(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4123574号
(P4123574)
(45)発行日　平成20年7月23日(2008.7.23)　(24)登録日　平成20年5月16日(2008.5.16)

(51)Int.Cl.　F I
H04N 9/07 (2006.01)　H04N 9/07 A

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21)出願番号　特願平10-184675
(22)出願日　平成10年6月30日(1998.6.30)
(65)公開番号　特開2000-23171(P2000-23171A)
(43)公開日　平成12年1月21日(2000.1.21)
審査請求日　平成17年6月24日(2005.6.24)

(73)特許権者　000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号
(74)代理人　100072718
弁理士　古谷　史旺
(74)代理人　100075591
弁理士　鈴木　榮祐
(72)発明者　歌川　健
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号　株式会社ニコン内

審査官　清水　正一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】撮像装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の色成分を、該複数の色成分のうちの第１色成分を他の色成分に比べて最も高密度に配列したカラーフィルタと、
前記カラーフィルタを透過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、
入射光による光像を第１方向にぼかす第１フィルタと、前記入射光による光像の色成分のうち前記第１色成分を除く色成分の光を波長選択して前記第１方向と異なる第２方向にぼかして前記カラーフィルタへ出射するとともに、前記第１色成分の光をそのまま透過させる第２フィルタとを有する光学ローパスフィルタを備えた
ことを特徴とする撮像装置。
【請求項２】
水平方向に光像をぼかす第１フィルタと、垂直方向に光像をぼかす第２フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、
前記光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、
前記カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、
前記カラーフィルタの色配列は、第１色成分を市松模様に配置し、第２色成分および第３色成分を残りの位置に配置してなるベイヤー配列であり、
前記色配列の水平ピッチをＰｘとし、垂直ピッチをＰｙとしたとき、
前記第１フィルタは、

光像の第１～第３色成分を、前記水平ピッチＰｘと略等しい距離だけ水平方向にぼかし、
前記第２フィルタは、
光像の第２色成分および第３色成分を波長選択して、前記垂直ピッチＰｙと略等しい距離だけ垂直方向にぼかす
ことを特徴とする撮像装置。
【請求項３】
水平方向に光像をぼかす第１フィルタと、水平もしくは垂直方向に光像をぼかす第２フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、
前記光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、
前記カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、
前記カラーフィルタは、
一番密度が高い第１色成分とその他の色成分との色配列により構成され、さらに色配列の水平ピッチをＰｘとし、垂直ピッチをＰｙとしたとき、ＰｙはＰｘの略２倍に設定されてなり、
前記第１フィルタは、
光像を、前記水平ピッチＰｘと略等しい距離だけ水平方向にぼかし、
前記第２フィルタは、
光像における前記その他の色成分を波長選択して、前記垂直ピッチＰｙと略等しい距離だけ、水平もしくは垂直の方向にぼかす
ことを特徴とする撮像装置。
【請求項４】
請求項３に記載の撮像装置において、
前記カラーフィルタの色配列は、
前記その他の色成分に関して、同色間のピッチが水平方向と垂直方向とで相異なっており、
前記第２フィルタは、
光像の前記その他の色成分を、前記同色間のピッチの大きい方向にぼかすフィルタである
ことを特徴とする撮像装置。
【請求項５】
請求項３または請求項４に記載の撮像装置において、
前記撮像手段は、
受光面上に画素ピッチＰｘで受光素子が２次元配列されてなり、前記色配列の１区画分の透過光を、前記受光素子２つ分で受光する
ことを特徴とする撮像装置。
【請求項６】
光学ローパスフィルタと、
前記光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、
前記カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、
前記カラーフィルタの色配列は、第１色成分が最も高密度に配置され、その他の色成分が残りの位置に配置されてなる色配列であり、
前記光学ローパスフィルタは、前記光像を前記撮像手段の受光面上の第１方向にぼかす第１フィルタと、前記その他の色成分の光を前記第１方向とは異なる第２方向にぼかす第２フィルタとを備え、
前記第１色成分の光及びその他の色成分の光のそれぞれの色成分が前記光学ローパスフィルタによってぼかされる範囲は、同一の色成分の光どうしが重畳することなく、前記撮像手段の受光面全体をほぼ隙間無く埋め尽くすことを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、光像を撮像する撮像装置に関する。特に、本発明は、撮像手段の画素配列，カラーフィルタの色配列および光学ローパスフィルタの特性を最適に組み合わせる技術に関する。
【０００２】
【従来の技術】
図１６（ａ）は、従来の単板式撮像装置を示す構成図である。
図１６（ａ）において、撮影光学系８１の像空間側に、光学ローパスフィルタ８２が配置される。この光学ローパスフィルタ８２は、光を複屈折する第１フィルタ８３と、偏光面を攪乱する１／４波長板８４と、光を複屈折する第２フィルタ８５との貼り合わせにより構成される。
【０００３】
この光学ローパスフィルタ８２の後方には、カラーフィルタ８７を介して、撮像素子８６が配置される。このカラーフィルタ８７は、撮像素子８６の画素位置に合わせて、水平ピッチＰｘおよび垂直ピッチＰｙに区分され、ＲＧＢ３色に色分けされる。
図１６（ｂ）は、カラーフィルタ８７の色配列を示す図である。ここでの色配列は、Ｇ成分を市松模様に配し、残りにＲ成分およびＢ成分を配した色配列（いわゆる「ベイヤー配列」）である。
図１６（ｃ）は、上述した光学ローパスフィルタ８２による「点像のぼかし像」を示す図である。本図に示すようなぼかし像は、次の（１）～（３）の光学作用により実現する。
【０００４】
（１）第２フィルタ８５は、光像を正常光線と異常光線とに複屈折し、互いの結像位置を垂直ピッチＰｙと略等しい距離Δｙだけ垂直方向にずらす。
【０００５】
（２）１／４波長板８４は、第２フィルタ８５で二分された直線偏光を円偏光などに変換し、偏光面を攪乱する。
【０００６】
（３）第１フィルタ８３は、１／４波長板８４を通過した光像を正常光線と異常光線とに再び複屈折し、結像位置を水平ピッチＰｘと略等しい距離Δｘだけ水平方向にずらす。
このような光学ローパスフィルタ８２の光学作用により、図１７（ａ）に示す色配列の１区画には、４区画分の光が混ざって入射する。その結果、色配列の１区画分における実質的な受光範囲（以下、この実質的な受光範囲を「受光窓」という）は、縦横２倍程度に拡大される。
【０００７】
図１７（ｂ）～（ｄ）は、このような受光窓の様子を、ＲＧＢ成分ごとに示した図である。図に示されるように、各色成分ごとの受光窓の配列は、縦横２倍程度に広がって、受光面全体を隙間無く埋め尽くす。
撮像素子８６は、これらの受光窓の各領域ごとに平滑化された画素出力を生成する。そのため、光像の高域成分は確実に抑圧され、画像出力における偽色やモアレの発生を効果的に抑制することが可能となる。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、このような従来例では、図１７（ｂ）に示すように、Ｇ成分の受光窓が重なり合って形成される。そのため、Ｇ成分については、空間周波数の高域抑圧が過度に働き、解像度の著しい低下を招くという問題点があった。
そこで、本発明では、偽色やモアレを十分に抑制しつつ、かつ解像度を極力損なわない撮像装置を提供することを目的とする。
【０００９】

