

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4806197号
(P4806197)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月19日(2011.8.19)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 L	27/14	(2006.01)	HO 1 L 27/14 D
GO 2 B	5/20	(2006.01)	GO 2 B 5/20 1 O 1
GO 2 B	5/28	(2006.01)	GO 2 B 5/28
HO 4 N	5/369	(2011.01)	HO 4 N 5/335 6 9 0

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-9619 (P2005-9619)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成17年1月17日(2005.1.17)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2006-202778 (P2006-202778A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成18年8月3日(2006.8.3)	(74) 代理人	100090446
審査請求日	平成19年7月3日(2007.7.3)		弁理士 中島 司朗
		(72) 発明者	笠野 真弘
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	稲葉 雄一
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	山口 琢己
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無機材料からなり、少なくとも2種類の特定波長を透過させるカラーフィルタと、遮光膜と、光電変換部とを備えた固体撮像装置であって、

前記遮光膜は前記光電変換部に対向する位置に開口部を有し、

前記カラーフィルタは前記遮光膜の開口部の内部に配設され、

前記カラーフィルタは屈折率が異なり、かつ光学膜厚を同じくする2種類の誘電体層を交互に積層した / 4 多層膜が2組と、

前記2組の / 4 多層膜に挟まれ、前記 / 4 多層膜を構成する誘電体層とは光学膜厚が異なるスペーサ層を有し、

前記 / 4 多層膜の光学膜厚は全ての特定波長で共通であり、前記スペーサ層は特定波長毎に光学膜厚が異なる

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】

前記カラーフィルタの膜厚は遮光膜の膜厚を超えず、

前記カラーフィルタ上には平坦化層が積層されており、

前記カラーフィルタと平坦化層とを合わせた膜厚が遮光膜の膜厚に略等しい

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】

前記カラーフィルタの最大膜厚は遮光膜の膜厚に略等しい

ことを特徴とする請求項 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記平坦化層上に集光レンズが形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記 / 4 多層膜を構成する誘電体層の材料は、二酸化ケイ素、二酸化チタン、酸化 tantalum、酸化ジルコニウム、一窒化ケイ素、窒化ケイ素、酸化アルミニウム、フッ化マグネシウム、酸化ハフニウム及び酸化マグネシウムのうちの何れか 2 種類であ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 6】

前記遮光膜の材料は金属であることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置及びその製造方法に関し、特に、カラーフィルタを通過した光が本来入射すべき受光素子以外の受光素子に入射することによって発生する混色を防止する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、広く普及しているデジタルカメラの心臓部分ともいえるべき固体撮像装置は、カラーフィルタを用いて入射光を色分離することによってカラー画像を撮影する。図 11 は、従来技術に係る固体撮像装置の構成を示す断面図である。図 11 に示されるように、固体撮像装置 11 は半導体基板 1101 を備えており、半導体基板 1101 内には光電変換部 1102 が形成されている。また、半導体基板 1101 及び光電変換部 1102 上には平坦化層 1103、遮光膜 1104、平坦化層 1105、カラーフィルタ 1106、平坦化層 1107 及び集光レンズ 1108 が順次形成されている。

【0003】

遮光膜 1104 には開口部 1104a が設けられており、入射光が光電変換部 1102 に到達できるようになっている。カラーフィルタ 1106 は有機系顔料の微粒子が含まれており、これによって特定波長の光のみを透過させる。カラーフィルタ 1106 は赤色、緑色及び青色の何れかを透過させる（非特許文献 1 参照）。

【非特許文献 1】「固体撮像素子の基礎」日本理工出版会、安藤・菰淵著、映像情報メディア学会編、1999 年 12 月発行、p. 183 - 188。

【特許文献 1】特開平 7 - 43517 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来技術に係るカラーフィルタ 1106 の膜厚は $1.5 \mu\text{m} \sim 2.0 \mu\text{m}$ もあるので、入射角度によっては入射光が斜め光となって本来入射すべきでない光電変換部 1102 に入射して混色が発生してしまう。すなわち、カラーフィルタを透過した光が当該カラーフィルタと対応関係に無い光電変換部に入射して、入射光量の誤検出が発生する。

【0005】

このような問題に対して、カラーフィルタ 1106 の膜厚を薄くすることも考えられる。カラーフィルタ 1106 の膜厚を薄くすると、より入射角度が大きくなれば入射光が斜め光とならないからである。しかし、カラーフィルタ 1106 を構成する顔料粒子は粒径が $0.1 \mu\text{m}$ 程度もあり、この微細化には限界がある。このため、カラーフィルタ 1106 の膜厚を無理に薄くすると、顔料粒子の分布が一様でなくなり感度低下や色むらが生じてしまい実用に耐えない。

【0006】

10

20

30

40

50

また、カラーフィルタを遮光膜上に直接形成する技術も提案されている（特許文献1）。図12は、当該従来技術に係る固体撮像装置の構成を示す断面図である。図12において、固体撮像装置12はCCD部1201、フォトダイオード部1202、染色層（カラーフィルタ）1203、遮光膜層1204及び素子表面の平坦化樹脂層1205を備えている。しかしながら、このような構成としたところで、やはり、カラーフィルタが厚いため斜め光による混色を防止することができない。

