

(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2005-347475
(P2005-347475A)

(43) 公開日 平成17年12月15日(2005.12.15)

| (51) Int. Cl. ⁷ | F I | テーマコード (参考) |
|----------------------------|--------------|-------------|
| HO 1 L 27/146 | HO 1 L 27/14 | F 4M118 |
| HO 4 N 5/335 | HO 4 N 5/335 | U 5C024 |
| HO 4 N 9/07 | HO 4 N 5/335 | V 5C065 |
| | HO 4 N 9/07 | A |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|----------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2004-164531 (P2004-164531) | (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 |
| (22) 出願日 | 平成16年6月2日(2004.6.2) | (74) 代理人 | 100079049 弁理士 中島 淳 |
| | | (74) 代理人 | 100084995 弁理士 加藤 和詳 |
| | | (74) 代理人 | 100085279 弁理士 西元 勝一 |
| | | (74) 代理人 | 100099025 弁理士 福田 浩志 |
| | | (72) 発明者 | 福永 敏明 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内 |

最終頁に続く

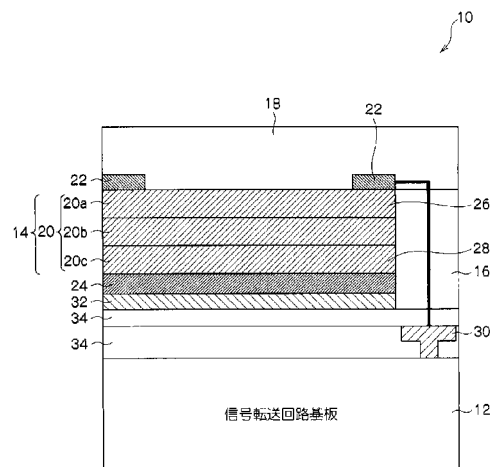
(54) 【発明の名称】 固体撮像素子、及び固体撮像システム

(57) 【要約】

【課題】 良質な光電変換層を有し、感度が高く、且つ残像のない固体撮像素子、及び固体撮像システムを提供すること。

【解決手段】 Si 基板に信号転送回路(図示せず)が形成された信号転送回路基板12(シリコン基板)上に、光電変換部14が設けられた固体撮像素子において、単層型の化合物半導体層からなる光電変換層20で光電変換部14を構成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外部からの入射光により信号を生成する光電変換部と、
表面上に前記光電変換部が設けられると共に、前記光電変換部から生成した前記信号を読み出す信号転送回路が設けられた半導体基板と、
を有する固体撮像素子において、
前記光電変換部を構成する光電変換層は、化合物半導体層の単層構造で構成されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】

前記半導体基板はシリコン基板からなり、
前記光線変換層は、GaAsに格子整合する、GaAs層、InGaP層、又はInGaAsP層で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

10

【請求項 3】

前記半導体基板はシリコン基板からなり、
前記光線変換層は、InPに格子整合する、InP層、InGaAs層、InAlAs層で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 4】

前記光電変換層は、そのバンドギャップより短い波長又は同等のバンドギャップを有する半導体により埋め込まれていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 5】

前記光電変換部上に、受光面を除いて遮光膜が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

20

【請求項 6】

前記光電変換部の受光面上に、マイクロレンズが設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 7】

前記光電変換部の受光面上に、カラーフィルターが設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の固体撮像素子を備え、前記光電変換部がアレイ化されると共に、その光電変換部の受光面上にカラーフィルターが設けられた固体撮像システムであって、

30

前記カラーフィルターが4色からなり、その透過の極大値が420~480nm(B)、480~520nm(GB)、520~560nm(G)、580~620nm(R)にあり、

RGB表色系における各原色の刺激値に対応する夫々の色信号を発生する光電変換部により撮像し、これらの色信号に対し負感度成分を加味する演算処理を行うことによって色再現を実現せしめ、

前記RGB表色系における青(B)と緑(G)の中間色のスペクトル領域(GB)に対応する色信号を発生する光電変換部により撮像し、当該光電変換部により発生した色信号を前記赤(R)の色信号から予め設定された係数に基づく比率で減算処理することにより新たな赤(R)の色信号を形成し、この新たな赤(R)の色信号を色混合処理における赤の色信号として適用することで色再現を行わしめることを特徴とする固体撮像システム。

40

【請求項 9】

前記半導体基板はシリコン基板からなり、
前記光線変換層は、InGaN層、GaN層、又は、AlGaN層で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、デジタルカメラ、ビデオカメラ、ファクシミリ、スキャナー、複写機をはじめとする機器、バイオや化学センサーなどの光センサーに利用可能な固体撮像素子に関するものである。特に、単層型の光電変換層を有する固体撮像素子、及び固体撮像システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、電荷転送路と略同一平面に光電変換層を設けた構造の固体撮像素子では、画素の高集積化に伴い、カラーフィルターでの光損失や受光素子の開口が光の波長と同程度のサイズとなり光が光電変換層に導波されにくくなるという欠点がある。このように、従来の固体撮像素子は光の利用効率が悪いことが問題となっている。

