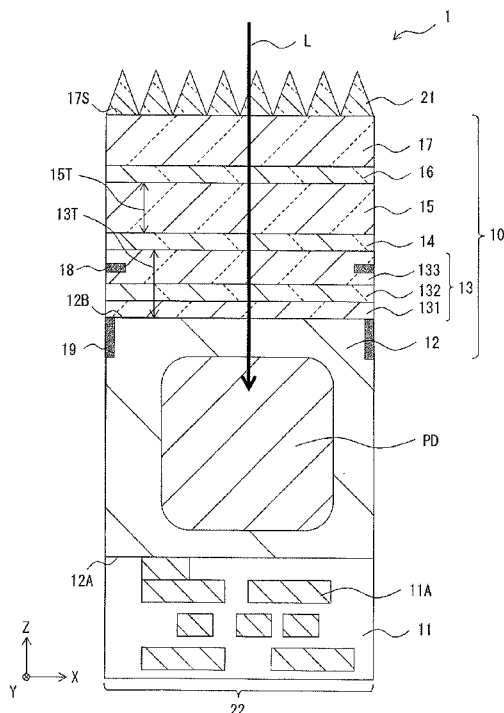




- (51) 国際特許分類:
G02B 5/28 (2006.01) *H04N 9/07* (2006.01)
H01L 27/146 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/019074
- (22) 国際出願日: 2019年5月14日(14.05.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-096234 2018年5月18日(18.05.2018) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 戸田 淳(TODA, Atsushi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人つばさ国際特許事務所 (TSUBASA PATENT PROFESSIONAL CORPORATION); 〒1600022 東京都新宿区新宿1丁目15番9号 さわだビル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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,

(54) Title: RESONATOR STRUCTURE, IMAGING ELEMENT AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 共振器構造体、撮像素子、および電子機器



(57) Abstract: The present invention provides a resonator structure which enables the achievement of a spectroscopic spectrum with high accuracy. This resonator structure comprises a multilayer structure which is obtained by sequentially stacking a semiconductor layer which has a first average refractive index, a first resonator which has a second average refractive index that is lower than the first average refractive index, a first reflective layer which has a third average refractive index that is higher than the second average refractive index, a second resonator, and a second reflective layer. The multilayer structure transmits light within a specific wavelength range.

(57) 要約: 高精度の分光スペクトルが得られる共振器構造体を提供する。この共振器構造体は、第1の平均屈折率を有する半導体層と、第1の平均屈折率よりも低い第2の平均屈折率を有する第1の共振器と、第2の平均屈折率よりも高い第3の平均屈折率を有する第1の反射層と、第2の共振器と、第2の反射層とが順に積層されて特定の波長の光を透過させる積層構造を含むものである。

ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： 共振器構造体、撮像素子、および電子機器

技術分野

[0001] 本開示は、共振器を有する共振器構造体、ならびにこれを備えた撮像素子および電子機器に関する。

背景技術

[0002] これまでに、厚さの異なるファブリペロ共振器構造を複数設けることにより複数の波長域の光を選択的に透過させることのできる多層干渉フィルタを有する固体撮像装置が提案されている（例えば特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００６－３５１８００号公報

発明の概要

[0004] このようなマルチ分光を行うことのできる撮像素子は、精度の高い分光スペクトルを獲得しつつ、量産性に優れた構造であることが好ましい。

[0005] したがって、簡素な構造でありながら、高精度の分光スペクトルが得られる共振器構造体、ならびにそれを備えた撮像素子および電子機器が望まれる。

[0006] 本開示の一実施形態としての共振器構造体は、第１の平均屈折率を有する半導体層と、第１の平均屈折率よりも低い第２の平均屈折率を有する第１の共振器と、第２の平均屈折率よりも高い第３の平均屈折率を有する第１の反射層と、第２の共振器と、第２の反射層とが順に積層されて特定の波長域の光を透過させる積層構造を含むものである。また、本開示の一実施形態としての撮像素子および電子機器は、上記共振器構造体を備えたものである。

[0007] 本開示の一実施形態としての共振器構造体、撮像素子および電子機器によれば、簡素な構造でありながら、高精度の分光スペクトルを得ることができる。

なお、本開示の効果はこれに限定されるものではなく、以下に記載のいずれの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の第1の実施の形態に係る撮像素子の全体構成例を表す断面模式図である。

[図2]図1に示した撮像素子の要部を拡大して表す断面模式図である。

[図3]図1に示した撮像素子の共振器フィルタによる分光の周期的な配置の一例を示す図である。

[図4A]図1に示した撮像素子の製造方法の一工程を表す断面図である。

[図4B]図4Aに続く一工程を表す断面図である。

[図5]図1に示した共振器構造体を透過する光の透過率における、第1の共振器の厚さ依存性の一例を表す特性図である。

[図6]図1に示した共振器構造体における分光特性の一例を表す特性図である。

[図7]本開示の第1の実施の形態の第1の変形例に係る撮像素子の全体構成例を表す断面模式図である。

[図8]図7に示した撮像素子の要部を拡大して表す断面模式図である。

[図9]図7に示した共振器構造体における分光特性を表す特性図である。

[図10]図7に示した共振器構造体における分光特性を表す他の特性図である。

[図11]本開示の第1の実施の形態の第2の変形例に係る撮像素子の全体構成例を表す断面模式図である。

[図12]図11に示した撮像素子の要部を表す平面模式図である。

[図13]本開示の第2の実施の形態に係るカメラモジュールの全体構成例を表す平面模式図である。

[図14]図13に示した撮像素子の要部を拡大して表す断面模式図である。

[図15]植物等の育成状態による反射率の分光特性を表す特性図である。

[図16]人肌の反射率の分光スペクトル特性を示す図である。

[図17]電子機器に搭載される撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図18]内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[図19]カメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

[図20]体内情報取得システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図21]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図22]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

[図23]本開示の第1の実施の形態の第3の変形例に係る撮像素子の全体構成例を表す断面模式図である。

[図24]本開示の第2の実施の形態の第1の変形例に係る撮像素子の全体構成例を表す断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1の実施の形態：共振器構造体を有する撮像素子の例
2. 第1の実施の形態の変形例：共振器構造体を有する撮像素子の変形例
3. 第2の実施の形態：複数の撮像素子を備えたカメラモジュールの例
4. 撮像装置の適用例
5. 内視鏡手術システムへの応用例
6. 体内情報取得システムへの応用例
7. 移動体への応用例
8. その他の変形例

[0010] <1. 第1の実施の形態：撮像素子の例>

[撮像素子1の構成]

図1は、本開示の第1の実施の形態としての撮像素子1の全体構成例を表した断面模式図である。図2は、撮像素子1を構成する複数の画素22のうちの任意の1つの画素22を拡大して表した断面模式図である。撮像素子1は、例えば可視光分光型のCOMSイメージセンサである。

[0011] 図1に示したように、撮像素子1は、光電変換部としてのフォトダイオードPDと、そのフォトダイオードPDに向けて特定の波長域の光を透過させる共振器構造体10とをそれぞれ有する複数の画素22（22-1～22-4）を備えている。図1では、4つの画素22-1～22-4を例示しているが、撮像素子1が有する画素22の数はこれに限定されるものではない。

[0012] フォトダイオードPDは、例えば半導体基板12に埋設されている。半導体基板12の表面12Aには、複数の画素22の各々の駆動に用いられるMOSFETなどを含む駆動回路を構成する配線11Aを含む配線層11が設けられている。半導体基板12は、共振器構造体10を構成する一構成要素であり、第1の平均屈折率N1を有する。半導体基板12は、例えばSi（シリコン）などの半導体材料からなる。第1の平均屈折率N1は、例えば4程度である。なお、本出願でいう「平均屈折率」とは、その対象とする物体、例えば半導体基板12が異なる屈折率を各々有する2種以上の構成要素からなる場合に、体積比で平均化した屈折率をいう。例えば、半導体基板12が、第1の屈折率n1を有する第1の材料と第2の屈折率n2を有する第2の材料との体積比がV1：V2の混合物である場合、平均屈折率Nは、

$$N = (V1 * n1 + V2 * n2) / (V1 + V2)$$

で求められる値である。対象とする物体が3種以上の異なる屈折率を各々有する構成要素からなる場合も同様である。また、対象とする物体が1種の構成要素のみからなる場合は、その構成要素の屈折率が平均屈折率Nとなる。

[0013] （共振器構造体10）

共振器構造体10は、半導体基板12と、その裏面12Bに設けられた積層構造とを有する。その積層構造は、半導体基板12の裏面12Bから順に、第1の共振器13と、第1の反射層14と、第2の共振器15と、第2の反射層16と、透明層17とが順に積層されたものである。ここで第1の共振器13は、第1の平均屈折率N1よりも低い第2の平均屈折率N2を有する。また、第1の反射層14は、第2の平均屈折率N2よりも高い第3の平均屈折率N3を有する。

[0014] 第1の共振器13は、複数の膜が積層された多層膜構造を含むものである。それら複数の膜は、珪素酸化物、珪素窒化物、タンタル酸化物およびアルミニウム酸化物のうちの少なくとも1種を含む材料からなる。具体的には、第1の共振器13は、例えば二酸化珪素 (SiO_2) からなる第1の膜131と、窒化珪素 (SiN) からなる第2の膜132と、二酸化珪素 (SiO_2) からなる第3の膜133とが裏面12B側から順に積層されたものである。第1の共振器13の厚さ13Tは、例えば400nm以下であることが望ましい。

[0015] 第1の反射層14と、第2の共振器15と、第2の反射層16とは、いわゆるファブリペロ共振器構造を形成している。このため、第1の反射層14と、第2の共振器15と、第2の反射層16とを透過する光Lの透過率に波長選択性が現れることとなる。第1の反射層14および第2の反射層16は、いずれも例えば多結晶シリコン (Si) からなり、反射膜として機能する。第1の反射層14の厚さおよび第2の反射層16の厚さは、いずれも50nm以下であるとよい。多結晶シリコン (Si) は短波長域での光吸収係数が大きく透過光の透過率が低下する。このため、第1の反射層14の厚さおよび第2の反射層16の厚さをいずれも50nm以下、例えば30nm程度に薄くすることにより、第1の反射層14および第2の反射層16での光吸収を最小限度に抑制できる。第2の共振器15は、例えば二酸化珪素 (SiO_2) からなる。この撮像素子1では、第1の反射層14と、第2の反射層16と、半導体基板12とを除き、他は単体シリコン以外の材料からなるとよい。この撮像素子1では、例えば図3に示した画素配列の模式図のように、互いに異なる厚さの第2の共振器15を含む複数の画素22が積層面内（積層方向であるZ軸方向と直交するXY面内）において周期配列されている。なお、図3では、それぞれ異なる厚さ15Tを有する第2の共振器15を含む画素22-1～22-16を周期配列した例を表している。図1では、画素22-1～22-16のうち、厚さ15T1～15T4をそれぞれ有する第2の共振器15を含む画素22-1～22-4を例示している。すなわち

、画素 22-1 ~ 22-16 を 1 周期分の画素群 22G として、積層面内において複数の画素群 22G を繰り返し配列するようにしている。ここで、第 1 の反射層 14 と第 2 の共振器 15 と第 2 の反射層 16 とが形成するファブリペロ共振器構造における光 L に対する波長選択性は、第 2 の共振器 15 の厚さ 15T に依存する。このため、第 2 の共振器 15 の厚さが異なる複数の画素 22 が図 3 のように周期配列されていることにより、撮像素子 1 ではマルチ分光が可能となっている。

[0016] 透明層 17 は、例えば二酸化珪素 (SiO_2) を主たる構成材料として有する透明体である。複数の画素 22 における透明層 17 の表面 17S は、互いに実質的に等しい高さ位置にある。

[0017] 隣り合う画素 22 同士の境界近傍には、遮光層 18, 19 がそれぞれ設けられているとよい。遮光層 18 は、例えば第 1 の共振器 13 のうちの第 3 の膜 133 に埋設されている。また、遮光層 18 は、例えば半導体基板 12 の裏面 12B 近傍に設けられている。隣り合う画素 22 同士の間での光漏れを防止し、混色を回避するためである。

[0018] 透明層 17 の表面 17S 上には、例えばモス・アイ (Moth Eye) 構造 21 が設けられている。透明層 17 の表面 17S における表面反射を抑制し、スペクトル振動を低減するためである。モス・アイ構造 21 は、波長 λ 以下のピッチ、特に $1/3 \times \lambda$ 以下のピッチで表面 17S 上に配列された、先が尖がった形状の突起物を複数有する構造である。モス・アイ構造 21 は、以下のように形成することができる。まず、例えば図 4A に示したように、透明層 17 の表面 17S を覆うように、例えばスピンコート法により、均質な厚さを有する透明な紫外線硬化樹脂層 21Z を塗布する。一方で、所定の凹凸パターン 23P が形成されたモールド 23 を用意しておく。モールド 23 は、例えば Si 基板などの紫外線を透過する基板に、例えば電子線リソグラフィにより形成したレジストパターンを用いてドライエッチングすることにより微細な凹凸パターン 23P を形成したものである。次に、図 4B に示したように、凹凸パターン 23P を紫外線硬化樹脂層 21Z に押し当てる。さら

に、その状態、すなわち、凹凸パターン 23 P を紫外線硬化樹脂層 21 Z に押し当てた状態を維持しつつ、所定時間に亘って所定の強度の紫外線 UV を紫外線硬化樹脂層 21 Z に照射し、紫外線硬化樹脂層 21 Z を硬化させる。紫外線硬化樹脂層 21 Z が硬化したのち、モールド 23 を除去することにより、モス・アイ構造 21 が得られる。

[0019] [撮像素子 1 の作用]

撮像素子 1 では、例えば第 1 の共振器 13 における共振器長、すなわち、第 1 の共振器 13 の Z 軸方向の寸法である厚さ 13 T (図 2 参照) を変えることにより、共振器構造体 10 を透過する透過光のピーク波長の形状を変えることができる。既に述べたように、第 1 の共振器 13 は、フォトダイオード PD を埋設する半導体基板 12 と、ファブリペロ共振器構造を形成する第 1 の反射層 14 との間に設けられている。第 1 の共振器 13 の第 2 の平均屈折率 N_2 は、半導体基板 12 における第 1 の平均屈折率 N_1 よりも低く、かつ、第 1 の反射層 14 における第 3 の平均屈折率 N_3 よりも低い。このため、第 1 の共振器 13 は干渉性を発現し、共振器構造体 10 における透過光に対する波長選択性が向上する。半導体基板 12 および第 1 の反射層 14 の構成材料としては Si (珪素) が好適である。Si (珪素) の平均屈折率は約 4 である。したがって、第 1 の共振器 13 の第 2 の平均屈折率 N_2 は、1 以上 4 以下であることが望ましい。第 1 の共振器 13 における十分な干渉効果を得られるからである。第 1 の共振器 13 の第 2 の平均屈折率 N_2 は特に 1 以上 2 以下であるとよい。第 1 の共振器 13 における干渉効果がよりいっそう向上するからである。

[0020] 図 5 は、共振器構造体 10 を透過する光の透過率 T における、第 1 の共振器 13 の厚さ 13 T 依存性の一例を表している。図 5 では、左上のグラフが厚さ 13 T = 1100 nm の場合を表し、右上のグラフが厚さ 13 T = 1100 nm の場合を表し、左下のグラフが厚さ 13 T = 400 nm の場合を表し、右下のグラフが厚さ 13 T = 200 nm の場合を表している。なお、図 5 は、表面 17 S から共振器構造体 10 へ入射した光 L が共振器構造体 10

を透過する際の分光スペクトルを有効フレネル係数法によりシミュレーションした結果を表している。また、図5は、いずれの場合も、半導体基板12はSi（珪素）からなり、第1の膜131はSiO₂からなり、第2の膜132はSiO₂からなり、第3の膜133はSiO₂からなり、第1の反射層14は厚さ31nmの多結晶シリコン（Si）からなり、第2の共振器15は厚さ147nmのSiO₂からなり、第2の反射層16は厚さ31nmの多結晶シリコン（Si）からなり、透明層17は厚さ100nmのSiO₂からなる場合に相当する。図5に示したように、第1の共振器13の厚さ13Tが400nm以下であれば、透過する光Lの透過率分布において400nm～500nmの波長域に現れる単峰性ピークが得られ、マルチ分光を行う上で好適な波長選択性が得られることがわかる。

