

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6161522号  
(P6161522)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl.			F I		
<b>HO 1 L</b>	<b>27/146</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 L	27/146	D
<b>HO 4 N</b>	<b>5/369</b>	<b>(2011.01)</b>	HO 4 N	5/369	6 0 0
<b>GO 2 B</b>	<b>5/28</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 2 B	5/28	
<b>GO 2 B</b>	<b>5/20</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 2 B	5/20	1 0 1
<b>A 6 1 B</b>	<b>1/04</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	1/04	5 3 0

請求項の数 12 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2013-239903 (P2013-239903)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成25年11月20日(2013.11.20)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2015-99875 (P2015-99875A)		東京都八王子市石川町2951番地
(43) 公開日	平成27年5月28日(2015.5.28)	(74) 代理人	100106909
審査請求日	平成28年7月25日(2016.7.25)		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	100129403
			弁理士 増井 裕士
		(74) 代理人	100139686
			弁理士 鈴木 史朗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1基板と、

前記第1基板に行列状に配置され、第1受光素子を各々有する、複数の第1画素と、  
前記第1基板の受光面側から見て、前記第1基板と重複する位置かつ前記第1基板の受光面側とは反対側に配置されている第2基板と、

前記第2基板に行列状に配置され、第2受光素子と、前記第2受光素子の受光面側に配置されたファブリーペローフィルタとを各々有する、複数の第2画素と、

前記第1基板と前記複数の第2画素の対応する1つとの間に各々配置され、前記受光面側を上面として凹型の形状を有する、複数の光学系と、  
を有することを特徴とする撮像素子。

【請求項2】

前記複数の第1画素の受光面側に各々配置された複数の第1マイクロレンズを有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】

前記複数の光学系は、前記第1基板の前記受光面側とは反対側の面に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の撮像素子。

【請求項4】

前記複数の光学系の各々はマイクロレンズであることを特徴とする請求項1に記載の撮像素子。

## 【請求項 5】

前記ファブリーペローフィルタの各々は、複数種類の透過帯域のうち、いずれかの透過帯域を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

## 【請求項 6】

前記複数の光学系は、層内レンズである

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

## 【請求項 7】

前記複数の光学系のうち、前記第 1 基板の中心に近い位置に配置されている前記光学系ほど屈折力が小さく、前記第 1 基板の周辺に近い位置に配置されている前記光学系ほど屈折力が大きい

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

## 【請求項 8】

前記複数の光学系のうち、撮像光学系の光軸に近い位置に配置されている前記光学系ほど屈折力が小さく、前記撮像光学系の光軸から遠い位置に配置されている前記光学系ほど屈折力が大きい

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

## 【請求項 9】

前記第 1 画素の各々は、前記第 1 受光素子の受光面側に配置されたカラーフィルタを各々有し、

前記カラーフィルタは、ベイヤ配列で配置され、

前記複数の第 2 画素および前記複数の光学系は、前記第 1 基板の受光面側から見て青色の光を透過する前記カラーフィルタと重複するように配置されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

## 【請求項 10】

前記第 1 画素の各々は、前記第 1 受光素子の受光面側に配置されたカラーフィルタを各々有し、

前記カラーフィルタは、ベイヤ配列で配置され、

緑色の光を透過するカラーフィルタが配置されている前記第 1 画素のうち、一部の前記第 1 画素をスルーホールとし

前記複数の第 2 画素および前記複数の光学系は、前記第 1 基板の受光面側から見て前記スルーホールと重複するように配置されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

## 【請求項 11】

前記第 1 画素の各々は、前記第 1 受光素子の受光面側に配置されたカラーフィルタを各々有し、

前記カラーフィルタは、ベイヤ配列で配置され、

緑色の光を透過する前記カラーフィルタのうち一部の前記カラーフィルタを取り除き、前記複数の第 2 画素および前記複数の光学系は、前記第 1 基板の受光面側から見て前記カラーフィルタを取り除いた第 1 画素と重複するように配置されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

## 【請求項 12】

前記第 1 基板と、前記複数の第 1 画素と、前記第 2 基板と、前記複数の第 2 画素と、前記複数の光学系とは、内視鏡スコープの先端に配置されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、撮像素子に関する。

## 【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

がんを診断する方法として、ICG（インドシニアングリーン）に代表される蛍光色素を使う研究が近年盛んに発表されている。このような蛍光などの特定の波長の光を検出する光学素子として、ファブリーペロー干渉を利用したフィルタをイメージセンサ上に一体化して形成する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

## 【 0 0 0 3 】

また、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が知られている（例えば、特許文献2参照）。

## 【 0 0 0 4 】

以下、特許文献1に記載されている技術について、図20および図21を用いて説明する。図20は従来知られているイメージセンサの画素上にファブリーペローフィルタを形成した画素（ファブリーペローフィルタ画素）の例を示した概略図である。

10

## 【 0 0 0 5 】

図示する例では、半導体基板上に複数の画素F1～F8が形成されている。画素F1～F8の各々には、フォトダイオード（PD）5-4が形成されている。また、画素F1～F8の各受光面には、ファブリーペローフィルタとして誘電体層5-1、5-3と、層間膜5-2とが形成されている。画素F1～F8の各々に形成されている層間膜5-2は、誘電体層5-1、5-3に挟まれており、画素F1～F8の各々に形成されているフォトダイオード5-4に照射される光の波長帯域を違えるためにそれぞれ厚みが異なっている。この構成により各画素F1～F8は、例えば図21に示すように、狭帯域な透過帯域の光を検出することができる。

20

## 【 0 0 0 6 】

図21は、従来知られているファブリーペローフィルタが透過する光の波長を示したグラフである。図示するグラフの横軸は波長であり、縦軸は透過率である。図示する例では、画素F1に形成されているファブリーペローフィルタ（誘電体層5-1、5-3と層間膜5-2）は、420nm近辺の狭帯域の波長の光を透過する。そのため、画素F1は、420nm近辺の狭帯域の波長の光を検出することができる。画素F2～F8も画素F1と同様に、形成されている誘電体層5-1、5-3と層間膜5-2とが透過する波長の光に応じて、狭帯域の波長の光を検出することができる。なお、画素F2～F8に形成されている誘電体層5-1、5-3と層間膜5-2とが透過する光の帯域は図21に示す通りである。

30

## 【 0 0 0 7 】

以下、特許文献2に記載されている技術について図22を用いて説明する。図22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。図示する例では、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-m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-mが形成されている。

## 【 0 0 0 8 】

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-m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-m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-m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-mとで同時に撮像することができる。

40

## 【 0 0 0 9 】

以下、特許文献1に記載された技術と特許文献2に記載された技術とを組み合わせた例について説明する。図23は2層積層の撮像素子の下層基板に、ファブリーペローフィルタを構成した撮像素子を示した断面図である。図示する例では、撮像素子230は、第1基板231と、第2基板232と、第1フォトダイオード233-1～233-mと、第2フォトダイオード234-1～234-mと、カラーフィルタ235-1～235-m

50

と、ファブリーペローフィルタ236-1~236-mと、マイクロレンズ237-1~237-mとを備えている。

【0010】

第1フォトダイオード233-1~233-mは、第1基板231内に配置されている。カラーフィルタ235-1~235-mは、第1フォトダイオード233-1~233-mの受光面側に配置されている。なお、各第1フォトダイオード233-1~233-mと、各カラーフィルタ235-1~235-mとの組を第1画素239-1~239-mとする。例えば、第1フォトダイオード233-1とカラーフィルタ235-1との組を第1画素109-1とする。

【0011】

第2フォトダイオード234-1~234-mは、第2基板232内に配置されている。ファブリーペローフィルタ236-1~236-mは、第2フォトダイオード234-1~234-mの受光面側に配置されている。なお、各第2フォトダイオード234-1~234-mと、各ファブリーペローフィルタ236-1~236-mとの組を第2画素240-1~240-mとする。例えば、第2フォトダイオード234-1とファブリーペローフィルタ236-1との組を第2画素240-1とする。

【0012】

マイクロレンズ237-1~237-mは、第1画素239-1~239-mに対応する、第1基板231の受光面側に配置されている。例えば、マイクロレンズ237-1は、第1画素239-1に対応する、第1基板231の受光面側に配置されている。第1基板231および第2基板232はシリコン基板である。また、第1基板231は入射された光のうち、一部の光を透過する。第1フォトダイオード233-1~233-mは、露光量に応じた第1信号を出力する。第2フォトダイオード234-1~234-mは、露光量に応じた第2信号を出力する。

【0013】

カラーフィルタ235-1~235-mの各々は、赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRと、緑色(G)の光を透過するカラーフィルタGと、青色(B)の色の光を透過するカラーフィルタBのいずれかである。カラーフィルタ235-1~235-mの配列については後述する。

【0014】

ファブリーペローフィルタ236-1~236-mは、所定の狭帯域の光を透過する。例えば、ファブリーペローフィルタ236-1~236-mは、830nmを中心とする狭帯域の光を透過する。830nmを中心とする狭帯域の光を透過するファブリーペローフィルタ236-1~236-mをファブリーペローフィルタFとする。マイクロレンズ237-1~237-mは、入射光を集光し、対応する第1画素239-1~239-mに照射する。

【0015】

次に、カラーフィルタ235の配列とファブリーペローフィルタ236の配列について説明する。図24は、カラーフィルタ235の配列と、ファブリーペローフィルタ236の配列とを示した概略図である。図示する例では、第1基板231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239が含まれている。また、第2基板232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240が含まれている。

【0016】

図示するとおり、第1基板231には、ベイヤ配列でカラーフィルタ235(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。また、第2基板232には、同一のファブリーペローフィルタ236(ファブリーペローフィルタF)が配列されている。

