

(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2005-175893

(P2005-175893A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
HO4N 9/09	HO4N 9/09	4M118
HO1L 27/14	HO1L 27/14	5C065
HO1L 27/146	HO1L 27/14	B
HO1L 27/148	HO1L 27/14	A
// HO4N 101:00	HO4N 101:00	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2003-413064 (P2003-413064)

(22) 出願日 平成15年12月11日 (2003.12.11)

(71) 出願人 391051588

富士フイルムマイクロデバイス株式会社  
宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社  
神奈川県南足柄市中沼210番地

(74) 代理人 100105647

弁理士 小栗 昌平

(74) 代理人 100105474

弁理士 本多 弘徳

(74) 代理人 100108589

弁理士 市川 利光

(74) 代理人 100115107

弁理士 高松 猛

最終頁に続く

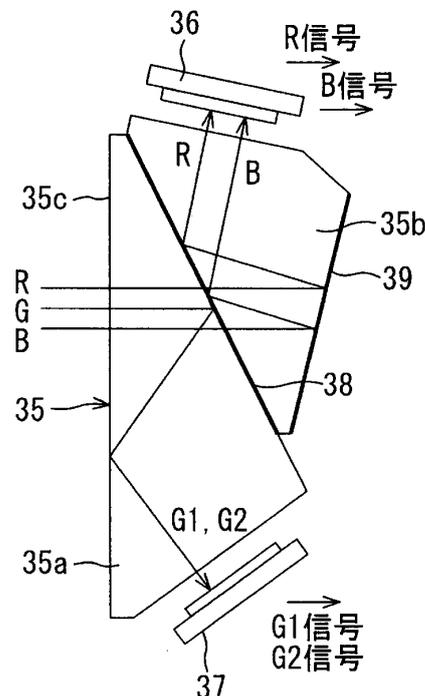
(54) 【発明の名称】 2板式カラー固体撮像装置及びデジタルカメラ

(57) 【要約】

【課題】 色再現性が優れる小型で低コストのデジタルカメラを構成する。

【解決手段】 被写体からの入射光を青色及び赤色を含む光と緑色の光とに分離する色分解プリズム35と、プリズム35によって分離された青色及び赤色の入射光を受光する固体撮像素子36と、プリズム35によって分離された緑色の入射光を受光する固体撮像素子37とを備える2板式カラー固体撮像装置において、固体撮像素子36にアレイ状に設けられた複数の受光部の各々に青色または赤色を透過するカラーフィルタを形成し、固体撮像素子37にアレイ状に設けられた複数の受光部の各々に、緑色G1を透過するカラーフィルタまたはこの緑色G1と波長域がずれた緑色G2を透過するカラーフィルタを形成する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被写体からの入射光を第 1 色及び第 2 色を含む光と第 3 色及び第 4 色を含む光とに分離する色分解プリズムと、該色分解プリズムによって分離された前記第 1 色及び第 2 色の入射光を受光する第 1 固体撮像素子と、前記色分解プリズムによって分離された前記第 3 色及び第 4 色の入射光を受光する第 2 固体撮像素子とを備える 2 板式カラー固体撮像装置において、前記第 1 固体撮像素子にアレイ状に設けられた複数の受光部の各々には前記第 1 色または前記第 2 色を透過するカラーフィルタが形成され、前記第 2 固体撮像素子にアレイ状に設けられた複数の受光部の各々には前記第 3 色または前記第 4 色を透過するカラーフィルタが形成されていることを特徴とする 2 板式カラー固体撮像装置。

10

## 【請求項 2】

前記第 1 固体撮像素子の各受光部には前記第 1 色を透過するカラーフィルタと前記第 2 色を透過するカラーフィルタとが上下左右に交互に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

## 【請求項 3】

前記第 2 固体撮像素子の各受光部には前記第 3 色を透過するカラーフィルタと前記第 4 色を透過するカラーフィルタとが上下左右に交互に配置されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 固体撮像素子で受光する前記第 1 色及び第 2 色の光が夫々 3 原色のうちの青色及び赤色の光であり、前記第 2 固体撮像素子で受光する前記第 3 色及び第 4 色の光が前記青色と前記赤色の中間波長域の光であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

20

## 【請求項 5】

前記第 2 固体撮像素子から出力される前記第 3 色の検出信号と前記第 4 色の検出信号との差から波長 460 nm ~ 530 nm の入射光量を検出するように前記第 3 色、第 4 色のカラーフィルタが形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

## 【請求項 6】

前記第 2 固体撮像素子に形成される前記第 3 色のカラーフィルタが波長 460 nm ~ 530 nm の光を透過するように形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

30

## 【請求項 7】

前記第 2 固体撮像素子に形成される前記第 3 色のカラーフィルタと前記第 4 色のカラーフィルタが前記緑色の波長域を 2 分割するように形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

## 【請求項 8】

前記第 1 固体撮像素子の各受光部に対して、前記第 2 固体撮像素子の各受光部が 1 / 2 ピッチづつずれるように配置されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

40

## 【請求項 9】

前記第 1 固体撮像素子の各受光部が、前記第 2 固体撮像素子の各受光部と同一サンプリングポイントに配置されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

## 【請求項 10】

前記第 1 固体撮像素子及び前記第 2 固体撮像素子が夫々電荷結合素子（以下、CCD という。）で構成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

## 【請求項 11】

前記第 1 固体撮像素子及び前記第 2 固体撮像素子が夫々 MOS 型イメージセンサで構成

50

されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 固体撮像素子及び前記第 2 固体撮像素子の各受光部の配列が八ニカム配列であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 1 のいずれかに記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

【請求項 1 3】

被写体からの入射光を第 1 色及び第 2 色を含む光と第 3 色及び第 4 色を含む光とに分離し、分離された前記第 1 色及び第 2 色の入射光を第 1 固体撮像素子に入射させ、分離された前記第 3 色及び第 4 色の入射光を第 2 固体撮像素子に入射させる 2 板式カラー固体撮像装置の色分解プリズムにおいて、前記第 1 色及び第 2 色の入射光を反射して前記第 1 固体撮像素子に入射させるプリズム部材と、前記第 3 色及び第 4 色の入射光を反射して前記第 2 固体撮像素子に入射させるプリズム部材とを備えることを特徴とする 2 板式カラー固体撮像装置の色分解プリズム。

10

【請求項 1 4】

前記色分解プリズムとして請求項 1 3 記載の色分解プリズムを用いたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれかに記載の 2 板式カラー固体撮像装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれかまたは請求項 1 4 に記載の 2 板式カラー固体撮像装置を搭載したことを特徴とするデジタルカメラ。

20

【請求項 1 6】

請求項 6 または請求項 7 に記載の 2 板式カラー固体撮像装置と、該 2 板式カラー固体撮像装置が検出した波長 460 nm ~ 530 nm の光の検出信号により前記第 1 固体撮像素子が検出した赤色の感度補正を行う信号処理手段とを備えることを特徴とするデジタルカメラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は 2 板式カラー固体撮像装置及びデジタルカメラに係り、特に、色再現性に優れた小型で低コストの 2 板式カラー固体撮像装置及びデジタルカメラに関する。

30

【背景技術】

【0002】

固体撮像素子を用いたカラー固体撮像装置として、従来から、3 板式のものと、2 板式のものと、単板式のものが知られている。

【0003】

3 板式のカラー固体撮像装置は、例えば下記特許文献 1 に記載されている様に、半導体基板表面に多数の光電変換素子がアレイ状に形成された固体撮像素子を 3 個用い、被写体の光学像のうち赤色の光学像を第 1 の固体撮像素子で受光し、緑色の光学像を第 2 の固体撮像素子で受光し、青色の光学像を第 3 の固体撮像素子で受光する構成になっている。そのため、被写体からの入射光を赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の各色の光学像に分離する色分解プリズムが用いられる。

40

【0004】

図 2 1 は、色分解プリズムの一例を示す構成図である。図示する色分解プリズム 1 は、第 1 プリズム部材 1 a、第 2 プリズム部材 1 b、第 3 プリズム部材 1 c と、部材 1 a、1 b 間に設けられた青色反射用ダイクロイック膜 2 と、部材 1 b、1 c 間に設けられた赤色反射用ダイクロイック膜 3 とからなる。

