

(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2013-118295

(P2013-118295A)

(43) 公開日 平成25年6月13日(2013.6.13)

(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 1 L	31/10	(2006.01)	HO 1 L	31/10	A	5C065		
HO 4 N	9/07	(2006.01)	HO 4 N	9/07	A	5F049		

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-265263 (P2011-265263)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成23年12月2日 (2011.12.2)		シャープ株式会社
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
		(74) 代理人	100078282
			弁理士 山本 秀策
		(74) 代理人	100062409
			弁理士 安村 高明
		(74) 代理人	100107489
			弁理士 大塩 竹志
		(72) 発明者	ト部 洋志
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		Fターム(参考)	4M118 AA10 AB01 BA03 CA02 CA27
			CB13 CB14 EA01 EA14 EA20
			FA06 GB11 GC08 GC14 GD04
			最終頁に続く

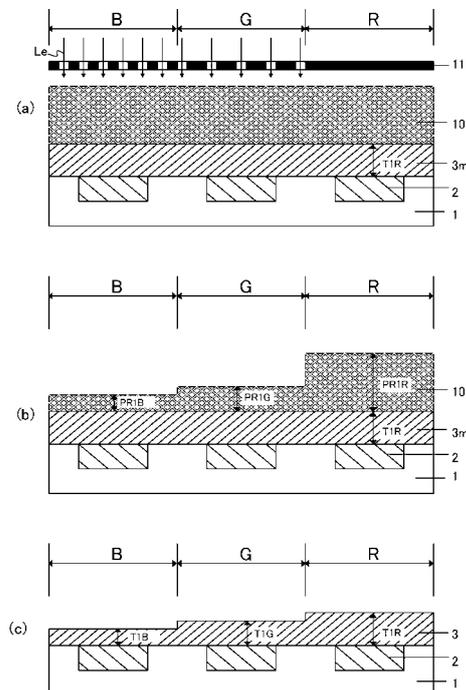
(54) 【発明の名称】 固体撮像素子の製造方法、固体撮像素子、および電子情報機器

(57) 【要約】

【課題】 受光部上に配置される光透過絶縁膜を、その膜厚が受光部に配置されるカラーフィルタの各色に適した膜厚となるよう加工する加工処理を、フォトリソグラフィ工程、エッチング工程、およびレジスト除去工程の各工程1回だけで行うことができる固体撮像素子の製造方法を実現する。

【解決手段】 固体撮像素子の製造方法において、第1の絶縁材料膜3m上にフォトリソ膜10を形成した後、階調露光マスク11を用いてこのフォトリソ膜10を、Rカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には露光光Leが入射せず、フォトリソ膜10の、Gカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には少量の露光光Leが入射し、フォトリソ膜10の、Bカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には多くの露光光Leが入射するよう露光する。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

半導体基板上に形成された複数の受光部と、該受光部の上方に形成され、該受光部に入射させるべき光の波長域に応じたカラーフィルタと、該受光部と該カラーフィルタとの間に屈折率の異なる複数の光透過絶縁膜を積層してなる積層構造とを有する固体撮像素子を製造する方法であって、

該積層構造を形成する工程を含み、

該積層構造の形成工程は、

下地領域上の全面に形成した絶縁材料膜上にフォトリソ膜を形成する工程と、

該フォトリソ膜を露光現像してレジストマスクを形成する工程と、

該レジストマスクをエッチングマスクとして用いて該絶縁材料膜をエッチングして、該積層構造における絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜を形成する工程とを含み、

該フォトリソ膜の露光には、該レジストマスクを用いた該絶縁材料膜のエッチングにより、該下側の光透過絶縁膜として、その各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じた膜厚にした光透過絶縁膜が形成されるよう、光透過率を階調調整した階調露光マスクを用いる、固体撮像素子の製造方法。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記下側の光透過絶縁膜を、前記積層構造における絶縁膜界面での反射率が該下側の光透過絶縁膜の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、該下側の光透過絶縁膜の各受光部に対応する領域での膜厚が、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が最小あるいは極小となる膜厚になるよう形成する、固体撮像素子の製造方法。

20

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜は、少なくとも異なる 2 色のカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚の差を、前記レジストマスクにおける少なくとも 1 つの段差部での膜厚差に一致させたものである、固体撮像素子の製造方法。

## 【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜を、前記カラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚が、 $(\text{該カラーフィルタを介して該受光部に入射させるべき光の中心波長}) / (4 \times \text{該絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜の屈折率})$  になるよう形成する、固体撮像素子の製造方法。

30

## 【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、またはシリコン酸化窒化膜である固体撮像素子の製造方法。

## 【請求項 6】

請求項 2 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記積層構造は、前記絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜として、前記半導体基板上に形成した第 1 の光透過絶縁膜と、該第 1 の光透過絶縁膜上に形成した、屈折率が該第 1 の光透過絶縁膜とは異なる第 2 の光透過絶縁膜とを含み、

前記積層構造を形成する工程は、

該半導体基板上に第 1 の絶縁材料膜を形成する工程と、

該第 1 の絶縁材料膜上に第 1 のフォトリソ膜を形成する工程と、

該第 1 のフォトリソ膜を露光現像して第 1 のレジストマスクを形成する工程と、

該第 1 のレジストマスクをエッチングマスクとして用いて該第 1 の絶縁材料膜をエッチングして、該第 1 の光透過絶縁膜を形成する工程とを含み、

40

50

該第 1 のフォトリソ膜の露光には、該第 1 のレジソマスクを用いた該第 1 の絶縁材料膜のエッチングにより、該第 1 の光透過絶縁膜として、その各受光部に対応する領域での膜厚を各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じた膜厚にした光透過絶縁膜が形成されるよう、光透過率を階調調整した第 1 の階調露光マスクを用いる、固体撮像素子の製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記積層構造は、前記第 1 の光透過絶縁膜および前記第 2 の光透過絶縁膜とともに、該第 2 の光透過絶縁膜上に形成した光透過平坦化膜を含み、

前記積層構造を形成する工程は、

前記第 1 の光透過絶縁膜を形成した後、該第 1 の光透過絶縁膜上に第 2 の絶縁材料膜を形成する工程と、

該第 2 の絶縁材料膜上に第 2 のフォトリソ膜を形成する工程と、

該第 2 のフォトリソ膜を露光現像して第 2 のレジソマスクを形成する工程と、

該第 2 のレジソマスクをエッチングマスクとして用いて該第 2 の絶縁材料膜をエッチングして、該第 2 の光透過絶縁膜を形成する工程とを含み、

該第 2 のフォトリソ膜の露光には、該第 2 のレジソマスクを用いた該第 2 の絶縁材料膜のエッチングにより、該第 2 の光透過絶縁膜として、その各受光部に対応する領域での膜厚を各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じた膜厚にした光透過絶縁膜が形成されるよう、光透過率を階調調整した第 2 の階調露光マスクを用いる、

【請求項 8】

請求項 7 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記積層構造は、前記第 1 の光透過絶縁膜、前記第 2 の光透過絶縁膜、および前記光透過平坦化膜とともに、該第 1 の光透過絶縁膜と該第 2 の光透過絶縁膜との間に設けられた、屈折率が該第 1 の光透過絶縁膜および該第 2 の光透過絶縁膜とは異なる第 3 の光透過絶縁膜を含み、

前記積層構造を形成する工程は、

前記第 1 の光透過絶縁膜を形成した後、該第 1 の光透過絶縁膜上に第 3 の絶縁材料膜を形成する工程と、

該第 3 の絶縁材料膜上に第 3 のフォトリソ膜を形成する工程と、

該第 3 のフォトリソ膜を露光現像して第 3 のレジソマスクを形成する工程と、

該第 3 のレジソマスクをエッチングマスクとして用いて該第 3 の絶縁材料膜をエッチングして、該第 3 の光透過絶縁膜を形成する工程とを含み、

該第 3 のフォトリソ膜の露光には、該第 3 のレジソマスクを用いた該第 3 の絶縁材料膜のエッチングにより、該第 3 の光透過絶縁膜として、その各受光部に対応する領域での膜厚を各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じた膜厚にした光透過絶縁膜が形成されるよう、光透過率を階調調整した第 3 の階調露光マスクを用いる、固体撮像素子の製造方法。

【請求項 9】

請求項 6 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記固体撮像素子を構成する前記カラーフィルタとして、赤色成分を透過させる赤色カラーフィルタと、緑色成分を透過させる緑色カラーフィルタと、青色成分を透過させる青色カラーフィルタとを用い、

前記第 1 の光透過絶縁膜を、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなり、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該青色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなるよう形成する、固体撮像素子の製造方法。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

請求項 7 または請求項 8 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記固体撮像素子を構成する前記カラーフィルタとして、赤色成分を透過させる赤色カラーフィルタと、緑色成分を透過させる緑色カラーフィルタと、青色成分を透過させる青色カラーフィルタとを用い、

前記第 2 の光透過絶縁膜を、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなり、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該青色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなるよう形成する、固体撮像素子の製造方法。

【請求項 11】

10

請求項 7 または請求項 8 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記固体撮像素子を構成する前記カラーフィルタとして、赤色成分を透過させる赤色カラーフィルタと、緑色成分を透過させる緑色カラーフィルタと、青色成分を透過させる青色カラーフィルタとを用い、

前記第 2 の光透過絶縁膜を、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなり、該青色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなるよう形成する、固体撮像素子の製造方法。

【請求項 12】

20

請求項 8 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記固体撮像素子を構成する前記カラーフィルタとして、赤色成分を透過させる赤色カラーフィルタと、緑色成分を透過させる緑色カラーフィルタと、青色成分を透過させる青色カラーフィルタとを用い、

前記第 3 の光透過絶縁膜を、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなり、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該青色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなるよう形成する、固体撮像素子の製造方法。

【請求項 13】

30

請求項 9 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記第 1 の光透過絶縁膜はシリコン酸化膜である、固体撮像素子の製造方法。

【請求項 14】

請求項 10 または請求項 11 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記第 2 の光透過絶縁膜はシリコン窒化膜である、固体撮像素子の製造方法。

【請求項 15】

請求項 12 に記載の固体撮像素子の製造方法において、

前記第 3 の光透過絶縁膜はシリコン酸窒化膜である、固体撮像素子の製造方法。

【請求項 16】

40

半導体基板上に形成された複数の受光部と、該受光部の上方に形成され、該受光部に入射させるべき光の波長域に応じたカラーフィルタと、該受光部と該カラーフィルタとの間に屈折率の異なる複数の光透過絶縁膜を積層してなる積層構造とを有する固体撮像素子であって、

