

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6469996号
(P6469996)

(45) 発行日 平成31年2月13日(2019.2.13)

(24) 登録日 平成31年1月25日(2019.1.25)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4N	9/07	(2006.01)	HO 4 N	9/07	A
HO4N	5/369	(2011.01)	HO 4 N	5/369	
HO1L	27/144	(2006.01)	HO 1 L	27/144	
HO1L	27/146	(2006.01)	HO 1 L	27/146	
HO4N	5/225	(2006.01)	HO 4 N	5/225	500

請求項の数 7 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2014-183211 (P2014-183211)

(22) 出願日

平成26年9月9日(2014.9.9)

(65) 公開番号

特開2016-58866 (P2016-58866A)

(43) 公開日

平成28年4月21日(2016.4.21)

審査請求日

平成29年9月7日(2017.9.7)

(73) 特許権者 000000376

オリンパス株式会社

東京都八王子市石川町2951番地

(74) 代理人 100106909

弁理士 棚井 澄雄

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100094400

弁理士 鈴木 三義

(74) 代理人 100086379

弁理士 高柴 忠夫

(74) 代理人 100139686

弁理士 鈴木 史朗

(74) 代理人 100161702

弁理士 橋本 宏之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像素子および内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1基板と、

前記第1基板に積層された第2基板と、

前記第1基板に行列状に配置され、第1受光素子を各々有し、可視帯域を含む第1波長帯域の入射光と前記第1波長帯域よりも波長が長い近赤外域を含む第2波長帯域の入射光とが照射され、前記第1波長帯域の光に応じた第1信号を生成する第1画素と、

前記第2基板に行列状に配置され、前記第1画素を透過した光が照射される第2画素と、

を備え、

前記第2画素は、受光面と平行な第1PN接合面と、前記受光面と平行で前記第1PN接合面よりも深い位置に存在する第2PN接合面とを有し、前記第1PN接合面のP型層とN型層を同電位で接続し、前記第2PN接合面で得られた電荷から前記第2波長帯域の光に応じた第2信号を生成する

ことを特徴とする撮像素子。

【請求項 2】

前記第1PN接合面は、前記第1波長帯域の波長を含む光で電荷を生成する
ことを特徴とする請求項1に記載の撮像素子。

【請求項 3】

前記第1PN接合面で生成した第3信号を用いて前記第1信号を補正する

ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の撮像素子。

【請求項4】

前記第3信号を用いて、前記第1画素と前記第2画素とに入射する光の光量を制御することを特徴とする請求項3に記載の撮像素子。

【請求項5】

第1基板と、

前記第1基板に積層された第2基板と、

前記第1基板に行列状に配置され、第1受光素子を各々有し、可視帯域を含む第1波長帯域の入射光と前記第1波長帯域よりも波長が長い近赤外域を含む第2波長帯域の入射光とが照射され、前記第1波長帯域の光に応じた第1の信号を生成する第1画素と、

前記第2基板に行列状に配置され、前記第1画素を透過した光が照射される第2画素と

、
を備え、

前記第2画素は、受光面と平行な第1PN接合面と、前記受光面と平行で前記第1PN接合面よりも深い位置に存在する第2PN接合面とを有し、前記第1PN接合面のP型層とN型層を同電位で接続し、前記第2PN接合面で得られた電荷から前記第2波長帯域の光に応じた第2信号を生成し、

前記第1画素は、受光面と平行な第3PN接合面と、前記受光面と平行で前記第3PN接合面よりも深い位置に存在する第4PN接合面とを有し、前記第3PN接合面のP型層とN型層を同電位で接続し、前記第4PN接合面で得られた電荷から前記第2波長帯域の光に応じた第4信号を生成する

ことを特徴とする撮像素子。

【請求項6】

インドシアニングリーン誘導体標識抗体からなる蛍光物質を被検査対象物に投与して内視鏡による診断を行う内視鏡装置において、

請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の撮像素子

を備え、

前記第1画素の受光面側に、可視帯域と蛍光物質の近赤外の蛍光波長帯域とを透過し、蛍光波長帯域と近接した励起波長帯域成分を透過しない光学フィルタが配置され、

前記第1波長帯域は可視帯域を含み、前記第2波長帯域は蛍光物質の蛍光帯域を含む

ことを特徴とする内視鏡装置。

【請求項7】

前記第1信号から可視帯域の第1画像が作成され、

前記第2信号から蛍光波長帯域の第2画像が作成され、

前記第1基板と、前記第2基板と、前記光学フィルタとは、内視鏡先端部に配置されることを特徴とする、請求項5を引用しない請求項6に記載の内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像素子および内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、内視鏡などの医療応用の分野で、癌などの病巣や血流の観察に人体に投与可能な蛍光薬剤が応用されている。人体に投与可能な蛍光薬剤で最も一般的なものがICG(インドシアニングリーン)という赤外で励起、蛍光を発する蛍光薬剤である。

【0003】

通常の可視画像とICGの蛍光波長の赤外画像を同時に撮像することを可能にした技術が知られている(例えば、特許文献1参照)。図14は従来知られている、通常の可視画像とICGの蛍光波長の赤外画像を同時に撮像することを可能にした蛍光内視鏡装置の構成を示したブロック図である。図14に示す例では、蛍光内視鏡装置1Aは、ダイクロイ

10

20

30

40

50

ツクミラー 22 を用いて、RGB の撮像素子 26, 27, 28 に可視光を入射する。これにより、RGB の撮像素子 26, 27, 28 は画像信号を生成する。赤外光成分は、ダイクロイックミラー 22 で反射され、励起光カットフィルタ 23 を透過し、赤外の撮像素子 25 に入射される。これにより、赤外の撮像素子 25 は、ICG 蛍光画像信号を生成する。

【0004】

図 15 は、従来知られている蛍光内視鏡装置 1A の光源装置 3A 内に配置されたバンドパスフィルタ 12 の特性を示したグラフである。線 1501 は、バンドパスフィルタ 12 の透過率を示した線である。この特性により、バンドパスフィルタ 12 は、キセノン光源 11 の光の可視成分と ICG 蛍光物質の励起波長成分を透過し、被写体に照射する。

10

【0005】

図 16 は、従来知られている蛍光内視鏡装置 1A のダイクロイックミラー 22 の特性を示したグラフである。線 1601 は、ダイクロイックミラー 22 の透過率を示した線である。この特性により、ダイクロイックミラー 22 は、可視成分を透過し、赤外成分は反射するようになっている。

【0006】

図 17 は、従来知られている蛍光内視鏡装置 1A の励起光カットフィルタ 23 の特性を示したグラフである。線 1701 は、励起光カットフィルタ 23 の透過率を示した線である。この特性により、励起光カットフィルタ 23 は、ICG 蛍光物質の蛍光波長より長い波長の成分のみを透過し、赤外の撮像素子 25 が蛍光像のみを撮像できるようになっている。

20

【0007】

図 18 は、従来知られている ICG 蛍光物質の励起波長、蛍光波長の特性を示したグラフである。線 1801 は、励起光の強度を示した線である。線 1802 は、蛍光の強度を示した線である。ICG 蛍光画像信号を生成するには、光源により被写体に照射された励起波長成分を除去して蛍光波長成分のみの光を撮像素子で撮像することが必要である。