【0005】

そして、第 1 プリズム部材 1 a に入射した R、G、B の各色の光学像のうち青色 (B) の光学像がダイクロイック膜 2 で反射して第 3 の固体撮像素子 4 で受光され、ダイクロイック膜 2 を透過した赤色 (R)、緑色 (G) の各色光学像のうち赤色 (R) の光学像がダ

50

イクロイック膜 3 で反射して第 1 の固体撮像素子 5 で受光され、ダイクロイック膜 3 を透過して第 3 プリズム部材 1 c 中を直進した緑色 ( G ) の光学像が第 2 の固体撮像素子 4 で受光される。

**【 0 0 0 6 】**

この 3 板式の固体撮像装置は、色分解性能が高く入射光を無駄にしないため、撮像画像の色再現性が優れ、感度が高いという利点を有する。しかし、3 個の固体撮像素子 4 , 5 , 6 と複雑な色分解プリズム 1 が必要であり、しかも、プリズム 1 の前段に配置される図示しない集光レンズで結像した R , G , B の各色光線の各固体撮像素子 4 , 5 , 6 に達する光路長を等しくする必要のため第 3 プリズム部材 1 c を省略できず、コストが高むと共に装置が大型化してしまうという問題がある。

10

**【 0 0 0 7 】**

2 板式のカラー固体撮像装置は、例えば下記特許文献 2 , 3 に記載されているように、2 つの固体撮像素子と、図 2 1 に示すプリズム 1 より簡単な構造の色分解プリズムを用いて構成される。図 2 2 は 2 板式カラー固体撮像装置に用いられるプリズムの一例を示す構成図である。この色分解プリズム 7 は、第 1 プリズム部材 7 a , 第 2 プリズム部材 7 b と、両者間に設けられた緑色 ( G ) 反射用ダイクロイック膜 8 とからなり、第 1 プリズム部材 7 a に入射した R , G , B の各色光学像のうち緑色 ( G ) の光学像がダイクロイック膜 8 で反射して第 1 の固体撮像素子 9 で受光され、ダイクロイック膜 8 を透過した赤色 ( R ) , 青色 ( B ) の各光学像が、第 2 の固体撮像素子 1 0 で受光される。

**【 0 0 0 8 】**

第 2 の固体撮像素子 1 0 は、赤色 ( R ) の光学像と青色 ( B ) の光学像とを別々に受光するために、素子 1 0 の前面にカラーフィルタ 1 1 が設けられる。このカラーフィルタ 1 1 には、赤色 ( R ) カラーフィルタと青色 ( B ) カラーフィルタが交互にストライプ状に設けられ、赤色カラーフィルタの背面側に配置された光電変換素子が赤色の受光量を検出し、青色カラーフィルタの背面側に配置された光電変換素子が青色の受光量を検出する様になっている。

20

**【 0 0 0 9 】**

この 2 板式のカラー固体撮像装置は、3 板式のカラー固体撮像装置に比べて固体撮像素子数が 2 個で済み、プリズム 7 を安価に構成できるため、コスト低減を図ることが可能となる。しかし、赤色 ( R ) と青色 ( B ) の各色入射光線は直進して固体撮像素子 1 0 に受光される構成のため、装置の小型化のためには第 2 プリズム部材 7 b の厚さを更に低減する必要がある。

30

**【 0 0 1 0 】**

単板式のカラー固体撮像装置は、色分解プリズムを用いずに R , G , B の各色光学像を 1 個の固体撮像素子で受光する構成となっている。このため、固体撮像素子の前面に、赤色 ( R ) カラーフィルタと緑色 ( G ) カラーフィルタと青色 ( B ) カラーフィルタが所定規則に従ってモザイク状に配列されたカラーフィルタ 1 1 を形成し、半導体基板表面に形成された多数の光電変換素子の各々が、R , G , B のうちの一色の光学像を受光する構成になっている。このカラーフィルタの一例を図 2 3 に示す。このカラーフィルタの配列はベイヤー配列といわれ、下記特許文献 4 に記載されている。

40

**【 0 0 1 1 】**

単板式のカラー固体撮像装置は、固体撮像素子が 1 個で済み、色分解プリズムが不要なため、コストが安く、装置が小型にできるという利点がある。しかし、赤色 ( R ) カラーフィルタに入射した緑色 ( G ) と青色 ( B ) の光は光電変換されることはなく、緑色 ( G ) カラーフィルタに入射した赤色 ( R ) と青色 ( B ) の光も光電変換されることがなく、同様に、青色 ( B ) カラーフィルタに入射した赤色 ( R ) と緑色 ( G ) の光も光電変換されることがない。従って、入射光のうち約 1 / 3 しか光電変換されず、感度が悪いという問題がある。

**【 0 0 1 2 】**

上述したように、3 板式 , 2 板式 , 単板式のカラー固体撮像装置には、夫々利点と欠点

50

が存在するため、デジタルカメラに搭載するカラー固体撮像装置をいずれの方式のものにするかは、製造コストと性能及びデジタルカメラの大きさによって決めることになる。デジタルカメラの様な小型のデジタルカメラでは、固体撮像装置部分を小型にできる単板式のものが多く採用される。

【0013】

しかし、近年の様に画素の微細化が進展した単板式のカラー固体撮像素子は、微細化の製造技術が限界にまで達してきているため、製造歩留まりが低下し、カラー固体撮像素子の製造コストが嵩んでしまうという問題が発生している。それは、次の理由による。

【0014】

単板式カラー固体撮像素子の半導体基板表面に形成された受光部の上部には、カラーフィルタや平坦化膜、マイクロレンズ等を積層する必要があり、受光部とマイクロレンズ(トップレンズ)との間の距離(各画素の高さ)を短くすることはできない。その一方で、多画素化が進展した固体撮像素子では、各画素の開口部の寸法が入射光の波長オーダにまで小さくなってきており、このため、各画素におけるトップレンズから光電変換素子までの入射光路は細長い通路となっている。しかも、固体撮像素子の中央部に対して周辺部における入射光の入射角は斜めになるため、周辺部における光量不足すなわち色シェーディングを回避するために、周辺部の画素においては、入射角に合わせて各入射光路が斜めとなるように、カラーフィルタ、平坦化膜、マイクロレンズ等を積層しなくてはならない。

【0015】

更に、画素の微細化のため、カラーフィルタの精密な積層も困難になってきている。デジタルカメラのユーザは、忠実な色再現性を望むようになってきているため、例えば下記特許文献5, 6に記載されている様に、人間の視細胞が負の感度として感じる波長460~530nm付近の光の受光量を検出するために、赤色(R), 緑色(G), 青色(B)の3色のカラーフィルタの他に、負の感度となる波長領域の受光量を検出する第4のカラーフィルタも積層しなければならない。すなわち、単板式固体撮像素子においてこの様な4色のカラーフィルタを素子上に配列すると各画素で有効に光電変換されない入射光成分が更に増加するために、色再現性は向上しても感度と解像度を犠牲にするという問題が生じる。しかも、カラーフィルタ層に使用する顔料粒形の大きさが、微細化の進んだ画素では相対的に大きくなり、顔料粒形の影が各画素の受光量に影響を与えてしまうという問題がある。一方、染料系カラーフィルタを使用する場合は、十分な分光透過率を確保しようとすると、カラーフィルタの膜厚を顔料系カラーフィルタに比べ厚くする必要があり、画素の微細化を困難にしているという問題がある。以上の理由により、単板式のカラー固体撮像素子の製造歩留まりは低くなり、デジタルカメラの製造コストを押し上げる一因になってきている。

【0016】

【特許文献1】特開平5 244613号公報

【特許文献2】特開平5 244610号公報

【特許文献3】特開平3 274523号公報

【特許文献4】米国特許第3971065号公報

【特許文献5】特開昭49 131025号公報

【特許文献6】特許第2872759号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

小型のデジタルカメラに搭載するカラー固体撮像素子は、これを単板式で実現するには技術的、コスト的に限界にきている。しかし、カラー固体撮像装置を3板式で実現すると、高価で複雑な色分解プリズムが必要なため、装置が大型化し製造コストも嵩んでしまうという問題がある。