10

【0003】

この問題を解決するために、光電変換層を積層構造にすることが提案されている（特開平5-152554号公報、特開平9-64406号公報参照）。この提案では、光電変換層をアモルファス或いは多結晶で構成しているために、残像や暗電流が大きく、実用化に至っていないのが現状である。

【0004】

加えて、シリコン基板へのエピタキシャル成長では温度が高く実用上問題があると共に、シリコン基板上に低温で成長できる結晶も検討されているが良好な品質の膜が得られていないのが現状である。

20

【0005】

【特許文献1】特開平5-152554号公報

【特許文献2】特開平9-64406号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、前記従来における諸問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。即ち、本発明の目的は、良質な光電変換層を有し、感度が高く、且つ残像のない固体撮像素子、及び固体撮像システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

上記課題は、以下の手段により解決される。即ち、
本発明の固体撮像素子は、
外部からの入射光により信号を生成する光電変換部と、
表面上に前記光電変換部が設けられると共に、前記光電変換部から生成した前記信号を読み出す信号転送回路が設けられた半導体基板と、
を有する固体撮像素子において、
前記光電変換部を構成する光電変換層は、化合物半導体層の単層構造で構成されていることを特徴としている。

【0008】

40

本発明の固体撮像素子では、光電変換部を構成する光電変換層として、化合物半導体層の単層構造で構成させる。この化合物半導体層は、良好な結晶性や格子整合性を持つため、高速に電荷が移動し、暗電流が少なく、しかも欠陥もできにくく、大面積化が可能である。このため、感度が高く、且つ残像が少なくなる。また、半導体基板上に光電変換部を設けているので、半導体基板に設けられた信号転送回路と同一面ないに光電変換部を設けた場合よりも、受光面を大きく形成できるので画素の微細化も可能である。

【0009】

本発明の固体撮像素子において、前記半導体基板はシリコン基板からなり、前記光線変換層は、GaAsに格子整合する、GaAs層、InGaP層、又はInGaAsP層で構成されることが好適である。この構成では、シリコン基板上に、可視領域に光吸収波長

50

(バンドギャップ)を持った高品質な光電変換層が設けられているので、感度良く、且つ残像なく、可視領域の受光が可能となる。

【0010】

本発明の固体撮像素子において、前記半導体基板はシリコン基板からなり、前記光線変換層は、InGa_nN層、Ga_nN層、又は、AlGa_nN層で構成されることが好適である。この構成では、シリコン基板上に、可視から紫外領域にバンドギャップを持った高品質な光電変換層が設けられているので、感度良く、且つ残像なく、紫外光の受光が可能となる。

【0011】

本発明の固体撮像素子において、前記半導体基板はシリコン基板からなり、前記光線変換層は、InPに格子整合する、InP層、InGaAs層、InAlAs層で構成されることが好適である。この構成では、シリコン基板上に、赤外領域にバンドギャップを持った高品質な光電変換層が設けられているので、感度良く、且つ残像なく、赤外光の受光が可能となる。

10

【0012】

本発明の固体撮像素子において、前記光電変換層は、そのバンドギャップより短い波長又は同等のバンドギャップを有する半導体により埋め込まれていることが好適である。この構成により、暗電流をより低減され、より効果的に、感度が高く、且つ残像が少なくなる。

【0013】

本発明の固体撮像素子において、前記光電変換部上に、受光面を除いて遮光膜が設けられていることが好適である。この構成により、固体撮像素子(或いは光電変換部)をアレイ化しても、混色を効果的に防止することができる。

20

【0014】

本発明の固体撮像素子において、前記光電変換部の受光面上に、マイクロレンズが設けられていることが好適である。この構成により、光電変換部の受光面へ入射する光の集光効率が向上する。

【0015】

本発明の固体撮像素子において、前記光電変換部の受光面上に、カラーフィルタが設けられていることが好適である。この構成により、色分離が行えるようになる。

30

【0016】

本発明の固体撮像システムは、上記本発明の固体撮像素子を備え、前記光電変換部がアレイ化されると共に、その光電変換部の受光面上にカラーフィルターを設け、

前記カラーフィルターが4色からなり、その透過の極大値が420~480nm(B)、480~520nm(GB)、520~560nm(G)、580~620nm(R)にあり、

RGB表色系における各原色の刺激値に対応する夫々の色信号を発生する光電変換部により撮像し、これらの色信号に対し負感度成分を加味する演算処理を行うことによって色再現を実現せしめ、

前記RGB表色系における青(B)と緑(G)の中間色のスペクトル領域(GB)に対応する色信号を発生する光電変換部により撮像し、当該光電変換部により発生した色信号を前記赤(R)の色信号から予め設定された係数に基づく比率で減算処理することにより新たな赤(R)の色信号を形成し、この新たな赤(R)の色信号を色混合処理における赤の色信号として適用することで色再現を行わしめることを特徴としている。

40

【0017】

本発明の固体撮像システムでは、透過の極大値が420~480nm(B)、480~520nm(GB)、520~560nm(G)、580~620nm(R)のカラーフィルターを用いると共に、人の分光感度に合わせるように赤色の負の感度補正を行う。上記カラーフィルターを用いて、三原色に対応する光電変換部(受光エレメント)から出力した色信号と負感度のスペクトル領域(GB)に対応する光電変換部(受光エレメント)が