[0021] 撮像素子1では、例えば第2の共振器15における共振器長、すなわち、第2の共振器15のZ軸方向の寸法である厚さ15T（図2参照）を変えることにより、共振器構造体10を透過する可視光のピーク波長の位置を変えることができる。具体的には、撮像素子1では、例えば厚さ15Tを147nmから215nmの範囲において変化させることにより、青色光、緑色光および赤色光への分光が可能である。

[0022] 図6は、共振器構造体10を透過する光Lの透過率Tにおける、第2の共振器15の厚さ15T依存性の一例を表している。図6では、曲線R61が厚さ15T=147nmの場合を表し、曲線R62が厚さ15T=180nmの場合を表し、曲線R63が厚さ15T=215nmの場合を表している。なお、図6は、半導体基板12はSi（珪素）からなり、第1の膜131は厚さ10nmのSiO₂からなり、第2の膜132は厚さ56nmのSiO₂からなり、第3の膜133は厚さ20nmのSiO₂からなり、第1の反射層14は厚さ31nmの多結晶シリコン（Si）からなり、第2の共振器15はSiO₂からなり、第2の反射層16は厚さ31nmの多結晶シリコン（Si）からなり、透明層17は厚さ100nmのSiO₂からなる場合に対応する。図6に示したように、第2の共振器15の厚さ15Tを変化させること

により、例えば青、緑および赤の3色についての分光が可能である。また、各ピークの半値幅も50nm以下の狭い幅に抑えることができる。したがって、撮像素子1では、図3に示したように、異なる厚さ15Tを有する第2の共振器15を含む画素22-1～22-15を周期配列することにより、マルチ分光が可能となっている。

[0023] [撮像素子1の効果]

このように、撮像素子1の共振器構造体10は、半導体基板12と、第1の共振器13と、第1の反射層14と、第2の共振器15と、第2の反射層16とが順に積層されて特定の波長域の光Lを透過させるものである。第1の共振器13は、半導体基板12における第1の平均屈折率N1および第1の反射層14における第3の平均屈折率N3の双方よりも低い第2の平均屈折率N2を有する。このため、共振器構造体10および撮像素子1は、比較的層数の少ない簡素な構成でありながら、高精度の分光スペクトルが得られる。

[0024] 撮像素子1では、共振器構造体10のうち、例えば、第1の共振器13から見て半導体基板12と反対側に設けられた第2の共振器15の厚さ15Tに依存して、透過する光Lの強度のピーク波長が変化する。撮像素子1では、この性質を利用して、異なる厚さ15Tを有する複数の共振器構造体10を含む画素22を周期配列するようにしたので、マルチ分光を行うことができる。

[0025] 特に、共振器構造体10では、第1の共振器13の厚さ13Tが400nm以下とすることにより、透過する光Lの透過率分布において400nm～500nmの波長域に現れる単峰性ピークが得られ、マルチ分光を行う上で好適な波長選択性が得られる。

[0026] また、共振器構造体10では、第1の反射層14の厚さおよび第2の反射層16の厚さをそれぞれ50nm以下とすることにより、第1の反射層14および第2の反射層16での光吸収を最小限度に抑制できる。

[0027] <2. 第1の実施の形態の変形例：撮像素子の変形例>

(2. 1 第1の変形例)

[撮像素子1Aの構成]

図7は、本開示の第1の実施の形態の第1の変形例としての撮像素子1Aの全体構成例を表した断面模式図である。図8は、撮像素子1Aを構成する複数の画素22のうちの任意の1つの画素22を拡大して表した断面模式図である。撮像素子1Aは、例えば赤外光分光型のCOMSイメージセンサである。

[0028] 上記第1の実施の形態における撮像素子1では、3層構造の第1の共振器13を例示して説明した。これに対し、本変形例としての撮像素子1Aは、4層構造の第1の共振器13Aを含む共振器構造体10Aを有するものである。具体的には、共振器構造体10Aにおける第1の共振器13Aは、第1の膜131と、第2の膜132と、第3の膜133と、第4の膜134とが裏面12B側から順に積層されたものである。第1の膜131および第4の膜134は、いずれも、例えば二酸化珪素(SiO_2)からなる。第2の膜132は、例えば酸化アルミニウム(AlO)からなる。第3の膜133は、例えば酸化タンタル(TaO)からなる。第1の共振器13Aの厚さ13ATは、例えば400nm以下であることが望ましい。第1の共振器13Aは、半導体基板12における第1の平均屈折率 N_1 および第1の反射層14における第3の平均屈折率 N_3 の双方よりも低い第2の平均屈折率 N_2 を有する。

[0029] また、撮像素子1Aは、透明層17の表面17S上に、モス・アイ構造21の代わりに可視光カットフィルタ24を有している。

[0030] これらの点を除き、変形例1としての撮像素子1Aは、撮像素子1と実質的に同じ構成を有する。

[0031] [撮像素子1Aの作用]

撮像素子1Aにおける共振器構造体10Aは、例えば全体の厚さが $1\mu\text{m}$ 以下であり、混色が十分に抑制されるものである。さらに、第2の共振器15の厚さ15Tを例えば250nmから350nmの範囲において変化させ

ることにより、赤外光の分光を行うことができる。

[0032] 図9は、共振器構造体10Aを透過する光Lの透過率Tにおける、第2の共振器15の厚さ15T依存性の一例を表す特性図である。図9では、曲線R91が厚さ15T=250nmの場合を表し、曲線R92が厚さ15T=275nmの場合を表し、曲線R93が厚さ15T=300nmの場合を表し、曲線R94が厚さ15T=325nmの場合を表し、曲線R95が厚さ15T=350nmの場合を表している。なお、図9は、半導体基板12はSi（珪素）からなり、第1の膜131は厚さ1nmのSiO₂からなり、第2の膜132は厚さ7nmのAlOからなり、第3の膜133は厚さ54nmのTaOからなり、第4の膜134は厚さ20nmのSiO₂からなり、第1の反射層14は厚さ31nmの多結晶シリコン（Si）からなり、第2の共振器15はSiO₂からなり、第2の反射層16は厚さ31nmの多結晶シリコン（Si）からなり、透明層17は厚さ110nmのSiO₂からなる場合に対応する。

[0033] また、撮像素子1Aにおける共振器構造体10Aでは、高次モードのファブリペロ構造として、第2の共振器15の厚さ15Tを例えば500nmから625nmの範囲において変化させることにより、各ピークの半値幅の狭い分光スペクトルを得ることができる。

[0034] 図10は、共振器構造体10Aを透過する光Lの透過率Tにおける、第2の共振器15の厚さ15T依存性の一例を表す他の特性図である。図10では、曲線R101が厚さ15T=500nmの場合を表し、曲線R102が厚さ15T=525nmの場合を表し、曲線R103が厚さ15T=550nmの場合を表し、曲線R104が厚さ15T=575nmの場合を表し、曲線R105が厚さ15T=600nmの場合を表し、曲線R106が厚さ15T=625nmの場合を表し、曲線R107が厚さ15T=650nmの場合を表し、曲線R108が厚さ15T=675nmの場合を表している。なお、図10は、半導体基板12はSi（珪素）からなり、第1の膜131は厚さ1nmのSiO₂からなり、第2の膜132は厚さ7nmのAlOか

らなり、第3の膜133は厚さ54 nmのTaOからなり、第4の膜134は厚さ20 nmのSiO₂からなり、第1の反射層14は厚さ31 nmの多結晶シリコン(Si)からなり、第2の共振器15はSiO₂からなり、第2の反射層16は厚さ31 nmの多結晶シリコン(Si)からなり、透明層17は厚さ110 nmのSiO₂からなる場合に対応する。

[0035] [撮像素子1Aの効果]

図9および図10に示したように、第2の共振器15の厚さ15Tを変化させることにより、赤外領域において例えば5つの異なるピーク波長を有する光に分光が可能である。なお、共振器構造体10Aにおける分光スペクトルには可視光のピークも含まれる。このため、共振器構造体10Aに入射する光Lのうちの可視光領域R24の成分を可視光カットフィルタ24により除去することで、撮像素子1Aでは赤外領域のみの分光スペクトルを得ることができる。

[0036] また、第1の共振器13Aは、半導体基板12における第1の平均屈折率N1および第1の反射層14における第3の平均屈折率N3の双方よりも低い第2の平均屈折率N2を有する。このため、共振器構造体10Aおよび撮像素子1Aは、簡素な構造でありながら、高精度の分光スペクトルが得られる。

[0037] (2. 2 第2の変形例)

[撮像素子1Bの構成]

図11は、本開示の第1の実施の形態の第2の変形例としての撮像素子1Bの全体構成例を表した断面模式図である。図12は、撮像素子1Bを構成する共振器構造体10Bのうちの、第2の共振器15の構成例を模式的に表す平面図である。

[0038] 上記第1の実施の形態における撮像素子1では、第2の共振器15の厚さ15Tが異なる複数の画素を周期配列することにより、各画素22を透過する光Lの強度のピーク波長を変化させ、マルチ分光を行うようにした。これに対し、本変形例としての撮像素子1Bでは、複数の画素22における共振

器長、すなわち第2の共振器15の厚さ15Tを一定にしつつ、各画素22の第2の共振器15において、画素22ごとに異なる微細構造体を形成するようにした。具体的には、第2の共振器15が、第1の屈折率を有する第1の部分151と、積層面内（XY面内）において第1の部分151に分散配置されると共に第2の屈折率を有する、微細構造体としての第2の部分152とを含むようにした。これにより第2の共振器15は、積層面内において屈折率分布を有するようにした。なお、ここでいう屈折率分布を有する、とは、第2の共振器15が画素22ごとに異なる実効屈折率を有する、という意味である。ここで、第1の部分151は、例えば Si_3N_4 からなり、第2の部分152は、例えば SiO_2 からなる。図12では、第2の共振器15における第1の部分151と第2の部分152との存在比率が互いに異なる16種類の画素22-1～22-16がマトリクス状に周期配列された状態を例示している。

[0039] [撮像素子1Bの作用効果]

第1の実施の形態の第2の変形例としての撮像素子1Bにおいても、16種類の異なるピーク波長を有する分光スペクトルを得ることができる。

[0040] <3. 第2の実施の形態：カメラモジュールの例>

[カメラモジュール2の構成]

図13は、本開示の第2の実施の形態としてのカメラモジュール2の全体構成例を表した平面模式図である。図14は、カメラモジュール2を構成する複数の撮像素子1C（1C1～1C9）のうちの任意の1つを拡大して表した断面模式図である。撮像素子1Cは、例えば可視光分光型のCOMSイメージセンサである。

[0041] このカメラモジュール2では、XY面内において例えば3行3列で配列された9つの撮像素子1C1～1C9を備えている。撮像素子1C1～1C9は、いずれも、モス・アイ構造21の代わりに透明層17の表面17S上に設けられた結像レンズ25をそれぞれ有している。ここでは、撮像素子1C1～1C9の各々における複数の画素22に対し、1つの結像レンズ25が

共通に設けられている。結像レンズ25は、共振器構造体10Cへ向かう光L(L1~L9)に屈折力を与えるものである。なお、撮像素子1C1~1C9における各結像レンズ25の形状や屈折力はいずれも同一であってもよいし互いに異なってもよい。この点を除き、撮像素子1C(1C1~1C9)は、上記第1の実施の形態における撮像素子1と実質的に同じ構成を有する。

[0042] 撮像素子1C1~1C9における共振器構造体10Cは、ピーク波長の異なる光L、すなわち、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_9$ を有する光L1~L9をそれぞれ選択的に透過させるものである。したがって撮像素子1C1~1C9は、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_9$ を有する光L1~L9をそれぞれ選択的に取得するものである。

[0043] [カメラモジュール2の作用効果]

このように、カメラモジュール2は、それぞれ取得する波長の異なる複数の撮像素子1C1~1C9を備えるものである。各撮像素子1C1~1C9は、上記第1の実施の形態で説明したように、比較的層数の少ない簡素な構成を有するので、カメラモジュール2全体としても簡素化、薄型化を図ることができる。よって、カメラモジュール2は、簡易な製造プロセスにより製造でき、量産化に資する。また、共振器構造体10Cにおいて高精度の分光スペクトルが得られるので、カメラモジュール2における撮像性能も向上する。

[0044] <4. 撮像装置の適用例>

続いて図15および図16を参照して、撮像素子1が適用可能なアプリケーションについて説明する。

[0045] [4.1 農作物等の育成状態観測への適用例]

撮像素子1は、農作物や植物（以下、植物等という。）の育成などの正規化差植生指数（NDVI：Normalized Difference Vegetation Index）を測定するためのマルチ分光またはハイパースペクトル分光を行う分光装置に用いることができる。図15は、植物等の育成状態による反射率の分光特性を示すものである。

[0046] 図15に示したように、波長600nm～800nmの範囲において、植物等は、その育成状態によって異なる反射率分布を有している。すなわち、植物等が健康であるか、弱った状態であるか、枯れた状態であるかによって異なる反射率分布を示している。この反射率分布は主として植物等の葉における反射光によるものである。図15の反射率分布の結果から、少なくとも波長600nm～800nmを含む波長域において、植物等からの2以上の光についての分光特性を取得することにより、植物等の育成状態（植生状態）を感知することができる。

[0047] 例えば、波長600nm～700nmの範囲の波長域を検出可能な撮像素子1と、波長700nm～800nmの範囲の波長域を検出可能な他の撮像素子1との2つを用いて、2つの信号値の関係から植生状態を感知することができる。または、波長400nm～600nmの範囲の波長域を検出可能な撮像素子1と、波長800nm～1000nmの範囲の波長域を検出可能な他の撮像素子1との2つを用いて、2つの信号値の関係から植生状態を感知することができる。さらに、検出精度の向上を図るために、3つ以上の撮像素子1を用いて、3つ以上の複数の波長域を検出して、それらの信号値の関係から植生状態を感知してもよい。

[0048] このような波長域を検出可能な撮像素子1を、例えば、小型無人航空機（いわゆるドローン）に搭載して、上空から農作物の育成状態を観測して、作物の育成を管理し、制御することができる。

[0049] [4.2 生体認証への適用例]

撮像素子1は、例えば、生体認証において人肌の反射率を測定するために、光の3原色以上の多帯域で複数の分光が行われるマルチ分光またはハイパースペクトル分光を行う分光装置に用いることができる。図16は、人肌の反射率の分光スペクトル特性を示すものである。

[0050] 図16に示したように、特に波長450nm～650nmの範囲において反射率が大きく変化することが判る。これらの変化から、被写体為人肌かどうかの認証が可能となる。

[0051] 例えば、3つの撮像素子1を用いて、波長450nm、波長550nm、および波長650nmの3分光を検知することにより、被写体が人肌かどうかの認証を可能とすることができる。例えば、被写体が人肌でない別の材料の場合、反射率の分光特性が変わるため、人肌と区別することができる。

[0052] したがって、このような波長域を検出可能な撮像素子1を、例えば、生体認証装置に搭載することで、顔や指紋、虹彩などの偽造防止に応用することができ、より精度の高い生体認証を可能とすることができる。

[0053] [4.3 電子機器への適用例]

上述したような撮像素子1は、例えば、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどの撮像システム、撮像機能を備えた携帯電話機、または、撮像機能を備えた他の機器といった各種の電子機器に適用することができる。

[0054] 図17は、電子機器に搭載される撮像装置101の構成例を示すブロック図である。図17に示したように、撮像装置101は、光学系102、撮像素子103、信号処理回路104、モニタ105、およびメモリ106を備えて構成され、静止画像および動画像を撮像可能である。

[0055] 光学系102は、1枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体からの像光（入射光）を撮像素子103に導き、撮像素子103の受光面（センサ部）に結像させる。

[0056] 撮像素子103としては、上述した撮像素子1が適用される。撮像素子103には、光学系102を介して受光面に結像される像に応じて、一定期間、電子が蓄積される。そして、撮像素子103に蓄積された電子に応じた信号が信号処理回路104に供給される。

[0057] 信号処理回路104は、撮像素子103から出力された画素信号に対して各種の信号処理を施す。信号処理回路104が信号処理を施すことにより得られた画像（画像データ）は、モニタ105に供給されて表示されたり、メモリ106に供給されて記憶（記録）されたりする。

[0058] このように構成されている撮像装置 101 では、上述した撮像素子 1 を適用することで、簡素な構成でありながら、より高精度の分光スペクトルが得られる。したがって、より高画質な画像を撮像することができる。