【0007】

本発明は、上述のような問題に鑑みて為されたものであって、より小型で、かつ、斜め光による混色がない固体撮像装置及びその製造方法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】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明に係る固体撮像装置は、少なくとも2種類の特定波長を透過させるカラーフィルタと、遮光膜と、光電変換部とを備えた固体撮像装置であって、前記遮光膜は前記光電変換部に対向する位置に開口部を有し、前記カラーフィルタは前記遮光膜の開口部の内部に配設され、前記カラーフィルタは屈折率が異なり、かつ光学膜厚を同じくする2種類の誘電体層を交互に積層した / 4多層膜が2組と、前記2組の / 4多層膜に挟まれ、前記 / 4多層膜を構成する誘電体層とは光学膜厚が異なるスペーサ層を有し、前記 / 4多層膜の光学膜厚は全ての特定波長で共通であり、前記スペーサ層は特定波長毎に光学膜厚が異なることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

遮光膜の開口部に無機材料からなるカラーフィルタ（以下、「無機フィルタ」という。）を配設すれば、固体撮像装置の厚みを減少させることができる。また、カラーフィルタと光電変換部との距離を小さくすると共に、光電変換部に入射光を集光するレンズとカラーフィルタとの間の距離も小さくし得るので、斜め光による混色をなくすることができる。

また、無機フィルタは有機フィルタよりも薄膜化し易く、また、薄膜化に起因する混色を防止することもできる。また、無機フィルタは有機フィルタよりも耐熱性、耐光性に優れている。さらに、無機材料を用いれば光電変換部や配線部と同じ半導体プロセスで作製できるので、カラーフィルタ製造専用ラインが必要な有機フィルタと比べて製造工程を簡略化し、コストを低減できる。

【0010】

この場合において、前記カラーフィルタは単層膜フィルタとしても良いし、多層膜干渉フィルタとしても良い。

また、本発明に係る固体撮像装置は、前記カラーフィルタの膜厚は遮光膜の膜厚を超えず、前記カラーフィルタ上には平坦化層が積層されており、前記カラーフィルタと平坦化層とを合わせた膜厚が遮光膜の膜厚に略等しいことを特徴とする。

【0011】

このようにすれば、入射光を光電変換部に集光する集光レンズと光電変換部との間の距離を小さくすることができるので、斜め光による混色を防止することができる。特に、前記カラーフィルタの最大膜厚は遮光膜の膜厚に略等しいとすれば、遮光膜の膜厚を最小化しつつ、斜め光を防止することができるので更に有効である。

本発明に係る固体撮像装置は、前記カラーフィルタ又は平坦化層上に集光レンズが形成されていることを特徴とする。このようにすれば、カラーフィルタと集光レンズとの間の距離を短縮して、固体撮像装置を薄膜化することができると共に、斜め光による混色を解消することができる。

【0012】

本発明に係る固体撮像装置は、前記 / 4多層膜を構成する誘電体層とは光学膜厚をことにするスペーサ層とからなり、 / 4多層膜を構成する誘電体層の材料は、二酸化ケイ素、二酸化チタン、酸化タンタル、酸化ジルコニウム、一窒化ケイ素、窒化ケイ素、酸化アルミニウム、フッ化マグネシウム、酸化ハフニウム及び酸化マグネシウムのうちの何れ

10

20

30

40

50

か2種類であることを特徴とする。このようにすれば、無機材料を用いてカラーフィルタを実現することができる。従来、カラーフィルタに用いられていた有機材料は耐光性、耐熱性の面で不十分であったところ、無機材料を用いればかかる問題も解決することができる。

【0013】

多層膜干渉フィルタは、高屈折率材料と低屈折率材料を交互に積層させて $n/4$ 多層膜を構成するところ、これら材料間の屈折率の差が大きいほど反射帯域を広くすることができる。また、一般的に、高屈折率材料は短波長では吸収係数が大きく、固体撮像装置に感度低下を来す。これに対して、 $n/4$ 多層膜を構成する誘電体層の材料は二酸化ケイ素と二酸化チタンであるとすれば、高屈折率で、かつ短波長においても吸収がほとんどない二酸化チタンを用いるので、固体撮像装置の感度低下といった問題を解決することができる。また、二酸化ケイ素は半導体プロセスにおいて広く用いられているので低屈折率材料として適当である。

【0015】

なお、前記遮光膜材料は金属であるとしても良い。

【0017】

以上述べたように、本発明によれば、遮光膜の開口部に多層膜干渉フィルタを配設するので、固体撮像装置を従来よりも $2\ \mu\text{m}$ 程度も薄膜化することができる。従って、高画素化等に起因する混色を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明に係る固体撮像装置及びその製造方法の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[1] 固体撮像装置の構成

まず、本実施の形態に係る固体撮像装置の構成について説明する。図1は、本実施の形態に係る固体撮像装置の構成の一部を示す断面図である。図1に示されるように、固体撮像装置1は半導体基板101、光電変換部102、平坦化層103、遮光膜104、平坦化層105及び集光レンズ106を備えている。また、遮光膜104は開口部104aを有し、当該開口部104aに多層膜干渉フィルタ107r、107g及び107bが配設されている。

【0019】

集光レンズ106は入射光を対応する光電変換部102上に集光する。多層膜干渉フィルタ107r、107g及び107bは入射光のうち特定の波長の光を選択的に透過させる。遮光膜104は光電変換部102と対応関係に無い集光レンズ106を透過した光が当該光電変換部102に入射するのを防止する。光電変換部102は入射光の光量に応じた電氣的出力を発生する。平坦化層103は多層膜干渉フィルタ107r、107g及び107bを形成するために上面が平坦になっている層であって、二酸化ケイ素からなっている。平坦化層105は集光レンズ106を配設するために上面が平坦になっている層である。

