料、膜厚、A I N モル分率等で構成されたメッキ前素子構造に限定されるものではなく、当該メッキ前素子構造に対しては種々の変更が可能である。例えば、図 4 に示すテンプレート 15 を一例としたが、当該テンプレート 15 に限定されるものではなく、例えば、A I N 層 13 をエピタキシャル横方向成長法で形成される E L O - A I N 層としても良く、A I G a N 層 14 を省略して良く、更には、サファイア基板 12 に代えて他の基板を用いても良い。更に、上記実施形態で例示した本発光素子 11 を構成する A I G a N または G a N の各層の膜厚及び A I N モル分率は、一例であり、素子の仕様に応じて適宜変更可能である。また、上記実施形態では、電子ブロック層 18 を設ける場合を例示したが、電子ブロック層 18 は必ずしも設けなくても構わない。

[0160] 但し、本発光素子 11 のメッキ前素子構造は、発光中心波長が 365 nm 以下を想定しているため、少なくとも、1 または複数の n 型 A I G a N 系半導体層からなる第 1 半導体層と、1 または複数の A I N モル分率が 0 以上の A I G a N 系半導体層からなる活性層と、1 または複数の p 型 A I G a N 系半導体層を含む第 2 半導体層を積層してなる半導体積層部、1 または複数の金属層からなる n 電極、1 または複数の金属層からなる p 電極を備えて構成される。

[0161] 〈7〉上記第 8 実施形態では、フッ素樹脂膜 51 として、第 1 乃至第 6 実施形態におけるフッ素樹脂膜 27 と同様に、樹脂封止に使用するものと同じ、非晶質フッ素樹脂で構成される場合、更には、末端官能基が金属に対して結合性を呈しない非反応性の官能基を有する非結合性フッ素樹脂（第 1 タイプの非晶質フッ素樹脂）を使用する場合を説明した。しかし、フッ素樹脂膜 51 においても、上記別実施形態の〈1〉及び〈2〉で説明したフッ素樹脂

膜 2 7 に対する別実施態様と同じ実施態様が可能である。

産業上の利用可能性

[0162] 本発明に係る窒化物半導体ウェハ等は、発光中心波長が約 3 6 5 n m 以下の発光ダイオードに利用可能であり、紫外線発光動作に伴う電極間に充填された封止樹脂に起因する電気的特性の劣化防止に有効である。

符号の説明

- [0163]
- | | |
|---------|----------------------------|
| 1 0 : | 窒化物半導体ウェハ |
| 1 1 : | 窒化物半導体紫外線発光素子 |
| 1 2 : | サファイア基板 |
| 1 3 : | A l N 層 |
| 1 4 : | A l G a N 層 |
| 1 5 : | テンプレート |
| 1 6 : | n 型クラッド層 (n 型 A l G a N) |
| 1 7 : | 活性層 |
| 1 7 0 : | バリア層 |
| 1 7 1 : | 井戸層 |
| 1 8 : | 電子ブロック層 (p 型 A l G a N) |
| 1 9 : | p 型クラッド層 (p 型 A l G a N) |
| 2 0 : | p コンタクト層 (p 型 G a N) |
| 2 1 : | 半導体積層部 |
| 2 2 : | p 電極 |
| 2 3 : | n 電極 |
| 2 4 : | 保護絶縁膜 |
| 2 5 : | 第 1 メッキ電極 |
| 2 5 0 : | 第 1 本体電極 |
| 2 5 1 : | 第 1 表面金属膜 |
| 2 6 : | 第 2 メッキ電極 |
| 2 6 0 : | 第 2 本体電極 |

261 :	第2表面金属膜
27 :	フッ素樹脂膜
270 :	塗工液
271 :	原型樹脂膜
28 :	第1開口部
29 :	第2開口部
30 :	シード膜
31 :	第1メッキ電極と第2メッキ電極の間隙部
32 :	第1マスク材料（フォトレジスト層）
33 :	第2マスク材料
34 :	不透明絶縁膜
35 :	第2のフッ素樹脂膜
40 :	サブマウント
41 :	基材
42 :	第1金属電極配線
420 :	第1電極パッド
421 :	第1配線部
43 :	第2金属電極配線
430 :	第2電極パッド
431 :	第2配線部
44 :	側壁部
45 :	封止樹脂
46 :	レンズ
47, 48 :	リード端子
49 :	はんだ
50 :	窒化物半導体紫外線発光装置
51 :	フッ素樹脂膜
BL :	第1領域と第2領域の境界線

- C : 凹部領域と周辺領域の境界
- R 1 : 第 1 領域
- R 2 : 第 2 領域
- R 3 : 凹部領域
- R 4 : 周辺領域

請求の範囲

[請求項1]

基板上に複数の素子単位がマトリクス状に配列して形成された窒化物半導体ウェハであって、

前記素子単位の夫々が、

n型AlGaIn系半導体層を含む第1半導体層と、AlGaIn系半導体層を含む活性層と、p型AlGaIn系半導体層を含む第2半導体層を積層してなる半導体積層部、1または複数の金属層からなるn電極、1または複数の金属層からなるp電極、絶縁保護膜、前記p電極の前記保護絶縁膜で被覆されていない露出面と接触する第1メッキ電極、前記n電極の前記保護絶縁膜で被覆されていない露出面と接触する第2メッキ電極、及び、フッ素樹脂膜を備えた窒化物半導体紫外線発光素子であり、

前記素子単位の夫々において、

前記半導体積層部は、前記半導体積層部の表面と平行な面内において1つの前記素子単位が占有する領域を素子領域とした場合、前記素子領域内の一部の第1領域において、前記第1半導体層上に前記活性層と前記第2半導体層が積層し、前記素子領域内の前記第1領域以外の第2領域において、前記第1半導体層が露出するように形成され、

前記n電極は、前記第2領域内の前記第1半導体層の露出面上に形成され、

前記p電極は、前記第2半導体層の最上面に形成され、

前記保護絶縁膜は、前記半導体積層部の前記第1領域の外周側面の全面、前記第1領域と前記n電極の間の前記第1半導体層の上面、及び、前記n電極の外周端縁部の内の少なくとも前記第1領域と対向する部分を含む上面と側面を、少なくとも被覆し、且つ、前記n電極の表面の少なくとも一部及び前記p電極の表面の少なくとも一部を被覆せず露出するように、形成され、

前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極は、夫々、銅または銅を主成分とする合金からなる本体電極と、前記本体電極の上面及び側壁面を被覆する最外層が金または白金族金属の1層または多層の表面金属膜で構成され、

前記第1メッキ電極は、更に、前記第2メッキ電極から離間して、前記p電極の露出面を含む前記第1領域の上面の全面、前記保護絶縁膜に被覆された前記第1領域の外周側面の全面、及び、前記第2領域の一部であって前記第1領域と接する境界領域を被覆するように形成されており、

前記フッ素樹脂膜は、少なくとも、前記第1メッキ電極の側壁面の上端部を除く部分、前記第2メッキ電極の側壁面の上端部を除く部分、及び、前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極間の間隙部に露出した前記保護絶縁膜の露出面の外周端を除く部分を、夫々連続して被覆していることを特徴とする窒化物半導体ウェハ。

[請求項2] 前記フッ素樹脂膜は、前記複数の素子単位の隣接する前記素子領域間のチップ切断領域には形成されていないことを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体ウェハ。

[請求項3] 前記フッ素樹脂膜は、前記第1メッキ電極の上面、及び、前記第2メッキ電極の上面には形成されていないことを特徴とする請求項1または2に記載の窒化物半導体ウェハ。

[請求項4] 前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極の各表面が夫々平坦化されており、前記各表面の前記半導体積層部の表面に垂直な方向の高さ位置が揃っていることを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の窒化物半導体ウェハ。

[請求項5] 前記第1メッキ電極の外周の全てが、前記保護絶縁膜を介して前記n電極上に位置していることを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の窒化物半導体ウェハ。

[請求項6] 前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極間の離間距離が $75\mu\text{m}$

以上であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の窒化物半導体ウェハ。

[請求項7] 前記フッ素樹脂膜が、含フッ素脂肪族環構造を構造単位とする重合体または共重合体で構成される非晶質フッ素樹脂を有することを特徴とする請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の窒化物半導体ウェハ。

[請求項8] 前記フッ素樹脂膜が、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が金属に対して結合性を呈しない非反応性の末端官能基である第 1 タイプのフッ素樹脂を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 7 の何れか 1 項に記載の窒化物半導体ウェハ。

[請求項9] 前記フッ素樹脂膜が 2 層以上の積層膜で形成され、前記第 1 メッキ電極と前記第 2 メッキ電極と接触する前記積層膜の 1 層目の樹脂膜が、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が金属に対して結合性を呈する反応性の末端官能基である第 2 タイプのフッ素樹脂を含み、前記積層膜の 2 層目以降の樹脂膜が、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が、金属に対して結合性を呈しない非反応性の末端官能基である第 1 タイプのフッ素樹脂を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 8 の何れか 1 項に記載の窒化物半導体ウェハ。

[請求項10] 前記複数の素子単位の隣接する前記素子領域間のチップ切断領域とその側方領域、または、前記チップ切断領域の側方領域に、前記フッ素樹脂膜の下地膜として、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が金属に対して結合性を呈する反応性の末端官能基である第 2 タイプのフッ素樹脂を含む第 2 のフッ素樹脂膜が形成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 9 の何れか 1 項に記載の窒化物半導体ウェハ。

[請求項11] 前記第 1 メッキ電極と前記第 2 メッキ電極間の前記間隙部の底面の前記保護絶縁膜と前記フッ素樹脂膜の間に、紫外線を透過しない無機材料膜を備えることを特徴とする請求項 1 ～ 10 の何れか 1 項に記載

の窒化物半導体ウェハ。

[請求項12] 請求項1～11の何れか1項に記載の窒化物半導体ウェハの製造方法であって、

前記基板上に、前記半導体積層部、前記n電極、前記p電極、前記絶縁保護膜、前記第1メッキ電極、及び、前記第2メッキ電極を形成した後、

前記複数の素子単位の隣接する前記素子領域間のチップ切断領域または前記チップ切断領域及びその側方領域に、前記フッ素樹脂膜の形成を阻止する第1マスク材料を形成し、

前記第1マスク材料の形成後のウェハ表面に、前記フッ素樹脂膜を構成するフッ素樹脂を含む塗工液を塗布し、

前記塗工液を乾燥させて前記フッ素樹脂膜を形成した後に、前記第1マスク材料と前記第1マスク材料上に形成された前記フッ素樹脂膜を除去することを特徴とする窒化物半導体ウェハの製造方法。

[請求項13] 前記第1マスク材料の形成後に、前記複数の素子単位の前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極の上面に、前記フッ素樹脂膜の形成を阻止する第2マスク材料を形成し、

前記第1及び第2マスク材料の形成後に、前記第1マスク材料に囲まれた前記素子領域に前記フッ素樹脂を注入し、

前記フッ素樹脂膜の形成後に、前記第1及び第2マスク材料を同時または個別に除去することを特徴とする請求項12に記載の窒化物半導体ウェハの製造方法。

[請求項14] 前記第2マスク材料はフッ素樹脂を含まない樹脂組成物で構成され、

前記第2マスク材料を有機溶剤により溶解して除去する際に、前記フッ素樹脂膜が前記第2マスク材料の上に形成されている場合は、当該第2マスク材料上のフッ素樹脂膜を同時に除去することを特徴とする請求項13に記載の窒化物半導体ウェハの製造方法。