50

ら得られた色信号との減算処理を行うことにより、負感度の特性を有する色信号を擬似的に発生させるようにしたので、従来に較べて色再現領域を拡大することができ、この負感度の特性を有する色信号で輝度信号又は色差信号を形成して画像を再生すると、鮮明な映像を表現することができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、良質な光電変換層を有し、感度が高く、且つ残像のない固体撮像素子、及び固体撮像システムを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明について、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、実質的に同じ機能を有する部材には全図面通して同じ符号を付与して説明する。

【0020】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。図2は、本発明の第1実施形態に係る固体撮像素子の製造過程を示す工程図である。

【0021】

本実施形態に係る固体撮像素子10は、Si基板に信号転送回路(図示せず)が形成された信号転送回路基板12(半導体基板)上に、光電変換部14が設けられている。また、光電変換部14は、その側面を覆うように絶縁性の封止材16により封止されている。また、その受光面上には、受光面を保護するために、光電変換部14の最上層上に透明絶縁膜18が設けられている。

【0022】

光電変換部14は、単層型の光電変換層20により構成されている。光電変換層20は、例えば、GaAsからなる化合物半導体層で構成している。具体的には、光電変換層20は、n-GaAs層20a、i-GaAs層20b及びp-GaAs層20cから構成されている。

【0023】

そして、光電変換層20には、はんだなどで構成されたn側電極22、p側電極24が設けられている。電極とのオーミックコンタクトを図るため、n側電極22はn-GaAsからなるコンタクト層26を介して、p側電極24はp-GaAsからなるコンタクト層28を介して光電変換層20に設けられている。なお、n-GaAs層20aがコンタクト層26を兼ねている。また、p-GaAs層20cがコンタクト層28を兼ねている。

【0024】

光電変換層20は、n側電極22を介して信号転送回路基板12に形成された画素電極30に接続され、p側電極24を介して共通電極32に接合されている。

【0025】

光電変換層20においては、受光面において光が入射すると、入射光に対して信号(信号電荷、信号電流)を生成し、画素電極30を通じて当該信号が信号転送回路へと送られる。

【0026】

信号転送回路基板12は、シリコン基板で構成され、半導体プロセスにより信号転送回路(図示せず)が形成されている。また、光電変換部14からの信号を信号転送回路へ送るための画素電極30が設けられている。また、共通電極32が絶縁層34を介して設けられている。

【0027】

信号転送回路は通常の読み出し回路を用いることができる。光電変換部14(以下、受光部)で光/電気変換された信号電荷もしくは信号電流は、受光部そのものもしくは付設されたキャパシタで蓄えられる。蓄えられた電荷は、いわゆる電荷結合素子(CCD)や

10

20

30

40

50

、X-Yアドレス方式を用いたMOS型撮像素子(いわゆるCMOSセンサ)の手法により、画素位置の選択とともに読み出される。CCDを適用した転送読み出し方式として、画素の電荷信号を転送スイッチにより、アナログシフトレジスタに転送する電荷転送部を有しており、レジスタの動作で信号を出力端に準じ読み出す方法が挙げられる。ラインアドレス(line address)型、フレーム転送(frame transfer)型やインターライン転送(interline transfer)型、フレームインターライン転送(frame interline transfer)型方式などが挙げられる。また、CCDには2相構造3相構造や4相構造、さらには埋め込みチャンネル構造などが知られるが特に、こだわらず任意の構造を適用できる。

【0028】

10

他には、アドレス選択方式として、1画素ずつ順次マルチプレクサスイッチとデジタルシフトレジスタで選択し、共通の出力線に信号電圧(又は電荷)として読み出す方式が挙げられる。2次元にアレイ化されたX-Yアドレス操作の撮像素子がCMOSセンサとして知られる。これは、X-Yの交点に接続された画素に儲けられたスイッチは垂直シフトレジスタに接続され、垂直操走査シフトレジスタからの電圧でスイッチがオンすると同じ行に儲けられた画素から読み出された信号は、列方向の出力線に読み出される。この信号は水平走査シフトレジスタにより駆動されるスイッチを棟して順番に出力端から読み出される。

【0029】

20

出力信号の読み出しには、フローティングディフュージョン検出器や、フローティングゲート検出器を用いることができる。また画素部分に信号増幅回路を設けることや、相関二重サンプリング(Correlated Double Sampling)の手法などにより、S/Nの向上をはかることができる。

【0030】

信号処理には、ADC回路によるガンマ補正、AD変換機によるデジタル化、輝度信号処理や、色信号信号処理を施すことができる。色信号処理としては、ホワイトバランス処理や、色分離処理、カラーマトリックス処理などが挙げられる。NTSC信号に用いる際は、RGB信号をYIQ信号の変換処理を施すことができる。

【0031】

30

以下、本実施形態に係る固体撮像素子10の製造方法について説明する。なお、以下の化合物半導体層の積層は、例えば有機金属気相成長法や分子線エピタキシャル成長法により行われる。