【0020】

[2] 多層膜干渉フィルタ107r、107g及び107bの構成

図2は、多層膜干渉フィルタ107r、107g及び107bの積層構造を示す断面図であって、図2(a)は多層膜干渉フィルタ107rを、図2(b)は多層膜干渉フィルタ107gを、図2(c)は多層膜干渉フィルタ107bをそれぞれ示している。

先ず、図2(a)に示されるように、二酸化チタン(TiO_2)層201と二酸化ケイ素(SiO_2)層202とを交互に積層した構造を有しており、これらに挟まれたスペーサ層203rが形成されている。スペーサ層203rは二酸化ケイ素からなっており、二酸化チタン層201に挟まれている。二酸化チタン層201と二酸化ケイ素層202とは光学膜厚を同じくしている。ひとつの層について光学膜厚とはその層の膜厚に屈折率を乗じた値である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

多層膜干渉フィルタ 1 0 7 b は、二酸化チタン層 2 0 1 や二酸化ケイ素層 2 0 2 の光学膜厚の 4 倍に略等しい波長を中心波長とする波長域（以下、「反射帯域」という。）の光を反射すると共に、当該波長域に含まれる波長のうちスペーサ層 2 0 3 r の光学膜厚に応じた赤色の光を透過させる。本実施の形態において前記中心波長は 5 3 0 nm である。また、スペーサ層 2 0 3 r の光学膜厚は 4 5 nm である。

【 0 0 2 2 】

また、図 2 (b) に示されるように、多層膜干渉フィルタ 1 0 7 g もまた二酸化チタン層 2 0 1、二酸化ケイ素層 2 0 2 及びスペーサ層 2 0 3 g を備えている。多層膜干渉フィルタ 1 0 7 g は多層膜干渉フィルタ 1 0 7 b と反射帯域を同じくする一方、二酸化チタンからなるスペーサ層 2 0 3 g の光学膜厚が 2 6 5 nm と異なり緑色の光を透過させる。更に、図 2 (c) に示されるように、多層膜干渉フィルタ 1 0 7 b もまた多層膜干渉フィルタ 1 0 7 r、1 0 7 g と反射帯域を同じくする一方、二酸化ケイ素からなるスペーサ層 2 0 3 b の光学膜厚が 1 9 0 nm で青色の光を透過させる。

【 0 0 2 3 】

以上のように、多層膜干渉フィルタ 1 0 7 r、1 0 7 g、1 0 7 b は無機材料からなっており、多層膜干渉フィルタ 1 0 7 r 全体の膜厚が 4 2 3 nm、多層膜干渉フィルタ 1 0 7 g 全体の膜厚が 3 9 2 nm、多層膜干渉フィルタ 1 0 7 b 全体の膜厚が 5 2 6 nm である。

図 3 は多層膜干渉フィルタ 1 0 7 r、1 0 7 g、1 0 7 b の分光特性を示すグラフである。図 3 において、グラフ 3 0 1 ~ 3 0 3 はそれぞれ多層膜干渉フィルタ 1 0 7 r、1 0 7 g、1 0 7 b の分光特性を示す。これらグラフから分かるように、本実施の形態によれば入射光を赤色、緑色及び青色の 3 原色に分離してカラー画像を撮像することができる。

【 0 0 2 4 】

なお、多層膜干渉フィルタの層構成および分光特性の設計には、例えば、フレネル係数を用いたマトリクス法を用いれば良い。

〔 3 〕 固体撮像装置の寸法

固体撮像装置 1 の寸法について述べる。図 4 は固体撮像装置 1 の寸法を示す図である。図 4 に示されるように、固体撮像装置 1 の 1 セルの幅は 2 . 2 μm である。この幅は固体撮像装置 1 の画素数によって増減し得る。また、平坦化層 1 0 3 の厚みは 2 . 0 μm 、遮光膜 1 0 4 の厚みは 0 . 5 μm 、平坦化層 1 0 5 の厚みは 0 . 6 μm である。従って、集光レンズ 1 0 6 から光電変換部 1 0 2 までの距離は 3 . 1 μm となる。

【 0 0 2 5 】

さて、先述のように、従来技術に係るカラーフィルタ 1 1 0 6 は膜厚が 1 . 5 μm ~ 2 . 0 μm もあるのに対して、本実施の形態に係る多層膜干渉フィルタ 1 0 7 r、1 0 7 g、1 0 7 b は膜厚が 3 9 2 nm ~ 5 2 6 nm と大幅に薄膜化されている。また、本実施の形態によれば固体撮像装置そのものについても 2 μm 程度も薄くすることができる。

また、本実施の形態に係る多層膜干渉フィルタ 1 0 7 r、1 0 7 g、1 0 7 b は二酸化チタンや二酸化シリコンといった無機材料からなっているので、遮光膜 1 0 4 の開口部 1 0 4 a に形成することができる。このようにすれば、多層膜干渉フィルタ 1 0 7 r、1 0 7 g、1 0 7 b と光電変換部 1 0 2 との間の距離を小さくすることができるので、光電変換部 1 0 2 に斜め光が入射して混色が発生するのを防止することができる。

