

(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
2012 年 8 月 9 日(09.08.2012)



(10) 国際公開番号

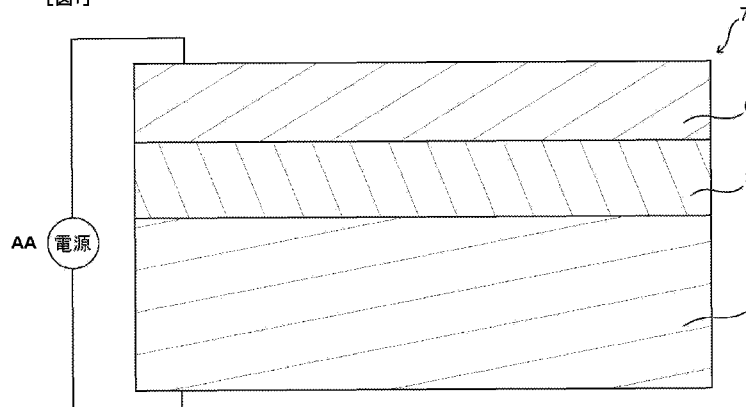
WO 2012/105101 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/14 (2006.01) H05B 33/26 (2006.01)
H05B 33/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/076102
- (22) 国際出願日: 2011 年 11 月 11 日(11.11.2011)
- (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 2011-019843 2011 年 2 月 1 日(01.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 洗 暢俊
(ARAI, Nobutoshi). 原 田 真 臣 (HARADA,
Masatomi).
- (74) 代理人: 野河 信太郎, 外(NOGAWA, Shintaro et
al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 5 丁目 1
6-3 西天満ファイブビル 野河特許事務所
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, 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, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LIGHT-EMITTING ELEMENT, OPTO-ELECTRIC HYBRID SUBSTRATE, AND LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光素子、光電気混載基板および発光装置

[図1]



AA POWER SOURCE

(57) Abstract: The present invention provides a light-emitting element for emitting light of increased brightness, particularly in the blue to green (about 450-550 nm) short-wavelength region, the light-emitting element being capable of being readily fabricated on a semiconductor substrate. This light-emitting element is characterized in being provided with: a first electrode comprising an impurity-containing semiconductor; a transparent second electrode; and a dielectric layer sandwiched between the first and second electrodes, the first electrode containing ion-implanted atoms, and the atoms having a peak concentration in the first electrode that is 500 nm or less from a boundary between the dielectric layer and the first electrode.

(57) 要約: 本発明は、半導体基板上に容易に作製することができ、特に青色～緑色(450～550nm程度)の短波長領域でより大きい輝度で発光する発光素子を提供する。本発明の発光素子は、不純物を含む半導体からなる第1電極と、透光性の第2電極と、第1および第2電極に挟まれた誘電体層とを備え、第1電極は、イオン注入された原子を含有し、前記原子は、前記誘電体層と第1電極との界面から500nm以内の第1電極中に濃度ピークを有することを特徴とする。



WO 2012/105101 A1

明 細 書

発明の名称：発光素子、光電気混載基板および発光装置

技術分野

[0001] 本発明は、発光素子、光電気混載基板および発光装置に関する。

背景技術

[0002] 無機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）素子は、自己発光する光源として、別途の光源が不要な新たな表示素子等としての利用が期待されている。

従来のＥＬ素子には、「分散型」と「薄膜型」の２つのタイプが存在し、その多くが交流駆動によって、発光する。

[0003] 従来の分散型と薄膜型のＥＬ素子については、無機ＥＬ素子が無機化合物を用いて実現されている（例えば、特許文献１や非特許文献１参照）。

従来の分散型ＥＬ素子は、電極間に電流経路が遮断された蛍光体粒子（例えば、 $ZnS:Cu$ 、 Cl など）を有する素子に交流電圧を印加することにより、蛍光体粒子が電界発光をする。この蛍光体粒子の粒子径は $10\mu m$ 程度が最適であると考えられ、 $2\sim 3\mu m$ よりも小さくなると発光輝度が著しく低下することが知られている。なお、この分散型ＥＬ素子は、ドナー・アクセプタ間の再結合により発光すると考えられている。

[0004] また、従来の薄膜型ＥＬ素子は、電極間に絶縁層で挟まれた蛍光体の発光層（例えば、発光中心となる Mn を母材 ZnS 中にドーブした $ZnS:Mn$ など）を有する素子に交流電圧を印加することにより、発光層が電界発光する。なお、この薄膜型ＥＬ素子は、母材中を走るホットエレクトロンによる発光中心の衝突励起により発光すると考えられている。

[0005] その一方で、半導体基板、特にシリコン基板上に発光素子を作製する技術の開発が盛んに行われている。情報処理装置や記憶装置であるＣＭＯＳ回路などはシリコンを中心として半導体を基幹として実現されているため、シリコン等の基板上にトランジスタ等の他の機能素子と同時に発光素子を作成することができれば、情報処理装置や記憶装置と発光素子を同一基板上に作製

することができる。このことにより、光によるチップ間通信や光コンピューティング技術が可能となり、更なるデジタル電子機器の発展につながる事が期待されている。

[0006] 例えば、シリコン基板上のシリコン窒化膜（絶縁体）中にシリコンのナノメートルオーダーのクラスター（発光中心）を形成し、このシリコン窒化膜に電圧を印加することによって約650nmのピークを有するエレクトロルミネセンスが確認されたことが知られている（例えば、特許文献2参照）。

[0007] なお、従来の絶縁体膜中に発光中心を形成した発光素子は、絶縁体膜の両側の電極に100V程度の高い電圧を印加し、絶縁体膜に7MV/cm程度の強い電界を印加することが必要である。このことにより、電極の電子が絶縁体膜の伝導帯にFN（ファウラー・ノルドハイム）トンネリングによって供給され、この電子が電界により加速され十分な運動エネルギーを得た後、発光中心を励起し発光すると考えられている。

これら従来無機ELのなかには、460～480nm程度の青色を発光する材料も存在するが100V程度かそれ以上の高電圧が必要な上に、十分な輝度が得られていない。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2007-265986号公報

特許文献2：特開平11-310776号公報

非特許文献

[0009] 非特許文献1：最新無機EL開発動向～材料特性と製造技術・応用展開～、第1版、情報機構、2007年3月27日

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかし、従来の絶縁体膜中に発光中心を形成した発光素子の発光は可視光領域であり、そのほとんどは赤色など波長の比較的長い領域の発光であり、

また実用に耐える輝度、面積、発光の均一性等は実際には実現されていない。ディスプレイや、蛍光灯にかわる個体照明の実現等の観点から、より短波長領域で、大きい輝度、むらなく発光する発光素子が望まれている。また、近年光回路を構成する上で最大の課題となっている、半導体基板上に直接作り込みが可能であって極めて微小領域に選択的に作製可能な発光素子が望まれている。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、半導体基板上に容易に作製することができ、特に青色～緑色（450～550nm程度）の短波長領域でより大きい輝度で発光する発光素子を提供する。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明は、不純物を含む半導体からなる第1電極と、透光性の第2電極と、第1および第2電極に挟まれた誘電体層とを備え、第1電極は、イオン注入された原子を含有し、前記原子は、前記誘電体層と第1電極との界面から500nm以内の第1電極中に濃度ピークを有することを特徴とする発光素子を提供する。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、不純物を含む半導体からなる第1電極と、透光性の第2電極と、第1および第2電極に挟まれた誘電体層とを備え、第1電極は、イオン注入された原子を含有するため、イオン注入された原子により発光中心を形成することができる。このため、第1電極と第2電極との間に電圧を印加することにより、この発光中心を発光させることができ、透光性の第2電極を介して光を取り出すことができる。

本発明によれば、第1電極と第2電極と誘電体層とにより構成されるため、シリコン基板などの半導体基板上に直接作り込むことが可能であり、極めて微小領域に選択的に作製することができる。また、従来のEL素子やLEDとは異なり、多元系の材料や非常に多層な構造を用いることなく容易にシリコン半導体回路に作り込むことができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一実施形態の発光素子の構造を示す概略断面図である。

[図2]本発明の一実施形態の発光素子に含まれるイオン注入した原子の濃度分布を示すグラフである。

[図3]本発明の一実施形態の発光素子の構造を示す概略断面図である。

[図4]本発明の一実施形態の発光素子の構造を示す概略断面図である。

[図5]本発明の一実施形態の光電気混載基板の構造を示す概略平面図である。

[図6]本発明の一実施形態の光電気混載基板の構造を示す概略断面図である。

[図7]本発明の一実施形態の発光装置の概略断面図等である。

[図8]本発明の一実施形態の発光装置の概略回路図である。

[図9]発光素子作製実験で作製した発光素子の誘電体層中および第1電極中のゲルマニウム原子濃度分布を示したグラフである。

[図10]発光素子作製実験で作製した発光素子の発光スペクトルである。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の発光素子は、不純物を含む半導体からなる第1電極と、透光性の第2電極と、第1および第2電極に挟まれた誘電体層とを備え、第1電極は、イオン注入された原子を有し、前記原子は、前記誘電体層と第1電極との界面から500nm以内の第1電極中に濃度ピークを有することを特徴とする。

[0015] 本発明の発光素子において、第1電極および前記誘電体層は、イオン注入された原子を有することが好ましい。

このような構成によれば、第1電極の上に誘電体層を形成した後イオン注入工程を行うことができる。また、第1電極中および誘電体層中の両方に発光中心を形成することができる。

