

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6584451号
(P6584451)

(45) 発行日 令和1年10月2日(2019.10.2)

(24) 登録日 令和1年9月13日(2019.9.13)

(51) Int. Cl.		F I			
GO2B	5/20	(2006.01)	GO2B	5/20	101
HO1L	27/146	(2006.01)	HO1L	27/146	D
HO4N	9/07	(2006.01)	HO4N	9/07	D

請求項の数 9 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2017-93722 (P2017-93722)	(73) 特許権者	510215606
(22) 出願日	平成29年5月10日 (2017.5.10)		オムニビジョン テクノロジーズ イン
(62) 分割の表示	特願2015-228975 (P2015-228975)		コーポレイテッド
原出願日	平成27年11月24日 (2015.11.24)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
(65) 公開番号	特開2017-151473 (P2017-151473A)		054 サンタ クララ パートン ドラ
(43) 公開日	平成29年8月31日 (2017.8.31)	(74) 代理人	100094569
審査請求日	平成29年5月10日 (2017.5.10)		弁理士 田中 伸一郎
(31) 優先権主張番号	14/553, 738	(74) 代理人	100088694
(32) 優先日	平成26年11月25日 (2014.11.25)		弁理士 弟子丸 健
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100067013
			弁理士 大塚 文昭
		(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラーエイリアシングを最小化するRGBカラーフィルタアレイのパターン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のタイル化した最小繰り返しユニットであって、各最小繰り返しユニットは、少なくとも、

第1のスペクトル光応答を伴う少なくとも1つのカラーフィルタ、第2のスペクトル光応答を伴う少なくとも1つのカラーフィルタ及び第3のスペクトル光応答を伴う少なくとも1つのカラーフィルタを含む3又はそれより多いカラーフィルタを備えるフィルタの第1の組と、

前記第1の組の前記カラーフィルタの間に位置する1又はそれより多い広帯域フィルタを備えるフィルタの第2の組とを備え、

前記1又はそれより多い広帯域のフィルタの各々は、前記第1、第2及び第3のスペクトル光応答のいずれよりも広いスペクトルを持つ第4のスペクトル光応答を有し、

前記第2の組の個別のフィルタは、前記第1の組の個別のフィルタのいずれよりも小さい領域を有し、

前記第1の組は、四角形の環を形成するように配置された4つの長方形カラーフィルタを含み、

前記第2の組は、前記四角形の環の内側に位置する単一の広帯域フィルタを含み、

前記四角形の環は、1つの四角形の区域を同じ形状及び同じ中心を有す大きな四角形から差し引いた場合にもたらされる形状であり、

前記第1のスペクトル光応答はシアン(C)であり、前記第2のスペクトル光応答は、

マゼンタ (M) であり、前記第 3 のスペクトル光応答は、黄色 (Y) であり、前記第 4 のスペクトル光応答は、パンクロマティック (P) であり、

前記長方形カラーフィルタの 2 つは、黄色であり、1 つは、シアンであり、1 つは、マゼンタである、

ことを特徴とするカラーフィルタアレイ。

【請求項 2】

前記長方形カラーフィルタの内の 1 つは、前記第 1 のスペクトル光応答を含み、前記長方形カラーフィルタの内の 2 つは、前記第 3 のスペクトル光応答を含み、前記長方形カラーフィルタの内の 1 つは、前記第 2 のスペクトル光応答を含む、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のカラーフィルタアレイ。

10

【請求項 3】

複数の個別ピクセルを含むピクセルアレイと、

前記ピクセルアレイの各個別ピクセルが、前記カラーフィルタアレイの対応するフィルタに光学的に結合するように、前記ピクセルアレイの上に位置するカラーフィルタアレイと、

を備え、

前記カラーフィルタアレイは、複数のタイル化された最小繰り返しユニットを備え、各最小繰り返しユニットは、少なくとも、

第 1 のスペクトル光応答を伴う少なくとも 1 つのカラーフィルタ、第 2 のスペクトル光応答を伴う少なくとも 1 つのカラーフィルタ及び第 3 のスペクトル光応答を伴う少なくとも 1 つのカラーフィルタを含む 3 又はそれより多いカラーフィルタを備えるフィルタの第 1 の組と、

20

前記第 1 の組の前記カラーフィルタの間に位置する 1 又はそれより多い広帯域フィルタを備えるフィルタの第 2 の組とを備え、

前記 1 又はそれより多い広帯域のフィルタの各々は、前記第 1、第 2 及び第 3 のスペクトル光応答のいずれよりも広いスペクトルを持つ第 4 のスペクトル光応答を有し、

前記第 2 の組の前記個別のフィルタは、前記第 1 の組の前記個別のフィルタのいずれよりも小さい領域を有し、

前記第 1 の組は、四角形の環を形成するように配置された 4 つの長方形カラーフィルタを含み、

30

前記第 2 の組は、前記四角形の環の内側に位置する単一の広帯域フィルタを含み、

前記四角形の環は、1 つの四角形の区域を同じ形状及び同じ中心を有す大きな四角形から差し引いた場合にもたらされる形状であり、

さらに、

前記ピクセルアレイと結合して、前記個別ピクセルからの信号を読み出す読み出し回路と、

前記読み出し回路と結合し、前記個別ピクセルから読まれた信号を処理する機能論理と、を備える、

画像センサ。

【請求項 4】

40

各フィルタの大きさは、対応するピクセルの大きさに実質的に適合する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像センサ。

【請求項 5】

各フィルタの大きさは、対応するピクセルの大きさとは異なる、ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像センサ。

【請求項 6】

前記長方形カラーフィルタの内の 1 つは、前記第 1 のスペクトル光応答を含み、前記長方形カラーフィルタの内の 2 つは、前記第 2 のスペクトル光応答を含み、前記長方形カラーフィルタの内の 1 つは、前記第 3 のスペクトル光応答を含む、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像センサ。

50

【請求項 7】

前記第 1 のスペクトル光応答は、赤 (R) であり、前記第 2 のスペクトル光応答は、緑 (G) であり、前記第 3 のスペクトル光応答は、青 (B) であり、前記第 4 のスペクトル光応答は、パングロマティック (P) である、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の画像センサ。

【請求項 8】

前記第 1 のスペクトル光応答はシアン (C) であり、前記第 2 のスペクトル光応答は、マゼンタ (M) であり、前記第 3 のスペクトル光応答は、黄色 (Y) であり、前記第 4 のスペクトル光応答は、パングロマティック (P) である、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の画像センサ。

10

【請求項 9】

前記長方形カラーフィルタの二つは、マゼンタ (M) であり、一つは、シアン (C) であり、一つは、黄色 (Y) である、ことを特徴とする請求項 8 に記載の画像センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、画像センサ、特に、しかし他を排斥することは意図されていないが、画像センサを用いてカラーエイリアシングを最小化するカラーフィルタアレイのパターンに関する。

【背景技術】

20

【0002】

画像センサは、デジタル静止カメラ、携帯電話、監視カメラのみならず、医療、自動車その他の応用において幅広く用いられる。画像センサ、特に相補型金属酸化物半導体 (C M O S) 画像センサを製造するために用いられる技術は、迅速なペースで発展し続けていて、より高い解像度及び、より低い消費電力に対する要求が、画像センサの更なる小型化及び一体化を促してきた。