【0008】

以上の構成により、蛍光内視鏡装置 1A は、ダイクロイックミラー 22 により可視と赤外を分離して、励起カットフィルタ 23 を透過することで可視像と蛍光像を同時に撮像することが可能である。なお、蛍光内視鏡装置 1A は、光源装置 3A から可視成分、レーザー光源 7 から励起光成分の光を被写体に照射して撮像出来るシステムになっている。

30

【0009】

また、ハイブリッド P D - P D イメージャに関する技術が知られている（例えば、特許文献 2 参照）。図 19 は、従来知られている、撮像素子を 2 層積層し、上層を透過した光を用いて下層でも撮像を行うハイブリッド構造の撮像素子を示した断面図である。図 19 に示す例では、第 1 基板 221 と第 2 基板 222 とが積層されている。上層の第 1 基板 221 には、第 1 フォトダイオード 223-1 ~ 223-n が形成されている。下層の第 2 基板 222 には、第 2 フォトダイオード 224-1 ~ 224-n が形成されている。

【0010】

この構成により、上層の第 1 基板 221 に形成された第 1 フォトダイオード 223-1 ~ 223-n を透過した光を、下層の第 2 基板 222 に形成された第 2 フォトダイオード 224-1 ~ 224-n で受光することができる。よって、第 1 基板 221 に形成された第 1 フォトダイオード 223-1 ~ 223-n と、第 2 基板 222 に形成された第 2 フォトダイオード 224-1 ~ 224-n とで同時に撮像することができる。

40

【0011】

CCD、CMOS 撮像素子として広く使われている材料であるシリコンに入射する光は、波長が長いものほど深いところで吸収される。従って、図 19 のようなハイブリッド P D - P D イメージャで第 1 基板を BSI のように薄いイメージセンサにすると、図 18 のグラフに記載の ICG 蛍光波長のように長い波長の成分は第 1 基板 221 を透過して第 2 基板 222 で撮像できる。この場合、図 14 に記載の構成に比べてダイクロイックミラー

50

が不要になり、カメラヘッドの小型化を可能にできる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特許第3962122号公報

【特許文献2】米国特許出願公開第2013/0075607号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、従来知られている技術では次のような課題がある。図20は、従来知られているICG蛍光特性と積層撮像素子の特性を示したグラフである。線1081は、励起光の透過率を示した線である。線1082は、蛍光の透過率を示した線である。線1083は、第1基板221を透過する光の透過率を示した線である。10

【0014】

図20に示したグラフによれば、第1基板221を透過する光は、600～800nmにおいて大きく減衰しているものの、無視できない量の光が下層に届いてしまっている。この600～800nmの波長の光は、ICGの蛍光波長の検出を目的とする第2基板222での撮像には不要なものである。しかし、これを除去するために、第1基板221と第2基板222の層間に800nm以下の光をカットするカラーフィルタを配置する必要がある。しかしながら、第1基板221と第2基板222の層間に800nm以下の光をカットするカラーフィルタを配置することは、製造上の難しさがあるという問題がある。20

【0015】

本発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、ハイブリッド構造の撮像素子において、興味の波長に対応した蛍光画像を高精度に撮像することができる撮像素子および内視鏡装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の一態様は、第1基板と、前記第1基板に積層された第2基板と、前記第1基板に行列状に配置され、第1受光素子を各々有し、可視帯域を含む第1波長帯域の入射光と前記第1波長帯域よりも波長が長い近赤外域を含む第2波長帯域の入射光とが照射され、前記第1波長帯域の光に応じた第1信号を生成する第1画素と、前記第2基板に行列状に配置され、前記第1画素を透過した光が照射される第2画素と、を備え、前記第2画素は、受光面と平行な第1PN接合面と、前記受光面と平行で前記第1PN接合面よりも深い位置に存在する第2PN接合面とを有し、前記第1PN接合面のP型層とN型層を同電位で接続し、前記第2PN接合面で得られた電荷から前記第2波長帯域の光に応じた第2信号を生成することを特徴とする撮像素子である。30

【0018】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記第1PN接合面は、前記第1波長帯域の波長を含む光で電荷を生成することを特徴とする。

【0020】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記第1PN接合面で生成した第3信号を用いて前記第1信号を補正することを特徴とする。40

【0021】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記第3信号を用いて、前記第1画素と前記第2画素とに入射する光の光量を制御することを特徴とする。

【0022】

また、本発明の他の態様は、第1基板と、前記第1基板に積層された第2基板と、前記第1基板に行列状に配置され、第1受光素子を各々有し、可視帯域を含む第1波長帯域の入射光と前記第1波長帯域よりも波長が長い近赤外域を含む第2波長帯域の入射光とが照射され、前記第1波長帯域の光に応じた第1の信号を生成する第1画素と、前記第2基板50

に行列状に配置され、前記第1画素を透過した光が照射される第2画素と、を備え、前記第2画素は、受光面と平行な第1PN接合面と、前記受光面と平行で前記第1PN接合面よりも深い位置に存在する第2PN接合面とを有し、前記第1PN接合面のP型層とN型層を同電位で接続し、前記第2PN接合面で得られた電荷から前記第2波長帯域の光に応じた第2信号を生成し、前記第1画素は、受光面と平行な第3PN接合面と、前記受光面と平行で前記第3PN接合面よりも深い位置に存在する第4PN接合面とを有し、前記第3PN接合面のP型層とN型層を同電位で接続し、前記第4PN接合面で得られた電荷から前記第2波長帯域の光に応じた第4信号を生成することを特徴とする撮像素子である。

【0023】

また、本発明の他の態様は、インドシアニングリーン誘導体標識抗体からなる蛍光物質を被検査対象物に投与して内視鏡による診断を行う内視鏡装置において、撮像素子を備え、前記第1画素の受光面側に、可視帯域と蛍光物質の近赤外の蛍光波長帯域とを透過し、蛍光波長帯域と近接した励起波長帯域成分を透過しない光学フィルタが配置され、前記第1波長帯域は可視帯域を含み、前記第2波長帯域は蛍光物質の蛍光帯域を含むことを特徴とする内視鏡装置である。 10

【0024】

また、本発明の他の態様の内視鏡装置において、前記第1信号から可視帯域の第1画像が作成され、前記第2信号から蛍光波長帯域の第2画像が作成され、前記第1基板と、前記第2基板と、前記光学フィルタとは、内視鏡先端部に配置されることを特徴とする。 20

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、第1基板と、第1基板に積層された第2基板と、第1基板に行列状に配置され、第1受光素子を各々有し、可視帯域を含む第1波長帯域と第1波長帯域よりも波長が長い近赤外域を含む第2波長帯域の入射光が照射され、第1波長帯域の光に応じた第1信号を生成する第1画素と、第2基板に行列状に配置され、第1画素を透過した光が照射される第2画素と、を備える。また、第2画素は、受光面と平行な第1PN接合面と、受光面と平行で第1PN接合面よりも深い位置に存在する第2PN接合面とを有し、第2PN接合面で得られた電荷から第2波長帯域の光に応じた第2信号を生成する。従って、ハイブリッド構造の撮像素子において、興味の波長に対応した蛍光画像を高精度に撮像することができる。 30