【0017】

次に、カラーフィルタ235とファブリーペローフィルタ236との分光特性について

10

20

30

40

50

説明する。図 25 は、従来知られているカラーフィルタ 235 と、ファブリーペローフィルタ 236 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) を示している。グラフの縦軸は透過率を示している。曲線 2501 は、カラーフィルタ 235 のうち、赤色 (R) の光を透過するカラーフィルタ R の透過率を示している。曲線 2502 は、カラーフィルタ 235 のうち、緑色 (G) の光を透過するカラーフィルタ B の透過率を示している。曲線 2503 は、カラーフィルタ 235 のうち、青色 (B) の光を透過するカラーフィルタ B の透過率を示している。曲線 2504 は、ファブリーペローフィルタ 236 の透過率を示している。

【0018】

上述した構成により、第 1 基板 231 で、カラーフィルタ 235 の分光特性を持った信号を生成し、第 2 基板 232 でファブリーペローフィルタ 236 の分光特性を持った信号を同時に生成することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0019】

【特許文献 1】米国特許第 5159199 号明細書

【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】

【0020】

しかしながら、従来知られている撮像素子は次のような課題がある。例えば、実際の医療応用に必要な撮像装置は、患部を広角に観察することが求められる。そのため、撮像装置の主光学系に広角なレンズを使用すると、撮像素子に入射する光の入射角度が大きくなる。例えば、図 23 および図 24 に示したハイブリッド構造の撮像素子 230 と広角なレンズとを用いた場合、第 2 基板 232 に入射する光の角度が大きくなる。すなわち、ファブリーペローフィルタ 236-1 ~ 236-m に入射する光の角度が大きくなる。

【0021】

図 26 は、従来知られているファブリーペローフィルタの角度依存性を示したグラフである。グラフの横軸は波長 (nm) を示している。グラフの縦軸は透過率を示している。曲線 2601 は、入射角が 30° の場合のファブリーペローフィルタの透過率を示している。曲線 2602 は、入射角が 15° の場合のファブリーペローフィルタの透過率を示している。曲線 2603 は、入射角が 0° の場合のファブリーペローフィルタの透過率を示している。図示するとおり、ファブリーペローフィルタは、光が入射する角度が大きくなると透過帯域の中心波長が変化する。

【0022】

従って、ファブリーペローフィルタ画素に入射する光の角度が大きくなると、ファブリーペローフィルタ画素を用いて、正確に興味の波長に対応した蛍光画像を撮像することができないという問題がある。

【0023】

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】

【0024】

本発明の一態様は、第 1 基板と、前記第 1 基板に行列状に配置され、第 1 受光素子を各々有する、複数の第 1 画素と、前記第 1 基板の受光面側から見て、前記第 1 基板と重複する位置かつ前記第 1 基板の受光面側とは反対側に配置されている第 2 基板と、前記第 2 基板に行列状に配置され、第 2 受光素子と、前記第 2 受光素子の受光面側に配置されたファブリーペローフィルタとを各々有する、複数の第 2 画素と、前記第 1 基板と前記複数の第 2 画素の対応する 1 つとの間に各々配置され、前記受光面側を上面として凹型の形状を有

10

20

30

40

50

する、複数の光学系と、を有することを特徴とする撮像素子である。

【0025】

また、本発明の他の態様は、前記複数の第1画素の受光面側に各々配置された複数の第1マイクロレンズを有することを特徴とする撮像素子である。

【0026】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記複数の光学系は、前記第1基板の前記受光面側とは反対側の面に配置されていることを特徴とする。

【0027】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記複数の光学系の各々はマイクロレンズであることを特徴とする。

【0028】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記ファブリーペローフィルタの各々は、複数種類の透過帯域のうち、いずれかの透過帯域を有することを特徴とする。

【0029】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記複数の光学系は、層内レンズであることを特徴とする。

【0030】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記複数の光学系のうち、前記第1基板の中心に近い位置に配置されている前記光学系ほど屈折力が小さく、前記第1基板の周辺に近い位置に配置されている前記光学系ほど屈折力が大きいことを特徴とする。

【0031】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記複数の光学系のうち、撮像光学系の光軸に近い位置に配置されている前記光学系ほど屈折力が小さく、前記撮像光学系の光軸から遠い位置に配置されている前記光学系ほど屈折力が大きいことを特徴とする。

【0032】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記第1画素の各々は、前記第1受光素子の受光面側に配置されたカラーフィルタを各々有し、前記カラーフィルタは、ベイア配列で配置され、前記複数の第2画素および前記複数の光学系は、前記第1基板の受光面側から見て青色の光を透過する前記カラーフィルタと重複するように配置されていることを特徴とする。

【0033】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記第1画素の各々は、前記第1受光素子の受光面側に配置されたカラーフィルタを各々有し、前記カラーフィルタは、ベイア配列で配置され、緑色の光を透過するカラーフィルタが配置されている前記第1画素のうち、一部の前記第1画素をスルーホールとし、前記複数の第2画素および前記複数の光学系は、前記第1基板の受光面側から見て前記スルーホールと重複するように配置されていることを特徴とする。

【0034】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記第1画素の各々は、前記第1受光素子の受光面側に配置されたカラーフィルタを各々有し、前記カラーフィルタは、ベイア配列で配置され、緑色の光を透過する前記カラーフィルタのうち一部の前記カラーフィルタを取り除き、前記複数の第2画素および前記複数の光学系は、前記第1基板の受光面側から見て前記カラーフィルタを取り除いた第1画素と重複するように配置されていることを特徴とする。

【0035】

また、本発明の他の態様の撮像素子において、前記第1基板と、前記複数の第1画素と、前記第2基板と、前記複数の第2画素と、前記複数の光学系とは、内視鏡スコープの先端に配置されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0036】

10

20

30

40

50

本発明によれば、撮像素子は、第1基板と、複数の第1画素と、第2基板と、複数の第2画素と、複数の光学系とを有する。複数の第1画素は、第1基板に行列状に配置され、第1受光素子を各々有する。第2基板は、第1基板の受光面側から見て、第1基板と重複する位置かつ第1基板の受光面側とは反対側に配置されている。複数の第2画素は、第2基板に配置され、第2受光素子と、第2受光素子の受光面側に配置されたファブリーペローフィルタとを各々有する。複数の光学系は、第1基板と複数の第2画素の対応する1つとの間に各々配置され、受光面側を上面として凹型の形状を有する。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。

【図面の簡単な説明】

10

【0037】

【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と、ファブリーペローフィルタの配列とを示した概略図である。

【図3】本発明の第1の実施形態におけるカラーフィルタと、ファブリーペローフィルタの分光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装置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装置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6】本発明の第1の実施形態において、第1基板に照射される光の入射角を変更した場合のファブリーペローフィルタの透過率を示したグラフである。

20

【図7】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8】本発明の第2の実施形態におけるカラーフィルタの配列と、ファブリーペローフィルタの配列とを示した概略図である。

【図9】本発明の第2の実施形態におけるカラーフィルタと、ファブリーペローフィルタの分光特性を示したグラフである。

【図10】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11】本発明の第4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12】本発明の第5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13】本発明の第6の実施形態におけるカラーフィルタを備えた第1画素の配列と、ファブリーペローフィルタを備えた第2画素の配列とを示した概略図である。

30

【図14】本発明の第6の実施形態における撮像素子のうち、カラーフィルタBが配置されている第1画素が形成されている箇所の断面を示した断面図である。

【図15】本発明の第7の実施形態におけるカラーフィルタを備えた第1画素およびスルーホールを備えた第2画素の配列とを示した概略図である。

【図16】本発明の第7の実施形態における撮像素子のうち、スルーホールが形成されている箇所の断面を示した断面図である。

【図17】本発明の第8の実施形態におけるカラーフィルタを備えた第1画素およびクリアフィルタが配置されている第1画素の配列と、ファブリーペローフィルタを備えた第2画素の配列とを示した概略図である。

40

【図18】本発明の第8の実施形態における撮像素子のうち、クリアフィルタが配置されている第1画素が形成されている箇所の断面を示した断面図である。

【図19】本発明の第9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20】従来知られているイメージセンサの画素上にファブリーペローフィルタを形成した画素の例を示した概略図である。

【図21】従来知られているファブリーペローフィルタが透過する光の波長を示したグラフである。

【図22】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

50

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23】2層積層の撮像素子の下層基板に、ファブリーペローフィルタを構成した撮像素子を示した断面図である。

【図24】カラーフィルタの配列と、ファブリーペローフィルタの配列とを示した概略図である。

【図25】従来知られているカラーフィルタと、ファブリーペローフィルタの分光特性を示したグラフである。

【図26】従来知られているファブリーペローフィルタの角度依存性を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

10

【0038】

(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-m(第1受光素子)と、第2フォトダイオード104-1~104-m(第2受光素子)と、カラーフィルタ105-1~105-mと、ファブリーペローフィルタ106-1~106-mと、第1マイクロレンズ107-1~107-mと、第2マイクロレンズ108-1~108-m(光学系)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。

20

【0039】

第1フォトダイオード103-1~103-m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-mは、第1フォトダイオード103-1~103-mの受光面側に配置されている。なお、各第1フォトダイオード103-1~103-mと、各カラーフィルタ105-1~105-mとの組を第1画素109-1~109-m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109-1とする。

【0040】

第2フォトダイオード104-1~104-mは、第2基板102内に配置されている。ファブリーペローフィルタ106-1~106-mは、第2フォトダイオード104-1~104-mの受光面側に配置されている。なお、各第2フォトダイオード104-1~104-mと、各ファブリーペローフィルタ106-1~106-mとの組を第2画素110-1~110-mとする。例えば、第2フォトダイオード104-1とファブリーペローフィルタ106-1との組を第2画素110-1とする。

30

【0041】

第1マイクロレンズ107-1~107-mは、第1画素109-1~109-mに対応する、第1基板101の受光面側に配置されている。例えば、第1マイクロレンズ107-1は、第1画素109-1に対応する、第1基板101の受光面側に配置されている。第2マイクロレンズ108-1~108-mは、第1基板101と、対応する第2画素110-1~110-mとの間に配置されている。例えば、第2マイクロレンズ108-1は、第1基板101と、対応する第2画素110-1との間に配置されている。