本発明の発光素子において、第1電極中のイオン注入された原子の総量は、前記誘電体層中のイオン注入された原子の総量よりも多いことが好ましい。

このような構成によれば、発光素子の発光強度を大きくすることができる。

[0016] 本発明の発光素子において、第1電極中のイオン注入された原子は、Ge原子またはSi原子であることが好ましい。

このような構成によれば、発光素子を発光させることができる。

本発明の発光素子において、第1電極中のイオン注入された原子は、1nm以下のクラスター、不対電子またはイオンからなる発光中心を形成することが好ましい。

このような構成によれば、発光素子に電圧を印加し発光中心を発光させることができる。

[0017] 本発明の発光素子において、第1電極は、シリコン基板またはその一部であり、前記誘電体層は、SiO₂、SiNまたはSiONからなることが好ましい。

このような構成によれば、誘電体層を通常の半導体製造プロセスにより形成することができる。

本発明の発光素子において、第1電極は、n型半導体からなることが好ましい。

このような構成によれば、発光素子をより良く発光させることができる。

[0018] 本発明の発光素子において、前記誘電体層は、5nm以上75nm以下の厚さを有することが好ましい。

このような構成によれば、発光素子に印加する電圧を小さくすることができ、発光に伴う消費電力を小さくすることができる。

本発明の発光素子において、第1電極中のイオン注入された原子は、 $1 \times 10^{15} \text{ ion/cm}^2$ 以上 $1 \times 10^{17} \text{ ion/cm}^2$ 以下のイオン注入量で注入されたことが好ましい。

このような構成によれば、発光素子に発光中心を形成することができる。

[0019] 本発明の発光素子において、第1電極は、 $1 \times 10^{14} \text{ /cm}^3$ 以上 $1 \times 10^{17} \text{ /cm}^3$ より少ない不純物濃度を有することが好ましい。

このような構成によれば、発光素子の発光強度を大きくすることができる。

本発明の発光素子において、第1電極は、 $0.05\Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $8\Omega \cdot \text{cm}$ 以下の抵抗率を有することが好ましい。

このような構成によれば、発光素子の発光強度を大きくすることができる。

[0020] 本発明の発光素子において、半導体基板をさらに備え、第1電極は、前記半導体基板の一部であり、前記誘電体層および第2電極は、 $0.1\mu\text{m}^2$ 以上 0.1mm^2 以下の前記半導体基板の区域上に設けられたことが好ましい。

このような構成によれば、電子回路を形成する半導体基板に発光素子を搭載することができ、複数の電子回路間での光通信が可能となる。

本発明の発光素子において、第2電極の前記誘電体層側の反対側に設けられた光触媒部をさらに備えることが好ましい。

このような構成によれば、第1電極と第2電極との間に電圧を印加することによる発光を光触媒部に照射することができ、光触媒部が光触媒活性を有することができる。

[0021] また、本発明は、本発明の発光素子と半導体回路とが半導体基板に設けられ、前記半導体回路は、前記発光素子と電氣的に接続し、かつ、信号の演算処理を行う回路であり、前記発光素子は、前記半導体回路が演算処理を行った信号を光出力する光電気混載基板も提供する。

本発明の光電気混載基板によれば、半導体回路が演算処理を行った信号を光出力することができ、複数の半導体回路間での光通信が可能となる。

さらに、本発明は、本発明の発光素子と、第1電極と第2電極との間に電圧を印加するための電源回路とを備え、前記電源回路は、向きが一定の電流が前記誘電体層を流れるように前記発光素子と電氣的に接続する発光装置も提供する。

本発明の発光装置によれば、発熱することを抑えて本発明の発光素子を発光させることができる。

[0022] 以下、本発明の一実施形態を図面を用いて説明する。図面や以下の記述中で示す構成は、例示であって、本発明の範囲は、図面や以下の記述中で示す

ものに限定されない。

[0023] 発光素子の構成

図 1、3、4 は本実施形態の発光素子の構造を示す断面図である。また、図 2 は、本実施形態の発光素子に含まれるイオン注入した原子の濃度分布を示すグラフである。

本実施形態の発光素子 7 は、不純物を含む半導体からなる第 1 電極 1 と、透光性の第 2 電極 6 と、第 1 電極 1 と第 2 電極 6 とに挟まれた誘電体層 3 とを備え、第 1 電極 1 は、イオン注入された原子を含有し、第 1 電極 1 にイオン注入された原子は、誘電体層 3 と第 1 電極 1 との界面から 500 nm 以内の第 1 電極 1 中に濃度ピークを有することを特徴とする。

また、本実施形態の発光素子 7 は、光触媒部 8 をさらに有してもよい。

以下、本実施形態の発光素子 7 について説明する。

[0024] 1. 第 1 電極

第 1 電極 1 は、n 型半導体または p 型半導体からなる。第 1 電極 1 が n 型半導体からなる場合、第 1 電極 1 はドナーとなる不純物を含み、第 1 電極 1 が p 型半導体からなる場合、アクセプタとなる不純物を含む。例えば、第 1 電極 1 が結晶シリコンまたはアモルファスシリコンからなり、n 型半導体である場合、第 1 電極 1 は、ドナーとして P、As、Sb などの不純物を含む。また、第 1 電極 1 が、結晶シリコンまたはアモルファスシリコンからなり、p 型半導体である場合、第 1 電極 1 は、アクセプタとして B、Al などの不純物を含む。

[0025] 第 1 電極 1 に含まれる不純物濃度は、特に限定されないが、例えば、 $1 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ 以上であり $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ より小さい濃度とすることができる。このことにより、発光素子 7 の発光強度をより大きくすることができる。また、第 1 電極 1 中の不純物濃度により変化する第 1 電極 1 の電気抵抗率は、例えば、 $0.05 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とすることができる。このことにより、発光素子 7 の発光強度をより大きくすることができる。

[0026] 第 1 電極 1 の形態は、特に限定されないが、例えば、半導体基板であって

もよく、半導体基板の一部であってもよく、基板上に形成された半導体層であってもよい。第1電極1を半導体基板または半導体基板の一部とすることにより、誘電体層3に半導体基板の熱酸化膜を用いることができる。例えば、第1電極1がシリコン基板またはその一部である場合、誘電体層3はその熱酸化膜である SiO_2 膜とすることができる。

また、第1電極1を半導体基板の一部とすることにより、半導体基板の $0.1\mu\text{m}^2$ 以上 0.1mm^2 以下の区域上に発光素子7を形成することができる。このことにより、後述する光電気混載基板に発光素子7を搭載することができ、電子回路間で光通信を容易にすることができる。

[0027] また、第1電極1は、イオン注入された原子を有する。このことは、後述する。また、第1電極1はイオン注入された原子により形成された発光中心を有してもよい。

第1電極1は、半導体基板にn型不純物またはp型不純物を拡散させることにより形成してもよく、基板上にCVD法などにより半導体膜を成膜することにより形成してもよい。

[0028] 2. 誘電体層

誘電体層3は、第1電極1上に形成される。誘電体層3は、例えば、酸化シリコン、窒化シリコン又は酸窒化シリコンなどの絶縁体からなる。誘電体層3を設けることにより、第1電極1と第2電極6との間に $7\text{MV}/\text{cm}$ 程度の強い電界を印加することができ、誘電体層3に発光素子7の発光に寄与する大きい運動エネルギーを有する電子を流すことができる。また、誘電体層3は、大きい電気抵抗率を有するため、発光に寄与しない小さい運動エネルギーを有する電子が流れることを低減することができ、実効的な発光効率を向上することができ、発光素子7を低消費電力で発光させることができる。

[0029] また、誘電体層3は、透光性を有することが好ましい。このことにより第1電極1と第2電極6との間に電圧を印加することによる発光を誘電体層3を介して効率よく取り出すことができる。誘電体層3の 250nm 以上 50

0 nm以下の波長の光の光透過率は、50%以上であることが好ましい。このことにより、光取り出し効率をより高くすることができる。

また、誘電体層3に酸化シリコン、窒化シリコン又は酸窒化シリコンを用いると、これらの材料は、比較的酸素を透過させにくいため、第1電極1または誘電体層3にイオン注入した原子により形成される発光中心が酸化されることを抑制することができる。このことにより、発光素子7を安定して発光させることができる。

この中でも酸化シリコン、特に熱酸化シリコンは特に良い特性を示した。これは熱酸化シリコン膜がもっとも欠陥が少ないために、第2電極6からの電子が途中でトラップされたり、リークパスができて電圧がかからなくなったりすることが少ないためと考えられる。

[0030] 誘電体層3の厚さは、特に限定されないが、5 nm以上100 nm以下であってもよい。この場合、発光素子7を発光させるときに第1電極1と第2電極6との間に印加する電圧をより小さくすることができる。また、誘電体層3の厚さは、5、10、20、25、30、35、40、50、60、70、75、80、90および100 nmの何れか2つの間の範囲であってもよい。また、誘電体層3の厚さは、5 nm以上75 nm以下であることが特に好ましい。このことにより、第1電極1と第2電極6との間に印加する電圧をより小さくすることができ、かつ、誘電体層3に発光素子7の発光に寄与する大きい運動エネルギーを有する電子を流すことができる。

なお、誘電体層3の厚さが5 nm未満だと、実験的に電流が多く流れるのみで目視でもほとんど発光を確認することができなかった。誘電体層3の厚さが75 nmを超えると発光が強くなる電圧が100 Vに近づき、100 nmより厚いと、発光をはじめる電圧が100 Vを超えてしまい、実用的でなかった。

[0031] 誘電体層3は、例えば、第1電極1が半導体基板からなる場合、半導体基板を熱酸化し熱酸化膜を形成することにより形成することができ、また、半導体基板の上にCVD法などにより、誘電体層3を形成することもできる。

例えば、第1電極1がシリコン基板からなる場合、誘電体層3はシリコン基板を熱酸化することにより形成される SiO_2 からなる熱酸化膜とすることができ、また、シリコン基板上にCVD法などにより形成した酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸窒化シリコン膜とすることができる。これらの誘電体層3は、通常のシリコン半導体プロセスで製膜可能であるため、発光素子7は、量産性に優れる上、他の電子回路と組み合わせることが可能である。