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の第1の実施形態における撮像素子の断面を示した断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態におけるカラーフィルタの配列を示した概略図である。

【図3】本発明の第1の実施形態において、励起光と、蛍光と、第1基板を透過する光と、第1PN接合面が検出する光と、第2PN接合面が検出する光との特性を示したグラフである。

【図4】本発明の第1の実施形態における撮像素子の構成を示したブロック図である。

【図5】本発明の第1の実施形態における撮像素子の駆動タイミングを示したタイミングチャートである。 40

【図6】本発明の第2の実施形態における撮像素子の断面を示した断面図である。

【図7】本発明の第2の実施形態において、励起光と、蛍光と、第1基板を透過する光と、第2PN接合面が検出する光との特性を示したグラフである。

【図8】本発明の第3の実施形態における撮像素子の断面を示した断面図である。

【図9】本発明の第4の実施形態における撮像素子の構成を示したブロック図である。

【図10】本発明の第5の実施形態における撮像素子の構成を示した概略図である。

【図11】本発明の第5の実施形態において、ICGフィルタの分光特性を示したグラフである。

【図12】本発明の第6の実施形態における内視鏡装置の構成を示したブロック図である。

。

【図13】本発明の第7の実施形態における撮像素子の構成を示したブロック図である。

【図14】従来知られている、通常の可視画像とICGの蛍光波長の赤外画像を同時に撮像することを可能にした蛍光内視鏡装置の構成を示したブロック図である。

【図15】従来知られている蛍光内視鏡装置の光源装置に配置されたバンドパスフィルタの特性を示したグラフである。

【図16】従来知られている蛍光内視鏡装置のダイクロイックミラーの特性を示したグラフである。

【図17】従来知られている蛍光内視鏡装置の励起光カットフィルタの特性を示したグラフである。

【図18】従来知られているICG蛍光物質の励起波長、蛍光波長の特性を示したグラフ 10 である。

【図19】従来知られている、撮像素子を2層積層し、上層を透過した光を用いて下層でも撮像を行うハイブリッド構造の撮像素子を示した断面図である。

【図20】従来知られているICG蛍光特性と積層撮像素子の特性を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

(第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態について図面を参照して説明する。初めに、撮像素子100の構成について説明する。図1は、本実施形態における撮像素子100の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子100は、第1基板101と、第2基板102と、第1フォトダイオード103-1～103-n(第1受光素子)と、第2画素104-1～104-n(第2フォトダイオード、第2受光素子)と、カラーフィルタ105-1～105-nとを備えている。また、入射光が照射される側を受光面とする。

【0028】

第1基板101と、第2基板102とは積層されている。第1基板101および第2基板102はシリコン基板である。また、第1基板101は入射された光のうち、一部の光を透過する。

【0029】

第1フォトダイオード103-1～103-nは、第1基板101内に配置されている。カラーフィルタ105-1～105-nは、赤色の光を透過するフィルタ(R)、または、緑色の光を透過するフィルタ(G)、または、青色の光を透過するフィルタ(B)のいずれかであり、第1フォトダイオード103-1～103-nの受光面側に配置されている。すなわち、第1フォトダイオード103-1～103-n上にオンチップのRGBカラーフィルタ105-1～105-nが配置されている。カラーフィルタ105-1～105-nの配置については後述する。

【0030】

なお、カラーフィルタ105-1～105-nは、赤色の光を透過するフィルタ(R)であっても、緑色の光を透過するフィルタ(G)であっても、青色の光を透過するフィルタ(B)であっても、赤外波長の光も透過する。また、一般的には、デジタルカメラ用の撮像素子などでは受光面側にIRカットフィルタ(赤外光カットフィルタ)を設けるが、本実施形態ではIRカットフィルタを用いない。

【0031】

本実施形態では、各第1フォトダイオード103-1～103-nと、各カラーフィルタ105-1～105-nとの組を第1画素106-1～106-nとする。例えば、第1フォトダイオード103-1とカラーフィルタ105-1との組を第1画素106-1とする。第1フォトダイオード103-1～103-nは、露光量に応じた第1信号を出力する。

【0032】

第2画素104-1～104-nは、第2基板102内に配置されている。また、第2

10

20

40

50

画素 $104 - 1 \sim 104 - n$ は、P型層である $P_{1,1} \sim P_{1,n}$ と、N型層である $N_{1,1} \sim N_{n,n}$ と、P型層である $P_{2,1} \sim P_{2,n}$ とをそれぞれ含み、受光面と平行な第1PN接合面 $1041 - 1 \sim 1041 - n$ よりも深い位置に存在する第2PN接合面 $1042 - 1 \sim 1042 - n$ とを有する。この構成により、第2画素 $104 - 1 \sim 104 - n$ は、第2PN接合面 $1042 - 1 \sim 1042 - n$ で得られた電荷から第2信号を生成する。また、第2画素 $104 - 1 \sim 104 - n$ は、第1PN接合面 $1041 - 1 \sim 1041 - n$ で得られた電荷から第3信号を生成する。

【0033】

次に、カラーフィルタ 105 の配列について説明する。図2は、本実施形態におけるカラーフィルタ 105 の配列を示した概略図である。図2に示す例では、第1基板 101 には、6行6列の二次元状に規則的に配列された計36個の第1画素 106 が含まれている。また、第2基板 102 には、6行6列の二次元状に規則的に配列された計36個の第2画素 104 が含まれている。図2に示すとおり、第1基板 101 には、ベイヤ配列でカラーフィルタ 105 (カラーフィルタR、カラーフィルタG、カラーフィルタB)が配列されている。第2画素 104 には、第1画素 106 を透過した、赤外光を含む光が照射される。このような画素配置により、第1基板 101 では可視画像を、第2基板 102 では赤外画像を同時に撮像することが可能になる。

【0034】

なお、第1基板 101 に含まれる第1画素 106 と第2基板 102 に含まれる第2画素 104 との数および配列は、図2に示す例に限らず、どのような数および配列でもよい。また、図2に示す例では、第1画素 106 の下に第2画素 104 を対応して配置しているが、これに限らず、画素サイズを第1画素 106 に比べて第2画素 104 は整数倍にするなどの工夫も可能である。

【0035】

図3は、本実施形態において、励起光と、蛍光と、第1基板 101 を透過する光と、第1PN接合面 $1041 - 1 \sim 1041 - n$ が検出する光と、第2PN接合面 $1042 - 1 \sim 1042 - n$ が検出する光との特性を示したグラフである。グラフの横軸は波長(nm)を示す。グラフの縦軸は透過率(%)を示す。線301は、励起光の特性を示した線である。線302は、蛍光の特性を示した線である。線303は、第1基板 101 を透過する光の特性を示した線である。線304は、第1PN接合面 $1041 - 1 \sim 1041 - n$ が検出する光の特性を示した線である。線305は、第2PN接合面 $1042 - 1 \sim 1042 - n$ が検出する光の特性を示した線である。

