

(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
2019年8月15日(15.08.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/155709 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 5/369* (2011.01)
G02B 1/11 (2015.01) *H04N 9/07* (2006.01)
G02B 5/26 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/042049

(22) 国際出願日: 2018年11月14日(14.11.2018)

(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 2018-021922 2018年2月9日(09.02.2018) 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14番1号 Kanagawa (JP).

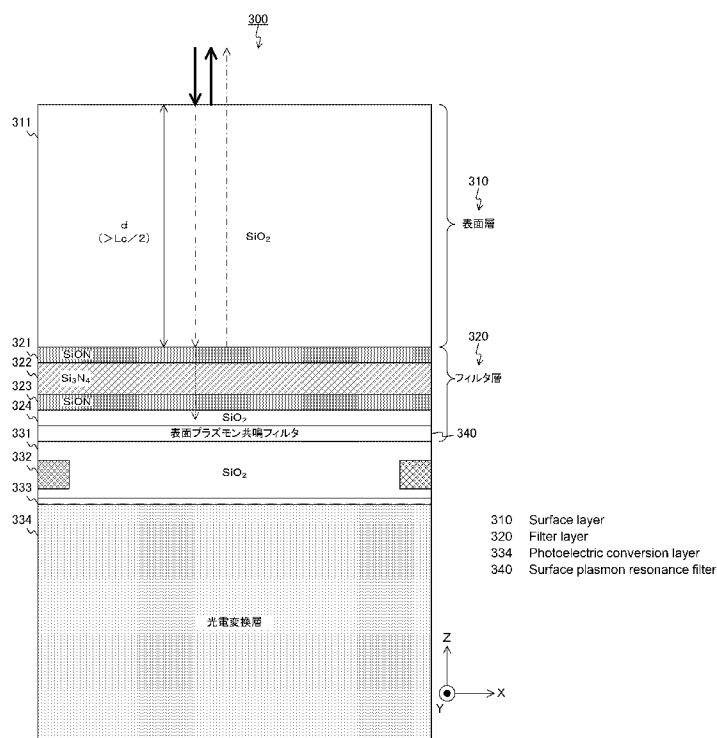
(72) 発明者: 戸田 淳(TODA, Atsushi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 丸島 敏一(MARUSHIMA, Toshikazu); 〒1600022 東京都新宿区新宿3-3-2 京王新宿三丁目第二ビル5F クラフト国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: SOLID STATE IMAGING ELEMENT, ELECTRONIC DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 固体撮像素子、電子装置、および、電子装置の製造方法



(57) Abstract: The objective of the invention is to suppress ripples in a solid state imaging element for determining an optical spectrum. This solid state imaging element comprises a surface layer, a filter layer, and a photoelectric conversion layer. In this solid state imaging element, the thickness of the surface layer exceeds half of the coherence length of incoming light. Further, in this solid state imaging element, of the incident light that has been transmitted through the surface layer, the filter layer transmits predetermined light of interest and reflects the remainder toward the surface layer. In addition, in

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

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

this solid state imaging element, the photoelectric conversion layer performs photoelectric conversion of the predetermined light of interest that has been transmitted through the filter layer.

(57) 要約: 分光スペクトルを求める固体撮像素子において、リップルを抑制する。固体撮像素子は、表面層、フィルタ層、および、光電変換層を具備する。この固体撮像素子において、表面層の厚さは、入射光のコヒーレンス長の半分を越える。また、固体撮像素子においてフィルタ層は、表面層を透過した入射光のうち所定の対象光を透過して残りを前記表面層へ反射する。また、固体撮像素子において光電変換層は、フィルタ層を透過した所定の対象光を光電変換する。

明 細 書

発明の名称：

固体撮像素子、電子装置、および、電子装置の製造方法

技術分野

[0001] 本技術は、固体撮像素子、電子装置、および、電子装置の製造方法に関する。詳しくは、光学フィルタを用いて分光を行う固体撮像素子、電子装置、および、電子装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、光を複数の色に分解（すなわち、分光）する際に、所望の波長を通過させる光学フィルタが用いられている。例えば、有機光電変換層、カラーフィルタおよび無機光電変換層を配置した固体撮像素子が提案されている（例えば、特許文献1 参照。）。この固体撮像素子において、有機光電変換層は入射光を光電変換して、ある波長の受光データを生成する。その有機光電変換層を透過した光のうち所望の波長の光をカラーフィルタが透過し、無機光電変換層が、その透過光を光電変換して、有機光電変換層とは別の波長の受光データを生成する。そして、それらの受光データから、波長ごとの強度（スペクトル）の分布である分光スペクトルが求められる。この分光スペクトルにおいて、スペクトルの軌跡が波打つ（言い換えれば、振動する）ことがあり、その振動はリップルと呼ばれる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2011-238658号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の従来技術では、分光スペクトルを解析することにより、生体認証や植生調査などの様々な処理を行うことができる。しかしながら、上述の構成では、固体撮像素子の受光面で反射した光とカラーフィルタで反射した光と

が干渉することにより、リップルが大きくなるおそれがある。リップルが大きいと、生体認証などの処理において精度が低下するため、リップルを抑制することが望ましい。

[0005] 本技術はこのような状況に鑑みて生み出されたものであり、分光スペクトルを求める固体撮像素子において、リップルを抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本技術は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第1の側面は、入射光のコヒーレンス長の半分以上を越える厚さの表面層と、上記表面層を透過した上記入射光のうち所定の対象光を透過して残りを上記表面層へ反射するフィルタ層と、上記フィルタ層を透過した上記所定の対象光を光電変換する光電変換層とを具備する固体撮像素子である。これにより、表面層の受光面で反射した反射光と、表面層およびフィルタ層の界面で反射した反射光との光路差がコヒーレンス長未満になるという作用をもたらす。

[0007] また、この第1の側面において、上記表面層は、反射防止膜を備えてもよい。これにより、表面層の反射率が低減するという作用をもたらす。

[0008] また、この第1の側面において、上記表面層は、二酸化ケイ素の層をさらに備えてもよい。これにより、二酸化ケイ素層の受光面で反射した反射光と、二酸化ケイ素層およびフィルタ層の界面で反射した反射光との光路差がコヒーレンス長未満になるという作用をもたらす。

[0009] また、この第1の側面において、上記表面層は、透明樹脂の層をさらに備えてもよい。これにより、シリコンウェハの反りが抑制されるという作用をもたらす。

[0010] また、この第1の側面において、上記表面層は、応力緩和樹脂の層をさらに備えてもよい。これにより、透明樹脂層の剥離が防止されるという作用をもたらす。

[0011] また、この第1の側面において、上記フィルタ層は、表面プラズモン共鳴フィルタを備えてもよい。これにより、所望の波長の光がフィルタ層を透過するという作用をもたらす。

- [0012] また、この第1の側面において、上記フィルタ層は、ファブリペロ共振器を備えてもよい。これにより、所望の波長の光がフィルタ層を透過するという作用をもたらす。
- [0013] また、この第1の側面において、上記入射光は、自然光を含み、上記表面層の厚さは、2.0マイクロメートルを下回らない構成とすることもできる。これにより、リップルが低減するという作用をもたらす。
- [0014] また、本技術の第2の側面は、入射光のコヒーレンス長の半分を越える厚さの表面層と、上記表面層を透過した上記入射光のうち所定の対象光を透過して残りを上記表面層へ反射するフィルタ層と、上記フィルタ層を透過した上記所定の対象光を光電変換して画素信号を生成する光電変換層と、上記画素信号に対して所定の信号処理を実行する信号処理部とを具備する電子装置、および、その製造方法である。これにより、リップルの低減した分光スペクトルが求められるという作用をもたらす。
- [0015] また、この第2の側面において、カバーガラスをさらに具備し、上記入射光は、上記カバーガラスと所定の気体とを介して上記表面層に入射されてもよい。これにより、オンチップレンズ無しの固体撮像素子において分光が行われるという作用をもたらす。
- [0016] また、この第2の側面において、上記信号処理において正規化植生指数を求めてもよい。これにより、植生が調査されるという作用をもたらす。
- [0017] また、この第2の側面において、上記信号処理部は、上記信号処理において生体認証を行うこともできる。これにより、セキュリティが向上するという作用をもたらす。

発明の効果

- [0018] 本技術によれば、分光スペクトルを求める固体撮像素子において、リップルを抑制することができるという優れた効果を奏し得る。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本技術の第1の実施の形態における電子装置の一構成例を示すブロック図である。

[図2]本技術の第1の実施の形態におけるカメラモジュールの断面図の一例である。

[図3]本技術の第1の実施の形態における固体撮像素子の一構成例を示すブロック図である。

[図4]本技術の第1の実施の形態における画素の断面図の一例である。

[図5]本技術の第1の実施の形態における表面プラズモン共鳴フィルタの平面図の一例である。

[図6]本技術の第1の実施の形態における画素毎の直径および周期の一例を示す図である。

[図7]比較例における厚さを0.1マイクロメートル(μm)とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[図8]比較例における厚さを1.0マイクロメートル(μm)とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[図9]比較例における厚さを1.5マイクロメートル(μm)とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[図10]本技術の第1の実施の形態における厚さを2.0マイクロメートル(μm)とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[図11]本技術の第1の実施の形態における厚さを2.5マイクロメートル(μm)とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[図12]本技術の第1の実施の形態における分光振幅の測定結果を示すグラフである。

[図13]本技術の第1の実施の形態における固体撮像素子を形成した電子装置の断面図の一例である。

[図14]本技術の第1の実施の形態におけるレジストを塗布した電子装置の断面図の一例である。

[図15]本技術の第1の実施の形態における最初のエッチングを行った電子装

置の断面図の一例である。

[図16]本技術の第1の実施の形態におけるエッチング後にレジストを塗布した電子装置の断面図の一例である。

[図17]本技術の第1の実施の形態における2回目のエッチングを行った電子装置の断面図の一例である。

[図18]本技術の第1の実施の形態における電子装置の製造方法の一例を示すフローチャートである。

[図19]本技術の第2の実施の形態における画素の断面図の一例である。

[図20]本技術の第2の実施の形態における分光感度特性の一例を示すグラフである。

[図21]本技術の第2の実施の形態における周期および直径を変更した際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[図22]本技術の第3の実施の形態における画素の断面図の一例である。

[図23]本技術の第3の実施の形態における分光感度特性の一例を示すグラフである。

[図24]本技術の第4の実施の形態における画素の断面図の一例である。

[図25]本技術の第4の実施の形態におけるファブリペロ共振器の断面図の一例である。

[図26]本技術の第5の実施の形態における電子装置の一構成例を示すブロック図である。

[図27]本技術の第5の実施の形態における波長ごとの反射率の一例を示すグラフである。

[図28]本技術の第6の実施の形態における電子装置の一構成例を示すブロック図である。

[図29]本技術の第6の実施の形態における波長ごとの反射率の一例を示すグラフである。

[図30]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31]図30に示すカメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

ク図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態と称する）について説明する。説明は以下の順序により行う。

1. 第1の実施の形態（表面層の厚さをコヒーレンス長の半分より大きくする例）

2. 第2の実施の形態（透明樹脂を含む表面層の厚さをコヒーレンス長の半分より大きくする例）

3. 第3の実施の形態（応力緩和樹脂層を含む表面層の厚さをコヒーレンス長の半分より大きくする例）

4. 第4の実施の形態（表面層の厚さをコヒーレンス長の半分より大きくし、その下方にファブリペロ共振器を配置する例）

5. 第5の実施の形態（表面層の厚さをコヒーレンス長の半分より大きくして植生調査を行う例）

6. 第6の実施の形態（表面層の厚さをコヒーレンス長の半分より大きくして生体認証を行う例）

7. 内視鏡手術システムへの応用例

[0021] <1. 第1の実施の形態>

[電子装置の構成例]

図1は、本技術の第1の実施の形態における電子装置100の一構成例を示すブロック図である。この電子装置100は、光を分光するための装置であり、カメラモジュール110、信号処理部120および表示部130を備える。電子装置100としては、生体認証機能を持つスマートフォンや、ドローンに搭載されるカメラなどが想定される。

[0022] カメラモジュール110は、垂直走査信号などに同期して画像データを撮像するものである。このカメラモジュール110は、画像データを信号処理部120に信号線119を介して供給する。

[0023] 信号処理部120は、画像データに対して所定の信号処理を実行するもの

である。この信号処理部 120 は、信号処理において、分光スペクトルを求める。この分光スペクトルは、生体認証などに用いられる。信号処理部 120 は、処理結果を表示部 130 に信号線 129 を介して供給する。表示部 130 は、処理結果を表示するものである。

[0024] [カメラモジュールの構成例]

図 2 は、本技術の第 1 の実施の形態におけるカメラモジュール 110 の断面図の一例である。このカメラモジュール 110 は、カバーガラス 111、固体撮像素子 200 および支持基板 113 を備える。

[0025] ここで、カバーガラス 111 や固体撮像素子 200 の受光面に平行な所定方向を X 方向とし、受光面に垂直な方向を Z 方向とする。また、X 方向および Z 方向に垂直な方向を Y 方向とする。同図の断面図は、Y 方向から見た図である。

[0026] カバーガラス 111 は、固体撮像素子 200 の受光面を保護するものである。カバーガラス 111 と固体撮像素子 200 との間には、空気や乾燥窒素ガスなどの所定の気体が充填されている。また、固体撮像素子 200 は、ワイヤ 112 を介して支持基板 113 に接続されている。

[0027] [固体撮像素子の構成例]

図 3 は、本技術の第 1 の実施の形態における固体撮像素子 200 の一構成例を示すブロック図である。この固体撮像素子 200 は、垂直駆動部 210、画素アレイ部 220、タイミング制御部 230、カラム信号処理部 240 および水平駆動部 250 を備える。

[0028] 画素アレイ部 220 には、二次元格子状に複数の画素 300 が配列される。以下、水平方向に配列された画素 300 の集合を「行」と称し、行に垂直な方向に配列された画素 300 の集合を「列」と称する。

[0029] また、画素アレイ部 220 は、それぞれが所定数の画素 300 からなる複数の画素ブロック 221 に分割される。例えば、画素ブロック 221 のそれぞれは、4 行×4 列の 16 個の画素 300 から構成される。画素ブロック 221 内の画素 300 のそれぞれは、互いに異なる波長の光を受光して画素信

号を生成し、カラム信号処理部 240 に供給する。

[0030] タイミング制御部 230 は、垂直同期信号 VSYNC に同期して垂直駆動部 210、カラム信号処理部 240 および水平駆動部 250 のそれぞれの動作タイミングを制御するものである。垂直駆動部 210 は、行を順に駆動して画素信号を出力させるものである。

[0031] カラム信号処理部 240 は、画素アレイ部 220 からの画素信号に対して、列ごとに、AD (Analog to Digital) 変換処理や、CDS (Correlated Double Sampling) 処理などを実行するものである。このカラム信号処理部 240 は、処理後の画素信号を垂直駆動部 210 の制御に従って信号処理部 120 に出力する。水平駆動部 250 は、列を順に選択して、その列の画素信号を出力させるものである。

[0032] [画素の構成例]

図 4 は、本技術の第 1 の実施の形態における画素 300 の断面図の一例である。支持基板 113 からカバーガラス 111 (言い換えれば、受光側) へ方向を上方向として、画素 300 の最上層には、表面層 310 が配置される。

[0033] 表面層 310 は、屈折率が 1 の空気を介して光が入射される最初の層であり、固体撮像素子 200 の表面を保護するために設けられる。この表面層 310 の屈折率は例えば、1 より大きい。表面層 310 として、例えば、二酸化ケイ素 (SiO_2) 層 311 が用いられる。また、表面層の 310 の下層にフィルタ層 320 が配置される。

[0034] なお、表面層 310 に二酸化ケイ素層 311 のみを配置しているが、後述するように、さらに反射防止膜を配置して表面層 310 を 2 層構造としてもよい。

[0035] フィルタ層 320 は、表面層 310 を透過した入射光のうち所定の対象光を透過し、残りを表面層 310 へ反射するものである。このフィルタ層 320 は、上から順に窒素化ケイ素 (SiON) 層 321、窒化ケイ素 (Si_3N_4) 層 322、窒素化ケイ素層 323、二酸化ケイ素層 324 および表面プラ

ズモン共鳴フィルタ 340 を備える。

[0036] 酸窒化ケイ素層 321、窒化ケイ素層 322 および酸窒化ケイ素層 323 のそれぞれの屈折率は異なり、それらの層の厚さを変更することにより、フィルタ層 320 の反射率を調整することができる。また、窒化ケイ素層 322 は、表面プラズモン共鳴フィルタ 340 に用いられるアルミの酸化を防止するパッシベーション層として機能する。

[0037] 表面プラズモン共鳴フィルタ 340 は、表面プラズモンと光とが共鳴する表面プラズモン共鳴現象を利用して所定の波長の光を透過するものである。ここで、プラズモンとは、金属微粒子に光が当たって、その内部の電子が揺さぶられて電場に変化が生じ、自由電子が偏った状態を意味し、表面プラズモンとは、金属表面で生じたプラズモンを指す。この表面プラズモン共鳴フィルタ 340 の構造の詳細については後述する。

[0038] フィルタ層 320 の下方には二酸化ケイ素層 331 が配置される。この二酸化ケイ素層 331 の外周の近傍には、遮光膜 332 が配置される。遮光膜 332 は、隣接する画素からの光を遮光するものであり、混色を防止するために設けられる。

[0039] 二酸化ケイ素層 331 の下方には、反射防止膜 333 が配置され、その反射防止膜 333 の下方には光電変換層 334 が配置される。

[0040] 光電変換層 334 は、フィルタ層 320 を透過した対象光を光電変換して画素信号を生成するものである。光電変換層 334 として、例えば、pn 接合のフォトダイオードが形成されたシリコン基板が用いられる。光電変換層 334 の下方には、配線層がさらに配置されているが、記載の便宜上、配線層は省略されている。

[0041] ここで、リップルの発生要因について述べる。空気と表面層 310 とのそれぞれの屈折率が異なるため、表面層 310 に入射光が入射されると、表面層 310 の受光面 p1 において入射光の一部が透過し、残りが反射する。図 4 における太い実線は、入射光と、その一部が反射した反射光 r1 とを示す。

[0042] また、表面層 310 とフィルタ層 320 とのそれぞれの屈折率が異なるため、受光面 p1 を透過した透過光は、表面層 310 およびフィルタ層 320 の界面 p2 において透過光の一部が透過し、残りが反射する。図 4 における一点鎖線は、受光面 p1 を透過した透過光と、その一部が反射した反射光 r2 とを示す。

[0043] これらの反射光 r1 と反射光 r2 との重ね合わせにより干渉が生じる。このときに、反射光 r1 および r2 のそれぞれの光路長の差と、反射による位相反転の有無とにより、それらの光の位相差が決定される。位相差が波長の整数倍の場合には強めあい、半波長ずれる場合には弱めあうことになる。この干渉により、画素 300 の反射率が変動する。同様に透過率も変動する。

[0044] また、干渉においては、m (m は整数) 次と、m+1 次とが強めあう際の波長間隔 $\Delta\lambda$ は、次の式により表される。

$$\Delta\lambda = \lambda / (4n_1) \times (4\Delta n + \lambda/d) \quad \dots \text{式 1}$$

上式において、 λ は、入射光（自然光など）の波長を示し、単位は、例えば、マイクロメートル (μm) である。 n_1 は、表面層 310 の屈折率を示す。 Δn は、表面層 310 の波長に対する屈折率の差であり、屈折率波長分散を示す。 d は、表面層 310 の厚さを示し、単位は、例えば、マイクロメートル (μm) である。

[0045] 式 1 より、厚さ d が大きくなるほど、また、屈折率分散 Δn が小さくなるほど、スペクトルの振動（リップル）の周期を表す波長間隔 $\Delta\lambda$ が短くなる。このように、リップルは、反射光 r1 および r2 の干渉により生じる。したがって、リップルを小さくするには、干渉を弱めればよい。

[0046] ここで、干渉現象は、反射光 r1 および r2 の光路差である $2d$ がコヒーレンス長以下のときに生じる。すなわち、次の式が成立する際に干渉が生じる。

$$2d \leq L_c \quad \dots \text{式 2}$$

上式において L_c は入射光のコヒーレンス長であり、次の式により表される。

$$L_c \div \lambda^2 / \delta \lambda$$

上式において、 $\delta \lambda$ は、スペクトル半値幅であり、単位は、例えば、マイクロメートル (μm) である。自然光では、コヒーレンス長 L_c は、数マイクロメートル (μm) 程度である。

[0047] したがって、式2より、表面層310の厚さ d を、次の式を満たす値とすれば、可干渉性を喪失させることができる。すなわち、表面層310の厚さ d をコヒーレンス長 L_c の半分より大きくすることにより、リップルを低減することができる。

$$d > L_c / 2 \quad \dots \text{式3}$$

[0048] なお、画素300ごとにOCL (On-Chip micro-Lenses) を設ける構成としても、リップルを緩和することができるが、この構成は好ましくない。OCLを設けると、そのレンズの中心付近で垂直入射した光は、そのまま表面層310に垂直入射するが、中心からずれた位置に入射した光は、表面層310において斜め方向に入射することになる。このときに、斜め方向に入射した光は、垂直入射した光に対して、光路長が変化するため、リップルが波長シフトを起こす。したがって、1つの光電変換層334に異なる光が同時に入射されるために積算されてリップルが緩和されたように見えるのであり、干渉効果自体は緩和されていない。そして、その斜め入射の成分により、ピーク波長が長波長シフトを起こしてブロードな分光に変化してしまうというデメリットが生じる。

