

(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2013-207053

(P2013-207053A)

(43) 公開日 平成25年10月7日(2013.10.7)

(51) Int.Cl.

H01L 27/14 (2006.01)
G02B 1/11 (2006.01)

F 1

H01L 27/14
G02B 1/10D
A

テーマコード(参考)

2K009
4M118

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2012-73725 (P2012-73725)
平成24年3月28日 (2012.3.28)

(71) 出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号

(74) 代理人 110000925
特許業務法人信友国際特許事務所

(72) 発明者 桥田 佳明
福岡県福岡市早良区百道浜二丁目3番2号
ソニーセミコンダクタ株式会社内

(72) 発明者 本渡 恵太
福岡県福岡市早良区百道浜二丁目3番2号
ソニーセミコンダクタ株式会社内

F ターム(参考) 2K009 AA04 AA12 CC03 CC34 FF01
4M118 AA05 AB01 BA10 CA02 CA04
CA32 CA34 DA18 GA09 GB07
GB08 GC07 GD04 GD07 GD11

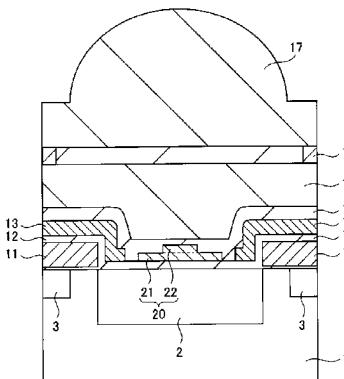
(54) 【発明の名称】 固体撮像素子、電子機器

(57) 【要約】

【課題】反射防止膜で入射光を集光することができ、かつ、反射防止膜の設計の自由度を大きくすることが可能な固体撮像素子を提供する。

【解決手段】半導体基体1に形成された受光部2と、この受光部2上に形成され、複数層の平坦層21, 22から成り、下層の平坦層21よりも上層の平坦層22の幅が狭い、反射防止膜20を有する固体撮像素子を構成する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体基体に形成された受光部と、
前記受光部上に形成され、複数層の平坦層から成り、下層の前記平坦層よりも上層の前記平坦層の幅が狭い、反射防止膜を有する
固体撮像素子。

【請求項 2】

前記反射防止膜は、前記反射防止膜上に形成された層よりも高い屈折率を有する膜を含む、請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 3】

前記平坦層の幅又は厚さが、画素の色毎に選定されている、請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 4】

下層の前記平坦層に対する、上層の前記平坦層の相対位置が、画素部内の画素の位置に対応して補正されている、請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 5】

前記反射防止膜の上方に形成された導波路をさらに有する請求項 1 に記載の固体撮像素子。

【請求項 6】

光学系と、

半導体基体に形成された受光部と、前記受光部上に形成され、複数層の平坦層から成り、下層の前記平坦層よりも上層の前記平坦層の幅が狭い、反射防止膜を有する固体撮像素子と、

前記固体撮像素子の出力信号を処理する信号処理回路を備えた

電子機器。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本技術は、固体撮像素子、並びに、この固体撮像素子を有する電子機器に係わる。

【背景技術】**【0002】**

従来から、固体撮像素子において、シリコン基板等の半導体基体とその上の絶縁膜との界面における光の反射による感度の低下を抑制するために、半導体基体の受光部が形成された部分の上に、反射防止膜を設けた構成が採用されている。

【0003】

しかしながら、半導体基体に斜め方向から入射する光が、反射防止膜の端部に入射すると、反射防止膜を通過した後、一部の光は受光部に入射せずに、半導体基体の表面で反射して、反射防止膜より外側に向かい、スミア現象や混色等の問題を生じることがある。

【0004】

この問題に対して、反射防止膜を上に凸の曲面形状とすることが提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

この構成によれば、曲面で屈折させることにより、受光部の中央部に集光することができる、スミアを低減することができるとされている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開 2006 - 41026 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

10

20

30

40

50

特許文献1に記載された構成のように、反射防止膜を上に凸の曲面形状とするために、反射防止膜の材料膜の上に、曲面形状を有するレジストを熱リフローによって形成して、レジストの形状を反射防止膜の材料膜に転写する必要がある。

【0007】

しかしながら、熱リフローによって形成したレジストの曲面形状を転写するため、形成可能な寸法・形状が限定されてしまう。例えば、薄い反射防止膜や、幅の狭い反射防止膜を、形成することは困難である。

また、エッチバックでレジストの曲面形状を転写するため、ストッパー膜となる、反射防止膜の下層の層間絶縁膜を厚く形成する必要がある。

これらのことから、反射防止膜において、集光条件や反射防止条件の設計が制限されてしまい、これらの条件の最適化が困難になる。

【0008】

本技術の目的は、反射防止膜で入射光を集光することができ、かつ、反射防止膜の設計の自由度を大きくすることが可能である固体撮像素子を提供するものである。また、この固体撮像素子を備えた電子機器を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本技術の固体撮像素子は、半導体基体に形成された受光部と、この受光部上に形成され、複数層の平坦層から成り、下層の平坦層よりも上層の平坦層の幅が狭い、反射防止膜を有する。

【0010】

本技術の電子機器は、光学系と、固体撮像素子と、固体撮像素子の出力信号を処理する信号処理回路とを備え、固体撮像素子が上記本技術の固体撮像素子の構成である。

【0011】

上述の本技術の固体撮像素子の構成によれば、反射防止膜が、複数層の平坦層から成り、下層の平坦層よりも上層の平坦層の幅が狭い構造であるため、反射防止膜が、上方から入射した光を集めレンズ作用を有している。これにより、反射防止膜を通過した光を受光部に集光させて、スミアや混色の発生を抑制することができる。

そして、反射防止膜により半導体基体の表面での反射を抑制することができるので、反射による感度の低下を抑制することができる。

また、反射防止膜が複数層の平坦層から成るので、反射防止膜を形成する際の加工が容易になる。

【0012】

上述の本技術の電子機器の構成によれば、本技術の固体撮像素子を含むので、固体撮像素子において、スミアや混色の発生を抑制し、反射による感度の低下を抑制することができる。

【発明の効果】

【0013】

上述の本技術によれば、反射防止膜によりスミアや混色の発生を抑制することができるので、画質を向上することができる。

また、反射防止膜により、反射による感度の低下を抑制することができるので、十分な感度が得られる。

【0014】

さらに、反射防止膜を形成する際の加工が容易になるため、反射防止膜を構成する平坦層の幅や厚さや層数を任意に選定することができるようになり、反射防止膜の設計の自由度を大きくすることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】第1の実施の形態の固体撮像素子の概略構成図(断面図)である。

【図2】図1の固体撮像素子の凸形状の反射防止膜及びその周辺の各部の寸法を示す図で

10

20

30

40

50

ある。

【図3】A～F 図1の固体撮像素子の凸形状の反射防止膜の形成方法を示す工程図である。

【図4】A～G 凸形状の反射防止膜の内部に低屈折率材料膜を含む構造の第1の形成方法を示す工程図である。

【図5】A～G 凸形状の反射防止膜の内部に低屈折率材料膜を含む構造の第2の形成方法を示す工程図である。

【図6】A～C 図3～図5の形成方法において、第2の高屈折率材料膜と異なる材料を用いて第1の高屈折率材料膜を形成した場合の、形成される反射防止膜の構成を示す図である。

10

【図7】第2の実施の形態の固体撮像素子の概略構成図（平面図）である。

【図8】図7のA-Aにおける断面図である。

【図9】A、B 導波路の底面の形状の一形態を示す図である。

【図10】CMOS型固体撮像素子に適用して、受光部上に導波路を設けた構成の断面図である。

【図11】A、B 第3の実施の形態の固体撮像素子の概略構成図（断面図）である。

【図12】A、B 光学シミュレーションにより得られた、感度とスミアの結果である。

【図13】A～C 第4の実施の形態の固体撮像素子の凸形状の反射防止膜の断面図である。

【図14】第4の実施の形態において、凸形状の反射防止膜を島状に形成した場合の、平面パターンの一形態を示す図である。

20

【図15】第4の実施の形態において、凸形状の反射防止膜をストライプ状に形成した場合の、平面パターンの一形態を示す図である。

【図16】第5の実施の形態の固体撮像素子の概略構成図（断面図）である。

【図17】第6の実施の形態の電子機器の概略構成図（ブロック図）である。

【図18】第2の実施の形態に対する比較対照例の固体撮像素子の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本技術を実施するための最良の形態（以下、実施の形態とする）について説明する。

