

(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2009-26808

(P2009-26808A)

(43) 公開日 平成21年2月5日(2009.2.5)

(51) Int. Cl.		F I	テーマコード (参考)			
HO 1 L	27/14	(2006.01)	HO 1 L	27/14	D	4M118
HO 4 N	5/335	(2006.01)	HO 4 N	5/335	U	5C024
HO 4 N	9/07	(2006.01)	HO 4 N	9/07	A	5C065
HO 1 L	27/148	(2006.01)	HO 1 L	27/14	B	
HO 4 N	101/00	(2006.01)	HO 4 N	101:00		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-185770 (P2007-185770)
 (22) 出願日 平成19年7月17日 (2007.7.17)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100075281
 弁理士 小林 和憲
 (74) 代理人 100095234
 弁理士 飯嶋 茂
 (74) 代理人 100117536
 弁理士 小林 英了
 (72) 発明者 山田 友樹
 宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地
 富士フイルムフォトニクス株式会社内
 Fターム(参考) 4M118 AB01 BA13 CA04 CA32 EA01
 EA14 EA15 GB03 GB08 GB11
 GC07 GC14 GD04 GD07
 最終頁に続く

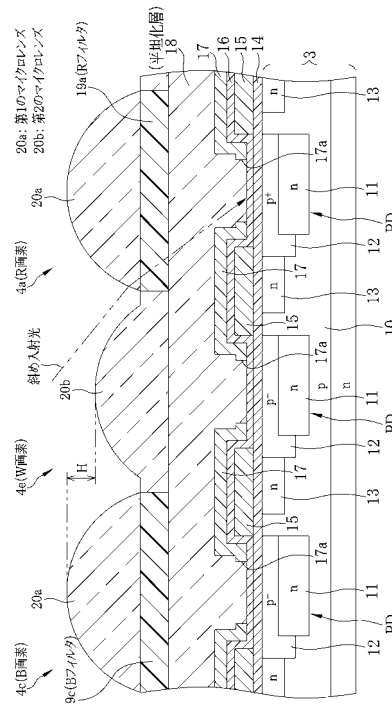
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【課題】色画素と白画素とのサイズを同一としたまま色信号と輝度信号とのバランスを図ることができる固体撮像装置を提供する。

【解決手段】入射光を光電変換して信号電荷を生成する複数の受光素子PDを半導体基板3内に2次元マトリクス状に配列する。市松状の位置に配列された各受光素子PDの入射側に、R、G、Bの3種類のカラーフィルタ19a~19cのうちいずれかを配置し、各カラーフィルタ上に第1のマイクロレンズ20aを配置することにより色画素(R画素、G画素、B画素)を構成する。残りの市松状の位置に配列された各受光素子の入射側に、カラーフィルタを介さずに、第1のマイクロレンズ20aより頂点位置が低い第2のマイクロレンズ20bを配置することにより白画素(W画素)を構成する。これにより、第1のマイクロレンズは、入射角度範囲が広がり、斜め入射光の集光効率が向上する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射光を光電変換して信号電荷を生成する複数個の受光素子が半導体基板内に 2 次元マトリクス状に配列されてなる固体撮像装置において、

所定の位置に配列された各受光素子の入射側に、複数種類のカラーフィルタのうちいずれかが配置され、各カラーフィルタの入射側に第 1 のマイクロレンズが配置されてなる複数の色画素と、

少なくとも 1 つの前記色画素に隣接する位置に配列された各受光素子の入射側に、カラーフィルタを介さず、前記第 1 のマイクロレンズより頂点位置が低い第 2 のマイクロレンズが配置されてなる複数の白画素と、

を備えたことを特徴とする固体撮像装置。

10

【請求項 2】

前記色画素は、市松状の位置に配列されており、前記白画素は、残りの市松状の位置に配列されていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記半導体基板上には、カラーフィルタを配置するために表面が平坦化された平坦化層が設けられており、前記第 2 のマイクロレンズは、前記平坦化層の表面上に直接形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記色画素は、赤色の光を抽出する赤フィルタを備えた赤画素と、緑色の光を抽出する緑フィルタを備えた緑画素と、青色の光を抽出する青フィルタを備えた青画素とからなることを特徴とする請求項 1 から 3 いずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