また、誘電体層3は、イオン注入された原子を有してもよい。このことは、後述する。また、誘電体層3は、イオン注入された原子により形成された発光中心を有してもよい。

[0032] 3. イオン注入された原子

第1電極1は、イオン注入された原子を有する。また、誘電体層3は、イオン注入された原子を有することができる。このイオン注入された原子は、発光中心を形成することができれば特に限定されないが、例えば、Ge原子、Si原子、C原子またはO原子である。特にGe原子が好ましい。第1電極1または誘電体層3がイオン注入された原子を有することにより、第1電極1中または誘電体層3中に発光中心を形成することができ、第1電極1と第2電極6との間に電圧を印加することにより発光中心を発光させることができる。

発光中心の詳細は不明であるが、1nm以下のクラスター、不対電子またはイオンであると考えられる。この発光中心が、第1電極1と第2電極6との間の電界により加速された電子により励起されることにより発光素子7は発光すると考えられる。

[0033] この発光素子7に含まれるイオン注入された原子は、誘電体層3と第1電極1との界面から500nm以内の第1電極1中に濃度ピークを有する。このことにより、発光素子の発光強度を大きくすることができる。この理由は、明らかではないが次のように考えられる。

第2電極6と第1電極1の間に誘電体層3が存在することで十分な電界が

発生し、第2電極6と第1電極1に向かって電子が十分に加速されて十分なエネルギーを獲得すると考えられる。このエネルギーを獲得した電子が第1電極1内部に突入することができ、更に第1電極1中の発光中心を励起することができる。また第1電極1は半導体から成るため発光中心を励起し終わってエネルギーを失った電子や発光中心の励起に寄与しなかった電子は滞留することなく速やかに第1電極1から排出され则认为られる。もし電子が滞留すると、チャージアップが発生し、第2電極6からの電子が十分に加速されずに、発光中心に届かなかったり、十分なエネルギー得ることができずに発光中心を励起することができなかつたりして十分に発光しないと认为られる。例えば、もし発光に寄与する原子の濃度ピークが誘電体3中、典型的には発光中心が誘電体3中にある場合、発光中心を励起してエネルギーを失った電子は、誘電体3中を速やかに移動することができずに滞留してチャージアップが発生し急速に発光強度が弱まると认为られる。最悪の場合には、このチャージアップによって誘電体3の絶縁破壊が起これ、不可逆的な劣化が発生すると认为られる。

なお、特に断らない限り、イオン注入された原子の濃度ピークとは、イオン注入された原子の濃度が最も高い第1電極1の部分である。

このイオン注入された原子の濃度ピークは、例えば、誘電体層3と第1電極1との界面、またはこの界面からの深さが1、5、10、15、20、30、50、100、200、400、500nmの第1電極1中にあり、または、これらの数値のうちいずれか2つ数値の間の範囲にあつてもよい。なお、このイオン注入された原子の濃度分布は、誘電体層3または第1電極1にイオン注入する条件などに基づくシミュレーションにより表すことができる。

[0034] このイオン注入された原子は、第1電極1に直接イオン注入してもよく、第1電極1の上に誘電体層3を形成した後、誘電体層3の上からイオン注入してもよい。分かり易く模式的に図示すると、誘電体層3の上からイオン注入した場合、イオン注入された原子は、例えば、図2の実線のような濃度分

布を有する。第1電極1に直接イオン注入した場合、イオン注入された原子は、図2の一点鎖線のような濃度分布を有する。

第1電極1または誘電体層3にイオン注入する原子のイオン注入量は、例えば、 1×10^{15} 、 2×10^{15} 、 5×10^{15} 、 10×10^{15} 、 20×10^{15} 、 50×10^{15} 、 100×10^{15} ion/cm²であり、または、これらの数値のうちいずれか2つの数値の間の範囲であってもよい。

第1電極1または誘電体層3にイオン注入するときのイオン加速エネルギーは、例えば、5、10、15、20、30、50、100、200、400 keVであり、または、これらの数値のうちいずれか2つの数値の間の範囲であってもよい。

[0035] 第1電極1中または誘電体層3中にイオン注入された原子は、微粒子を形成してもよい。例えば、第1電極1または誘電体層3にイオン注入した後、不活性ガス雰囲気中または酸素を含む雰囲気中で熱処理することにより、イオン注入した原子を凝集させることができ、微粒子とすることができる。また、この微粒子は、一部酸化されていてもよい。例えば、イオン注入した原子を酸素を含む雰囲気中で熱処理することにより一部が酸化された微粒子を形成することができる。酸素を含む雰囲気中で熱処理することによりイオン注入した原子を凝集させることにより、より小さい微粒子とすることができる。例えば5%以上25%以下の酸素を含む雰囲気ガス中で熱処理を行うことができる。また、不活性ガス雰囲気中でイオン注入した原子を凝集させた後、酸素を含む雰囲気中で熱処理することにより一部が酸化された微粒子としてもよい。例えば、Ge原子（Geイオン）を第1電極1および誘電体層3にイオン注入し、第1電極1および誘電体層3を熱処理することにより第1電極1中および誘電体層3中にGe原子を含む微粒子を形成することができる。この熱処理を酸素を含む雰囲気下で行うことにより、0価のGe原子、2価のGe原子（GeO）および4価のGe原子（GeO₂）を含む微粒子を形成することができる。

なお、第1電極1は、p型半導体からなる場合でも発光するが、n型半導

体からなる場合の方がより安定的に発光することが実験的に分かった。この理由はよく分からないが、第1電極1がp型半導体からなる場合、電圧印加時に多数キャリアの正電荷が誘電体層3近傍のシリコン基板に引き付けられ、第2電極6から第1電極1に向かって来た電子が発光中心を励起するのを阻害することが考えられる。第1電極がn型半導体からなる場合、多数キャリアの電子が誘電体層3近傍のシリコン基板から出払うことにより、第2電極6から第1電極1に向かって来た電子がシリコン基板にあったキャリアに阻害されることなく発光中心を励起することができると考えられる。

第1電極1が真性半導体であっても構わないが、その場合は第1電極1の抵抗が大きくなり、余分な電子が効率よく排出されなくなるために発光効率が低下すると考えられる。逆に第1電極1が半導体からなる場合であってn型あるいはp型を形成するための不純物濃度が高い場合、第1電極1の抵抗が低くなり余分な電子の排出効率は向上するが、多くの不純物あるいはそれによる多くの多数キャリアの存在によって第2電極6から第1電極1に向かって来た電子が発光中心を励起することを阻害する場合があると考えられる。

これらの観点から、第1電極1に半導体を用いる場合には、第1電極1を発光中心が多く存在する部分だけを残して薄くし、第1電極1の誘電体3側と反対側にアルミニウム等の低抵抗の導電性物質を更に備えることによって発光中心を励起する効率と、余分な電子を排出する効率を両立させ、発光効率を上げることができると考えられる。例えば第1電極1の厚さを、第1電極1にイオン注入した原子の濃度ピークの深さの1倍以上3倍以下とすることができる。また、好ましくは第1電極1の厚さを第1電極1にイオン注入した原子の濃度ピークの深さの2倍程度とすることができる。これは注入した原子のほとんどを含むことができる厚さであるからである。余分な電子の出払い効率を重視するならば、第1電極1の厚さを、イオン注入した原子の濃度ピークの深さ程度とすることができる。したがって、この手法を取り入れる場合には、第1電極1の厚さは100nm以上1000nm以下が良い。

ことになる。

[0036] 4. 第2電極

第2電極6は、透光性を有し、かつ、誘電体層3の上に設けられる。第2電極6は、誘電体層3に電圧を印加するための一方の電極である。また、第2電極6は、発光素子7が発する光を透過させることができる。例えば、第2電極6は、電極自体が透光性を有するものであってもよく、光通路となる隙間を有するものであってもよい。電極自体が透光性を有する第2電極6としては、例えば、ITOなどの金属酸化物薄膜またはAl、Ti、Taなどの金属薄膜またはSi、SiC、GaNなどの半導体薄膜である。これらは、例えばスパッタリングやCVD法などで形成することができる。この場合、第2電極6は、波長250～500nmの範囲内の光の透過率が50%以上99.99%以下であってもよい。

[0037] 光通路となる隙間を有する第2電極6としては、例えば、スリット構造あるいはポーラス構造などの穴開き構造を有する導電体などである。例えば、格子戸状にITOやAlなどの導電体を成膜することで、導電体部分で誘電体層3に電圧を印加し、導電体間の隙間を通過した光を取り出すことができる。

穴あき構造の第2電極6は、例えば、導電性のナノワイヤを用いて作製することができる。また、例えばナノワイヤを分散させた溶液を誘電体層3の上に塗布し、乾燥することでナノワイヤが適度に重なり合うとともに隙間を有する構造ができる。ナノワイヤとしては、例えばシリコン、好ましくはドーピングして導電性を高めたシリコンナノワイヤや、カーボンナノチューブ、あるいは金属ナノロッドを用いることができる。

[0038] 5. 光触媒部

光触媒部8は、第2電極6の誘電体層3側の反対側に設けられ、第1電極1と第2電極6との間に電圧を印加することによる発光を受光することができる。例えば、図3、4のように光触媒部8を設けることができる。また、光触媒部8は光触媒の薄膜とすることができる。このことにより、光触媒活

性を有する光触媒部 8 の表面の近い部分が受光することができ、光触媒部 8 が高い光触媒活性を有することができる。このことにより光触媒部 8 に付着した汚れを除去することができ、また、光触媒部 8 に接触させた気体や液体を浄化することができる。