- [請求項15] 前記第1メッキ電極と前記第2メッキ電極の上面に形成された前記フッ素樹脂膜を研磨して除去することを特徴とする請求項12に記載の窒化物半導体ウェハの製造方法。
- [請求項16] 前記基板として紫外線を透過する基板を用い、
前記第1メッキ電極の外周の全てが前記保護絶縁膜を介して前記n電極上に位置するように、前記第1メッキ電極を形成し、
前記第1マスク材料として、ネガタイプのフォトリソスト材を使用し、
前記フォトリソスト材を、前記基板表面の全面に形成し、
引き続き、前記基板の裏面から紫外線を照射して、前記フォトリソスト材を露光し、
引き続き、前記第1メッキ電極と前記n電極によって前記紫外線の露光が阻止された前記フォトリソスト材の一部を現像処理により除去することを特徴とする請求項12～15の何れか1項に記載の窒化物半導体ウェハの製造方法。
- [請求項17] インクジェット方式により前記第1マスク材料を前記チップ切断領域に塗布することを特徴とする請求項12～15の何れか1項に記載の窒化物半導体ウェハの製造方法。
- [請求項18] 前記第1マスク材料の形成に代えて、または、追加して、
前記フッ素樹脂膜を構成するフッ素樹脂を含む塗工液を塗布する前に、
前記複数の素子単位の隣接する前記素子領域間のチップ切断領域とその側方領域、または、前記チップ切断領域の側方領域に、前記フッ素樹脂膜の下地膜として、フッ素樹脂を構成する重合体または共重合体の末端官能基が金属に対して結合性を呈する反応性の末端官能基である第2タイプのフッ素樹脂を含む第2のフッ素樹脂膜を形成することを特徴とする請求項12～17の何れか1項に記載の窒化物半導体ウェハの製造方法。

[請求項19] 請求項1～11の何れか1項に記載の窒化物半導体ウェハを、前記素子単位毎に分割して成ることを特徴とする窒化物半導体紫外線発光素子。

[請求項20] フリップチップ実装用の基台上に、少なくとも1つの請求項19に記載の窒化物半導体紫外線発光素子をフリップチップ実装してなる窒化物半導体紫外線発光装置であって、

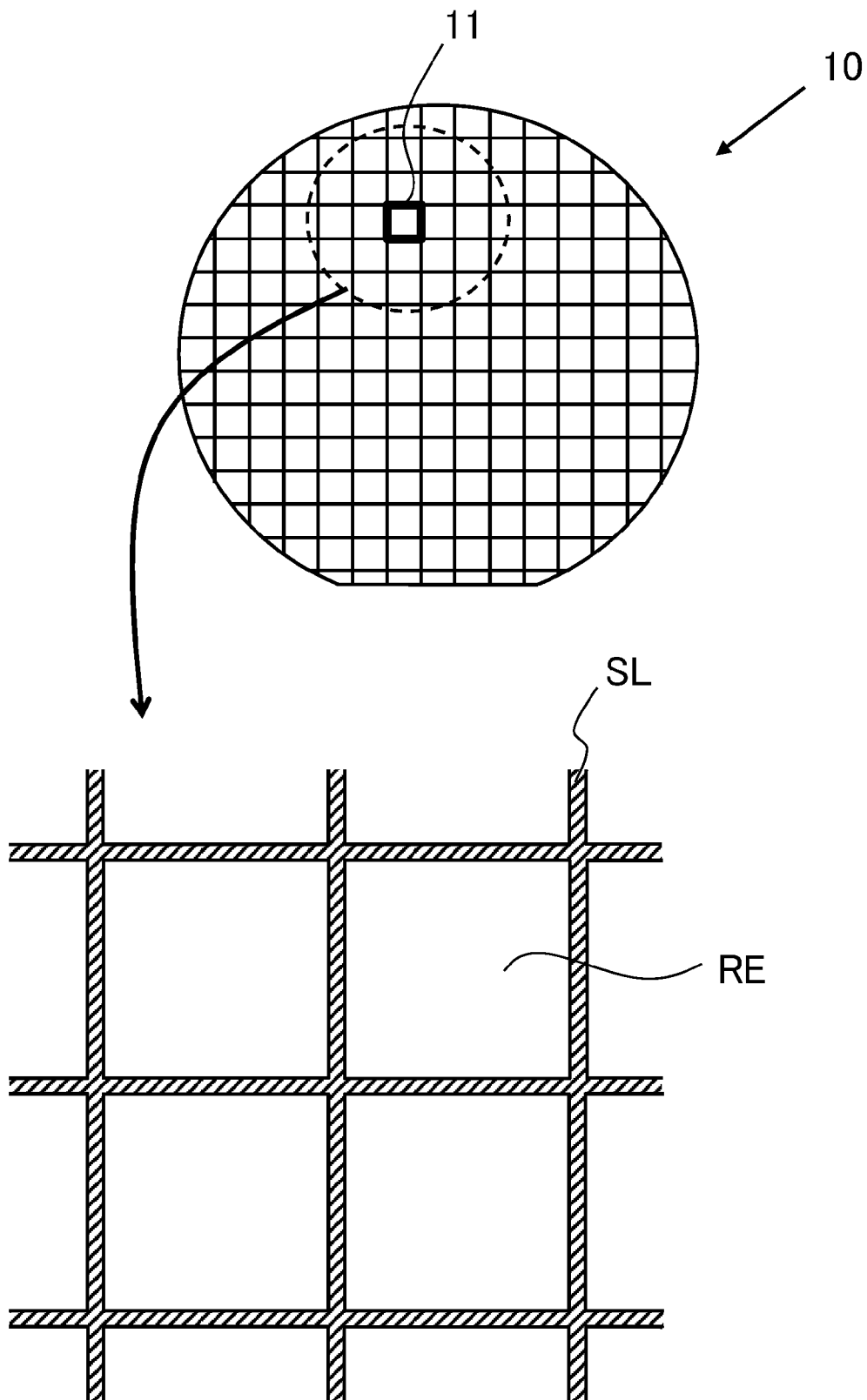
前記基台が、絶縁性基材と、前記絶縁性基材の表面に形成され、上面と側壁面が金または白金族金属で被覆され、且つ、互いに電氣的に分離した2以上の金属膜と、を備えてなり、

前記2以上の金属膜が、少なくとも1つの前記窒化物半導体発光素子を搭載可能に、全体として、2以上の電極パッドを含む所定の平面視形状に形成され、

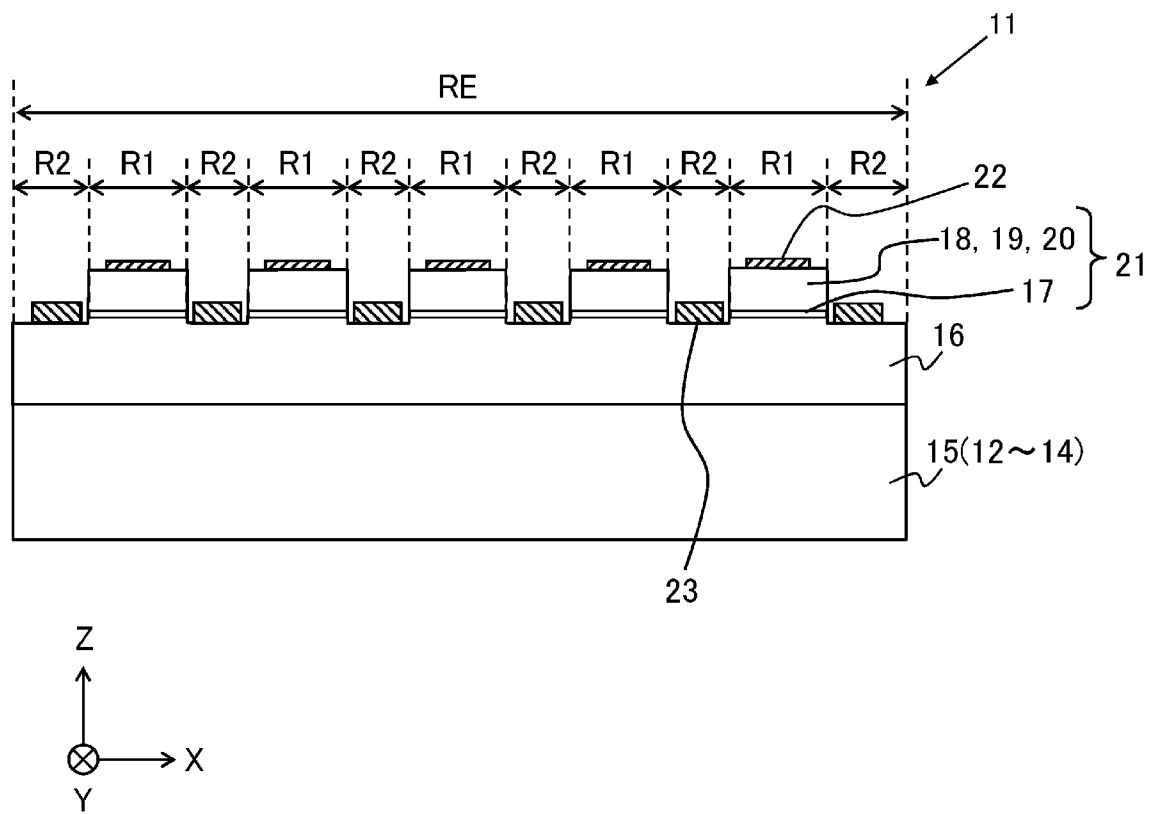
前記金属膜で被覆されていない前記絶縁性基材の露出面と前記金属膜の側壁面との境界線に沿って、少なくとも、前記境界線と連続する前記絶縁性基材の前記露出面の一部と、前記境界線と連続する前記金属膜の前記側壁面の一部が、フッ素樹脂で被覆され、