【 0 0 2 6 】

また、前述した従来技術に係る固体撮像装置 1 1 はカラーフィルタ 1 1 0 6 が有機材料からなっているので、光電変換部 7 2 や遮光膜 7 0 4、配線部（図示省略）等と共にカラーフィルタ 1 1 0 6 や集光レンズ 7 0 8 を同一プロセスで形成することができない。つまり、光電変換部 7 2 等を形成した後に別途、カラーフィルタ 1 1 0 6 や集光レンズ 7 0 8 を形成する必要がある。一方、本実施の形態によれば、カラーフィルタ 1 0 7 r 等が無機材料からなっているので、光電変換部 1 0 2 等と共にカラーフィルタ 1 0 7 r 等を同一プロセスで形成することができる。従って、高い生産性とコストの低減を実現することがで

10

20

30

40

50

きる。

【0027】

[4] 固体撮像装置1の製造方法

次に固体撮像装置1の製造方法について、特に平坦化層103上に形成される多層膜干渉フィルタ107r、107g、107b及び遮光膜104の製造方法について説明する。図5は、固体撮像装置1を製造するための諸工程を示す断面図である。図6は、図5に引き続く固体撮像装置1の製造工程を示す断面図である。

【0028】

図5(a)に示されるように、平坦化層103上に二酸化ケイ素層202と二酸化チタン層201とが高周波(RF: radio frequency)スパッタ装置を用いて交互に積層される。次に、二酸化チタン層201上に二酸化ケイ素層501を形成する。当該二酸化ケイ素層501の光学膜厚は150nmである。そして、二酸化ケイ素層501上にレジスト剤を塗布し、熱処理(プリベーク)し、ステッパ等の露光装置にて露光し、有機溶剤等でレジスト現像し、熱処理(ポストベーク)することによってレジスト502を形成する。レジスト502の厚みは1μmである。

10

【0029】

そして、図5(b)に示されるように、レジスト502を用いて前記二酸化ケイ素層のうち青色の画素領域を除く部分をドライエッチングにより除去する。エッチング条件はエッチングガスがフッ化炭素(CF₄)で、ガス流量が40sccm、RFパワーが200W、真空度が0.050Torrである。なお、二酸化ケイ素と二酸化チタンとではフッ化水素酸(HF)に対する選択比が大きいので、フッ化水素酸を用いたウェットエッチングプロセスによって前記二酸化ケイ素層を除去しても良い。この場合において、フッ化水素酸は、フッ化水素酸とフッ化アンモニウム溶液とを1対4の割合で混合して用いれば良い。当該混合溶液に約5秒間浸漬することによって、前記二酸化ケイ素層501をエッチングすることができる。

20

【0030】

エッチングを終えた後、有機溶剤等を用いてレジスト502を除去し(図5(c))、高周波スパッタ装置を用いて二酸化ケイ素層503を形成する。新たに形成された二酸化ケイ素層503の光学膜厚は45nmであり、エッチングによって前記二酸化ケイ素層501が残されている箇所については、既に形成した二酸化ケイ素層501と新たに形成した二酸化ケイ素層503とを合わせた光学膜厚が195nmとなっている。

30

【0031】

次に、レジスト502を形成したときと同様にして、青色領域と赤色領域とにレジスト504を形成する(図5(d))。そして、二酸化ケイ素層503のうちレジスト504にて被覆されていない箇所をエッチングプロセスによって除去する。これによって、青色領域には光学膜厚が195nmのスペーサ層203bが形成され、赤色領域には光学膜厚が45nmのスペーサ層203rが形成される。緑色領域には二酸化ケイ素を用いたスペーサ層は形成されない。

【0032】

さらに、高周波スパッタ装置を用いて、二酸化チタン層201及びスペーサ層203b、203r上に二酸化チタン層201、二酸化ケイ素層202、二酸化チタン層201及び二酸化ケイ素層202が積層される(図5(e))。これによって、緑色領域に二酸化チタンを用いたスペーサ層203gが形成される。スペーサ層203gの光学膜厚は二酸化チタン層201の光学膜厚の2倍に等しい265nmである。

40

【0033】

次に、斜め光を防止するための遮光膜104を形成する。まず、二酸化ケイ素層202上にレジスト剤を塗布し、熱処理(プリベーク)し、ステッパ等の露光装置を用いて露光し、有機溶剤等を用いてレジスト現像し、更に熱処理(ポストベーク)を施して、レジスト601を形成する。レジスト601の厚みは2.5μmである。その後、ドライエッチングにより遮光膜104を形成すべき領域にある多層膜干渉フィルタを除去する。すると

50

、多層膜干渉フィルタ107r、107g、107b及び遮光膜104を形成すべき溝部を得る(図6(a))。その後、有機溶剤等を用いてレジスト601を除去する。

【0034】

次に、二酸化ケイ素層202及び平坦化層103上にアルミニウム層602を形成する(図6(b))。アルミニウム層602の厚みは多層膜干渉フィルタ107r、107g、107bと概ね同等の600nmとなっている。アルミニウム層602は遮光膜104となるべき部分を含んでいる。

その後、アルミニウム層602上にレジスト603を形成する(図6(c))。すなわち、アルミニウム層602上にレジスト剤を塗布し、熱処理(プリベーク)し、ステッパ等の露光装置を用いて露光し、有機溶剤等を用いてレジスト現像し、更に熱処理(ポストベーク)を施して、レジスト603を形成する。

10

【0035】

次に、エッチングプロセスにより多層膜干渉フィルタ107r、107g、107b上のアルミニウム層602を塩素(Cl)系のエッチングガスを用いて除去する。そして、有機溶剤等を用いてレジスト603を除去する(図6(d))。このようにして、遮光膜104が形成される。