30

なお、説明は以下の順序で行う。

- 1 . 第1の実施の形態（固体撮像素子）
- 2 . 第2の実施の形態（固体撮像素子）
- 3 . 第3の実施の形態（固体撮像素子）
- 4 . 第4の実施の形態（固体撮像素子）
- 5 . 第5の実施の形態（固体撮像素子）
- 6 . 第6の実施の形態（電子機器）

【0017】

<1. 第1の実施の形態（固体撮像素子）>

第1の実施の形態の固体撮像素子の概略構成図（断面図）を、図1に示す。

40

本実施の形態は、本技術を、CCD固体撮像素子に適用した場合である。

【0018】

本実施の形態の固体撮像素子は、図1に示すように、シリコン等の半導体材料から成る、半導体基体1内に、フォトダイオードから成り、入射した光により光電変換が行われる受光部2が形成されている。

半導体基体1としては、例えば、半導体基板単体、半導体基板及びその上に形成されたエピタキシャル層、他の基板上に形成された半導体層、等の構成が挙げられる。

受光部2よりも図中外側の半導体基体1上には、受光部2で光電変換された電荷を転送するための転送電極11が形成されている。転送電極11の下の半導体基体1内には、垂直転送レジスタ3が形成されている。転送電極11と半導体基体1との間には、薄いゲー

50

ト絶縁膜が形成されている。

転送電極 1 1 及び受光部 2 上には、層間絶縁膜 1 2 が形成されている。

層間絶縁膜 1 2 上には、転送電極 1 1 の上と横を覆って、遮光膜 1 3 が形成されている。この遮光膜 1 3 は、受光部 2 上に開口を有している。

遮光膜 1 3 の上には、パッシベーション膜 1 4 が形成され、このパッシベーション膜 1 4 の上には、表面が平坦化された平坦化層 1 5 が形成されている。

平坦化層 1 5 の上には、カラーフィルタ 1 6 、マイクロレンズ 1 7 が形成されている。

【0019】

本実施の形態では、特に、受光部 2 の中央部の上、遮光膜 1 3 の開口の間の部分に、断面形状が凸形状の反射防止膜 2 0 が設けられている。

この凸形状の反射防止膜 2 0 は、下層の幅の広い下段 2 1 と、上層の幅の狭い上段 2 2 の、2層の平坦層を積層した2層構造となっている。

凸形状の反射防止膜 2 0 は、このような構造となっていることにより、上方から入射した光に対して反射防止効果を有すると共に、入射した光を集めるレンズ効果も有する。

【0020】

反射防止膜 2 0 には、下層の層間絶縁膜 1 2 や、反射防止膜 2 0 の上に形成された層に対して、本実施の形態ではパッシベーション膜 1 4 に対して、高い屈折率を有する材料を使用する。

例えば、層間絶縁膜 1 2 やパッシベーション膜 1 4 をシリコン酸化膜として、反射防止膜 2 0 を、シリコン酸化膜より屈折率が高い、シリコン窒化膜 (SiN膜) やシリコン酸窒化膜 (SiON膜) やシリコン炭窒化膜 (SiCN膜) 等とすることができる。

また、ポリイミド樹脂や、多結晶シリコンや、透明電極に用いられている、ITO(インジウム錫酸化物)、TiO_x等の酸化物も、シリコン酸化膜よりも屈折率が高いので、反射防止膜 2 0 に使用することが可能である。

【0021】

ここで、凸形状の反射防止膜 2 0 及びその周囲の各部の寸法について、図 2 を参照して、説明する。

図 2 に示すように、反射防止膜 2 0 の下段 2 1 の幅を W 1 とし、上段 2 2 の幅を W 2 とし、下段 2 1 の厚さを T 1 とし、上段の厚さを T 2 とする。また、下段 2 1 の端から上段 2 2 の端までの長さを L とし、遮光膜 1 3 の開口端から反射防止膜 2 0 の下段 2 1 の端までの距離を D としている。

反射防止膜 2 0 の下段 2 1 の幅 W 1 を広くするほど、反射防止効果が向上して感度が向上するが、上段 2 2 の幅 W 2 との差が大きくなつて、反射防止膜 2 0 のレンズ効果が低下する。レンズ効果が低下すると、スミアを生じやすくなる。

逆に、反射防止膜 2 0 の下段 2 1 の幅 W 1 を狭くするほど、スミアを抑制する効果が向上するが、受光部 2 上に反射防止膜 2 0 のない部分が増えるため、感度は低下する。

【0022】

固体撮像素子において、波長 550 nmを中心とする可視光線を受光検出する場合には、遮光膜 1 3 の開口端から反射防止膜 2 0 の下段 2 1 の端までの距離 D を、50 nm ~ 100 nm の範囲内とすると、感度とスミア抑制の効果のバランスが良くなる。

さらにまた、反射防止膜 2 0 下段 2 1 の幅 W 1 と上段 2 2 の幅 W 2 の差 W 1 - W 2 (= 2L) は、50 nm ~ 200 nm の範囲内とすることが望ましい。

【0023】

また、反射防止膜 2 0 の上段 2 2 の幅 W 2 については、凸形状の断面面積が一定となるように、下段 2 1 と上段 2 2 を足した総膜厚 (T 1 + T 2) が厚いときには狭くして、総膜厚 (T 1 + T 2) が薄いときには広くすることが望ましい。

【0024】

なお、本実施の形態において、凸形状の反射防止膜 2 0 は、画素毎に独立して島状に形成しても良く、同一列の画素で連続してストライプ状に形成しても良い。

凸形状の反射防止膜 2 0 をストライプ状とする場合の画素間の反射防止膜は、例えば、

特開平10-256518号公報の平板状の反射防止膜と同様に、転送電極と遮光膜の間に反射防止膜を形成すれば良い。

【0025】

なお、凸形状の反射防止膜20は、図1に示した下段21及び上段22から成る2層構造に限定されず、3層以上で構成しても良い。

また、各層の厚さは、同一あっても、異なっていても良い。

各層の材料も、同一であっても、異なっていても良い。

【0026】

本実施の形態の固体撮像素子の、凸形状の反射防止膜20は、例えば、以下に説明するようにして、形成することができる。10

まず、図3Aに示すように、転送電極11及び層間絶縁膜12を順次形成した後に、層間絶縁膜12よりも屈折率の高い材料から成る、第1の高屈折率材料膜31、例えばSiN膜を形成する。

次に、図3Bに示すように、第1の高屈折率材料膜31上に、レジストパターン32を形成する。

続いて、レジストパターン32をマスクとして用いて、ドライエッチングにより、第1の高屈折率材料膜31をパターニングする。その後、レジストパターン32を除去して、図3Cに示すように、パターニングされた第1の高屈折率材料膜31を残す。このときの、第1の高屈折率材料膜31の幅は、後に形成される、凸形状の反射防止膜20の上段22の幅よりも狭い幅である。20

次に、図3Dに示すように、第1の高屈折率材料膜31と同じ材料を用いて、層間絶縁膜12よりも屈折率の高い材料から成る、第2の高屈折率材料膜33、例えばSiN膜を形成する。

次に、図3Eに示すように、第2の高屈折率材料膜33上に、レジストパターン34を形成する。このレジストパターン34は、図3Bに示したレジストパターン32よりも幅が広く、反射防止膜20の下段に対応するパターンに形成する。

続いて、レジストパターン34をマスクとして用いて、ドライエッチングにより、第2の高屈折率材料膜33をパターニングする。その後、レジストパターン34を除去して、パターニングされた第2の高屈折率材料膜33を残す。これにより、図3Fに示すように、第1の高屈折率材料膜31及び第2の高屈折率材料膜33により形成された、凸形状の反射防止膜20を形成することができる。30

この製造方法の場合、凸形状の反射防止膜20の下段は、中央部の第1の高屈折率材料膜31と周辺部の第2の高屈折率材料膜33とから形成され、凸形状の反射防止膜20の上段は、第2の高屈折率材料膜33から形成される。