該積層構造は、

該半導体基板上に形成した第 1 の光透過絶縁膜と、

該第 1 の光透過絶縁膜上に形成した、屈折率が該第 1 の光透過絶縁膜とは異なる第 2 の光透過絶縁膜と、

該第 2 の光透過絶縁膜上に形成された光透過平坦化膜とを含み、

該第 1 の光透過絶縁膜は、該第 2 の光透過絶縁膜との界面での反射率が該第 1 の光透過絶縁膜の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、該第 1 の光透過

50

絶縁膜の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が最小あるいは極小となる膜厚に設定したものであり、

該第2の光透過絶縁膜は、該光透過平坦化膜との界面での反射率が該第2の光透過絶縁膜の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、該第2の光透過絶縁膜の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて、反射率が最小あるいは極小となり、かつ該第1の光透過絶縁膜の膜厚の変動が吸収される膜厚に設定したものである、固体撮像素子。

【請求項17】

請求項16に記載の固体撮像素子において、

前記積層構造は、

前記第1の光透過絶縁膜と前記第2の光透過絶縁膜との間に設けられた第3の光透過絶縁膜を有し、

該第1の光透過絶縁膜の屈折率が該第2の光透過絶縁膜の屈折率より小さくなり、該第3の光透過絶縁膜の屈折率が、該第1の光透過絶縁膜の屈折率より大きく、かつ、該第2の光透過絶縁膜の屈折率より小さくなるよう構成したものである、固体撮像素子。

【請求項18】

撮像部を備えた電子情報機器であって、

該撮像部として、請求項16または17に記載の固体撮像素子を用いたものである電子情報機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像素子の製造方法、固体撮像素子、および電子情報機器に関し、特に、固体撮像素子を構成する光透過性の絶縁膜（以下、光透過絶縁膜ともいう。）を各色のカラーフィルタに対応する部分でその膜厚を変えて形成する工程の簡略化、および固体撮像素子における光透過絶縁膜での反射率の低減とその表面の平坦化の両立に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、固体撮像素子の感度特性を向上させるため、受光部上の絶縁膜の膜厚を、光の干渉効果により入射光の反射率が最低になる膜厚に設定する方法があるが、光の干渉効果は波長依存性を持ち、原色のカラーフィルタを備える固体撮像素子を例に挙げると、各色のカラーフィルタを透過する青色成分、緑色成分、赤色成分の中心波長は異なるため、光透過絶縁膜に対する単一の膜厚設定では全ての色の感度特性を向上させることが難しい。

【0003】

そこで、全ての色の感度特性を向上させるため、各受光部上での絶縁膜の膜厚を、各受光部に入射させるべき光の波長（つまり、受光部に対して配置されるカラーフィルタの色）に応じて異ならせた構造を有する固体撮像素子、およびこのような絶縁膜の構造を有する固体撮像素子の製造方法が提案されている（特許文献1～特許文献3）。

【0004】

なお、以下の特許文献の説明では、固体撮像素子はこれらの文献の記載に従って固体撮像装置という。

【0005】

図13および図14は、特許文献1に開示の固体撮像装置を説明する図であり、図13はこの固体撮像装置の光電変換部を示す上面図である。図14(a)は、図13のA-A'線断面の構造を示し、図14(b)は図13のB-B'線断面の構造を示している。

【0006】

特許文献1に開示の固体撮像素子は、半導体基板16上に2次元配列状に光電変換素子17が形成されている。これらの光電変換素子17が形成された半導体基板16上には、

10

20

30

40

50

シリコン酸化膜 18 が形成されており、このシリコン酸化膜 18 上にはシリコン窒化膜からなる第 1 および第 2 の反射防止膜 14、15 が形成されている。これらの反射防止膜 14、15 上には、第 1 の平坦化層 19 を介してカラーフィルタ 11、12、13 が配置されている。

【0007】

これらのカラーフィルタの配列はベイヤー配列である。つまり、各光電変換素子 17 に対応して市松状に緑色カラーフィルタ 11 が形成され、この緑色カラーフィルタ 11 の形成されない箇所には、青色カラーフィルタ 13 または赤色カラーフィルタ 12 が形成されている。そしてこれら各カラーフィルタ 11、12、13 上には、第 2 の平坦化層 20 を介してマイクロレンズ 21 が形成されている。

10

【0008】

ここで、緑色カラーフィルタ 11 および赤色カラーフィルタ 12 下に形成される第 1 の反射防止膜 15 の膜厚は、青色カラーフィルタ 13 下に形成される第 2 の反射防止膜 14 の膜厚より薄く形成されている。

【0009】

このように、青色カラーフィルタ 13 下の第 2 の反射防止膜 14 の膜厚のみを、他のカラーフィルタ 11、12 下に配置される第 1 の反射防止膜 15 の膜厚よりも厚くすることにより、カラーフィルタ 11、12、13 下に形成される反射防止膜 14、15 の透過率を等しくすることができ、色ムラがなく、かつ量子効率が高い固体撮像装置が得られる。

20

【0010】

また、特許文献 2 および特許文献 3 には、固体撮像装置において、特許文献 1 のように、反射防止膜の膜厚をカラーフィルタの各色に対応させて異ならせる代わりに、反射防止膜の下側のシリコン酸化膜の膜厚を、カラーフィルタの各色に対応させて異ならせたものが開示されている。

【0011】

図 15 は、特許文献 2 に開示の固体撮像装置の構成を示す断面図である。

【0012】

この固体撮像装置 30 においては、p 型シリコン基板 31 内の上部にフォトダイオードである受光部 32 が形成されている。p 型シリコン基板 31 の上面の受光部 32 以外の領域にシリコン酸化膜からなる絶縁膜 33 が形成されている。この絶縁膜 33 上には転送電極 34 が形成され、転送電極 34 は層間絶縁膜 35 により被覆されている。

30

【0013】

各受光部 32 にはシリコン酸化膜 36a、36b、36c がその上面を被覆するように形成されており、これらのシリコン酸化膜の上層としてシリコン窒化膜からなる反射防止膜 37 が形成されている。また、転送電極 34 を被覆する層間絶縁膜 35 の上面には受光部 2 の上方が開口領域となったアルミニウムからなる遮光膜 38 が形成されている。遮光膜 38 の上面には、シリコン酸化膜系材料からなる表面保護膜 39、平坦化膜 40、カラーフィルタ 31a~31c、およびマイクロレンズ 42 が順に形成されている。ここでは、シリコン酸化膜 36a、36b および 36c の膜厚が各受光部 32 に入射する光の色毎に異なる値に設定されている。これにより、受光部に入射する全ての波長領域の可視光に対して入射光の反射を効果的に抑制している。

40

【0014】

図 16 は、特許文献 3 に開示の固体撮像装置を説明する図である。

【0015】

この固体撮像装置は、半導体基板 50 の受光面にマトリクス状に配置された画素毎に形成されたフォトダイオード 51a を有している。この半導体基板 50 上には、下層 50a、中間層 50b、および上層 50c の 3 層構造の第 1 の絶縁膜 50 が形成されており、第 1 の絶縁膜 50 上には、第 1 の絶縁膜 50 の屈折率より高い屈折率を有する第 2 の絶縁膜 51 が形成され、さらに、第 2 の絶縁膜 51 上には、この第 2 の絶縁膜 51 の屈折率より高い屈折率を有する第 3 の絶縁膜 52 が形成されている。この第 3 の絶縁膜 52 上には、

50

画素に対応する赤、緑または青の波長領域の光を透過するカラーフィルタ 5 3 R , 5 3 G , 5 3 B が赤色画素、緑色画素、および青色画素が形成されるようフォトダイオード上に配置され、さらにこれらのカラーフィルタ上にはマイクロレンズ 5 4 が形成されている。

【 0 0 1 6 】

そして、この特許文献 3 に開示の固体撮像装置では、第 2 の絶縁膜 5 1 は、赤、緑、青の各色のカラーフィルタが配置されるフォトダイオードに対応する部分の膜厚が、カラーフィルタの色毎に異なった膜厚  $T_R$  ,  $T_G$  ,  $T_B$  となるよう形成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 9 - 1 0 5 1 5 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 5 - 1 4 2 5 1 0 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 1 1 - 1 0 0 9 0 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 8 】

ところが、特許文献 1 に開示の固体撮像装置では、青色カラーフィルタ 1 3 下の第 2 の反射防止膜 1 4 の膜厚のみを、他のカラーフィルタ 1 1 , 1 2 下に配置される第 1 の反射防止膜 1 5 の膜厚よりも厚くしているため、緑色、赤色カラーフィルタ 1 1 , 1 2 下に配置される第 1 の反射防止膜 1 5 の膜厚は同一である。このため、反射防止膜の反射率の波長依存性から緑色および赤色カラーフィルタ 1 1 および 1 2 の一方に対応する反射防止膜では、その色に合わせた適切な反射率を確保できないという問題がある。

【 0 0 1 9 】

また、特許文献 2 および特許文献 3 に示されている固体撮像装置の製造方法では、青色、緑色、赤色の 3 色のカラーフィルタの下側の絶縁膜の膜厚を、各色について反射率が最低になる膜厚にするため、つまり、絶縁膜の膜厚を 3 色のカラーフィルタのそれぞれに対応した膜厚にするため、絶縁膜を 1 つのカラーフィルタに対応した膜厚に加工した後、さらに、この絶縁膜をその膜厚が他の 1 つのカラーフィルタに対応した領域で適切な膜厚になるよう加工しており、このため、フォトリソグラフィ工程、エッチング工程およびレジスト除去工程がそれぞれ 2 回必要となる。

【 0 0 2 0 】

このような固体撮像装置の製造方法では、固体撮像装置が有するカラーフィルタの種類がさらに 1 色増加すると、カラーフィルタに対応する領域で絶縁膜の最適な膜厚を得るにはフォトリソグラフィ工程、エッチング工程、およびレジスト除去工程を、それぞれさらに 1 回追加する必要がある。

【 0 0 2 1 】

また、特許文献 3 ( 図 1 1 ) には、カラーフィルタの下側に設けられている 3 層構造の光透過絶縁膜として、下層の絶縁膜、中層の絶縁膜、および上層の絶縁膜の膜厚をカラーフィルタの各色に対応する受光部上で異なる膜厚としたものが開示されているが、この 3 層構造の光透過絶縁膜では、その表面には大きな段差が生じており、厚い平坦化膜を形成する必要がある。

【 0 0 2 2 】

本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、受光部上に配置される光透過絶縁膜を、その膜厚が受光部に配置されるカラーフィルタの各色に適した膜厚となるよう加工する加工処理を、フォトリソグラフィ工程、エッチング工程、およびレジスト除去工程の各工程 1 回だけで実現することができる固体撮像素子の製造方法を得ることを目的とする。