また、請求項２に記載の発明では、特に原色などのベイヤー配列において、偽色の抑制と解像度の向上とをバランス良く両立させた撮像装置を提供することを目的とする。
さらに、請求項３に記載の発明では、一番密度が高い第１色成分について受光窓をほぼ正方形状とすることが可能な撮像装置を提供することを目的とする。
【００１０】
請求項４に記載の発明では、請求項３の目的に加えて、その他の色成分について偽色やモアレを確実に抑制することが可能な撮像装置を提供することを目的とする。
請求項５に記載の発明では、請求項３の目的に加えて、正方画素の撮像素子が使用可能な撮像装置を提供することを目的とする。
【００１１】
【課題を解決するための手段】
（請求項１）
請求項１に記載の発明は、複数の色成分を、該複数の色成分のうちの第１色成分を他の色成分に比べて最も高密度に配列したカラーフィルタと、前記カラーフィルタを透過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、入射光による光像を第１方向にぼかす第１フィルタと、前記入射光による光像の色成分のうち前記第１色成分を除く色成分の光を波長選択して前記第１方向と異なる第２方向にぼかして前記カラーフィルタへ出射するとともに、前記第１色成分の光をそのまま透過させる第２フィルタとを有する光学ローパスフィルタを備えたことを特徴とする。
【００１２】
このような構成では、光学ローパスフィルタが、その他の色成分を第１方向および第２方向にぼかす。そのため、光像のその他の色成分については、偽色やモアレの発生を十分に抑制することが可能となる。
一方、第２フィルタは、「前記入射光による光像の色成分のうち前記第１色成分を除く色成分の光を波長選択して前記第１方向と異なる第２方向にぼかして前記カラーフィルタへ出射するとともに、前記第１色成分の光をそのまま透過させる」という特性を有する。その結果、第１色成分については、第２方向の解像度を高めることが可能となる。
【００１３】
なお、第１色成分は、カラーフィルタ上で一番高密度に配置される。そのため、撮像手段における第１色成分の標本間隔は最も細かく、この第１色成分の標本化信号に混入する折り返し雑音は、その他の色成分の場合に比べてより高域側へシフトする。したがって、第１色成分については、偽色やモアレの発生するおそれは少ない。以上の理由から、請求項１に記載の発明では、偽色やモアレを十分に抑制しつつ、かつ第１色成分の解像度を極力損なうことがなくなる。
【００１４】
（請求項２）
請求項２に記載の発明は、水平方向に光像をぼかす第１フィルタと、垂直方向に光像をぼかす第２フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、カラーフィルタの色配列は、第１色成分を市松模様に配置し、第２色成分および第３色成分を残りの位置に配置してなるベイヤー配列であり、色配列の水平ピッチをＰｘとし、垂直ピッチをＰｙとしたとき、第１フィルタは、光像の第１～第３色成分を、水平ピッチＰｘと略等しい距離だけ水平方向にぼかし、第２フィルタは、光像の第２色成分および第３色成分を波長選択して、垂直ピッチＰｙと略等しい距離だけ垂直方向にぼかすことを特徴とする。
【００１５】
このような構成では、第１色成分は、第２フィルタにおいて波長選択されない。そのため、第１色成分は、主として、水平方向にＰｘと略等しい距離だけぼかされる。このような水平方向のぼかし効果により、第１色成分の受光窓は、水平方向に倍程度引き延ばされる。

ところで、図１（ａ）に示すように、ベイヤー配列では、第１色成分が水平１区画おきに配置される。したがって、第１色成分の受光窓が水平方向に略２倍引き延ばされることにより、図１（ｂ）に示すように、受光面全体を第１色成分の受光窓でほぼ重なりなく埋めることが可能となる。

【００１６】

このように第１色成分の受光窓がほぼ重ならずに形成されることにより、第１色成分の解像度を必要以上に損なうことがなくなる。その上、受光窓はほぼ隙間無く配置されるため、第１色成分に生じる偽色やモアレを十分に抑制することも可能となる。

一方、第２色成分および第３色成分は、第１フィルタと第２フィルタによって水平垂直にぼかされる。このようなぼかし効果により、第２色成分および第３色成分の受光窓は、水平垂直に略２倍ずつ（面積比では略４倍）引き延ばされる。

【００１７】

ところで、図１（ａ）に示すように、ベイヤー配列では、第２色成分が、水平１区画おき、かつ垂直１区画おきに配置される。したがって、第２色成分の受光窓が水平垂直に略２倍ずつ広がることにより、図１（ｃ）に示すように、受光面全体を第２色成分の受光窓でほぼ重なりなく埋め尽くすことが可能となる。

また同様にして、第３色成分の受光窓についても、図１（ｄ）に示すように、受光面全体がほぼ重なりなく埋め尽くされる。

【００１８】

このような受光窓の配列により、第２色成分および第３色成分についても、解像度を必要以上に損なうことがなく、かつ偽色やモアレの発生を十分に抑制することが可能となる。

以上説明したように、請求項２に記載の発明では、ベイヤー配列における３種類の色成分すべてについて、偽色やモアレの抑制効果と解像度の向上効果を最大限に両立させた、良質な画像信号を得ることが可能となる。

【００１９】

（請求項３）

請求項３に記載の発明は、水平方向に光像をぼかす第１フィルタと、水平もしくは垂直方向に光像をぼかす第２フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、カラーフィルタは、一番密度が高い第１色成分とその他の色成分との色配列により構成され、さらに色配列の水平ピッチＰｘは垂直ピッチＰｙの略２倍に設定されてなり、第１フィルタは、光像を、水平ピッチＰｘと略等しい距離だけ水平方向にぼかし、第２フィルタは、光像におけるその他の色成分を波長選択して、垂直ピッチＰｙと略等しい距離だけ、水平もしくは垂直の方向にぼかすことを特徴とする。