前記金属膜の上面の少なくとも前記電極パッドを構成する箇所が、前記フッ素樹脂で被覆されていないことを特徴とする窒化物半導体発光装置。

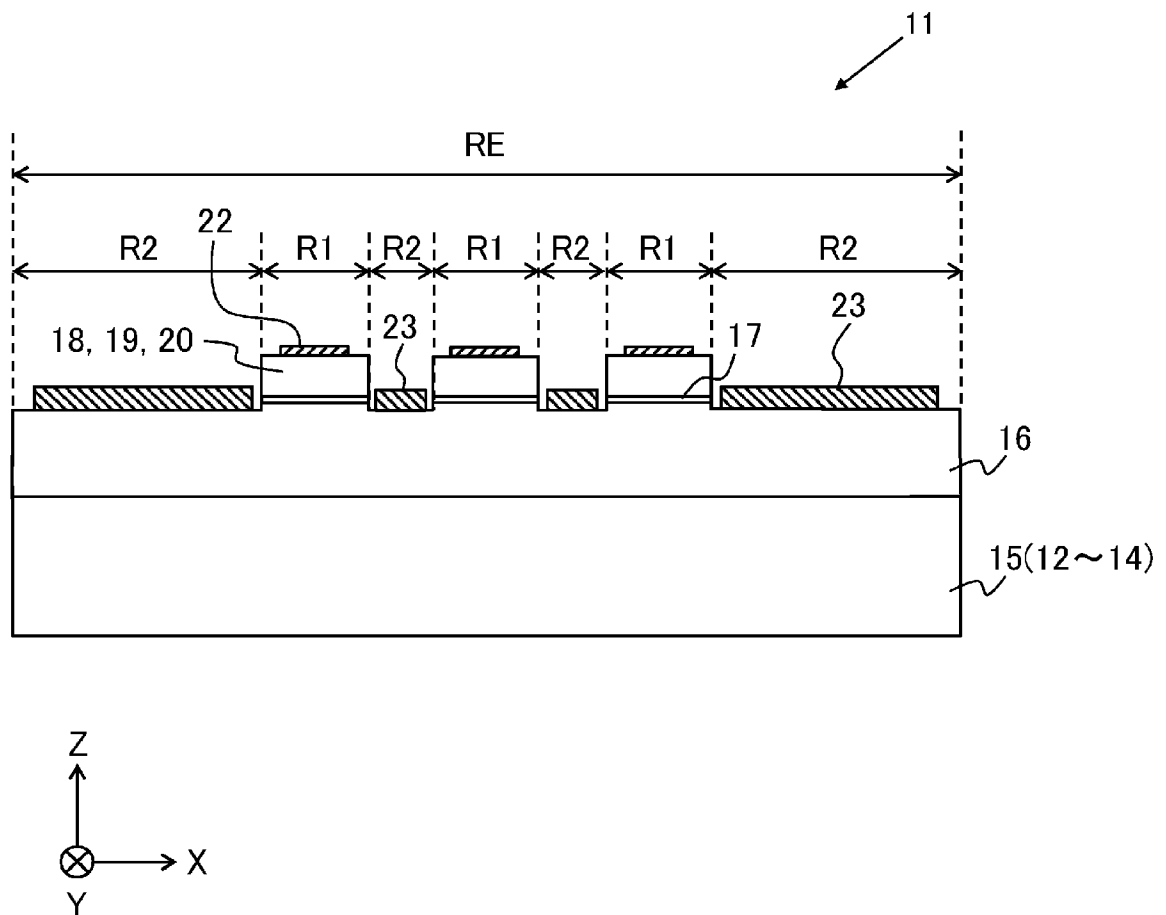
[図1]



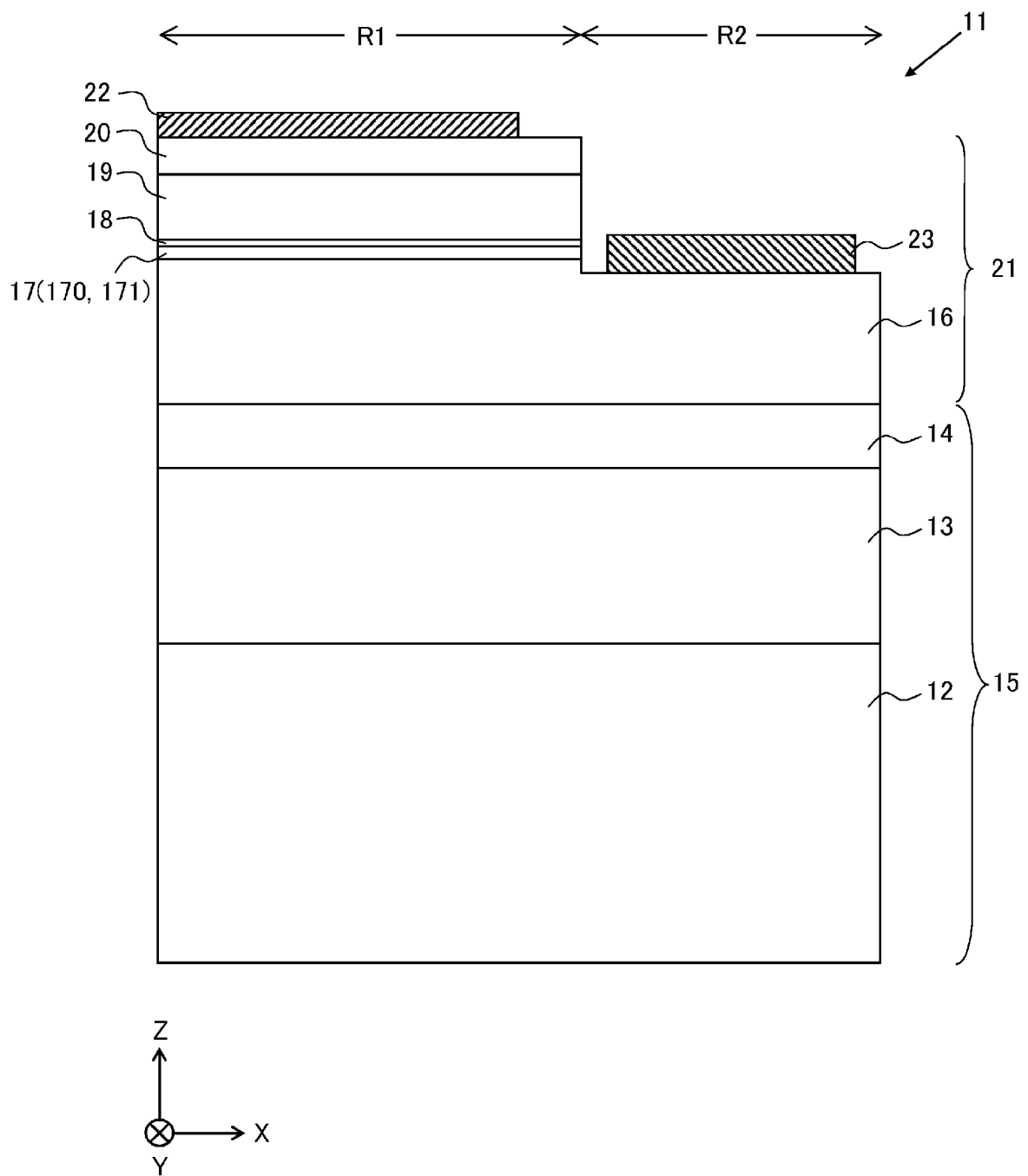
[図2]



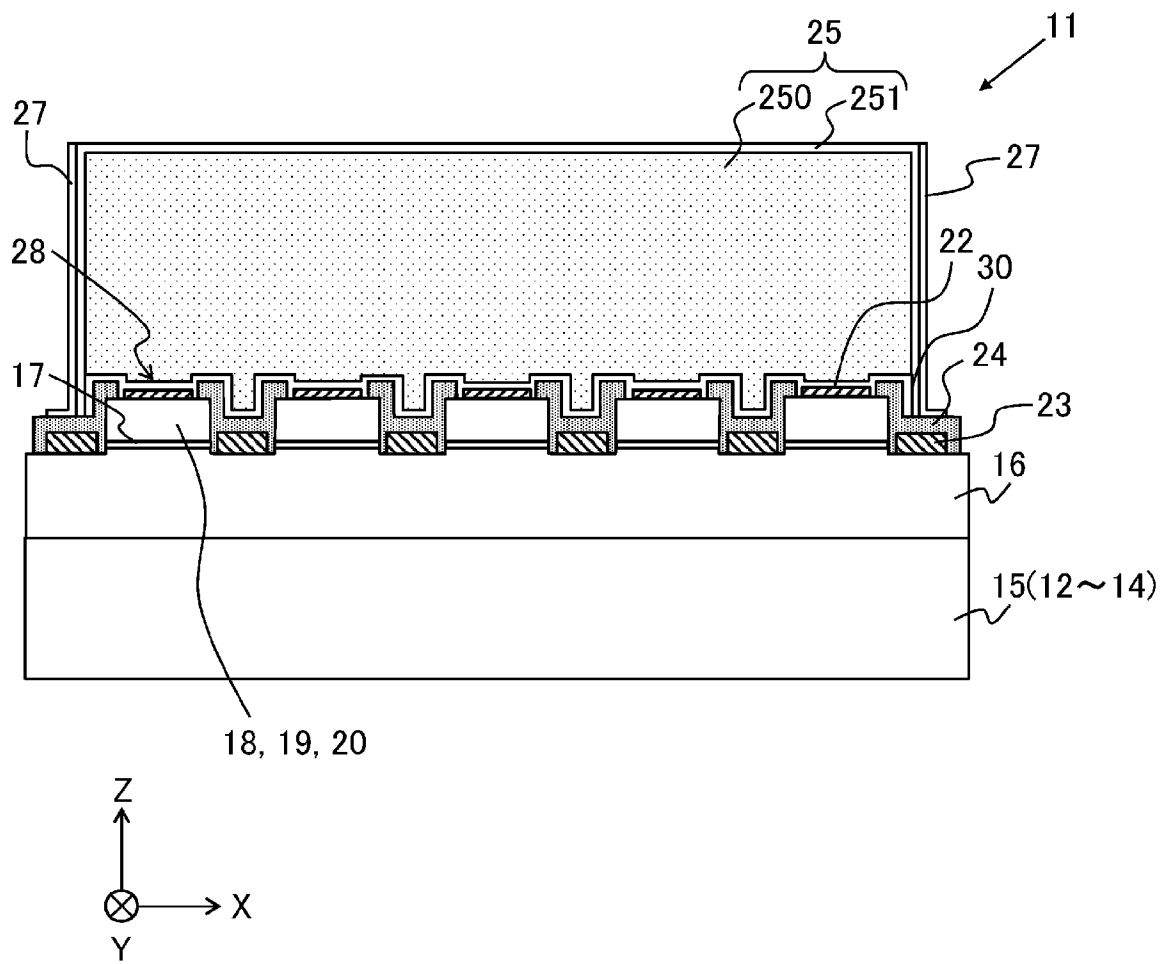
[図3]