[0049] これに対して固体撮像素子200では、図2に例示したようにOCLレスの構造である。このため、OCLを設けた場合と比較して信号処理のナロー化が可能となる。ここで、OCLレスは、最上層の表面層310にOCLが無く、平坦であることを意味する。なお、「平坦」とは、光の波長より大きな凹凸が無く、光学的に平坦と見なせる状態を意味する。

[0050] [フィルタの構成例]

図5は、本技術の第1の実施の形態における表面プラズモン共鳴フィルタ340の平面図の一例である。この表面プラズモン共鳴フィルタ340は、

アルミ（A l）などの薄膜に複数の孔 3 4 1 を一定間隔で空けたものである。隣接する孔 3 4 1 の間隔は、「周期」と呼ばれる。孔 3 4 1 の直径 D と、周期 P とを変更することにより、透過分光スペクトルと、そのピーク波長とを調整することができる。なお、アルミの代わりに、金（A u）や銀（A g）の薄膜を用いることもできる。また、表面プラズモン共鳴フィルタ 3 4 0 の上層や下層、あるいは孔 3 4 1 の中に、酸化膜等の誘電体を配置してもよい。

[0051] 図 6 は、本技術の第 1 の実施の形態における画素毎の直径および周期の一例を示す図である。画素ブロック 2 2 1 内の画素 3 0 0 ごとに、その画素の表面プラズモン共鳴フィルタ 3 4 0 の直径および周期の少なくとも一方が異なる。

[0052] 画素ブロック 2 2 1 には 4 行×4 列に 1 6 個の画素 3 0 0 が配列されるため、例えば、x を「0」乃至「3」とし、y を「0」乃至「3」として、画素ブロック 2 2 1 内の画素 3 0 0 の相対座標は（x，y）により表される。

[0053] 例えば、x 座標「0」の画素 3 0 0 の周期には P 0 が設定され、x 座標「1」の画素 3 0 0 の周期には P 1 が設定される。また、x 座標「2」の画素 3 0 0 の周期には P 2 が設定され、x 座標「3」の画素 3 0 0 の周期には P 3 が設定される。そして、y 座標「0」の画素 3 0 0 の直径には D 0 が設定され、y 座標「1」の画素 3 0 0 の直径には D 1 が設定される。また、y 座標「2」の画素 3 0 0 の直径には D 2 が設定され、y 座標「3」の画素 3 0 0 の直径には D 3 が設定される。

[0054] 上述したように、画素ブロック 2 2 1 ごとに、1 6 通りの直径および周期の組合せを設定することにより、入射光を 1 6 波長に分光することができる。これらの波長ごとの信号レベルをプロットすることにより、分光スペクトルが得られる。この分光スペクトルは、生体認証や植生調査などの様々なアプリケーションにおいて利用することができる。分光スペクトルにおいてリップルが生じると、アプリケーションの性能が低下するおそれがあるが、式 3 を満たす厚さ d とすることにより、リップルを低減して性能低下を抑制す

ることができる。

[0055] なお、画素ブロック 2 2 1 内の画素数は、16 個に限定されず、例えば、 3×3 の 9 個や 5×5 の 25 個であってもよい。画素ブロック 2 2 1 内の画素数を n (n は、整数) 個とすると、 n 個の波長成分に分光することができる。

[0056] リップル低減の効果を検証するために、様々な厚さ d を設定した場合の分光感度特性を 3 次元の FDTD (Finite-Difference Time-Domain) 法を用いて見積もった。

[0057] 図 7 は、厚さ d を 0.1 マイクロメートル (μm) とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[0058] 図 8 は、厚さ d を 1.0 マイクロメートル (μm) とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[0059] 図 9 は、厚さ d を 1.5 マイクロメートル (μm) とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[0060] 図 10 は、厚さ d を 2.0 マイクロメートル (μm) とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。

[0061] 図 11 は、厚さ d を 2.5 マイクロメートル (μm) とした際の分光感度特性の一例を示すグラフである。図 7 乃至図 11 において、縦軸は、分光感度を示し、横軸は波長を示す。

[0062] 図 12 は、本技術の第 1 の実施の形態における分光振幅の測定結果を示すグラフである。同図において、縦軸は、図 7 乃至図 11 から得られた分光振幅を示し、横軸は、厚さ d を示す。この分光振幅は、リップルの大きさを表す。

[0063] 厚さ d が 2.0 マイクロメートル (μm) 未満の場合には、厚さ d を小さくするほど分光振幅 (リップル) が小さくなり、低減効果が大きい。一方、厚さ d が 2.0 マイクロメートル (μm) 以上の場合には、分光振幅が飽和する。このため、入射光を自然光とする場合、 d は 2.0 マイクロメートル (μm) 以上であることが望ましい。

[0064] 〔電子装置の製造方法〕

次に、電子装置１００の製造方法について説明する。電子装置１００の製造システムにより、まず、支持基板１１３上に、固体撮像素子２００が形成される。

[0065] 図１３は、本技術の第１の実施の形態における固体撮像素子２００を形成した電子装置１００の断面図の一例である。固体撮像素子２００には、前述したように、上から順に、表面層３１０から光電変換層３３４までが設けられ、光電変換層３３４の下方に配線層４１０が設けられる。この配線層４１０には、パッド４１１が設けられる。次いで、固体撮像素子２００の表面層３１０において、一部を開口させたレジストが塗布される。

[0066] 図１４は、本技術の第１の実施の形態におけるレジストを塗布した電子装置１００の断面図の一例である。パッド４１１の接続箇所においてレジスト５０１が開口している。次に、リソグラフィ技術を用いて最初のエッチングが実行される。リソグラフィにおいては、マスク露光および現像が順に実行される。そして、レジスト５０１が取り除かれる。なお、エッチングはドライエッチングおよびウェットエッチングのいずれであってもよい。

[0067] 図１５は、本技術の第１の実施の形態における最初のエッチングを行った電子装置１００の断面図の一例である。最初のエッチングにより、表面層３１０およびフィルタ層３２０の一部が開口し、その部分の光電変換層３３４が露出している。この固体撮像素子２００に再度レジストが塗布される。

[0068] 図１６は、本技術の第１の実施の形態におけるエッチング後にレジスト５０２を塗布した電子装置１００の断面図の一例である。同図に例示するように、レジスト５０２の一部が開口しており、その部分の面積は、最初のエッチングのレジスト５０１の開口部分よりも狭い。これにより、２回目のエッチングの際の固体撮像素子２００へのダメージを軽減することができる。次に、リソグラフィ技術を用いて２回目のエッチングが実行される。そして、レジスト５０２が取り除かれる。

[0069] 図１７は、本技術の第１の実施の形態における２回目のエッチングを行っ

た電子装置１００の断面図の一例である。２回目のエッチングにより、光電変換層３３４および配線層４１０の一部が開口し、パッド４１１の接続箇所が露出している。この接続箇所は、ワイヤボンディングにより、支持基板１１３の電極と接続される。これにより、固体撮像素子２００と支持基板１１３とが電氣的に接続される。その他、各種の処理が実行されて電子装置１００が完成する。

[0070] 図１８は、本技術の第１の実施の形態における電子装置１００の製造方法の一例を示すフローチャートである。製造システムは、支持基板１１３上に固体撮像素子２００を製造し（ステップＳ９０１）、最初のエッチングを行う（ステップＳ９０２）。そして、製造システムは、２回目のエッチングを行い（ステップＳ９０３）、ワイヤボンディングにより固体撮像素子２００と支持基板１１３とを電氣的に接続する（ステップＳ９０４）。ステップＳ９０４の後に製造システムは、各種の処理が実行して電子装置１００の製造を終了する。

[0071] このように、本技術の第１の実施の形態によれば、表面層３１０の厚さをコヒーレンス長の半分より大きくしたため、表面層３１０の受光面で反射した反射光と、その下方の界面で反射した反射光との干渉を抑制することができる。これにより、分光スペクトルにおけるリップルを低減することができる。

[0072] ＜２．第２の実施の形態＞

上述の第１の実施の形態では、表面層３１０として二酸化ケイ素層３１１を用いていた。しかし、フィルタ層３２０などを形成するシリコンウェハに二酸化ケイ素層３１１を形成すると、それらの熱膨張率の差異に起因して熱処理時においてシリコンウェハに反りが生じることがある。特に、二酸化ケイ素層３１１を厚くするほど、シリコンウェハの反りが大きくなるおそれがある。この第２の実施の形態の固体撮像素子２００は、二酸化ケイ素層３１１の代わりに、透明樹脂層を設けた点において第１の実施の形態と異なる。

[0073] 図１９は、本技術の第２の実施の形態における画素３００の断面図の一例

である。この第2の実施の形態の画素300は、表面層310において、二酸化ケイ素層311の代わりに、上から順に反射防止膜312および透明樹脂層313を配置した点において第1の実施の形態と異なる。表面層310の厚さdは、第1の実施の形態と同様に式3を満たすものとする。

[0074] 反射防止膜312は、表面層310の反射率を低下させるための膜であり、二酸化ケイ素(SiO_2)などが用いられる。この反射防止膜312は、透明樹脂層313よりも遥かに薄いものとする。なお、反射防止膜312を形成しない構成としてもよい。

[0075] 透明樹脂層313として、例えば、シリコンウェハとの熱膨張率の差が二酸化ケイ素よりも小さい樹脂が用いられる。このような樹脂を用いることにより、熱処理によるシリコンウェハの反りを抑制することができる。また、この透明樹脂層313は、例えば、スピコート法により形成される。スピコート法を用いることにより、二酸化ケイ素層311を形成する場合よりも高速に表面層310を形成することができる。

[0076] 図20は、本技術の第2の実施の形態における分光感度特性の一例を示すグラフである。同図における縦軸は、分光感度を示し、横軸は波長を示す。厚さdを、式3を満たす値である3.0マイクロメートル(μm)とし、FDTD法を用いてシミュレーションにより求めた。なお、3.0マイクロメートル(μm)はスピコート法により1回の塗布で生成することができる程度の厚さである。同図における実線は、厚さdを3.0マイクロメートル(μm)とした際の分光感度特性を示す。

[0077] また、比較のために、厚さdを式3を満たさない値である0.4マイクロメートルとし、同様のシミュレーションを行った。同図における点線は、比較例の分光感度特性を示す。同図に例示するように、式3を満たす厚さとすることにより、式3を満たさない比較例よりも振幅(リップル)を小さくすることができる。

[0078] 図21は、本技術の第2の実施の形態における周期および直径を変更した際の分光感度特性の一例を示すグラフである。同図における縦軸は分光感度

を示し、横軸は波長を示す。また、実線は、表面プラズモン共鳴フィルタ 340 の周期を 250 ナノメートル (nm)、直径を 140 ナノメートル (nm) とした画素の分光感度特性を示す。一点鎖線は、表面プラズモン共鳴フィルタ 340 の周期を 350 ナノメートル (nm)、直径を 210 ナノメートル (nm) とした画素の分光感度特性を示す。点線は、表面プラズモン共鳴フィルタ 340 の周期を 450 ナノメートル (nm)、直径を 270 ナノメートル (nm) とした画素の分光感度特性を示す。同図に例示するように、周期および直径の少なくとも一方を変更することにより、異なる分光感度特性が得られる。

[0079] このように、本技術の第 2 の実施の形態によれば、コヒーレンス長の半分より大きな厚さの表面層として、シリコンウェハとの熱膨張率の差が二酸化ケイ素より小さい透明樹脂層 313 を配置したため、熱処理によるシリコンウェハの反りを抑制することができる。

[0080] <3. 第 3 の実施の形態>

上述の第 2 の実施の形態では、酸化窒化ケイ素層 321 上に透明樹脂層 313 を形成していたが、この構成では、ダイシングを行う際に透明樹脂層 313 が剥がれてしまうおそれがある。この第 3 の実施の形態の固体撮像素子 200 は、透明樹脂層 313 の密着性を向上させるために、応力緩和樹脂層を形成した点において第 2 の実施の形態と異なる。

[0081] 図 22 は、本技術の第 3 の実施の形態における画素 300 の断面図の一例である。この第 3 の実施の形態の画素 300 は、表面層 310 において、透明樹脂層 313 の下方に応力緩和樹脂層 314 がさらに形成される点において第 2 の実施の形態と異なる。

[0082] 応力緩和樹脂層 314 は、透明樹脂層 313 にかかる応力を緩和する層である。また、応力緩和樹脂層 314 を含む表面層 310 の厚さは、第 1 の実施の形態と同様に式 3 を満たす。

[0083] 図 23 は、本技術の第 3 の実施の形態における分光感度特性の一例を示すグラフである。同図における縦軸は分光感度を示し、横軸は波長を示す。ま

た、同図における実線は、応力緩和樹脂層 314 のある第 3 の実施の形態の画素 300 の分光感度特性を示す。一方、同図における点線は、応力緩和樹脂層 314 を有さない第 2 の実施の形態の画素 300 の分光感度特性を示す。光学的には応力緩和樹脂層 314 の無いほうが界面の数が少ないため、リップルが小さくなると考えられるが、同図に例示するように、実際のところは、応力緩和樹脂層 314 の有無により分光感度特性に大きな差は生じない。したがって、応力緩和樹脂層 314 の形成により、却ってリップルが大きくなることは無い。

[0084] このように、本技術の第 3 の実施の形態によれば、応力緩和樹脂層 314 をさらに形成したため、透明樹脂層 313 にかかる応力を緩和して、透明樹脂層 313 の剥離を防止することができる。

[0085] <4. 第 4 の実施の形態>

上述の第 1 の実施の形態では、微細な孔 341 を空けた表面プラズモン共鳴フィルタ 340 により所望の波長を透過させていたが、孔 341 を空ける微細加工が困難となるおそれがある。この第 4 の実施の形態の固体撮像素子 200 は、表面プラズモン共鳴フィルタ 340 の代わりに、孔を空ける必要のないファブリペロ共振器を用いた点において第 1 の実施の形態と異なる。

[0086] 図 24 は、本技術の第 4 の実施の形態における画素 300 の断面図の一例である。この第 4 の実施の形態の画素 300 は、フィルタ層 320 において、酸化窒化ケイ素層 321 から表面プラズモン共鳴フィルタ 340 までの各層の代わりに、ファブリペロ共振器 350 を配置した点において第 1 の実施の形態と異なる。このファブリペロ共振器 350 とは、2 枚のハーフミラーを対向させて、それらのハーフミラーの間で多重に反射された光同士の共振を利用して所定の波長の光を透過するものである。これらのハーフミラーには孔が空いておらず、表面プラズモン共鳴フィルタのような微細加工は不要である。

[0087] 図 25 は、本技術の第 4 の実施の形態におけるファブリペロ共振器 350 の断面図の一例である。このファブリペロ共振器 350 は、上から順に、ハ

ーフミラー 351、共振器 354 およびハーフミラー 355 を備える。ハーフミラー 351 は、入射光の一部を透過し、残りを反射するものであり、酸化チタン (TiO_2) 層 352 と二酸化ケイ素層 353 とを交互に配置した多層膜により構成される。ハーフミラー 355 についても同様である。なお、多層膜をハーフミラー 351 および 355 として用いているが、一部を反射することができるのであれば、金属薄膜など、多層膜以外をハーフミラーとして用いることができる。

[0088] 共振器 354 は、例えば、二酸化ケイ素の層により構成される。この共振器 354 の厚さを変更することにより、透過させる波長を調整することができる。画素ブロック 221 において、16 個の画素 300 のそれぞれの共振器 354 の厚さは異なるものとする。これにより、入射光を 16 波長に分光することができる。

[0089] なお、第 4 の実施の形態において、第 2 の実施の形態のように表面層 310 として透明樹脂層 313 を配置してもよい。また、第 3 の実施の形態のように応力緩和樹脂層 314 をさらに配置してもよい。

[0090] このように、本技術の第 4 の実施の形態では、ファブリペロ共振器 350 をフィルタ層 320 として配置したため、表面プラズモン共鳴フィルタ 340 を配置する構成と比較して、微細加工が不要となり、製造が容易になる。

[0091] <5. 第 5 の実施の形態>

上述の第 1 の実施の形態では、電子装置 100 は、入射光の分光のみを行っていた。しかしながら、植物の育成状態（すなわち、植生）の調査を行う際には、分光後に正規化植生指数 (NDVI : Normalized Difference Vegetation Index) を算出することが望ましい。ここで、 NDVI は、植生の状態を示す数値であり、 NDVI が正の大きな値であるほど、植生が濃いことを表す。この第 5 の実施の形態の固体撮像素子 200 は、 NDVI を算出する点において第 1 の実施の形態と異なる。

[0092] 図 26 は、本技術の第 5 の実施の形態における電子装置 100 の一構成例を示すブロック図である。この第 5 の実施の形態の電子装置 100 は、固体

撮像素子 201 をさらに備え、信号処理部 120 の代わりに信号処理部 121 を備える点において第 1 の実施の形態と異なる。第 5 の実施の形態の電子装置 100 として、例えば、ドローン（小型無人ヘリコプターなど）に搭載されるカメラが想定される。

[0093] 固体撮像素子 200 は、可視光を分光して画像データを信号処理部 121 に供給する。一方、固体撮像素子 201 は、赤外光などの不可視光を分光して画像データを信号処理部 121 に供給する。

[0094] 信号処理部 121 は、固体撮像素子 200 の画像データから、赤色の可視光に対する被写体の反射率を反射率 R として求め、固体撮像素子 201 の画像データから、近赤外光に対する被写体の反射率を反射率 IR として求める。そして、信号処理部 121 は、次の式により $NDVI$ を算出して表示部 130 に供給する。

$$NDVI = (IR - R) / (IR + R)$$

[0095] 図 27 は、本技術の第 5 の実施の形態における波長ごとの反射率の一例を示すグラフである。同図における縦軸は、被写体（植物など）の反射率を示し、横軸は、波長を示す。実線は、健康な植物の反射率特性を示し、一点鎖線は、弱った植物の反射率特性を示す。また、点線は枯れた植物の反射率特性を示す。同図に例示するように、0.6 乃至 0.8 マイクロメートル (μm) の可視光域において、植物の状態ごとの反射率の相違が大きくなる。また、0.8 マイクロメートル (μm) より長い赤外光域では差異がさらに大きくなる。このため、固体撮像素子 200 および 201 により、可視光域と赤外光域との信号レベルを検出することによって植生の状態を判断することができる。そして、このような電子装置 100 をドローンに乗せて上空から農作物の育成状態（植生）を観測することにより、ユーザは、作物を効率的に育成することができる。

[0096] なお、互いに光電変換する波長域の異なる固体撮像素子を 3 つ以上配置して、3 つ以上の波長域から信号レベルを検出して $NDVI$ を算出することもできる。

[0097] また、第５の実施の形態において、第２の実施の形態のように表面層３１０として透明樹脂層３１３を配置してもよい。また、第３の実施の形態のように応力緩和樹脂３１４をさらに配置してもよい。また、第４の実施の形態のようにファブリペロ共振器３５０を配置してもよい。

[0098] このように、本技術の第５の実施の形態によれば、可視光に対する被写体の反射率と不可視光に対する被写体の反射率とを求めることにより、電子装置１００は、正規化植生指数（NDVI）を算出することができる。

[0099] ＜６．第６の実施の形態＞

上述の第１の実施の形態では、電子装置１００は、入射光の分光のみを行っていた。しかしながら、生体認証に電子装置１００を利用する際には、分光スペクトルを解析して人肌か否かの判断をさらに行うことが望ましい。この第６の実施の形態の電子装置１００は、分光スペクトルを用いて生体認証を行う点において第１の実施の形態と異なる。

[0100] 図２８は、本技術の第６の実施の形態における電子装置１００の一構成例を示すブロック図である。この第６の実施の形態の電子装置１００は、信号処理部１２０の代わりに信号処理部１２２を備える点において第１の実施の形態と異なる。第６の実施の形態の電子装置１００として、例えば、生体認証機能を持つ装置や機器（スマートフォンなど）が想定される。

[0101] 信号処理部１２２は、生体認証を行う。生体認証において信号処理部１２２は、分光スペクトルを解析し、被写体為人肌か否かを判断する。そして、被写体為人肌である場合には、被写体の生体パターン（顔、指紋や虹彩など）と予め登録された登録パターンとのマッチングを行い、その結果を表示部１３０に供給する。このように、分光スペクトルを用いて被写体為人肌か否かを判断することにより、この判断を行わない場合と比較して認証精度を向上させることができる。

[0102] 図２９は、本技術の第６の実施の形態における波長ごとの反射率の一例を示すグラフである。同図における縦軸は、被写体の反射率であり、横軸は波長である。同図における実線は、モンゴロイドの肌の反射率特性を示し、点

線は、コーカソイドの肌の反射率特性を示す。一点鎖線は、ネグロイドの肌の反射率特性を示す。いずれにおいても450乃至650ナノメートル（nm）の波長域で反射率が大きく変化する。このため、例えば、この波長域の分光スペクトルを解析することにより、信号処理部122は、被写体が人肌か否かを判断することができる。

[0103] なお、第6の実施の形態において、第2の実施の形態のように表面層310として透明樹脂層313を配置してもよい。また、第3の実施の形態のように応力緩和樹脂314をさらに配置してもよい。また、第4の実施の形態のようにファブリペロ共振器350を配置してもよい。

[0104] このように本技術の第6の実施の形態によれば、電子装置100は、生体認証において分光スペクトルを用いて人肌か否かを判断するため、その判断を行わない場合と比較して生体認証の精度を向上させることができる。