【００２０】

このような構成では、図２（ａ）に示すように、色配列の水平ピッチＰｘが、垂直ピッチＰｙの略半分に設定される。そのため、第１フィルタにより第１の色成分を水平方向にＰｘと略等しい距離だけぼかすことにより、図２（ｂ）に示すように、第１色成分の受光窓はほぼ正方形状となる。

したがって、第１色成分については、アスペクト変換などの複雑な計算処理を経ることなく、画素アスペクト比１：１の信号を容易に得ることが可能となる。

【００２１】

（請求項４）

請求項４に記載の発明は、請求項３に記載の撮像装置において、カラーフィルタの色配列は、その他の色成分に関して、同色間のピッチが水平方向と垂直方向とで相異なっており、第２フィルタは、光像のその他の色成分を、同色間のピッチの大きい方向にぼかすフィルタであることを特徴とする。

このような構成では、第２フィルタにより、その他の色成分が、同色間のピッチの大きい方向にぼかされる。そのため、図２（ｃ）および図２（ｄ）に示されるように、その他の

色成分の受光窓が同色間で重なることがなく、その他の色成分の解像度を必要以上に損なうことがない。

【００２２】

（請求項５）

請求項５に記載の発明は、請求項３または請求項４に記載の撮像装置において、撮像手段は、受光面上に画素ピッチＰｘで受光素子が２次元配列されてなり、色配列の１区画分の透過光を、受光素子２つ分で受光することを特徴とする。

このような構成により、正方画素で構成された一般的な撮像素子を使用して、請求項３，４に記載の撮像装置を容易に実現することが可能となる。

【００２３】

なお、上述した各請求項では、「Ｐ－と略等しい距離だけぼかす」という平易な表現を使用している（「－」には、ｘもしくはｙが入る）。これを詳しく言えば、元の光像に対してほぼＰ－ずらした光像を重ねる程度の空間周波数特性を有するという意味である。

一般に、複屈折を使用した光学ローパスフィルタの場合は、単純に光像をずらして重ねるので、上記の意味にそのまま当てはめればよい。

【００２４】

一方、位相格子などを使用した光学ローパスフィルタの場合は、高次の成分や光のにじみ（いわゆるハロー）などが生じるため、単純に２つの光像を重ねているとは言えない。しかしながら、このような場合も、空間周波数特性のゼロ点を［１／（２Ｐ－）］近傍に配したり、またはローパス特性の肩部分を同じにするなどのフィルタ設計を行うことにより、「元の光像に対してほぼＰ－ずらした光像を重ねる程度の空間周波数特性」を実現することができる。

（請求項６）

請求項６に記載の発明は、光学ローパスフィルタと、前記光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、前記カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、前記カラーフィルタの色配列は、第１色成分が最も高密度に配置され、その他の色成分が残りの位置に配置されてなる色配列であり、前記光学ローパスフィルタは、前記光像を前記撮像手段の受光面上の第１方向にぼかす第１フィルタと、前記その他の色成分の光を前記第１方向とは異なる第２方向にぼかす第２フィルタとを備え、記第１色成分の光及びその他の色成分の光のそれぞれの色成分が前記光学ローパスフィルタによってぼかされる範囲は、同一の色成分の光どうしが重畳することなく、前記撮像手段の受光面全体をほぼ隙間無く埋め尽くすことを特徴とする。

【００２５】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明における実施の形態を説明する。

【００２６】

（第１の実施形態）

第１の実施形態は、請求項１，２，６に記載の発明に対応する実施形態である。

図３（ａ）は、第１の実施形態の構成を示す図である。

図３（ａ）において、撮影光学系１１の像空間側に、光学ローパスフィルタ１２が配置される。この光学ローパスフィルタ１２は、光を複屈折する第１フィルタ１３と、偏光面を攪乱する１／４波長板１４と、波長選択性を有する第２フィルタ１５との貼り合わせにより構成される。

【００２７】

この光学ローパスフィルタ１２の後方には、カラーフィルタ１７を介して、撮像素子１６が配置される。このカラーフィルタ１７は、撮像素子１６の画素位置に合わせて、水平ピッチＰｘおよび垂直ピッチＰｙに区分され、ＲＧＢ３色に色分けされる。

図３（ｂ）は、この色配列の様子を示す図である。ここでの色配列は、Ｇ成分を市松模様に配し、残りにＲ成分およびＢ成分を配した色配列（いわゆる「ベイヤー配列」）である

。
図３（ｃ）は、上述した光学ローパスフィルタ１２による「点像のぼかし像」を示す図である。本図に示すようなぼかし状態は、次の（１）～（３）の光学作用により実現する。
【００２８】
（１）第２フィルタ１５は、ＲＢ成分を波長選択して、ＲＢ成分の結像位置を垂直ピッチＰｙと等しい距離Δｙだけ垂直にぼかす。一方、Ｇ成分は、第２フィルタ１５をほぼそのまま通過する。このような特性のフィルタとしては、例えば、特開平５－６６３７０号公報に記載される波長選択性位相格子を使用することができる。
【００２９】
（２）１／４波長板１４は、第２フィルタ１５の回折作用や屈折作用などにより生じる可能性がある直線偏光成分の偏光面を攪乱する。なお、第２フィルタ１５において直線偏光成分がさほど生じなければ、１／４波長板１４を省いてもよい。
【００３０】
（３）第１フィルタ１３は、１／４波長板１４を通過したＲＧＢ成分を正常光線と異常光線とに分け、互いの結像位置を水平ピッチＰｘと等しい距離Δｘだけ水平方向にずらす。以上のようなぼかし効果により、図４（ａ）に示すＧ成分の１区画には、２区画分の光が混ざって入射する。また、ＲＢ成分の１区画には、４区画分の光が混ざって入射する。
【００３１】
その結果、ＲＧＢ成分の各受光窓は、図４（ｂ）～（ｄ）に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。
したがって、ＲＧＢ成分それぞれの受光窓に無用な重なりを生じることが一切なく、３種類の色成分全ての解像度を極力高めることが可能となる。また、このときＲＧＢ成分それぞれの受光窓に隙間がほとんど生じないので、３種類の色成分全てについて偽色やモアレを十分に抑制することもできる。
【００３２】
特に、従来例（図１７）と比較した場合、第１の実施形態ではＧ成分の受光窓に重なりが一切生じない。したがって、実質的な解像度に最も寄与するＧ成分の解像度を一段と高めることにより、特に良質な画像信号を生成することが可能となる。
次に、別の実施形態について説明する。
【００３３】
（第２の実施形態）
第２の実施形態は、請求項１～６に記載の発明に対応する実施形態である。
図５（ａ）は、第２の実施形態の構成を示す図である。
図５（ａ）において、撮影光学系１１の像空間側に、光学ローパスフィルタ２２が配置される。この光学ローパスフィルタ２２は、光を複屈折する第１フィルタ２３と、偏光面を攪乱する１／４波長板２４と、波長選択性を有する第２フィルタ２５との貼り合わせにより構成される。
【００３４】
この光学ローパスフィルタ２２の後方には、カラーフィルタ２７を介して、正方画素の撮像素子２６が配置される。この撮像素子２６から出力される画素出力は、走査中や走査完了後に垂直２画素分ずつ加算されることにより、アスペクト比２の画素出力に変換される。
カラーフィルタ２７の面は、この垂直２画素分に位置を合わせて、水平ピッチＰｘおよび垂直ピッチＰｙ（＝２Ｐｘ）に区分され、それぞれＲＧＢ３色に色分けされる。
【００３５】
図５（ｂ）は、この色配列の様子を示す図である。カラーフィルタ２７の奇数行は「ＧＲＧＲ・・」に色分けされ、偶数行は「ＧＢＧＢ・・」に色分けされる。
図５（ｄ）は、上述した光学ローパスフィルタ２２による「点像のぼかし像」を示す図である。本図に示すようなぼかし状態は、次の（１）～（３）の光学作用により実現する。

