

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-99875

(P2015-99875A)

(43) 公開日 平成27年5月28日(2015.5.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 27/14 (2006.01)	H O 1 L 27/14 D	2 H 1 4 8
H O 4 N 5/369 (2011.01)	H O 4 N 5/335 6 9 0	4 C 1 6 1
G O 2 B 5/28 (2006.01)	G O 2 B 5/28	4 M 1 1 8
G O 2 B 5/20 (2006.01)	G O 2 B 5/20 1 0 1	5 C 0 2 4
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 2	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 27 頁)		

(21) 出願番号 特願2013-239903 (P2013-239903)
 (22) 出願日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (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 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

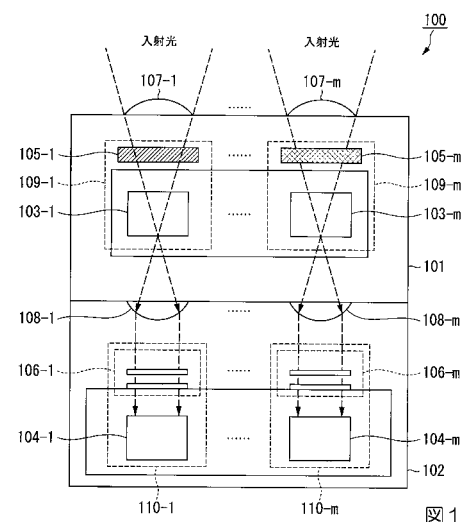
(54) 【発明の名称】 撮像素子

(57) 【要約】

【課題】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。

【解決手段】第1基板101に行列状に配置され、第1フォトダイオード103-1～103-mを各々有する、複数の第1画素109-1～109-mと、第2基板102に行列状に配置され、第2フォトダイオード104-1～104-mと、第2フォトダイオード104-1～104-mの受光面側に配置されたファブリーペローフィルタ106-1～106-mとを各々有する、複数の第2画素110-1～110-mと、第1基板101と複数の第2フォトダイオード104-1～104-m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、複数の第2マイクロレンズ108-1～108-mと、を有する。

【選択図】 図1



【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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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 1 1】

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 1 2】

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】

【0002】

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）。

【0003】

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）。

【0004】

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。

【0005】

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。

【0006】

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

10

20

30

40

50

である。

【 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 2 2 を用いて説明する。図 2 2 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 2 2 1 と第 2 基板 2 2 2 とが積層されている。上層の第 1 基板 2 2 1 には、第 1 フォトダイオード 2 2 3 - 1 ~ 2 2 3 - m が形成されている。下層の第 2 基板 2 2 2 には、第 2 フォトダイオード 2 2 4 - 1 ~ 2 2 4 - 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 2 2 1 に形成された第 1 フォトダイオード 2 2 3 - 1 ~ 2 2 3 - m を透過した光を、下層の第 2 基板 2 2 2 に形成された第 2 フォトダイオード 2 2 4 - 1 ~ 2 2 4 - m で受光することができる。よって、第 1 基板 2 2 1 に形成された第 1 フォトダイオード 2 2 3 - 1 ~ 2 2 3 - m と、第 2 基板 2 2 2 に形成された第 2 フォトダイオード 2 2 4 - 1 ~ 2 2 4 - m とで同時に撮像することができる。

【 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 2 3 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 2 3 0 は、第 1 基板 2 3 1 と、第 2 基板 2 3 2 と、第 1 フォトダイオード 2 3 3 - 1 ~ 2 3 3 - m と、第 2 フォトダイオード 2 3 4 - 1 ~ 2 3 4 - m と、カラーフィルタ 2 3 5 - 1 ~ 2 3 5 - m と、ファブリーペローフィルタ 2 3 6 - 1 ~ 2 3 6 - m と、マイクロレンズ 2 3 7 - 1 ~ 2 3 7 - m とを備えている。

【 0 0 1 0 】

第 1 フォトダイオード 2 3 3 - 1 ~ 2 3 3 - m は、第 1 基板 2 3 1 内に配置されている。カラーフィルタ 2 3 5 - 1 ~ 2 3 5 - m は、第 1 フォトダイオード 2 3 3 - 1 ~ 2 3 3 - 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 2 3 3 - 1 ~ 2 3 3 - m と、各カラーフィルタ 2 3 5 - 1 ~ 2 3 5 - m との組を第 1 画素 2 3 9 - 1 ~ 2 3 9 - m とする。例えば、第 1 フォトダイオード 2 3 3 - 1 とカラーフィルタ 2 3 5 - 1 との組を第 1 画素 1 0 9 - 1 とする。

【 0 0 1 1 】

第 2 フォトダイオード 2 3 4 - 1 ~ 2 3 4 - m は、第 2 基板 2 3 2 内に配置されている。ファブリーペローフィルタ 2 3 6 - 1 ~ 2 3 6 - m は、第 2 フォトダイオード 2 3 4 - 1 ~ 2 3 4 - 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 2 3 4 - 1 ~ 2 3 4 - m と、各ファブリーペローフィルタ 2 3 6 - 1 ~ 2 3 6 - m との組を第 2 画素 2 4 0 - 1 ~ 2 4 0 - m とする。例えば、第 2 フォトダイオード 2 3 4 - 1 とファブリーペローフィルタ 2 3 6 - 1 との組を第 2 画素 2 4 0 - 1 とする。

【 0 0 1 2 】

マイクロレンズ 2 3 7 - 1 ~ 2 3 7 - m は、第 1 画素 2 3 9 - 1 ~ 2 3 9 - m に対応する、第 1 基板 2 3 1 の受光面側に配置されている。例えば、マイクロレンズ 2 3 7 - 1 は、第 1 画素 2 3 9 - 1 に対応する、第 1 基板 2 3 1 の受光面側に配置されている。第 1 基板 2 3 1 および第 2 基板 2 3 2 はシリコン基板である。また、第 1 基板 2 3 1 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 2 3 3 - 1 ~ 2 3 3 - 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 2 3 4 - 1 ~ 2 3 4 - m は、露光量に応じた第 2 信号を出力する。

