

(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
2016 年 10 月 20 日(20.10.2016)



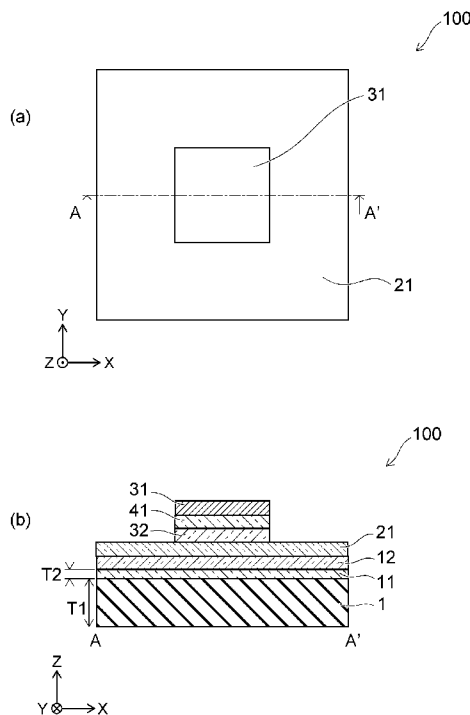
(10) 国際公開番号
WO 2016/166865 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/22 (2006.01) *H05B 33/28* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/061695
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 16 日(16.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 米原 健矢 (YONEHARA, Toshiya); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 小野 富男 (ONO, Tomio); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 澤部 智明 (SAWABE, Tomoaki); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 日向寺 雅彦 (HYUGAJI, Masahiko); 〒2318966 神奈川県横浜市中区桜木町一丁目 1 番地 8 日石横浜ビル Kanagawa (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),

[続葉有]

(54) Title: LIGHT-EMITTING ELEMENT, DETECTION DEVICE, AND PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光素子、検出装置、および処理装置



(57) Abstract: A light-emitting element according to an embodiment of the present invention includes a light-transmissive substrate, a first electrode, a light-transmissive first layer, a light-transmissive second electrode, a light-emitting layer, and a second layer. The refractive index of the first layer is lower than the refractive index of the substrate. At least a portion of the first layer is disposed between the first electrode and a portion of the substrate. The second electrode is disposed between the first electrode and at least a portion of the first layer. The light-emitting layer is disposed between the first electrode and the second electrode. At least a portion of the second layer is disposed between the first electrode and at least a portion of the first layer. The second layer is configured such that the advancing direction of light entering the second layer can be changed.

(57) 要約: 実施形態に係る発光素子は、光透過性の基板と、第1電極と、光透過性の第1層と、光透過性の第2電極と、発光層と、第2層と、を含む。第1層の屈折率は、基板の屈折率よりも低い。第1層の少なくとも一部は、基板の一部と第1電極との間に設けられている。第2電極は、第1層の少なくとも一部と第1電極との間に設けられている。発光層は、第1電極と第2電極との間に設けられている。第2層の少なくとも一部は、第1層の少なくとも一部と第1電極との間に設けられている。第2層は、第2層に入射した光の進行方向を変更可能である。

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：発光素子、検出装置、および処理装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、発光素子、検出装置、および処理装置に関する。

背景技術

[0002] 発光素子から放射された光を生体に照射することで、生体信号を検出する技術がある。特に、出力される信号が微弱な脈波の検出により適した発光素子の開発が望まれている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-229186号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 実施形態に係る発明は、微弱な信号の検出に適した発光素子、検出装置、および処理装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 実施形態に係る発光素子は、光透過性の基板と、第1電極と、光透過性の第1層と、光透過性の第2電極と、発光層と、第2層と、を含む。第1層の屈折率は、基板の屈折率よりも低い。第1層の少なくとも一部は、基板の一部と第1電極との間に設けられている。第2電極は、第1層の少なくとも一部と第1電極との間に設けられている。発光層は、第1電極と第2電極との間に設けられている。第2層の少なくとも一部は、第1層の少なくとも一部と第1電極との間に設けられている。第2層は、第2層に入射した光の進行方向を変更可能である。

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図1（a）および図1（b）は、第1実施形態に係る発光素子の一例を

表す模式図。

[図2]第1実施形態に係る発光素子の他の一例を表す模式断面図。

[図3]図3(a)～図3(c)は、第1実施形態に係る発光素子の一部を例示する模式断面図。

[図4]図4(a)～図4(d)は、第1実施形態に係る発光素子の一部を例示する模式断面図。

[図5]図5(a)および図5(b)は、第1実施形態に係る発光素子の他の一例を表す模式断面図。

[図6]図6(a)～図6(c)は、シミュレーションに用いた発光素子を表す模式底面図および模式断面図。

[図7]図7(a)および図7(b)は、発光素子における光路の一例を表す模式図。

[図8]図8(a)～図8(d)は、第1実施形態に係る発光素子の特性を表すグラフ。

[図9]図9(a)～図9(d)は、第1実施形態に係る発光素子の特性を表す他のグラフ。

[図10]第1実施形態に係る発光素子の特性を表す他のグラフ。

[図11]第1実施形態に係る発光素子の特性を表す他のグラフ。

[図12]図12(a)および図12(b)は、第1実施形態に係る発光素子の特性を表す他のグラフ。

[図13]図13(a)および図13(b)は、第1実施形態に係る検出装置の一例を表す模式断面図。

[図14]図14(a)および図14(b)は、第2実施形態に係る発光素子の一例を表す模式図。

[図15]第2実施形態に係る検出装置の一例を表す模式断面図。

[図16]実施形態に係る発光素子を含む処理装置の一例を表す模式図。

[図17]実施形態に係る発光素子を含む処理装置の一例を表す模式図。

[図18]図18(a)および図18(b)は、第1実施形態に係る発光素子を用

いて脈波を測定している様子を表す模式図。

[図19]図19(a)～図19(c)は、第1実施形態に係る発光素子を用いて脈波を測定している様子を表す模式図。

[図20]図20(a)～図20(c)は、第1実施形態に係る発光素子を用いて脈波を測定している様子を表す模式図。

[図21]図21(a)および図21(b)は、第1実施形態に係る発光素子を用いて脈波を測定している様子を表す模式図。

[図22]図22(a)～図22(c)は、実施形態に係る発光素子を含む処理装置を例示する模式図。

[図23]図23(a)～図23(e)は、実施形態に係る発光素子を含む処理装置の用途を例示する模式図。

[図24]図23に表される処理装置を用いたシステムを例示する模式図。

発明を実施するための形態

[0007] 以下に、本発明の各実施形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚さと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同一とは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

また、本願明細書と各図において、既に説明したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

[0008] (第1実施形態)

図1(a)および図1(b)は、第1実施形態に係る発光素子の一例を表す模式図である。図1(a)は、模式平面図であり、図1(b)は、図1(a)のA-A'模式断面図である。図1に表されるように、発光素子100は、基板1、第1層11、第2層12、光透過層21、第2電極32、発光層41、および第1電極31を含む。発光素子100は、例えば、脈波などの生体信号を検出するために用いられる。

第2電極32から第1電極31に向かう方向を第1方向とする。第1方向

は、例えば、図 1 に表す Z 方向に対応する。

[0009] 第 1 層 1 1 の少なくとも一部は、第 1 方向において、基板 1 の少なくとも一部と、第 1 電極 3 1 の一部と、の間に設けられている。第 2 電極 3 2 は、第 1 方向において、第 1 層 1 1 の少なくとも一部と、第 1 電極 3 1 と、の間に設けられている。

[0010] 第 2 層 1 2 の少なくとも一部は、第 1 方向において、第 1 層 1 1 の少なくとも一部と、第 1 電極 3 1 と、の間に設けられている。一例として、第 2 層 1 2 の一部は、図 1 に表されるように、第 1 方向において、第 1 層 1 1 の一部と、第 2 電極 3 2 と、の間に設けられる。発光層 4 1 は、第 1 方向において、第 1 電極 3 1 と第 2 電極 3 2 との間に設けられている。

[0011] 第 1 層 1 1 の屈折率は、基板 1 の屈折率よりも低い。第 2 層 1 2 の屈折率は第 1 層 1 1 の屈折率よりも大きい。第 2 層 1 2 の屈折率は例えば、基板 1 の屈折率と同じかそれより大きい。第 2 層 1 2 の屈折率は、より好ましくは、第 2 電極 3 2 の屈折率または発光層 4 1 の屈折率と同じかそれらより大きい。第 2 層 1 2 の屈折率が発光層 4 1 の屈折率と同じかそれより大きければ、第 2 層 1 2 の屈折率が発光層 4 1 の屈折率より小さい場合に比べて、発光層 4 1 から放射された光のうち第 2 層 1 2 に到達する光の割合を増加させることができる。これは、第 2 層 1 2 の屈折率が発光層 4 1 よりも小さいと、第 2 層 1 2 の屈折率と発光層 4 1 の屈折率とから決まる臨界角が、第 2 層 1 2 と発光層 4 1 との間に存在するためである。第 2 層 1 2 は、第 2 層 1 2 に入射した光の進行方向を、第 2 層 1 2 の層内において変更可能である。光透過層 2 1 を設けることで、例えば、第 2 層 1 2 の表面の凹凸が平坦化される。これにより、第 2 電極 3 2 の断線などが生じる可能性が低減される。光透過層 2 1 は必要に応じて設けられていれば良く、発光素子 1 0 0 に必須ではない。

[0012] 発光層 4 1 に、第 1 電極 3 1 および第 2 電極 3 2 からキャリアが注入されることで、発光層 4 1 から光が放射される。発光層 4 1 は、例えば、有機物を含む。有機物を含む発光層が用いられた発光素子から放射される光は、無

機化合物を含む発光層が用いられた発光素子から放射される光に比べて、ノイズが小さい。このため、有機物を含む発光層が用いられた発光素子から放射される光は、脈波などの、出力される信号が微小な検出対象を検出する用途に適している。

[0013] 基板 1、第 1 層 1 1、第 2 層 1 2、光透過層 2 1、および第 2 電極 3 2 は、発光層 4 1 から放射された光を透過しうる。すなわち、基板 1、第 1 層 1 1、第 2 層 1 2、光透過層 2 1、および第 2 電極 3 2 は、光透過性である。第 1 電極 3 1 は光反射性を有し、発光層 4 1 から放射された光を反射しうる。

[0014] 発光層 4 1 から放射される光は、例えば、可視光である。すなわち、発光層 4 1 から放射される光は、赤色、橙色、黄色、緑色、および青色のいずれかの光、またはこれらを組み合わせた光でありうる。発光層 4 1 から放射される光は、紫外光または赤外光でもよい。

[0015] 本実施形態に係る発光素子 1 0 0 は、上述したように、第 1 層 1 1 の少なくとも一部が、基板 1 の一部と第 1 電極 3 1 との間に設けられ、第 2 層 1 2 の少なくとも一部が、第 1 層 1 1 の少なくとも一部と第 1 電極 3 1 との間に設けられている。このような構成を採用することで、発光層 4 1 と第 1 方向において重なる空間に放射される光の量を増加させることが可能となる。すなわち、本実施形態によれば、特定の領域に光を照射することが望まれる脈波などの生体信号の検出の用途に適した発光素子が提供される。

[0016] 各要素の例を説明する。

基板 1 は、例えば、ガラスを含む。基板 1 の屈折率は、例えば、1.4 以上 2.2 以下である。基板 1 の第 1 方向に沿った厚さ T_1 は、例えば、0.05 ~ 2.0 mm である。

[0017] 第 1 層 1 1 の屈折率は、例えば、1.4 以下でありうる。第 1 層 1 1 の屈折率が 1.4 以下である場合、第 1 層 1 1 は、例えば、ポリマーを含む。より望ましくは、第 1 層 1 1 の屈折率は、1.1 以下である。第 1 層 1 1 の屈折率が 1.1 以下である場合、第 1 層 1 1 は、例えば、シリカエアロゲルを

含む。

[0018] 第1層11の厚さT2は、0.01～100 μ mでありうる。基板1と第1層11との間には、他の層が設けられていてもよい。例えば、基板1と第1層11との間には、SiO₂を含む光透過層が設けられうる。SiO₂を含む光透過層は、例えば、基板1の表面の凹凸を低減するために設けられる。

[0019] 第1方向から見た場合の、第1電極31の形状、発光層41の形状、および第2電極32の形状は、例えば、図1(a)に表されるように正方形である。これらの形状は、矩形、四角形以外の多角形、円形、または楕円形であってもよい。これらの形状は、任意である。

[0020] 第1電極31の材料には、例えば、アルミニウム、銀、および金の少なくともいずれかを用いることができる。第1電極31は、例えば、マグネシウムと銀の合金を含む。

第2電極32の材料には、例えば、ITO (Indium Tin Oxide) を用いることができる。第2電極32の材料には、例えば、PEDOT:PSSなどの導電性ポリマーが用いられてもよい。第2電極32の材料には、例えば、アルミニウムまたは銀などの金属が用いられてもよい。第2電極32の材料に金属が用いられる場合、第2電極32の厚さは5～20nmであることが好ましい。

[0021] 発光層41は、例えば、Alq3 (トリス(8-ヒドロキシキノリノラト)アルミニウム)、F8BT (ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-co-ベンゾチアジアゾール)、およびPPV (ポリパラフェニレンビニレン) の少なくともいずれかの材料を含む。

[0022] または、発光層41は、ホスト材料と、ホスト材料に添加されるドーパントと、を含有する混合材料を含んでいてもよい。ホスト材料は、例えば、CBP (4,4'-N,N'-ビスジカルバゾリルルービフェニル)、BCP (2,9-ジメチル-4,7ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、TPD (2,9-ジメチル-4,7ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、PVK (ポリビニルカルバゾール)、およびPPT (ポリ(3-フェニルチオフエン)) の少なくとも

いずれかを含む。ドーパント材料は、例えば、F l r p i c（イリジウム(II)ビス(4,6-ジフルオロフェニル)-ピリジネート-N,62'-ピコリネート）、l r (p p y) 3（トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム）、およびF l r 6（ビス(2,4-ジフルオロフェニルピリジナト)-テトラキス(1-ピラゾリル)ボラート-イリジウム(III)）の少なくともいずれかを含む。

[0023] 図2は、第1実施形態に係る発光素子の他の一例を表す模式図である。図2に表されるように、第1電極31と発光層41との間に、第3層43が設けられ、第2電極32と発光層41との間に、第4層44が設けられていてもよい。

[0024] 第3層43は、例えば、電子注入層として機能する。第3層43は、電子輸送層として機能してもよい。または、第3層43は、電子注入層として機能する層と、電子輸送層として機能する層と、を含んでいてもよい。

[0025] 第3層43の材料には、例えば、A l q₃、B A l q、P O P y₂、B p h e n、または3 T P Y M Bなどを用いることができる。これらの材料が用いられる場合、第3層43は電子輸送層として機能する。

あるいは、第3層43の材料には、例えば、L i F、C s F、B a、またはC aなどを用いることができる。これらの材料が用いられる場合、第3層43は、電子注入層として機能する。

[0026] 第4層44は、例えば、正孔注入層として機能する。第4層44は、正孔輸送層として機能してもよい。または、第4層44は、正孔注入層として機能する層と、正孔輸送層として機能する層と、を含んでいてもよい。

[0027] 第4層44の材料には、例えば、 α -N P D、T A P C、m-M T D A T A、T P D、またはT C T Aなどを用いることができる。これらの材料が用いられる場合、第4層44は正孔輸送層として機能する。

あるいは、第4層44の材料には、例えば、P E D P O T : P S S、C u P c、またはM o O₃などを用いることができる。これらの材料が用いられる場合、第4層44は正孔注入層として機能する。

[0028] 図3(a)～図3(c)および図4(a)～図4(d)は、第2層12を例示する模式断面図である。図3(a)～図3(c)の各例に表される第2層12の構成において、第2層12に入射した光は、第2層12の内部で散乱されうる。図4(a)～図4(d)の各例に表される第2層12の構成において、第2層12に入射した光は、第2層12の内部で屈折されうる。

[0029] 図3(a)～図3(c)に表されるように、第2層12は、例えば、支持部121と、複数の粒子122と、を含む。支持部121は、例えば、第1方向に対して垂直な第1面に沿って広がっている。第1面は、例えば、図1に表す、X方向およびY方向を含む面である。

[0030] 図3(a)に表される例において、複数の粒子122は互いに分離して設けられ、支持部121はそれぞれの粒子の周りに設けられている。図3(b)に表される例では、複数の粒子122の少なくとも一部が、互いに接して設けられ、支持部121は、それぞれの粒子の周りに設けられている。

[0031] 図3(c)に表される例では、複数の粒子122の一部が、支持部121の外部へ露出している。支持部121は、それぞれの粒子の少なくとも一部の周りに設けられている。より具体的には、支持部121の一部は、支持部121の外部へ露出した粒子122の一部の周りに設けられている。支持部121の他の一部は、複数の粒子122の他の一部の周りに設けられている。

[0032] 支持部121は、例えば、ポリマーおよび樹脂の少なくともいずれかを含む。ポリマーとしては、ポリシロキサン、ポリイミド、またはポリメタクリル酸メチルなどを用いることができる。粒子122は、例えば、シリカ、ポリスチレン、酸化ジルコニウム、および酸化チタンの少なくともいずれかの微粒子を含む。粒子122に代えて空孔が設けられていてもよい。

[0033] 支持部121の屈折率と、粒子122の少なくともいずれかの屈折率と、の差の絶対値は、0.1以上であることが望ましい。より望ましくは、これらの屈折率の差の絶対値は、0.2以上である。これらの屈折率の差の絶対値を0.1以上にすることで、第2層12に入射した光に対する十分な散乱

性が得られる。屈折率の差が大きければ大きいほど、粒子 1 2 2 による散乱確率は大きくなる。屈折率の差が大きい方が少ない密度で高い散乱能力を得やすい。

[0034] または、図 4 (a) ~ 図 4 (d) に表されるように、第 2 層 1 2 は、例えば、第 1 部分 1 2 4 と、第 2 部分 1 2 5 と、を含む。第 2 部分 1 2 5 は、第 1 部分 1 2 4 と基板 1 との間に設けられる。第 2 部分 1 2 5 の屈折率は、第 1 部分 1 2 4 の屈折率よりも低い。