【0027】

なお、図3Fに示した工程の後に、さらに、図3D～図3Fに示した各工程と同様の工程を繰り返すことにより、3段以上の多層構造の反射防止膜を形成することができる。

【0028】

上述の製造方法では、高屈折率材料膜31, 33のみにより、凸形状の反射防止膜20を形成していた。

本技術では、凸形状の反射防止膜20の内部に、高屈折率材料膜よりも屈折率の低い低屈折率材料膜（例えば、SiN膜に対してシリコン酸化膜）を含んでいても構わない。

この低屈折率材料膜を反射防止膜20の内部に含む構造を形成する、反射防止膜20の形成方法を、以下に2通り示す。

【0029】

低屈折率材料膜を反射防止膜20の内部に含む構造を形成する、第1の形成方法を説明する。

まず、図4A～図4Cに示すように、図3A～図3Cに示したと同様の工程を行う。

次に、図4Dに示すように、パターニングされた第1の高屈折率材料膜31を覆って、全面的に、第1の高屈折率材料膜31よりも屈折率の低い、低屈折率材料膜35、例えば40

10

20

30

40

50

シリコン酸化膜を形成する。

次に、図4Eに示すように、低屈折率材料膜35上に、第1の高屈折率材料膜31と同じ材料を用いて、第2の高屈折率材料膜33を形成する。

次に、図4Fに示すように、第2の高屈折率材料膜33上に、レジストパターン34を形成する。このレジストパターン34は、図4Bに示したレジストパターン32よりも幅が広く、反射防止膜20の下段に対応するパターンに形成する。

続いて、レジストパターン34をマスクとして用いて、ドライエッチングにより、第2の高屈折率材料膜33をパターニングする。その後、レジストパターン34を除去して、パターニングされた第2の高屈折率材料膜33を残す。これにより、図4Gに示すように、第1の高屈折率材料膜31と低屈折率材料膜35と第2の高屈折率材料膜33により形成された、凸形状の反射防止膜20を形成することができる。
10

なお、図4D～図4Gでは、層間絶縁膜12と低屈折率材料膜35とを区別して記載しているが、これらを同じ材料（例えば、シリコン酸化物）で形成した場合には、一体化して形成される。

この形成方法の場合、凸形状の反射防止膜20の下段は、中央部の第1の高屈折率材料膜31と、その外側の、低屈折率材料膜35及び第2の高屈折率材料膜33とから形成され、凸形状の反射防止膜20の上段は、第2の高屈折率材料膜33から形成される。また、凸形状の反射防止膜20の中央部では、第1の屈折率材料膜31と第2の高屈折率材料膜33の間に低屈折率材料膜35が形成された構成となる。

図4Gに示すように第1の屈折率材料膜31と第2の高屈折率材料膜33の間に低屈折率材料膜35が形成された構成としても、十分な反射防止効果が得られる。
20

【0030】

なお、図4Gに示した工程の後に、さらに、図4D～図4Gに示した各工程と同様の工程を繰り返すことにより、3段以上の多層構造の反射防止膜を形成することができる。

【0031】

低屈折率材料膜を反射防止膜20の内部に含む構造を形成する、第2の形成方法を説明する。

まず、図5Aに示すように、図3Aに示したと同様の工程を行う。

次に、図5Bに示すように、第1の高屈折率材料膜31上に、幅が広く、反射防止膜20の下段に対応するパターンのレジストパターン36を形成する。
30

続いて、レジストパターン36をマスクとして用いて、ドライエッチングにより、第1の高屈折率材料膜31をパターニングする。その後、レジストパターン36を除去して、図5Cに示すように、パターニングされた第1の高屈折率材料膜31を残す。

次に、図5Dに示すように、パターニングされた第1の高屈折率材料膜31を覆って、全面的に、第1の高屈折率材料膜31よりも屈折率の低い、低屈折率材料膜35、例えばシリコン酸化膜を形成する。

次に、図5Eに示すように、低屈折率材料膜35上に、第1の高屈折率材料膜31と同じ材料を用いて、第2の高屈折率材料膜33を形成する。

次に、図5Fに示すように、第2の高屈折率材料膜33上に、レジストパターン37を形成する。このレジストパターン37は、図5Bに示したレジストパターン36よりも幅が狭く、反射防止膜20の上段に対応するパターンに形成する。
40

続いて、レジストパターン37をマスクとして用いて、ドライエッチングにより、第2の高屈折率材料膜33をパターニングする。その後、レジストパターン37を除去して、パターニングされた第2の高屈折率材料膜33を残す。これにより、図5Gに示すように、第1の高屈折率材料膜31と低屈折率材料膜35と第2の高屈折率材料膜33により形成された、凸形状の反射防止膜20を形成することができる。

なお、図5D～図5Gでは、層間絶縁膜12と低屈折率材料膜35とを区別して記載しているが、これらを同じ材料（例えば、シリコン酸化物）で形成した場合には、一体化して形成される。

この形成方法の場合、凸形状の反射防止膜20の下段は、第1の高屈折率材料膜31か
50

ら形成され、凸形状の反射防止膜20の上段は、第2の高屈折率材料膜33から形成される。また、凸形状の反射防止膜20の中央部では、第1の屈折率材料膜31と第2の高屈折率材料膜33の間に低屈折率材料膜35が形成された構成となる。

また、第2の高屈折率材料膜33をパターニングする際に、下段の第1の高屈折率材料膜31が低屈折率材料膜35で覆われているので、低屈折率材料膜35によって、第1の高屈折率材料膜31を保護することができる。

図5Gに示すように第1の屈折率材料膜31と第2の高屈折率材料膜33の間に低屈折率材料膜35が形成された構成としても、十分な反射防止効果が得られる。

【0032】

なお、図5Gに示した工程の後に、さらに、図5D～図5Gに示した各工程と同様の工程を繰り返すことにより、3段以上の多層構造の反射防止膜を形成することができる。

【0033】

上述したそれぞれの形成方法では、各段の膜厚が10nm程度の極薄膜であっても、凸形状の反射防止膜20を形成することが可能である。

【0034】

特許文献1に記載された曲面凸レンズ形状の反射防止膜を形成する際には、レジストの曲面形状を転写するため、異方性エッチングが必要であった。

これに対して、本実施の形態の上述したそれぞれの形成方法では、等方性エッチングによって、高屈折率材料膜31, 33をパターニングすることも可能である。そして、異方性エッチングではなく、等方性エッチングとなる条件でエッチングを行うことにより、エッチングの際の、層間絶縁膜12や半導体基体1へのダメージをなくすことが可能になる。

【0035】

上述した3つの形成方法のうち、特に、図3に示した形成方法と図4に示した形成方法では、反射防止膜20として残す部分がレジストパターンで保護されていて、エッチングにさらされることがない。これにより、反射防止膜20へのエッチングダメージが少なくなり、欠陥が少なくなる。

【0036】

図3～図5に示したそれぞれの形成方法では、第1の高屈折率材料膜31と第2の高屈折率材料膜33に同じ材料を用いた場合を説明した。

本技術では、第1の高屈折率材料膜31及び第2の高屈折率材料膜33に、それぞれ異なる高屈折率材料を使用することが可能である。

図3～図5に示したそれぞれの形成方法において、第2の高屈折率材料膜33と異なる材料を用いて、第1の高屈折率材料膜41を形成した場合の、形成される反射防止膜20の構成を、図6A～図6Cに示す。図6Aは図3Fに対応する構成であり、図6Bは図4Gに対応する構成であり、図6Cは図5Gに対応する構成である。

図6A～図6Cでは、対向する、図3Fと団4Gと団5Gの第1の高屈折率材料膜31が、第1の高屈折率材料膜41に代わっており、第1の高屈折率材料膜41は、第2の高屈折率材料膜33とは、材料が異なる膜である。例えば、第2の高屈折率材料膜33にSiN膜を用いた場合には、第1の高屈折率材料膜41には、SiON膜やポリイミド系樹脂等を用いることができる。

【0037】

上述の本実施の形態の固体撮像素子の構成によれば、受光部2上に、下段21よりも上段22の幅が狭い、2層の平坦層を積層した構造の凸形状の反射防止膜20が形成されている。下段21の幅よりも上段22の幅が狭いので、反射防止膜20が上方から入射した光を集めレンズ作用を有している。これにより、反射防止膜20を通過した光を受光部2に集光させて、スミアや混色の発生を抑制することができる。スミアや混色の発生を抑制することにより、画質を向上することができる。

そして、反射防止膜20により、半導体基体1の表面での反射を抑制することができる。反射による感度の低下を抑制して、十分な感度を得ることができる。

10

20

30

40

50

【0038】

また、本実施の形態によれば、凸形状の反射防止膜20が、下段21及び上段22の2層の平坦層から成るので、反射防止膜20を形成する際の加工が容易になる。これにより、反射防止膜20を構成する平坦層の幅や厚さや層数を任意に選定することが可能になり、反射防止膜20の設計の自由度を大きくすることが可能になる。