【0018】

そこで、2板式のカラー固体撮像装置により、忠実な色再現が可能でしかも小型、低コ

10

20

30

40

50

ストのデジタルカメラを構成するのが一番現実的となるが、2つの固体撮像素子に積層するカラーフィルタと色分解プリズムとの組み合わせを最適なものにする必要がある。

【0019】

本発明の目的は、忠実な色再現が可能で小型、低コストの2板式カラー固体撮像装置とこれを搭載したデジタルカメラを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、被写体からの入射光を第1色及第2色を含む光と第3色及び第4色を含む光とに分離する色分解プリズムと、該色分解プリズムによって分離された前記第1色及び第2色の入射光を受光する第1固体撮像素子と、前記色分解プリズムによって分離された前記第3色及び第4色の入射光を受光する第2固体撮像素子とを備える2板式カラー固体撮像装置において、前記第1固体撮像素子にアレイ状に設けられた複数の受光部の各々には前記第1色または前記第2色を透過するカラーフィルタが形成され、前記第2固体撮像素子にアレイ状に設けられた複数の受光部の各々には前記第3色または前記第4色を透過するカラーフィルタが形成されていることを特徴とする。

【0021】

この構成により、同一解像度の単板式固体撮像素子に比較して1画素(受光部)の大きさを大きくできるため、また、夫々の固体撮像素子のカラーフィルタも2色で済むため、固体撮像素子の製造歩留まりを高くでき、低コスト化を図ることができる。また、第1色～第4色の4色によって画像再生を行うため、忠実な色再現が可能となる。更に、3板式で用いる色分解プリズムより小型の色分解プリズムを使用するため、装置の大型化を回避することができる。

【0022】

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、前記第1固体撮像素子の各受光部に前記第1色を透過するカラーフィルタと前記第2色を透過するカラーフィルタとが上下左右に交互に配置され、および/または、前記第2固体撮像素子の各受光部に前記第3色を透過するカラーフィルタと前記第4色を透過するカラーフィルタとが上下左右に交互に配置されることを特徴とする。

【0023】

カラーフィルタをどの様に配置するかは任意であるが、上記配置とすることで、色再現性が更に向上する。

【0024】

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、前記第1固体撮像素子で受光する前記第1色及び第2色の光が夫々3原色のうちの青色及び赤色の光であり、前記第2固体撮像素子で受光する前記第3色及び第4色の光が前記青色と前記赤色の中間波長域の光であることを特徴とする。

【0025】

赤色(R)成分を透過するカラーフィルタであれば原色系カラーフィルタRであっても補色系カラーフィルタYe(イエロー)でもよく、また、青色(B)成分を透過するカラーフィルタであれば原色系カラーフィルタBであっても補色系カラーフィルタCy(シアン)でもよい。

【0026】

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、前記第2固体撮像素子から出力される前記第3色の検出信号と前記第4色の検出信号との差から波長460nm～530nmの入射光量を検出するように前記第3色、第4色のカラーフィルタが形成されていることを特徴とし、また、前記第2固体撮像素子に形成される前記第3色のカラーフィルタが波長460nm～530nmの光を透過するように形成されていることを特徴とする。

【0027】

この構成により、人間の視細胞の赤に対する負感度部分を容易に検出可能となる。

【0028】

10

20

30

40

50

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、前記第2固体撮像素子に形成される前記第3色のカラーフィルタと前記第4色のカラーフィルタが前記緑色の波長域を2分割するように形成されていることを特徴とする。

【0029】

この構成により、画像の緑色の再現を忠実に行うことが可能となる。

【0030】

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、前記第1固体撮像素子の各受光部に対して、前記第2固体撮像素子の各受光部が1/2ピッチづつずれるように配置されることを特徴とする。

【0031】

この様に、2つの固体撮像素子を画素ズラシ配置することで、画像の解像度を高めることが可能となる。

【0032】

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、前記第1固体撮像素子の各受光部が、前記第2固体撮像素子の各受光部と同一サンプリングポイントに配置されることを特徴とする。

【0033】

この構成により、偽色や色モアレを低減することができる。

【0034】

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、前記第1固体撮像素子及び前記第2固体撮像素子が夫々CCDで構成されることを特徴とし、また、前記第1固体撮像素子及び前記第2固体撮像素子が夫々MOS型イメージセンサで構成されることを特徴とする。更に、前記第1固体撮像素子及び前記第2固体撮像素子の各受光部の配列がハニカム配列であることを特徴とする。

【0035】

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、CCDでもMOS型でも実現可能であり、また、各画素(受光部)が正方格子配列でもハニカム画素配列でも実現できる。

【0036】

本発明の2板式カラー固体撮像装置で用いる色分解プリズムは、被写体からの入射光を第1色及び第2色を含む光と第3色及び第4色を含む光とに分離し、分離された前記第1色及び第2色の入射光を第1固体撮像素子に入射させ、分離された前記第3色及び第4色の入射光を第2固体撮像素子に入射させる2板式カラー固体撮像装置の色分解プリズムにおいて、前記第1色及び第2色の入射光を反射して前記第1固体撮像素子に入射させるプリズム部材と、前記第3色及び第4色の入射光を反射して前記第2固体撮像素子に入射させるプリズム部材とを備えることを特徴とする。

【0037】

この構成により、色分解プリズムからなる(分光)光学系の厚さを小さくできる。

【0038】

本発明の2板式カラー固体撮像装置は、上記の色分解プリズムを用いることを特徴とする。

【0039】

この構成により、装置の更なる小型化を実現できる。

【0040】

本発明のデジタルカメラは、上記のいずれかに記載の2板式カラー固体撮像装置を搭載することを特徴とする。

【0041】

この構成により、忠実な色再現が可能で、小型、低コストのデジタルカメラを提供できる。

【0042】

本発明のデジタルカメラは、2板式カラー固体撮像装置と、該2板式カラー固体撮像装置が検出した波長460nm~530nmの検出信号により前記第1固体撮像素子が検出

10

20

30

40

50

した赤色の感度補正を行う信号処理手段とを備えることを特徴とする。

【0043】

この構成により、人間の視感度に忠実な画像を再生できるデジタルカメラを提供可能となる。

【発明の効果】

【0044】

本発明によれば、忠実な色再現が可能で、しかも、低コスト、小型のデジタルカメラを構成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0046】

〔第1の実施形態〕

図1は、本発明の一実施形態に係るデジタルカメラ（この例ではデジタルスチルカメラ）のブロック構成図である。このデジタルカメラは、被写体からの入射光を集光するレンズや絞りを搭載した光学系21と、本実施形態に係る2板式CCDモジュール22と、光学系21とモジュール22との間に配置された赤外線カットフィルタ23とを備える。

【0047】

本実施形態のデジタルカメラはまた、2板式CCDモジュール22から出力される赤色（R）信号、青色（B）信号及び後述の緑色（G1、G2）信号を取り込み相関二重サンプリング処理等を行うCD回路24と、CD回路24の出力信号を取り込んで利得制御処理等を行うプリプロセス回路25と、プリプロセス回路25から出力されるR、G1、G2、Bのアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路26と、A/D変換回路26から出力されるR、G1、G2、Bの画像信号を取り込んでホワイトバランス補正やガンマ補正処理、色感度補正処理等の信号処理を行ったり撮像画像の信号圧縮や伸張処理を行う回路27と、回路27に接続された画像メモリ28と、回路27が処理した撮像画像データを図示しない外部メモリに記録したりカメラ背面等に設けられた液晶表示部に表示したりする記録/表示回路29とを備える。

【0048】

このデジタルカメラは更に、デジタルカメラ全体を統括制御するシステム制御回路30と、システム制御回路30からの指示信号により同期信号を発生する同期信号回路31と、同期信号に基づいてCCDモジュール22内の各CCDに駆動信号を出力するCCD駆動回路32とを備える。

【0049】

本実施形態のデジタルカメラでは、システム制御回路30からの指示信号に基づいて光学系21のレンズ焦点や絞りが制御され、光学系21及び赤外線カットフィルタ23を通してモジュール22内の2つのCCDに被写体の光学像が結像する。そして、受光した光学像に応じて各CCDから赤色（R）信号、青色（B）信号、緑色（G1、G2）信号が出力され、プリプロセス回路25が同期信号に応じてR、B、G1、G2信号の利得制御等を行い、システム制御回路30からの指示に基づいて回路27が信号処理等を行うことで、CCDモジュール22から出力されたR、B、G1、G2信号に基づいて撮像画像が再生され、JPEG形式等のデータに圧縮された画像データが外部メモリに記録される。