【0003】

従来の C M O S 画像センサは、バイヤパターンとして知られる形式で配置される、赤、緑及び青 (R G B) といった一組の原色のカラーフィルタアレイ (C F A s) を利用していた。ある実施形態において、色なし、クリア若しくはパングロマティックピクセルとしても知られるクリアピクセルが、カラーフィルタアレイに含まれて、画像センサの感度を向上することができる。R G B カラーフィルタに加えてクリアフィルタを含むカラーフィルタアレイは、R G B C ピクセルパターンと呼ばれることがある。

30

【0004】

ある R G B C パターンは、感度を向上させるが、カラーエイリアシングを引き起こし得る。カラーエイリアシングは、画像領域において、悪質なカラー表示をもたらす。例えば、赤又は青といった色は、緑であるべき画像の一部において現れ得る。カラーエイリアシングの別の例では、個別のピクセルを通して現れる、黒又は別の暗い背景にある小さい白い線が、原色の各々の単一のピクセルを含む線として解釈されることがある。カラーエイリアシングは、R G B C パターン内のクリアフィルタの配列のため、少なくとも部分的に発生する。クリアピクセルを有する画像センサは、カラーエイリアシングを一層引き起こしやすくなる。なぜなら、クリアピクセル光の強度以外にそれ自身のいかなる色の情報も生成しないからである。

40

【0005】

カラーエイリアシングは、電荷結像デバイス (C C D) 画像センサ又は、相補型金属酸化物半導体 (C M O S) と共に特定のカラーフィルタアレイ (C F A) パターンを用いることによって生じる一般的に望ましくない効果である。従って、カラーエイリアシングを最小化する C F A パターンを設計することが、望まれている。

【0006】

特に定めのない限り様々な図を通じて同様の参照数字が同じ部分を示す以下の図を参照

50

しながら、本発明の非限定的かつ非包括的な実施形態を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、カラーフィルタアレイを含む画像センサの実施形態の概念図である。

【図2A】それぞれ、前面が照射されるピクセルの対の実施形態及び背面が照射されるピクセルの実施形態の断面図である。

【図2B】それぞれ、前面が照射されるピクセルの対の実施形態及び背面が照射されるピクセルの実施形態の断面図である。

【図3】図3は、多数の最小の繰り返しユニット(MRUs)をタイル化することによって形成されるカラーフィルタアレイ(CFA)の実施形態の概念図である。

【図4A】最小繰り返しユニットの実施形態の概念図である。

【図4B】最小繰り返しユニットの実施形態の概念図である。

【図4C】最小繰り返しユニットの実施形態の概念図である。

【図4D】最小繰り返しユニットの実施形態の概念図である。

【図4E】最小繰り返しユニットの実施形態の概念図である。

【図5A】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図5B】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図5C】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図5D】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図6A】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図6B】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図6C】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図6D】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図7A】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図7B】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図7C】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図7D】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図7E】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図7F】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図8A】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図8B】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図8C】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図8D】最小繰り返しユニットの別の実施形態の概念図である。

【図9A】カラーフィルタアレイに結合したピクセルアレイの実施形態の断面図である。

【図9B】カラーフィルタアレイに結合したピクセルアレイの実施形態の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

カラーエイリアシングを最小化するカラーフィルタアレイパターンのための装置、システム、及び方法の実施形態を説明する。特定の詳細を実施形態の完全な理解を提供するために説明するが、当業者は、説明する詳細のうちの1つ又はそれよりも多くがなくとも又は他の方法、構成要素、材料などによって本発明を実施することができることを認識するであろう。一部の事例では、公知の構造、材料、又は作動は、詳細に説明又は図示しないが、それにもかかわらず本発明の範囲に包含される。

【0009】

本明細書を通して「一実施形態」又は「実施形態」への参照は、実施形態と共に説明する詳細な特徴、構造、又は特性が少なくとも1つの説明する実施形態に含まれ得ることを意味する。従って、「一実施形態では」又は「実施形態では」の出現は、必ずしも全て同じ実施形態を意味するとは限らない。更に、特定の特徵、構造、又は特性は、1つ又はそれよりも多くの実施形態においていずれかの適切な方式で組み合わせることができる。

【0010】

10

20

30

40

50

図1は、色ピクセルアレイ105、ピクセルアレイに結合された読み出し回路170、読み出し回路に結合された機能論理115、及びピクセルアレイに結合された制御回路120を含む相補型金属酸化物半導体(CMOS)画像センサ100の実施形態を示している。色ピクセルアレイ105は、個別の画像センサ又はXピクセル縦列及びYピクセル横列を有するピクセル(例えば、ピクセルP1、P2...、Pn)の2次元(「2D」)アレイである。色ピクセルアレイ105は、図5Aに示すような前面照明画像センサ又は図5Bに示すような背面照明画像センサに実施することができる。図示のように、アレイの各ピクセルは、横列(例えば、横列R1~Ry)及び縦列(例えば、縦列C1~Cx)に配置され、人、場所、又は物体の画像データを取得し、次に、これらを使用して人、場所、又は物体の2D画像を提供することができる。色ピクセルアレイ105は、カラーフィルタアレイの開示する実施形態と共に以下で更に説明するように、ピクセルアレイに結合されたカラーフィルタアレイ(「CFA」)を使用して各ピクセルに色を割り当てる。

【0011】

ピクセルアレイ105の各ピクセルがその画像データ又は画像電荷を取得した後に、画像データは、読み出し回路170によって読み出されて記憶、追加処理、その他のために機能論理115に転送される。読み出し回路170は、振幅回路、アナログ/デジタル変換(「ADC」)回路、又は他の回路を含むことができる。機能論理115は、画像データを記憶し及び/又は画像後効果(例えば、切り取り、回転、赤目除去、輝度調節、コントラスト調節、又はその他)を適用することによって画像データを操作することができる。機能論理115も使用して、一実施形態では画像データを処理し、固定パターンノイズを補正することができる(すなわち、低減するか又は除去する)。制御回路120をピクセルアレイ105に結合して、色ピクセルアレイ105の作動特性を制御する。例えば、制御回路120は、画像取得を制御するためのシャッター信号を発生させることができる。

【0012】

図2Aは、CMOS画像センサの前面照明(FSI)ピクセル200の実施形態の断面を示す。FSIピクセル200の前面は、感光性領域204及び関連ピクセル回路を配置し、かつこの上には信号を再分配するための金属スタック206が形成される。金属スタック206は、金属層M1及びM2を含み、金属層M1及びM2をパターン化し、FSIピクセル200への光入射が感光性又は光ダイオード(「PD」)領域204に到達することができる光通路を生成する。色画像センサを実施するために、前面は、その個別のカラーフィルタ(個別のフィルタ203及び205は、この特定の断面で示されている)の各々が入射光をPD領域204上に集束させるのに役に立つマイクロレンズ506の下に配置されたカラーフィルタアレイ201を含む。カラーフィルタアレイ201は、本明細書で説明する任意のカラーフィルタアレイとすることができる。

【0013】

図2Bは、CMOS画像センサにおける背面照明(BSI)ピクセル250の実施形態の断面を示す。FSIピクセル200と同様に、ピクセル250の前面は、感光性領域204及び関連ピクセル回路を配置し、かつその上に信号を再分配するために金属スタック206が形成される基板の側面である。背面は、前面の反対側の基板202の側である。色画像センサを実施するために、背面は、その個別のカラーフィルタ(個別のフィルタ203及び205は、この特定の断面で示されている)の各々がマイクロレンズ206の下に配置されたカラーフィルタアレイ201を含む。マイクロレンズ206は、入射光を感光性領域204上に集束させるのに役に立つ。ピクセル250の背面照明は、金属スタック206における金属相互接続線が、撮像されている物体と感光性領域204の間の経路を覆い隠さず、感光性領域によってより大きい信号発生をもたらすことを意味する。