以上述べたように、本実施の形態においては、先ず、多層膜干渉フィルタ107r、107g、107bを形成した後に遮光膜104を形成する。これに対して、先に遮光膜を形成してから多層膜干渉フィルタを形成する製造方法も考えられる。図7は、遮光膜を形成してから多層膜干渉フィルタを形成することによって製造される多層膜干渉フィルタの構造を示す断面図である。このような製造方法を採用すると、図7に示されるように、遮光膜701の開口部に形成された多層膜干渉フィルタ702のうち遮光膜701に接する部分は遮光膜701に沿って形成される。

20

【0036】

一方、多層膜干渉フィルタはその積層方向についてのみ色分離機能を有する。このため、遮光膜701の開口部の縁に沿って立ち上がる部分については色分離機能が低下する。この色分離機能の低下は当該開口部の面積と比較して多層膜干渉フィルタの厚みが大きくなればなるほど甚だしくなり、小型化や高画素化の要請に反する。その意味でも本実施の形態に係る製造方法は有効である。

【0037】

[5] 変形例

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明が上述の実施の形態に限定されないのは勿論であり、以下のような変形例を実施することができる。

(1) 上記実施の形態においては、本発明に係る固体撮像装置の製造方法のうちの一つについてのみ説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて次のようにしても良い。

【0038】

図8は、本変形例に係る固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。図5及び図6(b)までは上記実施の形態に説明したのと同様である。アルミニウム層602を形成した後、図8の矢印801に示されるように、ウエハ面に対して斜め方向にエッチングを行なう。このようなエッチングにより多層膜干渉フィルタに挟まれてなる溝部にアルミニウム層602を残しながら、不要なアルミニウム層602を除去することができる。

40

【0039】

したがって、レジストを用いることなく遮光膜104を形成することができるので、固体撮像装置1の製造工程を簡略化し、製造コストを低減することができる。

(2) 上記実施の形態においては、すべての多層膜干渉フィルタ上に平坦化層を形成する場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて次のようにしても良い。

【0040】

図9は、本変形例に係る固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。なお、図5にて

50

説明した諸工程については同様なので説明を省く。平坦化層 904 上に二酸化ケイ素層 902、二酸化チタン層 901 及びスペーサ層 903 r、903 g、903 b からなる多層膜干渉フィルタの形成を終えた後、高周波スパッタ装置を用いて二酸化ケイ素層 905 を形成する(図 9(a))。

【0041】

この二酸化ケイ素層 905 の光学膜厚は 195 nm である。さらに、二酸化ケイ素層 905 上の遮光膜を形成すべき領域以外の領域にレジスト 906 を形成する。そして、エッチングプロセスによって多層膜干渉フィルタ 908 r、908 g、908 b に挟まれた溝部を形成する(図 9(b))。そして、有機溶剤等を用いてレジスト 906 を除去する。

その後、スパッタ法を用いて、二酸化ケイ素層 905 及び平坦化層 904 上にアルミニウム層 907 を形成する。アルミニウム層 907 の厚みは 600 nm である(図 9(c))。そして、例えば、化学・機械的研磨(CMP: Chemical Mechanical Polishing)法を用いて、アルミニウム層 907 及び二酸化ケイ素層 905 を研磨する(図 9(d))。これによって、多層膜干渉フィルタ 908 r、908 g、908 b の上部が平坦化される。また、遮光膜の形成が完了する。

【0042】

最後に、多層膜干渉フィルタ 908 b 及びアルミニウム層 907 上に集光レンズ 909 が取り付けられることによって固体撮像装置が完成する。

このようにすれば、エッチング工程を経ることなく、化学・機械的研磨法のみを用いて遮光膜を形成することができる。また、遮光膜の形成と同時に固体撮像装置上面を平坦化するので、固体撮像装置の製造工程を簡略化することができる。

【0043】

(3) 上記実施の形態においては、多層膜干渉フィルタの層数が 5 層又は 7 層である場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて 4 層以下、6 層、或いは 8 層以上であるとしても良い。また、上記実施の形態においてはスペーサ層を挟む多層膜の層数は同一(上下対称)であるとしたが、同一でなくとも良い。多層膜干渉フィルタの層数の如何に関わらず本発明の効果を得ることができる。

【0044】

(4) 上記実施の形態においては、多層膜干渉フィルタの材料が二酸化ケイ素と二酸化チタンである場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて酸化タンタル(Ta_2O_5)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)、一窒化ケイ素(SiN)、窒化ケイ素(Si_3N_4)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、フッ化マグネシウム(MgF_2)、酸化ハフニウム(HfO_3)、酸化マグネシウム(MgO_2)を用いても良い。いずれの材料を用いても、固体撮像装置の微細化に伴う混色を抑制して、色分離機能の低下を抑制するという本発明の効果は同じである。

【0045】

(5) 上記実施の形態においては、カラーフィルタとして多層膜干渉フィルタを用いる場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて単層膜フィルタを用いても良い。

図 10 は、本変形例に係る固体撮像装置の構成の一部を示す断面図である。図 10 に示されるように、固体撮像装置 10 は半導体基板 1001、光電変換部 1002、平坦化層 1003、遮光膜 1004、平坦化層 1005 及び集光レンズ 1006 を備えている。また、遮光膜 1004 は開口部 1004 a を有し、当該開口部 1004 a に単層膜フィルタ 1007 r、1007 g 及び 1007 b が配設されている。