【００３６】
（１）第２フィルタ２５は、ＲＢ成分を波長選択して、ＲＢ成分の結像位置を垂直ピッチＰｙと等しい距離Δｙだけ垂直にぼかす。一方、Ｇ成分は、第２フィルタ２５をほぼそのまま通過する。このような特性のフィルタとしては、例えば、特開平５－６６３７０号公報に記載される波長選択性位相格子を使用することができる。
【００３７】
（２）１／４波長板２４は、第２フィルタ２５の回折作用や屈折作用などにより生じる可能性がある直線偏光成分の偏光面を攪乱する。なお、第２フィルタ２５において直線偏光成分がさほど生じなければ、１／４波長板２４を省いてもよい。
【００３８】
（３）第１フィルタ２３は、１／４波長板２４を通過したＲＧＢ成分を正常光線と異常光線とに分け、互いの結像位置を水平ピッチＰｘと等しい距離Δｘだけ水平にずらす。
以上のようなぼかし効果により、図６（ａ）に示すＧ成分の１区画には、２区画分の光が混ざって入射する。また、ＲＢ成分の１区画には、４区画分の光が混ざって入射する。
【００３９】
その結果、ＲＧＢ成分の各受光窓は、図６（ｂ）～（ｄ）に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。
したがって、ＲＧＢ成分それぞれの受光窓に無用な重なりが生じることが一切なく、３種類の色成分全ての解像度を最大限に高めることが可能となる。また、このときＲＧＢ成分それぞれの受光窓に隙間が全く生じないので、３種類の色成分全てについて偽色やモアレを十分に抑制することもできる。
【００４０】
またこのとき、Ｇ成分の受光窓の形状は、図６（ｂ）に示すように正方形となる。したがって、Ｇ成分の画像信号については、アスペクト変換などの複雑な処理を経ることなく、正方画素の画像信号を直に生成することが可能となる。したがって、正方画素の画像を扱うことの多いコンピュータ関連分野において、特に好適な撮像装置を実現することができる。
【００４１】
さらに、第２フィルタ２５のぼかし方向は、「ＲＢ成分に関して同色間のピッチが一段と広い垂直方向」に設定される。したがって、ＲＢ成分の受光窓に重なりは生じず、ＲＢ成分の解像度を必要以上に損なうことがない。
また、カラーフィルタ２７の１区画分を透過した光を、受光素子２８の２つ分で受光するので、一般的な正方画素の撮像素子２６を使用することも可能となる。
次に、別の実施形態について説明する。
【００４２】
（第３の実施形態）
第３の実施形態は、請求項１～６に記載の発明に対応する実施形態である。
図７は、第３の実施形態を説明するための図である。
第３の実施形態における構成上の特徴点は、カラーフィルタの奇数行が「ＧＲＧＢ・・」に色分けされ、偶数行は「ＧＢＧＲ・・」に色分けされている点である。なお、その他の構成については、第２の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。
【００４３】
このような構成では、ＲＧＢ成分の各受光窓が、図７に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第３の実施形態においても、第２の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。
また、第３の実施形態に特有な効果としては、ＲＢ成分の受光窓が半位相ずつずれながら斜めに並ぶ点である。このような受光窓の配列により、ＲＢ成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。
次に、別の実施形態について説明する。
【００４４】

（第４の実施形態）
第４の実施形態は、請求項１～６に記載の発明に対応する実施形態である。
図８は、第４の実施形態を説明するための図である。
第４の実施形態における構成上の特徴点は、カラーフィルタの奇数行が「ＧＲＧＲ・・」に色分けされ、偶数行は「ＢＧＢＧ・・」に色分けされている点である。なお、その他の構成については、第２の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。
【００４５】
このような構成では、ＲＧＢ成分の各受光窓が、図８に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第４の実施形態においても、第２の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。
また、第４の実施形態に特有な効果としては、Ｇ成分の受光窓が斜め格子に並ぶ点である。このような受光窓の配列により、Ｇ成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。
【００４６】
（第５の実施形態）
第５の実施形態は、請求項１～６に記載の発明に対応する実施形態である。
図９は、第５の実施形態を説明するための図である。
第５の実施形態における構成上の特徴点は、次の２点である。
【００４７】
（１）カラーフィルタの水平行が「ＧＲＧＢ・・」でストライプ状に色分けされる。
【００４８】
（２）第２フィルタのぼかし方向が、ＲＢ成分の同色ピッチが広い水平方向に設定される。
なお、その他の構成については、第２の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。
このような構成では、ＲＧＢ成分の各受光窓が、図９に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第５の実施形態においても、第２の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。
【００４９】
特に、第５の実施形態に特有な効果としては、ＲＢ成分の受光窓の垂直位相と、Ｇ成分の受光窓の垂直位相とが一致している点である。このように相互の垂直位相が予め一致しているので、ＲＧＢ成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。
次に、別の実施形態について説明する。
【００５０】
（第６の実施形態）
第６の実施形態は、請求項１～６に記載の発明に対応する実施形態である。
図１０は、第６の実施形態を説明するための図である。
第６の実施形態における構成上の特徴点は、次の２点である。
【００５１】
（１）カラーフィルタの奇数行が「ＧＲＧＢ・・」に色分けされ、偶数行が「ＧＢＧＲ・・」に色分けされる。
【００５２】
（２）第２フィルタのぼかし方向が、ＲＢ成分の同色ピッチが広い水平方向に設定される。
なお、その他の構成については、第２の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。
このような構成では、ＲＧＢ成分の各受光窓が、図１０に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第６の実施形態においても、第２の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。
【００５３】