【0036】

本実施形態では、第2基板 102 に配置される第2画素 104 は、第1PN接合面 $1041 - 1 \sim 1041 - n$ と、第1PN接合面 $1041 - 1 \sim 1041 - n$ よりも深い位置に存在する第2PN接合面 $1042 - 1 \sim 1042 - n$ とを有する。この構成により、第2PN接合面 $1042 - 1 \sim 1042 - n$ は、第1基板 101 と、第1PN接合面 $1041 - 1 \sim 1041 - n$ とを透過した光(図3の領域306の光)を検出することができる。

【0037】

これにより、第2PN接合面 $1042 - 1 \sim 1042 - n$ は、第1基板 101 や、浅い側の層に存在する第1PN接合面 $1041 - 1 \sim 1041 - n$ で不要な励起光成分(600~800nmの波長の光)のより多くを除いた蛍光成分を検出し、第2波長帯域の光に応じた第2信号を生成することができる。従って、撮像素子 100 は、蛍光物質に照射した励起光成分や、可視成分を除去することができ、興味の波長(蛍光波長(860nm))の画像を高いS/Nで取得することができる。

【0038】

次に、撮像素子 100 の構成について説明する。図4は、本実施形態における撮像素子 100 の構成を示したブロック図である。撮像素子 100 は、駆動部 401 と、第1画素

10

20

30

40

50

/信号読み出し部402と、第2画素/信号読み出し部403と、信号処理部404と、信号出力端子405とを備えている。駆動部401は、制御信号を送信し、第1画素/信号読み出し部402と、第2画素/信号読み出し部403とを駆動する。第1画素/信号読み出し部402は、第1画素106-1~106-nを含み、第1画素106-1~106-nが生成した第1信号を読み出し、信号処理部404に対して出力する。第2画素/信号読み出し部403は、第2画素104-1~104を含み、第2画素104-1~104-nが生成した第2信号を読み出し、信号処理部404に対して出力する。

【0039】

信号処理部404は、第1画素/信号読み出し部402から入力された第1信号に基づいて、第1画像を生成する。第1信号は、赤色の光の強度に応じたR信号と、緑色の光の強度に応じたG信号と、青色の光の強度に応じたB信号である。すなわち、第1信号はRGB信号である。よって、信号処理部404が生成する第1画像は、RGB画像である。また、信号処理部404は、第2画素/信号読み出し部403から入力された第2信号に基づいて、第2画像を生成する。第2信号は、830nmを中心とする光の強度に応じた蛍光信号である。よって、信号処理部404が生成する第2画像は、蛍光画像である。また、信号処理部404は、生成した第1画像と第2画像とを信号出力端子405から出力する。なお、信号処理部404は、例えばノイズ低減や、RGB画像、蛍光画像の重畠などの画像処理を行うようにしてもよい。

【0040】

次に、撮像素子100の駆動方法について説明する。図5は、本実施形態における撮像素子100の駆動タイミングを示したタイミングチャートである。図示する例では、第1画素106の駆動タイミングを示したタイミングチャート501と、第2画素104の駆動タイミングを示したタイミングチャート502とを示している。なお、タイミングチャートの横軸は時間である。

【0041】

図示する通り、本実施形態では、第1画素106の電荷蓄積時間（露光時間）は、第2画素104の電荷蓄積時間（露光時間）よりも長い。これは、第2画素104には、第1画素106を透過した光のみが照射されるため、第2画素104に照射される光量が第1画素106に照射される光量よりも小さいためである。なお、本実施形態では、RGB画像と蛍光画像とのフレームレートが同一のフレームレートとなるように、各画素から信号を読み出す時間である読み出し時間を設定している。

【0042】

上述したとおり、本実施形態によれば、第1基板101と第2基板102とを積層している。また、第2基板102は、第1基板101の受光面側から見て、第1基板101と重複する位置かつ第1基板101の受光面側とは反対側に配置されている。また、第1基板101は光を透過する。また、第1基板101を透過した光は、第2基板102に照射される。

【0043】

これにより、第1基板101の第1画素106と、第2基板102の第2画素104とは同時に露光することができる。すなわち、第1画素106による第1信号の生成と、第2画素104による第2信号の生成とを同時に行うことができる。従って、信号処理部404は、第1信号に基づいた第1画像（RGB画像）と、第2信号に基づいた第2画像（蛍光画像）とを同時に生成することができる。

【0044】

また、本実施形態によれば、第2基板102に配置される第2画素104は、第1PN接合面1041-1~1041-nと、第1PN接合面1041-1~1041-nよりも深い位置に存在する第2PN接合面1042-1~1042-nとを有する。この構成により、第2PN接合面1042-1~1042-nは、第1基板101と、第1PN接合面1041-1~1041-nとを透過した光を検出することができる。

【0045】

10

20

30

40

50

これにより、第2PN接合面1042-1～1042-nは、第1基板101や、浅い側の層に存在する第1PN接合面1041-1～1041-nで不要な光の成分のより多くを除いた蛍光成分を検出し、第2波長帯域の光に応じた第2信号を生成することができる。従って、撮像素子100は、蛍光物質に照射した励起光成分や、可視成分を除去することができ、興味の波長に対応した蛍光画像を高精度に撮像することができる。

【0046】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。第1の実施形態における撮像素子100と本実施形態における撮像素子とで異なる点は、第1基板が有する第1フォトダイオードの構成である。なお、その他の構成は、第1の実施形態と同様である。

10

【0047】

図6は、本実施形態における撮像素子600の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子600は、第1基板601と、第2基板102と、第1フォトダイオード603-1～603-n(第1受光素子)と、第2画素104-1～104-n(第2フォトダイオード、第2受光素子)と、カラーフィルタ105-1～105-nとを備えている。また、入射光が照射される側を受光面とする。

【0048】

第1基板601と、第2基板102とは積層されている。第1基板601および第2基板102はシリコン基板である。また、第1基板601は入射された光のうち、一部の光を透過する。

20

【0049】

第1フォトダイオード603-1～603-nは、第1基板601内に配置されている。また、第1フォトダイオード603-1～603-nは、P型層であるP_{1,1}～P_{1,n}と、N型層であるN_{1,1}～N_{1,n}と、P型層であるP_{2,1}～P_{2,n}とをそれぞれ含み、受光面と平行な第1PN接合面6031-1～6031-nと、受光面と平行で第1PN接合面6031-1～6031-nよりも深い位置に存在する第2PN接合面6032-1～6032-nとを有する。この構成により、第1フォトダイオード603-1～603-nは、第2PN接合面6032-1～6032-nで得られた電荷から第2信号を生成する。また、第1フォトダイオード603-1～603-nは、第1PN接合面6031-1～6031-nで得られた電荷から第1信号を生成する。

30

【0050】

カラーフィルタ105-1～105-nは、赤色の光を透過するフィルタ(R)、または、緑色の光を透過するフィルタ(G)、または、青色の光を透過するフィルタ(B)のいずれかであり、第1フォトダイオード603-1～603-nの受光面側に配置されている。すなわち、第1フォトダイオード603-1～603-n上にオンチップのRGBカラーフィルタ105-1～105-nが配置されている。カラーフィルタ105-1～105-nの配置は、第1の実施形態と同様である。