20

【請求項 5】

前記各受光素子の列ごとに設けられ、前記各受光素子から信号電荷を読み出し垂直転送を行う複数の垂直 CCD と、前記各垂直 CCD から信号電荷を受け取り、水平転送を行う水平 CCD と、前記水平 CCD から信号電荷を受け取り、信号電荷を電圧信号に変換して出力する出力アンプとを備えたことを特徴とする請求項 1 から 4 いずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、単板カラー撮像方式の固体撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラ等の電子式カメラには、CCD (Charge Coupled Device) 型や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 型の固体撮像装置が用いられている。この固体撮像装置としては、受光素子とカラーフィルタとを一对として画素 (ピクセル) を構成し、この画素を 2 次元配置した単板カラー撮像方式のものが一般的である。受光素子は、光の色に依らず明るさのみを検出するものであるため、特定の色を抽出するカラーフィルタを受光素子の入射側に配置することにより、画素ごとに特定の色を検出している。

40

【0003】

被写体像をカラー画像として再現するために、通常、光の 3 原色である赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の光を抽出する 3 種類のカラーフィルタが用いられ、3 種類の色画素 (カラーフィルタの抽出する色に対応して、R 画素、G 画素、B 画素と呼ぶ) が構成されている。このカラーフィルタの色配列としては、正方格子配列において、「G」を市松状に配置し、残りの位置に「R」と「B」とを均等に割り振って配置したベイヤー配列が知られており、このベイヤー配列は広く用いられている。このベイヤー配列を用いた固体撮像装置では、各画素位置において、R、G、B のいずれかの色の光量が検出されるため、各画素位置の色情報及び輝度情報は、隣接する周囲の色画素の画素値から推定演算することに

50

より求められる。

【0004】

ベイヤー配列では、G画素がR画素及びB画素に比べて2倍の数だけ存在する。このため、被写体が緑色である場合には、G画素によって殆どの輝度情報が得られるため、画像の輝度解像度は大きい。被写体が赤色または青色の場合には、R画素またはB画素によって輝度情報が得られるため、画像の輝度解像度が緑色の場合の約1/2に低下してしまう。つまり、被写体の色によって輝度解像度が劣化するという問題がある。

【0005】

そこで、正方格子配列において、市松状の位置に色画素（R画素、G画素、B画素）を配置し、残りの市松状の位置に白（W）画素を配置することで、色情報と輝度情報とを区別して検出し、輝度解像度の色依存性をなくす技術が提案されている（特許文献1参照）。W画素は、カラーフィルタに代えて、光透過率の高い透明フィルタや白フィルタ等の輝度フィルタを配した、輝度と相関関係のある分光特性を有する画素であり、被写体の輝度情報を検出する。また、この技術は、輝度解像度の色依存性の回避と同時に、感度の高い固体撮像装置を実現することができ、近年の高画素化・高密度化に伴う、画素の微細化に供するものである。

【0006】

特許文献1に記載の技術では、各画素を同じ構造とした場合、色画素とW画素との感度差が非常に大きく、同一の露出条件では、W画素からの輝度信号が色画素からの色信号に比べて約4倍程度になるため、色信号と輝度信号とのバランスが悪く、高品位なカラー画像を得ることができないとの指摘がなされている（特許文献2参照）。そこで、特許文献2では、白画素の受光面積を色画素の受光面積より小さくすることにより、色信号と輝度信号とのバランスを向上させ、高品位なカラー画像の取得を図る技術が提案されている。

【特許文献1】特開2003-318375号公報

【特許文献2】特開2007-104178号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献2に記載の技術では、色画素と白画素とで受光面積の大きさが異なるため、白画素は、特許文献1に記載の市松状の配列とは異なり、列方向にストライプ状に配列されている。これは、白画素を市松状に配置するのはレイアウト的に効率が悪く、画素配置に制約が生じるためである。また、特許文献2に記載の技術では、色信号と輝度信号とのバランスは向上するものの、画像の輝度解像度に関しては、行方向が列方向に比べて輝度解像度が低く、列方向と行方向とで輝度解像度のバランスが崩れるといった問題がある。

【0008】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、色画素と白画素とのサイズを同一としたまま色信号と輝度信号とのバランスを図ることができ、画素配置に制約が生じることのない固体撮像装置を提供することを目的とする。さらには、色信号と輝度信号とのバランス、及び、輝度解像度の列方向と行方向とに関するバランスを同時に向上させ、より高品位なカラー画像を撮像することができる固体撮像装置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】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の固体撮像装置は、入射光を光電変換して信号電荷を生成する複数個の受光素子が半導体基板内に2次元マトリクス状に配列されてなる固体撮像装置において、所定の位置に配列された各受光素子の入射側に、複数種類のカラーフィルタのうちいずれかが配置され、各カラーフィルタの入射側に第1のマイクロレンズが配置されてなる複数の色画素と、少なくとも1つの前記色画素に隣接する位置に配列された各受光素子の入射側に、カラーフィルタを介さず、前記第1のマイクロレンズより頂点位置が低い第2のマイクロレンズが配置されてなる複数の白画素と、を備えたことを特徴