【 0 0 2 3 】

本発明は、光透過絶縁膜での反射率の低減とその表面の平坦化を両立できる固体撮像素子およびこのような固体撮像素子を備えた電子情報機器を得ることを目的とする。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0024】

本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、半導体基板上に形成された複数の受光部と、該受光部の上方に形成され、該受光部に入射させるべき光の波長域に応じたカラーフィルタと、該受光部と該カラーフィルタとの間に屈折率の異なる複数の光透過絶縁膜を積層してなる積層構造とを有する固体撮像素子を製造する方法であって、該積層構造を形成する工程を含み、該積層構造の形成工程は、下地領域上の全面に形成した絶縁材料膜上にフォトレジスト膜を形成する工程と、該フォトレジスト膜を露光現像してレジストマスクを形成する工程と、該レジストマスクをエッチングマスクとして用いて該絶縁材料膜をエッチングして、該積層構造における絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜を形成する工程とを含み、該フォトレジスト膜の露光には、該レジストマスクを用いた該絶縁材料膜のエッチングにより、該下側の光透過絶縁膜として、その各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じた膜厚にした光透過絶縁膜が形成されるよう、光透過率を階調調整した階調露光マスクを用いるものであり、そのことにより上記目的が達成される。

## 【0025】

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記下側の光透過絶縁膜を、前記積層構造における絶縁膜界面での反射率が該下側の光透過絶縁膜の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、該下側の光透過絶縁膜の各受光部に対応する領域での膜厚が、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が最小あるいは極小となる膜厚になるよう形成することが好ましい。

## 【0026】

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜は、少なくとも異なる2色のカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚の差を、前記レジストマスクにおける少なくとも1つの段差部での膜厚差に一致させたものであることが好ましい。

## 【0027】

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜を、前記カラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚が、 $(\text{該カラーフィルタを介して該受光部に入射させるべき光の中心波長}) / (4 \times \text{該絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜の屈折率})$ になるよう形成することが好ましい。

## 【0028】

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、またはシリコン酸化窒化膜であることが好ましい。

## 【0029】

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記積層構造は、前記絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜として、前記半導体基板上に形成した第1の光透過絶縁膜と、該第1の光透過絶縁膜上に形成した、屈折率が該第1の光透過絶縁膜とは異なる第2の光透過絶縁膜とを含み、前記積層構造を形成する工程は、該半導体基板上に第1の絶縁材料膜を形成する工程と、該第1の絶縁材料膜上に第1のフォトレジスト膜を形成する工程と、該第1のフォトレジスト膜を露光現像して第1のレジストマスクを形成する工程と、該第1のレジストマスクをエッチングマスクとして用いて該第1の絶縁材料膜をエッチングして、該第1の光透過絶縁膜を形成する工程とを含み、該第1のフォトレジスト膜の露光には、該第1のレジストマスクを用いた該第1の絶縁材料膜のエッチングにより、該第1の光透過絶縁膜として、その各受光部に対応する領域での膜厚を各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じた膜厚にした光透過絶縁膜が形成されるよう、光透過率を階調調整した第1の階調露光マスクを用いることが好ましい。

## 【0030】

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記積層構造は、前記第1の光透過

絶縁膜および前記第2の光透過絶縁膜とともに、該第2の光透過絶縁膜上に形成した光透過平坦化膜を含み、前記積層構造を形成する工程は、前記第1の光透過絶縁膜を形成した後、該第1の光透過絶縁膜上に第2の絶縁材料膜を形成する工程と、該第2の絶縁材料膜上に第2のフォトリソ膜を形成する工程と、該第2のフォトリソ膜を露光現像して第2のレジストマスクを形成する工程と、該第2のレジストマスクをエッチングマスクとして用いて該第2の絶縁材料膜をエッチングして、該第2の光透過絶縁膜を形成する工程とを含み、該第2のフォトリソ膜の露光には、該第2のレジストマスクを用いた該第2の絶縁材料膜のエッチングにより、該第2の光透過絶縁膜として、その各受光部に対応する領域での膜厚を各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じた膜厚にした光透過絶縁膜が形成されるよう、光透過率を階調調整した第2の階調露光マスクを用いることが好ましい。

10

**【0031】**

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記積層構造は、前記第1の光透過絶縁膜、前記第2の光透過絶縁膜、および前記光透過平坦化膜とともに、該第1の光透過絶縁膜と該第2の光透過絶縁膜との間に設けられた、屈折率が該第1の光透過絶縁膜および該第2の光透過絶縁膜とは異なる第3の光透過絶縁膜を含み、前記積層構造を形成する工程は、前記第1の光透過絶縁膜を形成した後、該第1の光透過絶縁膜上に第3の絶縁材料膜を形成する工程と、該第3の絶縁材料膜上に第3のフォトリソ膜を形成する工程と、該第3のフォトリソ膜を露光現像して第3のレジストマスクを形成する工程と、該第3のレジストマスクをエッチングマスクとして用いて該第3の絶縁材料膜をエッチングして、該第3の光透過絶縁膜を形成する工程とを含み、該第3のフォトリソ膜の露光には、該第3のレジストマスクを用いた該第3の絶縁材料膜のエッチングにより、該第3の光透過絶縁膜として、その各受光部に対応する領域での膜厚を各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じた膜厚にした光透過絶縁膜が形成されるよう、光透過率を階調調整した第3の階調露光マスクを用いることが好ましい。

20

**【0032】**

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記固体撮像素子を構成する前記カラーフィルタとして、赤色成分を透過させる赤色カラーフィルタと、緑色成分を透過させる緑色カラーフィルタと、青色成分を透過させる青色カラーフィルタとを用い、前記第1の光透過絶縁膜を、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなり、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該青色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなるよう形成することが好ましい。

30

**【0033】**

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記固体撮像素子を構成する前記カラーフィルタとして、赤色成分を透過させる赤色カラーフィルタと、緑色成分を透過させる緑色カラーフィルタと、青色成分を透過させる青色カラーフィルタとを用い、前記第2の光透過絶縁膜を、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなり、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該青色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなるよう形成することが好ましい。

40

**【0034】**

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記固体撮像素子を構成する前記カラーフィルタとして、赤色成分を透過させる赤色カラーフィルタと、緑色成分を透過させる緑色カラーフィルタと、青色成分を透過させる青色カラーフィルタとを用い、前記第2の光透過絶縁膜を、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなり、該青色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなるよう形成することが好ましい。

**【0035】**

50

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記固体撮像素子を構成する前記カラーフィルタとして、赤色成分を透過させる赤色カラーフィルタと、緑色成分を透過させる緑色カラーフィルタと、青色成分を透過させる青色カラーフィルタとを用い、前記第3の光透過絶縁膜を、該赤色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなり、該緑色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚が、該青色カラーフィルタが配置される受光部に対応する領域での膜厚より厚くなるよう形成することが好ましい。

【0036】

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記第1の光透過絶縁膜はシリコン酸化膜であることが好ましい。

【0037】

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記第2の光透過絶縁膜はシリコン窒化膜であることが好ましい。

【0038】

本発明は、上記固体撮像素子の製造方法において、前記第3の光透過絶縁膜はシリコン酸窒化膜であることが好ましい。

【0039】

本発明に係る固体撮像素子は、半導体基板上に形成された複数の受光部と、該受光部の上方に形成され、該受光部に入射させるべき光の波長域に応じたカラーフィルタと、該受光部と該カラーフィルタとの間に屈折率の異なる複数の光透過絶縁膜を積層してなる積層構造とを有する固体撮像素子であって、該積層構造は、該半導体基板上に形成した第1の光透過絶縁膜と、該第1の光透過絶縁膜上に形成した、屈折率が該第1の光透過絶縁膜とは異なる第2の光透過絶縁膜と、該第2の光透過絶縁膜上に形成された光透過平坦化膜とを含み、該第1の光透過絶縁膜は、該第2の光透過絶縁膜との界面での反射率が該第1の光透過絶縁膜の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、該第1の光透過絶縁膜の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が最小あるいは極小となる膜厚に設定したものであり、該第2の光透過絶縁膜は、該光透過平坦化膜との界面での反射率が該第2の光透過絶縁膜の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、該第2の光透過絶縁膜の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて、反射率が最小あるいは極小となり、かつ該第1の光透過絶縁膜の膜厚の変動が吸収される膜厚に設定したものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0040】

本発明は、上記固体撮像素子において、前記積層構造は、前記第1の光透過絶縁膜と前記第2の光透過絶縁膜との間に設けられた第3の光透過絶縁膜を有し、該第1の光透過絶縁膜の屈折率が該第2の光透過絶縁膜の屈折率より小さくなり、該第3の光透過絶縁膜の屈折率が、該第1の光透過絶縁膜の屈折率より大きく、かつ、該第2の光透過絶縁膜の屈折率より小さくなるよう構成したものであることが好ましい。

【0041】

本発明に係る電子情報機器は、撮像部を備えた電子情報機器であって、該撮像部として、上述した本発明に係る固体撮像素子を用いたものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0042】

次に作用について説明する。

【0043】

本発明においては、半導体基板上に形成された複数の受光部と、該受光部の上方に形成され、該受光部に入射させるべき光の波長域に応じたカラーフィルタと、該受光部と該カラーフィルタとの間に屈折率の異なる複数の光透過絶縁膜を積層してなる積層構造とを有する固体撮像素子を製造する方法において、該積層構造の形成工程は、下地領域上の全面に形成した絶縁材料膜上にフォトリソ膜を形成する工程と、該フォトリソ膜を露

10

20

30

40

50

光現像してレジストマスクを形成する工程と、該レジストマスクをエッチングマスクとして用いて該絶縁材料膜をエッチングして、該積層構造における絶縁膜界面の下側の光透過絶縁膜を形成する工程とを含み、該フォトレジスト膜の露光には、該レジストマスクを用いた該絶縁材料膜のエッチングにより、該下側の光透過絶縁膜として、その各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じた膜厚にした光透過絶縁膜が形成されるよう、光透過率を階調調整した階調露光マスクを用いるので、このように露光したフォトレジスト膜を現像すると、現像後のフォトレジスト膜は、絶縁材料膜上で、受光部上に配置されるカラーフィルタの色に応じた膜厚を有することとなる。

#### 【0044】

このため、この現像後のフォトレジスト膜をエッチングマスクとして絶縁材料膜をエッチングすることにより、1回のフォトリソグラフィ工程、1回のエッチング工程、および1回のレジスト除去工程により、場所によって膜厚の異なる絶縁膜を形成することができる。