【0051】

本実施形態では、各第1フォトダイオード603-1～603-nと、各カラーフィルタ105-1～105-nとの組を第1画素606-1～606-nとする。例えば、第1フォトダイオード603-1とカラーフィルタ105-1との組を第1画素606-1とする。

40

【0052】

第2画素104-1～104-nは、第2基板102内に配置されている。また、第2画素104-1～104-nは、P型層であるP_{1,1}～P_{1,n}と、N型層であるN_{1,1}～N_{1,n}と、P型層であるP_{2,1}～P_{2,n}とをそれぞれ含み、受光面と平行な第1PN接合面1041-1～1041-nと、受光面と平行で第1PN接合面1041-1～1041-nよりも深い位置に存在する第2PN接合面1042-1～1042-nとを有する。この構成により、第2画素104-1～104-nは、第2PN接合面1042-1～1042-nで得られた電荷から第2信号を生成する。また、第2画素104-1～104-

50

nは、第1PN接合面1041-1~1041-nで得られた電荷から第3信号を生成する。

【0053】

図7は、本実施形態において、励起光と、蛍光と、第1基板101を透過する光と、第2PN接合面1042-1~1042-nが検出する光との特性を示したグラフである。グラフの横軸は波長(nm)を示す。グラフの縦軸は透過率(%)を示す。線701は、励起光の特性を示した線である。線702は、蛍光の特性を示した線である。線703は、第1基板601を透過する光の特性を示した線である。線704は、第2PN接合面1042-1~1042-nが検出する光の特性を示した線である。

【0054】

本実施形態では、第1フォトダイオード603-1~603-nは、P型層である1P₁~1P_{1n}と、N型層である1N₁~1N_nと、P型層である1P₂₁~1P_{2n}とをそれぞれ含み、受光面と平行な第1PN接合面6031-1~6031-nと、受光面と平行で第1PN接合面6031-1~6031-nよりも深い位置に存在する第2PN接合面6032-1~6032-nとを有する。この構成により、第1基板601を透過する励起光成分が第1の実施形態(図3の線303参照)よりも少なくなる。

10

【0055】

これにより、第2PN接合面1042-1~1042-nは、第1基板601や、浅い側の層に存在する第1PN接合面1041-1~1041-nで不要な光の成分を除いた蛍光成分を検出し、第2波長帯域の光に応じた第2信号を生成することができる。従って、撮像素子600は、蛍光物質に照射した励起光成分や、可視成分を除去することができ、興味の波長に対応した蛍光画像を高精度に撮像することができる。

20

【0056】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。第1の実施形態における撮像素子100と本実施形態における撮像素子とで異なる点は、第2画素が含んでいる第1PN接合面のP型層とN型層とを電気的に接続し、同電位とする点である。なお、その他の構成は、第1の実施形態と同様である。

【0057】

図8は、本実施形態における撮像素子800の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子800は、第1基板101と、第2基板802と、第1フォトダイオード103-1~103-n(第1受光素子)と、第2画素804-1~804-n(第2フォトダイオード、第2受光素子)と、カラーフィルタ105-1~105-nとを備えている。また、入射光が照射される側を受光面とする。

30

【0058】

第1基板101と、第2基板802とは積層されている。第1基板101および第2基板802はシリコン基板である。また、第1基板101は入射された光のうち、一部の光を透過する。

【0059】

第1フォトダイオード103-1~103-nは、第1基板101内に配置されている。カラーフィルタ105-1~105-nは、赤色の光を透過するフィルタ(R)、または、緑色の光を透過するフィルタ(G)、または、青色の光を透過するフィルタ(B)のいずれかであり、第1フォトダイオード103-1~103-nの受光面側に配置されている。すなわち、第1フォトダイオード103-1~103-n上にオンチップのRGBカラーフィルタ105-1~105-nが配置されている。カラーフィルタ105-1~105-nの配置は、第1の実施形態と同様である。

40

【0060】

本実施形態では、各第1フォトダイオード103-1~103-nと、各カラーフィルタ105-1~105-nとの組を第1画素106-1~106-nとする。例えば、第1フォトダイオード103-1とカラーフィルタ105-1との組を第1画素106-1

50

とする。第1フォトダイオード103-1~103-nは、露光量に応じた第1信号を出力する。

【0061】

第2画素804-1~804-nは、第2基板802内に配置されている。また、第2画素804-1~804-nは、P型層であるP_{1,1}~P_{1,n}と、N型層であるN_{1,1}~N_{1,n}と、P型層であるP_{2,1}~P_{2,n}とをそれぞれ含み、受光面と平行な第1PN接合面8041-1~8041-nと、受光面と平行で第1PN接合面8041-1~8041-nよりも深い位置に存在する第2PN接合面8042-1~8042-nとを有する。また、第1PN接合面8041のP型層P_{1,1}~P_{1,n}とN型層N_{1,1}~N_{1,n}とを、それぞれ接続部8043-1~8043-nを用いて電気的に接続し、同電位としている。これにより、第1PN接合面8041による電荷の発生を抑制することができる。従って、第2PN接合面8042-1~8042-nが生成する第2信号の精度をより向上させることができる。10

【0062】

(第4の実施形態)

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。第1の実施形態における撮像素子100と本実施形態における撮像素子とで異なる点は、第1PN接合面1041-1~1041-nで生成した第3信号と、第2PN接合面1042-1~1042-nで生成した信号とを用いて、第1基板101の第1画素106-1~106-nで生成した第1信号によるRGB画像を補正する点である。なお、他の構成は、第1の実施形態と同様である。20

【0063】

図9は、本実施形態における撮像素子900の構成を示したブロック図である。撮像素子900は、第1画素/信号読み出し部402と、信号補正部901とを備えている。第1画素106-1~106-nが生成した第1信号は、可視成分(RGB成分)以外に赤外成分を含んでいる。また、第1PN接合面1041-1~1041-nが生成した第3信号と、第2PN接合面1042-1~1042-nが生成した信号は、第1信号が含んでいる赤外成分に相当する信号である。よって、信号補正部901は、第1信号から赤外成分を差分処理することで、可視成分のみで画像を生成することができる。従って、第1画像(RGB画像、可視画像)の画質をより向上させることができる。30

【0064】

(第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。本実施形態と第1の実施形態とで異なる点は、撮像素子の受光面側にICGフィルタを備える点である。なお、他の構成は、第1の実施形態と同様である。

【0065】

図10は、本実施形態における撮像素子1200の構成を示した概略図である。図10に示す撮像素子1200は、第1基板101と、第2基板102と、複数の第1フォトダイオード103(第1受光素子)と、複数の第2画素104(第2フォトダイオード、第2受光素子)と、複数のカラーフィルタ105と、ICGフィルタ1201とを備えている。40