40

【0042】

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。第1フォトダイオード103-1~103-mは、露光量に応じた第1信号を出力する。第2フォトダイオード104-1~104-mは、露光量に応じた第2信号を出力する。

【0043】

カラーフィルタ105-1~105-mの各々は、赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRと、緑色(G)の光を透過するカラーフィルタGと、青色(B)の色の光を透過するカラーフィルタBのいずれかである。カラーフィルタ105-1~105-mの配列

50

については後述する。

【0044】

ファブリーペローフィルタ106-1~106-mは、所定の狭帯域の光を透過する。本実施形態では、ファブリーペローフィルタ106-1~106-mは、830nmを中心とする狭帯域の光を透過する。830nmを中心とする狭帯域の光を透過するファブリーペローフィルタ106-1~106-mをファブリーペローフィルタFとする。

【0045】

第1マイクロレンズ107-1~107-mは、入射光を集光し、対応する第1画素109-1~109-mに照射する。第2マイクロレンズ108-1~108-mは、受光面側を上面として凹型の形状を有し、負の屈折力を有するマイクロレンズである。第2マイクロレンズ108-1~108-mは、第1画素109-1~109-mを透過した光を略コリメートする。すなわち、第2マイクロレンズ108-1~108-mは、第1画素109-1~109-mを透過した光を、対応する第2画素110-1~110-mの受光面に垂直に照射されるように屈折させる。

【0046】

次に、カラーフィルタ105の配列とファブリーペローフィルタ106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の配列と、ファブリーペローフィルタ106の配列とを示した概略図である。図示する例では、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109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110が含まれている。なお、第1基板101に含まれる第1画素109と第2基板102に含まれる第2画素110との数および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

【0047】

図示するとおり、第1基板101には、ベイア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。また、第2基板102には、同一のファブリーペローフィルタ106(ファブリーペローフィルタF)が配列されている。

【0048】

次に、カラーフィルタ105とファブリーペローフィルタ106との分光特性について説明する。図3は、本実施形態におけるカラーフィルタ105と、ファブリーペローフィルタ106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)を示している。グラフの縦軸は透過率を示している。曲線31は、カラーフィルタ105のうち、赤色(R)の光を透過するカラーフィルタRの透過率を示している。曲線32は、カラーフィルタ105のうち、緑色(G)の光を透過するカラーフィルタBの透過率を示している。曲線33は、カラーフィルタ105のうち、青色(B)の光を透過するカラーフィルタBの透過率を示している。曲線34は、ファブリーペローフィルタ106の透過率を示している。

【0049】

図示するとおり、カラーフィルタRは、波長が610nmの光を最も透過する。カラーフィルタGは、540nmを中心とする帯域の光を透過する。カラーフィルタBは、460nmを中心とする帯域の光を透過する。ファブリーペローフィルタ106は、830nmを中心とする狭帯域の光を透過する。

【0050】

次に、撮像装置1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装置1の構成を示したブロック図である。撮像装置1は、駆動部401と、撮像素子100と、第1信号読み出し部402と、第2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、撮像素子100と、第1信号読み出し部402と、第2信号読み出し部403とを駆動する。第1信号読み出し部402は、撮像素子100の第1画素109が生成した第1画素信号を読み出し、信号処理部404に対

10

20

30

40

50

して出力する。第2信号読み出し部403は、撮像素子100の第2画素110が生成した第2画素信号を読み出し、信号処理部404に対して出力する。

【0051】

信号処理部404は、第1信号読み出し部402から入力された第1画素信号に基づいて、第1画像を生成する。第1画素信号は、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画素信号は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信号読み出し部403から入力された第2画素信号に基づいて、第2画像を生成する。第2画素信号は、830nmを中心とする狭帯域の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、  
10  
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。

【0052】

次に、撮像装置1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装置1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109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110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。

【0053】

図示する通り、本実施形態では、第1画素109の電荷蓄積時間（露光時間）は、第2  
20  
画素110の電荷蓄積時間（露光時間）よりも長い。これは、第2画素110には、第1画素109を透過した光のみが照射されるため、第2画素110に照射される光量が第1画素109に照射される光量よりも小さいためである。また、カラーフィルタ105を備えている第1画素109に比べて、ファブリーペローフィルタ106を備えている第2画素110が検出する光の帯域が狭く感度が低いためである。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。

【0054】

次に、第1基板101に照射される光の入射角を変更した場合のファブリーペローフィルタ106の透過率について説明する。図6は、本実施形態において、第1基板101に  
30  
照射される光の入射角を変更した場合のファブリーペローフィルタ106の透過率を示したグラフである。グラフの横軸は波長（nm）を示している。グラフの縦軸は透過率を示している。

【0055】

曲線61は、第1基板101に照射される光の入射角が0°の場合のファブリーペローフィルタ106の透過率を示している。曲線62は、第1基板101に照射される光の入射角が15°の場合のファブリーペローフィルタ106の透過率を示している。曲線63は、第1基板101に照射される光の入射角が30°の場合のファブリーペローフィルタ106の透過率を示している。図示するとおり、第1基板101に照射される光の入射角が変化した場合においても、ファブリーペローフィルタ106の透過帯域の中心波長は8  
40  
30nmから変化しない。

【0056】

本実施形態では、第2マイクロレンズ108は、第1画素109を透過した光を略コリメートする。すなわち、第2マイクロレンズ108は、対応する第1画素109を透過した光を、対応する第2画素110の受光面に垂直に照射されるように屈折させる。従って、図6に示す通り、第1基板101に照射される光の入射角が変化した場合においても、ファブリーペローフィルタ106の透過帯域の中心波長は830nmから変化しない。

【0057】

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  
50

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。

【0058】

これにより、第1基板101の第1画素109と、第2基板102の第2画素110とは同時に露光することができる。すなわち、第1画素109による第1信号の生成と、第2画素110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画像と、第2信号に基づいた第2画像とを同時に生成することができる。

【0059】

また、本実施形態によれば、第2マイクロレンズ108は、第1基板101と、対応する第2画素110との間に配置されている。また、第2マイクロレンズ108は、第1画素109を透過した光を略コリメートする。すなわち、第2マイクロレンズ108は、第1画素109を透過した光を、対応する第2画素110の受光面に垂直に照射されるように屈折させる。

【0060】

これにより、第1基板101に照射される光の入射角が0°や、15°や、30°など、どのような角度で入射されても、第1画素109を透過した光は、第2画素110の受光面に垂直に照射される。よって、第1基板101に照射される光の入射角が変化した場合においても、ファブリーペローフィルタ106の透過帯域の中心波長は830nmから変化しない。従って、撮像装置1は、興味のある波長に対応した第2画像（蛍光画像）を高精度に撮像することができる。

【0061】

（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、複数種類のファブリーペローフィルタを備える点である。なお、その他の撮像装置および撮像素子の構成は、第1の実施形態と同様である。また、本実施形態における撮像装置および撮像素子の動作は、第1の実施形態と同様である。

【0062】

図7は、本実施形態における撮像素子200の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子200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-mと、第2フォトダイオード104-1～104-mと、カラーフィルタ105-1～105-mと、ファブリーペローフィルタ106-1～106-mと、第1マイクロレンズ107-1～107-mと、第2マイクロレンズ108-1～108-mとを備えている。

【0063】

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-mと、第2フォトダイオード104-1～104-mと、カラーフィルタ105-1～105-mと、第1マイクロレンズ107-1～107-mと、第2マイクロレンズ108-1～108-mとは、第1の実施形態と同様である。

【0064】

ファブリーペローフィルタ106-1～106-mは、所定の狭帯域の光を透過する。ファブリーペローフィルタ106-1～106-mの各々は、750nmを中心とする狭帯域の光を透過するファブリーペローフィルタF1と、830nmを中心とする狭帯域の光を透過するファブリーペローフィルタF2とのいずれかである。

【0065】

次に、カラーフィルタ105の配列とファブリーペローフィルタ106の配列について説明する。図8は、本実施形態におけるカラーフィルタ105の配列と、ファブリーペローフィルタ106の配列とを示した概略図である。図示する例では、第1基板101には

10

20

30

40

50

、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109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110が含まれている。なお、第1基板101に含まれる第1画素109と第2基板102に含まれる第2画素110との数および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

#### 【0066】

図示するとおり、第1基板101には、ベイア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。また、第2基板102には、同一のファブリーペローフィルタ106（ファブリーペローフィルタF1、ファブリーペローフィルタF2）が隣接しないように交互に配列されている。

10

#### 【0067】

次に、カラーフィルタ105とファブリーペローフィルタ106との分光特性について説明する。図9は、本実施形態におけるカラーフィルタ105と、ファブリーペローフィルタ106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）を示している。グラフの縦軸は透過率を示している。

#### 【0068】

曲線91は、カラーフィルタ105のうち、赤色（R）の光を透過するカラーフィルタRの透過率を示している。曲線92は、カラーフィルタ105のうち、緑色（G）の光を透過するカラーフィルタBの透過率を示している。曲線93は、カラーフィルタ105のうち、青色（B）の光を透過するカラーフィルタBの透過率を示している。曲線94は、ファブリーペローフィルタ106のうち、750nmを中心とする狭帯域の光を透過するファブリーペローフィルタF1の透過率を示している。曲線95は、ファブリーペローフィルタ106のうち、830nmを中心とする狭帯域の光を透過するファブリーペローフィルタF2の透過率を示している。

20

#### 【0069】

上述したとおり、撮像素子200は、透過帯域が異なる複数種類のファブリーペローフィルタ106を備えている。よって、第2画素110は、複数種類の波長の強度に応じた第2信号を生成することができる。従って、信号処理部404は、複数種類の波長の強度に応じた蛍光画像を生成することができる。