【0014】

図3は、カラーフィルタアレイ(CFA)及びCFAを形成するようにタイル化した最小繰り返しユニット(MRU)の組を示す。CFA300は、CFAが結合しているか又は結合することになるピクセルアレイの個別のピクセルの数に実質的に対応するいくつか

10

20

30

40

50

の個別のフィルタを含む。各個別のフィルタは、ピクセルアレイの対応する個別のピクセルに光学的に結合し、光応答の組から選択された特定のカラー光応答を有する。特定の光応答は、同時に他のスペクトルの部分に対して低い感度を有しながら電磁気スペクトルの一定の部分に対して高い感度を有する。ピクセル自体は色なしであるが、CFAは、ピクセルの上にフィルタを配置することによって各ピクセルに個別の光応答を割り当てるので、ピクセルをその特定の光応答のピクセルと呼ぶのが一般的である。従って、ピクセルは、ピクセルにフィルタがないか又はクリア（すなわち、色なし又はパングロマティック）フィルタに結合される場合に「クリアピクセル」、ピクセルが青カラーフィルタに結合される場合に「青色ピクセル」、ピクセルが緑カラーフィルタに結合される場合に「緑色ピクセル」、又はピクセルが赤カラーフィルタに結合される場合に「赤色ピクセル」等と呼ぶことができる。

10

【0015】

通常、センサで用いるために選択されるカラー光応答の組は、少なくとも3色であるが、一部の実施形態は、4色以上とすることができる。4カラー光応答をもつCFA300の実施形態において、光応答の組は、赤色、緑色、青色、及びクリア又はパングロマティック（つまり無彩色又は色なし）とすることができる。しかし、他の実施形態において、CFA300は、前記の色に加えて又はその代わりに他の光応答を有することができる。例えば、他の実施形態では、シアン（C）、マゼンタ（M）、及び黄色（Y）フィルタ、クリア（つまり色なし）フィルタ、赤外線フィルタ、紫外線フィルタ、X線フィルタ等を含むことができる。

20

【0016】

本明細書で用いる場合、白色、クリア、色なし、又はパングロマティック光応答は、カラー光応答の選択された組で表されるこれらのスペクトル感度よりも広いスペクトル感度を有する光応答を意味する。パングロマティックの感光性は、可視スペクトルにわたって高い感度を有することができる。パングロマティックピクセルという用語は、パングロマティック光応答を有するピクセルを意味する。パングロマティックピクセルは、一般的に、カラー光応答の組よりも広いスペクトル感度を有するが、各パングロマティックピクセルは、関連フィルタを有することができる。このようなフィルタは、減光フィルタ又はカラーフィルタのいずれかである。

【0017】

CFA300の個別のフィルタは、MRU302のような最小繰り返しユニット（MRU）にグループ分けされ、MRUは、矢印によって示すように垂直及び水平にタイル化されてGFA300を形成する。最小繰り返しユニットは、他のいずれの繰り返しユニットもより少ない個別のフィルタをもたない繰り返しユニットである。カラーフィルタアレイは、いくつかの異なる繰り返しユニットを含むことができるが、繰り返しユニットは、より少ない個別のフィルタを含むアレイに別の繰り返しユニットがある場合に最小繰り返しユニットではない。また、他の実施形態は、MRU302に関して示したものよりも多い又は少ないピクセル数を含むMRUを備えたフィルタアレイを含むことができる。

30

【0018】

図4Aは、最小繰り返しユニット（MRU）400の実施形態を示す。MRU400は、四角形の環を形成するように配置された4つの四角形フィルタ402a - 402dを含む。四角形の環は、1つの四角形の区域を同じ形状及び同じ中心を有する大きな四角形から差し引いた場合にもたらされる形状である。例示の実施形態において、四角形の環は、正方形環であるが、他の実施形態において、正方形である必要はない。

40

【0019】

例示の実施形態において、フィルタ402a - 402dは長方形であり、実質的に同じサイズであるが、他の実施形態において、フィルタ402a - 402dは他の四角形状とすることができる。さらに他の実施形態において、4つのフィルタ402a - 402d全ては、同じサイズである必要はない。フィルタ402a - 402dが形成する四角形の環の中心にはフィルタ402a - 402dのいずれよりも面積の小さい四角形フィルタ4

50

04がある。フィルタ404のエッジはフィルタ402a - 402dのエッジと一致しており、フィルタ404は、フィルタ402a - 402dは形成する四角形の環の内側で作られて境界付けされている。例示の実施形態において、フィルタ404は正方形であるが、他の実施形態において、フィルタ404は、四角形フィルタ402a - 402dの形状及び相対的なサイズに応じて、非正方形の四角形とすることができる。

【0020】

スペクトル光応答をMRU400の個別のフィルタに割り当てるために、個別のフィルタは、2つのグループに分けることができ、第1のグループは、3つの異なるカラースペクトル光応答S1、S2、及びS3を備えたフィルタ含み、第2のグループは、第4の光応答S4を有する広帯域フィルタを含む。広帯域は、スペクトル光応答S4を有するフィルタが、スペクトル光応答S1、S2、及びS3を有するいずれかのフィルタよりも広い波長スペクトルを通過させることを意味し、実際には、一部の実施形態において、S4は、S1 - S3の全てを包含することができる。MRU400において、3つのスペクトル光応答S1 - S3は4つのフィルタ402a - 402dに割り当てられ、このことは、光応答S1 - S3の何れかがMRU400に2回現れること、換言するとMRUにおいて同一カラー光応答フィルタが2回以上現れることを意味する。例えば、例示の実施形態において、スペクトル光応答S2が2回現れるので、本実施形態において、同一カラー光応答フィルタは斜め向かいにあって当接していない。しかし、他の実施形態において、同一カラー光応答フィルタは、図示のものとは異なるように配置することができる。例えば、同じ光応答フィルタは、異なる対角線に沿って配置すること、又は水平方向又は垂直方向で当接することができる。

10

20

【0021】

図4B - 4Eは、各スペクトル光応答が特異的に割り当てられたMRU400の実施形態を例示する。図4Bは、スペクトル光応答S1 - S3が、RGBカラーの組としても知られている、赤(R)、緑(G)、及び青を含む原色の組から選択されたMRU400の実施形態を示す。例示の実施形態において、S1は赤、S2は緑、及びS3は青である。S1 - S3よりも広いスペクトルを有するスペクトル光応答S4は、パンクロマティックである。

【0022】

図4Cは、スペクトル光応答S1 - S3が図4Bと同様に原色の組(RGB)から選択されるが、カラー割り当てが異なる実施形態を例示する。例示の実施形態において、S1は緑、S2は青、及びS3は赤である。前述の実施形態と同様にS4はパンクロマティックのままである。

30

【0023】

図4Dは、2つの同一カラー光応答フィルタが、図4Aとは相違して配置される実施形態を例示し、本実施形態において、一对の同一カラー光応答フィルタ(本実施形態では緑)が、斜めに向かい合うのではなく垂直方向に当接する。例示の実施形態において、カラー光応答S1 - S3は、RGB原色の組から選択される、S4はパンクロマティックのままである。

【0024】

図4Eは、スペクトル光応答S1 - S3が図4Aに示すように配置されるが、スペクトル光応答S1 - S3が異なる原色の組を使用する実施形態を例示する。例示の実施形態において、原色の組は、シアン(C)、マゼンタ(M)、黄色(Y)のカラーの組であり、各スペクトル光応答は、MRUにおいてS1がシアン、S2が黄色、及びS3がマゼンタで割り当てられる。