[0059] <5. 内視鏡手術システムへの応用例>

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

[0060] 図 18 は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[0061] 図 18 では、術者（医師）11131 が、内視鏡手術システム 11000 を用いて、患者ベッド 11133 上の患者 11132 に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム 11000 は、内視鏡 11100 と、気腹チューブ 11111 やエネルギー処置具 11112 等の、その他の術具 11110 と、内視鏡 11100 を支持する支持アーム装置 11120 と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート 11200 と、から構成される。

[0062] 内視鏡 11100 は、先端から所定の長さの領域が患者 11132 の体腔内に挿入される鏡筒 11101 と、鏡筒 11101 の基端に接続されるカメラヘッド 11102 と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒 11101 を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡 11100 を図示しているが、内視鏡 11100 は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0063] 鏡筒 11101 の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡 11100 には光源装置 11203 が接続されており、当該光源装置 11203 によって生成された光が、鏡筒 11101 の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者 11132 の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡 11100 は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

- [0064] カメラヘッド 1 1 1 0 2 の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU: Camera Control Unit） 1 1 2 0 1 に送信される。
- [0065] CCU 1 1 2 0 1 は、CPU（Central Processing Unit）やGPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡 1 1 1 0 0 及び表示装置 1 1 2 0 2 の動作を統括的に制御する。さらに、CCU 1 1 2 0 1 は、カメラヘッド 1 1 1 0 2 から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。
- [0066] 表示装置 1 1 2 0 2 は、CCU 1 1 2 0 1 からの制御により、当該CCU 1 1 2 0 1 によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。
- [0067] 光源装置 1 1 2 0 3 は、例えばLED（light emitting diode）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡 1 1 1 0 0 に供給する。
- [0068] 入力装置 1 1 2 0 4 は、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置 1 1 2 0 4 を介して、内視鏡手術システム 1 1 0 0 0 に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、内視鏡 1 1 1 0 0 による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示等を入力する。
- [0069] 処置具制御装置 1 1 2 0 5 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 1 1 1 1 2 の駆動を制御する。気腹装置 1 1 2 0 6 は、内視鏡 1 1 1 0 0 による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者 1 1 1 3 2 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 1 1 1 1 1 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 1 1 2 0 7 は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ 1 1 2 0 8 は、手術に関する各種の情

報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0070] なお、内視鏡 1 1 1 0 0 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 1 1 2 0 3 は、例えば L E D、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。R G Bレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 1 1 2 0 3 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、R G Bレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 1 1 1 0 2 の撮像素子の駆動を制御することにより、R G Bそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0071] また、光源装置 1 1 2 0 3 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 1 1 1 0 2 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0072] また、光源装置 1 1 2 0 3 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Band Imaging）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察すること（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得ること等を行うことができる。光源装置 1 1 2 0 3 は、このような

特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0073] 図19は、図18に示すカメラヘッド11102及びCCU11201の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0074] カメラヘッド11102は、レンズユニット11401と、撮像部11402と、駆動部11403と、通信部11404と、カメラヘッド制御部11405と、を有する。CCU11201は、通信部11411と、画像処理部11412と、制御部11413と、を有する。カメラヘッド11102とCCU11201とは、伝送ケーブル11400によって互いに通信可能に接続されている。

[0075] レンズユニット11401は、鏡筒11101との接続部に設けられる光学系である。鏡筒11101の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド11102まで導光され、当該レンズユニット11401に入射する。レンズユニット11401は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。

[0076] 撮像部11402を構成する撮像素子は、1つ（いわゆる単板式）であってもよいし、複数（いわゆる多板式）であってもよい。撮像部11402が多板式で構成される場合には、例えば各撮像素子によってRGBそれぞれに対応する画像信号が生成され、それらが合成されることによりカラー画像が得られてもよい。あるいは、撮像部11402は、3D（dimensional）表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための1対の撮像素子を有するように構成されてもよい。3D表示が行われることにより、術者11131は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部11402が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット11401も複数系統設けられ得る。

[0077] また、撮像部11402は、必ずしもカメラヘッド11102に設けられなくてもよい。例えば、撮像部11402は、鏡筒11101の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

- [0078] 駆動部 11403 は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部 11405 からの制御により、レンズユニット 11401 のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部 11402 による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。
- [0079] 通信部 11404 は、CCU 11201 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 11404 は、撮像部 11402 から得た画像信号を RAW データとして伝送ケーブル 11400 を介して CCU 11201 に送信する。
- [0080] また、通信部 11404 は、CCU 11201 から、カメラヘッド 11102 の駆動を制御するための制御信号を受信し、カメラヘッド制御部 11405 に供給する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。
- [0081] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、ユーザによって適宜指定されてもよいし、取得された画像信号に基づいて CCU 11201 の制御部 11413 によって自動的に設定されてもよい。後者の場合には、いわゆる AE (Auto Exposure) 機能、AF (Auto Focus) 機能及び AWB (Auto White Balance) 機能が内視鏡 11100 に搭載されていることになる。
- [0082] カメラヘッド制御部 11405 は、通信部 11404 を介して受信した CCU 11201 からの制御信号に基づいて、カメラヘッド 11102 の駆動を制御する。
- [0083] 通信部 11411 は、カメラヘッド 11102 との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 11411 は、カメラヘッド 11102 から、伝送ケーブル 11400 を介して送信される画像信号を受信する。

- [0084] また、通信部 11411 は、カメラヘッド 11102 に対して、カメラヘッド 11102 の駆動を制御するための制御信号を送信する。画像信号や制御信号は、電気通信や光通信等によって送信することができる。
- [0085] 画像処理部 11412 は、カメラヘッド 11102 から送信された RAW データである画像信号に対して各種の画像処理を施す。
- [0086] 制御部 11413 は、内視鏡 11100 による術部等の撮像、及び、術部等の撮像により得られる撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部 11413 は、カメラヘッド 11102 の駆動を制御するための制御信号を生成する。
- [0087] また、制御部 11413 は、画像処理部 11412 によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部等が映った撮像画像を表示装置 11202 に表示させる。この際、制御部 11413 は、各種の画像認識技術を用いて撮像画像内における各種の物体を認識してもよい。例えば、制御部 11413 は、撮像画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具 11112 の使用時のミスト等を認識することができる。制御部 11413 は、表示装置 11202 に撮像画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させてもよい。手術支援情報が重畳表示され、術者 11131 に提示されることにより、術者 11131 の負担を軽減することや、術者 11131 が確実に手術を進めることが可能になる。
- [0088] カメラヘッド 11102 及び CCU 11201 を接続する伝送ケーブル 11400 は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。
- [0089] ここで、図示する例では、伝送ケーブル 11400 を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド 11102 と CCU 11201 との間の通信は無線で行われてもよい。
- [0090] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、カメラヘッド

１１１０２（の撮像部１１４０２）、ＣＣＵ１１２０１（の画像処理部１１４１２）等）に適用され得る。具体的には、例えば、撮像素子１は、撮像部１０４０２に適用することができる。撮像部１０４０２に本開示に係る技術を適用することにより、より鮮明な術部画像を得ることができるため、術者が術部を確実に確認することが可能になる。

[0091] なお、ここでは、一例として内視鏡手術システムについて説明したが、本開示に係る技術は、その他、例えば、顕微鏡手術システム等に適用されてもよい。

[0092] ＜６．体内情報取得システムへの応用例＞

図２０は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る、カプセル型内視鏡を用いた患者の体内情報取得システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[0093] 体内情報取得システム１０００１は、カプセル型内視鏡１０１００と、外部制御装置１０２００とから構成される。

[0094] カプセル型内視鏡１０１００は、検査時に、患者によって飲み込まれる。カプセル型内視鏡１０１００は、撮像機能及び無線通信機能を有し、患者から自然排出されるまでの間、胃や腸等の臓器の内部を蠕動運動等によって移動しつつ、当該臓器の内部の画像（以下、体内画像ともいう）を所定の間隔で順次撮像し、その体内画像についての情報を体外の外部制御装置１０２００に順次無線送信する。

[0095] 外部制御装置１０２００は、体内情報取得システム１０００１の動作を統括的に制御する。また、外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００から送信されてくる体内画像についての情報を受信し、受信した体内画像についての情報に基づいて、表示装置（図示せず）に当該体内画像を表示するための画像データを生成する。

[0096] 体内情報取得システム１０００１では、このようにして、カプセル型内視鏡１０１００が飲み込まれてから排出されるまでの間、患者の体内の様子を撮像した体内画像を随時得ることができる。

- [0097] カプセル型内視鏡 10100 と外部制御装置 10200 の構成及び機能についてより詳細に説明する。
- [0098] カプセル型内視鏡 10100 は、カプセル型の筐体 10101 を有し、その筐体 10101 内には、光源部 10111、撮像部 10112、画像処理部 10113、無線通信部 10114、給電部 10115、電源部 10116、及び制御部 10117 が収納されている。
- [0099] 光源部 10111 は、例えば LED (light emitting diode) 等の光源から構成され、撮像部 10112 の撮像視野に対して光を照射する。
- [0100] 撮像部 10112 は、撮像素子、及び当該撮像素子の前段に設けられる複数のレンズからなる光学系から構成される。観察対象である体組織に照射された光の反射光（以下、観察光という）は、当該光学系によって集光され、当該撮像素子に入射する。撮像部 10112 では、撮像素子において、そこに入射した観察光が光電変換され、その観察光に対応する画像信号が生成される。撮像部 10112 によって生成された画像信号は、画像処理部 10113 に提供される。
- [0101] 画像処理部 10113 は、CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) 等のプロセッサによって構成され、撮像部 10112 によって生成された画像信号に対して各種の信号処理を行う。画像処理部 10113 は、信号処理を施した画像信号を、RAW データとして無線通信部 10114 に提供する。
- [0102] 無線通信部 10114 は、画像処理部 10113 によって信号処理が施された画像信号に対して変調処理等の所定の処理を行い、その画像信号を、アンテナ 10114A を介して外部制御装置 10200 に送信する。また、無線通信部 10114 は、外部制御装置 10200 から、カプセル型内視鏡 10100 の駆動制御に関する制御信号を、アンテナ 10114A を介して受信する。無線通信部 10114 は、外部制御装置 10200 から受信した制御信号を制御部 10117 に提供する。
- [0103] 給電部 10115 は、受電用のアンテナコイル、当該アンテナコイルに発

生した電流から電力を再生する電力再生回路、及び昇圧回路等から構成される。給電部１０１１５では、いわゆる非接触充電の原理を用いて電力が生成される。

[0104] 電源部１０１１６は、二次電池によって構成され、給電部１０１１５によって生成された電力を蓄電する。図２０では、図面が煩雑になることを避けるために、電源部１０１１６からの電力の供給先を示す矢印等の図示を省略しているが、電源部１０１１６に蓄電された電力は、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、及び制御部１０１１７に供給され、これらの駆動に用いられ得る。

[0105] 制御部１０１１７は、ＣＰＵ等のプロセッサによって構成され、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、及び、給電部１０１１５の駆動を、外部制御装置１０２００から送信される制御信号に従って適宜制御する。

[0106] 外部制御装置１０２００は、ＣＰＵ、ＧＰＵ等のプロセッサ、又はプロセッサとメモリ等の記憶素子が混載されたマイクロコンピュータ若しくは制御基板等で構成される。外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００の制御部１０１１７に対して制御信号を、アンテナ１０２００Ａを介して送信することにより、カプセル型内視鏡１０１００の動作を制御する。カプセル型内視鏡１０１００では、例えば、外部制御装置１０２００からの制御信号により、光源部１０１１１における観察対象に対する光の照射条件が変更され得る。また、外部制御装置１０２００からの制御信号により、撮像条件（例えば、撮像部１０１１２におけるフレームレート、露出値等）が変更され得る。また、外部制御装置１０２００からの制御信号により、画像処理部１０１１３における処理の内容や、無線通信部１０１１４が画像信号を送信する条件（例えば、送信間隔、送信画像数等）が変更されてもよい。

[0107] また、外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００から送信される画像信号に対して、各種の画像処理を施し、撮像された体内画像を表示装置に表示するための画像データを生成する。当該画像処理としては、例

例えば現像処理（デモザイク処理）、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、NR (Noise reduction) 処理及び／又は手ブレ補正処理等）、並びに／又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の信号処理を行うことができる。外部制御装置 10200 は、表示装置の駆動を制御して、生成した画像データに基づいて撮像された体内画像を表示させる。あるいは、外部制御装置 10200 は、生成した画像データを記録装置（図示せず）に記録させたり、印刷装置（図示せず）に印刷出力させてもよい。

[0108] 以上、本開示に係る技術が適用され得る体内情報取得システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部 10112 に適用され得る。具体的には、図 1 の撮像素子 1 は、撮像部 10112 に適用することができる。撮像部 10112 に本開示に係る技術を適用することにより、より鮮明な術部画像を得ることができるため、検査の精度が向上する。

[0109] < 7. 移動体への応用例 >

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

[0110] 図 21 は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[0111] 車両制御システム 12000 は、通信ネットワーク 12001 を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図 21 に示した例では、車両制御システム 12000 は、駆動系制御ユニット 12010、ボディ系制御ユニット 12020、車外情報検出ユニット 12030、車内情報検出ユニット 12040、及び統合制御ユニット 12050 を備える。また、統合制御ユニット 12050 の機能構成として、マイクロコンピュータ 12051、音声画像出力部 12052、及び車載ネットワーク I/F (Interface) 12053 が図示されている。

- [0112] 駆動系制御ユニット１２０１０は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット１２０１０は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。
- [0113] ボディ系制御ユニット１２０２０は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット１２０２０は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット１２０２０には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット１２０２０は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。
- [0114] 車外情報検出ユニット１２０３０は、車両制御システム１２０００を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット１２０３０には、撮像部１２０３１が接続される。車外情報検出ユニット１２０３０は、撮像部１２０３１に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット１２０３０は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。
- [0115] 撮像部１２０３１は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部１２０３１は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部１２０３１が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。
- [0116] 車内情報検出ユニット１２０４０は、車内の情報を検出する。車内情報検

出ユニット１２０４０には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部１２０４１が接続される。運転者状態検出部１２０４１は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット１２０４０は、運転者状態検出部１２０４１から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0117] マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット１２０１０に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むＡＤＡＳ（Advanced Driver Assistance System）の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0118] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0119] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット１２０３０に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0120] 音声画像出力部１２０５２は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図２１の例では、出力装置として、オ

オーディオスピーカ 12061、表示部 12062 及びインストルメントパネル 12063 が例示されている。表示部 12062 は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでもよい。

[0121] 図 22 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0122] 図 22 では、撮像部 12031 として、撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 を有する。

[0123] 撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 は、例えば、車両 12100 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部 12101 及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 12105 は、主として車両 12100 の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 12102、12103 は、主として車両 12100 の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部 12104 は、主として車両 12100 の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 12105 は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0124] なお、図 22 には、撮像部 12101 ないし 12104 の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲 12111 は、フロントノーズに設けられた撮像部 12101 の撮像範囲を示し、撮像範囲 12112、12113 は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部 12102、12103 の撮像範囲を示し、撮像範囲 12114 は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部 12104 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 12101 ないし 12104 で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両 12100 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0125] 撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部 12101 ないし 12104

の少なくとも１つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0126] 例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４から得られた距離情報を基に、撮像範囲１２１１１ないし１２１１４内における各立体物までの距離と、この距離の時間的变化（車両１２１００に対する相対速度）を求めることにより、特に車両１２１００の進行路上にある最も近い立体物で、車両１２１００と略同じ方向に所定の速度（例えば、０km/h以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ１２０５１は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0127] 例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、２輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車両１２１００の周辺の障害物を、車両１２１００のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ１２０５１は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ１２０６１や表示部１２０６２を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット１２０１０を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0128] 撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像中に歩行者が存在するかどうかを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識

は、例えば赤外線カメラとしての撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1 が、撮像部 1 2 1 0 1 ないし 1 2 1 0 4 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 1 2 0 5 2 は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部 1 2 0 6 2 を制御する。また、音声画像出力部 1 2 0 5 2 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 1 2 0 6 2 を制御してもよい。

[0129] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部 1 2 0 3 1 に適用され得る。具体的には図 1 の撮像素子 1 は、撮像部 1 2 0 3 1 に適用することができる。撮像部 1 2 0 3 1 に本開示に係る技術を適用することにより、より見やすい撮影画像を得ることができるため、ドライバの疲労を軽減することが可能になる。