【0032】

まず、図2(a)に示すように、GaAs基板36上に、GaAsバッファ層38、InGaPエッチング阻止層40を順次積層する。引き続き、n-GaAs層20a(n-GaAsコンタクト層26)、i-GaAs層20b、及びp-GaAs層20c(p-GaAsコンタクト層28)を順次積層する。そして、p-GaAsコンタクト層28上に、p側電極24としてTi/Pt/Auを形成すると共に、所望の形状にパターニングを施す。

【0033】

40

このようにして、GaAs基板36上に、n-GaAs層20a及びi-GaAs層20bからなる光電変換層20で構成された光電変換部14が作製される。

【0034】

次に、図2(b)に示すように、光電変換部14を設けたGaAs基板36を用い、別工程で作製された信号転送回路基板12上に、所定のパターニングが施された共通電極32とp側電極24とを接合して光電変換部14を配設する。その後、アンモニア系のエッチング液で、GaAs基板36とGaAsバッファ層38を除去する。そして、塩酸系のエッチング液で、InGaPエッチング阻止層40を除去し、n-GaAs層20aを露出させる。

【0035】

50

次に、図2(c)に示すように、n-GaAs層20a上に、n側電極22としてAuGe/Ni/Auを形成する。そして、ドライエッチングによる光電変換層20の立体構造形成、封止材16としてSiO₂積層、ビアホール形成、ビアプラグ形成などを施し、光電変換部14における光電変換層20を、n側電極22を介して信号転送回路基板12に形成された画素電極30に接続する。その後、光電変換部14の受光面を保護するように透明絶縁膜18を形成する。

【0036】

このようにして、本実施形態に係る固体撮像素子10を作製する。

【0037】

以上、説明した本実施形態に係る固体撮像素子10では、単層型の光電変換部14を構成する光電変換層として、良好な結晶性や格子整合性を持った化合物半導体層を適用しているので、この単層型の光電変換部14は、高速に電荷が移動され、暗電流が少なく、しかも欠陥もできにくく、大面積化が可能である。このため、本実施形態の固体撮像素子10は、感度が高く、且つ残像が少なくなる。また、光電変換部14は、高速に電荷を移動できるので、残像の問題がなく、デジタルビデオのような高速駆動においても良質な画像が得られる。

【0038】

また、本実施形態の固体撮像素子10では、赤外領域にバンドギャップを持つ光電変換層20として、GaAs層で構成した形態を示したが、これに代えて、GaAsに格子整合するInGaP層や、InGaAsP層で構成してもよい。特に、通常、固体撮像素子10には、赤外カットフィルター(図示せず)を設ける必要があるが、この光電変換層20を、InGaP層で構成すると赤外カットフィルターが不要となる。

【0039】

また、光電変換層20は、可視から紫外領域にバンドギャップを持つものでもよく、例えば、InGaN層、GaN層、又は、AlGaN層で構成させることができる。

【0040】

また、光電変換層20は、赤外領域にバンドギャップを持つものでもよく、例えば、InPに格子整合する、InP層、InGaAs層、InAlAs層で構成させることもできる。

【0041】

これらの化合物半導体層は、例えば、ナイトライド系の化合物半導体に比べ、結晶性が高く完全格子整合性を持っているため、暗電流が少なく、しかも欠陥もできにくく、大面積化が可能な光電変換部14となる。

【0042】

本実施形態に係る固体撮像素子では、信号転送回路基板12上に光電変換部14を設けているので、信号転送回路基板12に設けられた信号転送回路と同一面内に光電変換部14を設けた場合よりも、受光面を大きく形成できるので画素の微細化も可能である。

【0043】

(第2実施形態)

図3は、本発明の第2実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。図4は、本発明の第2実施形態に係る固体撮像素子の製造過程を示す工程図である。

【0044】

本実施形態に係る固体撮像素子は、光電変換部14を構成する光電変換層20(GaAs層)が、GaAs層のバンドギャップより短い波長又は同等のバンドギャップを有するInGaP層42により埋め込まれた埋め込み構造である形態である。ここで、この埋め込み構造とは、光電変換層20の側面が、上記半導体で覆われる構成のものをいう。これ以外の構成は、第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0045】

以下、本実施形態に係る固体撮像素子10の製造方法について説明する。なお、以下の化合物半導体層の積層は、例えば有機金属気相成長法や分子線エピタキシャル成長法に

10

20

30

40

50

より行われる。

【0046】

まず、図4(a)に示すように、GaAs基板36上に、GaAsバッファ層38、InGaPエッチング阻止層40を順次積層する。引き続き、n-GaAs層20a、i-GaAs層20b、p-GaAsコンタクト層28を順次積層する。

【0047】

次に、図4(b)に示すように、p-GaAsコンタクト層28上に、図示しないSiO₂層を形成し、所望の形状にパターニングを施し、これをマスクとして、通常のリソグラフィとドライエッチングにより、n-GaAs層20a、i-GaAs層20b、p-GaAsコンタクト層28の周囲を除去する。そして、当該層の側面を覆うように、選択成長により、InGaP層42を埋め込み成長を行う。その後、マスクとしてのSiO₂層を除去し、p-GaAsコンタクト層28上に、p側電極24としてTi/Pt/Auを形成すると共に、所望の形状にパターニングを施す。