#### 【0070】

（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2の実施形態における撮像素子200と本実施形態における撮像素子とで異なる点は、第2マイクロレンズ108-1～108-mの代わりに層内レンズを用いている点である。また、本実施形態では、層内レンズを構成するために、配線層と保護層とを用いている。なお、その他の撮像装置および撮像素子の構成は、第2の実施形態と同様である。また、本実施形態における撮像装置および撮像素子の動作は、第2の実施形態と同様である。

30

#### 【0071】

図10は、本実施形態における撮像素子300の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子300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-mと、第2フォトダイオード104-1～104-mと、カラーフィルタ105-1～105-mと、ファブリーペローフィルタ106-1～106-mと、第1マイクロレンズ107-1～107-mと、層内レンズ301（光学系）と、配線層302と、保護層303-1～303-mとを備えている。

40

#### 【0072】

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-mと、第2フォトダイオード104-1～104-mと、カラーフィルタ105-1～105-mと、ファブリーペローフィルタ106-1～106-mと、第1マイクロレンズ107-1～107-mとは第2の実施形態と同様である。

#### 【0073】

50

配線層302は、第2基板102の第2画素110間に形成された層である。また、配線層302は、第2画素110に照射された光が他の第2画素110に照射されないように遮光する。保護層303-1~303-mは、ファブリーペローフィルタ106-1~106-mの受光面側に形成された層である。保護層303-1~303-mは、ファブリーペローフィルタ106-1~106-mを保護する。保護層303-1~303-mは、光を透過する素材であればどのような素材でもよい。

【0074】

層内レンズ301は、第2の基板102内に形成されるレンズである。例えば、層内レンズ301は、第2画素110間に形成された配線層302と、保護層303-1~303-mとで構成される凹型の形状に、光を透過する材料を充填して形成される。なお、各第2画素110と、層内レンズ301との間の距離が一定になるように、各保護層303-1~303-mの厚みを設定する。

10

【0075】

層内レンズ301は、受光面側を上面として凹型の形状を有し、負の屈折力を有するレンズである。層内レンズ301は、第1画素109-1~109-mを透過した光を略コリメートする。すなわち、層内レンズ301は、第1画素109-1~109-mを透過した光を、対応する第2画素110-1~110-mの受光面に垂直に照射されるように屈折させる。

【0076】

上述したとおり、本実施形態では、第2マイクロレンズ108の代わりに層内レンズ301を用いている。層内レンズ301は、第2基板102内に構成することができる。従って、第1基板101と第2基板102との間の距離を短くすることができ、撮像素子300厚みを薄くすることができる。

20

【0077】

(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2の実施形態における撮像素子200と本実施形態における撮像素子とで異なる点は、第2マイクロレンズの構造である。なお、その他の撮像装置および撮像素子の構成は、第2の実施形態と同様である。また、本実施形態における撮像装置および撮像素子の動作は、第2の実施形態と同様である。

【0078】

図11は、本実施形態における撮像素子400の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子400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-mと、第2フォトダイオード104-1~104-mと、カラーフィルタ105-1~105-mと、ファブリーペローフィルタ106-1~106-mと、第1マイクロレンズ107-1~107-mと、第2マイクロレンズ408-1~408-mとを備えている。

30

【0079】

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-mと、第2フォトダイオード104-1~104-mと、カラーフィルタ105-1~105-mと、ファブリーペローフィルタ106-1~106-mと、第1マイクロレンズ107-1~107-mとは第2の実施形態と同様である。

40

【0080】

第2マイクロレンズ408-1~408-mは、屈折率の分布でマイクロレンズの機能を持たせた光学系である。第2マイクロレンズ408-1~408-mは、中心の屈折率が低く、周辺にいくに従って屈折率が高くなる材料で形成されている。また、材料によって屈折率を変更しているため、第2マイクロレンズ408-1~408-mの形状は平らである。

【0081】

第2マイクロレンズ408-1~408-mは、屈折率をレンズ内の位置に応じて変更することで、第2の実施形態における第2マイクロレンズ108-1~108-mと同様

50

の機能を有する。具体的には、第2マイクロレンズ408-1~408-mは、第1画素109-1~109-mを透過した光を略コリメートする。すなわち、第2マイクロレンズ408-1~408-mは、第1画素109-1~109-mを透過した光を、対応する第2画素110-1~110-mの受光面に垂直に照射されるように屈折させる。

【0082】

上述したとおり、本実施形態では、屈折率の分布でマイクロレンズの機能を持たせた光学系である第2マイクロレンズ408-1~408-mを用いる。また、第2マイクロレンズ408-1~408-mの形状は平らである。従って、第1基板101と第2基板102との間の距離を短くすることができ、撮像素子400厚みを薄くすることができる。

【0083】

(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。本実施形態における撮像素子と、第2の実施形態における撮像素子200とで異なる点は、第2マイクロレンズの配置に応じて屈折力を変更する点である。なお、その他の撮像装置および撮像素子の構成は、第2の実施形態と同様である。また、本実施形態における撮像装置および撮像素子の動作は、第2の実施形態と同様である。

【0084】

図12は、本実施形態における撮像素子500の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子500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-c~103-mと、第2フォトダイオード104-1~104-c~104-mと、カラーフィルタ105-1~105-c~105-mと、ファブリーペローフィルタ106-1~106-c~106-mと、第1マイクロレンズ107-1~107-c~107-mと、第2マイクロレンズ508-1~508-c~508-mとを備えている。

【0085】

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-c~103-mと、第2フォトダイオード104-1~104-c~104-mと、カラーフィルタ105-1~105-c~105-mと、ファブリーペローフィルタ106-1~106-c~106-mと、第1マイクロレンズ107-1~107-c~107-mとは第2の実施形態と同様である。

【0086】

第2マイクロレンズ508-1~508-mは、受光面側を上面として凹型の形状を有し、負の屈折力を有するマイクロレンズである。第2マイクロレンズ508-1~508-c~508-mは、配置されている位置に応じて屈折力が異なっている。具体的には、二次元状に配列されている第2マイクロレンズ508のうち、中央に近い位置に配置されている第2マイクロレンズ508ほど屈折力を低くする。また、二次元状に配列されている第2マイクロレンズ508のうち、外側に近い位置に配置されている第2マイクロレンズ508ほど屈折力を高くする。

【0087】

また、撮像素子500を撮像装置1に用いた場合、撮像装置1の撮像光学系の光軸は、二次元状に配列されている第2マイクロレンズ508のうち、中央となる。よって、撮像光学系の光軸を基準にした場合、二次元状に配列されている第2マイクロレンズ508のうち、撮像光学系の光軸に近い位置に配置されている第2マイクロレンズ508ほど屈折力を低くする。また、二次元状に配列されている第2マイクロレンズ508のうち、撮像光学系の光軸から離れている位置に配置されている第2マイクロレンズ508ほど屈折力を高くする。

【0088】

図示する例では、第2マイクロレンズ508-1, 508-mは、最も外側に近い位置に配置されている。また、第2マイクロレンズ508-cは、最も中央に近い位置に配置されている。従って、第2マイクロレンズ508-1~508-mのうち、第2マイクロ

10

20

30

40

50

レンズ508-1、503-mの屈折力が一番高い。また、第2マイクロレンズ508-1~508-mのうち、第2マイクロレンズ508-cの屈折力が一番低い。

【0089】

この構成により、撮像素子500内における光の入射角度の変化にも対応し、各第2画素110-1~110-c~110-mの受光面に対して、より垂直に光を照射することができる。従って、従って、撮像素子500を備えた撮像装置1は、興味の波長に対応した第2画像（蛍光画像）をより高精度に撮像することができる。

【0090】

（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。本実施形態における撮像素子と、第2の実施形態における撮像素子200とで異なる点は、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109を透過した光のみを第2画素に照射させる点である。なお、その他の撮像装置および撮像素子の構成は、第2の実施形態と同様である。また、本実施形態における撮像装置および撮像素子の動作は、第2の実施形態と同様である。

10

【0091】

図13は、本実施形態におけるカラーフィルタ105を備えた第1画素109の配列と、ファブリーペローフィルタ606を備えた第2画素610の配列とを示した概略図である。図示する例では、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109が含まれている。また、第2基板102には、3行3列の二次元状に規則的に配列された計9個の第2画素610が含まれている。

20

【0092】

本実施形態では、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109を透過した光のみを第2画素610に照射させる。カラーフィルタBが配置されている第1画素109の数は、全ての第1画素109の4分の1である。よって、カラーフィルタBが配置されている第1画素109に対応する第2画素610の数は、第1画素109の数の4分の1である。また、第2画素610の数は、第1画素109の数の4分の1であるため、第2画素610の面積を4倍にすることができる。

【0093】

この構成により、カラーフィルタBが配置されている第1画素109と、第2画素610とを1対1で対応させることができる。なお、第1基板101に含まれる第1画素109と第2基板102に含まれる第2画素610との数および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

30

【0094】

また、図示するとおり、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。また、第2基板102には、同一のファブリーペローフィルタ606（ファブリーペローフィルタF1、ファブリーペローフィルタF2）が隣接しないように交互に配列されている。

【0095】

図14は、本実施形態における撮像素子600のうち、カラーフィルタBが配置されている第1画素109が形成されている箇所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101と、第2基板102と、第1フォトダイオード103-と、第2フォトダイオード604-と、カラーフィルタ105-と、ファブリーペローフィルタ606-と、第1マイクロレンズ107-と、第2マイクロレンズ608-とを備えている。

40

【0096】

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1マイクロレンズ107-とは第2の実施形態と同様である。第2フォトダイオード604-の面積は、第2の実施形態における第2フォトダイオード104-1~104-mの面積の4倍である。ファブリーペローフィルタ606-の面積は、第2の実施形態におけるファブリーペローフィルタ106-1~106-mの面積の4倍である。