【0050】

図2は、図1に示す2板式CCDモジュール22の構成図である。この2板式CCDモジュールは、色分解プリズム35と、第1のCCD36及び第2のCCD37の2枚のCCDを備える。色分解プリズム35は、第1プリズム部材35aと、第2プリズム部材35bと、両者間に形成された緑色（ $G = G1 + G2$ ）反射用ダイクロイック膜38と、第2プリズム部材35bの端面に形成された全反射用のダイクロイック膜39とを備える。尚、膜39はダイクロイック膜である必要はなく、入射光を全反射するものであればよい。

## 【0051】

第1プリズム部材35aは、図2に示す様に、断面が三角形状となっており、入射光がほぼ垂直に入射する光入射面35cと、光入射面35cに対して斜めに配置されダイクロイック膜38が蒸着形成された界面と、CCD37が対面する第3面とを備える。

## 【0052】

第2プリズム部材35bも、断面が三角形状となっており、第1プリズム部材35a(ダイクロイック膜38)と接する界面と、この界面に対して斜めに配置され全反射膜39が蒸着形成された反射面と、CCD36が対面する第3面とを備える。

## 【0053】

被写体からの入射光は、先ず第1プリズム部材35aの光入射面35aに垂直に入射し、そのうちの緑色( $G = G_1 + G_2$ )の入射光がダイクロイック膜38で反射し、次に光入射面35aで全反射して、第2のCCD37に結像する。第1プリズム部材35aからダイクロイック膜38を透過して第2プリズム部材35bに入射した赤色(R)と青色(B)の入射光は、全反射膜39で反射し、更に、第1プリズム部材35a界面で全反射されて第1のCCD36に結像する。

10

## 【0054】

図2に示す実施形態の色分解プリズム35は、第1プリズム部材35aに入射した緑色( $G = G_1 + G_2$ )の入射光が2回反射して第2CCD37に結像し、第2プリズム部材35bに赤色(R)と青色(B)の入射光が2回反射して第1CCD36に結像する構成としているため、第1CCD36の結像画像に対して第2CCD37の結像画像が鏡映反転した画像になることはない。

20

## 【0055】

また、本実施形態の色分解プリズム35は、その光入射方向の寸法を、図22のプリズム部材7bを設ける必要がないため短くでき、CCDモジュールの小型化、軽量化、薄型化を図ることができる。しかし、薄型にする必要のないデジタルカメラに搭載するCCDモジュールであれば、色分解プリズムとして図22に図示したものを使用することも可能である。

## 【0056】

図3は、CCD36の表面模式図である。CCD36は、半導体基板43の表面部分に、図示の例では、矩形で示す多数の受光部44(1つ1つの受光部を、以下「画素」ともいう。)が形成されている。各受光部44は、半導体基板43の表面に正方格子状となるように配置され、受光部44の各列の右隣には垂直転送路45が形成され、半導体基板43の下辺部分には、各受光部44から読み出され垂直転送路45を通して転送されてきた信号電荷を水平方向に転送する水平転送路(HCCD)46が形成されている。

30

## 【0057】

図3の各受光部44中の「R」「B」は、各受光部上に設けたカラーフィルタの色(赤色が「R」、青色が「B」)を示している。即ち、本実施形態に係るCCD36には、色分解プリズム35によって分離された赤色(R)の光と青色(B)の光とが入射し、受光部44のうち、赤色(R)のカラーフィルタ57が積層された受光部44が赤色の入射光量を検出し、青色(B)のカラーフィルタ57が積層された受光部44が青色の入射光量

40

## 【0058】

図4は、図3に示す受光部44を4画素分拡大した図であり、転送電極を示す図である。本実施形態の転送電極47, 48, 49は3層ポリシリコン構造となっており、全画素読み出し可能なインターラインCCDを構成する。図示する例では、第3ポリシリコン電極49が赤色(R)の信号電荷または青色(B)の信号電荷を読み出す読出ゲート電極を兼用している。垂直方向に連なる各画素R, Bは上面から見て櫛歯状の素子分離帯42で画成されている。

## 【0059】

図5は、図4のV-V線断面図である。n型半導体基板43には、表面側にPウェル層5

50

0が形成され、Pウェル層50内の表面部にN<sup>+</sup>層51が形成される。入射光によって発生した信号電荷は、N<sup>+</sup>層51に蓄積される。この信号電荷蓄積部を形成するN<sup>+</sup>層51（不純物（リンまたは砒素（P又はAs））濃度は約 $5 \times 10^{16} \sim 10^{17} / \text{cm}^3$ ）が読出ゲート電極49下まで延在することで、入射光の光量に応じて発生した電荷が、ゲート部を通過して垂直転送路45に読み出される。

#### 【0060】

N<sup>+</sup>層51が設けられた半導体基板43の表面の一部には、浅いP<sup>+</sup>層53が設けられており、更に最表面にはSiO<sub>2</sub>膜54が設けられている。P<sup>+</sup>層53の不純物（ボロン）濃度は約 $1 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 、深さ約0.1~0.2μm程度であり、受光部の表面における酸化膜半導体界面の欠陥準位の低減に寄与している。また、SiO<sub>2</sub>膜54の上部表面には、受光領域を避けた位置に前述の転送電極47, 48, 49が形成され、更にその上部に、受光領域に開口部55aを持つ遮光膜55が設けられ、更にその上部に平坦化膜56aが形成され、更に、カラーフィルタ57が設けられ、その上部に平坦化膜56bを介してトップレンズ（マイクロレンズ）58が形成される。

10

#### 【0061】

図6は、CCD37の表面模式図である。CCD37は、CCD36と同一構造であり、各受光部44上に設けられるカラーフィルタの色が、緑色（G）である点がCCD36と異なる。緑色（G）のカラーフィルタとしては、G1, G2の2種類を用いている。

#### 【0062】

図7は、カラーフィルタG1, G2の分光特性の違いを示すグラフである。このグラフには、CCD36に用いた赤色（R）と青色（B）のカラーフィルタの分光特性も一緒に示している。赤色（R）のカラーフィルタでは長波長側をカットできないが、この長波長部分は、図1に示す赤外線カットフィルタ23によりカットされる。尚、図7では、G1のピーク感度でR, Bの各分光感度を正規化してある。

20

#### 【0063】

G1の特性とG2の特性は、長波長端（特性が立ち下がる部分）で同じであるが、短波長端側では、差（斜線を施した部分）が生じる様にしている。この差（G1 - G2）を検出することで、波長460nm~530nm付近の範囲における入射光成分が検出できる。この差（G1 - G2）は、人間の赤色（R）を検出する視細胞における負の感度r（図7）に相当し、この負の感度rを示す受光量を、CCD36のカラーフィルタRを持った受光部の受光量から減算することで、人間の視感度に忠実な色再現が可能となる。

30

#### 【0064】

尚、本実施形態におけるG1, G2の差は小さいため、図1に示す回路27は、特に輝度信号を生成するときの画像処理において両方共に緑色（G）信号として処理して良く、また、G = G1としても、あるいはG = G2として処理しても良く、更には、G = (G1 + G2) / 2として処理しても良い。

#### 【0065】

図8は、2板式CCDモジュール22におけるCCDの配置図である。正方格子状にR画素とG画素とが交互に配置されたCCD36に対して、正方格子状にG1画素とG2画素とが交互に配置されたCCD37を、図8下段右図に示す様に、画素ピッチが1/2づつ垂直方向、水平方向にずれるように配置したいわゆる画素ズラシ配置とすることにより、更に解像度を高めることが可能となり、八二カム画素配置用の既存の信号処理ICを使用して画像処理することができる。

40

#### 【0066】

しかし、2板式のCCD36, 37を画素ズラシ配置にすることは必須ではなく、図8下段左図に示す様に、CCD36の各画素と、CCD37の各画素とが同一サンプリングポイントとなる様に配置することでもよい。この配置にすることで、偽色や色モアレが一層低減される。