[0105] <7. 内視鏡手術システムへの応用例>

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

[0106] 図30は、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システム5000の概略的な構成の一例を示す図である。図30では、術者（医師）5067が、内視鏡手術システム5000を用いて、患者ベッド5069上の患者5071に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム5000は、内視鏡5001と、その他の術具5017と、内視鏡5001を支持する支持アーム装置5027と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート5037と、から構成される。

[0107] 内視鏡手術では、腹壁を切って開腹する代わりに、トロッカ5025a～5025dと呼ばれる筒状の開孔器具が腹壁に複数穿刺される。そして、トロッカ5025a～5025dから、内視鏡5001の鏡筒5003や、その他の術具5017が患者5071の体腔内に挿入される。図示する例では、その他の術具5017として、気腹チューブ5019、エネルギー処置具5021及び鉗子5023が、患者5071の体腔内に挿入されている。ま

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

[0108] 内視鏡５００１によって撮影された患者５０７１の体腔内の術部の画像が、表示装置５０４１に表示される。術者５０６７は、表示装置５０４１に表示された術部の画像をリアルタイムで見ながら、エネルギー処置具５０２１や鉗子５０２３を用いて、例えば患部を切除する等の処置を行う。なお、図示は省略しているが、気腹チューブ５０１９、エネルギー処置具５０２１及び鉗子５０２３は、手術中に、術者５０６７又は助手等によって支持される。

[0109] (支持アーム装置)

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

[0110] (内視鏡)

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

[0111] 鏡筒５００３の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡５００１には光源装置５０４３が接続されており、当該光源装

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

[0112] カメラヘッド 5 0 0 5 の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU: Camera Control Unit）5 0 3 9 に送信される。なお、カメラヘッド 5 0 0 5 には、その光学系を適宜駆動させることにより、倍率及び焦点距離を調整する機能が搭載される。

[0113] なお、例えば立体視（3D表示）等に対応するために、カメラヘッド 5 0 0 5 には撮像素子が複数設けられてもよい。この場合、鏡筒 5 0 0 3 の内部には、当該複数の撮像素子のそれぞれに観察光を導光するために、リレー光学系が複数系統設けられる。

[0114] （カートに搭載される各種の装置）

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

[0115] 表示装置 5 0 4 1 は、CCU 5 0 3 9 からの制御により、当該CCU 5 0 3 9 によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。内視鏡

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

[0116] 光源装置5043は、例えばLED（light emitting diode）等の光源から構成され、術部を撮影する際の照射光を内視鏡5001に供給する。

[0117] アーム制御装置5045は、例えばCPU等のプロセッサによって構成され、所定のプログラムに従って動作することにより、所定の制御方式に従って支持アーム装置5027のアーム部5031の駆動を制御する。

[0118] 入力装置5047は、内視鏡手術システム5000に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置5047を介して、内視鏡手術システム5000に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、入力装置5047を介して、患者の身体情報や、手術の術式についての情報等、手術に関する各種の情報を入力する。また、例えば、ユーザは、入力装置5047を介して、アーム部5031を駆動させる旨の指示や、内視鏡5001による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示、エネルギー処置具5021を駆動させる旨の指示等を入力する。

[0119] 入力装置5047の種類は限定されず、入力装置5047は各種の公知の入力装置であってよい。入力装置5047としては、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、スイッチ、フットスイッチ5057及び／又はレバー等が適用され得る。入力装置5047としてタッチパネルが用いられる場合には、当該タッチパネルは表示装置5041の表示面上に設けられてもよ

い。

[0120] あるいは、入力装置5047は、例えばメガネ型のウェアラブルデバイスやHMD (Head Mounted Display) 等の、ユーザによって装着されるデバイスであり、これらのデバイスによって検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。また、入力装置5047は、ユーザの動きを検出可能なカメラを含み、当該カメラによって撮像された映像から検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。更に、入力装置5047は、ユーザの声を收音可能なマイクロフォンを含み、当該マイクロフォンを介して音声によって各種の入力が行われる。このように、入力装置5047が非接触で各種の情報を入力可能に構成されることにより、特に清潔域に属するユーザ（例えば術者5067）が、不潔域に属する機器を非接触で操作することが可能となる。また、ユーザは、所持している術具から手を離すことなく機器を操作することが可能となるため、ユーザの利便性が向上する。

[0121] 処置具制御装置5049は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具5021の駆動を制御する。気腹装置5051は、内視鏡5001による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者5071の体腔を膨らめるために、気腹チューブ5019を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ5053は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ5055は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0122] 以下、内視鏡手術システム5000において特に特徴的な構成について、更に詳細に説明する。

[0123] （支持アーム装置）

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

、から構成されているが、図30では、簡単のため、アーム部5031の構成を簡略化して図示している。実際には、アーム部5031が所望の自由度を有するように、関節部5033a～5033c及びリンク5035a、5035bの形状、数及び配置、並びに関節部5033a～5033cの回転軸の方向等が適宜設定され得る。例えば、アーム部5031は、好適に、6自由度以上の自由度を有するように構成され得る。これにより、アーム部5031の可動範囲内において内視鏡5001を自由に移動させることが可能になるため、所望の方向から内視鏡5001の鏡筒5003を患者5071の体腔内に挿入することが可能になる。

[0124] 関節部5033a～5033cにはアクチュエータが設けられており、関節部5033a～5033cは当該アクチュエータの駆動により所定の回転軸まわりに回転可能に構成されている。当該アクチュエータの駆動がアーム制御装置5045によって制御されることにより、各関節部5033a～5033cの回転角度が制御され、アーム部5031の駆動が制御される。これにより、内視鏡5001の位置及び姿勢の制御が実現され得る。この際、アーム制御装置5045は、力制御又は位置制御等、各種の公知の制御方式によってアーム部5031の駆動を制御することができる。

[0125] 例えば、術者5067が、入力装置5047（フットスイッチ5057を含む）を介して適宜操作入力を行うことにより、当該操作入力に応じてアーム制御装置5045によってアーム部5031の駆動が適宜制御され、内視鏡5001の位置及び姿勢が制御されてよい。当該制御により、アーム部5031の先端の内視鏡5001を任意の位置から任意の位置まで移動させた後、その移動後の位置で固定的に支持することができる。なお、アーム部5031は、いわゆるマスタースレイブ方式で操作されてもよい。この場合、アーム部5031は、手術室から離れた場所に設置される入力装置5047を介してユーザによって遠隔操作され得る。

[0126] また、力制御が適用される場合には、アーム制御装置5045は、ユーザからの外力を受け、その外力にならってスムーズにアーム部5031が移動

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

[0127] ここで、一般的に、内視鏡下手術では、スコピストと呼ばれる医師によって内視鏡5001が支持されていた。これに対して、支持アーム装置5027を用いることにより、人手によらずに内視鏡5001の位置をより確実に固定することが可能になるため、術部の画像を安定的に得ることができ、手術を円滑に行うことが可能になる。

[0128] なお、アーム制御装置5045は必ずしもカート5037に設けられなくてもよい。また、アーム制御装置5045は必ずしも1つの装置でなくてもよい。例えば、アーム制御装置5045は、支持アーム装置5027のアーム部5031の各関節部5033a～5033cにそれぞれ設けられてもよく、複数のアーム制御装置5045が互いに協働することにより、アーム部5031の駆動制御が実現されてもよい。

[0129] (光源装置)

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

ラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0130] また、光源装置 5043 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 5005 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0131] また、光源装置 5043 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Band Imaging）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察するもの（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得るもの等が行われ得る。光源装置 5043 は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0132] （カメラヘッド及びCCU）

図 31 を参照して、内視鏡 5001 のカメラヘッド 5005 及び CCU 5039 の機能についてより詳細に説明する。図 31 は、図 30 に示すカメラヘッド 5005 及び CCU 5039 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0133] 図 31 を参照すると、カメラヘッド 5005 は、その機能として、レンズユニット 5007 と、撮像部 5009 と、駆動部 5011 と、通信部 5013 と、カメラヘッド制御部 5015 と、を有する。また、CCU 5039 は、その機能として、通信部 5059 と、画像処理部 5061 と、制御部 5063 と、を有する。カメラヘッド 5005 と CCU 5039 とは、伝送ケー

ブル5065によって双方向に通信可能に接続されている。

[0134] まず、カメラヘッド5005の機能構成について説明する。レンズユニット5007は、鏡筒5003との接続部に設けられる光学系である。鏡筒5003の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド5005まで導光され、当該レンズユニット5007に入射する。レンズユニット5007は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。レンズユニット5007は、撮像部5009の撮像素子の受光面上に観察光を集光するように、その光学特性が調整されている。また、ズームレンズ及びフォーカスレンズは、撮像画像の倍率及び焦点の調整のため、その光軸上の位置が移動可能に構成される。

[0135] 撮像部5009は撮像素子によって構成され、レンズユニット5007の後段に配置される。レンズユニット5007を通過した観察光は、当該撮像素子の受光面に集光され、光電変換によって、観察像に対応した画像信号が生成される。撮像部5009によって生成された画像信号は、通信部5013に提供される。

[0136] 撮像部5009を構成する撮像素子としては、例えばCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) タイプのイメージセンサであり、Bayer配列を有するカラー撮影可能なものが用いられる。なお、当該撮像素子としては、例えば4K以上の高解像度の画像の撮影に対応可能なものが用いられてもよい。術部の画像が高解像度で得られることにより、術者5067は、当該術部の様子をより詳細に把握することができ、手術をより円滑に進行することが可能となる。

[0137] また、撮像部5009を構成する撮像素子は、3D表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための1対の撮像素子を有するように構成される。3D表示が行われることにより、術者5067は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部5009が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット5007も複数系統設けられる。

- [0138] また、撮像部５００９は、必ずしもカメラヘッド５００５に設けられなくてもよい。例えば、撮像部５００９は、鏡筒５００３の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。
- [0139] 駆動部５０１１は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部５０１５からの制御により、レンズユニット５００７のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部５００９による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。
- [0140] 通信部５０１３は、ＣＣＵ５０３９との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部５０１３は、撮像部５００９から得た画像信号をＲＡＷデータとして伝送ケーブル５０６５を介してＣＣＵ５０３９に送信する。この際、術部の撮像画像を低レイテンシで表示するために、当該画像信号は光通信によって送信されることが好ましい。手術の際には、術者５０６７が撮像画像によって患部の状態を観察しながら手術を行うため、より安全で確実な手術のためには、術部の動画像が可能な限りリアルタイムに表示されることが求められるからである。光通信が行われる場合には、通信部５０１３には、電気信号を光信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。画像信号は当該光電変換モジュールによって光信号に変換された後、伝送ケーブル５０６５を介してＣＣＵ５０３９に送信される。
- [0141] また、通信部５０１３は、ＣＣＵ５０３９から、カメラヘッド５００５の駆動を制御するための制御信号を受信する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。通信部５０１３は、受信した制御信号をカメラヘッド制御部５０１５に提供する。なお、ＣＣＵ５０３９からの制御信号も、光通信によって伝送されてもよい。この場合、通信部５０１３には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられ、制御信号は当該光電変換モジュールによって電気信号に変換された後、カメラヘッド制御部５０１５に提供される。

- [0142] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、取得された画像信号に基づいてCCU5039の制御部5063によって自動的に設定される。つまり、いわゆるAE (Auto Exposure) 機能、AF (Auto Focus) 機能及びAWB (Auto White Balance) 機能が内視鏡5001に搭載される。
- [0143] カメラヘッド制御部5015は、通信部5013を介して受信したCCU5039からの制御信号に基づいて、カメラヘッド5005の駆動を制御する。例えば、カメラヘッド制御部5015は、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報及び／又は撮像時の露光を指定する旨の情報に基づいて、撮像部5009の撮像素子の駆動を制御する。また、例えば、カメラヘッド制御部5015は、撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報に基づいて、駆動部5011を介してレンズユニット5007のズームレンズ及びフォーカスレンズを適宜移動させる。カメラヘッド制御部5015は、更に、鏡筒5003やカメラヘッド5005を識別するための情報を記憶する機能を備えてもよい。
- [0144] なお、レンズユニット5007や撮像部5009等の構成を、気密性及び防水性が高い密閉構造内に配置することで、カメラヘッド5005について、オートクレーブ滅菌処理に対する耐性を持たせることができる。
- [0145] 次に、CCU5039の機能構成について説明する。通信部5059は、カメラヘッド5005との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部5059は、カメラヘッド5005から、伝送ケーブル5065を介して送信される画像信号を受信する。この際、上記のように、当該画像信号は好適に光通信によって送信され得る。この場合、光通信に対応して、通信部5059には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。通信部5059は、電気信号に変換した画像信号を画像処理部5061に提供する。
- [0146] また、通信部5059は、カメラヘッド5005に対して、カメラヘッド5005の駆動を制御するための制御信号を送信する。当該制御信号も光通

信によって送信されてよい。

[0147] 画像処理部5061は、カメラヘッド5005から送信されたRAWデータである画像信号に対して各種の画像処理を施す。当該画像処理としては、例えば現像処理、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、NR（Noise reduction）処理及び／又は手ブレ補正処理等）、並びに／又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の公知の信号処理が含まれる。また、画像処理部5061は、AE、AF及びAWBを行うための、画像信号に対する検波処理を行う。

[0148] 画像処理部5061は、CPUやGPU等のプロセッサによって構成され、当該プロセッサが所定のプログラムに従って動作することにより、上述した画像処理や検波処理が行われ得る。なお、画像処理部5061が複数のGPUによって構成される場合には、画像処理部5061は、画像信号に係る情報を適宜分割し、これら複数のGPUによって並列的に画像処理を行う。

[0149] 制御部5063は、内視鏡5001による術部の撮像、及びその撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部5063は、カメラヘッド5005の駆動を制御するための制御信号を生成する。この際、撮像条件がユーザによって入力されている場合には、制御部5063は、当該ユーザによる入力に基づいて制御信号を生成する。あるいは、内視鏡5001にAE機能、AF機能及びAWB機能が搭載されている場合には、制御部5063は、画像処理部5061による検波処理の結果に応じて、最適な露出値、焦点距離及びホワイトバランスを適宜算出し、制御信号を生成する。

[0150] また、制御部5063は、画像処理部5061によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部の画像を表示装置5041に表示させる。この際、制御部5063は、各種の画像認識技術を用いて術部画像内における各種の物体を認識する。例えば、制御部5063は、術部画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具5021使用時のミスト等を認識することができる。制御部5063は、表示装置5041に術部の画像を表示させる際に

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

[0151] カメラヘッド５００５及びＣＣＵ５０３９を接続する伝送ケーブル５０６５は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0152] ここで、図示する例では、伝送ケーブル５０６５を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド５００５とＣＣＵ５０３９との間の通信は無線で行われてもよい。両者の間の通信が無線で行われる場合には、伝送ケーブル５０６５を手術室内に敷設する必要がなくなるため、手術室内における医療スタッフの移動が当該伝送ケーブル５０６５によって妨げられる事態が解消され得る。

[0153] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システム５０００の一例について説明した。なお、ここでは、一例として内視鏡手術システム５０００について説明したが、本開示に係る技術が適用され得るシステムはかかる例に限定されない。例えば、本開示に係る技術は、検査用軟性内視鏡システムや顕微鏡手術システムに適用されてもよい。

[0154] 本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部５００９および画像処理部５０６１に好適に適用され得る。具体的には、図２の固体撮像素子２００を撮像部５００９に適用し、図１の信号処理部１２０を画像処理部５０６１に適用することができる。撮像部５００９および画像処理部５０６１本開示に係る技術を適用することにより、分光スペクトルを用いて生体の認識精度を向上させることができるため、より安全かつ確実に手術を進めることが可能になる。

[0155] なお、上述の実施の形態は本技術を具現化するための一例を示したものであり、実施の形態における事項と、特許請求の範囲における発明特定事項とはそれぞれ対応関係を有する。同様に、特許請求の範囲における発明特定事項と、これと同一名称を付した本技術の実施の形態における事項とはそれぞれ

れ対応関係を有する。ただし、本技術は実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において実施の形態に種々の変形を施すことにより具現化することができる。

[0156] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 入射光のコヒーレンス長の半分を越える厚さの表面層と、

前記表面層を透過した前記入射光のうち所定の対象光を透過して残りを前記表面層へ反射するフィルタ層と、

前記フィルタ層を透過した前記所定の対象光を光電変換する光電変換層とを具備する固体撮像素子。

(2) 前記表面層は、反射防止膜を備える

前記(1)記載の固体撮像素子。

(3) 前記表面層は、二酸化ケイ素の層をさらに備える

前記(2)記載の固体撮像素子。

(4) 前記表面層は、透明樹脂の層をさらに備える

前記(2)記載の固体撮像素子。

(5) 前記表面層は、応力緩和樹脂の層をさらに備える

前記(4)記載の固体撮像素子。

(6) 前記フィルタ層は、表面プラズモン共鳴フィルタを備える

前記(1)から(5)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(7) 前記フィルタ層は、ファブリペロ共振器を備える

前記(1)から(5)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(8) 前記入射光は、自然光を含み、

前記表面層の厚さは、2.0マイクロメートルを下回らない

前記(1)から(7)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(9) 入射光のコヒーレンス長の半分を越える厚さの表面層と、

前記表面層を透過した前記入射光のうち所定の対象光を透過して残りを前記表面層へ反射するフィルタ層と、

前記フィルタ層を透過した前記所定の対象光を光電変換して画素信号を生

成する光電変換層と、

前記画素信号に対して所定の信号処理を実行する信号処理部と
を具備する電子装置。

(10) カバーガラスをさらに具備し、

前記入射光は、前記カバーガラスと所定の気体とを介して前記表面層に入射される

前記(9)記載の電子装置。

(11) 前記信号処理部は、前記信号処理において正規化植生指数を求める
前記(9)または(10)に記載の電子装置。

(12) 前記信号処理部は、前記信号処理において生体認証を行う
前記(9)または(10)に記載の電子装置。

(13) 入射光のコヒーレンス長の半分を越える厚さの表面層と、前記表面層を透過した前記入射光のうち所定の対象光を透過して残りを前記表面層へ反射するフィルタ層と、前記フィルタ層を透過した前記所定の対象光を光電変換する光電変換層と、パッドとを備える固体撮像素子に対するエッチングにより前記光電変換層の一部を露出させる第1のエッチング手順と、

エッチングにより前記一部を開口させて前記パッドを露出させる第2のエッチング手順と、

前記露出したパッドと支持基板とをワイヤにより接続する接続手順と
を具備する電子装置の製造方法。

符号の説明

- [0157] 100 電子装置
 110 カメラモジュール
 111 カバーガラス
 113 支持基板
 120、121、122 信号処理部
 130 表示部
 200、201 固体撮像素子

- 2 1 0 垂直駆動部
- 2 2 0 画素アレイ部
- 2 2 1 画素ブロック
- 2 3 0 タイミング制御部
- 2 4 0 カラム信号処理部
- 2 5 0 水平駆動部
- 3 0 0 画素
- 3 1 0 表面層
- 3 1 1、3 2 4、3 3 1、3 5 3 二酸化ケイ素層
- 3 1 2、3 3 3 反射防止膜
- 3 1 3 透明樹脂層
- 3 1 4 応力緩和樹脂層
- 3 2 0 フィルタ層
- 3 2 1、3 2 3 酸化ケイ素層
- 3 2 2 窒化ケイ素層
- 3 3 2 遮光膜
- 3 3 4 光電変換層
- 3 4 0 表面プラズモン共鳴フィルタ
- 3 5 0 ファブリペロ共振器
- 3 5 1、3 5 5 ハーフミラー
- 3 5 2 酸化チタン層
- 3 5 4 共振器
- 4 1 0 配線層
- 5 0 0 9 撮像部
- 5 0 6 1 画像処理部

請求の範囲

- [請求項1] 入射光のコヒーレンス長の半分を越える厚さの表面層と、
前記表面層を透過した前記入射光のうち所定の対象光を透過して残りを前記表面層へ反射するフィルタ層と、
前記フィルタ層を透過した前記所定の対象光を光電変換する光電変換層と
を具備する固体撮像素子。
- [請求項2] 前記表面層は、反射防止膜を備える
請求項1記載の固体撮像素子。
- [請求項3] 前記表面層は、二酸化ケイ素の層をさらに備える
請求項2記載の固体撮像素子。
- [請求項4] 前記表面層は、透明樹脂の層をさらに備える
請求項2記載の固体撮像素子。
- [請求項5] 前記表面層は、応力緩和樹脂の層をさらに備える
請求項4記載の固体撮像素子。
- [請求項6] 前記フィルタ層は、表面プラズモン共鳴フィルタを備える
請求項1記載の固体撮像素子。
- [請求項7] 前記フィルタ層は、ファブリペロ共振器を備える
請求項1記載の固体撮像素子。
- [請求項8] 前記入射光は、自然光を含み、
前記表面層の厚さは、2.0マイクロメートルを下回らない
請求項1記載の固体撮像素子。
- [請求項9] 入射光のコヒーレンス長の半分を越える厚さの表面層と、
前記表面層を透過した前記入射光のうち所定の対象光を透過して残りを前記表面層へ反射するフィルタ層と、
前記フィルタ層を透過した前記所定の対象光を光電変換して画素信号を生成する光電変換層と、
前記画素信号に対して所定の信号処理を実行する信号処理部と