[0130] < 8. その他の変形例 >

以上、いくつかの実施の形態および変形例を挙げて本開示を説明したが、本開示は上記実施の形態等に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば上記第 1 の実施の形態の撮像素子 1, 1 A では、第 1 の共振器 1 3, 1 3 A が 3 層構造もしくは 4 層構造の場合を例示したが、本開示はそれに限定されるものではなく、第 1 の共振器の積層数は任意に設定可能である。また、共振器構造体の各層の構成材料や厚さについても上述したものに限定されず、任意に設定可能である。

[0131] また、上記第 1 の実施の形態の撮像素子 1, 1 A では、透明層 1 7 の表面 1 7 S 上にモス・アイ構造 2 1 を設けるようにしたが、本開示はこれに限定されるものではない。例えば図 2 3 に示した第 1 の実施の形態の第 3 の変形例に係る撮像素子 1 D のように、透明層 1 7 の表面 1 7 S 上に画素 2 2 ごとにオンチップレンズ 2 6 を設けるようにしてもよい。

[0132] また、上記第2の実施の形態の撮像素子1C1～1C9では、透明層17の表面17S上に結像レンズ25を設けるようにしたが、本開示はこれに限定されるものではない。例えば図24に示した第2の実施の形態の第1の変形例に係る撮像素子1Eのように、透明層17の表面17Sと結像レンズ25との間に空間を設けるようにしてもよい。撮像素子1Eは、表面17S上にモス・アイ構造21をさらに設けるようにしている。但し、モス・アイ構造21の代わりに、表面17S上にオンチップレンズを設けるようにしてもよい。

[0133] なお、本明細書中に記載された効果はあくまで例示であってその記載に限定されるものではなく、他の効果があってもよい。また、本技術は以下のような構成を取り得るものである。

(1)

第1の平均屈折率を有する半導体層と、
前記第1の平均屈折率よりも低い第2の平均屈折率を有する第1の共振器と、
前記第2の平均屈折率よりも高い第3の平均屈折率を有する第1の反射層と、
第2の共振器と、
第2の反射層と
が順に積層されて特定の波長域の光を透過させる積層構造を含む
共振器構造体。

(2)

前記第2の平均屈折率は、1以上4以下である
上記(1)記載の共振器構造体。

(3)

前記第2の平均屈折率は、1以上2以下である
上記(1)記載の共振器構造体。

(4)

前記第2の共振器は、積層面内において屈折率分布を有する
上記(1)から(3)のいずれか1つに記載の共振器構造体。

(5)

前記第2の共振器は、

第1の屈折率を有する第1の部分と、積層面内において前記第1の部分に
分散配置されると共に第2の屈折率を有する第2の部分と

を含む

上記(4)に記載の共振器構造体。

(6)

前記第1の共振器の厚さは400nm以下である

上記(1)から(5)のいずれか1つに記載の共振器構造体。

(7)

前記第1の反射層および前記第2の反射層が多結晶シリコンを含む材料か
らなる

上記(1)から(6)のいずれか1つに記載の共振器構造体。

(8)

前記第1の反射層の厚さおよび前記第2の反射層の厚さは、いずれも50
nm以下である

上記(7)に記載の共振器構造体。

(9)

前記第1の反射層および前記第2の反射層が多結晶シリコンを含む材料か
らなり、前記第1の反射層と前記第2の反射層と前記半導体層とを除き、他
は単体シリコン以外の材料からなる

上記(1)から(8)のいずれか1つに記載の共振器構造体。

(10)

前記第1の反射層の厚さおよび前記第2の反射層の厚さは、いずれも50
nm以下である

上記（９）記載の共振器構造体。

（１１）

可視光の透過を抑制する可視光カットフィルタをさらに有する
上記（１）から（１０）のいずれか１つに記載の共振器構造体。

（１２）

前記第１の共振器は、複数の膜が積層された多層膜構造を含む
上記（１）から（１１）のいずれか１つに記載の共振器構造体。
請求項１記載の共振器構造体。

（１３）

前記第１の共振器における前記複数の膜は、珪素酸化物、珪素窒化物、タンタル酸化物およびアルミニウム酸化物のうちの少なくとも１種を含む材料からなる

上記（１２）に記載の共振器構造体。

（１４）

光電変換部と、前記光電変換部に向けて特定の波長域の光を透過させる共振器構造体とをそれぞれ有する複数の画素を備え、

前記共振器構造体は、

前記光電変換部を内蔵し、第１の平均屈折率を有する半導体基板と、

前記第１の平均屈折率よりも低い第２の平均屈折率を有する第１の共振器と、

前記第２の平均屈折率よりも高い第３の平均屈折率を有する第１の反射層と、

第２の共振器と、

第２の反射層と

が順に積層された積層構造を含む

撮像素子。

（１５）

隣り合う前記複数の画素同士の間には遮光層をさらに備えた

上記（１４）記載の撮像素子。

（１６）

前記複数の画素には、前記共振器構造体へ向かう光に屈折力を与えるレンズが設けられており、

前記複数の画素における各々の前記共振器構造体は、互いに異なる波長域の光を透過させるものである

上記（１４）または（１５）記載の撮像素子。

（１７）

撮像素子を備え、

前記撮像素子は、

光電変換部と、前記光電変換部に向けて特定の波長域の光を透過させる共振器構造体とをそれぞれ有する複数の画素を有し、

前記共振器構造体は、

前記光電変換部を内蔵し、第１の平均屈折率を有する半導体基板と、

前記第１の平均屈折率よりも低い第２の平均屈折率を有する第１の共振器と、

前記第２の平均屈折率よりも高い第３の平均屈折率を有する第１の反射層と、

第２の共振器と、

第２の反射層と

が順に積層された積層構造を含む

電子機器。

[0134] 本出願は、日本国特許庁において２０１８年５月１８日に出願された日本特許出願番号２０１８－９６２３４号を基礎として優先権を主張するものであり、この出願のすべての内容を参照によって本出願に援用する。

[0135] 当業者であれば、設計上の要件や他の要因に応じて、種々の修正、コンビネーション、サブコンビネーション、および変更を想到し得るが、それらは添付の請求の範囲やその均等物の範囲に含まれるものであることが理解され

る。

請求の範囲

- [請求項1] 第1の平均屈折率を有する半導体層と、
前記第1の平均屈折率よりも低い第2の平均屈折率を有する第1の共振器と、
前記第2の平均屈折率よりも高い第3の平均屈折率を有する第1の反射層と、
第2の共振器と、
第2の反射層と
が順に積層されて特定の波長域の光を透過させる積層構造を含む
共振器構造体。
- [請求項2] 前記第2の平均屈折率は、1以上4以下である
請求項1記載の共振器構造体。
- [請求項3] 前記第2の平均屈折率は、1以上2以下である
請求項1記載の共振器構造体。
- [請求項4] 前記第2の共振器は、積層面内において屈折率分布を有する
請求項1記載の共振器構造体。
- [請求項5] 前記第2の共振器は、
第1の屈折率を有する第1の部分と、積層面内において前記第1の部分に分散配置されると共に第2の屈折率を有する第2の部分と
を含む
請求項4記載の共振器構造体。
- [請求項6] 前記第1の共振器の厚さは400nm以下である
請求項1記載の共振器構造体。
- [請求項7] 前記第1の反射層および前記第2の反射層が多結晶シリコンを含む材料からなる
請求項1記載の共振器構造体。
- [請求項8] 前記第1の反射層の厚さおよび前記第2の反射層の厚さは、いずれ

も 50 nm 以下である

請求項 7 記載の共振器構造体。

[請求項 9] 前記第 1 の反射層および前記第 2 の反射層が多結晶シリコンを含む材料からなり、前記第 1 の反射層と前記第 2 の反射層と前記半導体層とを除き、他は単体シリコン以外の材料からなる

請求項 1 記載の共振器構造体。

[請求項 10] 前記第 1 の反射層の厚さおよび前記第 2 の反射層の厚さは、いずれも 50 nm 以下である

請求項 9 記載の共振器構造体。

[請求項 11] 可視光の透過を抑制する可視光カットフィルタをさらに有する
請求項 1 記載の共振器構造体。

[請求項 12] 前記第 1 の共振器は、複数の膜が積層された多層膜構造を含む
請求項 1 記載の共振器構造体。

[請求項 13] 前記第 1 の共振器における前記複数の膜は、珪素酸化物、珪素窒化物、タンタル酸化物およびアルミニウム酸化物のうちの少なくとも 1 種を含む材料からなる

請求項 12 記載の共振器構造体。

[請求項 14] 光電変換部と、前記光電変換部に向けて特定の波長域の光を透過させる共振器構造体とをそれぞれ有する複数の画素を備え、

前記共振器構造体は、

前記光電変換部を内蔵し、第 1 の平均屈折率を有する半導体基板と、

前記第 1 の平均屈折率よりも低い第 2 の平均屈折率を有する第 1 の共振器と、

前記第 2 の平均屈折率よりも高い第 3 の平均屈折率を有する第 1 の反射層と、

第 2 の共振器と、

第 2 の反射層と

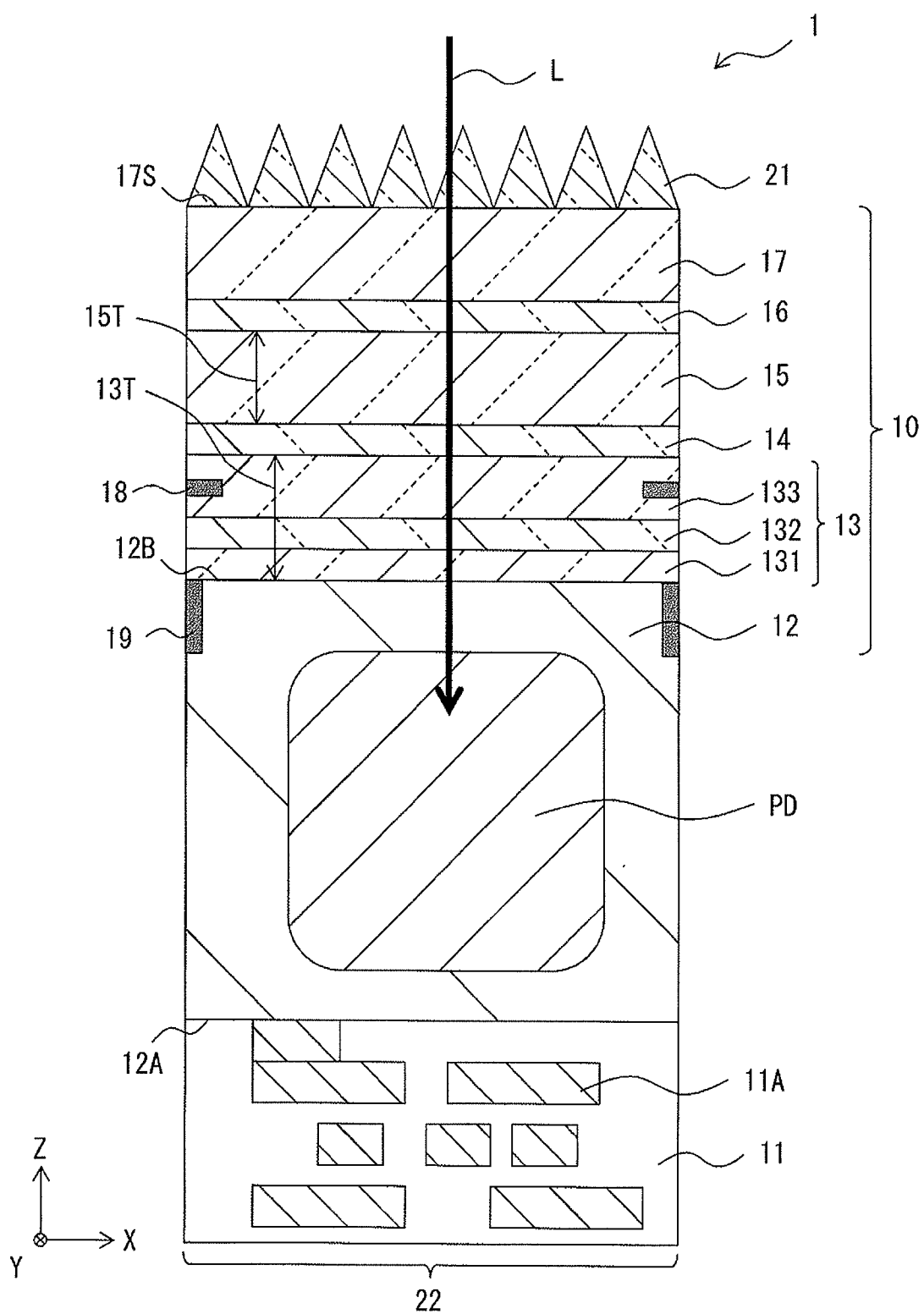
が順に積層された積層構造を含む
撮像素子。

[請求項15] 隣り合う前記複数の画素同士の間には遮光層をさらに備えた
請求項14記載の撮像素子。

[請求項16] 前記複数の画素には、前記共振器構造体へ向かう光に屈折力を与える
レンズが設けられており、
前記複数の画素における各々の前記共振器構造体は、互いに異なる
波長域の光を透過させるものである
請求項14記載の撮像素子。

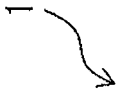
[請求項17] 撮像素子を備え、
前記撮像素子は、
光電変換部と、前記光電変換部に向けて特定の波長域の光を透過させる
共振器構造体とをそれぞれ有する複数の画素を有し、
前記共振器構造体は、
前記光電変換部を内蔵し、第1の平均屈折率を有する半導体基板と
、
前記第1の平均屈折率よりも低い第2の平均屈折率を有する第1の
共振器と、
前記第2の平均屈折率よりも高い第3の平均屈折率を有する第1の
反射層と、
第2の共振器と、
第2の反射層と
が順に積層された積層構造を含む
電子機器。

[図2]



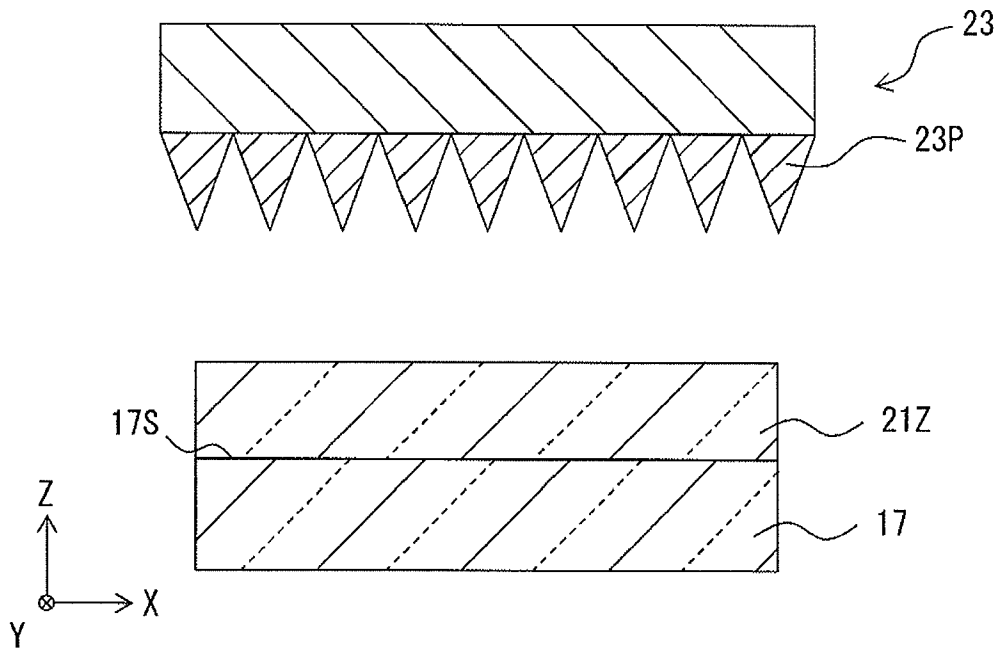
[図3]