[0039] 光触媒部 8 は光触媒である酸化チタン TiO_2 からなることができる。これは、酸化チタンは一般に入手容易であるとともに、波長が 388nm の励起光で光触媒活性を有するからである。酸化チタンにバンドギャップ以上のエネルギーを有する光を照射すると、価電子帯から伝導帯へ電子が励起され、伝導帯に電子が価電子帯に正孔が生じ、光励起される。そして、酸化チタンは、バンドギャップが 3.2eV であり、電子と正孔の再結合が起こりにくく、再結合による失活率が小さいという特性を有する。酸化チタンはルチル型よりアナターゼ型を用いる。これは、バンドギャップが、アナターゼ型のほうが、3.23eV でルチル型の 3.02 eV より大きく、光吸収により生成した電子と正孔のエネルギーが大きく、電子と正孔との再結合が起こりにくいからである。

[0040] また、光触媒部 8 は、白金 (Pt)、パラジウム (Pd)、ルテニウム (Ru)、ロジウム (Rh)、金 (Au)、銀 (Ag)、銅 (Cu)、鉄 (Fe)、ニッケル (Ni)、亜鉛 (Zn)、ガリウム (Ga)、ゲルマニウム (Ge)、インジウム (In)、スズ (Sn) のうち少なくとも 1 つ以上の金属が担持された酸化チタンであってもよい。上記の金属を少量含有することによって、励起波長帯が拡大したり、電子と正孔の発生効率が向上するという効果が期待できるからである。

[0041] また、光触媒部 8 と第 2 電極 6 との間に絶縁層 10 を設けてもよい。絶縁層 10 を設けることにより、第 2 電極 6 と光触媒部 8 との間を電氣的に絶縁することができる。このことにより、第 2 電極 6 の電位が光触媒部 8 の光触媒活性に影響を与えることを防止することができる。また、絶縁層 10 は透光性を有することができる。このことにより光触媒部 8 が受光することができる。

絶縁層 10 は、絶縁体の層であれば特に限定されないが、例えば、酸化シ

リコン、窒化シリコン又は酸窒化シリコンである。絶縁層 10 は、例えば、第 2 電極 6 の上に酸化シリコンや窒化シリコンなどを CVD やスパッタリングで堆積し形成することができる。

[0042] 光電気混載基板の構成

図 5 は、本実施形態の光電気混載基板の構造を示す概略平面図であり、図 6 は、本実施形態の光電気混載基板の構造を示す概略断面図である。

本実施形態の光電気混載基板 30 は、発光素子 7 と半導体回路 14 とが半導体基板 13 に設けられ、半導体回路 14 は、発光素子 7 と電氣的に接続し、かつ、信号の演算処理を行う回路であり、発光素子 7 は、半導体回路 14 が演算処理を行った信号を光出力することを特徴とする。

また、光電気混載基板 30 は、受光素子 15 を備えてもよい。

[0043] 1. 半導体基板

半導体基板 13 は、発光素子 7 と半導体回路 14 を設けることができる半導体の基板であれば特に限定されないが、例えば、シリコン基板、ゲルマニウム基板、シリコンの化合物の基板またはゲルマニウムの化合物の基板である。また、半導体基板 13 は n 型不純物または p 型不純物が添加された不純物半導体基板であってもよい。さらに半導体基板 13 は、SiO₂基板などの上にシリコン層やゲルマニウム層を形成したものでもよく、Si 基板などの上に SiO₂などの絶縁体層を形成し、その上にシリコン層やゲルマニウム層を形成したものでもよい。例えば、半導体基板 13 が SOI (Silicon On Insulator) 基板の場合、結晶シリコン基板上に発光素子 7 を形成してもよいし、または、CVD 法等を用いて SiO₂などの絶縁体層の上にアモルファスシリコンを形成し、その上に発光素子 7 を形成してもよい。

従来 CMOS 回路をはじめとした半導体回路は IV 族元素材料からなる基板に作製されているからである。

[0044] 2. 半導体回路

半導体回路 14 は、半導体基板 13 に設けられ、発光素子 7 と電氣的に接続し、信号の演算処理を行う回路であれば特に限定されない。例えば、半導

体回路 14 は、複数のトランジスタなどから構成された半導体回路である。また、例えば、半導体集積回路である。また、発光素子 7 が半導体集積回路に組み込まれている場合、半導体回路 14 は、半導体集積回路の発光素子 7 以外の部分であってもよい。

[0045] 3. 発光素子

発光素子 7 は、半導体基板 13 に設けられ、第 1 電極 1、第 2 電極 6 および第 1 電極 1 と第 2 電極 6 とに挟まれた誘電体層 3 を備える素子である。また、発光素子 7 は、半導体回路 14 が演算処理を行った信号を光出力する。このことにより、半導体回路 14 が演算処理した電気信号を発光素子 7 により光信号に変換し出力することができる。さらに発光素子 7 は、第 1 電極 1 と第 2 電極 6 との間に電圧を印加することにより発光させることができる。

また、発光素子 7 は、半導体基板 13 に複数設けられてもよく、そのうち 1 つ以上は、第 2 電極 6 の上に蛍光体を含む層を形成することにより、発光の波長を変換した発光素子 7 であってもよい。

また、符号化回路を発光素子 7 と半導体回路 14 との間に設けることもできる。このことにより、半導体回路 14 が演算処理を行った信号を発光素子 7 が光出力することができる。なお、符号化回路は半導体回路 14 に含まれてもよい。

[0046] 4. 受光素子

受光素子 15 は、半導体基板 13 に設けられてもよい。受光素子 15 は、半導体回路 14 と電氣的に接続し、かつ、他の発光素子が出力した光を光入力することができる。このことにより、受光素子 15 が外部から入力した光信号を電気信号に変換することができ、受光素子 15 が入力した信号を半導体回路 14 が演算処理することができる。

従って、光電気混載基板 30 が発光素子 7 と受光素子 15 を備えることにより、複数の光電気混載基板間で高速光通信をすることができる。また、同一基板上に複数の半導体回路 13 を備え、各半導体回路 13 にそれぞれ発光素子 7、受光素子 15 が電氣的に接続している場合、同一基板上に形成され

た各半導体回路 13 間で高速光通信をすることができる。

また、受光素子 15 と半導体回路 14 との間にデコーダ回路が設けられてもよい。このことにより、受光素子 15 が受信した符号化された信号を復号化して半導体回路 14 に伝送することができる。

[0047] 例えば、図 6 に示すように受光素子 15 は、n 型領域 28 と p 型領域 29 が p n 接合した領域を有している。なお、半導体基板 13 が p 型半導体または n 型半導体である場合、p 型領域 29 および n 型領域 28 のうちどちらか一方を省略することが可能である。

[0048] 発光装置の構成

図 7 は、本実施形態の発光装置の概略断面図などであり、図 8 は、本実施形態の発光装置の概略回路図である。

本実施形態の発光装置 40 は、発光素子 7 と、第 1 電極 1 と第 2 電極 6 との間に電圧を印加するための電源回路 33 とを備え、電源回路 33 は、向きが一定の電流が誘電体層 3 を流れるように発光素子 7 と電氣的に接続することを特徴とする。

[0049] 向きが一定の電流が誘電体層 3 に流れることにより、第 1 電極 1 と第 2 電極 6 との間に印加する電圧の電気エネルギーを効率的に光エネルギーに変換することができる。つまり、第 1 電極 1 を正極とし第 2 電極 6 を負極として誘電体層 3 に電流を流した場合および第 1 電極 1 を負極とし第 2 電極 6 を正極として誘電体層 3 に電流を流した場合のうち、一方の場合で、より発光が大きい場合、この向きの電流を誘電体層 3 に流すことができる。このことにより、第 1 電極 1 と第 2 電極 6 との間に印加する電圧の電気エネルギーが熱エネルギーなどに変換され、発光効率が低下することを抑制することができる。また、発光素子 7 が発熱することを抑制することができる。

[0050] 電源回路 33 とは、駆動電源 35 から供給される電力を発光素子 7 に印加するための電気回路である。電源回路 33 は、向きが一定の電流が誘電体層 3 を流れるように第 1 電極 1 と第 2 電極 6 との間に電圧を印加する。駆動電源 35 が出力する電力は電源回路 33 により発光素子 7 に供給される。駆動

電源 3 5 は、誘電体層 3 に流れる電流の向きが一定であれば直流電源であっても交流電源であってもよい。また、駆動電源 3 5 が交流電源の場合、駆動電源 3 5 が誘電体層 3 に電圧を印加するための電源回路 3 3 中に整流ダイオード 3 6 を含んでもよい。このことにより、反極性を持つ電源を変換して所望の極性電圧を出力することができる。また、駆動電源 3 5 が誘電体層 3 に電圧を印加するための電源回路 3 3 中に昇圧回路または降圧回路を含んでもよい。このことにより駆動電源 3 5 の出力を所望の電圧値に変換して発光素子 7 に出力することができる。

なお、本発明において、「向きが一定の電流」とは、印加電圧が増加すると電流値が大きくなるような電流の向きが一定である電流をいう。

[0051] 駆動電源 3 5 が交流電源である場合、駆動電源 3 5 は所望の波形の電圧を出力する電源であってもよい。駆動電源 3 5 は、例えば、矩形波の電圧を出力するものであってもよく、正弦波の電圧を出力するものであってもよい。図 8 (a) ~ (c) は、駆動電源 3 5 により発光素子 7 に電圧を出力する様々な電源回路 3 3 を示した回路図である。駆動電源 3 5 は、例えば、図 8 (a) のように低電圧正弦波交流電源とし、発光素子 7 との間に昇圧回路および整流ダイオード 3 6 を設けて発光素子 7 と電氣的に接続してもよい。昇圧回路によって、駆動電源 3 5 から出力される電圧を所望の電圧値に変換し、整流ダイオード 3 6 によって、半波のみを発光素子 7 に出力することができる。このことにより、電流が流れる向きが一定の電流を発光素子 7 に流すことができる。この電流の向きを発光素子が効率よく発光する電流が流れる向きと同じにすることにより、発光素子を効率的に発光させることができる。