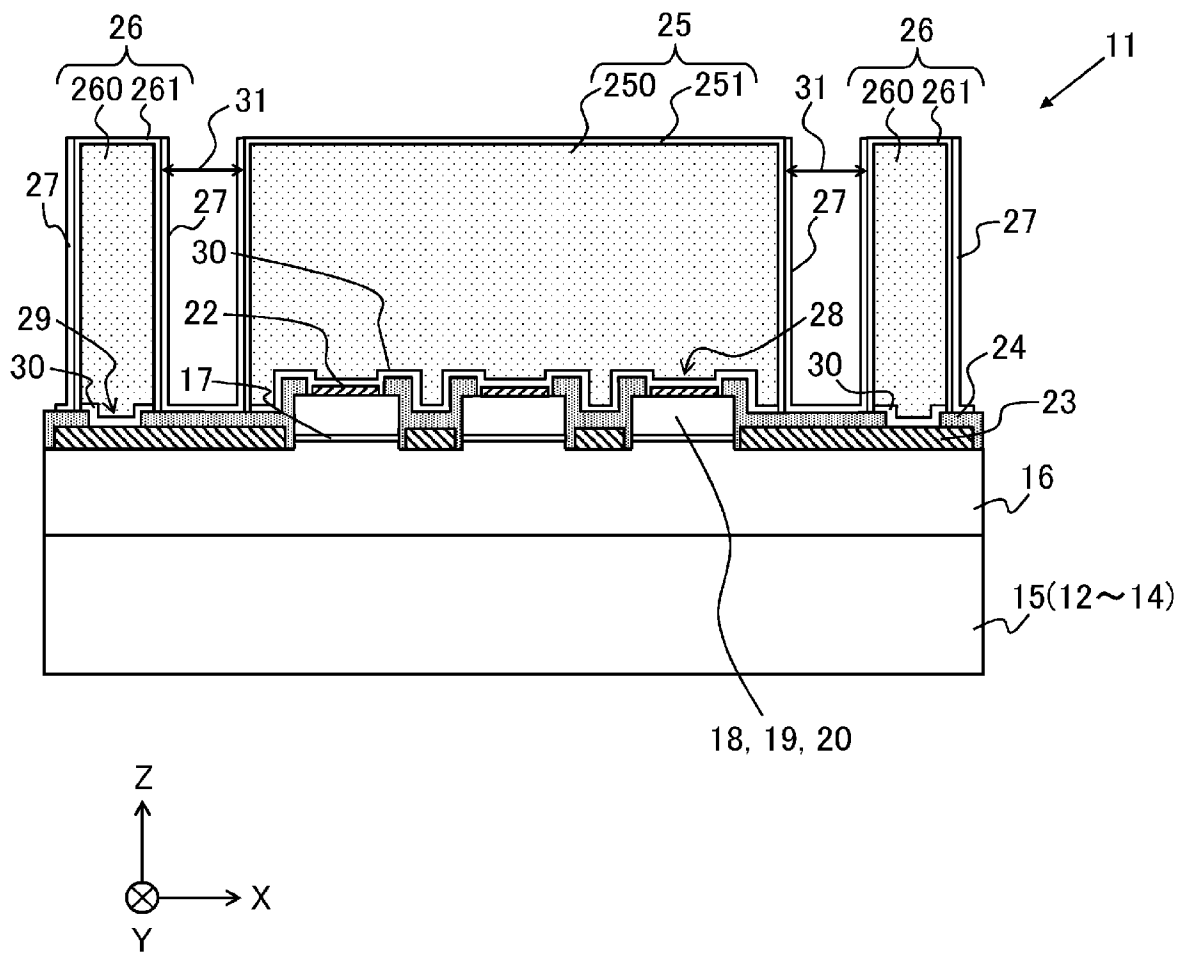
[図4]



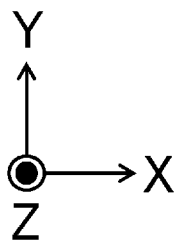
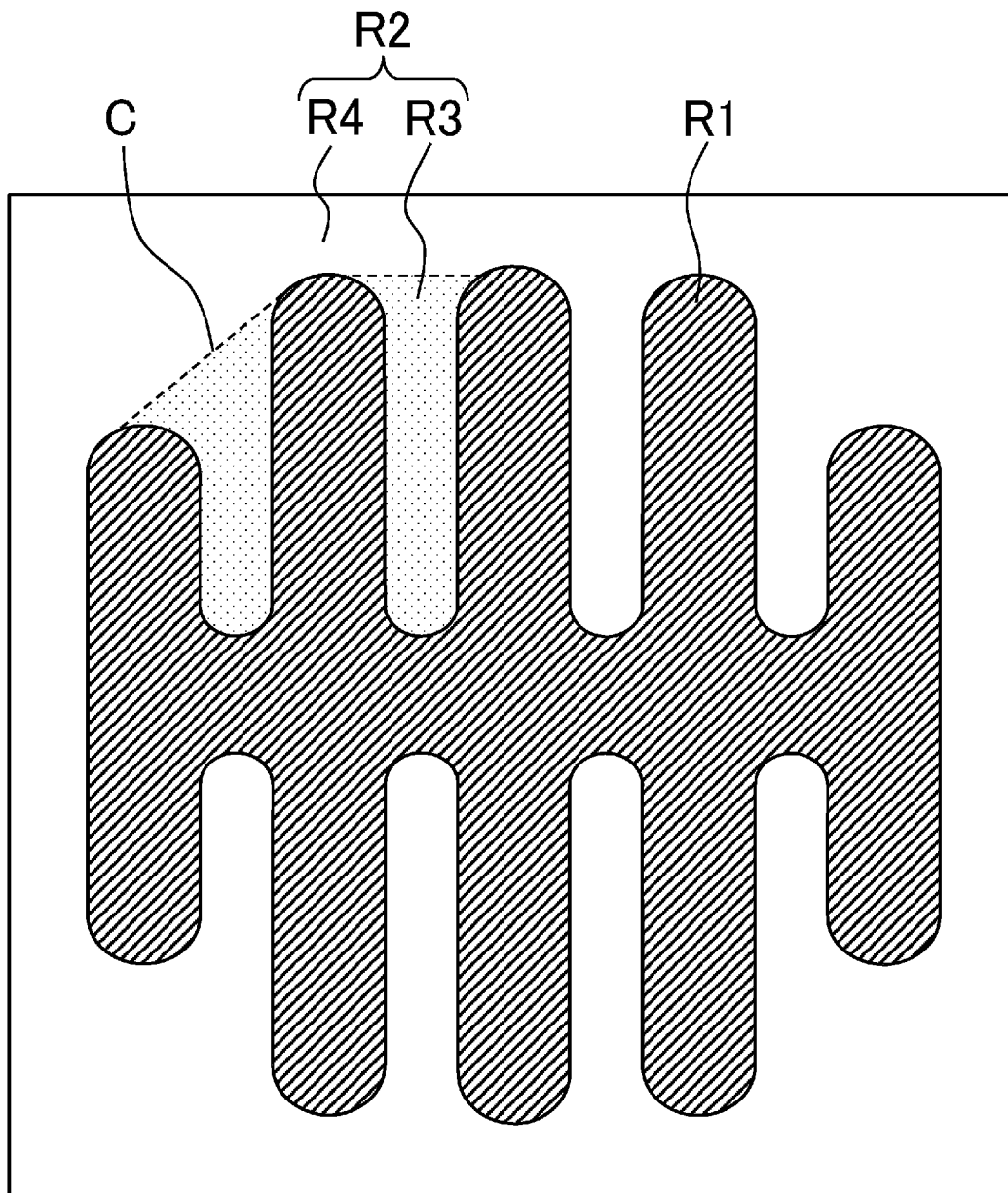
[図5]



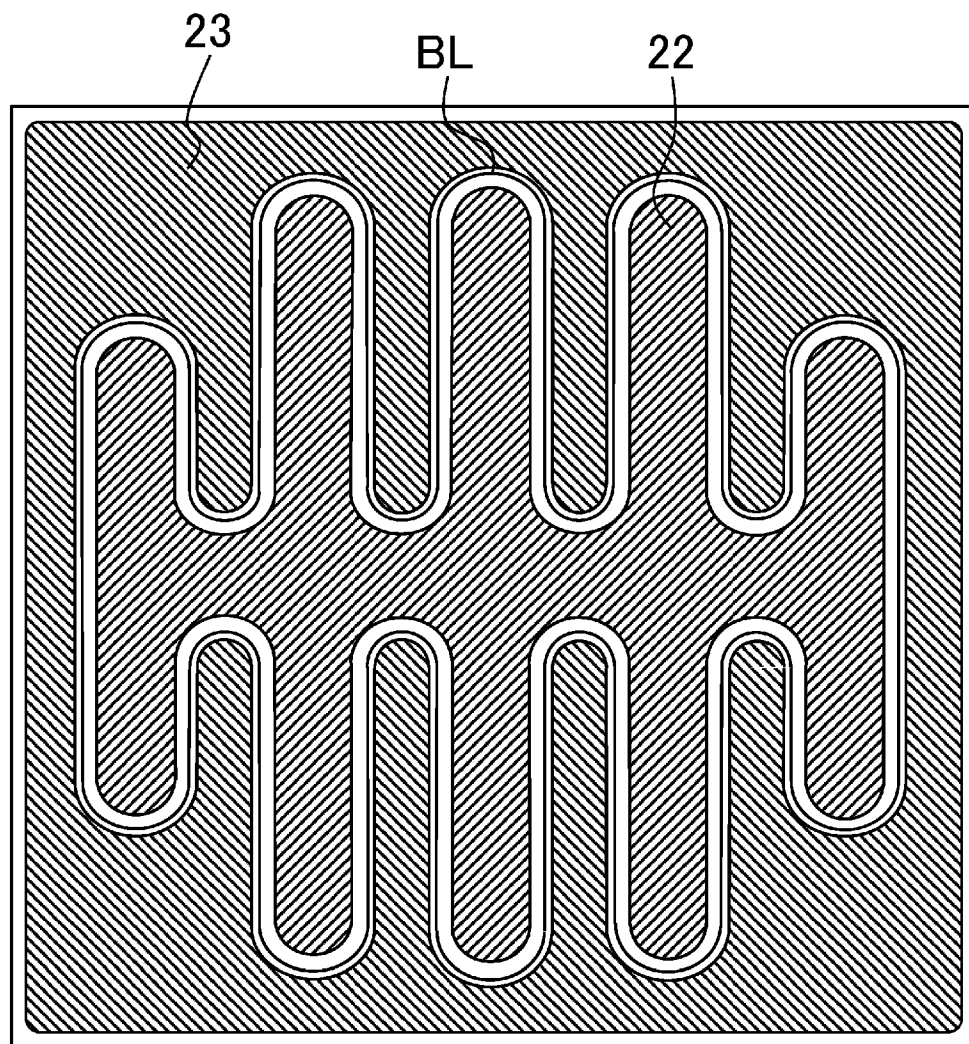
[図6]