【 0 0 1 3 】

カラーフィルタ 2 3 5 - 1 ~ 2 3 5 - 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 2 3 5 - 1 ~ 2 3 5 - m の配列については後述する。

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

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、830 nm を中心とする狭帯域の光を透過する。830 nm 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。

10

【0016】

図示するとおり、第 1 基板 231 には、ベイア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。

20

【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。

30

【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】

40

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

50

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。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

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。

【 0 0 3 4 】

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。

【 0 0 3 5 】

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 】

【 0 0 3 6 】

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 】

【 0 0 3 7 】

【 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。

【 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、

10

20

30

40

50

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。

【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。

【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。

10

【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。

20

【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】

30

【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。

40

【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－

50

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。

【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。

10

【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の配列については後述する。

20

【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。

30

【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。

40

【0047】

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

50

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 610 nm の光を最も透過する。カラーフィルタ G は、540 nm を中心とする帯域の光を透過する。カラーフィルタ B は、460 nm 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、830 nm を中心とする狭帯域の光を透過する。

10

【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。

20

【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、830 nm 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、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。

30

【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 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。

40

【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

50

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 830 nm から変化しない。

10

【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 830 nm 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。

20

【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。

30

【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 830 nm から変化しない。従って、撮像装置 1 は、興味の波長に対応した第 2 画像 (蛍光画像) を高精度に撮像することができる。

40

【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】

50

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、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。

【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G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。

【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】

10

20

30

40

50

(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。

【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。

10

【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】

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。

20

【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。

30

【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。

40

【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】

50

図 1 1 は、本実施形態における撮像素子 4 0 0 の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子 4 0 0 は、第 1 基板 1 0 1 と、第 2 基板 1 0 2 と、第 1 フォトダイオード 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - m と、第 2 フォトダイオード 1 0 4 - 1 ~ 1 0 4 - m と、カラーフィルタ 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - m と、ファブリーペローフィルタ 1 0 6 - 1 ~ 1 0 6 - m と、第 1 マイクロレンズ 1 0 7 - 1 ~ 1 0 7 - m と、第 2 マイクロレンズ 4 0 8 - 1 ~ 4 0 8 - m とを備えている。

【 0 0 7 9 】

第 1 基板 1 0 1 と、第 2 基板 1 0 2 と、第 1 フォトダイオード 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - m と、第 2 フォトダイオード 1 0 4 - 1 ~ 1 0 4 - m と、カラーフィルタ 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - m と、ファブリーペローフィルタ 1 0 6 - 1 ~ 1 0 6 - m と、第 1 マイクロレンズ 1 0 7 - 1 ~ 1 0 7 - m とは第 2 の実施形態と同様である。

10

【 0 0 8 0 】

第 2 マイクロレンズ 4 0 8 - 1 ~ 4 0 8 - 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 4 0 8 - 1 ~ 4 0 8 - 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 4 0 8 - 1 ~ 4 0 8 - m の形状は平らである。

【 0 0 8 1 】

第 2 マイクロレンズ 4 0 8 - 1 ~ 4 0 8 - 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 1 0 8 - 1 ~ 1 0 8 - m と同様の機能を有する。具体的には、第 2 マイクロレンズ 4 0 8 - 1 ~ 4 0 8 - m は、第 1 画素 1 0 9 - 1 ~ 1 0 9 - 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 4 0 8 - 1 ~ 4 0 8 - m は、第 1 画素 1 0 9 - 1 ~ 1 0 9 - m を透過した光を、対応する第 2 画素 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - m の受光面に垂直に照射されるように屈折させる。

20

【 0 0 8 2 】

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 4 0 8 - 1 ~ 4 0 8 - m を用いる。また、第 2 マイクロレンズ 4 0 8 - 1 ~ 4 0 8 - m の形状は平らである。従って、第 1 基板 1 0 1 と第 2 基板 1 0 2 との間の距離を短くすることができ、撮像素子 4 0 0 厚みを薄くすることができる。

【 0 0 8 3 】

30

(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 2 0 0 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率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。

【 0 0 8 4 】

図 1 2 は、本実施形態における撮像素子 5 0 0 の断面を示した断面図である。図示する例では、撮像素子 5 0 0 は、第 1 基板 1 0 1 と、第 2 基板 1 0 2 と、第 1 フォトダイオード 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - c ~ 1 0 3 - m と、第 2 フォトダイオード 1 0 4 - 1 ~ 1 0 4 - c ~ 1 0 4 - m と、カラーフィルタ 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - c ~ 1 0 5 - m と、ファブリーペローフィルタ 1 0 6 - 1 ~ 1 0 6 - c ~ 1 0 6 - m と、第 1 マイクロレンズ 1 0 7 - 1 ~ 1 0 7 - c ~ 1 0 7 - m と、第 2 マイクロレンズ 5 0 8 - 1 ~ 5 0 8 - c ~ 5 0 8 - m とを備えている。

40

【 0 0 8 5 】

第 1 基板 1 0 1 と、第 2 基板 1 0 2 と、第 1 フォトダイオード 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - c ~ 1 0 3 - m と、第 2 フォトダイオード 1 0 4 - 1 ~ 1 0 4 - c ~ 1 0 4 - m と、カラーフィルタ 1 0 5 - 1 ~ 1 0 5 - c ~ 1 0 5 - m と、ファブリーペローフィルタ 1 0 6 - 1 ~ 1 0 6 - c ~ 1 0 6 - m と、第 1 マイクロレンズ 1 0 7 - 1 ~ 1 0 7 - c ~ 1 0 7 - m とは第 2 の実施形態と同様である。

50

【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マイクロレンズ508-1、508-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。