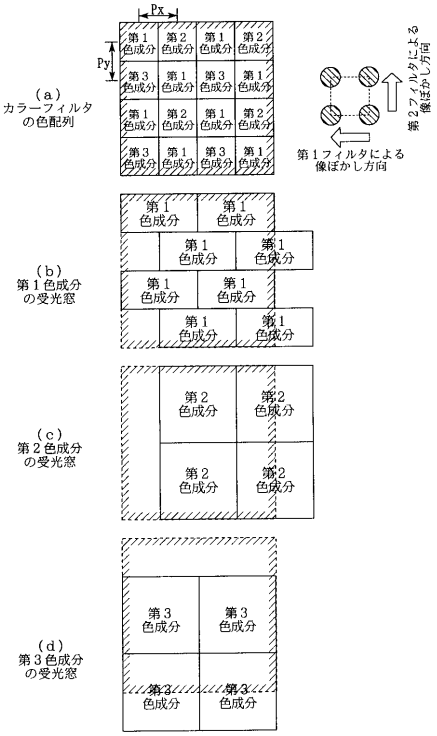
また、第６の実施形態に特有な効果としては、ＲＢ成分の受光窓が半位相ずつずれながら斜めに並ぶ点である。このような受光窓の配列により、ＲＢ成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。
さらに、第６の実施形態では、ＲＢ成分の受光窓の垂直位相と、Ｇ成分の受光窓の垂直位相とが一致する。このように相互の垂直位相が予め一致するので、ＲＧＢ成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。
次に、別の実施形態について説明する。
【００５４】
（第７の実施形態）
第７の実施形態は、請求項１～６に記載の発明に対応する実施形態である。
図１１は、第７の実施形態を説明するための図である。
第７の実施形態における構成上の特徴点は、次の２点である。
【００５５】
（１）カラーフィルタの奇数行が「ＧＲＧＢ・・」に色分けされ、偶数行が「ＲＧＢＧ・・」に色分けされる。
【００５６】
（２）第２フィルタのぼかし方向が、ＲＢ成分の同色ピッチが広い水平方向に設定される。
なお、その他の構成については、第２の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。
このような構成では、ＲＧＢ成分の各受光窓が、図１１に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第７の実施形態においても、第２の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。
【００５７】
その上、第７の実施形態では、Ｇ成分の受光窓が斜め格子に並ぶ。また、ＲＢ成分の受光窓が１／４位相ずつずれながら斜めに並ぶ。このような受光窓の配列により、ＲＧＢ成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。
さらに、第７の実施形態では、ＲＢ成分の受光窓の垂直位相と、Ｇ成分の受光窓の垂直位相とが一致する。このように相互の垂直位相が予め一致するので、ＲＧＢ成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。
次に、別の実施形態について説明する。
【００５８】
（第８の実施形態）
第８の実施形態は、請求項１～６に記載の発明に対応する実施形態である。
図１２は、第８の実施形態を説明するための図である。
第８の実施形態における構成上の特徴点は、カラーフィルタの奇数列と偶数列とにおいて、色配列が垂直方向に半位相ずつずれる点である。
【００５９】
撮像素子側では、この色配列の位相ずらしに合わせて、受光素子２８のブロックを、図１３（ｂ）に示すように設定する。このような受光素子２８のブロック単位で画素出力を加算することにより、正方画素の撮像素子を使用しながら図１３（ａ）に示すような色配列の画素出力を生成することが可能となる。
なお、ここでの加算動作は、画素出力の垂直転送動作を奇数列と偶数列とで独立して行いつつ実行してもよいし、撮像素子の外部で画像処理を行う際に実行してもよい。
【００６０】
なお、その他の構成については、第２の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。
このような構成では、ＲＧＢ成分の各受光窓が、図１２に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第８の実施形態においても、第２の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【００６１】
その上、第８の実施形態では、ＲＢ成分の受光窓１つ分の垂直位相が、Ｇ成分の受光窓２つ分の垂直位相と一致する。このように相互の垂直位相が予め一致しているので、ＲＧＢ成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。
次に、別の実施形態について説明する。
【００６２】
（第９の実施形態）
第９の実施形態は、請求項１～６に記載の発明に対応する実施形態である。
図１４は、第９の実施形態を説明するための図である。
第９の実施形態における構成上の特徴点は、次の２点である。
【００６３】
（１）カラーフィルタの奇数列と偶数列とにおいて、色配列が垂直方向に半位相ずつずれる。
【００６４】
（２）Ｒ成分とＢ成分が、偶数列上において市松模様に配置される。
なお、その他の構成については、第２の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。
このような構成では、ＲＧＢ成分の各受光窓が、図１４に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第９の実施形態においても、第２の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。
【００６５】
その上、第９の実施形態では、ＲＢ成分の受光窓１つ分の垂直位相が、Ｇ成分の受光窓２つ分の垂直位相と一致する。このように相互の垂直位相が予め一致しているので、ＲＧＢ成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。
また、第９の実施形態では、ＲＢ成分の受光窓が半位相ずつずれながら斜めに並ぶ。このような受光窓の配列により、ＲＢ成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。
次に、別の実施形態について説明する。
【００６６】
（第１０の実施形態）
第１０の実施形態は、請求項１～６に記載の発明に対応する実施形態である。
図１５は、第１０の実施形態を説明するための図である。
第１０の実施形態における構成上の特徴点は、次の３点である。
【００６７】
（１）カラーフィルタの奇数列と偶数列とにおいて、色配列が垂直方向に半位相ずつずれる。
【００６８】
（２）Ｒ成分とＢ成分が、偶数列上において縦ストライプに配置される。
【００６９】
（３）第２フィルタのぼかし方向が、ＲＢ成分の同色ピッチが広い水平方向に設定される。
なお、その他の構成については、第２の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。
このような構成では、ＲＧＢ成分の各受光窓が、図１５に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第１０の実施形態においても、第２の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。
その上、第１０の実施形態では、ＲＢ成分の受光窓１つ分の水平位相が、Ｇ成分の受光窓２つ分の水平位相と一致する。このように相互の水平位相が予め一致しているので、ＲＧＢ成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。
【００７０】
（実施形態のバリエーションなど）