#### 【0067】

〔第1の実施形態の変形例〕

50

第1の実施形態では、図7で説明したように、G1, G2のカラーフィルタの差G1 - G2が負の視感度rとなるように設定している。しかし、G1, G2の設定はこれに限るものではない。例えば、負の視感度rをG1, G2の差で求めるのではなく、図9に示す様に、負の視感度rを直接検出するカラーフィルタg (= G2)と、従来と同様の緑色を検出するカラーフィルタG (= G1)を、CCD37の各画素に交互に形成することでも良い。

#### 【0068】

また、G1, G2のカラーフィルタは、例えば、図10に示す様に、赤色(R)と青色(B)の中間の波長域をほぼ2分割するようにG1, G2の特性を設定することでも、忠実な色再現が可能となる。図10の場合、波長460nm~620nmの光が図2のダイクロイック膜38で反射してCCD37に入射し、そのうち、波長460nm~540nmの光がG1フィルタを持つ画素で受光され、波長540nm~620nmの光がG2フィルタを持つ画素で受光される。

10

#### 【0069】

〔第2の実施形態〕

上述した実施形態では、各画素を正方格子状に配置したCCDを例に説明したが、CCDの各画素を各行毎に1/2ピッチづつづらした所謂八ニカム画素配置(特開平10-136391号公報参照)のCCDでも本発明を実現でき、高解像度化を図ることができる。

#### 【0070】

図11は、八ニカム画素配置の第1CCD60の表面模式図であり、図12は、八ニカム画素配置の第2CCD70の表面模式図である。CCD60に設けられている各画素61は、断面構造は図5と同様である。画素61は各行毎に1/2ピッチずれており、水平方向に隣接する画素61間に、垂直転送路62が蛇行して配置される。カラーフィルタG1, G2により緑色(G)の色信号を検出するCCD70の各画素71の断面構造も図5(カラーフィルタの色はG1, G2となる。)と同様であり、水平方向に隣接する画素71間に、垂直転送路72が蛇行して配置される。

20

#### 【0071】

図13は、CCD70の4画素分の拡大図であるまた、図14は、図13の丸印XIV内の転送電極を示す詳細図である。尚、CCD60も同様の構造となる。菱形に形成された素子分離帯73により各画素71が画成され、素子分離帯73に設けられたゲート部74から、画素間に設けられた垂直転送路72に信号電荷が読み出される。垂直転送路72上には、2層ポリシリコン構造でなる転送電極が重ねて設けられ、1つの画素に対して4本の転送電極81, 82, 83, 84が対応付けられている。これにより、八ニカム画素配置のCCDは、2層ポリシリコン構造の転送電極で全画素読み出し(プログレッシブ動作)可能なCCDとなっている。

30

#### 【0072】

この第2実施形態の様に、同一画素数の八ニカム画素配置のCCD60, 70を2枚用いることでも、第1実施形態と同様の効果が得られると共に、八ニカム画素配置のCCDを用いることで、第1実施形態と比較して更に一層の多画素化が達成でき、しかも、2層ポリシリコン構造の転送電極でプログレッシブ動作が可能となり、製造コストの低減と製造歩留まりの向上を図ることが可能となる。G1, G2のカラーフィルタとしては、図7, 図9, 図10で説明したいずれかのG1, G2フィルタが用いられる。

40

#### 【0073】

図15は、本実施形態で用いる2板式CCDモジュールにおけるCCDの配置図である。八ニカム状にR画素とG画素とが配置されたCCD60に対して、八ニカム状にG1画素とG2画素とが配置されたCCD70を、図15下段右図に示す様に、画素位置が1/2ピッチだけ水平方向にずれるように配置したいわゆる画素ズラシ配置とする。これにより、更に高解像度の撮像が可能となり、また、R, G1, G2, Bの各画素配置は、正方格子状の配列となり、正方格子画素配置の既存の信号処理ICを使用して画像処理を行う

50

ことが可能となる。

【0074】

しかし、本実施形態でも同様に、2つのCCD60, 70を必ずしも画素ズラシ配置する必要はなく、図15下段右図に示す様に、CCD60の各画素と、CCD70の各画素とが同一サンプリングポイントとなる様に配置することでもよい。この配置にすることで、偽色や色モアレが一層低減される。

【0075】

〔第3実施形態〕

上述した各実施形態では、固体撮像素子としてCCDを用いた例を説明したが、他の固体撮像素子、例えばCMOS型イメージセンサを用いても本発明を実現できる。

10

【0076】

図16は、第1CMOS型イメージセンサの表面模式図である。この第1CMOS型イメージセンサ90は、n型半導体基板91の表面部に形成され、受光領域の脇に形成された垂直走査回路92と、半導体基板91の底辺側に形成された水平走査回路等（信号増幅回路、A/D変換回路、同期信号発生回路等）93とを備える。

【0077】

受光領域には、多数の受光部94が二次元アレイ状に、この例では正方格子状に配列形成されている。図17は、図16のXVII-XVII線断面模式図である。この第1CMOS型イメージセンサ90の各画素も、前述の実施形態と同様に、赤色（R）または青色（B）のカラーフィルタ97（図17）を搭載している。

20

【0078】

第1CMOS型イメージセンサ90の各受光部94では、図16に示す様に、n型半導体基板91の表面側にPウェル層95が形成され、Pウェル層95内の表面部にN<sup>+</sup>層99が形成される。N<sup>+</sup>層99は、この例では、不純物（リンまたは砒素（P又はAs））濃度を、約 $5 \times 10^{16} \sim 10^{17} / \text{cm}^3$ としている。

【0079】

N<sup>+</sup>層99はオーミックコンタクト105により色信号検出用アンプ106に接続される。このオーミックコンタクト105を良好に行うために、N<sup>+</sup>層99のうちこのコンタクト部分の不純物濃度を、この例では $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 以上としている。アンプ106の等価回路を図18に示す。

30

【0080】

斯かる受光部の断面構造により、カラー画像撮像前にリセットトランジスタがONされてN<sup>+</sup>層99の夫々のPN接合部に所定量の電荷が蓄積される。そして、N<sup>+</sup>層99のPN接合部における蓄積電荷は、受光部に達した入射光の光量に応じて発生したフォトリニア分だけ放電し、N<sup>+</sup>層99のPN接合部における電荷変化量が、色信号としてアンプ106によって読み出される。

【0081】

図19は、第2CMOS型イメージセンサの表面模式図である。第2CMOS型イメージセンサ98は、図16, 17に示す受光部と同一構造をとり、各受光部上に形成したカラーフィルタの色のみが異なる。即ち、第2CMOS型イメージセンサ98では、各受光部上に形成されるカラーフィルタ97（図17）として、図7, 図9, 図10で説明したいずれかのG1フィルタとG2フィルタとが交互に配置される。

40

【0082】

尚、図17では図示を省略したが、第1, 第2CMOS型イメージセンサ90, 98には、遮光膜や平坦化層、配線層、マイクロレンズなどが半導体基板表面に積層される。

【0083】

図20は、第1, 第2CMOS型イメージセンサ90, 98の1画素分に対応する二次元平面図である。半導体基板91の表面は、縦横に延びるLOCOSによる素子分離帯110によって碁盤の目の様に各受光部94が素子分離されており、図示する例では、各受光部94はほぼ正方形をなしている。

50

## 【0084】

各受光部面積のうち、大部分に上述した $N^+$ 層99が形成され、右上端に短冊状の周辺回路部111が設けられる。この周辺回路部111に、上述したアンプ(ソースフォロアアンプ)106が設けられ、受光部に設けたコンタクトホール105を介して接続された $N^+$ 層99から色信号が読み出される。

## 【0085】

図面上、縦方向に設けられた素子分離帯110の上に、信号出力線112とリセット線114が敷設され、横方向に設けられた素子分離帯110の上に、選択信号線115と電源線113が設けられる。信号出力線112はアンプ106の出力に接続され、図20では周辺回路への接続線が省略されているが電源線113に電源電圧が印加され、リセット線114にはリセット信号が印加される。