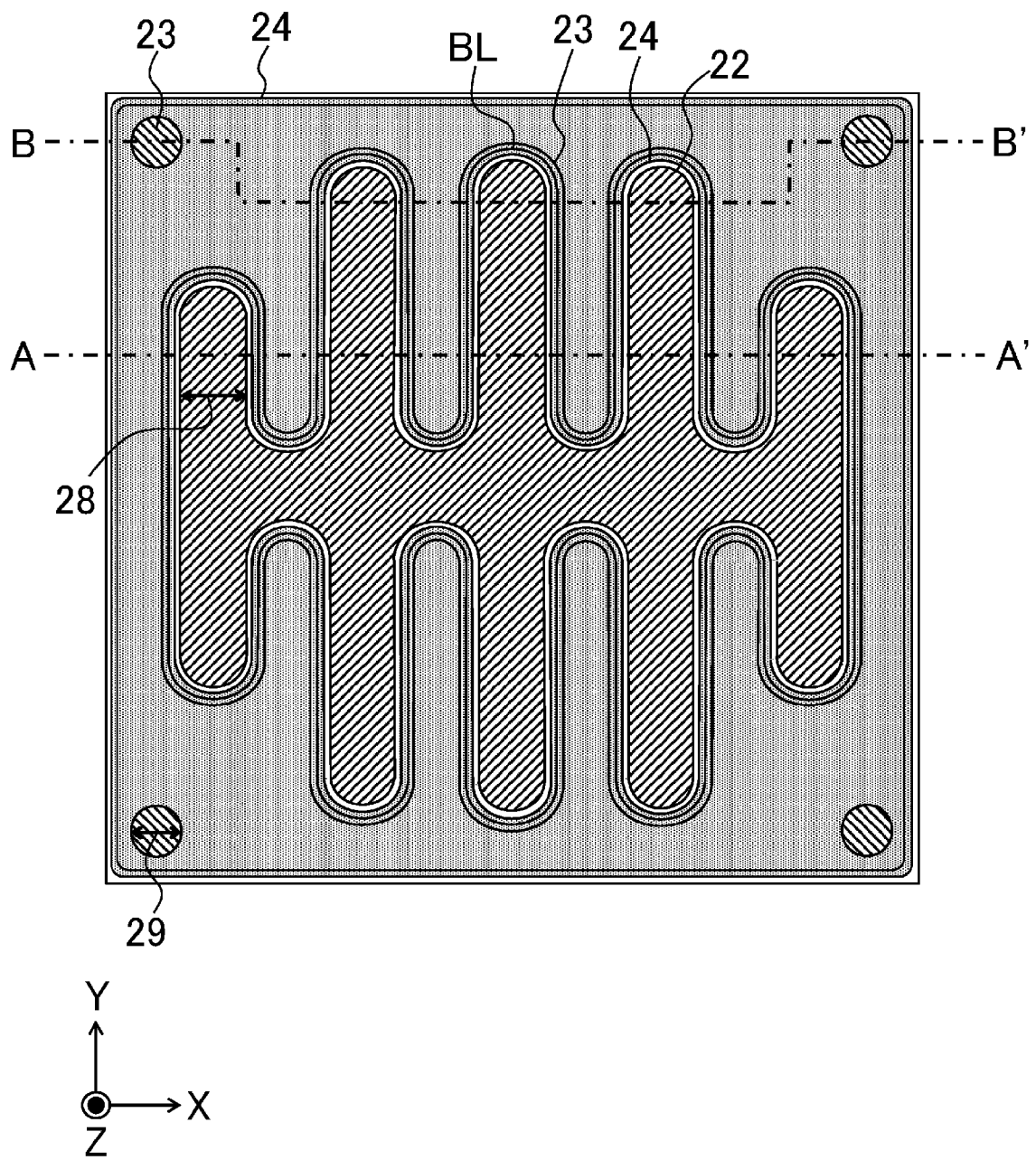
[図7]



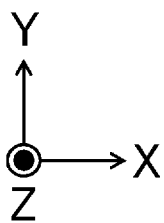
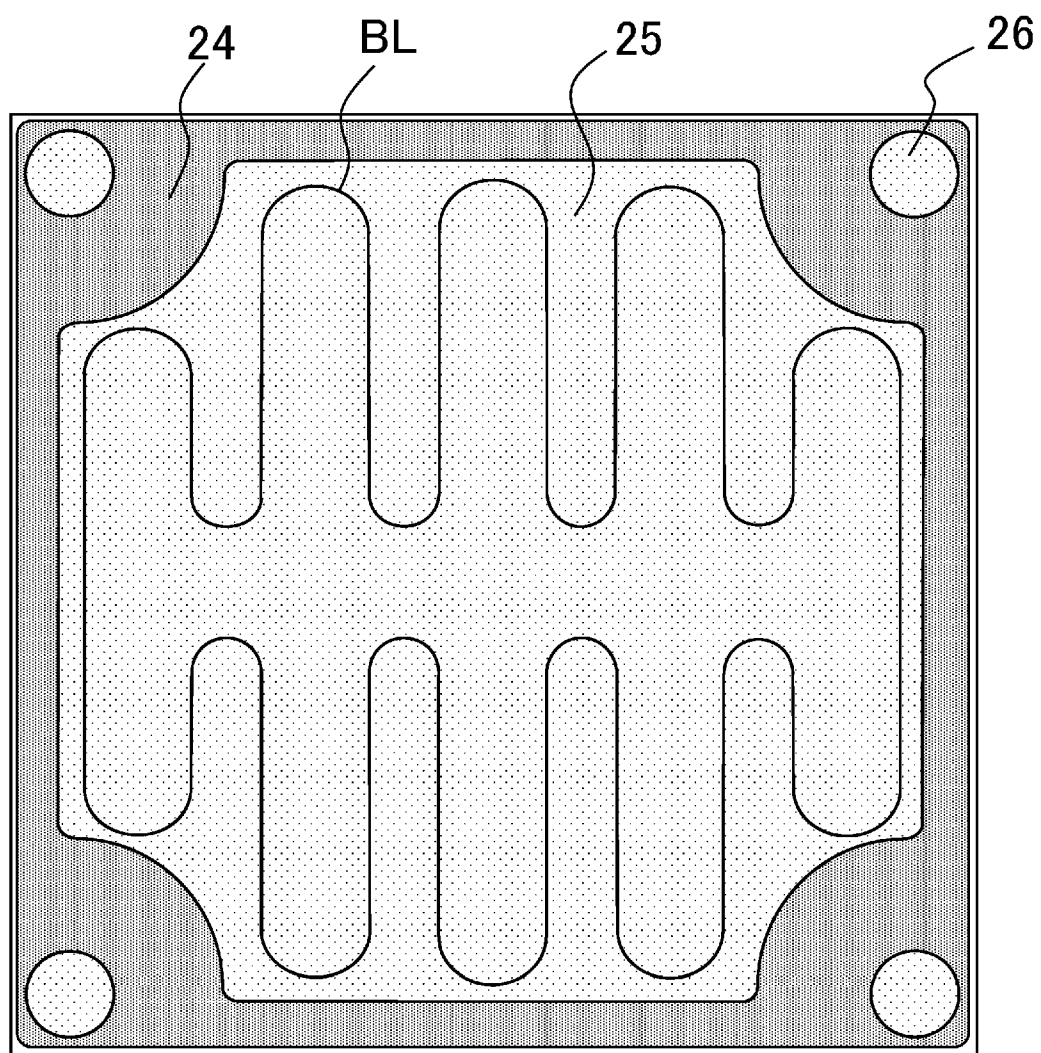
[図8]



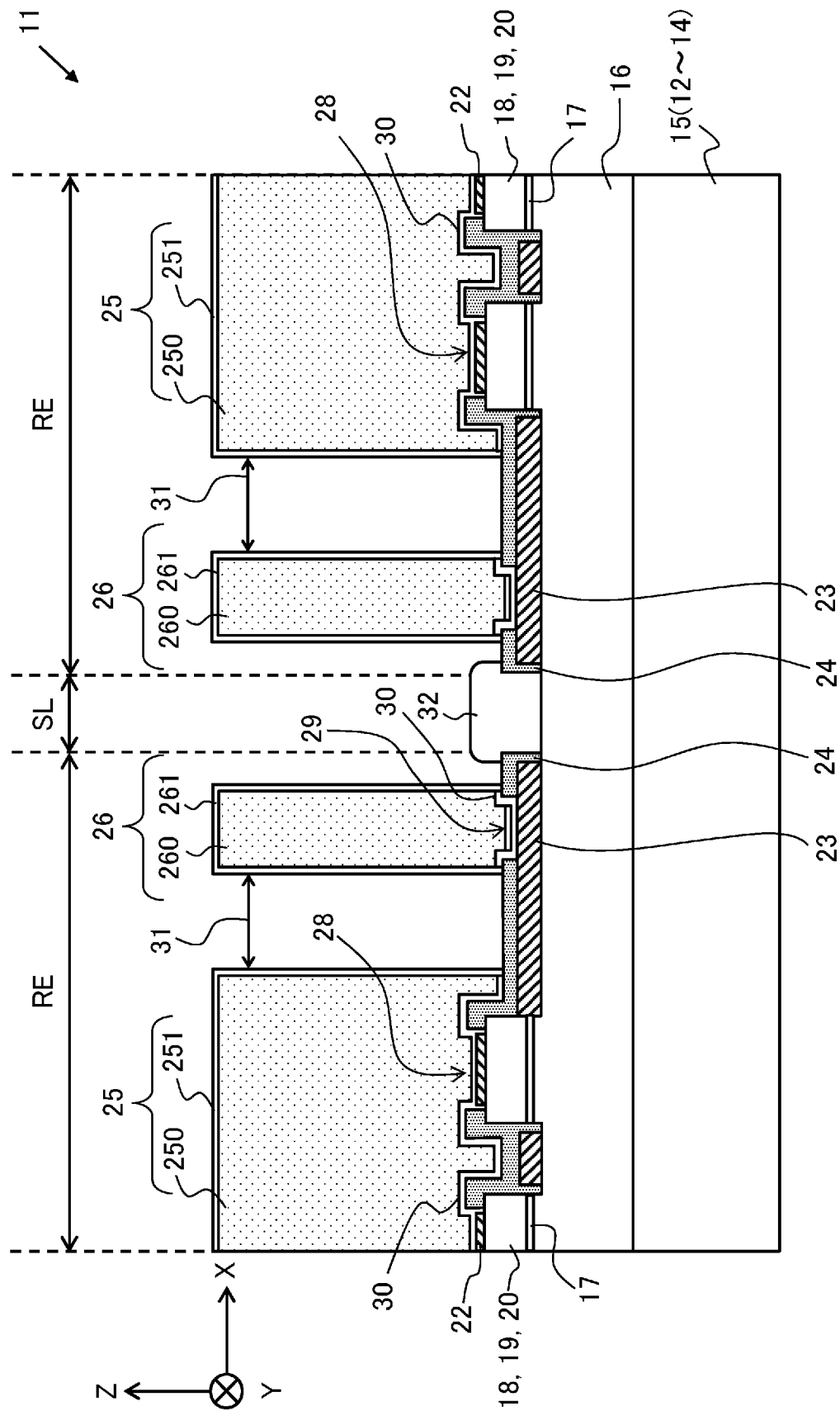
[図9]