10

【0048】

このようにして、GaAs基板36上に、InGaP層42により埋め込まれたn-GaAs層20a及びi-GaAs層20bからなる光電変換層20で構成された光電変換部14が作製される。

【0049】

次に、図4(c)に示すように、光電変換部14を設けたGaAs基板36を用い、別工程で作製された信号転送回路基板12上に、所定のパターニングが施された共通電極32とp側電極24とを接合して光電変換部14を配設する。その後、アンモニア系のエッチング液で、GaAs基板36とGaAsバッファ層38を除去する。そして、塩酸系のエッチング液で、InGaPエッチング阻止層40を除去し、n-GaAs層20aを露出させる。

20

【0050】

次に、図4(d)に示すように、n-GaAs層20a上に、n側電極22としてAuGe/Ni/Auを形成する。そして、ドライエッチングによる光電変換層20の立体構造形成、封止材16としてSiO₂積層、ビアホール形成、ビアプラグ形成などを施し、光電変換部14における光電変換層20を、n側電極22を介して信号転送回路基板12に形成された画素電極30に接続する。その後、光電変換部14の受光面を保護するように透明絶縁膜18を形成する。

30

【0051】

このようにして、本実施形態に係る固体撮像素子10を作製する。

【0052】

以上、説明した本実施形態に係る固体撮像素子では、光電変換層20が、そのバンドギャップより短い波長又は同等のバンドギャップを有する半導体により埋め込まれているため、暗電流をより低減され、より効果的に。感度が高く、且つ残像が少なくなる。

【0053】

また、本実施形態では、光電変換層20(GaAs層)のバンドギャップより短い波長又は同等のバンドギャップを有する半導体として、InGaP層42を適用した形態を示したが、これに限られず、光電変換層20の構成材料により、適宜選択することができる。

40

【0054】

(第3実施形態)

図5は、本発明の第3実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。

【0055】

本実施形態に係る固体撮像素子10は、光電変換部14上に遮光膜44を設けて、受光面を除いて遮光した形態である。遮光膜44は、例えば、光電変換部14上に、受光面にマスクを施し、金属材料を蒸着することで形成することができる。これ以外の構成は第1実施形態と同様なので、説明を省略する。

50

【0056】

本実施形態に係る固体撮像素子10では、光電変換部14上に遮光膜44を設けて、受光面以外を遮光することで、固体撮像素子10（或いは光電変換部14）をアレイ化した場合、有効に混色を防止可能となる。

【0057】

（第4の実施形態）

図6は、本発明の第4の実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。

【0058】

本実施形態に係る固体撮像素子10は、光電変換部14の受光面上にマイクロレンズ46を設ける形態である。これ以外は、第1実施形態と同様なので、説明を省略する。

10

【0059】

本実施形態に係る固体撮像素子10では、光電変換部14の受光面上にマイクロレンズ46を設けることで、入射光の集光効率が向上するため、より効果的に感度を向上させることができる。

【0060】

（第5実施形態）

図7は、本発明の第5の実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。

【0061】

本実施形態に係る固体撮像素子10は、光電変換部14の受光面上にカラーフィルター48を設けた形態である。これ以外は、第1実施形態と同様なので、説明を省略する。

20

【0062】

ここで、固体撮像素子10（或いは光電変換部14）をアレイ化した場合のカラーフィルター48配列例を図8～図11に平面図で示す。図8は3色で正方形のカラーフィルター48を用いた場合を示している。図9は3色で六角形のカラーフィルター48を用いた場合を示している。図10は4色で正方形のカラーフィルター48を用いた場合を示している。図11は4色で六角形のカラーフィルター48を用いた場合を示している。なお、同図中、Bはその透過の極大値が420～480nm範囲に分光感度の極大を有する青色、 G_2 はその透過の極大値が480～520nm範囲に分光感度の極大を有するエメラルドグリーン（青（B）と緑（G）の中間色のスペクトル領域（GB）に相当）、 G_1 はその透過の極大値が520～560nm範囲に分光感度の極大を有する緑色、Rはその透過の極大が580～620nm範囲に分光感度の極大を有する赤色のカラーフィルター48を示している。これらのカラーフィルター48の下部にカラーフィルター48と相似形状の光電変換部14（固体撮像素子10）が設けられている。

30

【0063】

このように、本実施形態に係る固体撮像素子10では、アレイ化した場合、光電変換部14の受光面上に、複数色のカラーフィルター48を設けることで、例えば、3色分離構造や4色分離構造を可能となる。

【0064】

（第6実施形態）

本実施形態に係る固体撮像システムは、上記実施形態に係る固体撮像素子10をアレイ化し（光電変換部14をアレイ化）、4色のカラーフィルターを設けた形態である。本実施形態では、この4色の各カラーフィルターを設けた光電変換部14を受光エレメントという（カラーフィルターの配列は図10及び図11参照）。