[0052] また、駆動電源 3 5 は、例えば、図 8 (b) のように交流電源とし、発光素子 7 との間に降圧回路および整流ダイオード 3 6 を設けて発光素子 7 と電氣的に接続してもよい。昇圧回路によって、駆動電源 3 5 から出力される電圧を所望の電圧値に変換し、整流ダイオード 3 6 によって、半波のみを発光素子 7 に出力することができる。

また、駆動電源 3 5 は、例えば、図 8 (c) のように直流電源とし、発光

素子 7 との間に DC-DC 変換回路を設けて発光素子 7 と電氣的に接続してもよい。DC-DC 変換回路によって、駆動電源 35 から出力される電圧を所望の電圧値に変換し発光素子 7 に出力することができる。

[0053] 発光素子作製実験 1

以下の方法で発光素子作製実験を行った。

抵抗率が $3 - 8 \Omega \cdot \text{cm}$ (不純物濃度約 $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$) であり、約 1.5 cm 角の n 型シリコン基板をまず酸素雰囲気中、 1000°C 、40 分で熱処理することにより、シリコン基板表面に誘電体層である SiO_2 膜を形成した。この SiO_2 膜は約 50 nm の厚さを有する。なお、第 1 電極は、n 型シリコン基板となる。

次に、 SiO_2 膜に Ge イオンを 220 keV の加速エネルギーでイオン注入した。イオン注入量は、 $1.6 \times 10^{16} \text{ ions} / \text{cm}^2$ とした。

図 9 に誘電体層中および第 1 電極中のイオン注入した Ge 原子の濃度分布のシミュレーション結果を示す。図 9 を見ると、イオン注入した Ge 原子は、第 2 電極と誘電体層との界面からの深さが約 170 nm の第 1 電極中に濃度ピークを有することがわかる。

[0054] 次に、 SiO_2 膜上にスパッタ装置を用いて第 2 電極である ITO 電極を形成し、シリコン基板側にアルミニウム電極を形成し、発光素子を作製した。

[0055] 次にアルミニウム電極が正極となり、ITO 電極が負極となるように直流電源を発光素子に接続し、電圧を発光素子に印加することにより、発光素子が発光させた。この発光スペクトルを図 10 に示す。図 10 を見ると、約 340 nm ~ 約 650 nm の波長範囲の光で波長約 450 nm にピークを有する発光が確認された。また、この発光のピークにおける発光強度の半値以上の発光強度を有する波長範囲は、約 400 nm ~ 約 500 nm であった。

また、この発光素子に電圧を印加すると ITO 電極の全面にわたり均一に発光することが確認された。

なお、イオン注入工程と第 2 電極形成工程の間に、更に熱処理工程を加えることができる。例えば、上記イオン注入を行ったシリコン基板を電気炉に

入れ、ロータリーポンプで引きながら、窒素を50 ml 流入させ、700℃で1時間の熱処理を行った。次に、窒素80%酸素20%のガスを10 ml 流入させ、1時間熱処理を行った。この工程を加える事により発光特性が安定した。この理由は明らかではないが、イオン注入の際に誘電体層であるSiO₂膜あるいは第1電極であるシリコン基板に生じた注入欠陥が熱処理によって回復することや、第1電極中に形成された発光中心が熱処理工程を経て、熱平衡状態に近づくことにより安定化することが考えられる。あるいは酸素を含むガス中で熱処理を行うことでSiO₂膜に生じたSi系のダングリングボンドやSiO₂膜に入り込んだGe原子を酸化し、チャージのトラップサイトになることを防ぐことが考えられる。

[0056] 発光素子作製実験2

抵抗率が0.01–0.05 Ω・cm（不純物濃度約 $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ ）であり、約1.5 cm角のn型シリコン基板を用いて、「発光素子作製実験1」と同様の方法で、発光素子を作製した。

アルミニウム電極が正極となり、ITO電極が負極となるように直流電源を発光素子に接続し、電圧を発光素子に印加することにより、発光素子を発光させた。しかし、この発光素子は、「発光素子作製実験1」で作製した発光素子に比べ、小さい発光強度で発光することが確認された。

[0057] 発光素子作製実験3

以下の方法で発光素子作製実験を行った。

抵抗率が3–8 Ω・cmであり、約1.5 cm角のn型シリコン基板にGeイオンを200 keVの加速エネルギーでイオン注入した。イオン注入量は、 $1.0 \times 10^{16} \text{ ions} / \text{cm}^2$ とした。

次に、このシリコン基板のイオン注入した面の上にプラズマCVDを用いてSiO₂膜を50 nm堆積した。

次に、このシリコン基板を電気炉に入れ、ロータリーポンプで引きながら、窒素を50 ml 流入させ、700℃で1時間の熱処理を行った。次に、窒素80%酸素20%のガスを10 ml 流入させ、1時間熱処理を行った。

次に、 SiO_2 膜上にスパッタ装置を用いて第2電極であるITO電極を形成し、シリコン基板側にアルミニウム電極を形成し、発光素子を作製した。

[0058] 次にアルミニウム電極が正極となり、ITO電極が負極となるように直流電源を発光素子に接続し、電圧を発光素子に印加したところ、波長約450nm付近にピークを有する発光が確認された。また、この発光のピークにおける発光強度の半値以上の発光強度を有する波長範囲は、約400nm～約500nmであった。

また、この発光素子に電圧を印加するとITO電極の全面にわたり均一に発光することが確認された。

符号の説明

[0059] 1 : 第1電極 3 : 誘電体層 6 : 第2電極 7 : 発光素子
8 : 光触媒部 10 : 絶縁層 12 : 光源部 13 : 半導体基板
14 : 半導体回路 15 : 受光素子 16 : ソース領域 17 : ドレイン領域
20 : ソース電極 21 : ゲート電極 22 : ドレイン電極
24 : p型ウェル 25 : ゲート絶縁膜 27 : トレンチアイソレーション
28 : n型領域 29 : p型領域 30 : 光電気混載基板
31 : アルミニウム電極 33 : 電源回路 35 : 駆動電源
36 : 整流ダイオード 40 : 発光装置

請求の範囲

- [請求項1] 不純物を含む半導体からなる第1電極と、透光性の第2電極と、第1および第2電極に挟まれた誘電体層とを備え、
第1電極は、イオン注入された原子を含有し、
前記原子は、前記誘電体層と第1電極との界面から500nm以内の第1電極中に濃度ピークを有することを特徴とする発光素子。
- [請求項2] 第1電極および前記誘電体層は、イオン注入された原子を有する請求項1に記載の素子。
- [請求項3] 第1電極中のイオン注入された原子の総量は、前記誘電体層中のイオン注入された原子の総量よりも多い請求項2に記載の素子。
- [請求項4] 第1電極中のイオン注入された原子は、Ge原子またはSi原子である請求項1～3のいずれか1つに記載の素子。
- [請求項5] 第1電極中のイオン注入された原子は、1nm以下のクラスター、不対電子またはイオンからなる発光中心を形成する請求項1～4のいずれか1つに記載の素子。
- [請求項6] 第1電極は、シリコン基板またはその一部であり、
前記誘電体層は、SiO₂、SiNまたはSiONからなる請求項1～5のいずれか1つに記載の素子。
- [請求項7] 第1電極は、n型半導体からなる請求項1～6のいずれか1つに記載の素子。
- [請求項8] 前記誘電体層は、5nm以上75nm以下の厚さを有する請求項1～7のいずれか1つに記載の素子。
- [請求項9] 第1電極中のイオン注入された原子は、 $1 \times 10^{15} \text{ ion/cm}^2$ 以上 $1 \times 10^{17} \text{ ion/cm}^2$ 以下のイオン注入量で注入された請求項1～8のいずれか1つに記載の素子。
- [請求項10] 第1電極は、 $1 \times 10^{14} \text{ /cm}^3$ 以上 $1 \times 10^{17} \text{ /cm}^3$ より少ない不純物濃度を有する請求項1～9のいずれか1つに記載の素子。
- [請求項11] 第1電極は、 $0.05 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の抵抗率を有す

る請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 つに記載の素子。

[請求項12]

半導体基板をさらに備え、

第 1 電極は、前記半導体基板の一部であり、

前記誘電体層および第 2 電極は、 $0.1 \mu\text{m}^2$ 以上 0.1mm^2 以下の
前記半導体基板の区域上に設けられた請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 つ
に記載の素子。

[請求項13]