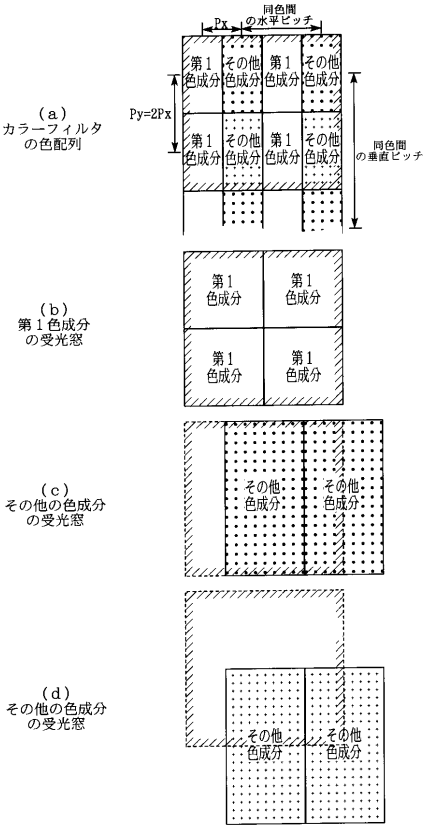
なお、上述した各実施形態では、光像をぼかす距離をＰｘ，Ｐｙに一致させているので、受光窓に隙間や重なりが一切生じず、撮像装置の解像度と受光窓の開口率とを最大限に得ることが可能となる。
しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。一般的には、光像をぼかす距離をＰｘ，Ｐｙに略等しくすることによって、本発明の効果を得ることが可能となる。例えば、光像を水平方向にぼかす距離Δｘと、垂直方向にぼかす距離Δｙを
（０．６Ｐｘ）≦Δｘ≦（１．５Ｐｘ）
（０．６Ｐｙ）≦Δｙ≦（１．５Ｐｙ）
の範囲内で設定しても、偽色やモアレを若干なりとも抑制することが可能となる。
【００７１】
また、上述した各実施形態では、第１フィルタとして、光の複屈折するフィルタを使用する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。一般的には、光像を所定距離だけぼかす光学素子であれば光学ローパスフィルタとして使用することができる。例えば、位相格子を使用した光学ローパスフィルタを使用してもよい。
【００７２】
さらに、上述した各実施形態では、第２フィルタとして、波長選択性位相格子を使用する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。一般的には、波長によってぼかし量が変化する光学素子であれば、第２フィルタとして使用することができる。
また、上述した各実施形態では、光路に沿って「第２フィルタ→第１フィルタ」の順番で貼り合わせているが、これに限定されるものではない。この順番が逆でもよいし、両フィルタを貼り合わせずに独立に配置してもよい。（ただし、位相格子を使用する場合には、撮像素子と位相格子との間隔を位相格子設計時の設定値に合わせる点に留意する必要がある。）
さらに、上述した各実施形態では、３種類の色成分について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、色成分として２色（例えば、２板式撮像装置の片方の撮像素子に本発明を適用する場合）もしくは４色以上を割り当てるなどの態様が考えられる。
また、上述した実施形態では、色配列の１区画分を受光素子２つ分に割り振っているが、これに限定されるものではない。例えば、図１３（ｃ）に示すように、色配列の１区画を受光素子１つ分で構成してもかまわない。また、色配列の１区画を受光素子３つ以上のブロックで構成しても勿論よい。
【００７３】
【発明の効果】
（請求項１）
請求項１に記載の発明では、第２フィルタは、「第１色成分のぼかし量が、その他の色成分のぼかし量よりも小さいか実効上ゼロである」という波長選択性を有する。そのため、第１色成分については、第２方向のぼかし量が小さくなり、第２方向の解像度を高めることが可能となる。
【００７４】
なお、撮像手段においては第１色成分の標本間隔が一番細かいため、第１色成分の標本化信号に生じる折り返し雑音は、その他の色成分の場合に比べてより高域側へシフトする。したがって、第１色成分については、上述のようにぼかし量を低減しても偽色やモアレの発生するおそれは少ない。
以上説明したように、請求項１に記載の発明では、偽色やモアレを十分に抑制しつつ、かつ解像度を極力損なうことがない撮像装置を実現することが可能となる。
【００７５】
（請求項２）
請求項２に記載の発明では、図１（ｂ）～（ｄ）に示すように、ベイヤー配列をなす３種類の色成分それぞれについて、受光面全体を受光窓でほぼ重なりなく覆うことができる。

したがって、３種類の色成分全てについて、解像度を必要以上に損なうことがなく、かつ偽色やモアレを十分抑制することが可能となる。
このように、請求項２に記載の発明では、３種類の色成分全てについて、偽色やモアレの抑制効果と解像度の向上効果とを最大限に両立させた、良質な画像信号を得ることが可能となる。
【００７６】
（請求項３）
請求項３に記載の発明では、第１色成分の受光窓がほぼ正方形状となる。したがって、第１色成分については、アスペクト変換などの複雑な計算処理を経ることなく、画素アスペクト比１：１の画像信号を容易に得ることが可能となる。
そのため、請求項３に記載の発明では、正方画素の画像を扱うことの多いコンピュータ関連分野などに好適な撮像装置を実現することができる。
【００７７】
（請求項４）
請求項４に記載の発明では、第２フィルタにより、その他の色成分が、同色間のピッチの大きい方向にぼかされる。そのため、その他の色成分の受光窓が同色間で重なることが少なく、その他の色成分の解像度をできるだけ高めることが可能となる。
【００７８】
（請求項５）
請求項５に記載の発明では、色配列の１区画を２つ分の受光素子で受光するので、正方画素で構成された一般的な撮像素子を使用することが可能となる。したがって、特殊な長方画素からなる撮像素子を使用する必要がなくなり、請求項３，４に記載の撮像装置を容易に実現することが可能となる。
【図面の簡単な説明】
【図１】　請求項２，６に記載の発明を説明する図である。
【図２】　請求項３～６に記載の発明を説明するための図である。
【図３】　第１の実施形態の構成を示す図である。
【図４】　第１の実施形態の動作を説明する図である。
【図５】　第２の実施形態の構成を示す図である。
【図６】　第２の実施形態の動作を説明する図である。
【図７】　第３の実施形態を説明するための図である。
【図８】　第４の実施形態を説明するための図である。
【図９】　第５の実施形態を説明するための図である。
【図１０】　第６の実施形態を説明するための図である。
【図１１】　第７の実施形態を説明するための図である。
【図１２】　第８の実施形態を説明するための図（１／２）である。
【図１３】　第８の実施形態を説明するための図（２／２）である。
【図１４】　第９の実施形態を説明するための図である。
【図１５】　第１０の実施形態を説明するための図である。
【図１６】　従来列の構成を示す図である。
【図１７】　従来例の動作を説明する図である。