[0035] 図 4 (a) に表される例では、第 2 部分 1 2 5 は、第 2 方向において複数設けられている。第 2 部分 1 2 5 は、さらに、第 3 方向において複数設けられていてもよい。または、第 2 部分 1 2 5 は、第 3 方向に延びていてもよい。第 2 方向は、第 1 方向に対して垂直な方向であり、例えば、図 4 に表す X 方向である。第 3 方向は、第 1 方向に対して垂直であり、かつ第 2 方向と交差する方向であり、例えば、図 4 に表す Y 方向である。

[0036] 第 1 部分 1 2 4 は、第 1 面に沿って広がっている。それぞれの第 2 部分 1 2 5 は、第 1 面に沿って、第 1 部分 1 2 4 に囲まれている。第 2 部分 1 2 5 は、半球状である。このため、第 1 部分 1 2 4 の第 1 方向に沿った厚さは、第 2 方向において、周期的に、かつ連続的に変化している。

[0037] または、図 4 (b) に表されるように、第 2 部分 1 2 5 は、第 1 面に沿って広がっていてもよい。第 2 部分 1 2 5 は、第 1 面に沿って第 1 部分 1 2 4 に囲まれた半球部分 1 2 5 a を含む。半球部分 1 2 5 a は、例えば、第 2 方向および第 3 方向において複数設けられている。

[0038] 図 4 (c) に表されるように、第 2 部分 1 2 5 は、第 1 方向に沿う面と、第 2 方向に沿う面と、を有していてもよい。第 1 部分 1 2 4 の第 1 方向に沿った厚さは、周期的に、階段状に変化している。または、第 2 部分 1 2 5 は、図 4 (d) に表されるように、第 1 面に沿って広がっていてもよい。第 2 部分 1 2 5 は、第 1 方向に沿う面と第 2 方向に沿う面とを有する突出部分 1 2 5 b を含む。突出部分 1 2 5 b は、例えば、第 2 方向において複数設けられ、それぞれの突出部分 1 2 5 b は、第 3 方向に延びている。

[0039] 図5（a）および図5（b）に表されるように、第2層12は、第1層11と第2電極32との間以外に設けられていてもよい。図5（a）および図5（b）は、第1実施形態に係る発光素子の他の一例を表す模式図である。第2層12は、第1電極31と発光層41との間に設けられている。第2層12は、第1層11と第2電極32との間、および第1電極31と発光層41との間の両方に設けられていてもよい。すなわち、第2層12は、第1層11と第2電極32との間の第1位置、および第1電極31と発光層41との間の第2位置の少なくともいずれかに設けられる。

[0040] 図5（a）に表される例において、第2層12と第1電極31との界面は、凹凸構造を有する。具体的な一例として、第2層12および第1電極31の界面と、第2電極32との間の距離は、第2方向において、周期的に変化している。この例において、第2層12は、電子注入層または電子輸送層として機能しうる。または、第2層12は、電子注入層として機能する層と、電子輸送層として機能する層と、を含んでいてもよい。

[0041] 図5（b）に表される例において、第2層12は、図3（a）～図3（c）のいずれかに表される構造を有する。この場合、第2層12に含まれる支持部121には、導電性の材料が用いられる。第2層12に含まれる支持部121は例えば、電子輸送層として機能する。第2層12に含まれる支持部121は例えば、電子注入層として機能する。

[0042] 図6（a）～図6（c）は、シミュレーションに用いた発光素子を表す模式底面図および模式断面図である。図6（a）は第1参考例に係る発光素子100aを表し、図6（b）は第2参考例に係る発光素子100bを表す。図6（c）は第1実施形態に係る発光素子100を表す。発光素子100a、100b、および100について、シミュレーションでは、以下のように設定した。

[0043] 基板1は一辺24mmの正方形である。第2層12は一辺24mmの正方形である。第1電極31と、第2電極32、および発光層41は、一辺2mmの正方形である。第1電極31の材料はアルミニウムである。第1電極3

1の厚さは150nmである。第2電極32の屈折率は1.8である。第2電極32の厚さは100nmである。発光層41の屈折率は1.8である。発光層41の厚さは100nmである。第2層12は屈折率1.8の支持部121に、屈折率2.5の粒径 $1\mu\text{m}$ の粒子122が、密度 $1.0\times 10^{12}\text{cm}^{-3}$ で分散している。第2層12の光散乱モデルとしてミー散乱モデルを用いた。

[0044] 第1参考例において、光検出器50の面積は、基板1の面積と同じである。第1参考例についてシミュレーションを行った結果、光取り出し効率は38.7%と計算された。ここでは、光取り出し効率は、発光層41から放射された光のうち光検出器50に入射した光の割合を表している。

[0045] 第2参考例において、光検出器50の面積は、発光層41の面積と同じである。第2参考例についてシミュレーションを行った結果、光取り出し効率は21.0%と計算された。第2参考例に係る発光素子は、第1参考例に係る発光素子と同じ構造を有するにも関わらず、第2参考例の光取り出し効率は、第1参考例の光取り出し効率よりも低い。この結果から、第1参考例および第2参考例において、基板1から外部に出る光は、発光層41と第1方向において重なる領域の外に出る光を多く含むことがわかる。

[0046] 第1実施形態に関わる発光素子100は、第2参考例に係る発光素子100bと比較して、さらに第1層11を含む。第1層11の屈折率は1.1である。第1層11は一辺24mmとした。発光素子100についてシミュレーションを行った結果、光取り出し効率は29.9%と計算された。第2参考例との比較から、第1層11を設けることにより、基板1から外部に出る光のうち、発光層41と第1方向において重なる領域に出る光の割合が増加することがわかる。

[0047] 図7(a)および図7(b)は、発光素子における光路の一例を表す模式図である。具体的には、図7(a)では、第2参考例に係る発光素子100bにおける光路の一例が表され、図7(b)では、本実施形態に係る発光素子100における光路の一例が表されている。図7(a)および図7(b)

に表されるそれぞれの例において、光検出器 50 の第 2 方向に沿った長さは、発光層 41 の第 2 方向に沿った長さと同じである。光 411 および 412 は、発光領域の第 2 方向の端部から放射された光を表している。

[0048] 発光素子 100b において、光 411 は、第 2 層 12 を通り、基板 1 に入射する。光 411 が、基板 1 の下面に、基板 1 の屈折率を用いて決定される全反射の臨界角より大きい角度で入射すると、光 411 は、この下面において反射される。

[0049] 下面において反射された光 411 は、第 2 層 12 に入射し、この第 2 層 12 の内部で散乱される。散乱された光の一部は、再び、基板 1 に向けて進む。光が第 2 層 12 で散乱されることで、基板 1 の下面に対する、光の進行方向の角度が変化する。基板 1 の下面に対する光の進行方向の角度が臨界角より小さければ、光は、基板 1 の下面で反射されずに外部へ進む。

[0050] 本実施形態に係る発光素子 100 において、光 412 は、第 2 層 12 を通り、第 1 層 11 に向かう。このとき、光 412 が、第 1 層 11 の上面に、全反射の臨界角より大きい角度で入射すると、光 412 は、第 1 層 11 の上面で反射される。反射された光 412 は、第 2 層 12 でその進行方向が変更される。すなわち、光 412 は、第 2 層 12 内で散乱される。散乱された光の一部は、光検出器 50 に向けて基板 1 を通過して進む。

[0051] 第 1 層 11 の屈折率は、基板 1 の屈折率よりも小さい。従って、発光層 41 から放射された光のうち、基板 1 の下面において反射される角度を有して光検出器 50 に向かう光は、第 1 層 11 と第 2 層 12 との界面で、第 2 層 12 に向けて反射される。すなわち、基板 1 から外部へ通過することが出来ない光は、基板 1 に入射する前に、第 1 層 11 と第 2 層 12 との界面で反射される。

[0052] 第 1 層 11 を設けることで、発光層 41 から放射され、反射された後に第 2 層 12 に入射するまでの光路を短くすることができる。特に、光路の、第 1 方向に対して垂直な方向に沿った距離を短くすることで、発光領域と第 1 方向において重なる領域の外に向けて進む光の量を低減させることが可能と

なる。

[0053] 図7(a)に表される例において、基板1の下面で反射された光411が、第2層12のうち発光領域と第1方向において重ならない空間に進むと、第2層12で散乱された光が光検出器50に入射する可能性が低くなる。

[0054] すなわち、発光領域の第2方向に沿った長さX2、基板1の第1方向に沿った厚さT1、および基板1の屈折率nが、以下の式(1)を満たす場合、光411が、光検出器50以外に向かって進む可能性が高くなる。

$$X2 < 2 \times T1 \times \tan\left(\arcsin\frac{1}{n}\right) \quad \dots \quad (1)$$

従って、本実施形態は、長さX2が式(1)を満たす場合に、特に有効である。

[0055] 第1層11の厚さT2は基板1の厚さT1より薄いことが好ましい。これは、厚さT2が厚さT1より大きい場合、第1層11によって光411の光路が変更されても、第1層11の層内で第1方向に対して垂直な方向に光411が移動する距離が増加し、発光領域と第1方向において重なる領域の外に向けて進む光の量が増加するためである。

[0056] 第1層11の厚さT2は、例えば、10nmよりも厚い。より好ましくは光の波長よりも厚い。これは、厚さT2が光の波長よりも薄いと、第1層11において光路が十分に変更されない光の量が増加するためである。光路が変更されなかった光は、第1層11中でエバネッセント波となり基板1に向けて第1層11を透過する。

[0057] 図8(a)～図8(d)および図9(a)～図9(d)は、第1実施形態に係る発光素子の特性を表すグラフである。具体的には、図8および図9の各グラフは、図3(a)に表される第2層12を含む発光素子から放出された光を、発光素子と第1方向において離間して設けられた光検出器で検出したときの特性を表すシミュレーション結果である。

[0058] シミュレーションにおいて、光検出器の位置は、光検出器と第1電極31との間に、基板1の一部が位置するように設定されている。発光層41のう

ち第1電極31と第2電極32との間に位置する発光領域Sは、1辺が2mmの正方形とした。光検出器は発光領域Sと同じ形状および面積とした。光検出器は領域Sの基板1から出た光のうち、光検出器に入射した光量を検出する。シミュレーションにおいて、各条件は以下のように設定した。

[0059] 支持部121の屈折率は1.8である。粒子122の粒径は、1 μ mである。第1層11の屈折率は1.1である。基板1の屈折率は1.5である。基板1の厚さは0.7mmである。第1電極31はアルミニウムである。第1電極31の厚さは150nmである。第2電極32の屈折率は1.8である。第2電極32の厚さは100nmである。発光層41の屈折率は1.8である。発光層41の厚さは100nmである。

[0060] 図8(a)～図8(d)および図9(a)～図9(d)の各グラフにおいて横軸は、第2方向に沿った基板1の長さを表す。シミュレーションにおいて、第1層11の第2方向に沿った長さおよび第2層12の第2方向に沿った長さは、基板1の第2方向における長さと同じである。縦軸は、長さ $\times$ 1および粒子122の数密度を変化させた際の、光検出器によって検出された光量の増幅率を表している。

[0061] 増幅率は、第1実施形態に係る発光素子100から第1層11を除いた発光素子を用いた場合に、光検出器によって検出された光量を1として算出されている。光検出器によって検出される光量は、光線追跡法を用いて算出されている。

[0062] 図8(a)～図8(d)は、第2層12の第1方向に沿った厚さが1 μ mである場合の発光素子の特性を表している。図8(a)に表されるシミュレーションでは、粒子122の屈折率は2.5に設定されている。図8(b)では、粒子122の屈折率は2.2に設定されている。図8(c)では、粒子122の屈折率は1.5に設定されている。図8(d)では、粒子122の屈折率は1.0に設定されている。

[0063] 図9(a)～図9(d)は、第2層12の第1方向に沿った厚さが10 μ mである場合の発光素子の特性を表している。図9(a)に表されるシミュ

レーションでは、粒子122の屈折率は2.5に設定されている。図9(b)では、粒子122の屈折率は2.2に設定されている。図9(c)では、粒子122の屈折率は1.5に設定されている。図9(d)では、粒子122の屈折率は1.0に設定されている。

[0064] 図8(a)～図8(d)および図9(a)～図9(d)から、粒子122の数密度が高いほど、増幅率が高いことがわかる。第2方向に沿った長さX1が長いほど、増幅率が高い傾向にあることがわかる。図8(a)～図8(d)と図9(a)～図9(d)との比較から、第1方向に沿った基板1の厚さが厚い場合の増幅率は、第1方向に沿った基板1の厚さが薄い場合の増幅率よりも高いことがわかる。

[0065] 図8(a)～図8(d)および図9(a)～図9(d)を用いて、粒子122が粒径1 μ mの時の第1実施形態に係る発光素子100の特性を説明した。Res.Reports_Asahi_Glass_Co.Ltd,62(2012)において、光散乱層の特性は、散乱体の粒径および散乱体の密度によって変化することが記載されている。従って、散乱体の粒径が1 μ mである場合のみならず、散乱体の粒径が異なる粒径である場合においても、散乱体の密度を適宜変化させることで、図8および図9で説明した発光素子100の特性と同様の特性を得ることが可能である。

[0066] 粒子122の粒径は、例えば、最大で100 μ mでありうる。第2層12をスピコート法で作製する場合、支持部121の厚さは、材料の粘度の制約から、最大で10 μ m程度である。従って、このような支持部121の場合、粒子122の粒径は、最大で10 μ mであることが好ましい。複数の粒子122のうち少なくともいずれかの粒子122の粒径は、光のピーク波長の1/10よりも大きいことが望ましい。粒径が光の1/10よりも大きい場合、ミー散乱モデルに従う散乱となる。

[0067] 粒子122の粒径が光の波長よりも十分小さい場合、光からみて、支持部121と粒子122の空間分解能がなくなる。すなわち、この場合、光にとって第2層12は、支持部121の屈折率および粒子122の屈折率の平均

の屈折率を有する層であり、第2層12における光の散乱能力が低下する。

[0068] 図10、図11、図12(a)、および図12(b)は、第1実施形態に係る発光素子の特性を表す他のグラフである。具体的には、これらのグラフは、図3(a)に表される第2層12を含む発光素子において、基板1のうち発光領域Sと第1方向に重なる部分から基板1の外へ出た光を、発光領域Sと同じ形状および面積を有する光検出器によって、検出したときの特性を表すシミュレーション結果である。

[0069] 図10において、横軸は、発光領域の第2方向に沿った長さを表す。発光領域は、発光層41のうち、第1方向において、第1電極31と第2電極32との間に位置する領域である。縦軸は、発光領域から放射された光に対する、光検出器に入射した光の割合を表している。

[0070] 図11において、横軸は、第1方向に沿った基板1の厚さを表す。縦軸は、第2方向に沿った発光領域の長さを表す。図12(a)および(b)において、横軸は、第2方向に沿った発光領域の長さを表す。縦軸は、第1層11を含まない発光素子の光取り出し効率に対する、第1層11を含む発光素子の光取り出し効率の増幅率を表している。

[0071] シミュレーションに用いられた発光素子について、粒子122の粒径は $1\ \mu\text{m}$ 、粒子122の屈折率は2.5、粒子122の数密度は $1.0 \times 10^{12}\ \text{cm}^{-3}$ 、第2層12の第1方向に沿った厚さは $1.0\ \mu\text{m}$ 、基板1の第2方向に沿った長さは $200\ \text{mm}$ に設定されている。

[0072] 図10および図11に表されるシミュレーションでは、第1層11の屈折率は、1.1に設定されている。図10、図12(a)、および図12(b)に表されるシミュレーションでは、基板1の第1方向に沿った厚さは $0.7\ \text{mm}$ に設定されている。図12(a)に表されるシミュレーションでは、基板1の屈折率は1.5に設定されている。図12(b)に表されるシミュレーションでは、基板1の屈折率は1.8に設定されている。

[0073] 図10、図11、図12(a)、および図12(b)に表されるシミュレーションにおいて、その他の条件は、以下の通りである。

第1電極31はアルミニウムである。第1電極31の厚さは150nmである。第2電極32の屈折率は1.8である。第2電極32の厚さは100nmである。発光層41の屈折率は1.8である。発光層41の厚さは100nmである。

[0074] 図10において、白点は、図1に表される、第1層11を含む発光素子の特性を表し、黒点は、図1に表される構成から第1層11を除いた発光素子の特性を表す。図10から、長さX2が長くなるほど、効率が向上していることがわかる。加えて、長さX2に関わらず、第1層11を含む発光素子は、第1層11を含まない発光素子よりも優れた光取り出し効率を有することがわかる。

[0075] 図11において、EFは、第1層11を含まない発光素子の光取り出し効率に対する、第1層11を含む発光素子の光取り出し効率の増幅率を表している。一例として、 $EF = 1.4$ の直線上に位置する厚さT2と長さX2の組み合わせにおいて、第1層11を含む発光素子の光取り出し効率は、第1層11を含まない発光素子の光取り出し効率の、1.4倍である。

[0076] 図11から、長さX2が短くなり、厚さT2が厚くなるほど、第1層11による光取り出し効率の向上が顕著となっていることがわかる。図11において、それぞれのEFの直線は、以下の式で表される。

$$EF = 1.0 : X2(\text{mm}) = 53.16 \times T2(\text{mm}) - 0.23$$

$$EF = 1.1 : X2(\text{mm}) = 15.03 \times T2(\text{mm}) + 0.24$$

$$EF = 1.2 : X2(\text{mm}) = 8.21 \times T2(\text{mm}) + 0.21$$

$$EF = 1.3 : X2(\text{mm}) = 4.95 \times T2(\text{mm}) + 0.19$$

$$EF = 1.4 : X2(\text{mm}) = 2.80 \times T2(\text{mm}) + 0.11$$

[0077] すなわち、図11に表されるシミュレーション結果では、 $X2(\text{mm}) < 53.16 \times T2(\text{mm}) - 0.23$ を満たす場合に、第1層11を設けることによる光取り出し効率の向上が確認される。さらに、図11に表されるシミュレーション結果から、 $X2(\text{mm}) < 2.80 \times T2(\text{mm}) + 0.11$ がより望ましいことがわかる。