【0066】

第1基板101と、第2基板102と、第1フォトダイオード103と、第2画素104と、カラーフィルタ105との構成は第1の実施形態と同様である。ICGフィルタ1201は、カラーフィルタ105の受光面側に配置されている。ICGフィルタ1201は、ICGの励起光をカットして蛍光波長のみを透過する光学フィルタである。

【0067】

図11は、本実施形態において、ICGフィルタ1201の分光特性を示したグラフである。グラフの横軸は波長(nm)を示す。グラフの縦軸は透過率を示す。線1301は、ICGフィルタ1201の可視領域の透過率を示す。線1302は、ICGフィルタ150

201の蛍光の透過率を示す。図11に示すように、ICGフィルタ1201は、可視領域の光と蛍光とを透過し、励起光を透過しない。なお、図11に示す例では、蛍光部分を900nmで減衰するICGフィルタ1201を示しているが、800nm以上を全て透過するハイパスタイプであってもよい。

【0068】

これにより、第2PN接合面1042-1～1042-nは、ICGフィルタ1201と、第1基板101と、浅い側の層に存在する第1PN接合面1041-1～1041-nで不要な光の成分を除いた蛍光成分を検出し、第2波長帯域の光に応じた第2信号を生成することができる。従って、撮像素子1200は、蛍光物質に照射した励起光成分や、可視成分を除去することができ、興味の波長に対応した蛍光画像を高精度に撮像することができる。10

【0069】

(第6の実施形態)

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。本実施形態では、第1の実施形態～第5の実施形態に記載した撮像素子のうち、いずれかを内蔵した内視鏡装置について説明する。

【0070】

図12は、本実施形態における内視鏡装置の構成を示したブロック図である。図示する例では、内視鏡装置1000は、内視鏡スコープ1001と、演算部1002と、モニタ1003と、光源部1004とを備えている。演算部1002は、内視鏡装置1000の各部の制御を行う。モニタ1003は、例えば液晶ディスプレイであり、画像を表示する。光源部1004は、例えばLEDであり、光を発する。20

【0071】

内視鏡スコープ1001は、撮像素子1011と、撮像レンズ1012と、ライトガイド1013と、照明レンズ1014とを備えている。撮像素子1011は、第1の実施形態～第4の実施形態に記載した撮像素子のいずれかである。撮像素子1011は、内視鏡スコープ1001の先端部に配置されている。また、撮像レンズ1012は、撮像素子1011の受光面側に配置されている。また、照明レンズ1014は、内視鏡スコープ1001の先端部に配置されている。

【0072】

ライトガイド1013は、光源部1004が発した光を照明レンズ1014に照射する。照明レンズ1014は、ライトガイド1013から照射される光を集光し、被写体に照射する。撮像レンズ1012は、被写体からの光を集光し、撮像素子1011に照射する。撮像素子1011は、撮像レンズ1012により照射された光に基づいて、第1画像と第2画像とを生成する。演算部1002は、撮像素子1011が生成した第1画像と第2画像とを、モニタ1003に表示させる。30

【0073】

例えば、第1の実施形態～第5の実施形態に記載した撮像素子は、小型化にしつつ、高精度なRGB画像と蛍光画像とを同時に撮像することができる。よって、第1の実施形態～第5の実施形態に記載した撮像素子のいずれかを内視鏡装置1000に用いることで、高精度なRGB画像と蛍光画像とを同時に撮像することができる。例えば、高精度なRGB画像と蛍光画像とを、がん診断や外科手術時のICG観察に役立てることができる。40

【0074】

(第7の実施形態)

次に、本発明の第7の実施形態について説明する。本実施形態と第6の実施形態とで異なる点は、第1PN接合面1041-1～1041-nが生成した第3信号を用いて、光源部1004の光量（励起光成分）を調整する点である。なお、その他の構成は、第6の実施形態と同様である。

【0075】

図13は、本実施形態における撮像素子1100の構成を示したブロック図である。撮

10

20

30

40

50

像素子 1100 は、光量調整部 1101 を備えている。第 1 PN 接合面 1041 - 1 ~ 1041 - n が生成した第 3 信号は、励起光量に応じた信号である。例えば、ICG 蛍光物質では励起波長も赤外のため観察者が目視で光量調整することは出来ない。そこで、本実施形態では、光量調整部 1101 は、第 1 PN 接合面 1041 - 1 ~ 1041 - n が生成した第 3 信号に基づいて光源部 1004 の光量（励起光成分）を調整する。これにより、ICG 蛍光物質を投与した被写体に照射する光量を最適化することができるため、蛍光画像の画質をさらに向上させることができる。

【0076】

以上、この発明の第 1 の実施形態～第 7 の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。例えば、各実施形態で示した構成を組み合わせてもよい。

10

【符号の説明】

【0077】

100, 600, 800, 900, 1011, 1100, 1200 . . . 撮像素子、101, 221, 601 . . . 第 1 基板、102, 222, 802 . . . 第 2 基板、103 - 1 ~ 103 - n, 223 - 1 ~ 223 - n, 603 - 1 ~ 603 - n . . . 第 1 フォトダイオード、104 - 1 ~ 104, 224 - 1 ~ 224 - n, 804 - 1 ~ 804 - n . . . 第 2 画素、105 - 1 ~ 105 - n . . . カラーフィルタ、106 - 1 ~ 106 - n, 606 - 1 ~ 606 - n . . . 第 1 画素、401 . . . 駆動部、402 . . . 第 1 画素 / 信号読み出し部、403 . . . 第 2 画素 / 信号読み出し部、404 . . . 信号処理部、405 . . . 信号出力端子、901 . . . 信号補正部、1000 . . . 内視鏡装置、1001 . . . 内視鏡スコープ、1002 . . . 演算部、1003 . . . モニタ、1004 . . . 光源部、1012 . . . 撮像レンズ、1013 . . . ライトガイド、1014 . . . 照明レンズ、1041 - 1 ~ 1041 - n, 6031 - 1 ~ 6031 - n, 8041 - 1 ~ 8041 - n . . . 第 1 PN 接合面、1042 - 1 ~ 1042 - n, 6032 - 1 ~ 6032 - n, 8042 - 1 ~ 8042 - n . . . 第 2 PN 接合面、1101 . . . 光量調整部、1201 . . . ICG フィルタ、8043 - 1 ~ 8043 - n . . . 接続部