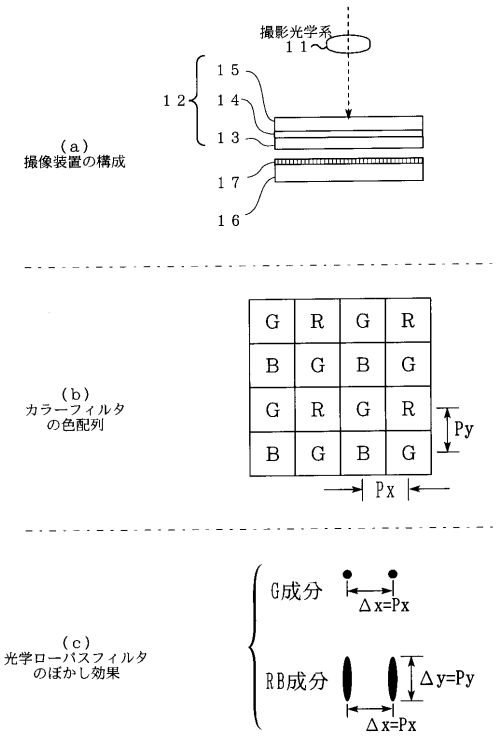
【図１】


(a)
カラーフィルタ
の色配列
Px
Py
第1色成分
第2色成分
第3色成分
第1フィルタによる像ぼかし方向
第2フィルタによる像ぼかし方向
(b)
第1色成分
の受光窓
(c)
第2色成分
の受光窓
(d)
第3色成分
の受光窓

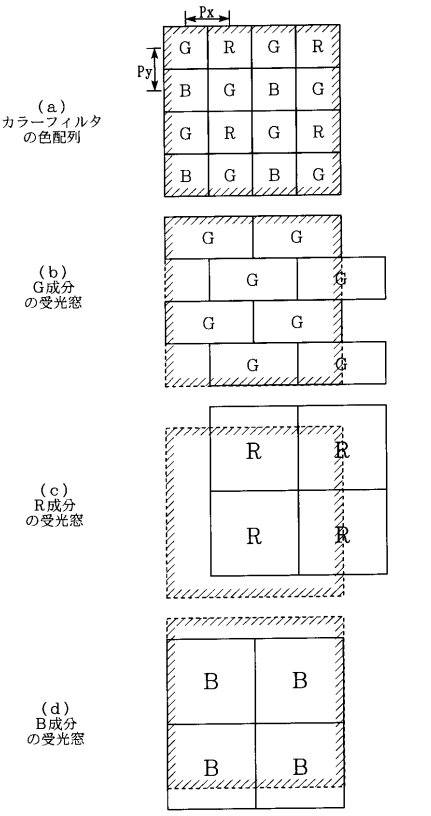
【図２】


(a)
カラーフィルタ
の色配列
同色間
の水平ピッチ
Px
Py=2Px
同色間
の垂直ピッチ
第1色成分
その他色成分
(b)
第1色成分
の受光窓
(c)
その他の色成分
の受光窓
(d)
その他の色成分
の受光窓

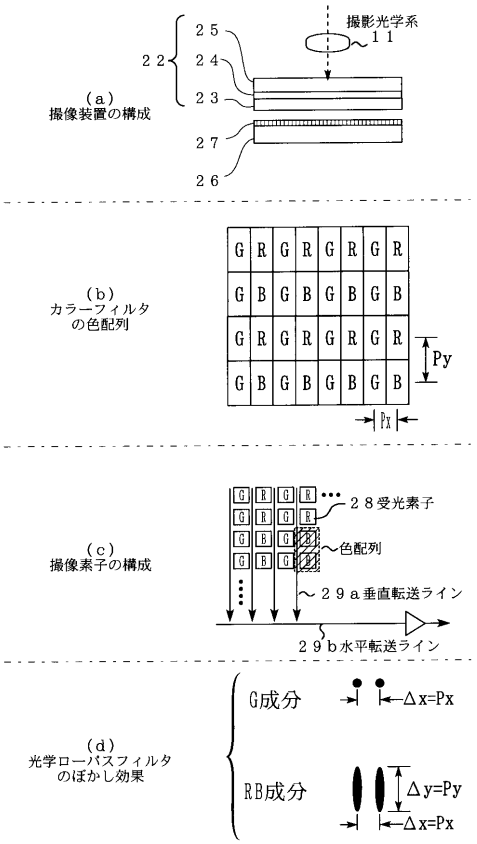
【図３】


(a)
撮像装置の構成
撮影光学系
11
12
13
14
15
16
17
(b)
カラーフィルタ
の色配列
G R G R
B G B G
Px
Py
(c)
光学ローパスフィルタ
のぼかし効果
G成分
Δx=Px
RB成分
Δy=Py
Δx=Px