[0078] 図12(a)および図12(b)に表されるシミュレーション結果から、第1層11の屈折率が低いほど、第1層11を設けることによる光取り出し効率の向上が顕著となることがわかる。図12(a)と図12(b)の比較から、第1層11の屈折率と、基板1の屈折率と、の差が大きいほど、第1層11を設けることによる光取り出し効率の向上が顕著となることがわかる。

[0079] 図13(a)および図13(b)は、第1実施形態に係る検出装置の一例を表す模式断面図である。検出装置1000は、発光素子100と、発光層41から放射された光を検出する光検出器50と、を含む。図13(a)および(b)において、発光層41から放射された光の路を破線で表す。

[0080] 図13(a)に表されるように、光検出器50の少なくとも一部は、例えば、第1方向において、第1電極31の少なくとも一部、第2電極32の少なくとも一部、および発光層41の少なくとも一部と重なる。検出対象60は、例えば、光検出器50と発光素子100との間に配される。

[0081] または、図13(b)に表されるように、光検出器50の少なくとも一部は、第2方向または第3方向において、発光素子100の少なくとも一部と並んでいてもよい。この場合、光は、発光素子100から放射されて検出対象60に入射し、検出対象60によって反射される。光検出器50は、検出対象60によって反射された光を検出する。

[0082] 発光素子100を用いて検出装置1000を構成することで、検出対象60に照射されて光検出器50に入射する光の量を増加させることができ、検出装置1000の検出感度および検出精度を高めることが可能となる。

[0083] (第2実施形態)

図14(a)および図14(b)は、第2実施形態に係る発光素子の一例を表す模式図である。図14(a)は、模式平面図であり、図14(b)は、図14(a)のA-A'模式断面図である。発光素子200は、基板1、第1層11、複数の第2層12、光透過層21、複数の第2電極32、複数の発光層41、および複数の第1電極31を含む。

[0084] 図14(a)に表されるように、第1電極31は、例えば、第2方向において複数設けられている。第1電極31は、さらに、第3方向において複数設けられていても良い。第1層11の少なくとも一部は、基板1の一部と、それぞれの第1電極31と、の間に設けられている。それぞれの第2電極32は、第1層11の少なくとも一部と、それぞれの第1電極31と、の間に設けられている。

[0085] それぞれの発光層41は、各第1電極31と、各第2電極32と、の間に設けられている。第1層11は、第2方向において複数に分断されていてもよい。すなわち、それぞれの第1層11が、各第1電極31と、基板1の一部と、の間に位置するように、第1層11は、第2方向において複数設けられていてもよい。

[0086] 図15は、第2実施形態に係る発光素子を用いた検出装置の一例を表す模式断面図である。図15に表すように、検出装置2000は、発光素子200と、発光層41から放射された光を検出する光検出器50と、を含む。

[0087] 検出装置2000において、第1層11、複数の第2層12、光透過層21、複数の第2電極32、複数の発光層41、および複数の第1電極31は、例えば、基板1の少なくとも一部と、光検出器50の少なくとも一部と、の間に設けられている。

[0088] 検出対象60は、例えば、図15に表されるように、発光素子200の少なくとも一部が、光検出器50と、検出対象60と、の間に位置するように、配される。発光素子200から光が放射されると、光の一部は、検出対象60に入射する。検出対象60で反射した光が光検出器50に入射することで、例えば、検出対象60の生体信号が検出される。

[0089] 第2層12が第1層11の全面上に設けられている場合、検出対象60によって反射または散乱されて光検出器50に向かう光は、第2層12によって散乱されてしまう。これに対して、第2層12を分離して設けることで、光検出器50に向かう光の一部は、第2層12が設けられていない領域を通り光検出器50に入射する。このため、光検出器50に入射する光量を増加

させることが可能となる。

[0090] 本実施形態によれば、第1実施形態と同様に、脈波などの微弱な信号の検出に適した発光素子および検出装置が提供される。

[0091] 図16および図17は、実施形態に係る発光素子を含む処理装置の一例を表す模式図である。図16に表すように、処理装置3000は、例えば、制御部900と、発光部901と、受光部902と、信号処理部903と、記録装置904と、表示装置909と、を含む。

[0092] 発光部901は、第1実施形態に係る発光素子100または第2実施形態に係る発光素子200を含む。受光部902は、発光部901から発せられた光を検出する光検出器を含む。制御部900から入力信号を受けた発光部901は光を発する。発せられた光は検出対象60を透過し、あるいは検出対象60により反射または散乱されて、受光部902で検出される。受光部902は検出感度を向上させるため、制御部900からバイアス信号を受信しても良い。

[0093] 受光部902で検出した信号は、信号処理部903に出力される。信号処理部903は、受光部902からの信号を受信し、当該信号に対して、例えば、AC検波、信号増幅、およびノイズ除去などの処理が適宜行われる。信号処理部903は適切な信号処理を行うために、制御部900から同期信号を受信してもよい。信号処理部903から、発光部901の光量を調整するためのフィードバック信号を制御部900に送信してもよい。信号処理部903で生成された信号は記録装置904に保存され、表示装置909に情報が表示される。

[0094] 処理装置3000は、記録装置904および表示装置909を含んでいなくてもよい。この場合、信号処理部903で生成された信号は、例えば、処理装置3000の外部の記録装置および表示装置に出力される。

[0095] 図17を参照して、処理装置3000をより具体的に説明する。図17に表されるように、発光部901は、制御部900のパルス生成器900aからDCバイアス信号あるいはパルス信号を含む入力信号905を受信する。

発光部 901 から発せられた光 320 は、検出対象 60 を透過し、あるいは検出対象 60 により反射または散乱されて、受光部 902 で検出される。受光部 902 は、制御部 900 のバイアス回路 900b よりバイアス信号を受信しても良い。受光部 902 で検出された信号は、信号処理部 903 に入力される。信号処理部 903 では受光部 902 からの信号を、必要に応じて AC 検波した後、増幅器 903a で増幅し、不要なノイズ成分をフィルタ一部 903b で除去する。信号同期部 903c は、フィルタ一部 903b から出力された信号を受信するとともに、制御部 900 から同期信号 906 を適宜受信し、光 320 と同期させる。

[0096] 信号同期部 903c から出力された信号は信号整形部 903d に入力される。処理装置 3000 は、信号同期部 903c を含んでいなくてもよい。この場合、フィルタ一部 903b から出力された信号は、信号同期部 903c を介さず、信号整形部 903d に入力される。

[0097] 信号整形部 903d において、信号計算部 903e で適切な信号処理が行われるように所望の信号に整形される。信号整形は例えば、時間平均などが行われる。信号処理部 903 において、AC 検波および各処理部で行われる処理の順番は、適宜変更可能である。信号処理部 903 の信号計算部 903e から、計算値 904a が記録装置および表示装置へ出力される。

[0098] 図 18～図 21 は、第 1 実施形態に係る発光素子 100 を用いて脈波を測定している様子を表す模式図である。発光素子 100 に代えて、第 2 実施形態に係る発光素子 200 を用いてもよい。図 18 では、指 610 中の血管 611 の脈波を検出する際の様子を表している。生体箇所は、指 610 以外に、耳、胸部、または腕など、任意に選ぶことができる。図 18 (a) に表される例において、発光素子 100 から発せられた光 303 は、血管 611 を透過して、光検出器 50 で検出される。図 18 (b) に表される例において、発光素子 100 から発せられた光 304 は、血管 611 で反射または散乱され、光検出器 50 で検出される。このとき、光検出器 50 では、血管 611 の血流を反映した信号が検出される。検出された信号は例えば図 15 およ

び 16 に示す信号処理部 903 で信号処理され、脈拍が計測される。

[0099] 図 19 (b) に表されるように、発光素子 100 の第 1 電極 31 と第 2 電極 32 には、入力信号 V_{in} として、例えば、一定の電圧が印加される。図 19 (a) に表されるように、光検出器 50 は、指 610 を透過した光、あるいは指 610 で反射され、または散乱された光を検出する。このとき、図 19 (c) に表されるように、光検出器 50 で検出される信号 V_{out} には、血中の信号が重畳されている。

[0100] または、図 20 (a) および図 20 (b) に表されるように、発光素子 100 の第 1 電極 31 と第 2 電極 32 には入力信号 V_{in} としてパルス電圧が印加され、発光素子 100 から光が放射されてもよい。図 20 (c) に表されるように、光検出器 50 では、血中の信号が重畳された光が検出される。

[0101] 図 21 (a) および図 21 (b) は、入力信号 V_{in} としてパルス電圧が印加された場合の、検出された光信号の一例を表している。図 21 (b) は、図 21 (a) の破線で囲まれた部分を拡大した様子を表している。発光素子 100 に印加されるパルス電圧の周波数が、脈波の周波数よりも十分早い場合、図 21 (a) および図 21 (b) に表されるように、各光パルスの光信号だけを見ると脈波信号が得られる。脈波は典型的には 1 Hz 程度であり、パルス電圧の周波数は、例えば、100 Hz ~ 100 KHz とすることができ、図 20 および図 21 に表されるパルス電圧を用いた形態は、図 19 に表される定電圧を用いた形態に比べ、発光素子 100 を発光させている時間が短いため、発光素子 100 の劣化を抑制し、消費電力を低減できる点で有利である。

[0102] 図 22 (a) ~ 図 22 (c) は、実施形態に係る発光素子を含む処理装置を表す模式図である。処理装置 4001 ~ 4003 は、発光部 901 と、受光部 902 と、制御部/信号処理部 910 と、を含む。発光部 901 は、実施形態に係る発光素子を含む。

[0103] 処理装置 4001 において、発光部 901 は支持基板 901S 上に設けられ、受光部 902 は支持基板 902S 上に設けられている。処理装置 400

1 は、発光部 901、受光部 902、および制御部／信号処理部 910 が、それぞれ独立に設けられた構成を有する。

[0104] 処理装置 4002 において、発光部 901 および受光部 902 は、共通の支持基板 901S 上に設けられている。処理装置 4003 において、発光部 901、受光部 902、および制御部／信号処理部 910 が共通の支持基板 901S 上に設けられている。発光部 901 および受光部 902 のいずれか一方と、制御部／信号処理部 910 と、を共通の支持基板上に設けてもよい。

このように、処理装置の構成として、種々の構成を採用可能である。

[0105] 図 23 (a) ～図 23 (e) は、実施形態に係る発光素子を含む処理装置の用途を例示する模式図である。それぞれの例において処理装置は、例えば、脈拍および／または血中の酸素濃度を測定する。

[0106] 図 23 (a) に表される例において、処理装置 5001 は指輪に含まれる。処理装置 5001 は、例えば、処理装置 5001 に接する指の脈を検出する。図 23 (b) に表される例では、処理装置 5002 は腕輪に含まれる。処理装置 5002 は、例えば、処理装置 5002 に接する腕または足の脈を検出する。

[0107] 図 23 (c) に表される例では、処理装置 5003 はイヤホンに含まれる。図 23 (d) に表される例では、処理装置 5004 はメガネに含まれる。処理装置 5003 および 5004 は、例えば、耳たぶの脈を検出する。図 23 (e) に表される例では、処理装置 5005 は携帯電話またはスマートフォンのボタンや画面などに含まれる。処理装置 5005 は、例えば、処理装置 5005 に触れた指の脈を検出する。

[0108] 図 24 は、図 23 に表される処理装置を用いたシステムを例示する模式図である。

例えば、処理装置 5001 ～ 5005 は、測定したデータを有線あるいは無線でデスクトップ PC、ノート PC、またはタブレット端末などの機器 5010 に転送する。あるいは、処理装置 5001 ～ 5005 は、データをネ

ットワーク５０２０に転送してもよい。

[0109] 機器５０１０またはネットワーク５０２０を利用して、処理装置によって測定されたデータを管理することができる。または測定されたデータを解析プログラムなどを用いて解析し、管理あるいは統計処理を行っても良い。測定されたデータが脈拍または血中の酸素濃度である場合、任意の時間ごとにデータの集計を行うことができる。集計されたデータは、例えば、健康管理に利用される。病院であれば、例えば、患者の健康状態を常時モニタリングするために利用される。

[0110] 上記の各実施形態によれば、脈波などの微弱な信号の検出に適した発光素子、検出装置、および処理装置が提供できる。

[0111] なお、本願明細書において、「垂直」は、厳密な垂直だけではなく、例えば製造工程におけるばらつきなどを含むものであり、実質的に垂直であれば良い。

[0112] 以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明の実施形態は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、基板１、光透過層２１、第１電極３１、第２電極３２、発光層４１、第３層４３、第４層４４、支持部１２１、粒子１２２、制御部９００、受光部９０２、信号処理部９０３、記録装置９０４、および表示装置９０９などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

[0113] また、各具体例のいずれか２つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

[0114] その他、本発明の実施の形態として上述した発光素子、検出装置、および処理装置を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての発光素子、検出装置、および処理装置も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

[0115] その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及

び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

[0116] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 光透過性の基板と、
第1電極と、
前記基板の屈折率よりも低い屈折率を有する光透過性の第1層であって、前記第1層の少なくとも一部は、前記基板の一部と前記第1電極との間に設けられた前記第1層と、
前記第1層の少なくとも一部と前記第1電極との間に設けられた、光透過性の第2電極と、
前記第1電極と前記第2電極との間に設けられた発光層と、
光透過性の第2層であって、前記第2層の少なくとも一部は、前記第1層の少なくとも一部と前記第1電極との間に設けられ、前記第2層は、前記第2層に入射した光の進行方向を変更可能である前記第2層と、
を備えた発光素子。
- [請求項2] 前記第2層は、前記第2層に入射した光を散乱させる請求項1記載の発光素子。
- [請求項3] 前記第2層は、複数の粒子を含み、前記複数の粒子の少なくともいずれかの径は、前記発光層から放射される光のピーク波長の $1/10$ よりも大きい請求項1記載の発光素子。
- [請求項4] 前記第2層は、ポリマーおよび樹脂の少なくともいずれかを含む支持部をさらに含み、
前記支持部は、前記複数の粒子の少なくともいずれかの周りに設けられ、
前記複数の粒子の少なくともいずれかの屈折率と、前記支持部の屈折率と、の差の絶対値は、 0.1 以上である請求項3記載の発光素子。
- [請求項5] 前記第2層は、第1部分と、第2部分と、を含み、
前記第1部分は、前記第2電極から前記第1電極に向かう第1方向