10

## 【0086】

これらの選択信号やリセット信号は、図16、図19に示す垂直走査回路92や水平走査回路等93等によって制御される。尚、受光部上に記載した点線矩形枠107は、遮光膜の開口部位置を示しており、この内側のみ光が通過し、その外側すなわち周辺回路部111やコンタクトホール105は遮光されている。この図に示されるように、一の受光部に設ける必要のある信号配線数や周辺回路数は少なく済むため、本実施形態のCMOS型イメージセンサは、受光部面積を広くすることができ、明るい画像が撮像可能である。

## 【0087】

この様に、本実施形態の第1CMOS型イメージセンサ90と第2CMOS型イメージセンサを用いて2板式カラー固体撮像装置を構成しても、第1、第2の実施形態と同様の効果を得ることができる。

20

## 【0088】

尚、上述した第3の実施形態は、各受光部を正方格子状に配列した例であるが、例えば、米国特許第4558365号公報に記載されている様に各行の受光部を1/2ピッチづつづらした所謂ハニカム画素配置のNMOS型イメージセンサでもよいことはいうまでもない。また、CMOS型、NMOS型に限らず、他の形式のMOS型イメージセンサでもよい。

## 【0089】

以上述べた各実施形態の2板式カラー固体撮像装置及びこれを搭載したデジタルカメラによれば、フルカラー撮像が可能であり、また、同一解像度の単板式の固体撮像素子を用いる場合に比較して1画素の大きさを大きくすることができるため、固体撮像素子の製造歩留まりを上げることができ、2板式であっても低コスト化を図ることが可能となる。

30

## 【産業上の利用可能性】

## 【0090】

本発明に係る2板式カラー固体撮像装置は、小型化、低コスト化を図ることが可能となり、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等のデジタルカメラに搭載するのに有用である。