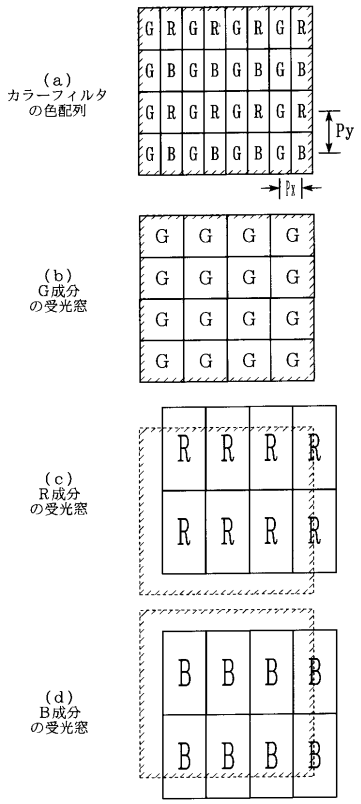
【図４】


(a)
カラーフィルタ
の色配列
Px
Py
G R G R
B G B G
(b)
G成分
の受光窓
(c)
R成分
の受光窓
(d)
B成分
の受光窓

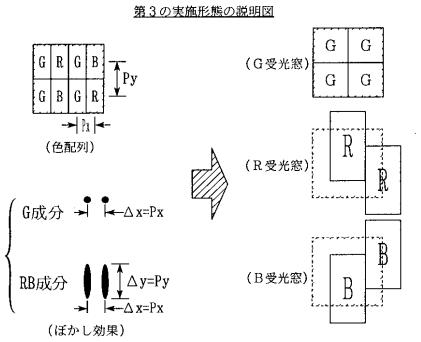
【図５】



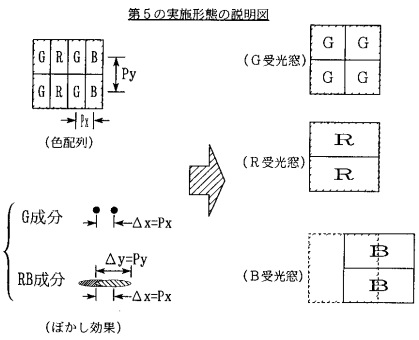
【図６】



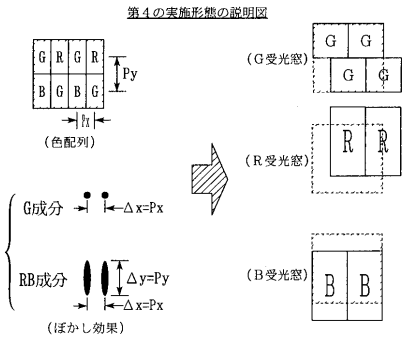
【図７】



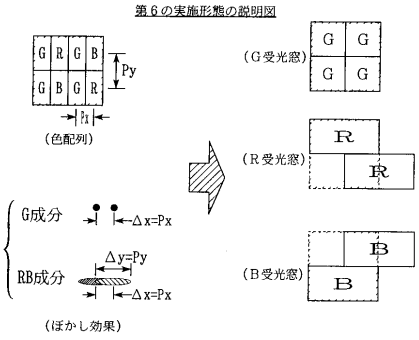
【図９】



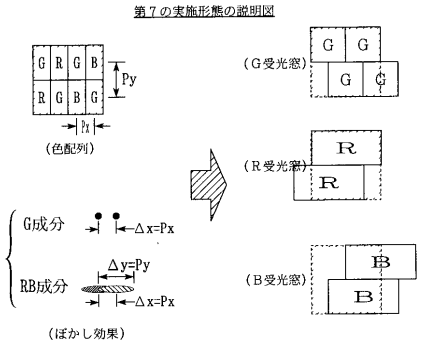
【図８】



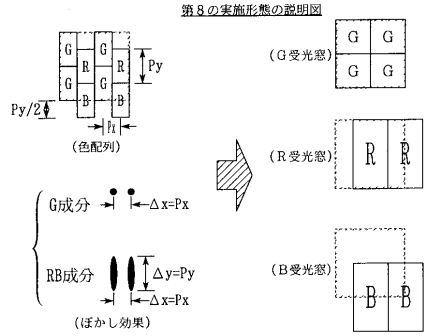
【図１０】



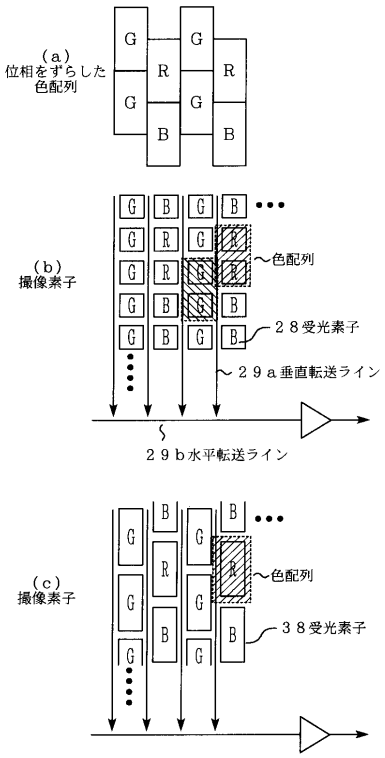
【図１１】



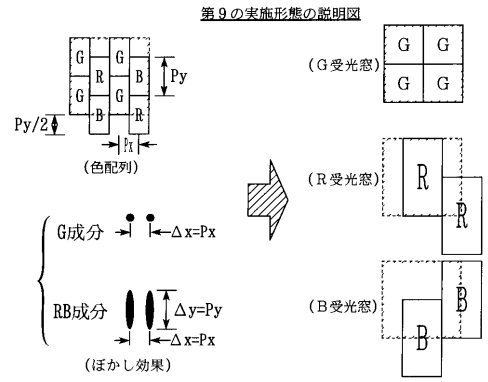
【図１２】



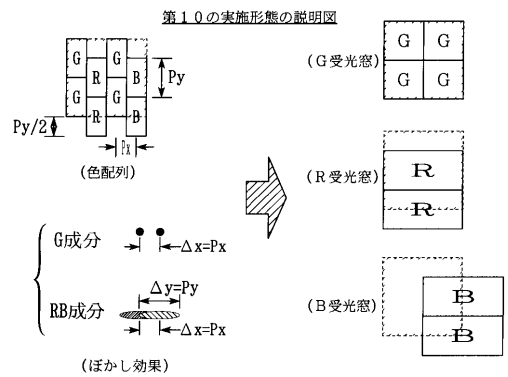
【図１３】



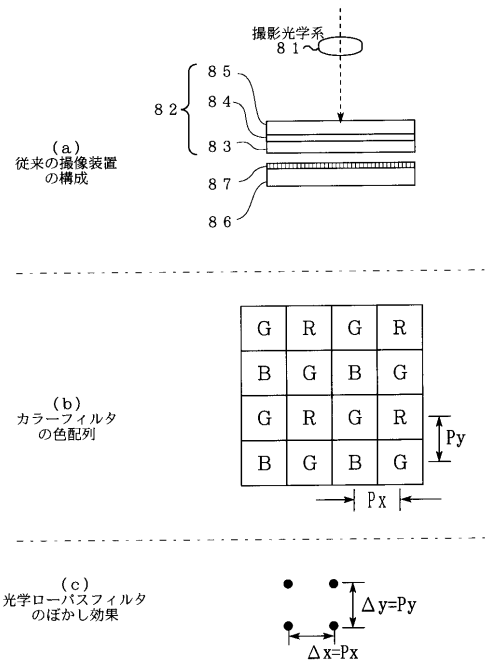
【図１４】



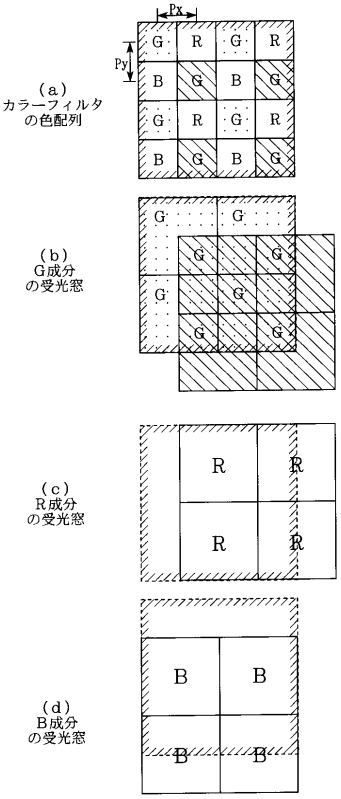
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表昭６１－５０１４２５（ＪＰ，Ａ）
特表昭６１－５０１７９８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０７２５００（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０２３１７２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04N 9/07 - 9/11