40

【0065】

本実施形態に係る固体撮像システムは、電荷結合型固体撮像デバイス（CCD）で撮像する場合のシステムであり、多数の受光エレメントがマトリクス状に配列された受光部（光電変換部14）であり、例えば、垂直走査方向に1000行、水平走査方向に800列の合計80万画素分の受光エレメントが設けられる。これらの受光エレメントは、例えば、緑の色信号を発生するための2種類の微細フィルタ G_1 、 G_2 を交互に設けた第1の行と、赤と青の色信号を発生するための微細フィルタR、Bを交互に設けた第2の行を、垂直

50

走査方向に交互に形成して配列する。これらの配列方向は、四角形のカラーフィルタの場合は対角方向、六角形のカラーフィルタの場合は対辺方向を示している。

【0066】

ここで、第5実施形態で示したように、緑のフィルタ G_1 は約520nm～560nmの範囲に分光感度の極大を有し、一方、エメラルドグリーンのフィルタ G_2 は約480nm～520nmの範囲に分光感度の極大を有し、赤のフィルタRは約580nm～620nmの範囲に分光感度の極大を有し、青のフィルタBは約420nm～480nmに分光感度の極大を有している。また、エメラルドグリーンのフィルタ G_2 の感度領域を赤の負感度領域(図12参照)に略等しく設定すると共に、このフィルタ G_2 と G_1 の分光特性を併せると約460nm～640nmの波長範囲の分光特性となるように設計される。

10

【0067】

このような各受光エレメントから発生する信号(信号電荷、信号電流)は、相互に隣接関係にある第1の行と第2の行の受光エレメントに発生する信号電荷を一对として同時に垂直走査読出しを行い、第1の行の緑(G_1)とエメラルドグリーン(G_2)に関する信号電荷が水平電荷転送路を介して読出され、第2の行の赤(R)と青(B)に関する信号電荷が水平電荷転送路を介して読出される。

【0068】

水平電荷転送路を介して読出した各信号は、マルチプレサグにより、点順位の周期に同期して切換え動作することにより、各色信号を分離する。第2の行の赤(R)と青(B)に関しては、赤の色信号 S_R と青の色信号 S_B を分離し、第1の行の緑(G_1)とエメラルドグリーン(G_2)に関しては、緑の色信号 S_{G1} とエメラルドグリーンの色信号 S_{G2} を分離する。

20

【0069】

そして、演算回路において、夫々に分離された色信号 S_R 、 S_B 、 S_{G1} 、 S_{G2} に基づいて次式(1)～(3)の演算を行うことにより、負感度成分を補償した新たな赤(R)、青(B)及び緑(G)の色信号を形成する。即ち、マルチプレクサから所定タイミングに同期して出力される色信号を $S_R(t)$ 、 $S_B(t)$ 、 $S_{G1}(t)$ 、 $S_{G2}(t)$ 、新たな色信号を $R(t)$ 、 $B(t)$ 、 $G(t)$ の時間関数で示すものとする、

$$G(t) = S_{G1}(t) + k_1 \times S_{G2}(t) - \{k_2 \times S_B(t) + k_3 \times S_R(t)\} \dots \dots (1)$$

30

$$R(t) = S_R(t) - \{k_4 \times S_{G2}(t) - k_7 \times S_B(t)\} \dots \dots (2)$$

$$B(t) = S_B(t) - \{k_5 \times S_{G1}(t) + k_6 \times S_R(t)\} \dots \dots (3)$$

となる。

【0070】

式中、 $k_1 \sim k_7$ は実験等により予め設定される係数であり、実際に近い色信号 $R(t)$ 、 $B(t)$ 、 $G(t)$ が得られるように調整して決められる。

【0071】

ここで、図12に、カラーフィルタの理想的な分光特性を示す等色関数であり、横軸が波長、縦軸が刺激値(ルーメン)であり、図中の実線 F_R が赤色フィルタの理想的な分光特性、破線 F_G が緑色フィルタの理想的な分光特性、点線 F_B が青色フィルタの理想的な分光特性を示す。また、これらの負の刺激値(負感度成分)を、斜線部分、 \dots 、 \dots 、 \dots で示す。

40

【0072】

この理想的な分光特性に対し、上記式(1)によれば、図12中における約400nm～460nmの範囲の負感度成分と約640nm～680nmの範囲の負感度成分を含んだ理想に近い緑色信号(図12の破線 F_G を参照)を擬似的に形成することができる。

【0073】

また、上記式(2)によれば、図12中における約460nm～530nmの範囲の負感度成分と420～400nmの範囲の正感度成分とを含んだ理想に近い赤色信号(

50

図 1 2 の実線 F_R を参照) を形成することができる。

【0074】

また、上記式(3)によれば、図 1 2 における約 530 nm ~ 620 nm の範囲の負感度成分を含んだ理想に近い青色信号(図 1 2 の点線 F_B を参照)を形成することができる。

【0075】

即ち、上記式(1)~(3)によって形成した色信号 $R(t)$ 、 $B(t)$ 、 $G(t)$ は、図 1 2 に示す理想的な分光特性に近づき、同時に理想の三原色(R)、(G)、(B)に近づき、色再現可能な領域を拡大することとなる。