第 2 電極の前記誘電体層側の反対側に設けられた光触媒部をさらに
備える請求項 1 ～ 1 2 のいずれか 1 つに記載の素子。

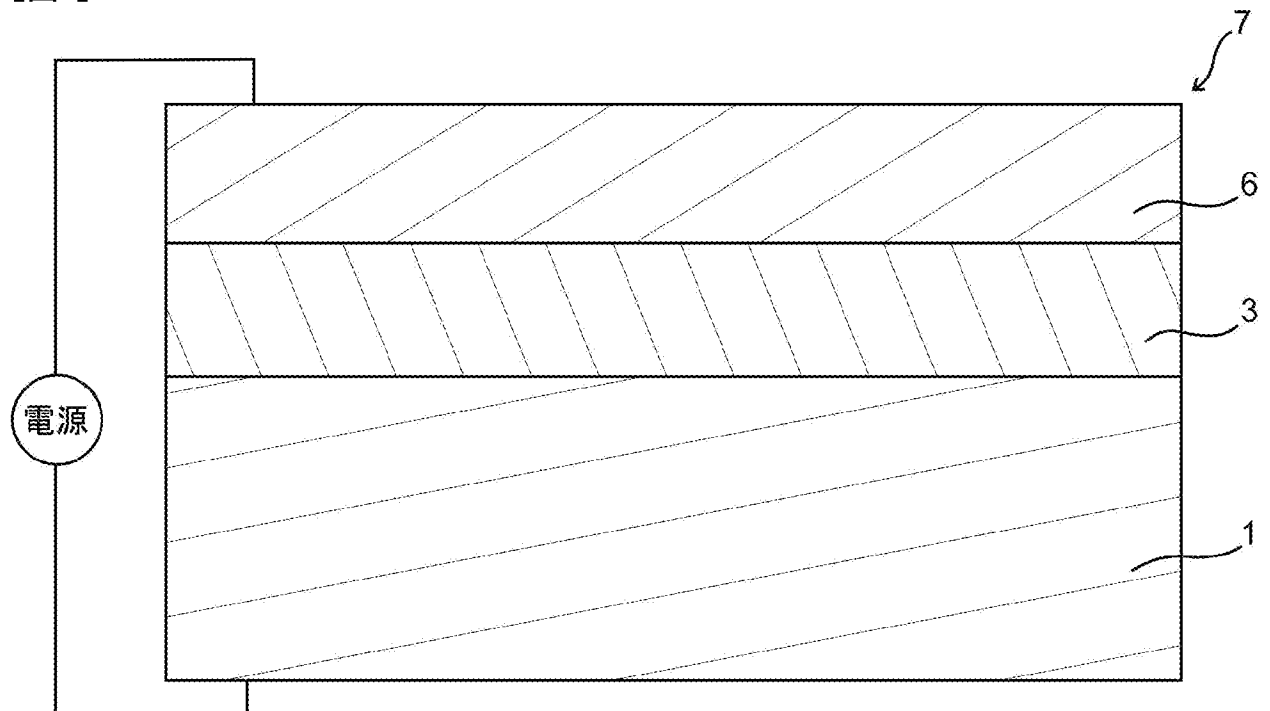
[請求項14]

請求項 1 ～ 1 2 のいずれか 1 つに記載の発光素子と半導体回路とが
半導体基板に設けられ、
前記半導体回路は、前記発光素子と電氣的に接続し、かつ、信号の演
算処理を行う回路であり、
前記発光素子は、前記半導体回路が演算処理を行った信号を光出力す
る光電気混載基板。

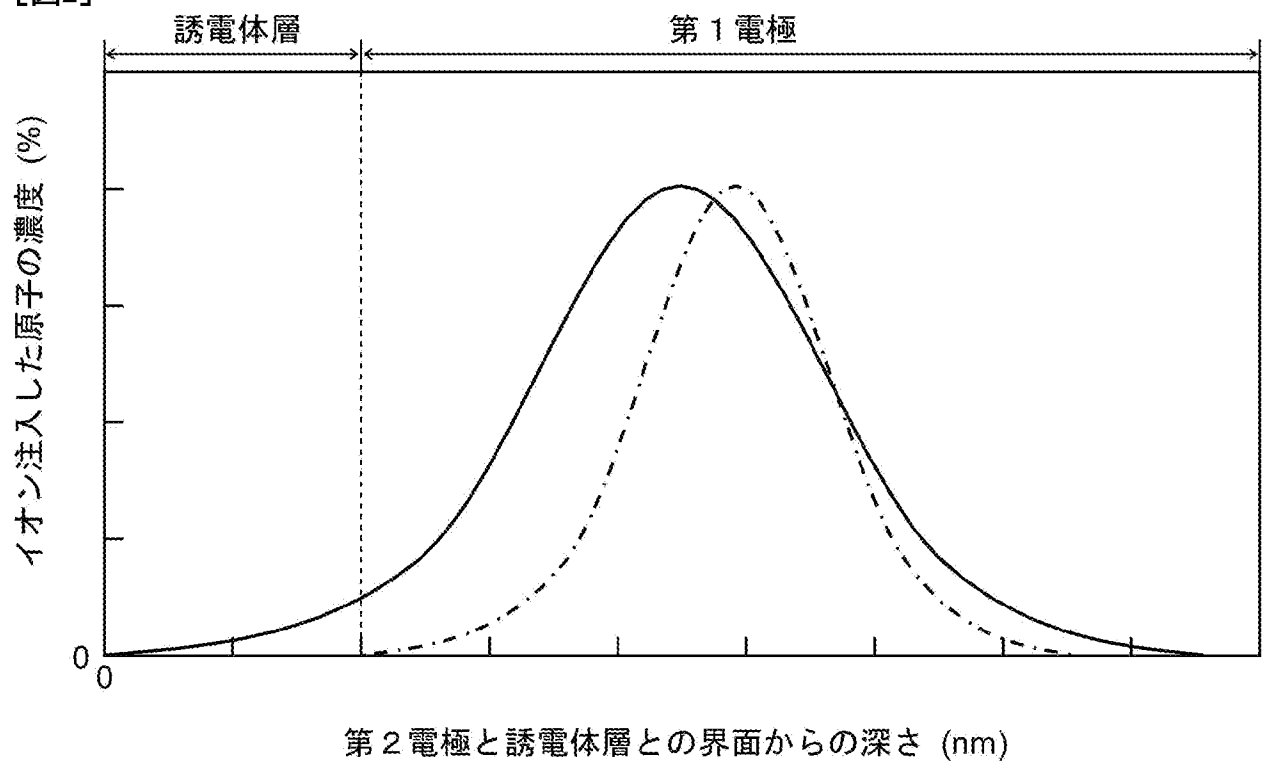
[請求項15]

請求項 1 ～ 1 3 のいずれか 1 つに記載の発光素子と、第 1 電極と第
2 電極との間に電圧を印加するための電源回路とを備え、
前記電源回路は、向きが一定の電流が前記誘電体層を流れるように前
記発光素子と電氣的に接続する発光装置。

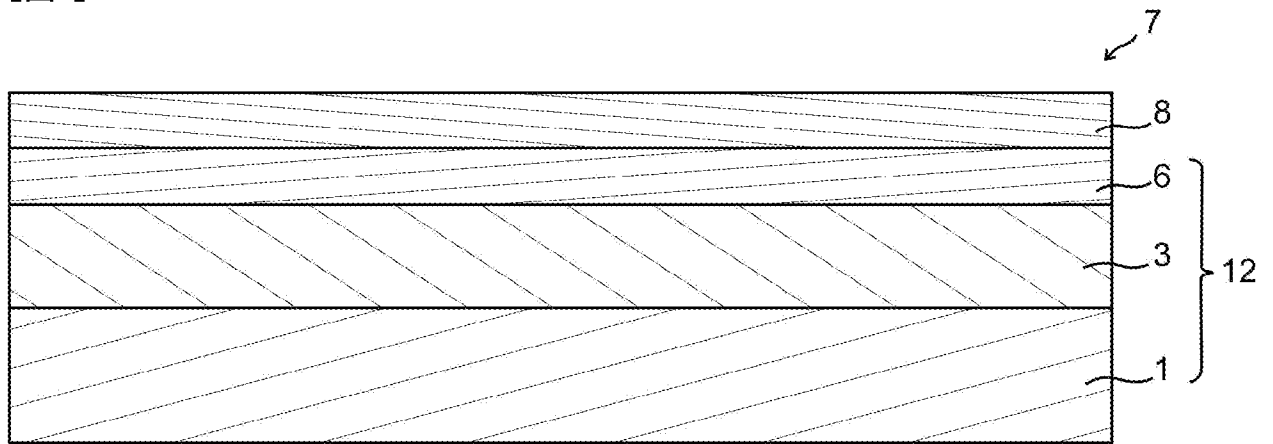
[図1]



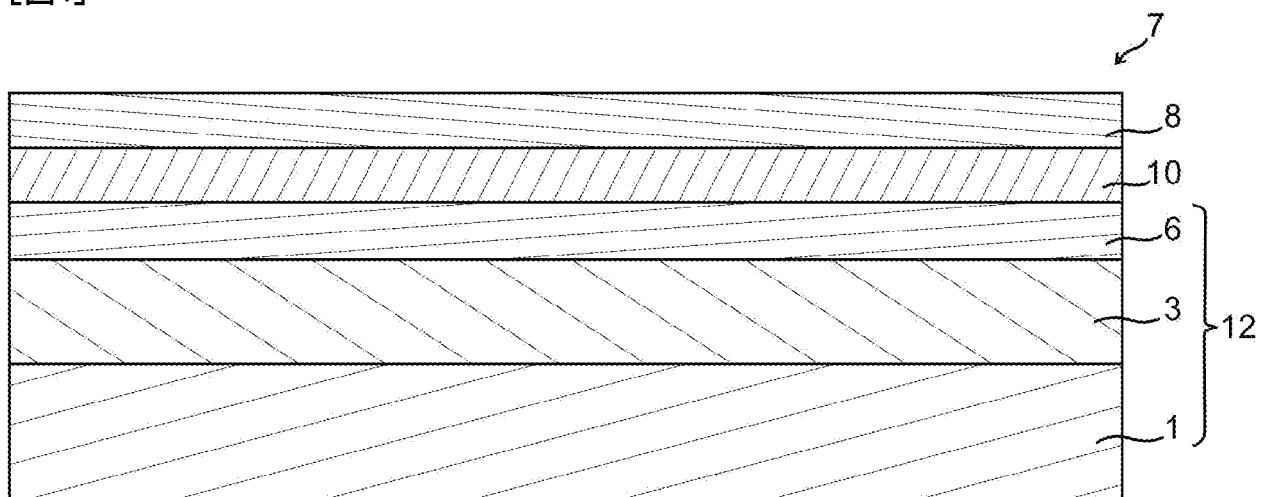
[図2]