40

【0025】

図5Aは、MRU500の他の実施形態を例示する。MRU500は、直線的に配置された3つの八角形フィルタ502、504、及び506を含み、各フィルタは、少なくとも1つの隣接する八角形フィルタのエッジと一致する少なくとも1つのエッジを有する。例示の実施形態において、八角形フィルタ502、504、506は、同じサイズの正八

50

角形であるが、他の実施形態において、これらは同じサイズの正八角形である必要はない。また、MRU500は、3つの四角形フィルタ508、510、及び512を有し、このことは、八角形と四角形フィルタの比率が1:1であることを意味する。四角形フィルタ508、510、及び512の面積は、いずれの八角形フィルタ502、504、及び506よりも小さい。四角形フィルタ508、510、及び512の各々は、隣接する八角形フィルタの不一致エッジで形成された少なくとも2つの辺を有するので、タイル化MRU500によって生じるカラーフィルタアレイにおいて、四角形フィルタ508、510、512は、各八角形フィルタの間の格子間空間を占有してこれによって境界付けされることになる。例示の実施形態において、四角形フィルタ508、510、512は正方形であるが、他の実施形態において、これらは正方形以外の四角形、例えば長方形、台形、又はひし形とすることができる。

10

【0026】

MRU500の個別のフィルタには異なる光応答が割り当てられる。八角形ピクセル502、504、及び506にはカラー光応答S1-S3が割り当てられるが、四角形ピクセル508、510、及び512には広帯域スペクトル光応答S4が割り当てられる。カラー光応答S1-S3は、RGB又はCMYのような原色の組から選択することができる。MRU500において、3つのフィルタには3つのカラー光応答が割り当てられるが、このことはMRUにおいて光応答S1-S3が1回だけ現れることを意味する。

【0027】

図5Bは、カラー光応答S1-S3がRGB原色の組から選択されているMRU500の実施形態を例示する。例示の実施形態において、カラー光応答S1-S3は、S1が赤、S2が緑、及びS3が青として割り当てられるが、他の実施形態において、カラー光応答S1-S3の各々に割り当てられる原色は異なることができる。四角形フィルタ508-512に割り当てられる広帯域スペクトル光応答S4は、パングロマティック(P)である。

20

【0028】

図5Cは、MRU550の代替的实施形態を例示する。MRU550は、直角を成すように配置された3つの八角形フィルタ552、554、及び556を含み、各フィルタは、少なくとも1つの当接する又は隣接する八角形フィルタのエッジに一致する少なくとも1つのエッジを有する。例示の実施形態において、八角形フィルタ552、554、及び556は、実質的に同じサイズの正八角形であるが、他の実施形態において、同じサイズの正八角形である必要はない。また、MRU550は、3つの四角形フィルタ558、560、及び562を含み、このことは八角形と四角形フィルタの比率が1:1であることを意味する。四角形フィルタ558、560、及び562の面積は、いずれの八角形フィルタ552、554、及び556よりも小さい。四角形フィルタ558、560、及び562の各々は、隣接する八角形フィルタの不一致エッジで形成された少なくとも2つの辺を有するので、タイル化MRU550によって生じるカラーフィルタアレイにおいて、四角形フィルタ558、560、及び562は、各八角形フィルタの間の格子間空間を占有することになる。例示の実施形態において、四角形フィルタ558、560、及び562は正方形であるが、他の実施形態において、八角形フィルタの形状及びサイズに応じて、これらは正方形以外の四角形、例えば長方形、台形、又はひし形とすることができる。

30

40

【0029】

MRU550の個別のフィルタには異なる光応答が割り当てられる。八角形ピクセル502、504、及び506にはカラー光応答S1-S3が割り当てられるが、四角形ピクセル508、510、及び512には広帯域スペクトル光応答S4が割り当てられる。カラー光応答S1-S3は、RGB又はCMYのような原色の組から選択することができる。MRU550において、3つのフィルタには3つのカラー光応答が割り当てられるが、このことはMRUにおいて光応答S1-S3が1回だけ現れることを意味する。

【0030】

図5Dは、カラー光応答S1-S3がRGB原色の組から選択されているMRU550

50

の実施形態を例示する。例示の実施形態において、カラー光応答 S 1 - S 3 は、S 1 が赤、S 2 が緑、及び S 3 が青として割り当てられるが、他の実施形態において、カラー光応答 S 1 - S 3 の各々に割り当てられる原色は異なることができる。四角形フィルタ 5 5 8 - 5 6 2 に割り当てられる広帯域スペクトル光応答 S 4 は、パンクロマティック (P) である。

【 0 0 3 1 】

図 6 A は、MRU 6 0 0 の他の実施形態を例示する。MRU 6 0 0 は、直線的に配置された 4 つの八角形フィルタ 6 0 2、6 0 4、6 0 6、及び 6 0 8 を含み、各フィルタは、当接する又は隣接する八角形フィルタの少なくとも 1 つのエッジに一致する少なくとも 1 つのエッジを有する。例示の実施形態において、八角形フィルタ 6 0 2、6 0 4、6 0 6、及び 6 0 8 は、同じサイズの正八角形であるが、他の実施形態において、同じサイズの正八角形である必要はない。また、MRU 6 0 0 は、4 つの四角形フィルタ 6 1 0、6 1 2、6 1 4、及び 6 1 6 を含み、このことは八角形と四角形フィルタの比率が 1 : 1 であることを意味する。四角形フィルタ 6 1 0、6 1 2、6 1 4、及び 6 1 6 の面積は、いずれの八角形フィルタ 6 0 2、6 0 4、6 0 6、及び 6 0 8 よりも小さい。四角形フィルタ 6 1 0、6 1 2、6 1 4、及び 6 1 6 の各々は、当接する又は隣接する八角形フィルタの不一致エッジで形成された少なくとも 2 つの辺を有するので、タイル化 MRU 6 0 0 によって生じるカラーフィルタアレイにおいて、四角形フィルタ 6 1 0、6 1 2、6 1 4、及び 6 1 6 は、各八角形フィルタの間の格子間空間を占有することになる。例示の実施形態において、四角形フィルタ 6 1 0、6 1 2、6 1 4、及び 6 1 6 は正方形であるが、他の実施形態において、八角形フィルタの形状及びサイズに応じて、これらは正方形以外の四角形、例えば長方形、台形、又はひし形とすることができる。

【 0 0 3 2 】

MRU 6 0 0 の個別のフィルタには異なる光応答が割り当てられる。八角形ピクセル 6 0 2、6 0 4、6 0 6、及び 6 1 0 にはカラー光応答 S 1 - S 3 が割り当てられるが、四角形フィルタ 6 1 0、6 1 2、6 1 4、及び 6 1 6 には広帯域スペクトル光応答 S 4 が割り当てられる。カラー光応答 S 1 - S 3 は、RGB 又は CMY のような原色の組から選択することができる。MRU 6 0 0 において、4 つのフィルタには 3 つのカラー光応答が割り当てられるが、このことは MRU において光応答 S 1 - S 3 が 2 回現れることを意味する。2 回現れる特定のスペクトル光応答、並びにこれらの同一カラー光応答フィルタの MRU 内での位置は、種々の実施形態で相違することができる。