#### 【0045】

また、本発明においては、半導体基板上に形成された複数の受光部と、該受光部の上方に形成され、該受光部に入射させるべき光の波長域に応じたカラーフィルタと、該受光部と該カラーフィルタとの間に屈折率の異なる複数の光透過絶縁膜を積層してなる積層構造とを有する固体撮像素子において、該積層構造を、該半導体基板上に形成した第1の光透過絶縁膜と、該第1の光透過絶縁膜上に形成した、屈折率が該第1の光透過絶縁膜とは異なる第2の光透過絶縁膜と、該第2の光透過絶縁膜に形成された光透過平坦化膜とを含む構造とし、第1の光透過絶縁膜では、第2の光透過絶縁膜との界面での反射率が第1の光透過絶縁膜の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、第1の光透過絶縁膜の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が最小となる膜厚に設定し、第2の光透過絶縁膜では、光透過平坦化膜との界面での反射率が第2の光透過絶縁膜の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、第2の光透過絶縁膜の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて、反射率が最小あるいは極小となり、かつ第1の絶縁膜の膜厚の変動が吸収される膜厚に設定しているので、光透過性の絶縁膜の積層構造における反射率の低減とその表面の平坦化を両立できる。

#### 【発明の効果】

#### 【0046】

以上のように、本発明によれば、受光部上に配置される光透過絶縁膜を、その膜厚が受光部に配置されるカラーフィルタの各色に適した膜厚となるよう加工する加工処理を、フォトリソグラフィ工程、エッチング工程、およびレジスト除去工程の各工程1回だけで行うことができる固体撮像素子の製造方法を実現できる。

#### 【0047】

また、本発明によれば、光透過絶縁膜での反射率の低減とその表面の平坦化を両立できる固体撮像素子、およびこのような固体撮像素子を備えた電子情報機器を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0048】

【図1】図1は、本発明の実施形態1による固体撮像素子を説明する断面図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態1による固体撮像素子を説明する図であり、図2(a)は、反射率の定義を示し、図2(b)は、受光部上での絶縁膜の膜厚と反射率との関係を示し、図2(c)は、現像後のフォトレジスト膜の膜厚と露光時の露光量との関係を示している。

【図3】図3は、本発明の実施形態1による固体撮像素子を説明する図であり、受光部上に配置する絶縁膜の膜種別に、受光部に入射させるべき青色(Blue)、緑色(Green)、赤色(Red)の光の中心波長に対応する、反射率が最小あるいは極小となる膜

10

20

30

40

50

厚を示す表（図3（a））およびグラフ（図3（b））である。

【図4】図4は、本発明の実施形態1による固体撮像素子の製造方法を説明する図であり、図4（a）は、第1のフォトリソ膜の露光工程を示し、図4（b）は、第1のフォトリソ膜の現像工程を示し、図4（c）は、現像した第1のフォトリソ膜をエッチングマスクとして第1の絶縁膜をエッチングした状態を示している。

【図5】図5は、本発明の実施形態1による固体撮像素子の製造方法を説明する図であり、図5（a）は、第2のフォトリソ膜の露光工程を示し、図5（b）は、第2のフォトリソ膜の現像工程を示し、図5（c）は、現像した第2のフォトリソ膜をエッチングマスクとして第2の絶縁膜をエッチングした状態を示している。

【図6】図6は、本発明の実施形態1による固体撮像素子の製造方法を説明する図であり、図6（a）は、第2の絶縁膜上に平坦化膜を形成する工程を示し、図6（b）は、平坦化膜上にカラーフィルタおよびマイクロレンズを形成する工程を示している。

【図7】図7は、本発明の実施形態2による固体撮像素子を説明する断面図である。

【図8】図8は、本発明の実施形態2による固体撮像素子の製造方法を説明する図であり、図8（a）は、第1のフォトリソ膜の露光工程を示し、図8（b）は、第1のフォトリソ膜の現像工程を示し、図8（c）は、現像した第1のフォトリソ膜をエッチングマスクとして第1の絶縁膜をエッチングした状態を示している。

【図9】図9は、本発明の実施形態2による固体撮像素子の製造方法を説明する図であり、図9（a）は、第3のフォトリソ膜の露光工程を示し、図9（b）は、第3のフォトリソ膜の現像工程を示し、図9（c）は、現像した第3のフォトリソ膜をエッチングマスクとして第3の絶縁膜をエッチングした状態を示している。

【図10】図10は、本発明の実施形態2による固体撮像素子の製造方法を説明する図であり、図10（a）は、第2のフォトリソ膜の露光工程を示し、図10（b）は、第2のフォトリソ膜の現像工程を示し、図10（c）は、現像した第2のフォトリソ膜をエッチングマスクとして第2の絶縁膜をエッチングした状態を示している。

【図11】図11は、本発明の実施形態2による固体撮像素子の製造方法を説明する図であり、図11（a）は、第2の絶縁膜上に平坦化膜を形成する工程を示し、図11（b）は、平坦化膜上にカラーフィルタおよびマイクロレンズを形成する工程を示している。

【図12】図12は、本発明の実施形態3として、実施形態1あるいは実施形態2による固体撮像素子を撮像部に用いた電子情報機器の概略構成例を示すブロック図である。

【図13】図13は、特許文献1に開示の固体撮像装置を説明する図であり、この固体撮像装置の光電変換部を示す上面図である。

【図14】図14は、特許文献1に開示の固体撮像装置を説明する図であり、図14（a）は、図13のA-A'線断面の構造を示し、図14（b）は図13のB-B'線断面の構造を示している。

【図15】図15は、特許文献2に開示の固体撮像装置の構成を示す断面図である。

【図16】図16は、特許文献3に開示の固体撮像装置を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0049】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0050】

（実施形態1）

図1は、本発明の実施形態1による固体撮像素子を説明する断面図である。

【0051】

この実施形態1による固体撮像素子100は、これを構成する基板としてシリコン基板などの半導体基板1を用いており、この半導体基板1の表面部には、複数の受光部2が行列状に並ぶよう形成されている。この受光部2には、フォトダイオードなどの光電変換素子が用いられている。また、半導体基板1上には第1の光透過絶縁膜（以下、単に第1の絶縁膜ともいう。）3および第2の光透過絶縁膜（以下、単に第2の絶縁膜ともいう。）4が形成され、この第2の絶縁膜4上には第1の光透過平坦化膜（以下、単に第1の平坦

10

20

30

40

50

化膜ともいう。) 5 が形成されている。また、第 1 の平坦化膜 5 上には、半導体基板の各受光部 2 に対応するようカラーフィルタ 6 a ~ 6 c が形成されており、さらにカラーフィルタ 6 a ~ 6 c 上には第 2 の光透過平坦化膜 (以下、単に第 2 の平坦化膜ともいう。) 7 を介してマイクロレンズ 8 が、各受光部 5 に対応するよう配置されている。

【 0 0 5 2 】

ここで、第 1 の絶縁膜 3 には、シリコン酸化膜が用いられ、第 2 の絶縁膜 4 にはシリコン窒化膜が用いられており、さらに第 1 の平坦化膜 5 には透明樹脂が用いられている。シリコン酸化膜の屈折率は 1.45、シリコン窒化膜の屈折率は 2.0 であり、透明樹脂の屈折率は 1.5 ~ 1.6 程度の屈折率を有している。また、カラーフィルタ 6 a は、透過させる光の中心波長が 610 nm の赤色フィルタ (R カラーフィルタ) であり、カラーフィルタ 6 b は、透過させる光の中心波長が 530 nm の緑色フィルタ (G カラーフィルタ) であり、カラーフィルタ 6 c は、透過させる光の中心波長が 450 nm の青色フィルタ (B カラーフィルタ) である。また、第 2 の平坦化膜 7 およびマイクロレンズ 8 には透明樹脂が用いられており、第 2 の平坦化膜 7 の屈折率は 1.5 ~ 1.6 程度、マイクロレンズ 8 は 1.5 ~ 1.6 程度の屈折率を有している。

10

【 0 0 5 3 】

また、この実施形態 1 の固体撮像素子 100 では、第 1 の絶縁膜 3 および第 2 の絶縁膜 4 の各受光部 2 上に位置する部分の膜厚は、各受光部に入射させるべき光の波長域 (つまり各受光部に配置するカラーフィルタの色) に応じた膜厚としており、以下、図 2 および図 3 を用いて詳しく説明する。

20

【 0 0 5 4 】

まず、反射率 R は、図 2 (a) に示すように、屈折率  $n_1$  の第 1 の媒体 M1 と屈折率  $n_2$  の第 2 の媒体 M2 との界面 B s で、第 1 の媒体 M1 側からの入射光 L i n が反射するときの反射率 R は、 $R = (n_1 - n_2)^2 / (n_1 + n_2)^2$  として定義される。従って、両媒体の屈折率が等しいとき ( $n_1 = n_2$ )、反射率 R は 0 となり、界面 B s での入射光 L i n の反射は起こらない。

【 0 0 5 5 】

また、受光部上での絶縁膜の膜厚 d、受光部に入射させるべき光の中心波長 (カラーフィルタの中心波長)、絶縁膜の屈折率 n との間には、図 2 (b) に示すように、次の式 (1) に示す関係がある。

30

【 0 0 5 6 】

$$d = N \times (\lambda / 4n) \quad (N : \text{正の整数}) \quad \dots (1)$$

つまり、受光部上での絶縁膜の膜厚 d の変動に伴って受光部上での反射率 R は、図 2 (b) に示すように周期的に変化する。

【 0 0 5 7 】

なお、図 2 (c) には、階調露光マスクによる露光量と露光現像後のレジスト厚 T m との関係を示しており、完全露光 (白) した部分では現像後のレジスト膜厚は 0 となり、完全遮光 (黒) した部分では現像後のレジスト膜厚はレジストを塗布したときの膜厚であり、完全露光と完全遮光の間では露光量に応じて現像後のレジスト膜厚が決まる。

【 0 0 5 8 】

図 3 (a) では表により、受光部上に配置する絶縁膜の膜種別に、受光部に入射させるべき青色 (Blue)、緑色 (Green)、赤色 (Red) の光の中心波長に対応する、反射率が最小あるいは極小となる膜厚を 2 周期に渡って示しており、図 3 (b) では、反射率が最小となる膜厚を示している。ここで反射率は、屈折率の異なる絶縁膜を積層した構造における絶縁膜界面での反射率であり、光の入射側の絶縁膜とは反対側の絶縁膜の膜厚により決まるものである。なお、図 3 (b) 中、L1 は屈折率 1.45 の絶縁膜での反射率が最低になる膜厚と波長との関係を示すグラフ、L2 は屈折率 1.8 の絶縁膜での反射率が最低になる膜厚と波長との関係を示すグラフ、L3 は屈折率 2 の絶縁膜での反射率が最低になる膜厚と波長との関係を示すグラフであり、Lr は各屈折率に対して赤色の光の反射率が最低となる膜厚を示し、Lg は各屈折率に対して緑色の光の反射率が最低と