20

【図1】

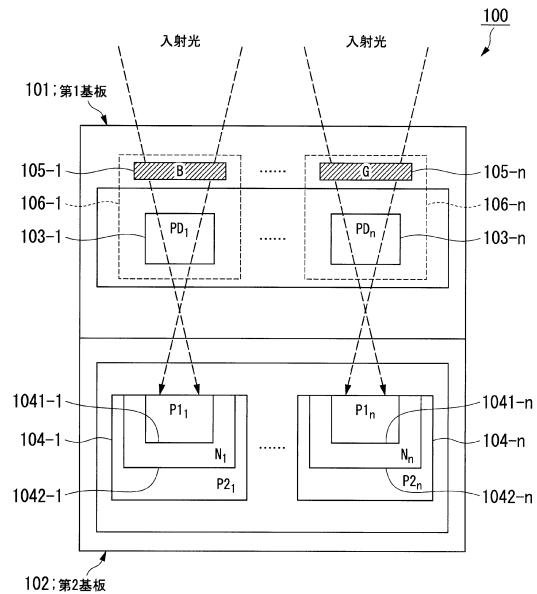


図1

【図2】

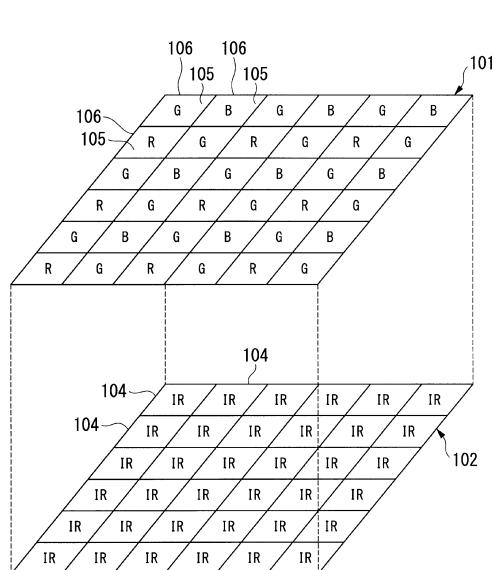


図2

【図3】

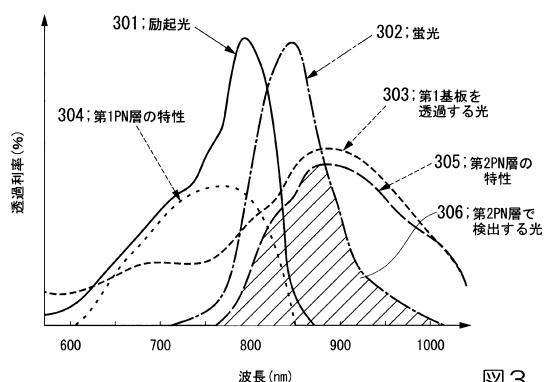


図3

【図5】

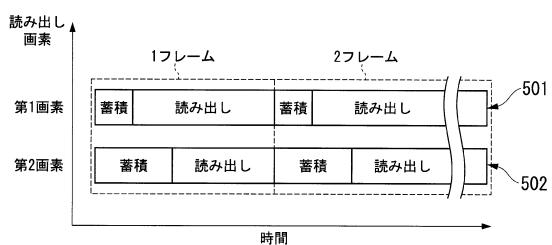


図5

【図4】

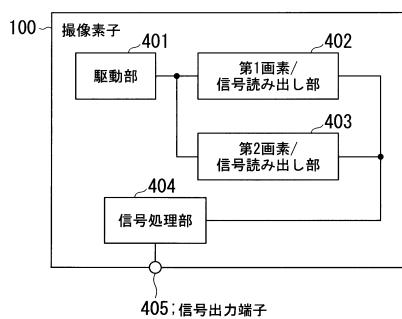


図4

【図6】

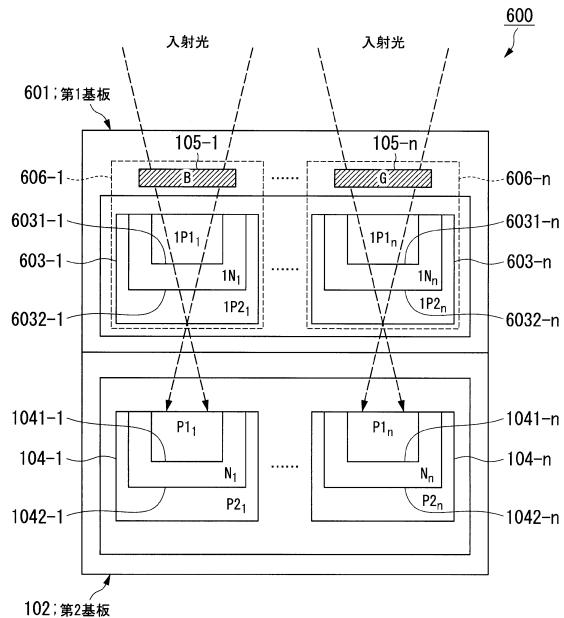


図6

【図7】

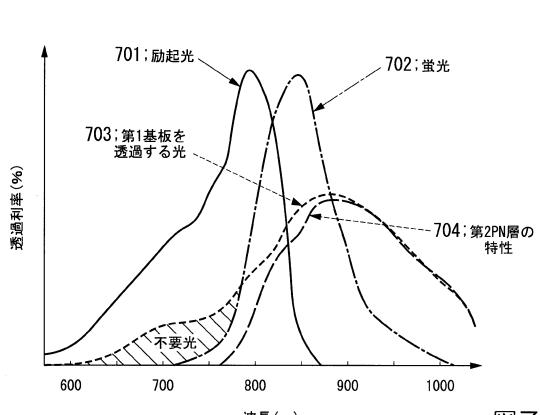


図7

【図8】

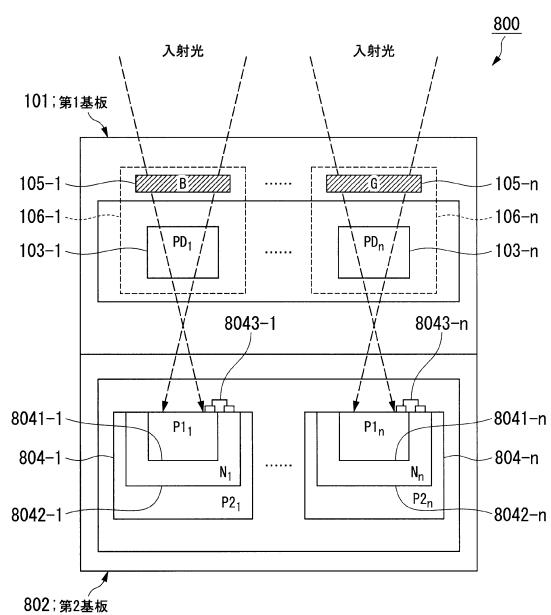


図8

【図9】

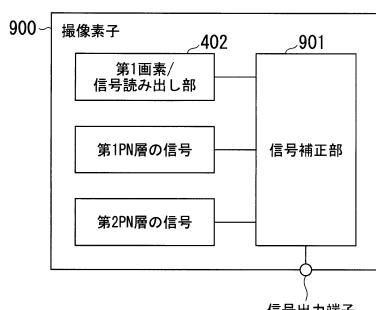


図9

【図10】

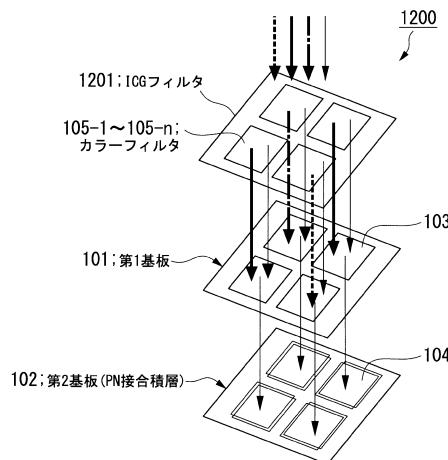
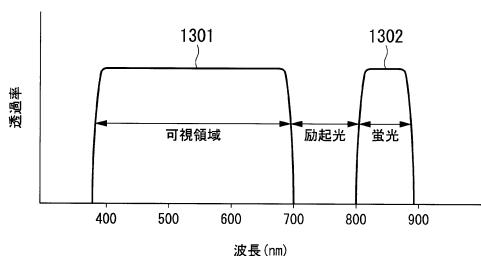