を具備する電子装置。

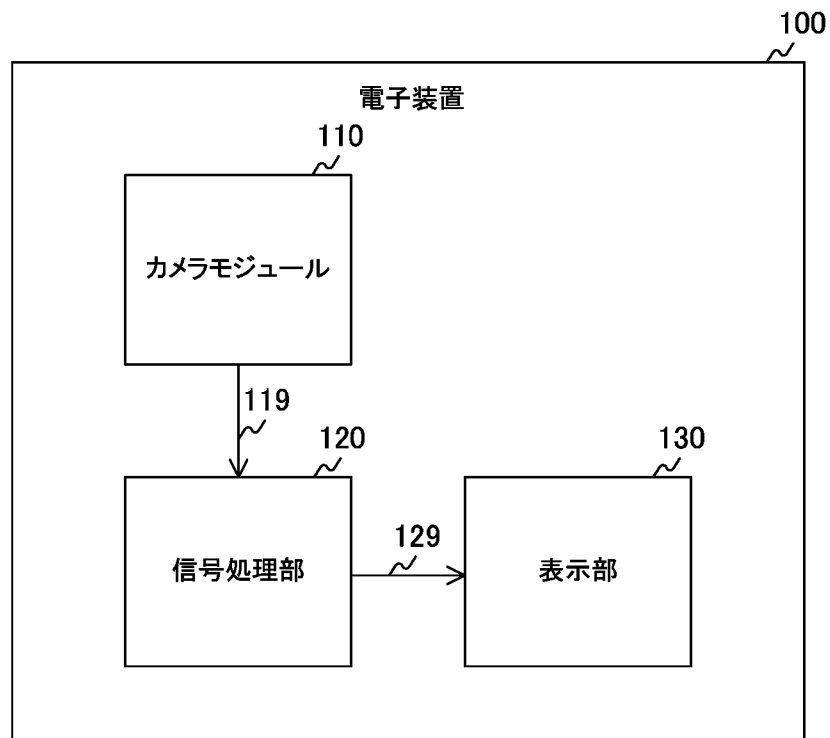
[請求項10] カバーガラスをさらに具備し、
前記入射光は、前記カバーガラスと所定の気体とを介して前記表面層に入射される
請求項9記載の電子装置。

[請求項11] 前記信号処理部は、前記信号処理において正規化植生指数を求める
請求項9記載の電子装置。

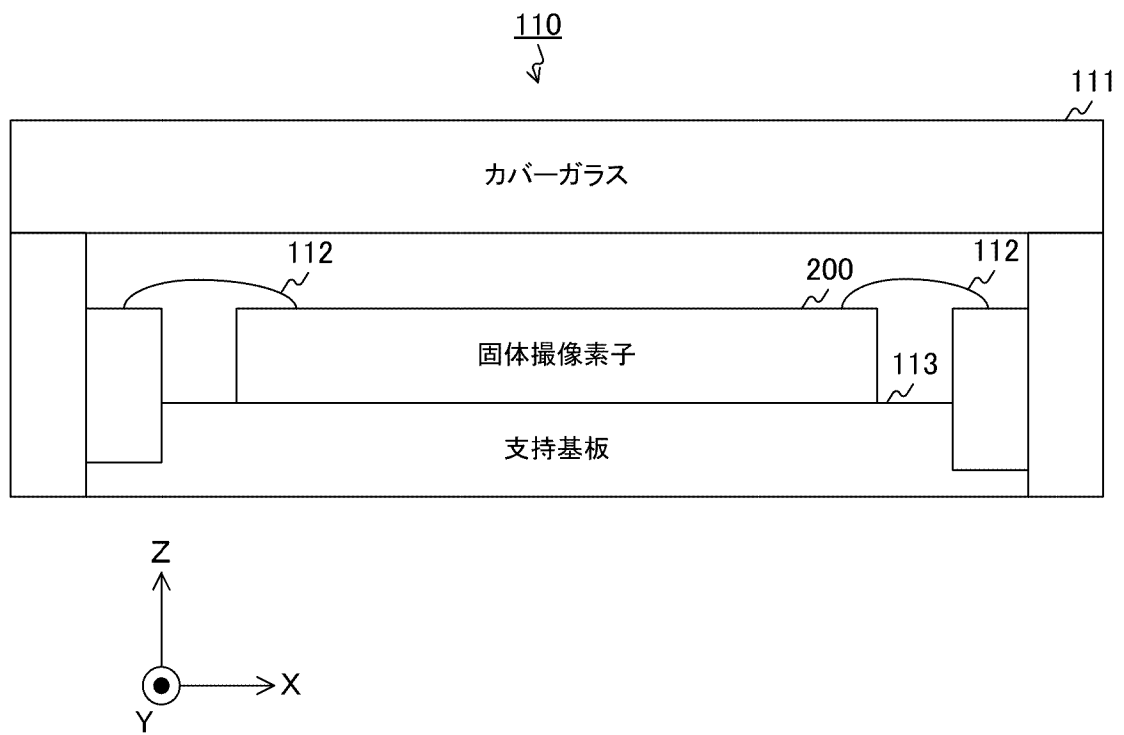
[請求項12] 前記信号処理部は、前記信号処理において生体認証を行う
請求項9記載の電子装置。

[請求項13] 入射光のコヒーレンス長の半分を越える厚さの表面層と、前記表面層を透過した前記入射光のうち所定の対象光を透過して残りを前記表面層へ反射するフィルタ層と、前記フィルタ層を透過した前記所定の対象光を光電変換する光電変換層と、パッドとを備える固体撮像素子に対するエッチングにより前記光電変換層の一部を露出させる第1のエッチング手順と、
エッチングにより前記一部を開口させて前記パッドを露出させる第2のエッチング手順と、
前記露出したパッドと支持基板とをワイヤにより接続する接続手順と
を具備する電子装置の製造方法。

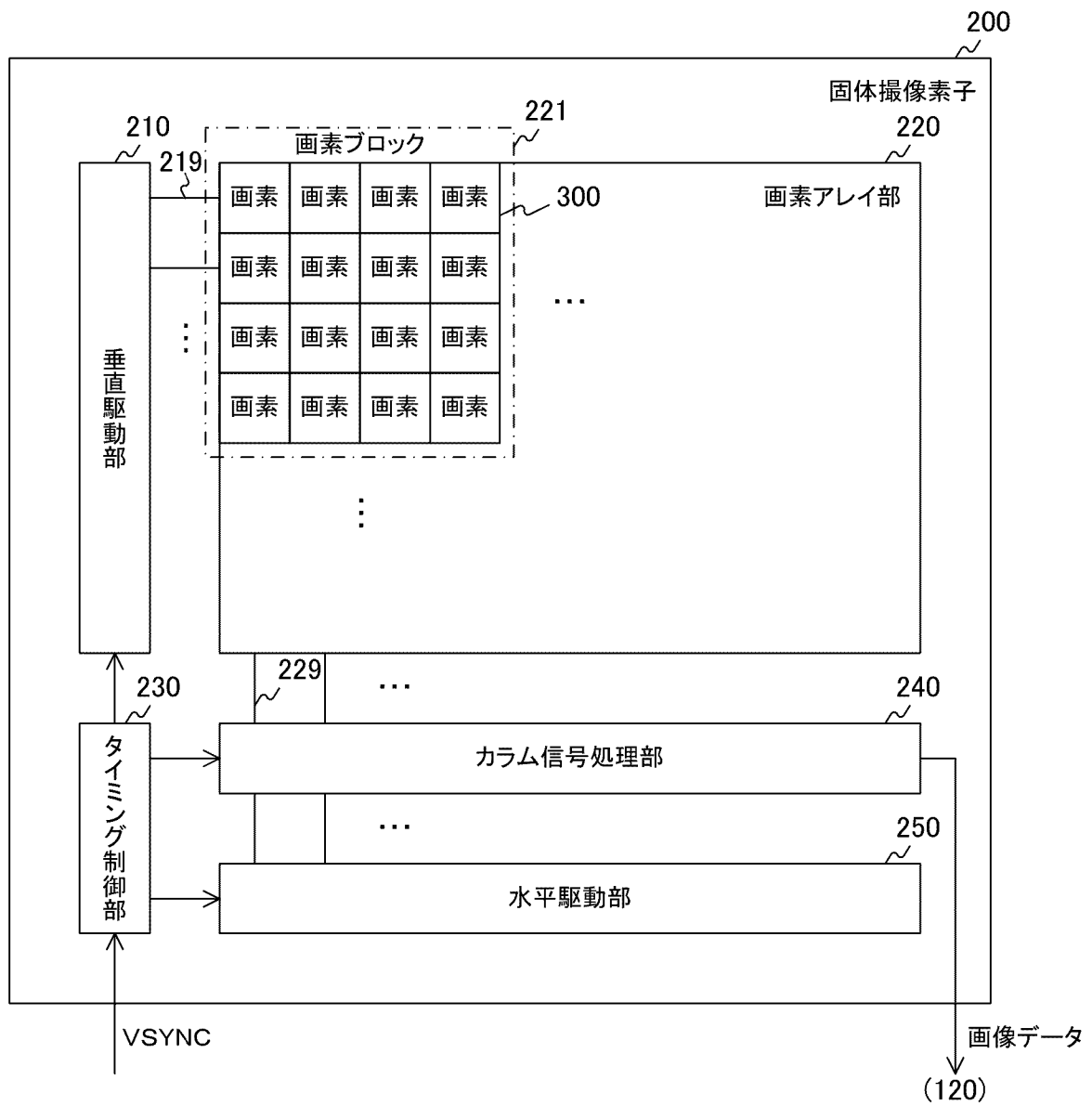
[図1]



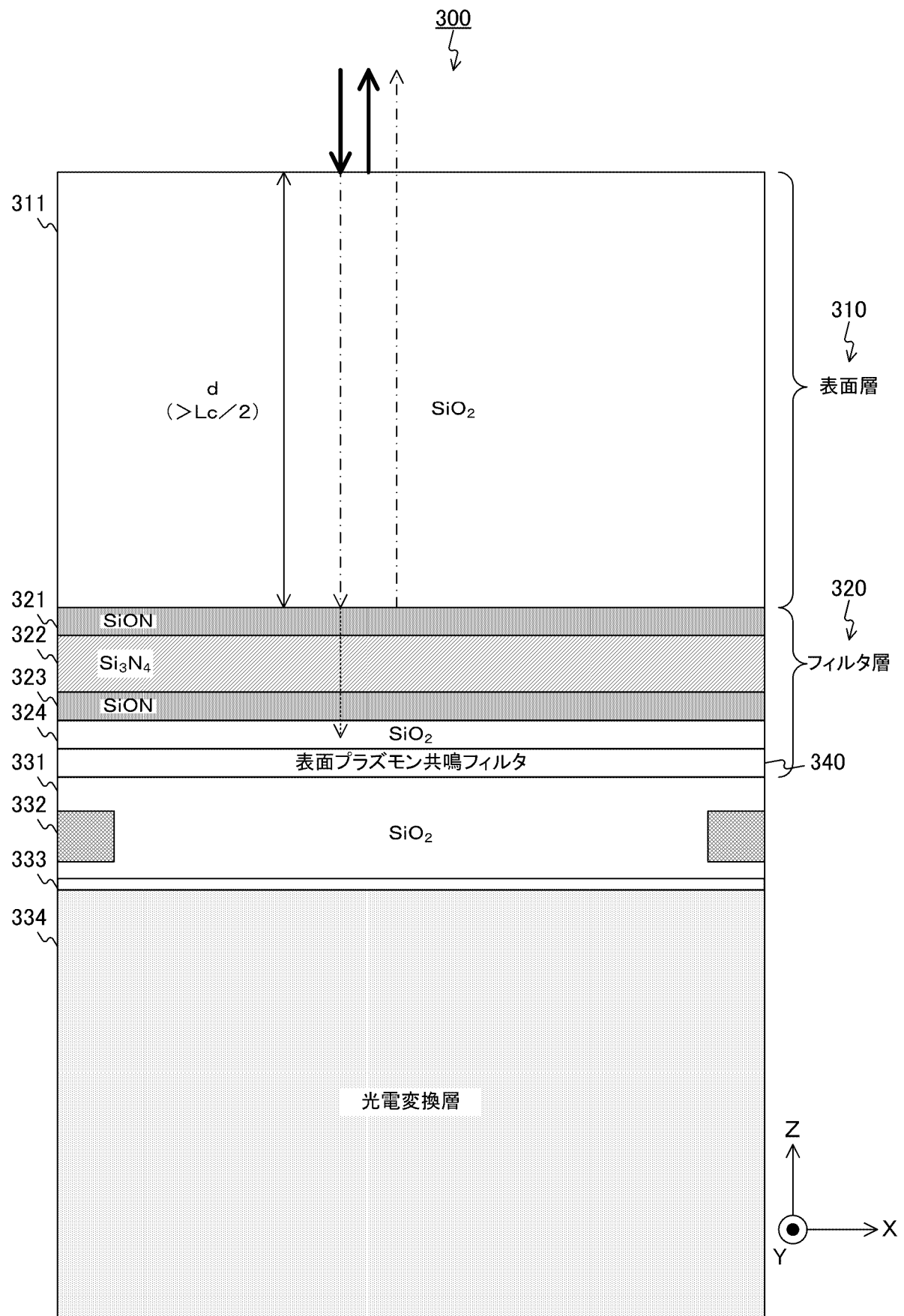
[図2]



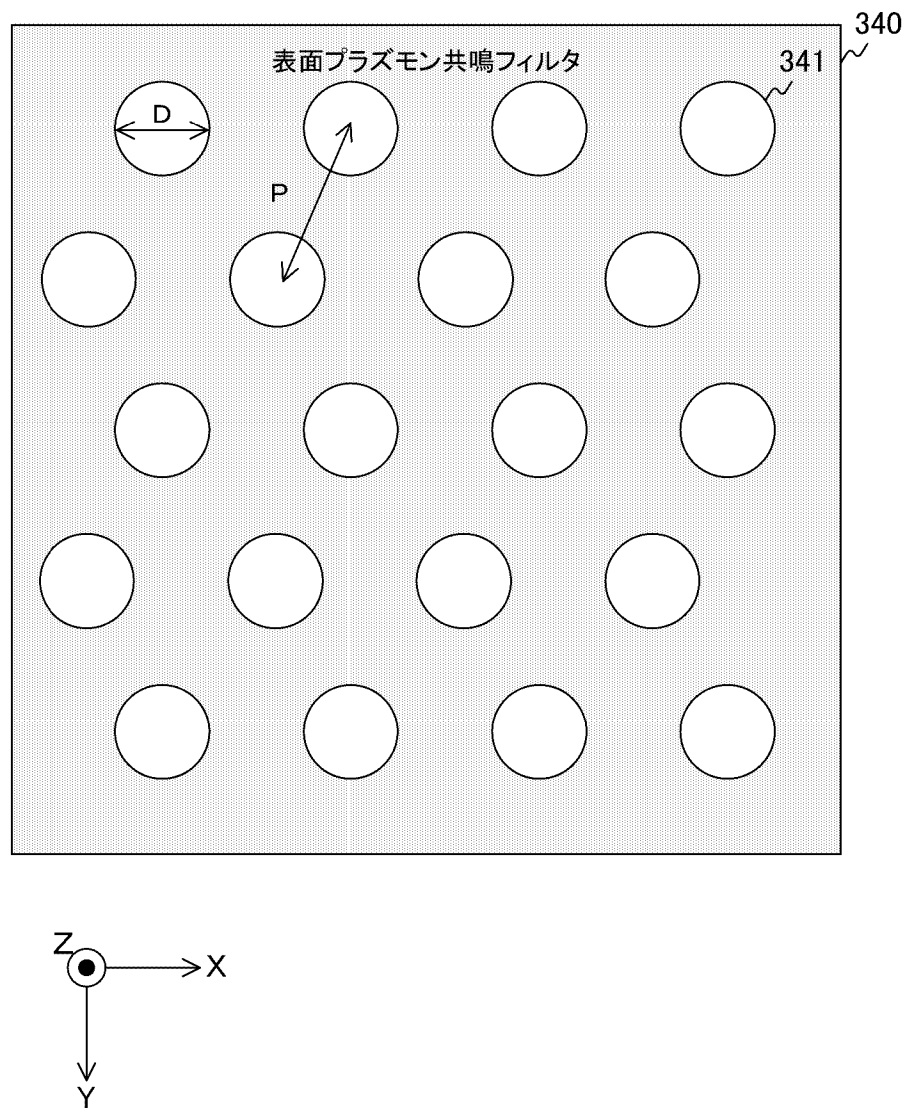
[図3]



[図4]



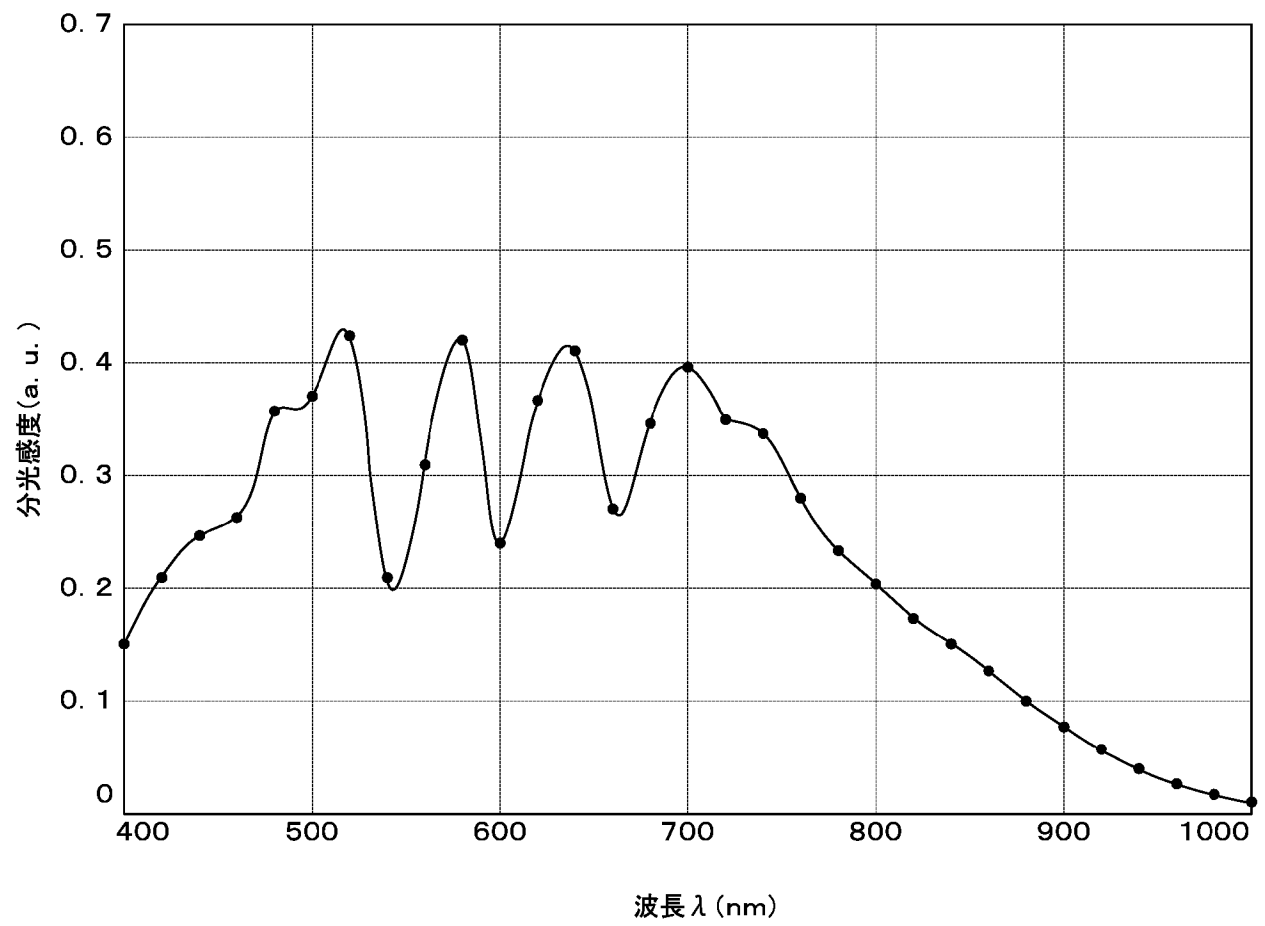
[図5]