【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。

【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10

10

20

30

40

50

9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。

【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- α と、第2フォトダイオード604- β と、カラーフィルタ105- α と、ファブリーペローフィルタ606- β と、第1マイクロレンズ107- α と、第2マイクロレンズ608- β とを備えている。

【0096】

第1基板101と、第2基板102と、第1フォトダイオード103- α と、第1マイクロレンズ107- α 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- β 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- β 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。

【0097】

第2マイクロレンズ608- β 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- β 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- β の受光面全体に照射させる。また、第2マイクロレンズ608- β 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- β 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- β の受光面全体に垂直に照射されるように屈折させる。

【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）

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

10

20

30

40

50

状に規則的に配列された 3 2 個の第 1 画素 1 0 9 と 4 個のスルーホール 7 0 9 とが含まれている。また、第 2 基板 1 0 2 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 6 1 0 が含まれている。

【0 1 0 1】

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 1 0 9 またはスルーホール 7 0 9 を透過した光のみを第 2 画素 6 1 0 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 1 0 9 およびスルーホール 7 0 9 と、第 2 画素 6 1 0 とを 1 対 1 で対応させることができる。なお、第 1 基板 1 0 1 に含まれる第 1 画素 1 0 9 およびスルーホール 7 0 9 と、第 2 基板 1 0 2 に含まれる第 2 画素 6 1 0 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。

10

【0 1 0 2】

また、図示するとおり、第 1 基板 1 0 1 には、スルーホール 7 0 9 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 1 0 5 (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 1 0 2 には、同一のファブリーペローフィルタ 6 0 6 (ファブリーペローフィルタ F 1、ファブリーペローフィルタ F 2) が隣接しないように交互に配列されている。

【0 1 0 3】

図 1 6 は、本実施形態における撮像素子 7 0 0 のうち、スルーホール 7 0 9 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 7 0 0 は、第 1 基板 1 0 1 と、第 2 基板 1 0 2 と、スルーホール 7 0 9 - α と、第 2 フォトダイオード 6 0 4 - β と、ファブリーペローフィルタ 6 0 6 - β と、第 1 マイクロレンズ 1 0 7 - α と、第 2 マイクロレンズ 6 0 8 - β とを備えている。

20

【0 1 0 4】

第 1 基板 1 0 1 と、第 2 基板 1 0 2 と、第 2 フォトダイオード 6 0 4 - β と、ファブリーペローフィルタ 6 0 6 - β と、第 1 マイクロレンズ 1 0 7 - α と、第 2 マイクロレンズ 6 0 8 - β とは、第 6 の実施形態と同様である。スルーホール 7 0 9 は、例えば空洞である。スルーホール 7 0 9 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 1 0 9 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。

【0 1 0 5】

上述したとおり、第 2 マイクロレンズ 6 0 8 は、第 1 画素 1 0 9 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 1 0 9 またはスルーホール 7 0 9 を透過した光のみを、対応する第 2 画素 6 1 0 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 7 0 9 は、入射された光をそのまま透過する。さらに、第 2 画素 6 1 0 の面積を大きくすることができる。よって、第 2 画素 6 1 0 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 6 0 6 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 6 1 0 であっても、十分な第 2 信号を出力することができる。

30

【0 1 0 6】

なお、スルーホール 7 0 9 を設けているため、第 1 画素 1 0 9 が欠けている領域が存在するが、信号処理部 4 0 4 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。

40

【0 1 0 7】

(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 6 0 0 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 1 0 9 のうち、一部をクリアフィルタ 8 0 5 が配置されている第 1 画素 8 0 9 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。

50

【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、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- α と、クリアフィルタ805- α と、第2フォトダイオード604- β と、ファブリーペローフィルタ606- β と、第1マイクロレンズ107- α と、第2マイクロレンズ608- β 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- α と、第2フォトダイオード604- β と、ファブリーペローフィルタ606- β と、第1マイクロレンズ107- α と、第2マイクロレンズ608- β 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。

【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。

【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。

【 0 1 1 5 】

(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。

【 0 1 1 6 】

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 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 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。

10

【 0 1 1 7 】

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。

【 0 1 1 8 】

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。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。