10

20

30

40

50

とする。これにより、第1のマイクロレンズは、第2のマイクロレンズに比して入射角度範囲が広がり、斜め入射光の集光効率が向上する。

【0010】

なお、前記色画素は、市松状の位置に配列されており、前記白画素は、残りの市松状の位置に配列されていることが好ましい。

【0011】

また、前記半導体基板には、カラーフィルタを配置するために表面が平坦化された平坦化層が設けられており、前記第2のマイクロレンズは、前記平坦化層の表面上に直接形成されていることが好ましい。

【0012】

また、前記色画素は、赤色の光を抽出する赤フィルタを備えた赤画素と、緑色の光を抽出する緑フィルタを備えた緑画素と、青色の光を抽出する青フィルタを備えた青画素とからなることが好ましい。

【0013】

また、前記各受光素子の列ごとに設けられ、前記各受光素子から信号電荷を読み出し垂直転送を行う複数の垂直CCDと、前記各垂直CCDから信号電荷を受け取り、水平転送を行う水平CCDと、前記水平CCDから信号電荷を受け取り、信号電荷を電圧信号に変換して出力する出力アンプとを備えたことが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明の固体撮像装置は、所定の位置に配列された各受光素子の入射側に、複数種類のカラーフィルタのうちいずれかが配置され、各カラーフィルタの入射側に第1のマイクロレンズが配置されてなる複数の色画素と、少なくとも1つの前記色画素に隣接する位置に配列された各受光素子の入射側に、カラーフィルタを介さず、第1のマイクロレンズより頂点位置が低い第2のマイクロレンズが配置されてなる複数の白画素とを備えるので、第1のマイクロレンズは、第2のマイクロレンズに比して入射角度範囲が広がり、斜め入射光の集光効率が向上する。これにより、色画素から得られる色信号の強度が白画素から得られる輝度信号の強度に比して相対的に高まり、色信号と輝度信号とのバランスが改善される。また、色画素と白画素とのサイズを同一としたまま色信号と輝度信号とのバランスを図ることができるため、画素配置に関する制約は生じない。

【0015】

また、色画素を市松状の位置に配列し、白画素を残りの市松状の位置に配列することで、色信号と輝度信号とのバランスと同時に、輝度解像度の列方向と行方向とに関するバランスを改善することができるため、従来に比してより高品位なカラー画像が得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1において、固体撮像装置2は、インターライン転送方式のCCD型イメージセンサとして構成され、半導体基板3上に、同一の画素サイズのR画素4a、G画素4b、B画素4c、及びW画素4eが行方向(X方向)とこれに直交する列方向(Y方向)に沿って2次元マトリクス状(正方格子状)に配列されている。R画素4a、G画素4b、及びB画素4cは、被写体の色情報を検出するための画素であり、受光素子(光電変換素子)の入射側に、対応する色のカラーフィルタとマイクロレンズとが配置されてなり、入射した光から各色の光量に応じた信号電荷を光電変換により生成して蓄積する。W画素4eは、被写体の輝度情報を検出するための画素であり、受光素子の入射側に、カラーフィルタを介さずにマイクロレンズが配置されてなり、入射した光の輝度に応じた信号電荷を光電変換により生成して蓄積する。

【0017】

図2に模式的に示すように、市松状の位置にR画素4a、G画素4b、及びB画素4cの色画素がそれぞれ配置されており、残りの市松状の位置にW画素4eが配置されている

10

20

30

40

50

。具体的には、行方向及び列方向に関して、W画素4e、G画素4b、W画素4e、G画素4bと交互に並ぶラインと、B画素4c、W画素4e、R画素4a、W画素4eの順に繰り返し並ぶラインとが交互に現れるように各画素が配置されている。なお、図2には、8行8列の範囲しか示していないが、実際には、行方向及び列方向に多数の画素が繰り返し配列されている。