【0046】

集光レンズ 1006 は入射光を対応する光電変換部 1002 上に集光する。単層膜フィルタ 1007 r、1007 g 及び 1007 b は入射光のうち特定の波長成分のみを透過させる。遮光膜 1004 は光電変換部 1002 と対応関係に無い集光レンズ 1006 を透過した光が当該光電変換部 1002 に入射するのを防止する。光電変換部 1002 は入射光の光量に応じた電氣的出力を発生する。平坦化層 1003 は単層膜フィルタ 1007 r、

10

20

30

40

50

1007g及び1007bを形成するために上面が平坦になっており、二酸化ケイ素からなっている。平坦化層1005は集光レンズ1006を配設するために上面が平坦になっている。

【0047】

さて、ここで単層膜フィルタ1007r等はアモルファスシリコンからなっている。また、単層膜フィルタ1007r、1007g及び1007bの膜厚dはそれぞれ70nm、55nm及び40nmである。波長650nm、530nm及び470nmの光に関するアモルファスシリコンの屈折率nは4.5、4.75及び5.0であり、単層膜フィルタの透過率が極大となる波長と単層膜フィルタの屈折率及び膜厚とは次式のような関係にある。

【0048】

【数1】

$$\frac{\lambda}{2} = nd$$

【0049】

従って、単層膜フィルタ1007rは波長650nmにおいて透過率が極大となる分光特性を有する。また、単層膜フィルタ1007g、1007bはそれぞれ波長530nm、470nmにおいて透過率が極大となる。

一般的に、一定の膜厚を有する媒質は、膜と外部媒質との間の反射によって、その膜厚に応じて強めあう波長、弱めあう波長が決まり、干渉を生じる。また、アモルファスシリコンは波長が400nm～700nmにおいて消衰係数が0～2程度の大きな値を有するので吸収材料と呼ぶことができる。故に、特定の波長領域の光を吸収する。

【0050】

従って、アモルファスシリコンは、その膜厚に応じて異なる波長域の光を通過させるので、受光セル毎に異なる膜厚としてカラーフィルタとすることができる。よって、多層膜干渉フィルタに代えて単層膜フィルタを用いても本発明の効果を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明に係る固体撮像装置は、高い色分離機能によって実現される高画質と低コストとの両立が要求されるデジタルスチルカメラ等に利用される固体撮像装置として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の実施の形態に係る固体撮像装置の構成の一部を示す断面図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る多層膜干渉フィルタ107r、107g及び107bの積層構造を示す断面図であって、図2(a)は多層膜干渉フィルタ107rを、図2(b)は多層膜干渉フィルタ107gを、図2(c)は多層膜干渉フィルタ107bをそれぞれ示す。

【図3】本発明の実施の形態に係る多層膜干渉フィルタ107r、107g、107bの分光特性を示すグラフである。

【図4】本発明の実施の形態に係る固体撮像装置1の寸法を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る固体撮像装置1を製造するための諸工程を示す断面図である。

【図6】本発明の実施の形態に係る固体撮像装置1の製造工程であって、図5に引き続く製造工程を示す断面図である。

【図7】遮光膜を形成してから多層膜干渉フィルタを形成することによって製造される多層膜干渉フィルタの構造を示す断面図である。

【図8】本発明の変形例(1)に係る固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図9】本発明の変形例(2)に係る固体撮像装置の製造工程を示す断面図である。

【図10】本発明の変形例(5)に係る固体撮像装置の構成の一部を示す断面図である。

【図11】従来技術に係る固体撮像装置の構成を示す断面図である。

【図12】別の従来技術に係る固体撮像装置の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

【0053】

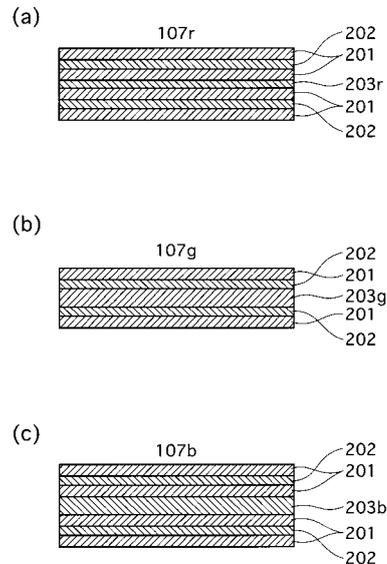
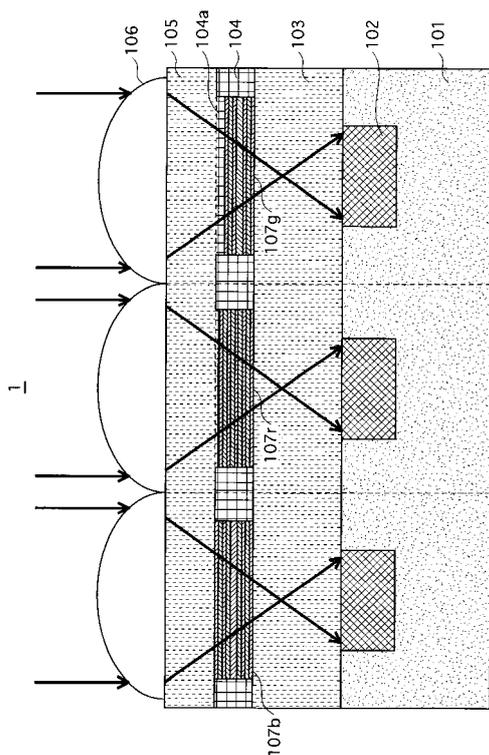
- 1、10、11 固体撮像装置
- 101、1001、1101 半導体基板
- 102、1002、1102 光電変換部
- 103、904、1003、1103 平坦化層
- 104、701、1004、1104 遮光膜
- 105、1005、1105、1107 平坦化層
- 106、909、1006、1108 集光レンズ
- 104a、1004a、1104a 開口部
- 107r等、702、908r等 多層膜干渉フィルタ
- 201、901 二酸化チタン層
- 202、501、503、902、905 ... 二酸化ケイ素層
- 203r等、903r等 スペース層
- 301~303 グラフ
- 502、601、603、906 レジスト
- 602、907 アルミニウム層
- 801 矢印
- 1007r等 単層膜フィルタ
- 1106 カラーフィルタ