20

【 0 1 1 9 】

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。

30

【 0 1 2 0 】

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。

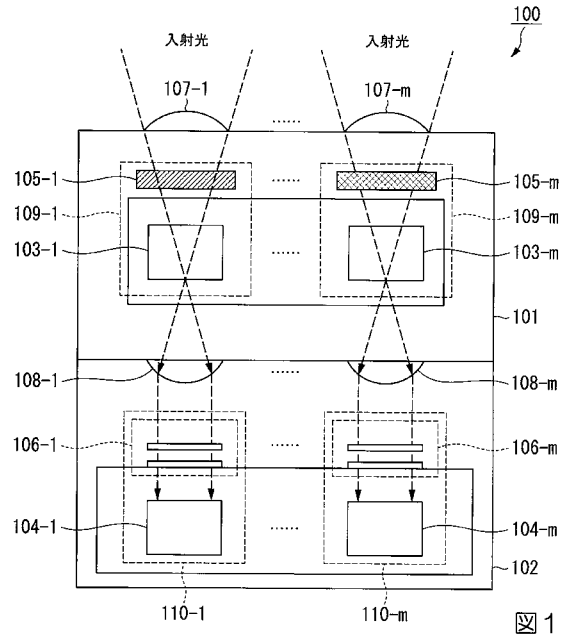
【 符号の説明 】

【 0 1 2 1 】

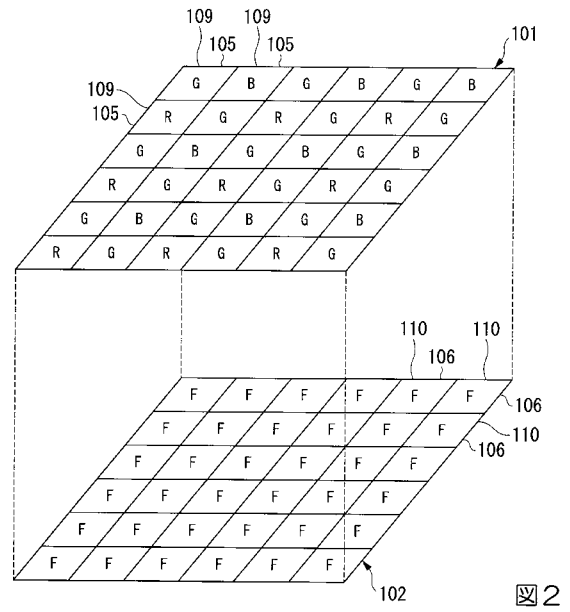
1, 9011・・・撮像装置、100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800・・・撮像素子、101・・・第 1 基板、102・・・第 2 基板、103・・・第 1 フォトダイオード、104, 604・・・第 2 フォトダイオード、105・・・カラーフィルタ、106, 606・・・ファブリーペローフィルタ、107・・・第 1 マイクロレンズ、108, 408, 508, 608・・・第 2 マイクロレンズ、109, 809・・・第 1 画素、110, 610・・・第 2 画素、301・・・層内レンズ、302・・・配線層、303・・・保護層、401・・・駆動部、402・・・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