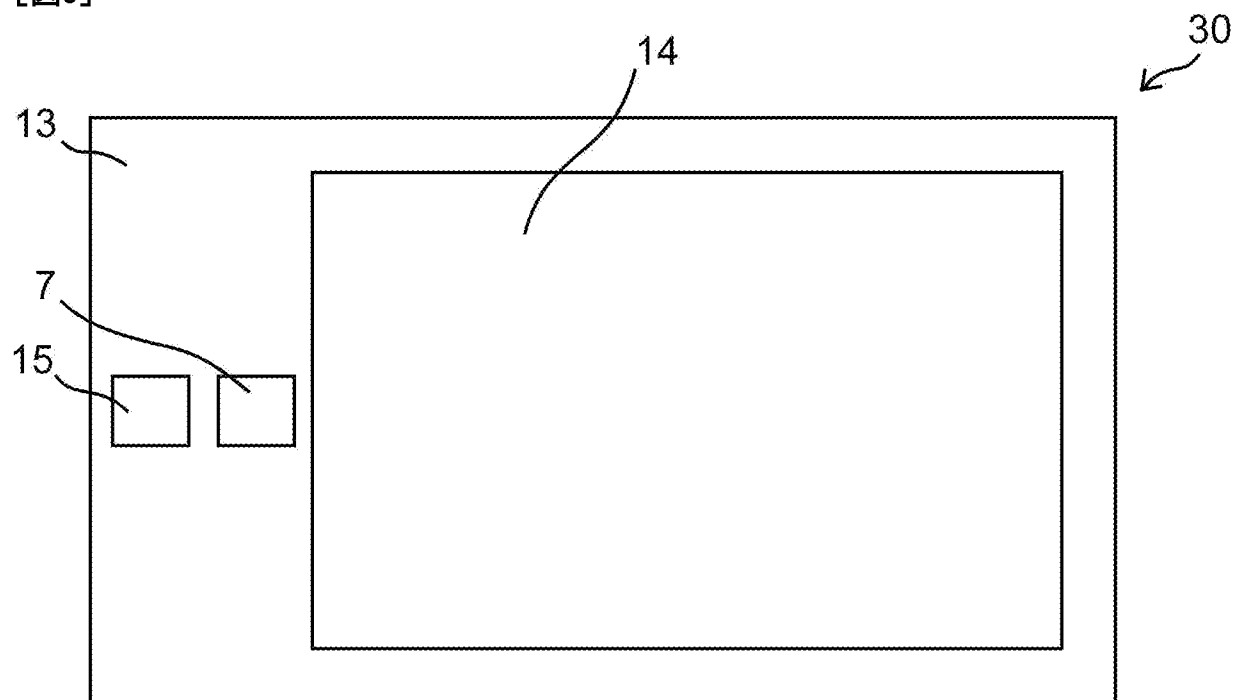
[図3]



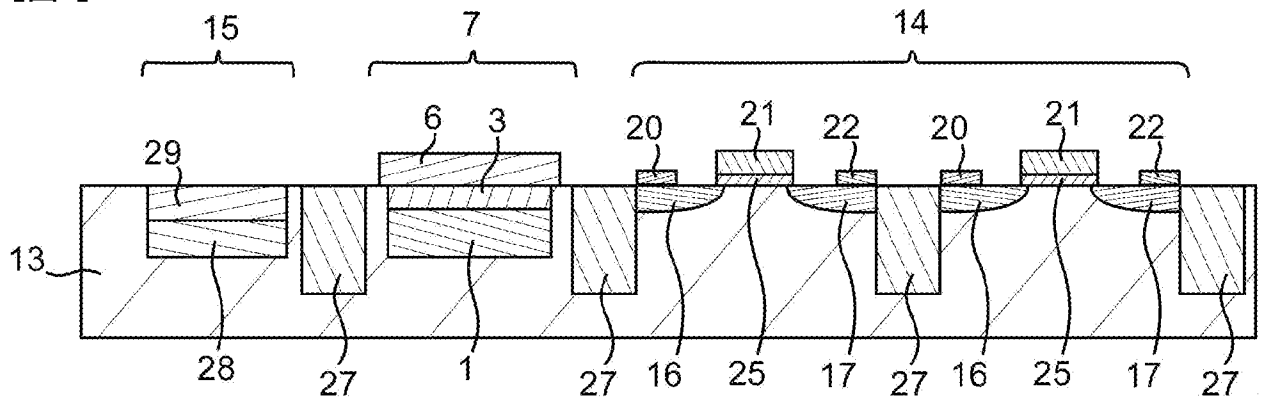
[図4]



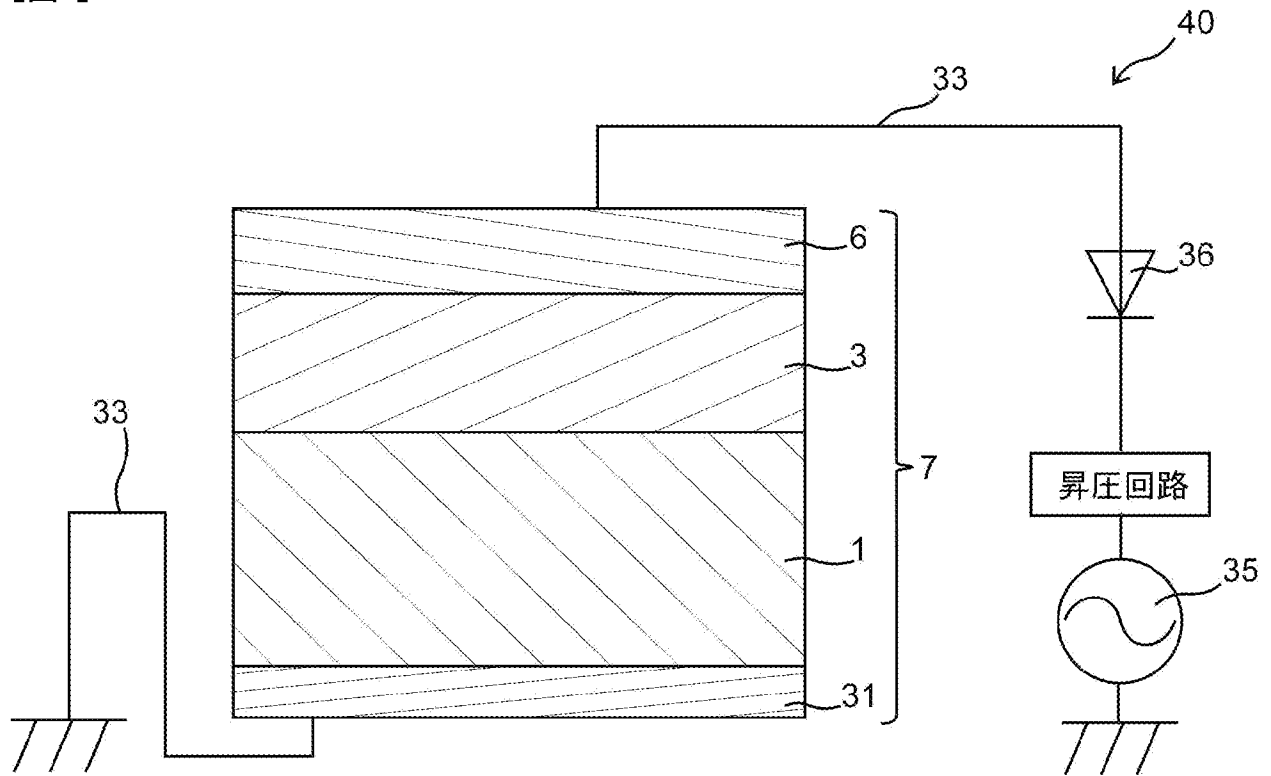
[図5]



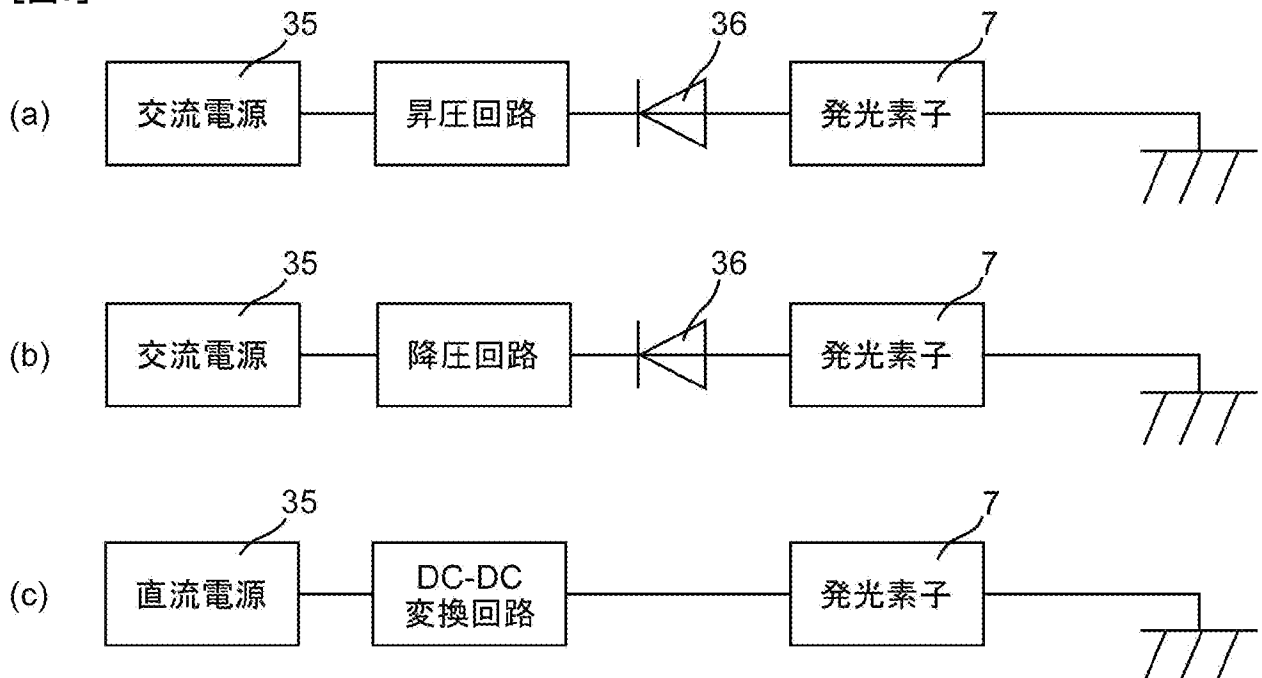
[図6]