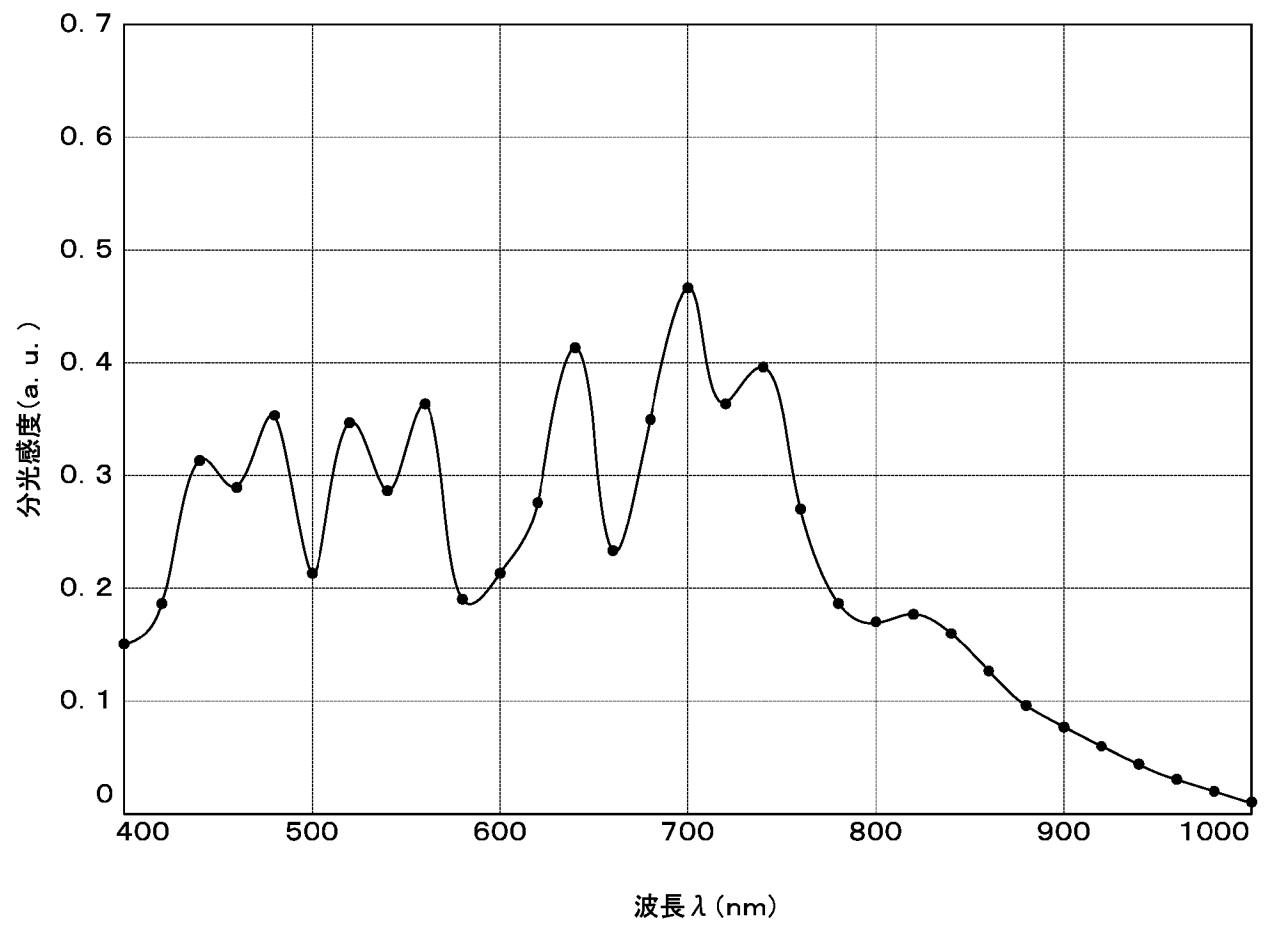
[図6]

画素ブロック内の相対座標	直径D	周期P
(0, 0)	D0	P0
(0, 1)	D1	
(0, 2)	D2	
(0, 3)	D3	
(1, 0)	D0	P1
(1, 1)	D1	
(1, 2)	D2	
(1, 3)	D3	
(2, 0)	D0	P2
(2, 1)	D1	
(2, 2)	D2	
(2, 3)	D3	
(3, 0)	D0	P3
(3, 1)	D1	
(3, 2)	D2	
(3, 3)	D3	

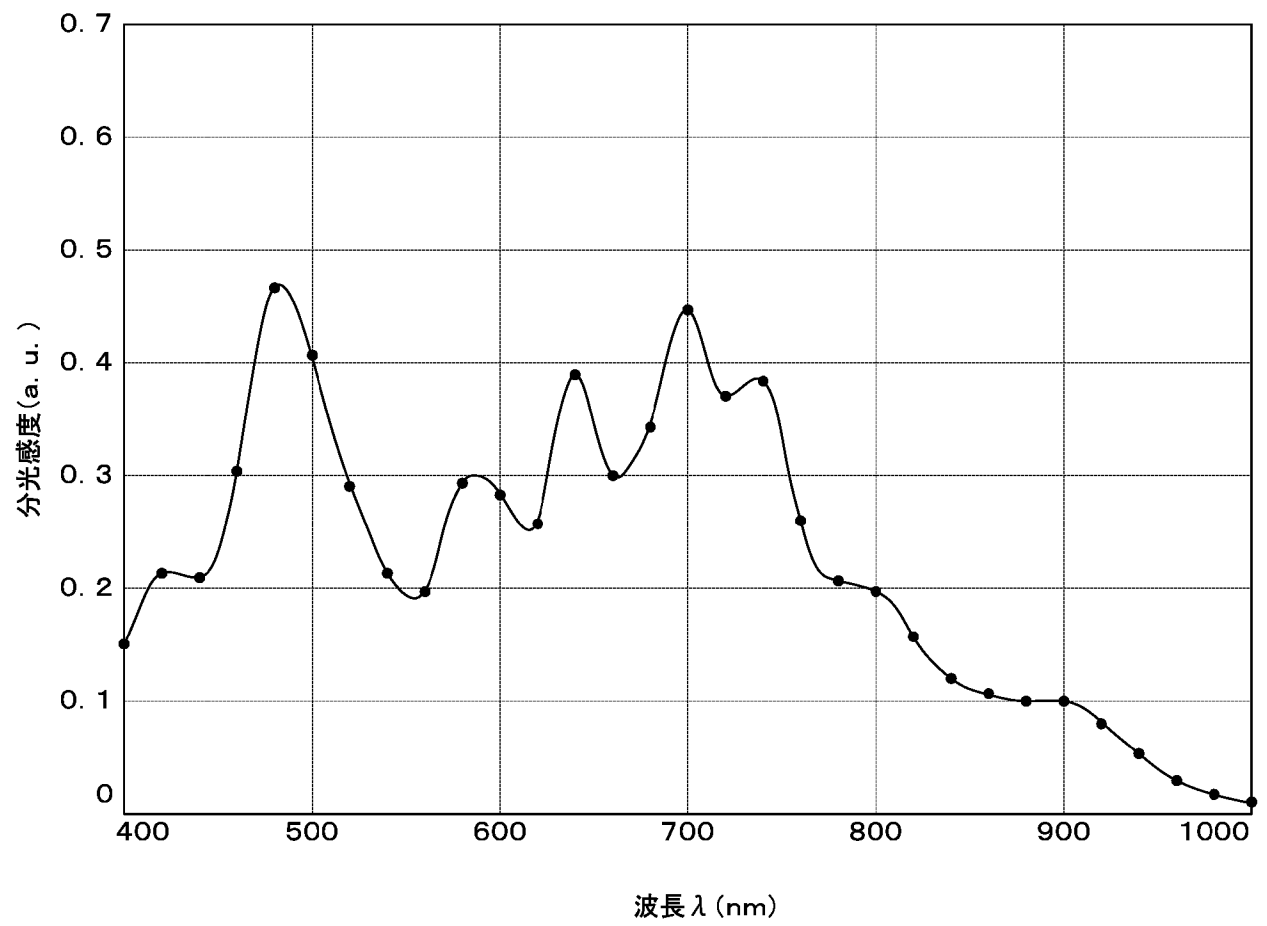
[図7]



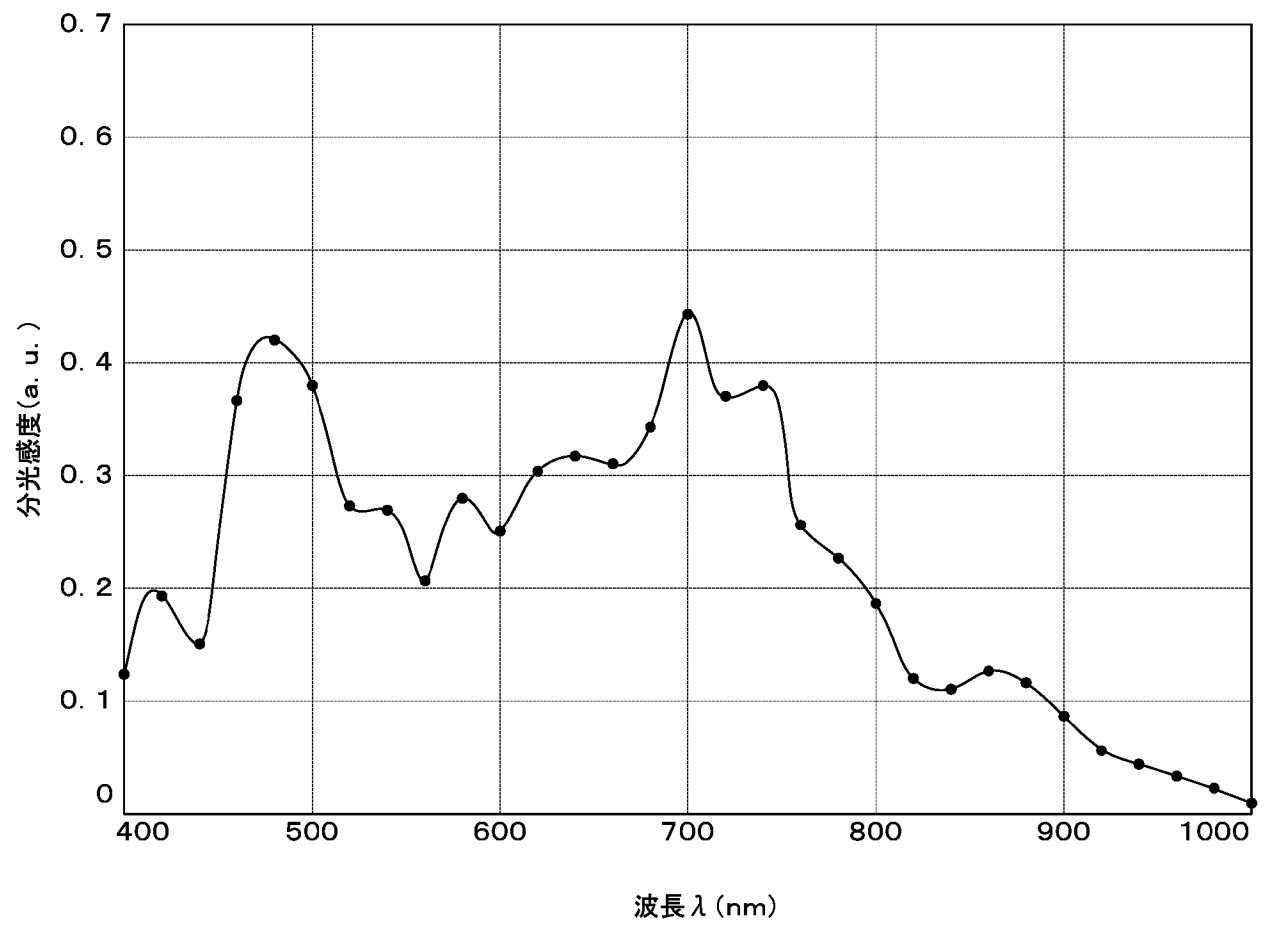
[図8]



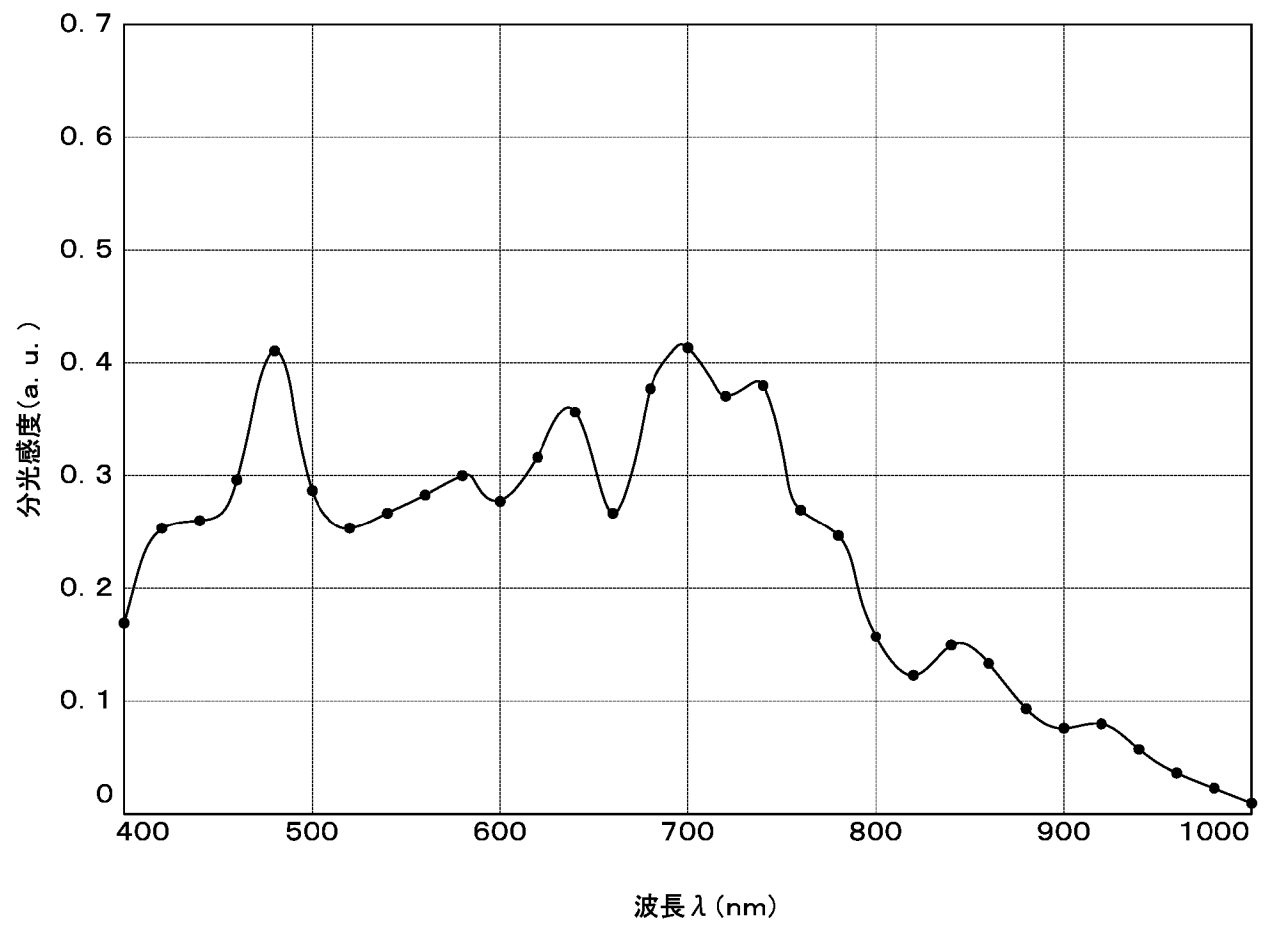
[図9]



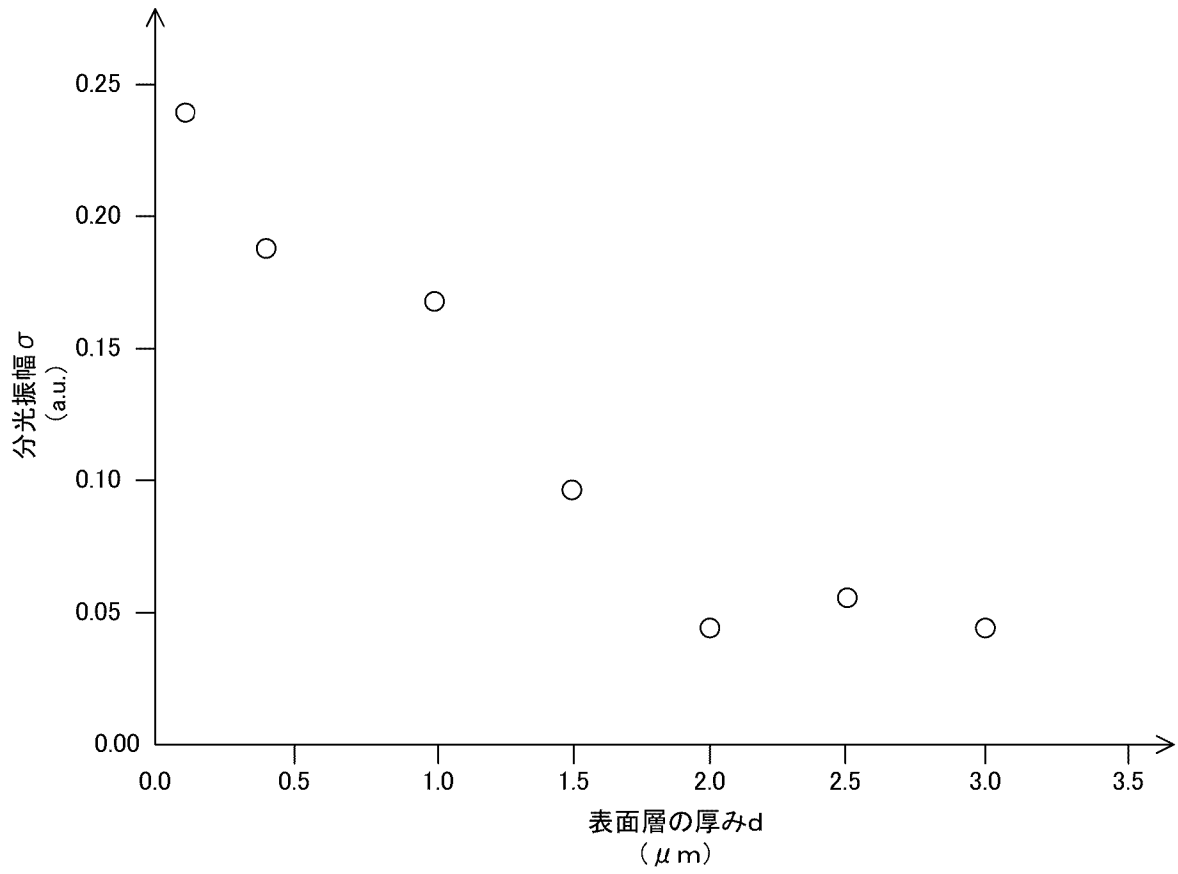
[図10]



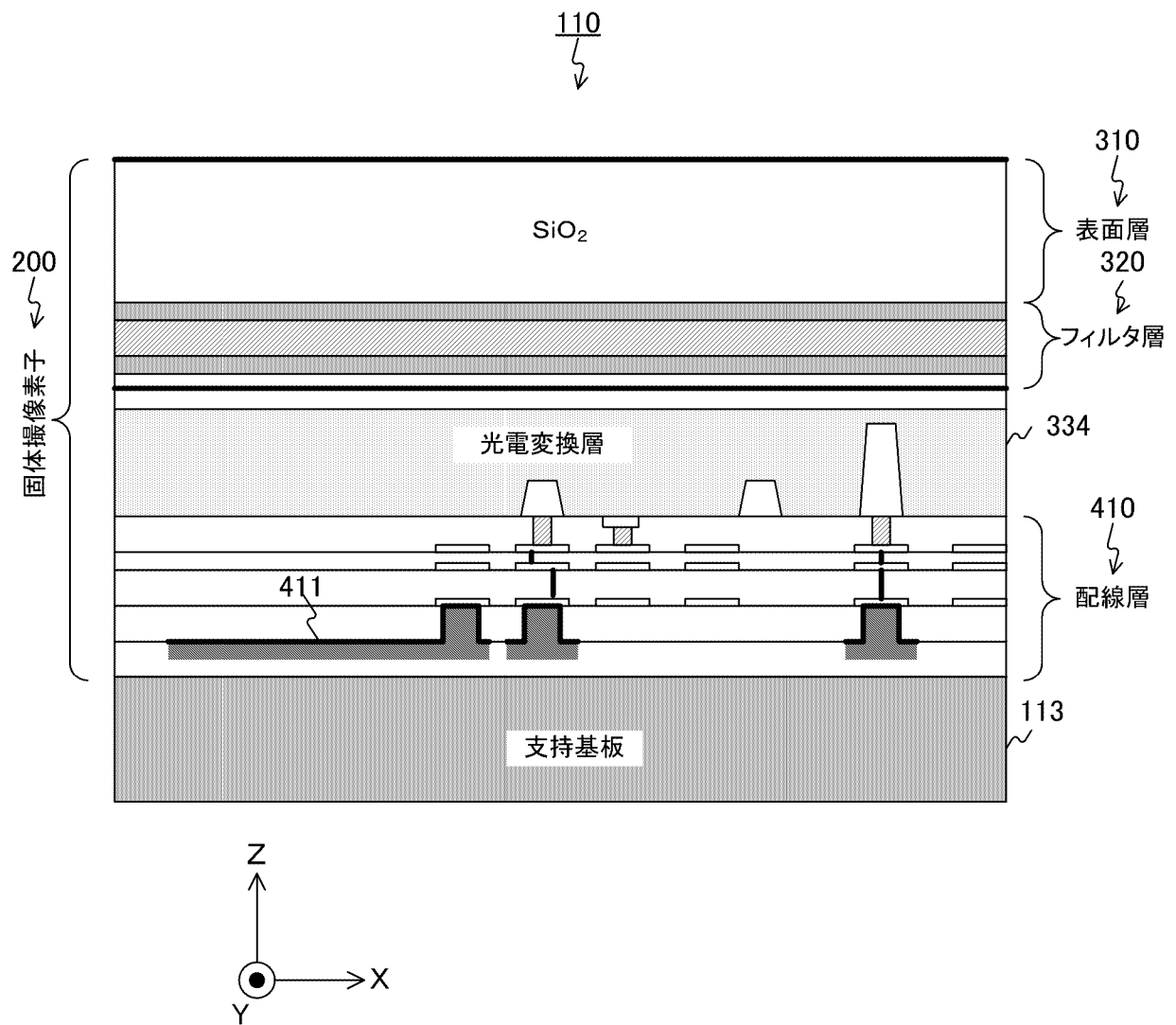
[図11]