と交差する面において前記第 2 部分の周りに設けられ、

前記第 2 部分の屈折率は、前記第 1 部分の屈折率よりも低い請求項 1 記載の発光素子。

[請求項 6] 前記第 2 部分は複数設けられ、

前記複数の第 2 部分は、互いに分離して設けられた請求項 5 記載の発光素子。

[請求項 7] 前記発光層は、有機物を含む請求項 1 記載の発光素子。

[請求項 8] 前記第 2 層は、第 1 位置および第 2 位置の少なくともいずれかに設けられ、

前記第 1 位置は、前記第 1 層と前記第 2 電極との間にあり、

前記第 2 位置は、前記第 1 電極と前記発光層との間にある請求項 1 記載の発光素子。

[請求項 9] 前記第 1 層の、前記第 2 電極から前記第 1 電極に向かう第 1 方向に沿った厚さは、10 nm 以上であり、

前記第 1 層の前記厚さは、前記基板の前記第 1 方向に沿った厚さ以下である請求項 1 記載の発光素子。

[請求項 10] 前記発光層は、前記第 2 電極から前記第 1 電極に向かう第 1 方向において、前記第 1 電極および前記第 2 電極と重なる発光領域を有し、

前記第 1 方向に対して垂直な第 2 方向に沿った前記発光領域の長さ X (mm)、および、前記第 1 方向に沿った前記基板の厚さ T (mm) は、

$X < 53.16 \times T - 0.23$ を満たす、請求項 1 記載の発光素子。

[請求項 11] 前記長さ X (mm)、前記厚さ T (mm)、および、前記基板の屈折率 n は、

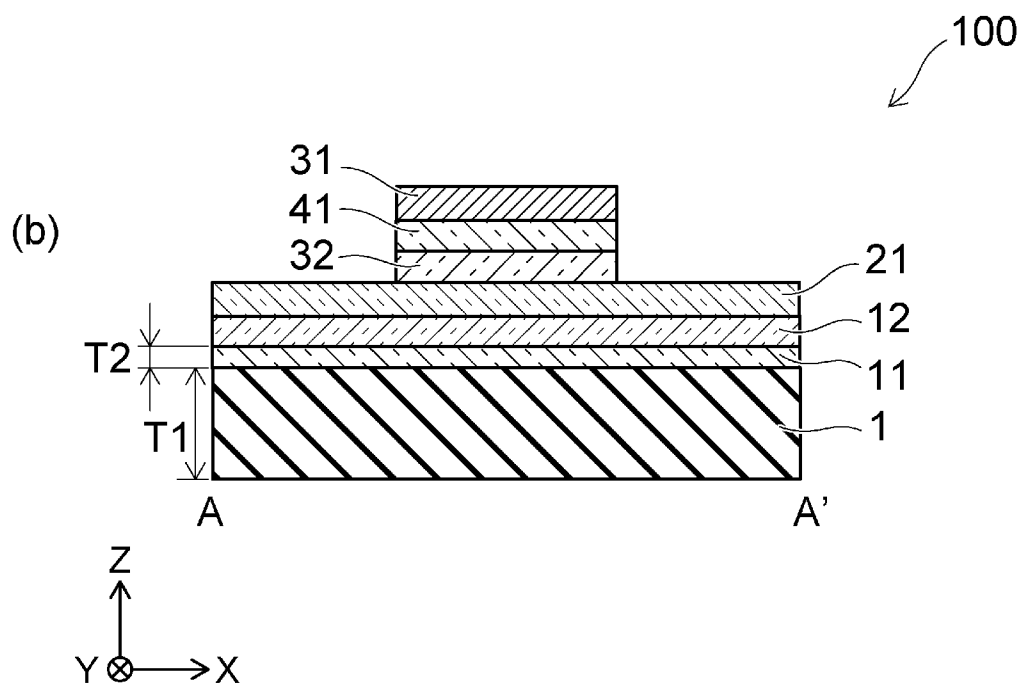
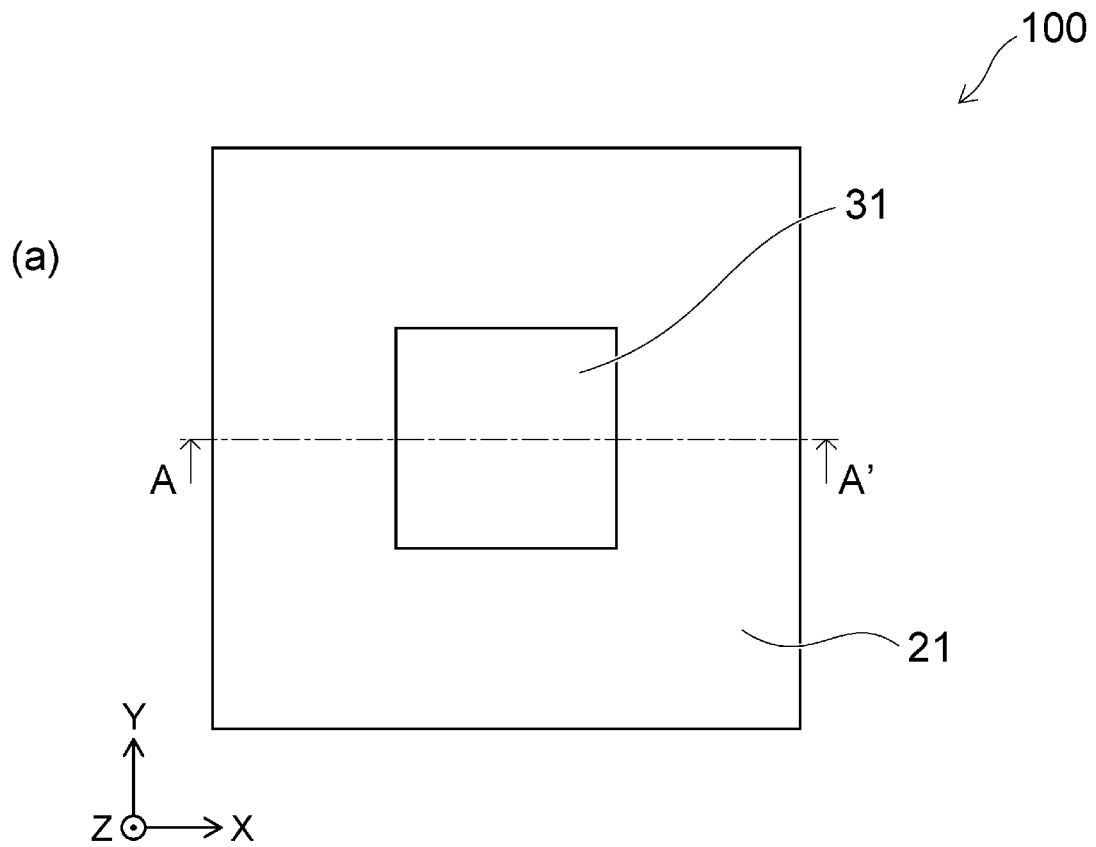
$$X^2 < 2 \times T^2 \times \tan^2\left(\arcsin\frac{1}{n}\right)$$

を満たす請求項 10 記載の発光素子。

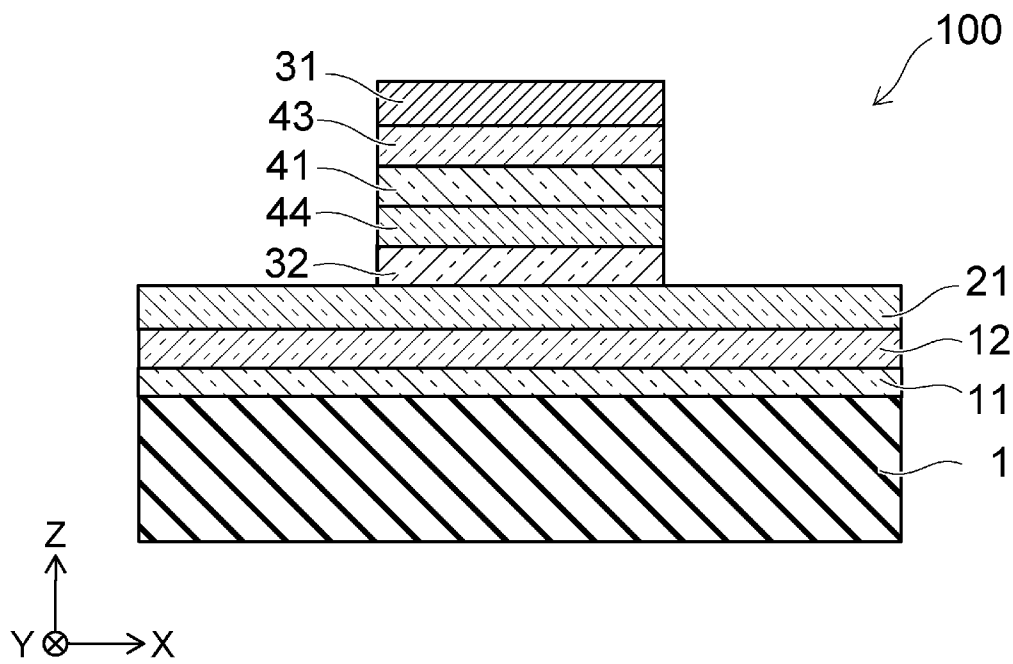
- [請求項12] 前記第1電極は、複数設けられ、
前記発光層は、複数設けられ、
前記第2電極は、複数設けられ、
前記複数の第1電極のそれぞれと、前記基板の一部と、の間に、前記複数の第2電極のそれぞれが設けられ、
前記複数の第1電極のそれぞれと、前記複数の第2電極のそれぞれの間に、前記複数の発光層のそれぞれが設けられた請求項1記載の発光素子。
- [請求項13] 前記第2層は、複数設けられ、
前記複数の第2層のそれぞれは、前記複数の第2電極のそれぞれと、前記第1層の一部と、の間に設けられた請求項12記載の発光素子。
- [請求項14] 前記第1層の前記屈折率は、1.4以下である請求項1記載の発光素子。
- [請求項15] 前記第1層は、ポリマーおよびエアロゲルの少なくともいずれかを
含む請求項1記載の発光素子。
- [請求項16] 前記第2層の屈折率は、前記基板の屈折率と同じかそれよりも大きい請求項1記載の発光素子。
- [請求項17] 請求項1に記載の前記発光素子と、
前記発光素子から放射された光を検出する検出器と、
を備えた検出装置。
- [請求項18] 前記検出器の少なくとも一部は、前記第2層から前記第1層に向かう第1方向において、前記発光素子の少なくとも一部と重なる請求項17記載の検出装置。
- [請求項19] 前記検出器の少なくとも一部は、前記第2層から前記第1層に向かう第1方向に対して垂直な第2方向において、前記発光素子の少なくとも一部と重なる請求項17記載の検出装置。
- [請求項20] 請求項17記載の前記検出装置と、

前記検出装置において検出された信号を受信し、前記信号を処理する処理部と、
を備えた処理装置。

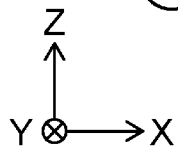
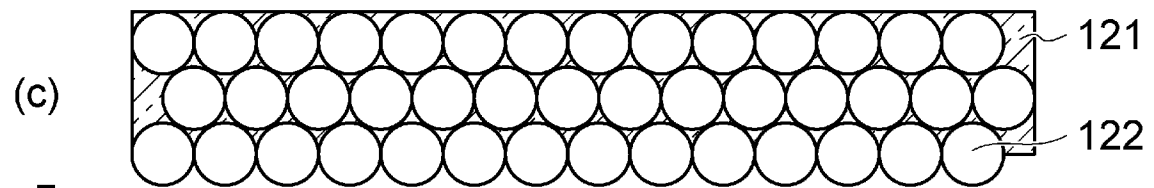
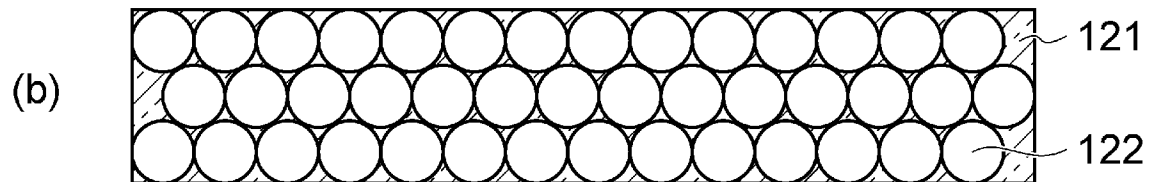
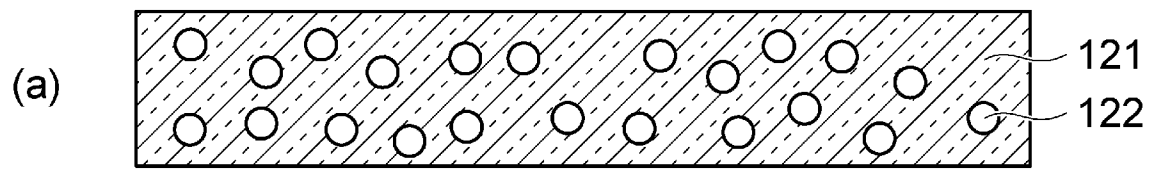
[図1]



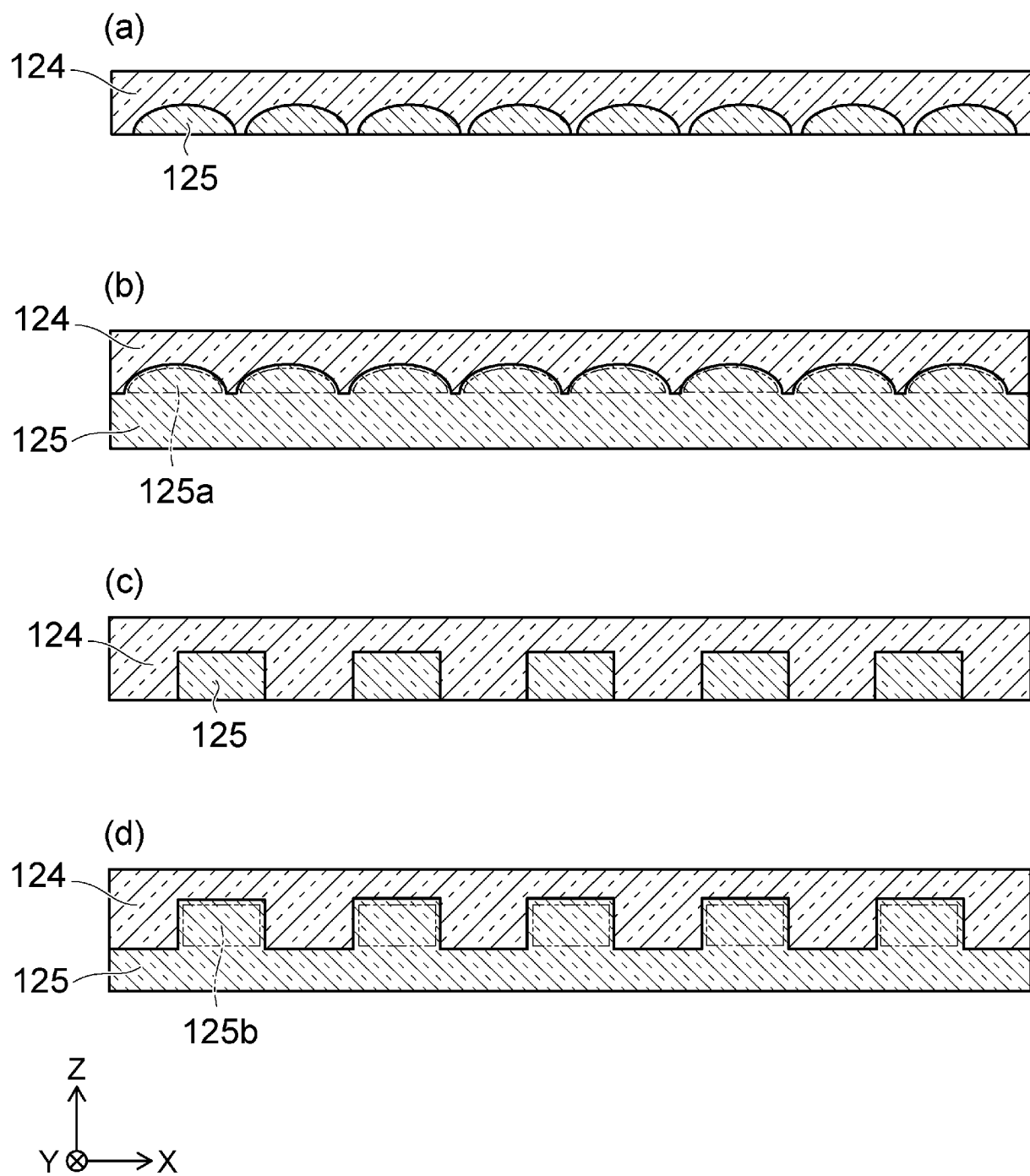
[図2]



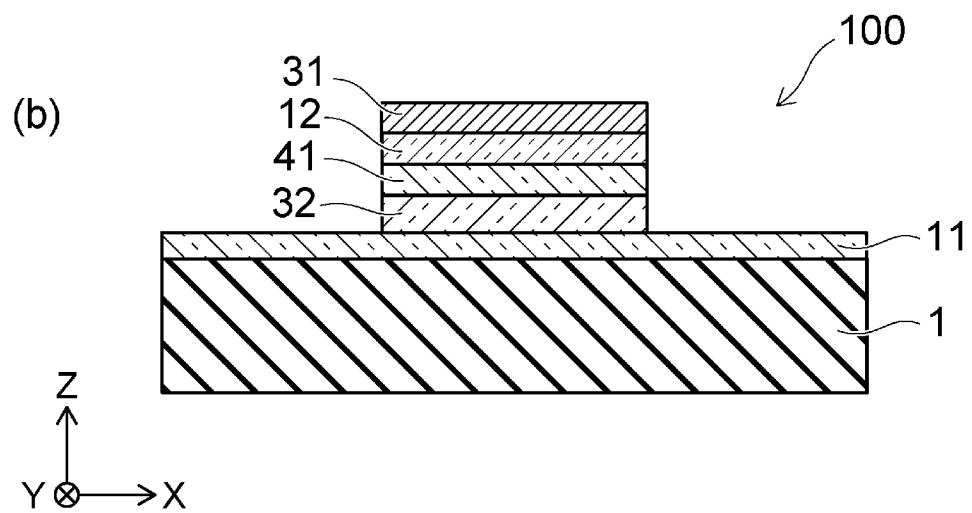
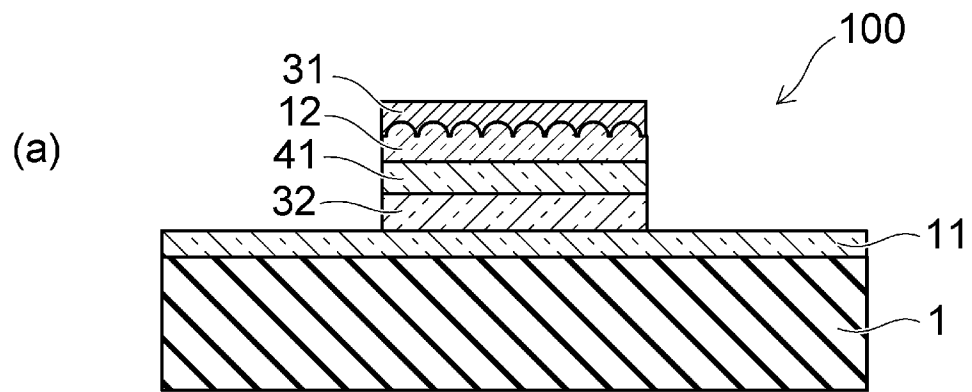
[図3]