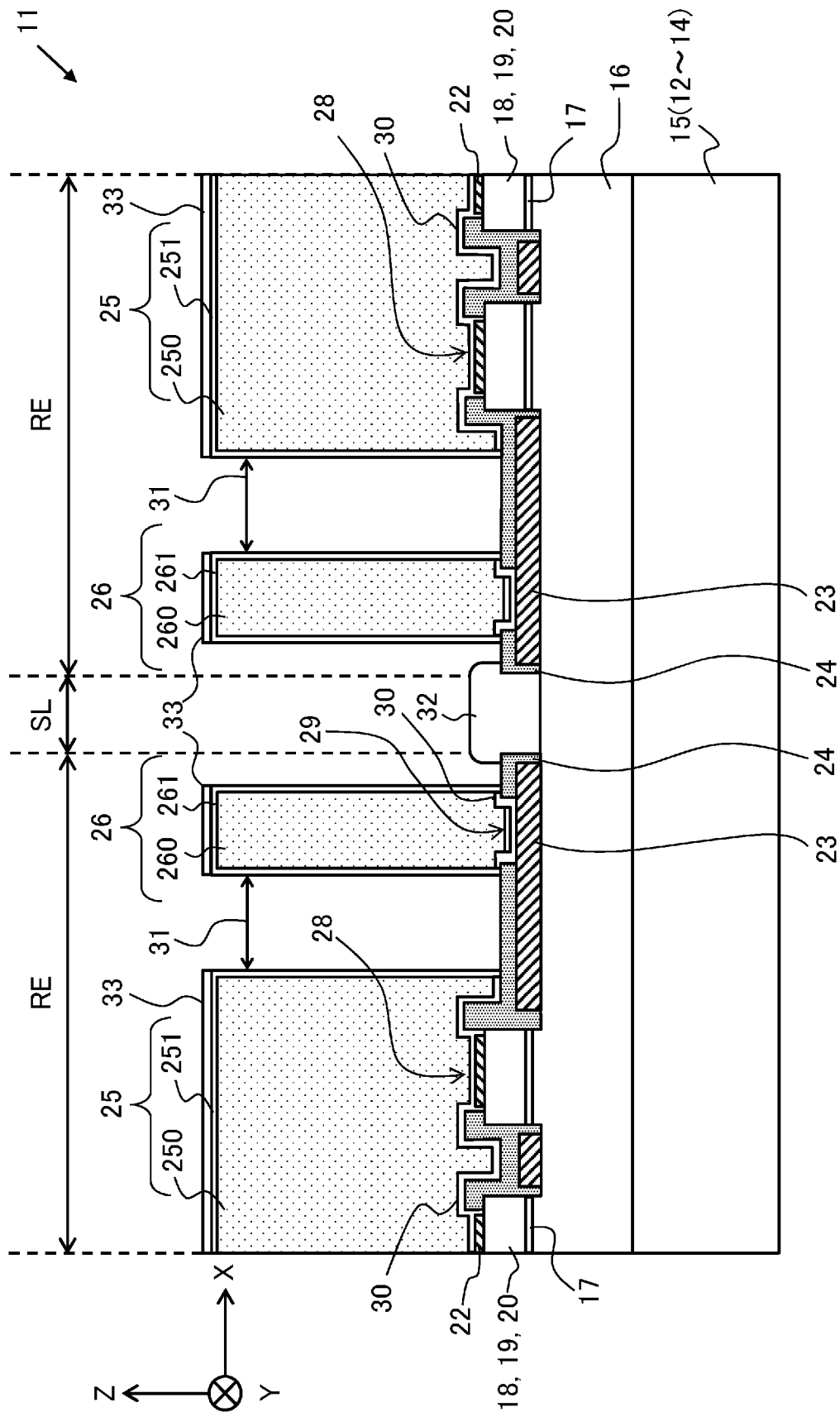
[図10]



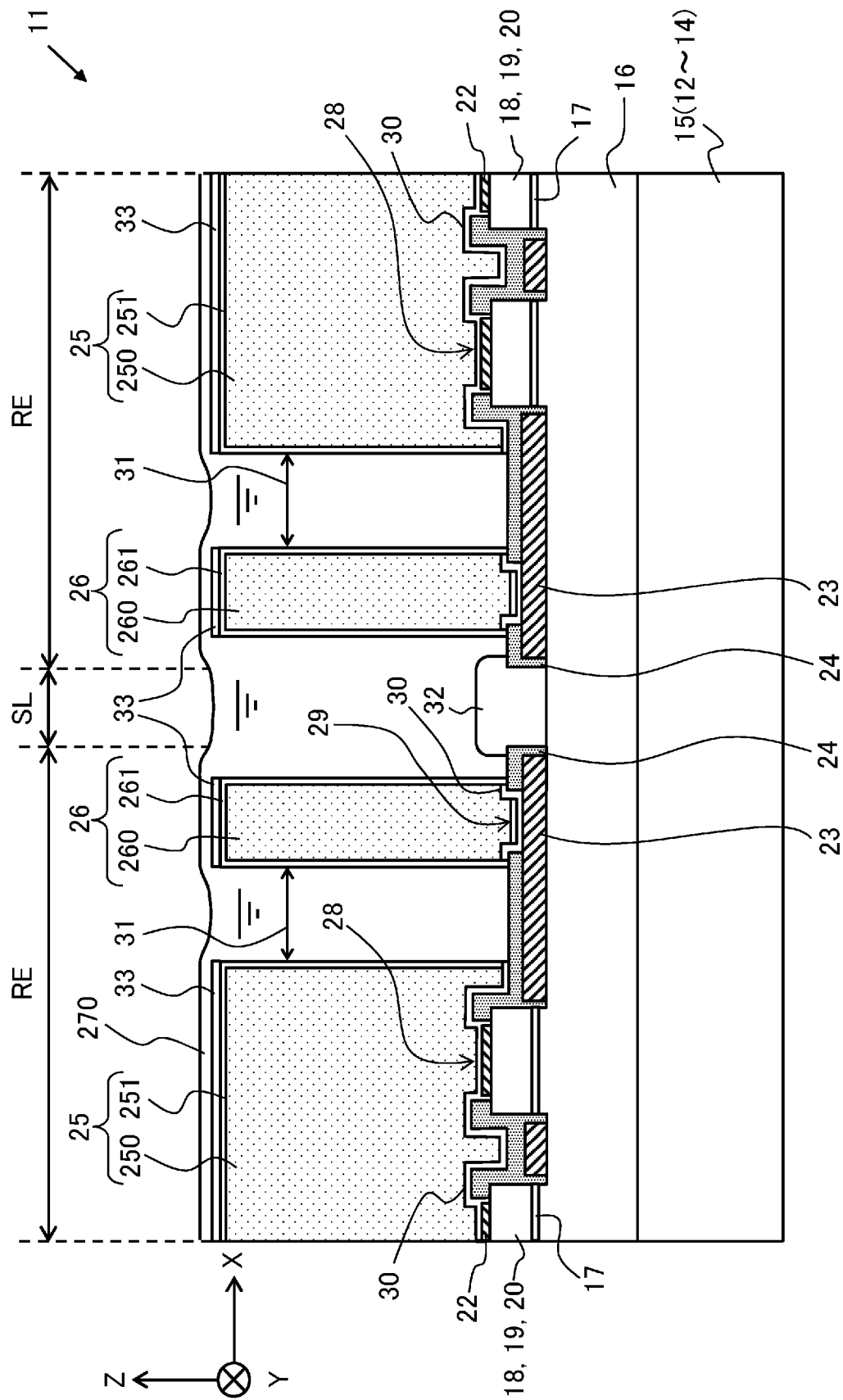
[図11]



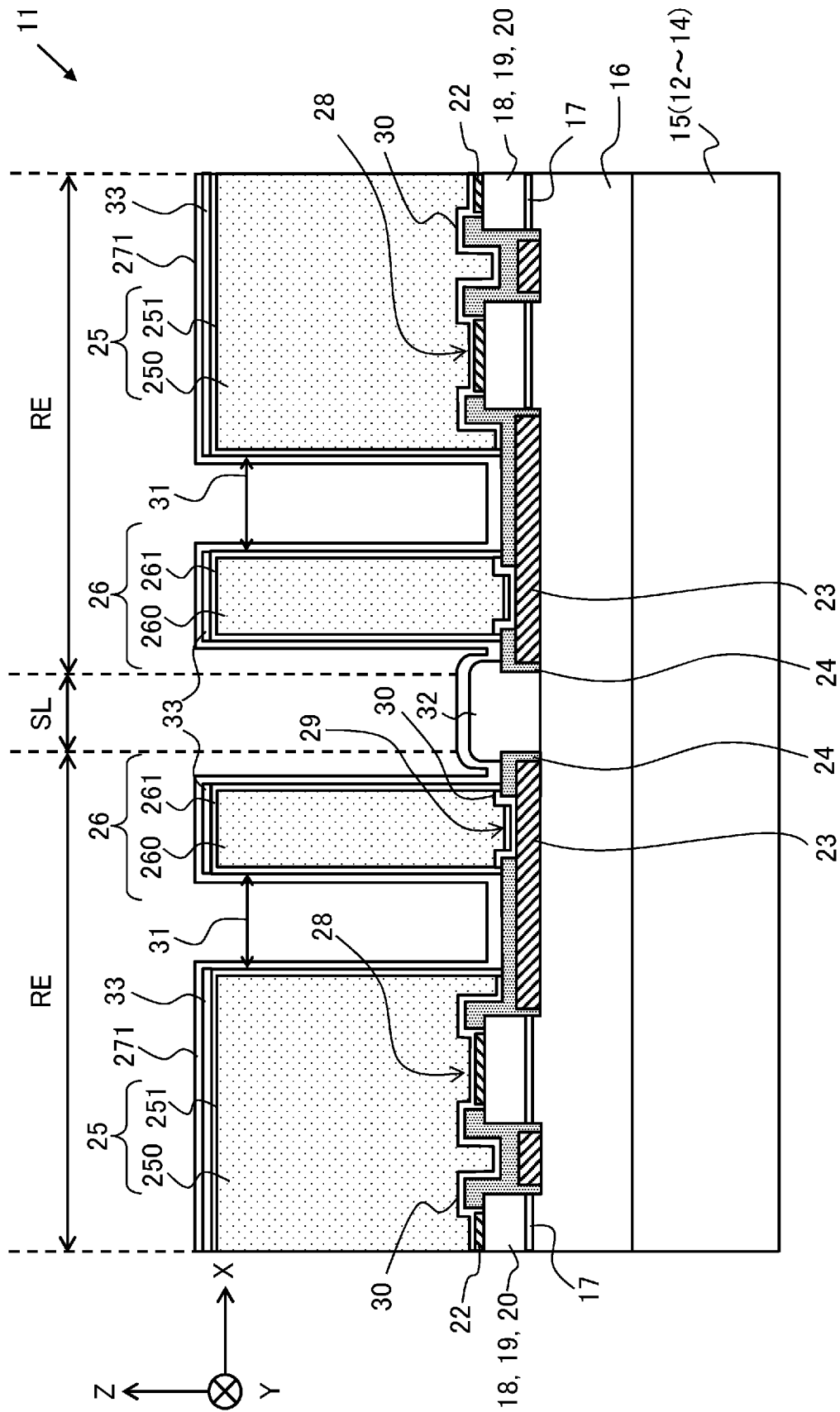
[図12]

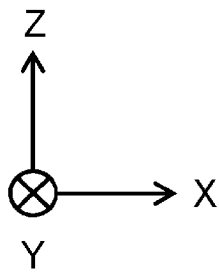


[図13]