【0018】

図1に示すように、各画素4a~4eに蓄積された信号電荷を転送するために、画素の1列ごとに垂直CCD5が設けられている。垂直CCD5は、各画素4a~4eの受光素子から信号電荷を読み出し、列方向に転送（垂直転送）する。各垂直CCD5の終端には、共通に水平CCD6が接続されている。水平CCD6は、各垂直CCD5から転送されてきた信号電荷を1行ずつ受け取り、行方向に転送（水平転送）する。水平CCD6の終端には、出力アンプ7が設けられている。出力アンプ7は、水平CCD6から転送されてきた信号電荷を電荷量に応じた電圧信号（画素信号）に変換して出力する。なお、この出力アンプ7からの出力を受けてカラー画像を生成する画像処理回路（図示せず）では、色画素（R画素4a、G画素4b、B画素4c）からの画素信号を色信号として用い、W画素4eからの画素信号を輝度信号として用いる。

10

【0019】

図3は、図1のI-I線に沿う固体撮像装置2の断面構造を示す。また、図4は、図1のII-II線に沿う固体撮像装置2の断面構造を示す。図3及び図4において、半導体基板3は、n型シリコン基板からなり、この表層にはp型ウェル層10が形成されている。p型ウェル層10内には、光電変換により発生する信号電荷（電子）を蓄積するn型の蓄積層11が形成されており、蓄積層11の上には、暗電流を防止するためのp⁺型の高濃度層12が形成されている。この構造により、p型ウェル層10と蓄積層11とのpn接合部分に光電変換領域が生じ、前述の受光素子として機能する埋め込み型フォトダイオードPDが構成される。

20

【0020】

また、p型ウェル層10の表層には、列方向（紙面に直行する方向）に延在し、電荷を転送するためのn型の電荷転送チャンネル13が形成されている。電荷転送チャンネル13は、p型ウェル層10及び高濃度層12を介して蓄積層11から離間している。半導体基板3の表面上には、全面に渡って酸化シリコン等からなるゲート絶縁膜14が形成されている。このゲート絶縁膜14を介して電荷転送チャンネル13の上方には、信号電荷の蓄積層11からの読み出し、及び電荷転送チャンネル13内での垂直転送を制御するための転送電極15が形成されている。転送電極15は、ポリシリコン等の導電性シリコンによって形成されている。このように、電荷転送チャンネル13及び転送電極15によって前述の垂直CCD5が構成されている。

30

【0021】

転送電極15及びゲート絶縁膜14の表面を覆うように酸化シリコン等からなる層間絶縁膜16が形成されている。この層間絶縁膜16を介して転送電極15の上方には、タングステン等からなる遮光膜17が形成されている。この遮光膜17には、受光素子PDを構成する蓄積層11の上方にのみ開口17aが形成されている。この開口17aを介して受光素子PDに光が入射する。この開口17a及び遮光膜17の表面上には、平坦化層18が形成されている。この平坦化層18は、例えば、BPSG（Boron Phosphorous Silicate Glass）を蒸着形成した後、リフロー（熱処理）を行い、さらにこの上に透明樹脂材を塗布して現像した後、CMP（Chemical Mechanical Polishing）により表面を平坦化することにより形成される。なお、平坦化層18の形成材料及び形成方法はこれに限られない。

40

【0022】

この平坦化層18の表面上のR画素4a、G画素4b、及びB画素4cの形成領域には、前述のカラーフィルタとしてそれぞれ、赤色光を抽出するRフィルタ19c、緑色光を抽出するGフィルタ19b、青色光を抽出するBフィルタ19cが形成されている。各フ

50

フィルタ19a~19cは、特定の顔料を含有した樹脂材によって形成されており、ほぼ同一の厚みを有する。一方、平坦化層18の表面上のW画素4eの形成領域には、カラーフィルタは形成されていない。

【0023】

前述のマイクロレンズは、第1のマイクロレンズ20aと第2のマイクロレンズ20bとからなり、第1のマイクロレンズ20aは、カラーフィルタ19a~19c上に形成されている。第2のマイクロレンズ20bは、平坦化層18の表面上に直接形成されている。第2のマイクロレンズ20bの高さ(頂点位置)は、第1のマイクロレンズ20aの高さ(頂点位置)より低く形成されている。この高低差Hは、ほぼカラーフィルタ19a~19cの厚みとほぼ等しい。