22P

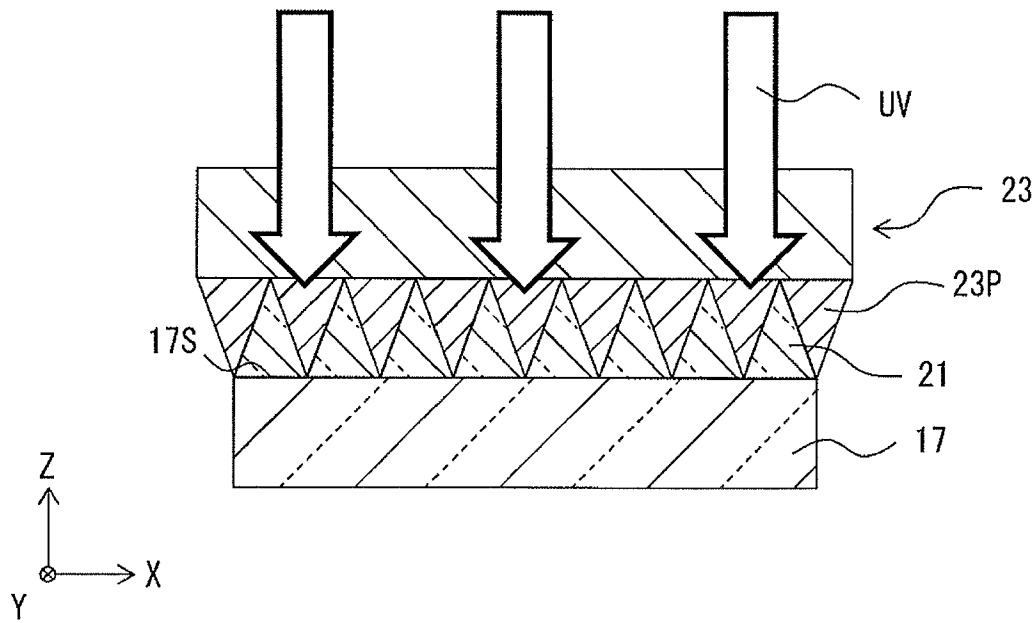


22-1	22-2	22-3	22-4	22-1	22-2	22-3	22-4
22-5	22-6	22-7	22-8	22-5	22-6	22-7	22-8
22-9	22-10	22-11	22-12	22-9	22-10	22-11	22-12
22-13	22-14	22-15	22-16	22-13	22-14	22-15	22-16
22-1	22-2	22-3	22-4	22-1	22-2	22-3	22-4
22-5	22-6	22-7	22-8	22-5	22-6	22-7	22-8
22-9	22-10	22-11	22-12	22-9	22-10	22-11	22-12
22-13	22-14	22-15	22-16	22-13	22-14	22-15	22-16

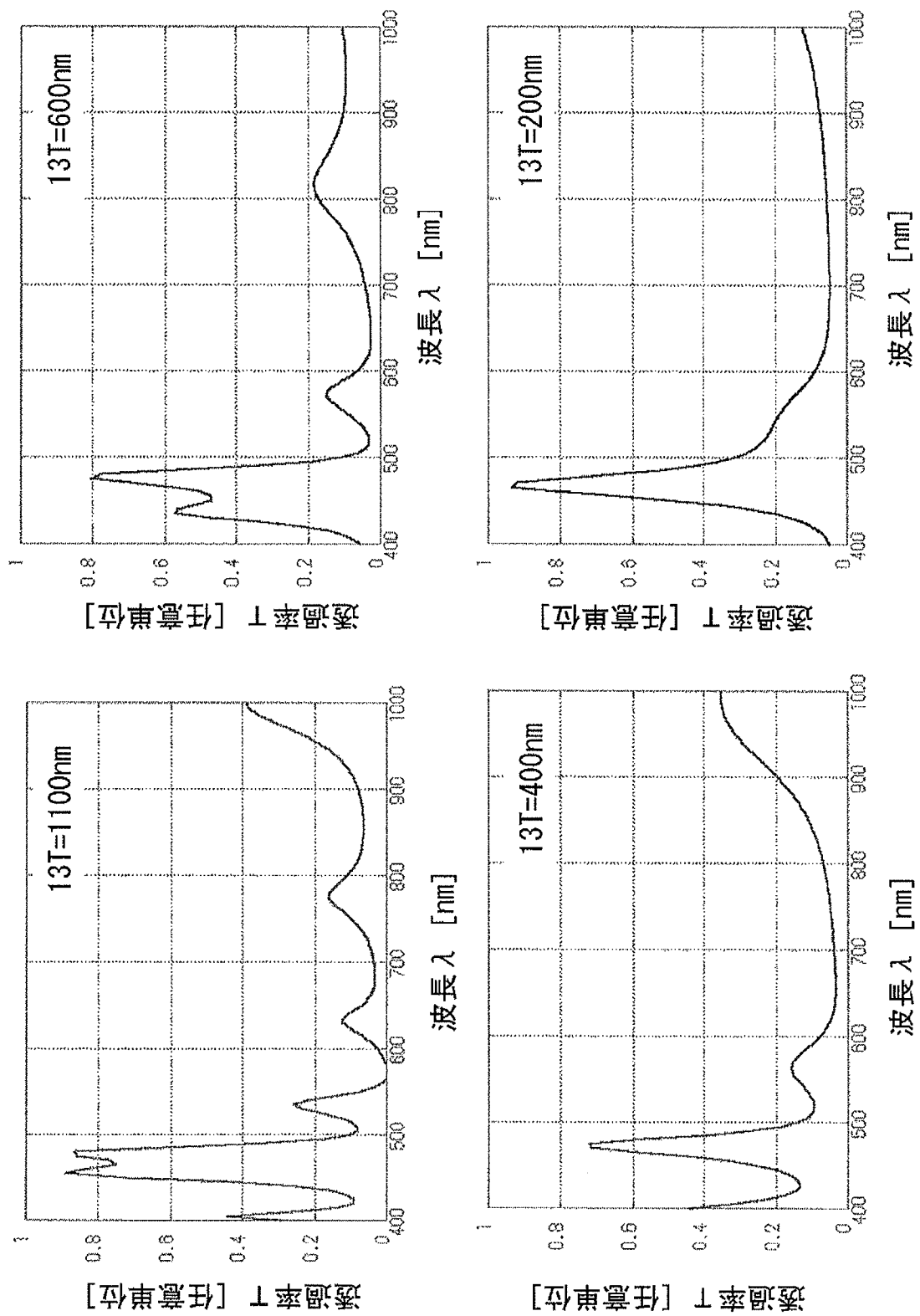
[図4A]



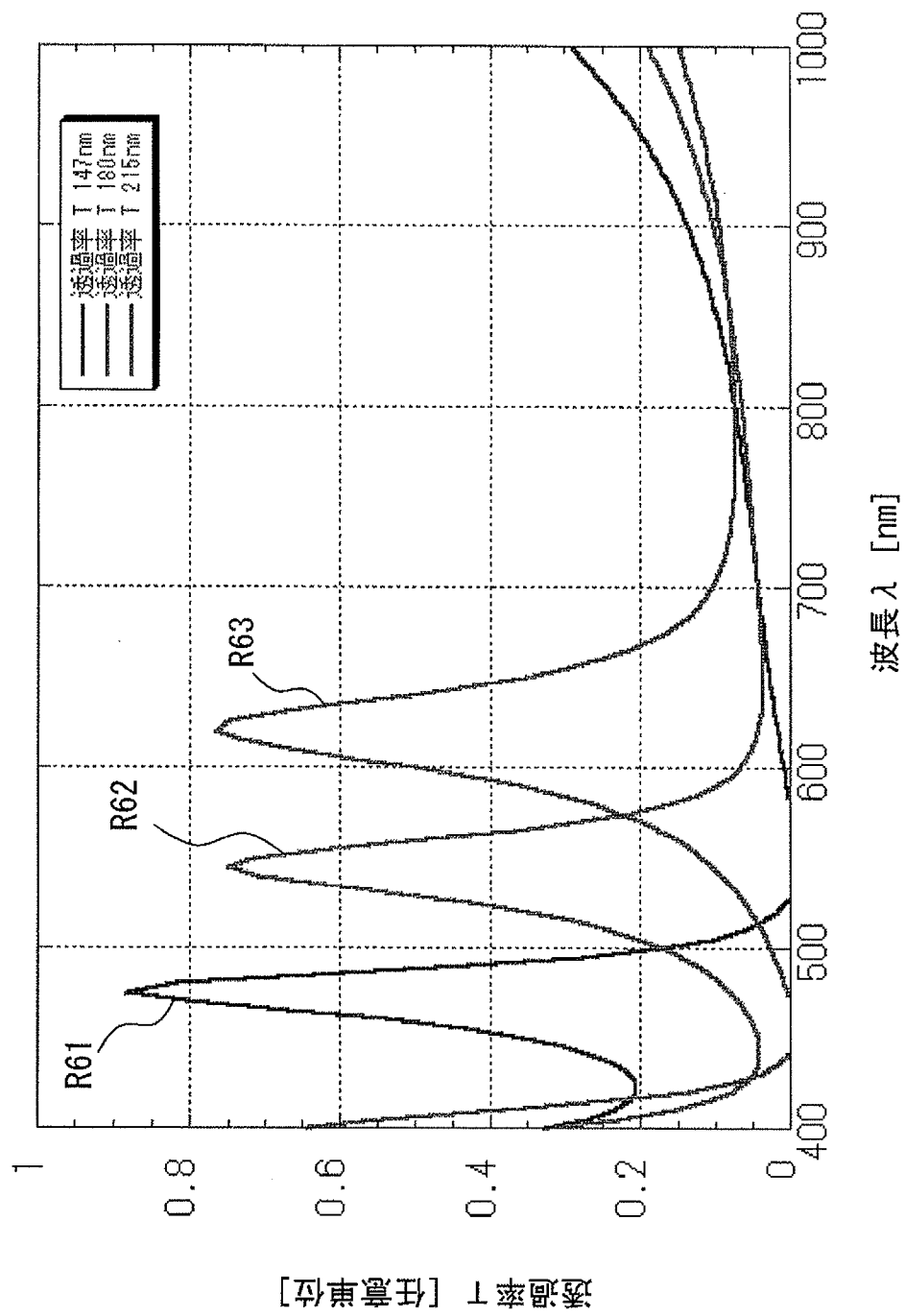
[図4B]



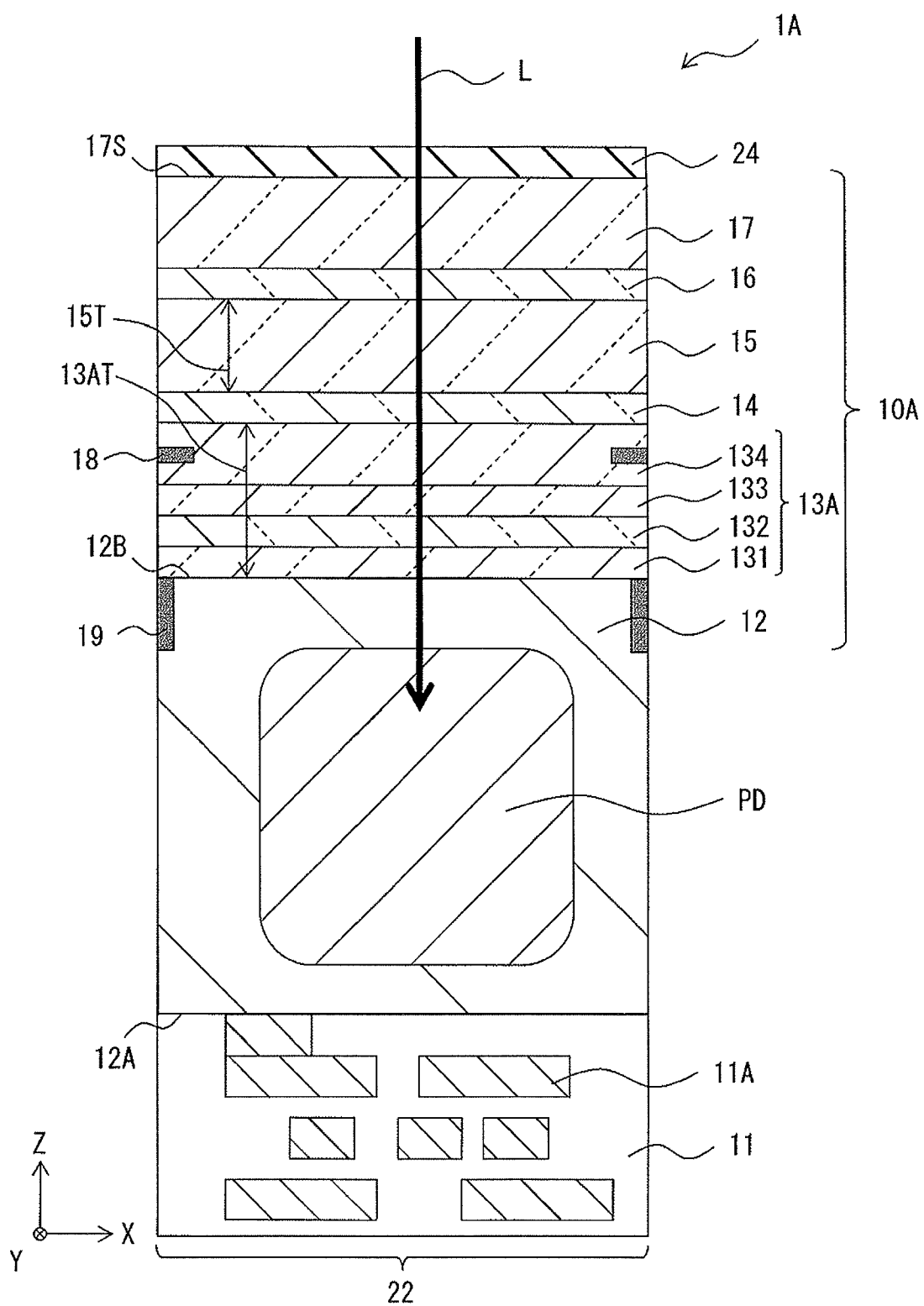
[図5]



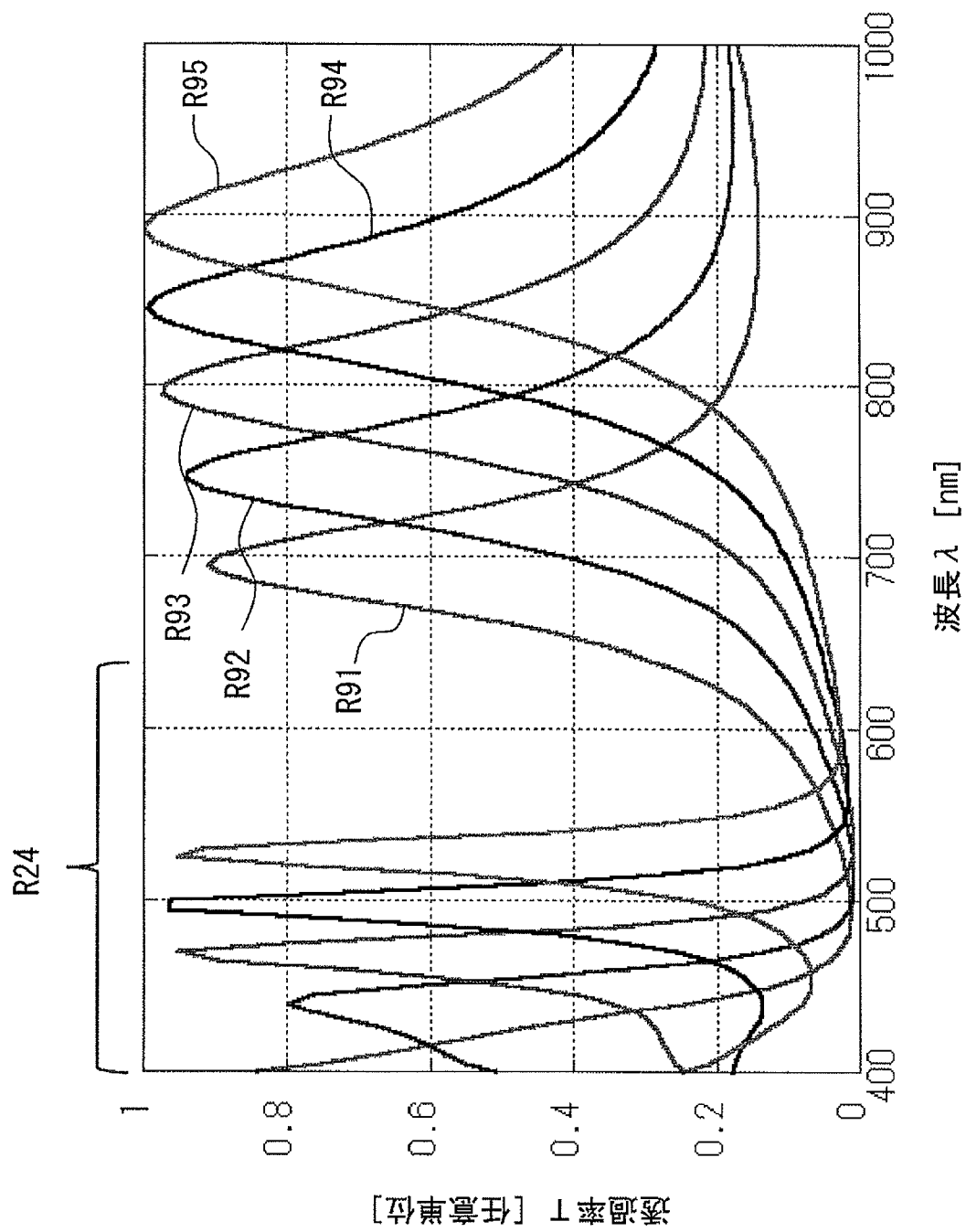
[図6]