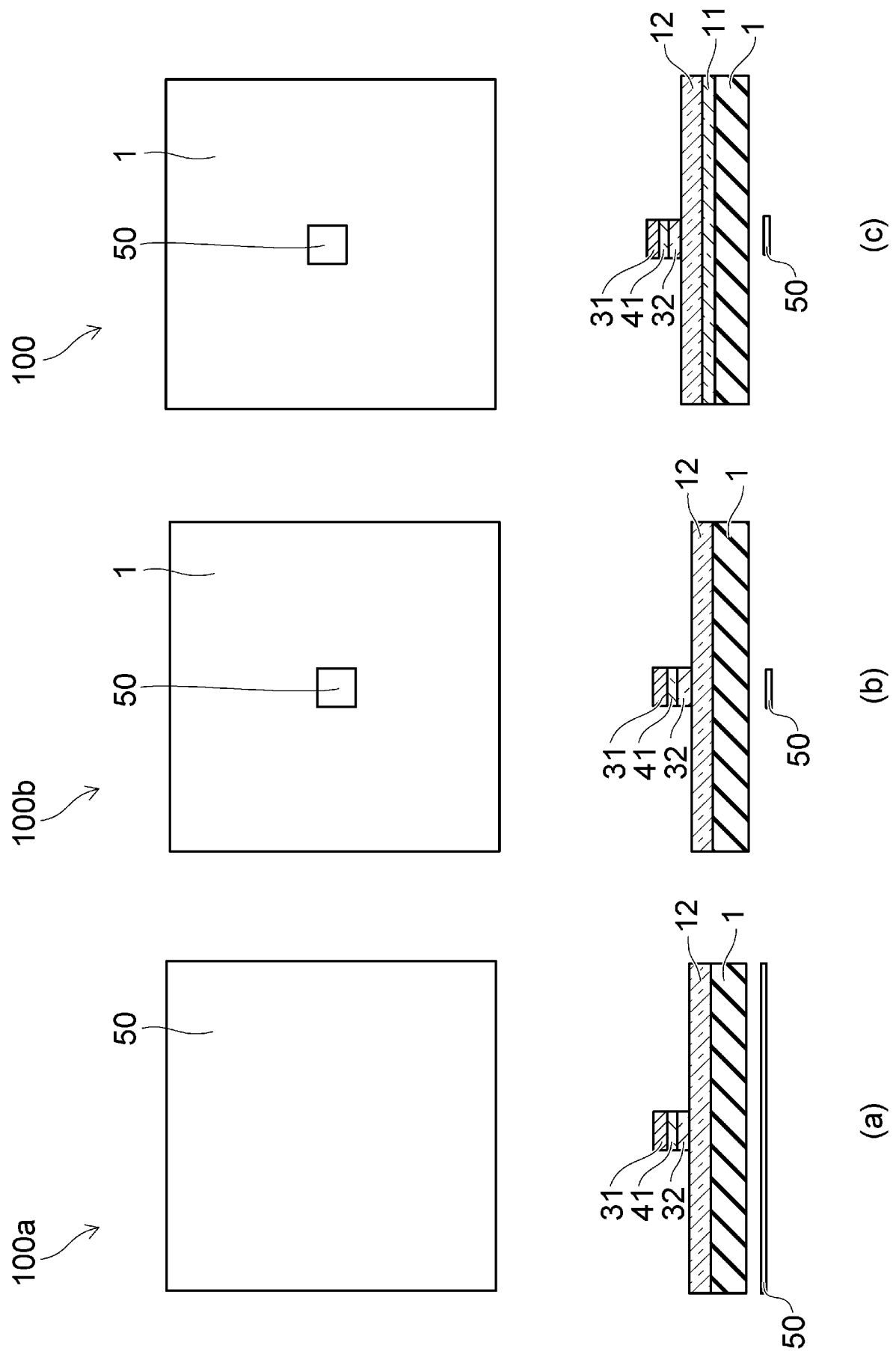
[図4]



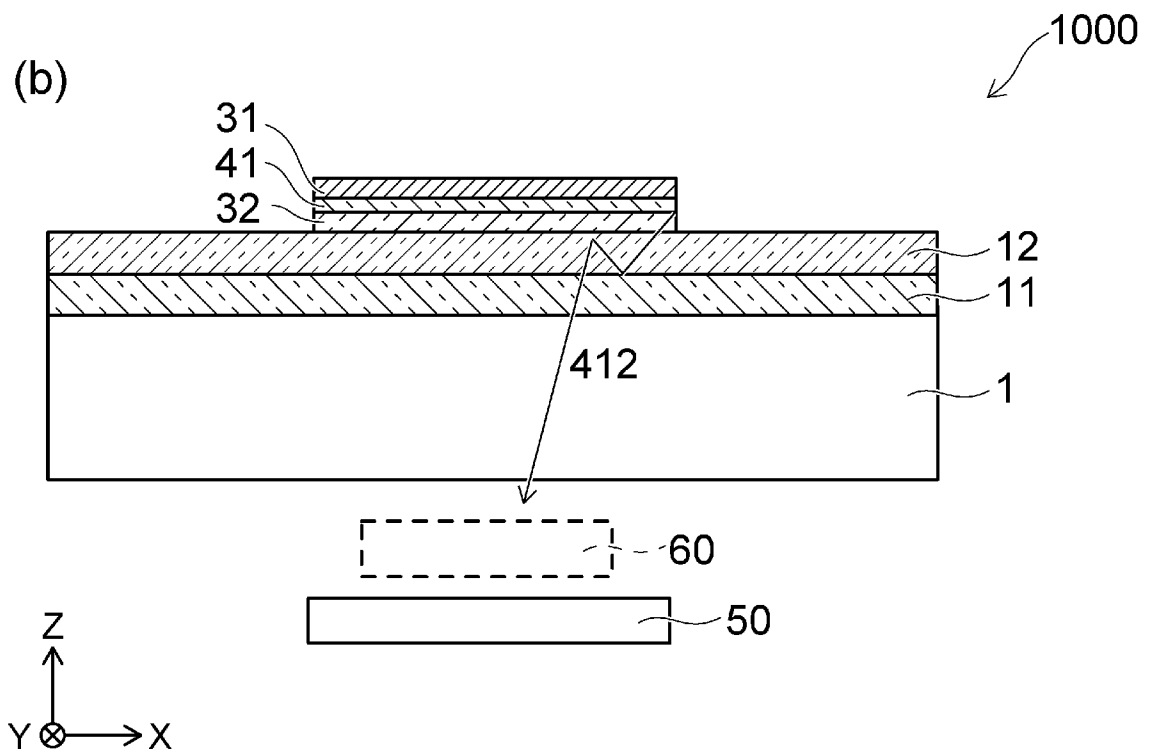
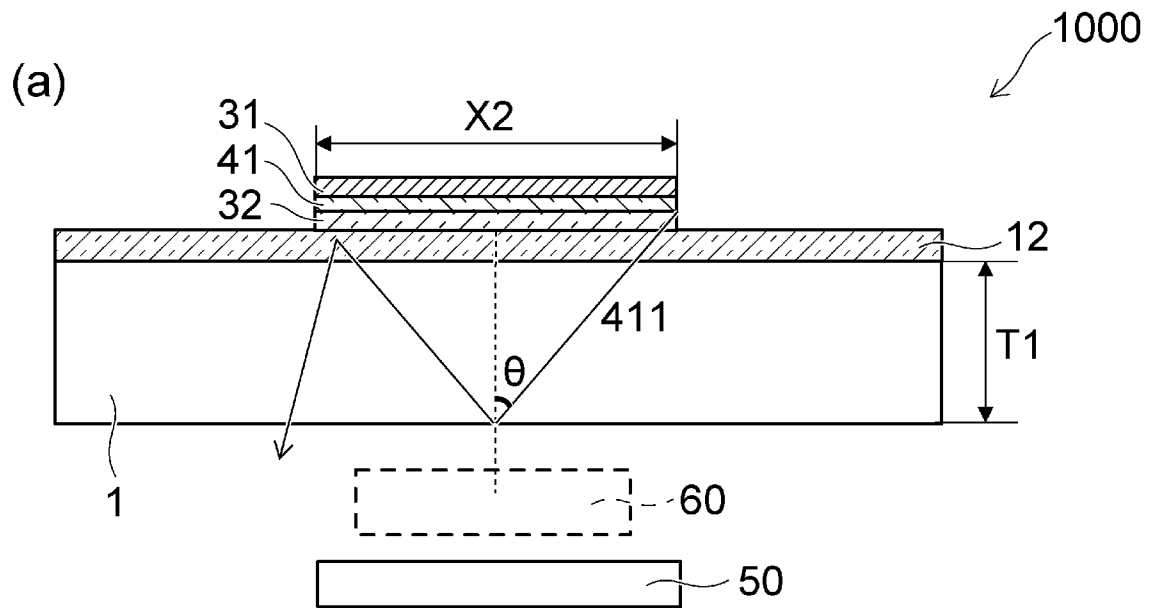
[図5]



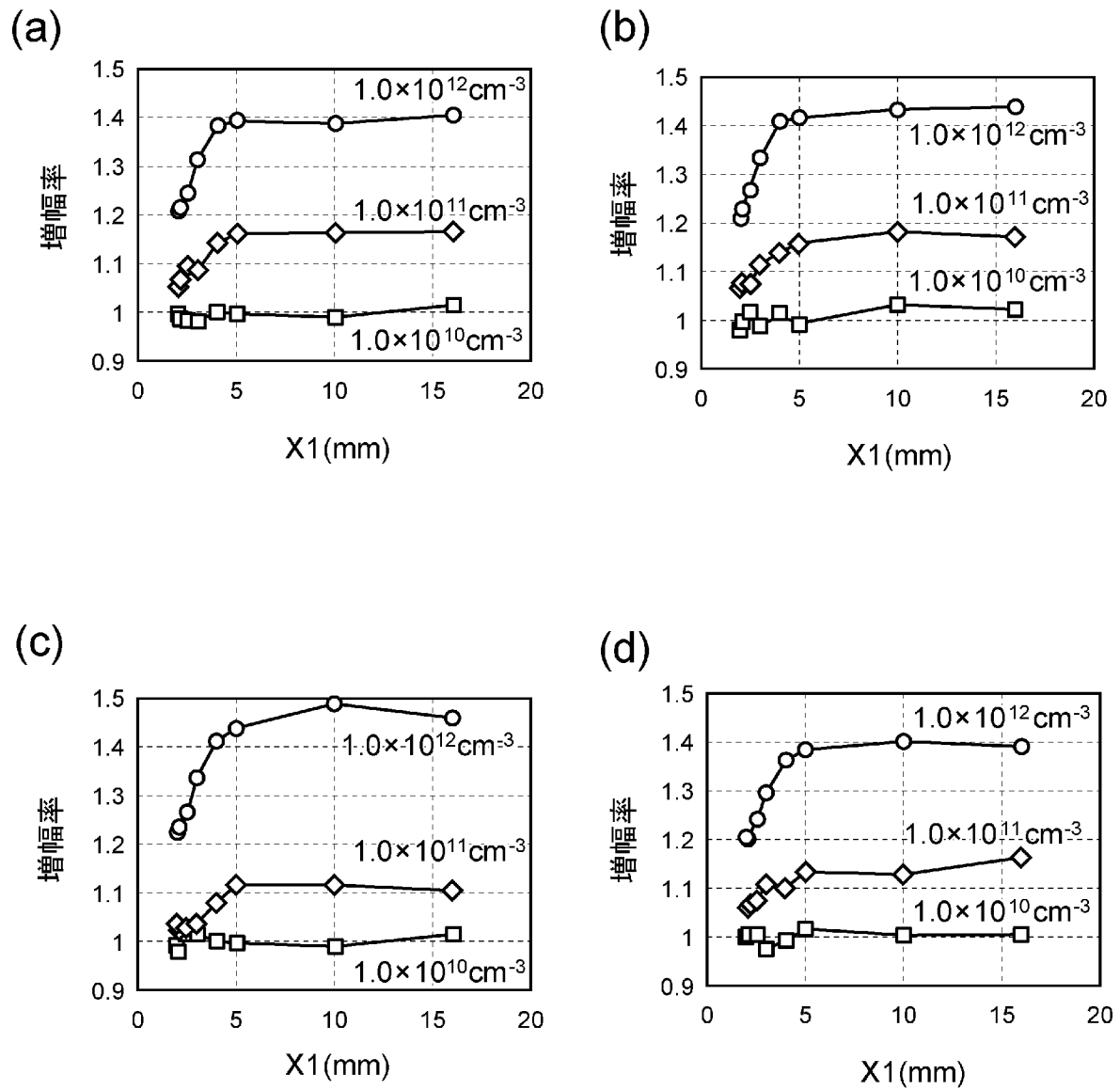
[図6]



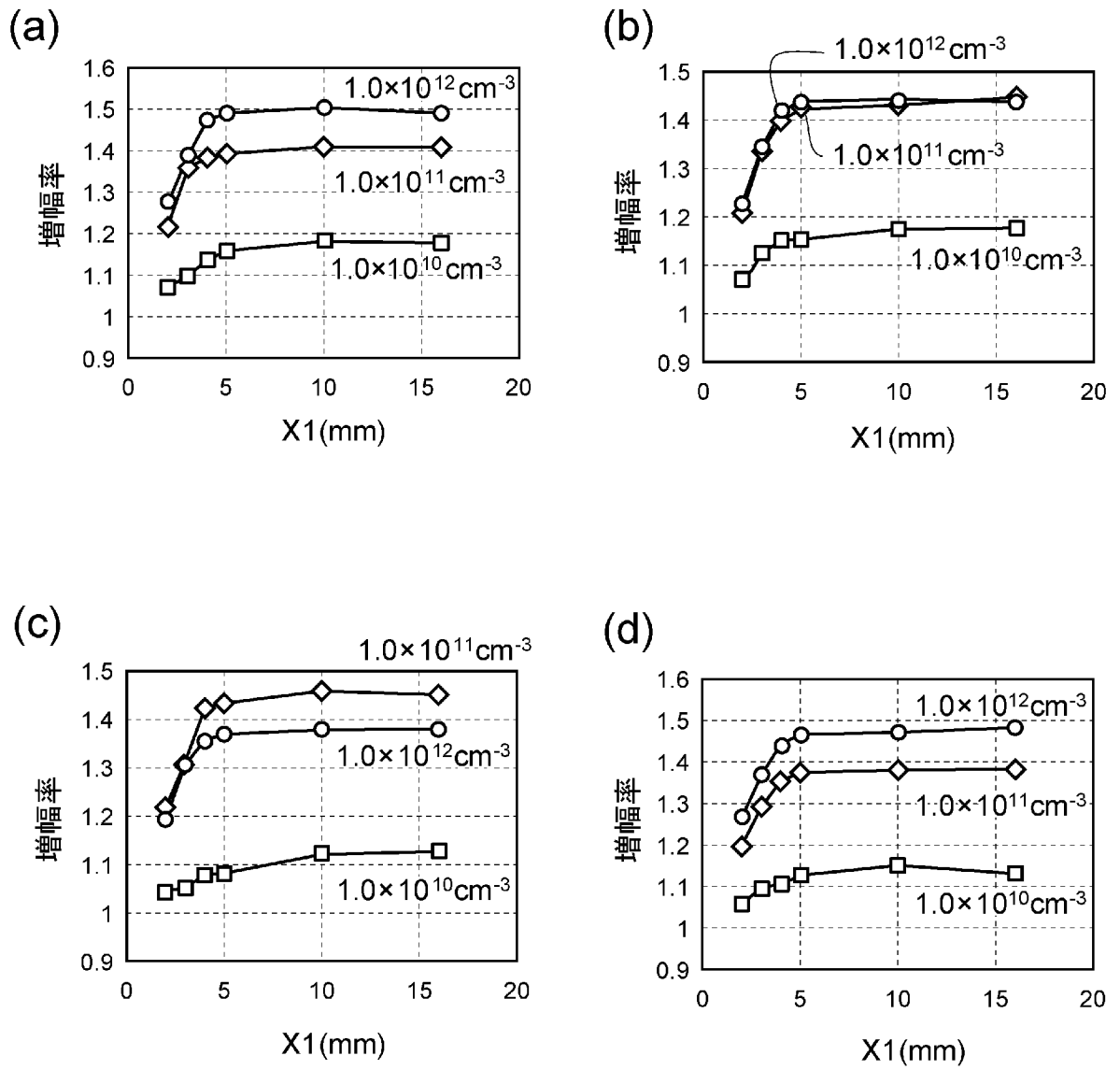
[図7]



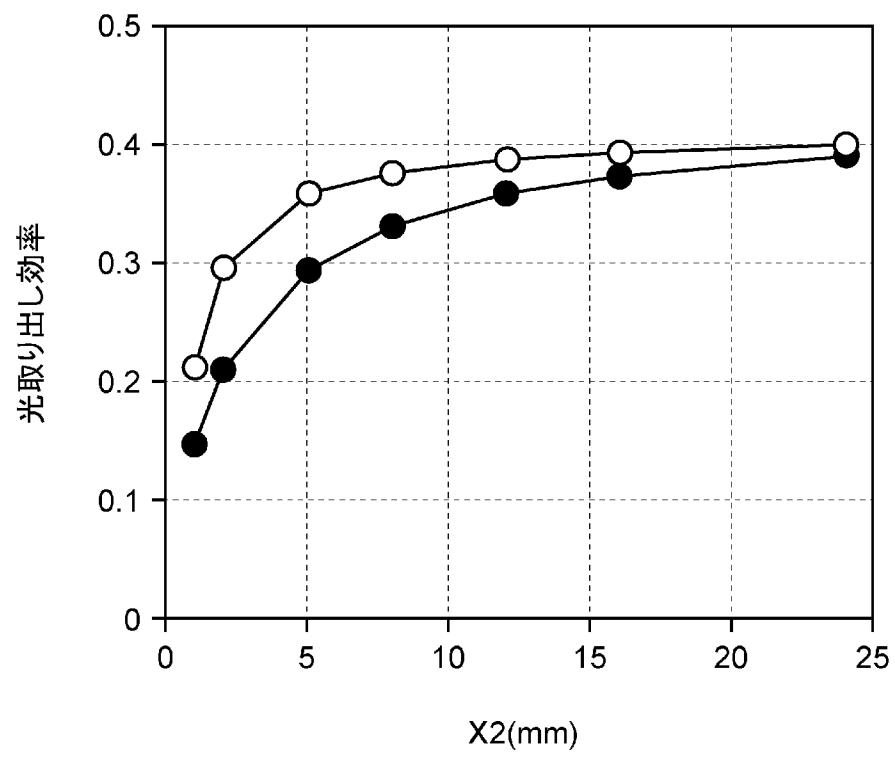
[図8]