50

## 【0097】

第2マイクロレンズ608- は、負の屈折力を有するマイクロレンズである。第2マイクロレンズ608- は、第1画素109-1~109-mのうち、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109を透過した光のみを、対応する第2画素610- の受光面全体に照射させる。また、第2マイクロレンズ608- は、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109を透過した光を略コリメートする。すなわち、第2マイクロレンズ608- は、第1画素109-1~109-mのうち、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109を透過した光のみを、対応する第2画素610- の受光面全体に垂直に照射されるように屈折させる。

10

## 【0098】

上述したとおり、第2マイクロレンズ608は、第1画素109のうち、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109を透過した光のみを、対応する第2画素610の受光面全体に垂直に照射させる。青色の光を透過するカラーフィルタBは、より多くの光を透過する。さらに、第2画素610の面積を大きくすることができる。よって、第2画素610は、より多くの光を受光することができる。従って、ファブリーペローフィルタ606を備えているため検出する光の帯域が狭く感度が低い第2画素610であっても、十分な第2信号を出力することができる。

## 【0099】

(第7の実施形態)

20

次に、本発明の第7の実施形態について説明する。本実施形態における撮像素子と、第6の実施形態における撮像素子600とで異なる点は、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109のうち、一部をスルーホールに変更している点である。なお、その他の撮像装置および撮像素子の構成は、第6の実施形態と同様である。また、本実施形態における撮像装置および撮像素子の動作は、第6の実施形態と同様である。

## 【0100】

図15は、本実施形態におけるカラーフィルタ105を備えた第1画素109およびスルーホール709の配列と、ファブリーペローフィルタ606を備えた第2画素610の配列とを示した概略図である。図示する例では、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32個の第1画素109と4個のスルーホール709とが含まれている。また、第2基板102には、3行3列の二次元状に規則的に配列された計9個の第2画素610が含まれている。

30

## 【0101】

本実施形態では、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109またはスルーホール709を透過した光のみを第2画素610に照射させる。この構成により、カラーフィルタBが配置されている第1画素109およびスルーホール709と、第2画素610とを1対1で対応させることができる。なお、第1基板101に含まれる第1画素109およびスルーホール709と、第2基板102に含まれる第2画素610との数および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

40

## 【0102】

また、図示するとおり、第1基板101には、スルーホール709が形成されている箇所を除き、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。また、第2基板102には、同一のファブリーペローフィルタ606(ファブリーペローフィルタF1、ファブリーペローフィルタF2)が隣接しないように交互に配列されている。

## 【0103】

図16は、本実施形態における撮像素子700のうち、スルーホール709が形成されている箇所の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子700は、第1基板101と、第2基板102と、スルーホール709- と、第2フォトダイオード604

50

- と、ファブリーペローフィルタ606 - と、第1マイクロレンズ107 - と、第2マイクロレンズ608 - とを備えている。

【0104】

第1基板101と、第2基板102と、第2フォトダイオード604 - と、ファブリーペローフィルタ606 - と、第1マイクロレンズ107 - と、第2マイクロレンズ608 - とは、第6の実施形態と同様である。スルーホール709は、例えば空洞である。スルーホール709は、光の吸収や反射を行うことなく、入射された光をそのまま透過する。なお、カラーフィルタBが配置されている第1画素109が形成されている箇所の断面は、第6の実施形態と同様である。

【0105】

上述したとおり、第2マイクロレンズ608は、第1画素109のうち、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109またはスルーホール709を透過した光のみを、対応する第2画素610の受光面全体に垂直に照射させる。青色の光を透過するカラーフィルタBは、より多くの光を透過する。また、スルーホール709は、入射された光をそのまま透過する。さらに、第2画素610の面積を大きくすることができる。よって、第2画素610は、より多くの光を受光することができる。従って、ファブリーペローフィルタ606を備えているため検出する光の帯域が狭く感度が低い第2画素610であっても、十分な第2信号を出力することができる。

【0106】

なお、スルーホール709を設けているため、第1画素109が欠けている領域が存在するが、信号処理部404は、デモザイキング処理を行うことで、第1信号に基づいた第1画像を生成することができる。

【0107】

(第8の実施形態)

次に、本発明の第8の実施形態について説明する。本実施形態における撮像素子と、第6の実施形態における撮像素子600とで異なる点は、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109のうち、一部をクリアフィルタ805が配置されている第1画素809に変更している点である。なお、その他の撮像装置および撮像素子の構成は、第6の実施形態と同様である。また、本実施形態における撮像装置および撮像素子の動作は、第6の実施形態と同様である。

【0108】

図17は、本実施形態におけるカラーフィルタ105を備えた第1画素109およびクリアフィルタ805が配置されている第1画素809の配列と、ファブリーペローフィルタ606を備えた第2画素610の配列とを示した概略図である。図示する例では、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32個の第1画素109と4個の第1画素809とが含まれている。また、第2基板102には、3行3列の二次元状に規則的に配列された計9個の第2画素610が含まれている。

【0109】

本実施形態では、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109またはクリアフィルタ805が配置されている第1画素809を透過した光のみを第2画素610に照射させる。この構成により、カラーフィルタBが配置されている第1画素109およびクリアフィルタ805が配置されている第1画素809と、第2画素610とを1対1で対応させることができる。なお、第1基板101に含まれる第1画素109および第1画素809と、第2基板102に含まれる第2画素610との数および配列は図示する例に限らず、どのような数および配列でもよい。

【0110】

また、図示するとおり、第1基板101には、クリアフィルタ805が配置されている第1画素809が形成されている箇所を除き、ベイア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。また、第2基板102には、同一のファブリーペローフィルタ606(ファブリーペローフィルタF1

10

20

30

40

50

、ファブリーペローフィルタF2)が隣接しないように交互に配列されている。

【0111】

図18は、本実施形態における撮像素子800のうち、クリアフィルタ805が配置されている第1画素809が形成されている箇所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102と、第1フォトダイオード103 - と、クリアフィルタ805 - と、第2フォトダイオード604 - と、ファブリーペローフィルタ606 - と、第1マイクロレンズ107 - と、第2マイクロレンズ608 - とを備えている。

【0112】

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フォトダイオード604 - と、ファブリーペローフィルタ606 - と、第1マイクロレンズ107 - と、第2マイクロレンズ608 - とは、第6の実施形態と同様である。クリアフィルタ805は、光の吸収や反射を行うことなく、入射された光をそのまま透過する。なお、カラーフィルタBが配置されている第1画素109が形成されている箇所の断面は、第6の実施形態と同様である。

10

【0113】

上述したとおり、第2マイクロレンズ608は、第1画素109のうち、青色の光を透過するカラーフィルタBが配置されている第1画素109またはクリアフィルタ805が配置されている第1画素809を透過した光のみを、対応する第2画素610の受光面全体に垂直に照射させる。青色の光を透過するカラーフィルタBは、より多くの光を透過する。また、クリアフィルタ805は、入射された光をそのまま透過する。さらに、第2画素610の面積を大きくすることができる。よって、第2画素610は、より多くの光を受光することができる。従って、ファブリーペローフィルタ606を備えているため検出する光の帯域が狭く感度が低い第2画素610であっても、十分な第2信号を出力することができる。また、クリアフィルタ805が配置されている第1画素809は、スルーホール709よりも容易に形成することができる。

20

【0114】

なお、クリアフィルタ805が配置されている第1画素809を設けているため、第1画素109が欠けている領域が存在するが、信号処理部404は、デモザイキング処理を行うことで、第1信号に基づいた第1画像を生成することができる。

30

【0115】

(第9の実施形態)

次に、本発明の第9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8の実施形態に記載した撮像装置のうち、いずれかを内蔵した内視鏡装置について説明する。

【0116】

図19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900は、内視鏡スコープ901と、演算部902と、モニター903と、光源部904とを備えている。演算部902は、内視鏡装置900の各部の制御を行う。モニター903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904は、例えばLEDであり、光を発する。

40

【0117】

内視鏡スコープ901は、撮像装置9011と、撮像レンズ9012と、ライトガイド9013と、照明レンズ9014とを備えている。撮像装置9011は、第1の実施形態～第8の実施形態に記載した撮像装置のいずれかである。撮像装置9011は、内視鏡スコープ901の先端部に配置されている。また、撮像レンズ9012は、撮像装置9011の受光面側に配置されている。また、照明レンズ9014は、内視鏡スコープ901の先端部に配置されている。

【0118】

ライトガイド9013は、光源部904が発した光を照明レンズ9014に照射する。

50

照明レンズ9014は、ライトガイド9013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9012は、被写体からの光を集光し、撮像装置9011に照射する。撮像装置9011は、撮像レンズ9012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902は、撮像装置9011が生成した第1画像と第2画像とを、モニタ903に表示させる。

【0119】

例えば、第1の実施形態～第8の実施形態に記載した撮像装置は、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8の実施形態に記載した撮像装置を内視鏡装置900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血管観察に役立てることができる。

10

【0120】

以上、この発明の第1の実施形態～第9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。

【符号の説明】

【0121】

1, 9011・・・撮像装置、100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800・・・撮像素子、101・・・第1基板、102・・・第2基板、103・・・第1フォトダイオード、104, 604・・・第2フォトダイオード、105・・・カラーフィルタ、106, 606・・・ファブリーペローフィルタ、107・・・第1マイクロレンズ、108, 408, 508, 608・・・第2マイクロレンズ、109, 809・・・第1画素、110, 610・・・第2画素、301・・・層内レンズ、302・・・配線層、303・・・保護層、401・・・駆動部、402・・・第1信号読み出し部、403・・・第2信号読み出し部、404・・・信号処理部、405・・・信号出力端子、709・・・スルーホール、805・・・クリアフィルタ、900・・・内視鏡装置、901・・・内視鏡スコープ、902・・・演算部、903・・・モニタ、904・・・光源部、9012・・・撮像レンズ、9013・・・ライトガイド、9014・・・照明レンズ