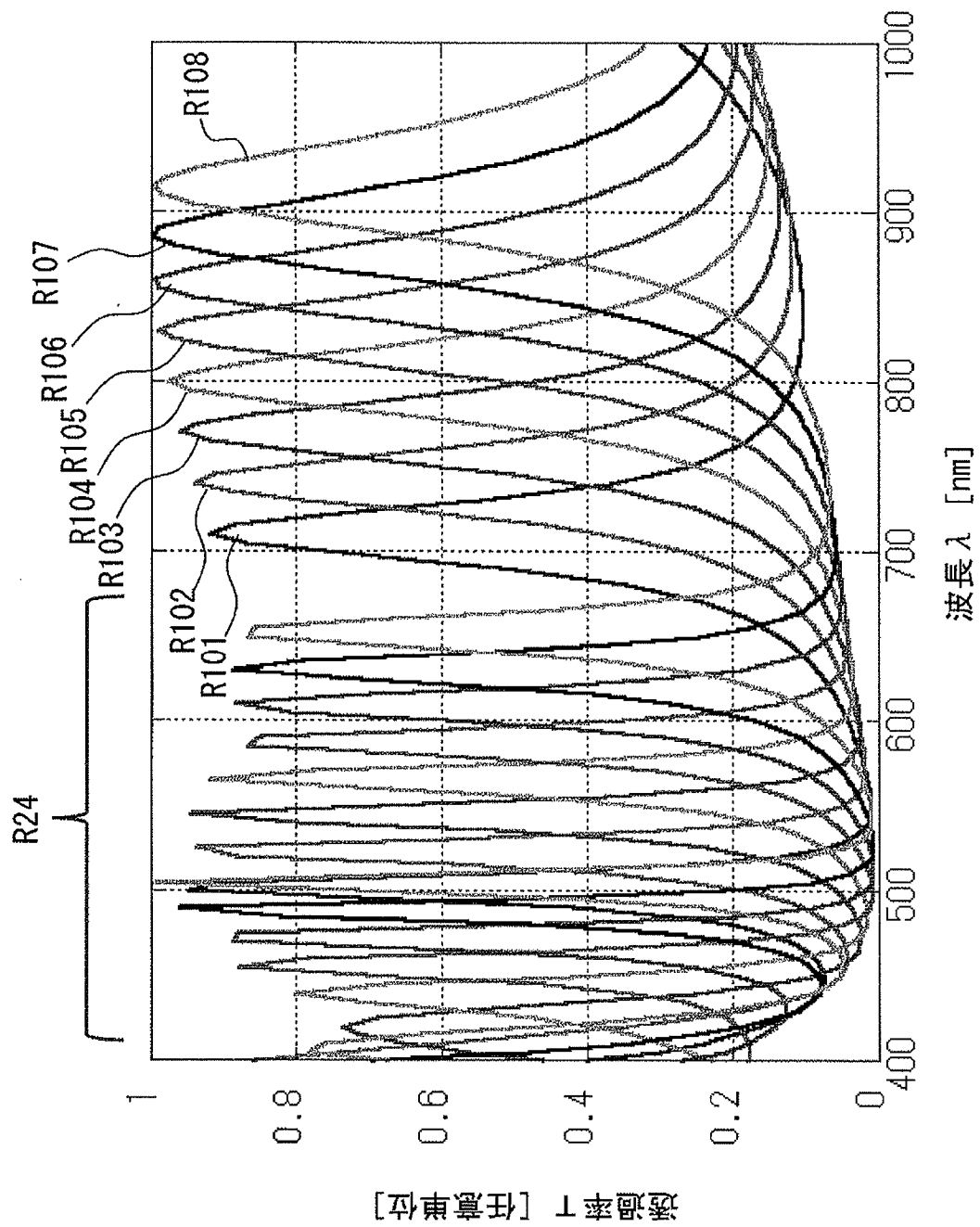
[図8]



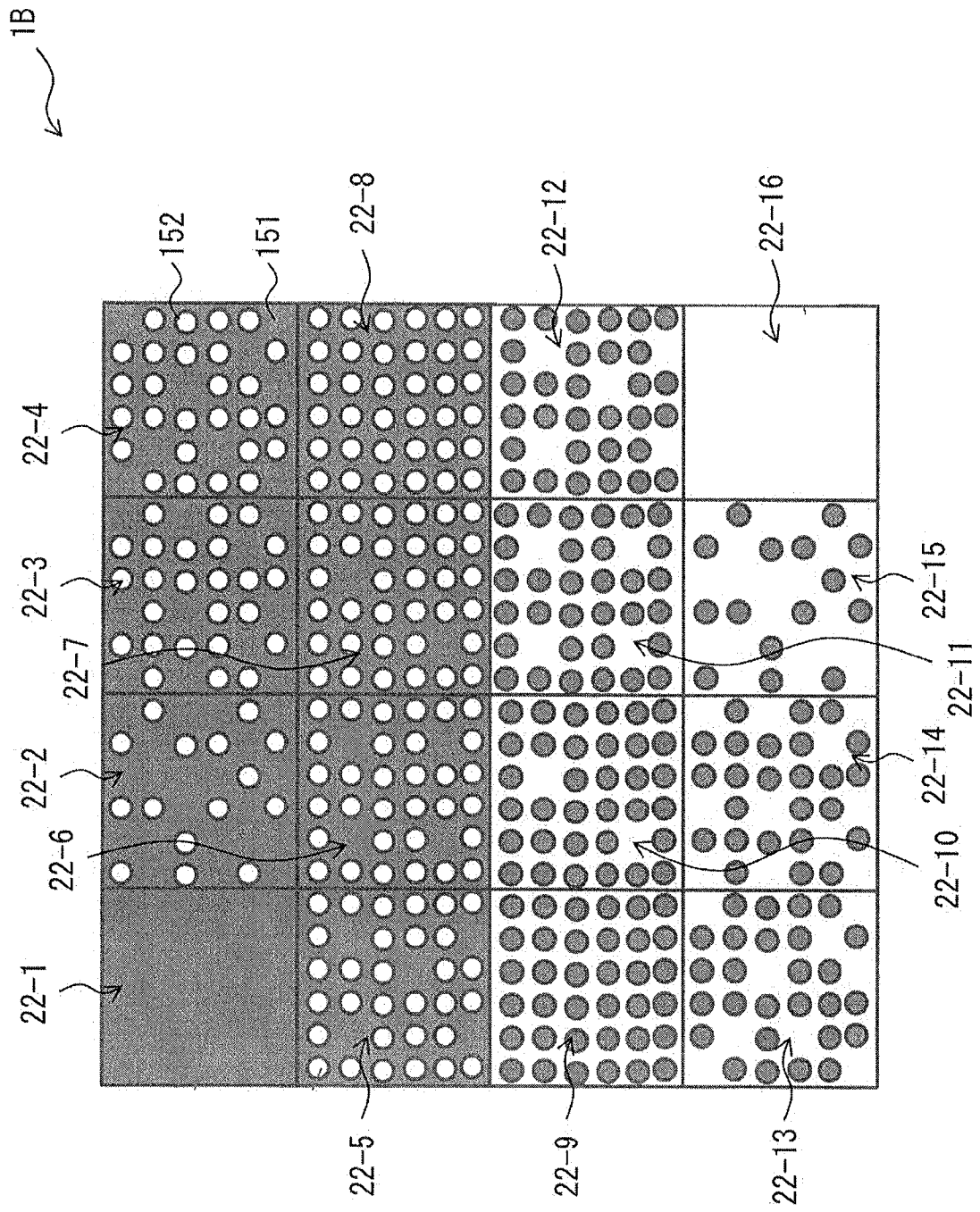
[図9]



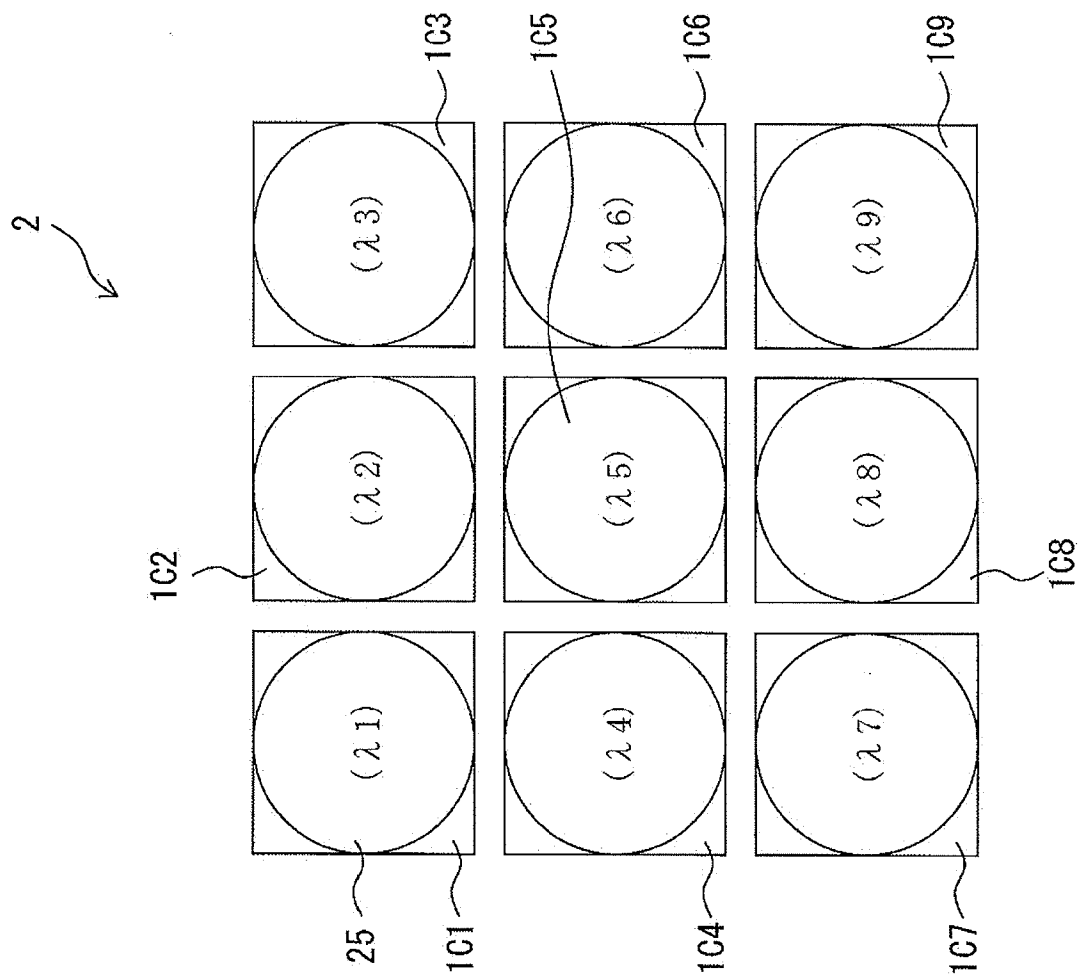
[図10]



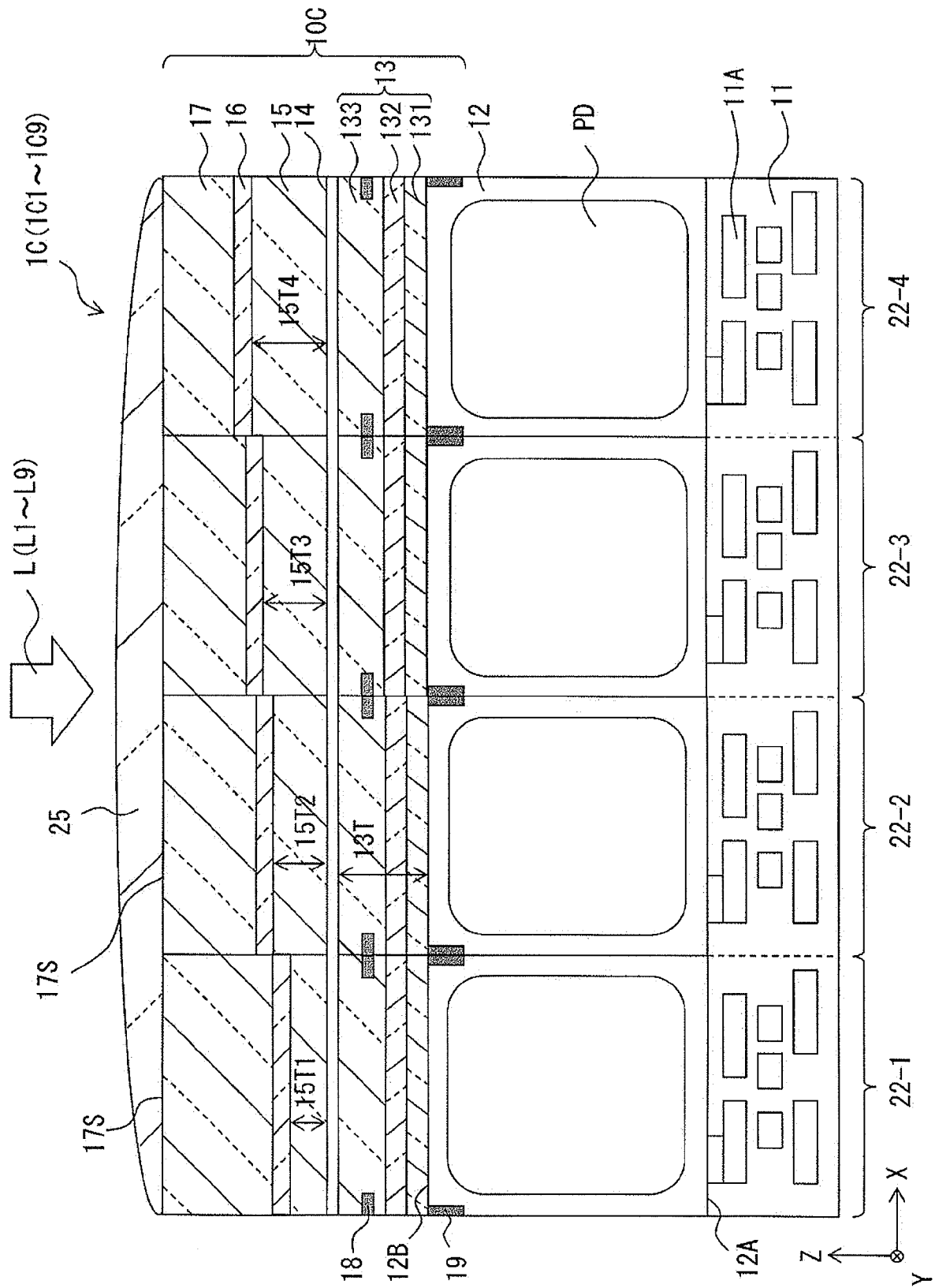
[図12]