## 【図面の簡単な説明】

40

## 【0091】

【図1】本発明の一実施形態に係るデジタルスチルカメラのブロック構成図である。

【図2】図1に示す第1実施形態に係る2板式CCDモジュールの構成図である。

【図3】図2に示す第1CCDの表面模式図である。

【図4】図3に示す第1CCDの4画素分の拡大図である。

【図5】図5のV-V線断面図である。

【図6】図2に示す第2CCDの表面模式図である。

【図7】第1CCD、第2CCDに用いるカラーフィルタR、G1、G2、Bの分光特性を示すグラフである。

【図8】図2に示す第1CCDと第2CCDの配置説明図である。

50

【図 9】第 2 C C D に用いるカラーフィルタ G 1 , G 2 の分光特性の変形例を示すグラフである。

【図 10】第 2 C C D に用いるカラーフィルタ G 1 , G 2 の分光特性の更に別の変形例を示すグラフである。

【図 11】本発明の第 2 実施形態に係る第 1 C C D の表面模式図である。

【図 12】本発明の第 2 実施形態に係る第 2 C C D の表面模式図である。

【図 13】図 11 に示す第 1 C C D の 4 画素分の拡大図である。

【図 14】図 13 の円 XIV 内の拡大図である。

【図 15】図 11 に示す第 1 C C D と図 12 に示す第 2 C C D の配置説明図である。

【図 16】本発明の第 3 実施形態に係る第 1 C M O S 型イメージセンサの表面模式図である。 10

【図 17】図 16 の XVII - XVII 線断面模式図である。

【図 18】図 17 に示すアンプの等価回路図である。

【図 19】本発明の第 3 実施形態に係る第 2 C M O S 型イメージセンサの表面模式図である。

【図 20】図 16 , 図 19 に示す 1 画素分の平面模式図である。

【図 21】従来の 3 板式カラー固体撮像装置の構成図である。

【図 22】従来の 2 板式カラー固体撮像装置の構成図である。

【図 23】従来の単板式カラー固体撮像装置に用いるカラーフィルタの平面図である。

【符号の説明】 20

【 0 0 9 2 】

2 2 2 板式 C C D モジュール

3 5 色分解プリズム

3 6 , 6 0 第 1 C C D

3 7 , 7 0 第 2 C C D

3 8 緑色反射用ダイクロイック膜

3 9 全反射用ダイクロイック膜

4 4 , 6 1 , 7 1 受光部

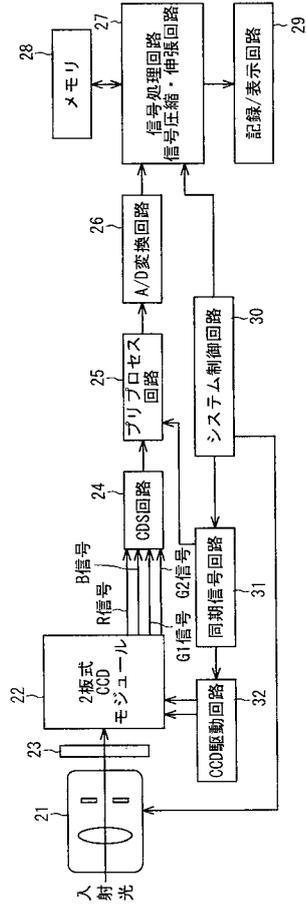
4 5 , 6 2 , 7 2 垂直転送路

5 1 , 9 9 N<sup>+</sup>層

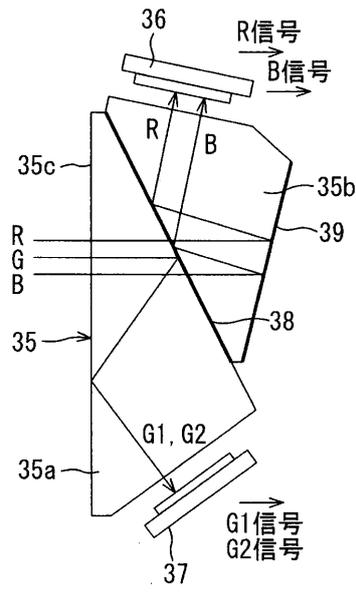
9 0 第 1 C M O S 型イメージセンサ

9 8 第 2 C M O S 型イメージセンサ 30

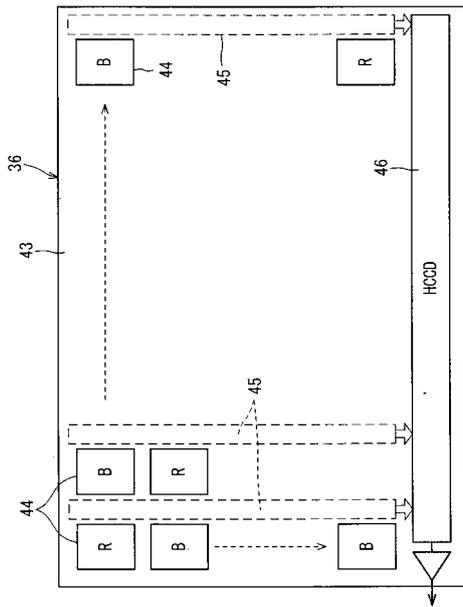
【 図 1 】