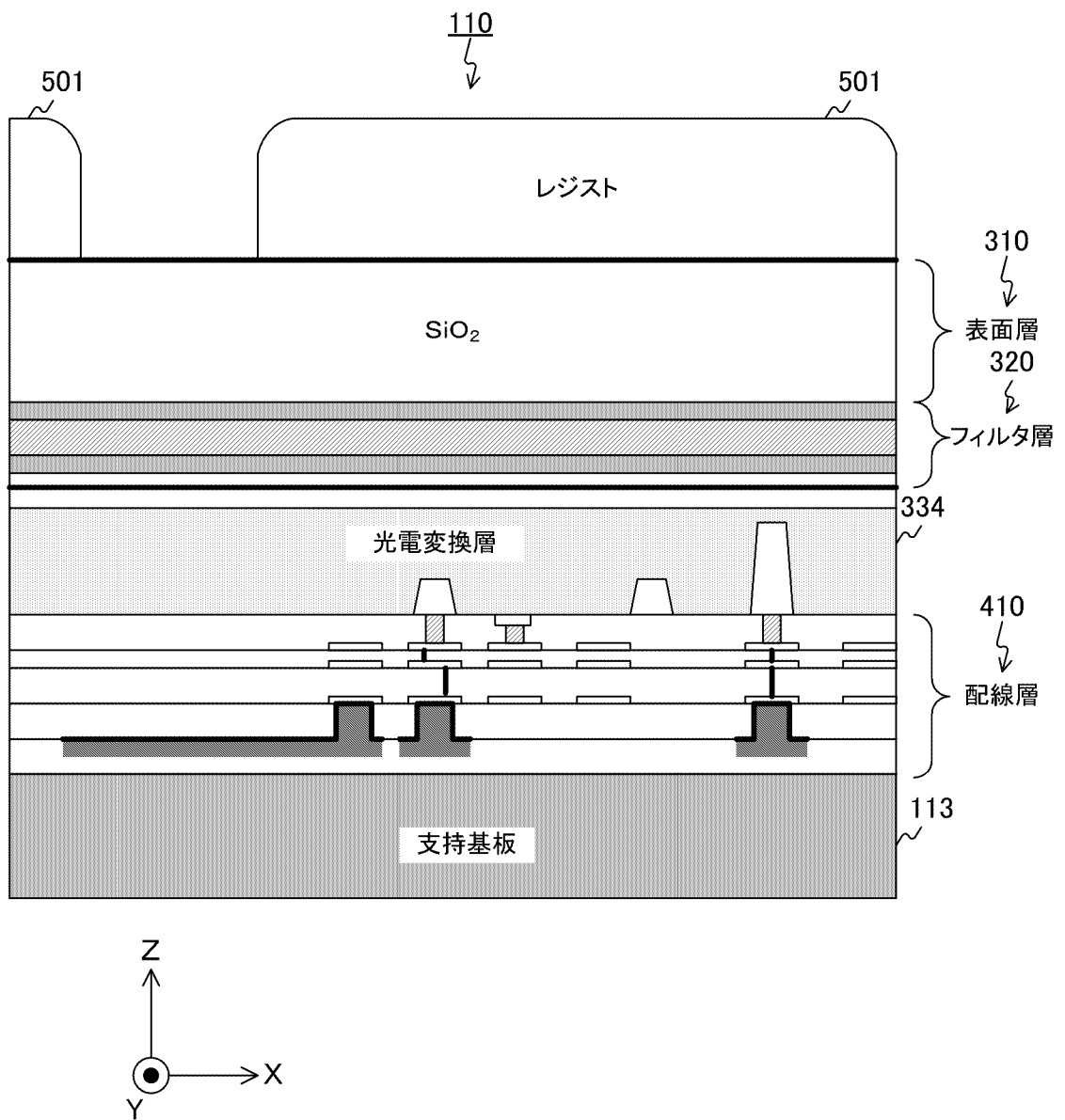
[図12]



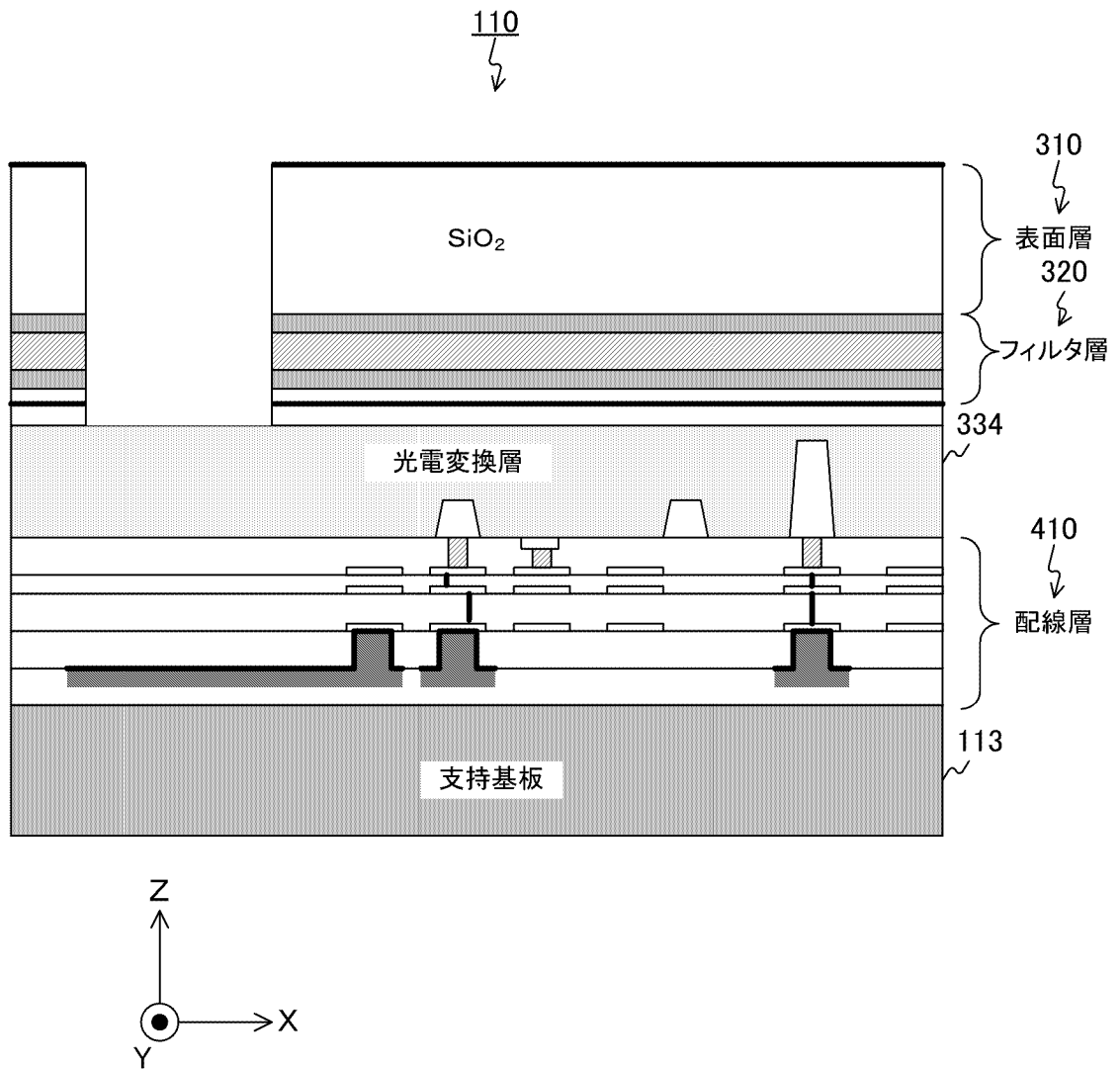
[図13]



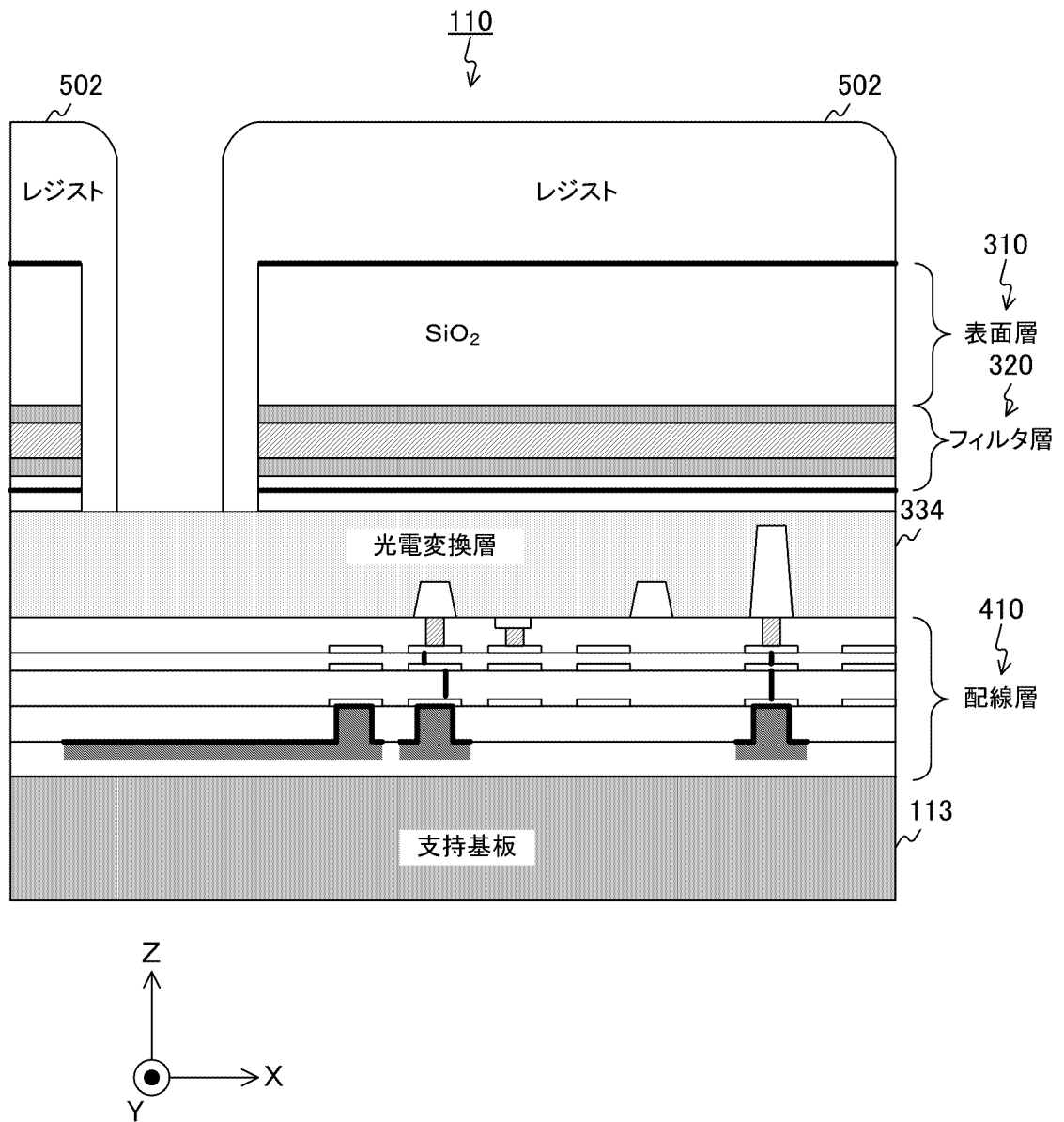
[図14]



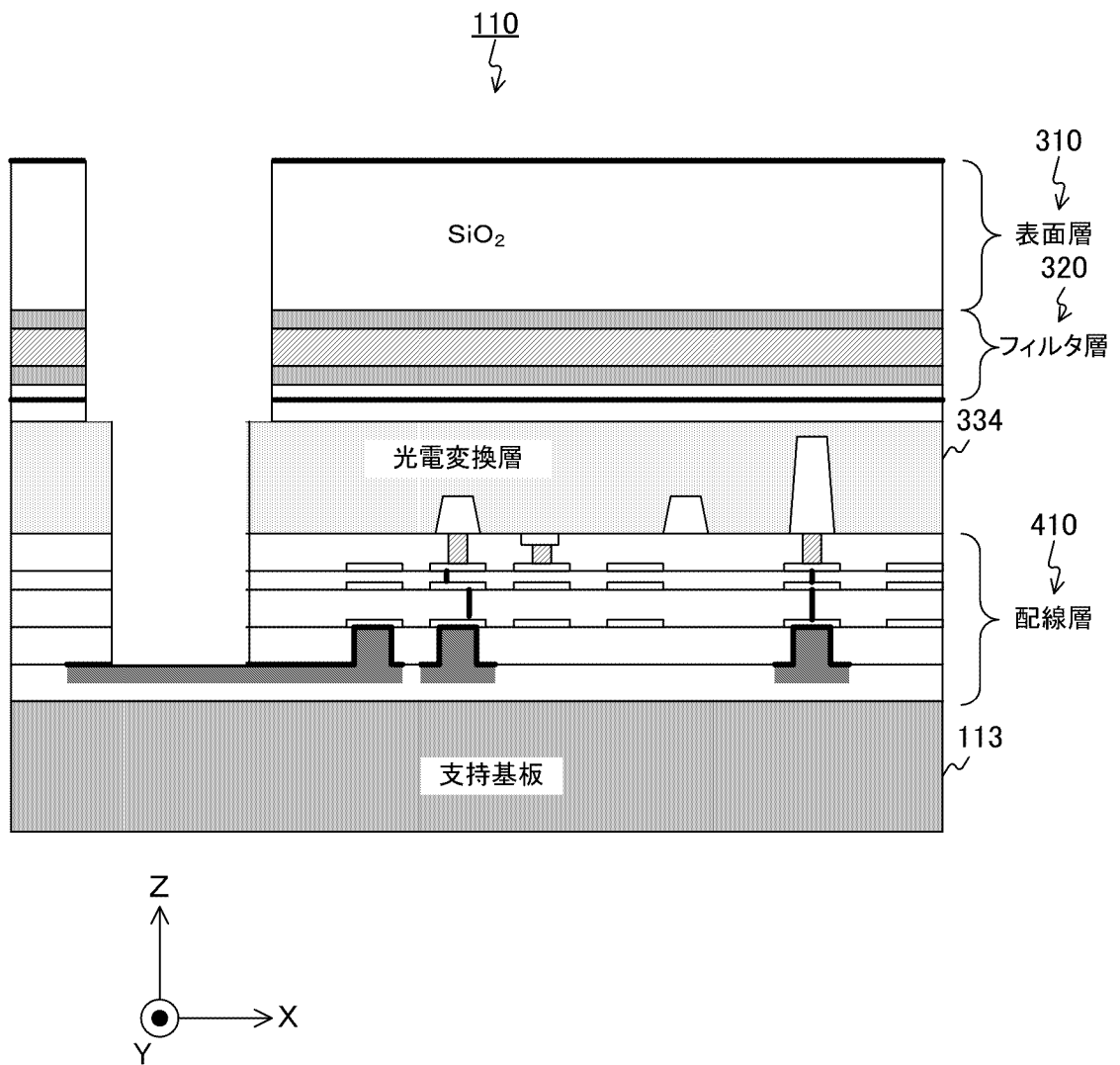
[図15]



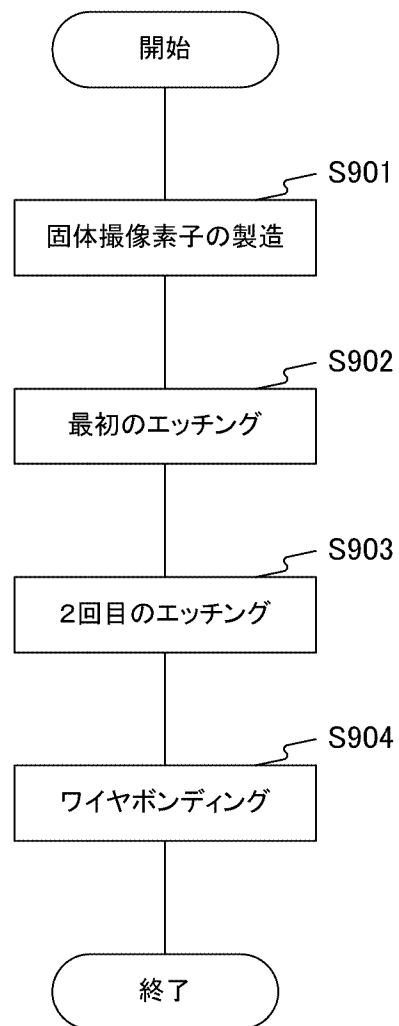
[図16]



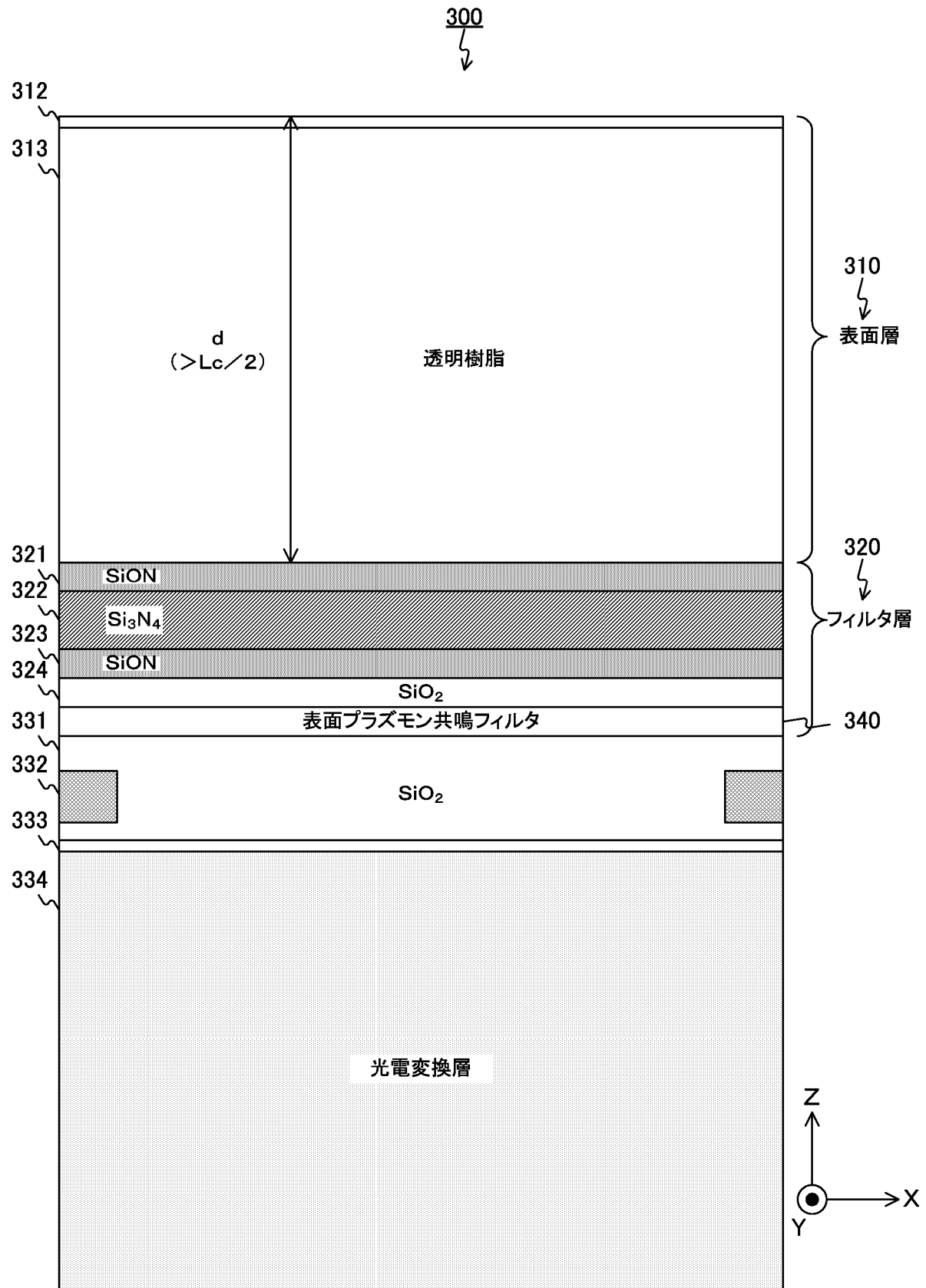
[図17]