40

50

なる膜厚を示し、L bは各屈折率に対して青色の光の反射率が最低となる膜厚を示している。

【0059】

以下、第1の絶縁膜3および第2の絶縁膜4の具体的な膜厚について説明する。

【0060】

例えば、第1の絶縁膜3の各受光部2上での膜厚は、受光部に入射させるべき光の中心波長に基づいて反射率が最小となる膜厚に設定している。

【0061】

具体的には、第1の絶縁膜3については、上記式(1)より、第1の絶縁膜3のRカラーフィルタ6aに対応する受光部2上での膜厚T1Rを105(=1×610/(4×1.45))nmとし、第1の絶縁膜3のGカラーフィルタ6bに対応する受光部2上での膜厚T1Gを91(=1×530/(4×1.45))nmとし、第1の絶縁膜3のBカラーフィルタ6cに対応する受光部2上での膜厚T1Bを78(=1×450/(4×1.45))nmとしている。

10

【0062】

第2の絶縁膜4については、第2の絶縁膜4の各受光部2上での膜厚は、受光部に入射させるべき光の中心波長に基づいて反射率が最小あるいは極小となる膜厚に設定している。

【0063】

具体的には、第2の絶縁膜4のRカラーフィルタ6aに対応する受光部2上での膜厚T2Rを76(=1×610/(4×2))nmとし、第2の絶縁膜4のGカラーフィルタ6bに対応する受光部2上での膜厚T2Gを66(=1×530/(4×2))nmとし、第2の絶縁膜3のBカラーフィルタ6cに対応する受光部2上での膜厚T2Bを113(=2×450/(4×2))nmとしている。

20

【0064】

次に、本実施形態1の固体撮像素子の製造方法について図4～図6を用いて説明する。

【0065】

まず、シリコン基板などの半導体基板1の表面部分に複数の受光部2を行列状に配列されるよう形成する。また、各受光部から信号電荷を読み出すための構成として回路素子や配線層(図示せず)を形成する。その後、全面にCVD(化学気相成長)法などによりシリコン酸化膜を堆積して第1の絶縁材料膜3mを形成する。このとき第1の絶縁材料膜3mは、その厚さT1Rが105nm(=(Rカラーフィルタの中心波長)/(4×第1の絶縁膜の屈折率))になるよう形成する。その後、第1の絶縁材料膜3m上にフォトリソ膜10を形成し、このフォトリソ膜10を光透過率が階調調整された階調露光マスク11を用いて露光する(図4(a))。

30

【0066】

この階調露光マスク11は、微細なマスク開口の配置密度によりマスク面内での露光量を調整したものであり、例えば、フォトリソ膜10の、Rカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には露光光Leが入射せず、フォトリソ膜10の、Gカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には少ない数の微細なマスク開口を介して少量の露光光Leが入射し、フォトリソ膜10の、Bカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には多数の微細なマスク開口を介してより多くの露光光Leが入射するよう、微細なマスク開口の配置密度を調整したものである。

40

【0067】

次に、上記のように階調露光マスク11を用いて露光したフォトリソ膜10を現像する(図4(b))。

【0068】

このとき、現像したフォトリソ膜(レジストマスク)10の、Gカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分のレジスト膜厚PR1Gと、現像したフォトリソ膜10の、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分のレジスト膜厚PR1Bと

50

の差 (PR1G - PR1B) は、第1の絶縁膜3の、Gカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚T1G (図1参照) と、第1の絶縁膜3の、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚T1B (図1参照) との差 (T1G - T1B) に等しくなる。

【0069】

また、フォトレジスト膜10の、Rカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分のレジスト膜厚PR1Rは、第1の絶縁膜3の、Rカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚T1Rと、第1の絶縁膜3の、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚T1Bとの差 (T1R - T1B) よりも厚くなる。

【0070】

つまり、階調露光マスク11における微細なマスク開口の配置密度は、露光現像したフォトレジスト膜10の各部での膜厚が上記の関係を満たすよう調整されている。

【0071】

次に、現像したフォトレジスト膜 (レジストマスク) 10をエッチングマスクとして用いて、第1の絶縁材料膜3mをエッチングし、Gカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚がT1G (図1参照) となり、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚がT1Bとなったときにエッチング処理を停止する。このときフォトレジスト膜10のエッチングレートと、第1の絶縁材料膜3mのエッチングレートとの比率は、例えば1とする。ただし、このエッチングレートの比率は1に限定されるものではなく、例えば、フォトレジスト膜10のエッチングレートは、第1の絶縁材料膜3mのエッチングレートの1/2としてもよい。この場合、レジストの膜厚は、 $PR1G - PR1B = (T1G - T1B) / 2$ となるようにすればよい。

【0072】

その後、フォトレジスト膜10の残渣を除去すると、第1の絶縁膜3として、そのRカラーフィルタ6aに対応する受光部2上での膜厚T1Rが $105 \text{ nm} \left( (R \text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第1絶縁膜の屈折率}) \right)$ であり、そのGカラーフィルタ6bに対応する受光部2上での膜厚T1Gが $91 \text{ nm} \left( (G \text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第1絶縁膜の屈折率}) \right)$ であり、そのBカラーフィルタ6cに対応する受光部2上での膜厚T1Bが $78 \text{ nm} \left( (B \text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第1絶縁膜の屈折率}) \right)$ であるシリコン酸化膜が得られる (図4(c))。

【0073】

続いて、第1の絶縁膜3上にCVD法によりシリコン窒化膜を堆積して第2の絶縁材料膜4mを形成する。このとき第2の絶縁材料膜4mは、そのBカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分での膜厚T2Bが $113 \left( = 2 \times (B \text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第2の絶縁膜の屈折率}) \right)$ になるよう形成する。その後、第2の絶縁材料膜4m上にフォトレジスト膜10aを形成し、このフォトレジスト膜10aを光透過率が階調調整された階調露光マスク11aを用いて露光する (図5(a))。

【0074】

この調整露光マスク11aは、微細なマスク開口の配置密度によりマスク面内での露光量を調整したものであり、例えば、フォトレジスト膜10aの、Bカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には露光光Leが入射せず、フォトレジスト膜10aの、Rカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には少ない数の微細なマスク開口を介して少量の露光光Leが入射し、フォトレジスト膜10aの、Gカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には多数の微細なマスク開口を介してより多くの露光光Leが入射するよう、微細なマスク開口の配置密度を調整したものである。

【0075】

次に、上記のように階調露光マスク11aを用いて露光したフォトレジスト膜10aを現像する (図5(b))。

【0076】

このとき、現像したフォトレジスト膜 (レジストマスク) 10aの、Gカラーフィルタ

10

20

30

40

50

が配置される受光部に対応する部分のレジスト膜厚  $PR2G$  と、現像したフォトリソ膜 10 a の、Rカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分のレジスト膜厚  $PR2R$  との差 ( $PR2G - PR1R$ ) は、第2の絶縁膜4の、Gカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚  $T2G$  (図1参照) と、第2の絶縁膜4の、Rカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚  $T2R$  (図1参照) との差 ( $T2G - T2R$ ) に ( $T1R - T1G$ ) を加算した値と等しくなる。

【0077】

また、フォトリソ膜 10 a の、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分のレジスト膜厚  $PR2B$  は、第2の絶縁膜4の、Gカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚  $T2G$  と、第2の絶縁膜4の、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚  $T2B$  との差 ( $T2G - T2B$ ) に ( $T1G - T1B$ ) を加算した値よりも厚くなる。

10

【0078】

つまり、階調露光マスク 11 a における微細なマスク開口の配置密度は、露光現像したフォトリソ膜 10 a の各部での膜厚が上記の関係を満たすよう調整されている。

【0079】

次に、現像したフォトリソ膜 (レジストマスク) 10 a をエッチングマスクとして用いて、第2の絶縁材料膜 4 m をエッチングし、Gカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚が  $T2G$  (図1参照) となり、Rカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚が  $T2R$  となったときにエッチング処理を停止する。このときフォトリソ膜 10 a のエッチングレートと、第2の絶縁材料膜 4 m のエッチングレートとの比率は、例えば1とする。ただし、このエッチングレートの比率は1である必要はなく、例えば、フォトリソ膜 10 a のエッチングレートは、第2の絶縁材料膜 4 m のエッチングレートの  $1/2$  としてもよい。この場合、レジストの膜厚は、 $PR2R - PR2G = (T2R - T2G) / 2$  となるようにすればよい。

20

【0080】

その後、フォトリソ膜 10 a の残渣を除去すると、第2の絶縁膜4として、そのRカラーフィルタ 6 a に対応する受光部2上での膜厚  $T2R$  が  $76 \text{ nm} ((R\text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第2絶縁膜の屈折率}))$  であり、そのGカラーフィルタ 6 b に対応する受光部2上での膜厚  $T2G$  が  $66 \text{ nm} ((G\text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第2絶縁膜の屈折率}))$  であり、そのBカラーフィルタ 6 c に対応する受光部2上での膜厚  $T2B$  が  $113 \text{ nm} (2 \times (B\text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第2絶縁膜の屈折率}))$  であるシリコン窒化膜が得られる (図5(c))。

30

【0081】

その後、第2の絶縁膜4上にアクリル樹脂を塗布して平坦化膜5を形成し (図6(a))、その上にカラーフィルタ 6 a、6 b、6 c をそれぞれ、赤色光、緑色光、青色光を入射させるべき受光部2上に形成し、さらにこれらのカラーフィルタ上に平坦化膜7およびマイクロレンズ8を積層して固体撮像素子を完成する (図6(b))。

【0082】

次に本実施形態の効果について説明する。

40

【0083】

本実施形態の固体撮像素子の製造方法では、第1の絶縁材料膜 3 m 上にフォトリソ膜 10 を形成した後、階調露光マスク 11 を用いてこのフォトリソ膜 10 を、Rカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には露光光  $Le$  が入射せず、フォトリソ膜 10 の、Gカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には少量の露光光  $Le$  が入射し、フォトリソ膜 10 の、Bカラーフィルタが配置される受光部2に対応する部分には多くの露光光  $Le$  が入射するよう露光するので、このように露光したフォトリソ膜 10 を現像すると、現像後のフォトリソ膜 (レジストマスク) 10 は、第1の絶縁材料膜 3 m 上で、受光部2上に配置されるカラーフィルタの色に応じた膜厚を有することとなる。