そして、曲面形状の反射防止膜のエッチバックによりレジストを転写する工程が不要になる。また、等方性エッチングとなる条件で反射防止膜20を構成する膜31, 33のエッチングを行うことにより、エッチングの際の層間絶縁膜12や半導体基体1へのダメージをなくすことが可能になる。

これにより、反射防止膜20の下の層間絶縁膜12を、比較的薄く形成して、層間絶縁膜12と反射防止膜20による反射防止条件を最適化することも可能になる。10

従って、本実施の形態によれば、反射防止膜20の集光条件や反射防止条件を最適化するように、反射防止膜20を設計することが可能になる。

【0039】

<2.第2の実施の形態>

第3の実施の形態の固体撮像素子の概略構成図を、図7及び図8に示す。

図7は固体撮像素子の平面図を示し、図8は図7のA-Aにおける断面図を示す。

本実施の形態は、本技術を、CCD固体撮像素子に適用し、さらに受光部の上方に導波路を設けた場合である。

【0040】

本実施の形態では、図7の平面図に示すように、転送電極11A, 11Bの上に、一方の転送電極11Aに電圧を供給するための接続配線7を形成している。20

転送電極11A, 11Bは、いずれも第1層の電極層で形成されており、単層電極構造となっている。一方の転送電極11Aは、受光部2の左右のみに形成されている。他方の転送電極11Bは、受光部の左右にあり縦方向に延びる垂直転送レジスタ3に沿って形成された電極部と、図7の上下の画素の受光部2の間を通り横方向に延びる配線部とを有している。

接続配線7は、図7の上下の画素の受光部2の間を通り横方向に延びる配線部と、転送電極11A, 11B上に沿って延びる接続部とを有している。接続配線7は、その接続部のコンタクト部7Cを介して、図8の断面図に示すように、一方の転送電極11Aに接続されている。30

【0041】

図8の断面図に示すように、転送電極11Aの下の半導体基体1内には、N型半導体領域から成る垂直転送レジスタ3が形成され、垂直転送レジスタ3の下にPwell領域4が形成されている。

受光部2はN型半導体領域で形成され、表面にP⁺の半導体領域から成る正電荷蓄積領域6が形成されている。

受光部2と右の垂直転送レジスタ3との間には、これらを分離するP⁺のチャネルトップ領域5が形成されている。

受光部2と左の垂直転送レジスタ3との間の部分は、受光部2から垂直転送レジスタ3へ電荷を読み出すための読み出し部となる。40

【0042】

転送電極11Aと接続配線7を覆って層間絶縁膜12が形成され、この層間絶縁膜12上に遮光膜13が形成されている。

【0043】

本実施の形態では、受光部2の上方の層間絶縁膜12上に、第1の実施の形態と同様に、凸形状の反射防止膜20が形成されている。

この凸形状の反射防止膜20は、第1の実施の形態で説明した構成と同様の構成とすることができます。

【0044】

10

20

30

40

50

そして、本実施の形態では、受光部2の上方、凸形状の反射防止膜20のさらに上方に、低屈折率の材料から成るクラッド層8と、高屈折率の材料から成るコア層9とで構成された、導波路が設けられている。

クラッド層8は、転送電極11A・接続配線7・層間絶縁膜12・遮光膜13の積層構造と、凸形状の反射防止膜20とをそれぞれ覆って形成されており、積層構造の段差に沿って、受光部2及び反射防止膜20の上方に凹部が形成されている。

コア層9は、受光部2及び反射防止膜20の上方のクラッド層8の凹部を埋めて、クラッド層8の上に形成されている。

【0045】

クラッド層8の低屈折率材料には、例えば、シリコン酸化物を用いることができる。 10

コア層9の高屈折率材料には、例えば、SiN、SiON、SiCN、ポリイミド系樹脂等を用いることができる。

そして、反射防止膜20を構成する高屈折率材料と、コア層9の高屈折率材料とに、同一の高屈折率材料を使用してもよい。

【0046】

コア層9の上には、下層から、パッシベーション膜18、平坦化膜19、カラーフィルタ16、マイクロレンズ17が形成されている。

【0047】

本実施の形態では、受光部2と導波路との間に、凸形状の反射防止膜20が形成されている。これにより、凸形状の反射防止膜20においてレンズ作用を生じるので、図8中矢印で示すように、導波路を通った光が中央部に集められて、受光部2に入射する。 20

【0048】

ここで、本実施の形態の構成に対する比較対照例として、受光部2と導波路との間に平板状の反射防止膜を設けた場合の断面図を、図18に示す。

図18に示すように、クラッド層8の凹部内のコア層9による導波路の下に、平板状の反射防止膜23が形成されている。

この構成の場合、図18中矢印で示すように、導波路を通過した光のうち、導波路の下端で散乱して、外へ広がった光は、反射防止膜23には入射しない。そのため、半導体基体の表面と遮光膜13との間で反射して、垂直転送レジスタに入り込み、スミアとなってしまう。

【0049】

これに対して、図8に示す本実施の形態の構成では、凸形状の反射防止膜20によって生じるレンズ作用で光を集めることができるので、反射防止膜20に入射しないでノイズとなってしまう光を低減することができる。

【0050】

なお、図8では、導波路の底面が水平面であったが、導波路の底面は水平面に限らず他の形状としても良い

このような導波路の底面の形状の一形態を、図9Aと図9Bにそれぞれ示す。

図9Aは、導波路の底面を曲面とした形態である。

図9Bは、導波路の底面を、凸形状の反射防止膜20に沿った凹凸を有する面とした形態である。 40

【0051】

上述の本実施の形態の固体撮像素子の構成によれば、第1の実施の形態と同様に、受光部2上に、下段21よりも上段22の幅が狭い、2層の平坦層を積層した構造の凸形状の反射防止膜20が形成されている。

これにより、第1の実施の形態と同様に、スミアや混色の発生を抑制することができるので、画質を向上することができる。そして、半導体基体1の表面での反射による感度の低下を抑制して、十分な感度を得ることができる。

また、第1の実施の形態と同様に、反射防止膜20を構成する平坦層の幅や厚さや層数を任意に選定することが可能になり、反射防止膜20の設計の自由度を大きくすることができます。 50

可能になる。

【0052】

また、本実施の形態によれば、凸形状の反射防止膜20の上に、クラッド層8及びコア層9により構成された導波路が設けられている。これにより、従来の平板状の反射防止膜ではスミアや混色等のノイズとなっていた、クラッド層8に入射した迷光成分も、凸形状の反射防止膜20で集光することができる。これにより、スミアや混色の改善の他、感度も少なからず改善することが可能になる。

【0053】

上述の第2の実施の形態は、本技術をCCD固体撮像素子に適用した構成であったが、本技術をCMOS型固体撮像素子に適用した構成においても、受光部上に導波路を設けて、光導波路の下に凸形状の反射防止膜を設けることが可能である。

その場合の概略断面図を、図10に示す。

【0054】

図10に示すように、半導体基体1内に受光部2が形成され、半導体基体1上に、受光部2から電荷を転送する転送ゲート26が設けられている。

半導体基体1の上方には、複数層の配線層28と、配線層28を絶縁する絶縁層29とから成る、配線部が形成されている。

半導体基体1の転送ゲート26よりも左の部分には、導体から成るプラグ層27が接続されており、このプラグ層27により、配線部の下層の配線層28と半導体基体1内の図示しない半導体領域とを電気的に接続している。

配線部の絶縁層29の上には、下層から、パッシベーション膜18、平坦化膜19、カラーフィルタ16、マイクロレンズ17が形成されている。

【0055】

図10に示す構成では、特に、受光部2が形成された半導体基体1の上層の配線部を構成する絶縁層29に、トレンチを形成して、このトレンチ内を高屈折率材料層30で埋めて、導波路を形成している。そして、この導波路の下に、凸形状の反射防止膜20を設けている。

【0056】

この構成の場合も、凸形状の反射防止膜20によって生じるレンズ作用で光を集めることができるので、導波路の下端で散乱して外へ広がった光を受光部2へ入射させて、ノイズとなってしまう光を低減することが可能になる。