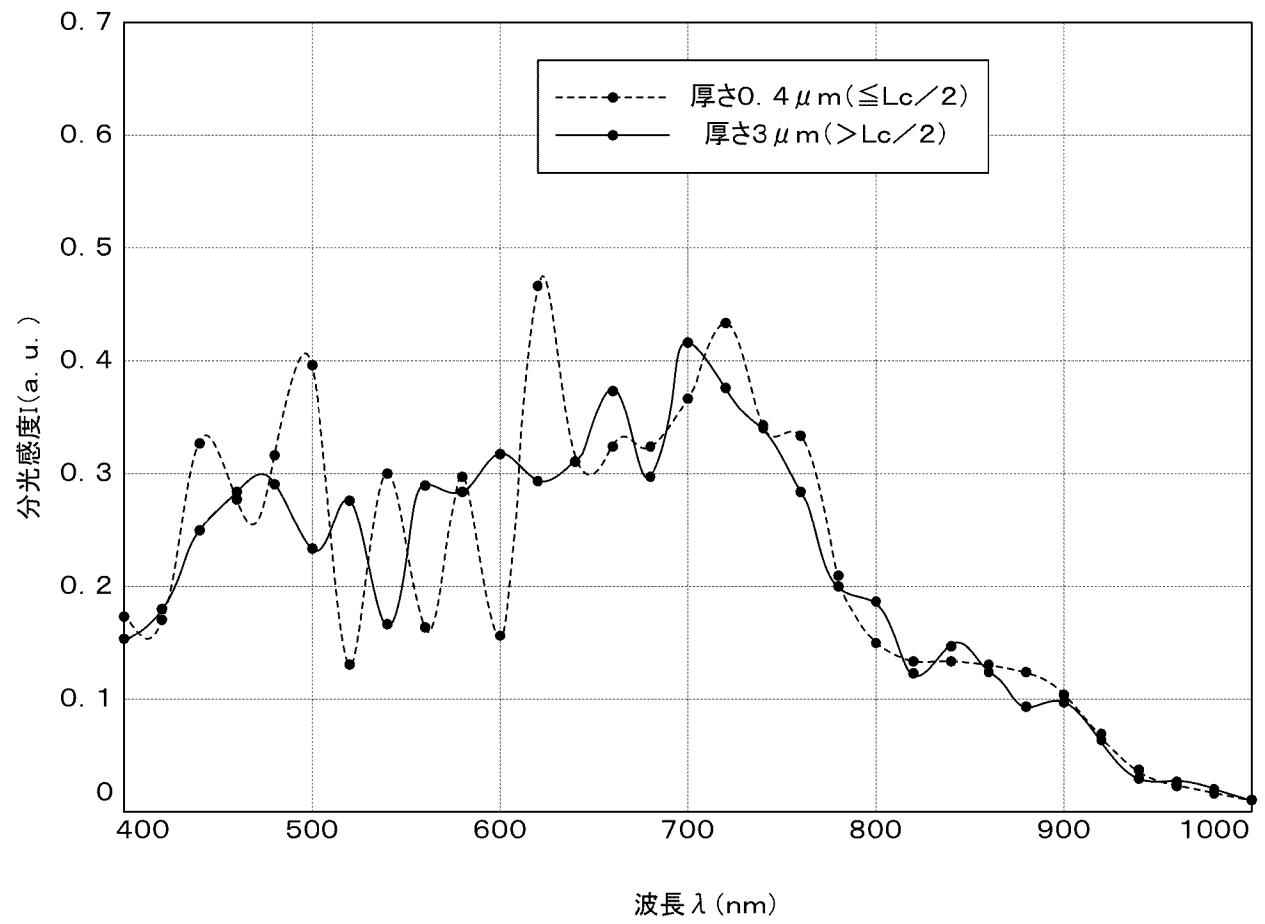
[図18]



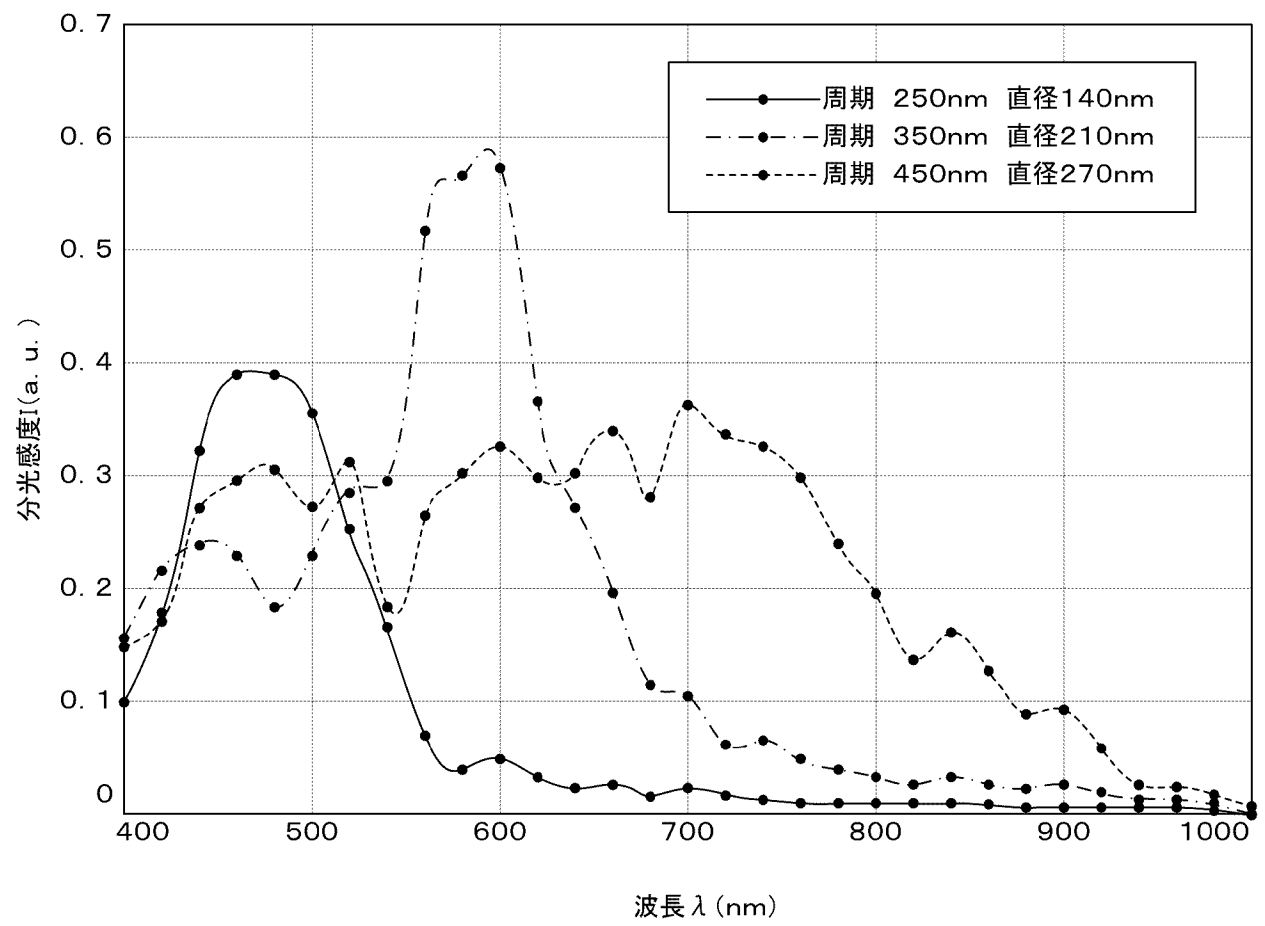
[図19]



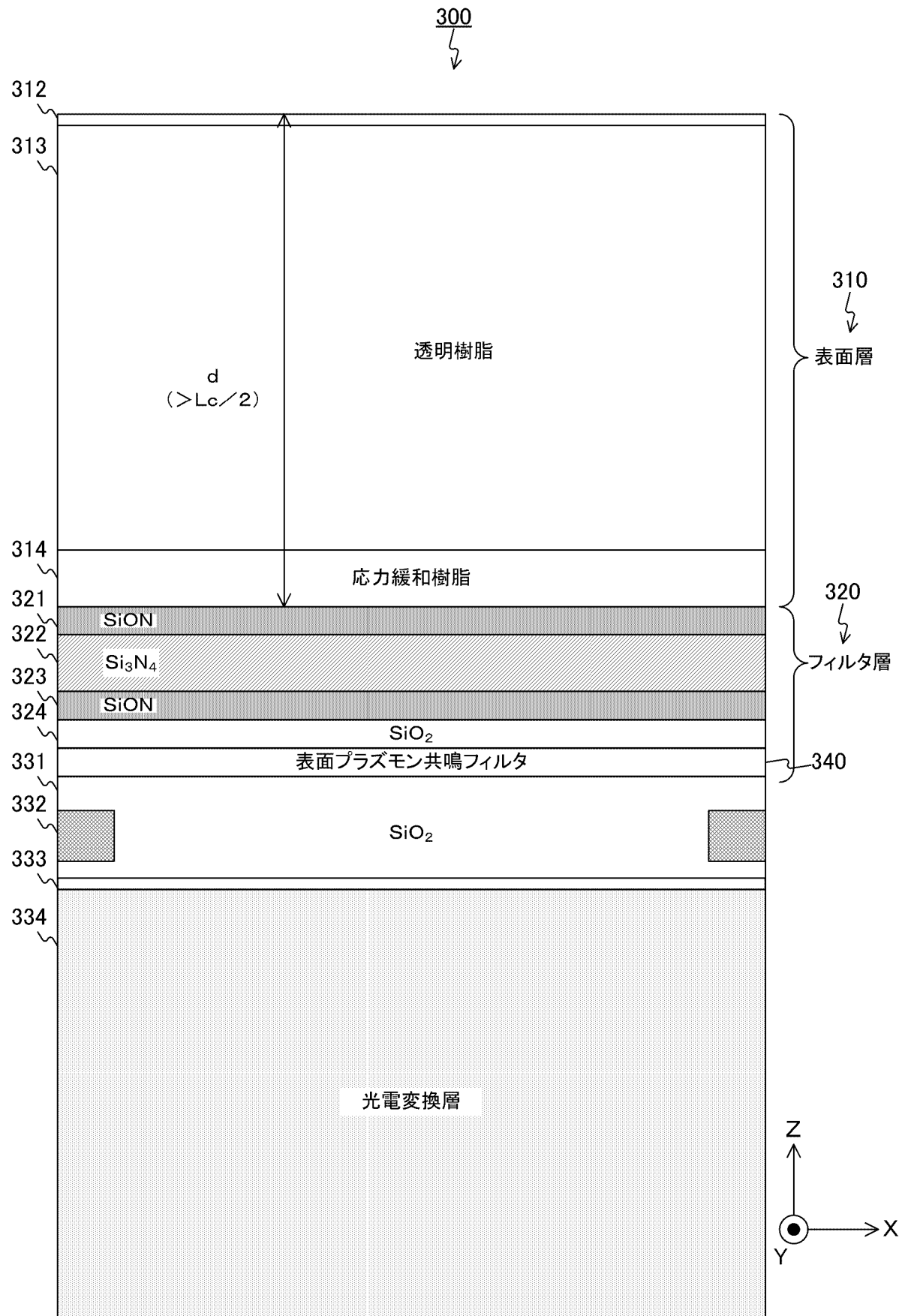
[図20]



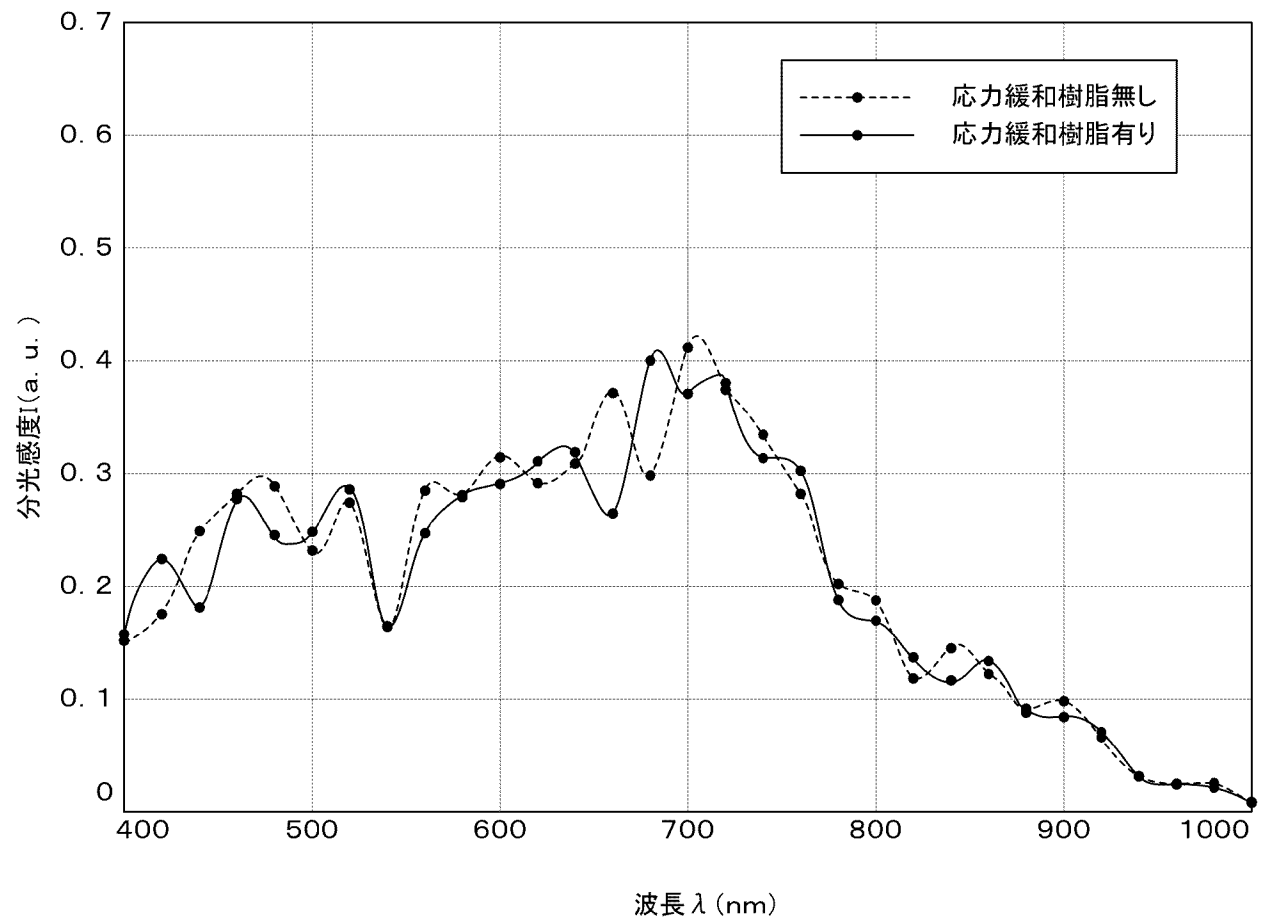
[図21]



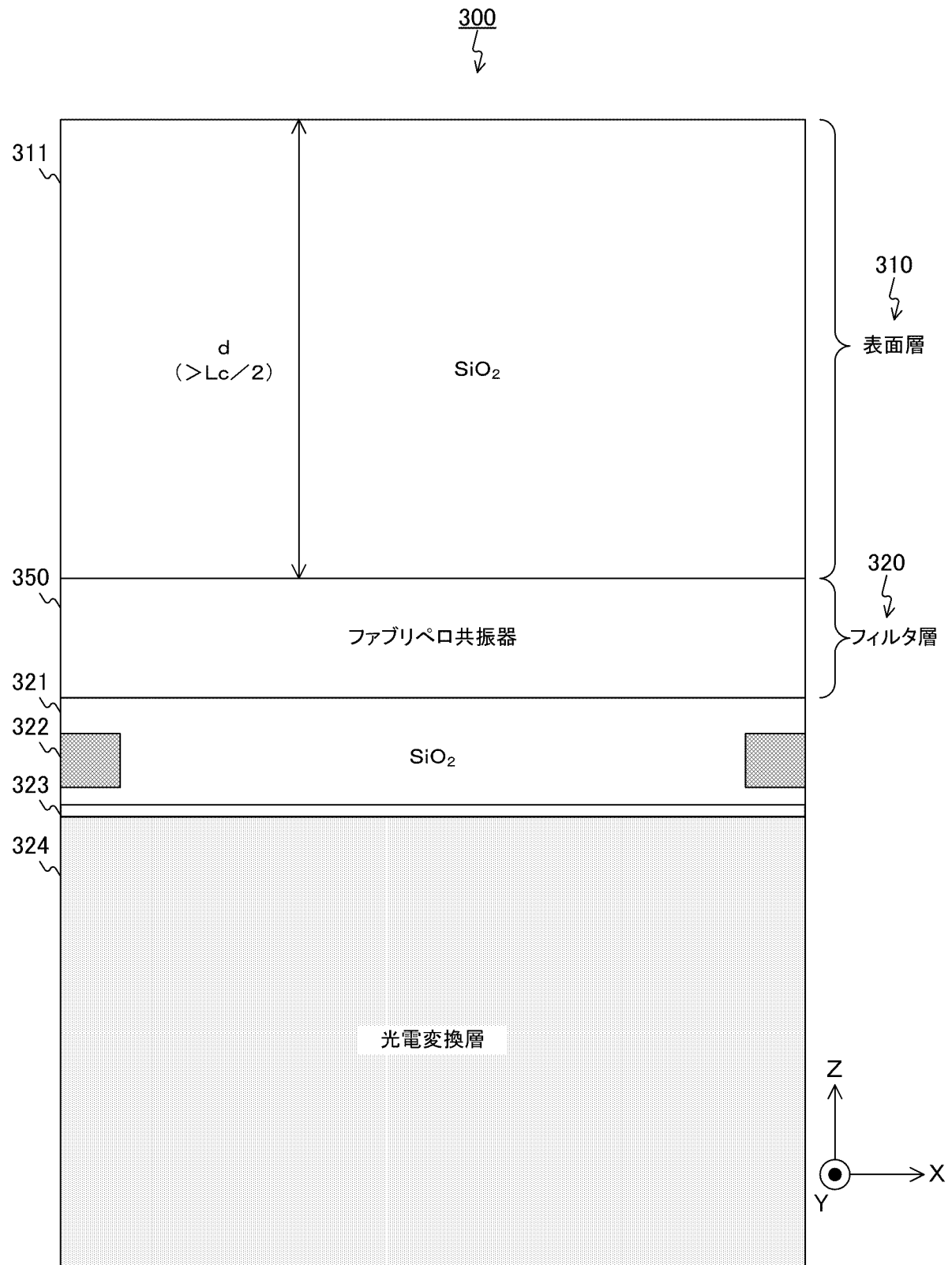
[図22]



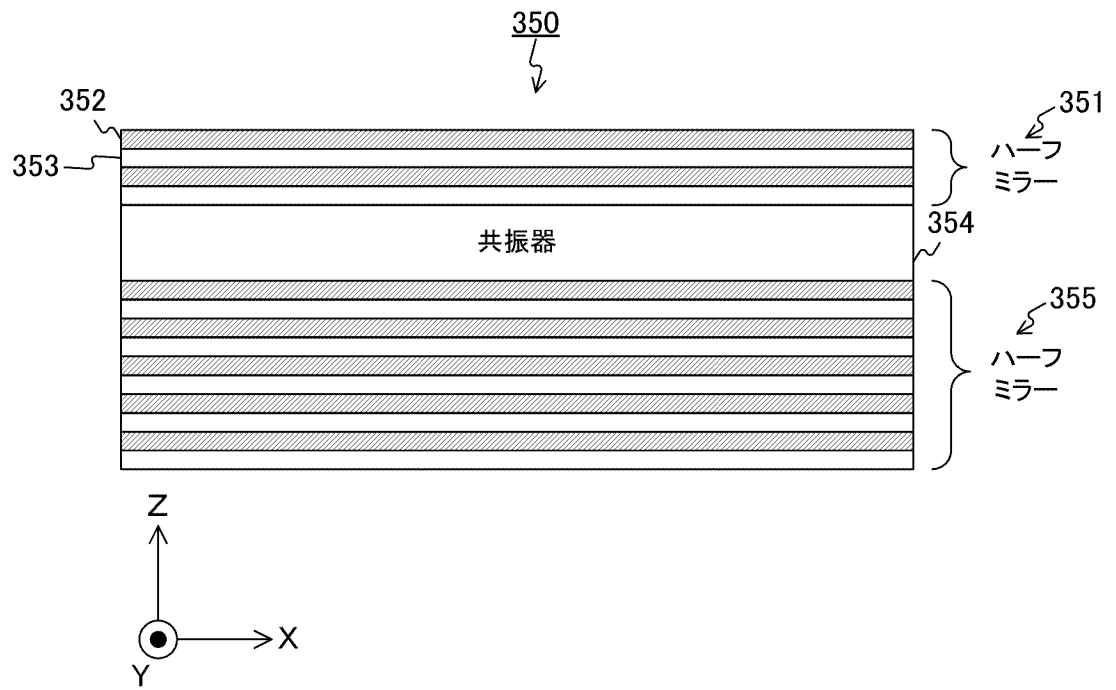
[図23]



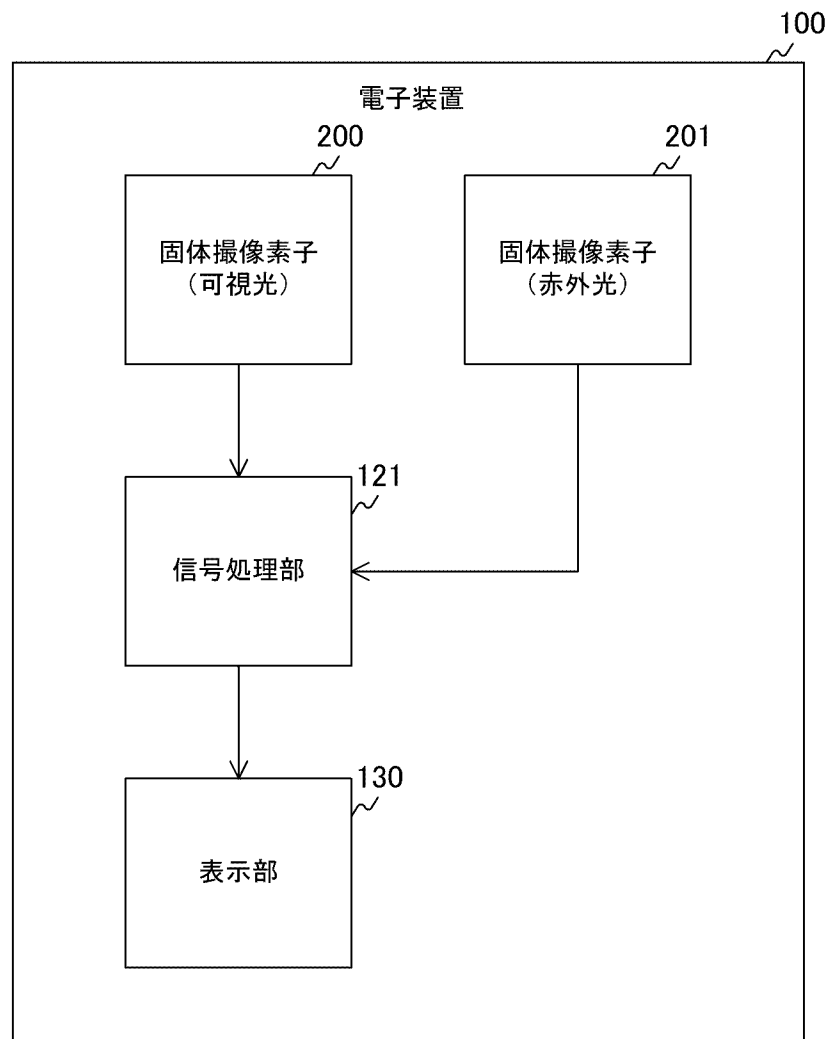
[図24]