10

【0024】

以上のように構成され固体撮像装置2は、各画素4a~4eについて受光素子の構造は同一であるが、平坦化層18上の構造に差異を有する。つまり、W画素4eにはフィルタが形成されておらず、平坦化層18上に設けられた第2のマイクロレンズ20bは、隣接する色画素(R画素4a、G画素4b、B画素4c)に設けられた第1のマイクロレンズ20aより高さが低くなっている。よって、第1のマイクロレンズ20aに入射する光の入射角度範囲が広く、第1のマイクロレンズ20aによって集光される斜め入射光の集光効率は、第2のマイクロレンズ20bによって集光される斜め入射光の集光効率より高い。これにより、色画素とW画素4eとは同一の画素サイズでありながら、色画素から得られる色信号の強度がW画素4eから得られる輝度信号の強度に比して相対的に高まり、前述の色信号と輝度信号とのバランスが改善される。

20

【0025】

また、固体撮像装置2では、色画素とW画素4eとは同一の画素サイズであるため、レイアウトの効率化を図るための画素配置の制約がなく、W画素4eを市松状に配置しているため、輝度解像度が列方向と行方向とで等しく、バランスが図られる。したがって、本発明の固体撮像装置2では、色信号と輝度信号とのバランス、及び、輝度解像度の列方向と行方向とでのバランスが同時に改善され、従来に比してより高品位なカラー画像を得ることができる。

【0026】

次に、固体撮像装置2の製造方法について、図5~図7を用いて説明する。なお、図5~図7は、図1のI-I線に沿う断面における製造工程を示す。まず、半導体基板3中に不純物イオンを注入することにより、前述の受光素子PDや転送チャネル13を形成した後、図5(A)に示すように、半導体基板3上に、転送電極15や遮光膜17をパターンニング形成し、さらに全面を覆うように平坦化層18を形成する。平坦化層18は、前述した方法にて形成する。

30

【0027】

次いで、平坦化層18の表面上に、特定の顔料が含有した感光性樹脂材の塗布とフォトリソグラフィ技術によるパターンニングとを繰り返すことにより、図5(B)に示すように、各色画素の形成領域に対応するように、カラーフィルタ19a~19cを形成する。なお、このとき、W画素4eの形成領域上からは、カラーフィルタ19a~19cの形成のために塗布した感光性樹脂材の残渣等を完全に除去しておく。

40

【0028】

次いで、図5(C)に示すように、平坦化層18及びカラーフィルタ19a~19cの表面を覆うように、透明樹脂等のマイクロレンズ形成材を堆積し、この表面を平坦化することによりレンズ層30を形成する。さらに、レンズ層30の上に感光性樹脂材を塗布し、感光性樹脂層31を形成する。なお、レンズ層30と感光性樹脂層31とは、ドライエッチングに対するエッチング比がほぼ同一の材料を用いる。

【0029】

次いで、感光性樹脂層31をフォトリソグラフィ技術によってパターンニングすることにより、図6(A)に示すように、色画素の形成領域上に第1の矩形パターン31aを形成

50

し、W画素4eの形成領域上に第2の矩形パターン31bを形成する。ここで、第2の矩形パターン31bの1辺の長さL2を、第1の矩形パターン31aの1辺の長さL1より短くする。

【0030】

次いで、熱フローを行うことより、第1及び第2の矩形パターン31a, 32bを溶解させ、図6(B)に示すように、上凸状のレンズ母型31a, 32bへと変形させる。上記の長さL1, L2の差異により、第2のレンズ母型31bは、第1のレンズ母型31aより小さく、高低差Hが生じる。

【0031】

次いで、第1及び第2のレンズ母型31a, 32bをマスクとして、レンズ層30をエッチング(異方性のドライエッチング)することにより、レンズ母型31a, 32bの形状を転写し、前述の第1及び第2のマイクロレンズ20a, 21bを形成する。図7(A)は、エッチング途中の状態であり、レンズ母型31a, 32bとレンズ層30とはほぼ同一のエッチング比でエッチングが進行している。図7(B)は、エッチング終了時の状態であり、第1のマイクロレンズ20aと第2のマイクロレンズ20bとの間に、高低差Hが生じている。以上説明した方法により、固体撮像装置2を製造することができる。

10

【0032】

なお、上記実施形態では、第1のマイクロレンズと第2のマイクロレンズとの高低差Hを、カラーフィルタの厚みとほぼ等しくするとしているが、本発明はこれに限定されるものでなく、この高低差Hは、適宜変更してよい。