40

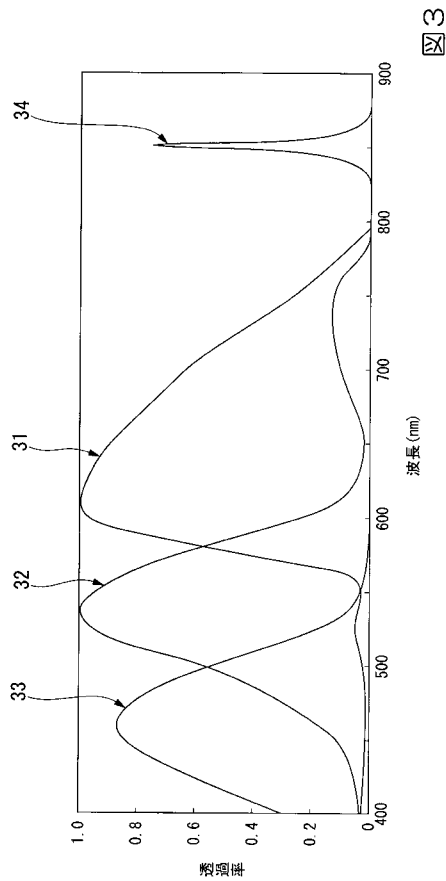
【図1】



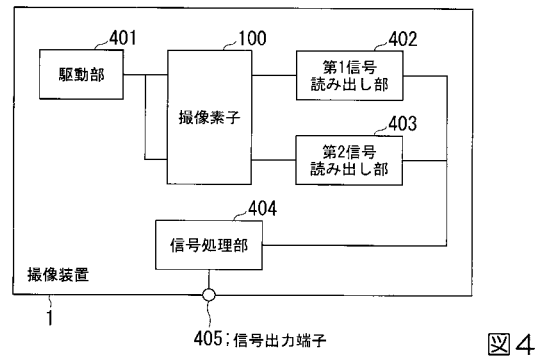
【図2】



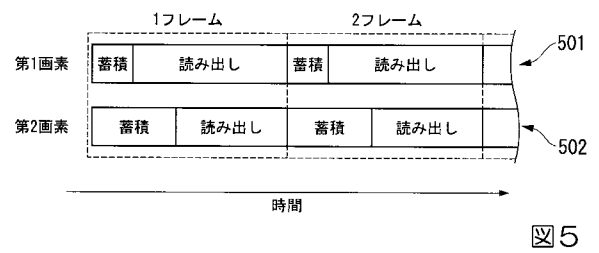
【図3】



【図4】



【図5】



【図 6】

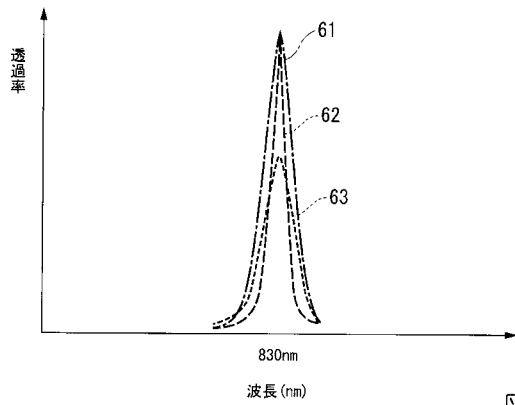


図 6

【図 7】

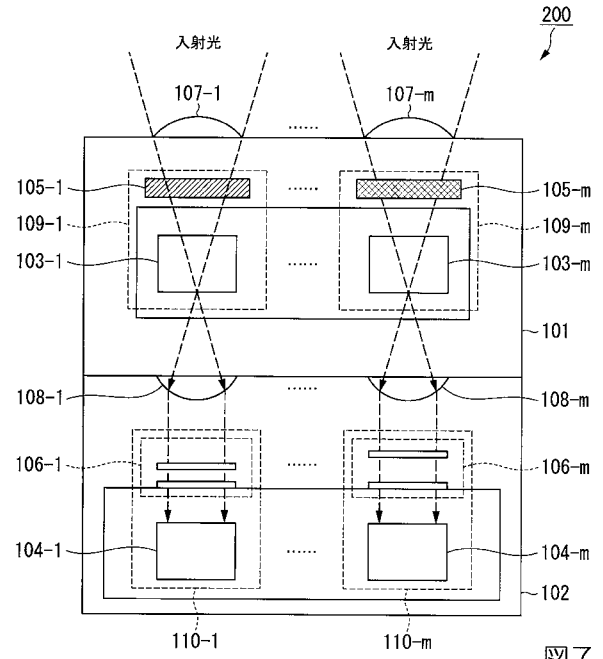


図 7

【図 8】

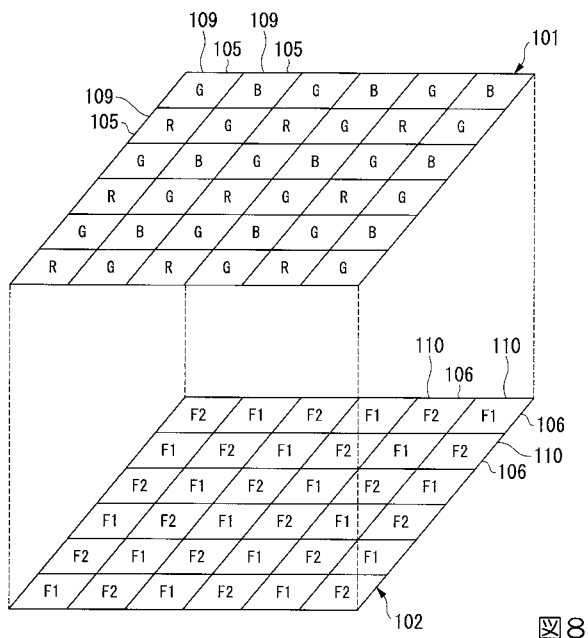


図 8

【図 9】

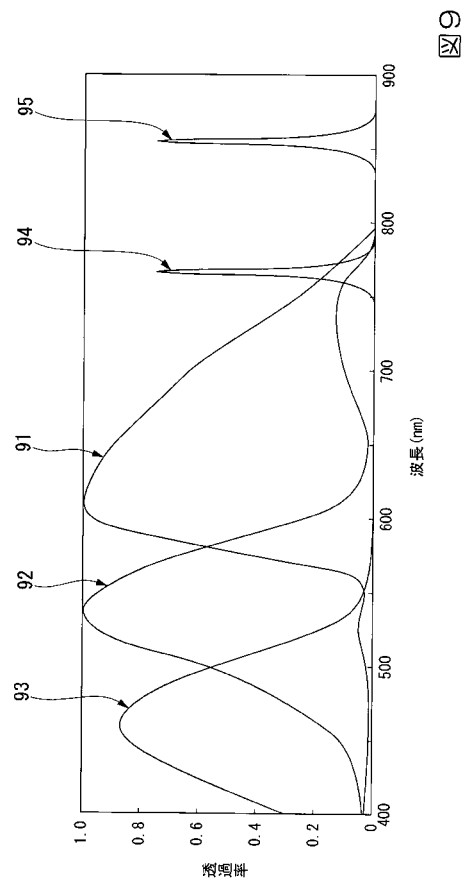


図 9

【図 10】

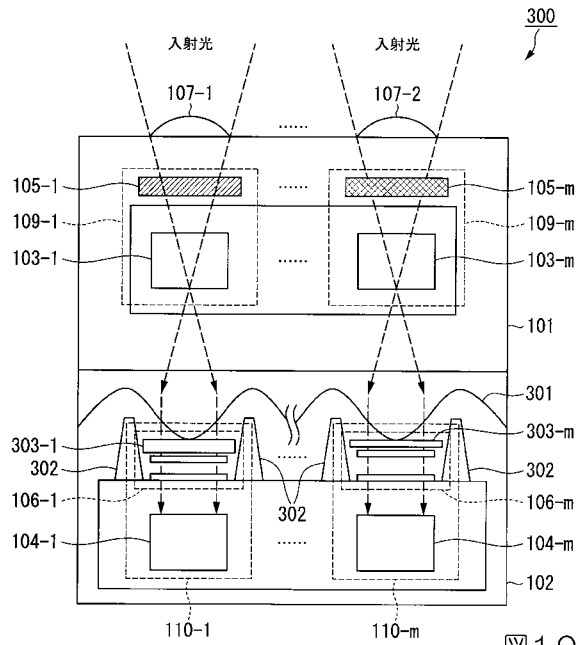


図 10

【図 11】

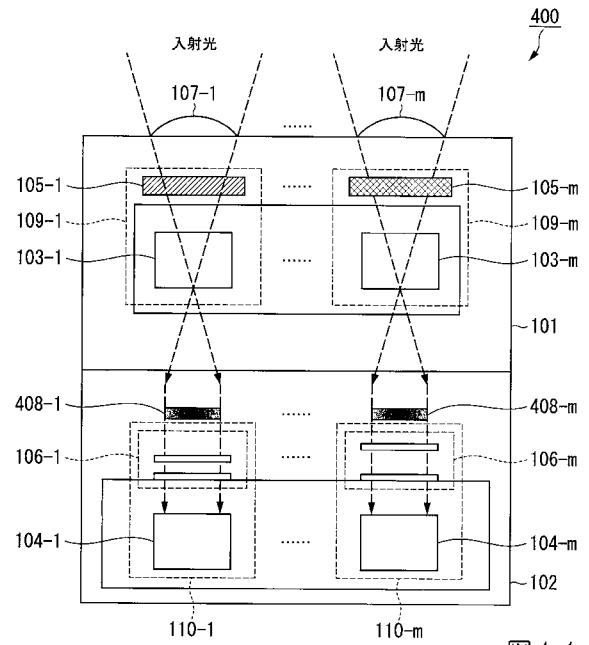


図 11

【図 12】

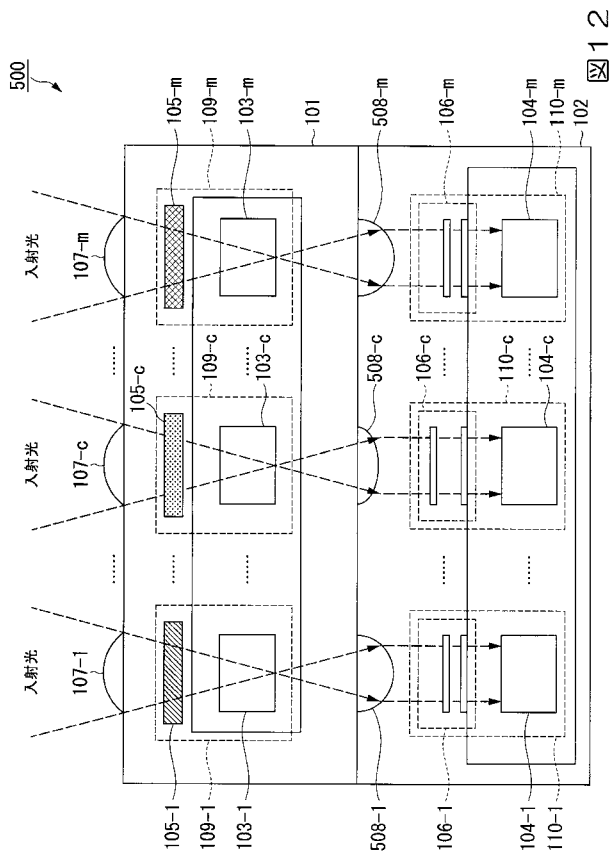


図 12

【図 13】