図10

【図11】



义 1 1

【図13】

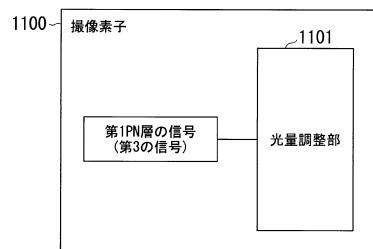


图 13

【図12】

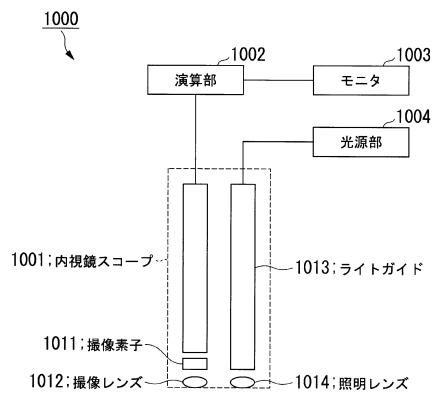
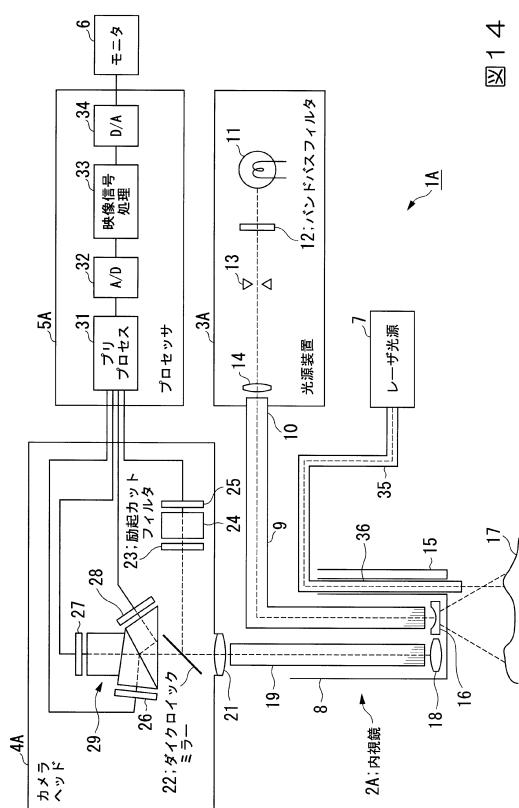


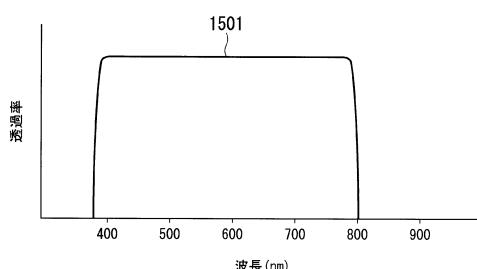
図12

【図 1 4】



14

【図 15】



15

【図 1 6】

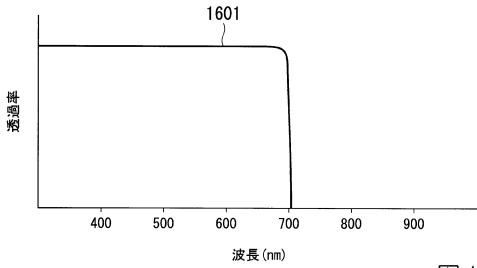


図16

【図17】

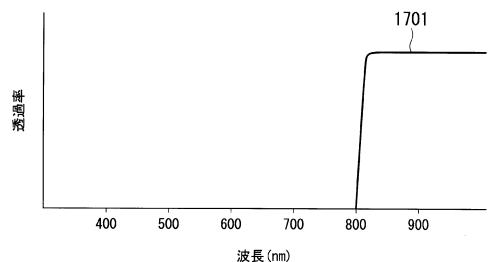


図17

【図18】

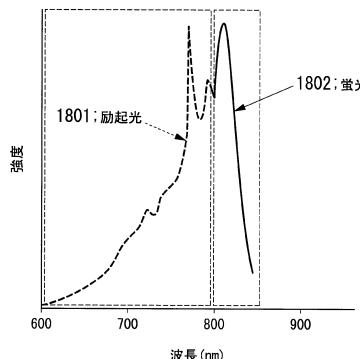


図18

【図19】

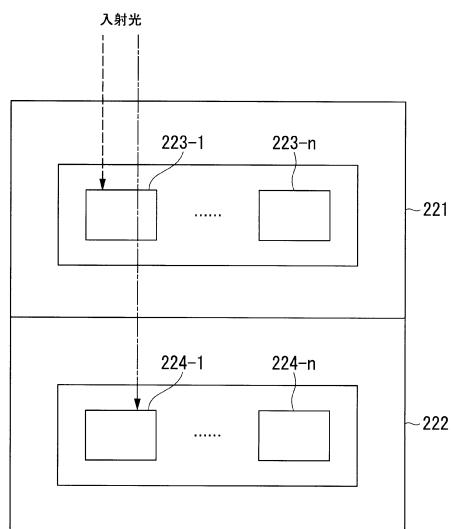


図19

【図20】

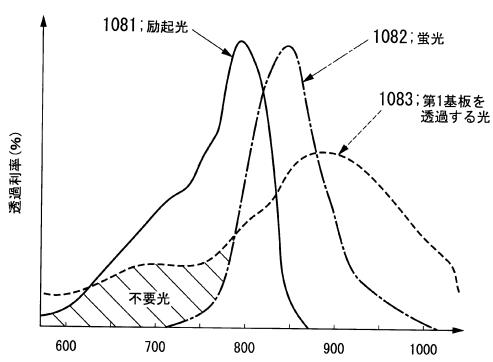


図20

フロントページの続き

			F I		
A 6 1 B	1/04	(2006.01)	A 6 1 B	1/04	5 3 1
A 6 1 B	1/00	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	5 1 0
G 0 2 B	23/24	(2006.01)	G 0 2 B	23/24	B

(72)発明者 福永 康弘
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内

審査官 西谷 憲人

(56)参考文献 特開2013-070030(JP,A)
特開2003-332551(JP,A)
特開2010-068925(JP,A)
特開2014-135535(JP,A)
特開2010-073824(JP,A)
特開2007-053731(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N	9 / 0 7
H 0 4 N	5 / 3 6 9
H 0 1 L	2 7 / 1 4 4
H 0 1 L	2 7 / 1 4 6
H 0 4 N	5 / 2 2 5
A 6 1 B	1 / 0 0
A 6 1 B	1 / 0 4
G 0 2 B	2 3 / 2 4