20

【0033】

また、上記実施形態では、W画素の形成領域にて平坦化層上に直接に第2のマイクロレンズを形成しているが、本発明はこれに限定されるものでなく、平坦化層上に透明フィルタや白フィルタ等の輝度と相関関係のある分光特性を有する輝度フィルタを介して第2のマイクロレンズを形成してもよい。この場合には、輝度フィルタを色画素に設けられたカラーフィルタより薄く形成するか、または、第1のマイクロレンズと第2のマイクロレンズとの間でレンズ面の形状や曲率を異ならせることで高低差Hを生成すればよい。

【0034】

また、上記実施形態では、色画素を赤(R), 緑(G), 青(B)の3原色の光を検知する画素として構成しているが、本発明はこれに限定されるものでなく、色画素をシアン(C), マゼンタ(M), 黄(Y)の補色光を検知する画素として構成してもよい。

30

【0035】

また、上記実施形態では、画素をXY方向に沿って正方格子状に配列する例を示しているが、本発明はこれに限定されるものでなく、図8に示すように、正方格子配列をXY方向に関して45°回転させた画素配列(いわゆるハニカム配列)としてもよい。

【0036】

また、上記実施形態では、色画素及び白画素を市松状に配列することにより、各白画素は4つの色画素に隣接しているが、本発明はこれに限定されるものでなく、各白画素は少なくとも1つの色画素に隣接していればよい。図9は、色画素及び白画素をストライプ状に配列した一例である。この場合、各白画素は2つの色画素に隣接している。

40

【0037】

また、上記実施形態では、固体撮像装置をインターライン転送方式のCCD型イメージセンサとして構成しているが、本発明はこれに限定されるものでなく、フレーム転送方式のCCD型イメージセンサやCMOS型イメージセンサ等の単板カラー撮像方式のあらゆる固体撮像装置に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】固体撮像装置の構成を示す概略平面図である。

【図2】正方格子状の画素配列を示す模式図である。

【図3】図1のI-I線に沿う縦断面図である。

50

【図4】図1のII-II線に沿う縦断面図である。

【図5】固体撮像装置の製造工程を示す縦断面図(その1)である。

【図6】固体撮像装置の製造工程を示す縦断面図(その2)である。

【図7】固体撮像装置の製造工程を示す縦断面図(その3)である。

【図8】ハニカム配列を示す模式図である。

【図9】ストライプ状の画素配列を示す模式図である。

【符号の説明】

【0039】

2 固体撮像装置

3 半導体基板

10

4 a R画素

4 b G画素

4 c B画素

4 e W画素

7 出力アンプ

1 1 蓄積層

1 3 転送チャネル

1 5 転送電極

1 7 遮光膜

1 8 平坦化層

20

1 9 a Rフィルタ

1 9 b Gフィルタ

1 9 c Bフィルタ

2 0 a 第1のマイクロレンズ

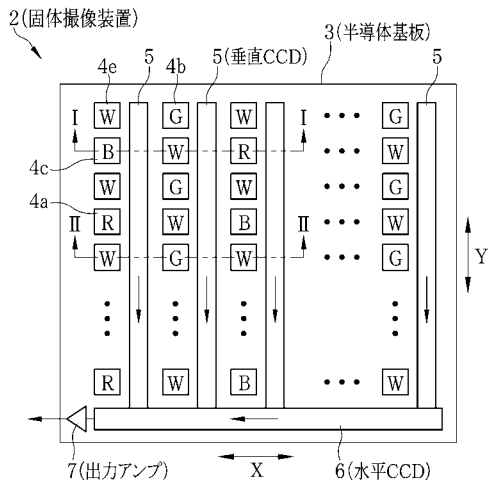
2 0 b 第2のマイクロレンズ

3 0 レンズ層

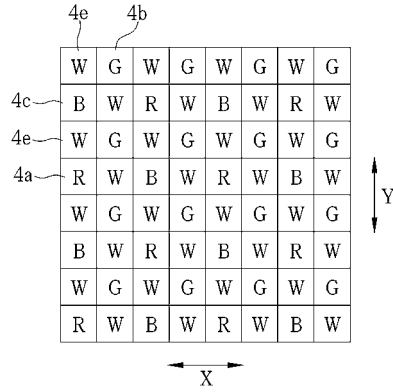
3 1 感光性樹脂層

P D フォトダイオード(受光素子)