【 0 0 3 3 】

図 6 B は、カラー光応答 S 1 - S 3 が RGB 原色の組から選択されている MRU 6 0 0 の実施形態を例示する。例示の実施形態において、カラー光応答 S 1 - S 3 は、S 1 が赤、S 2 が緑、及び S 3 が青として割り当てられるが、他の実施形態において、カラー光応答 S 1 - S 3 の各々に割り当てられる原色は異なることができる。四角形フィルタ 6 1 0 - 6 1 6 に割り当てられる広帯域スペクトル光応答 S 4 は、パンクロマティック (P) である。

【 0 0 3 4 】

図 6 C は、MRU 6 5 0 の代替的实施形態を例示する。MRU 6 5 0 は、正方形に配置された八角形フィルタ 6 5 2、6 5 4、6 5 6、及び 6 5 8 を含み、八角形フィルタの各々は、隣接する又は当接する八角形フィルタのエッジに一致する少なくとも 2 つのエッジを有する。例示の実施形態において、八角形フィルタ 6 5 2、6 5 4、6 5 6、及び 6 5 8 は、実質的に同じサイズの正八角形であるが、他の実施形態において、同じサイズの正八角形である必要はない。また、MRU 6 5 0 は、4 つの四角形フィルタ 6 6 0、6 6 2、6 6 4、及び 6 6 6 を含み、このことは八角形と四角形フィルタの比率が 1 : 1 であることを意味する。四角形フィルタ 6 6 0、6 6 2、6 6 4、及び 6 6 6 の面積は、いずれの八角形フィルタ 6 5 2、6 5 4、6 5 6、及び 6 5 8 よりも小さい。四角形フィルタ 6 6 0、6 6 2、6 6 4、及び 6 6 6 の各々は、当接する又は隣接する八角形フィルタの不一致エッジで形成された少なくとも 2 つの辺を有するので、四角形フィルタ 6 6 0、6 6

10

20

30

40

50

2、664、及び666は、各八角形フィルタの間の格子間空間を占有することになり、例えば、四角形フィルタ660は、八角形フィルタ652-658で形成された格子間空間を占有するように提示される。例示の実施形態において、四角形フィルタ610、612、614、及び616は正方形であるが、他の実施形態において、八角形フィルタの形状及びサイズに応じて、これらは正方形以外の四角形、例えば長方形、台形、又はひし形とすることができる。

【0035】

MRU650の個別のフィルタには異なる光応答が割り当てられる。八角形ピクセル652、654、656、及び658にはカラー光応答S1-S3が割り当てられるが、四角形ピクセル660、662、664、及び666には広帯域スペクトル光応答S4が割り当てられる。カラー光応答S1-S3は、RGB又はCMYのような原色の組から選択することができる。MRU650において、4つのフィルタには3つのカラー光応答が割り当てられるが、このことはMRUにおいて光応答S1-S3が2回現れることを意味する。2回現れる特定のスペクトル光応答、並びにこれらの同一カラー光応答フィルタのMRU内での位置は、種々の実施形態で相違することができる。

10

【0036】

図6Dは、カラー光応答S1-S3がRGB原色の組から選択されているMRU650の実施形態を例示する。例示の実施形態において、カラー光応答S1-S3は、S1が赤、S2が緑、及びS3が青として割り当てられるが、他の実施形態において、カラー光応答S1-S3の各々に割り当てられる原色は異なることができる。四角形フィルタ660-666に割り当てられる広帯域スペクトル光応答S4は、パンクロマティック(P)である。

20

【0037】

図7A-7Fは、MRUの代替的实施形態を例示し、各MRUは、2つのMRU600のフィルタと一緒にグループ化して、八角形フィルタの各々に割り当てられるカラー光応答を変えること又は同一カラー光応答フィルタの位置を変えること又はその両方を行うことによって形成することができる。図7A-7FのMRUの各々は、4×2列で配置された8つの八角形フィルタと、8つの四角形フィルタとを含み、このことは八角形と四角形フィルタの比率が1:1であることを意味する。3つのカラー光応答S1-S3のうちの1つは、8つの八角形フィルタの各々に割り当てられており、光応答S1-S3のいずれか1つがMRUで複数回現れることを意味する。複数回現れる特定のスペクトル光応答、並びにこれらの複数の同一カラー光応答フィルタのMRU内での位置は、種々の実施形態で相違することができる。例示の実施形態において、カラー光応答S1-S3は、RGB原色の組から選択されるが、他の実施形態において、CMYといった他の原色の組を使用することができる。さらに、追加のMRUの実施形態は、例示のMRUと鏡像関係で、又は例示のMRUを90度、180度、又は270度回転させることで形成することができる。

30

【0038】

図7Aは、4×2列の八角形フィルタを有するMRUを例示する。上列及び下列の両方は、二対の当接する同一カラー光応答フィルタを含む。例示の実施形態において、上列は、一対の当接する赤フィルタ及び一対の当接する緑フィルタを含み、左から右へのカラーシーケンスRRGGをもたらすが、下列は、一対の当接する緑フィルタ及び一対の当接する青フィルタを含み、左から右へのカラーシーケンスGGBBをもたらす。全ての四角形フィルタはパンクロマティックである。

40

【0039】

図7Bは、4×2列の八角形フィルタを有する他のMRUを例示する。上列は、二対の当接する同一カラー光応答フィルタを含むが、下列は、全てが同じスペクトル光応答のフィルタを有する。例示の実施形態において、上列は、一対の当接する赤ピクセルと一対の当接する青ピクセルを有するので、左から右へのカラーシーケンスはRRBBであるが、下列は全て緑フィルタを含み、左から右へのカラーシーケンスはGGGGである。全ての

50

四角形フィルタはパンクロマティックである。

【 0 0 4 0 】

図 7 C は、4 × 2 列の八角形フィルタを備えた M R U の他の実施形態を例示する。上列及び下列の両方は 3 つのカラー光応答の全てを含むが、同一カラー光応答フィルタは当接しない。例示の実施形態において、上列及び下列の両方は、左から右へのカラーシーケンス R G B G を有する。全ての四角形フィルタはパンクロマティックである。

【 0 0 4 1 】

図 7 D は、4 × 2 列の八角形フィルタを備えた M R U の他の実施形態を例示する。上列及び下列の両方は 3 つのカラー光応答の全てを含むが、同一カラー光応答フィルタは当接しない。例示の実施形態において八角形フィルタの上列は、左から右へのカラーシーケンス R G B G を有するが、下列は、左から右へのカラーシーケンス G R G B を有する。全ての四角形フィルタはパンクロマティックである。

【 0 0 4 2 】

図 7 E は、4 × 2 列の八角形フィルタを備えた M R U の他の実施形態を例示する。上列及び下列の両方は 3 つのカラー光応答の全てを含むが、本実施形態において、2 つの緑フィルタは垂直方向に当接するが、他の同一カラー光応答フィルタは当接しない。例示の実施形態において、八角形フィルタの上列は左から右へのカラーシーケンス R G B G を有するが、下列は左から右へのカラーシーケンス B G R G を有する。全ての四角形フィルタはパンクロマティックである。

【 0 0 4 3 】

図 7 F は、4 × 2 列の八角形フィルタを備えた M R U の他の実施形態を例示する。上列及び下列の両方は 3 つのカラー光応答の全てを含むが、同一カラー光応答フィルタは当接しない。例示の実施形態において、八角形フィルタの上列は左から右へのカラーシーケンス R G R G を有するが、下列は左から右へのカラーシーケンス G B G B を有する。全ての四角形フィルタはパンクロマティックである。