【0076】

そして、これらの新たな色信号 $R(t)$ 、 $B(t)$ 、 $G(t)$ に基づいて例えば標準テレビジョン方式に準拠した輝度信号や色差信号を形成して、モニタで画像再生を行うと、従来に較べて鮮明な再生画像を得ることができる。

【0077】

このように、本実施形態に係る固体撮像システムでは、少なくとも赤の負感度領域の波長に対する分光感度を有する受光エレメント(本実施形態ではエメラルドグリーンのカラーストックを設けた光電変換部 14)を設け、この受光エレメントから出力した色信号を少なくとも赤の色信号から所定の比率で減算処理することにより新たな赤(R)の色信号を形成し、この新たな赤(R)の色信号を色混合処理における赤の色信号として適用することで色再現を行わしめるようにしたので、従来再現することが不可能であった中間色を再生することができることとなり、より自然で鮮明な再生映像が得られる。

【0078】

なお、本実施形態に係る固体撮像システムは、特許 2872759 号にその詳細な原理や作用が記載されており、他の実施形態は当該明細書に準じて実施することができる。

【0079】

なお、上記何れの実施形態も組み合わせて実施することができる。また、上記何れの実施の形態においても、限定的に解釈されるものではなく、本発明の要件を満足する範囲内で実現可能であることは、言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0080】

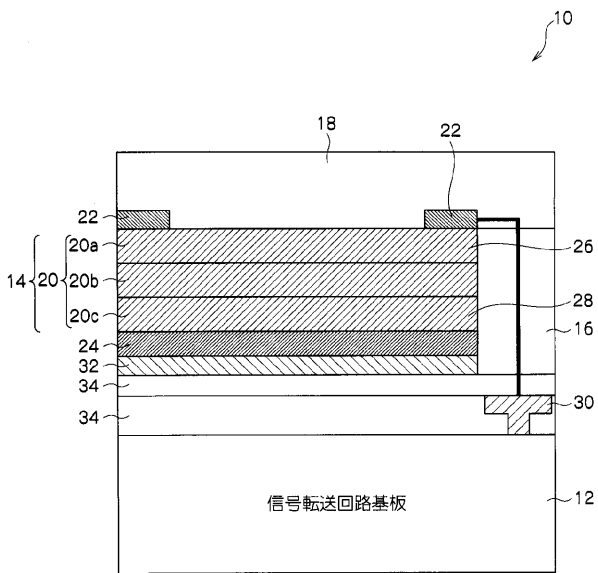
- 【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。
- 【図 2】本発明の第 1 実施形態に係る固体撮像素子の製造過程を示す工程図である。
- 【図 3】本発明の第 2 実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。
- 【図 4】本発明の第 2 実施形態に係る固体撮像素子の製造過程を示す工程図である。
- 【図 5】本発明の第 3 実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。
- 【図 6】本発明の第 4 実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。
- 【図 7】本発明の第 5 実施形態に係る固体撮像素子を示す概略構成図である。
- 【図 8】本発明の第 5 実施形態に係る固体撮像素子におけるカラーストックの配列例を示す平面図である。
- 【図 9】本発明の第 5 実施形態に係る固体撮像素子におけるカラーストックの配列例を示す平面図である。
- 【図 10】本発明の第 5 実施形態に係る固体撮像素子におけるカラーストックの配列例を示す平面図である。
- 【図 11】本発明の第 5 実施形態に係る固体撮像素子におけるカラーストックの配列例を示す平面図である。
- 【図 12】カラーストックの理想的な分光特性を示す等色関数の図である。

【符号の説明】

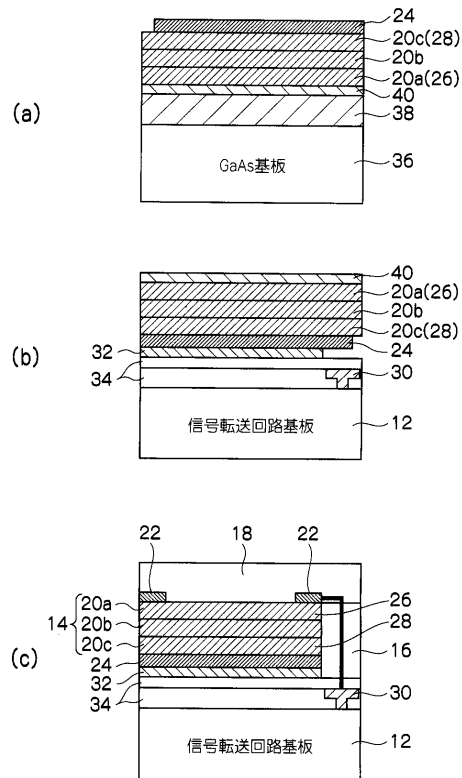
【0081】

- 1 2 信号転送回路基板
- 1 4 光电変換部
- 1 6 封止材
- 1 8 透明絶縁膜
- 2 0 光电変換層
- 2 2 n側電極
- 2 4 p側電極
- 2 6 コンタクト層
- 2 8 コンタクト層
- 3 0 画素電極
- 3 2 共通電極
- 3 4 絶縁層