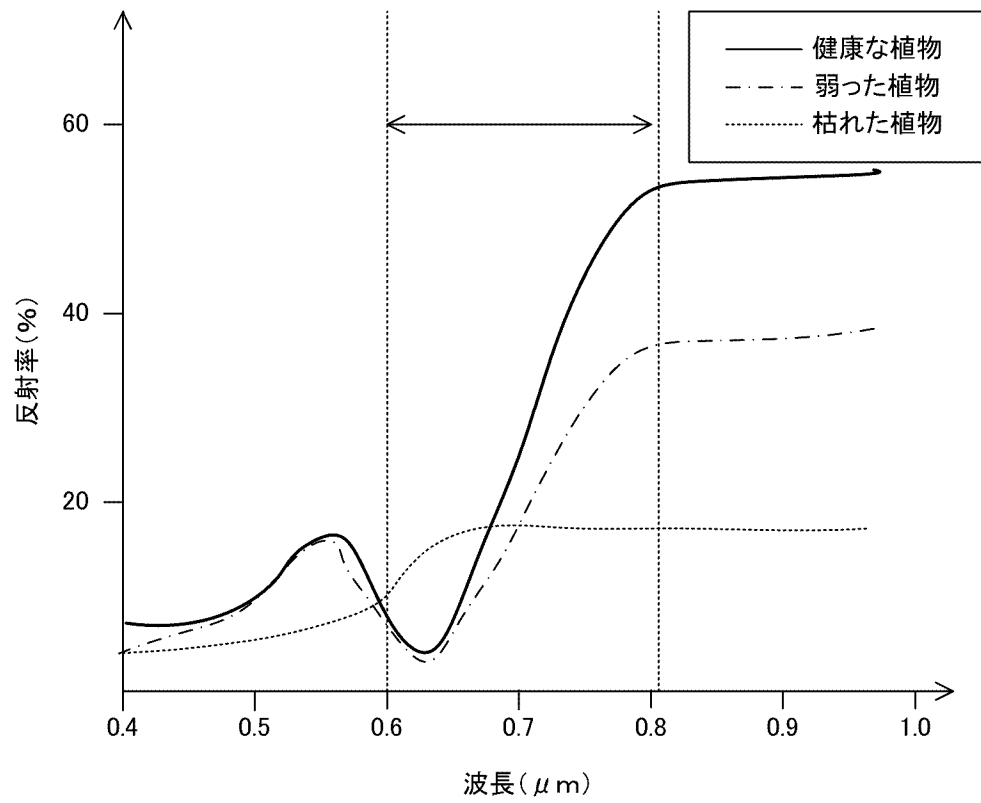
[図25]



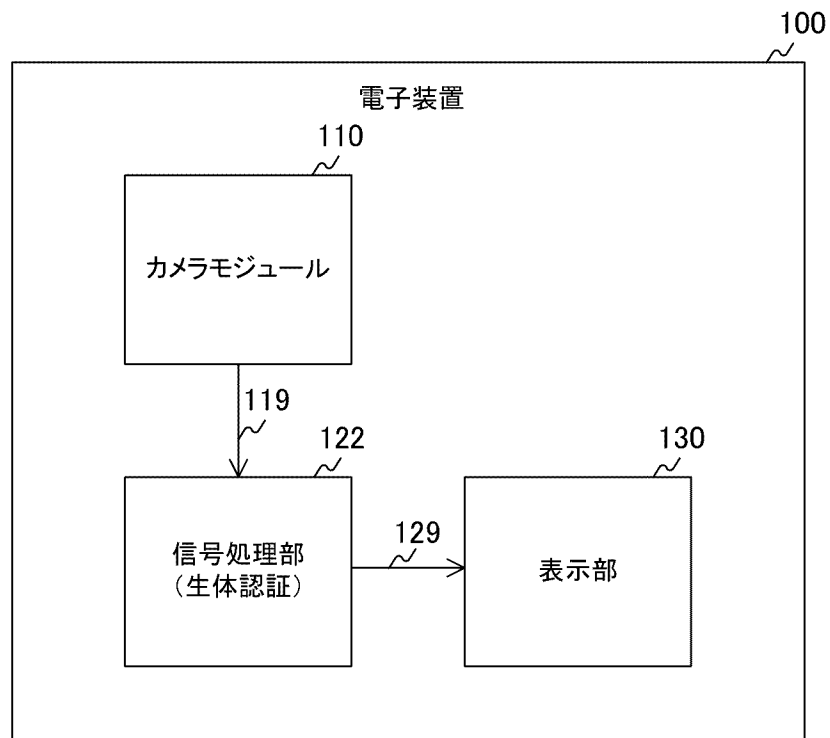
[図26]



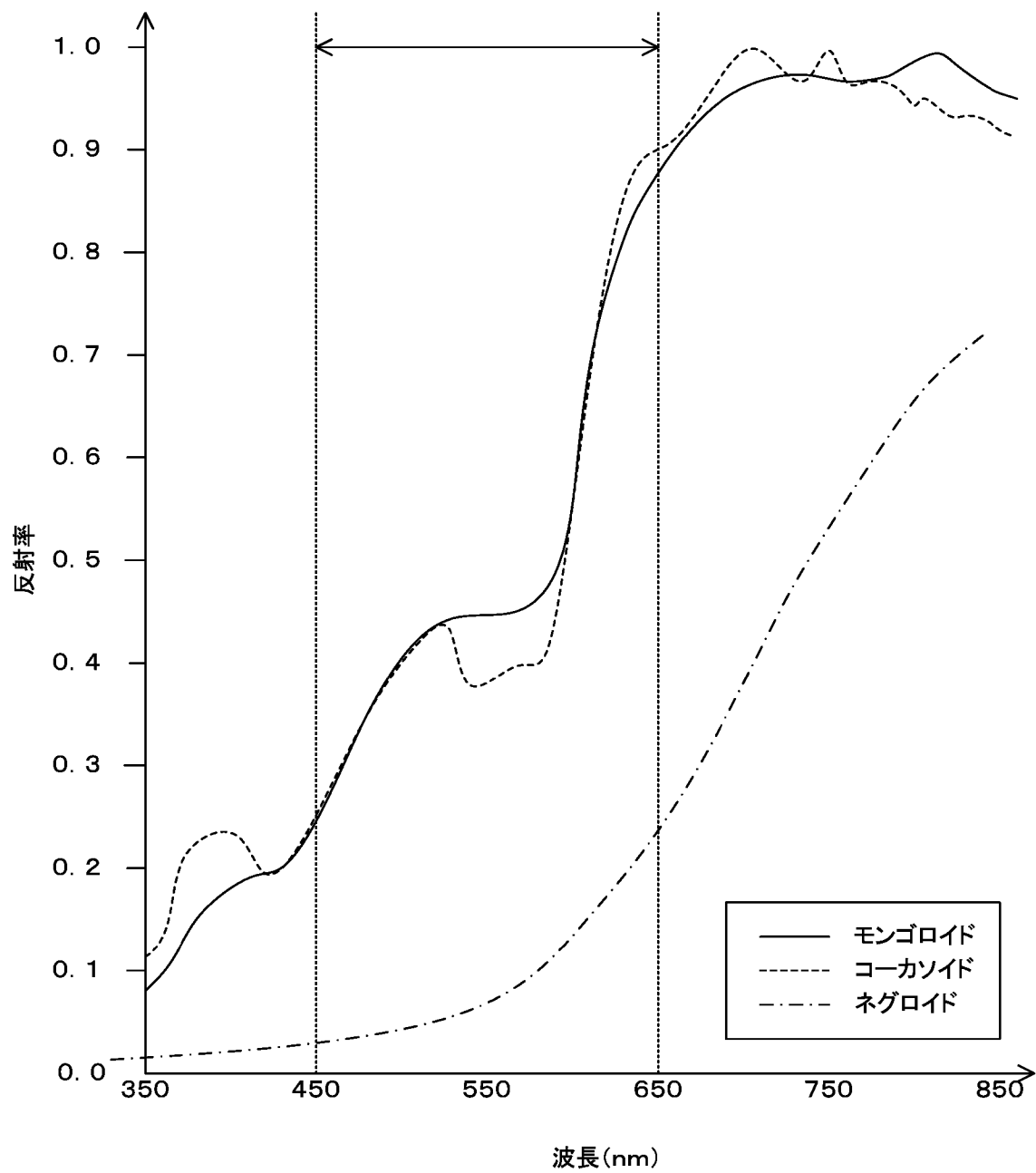
[図27]



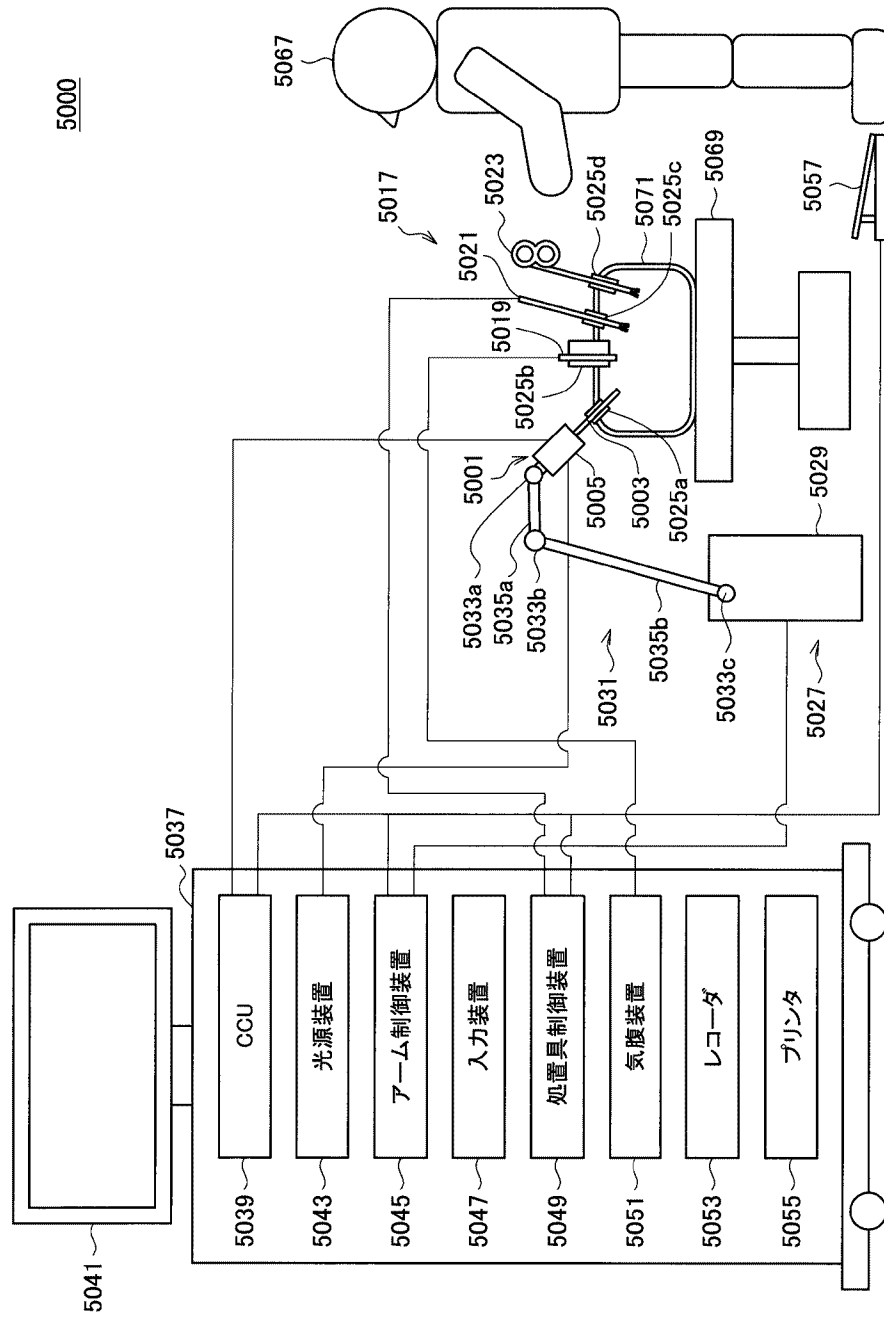
[図28]



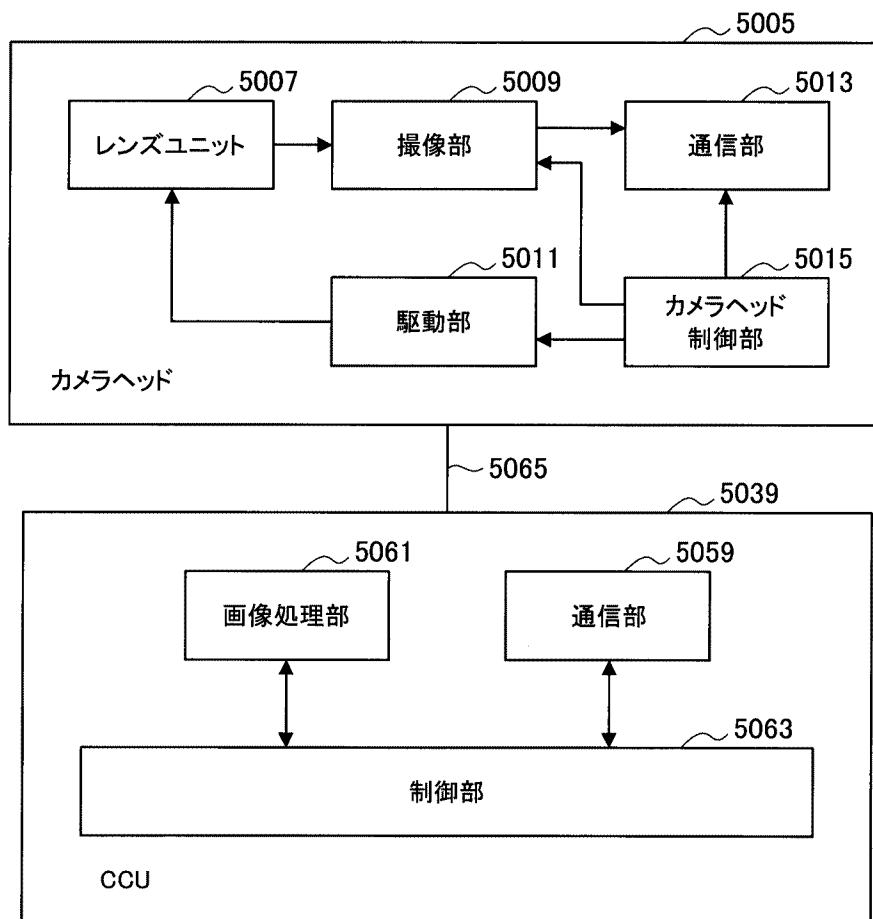
[図29]



[図30]



[図31]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/042049

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L27/146 (2006.01) i, G02B1/11 (2015.01) i, G02B5/26 (2006.01) i, H04N5/369 (2011.01) 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. H01L27/146, G02B1/11, G02B5/26, H04N5/369, 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.
Y	JP 2008-177362 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 31 July 2008, paragraphs [0024]-[0044], fig. 1-7 & US 2008/0251873 A1, paragraphs [0061]-[0063], [0129]-[0147], fig. 2, 8-12D	1-13
Y	JP 2010-519825 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 03 June 2010, paragraphs [0327]-[0332] & US 2011/0062314 A1, paragraphs [0386], [0387] & US 2014/0159702 A1 & US 2017/0053963 A1 & WO 2008/102005 A2 & EP 1962493 A2 & DE 102007036973 A1 & KR 10-2010-0038284 A & KR 10-2011-0119838 A & KR 10-2011-0119839 A & ES 2631903 T3	1-13



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
23.01.2019

Date of mailing of the international search report
05.02.2019

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/JP2018/042049

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 2013-191717 A (TOSHIBA CORPORATION) 26 September 2013, paragraph [0035], fig. 2 & US 2013/0240708 A1, paragraph [0045], fig. 2	4-5
Y	JP 2012-023251 A (SONY CORPORATION) 02 February 2012, paragraphs [0032]-[0036], fig. 1 & US 2013/0134540 A1, paragraphs [0052]-[0058], fig. 1 & US 2014/0210032 A1 & WO 2012/008387 A1 & EP 2595189 A1 & EP 3232472 A2 & TW 201214687 A1 & CN 103098213 A & KR 10-2013-0090396 A & CN 107425023 A & CN 107425024 A & KR 10-2018-0026805 A	5
Y	WO 2016/056396 A1 (SONY CORPORATION) 14 April 2016, paragraph [0082] & US 2017/0278826 A1, paragraph [0116] & CN 107078138 A	6-7
Y	JP 2005-252183 A (SONY CORPORATION) 15 September 2005, paragraph [0021], fig. 1 (Family: none)	10
Y	WO 2016/009925 A1 (SHARP CORPORATION) 21 January 2016, paragraphs [0028]-[0032], [0083]-[0089], fig. 1, 2 & CN 106537906 A	11
Y	JP 2010-267086 A (SONY CORPORATION) 25 November 2010, paragraphs [0029]-[0033], [0087]-[0103], fig. 1-3 & US 2010/0292578 A1, paragraphs [0063]-[0067], [0122]-[0135], fig. 1-3 & CN 101884537 A	12
Y	JP 2010-109137 A (SONY CORPORATION) 13 May 2010, paragraphs [0013]-[0025], [0034]-[0039], fig. 1, 7-11 & US 2010/0109006 A1, paragraphs [0034]-[0046], [0055]-[0060], fig. 1, 7-11 & KR 10-2010-0048890 A & CN 101728408 A & TW 201027731 A1	13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/042049

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-300788 A (SONY CORPORATION) 11 December 2008, entire text, all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L27/146(2006.01)i, G02B1/11(2015.01)i, G02B5/26(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)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. H01L27/146, G02B1/11, G02B5/26, H04N5/369, 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
Y	JP 2008-177362 A（松下電器産業株式会社） 2008.07.31, 段落 [0024] - [0044], [図 1] - [図 7] & US 2008/0251873 A1, 段落 [0061] - [0063], [0129] - [0147], 図 2, 8-12D	1-13
Y	JP 2010-519825 A（フラウンホーファーゲゼルシャフト ツール フ ォルデルング デル アンゲヴァンテン フォルシユング エー. ファーク） 2010.06.03, 段落 [0327] - [0332]	1-13

☑ 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

23.01.2019

国際調査報告の発送日

05.02.2019

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）

田邊 顕人

5 F

5894

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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
	& US 2011/0062314 A1, 段落 [0386] - [0387] & US 2014/0159702 A1 & US 2017/0053963 A1 & WO 2008/102005 A2 & EP 1962493 A2 & DE 102007036973 A1 & KR 10-2010-0038284 A & KR 10-2011-0119838 A & KR 10-2011-0119839 A & ES 2631903 T3	
Y	JP 2013-191717 A (株式会社東芝) 2013.09.26, 段落 [0035], [図 2] & US 2013/0240708 A1, 段落 [0045], 図 2	4-5
Y	JP 2012-023251 A (ソニー株式会社) 2012.02.02, 段落 [0032] - [0036], [図 1] & US 2013/0134540 A1, 段落 [0052] - [0058], 図 1 & US 2014/0210032 A1 & WO 2012/008387 A1 & EP 2595189 A1 & EP 3232472 A2 & TW 201214687 A1 & CN 103098213 A & KR 10-2013-0090396 A & CN 107425023 A & CN 107425024 A & KR 10-2018-0026805 A	5
Y	WO 2016/056396 A1 (ソニー株式会社) 2016.04.14, 段落 [0082] & US 2017/0278826 A1, 段落 [0116] & CN 107078138 A	6-7
Y	JP 2005-252183 A (ソニー株式会社) 2005.09.15, 段落 [0021], [図 1] (ファミリーなし)	10
Y	WO 2016/009925 A1 (シャープ株式会社) 2016.01.21, 段落 [0028] - [0032], [0083] - [0089], [図 1] - [図 2] & CN 106537906 A	11
Y	JP 2010-267086 A (ソニー株式会社) 2010.11.25, 段落 [0029] - [0033], [0087] - [0103], [図 1] - [図 3] & US 2010/0292578 A1, 段落 [0063] - [0067], [0122] - [0135], 図 1-3 & CN 101884537 A	12
Y	JP 2010-109137 A (ソニー株式会社) 2010.05.13, 段落 [0013] - [0025], [0034] - [0039], [図 1], [図 7] - [図 11] & US 2010/0109006 A1, 段落 [0034] - [0046], [0055] - [0060],	13

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	図 1, 7-11 & KR 10-2010-0048890 A & CN 101728408 A & TW 201027731 A1 JP 2008-300788 A (ソニー株式会社) 2008.12.11, 全文全図 (ファミリーなし)	1-13