10

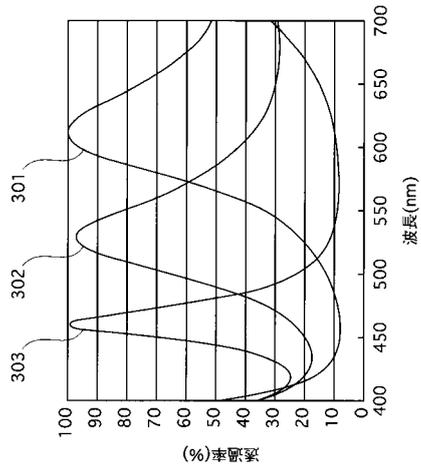
20

【図1】

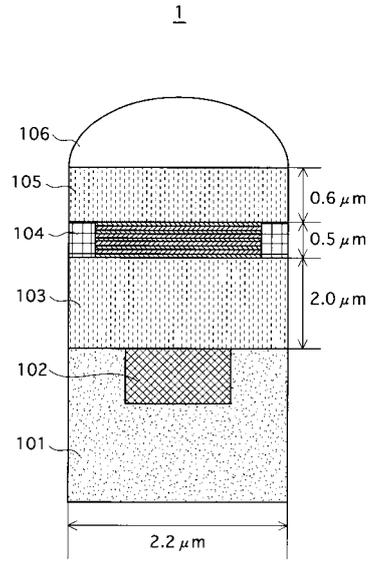
【図2】



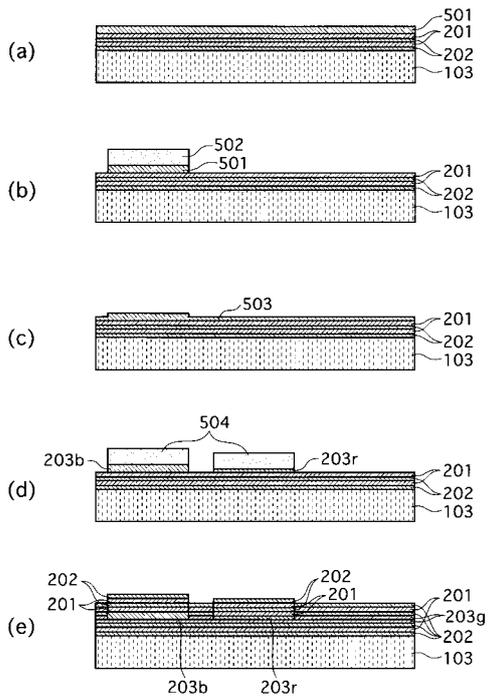
【 図 3 】



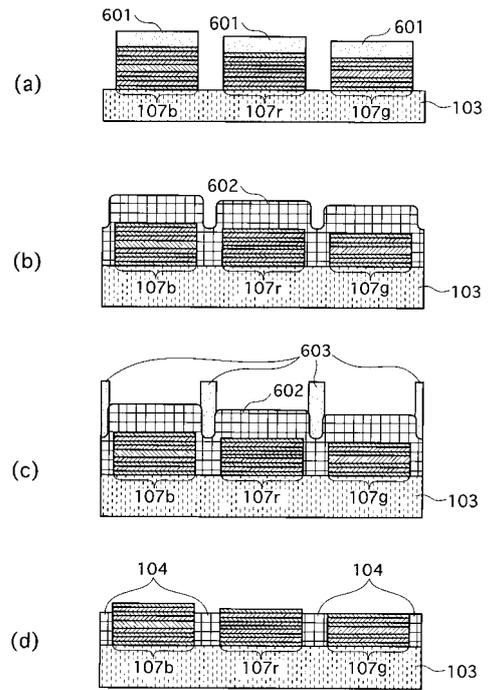
【 図 4 】



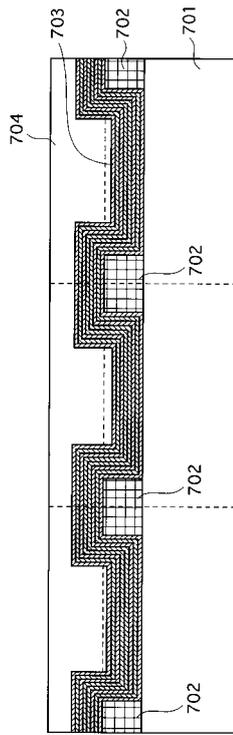
【 図 5 】



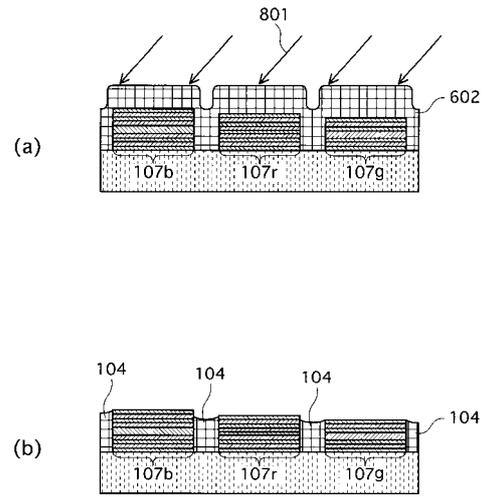
【 図 6 】



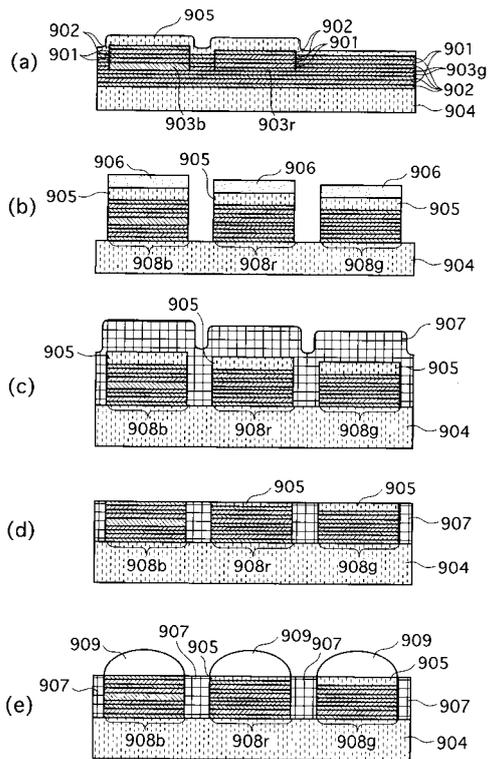
【 図 7 】



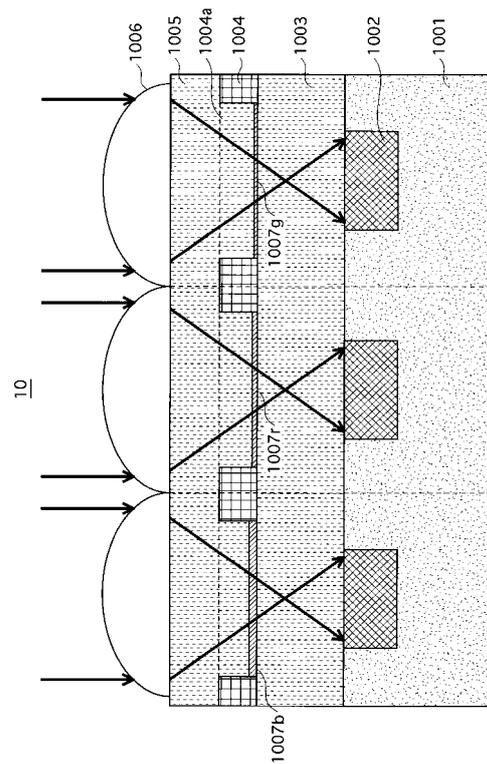