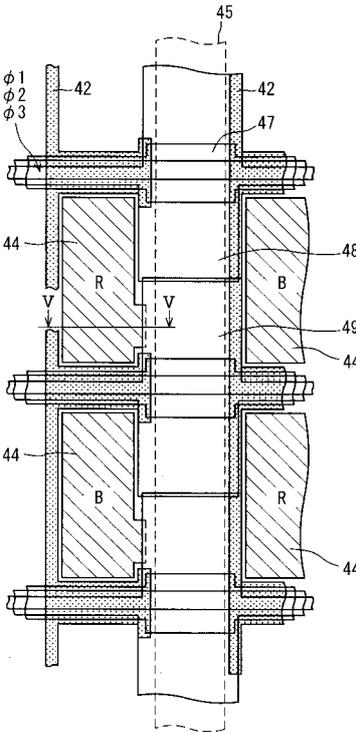
【 図 2 】



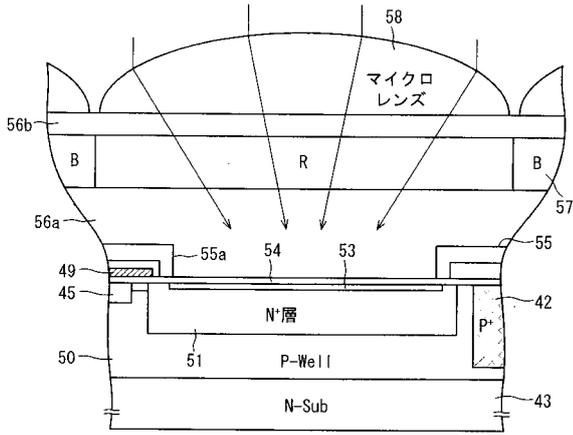
【 図 3 】



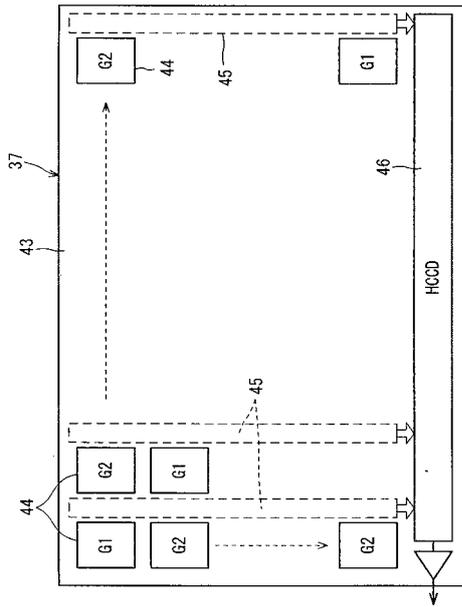
【 図 4 】



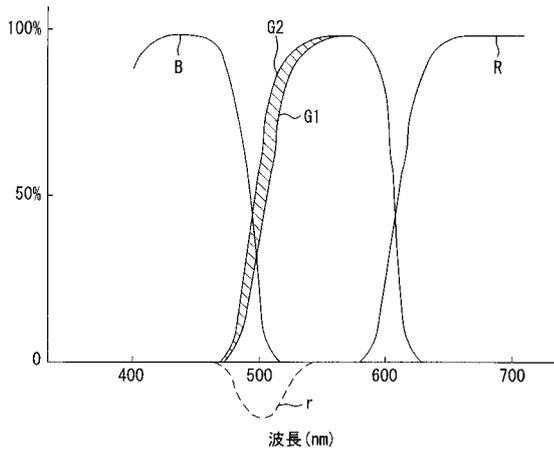
【 図 5 】



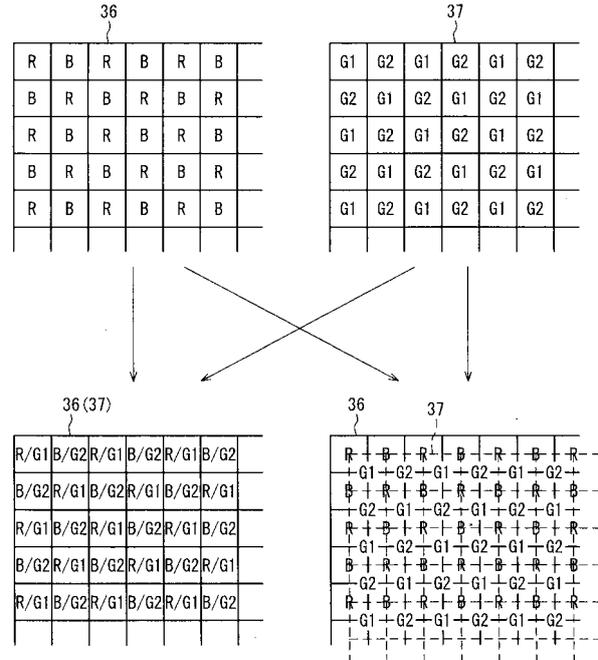
【 図 6 】



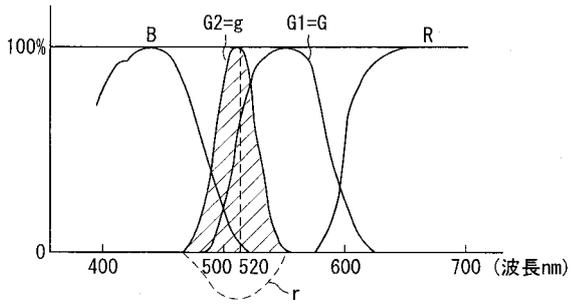
【 図 7 】



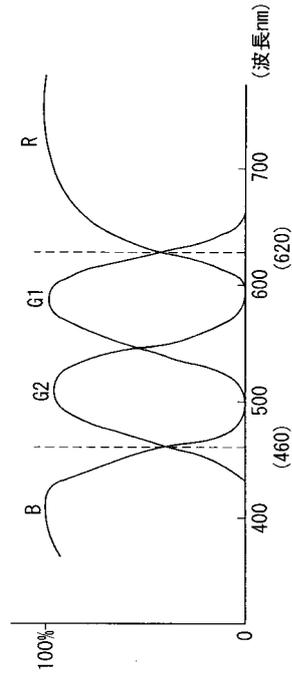
【 図 8 】



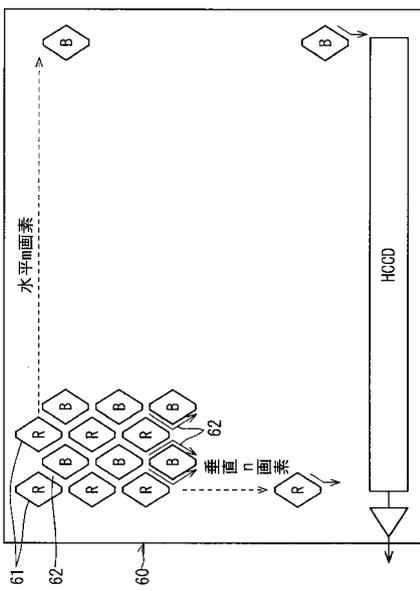
【 図 9 】



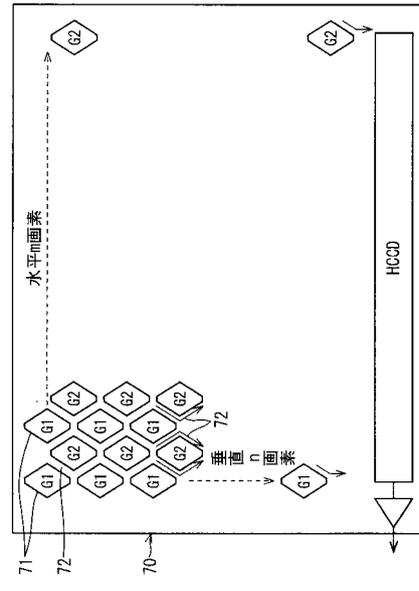
【 図 10 】



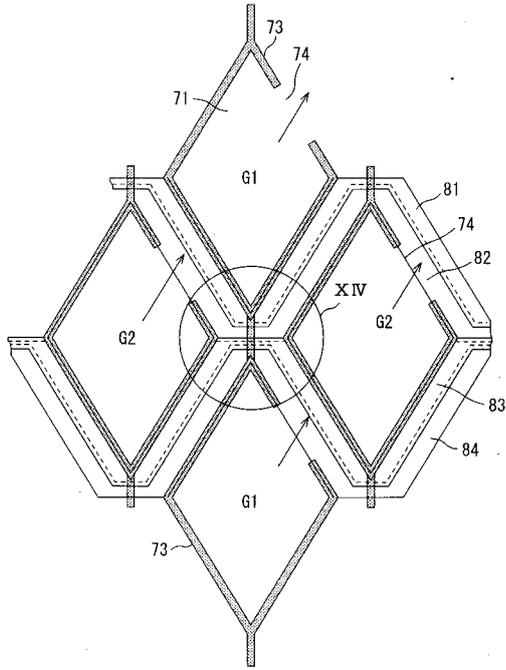
【 図 11 】



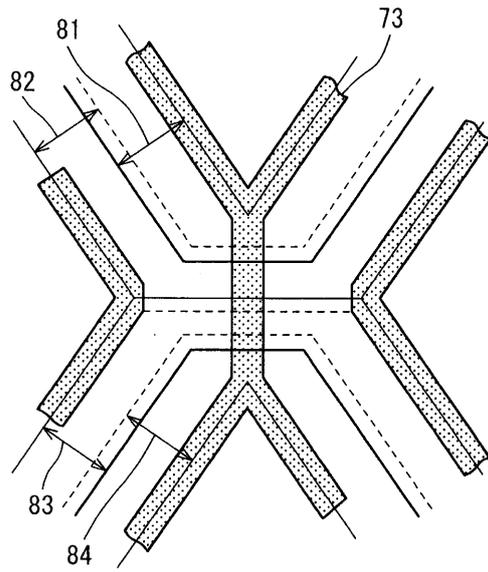
【 図 12 】



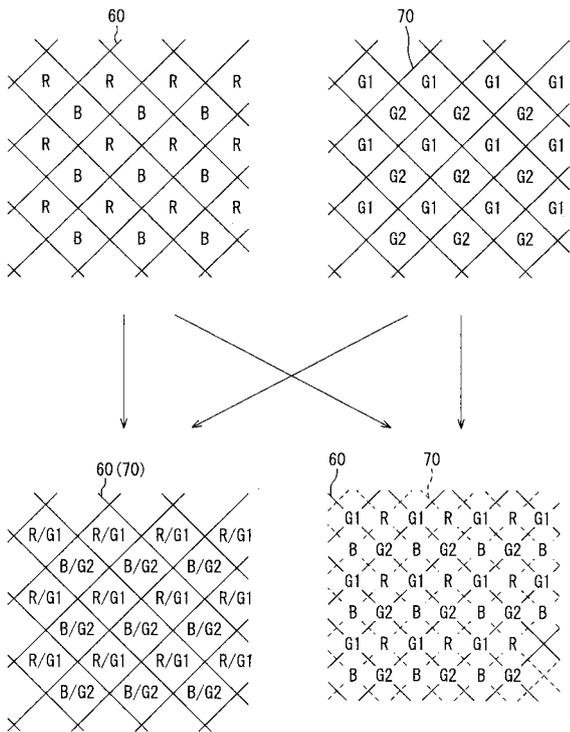
【 図 1 3 】



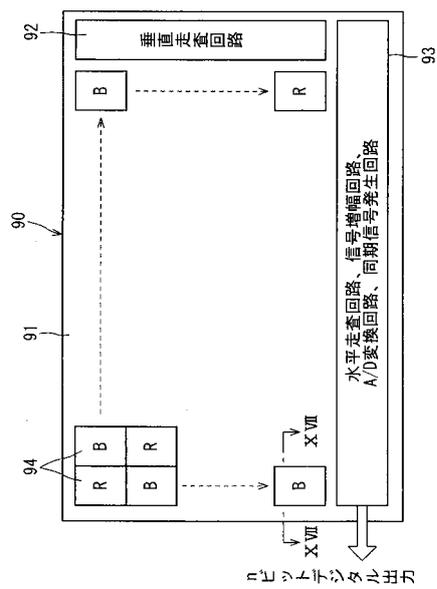
【 図 1 4 】



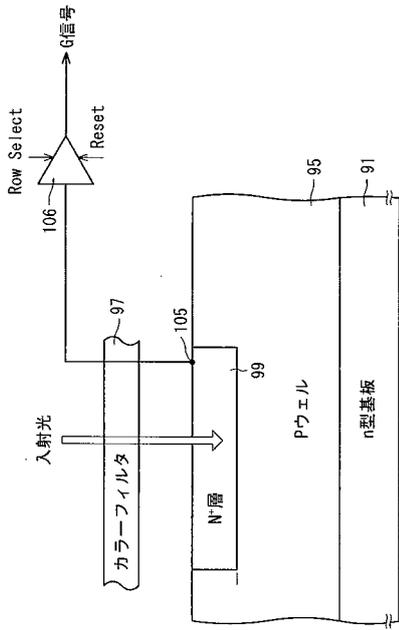
【 図 1 5 】



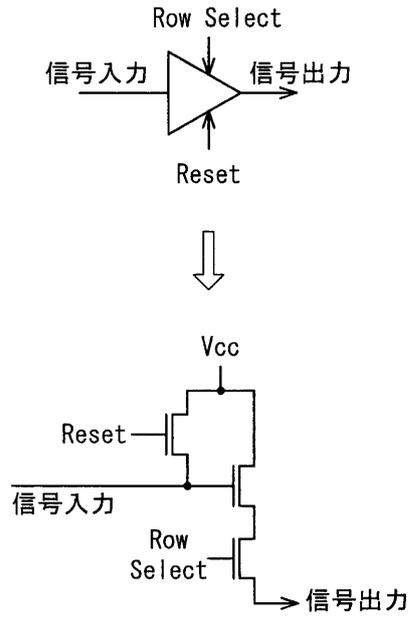
【 図 1 6 】



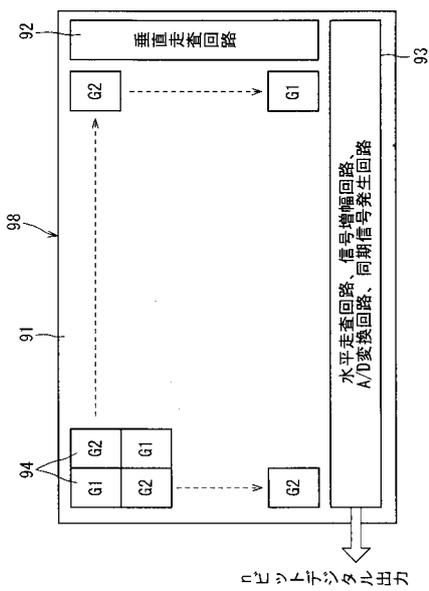
【 図 1 7 】



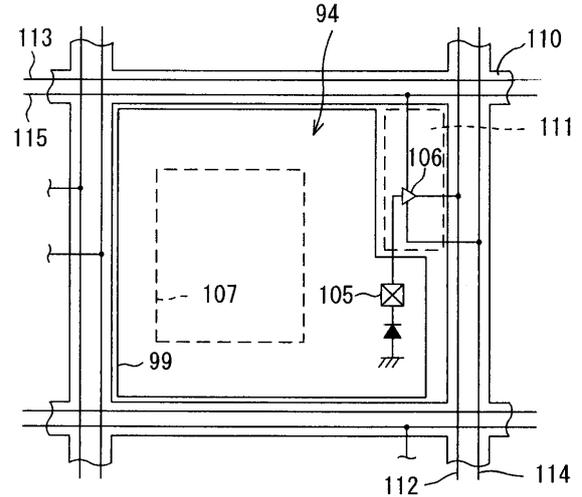
【 図 1 8 】



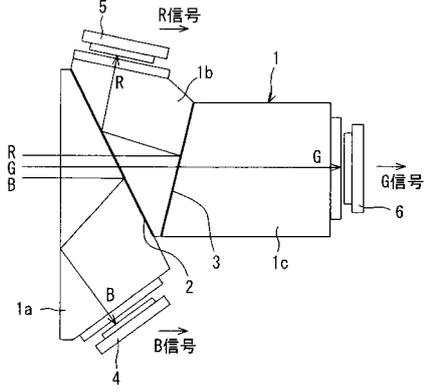
【 図 1 9 】



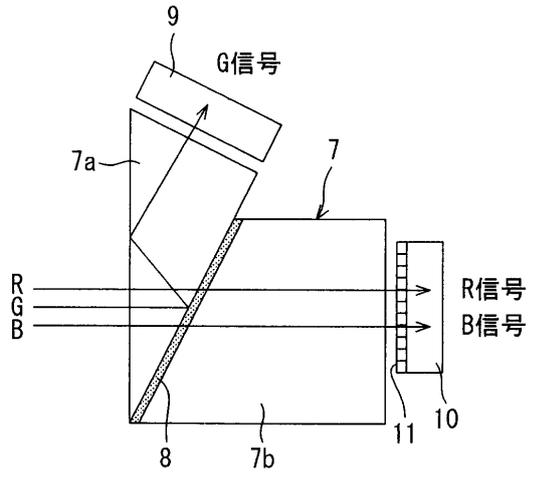
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【 図 2 3 】

G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G

---

フロントページの続き

(74)代理人 100090343

弁理士 濱田 百合子

(72)発明者 雫石 誠

宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地 富士フイルムマイクロデバイス株式会社内

Fターム(参考) 4M118 AA10 AB01 BA13 BA14 CA24 DA18 DA20 FA07 GB03 GC08

GD04 GD13 HA21

5C065 BB30 CC01 DD15 DD18 EE01 EE03