20

【図1】

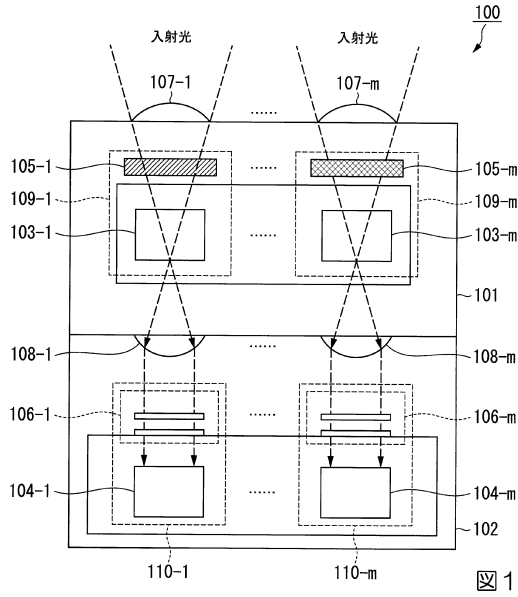


図1

【図2】

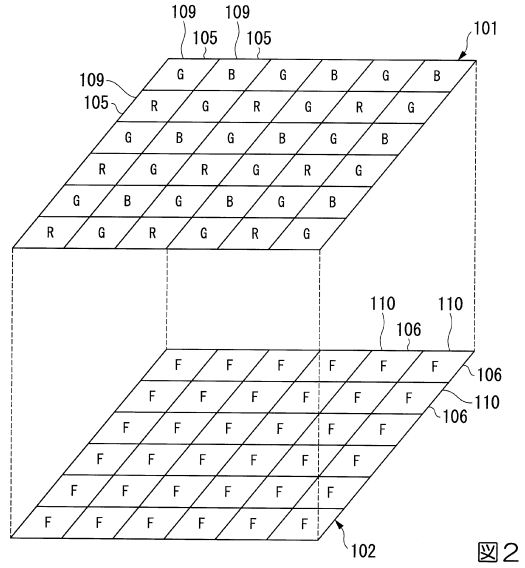


図2

【図3】

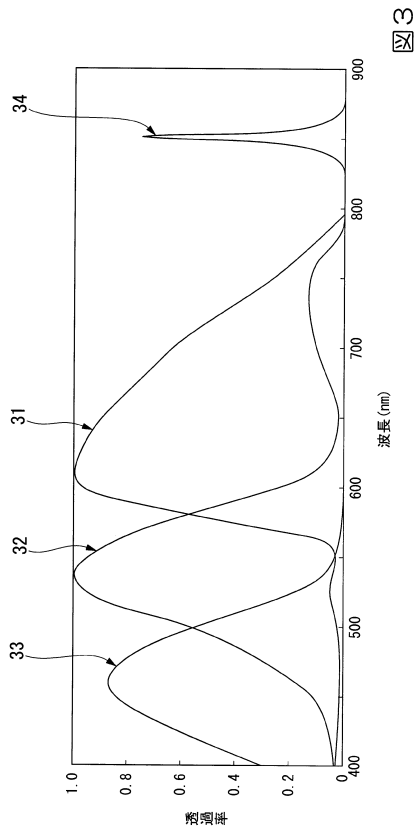


図3

【図4】

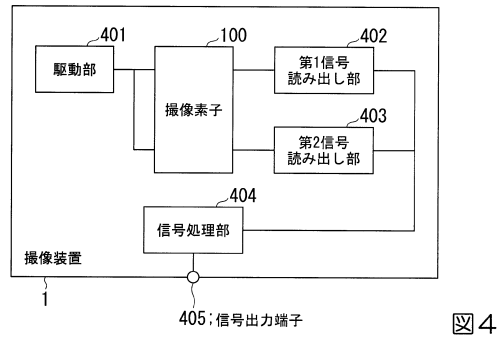


図4

【図5】

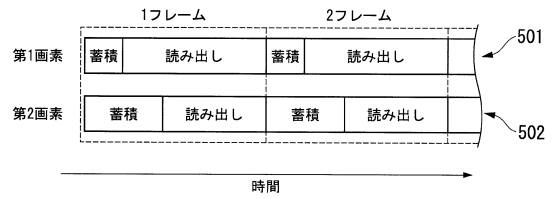


図5

【図6】

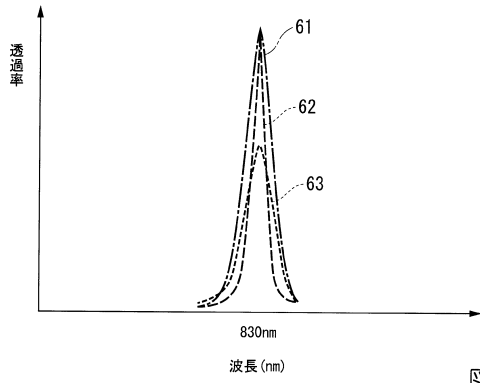


図6

【図7】

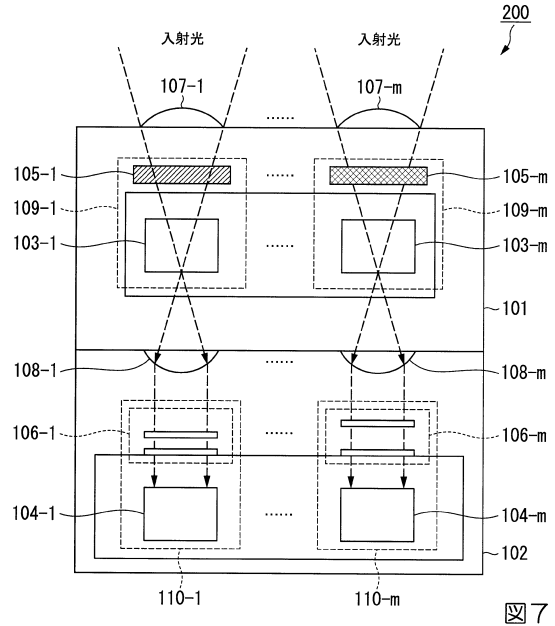


図7

【図8】

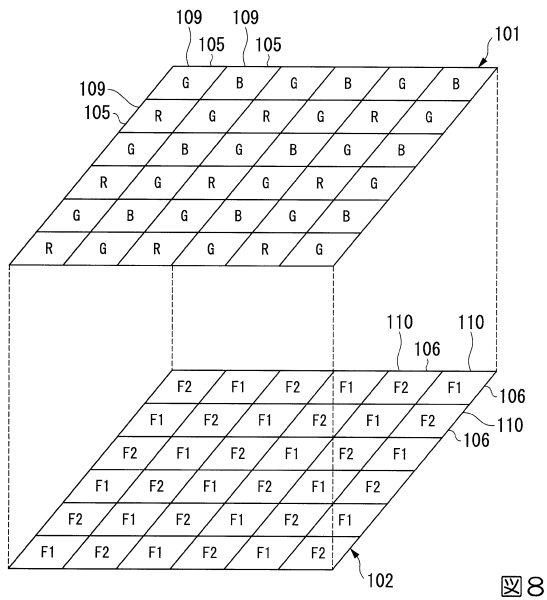


図8

【図9】

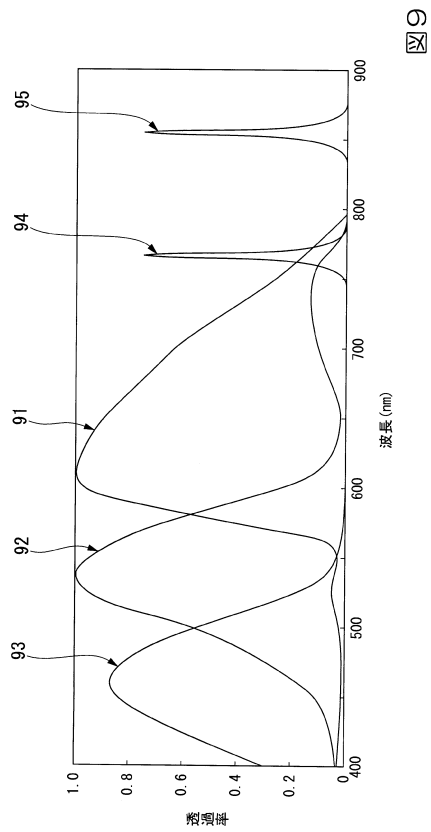


図9

【図10】

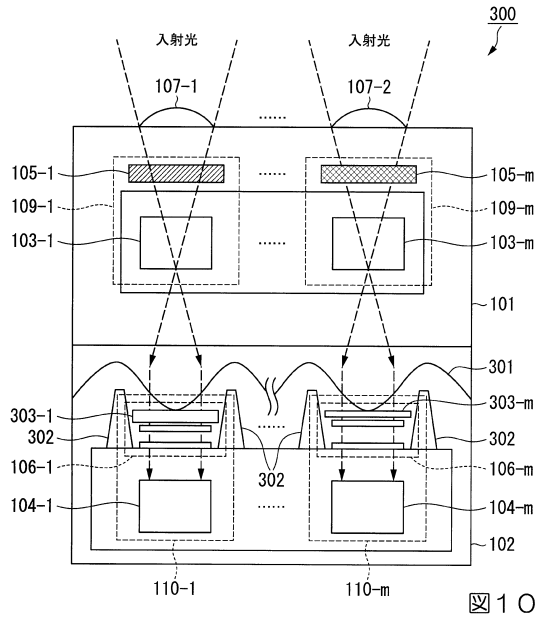


図10

【図11】

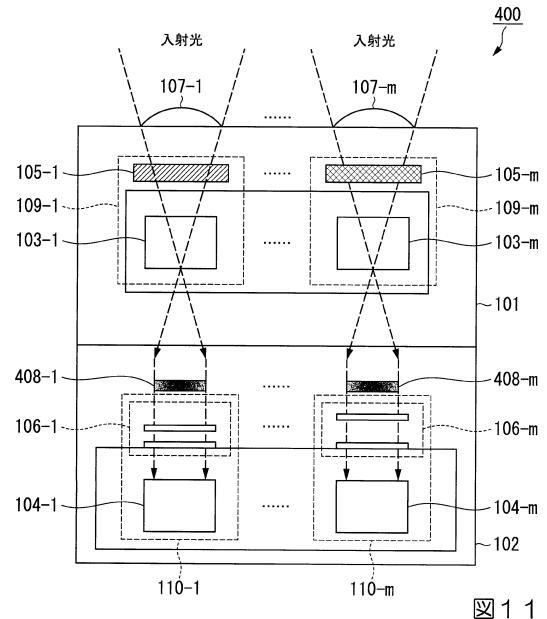


図11

【図12】

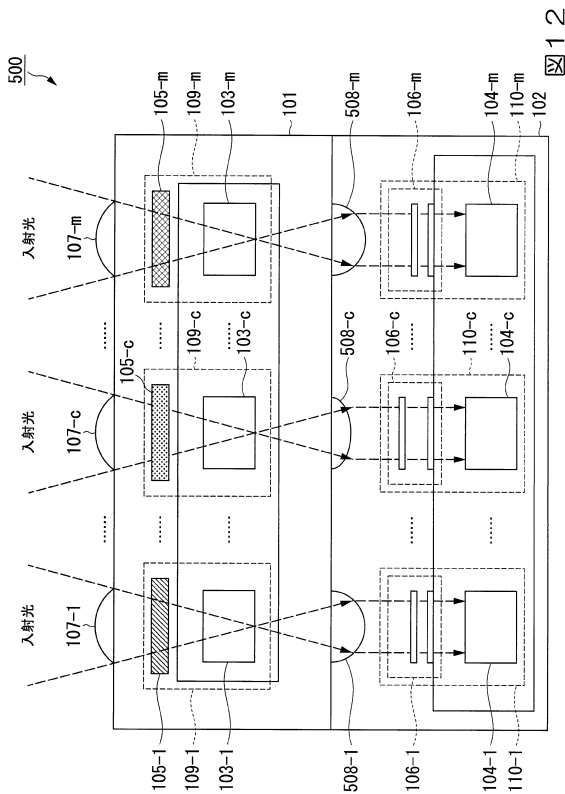


図12

【図13】

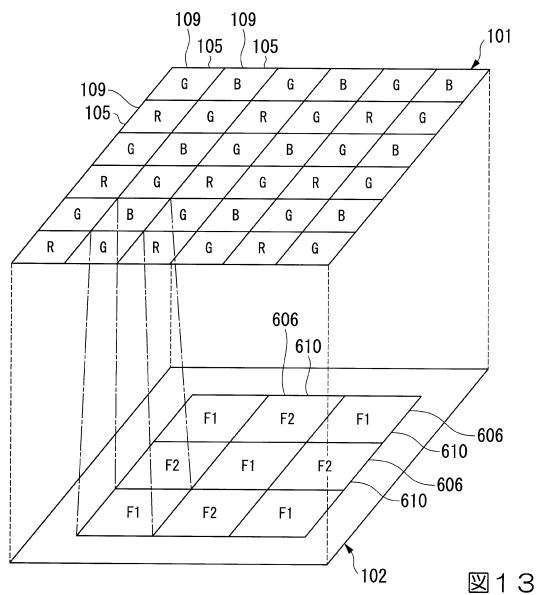


図13

【 図 1 4 】

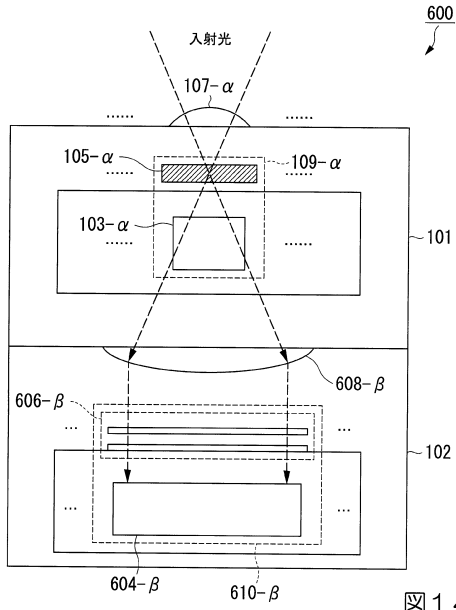


図 1 4

【 図 1 5 】

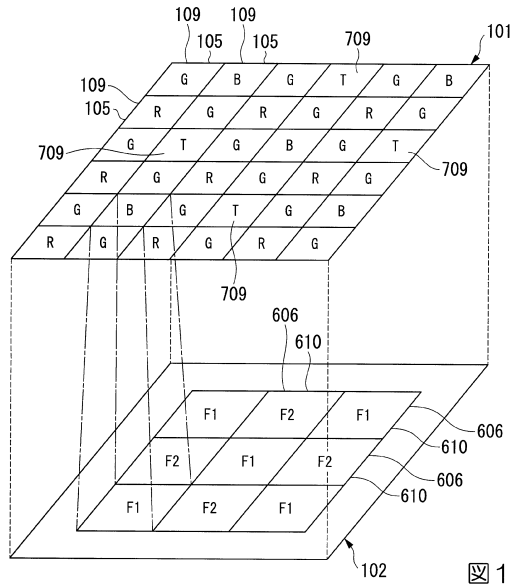


図 1 5

【 図 1 6 】

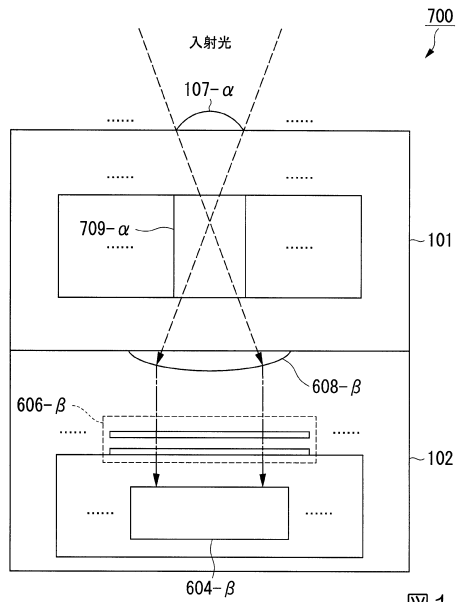


図 1 6

【 図 1 7 】

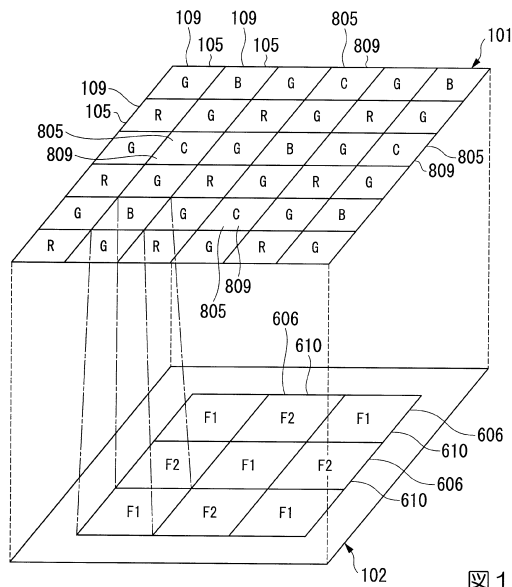


図 1 7

【図18】

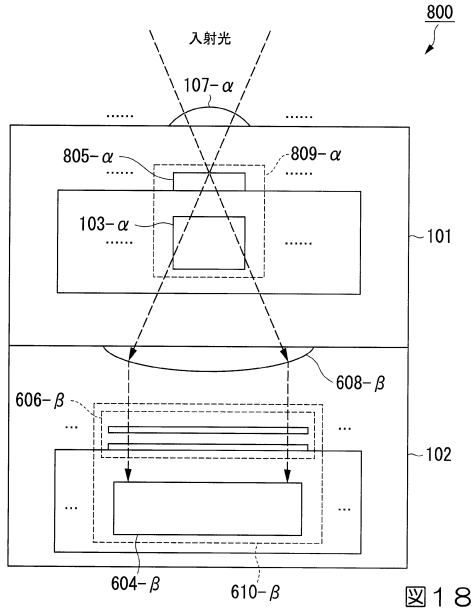


図18

【図19】

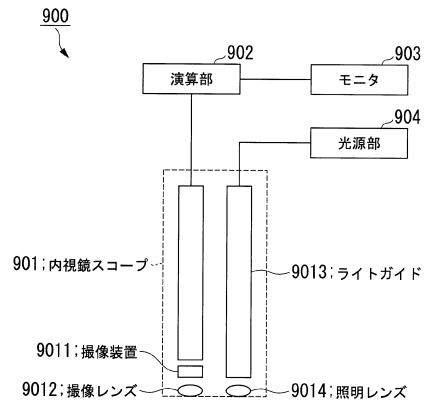


図19

【図20】

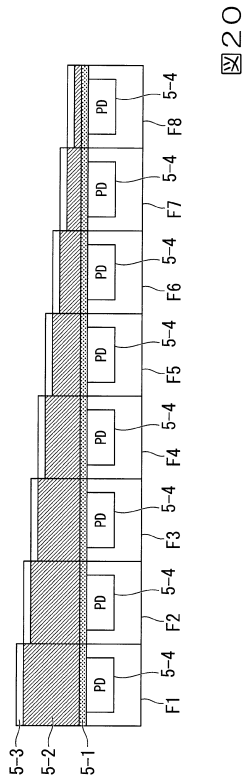


図20

【図21】

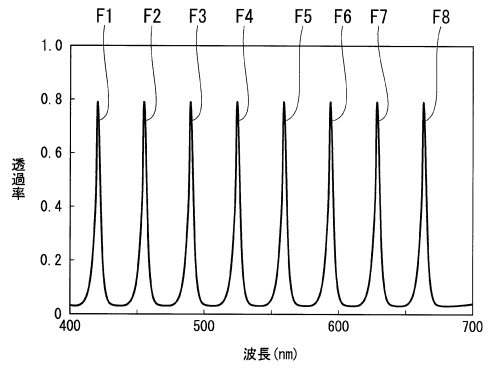


図21

【 図 2 2 】

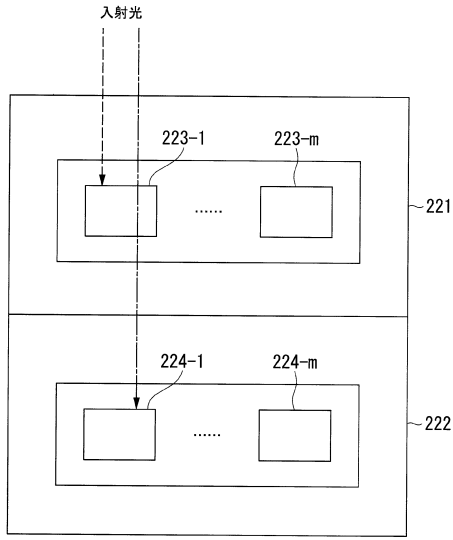


図 2 2

【 図 2 3 】

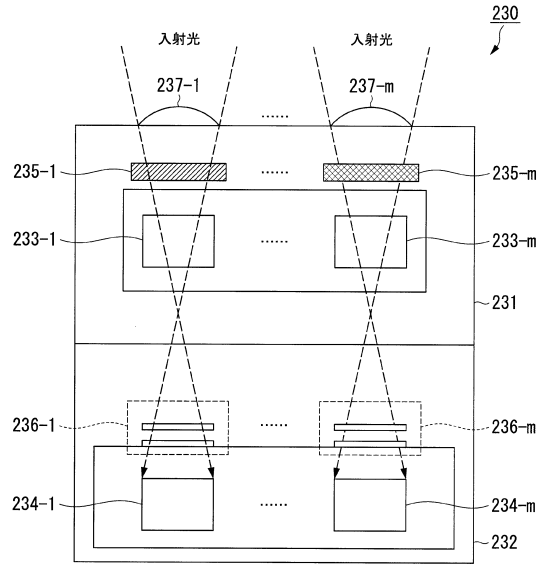


図 2 3

【 図 2 4 】

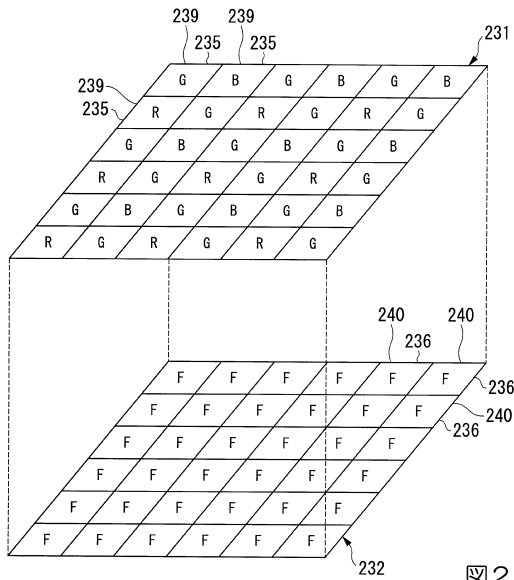


図 2 4

【 図 2 5 】