【0057】

<3. 第3の実施の形態>

第3の実施の形態の固体撮像装置の概略構成図を、図11A及び図11Bに示す。

図11A及び図11Bは、1つの画素の断面図を示している。

本実施の形態は、本技術を、CCD固体撮像素子に適用し、さらに受光部の上方に導波路を設けた場合である。

【0058】

図11Aは青の画素の断面図を示しており、図11Bは赤の画素や緑の画素の断面図を示している。

図11Aに示すように、青の画素では、青Bのカラーフィルタ16が形成され、クラッド層8とコア層9により形成された導波路の下に、図18に示したと同様の、平板状の反射防止膜23が形成されている。

図11Bに示すように、赤の画素や緑の画素では、赤Rのカラーフィルタ16や緑GBのカラーフィルタ16が形成され、導波路の下に、下段21と上段22とから成る、凸形状の反射防止膜20が形成されている。図11Bでは、反射防止膜20の下段21と上段22との間に、低反射率材料から成る、薄い膜が形成されている。即ち、図5Gに示した構成と同様の構成になっている。

その他の構成は、図8に示した第2の実施の形態と同様であるので、重複説明を省略する。

10

20

30

40

50

【0059】

図11A及び図11Bに示すように、青の画素と、赤の画素及び緑の画素とでは、反射防止膜の構成が異なっており、青の画素の平板状の反射防止膜23は、赤の画素及び緑の画素の凸形状の反射防止膜20と比較して、反射防止膜全体が薄くなっている。

【0060】

このように、画素の色に対応して、反射防止膜の厚さを変えて、波長の短い青の画素では波長の長い他の色よりも反射防止膜を薄くすることにより、反射防止膜の反射防止効果を最適化することができる。

【0061】

なお、図11Bにおいて、さらに、赤の画素と緑の画素とで、凸形状の反射防止膜20の下段21の厚さや上段22の厚さを異ならせて、緑の画素は、赤の画素と比較して、凸形状の反射防止膜20の下段21の厚さや上段22の厚さを薄くすることも可能である。 10

【0062】

画素の色に対応して、反射防止膜20の下段21の厚さや上段22の厚さを変える代わりに、凸形状の反射防止膜の段数（層の数）を変えてても良い。

また、画素の色に対応して、反射防止膜の厚さだけでなく、反射防止膜の各層の幅を変えても良い。

そして、画素の色毎に、反射防止膜の構成を最適化することによって、全ての画素の感度を改善することが可能になる。 20

【0063】

例えば、青の画素では、平板状の反射防止膜23を、通常の平板状の反射防止膜よりも薄く形成して、さらに、反射防止膜23と半導体基体との間の低反射率材料膜（図11では層間絶縁膜12）を薄く形成することにより、感度を向上することが可能である。

また、赤の画素や緑の画素でも、反射防止膜20の下段21と半導体基体との間の低反射率材料膜（図11では層間絶縁膜12）を薄く形成することにより、感度を向上することが可能である。 30

【0064】

さらにまた、図11Aでは、青の画素に平板状の反射防止膜を形成していたが、赤及び緑の画素と同様に、青の画素にも凸形状の反射防止膜を形成しても良い。

青の画素にも凸形状の反射防止膜を形成する場合、凸形状の反射防止膜の上段の幅は、青の画素を狭く、赤の画素を広く、緑の画素はその中間とすることが望ましい。また、下段と上段を足した総膜厚は、青の画素は薄く、赤の画素は厚く、緑の画素はその中間とすることが望ましい。 30

【0065】

ここで、本実施の形態の構成の固体撮像素子と、各画素の平板状の反射防止膜の厚さを同一とした従来構成の固体撮像素子について、各層の材料（屈折率）や厚さの条件を選定して、光学シミュレーションを行い、感度とスミアの大きさを調べた。

設定した条件は、以下の通りとした。

低屈折率材料（シリコン酸化膜）の屈折率：1.4

高屈折率材料（SiN膜）の屈折率：2.0 40

平板状の反射防止膜を用いた、従来構造の各層の膜厚は、層間絶縁膜12（シリコン酸化膜）を30nm、平板状の反射防止膜23（SiN膜）を40nm、クラッド層8（シリコン酸化膜）を70nmとした。

本実施の形態の構成の青の画素の各層の膜厚は、層間絶縁膜12（シリコン酸化膜）を10nm、平板状の反射防止膜23（SiN膜）を40nm、クラッド層8（シリコン酸化膜）を70nmとした。赤及び緑の画素の各層の膜厚は、層間絶縁膜12（シリコン酸化膜）を10nm、反射防止膜の下段21（SiN膜）を40nm、シリコン酸化膜を20nm、反射防止膜の上段22（SiN膜）を40nm、クラッド層8（シリコン酸化膜）を50nmとした。また、下段21と上段22の端部の水平距離（図2の距離Lに対応）を150nmとした。 50

なお、従来構造及び青の画素の平板状の反射防止膜23の幅と、赤及び緑の画素の凸形状の反射防止膜20の下段21の幅とは、同じ幅とした。

【0066】

光学シミュレーションにより得られた結果を、図12A及び図12Bに示す。図12Aは感度の結果を示し、図12Bはスミア(dB)の結果を示す。図12A及び図12Bにおいて、左の「平板状」が従来構造の結果を示し、右の「凸形状あり」が本実施の形態の構成の結果を示している。

図12Aに示すように、各色とも、本実施の形態の構成とすることにより、感度が向上することがわかる。

青の画素については、平板状の反射防止膜23の下の層間絶縁膜12を薄くしただけで感度が大きく向上している。

赤の画素や緑の画素については、さらに、凸形状の反射防止膜20としたことにより、感度が向上している。

なお、比較対照として、赤の画素及び緑の画素を、青の画素と同様の構成とした構成についても調べたが、感度の向上が得られなかった。

また、図12Bに示すように、本実施の形態の構成とすることにより、スミアを大きく改善できることがわかる。

【0067】

さらにまた、凸形状の反射防止膜20の上段22の膜厚を40nmに、下段21の幅を500nmに、それぞれ固定した緑の画素に、波長550nmの平行光を入射させる条件で、上段22の幅と下段21の膜厚とを変えて、光学シミュレーションを行った。

その結果、上段22の幅と下段21の膜厚の最適値は、幅150nmのとき膜厚50nm、幅200nmのとき膜厚40nm、幅250nmのとき膜厚30nmとなった。

また、このときの集光特性は、それぞれ、ほぼ同等であった。

【0068】

本実施の形態の固体撮像素子において、波長550nmを中心とする可視光線を撮像する構成とする場合の、各層の膜厚の好適な範囲は以下の通りである。

反射防止膜20, 23下の層間絶縁膜12 : 30nm以下

青の画素の平板状の反射防止膜23 : 20nm ~ 60nm

青の画素のクラッド層8 : 30nm ~ 90nm

赤及び緑の画素の反射防止膜の下段21 : 20nm ~ 50nm

赤及び緑の画素の反射防止膜の中間の酸化膜 : 20nm以下

赤及び緑の画素の反射防止膜の上段22 : 20nm ~ 50nm

赤及び緑の画素のクラッド層8 : 30nm ~ 70nm

【0069】

上述の本実施の形態によれば、先の各実施の形態と同様に、下段21よりも上段22の幅が狭い、2層の平坦層を積層した構造の凸形状の反射防止膜20が形成されている。

これにより、スミアや混色の発生を抑制することができるので、画質を向上することができる。そして、半導体基体1の表面での反射による感度の低下を抑制して、十分な感度を得ることができる。また、反射防止膜20を構成する平坦層の幅や厚さや層数を任意に選定することができ、反射防止膜20の設計の自由度を大きくすることが可能になる。

【0070】

また、本実施の形態によれば、第2の実施の形態と同様に、凸形状の反射防止膜20の上に、クラッド層8及びコア層9により構成された導波路が設けられている。これにより、第2の実施の形態と同様に、クラッド層8に入射した迷光成分も、凸形状の反射防止膜20で集光することができる。これにより、スミアや混色の改善の他、感度も少なからず改善することが可能になる。

【0071】

さらに、本実施の形態によれば、赤R、緑G、青Bの画素の色毎に、反射防止膜の各平

10

20

30

40

50

平坦層の厚さや反射防止膜全体の厚さ、平坦層の幅等の寸法を選定している。

これにより、反射防止条件や感度を、画素の色毎に最適化することが可能になる。例えば、図12Aに示したように、全ての色の画素で、感度を向上することも可能になる。

本技術では、上層の幅が下層の幅より狭くなるように、複数層の平坦層を積層して、凸形状の反射防止膜を構成しているので、反射防止膜の形成が容易になることから、このように画素の色毎に反射防止膜の寸法を選定することも容易に実現することができる。