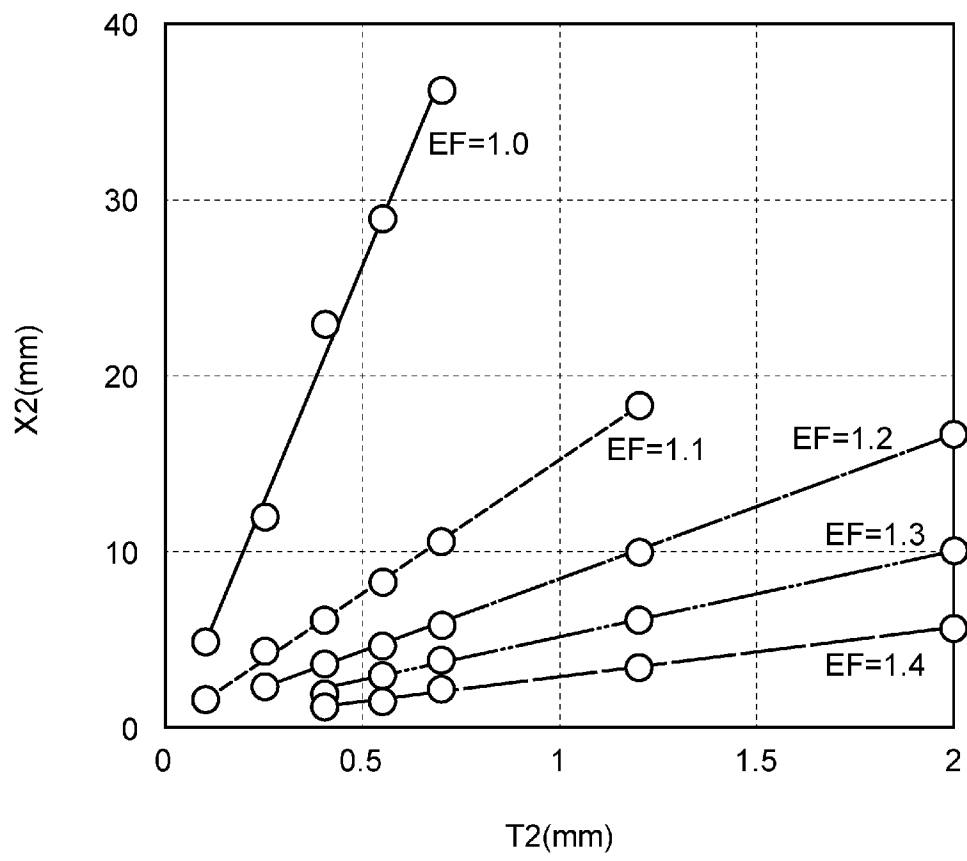
[図9]



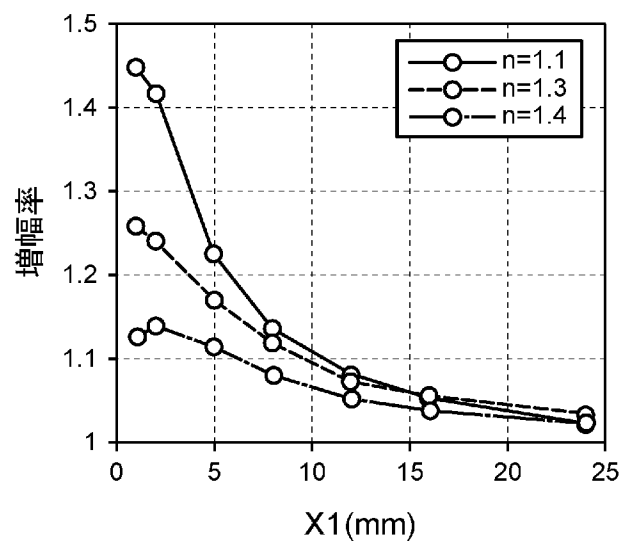
[図10]



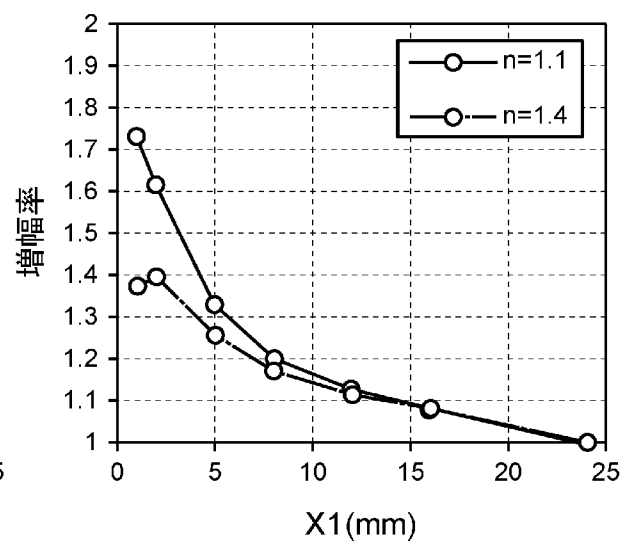
[図11]



[図12]

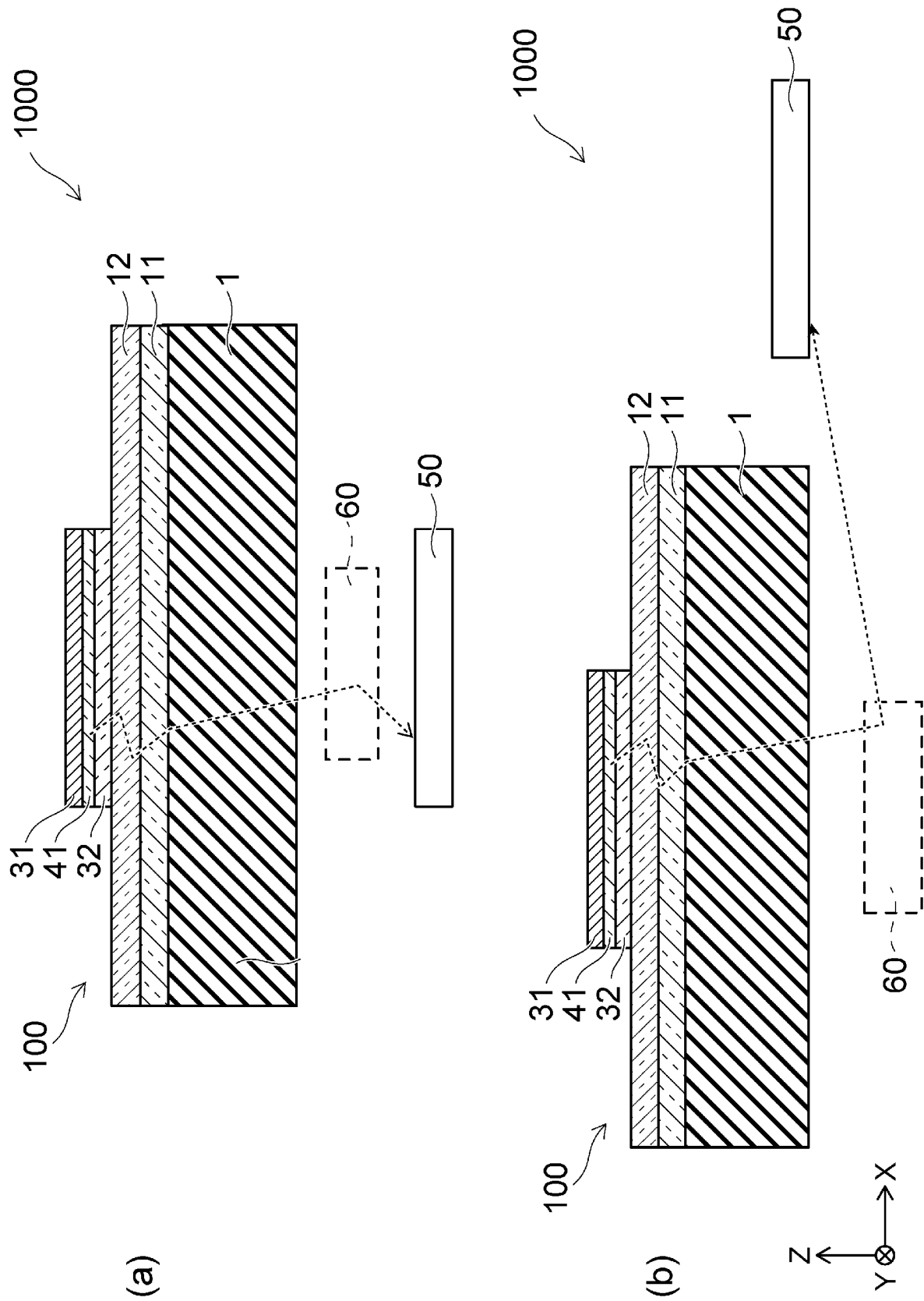


(a)

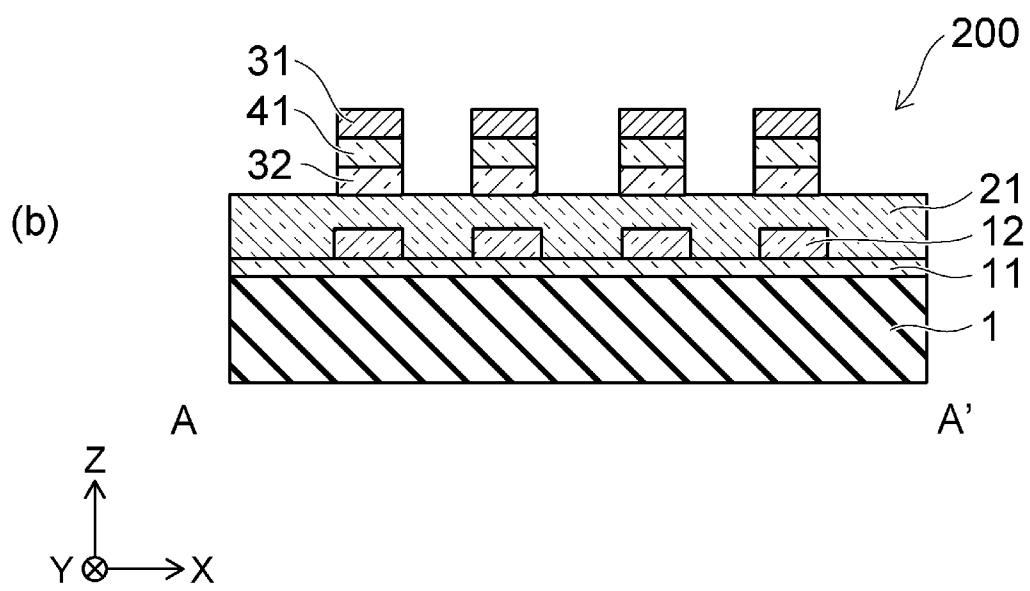
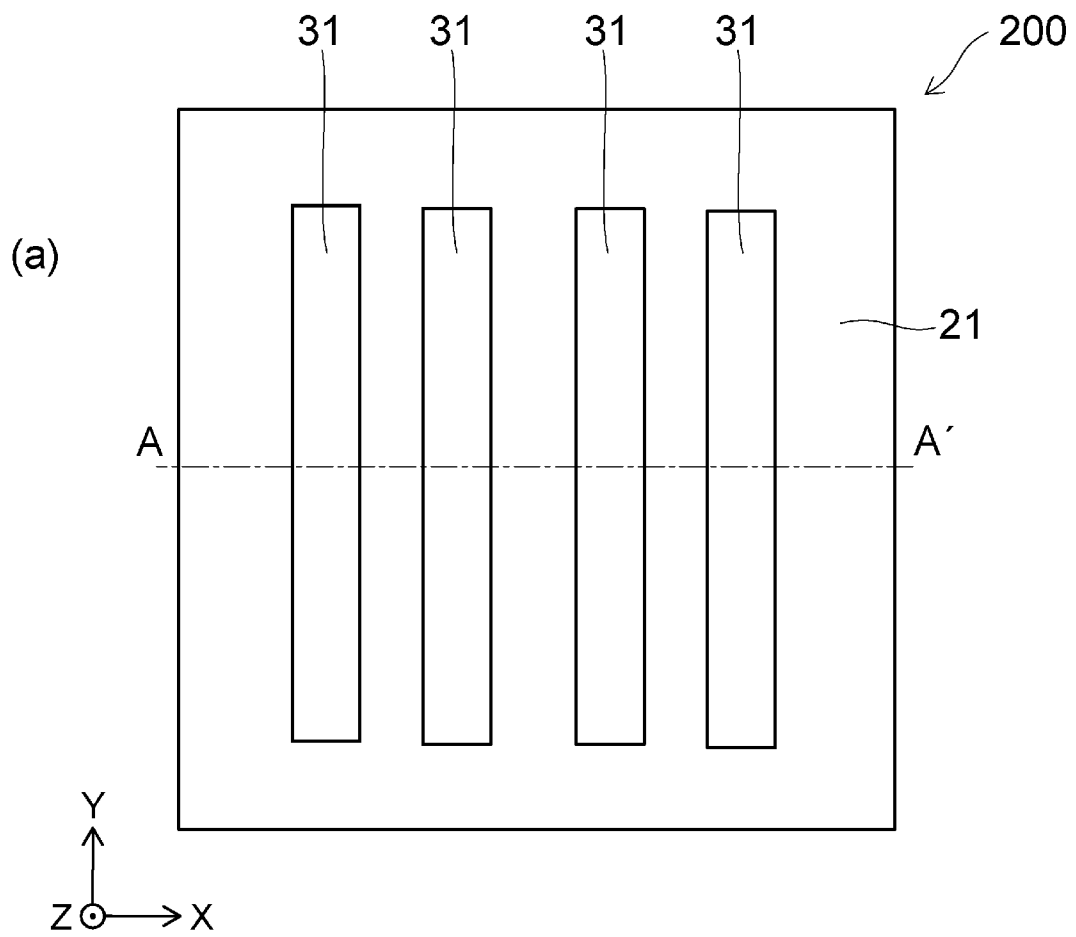


(b)

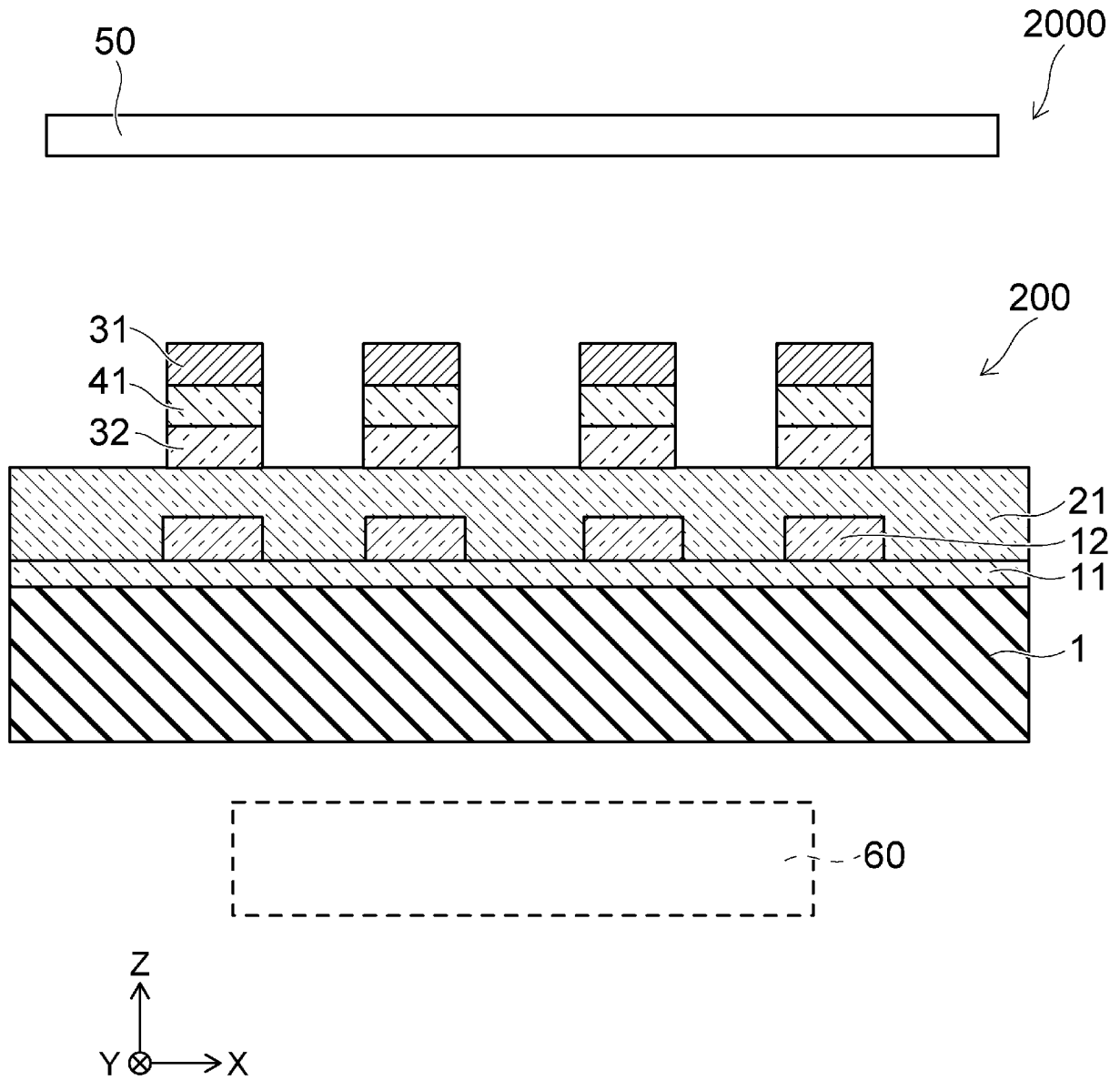
[図13]