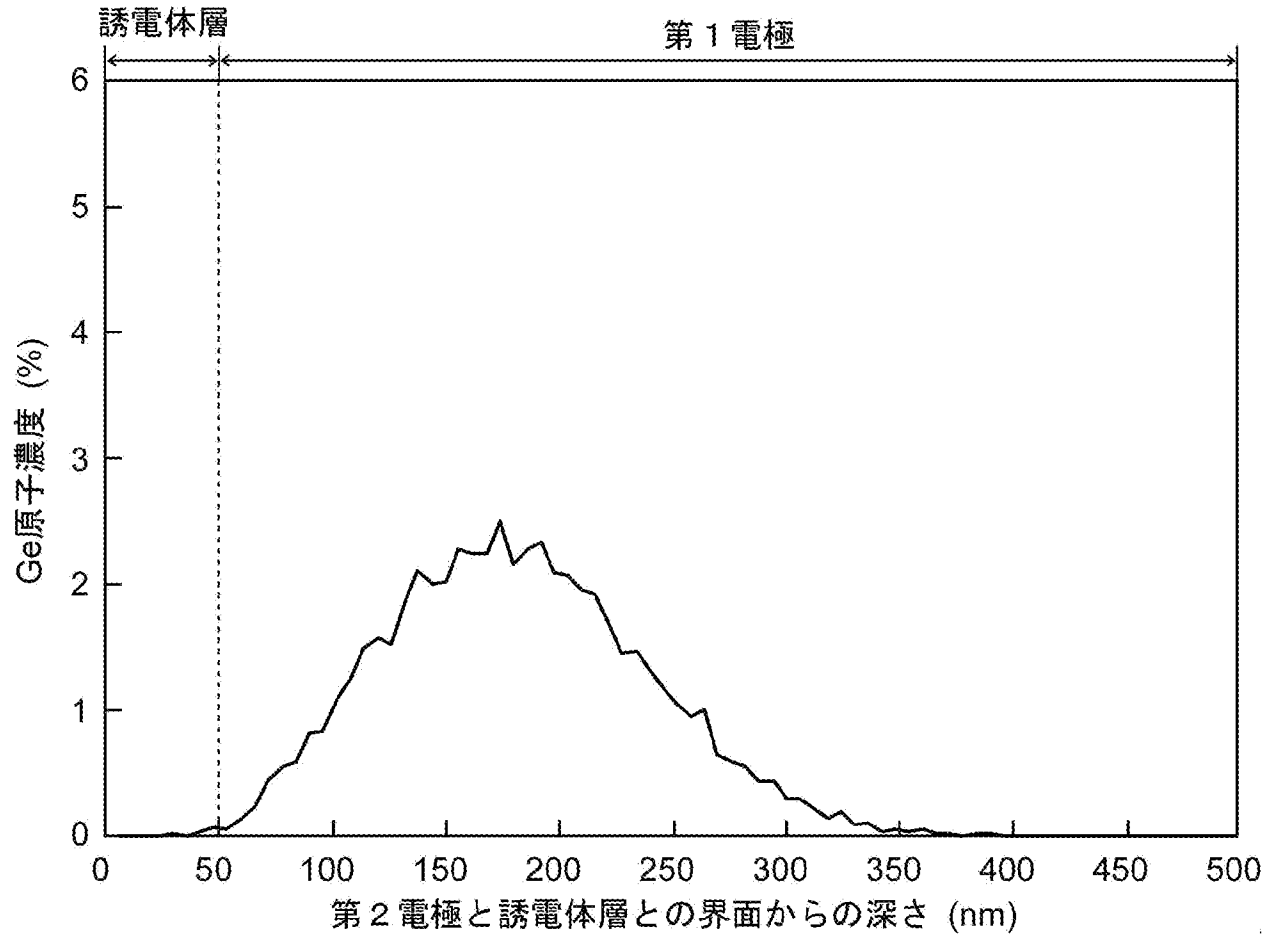
[図7]



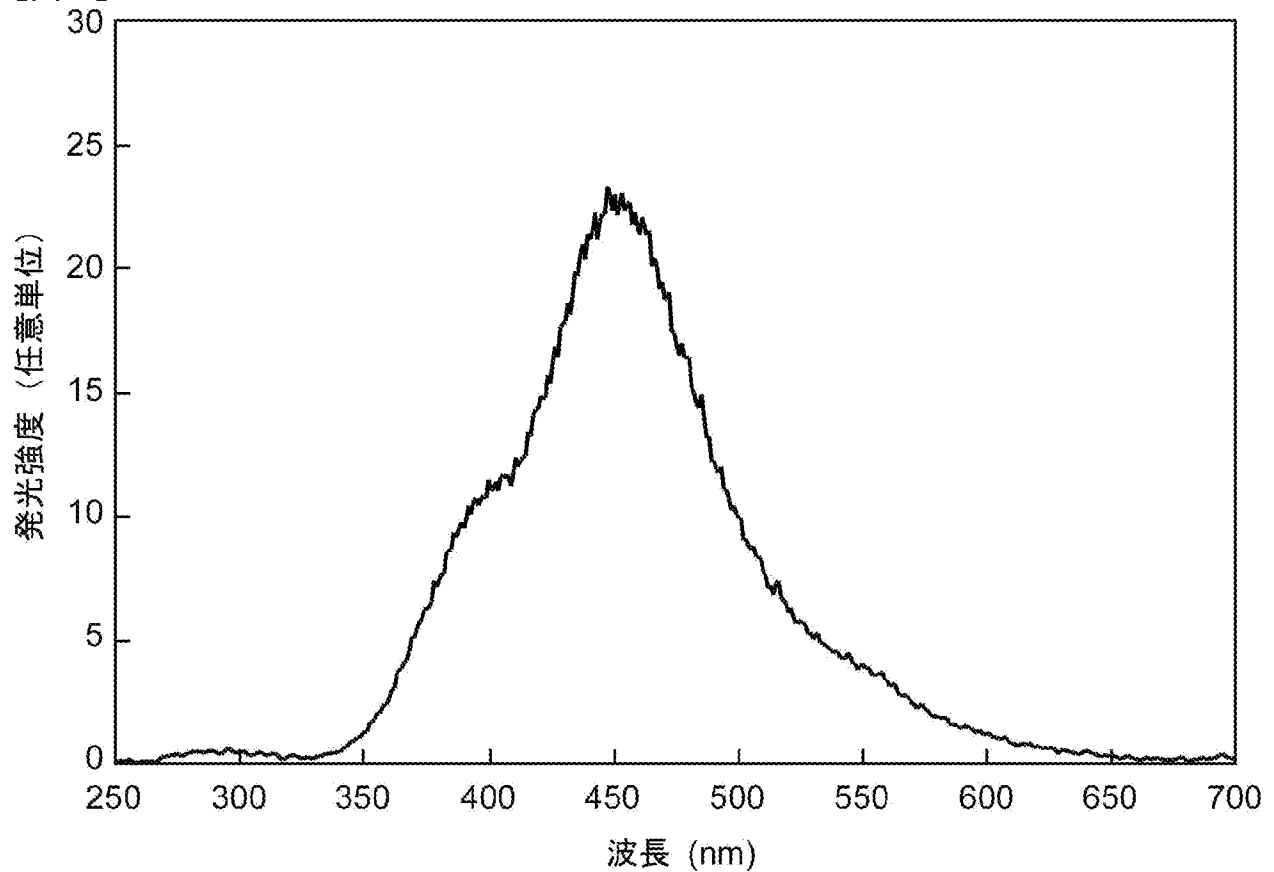
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076102

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/14 (2006.01) i, H05B33/02 (2006.01) i, H05B33/26 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B33/14, H05B33/02, H05B33/26

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

JSTPlus (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-140720 A (Sharp Corp.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraphs [0018] to [0022]; fig. 1 & US 2010/0026198 A1	1-15
A	JP 2010-33908 A (Sharp Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraphs [0014] to [0019]; fig. 1 & US 2010/0026198 A1	1-15
A	JP 8-17576 A (Canon Inc.), 19 January 1996 (19.01.1996), paragraphs [0029] to [0032] & US 5723348 A	1-15



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

03 February, 2012 (03.02.12)

Date of mailing of the international search report

14 February, 2012 (14.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H05B33/14(2006.01)i, H05B33/02(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H05B33/14, H05B33/02, H05B33/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

JSTPlus (JDreamII)

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	J P 2 0 1 0 - 1 4 0 7 2 0 A (シャープ株式会社) 2 0 1 0 . 0 6 . 2 4、段落【0 0 1 8】 - 【0 0 2 2】、図 1 & U S 2 0 1 0 / 0 0 2 6 1 9 8 A 1	1 - 1 5
A	J P 2 0 1 0 - 3 3 9 0 8 A (シャープ株式会社) 2 0 1 0 . 0 2 . 1 2、段落【0 0 1 4】 - 【0 0 1 9】、図 1 & U S 2 0 1 0 / 0 0 2 6 1 9 8 A 1	1 - 1 5

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中山 佳美

2 0

3 9 1 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

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	J P 8 - 1 7 5 7 6 A (キャノン株式会社) 1 9 9 6 . 0 1 . 1 9、段落【0 0 2 9】－【0 0 3 2】 & U S 5 7 2 3 3 4 8 A	1 - 1 5