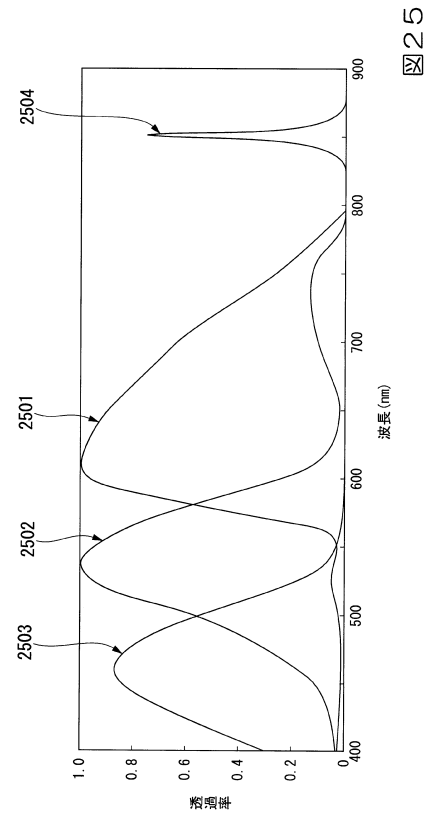


図 2 5

【 図 26 】

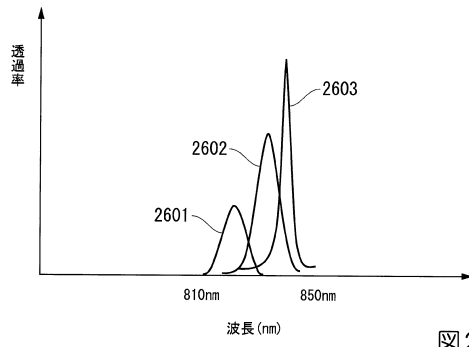


図 26

## フロントページの続き

(74)代理人 100161702

弁理士 橋本 宏之

(72)発明者 福永 康弘

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリパス株式会社内

審査官 加藤 俊哉

- (56)参考文献 特開2008-227250(JP,A)  
特開2013-070030(JP,A)  
特開2007-067075(JP,A)  
特開2013-085028(JP,A)  
特開平11-297973(JP,A)  
特開平06-204445(JP,A)  
国際公開第2013/022269(WO,A2)  
国際公開第2010/050184(WO,A1)  
国際公開第2007/086352(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	27/146
A61B	1/04
G02B	5/20
G02B	5/28
H04N	5/369

专利名称(译)	图像拾取装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP6161522B2</a>	公开(公告)日	2017-07-12
申请号	JP2013239903	申请日	2013-11-20
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	福永康弘		
发明人	福永 康弘		
IPC分类号	H01L27/146 H04N5/369 G02B5/28 G02B5/20 A61B1/04		
CPC分类号	A61B1/00186 A61B1/043 A61B1/051 H01L27/14621 H01L27/14625 H01L27/14627 H01L27/14634 H04N5/369 H04N9/045 H04N9/07 H04N2005/2255		
FI分类号	H01L27/146.D H04N5/369.600 G02B5/28 G02B5/20.101 A61B1/04.530 A61B1/00.511 A61B1/04.372 A61B1/04.531 A61B1/05 H01L27/14.D H04N5/335.690 H04N5/369		
F-TERM分类号	2H148/BA01 2H148/BD02 2H148/BD24 2H148/BG11 2H148/BH01 2H148/GA01 2H148/GA12 2H148/GA24 2H148/GA48 2H148/GA61 4C161/LL02 4C161/PP03 4M118/AA10 4M118/AB01 4M118/BA04 4M118/BA06 4M118/CA02 4M118/FA06 4M118/GC07 4M118/GC08 4M118/GC13 4M118/GC14 4M118/GD04 4M118/GD08 5C024/AX01 5C024/BX02 5C024/CX35 5C024/DX01 5C024/EX43 5C024/EX52 5C024/GX03 5C024/HX01		