【 0 0 4 4 】

図 8 A - 8 D は、M R U の代替的实施形態を例示し、各 M R U は、4 つの M R U 6 0 0 のフィルタもしくは図 7 A - 7 F の M R U の 2 つを一緒にグループ化して、八角形フィルタの各々に割り当てられるカラー光応答を変えること又は同一カラー光応答フィルタの位置を変えること又はその両方を行うことによって形成することができる。図 8 A - 8 D の M R U の各々は、4 × 4 行に配置された 1 6 の八角形フィルタと 1 6 の四角形フィルタとを含み、このことは八角形と四角形フィルタの比率が 1 : 1 であることを意味する。3 つのカラー光応答 S 1 - S 3 のうちの 1 つは、1 6 の八角形フィルタの各々に割り当てられており、光応答 S 1 - S 3 のいずれか 1 つが M R U で複数回現れることを意味する。複数回現れる特定のスペクトル光応答、並びにこれらの複数の同一カラー光応答フィルタの M R U 内での位置は、種々の実施形態で相違することができる。例示の実施形態において、カラー光応答 S 1 - S 3 は R G B 原色の組から選択され、広帯域光応答 S 4 はパンクロマティックであるが、他の実施形態において、光応答 S 1 - S 3 には C M Y といった他の原色の組を使用することができる。さらに、追加の M R U の実施形態は、例示の M R U と鏡像関係で、又は例示の M R U を 9 0 度、1 8 0 度、又は 2 7 0 度回転させることで形成することができる。

【 0 0 4 5 】

図 9 A - 9 B は、カラー画像センサの実施形態を例示する。図 9 A は、複数の光ダイオードを含むピクセルアレイ 9 0 2 を備えたカラー画像センサ 9 0 0 を例示する。カラーフィルタアレイ 9 0 4 は、ピクセルアレイ 9 0 2 の上に配置されており、光ダイオードの各々がフィルタアレイの対応するフィルタに光学的に結合する。カラーフィルタアレイ 9 0 4 は、本明細書で説明される何らかのフィルタアレイとすることができる。例示の実施形態において、次に、光ダイオード 9 0 6 は、カラーフィルタ 9 0 8 に光学的に結合し、光ダイオード 9 1 0 は広帯域フィルタ 9 1 2 に光学的に結合し、ピクセルアレイ全体で以下同様である。また、フィルタアレイ 9 0 4 のカラーフィルタの各々は、対応するマイクロ

10

20

30

40

50

レンズ 914 に結合される。例示の実施形態において、フィルタアレイ 901 の全ての個別のフィルタのサイズ及び形状は、ピクセルアレイ 902 の対応する光ダイオードもサイズ及び形状に実質的に一致し、例えば、光ダイオード 906 は、フィルタ 908 のサイズ及び形状に実質的に一致し、光ダイオード 910 は、フィルタ 912 のサイズ及び形状に実質的に一致し、以下同様であるが、図 9B に示すように、このことは全ての実施形態に当てはまるものではない。

【0046】

図 9B は、複数の光ダイオードを含むピクセルアレイ 952 を備えたカラー画像センサ 950 を例示する。カラーフィルタアレイ 954 は、ピクセルアレイ 952 の上に配置されており、光ダイオードの各々が、フィルタアレイの 1 又はそれ以上の対応するフィルタに光学的に結合する。カラーフィルタアレイ 954 は、本明細書で説明される何らかのフィルタアレイとすることができる。例示の実施形態において、フィルタアレイ 954 の個別のフィルタの全てのサイズは、ピクセルアレイ 952 の対応する光ダイオードのサイズ及び形状に一致しない。例えば、フィルタ 958 及び 963 といったカラーフィルタは、対応する光ダイオードよりも大きい、広帯域フィルタ、例えば 962 は、対応する光ダイオードよりも小さい。一部の実施形態において、各フィルタの形状は、対応する光ダイオードの形状に一致することができるが、他の実施形態においてはその限りではない。

【0047】

フィルタのサイズが異なるので、ピクセルアレイ 952 の一部の光ダイオードは複数のフィルタに光学的に結合することができる。例示の実施形態において、光ダイオード 956 は、カラーフィルタ 958 に光学的に結合するが、光ダイオード 960 は、広帯域フィルタ 962 並びにカラーフィルタ 958 及び 963 に光学的に結合し、ピクセルアレイ全体で以下同様である。フィルタアレイ 954 のフィルタの各々は、フィルタのサイズに実質的に一致する大きさのマイクロレンズに光学的に結合し、例示の実施形態において、マイクロレンズ 964 は、フィルタ 958 のサイズに実質的に一致するが、マイクロレンズ 966 は、フィルタ 962 のサイズに実質的に一致する。

【0048】

要約に説明するものを含む本発明の例示的な実施形態の上記説明は、網羅的であること又は本発明を開示された形態に限定するように考えられているものではない。本発明の特定の実施形態及び実施例は、例示的な目的のために本明細書に説明したが、様々な同等な修正が、当業者が認識するように本発明の範囲で可能である。上記詳細説明に照らして本発明に対してこれらの修正を行うことができる。

【0049】

以下の特許請求の範囲に使用する用語は、本発明を開示された実施形態に限定すると解釈すべきではない。むしろ、本発明の範囲は、特許請求の範囲の解釈の確立された教義に従って解釈する必要がある特許請求の範囲によって完全に判断されるものとする。