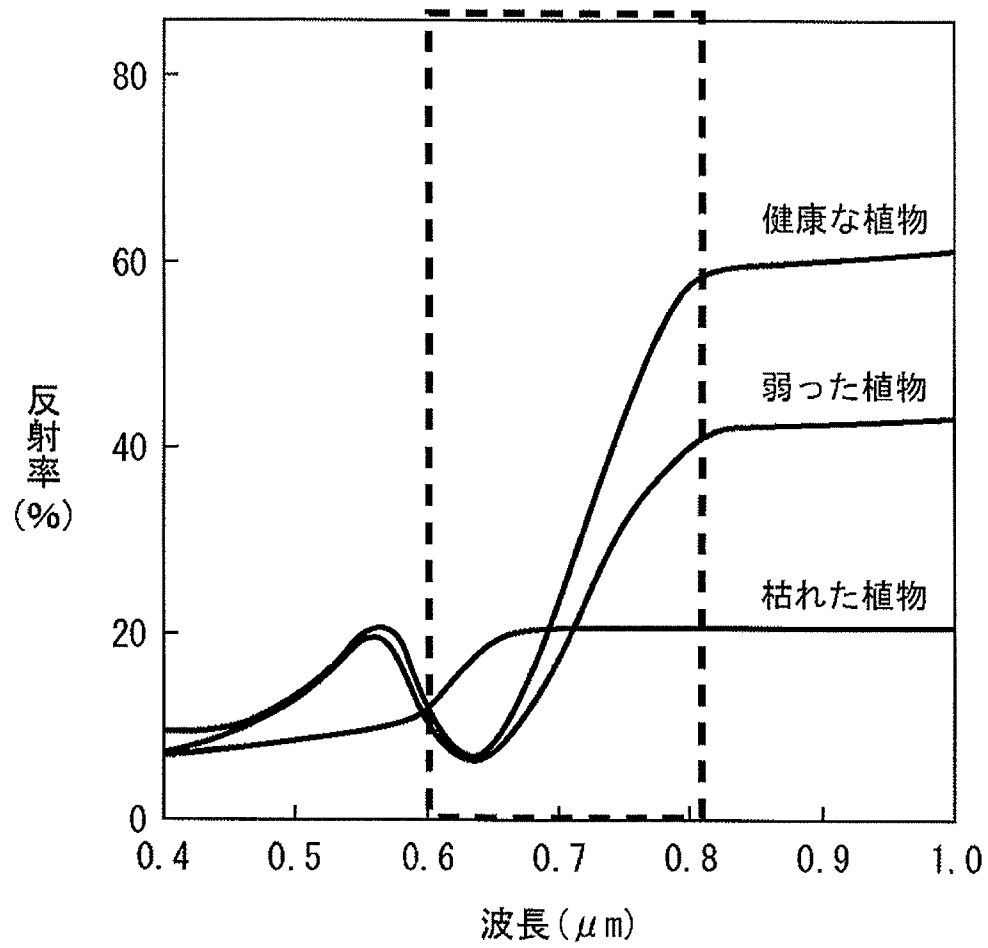
[図13]



[図14]

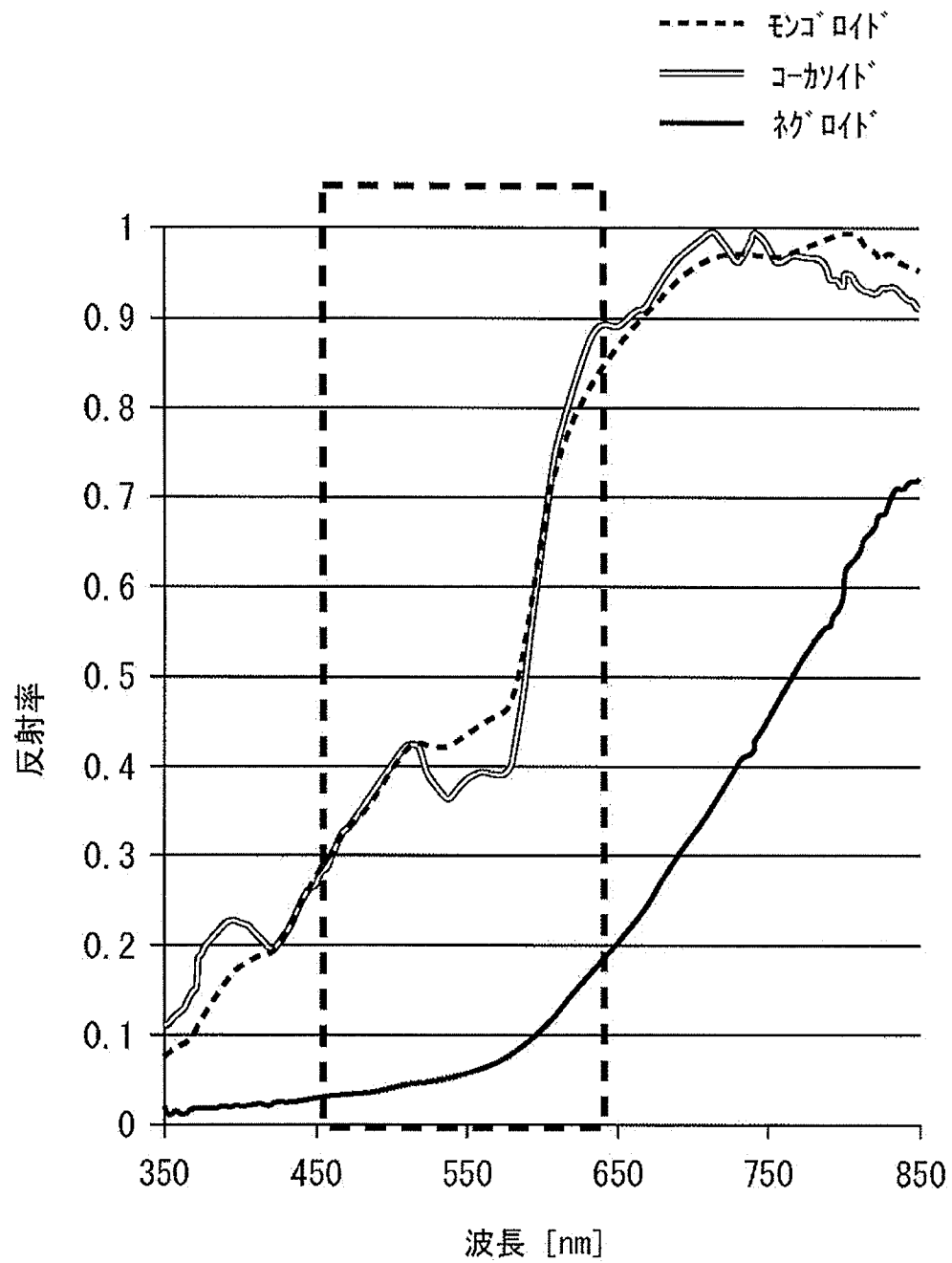


[図15]



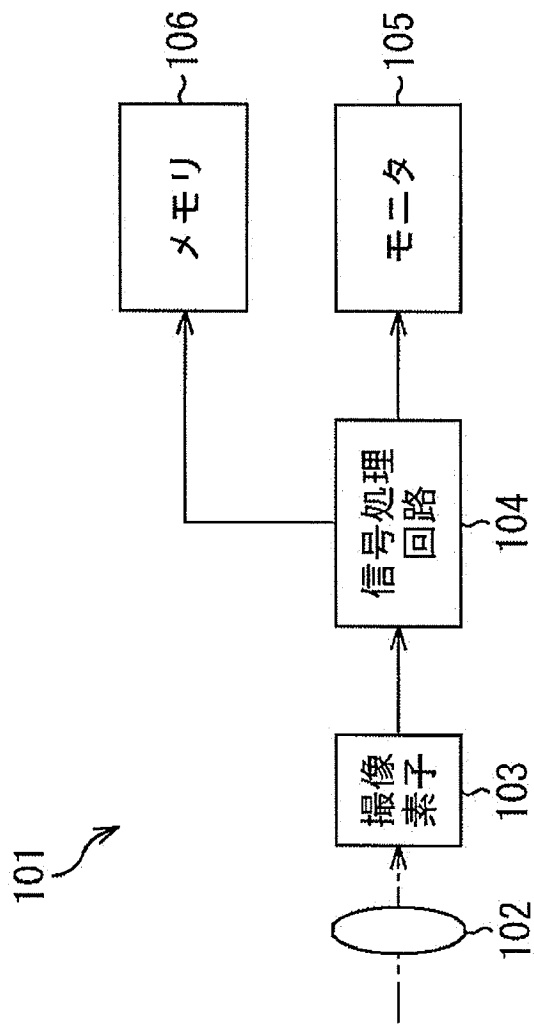
植生状態による分光特性

[図16]

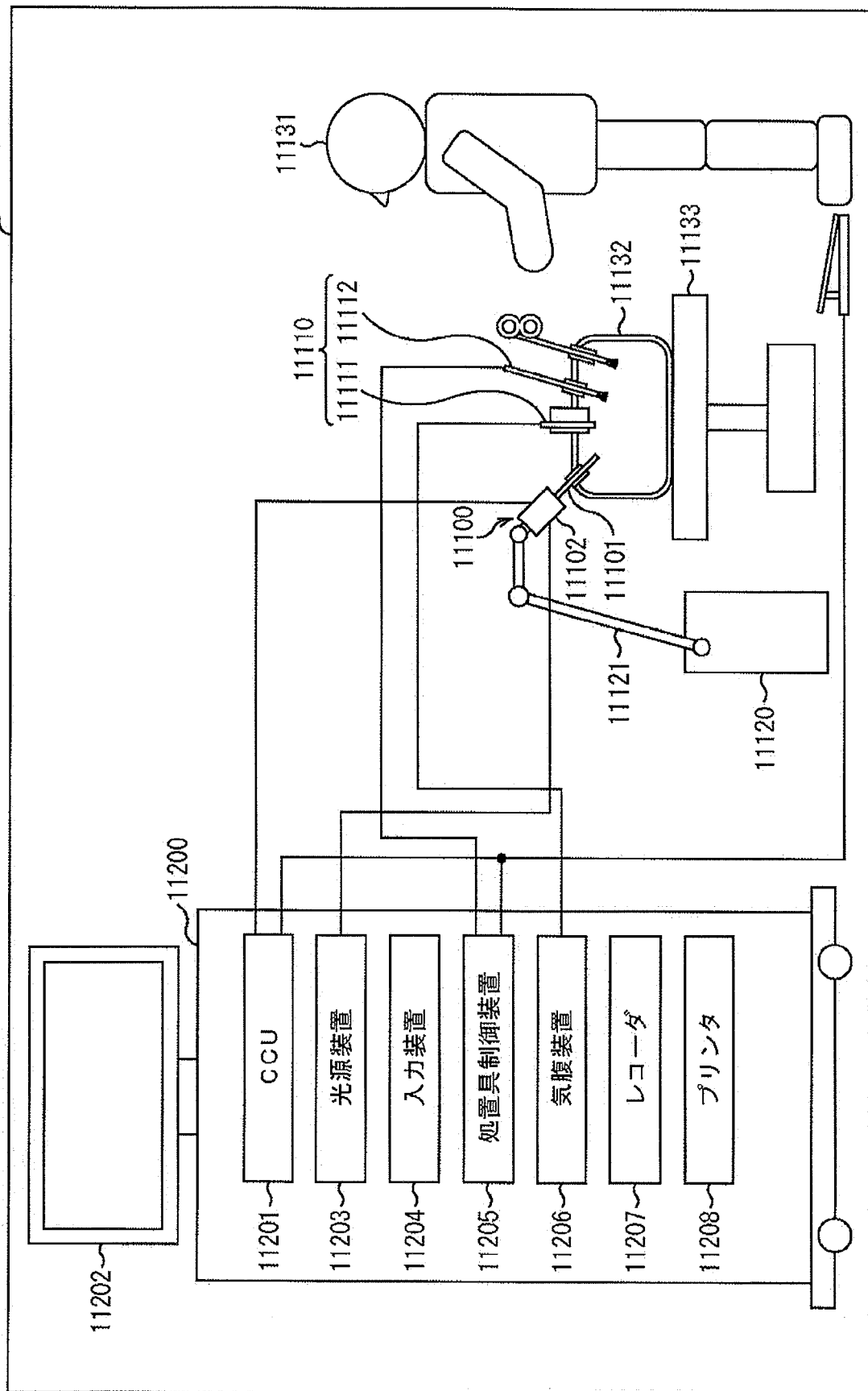


人肌の反射率分光

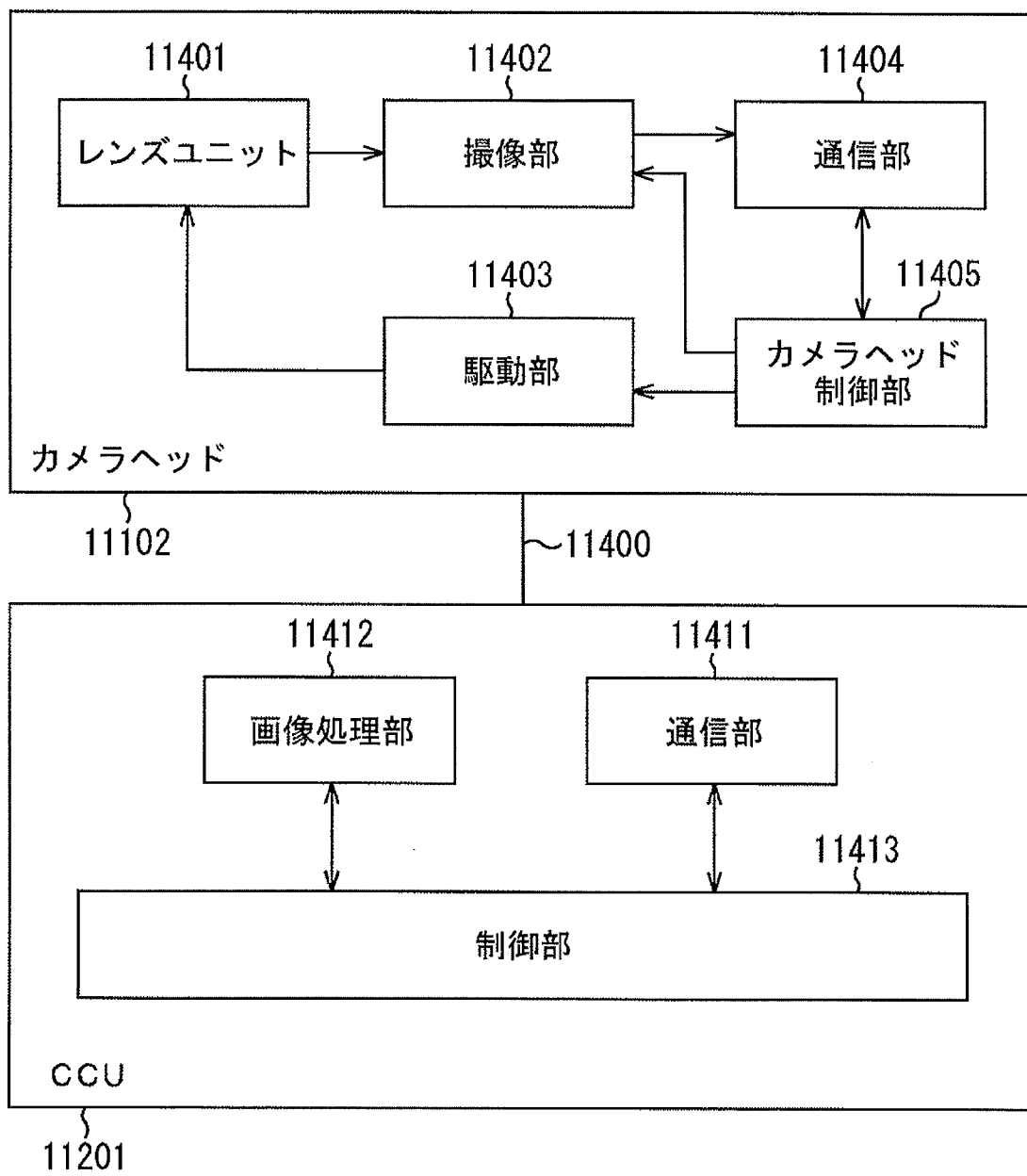
[図17]