50

## 【0084】

このため、この現像後のフォトリソグロフィー膜10をエッチングマスクとして第1の絶縁材料膜3mをエッチングすることにより、1回のフォトリソグロフィー工程、1回のエッチング工程、および1回のレジスト除去工程により、場所によって膜厚の異なる第1の絶縁膜3を形成することができる。また、第2の絶縁膜4についても、第1の絶縁膜3と同様に膜厚の加工工程を簡略化できる。

## 【0085】

つまり、本実施形態では、各色について反射率が最低になる絶縁膜の膜厚を得るため、絶縁膜の加工に、フォトリソグロフィー工程、エッチング工程およびレジスト除去工程による処理をそれぞれ2回必要であった従来技術に比べて工程の簡略化がなされている。

10

## 【0086】

この結果、本実施形態の固体撮像素子の製造方法では、ひとつの固体撮像素子が有するカラーフィルタの種類が1色増加しても、カラーフィルタの色の種類数によらず、フォトリソグロフィー工程、エッチング工程およびレジスト除去工程はそれぞれ1回のみで、第1の絶縁膜3を、各色のカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分で反射率が最低になる膜厚が得られるよう加工することができ、簡単な工程により分光感度特性の向上を実現できる。

## 【0087】

また、本実施形態1の固体撮像素子では、第1の絶縁膜3では、第2の絶縁膜4との界面での反射率が第1の絶縁膜3の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、第1の絶縁膜3の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が最小となる膜厚に設定し、第2の絶縁膜4では、平坦化膜5との界面での反射率が第2の絶縁膜4の膜厚の変動に伴って周期的に極小となる膜厚依存性に基づいて、第2の絶縁膜4の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて、反射率が最小あるいは極小となり、かつ第1の絶縁膜3の膜厚の変動が吸収される膜厚に設定しているため、光透過絶縁膜の積層構造における反射率の低減とその表面の平坦化を両立できる。

20

## 【0088】

なお、上記実施形態1では、第1の絶縁膜3の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が最小となる膜厚に設定しているが、第1の絶縁膜3の各受光部に対応する領域での膜厚は、少なくとも一部の受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が極小となる膜厚としてもよい。

30

## 【0089】

また、第2の絶縁膜4の各受光部に対応する領域での膜厚を、一部の受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が極小となる膜厚に設定しているが、第2の絶縁膜4の各受光部に対応する領域での膜厚を、各受光部に対して配置されるカラーフィルタの中心波長に応じて反射率が最小となる膜厚に設定してもよい。

## 【0090】

また、本実施形態1では、受光部上に第1の絶縁膜3として形成したシリコン酸化膜上に、第2の絶縁膜としてシリコン窒化膜を形成した構造を示したが、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜との間にシリコン酸窒化膜を介在させてもよい。

40

(実施形態2)

図7は、本発明の実施形態2による固体撮像素子を説明する断面図である。

## 【0091】

この実施形態2による固体撮像素子100aは、実施形態1の固体撮像素子100を構成する第1の絶縁膜3と第2の絶縁膜4との間に第3の光透過絶縁膜(以下、単に、第3の絶縁膜ともいう。)3aを介在させたものであり、その他の構成は実施形態1の固体撮像素子100と同一である。

## 【0092】

50

ここで、第3の絶縁膜3aには、シリコン酸化膜が用いられ、その屈折率は1.8である。

【0093】

そして、第3の絶縁膜3aの各受光部2上での膜厚は、受光部に入射させるべき光の中心波長に基づいて反射率が最小となる膜厚に設定している。

【0094】

図3(a)では表により、受光部上に配置する絶縁膜の膜種別に、受光部に入射させるべき青色(Blue)、緑色(Green)、赤色(Red)の光の中心波長に対応する、反射率が最小あるいは極小となる膜厚を2周期に渡って示しており、図3(b)では、反射率が最小となる膜厚を示している。なお、図3(b)中、L2は屈折率1.8の絶縁膜での反射率が最低になる膜厚と波長との関係を示すグラフであり、Lrはこの屈折率に対して赤色の光の反射率が最低となる膜厚を示し、Lgはこの屈折率に対して緑色の光の反射率が最低となる膜厚を示し、Lbはこの屈折率に対して青色の光の反射率が最低となる膜厚を示している。

10

【0095】

以下具体的な膜厚について説明する。

【0096】

第1の絶縁膜3および第2の絶縁膜4については、実施形態1の固体撮像素子100におけるものと同様に膜厚を設定している。

【0097】

また、第3の絶縁膜3aについては、上記式(1)より、第3の絶縁膜3aのRカラーフィルタ6aに対応する受光部2上での膜厚T3Rを $85 (= 1 \times 610 / (4 \times 1.8))$  nmとし、第3の絶縁膜3aのGカラーフィルタ6bに対応する受光部2上での膜厚T3Gを $74 (= 1 \times 530 / (4 \times 1.8))$  nmとし、第3の絶縁膜3aのBカラーフィルタ6cに対応する受光部2上での膜厚T3Bを $63 (= 1 \times 450 / (4 \times 1.8))$  nmとしている。

20

【0098】

次に固体撮像素子の製造方法について図8~図11を用いて説明する。

【0099】

この実施形態2の固体撮像素子の製造方法においても、実施形態1と同様に、シリコン基板などの半導体基板1の表面部分に複数の受光部2を形成し、受光部から信号電荷を読み出すための構成として回路素子や配線層(図示せず)を形成し、その後、全面にCVD(化学気相成長)法などによりシリコン酸化膜を堆積して第1の絶縁材料膜3mを形成し、この第1の絶縁材料膜3m上にフォトレジスト膜10を形成し、このフォトレジスト膜10を光透過率が階調調整された階調露光マスク11を用いて露光する(図8(a))。

30

【0100】

その後、実施形態1と同様に、露光したフォトレジスト膜10を現像し(図8(b))、現像したフォトレジスト膜(レジストマスク)10をエッチングマスクとして用いて、第1の絶縁材料膜3mをエッチングし、フォトレジスト膜10の残渣を除去すると、第1の絶縁膜3として、そのRカラーフィルタ6aに対応する受光部2上での膜厚T1Rが $105 \text{ nm} ((R \text{ カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第1絶縁膜の屈折率}))$ であり、そのGカラーフィルタ6bに対応する受光部2上での膜厚T1Gが $91 \text{ nm} ((G \text{ カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第1絶縁膜の屈折率}))$ であり、そのBカラーフィルタ6cに対応する受光部2上での膜厚T1Bが $78 \text{ nm} ((B \text{ カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第1絶縁膜の屈折率}))$ であるシリコン酸化膜が得られる(図8(c))。

40

【0101】

続いて、第1の絶縁膜3上にCVD法によりシリコン酸化膜を堆積して第3の絶縁材料膜3amを形成する。このとき第3の絶縁材料膜3amは、その厚さT3Rが $85 \text{ nm} ((R \text{ カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第1の絶縁膜の屈折率}))$ になるよう形成する。その後、第3の絶縁材料膜3am上にフォトレジスト膜10bを形成し、このフォ

50

トレジスト膜 10 b を光透過率が階調調整された階調露光マスク 11 b を用いて露光する ( 図 9 ( a ) ) 。

【 0 1 0 2 】

この調整露光マスク 11 b は、フォトレジスト膜 10 b の、Rカラーフィルタが配置される受光部 2 に対応する部分には露光光  $L_e$  が入射せず、フォトレジスト膜 10 b の、Gカラーフィルタが配置される受光部 2 に対応する部分には少量の露光光  $L_e$  が入射し、フォトレジスト膜 10 b の、Bカラーフィルタが配置される受光部 2 に対応する部分には多くの露光光  $L_e$  が入射するよう、微細のマスク開口の配置密度が調整されている。

【 0 1 0 3 】

次に、上記のように階調露光マスク 11 b を用いて露光したフォトレジスト膜 10 b を現像する ( 図 9 ( b ) ) 。

【 0 1 0 4 】

このとき、現像したフォトレジスト膜 ( レジストマスク ) 10 b の、Gカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分のレジスト膜厚  $PR3G$  と、現像したフォトレジスト膜 10 b の、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分のレジスト膜厚  $PR3B$  との差 (  $PR3G - PR3B$  ) は、第 3 の絶縁膜 3 a の、Gカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚  $T3G$  ( 図 7 参照 ) と、第 3 の絶縁膜 3 a の、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚  $T3B$  ( 図 7 参照 ) との差 (  $T3G - T3B$  ) に等しくなる。

【 0 1 0 5 】

また、フォトレジスト膜 10 b の、Rカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分のレジスト膜厚  $PR3R$  は、第 3 の絶縁膜 3 a の、Rカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚  $T3R$  と、第 3 の絶縁膜 3 a の、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚  $T3B$  との差 (  $T3R - T3B$  ) よりも厚くなる。

【 0 1 0 6 】

つまり、階調露光マスク 11 b における微細マスク開口の配置密度は、露光したフォトレジスト膜 10 b の各部での膜厚が上記の関係を満たすよう調整されている。

【 0 1 0 7 】

次に、現像したフォトレジスト膜 10 b をエッチングマスクとして用いて、第 3 の絶縁材料膜 3 a m をエッチングし、Gカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚が  $T3G$  ( 図 7 参照 ) となり、Bカラーフィルタが配置される受光部に対応する部分の膜厚が  $T3B$  となったときにエッチング処理を停止する。このときフォトレジスト膜 10 b のエッチングレートと、第 3 の絶縁材料膜 3 a m のエッチングレートとの比率は、例えば 1 とする。ただし、これらのエッチングレートの比は、1 に限定されるものではない。

【 0 1 0 8 】

その後、フォトレジスト膜 10 b の残渣を除去すると、第 3 の絶縁膜 3 a として、その Rカラーフィルタ 6 a に対応する受光部 2 上での膜厚  $T3R$  が  $85 \text{ nm} ( ( R \text{ カラーフィルタの中心波長} ) / ( 4 \times \text{第 3 絶縁膜の屈折率} ) )$  であり、その Gカラーフィルタ 6 b に対応する受光部 2 上での膜厚  $T3G$  が  $74 \text{ nm} ( ( G \text{ カラーフィルタの中心波長} ) / ( 4 \times \text{第 3 絶縁膜の屈折率} ) )$  であり、その Bカラーフィルタ 6 c に対応する受光部 2 上での膜厚  $T3B$  が  $63 \text{ nm} ( ( B \text{ カラーフィルタの中心波長} ) / ( 4 \times \text{第 3 絶縁膜の屈折率} ) )$  であるシリコン酸化膜が得られる ( 図 9 ( c ) ) 。