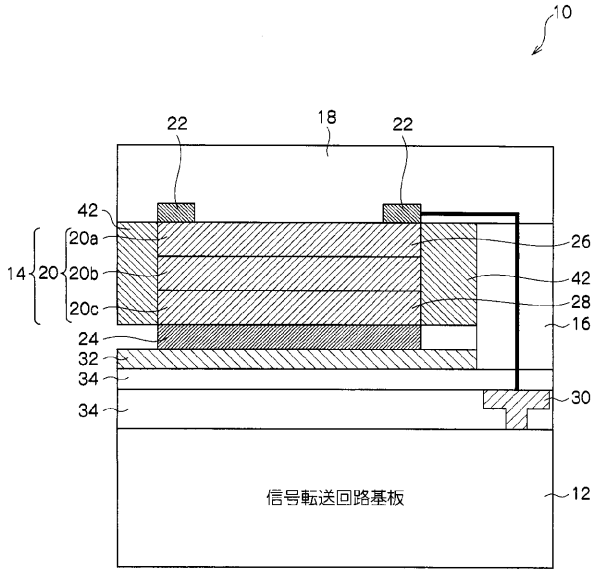
【 図 1 】



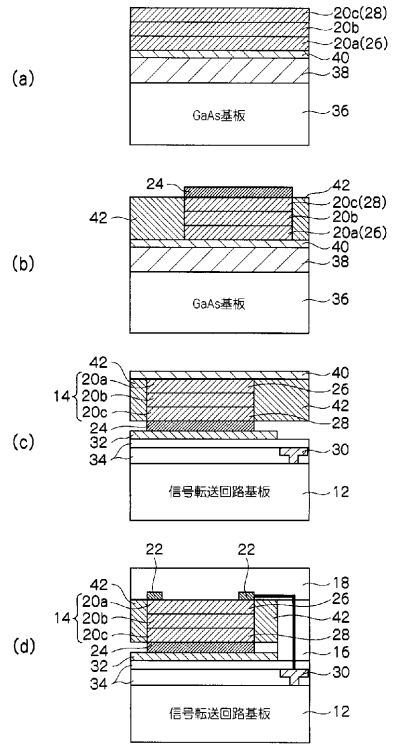
【 図 2 】



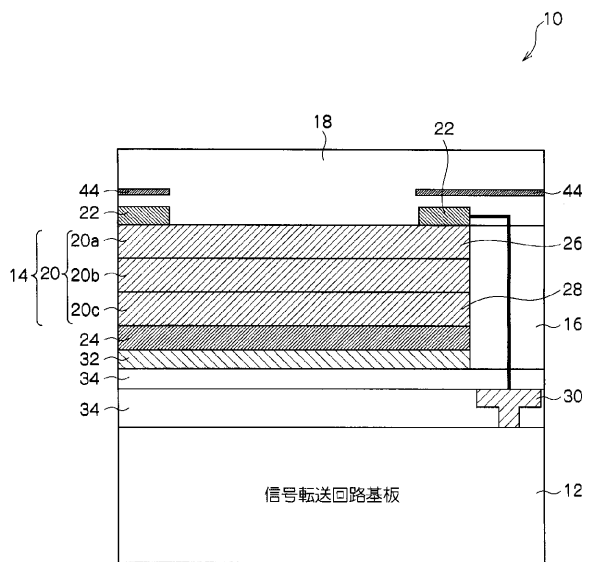
【图 3】



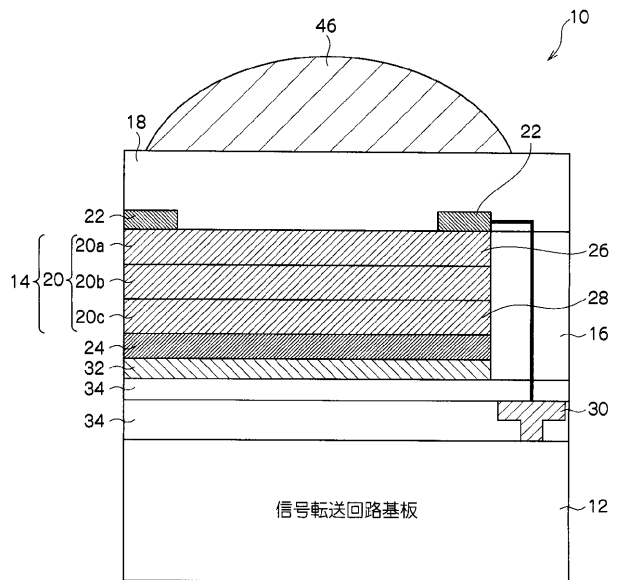
【图 4】



【图 5】



【图 6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4M118 AA01 AA05 AB01 BA07 BA11 BA12 BA13 BA14 CA05 CA15
CA19 CB01 CB02 FB04 FB06 FB09 FB11 FB16 FB18 FB19
FB24 GC08 GD04
5C024 AX01 CX17 CX41 DX01 EX43 EX52 GX02 GX21 GX22 HX01
5C065 BB42 CC01 DD01 DD17 EE06 EE10 EE11