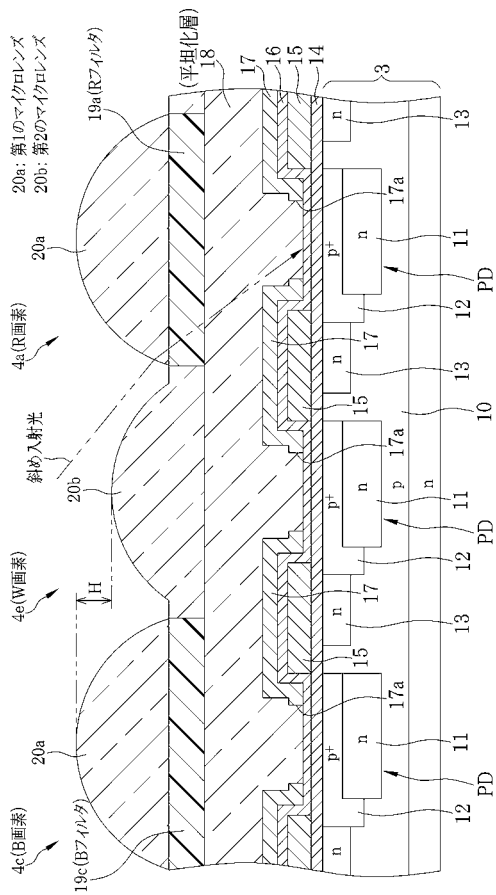
【 図 1 】



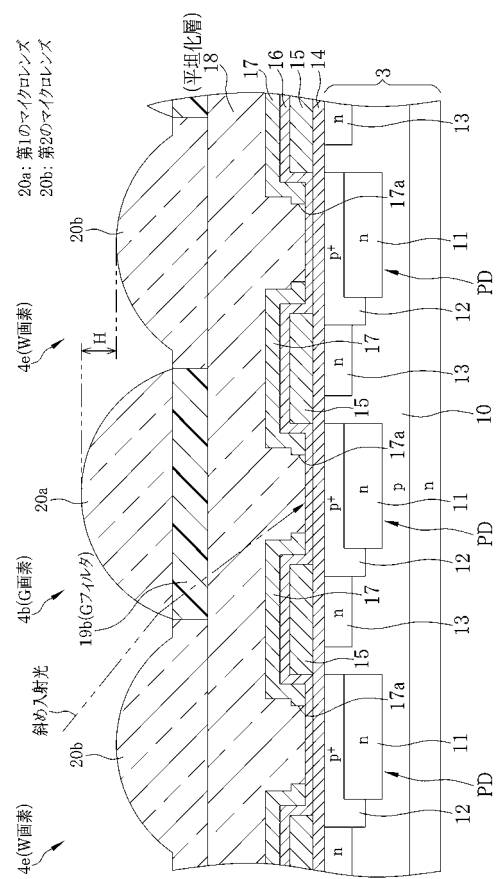
【 図 2 】



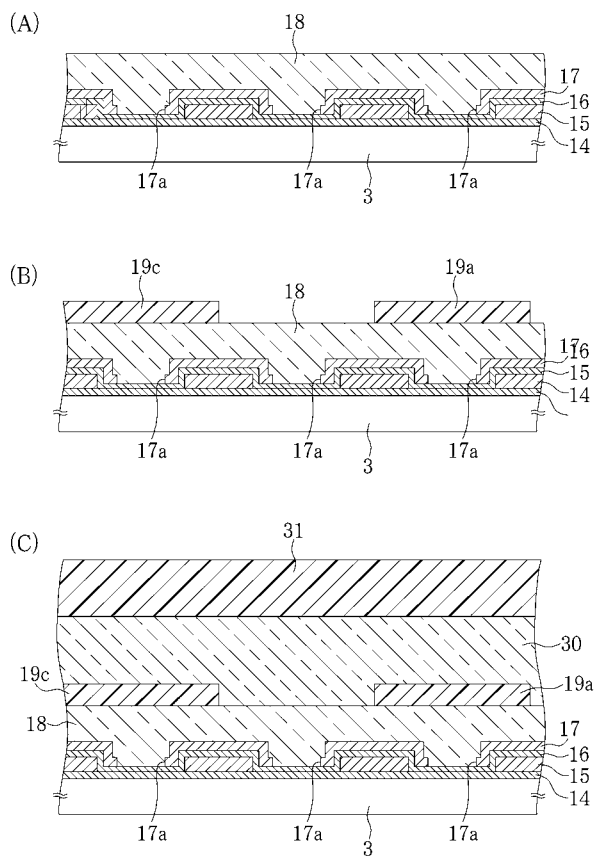
【 図 3 】



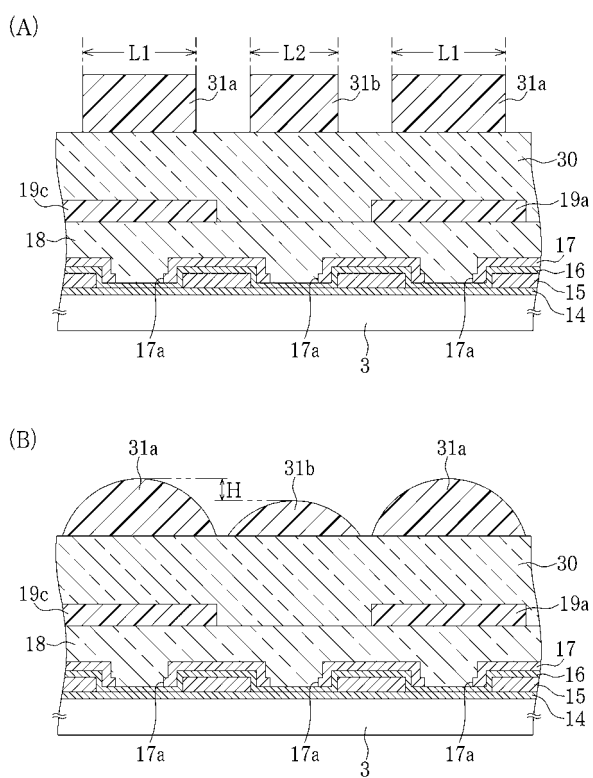
【 図 4 】



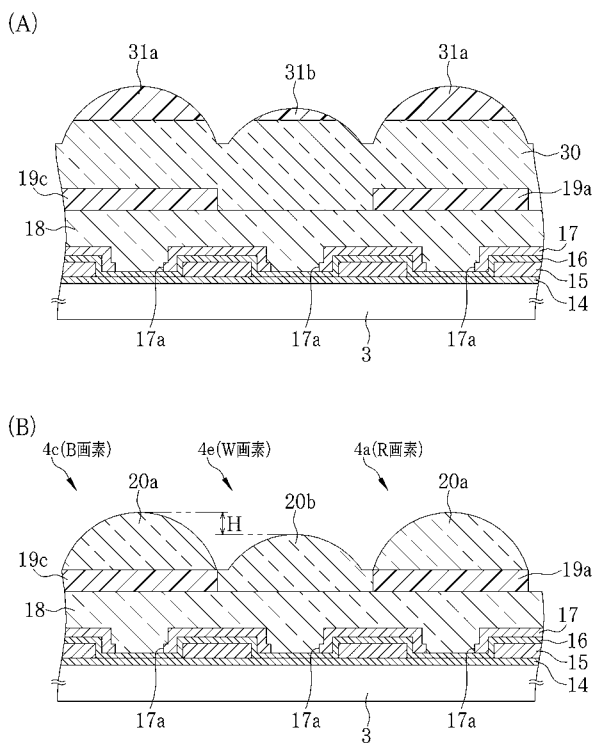