【 0 1 0 9 】

続いて、実施形態 1 と同様に、第 3 の絶縁膜 3 a 上に CVD 法によりシリコン窒化膜を堆積して第 2 の絶縁材料膜 4 m を形成し、第 2 の絶縁材料膜 4 m 上にフォトレジスト膜 10 c を形成し、このフォトレジスト膜 10 c を光透過率が階調調整された階調露光マスク 11 c を用いて露光する ( 図 10 ( a ) ) 。

【 0 1 1 0 】

その後、上記のように階調露光マスク 11 c を用いて露光したフォトレジスト膜 10 c を現像し ( 図 10 ( b ) ) 、現像したフォトレジスト膜 ( レジストマスク ) 10 c をエッ

10

20

30

40

50

チングマスクとして用いて、第2の絶縁材料膜4mをエッチングし、フォトレジスト膜10cの残渣を除去すると、第2の絶縁膜4として、そのRカラーフィルタ6aに対応する受光部2上での膜厚T2Rが $76\text{nm} \left( (R\text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第2絶縁膜の屈折率}) \right)$ であり、そのGカラーフィルタ6bに対応する受光部2上での膜厚T2Gが $66\text{nm} \left( (G\text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第2絶縁膜の屈折率}) \right)$ であり、そのBカラーフィルタ6cに対応する受光部2上での膜厚T2Bが $113\text{nm} \left( (B\text{カラーフィルタの中心波長}) / (4 \times \text{第2絶縁膜の屈折率}) \right)$ であるシリコン窒化膜が得られる(図10(c))。

【0111】

その後、第2の絶縁膜4上に透明樹脂を塗布して平坦化膜5を形成し(図11(a))、その上にカラーフィルタ6a、6b、6cをそれぞれ、赤色光、緑色光、青色光を入射させるべき受光部2上に形成し、さらにこれらのカラーフィルタ上に平坦化膜7およびマイクロレンズ8を積層して固体撮像素子を完成する(図11(b))。

10

【0112】

このような構成の本実施形態2の固体撮像素子の製造方法では、上述した実施形態1の固体撮像素子の製造方法と同様、受光部上に配置される各光透過絶縁膜をその膜厚が受光部に配置されるカラーフィルタの各色に適した膜厚となるよう加工する加工処理を、フォトリソグラフィ工程、エッチング工程、およびレジスト除去工程の各工程1回だけで行うことができるという効果が得られる。

20

【0113】

また、この実施形態2の固体撮像素子では、実施形態1の固体撮像素子の構成に加えて、第1の絶縁膜3と第2の絶縁膜4との間に第3の絶縁膜3aを設け、この第3の絶縁膜3aの屈折率を、その上側の第2の絶縁膜4の屈折率より小さく、その下側の第1の絶縁膜3の屈折率より大きい屈折率としたので、固体撮像素子の上方からの入射光が受光部上で反射されるのをより一層低減することができる。

【0114】

さらに、上記実施形態1および2では、特に説明しなかったが、上記実施形態1および2の固体撮像素子の少なくともいずれかを撮像部に用いた、例えばデジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラなどのデジタルカメラや、画像入力カメラ、スキャナ、ファクシミリ、カメラ付き携帯電話装置などの、画像入力デバイスを有した電子情報機器について以下簡単に説明する。

30

(実施形態3)

図12は、本発明の実施形態3として、実施形態1または実施形態2の固体撮像素子を撮像部に用いた電子情報機器の概略構成例を示すブロック図である。

【0115】

図12に示す本発明の実施形態3による電子情報機器90は、本発明の上記実施形態1および2の固体撮像素子の少なくともいずれかを、被写体の撮影を行う撮像部91として備えたものであり、このような撮像部による撮影により得られた高品位な画像データを記録用に所定の信号処理した後にデータ記録する記録メディアなどのメモリ部92と、この画像データを表示用に所定の信号処理した後に液晶表示画面などの表示画面上に表示する液晶表示装置などの表示部93と、この画像データを通信用に所定の信号処理をした後に通信処理する送受信装置などの通信部94と、この画像データを印刷(印字)して出力(プリントアウト)する画像出力部95とのうちの少なくともいずれかを有している。

40

【0116】

以上のように、本発明の好ましい実施形態を用いて本発明を例示してきたが、本発明は、この実施形態に限定して解釈されるべきものではない。本発明は、特許請求の範囲によってのみその範囲が解釈されるべきであることが理解される。当業者は、本発明の具体的な好ましい実施形態の記載から、本発明の記載および技術常識に基づいて等価な範囲を実施することができるということが理解される。本明細書において引用した特許、特許出願および文献は、その内容自体が具体的に本明細書に記載されているのと同様にその内容が本明細

50

書に対する参考として援用されるべきであることが理解される。

【産業上の利用可能性】

【0117】

本発明は、固体撮像素子の製造方法、固体撮像素子、および電子情報機器の分野において、受光部に配置される光透過絶縁膜を、その膜厚が受光部に配置されるカラーフィルタの各色に適した膜厚となるよう加工する加工処理を、フォトリソグラフィ工程、エッチング工程、およびレジスト除去工程の各工程1回だけで行うことができる固体撮像素子の製造方法を実現でき、また、光透過絶縁膜での反射率の低減とその表面の平坦化を両立できる固体撮像素子、およびこのような固体撮像素子を備えた電子情報機器を実現することができる。

10

【符号の説明】

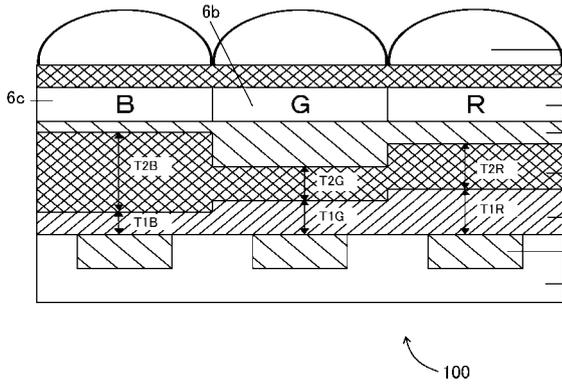
【0118】

- 1 半導体基板
- 2 受光部
- 3 第1の光透過絶縁膜（第1の絶縁膜）
- 3 m 第1の絶縁材料膜
- 3 a 第3の光透過絶縁膜（第3の絶縁膜）
- 3 a m 第3の絶縁材料膜
- 4 第2の光透過絶縁膜（第2の絶縁膜）
- 4 m 第2の絶縁材料膜
- 5 光透過平坦化膜（第1の平坦化膜）
- 6 a ~ 6 c カラーフィルタ
- 7 光透過平坦化膜（第2の平坦化膜）
- 8 マイクロレンズ
- 10、10 a、10 b、10 c フォトレジスト膜
- 11、11 a、11 b、11 c 階調露光マスク
- 90 電子情報機器
- 91 撮像部
- 92 メモリ部
- 93 表示部
- 94 通信部
- 95 画像出力部
- 100、100 a 固体撮像素子

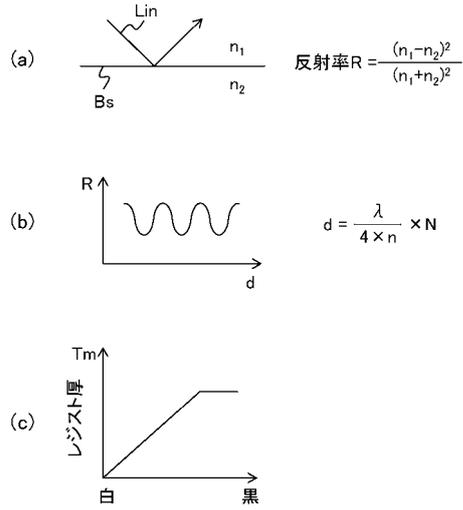
20

30

【 図 1 】



【 図 2 】



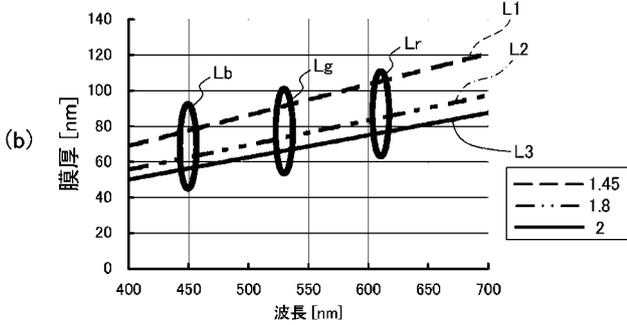
【 図 3 】

反射率が最低となる膜厚(単位[nm])例

膜種	屈折率	N	Blue 450nm	Green 530nm	Red 610nm
SiO <sub>2</sub>	1.45	1	78	91	105
		2	155	183	210
SiON	1.8	1	63	74	85
		2	125	147	169
SiN	2	1	56	66	76
		2	113	133	153

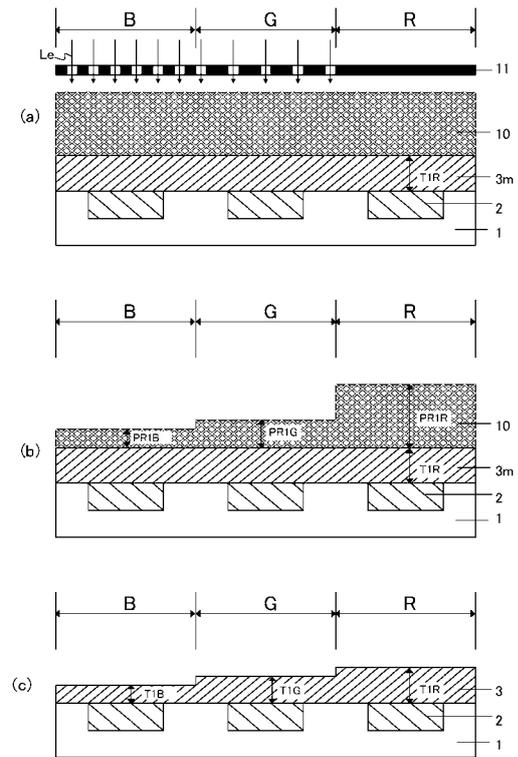
(a)