【符号の説明】

【0050】

- 200 FSI ピクセル
- 201 カラーフィルタアレイ
- 202 基板
- 203 フィルタ
- 205 フィルタ
- 206 マイクロレンズ

10

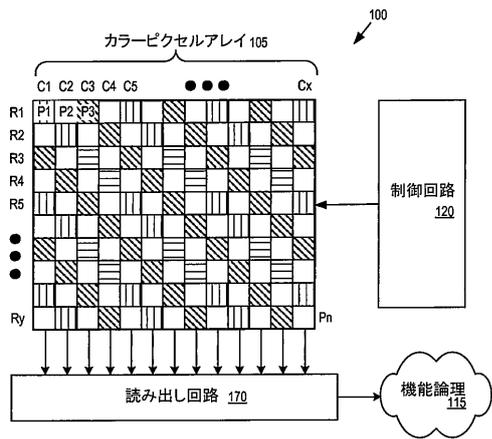
20

30

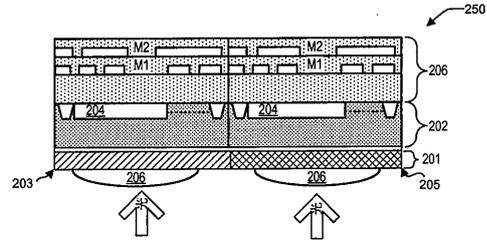
40

【図1】

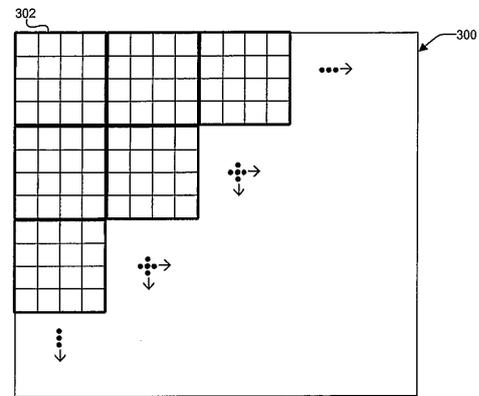
赤 緑 青 クリア



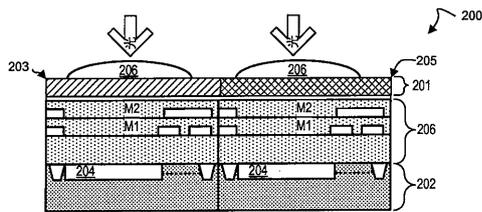
【図2B】



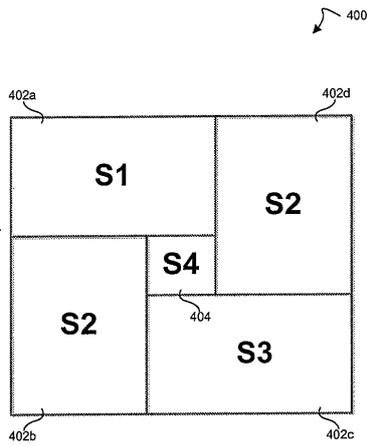
【図3】



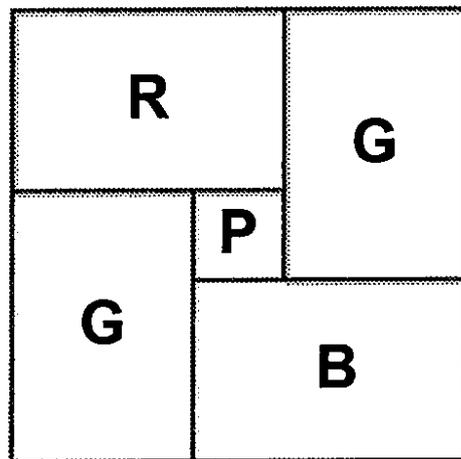
【図2A】



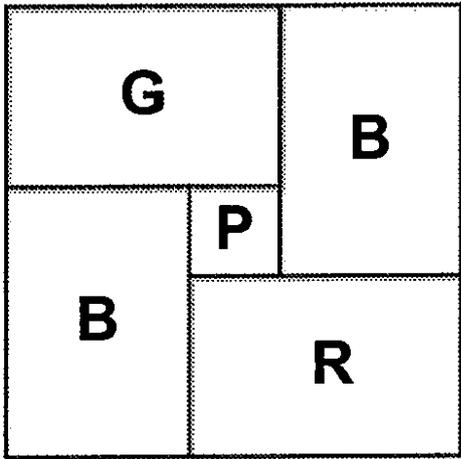
【図4A】



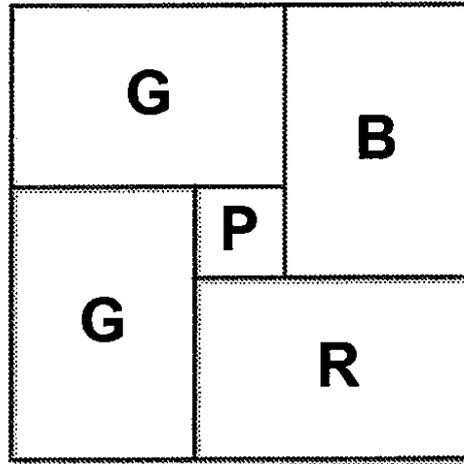
【図4B】



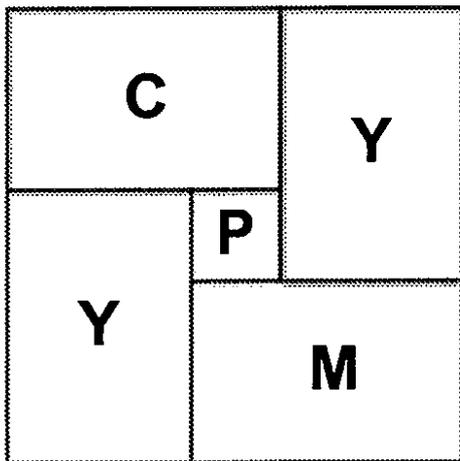
【 4 C 】



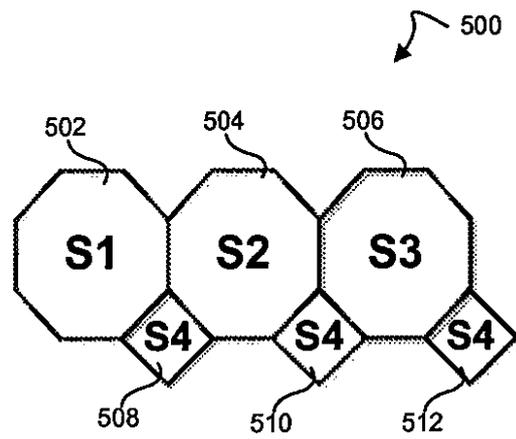
【 4 D 】



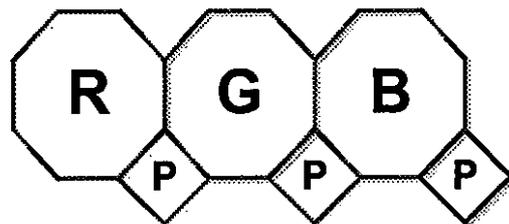
【 4 E 】



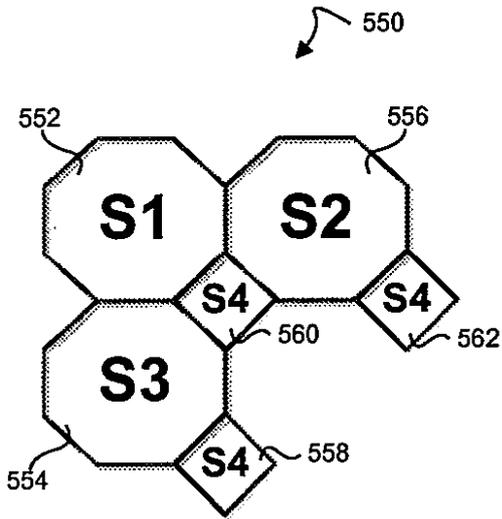
【 5 A 】



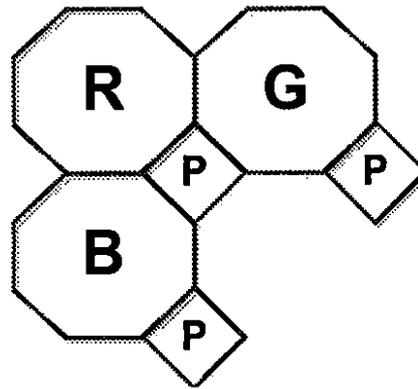
【 5 B 】



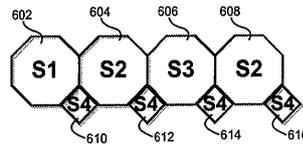
【 5 C 】



【 5 D 】



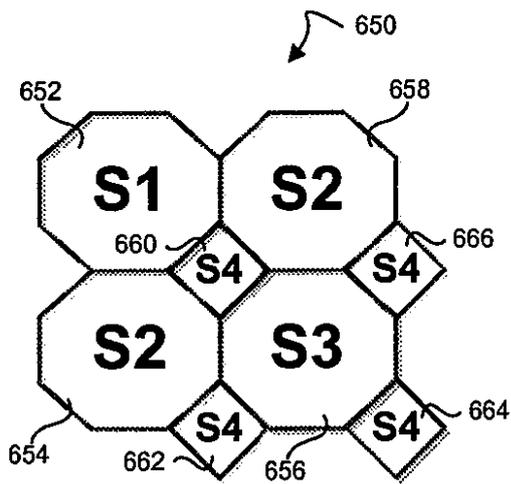
【 6 A 】



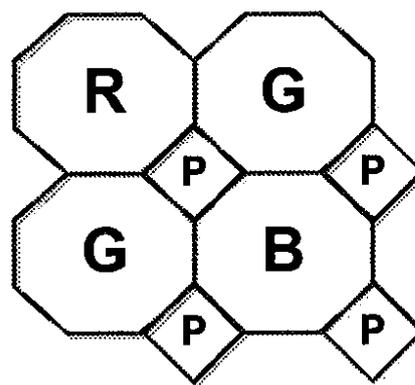
【 6 B 】



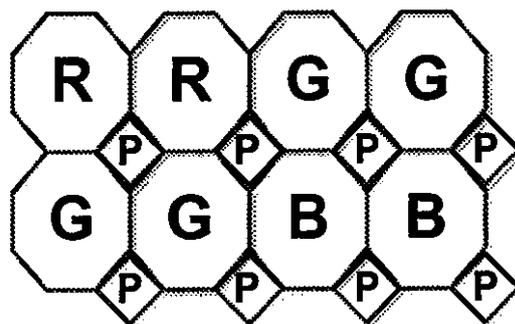
【 6 C 】



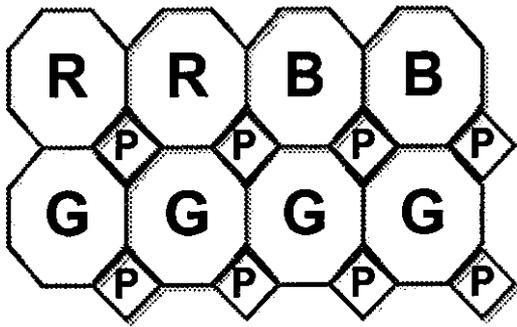
【 6 D 】



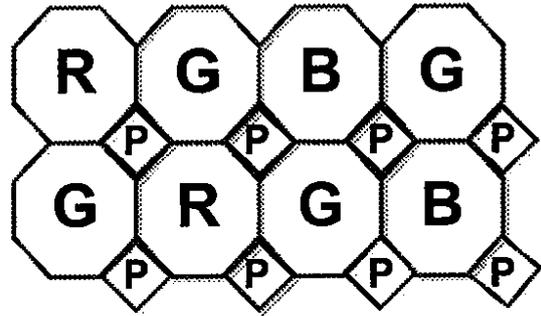
【 7 A 】



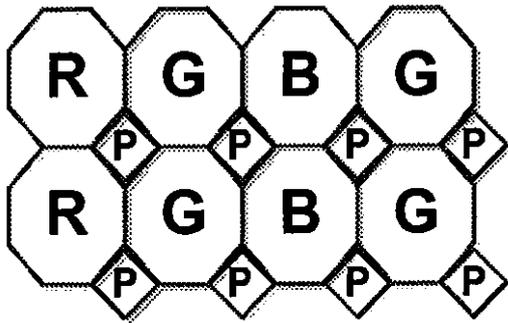