【図 5】



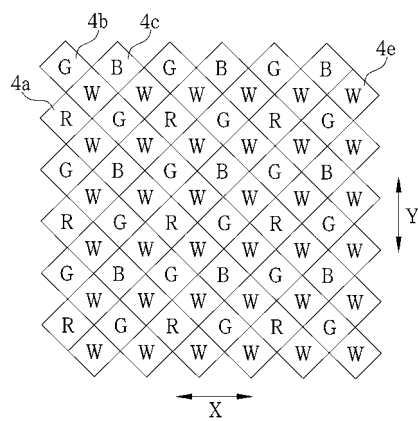
【図 6】



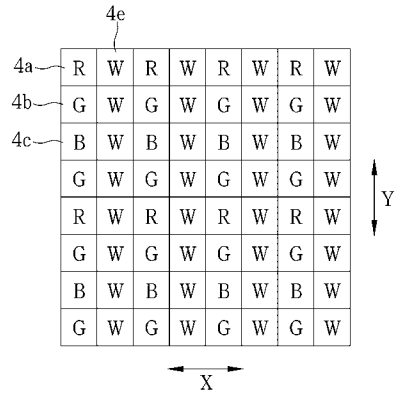
【図 7】



【図 8】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C024 CX37 CY47 DX01 EX43 EX52 GX03 GY01
5C065 BB01 CC01 DD02 DD17 EE06 EE09 EE11