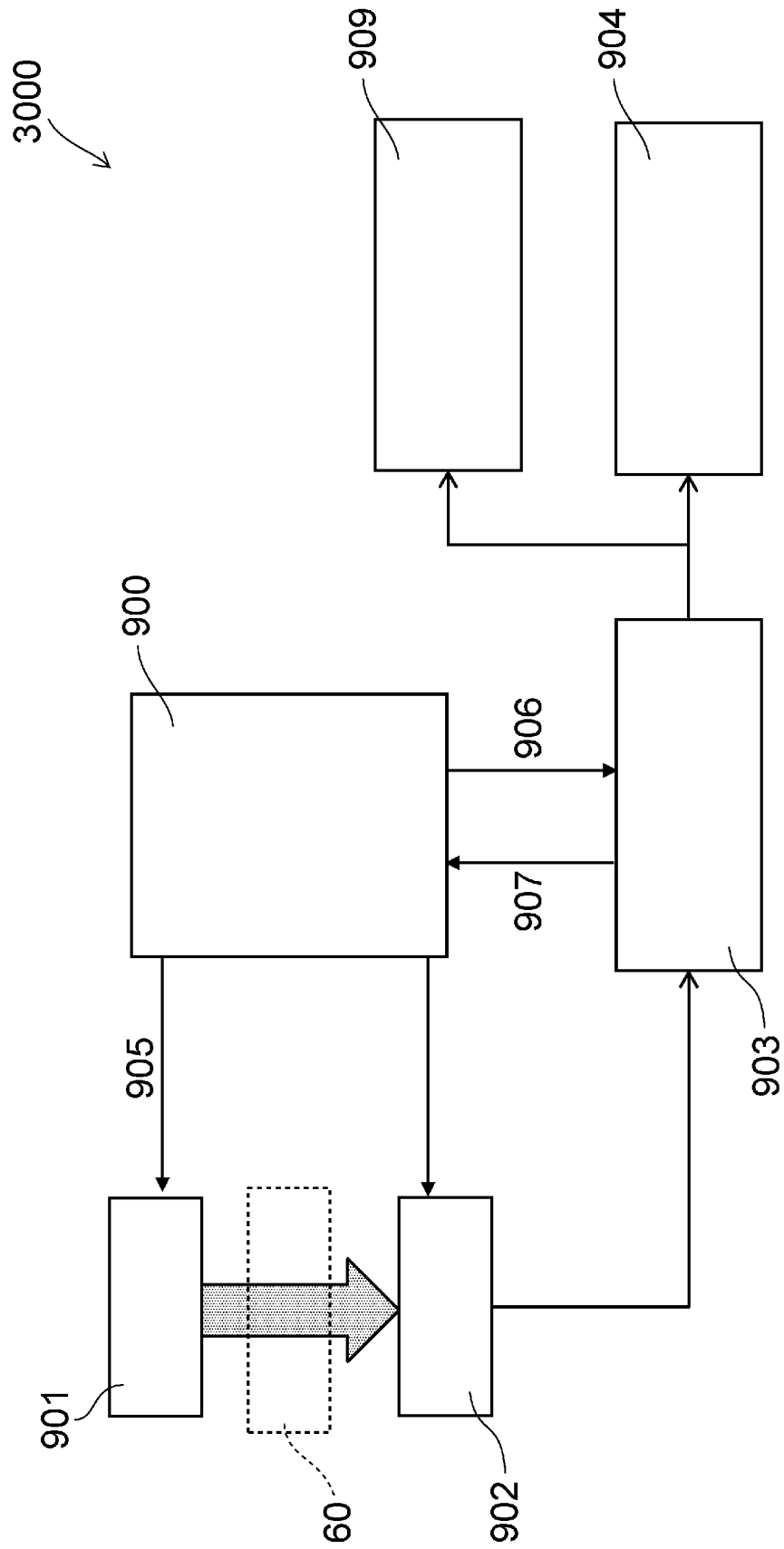
[図14]



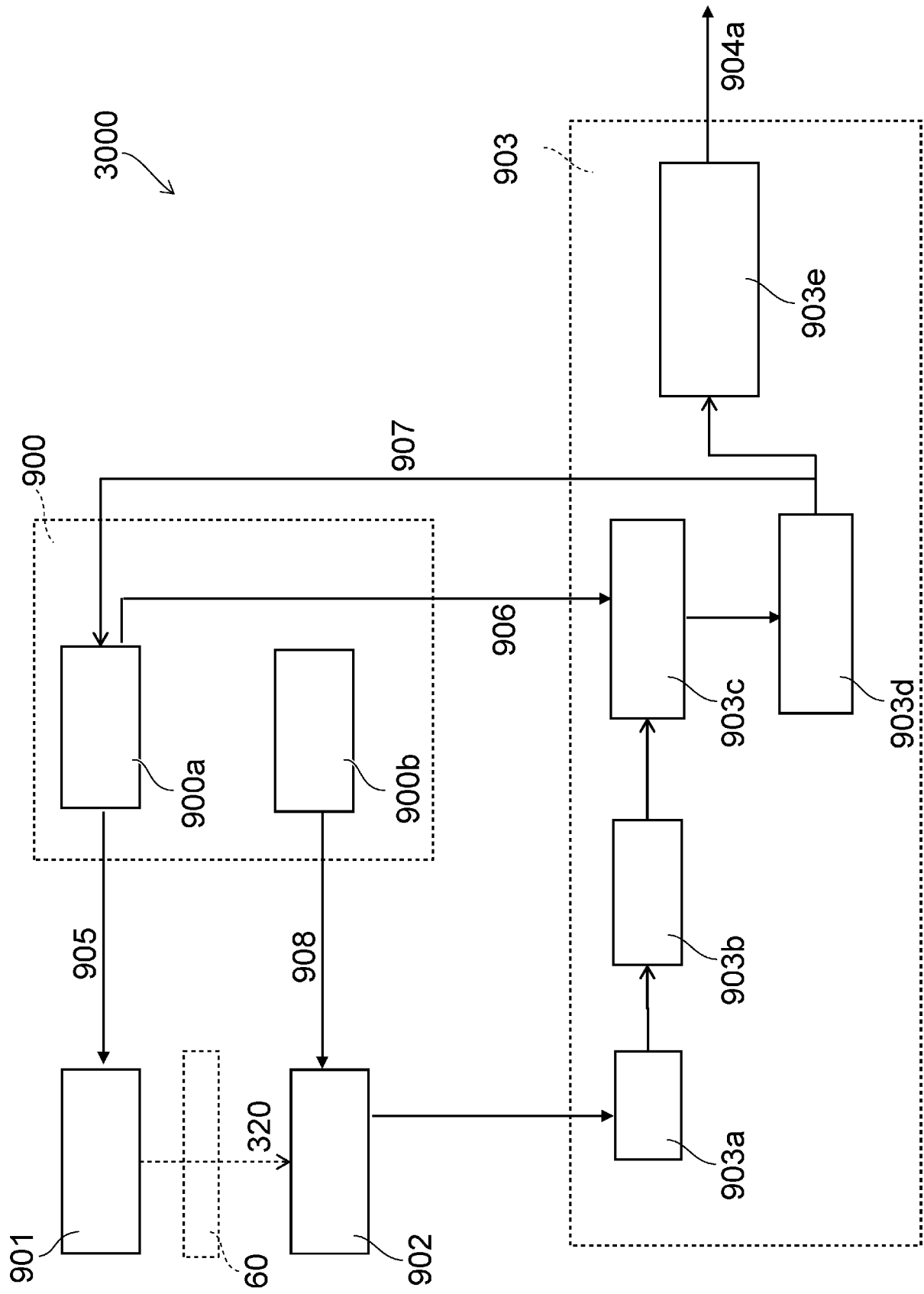
[図15]



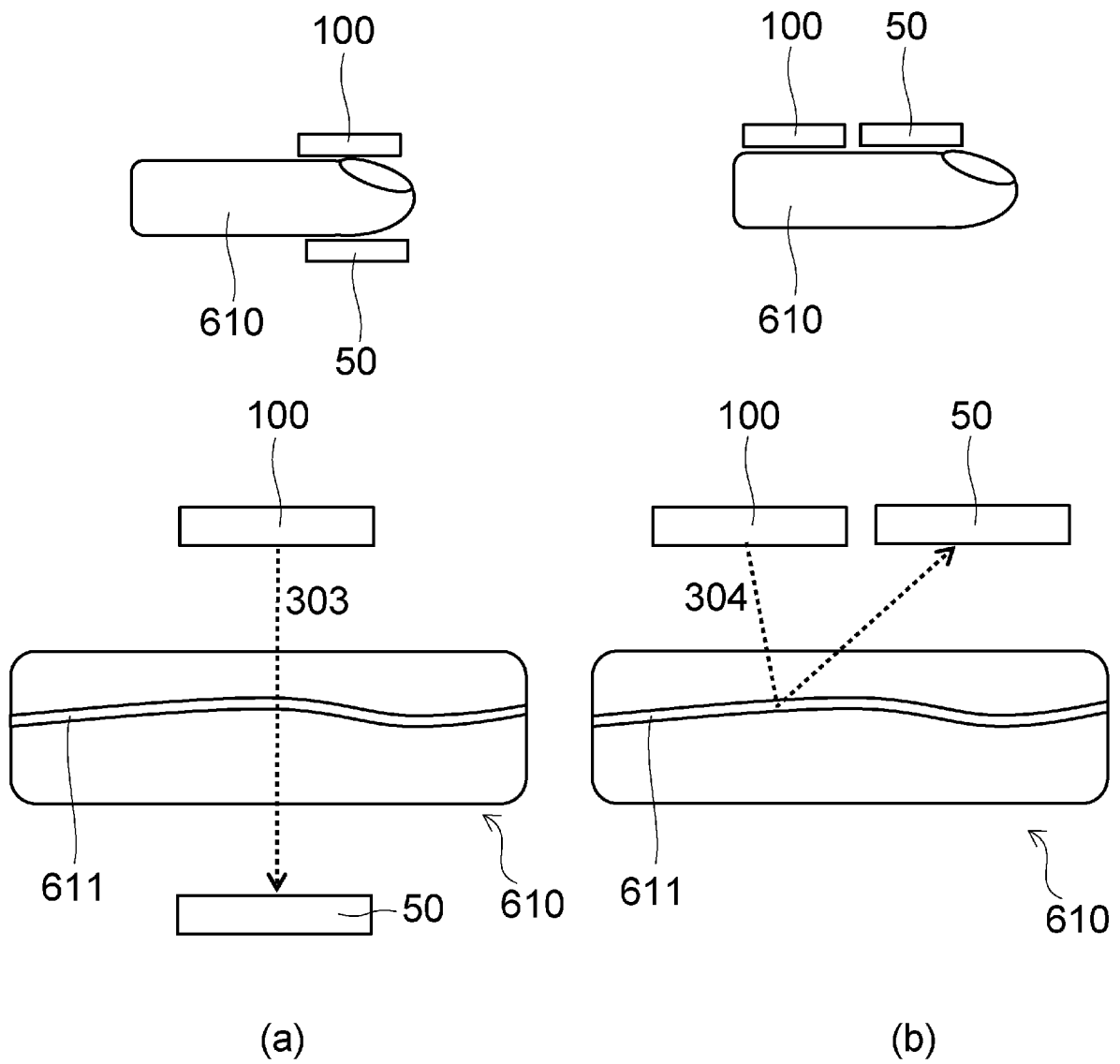
[図16]



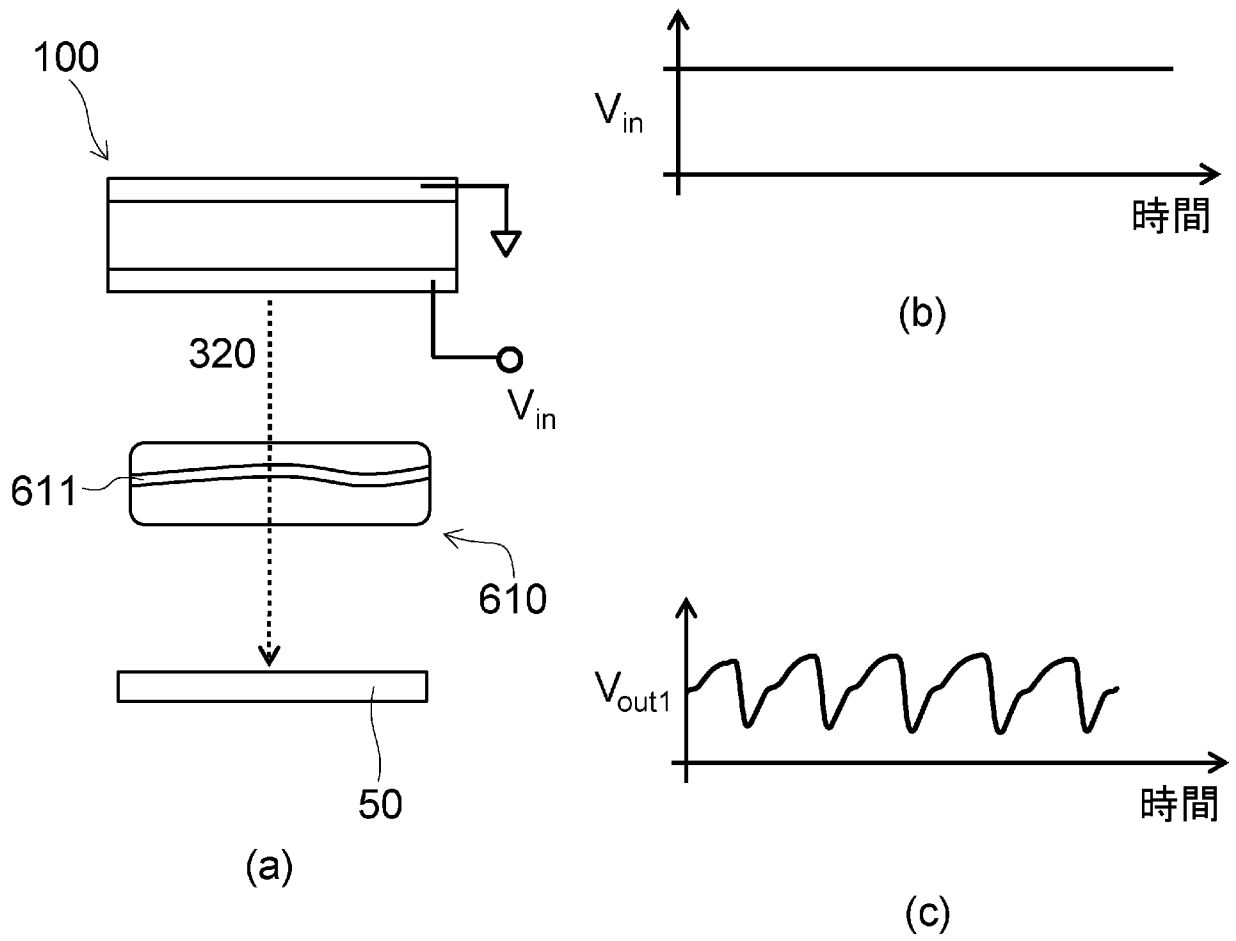
[図17]



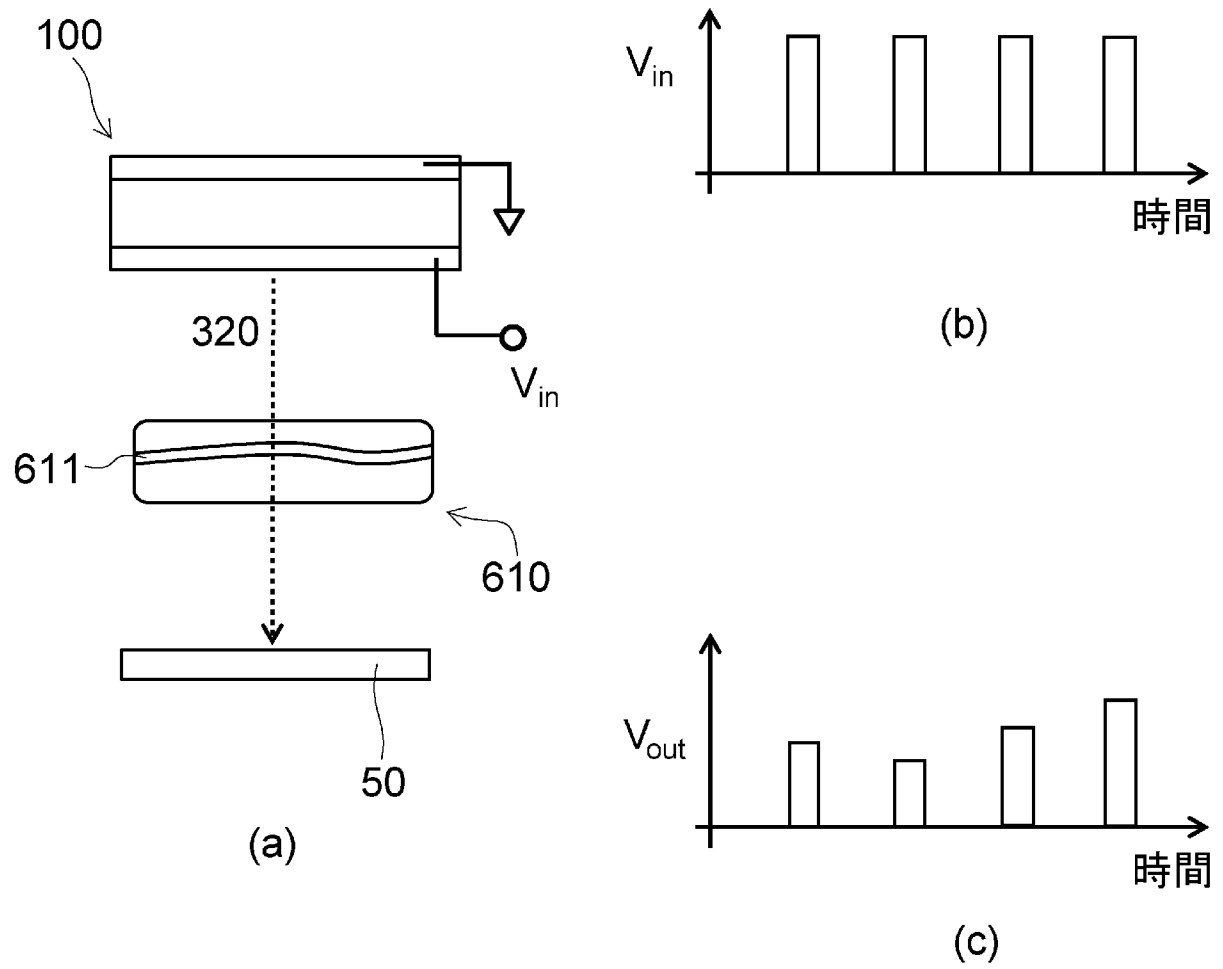
[図18]