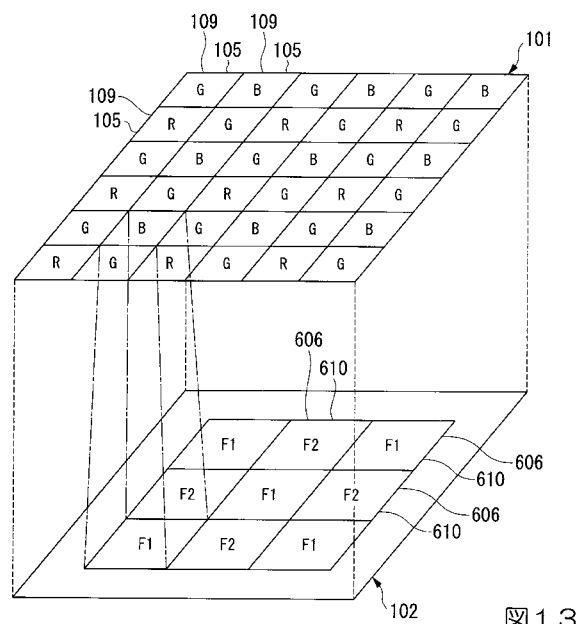


図 13

【図 14】

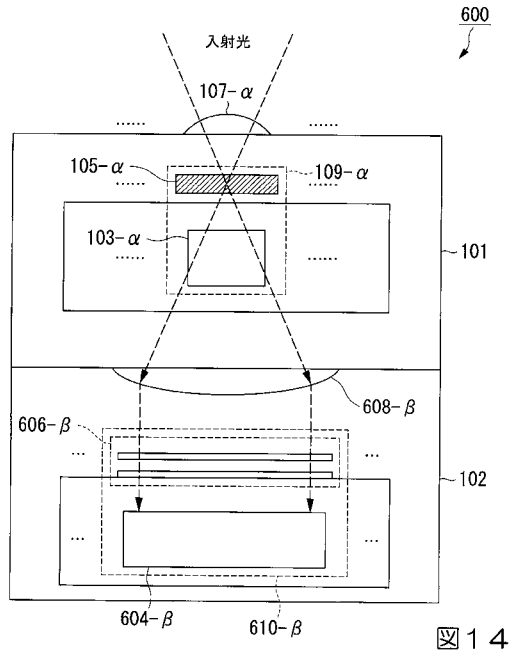


図 14

【図 15】

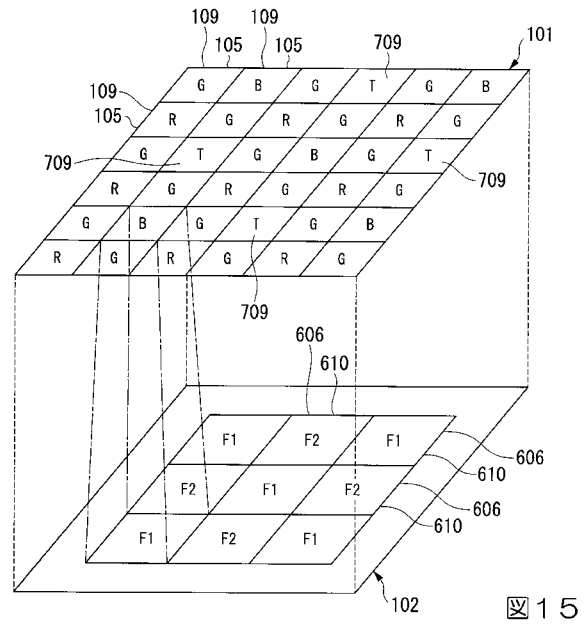


図 15

【図 16】

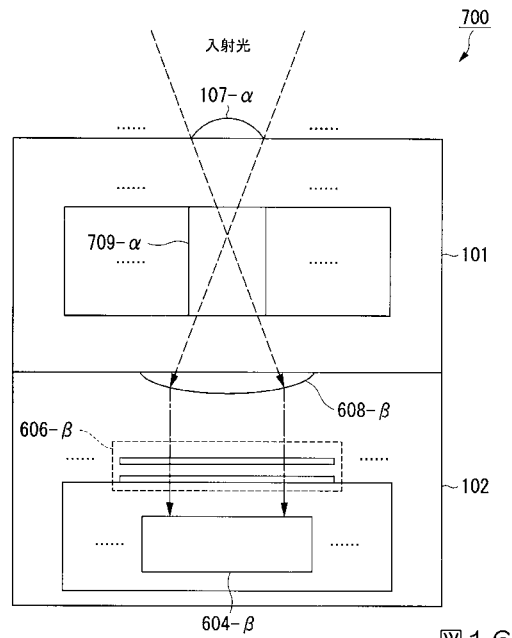


図 16

【図 17】

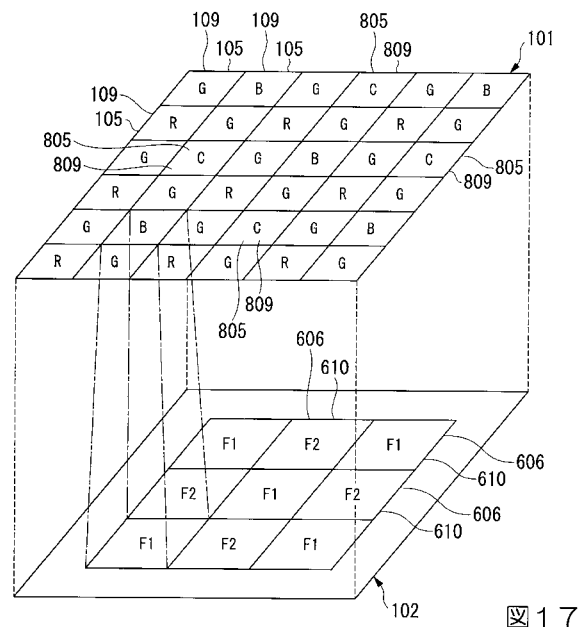


図 17

【図 18】

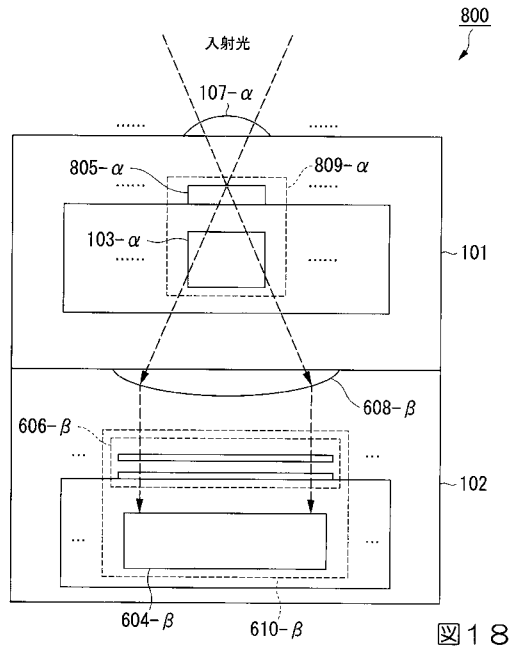


図 18

【図 19】

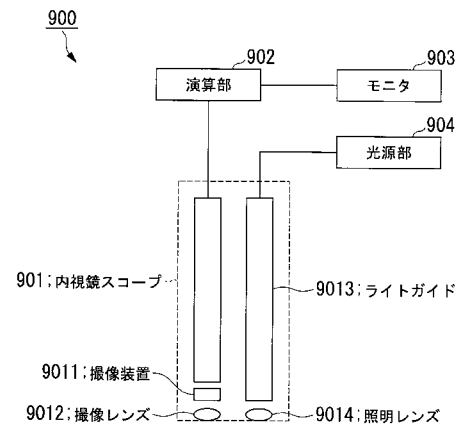


図 19

【図 20】

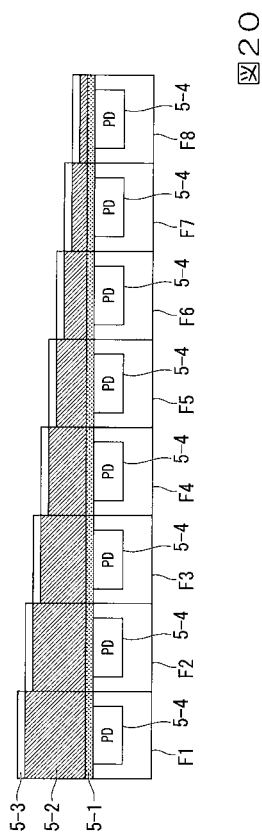


図 20

【図 21】

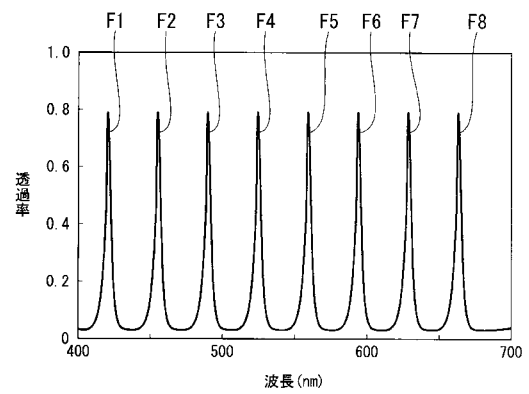


図 21

【図 2 2】

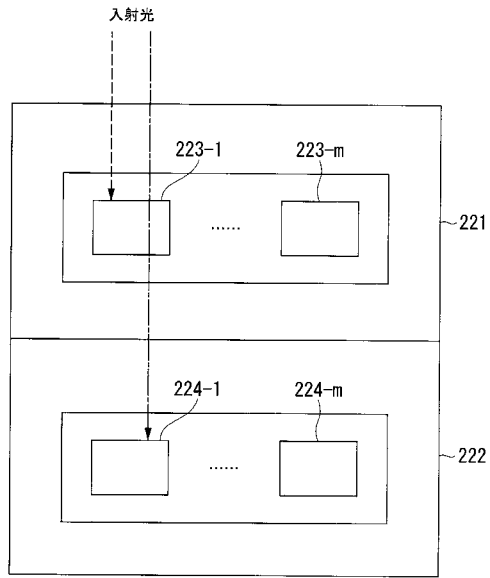


図 2 2

【図 2 3】