【 図 8 】



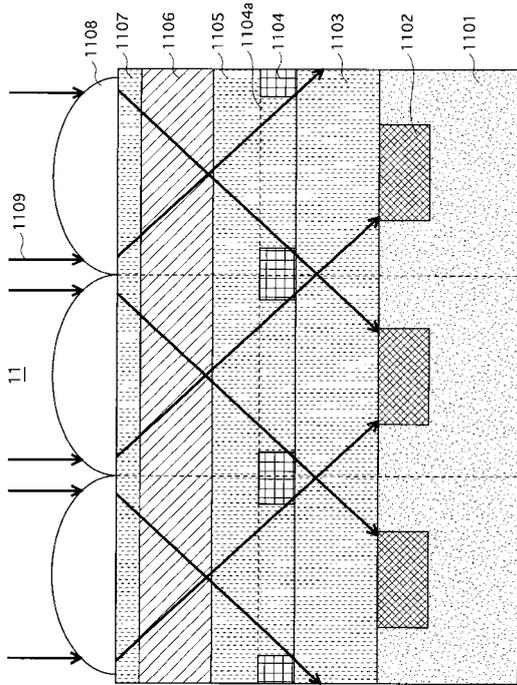
【 図 9 】



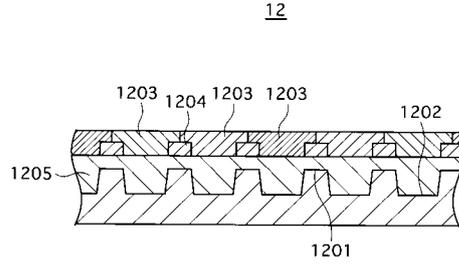
【 図 10 】



【 1 1】



【 1 2】



フロントページの続き

審査官 柴山 将隆

- (56)参考文献 特開昭63-036203(JP,A)
特開平06-163863(JP,A)
特開平02-084766(JP,A)
特開昭57-194694(JP,A)
特開昭57-100404(JP,A)
特開平11-337932(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/14
G02B 5/20
G02B 5/28
H04N 5/369