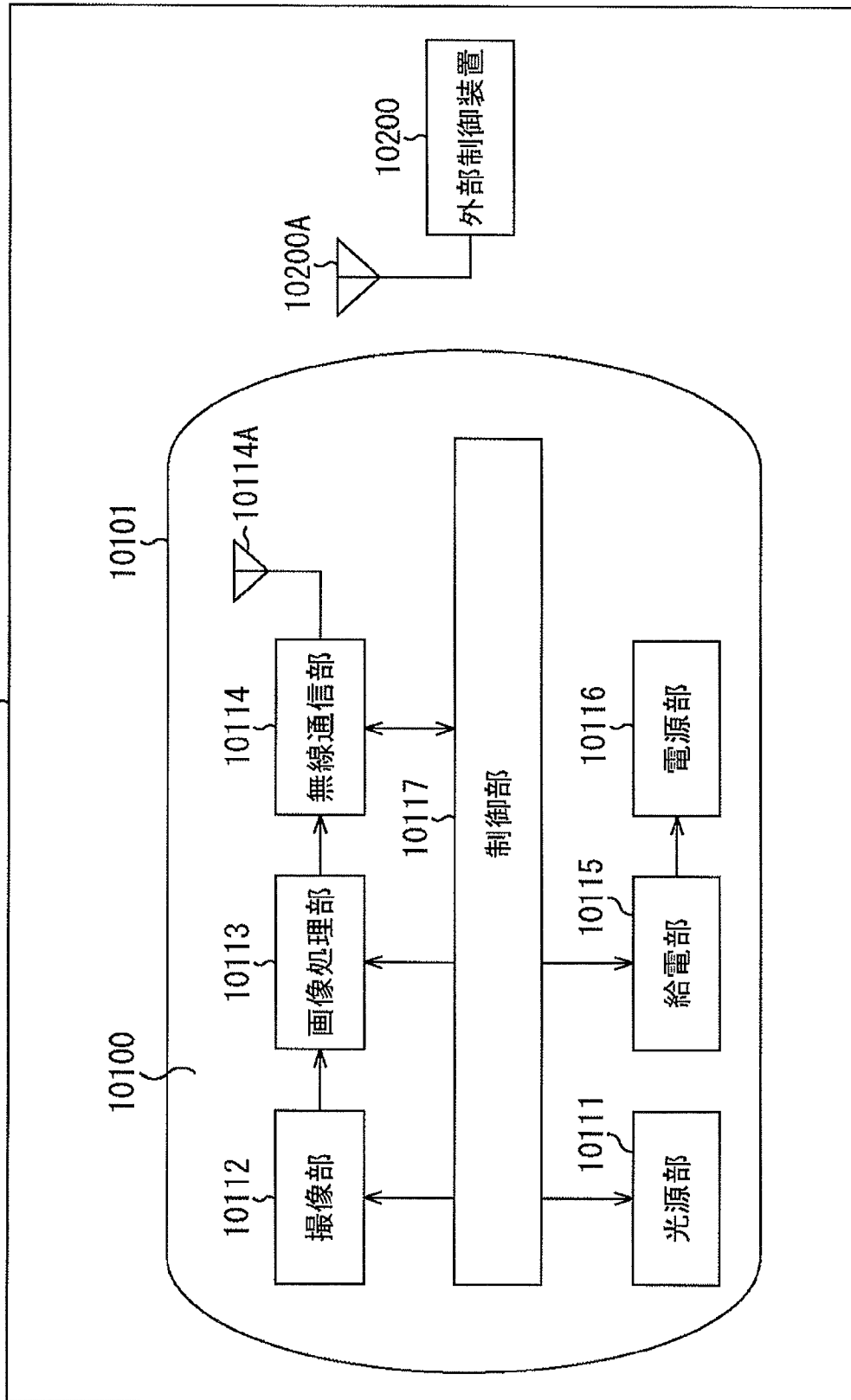
[図18]



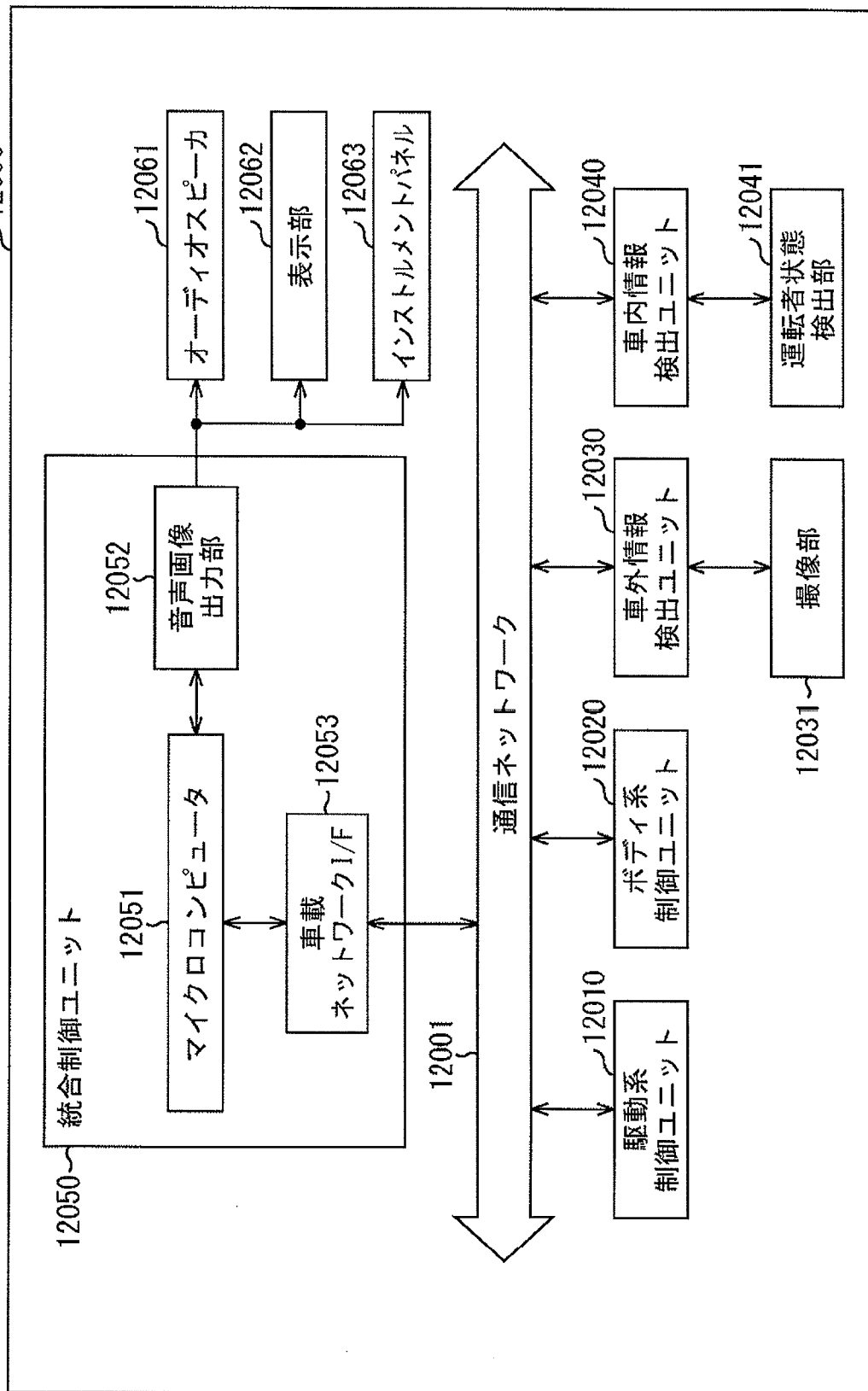
[図19]



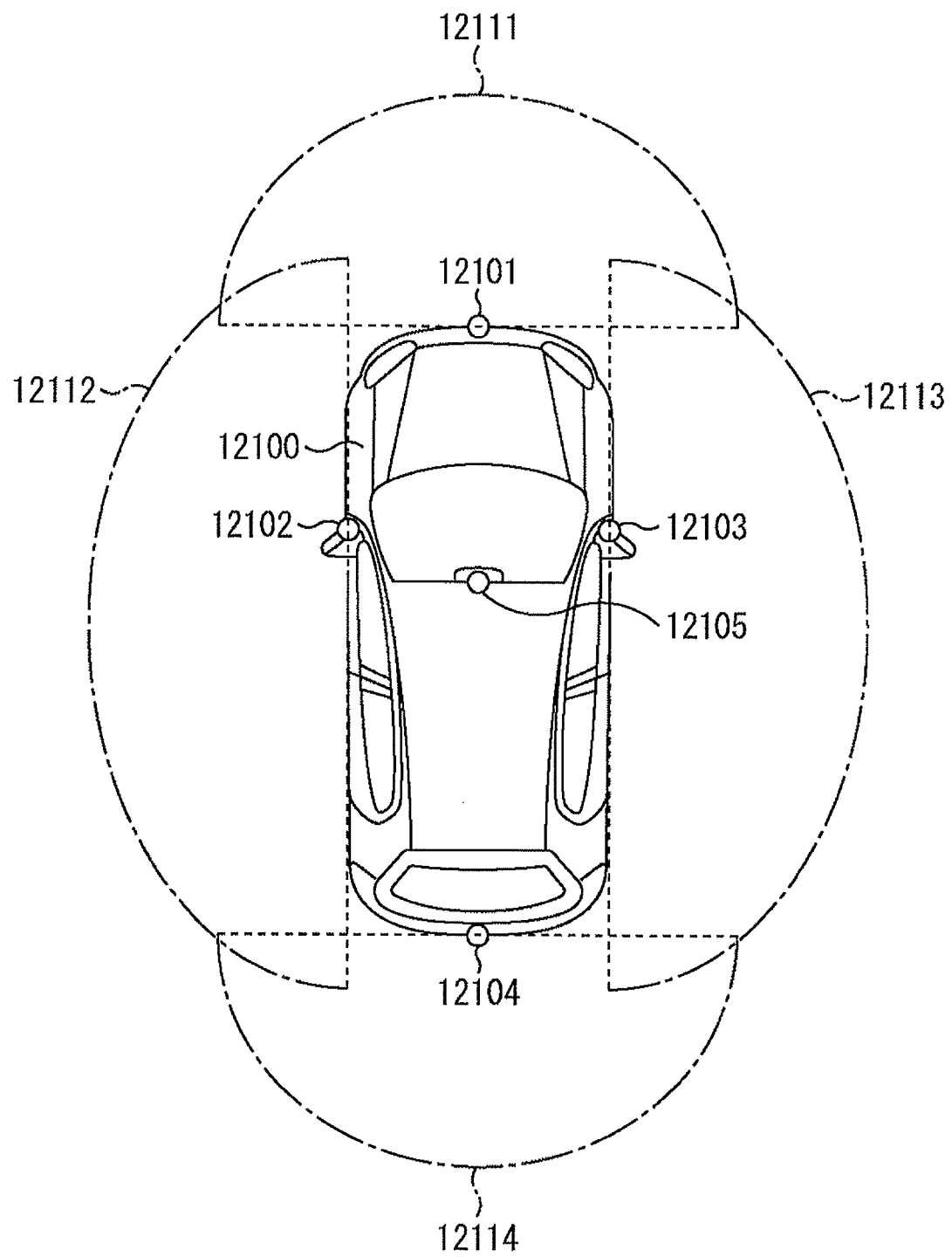
[図20]



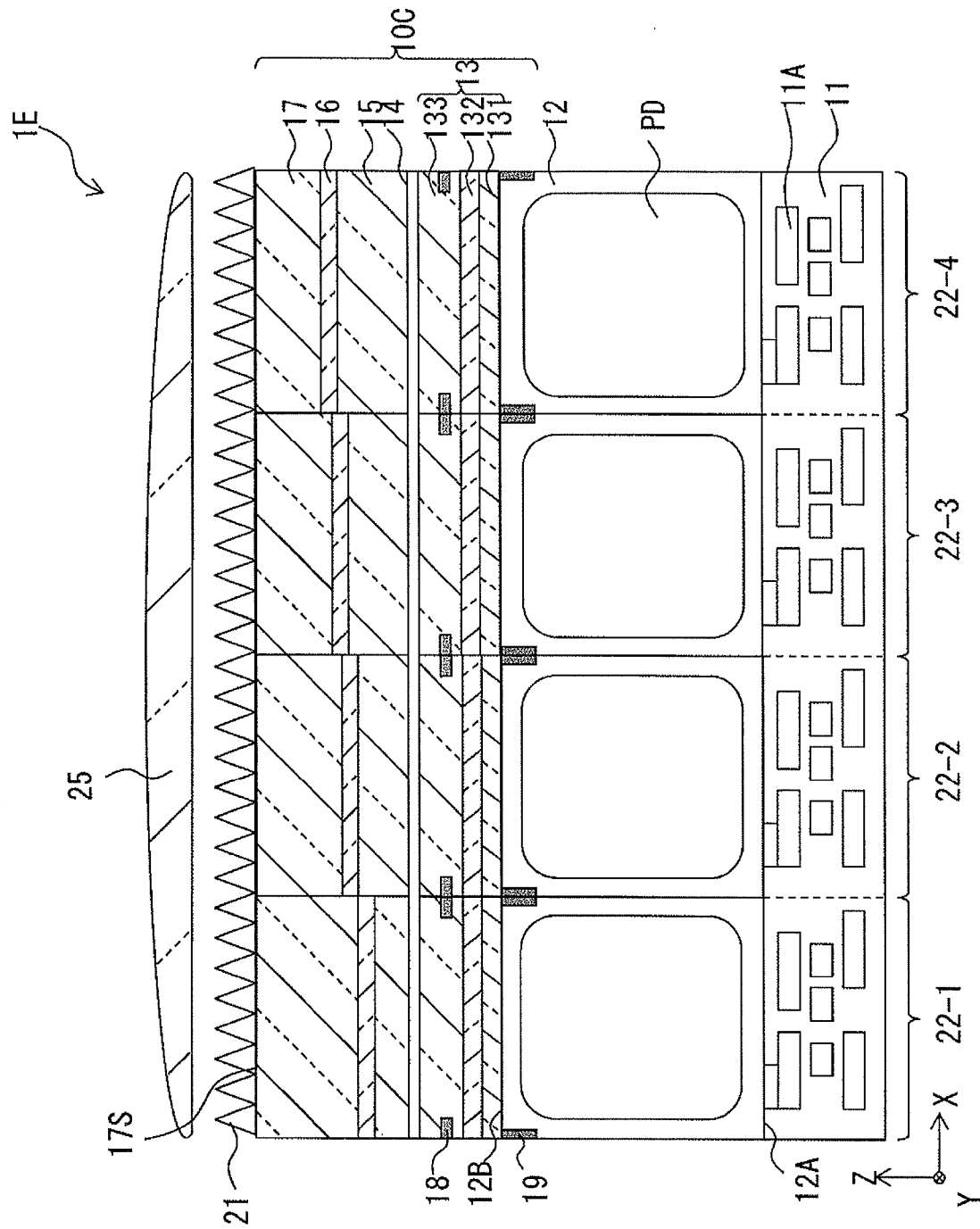
[図21]



[図22]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/019074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B5/28(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N9/07(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G02B5/28, H01L27/146, H04N9/07

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	WO 2012/004934 A1 (PANASONIC CORP.) 12 January 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-17
A	WO 2015/015722 A1 (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 05 February 2015, entire text, all drawings & US 2015/0206912 A1	1-17
A	US 2006/0198025 A1 (CHEN, Galane) 07 September 2006, entire text, all drawings & CN 1828345 A	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 August 2019 (05.08.2019)

Date of mailing of the international search report

20 August 2019 (20.08.2019)

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/JP2019/019074

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017/102312 A1 (AMS AG) 22 June 2017, entire text, all drawings & JP 2019-508667 A & US 2018/0372546 A1 & EP 3182079 A1 & KR 10-2018-0082508 A & CN 108780006 A	1-17
A	JP 2011-248350 A (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES) 08 December 2011, entire text, all drawings & US 2011/0290982 A1 & EP 2390689 A1 & FR 2960654 A & CN 102262253 A & KR 10-2011-0130341 A	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B5/28(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N9/07(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B5/28, H01L27/146, H04N9/07

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	WO 2012/004934 A1（パナソニック株式会社） 2012.01.12, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-17
A	WO 2015/015722 A1（パナソニック IP マネジメント株式会社） 2015.02.05, 全文, 全図 & US 2015/0206912 A1	1-17
A	US 2006/0198025 A1（CHEN Ga-lane） 2006.09.07, 全文, 全図 & CN 1828345 A	1-17

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

05.08.2019

国際調査報告の発送日

20.08.2019

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）

丑田 真悟

20

3100

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
A	WO 2017/102312 A1 (AMS AG) 2017.06.22, 全文, 全図 & JP 2019-508667 A & US 2018/0372546 A1 & EP 3182079 A1 & KR 10-2018-0082508 A & CN 108780006 A	1-17
A	JP 2011-248350 A (コミッサリア ア レネルジー アトミック エ オ ゼネルジ ザルタナテイヴ) 2011.12.08, 全文, 全図 & US 2011/0290982 A1 & EP 2390689 A1 & FR 2960654 A & CN 102262253 A & KR 10-2011-0130341 A	1-17