【0072】

<4. 第4の実施の形態>

続いて、第4の実施の形態の固体撮像素子を説明する。

本実施の形態では、凸形状の反射防止膜を、瞳補正して形成する場合である。

10

【0073】

第4の実施の形態の固体撮像素子の、画素部における画素の位置に対応して瞳補正を行った、凸形状の反射防止膜の断面形状を、図13A～図13Cに示す。

図13Aに示すように、画素部の左端の画素では、凸形状の反射防止膜20の上段22を、下段21の右端に寄せて形成している。

図13Bに示すように、画素部の中央の画素では、凸形状の反射防止膜20の上段22を、下段21の中央の上に形成している。

図13Cに示すように、画素部の右端の画素では、凸形状の反射防止膜20の上段22を、下段21の左端に寄せて形成している。

なお、図13A及び図13Cでは、下段22の端面と上段21の端面を同じ位置に揃えて形成しているが、下段と上段の端面の位置は同じ位置に限定されるものではない。

20

このように、瞳補正を行うことにより、シェーディング特性を改善できる。

この構成の凸形状の反射防止膜20を製造する場合には、例えば、図3B～図3C、図4B～図4C、図5Fに示した製造工程で、瞳補正に対応するように、凸形状の反射防止膜20の上段をずらして形成しても良い。

【0074】

本実施の形態においても、凸形状の反射防止膜20は、画素毎に独立して島状に形成しても良く、同一列の画素で連続してストライプ状に形成しても良い。

本実施の形態において、凸形状の反射防止膜20をそれぞれの形状とした場合の、平面パターンの一形態を、図14及び図15にそれぞれ示す。

30

【0075】

図14は、凸形状の反射防止膜20を、画素毎に独立して島状に形成した場合の平面パターンを示している。図中24は、遮光膜や金属配線層等の遮光材を示している。

画素毎にそれぞれ独立して、凸形状の反射防止膜20が形成されており、反射防止膜20の上段22は、瞳補正に対応して、横方向の位置をずらして形成されている。

【0076】

図15は、凸形状の反射防止膜20を、同一列の画素で連続して形成した場合の平面パターンを示している。

凸形状の反射防止膜20が、同一列の画素で連続してストライプ状に形成されており、反射防止膜20の上段22は、瞳補正に対応して、横方向の位置をずらして形成されている。

40

なお、凸形状の反射防止膜をストライプ状とする場合の画素間の反射防止膜は、CCD固体撮像素子では、例えば、前述したように、転送電極と遮光膜の間に反射防止膜を形成すれば良い。CMOS型固体撮像素子では、遮光材となる配線層よりも下に、反射防止膜を形成すれば良い。

【0077】

本実施の形態では、画角内における画素の位置による、瞳補正量の変化の様子は、特に限定されず、適宜設定することが可能である。

例えば、瞳補正量を、画角内における位置との関係（画角の中心位置に対する距離等）に対して、線形的に変化させた構成も、非線形的に変化させた構成も、いずれも可能であ

50

る。

【0078】

なお、瞳補正量は、カメラ設計上の狙いとするF値（斜め入射角度）によって、最適値が異なる。

平行に近い光では、瞳補正量を小さくする。

例えば、 $F = 2.8$ のようなF値が大きい光を狙いとするならば、瞳補正量を大きくする。ただし、反射防止膜の上段が下段から横に出てはいけないため、最大の瞳補正量は、 $[(\text{下段幅} - \text{上段幅}) \div 2]$ までとする。

【0079】

特許文献1の構成の製造方法では、先に形成されている転送電極の間に、レジストの曲面形状を反射防止膜に転写しているので、曲面形状の反射防止膜を瞳補正しようとする、左右非対称なレンズとなってしまう懸念がある。

特に、画素サイズが微細になるほど、顕著になる。

本技術では、曲面形状ではなく、段差を有する多層構造の反射防止膜を採用していることにより、瞳補正是上段の幅及び位置を制御するだけで良いため、転送電極が先に形成されても、瞳補正を行った反射防止膜を、問題なく形成することができる。

【0080】

上述の本実施の形態によれば、先の各実施の形態と同様に、下段21よりも上段22の幅が狭い、2層の平坦層を積層した構造の凸形状の反射防止膜20が形成されている。

これにより、スミアや混色の発生を抑制することができるので、画質を向上することができる。そして、半導体基体1の表面での反射による感度の低下を抑制して、十分な感度を得ることができます。また、反射防止膜20を構成する平坦層の幅や厚さや層数を任意に選定することができ、反射防止膜20の設計の自由度を大きくすることができます。

【0081】

また、本実施の形態によれば、凸形状の反射防止膜20の上段22の平坦層の下段21の平坦層に対する相対位置を、画素部内の画素の位置に対応して補正しているので、凸形状の反射防止膜20によって、シェーディングの発生も抑制することができる。

【0082】

本実施の形態の凸形状の反射防止膜20に瞳補正を行う構成は、先の各実施の形態の構成に適用することが可能である。例えば、瞳補正を行った凸形状の反射防止膜20の上に、導波路を形成することが可能である。

【0083】

<5. 第5の実施の形態>

第5の実施の形態の固体撮像素子の概略構成図（断面図）を、図16に示す。

本実施の形態は、本技術を、グローバルシャッタを用いた固体撮像素子に適用した場合である。

【0084】

図16に示すように、半導体基体51に、受光部のフォトダイオードPDと、フローティングディフュージョンFDとが形成されている。

そして、これらフォトダイオードPD及びフローティングディフュージョンFDの中間の半導体基体51内に、電荷蓄積領域52が形成されている。

フォトダイオードPDと電荷蓄積領域52との間の、半導体基体51上には、転送ゲート53が形成されている。この転送ゲート53には、グローバルシャッタ信号GSが供給される。

電荷蓄積領域52とフローティングディフュージョンFDとの間の、半導体基体51上には、読み出しゲート54が形成されている。この読み出しゲート54には、読み出し信号TRが供給される。

そして、フォトダイオードPD以外の部分の上方を覆って、遮光膜55が形成されている。

10

20

30

40

50

なお、図16では、遮光膜55よりも上方の構成の図示を省略している。遮光膜55の上方に、図示しないが、カラーフィルタやマイクロレンズ等が形成されている。

【0085】

本実施の形態においては、遮光膜55の開口の下、フォトダイオードPDの上方に、凸形状の反射防止膜20が形成されている。

凸形状の反射防止膜20の構成は、先に説明した各実施の形態の構成と同様の構成を採用することができる。

【0086】

グローバルシャッタ信号GSは、全画素で同時にオン状態とされて、フォトダイオードPDで光電変換された電荷を、電荷蓄積領域52に転送する。

読み出し信号TRは、画素列毎にオン状態とされて、画素列毎に電荷蓄積領域52からフローティングディフュージョンFDへ、電荷が読み出される。

【0087】

上述の本実施の形態によれば、フォトダイオードPD上に凸形状の反射防止膜20を設けたことにより、入射した光をフォトダイオードPDに集光することができる。

これにより、平板状の反射防止膜を設けた場合に、電荷蓄積領域52に入射してしまっていたノイズ光を、低減することができる。

【0088】

本技術は、上述したように、CCD固体撮像素子及びCMOS型固体撮像素子のいずれにも適用することが可能である。

【0089】

また、本技術は、表面照射型構造と裏面照射型構造のいずれの構造の固体撮像素子にも適用することが可能である。

特に、表面照射型構造では、マイクロレンズから受光部までの距離が長くなるため、画素サイズの微細化に伴い、導波路だけでは十分集光させることが難しくなるので、本技術を採用する効果が大きい。

【0090】

本技術では、第2の実施の形態で説明した、導波路と凸形状の反射防止膜との組み合わせの他にも、層内レンズと凸形状の反射防止膜との組み合わせ等も可能である。

【0091】

さらにまた、上述した各実施の形態で説明した構成は、適宜組み合わせることが可能である。

【0092】

本技術に係る固体撮像素子は、例えば、デジタルカメラやビデオカメラ等のカメラシステムや、撮像機能を有する携帯電話、撮像機能を備えた他の機器等の、各種電子機器に適用することができる。