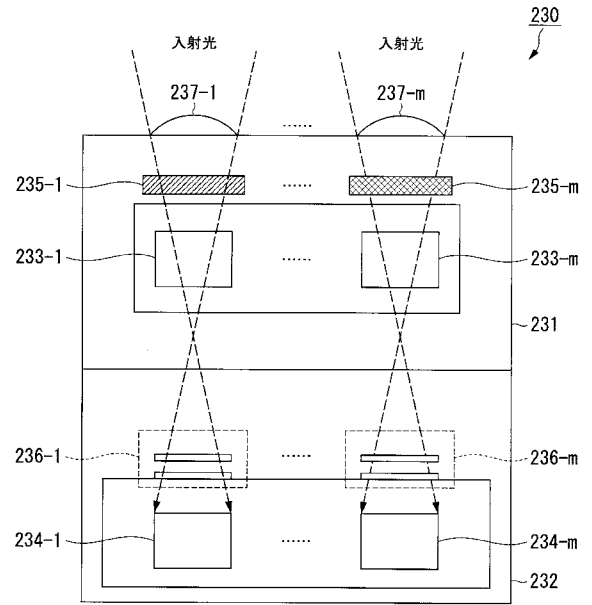


図 2 3

【図 2 4】

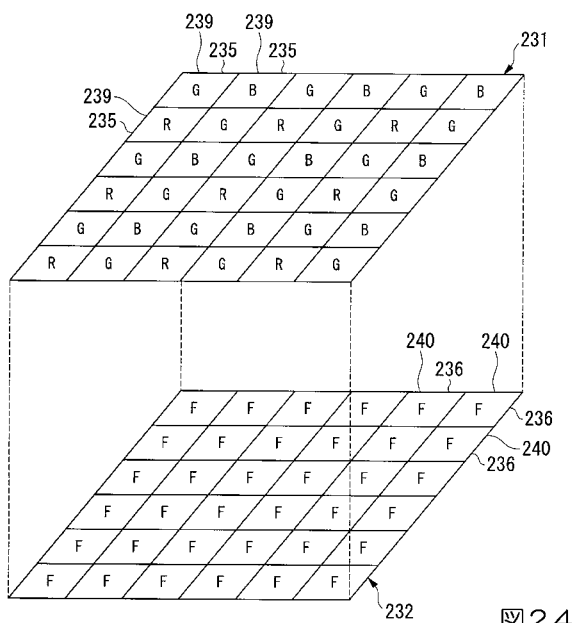


図 2 4

【図 2 5】

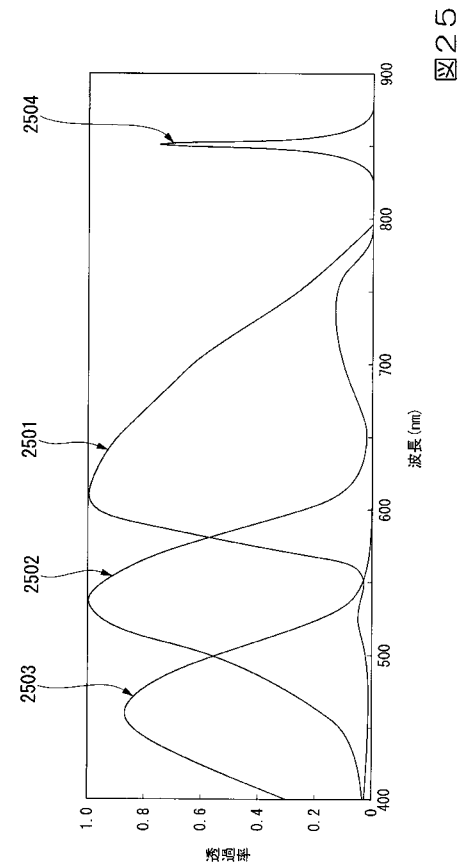


図 2 5

【図 26】

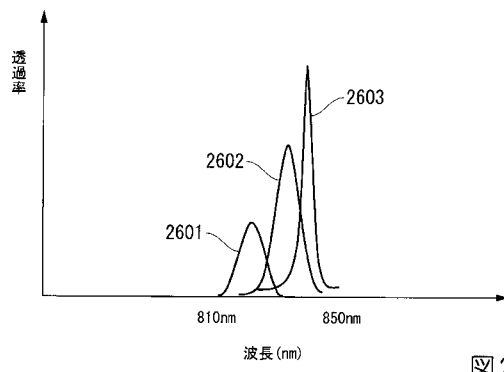


図 26

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 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

F ターム(参考) 2H148 BA01 BD02 BD24 BG11 BH01 GA01 GA12 GA24 GA48 GA61
4C161 LL02 PP03
4M118 AA10 AB01 BA04 BA06 CA02 FA06 GC07 GC08 GC13 GC14
GD04 GD08
5C024 AX01 BX02 CX35 DX01 EX43 EX52 GX03 HX01

专利名称(译)	图像拾取装置		
公开(公告)号	JP2015099875A	公开(公告)日	2015-05-28
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		
[标]发明人	福永康弘		
发明人	福永 康弘		
IPC分类号	H01L27/14 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	H01L27/14.D H04N5/335.690 G02B5/28 G02B5/20.101 A61B1/04.372 A61B1/00.511 A61B1/04.530 A61B1/04.531 A61B1/05 H01L27/146.D H04N5/369 H04N5/369.600		
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		
其他公开文献	JP6161522B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种图像捕获元件，具有：在第一基板上以矩阵图案布置的多个第一像素，每个第一像素具有第一光电二极管；多个第二像素以矩阵图案排列在第二基板上，每个第二像素具有第二光电二极管和布置在第二光电二极管的光接收侧的法布里-珀罗滤波器；多个第二微透镜分别设置在第一基板和多个第二光电二极管中相应的一个之间，第二微透镜具有凹陷部分，光接收侧是上表面。