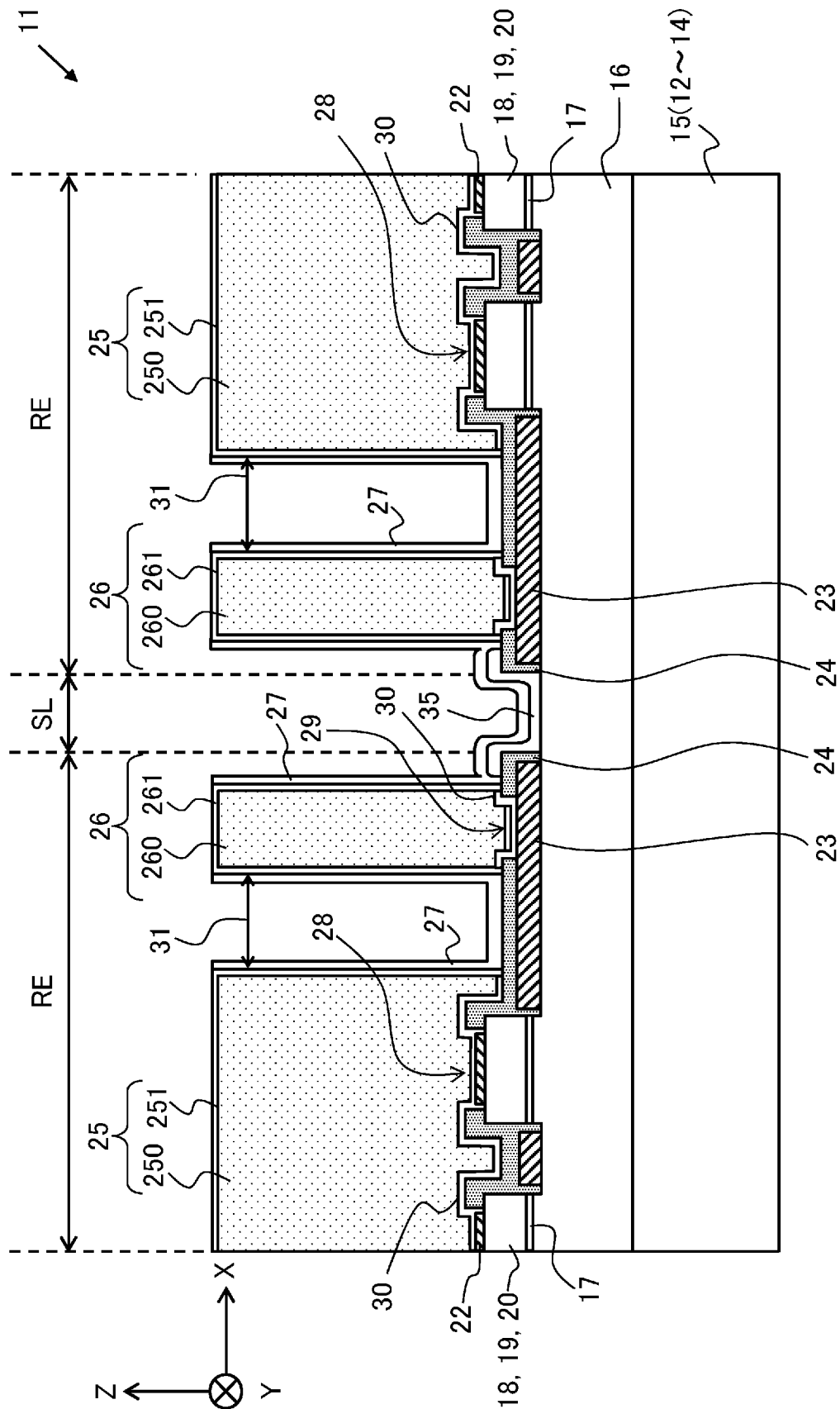


[図14]

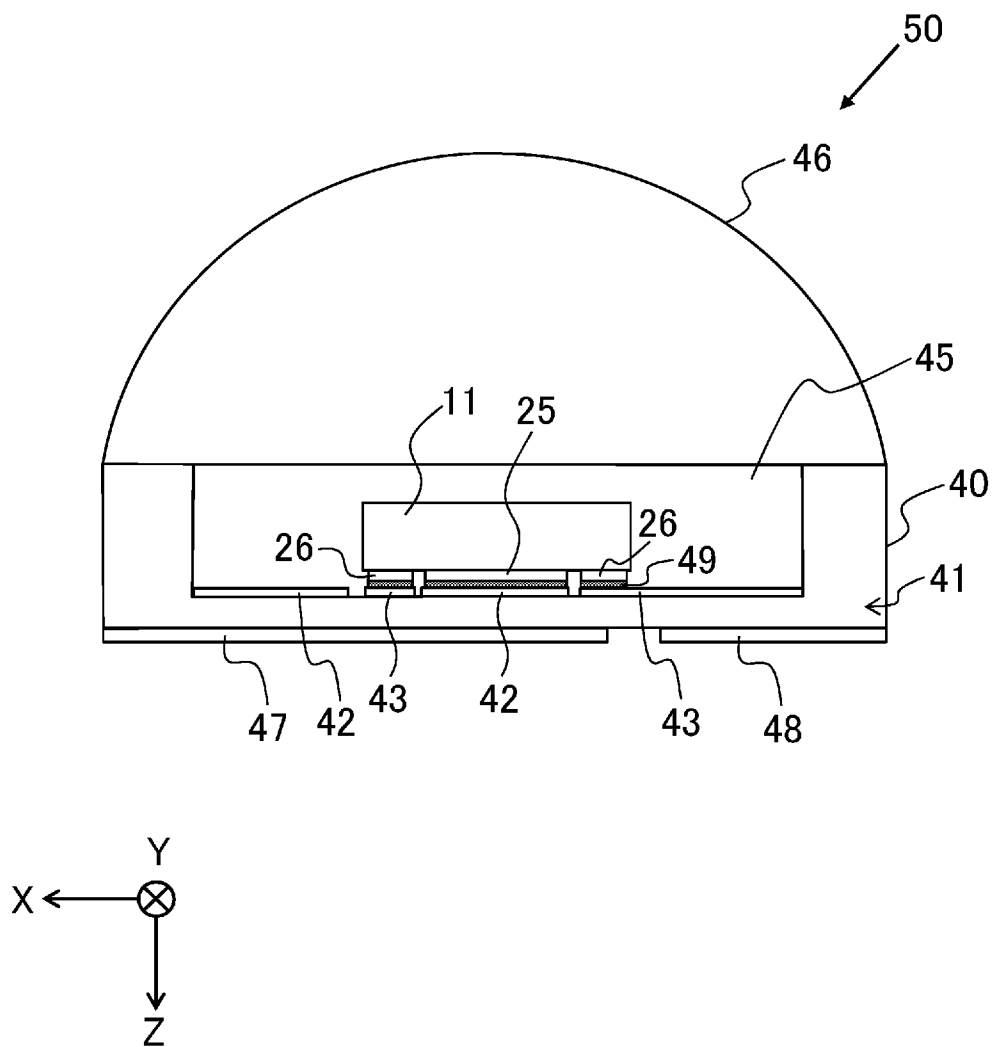


[illegible]

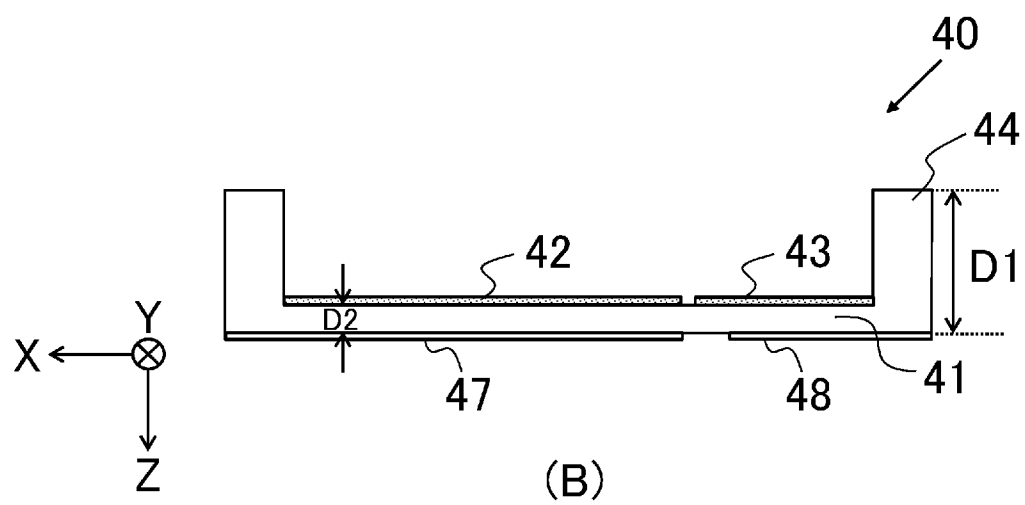
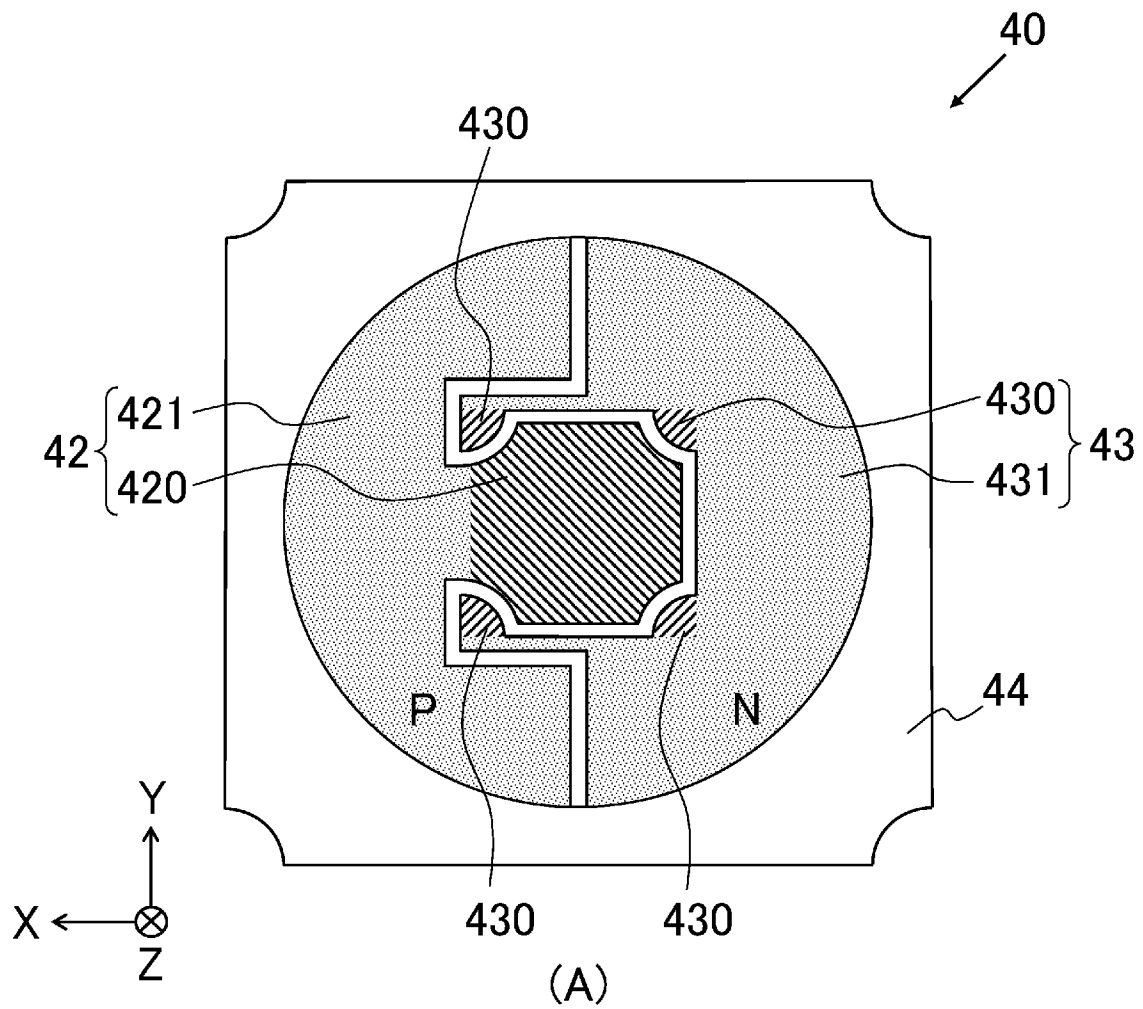
[図17]