【0093】

<6. 第6の実施の形態>

第6の実施の形態の電子機器の概略構成図(ブロック図)を、図17に示す。

本実施の形態は、本技術を、静止画像又は動画の撮影が可能なカメラを有する電子機器に適用した場合である。

【0094】

図17に示すように、この電子機器121は、固体撮像素子122、光学系123、シャッタ装置124、駆動回路125、信号処理回路126を有する。

【0095】

光学系123は、光学レンズ等により構成され、被写体からの像光(入射光)を固体撮像素子122の画素部に結像させる。これにより、固体撮像素子122内に、一定期間信号電荷が蓄積される。光学系123は、複数個の光学レンズから構成された光学レンズ系としても良い。

固体撮像素子122としては、前述した各実施の形態の固体撮像素子等、本技術に係る

10

20

30

40

50

固体撮像素子を使用する。

シャッタ装置 124 は、固体撮像素子 122 への光照射期間及び遮光期間を制御する。

駆動回路 125 は、固体撮像素子 122 の転送動作及びシャッタ装置 124 のシャッタ動作を制御する駆動信号を供給する。駆動回路 125 から供給される駆動信号（タイミング信号）により、固体撮像素子 122 の信号転送を行う。

信号処理回路 126 は、各種の信号処理を行う。信号処理が行われた映像信号は、メモリ等の記憶媒体に記憶され、或いは、モニタに出力される。

【0096】

上述の本実施の形態の電子機器 121 の構成によれば、固体撮像素子 122 として、前述した各実施の形態の固体撮像素子等、本技術に係る固体撮像素子を使用する。これにより、固体撮像素子 122 において、スミアや混色の発生を抑制し、反射による感度の低下を抑制することができ、画質の向上及び十分な感度の確保が可能になる。10

【0097】

本技術において、電子機器の構成は、図 17 に示した構成に限定されるものではなく、本技術に係る固体撮像素子を使用する構成であれば、図 17 に示した以外の構成とすることも可能である。

【0098】

なお、本開示は以下のような構成も取ることができる。

(1) 半導体基体に形成された受光部と、前記受光部上に形成され、複数層の平坦層から成り、下層の前記平坦層よりも上層の前記平坦層の幅が狭い、反射防止膜を有する固体撮像素子。20

(2) 前記反射防止膜は、前記反射防止膜上に形成された層よりも高い屈折率を有する膜を含む、前記(1)に記載の固体撮像素子。

(3) 前記平坦層の幅又は厚さが、画素の色毎に選定されている、前記(1)又は(2)に記載の固体撮像素子。

(4) 下層の前記平坦層に対する、上層の前記平坦層の相対位置が、画素部内の画素の位置に対応して補正されている、前記(1)から(3)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(5) 前記反射防止膜の上方に形成された導波路をさらに有する前記(1)から(4)のいずれかに記載の固体撮像素子。

(6) 光学系と、前記(1)から(5)のいずれかに記載の固体撮像素子と、前記固体撮像素子の出力信号を処理する信号処理回路を備えた電子機器。30

【0099】

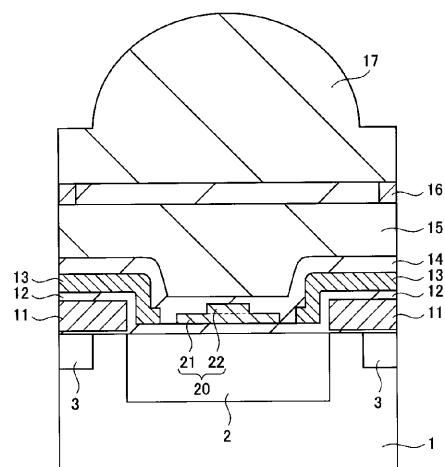
本技術は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲でその他様々な構成が取り得る。

【符号の説明】

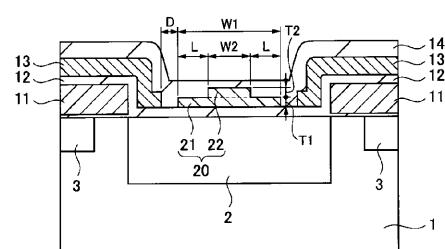
【0100】

1, 51 半導体基体、2 受光部、3 垂直転送レジスタ、5 チャネルトップ領域、6 正電荷蓄積領域、7 接続配線、7C コンタクト部、8 クラッド層、9 コア層、11, 11A, 11B 転送電極、12 層間絶縁膜、13, 55 遮光膜、14, 18 パッシベーション膜、15 平坦化層、16 カラーフィルタ、17 マイクロレンズ、19 平坦化膜、20 凸形状の反射防止膜、21 下段、22 上段、24 遮光材、26 転送ゲート、28 配線層、29 絶縁層、30 高屈折率材料層、31, 41 第1の高屈折率材料膜、32, 34, 36, 37 レジストパターン、33 第2の高屈折率材料膜、35 低屈折率材料膜、52 電荷蓄積領域、53 転送ゲート、54 読み出しゲート、121 電子機器、122 固体撮像素子、123 光学系、124 シャッタ装置、125 駆動回路、126 信号処理回路、P D フォトダイオード、F D フローティングディフュージョン40