代理人(译)	塔奈澄夫 铃木史朗		
审查员(译)	加藤俊		
其他公开文献	JP2015099875A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：在混合结构的成像元件中以高精度捕获对应于感兴趣波长的荧光图像。多个第一像素109-1至109-m分别以矩阵形式布置在第一基板101上并且具有第一光电二极管103-1至103-m，以及矩阵并且，第二光电二极管104-1至104-m和布置在第二光电二极管104-1至104-m的光接收表面侧上的法布里-珀罗滤波器106-1至106-m是多个第二像素110-1至110-m，设置在第一基板101与多个第二光电二极管104-1至104-m中相应的一个之间，并且多个第二微透镜108-1至108-m具有凹形形状作为上表面。点域1

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特許公報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6161522号 (P6161522)
(45) 発行日 平成29年7月12日 (2017. 7. 12)	(24) 登録日 平成29年6月23日 (2017. 6. 23)	
(51) Int. Cl.	F 1	
H 0 1 L 27/146 (2006. 01)	H 0 1 L 27/146 D	
H 0 4 N 5/369 (2011. 01)	H 0 4 N 5/369 6 0 0	
G 0 2 B 5/28 (2006. 01)	G 0 2 B 5/28	
G 0 2 B 5/20 (2006. 01)	G 0 2 B 5/20 1 0 1	
A 6 1 B 1/04 (2006. 01)	A 6 1 B 1/04 5 3 0	
		請求項の数 12 (全 27 頁)
(21) 出願番号 特願2013-239903 (P2013-239903)	(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2-9-51番地	
(22) 出願日 平成25年11月20日 (2013.11.20)	(74) 代理人 100106909 弁理士 櫻井 澄雄	
(65) 公開番号 特開2015-99875 (P2015-99875A)	(74) 代理人 100064908 弁理士 志賀 正武	
(43) 公開日 平成27年5月28日 (2015. 5. 28)	(74) 代理人 100094400 弁理士 鈴木 三義	
審査請求日 平成28年7月25日 (2016. 7. 25)	(74) 代理人 100086379 弁理士 高柴 忠夫	
	(74) 代理人 100129403 弁理士 堀井 裕士	
	(74) 代理人 100139686 弁理士 鈴木 史朗	
		最終頁に続く
(54) 【発明の名称】 撮像素子		