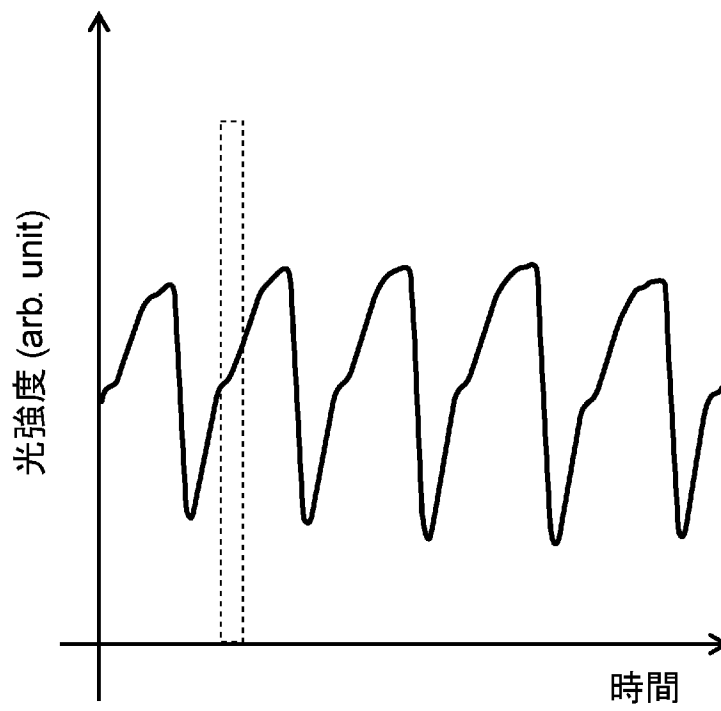
[図19]



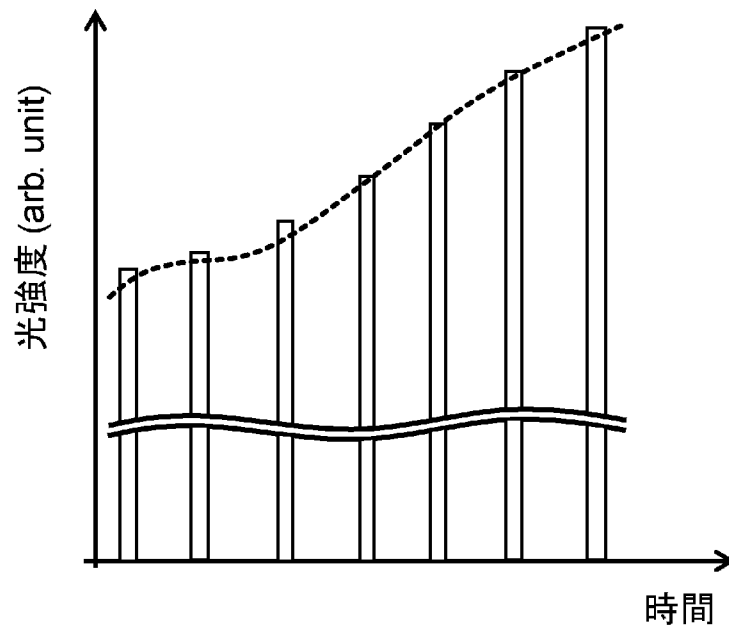
[図20]



[図21]

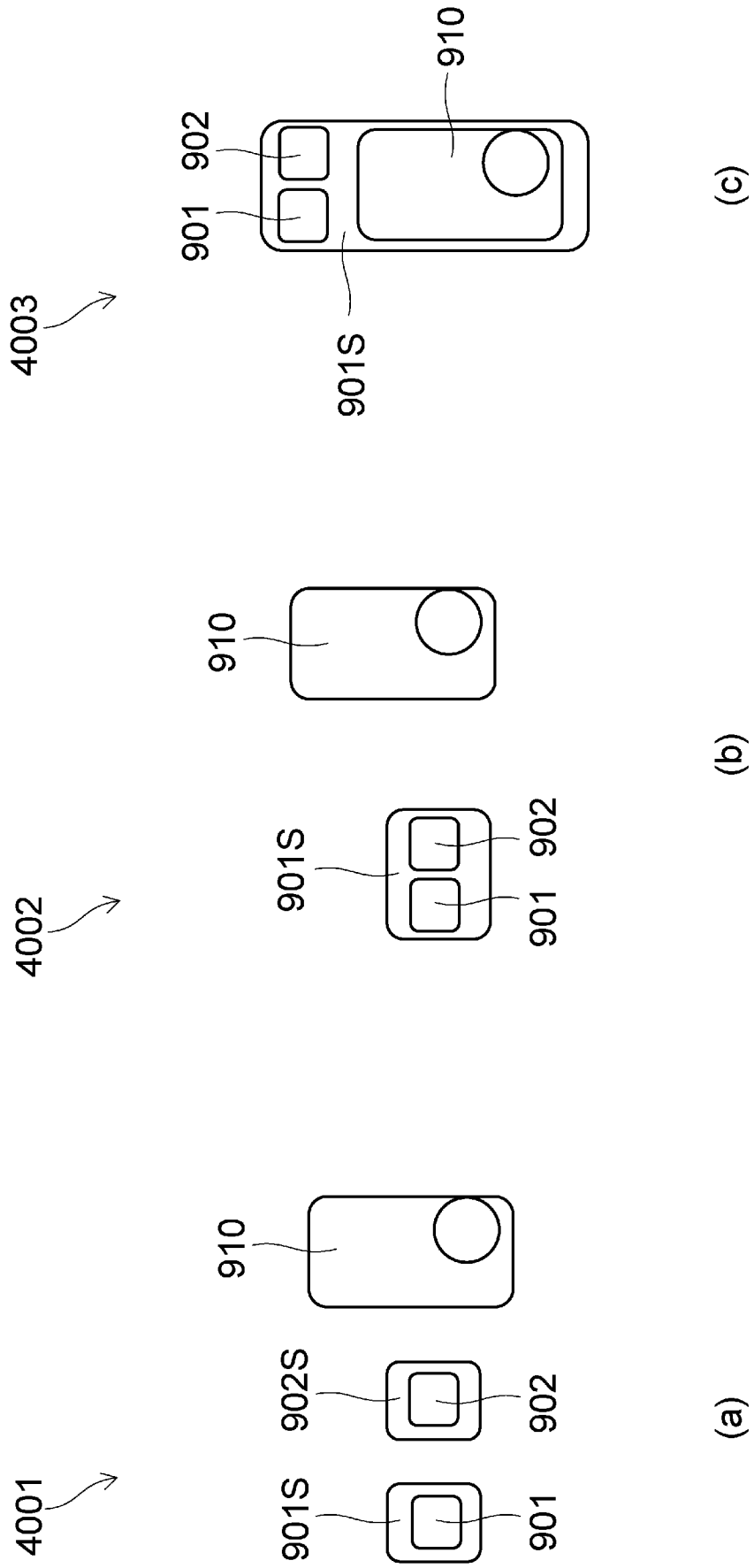


(a)

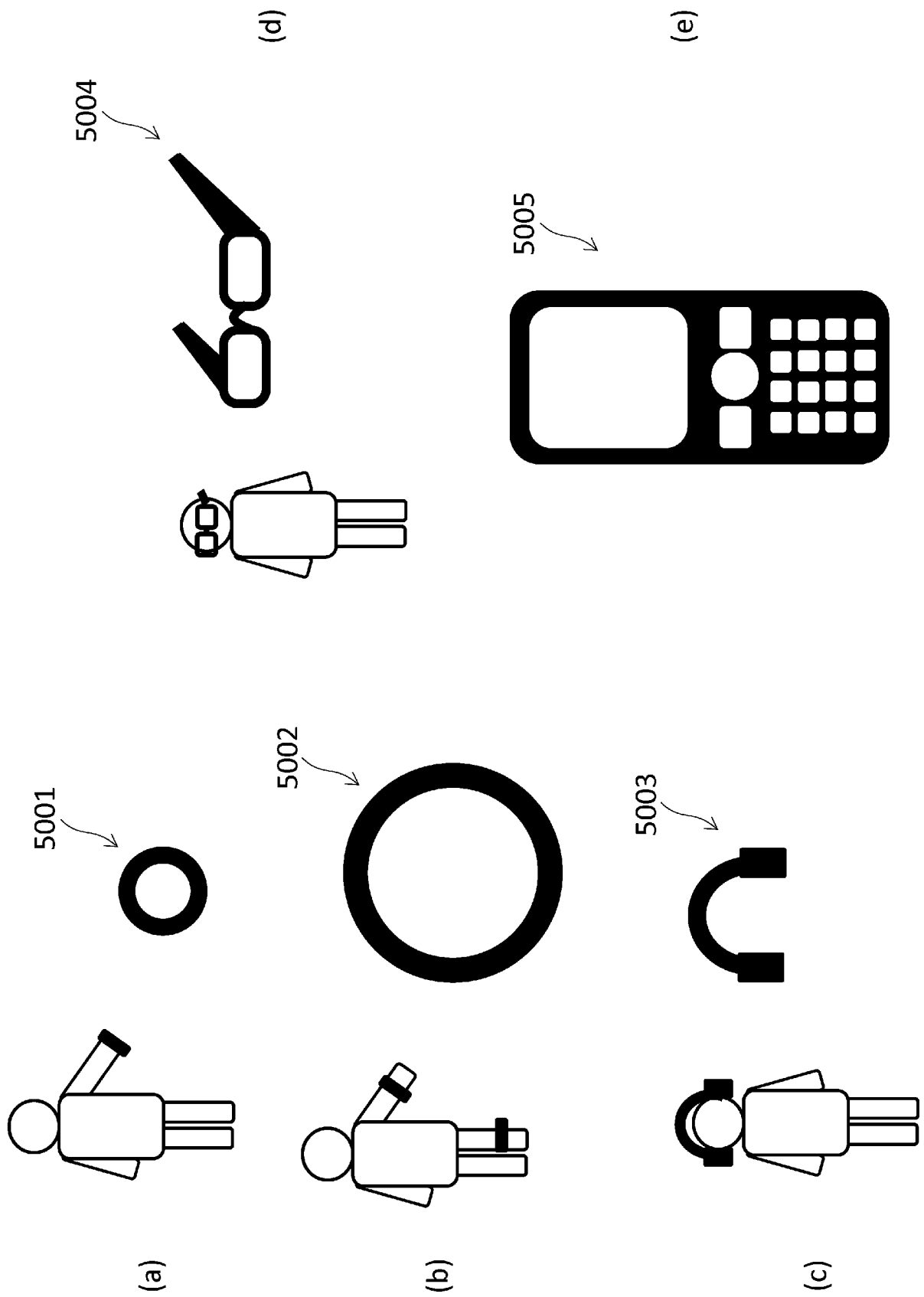


(b)

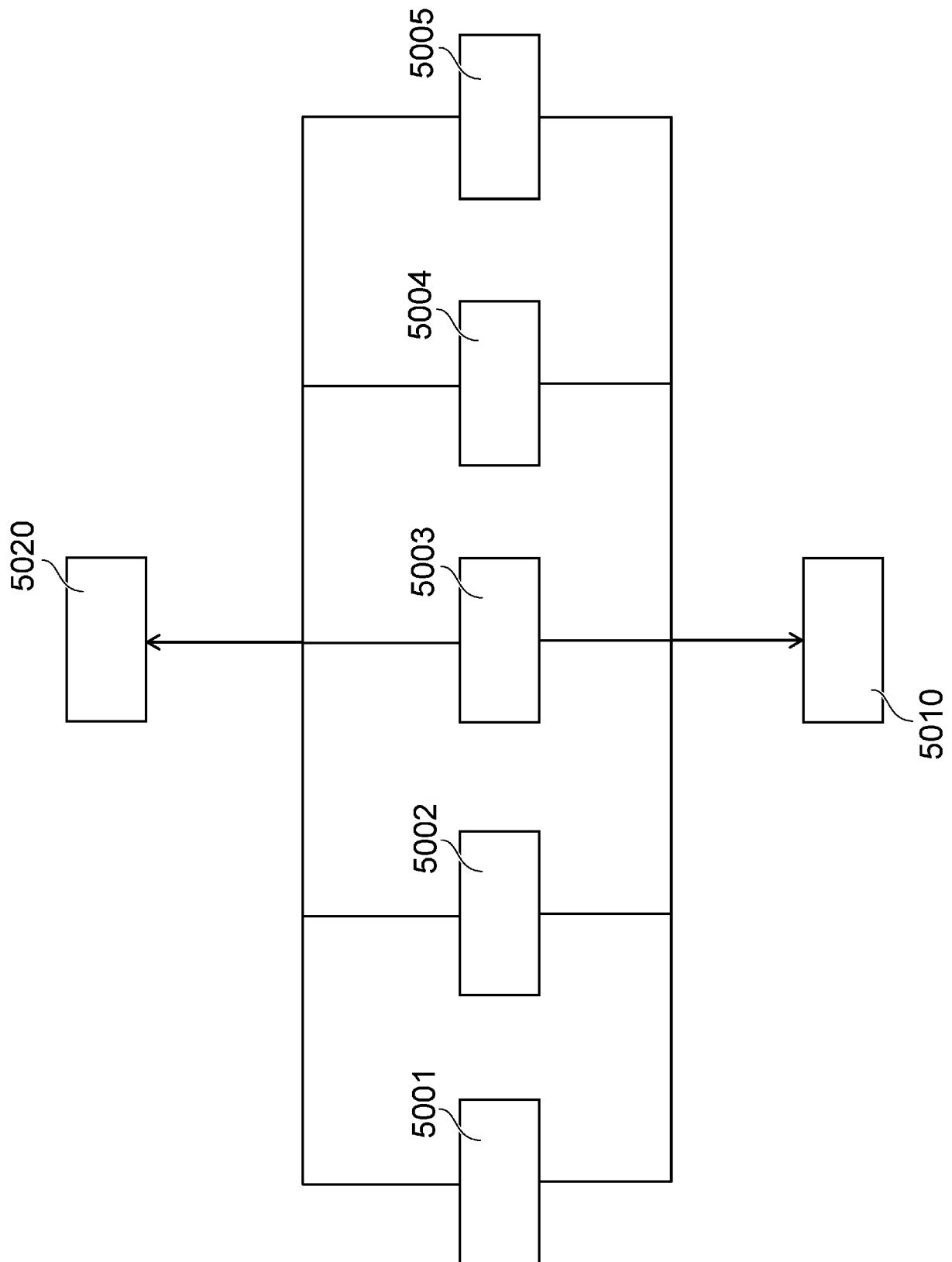
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/061695

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/22(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/28(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)

H05B33/22, H01L51/50, H05B33/28

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-319331 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 11 November 2004 (11.11.2004), claims; paragraphs [0014] to [0019], [0032] to [0038], [0097] to [0110], [0117], [0124] to [0127]; fig. 2 & US 2006/0049745 A1 & US 2009/0066219 A1 & US 2009/0066220 A1 & WO 2004/089042 A1 & EP 1603367 A1	1-9, 14-16 17-20
X Y	JP 2005-251489 A (Hitachi, Ltd., Hitachi Displays, Ltd.), 15 September 2005 (15.09.2005), claims; example 1; fig. 5; paragraphs [0018] to [0021], [0030] to [0031] (Family: none)	1-16 17-20

☒ 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
04 June 2015 (04.06.15)

Date of mailing of the international search report
16 June 2015 (16.06.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/061695

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-38859 A (Seiko Epson Corp.), 26 February 2015 (26.02.2015), claims; fig. 1 to 2, 5 to 6 (Family: none)	17-20
A	JP 2003-77649 A (Canon Inc.), 14 March 2003 (14.03.2003), claims; particularly, claim 7; fig. 8 to 12; paragraphs [0048] to [0055] & US 2002/0105267 A1	1-20
A	JP 2001-202827 A (Matsushita Electric Works, Ltd., Tetsuo TSUTSUI), 27 July 2001 (27.07.2001), claims; paragraphs [0001] to [0013] & JP 2007-180037 A & US 6762553 B1 & EP 1100129 A2 & KR 10-2001-0060297 A & KR 10-2003-0007358 A & CN 1296295 A	1-20
A	JP 2011-154809 A (Osaka Prefecture University, Yamada Chemical Co., Ltd., Osaka-Fu), 11 August 2011 (11.08.2011), paragraph [0007] (Family: none)	1-20
A	JP 2002-260845 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 September 2002 (13.09.2002), claims (Family: none)	1-20
A	JP 2013-229186 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 07 November 2013 (07.11.2013), claims (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05B33/22(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/28(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. H05B33/22, H01L51/50, H05B33/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2004-319331 A（三菱化学株式会社）2004.11.11, 請求の範囲、段落【0014】－【0019】、【0032】－【0038】、【0097】－【0110】、【0117】、【0124】－【0127】、	1－9、14－16
Y	図2 & US 2006/0049745 A1 & US 2009/0066219 A1 & US 2009/0066220 A1 & WO 2004/089042 A1 & EP 1603367 A1	17－20
X	JP 2005-251489 A（株式会社日立製作所、株式会社 日立ディスプレイズ）2005.09.15, 請求の範囲、実施例1、図5、段落【0018】－【0021】、【0030】－【0031】（ファミリーなし）	1－16
Y		17－20

☒ 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

「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 4 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号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）

20

4160

岩井 好子

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2015-38859 A (セイコーエプソン株式会社) 2015.02.26, 請求の範囲、図1-2、5-6 (ファミリーなし)	17-20
A	JP 2003-77649 A (キヤノン株式会社) 2003.03.14, 請求の範囲、特に請求項7、図8-12、段落【0048】-【0055】 & US 2002/0105267 A1	1-20
A	JP 2001-202827 A (松下電工株式会社、筒井 哲夫) 2001.07.27, 請求の範囲、段落【0001】-【0013】 & JP 2007-180037 A & US 6762553 B1 & EP 1100129 A2 & KR 10-2001-0060297 A & KR 10-2003-0007358 A & CN 1296295 A	1-20
A	JP 2011-154809 A (公立大学法人大阪府立大学、山田化学工業株式会社、大阪府) 2011.08.11, 段落【0007】 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2002-260845 A (松下電器産業株式会社) 2002.09.13, 請求の範囲 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2013-229186 A (旭硝子株式会社) 2013.11.07, 請求の範囲 (ファミリーなし)	1-20