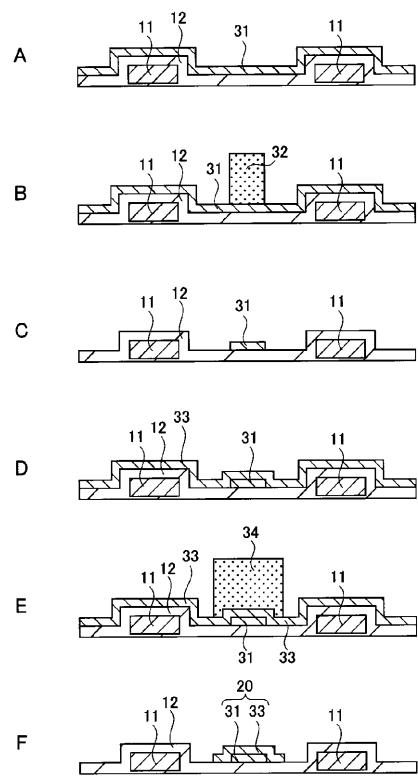
【図1】



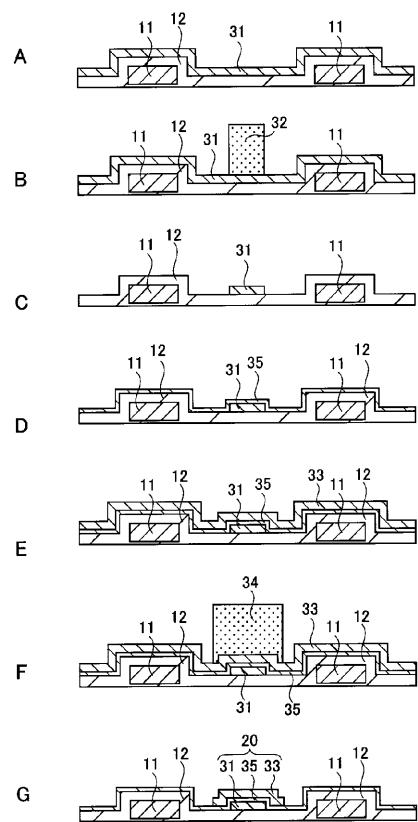
【図2】



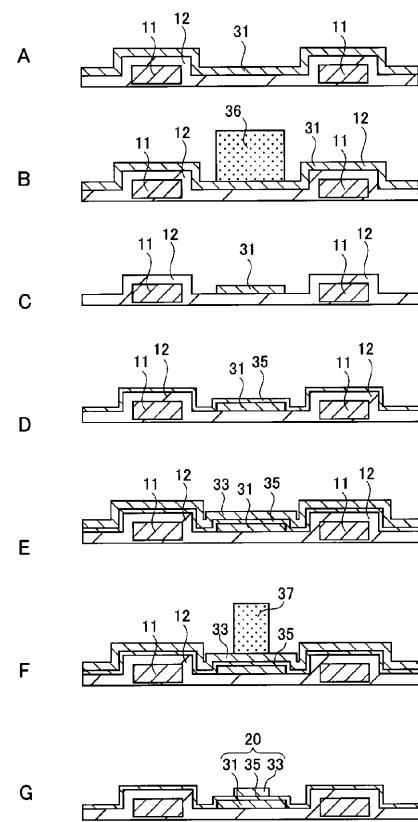
【図3】



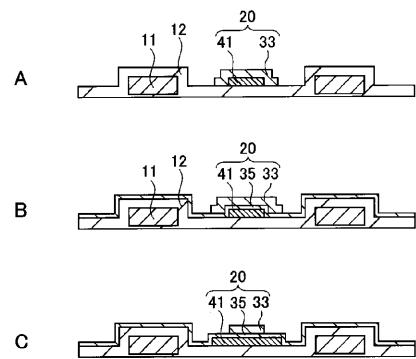
【図4】



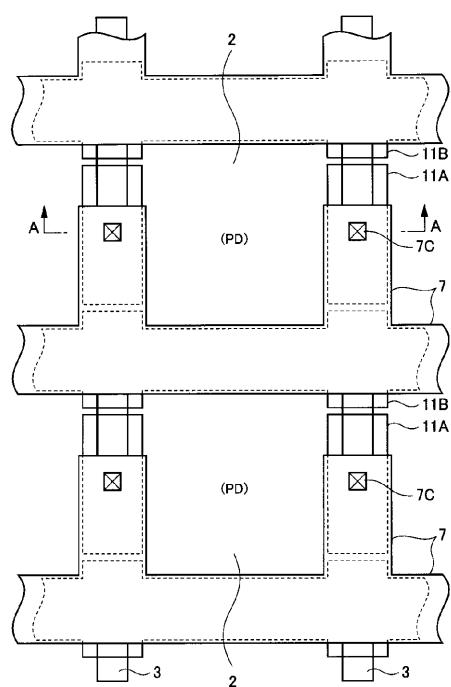
【図5】



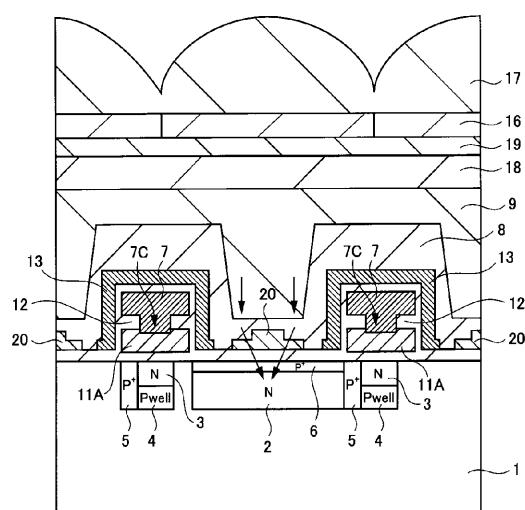
【図6】



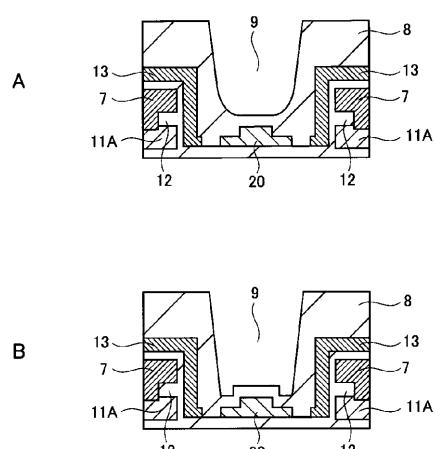
【図7】



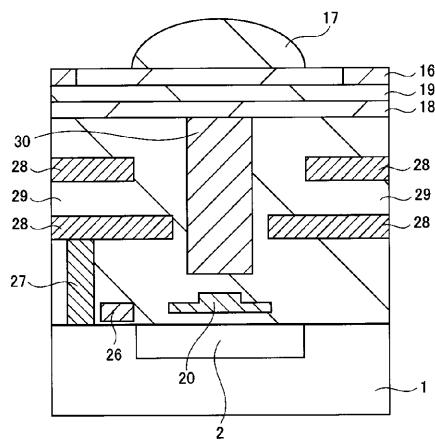
【図8】



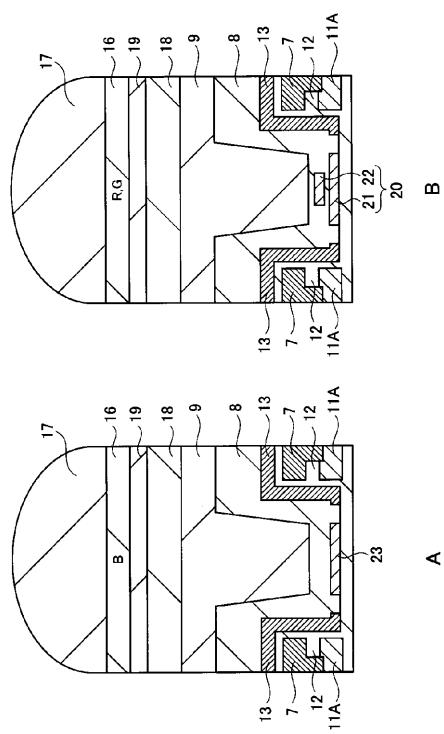
【図9】



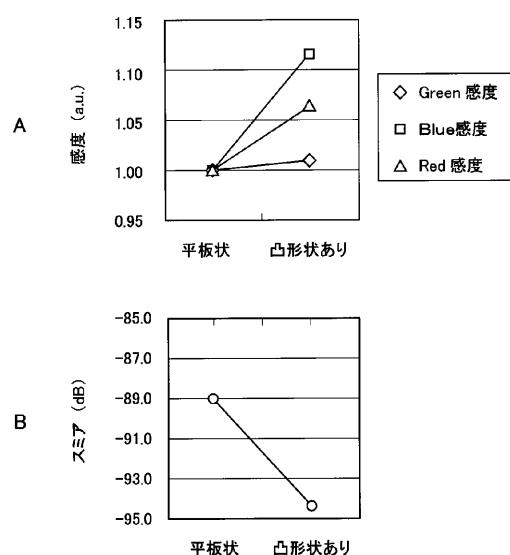
【図 1 0】



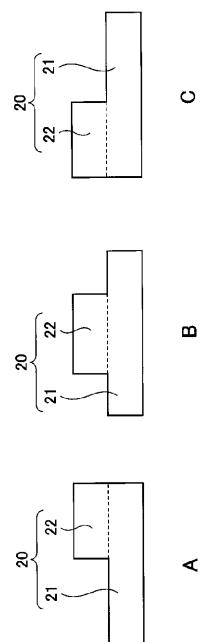
【図 1 1】



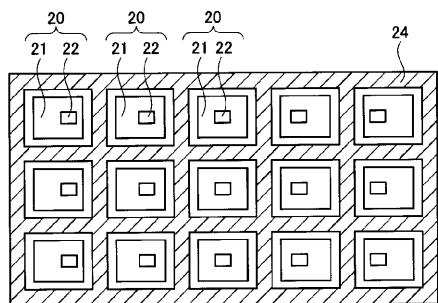
【図 1 2】



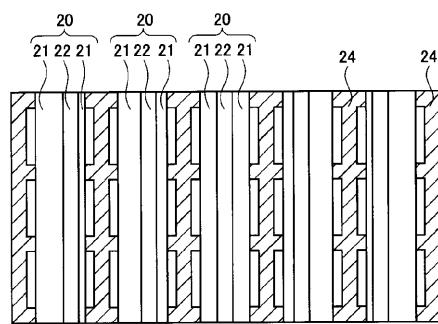
【図 1 3】



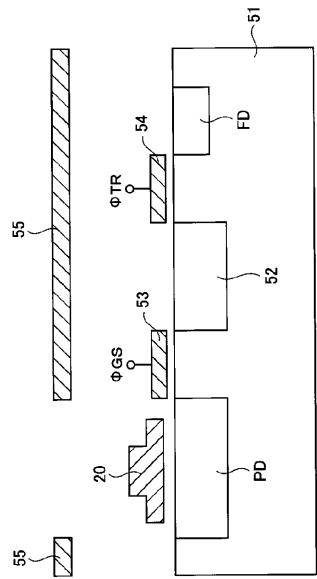
【図 1 4】



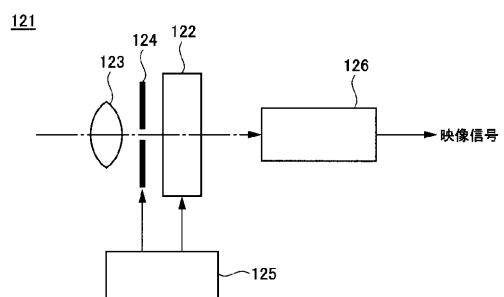
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】