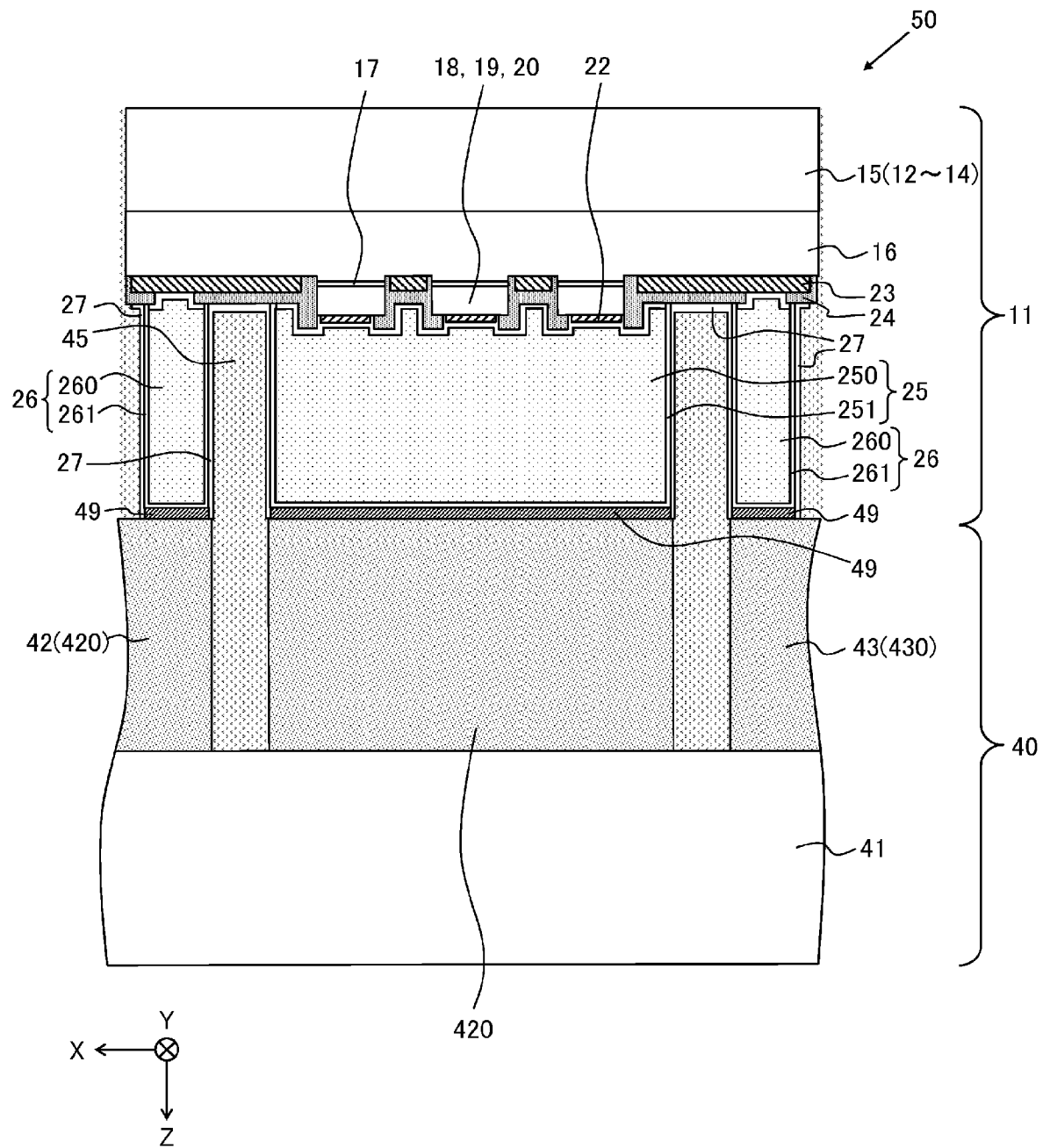
[図18]



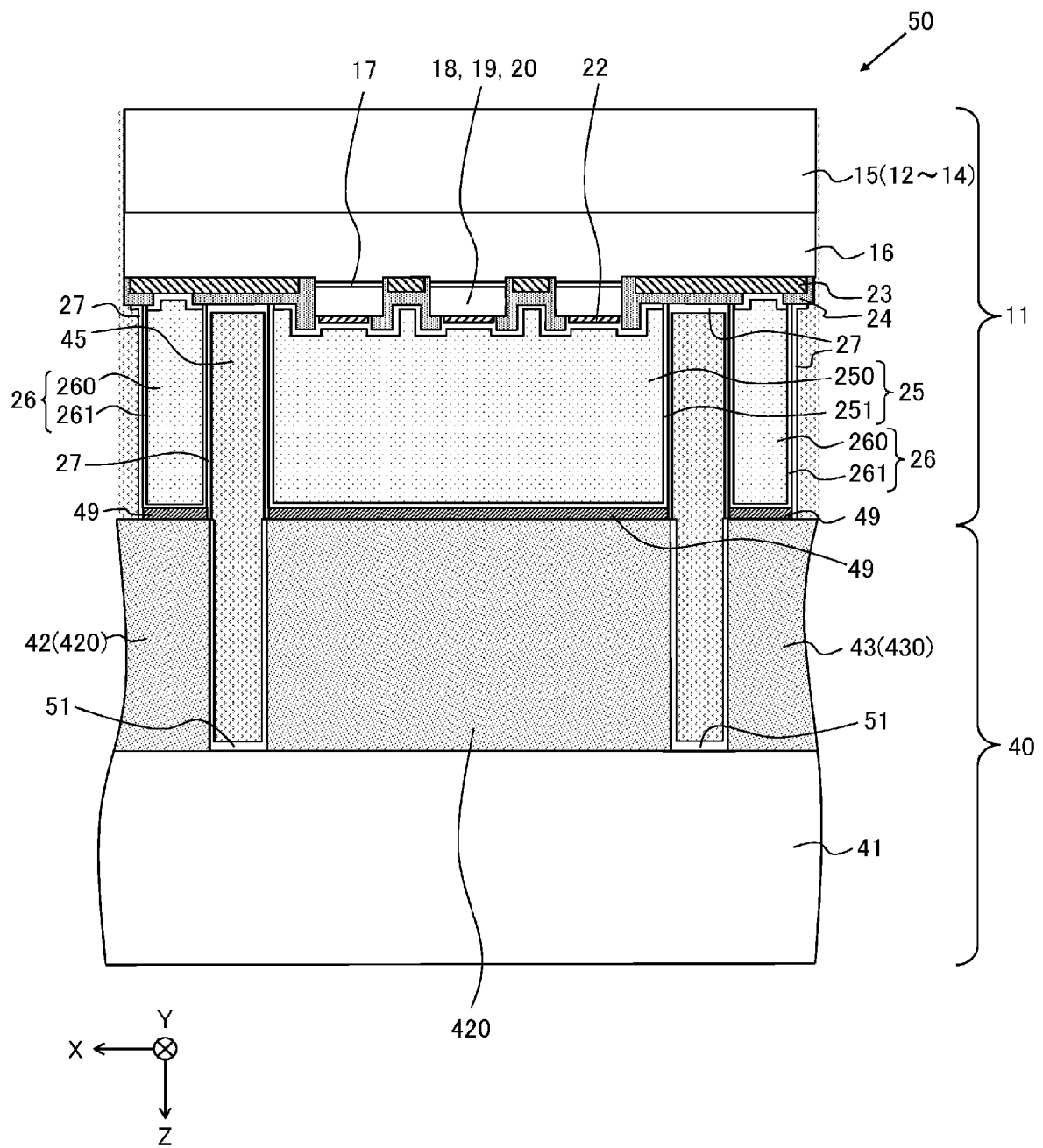
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072638

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L33/44(2010.01)i, H01L21/28(2006.01)i, H01L21/288(2006.01)i, H01L33/56(2010.01)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)

H01L33/44, H01L21/28, H01L21/288, H01L33/56

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	JP 2012-164938 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 30 August 2012 (30.08.2012), paragraphs [0011] to [0053]; fig. 1A to 1G (Family: none)	1-20
A	JP 2007-527123 A (Gelcore L.L.C.), 20 September 2007 (20.09.2007), paragraphs [0011] to [0048]; fig. 1 to 11 & US 2005/0194605 A1 paragraphs [0029] to [0069]; fig. 1 to 11 & WO 2005/091848 A2 & EP 1726033 A & KR 10-2006-0129526 A & CN 1947222 A	1-20

☒ 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
16 September 2016 (16.09.16)

Date of mailing of the international search report
04 October 2016 (04.10.16)

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/JP2016/072638

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-119068 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 April 2001 (27.04.2001), paragraph [0015]; fig. 1 (Family: none)	1-20
A	JP 2015-32621 A (Toshiba Corp.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraph [0061] & US 2015/0034985 A1 paragraph [0068] & EP 2833421 A1 & KR 10-2015-0015345 A & TW 201505212 A & HK 1204388 A	1-20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L33/44(2010.01)i, H01L21/28(2006.01)i, H01L21/288(2006.01)i, H01L33/56(2010.01)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. H01L33/44, H01L21/28, H01L21/288, H01L33/56

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	JP 2012-164938 A (スタンレー電気株式会社) 2012.08.30, 段落【0011】-【0053】, 図1A-図1G (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2007-527123 A (ゲルコアー リミテッド ライアビリティ カ ンパニー) 2007.09.20, 段落【0011】-【0048】, 図1-図11 & US 2005/0194605 A1, 段落[0029]-[0069], 図1-図11 & WO 2005/091848 A2 & EP 1726033 A & KR 10-2006-0129526 A & CN 1947222 A	1-20

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。

* 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

16.09.2016

国際調査報告の発送日

04.10.2016

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)

吉岡 一也

2 K

4742

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

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
A	JP 2001-119068 A (松下電器産業株式会社) 2001.04.27, 段落【0015】, 図1 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2015-32621 A (株式会社東芝) 2015.02.16, 段落【0061】 & US 2015/0034985 A1, 段落[0068] & EP 2833421 A1 & KR 10-2015-0015345 A & TW 201505212 A & HK 1204388 A	1-20