【 7 B 】



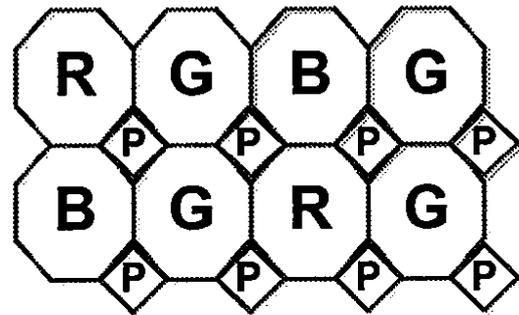
【 7 D 】



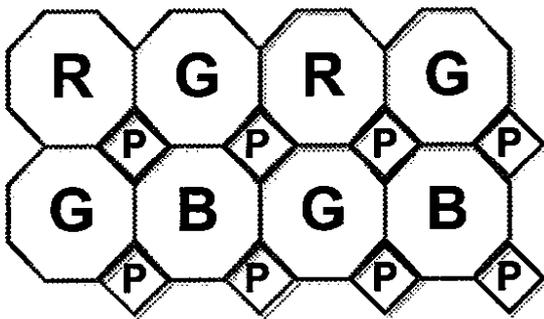
【 7 C 】



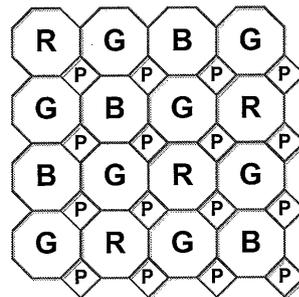
【 7 E 】



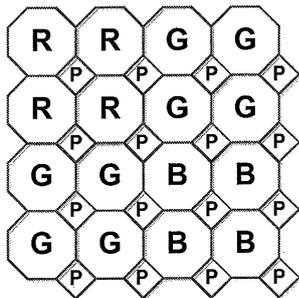
【 7 F 】



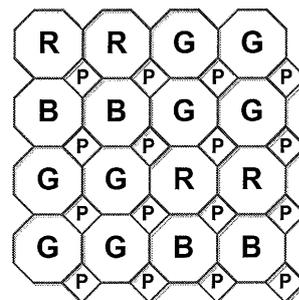
【 8 B 】



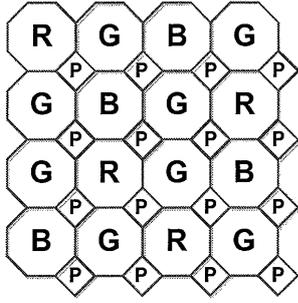
【 8 A 】



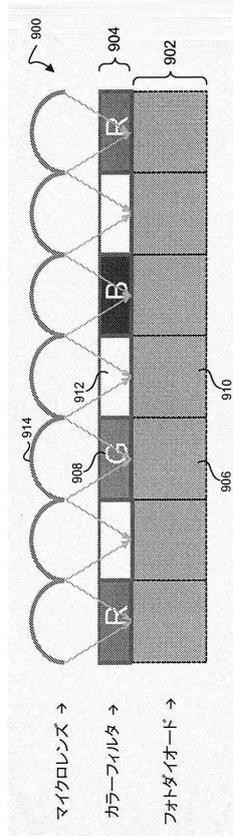
【 8 C 】



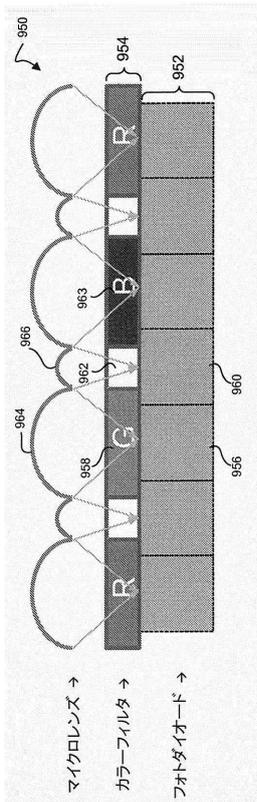
【図 8 D】



【図 9 A】



【図 9 B】



フロントページの続き

- (74)代理人 100109070
弁理士 須田 洋之
- (74)代理人 100109335
弁理士 上杉 浩
- (74)代理人 100120525
弁理士 近藤 直樹
- (74)代理人 100164530
弁理士 岸 慶憲
- (72)発明者 レイモンド ウー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 5 4 サンタ クララ パートン ドライヴ 4 2 7
5
- (72)発明者 ジジャン シャン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 1 4 クパティーノ アヴェニダ レーン 1 0 3 8
7
- (72)発明者 チン ブー パン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 6 6 プレザントン ヴィア エスパータ 2 3 0 8

審査官 横川 美穂

- (56)参考文献 特開2005-196166(JP,A)
特開2012-080553(JP,A)
特開2015-207000(JP,A)
国際公開第2005/101807(WO,A2)
特開2009-265240(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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