反射率が最低になる膜厚

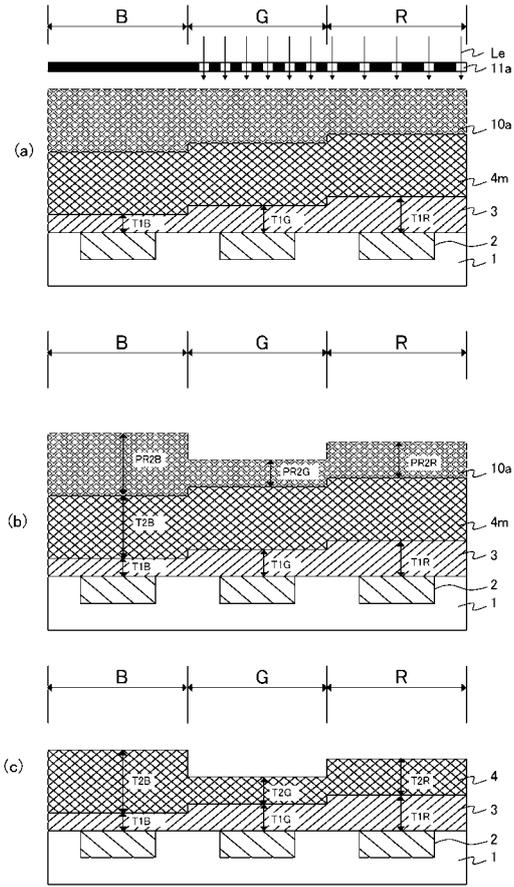


(b)

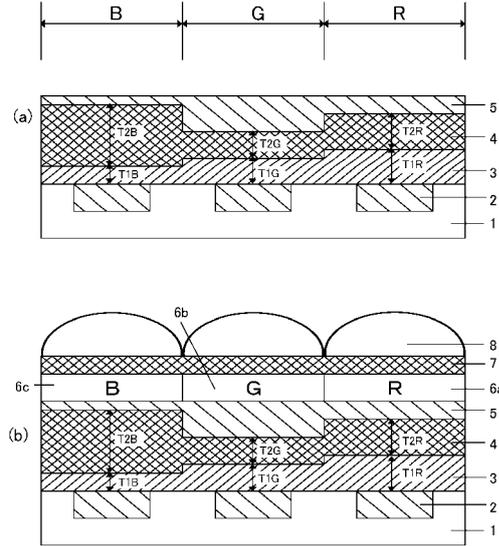
【 図 4 】



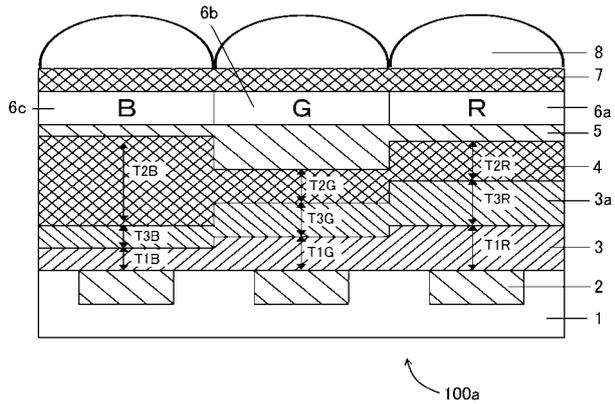
【 図 5 】



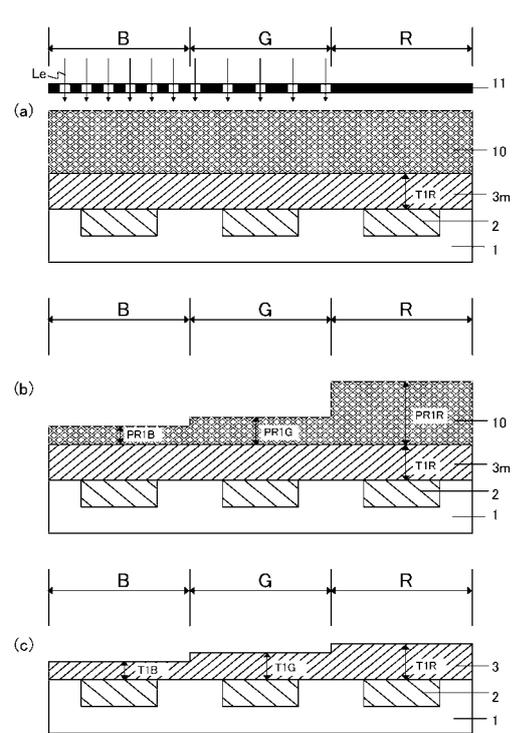
【 図 6 】



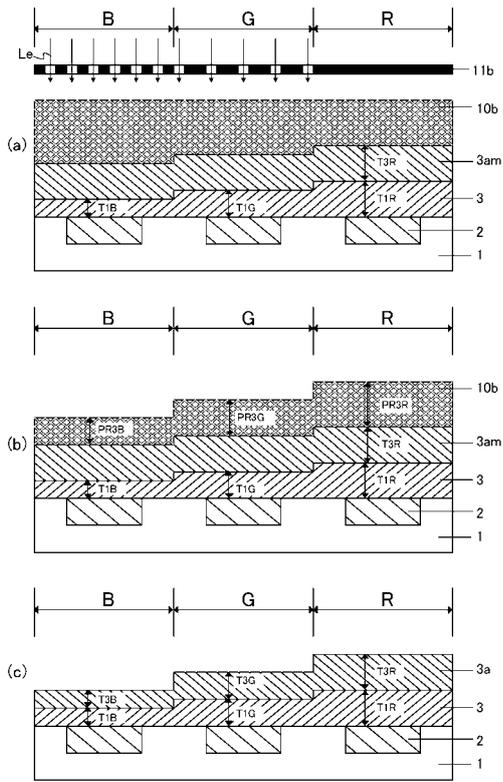
【 図 7 】



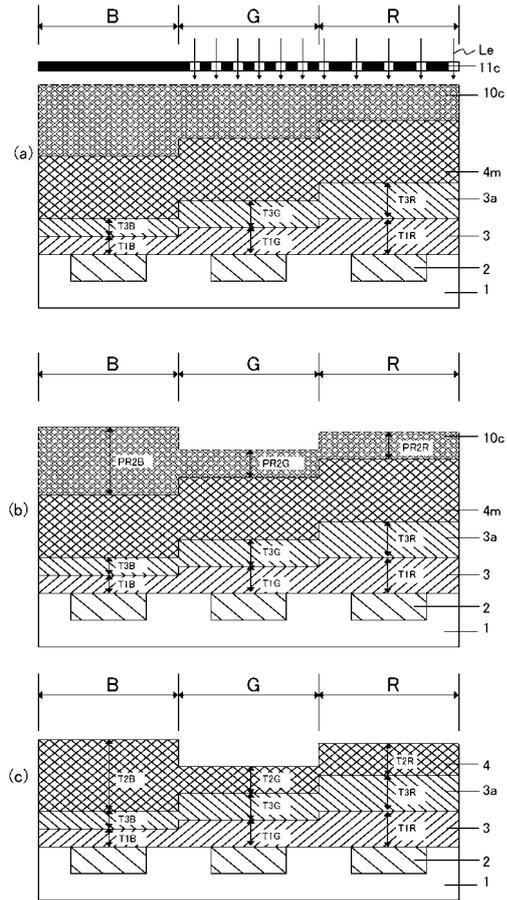
【 図 8 】



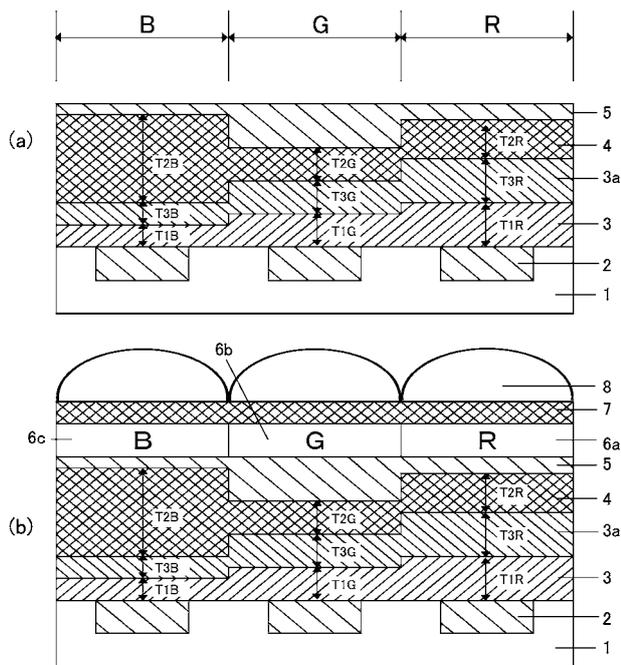
【図 9】



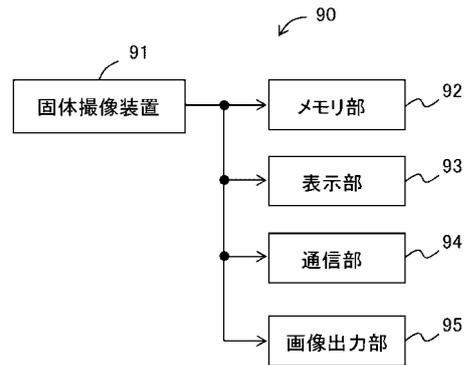
【図 10】



【図 11】

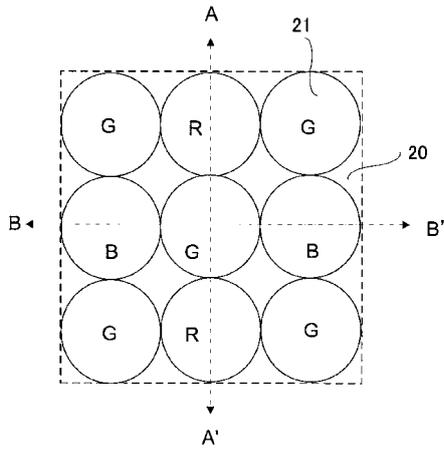


【図 12】

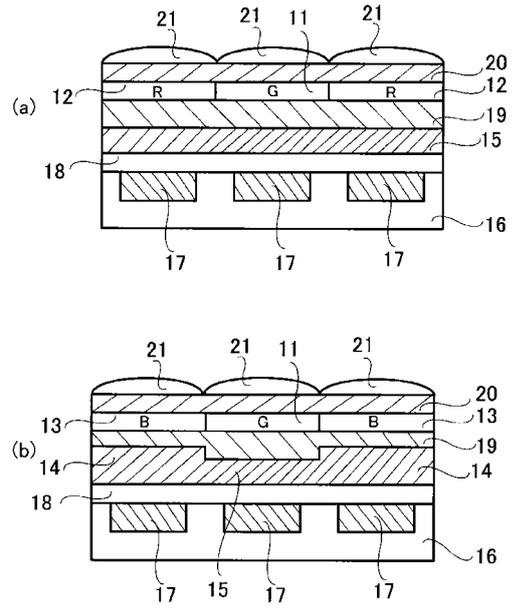


100a

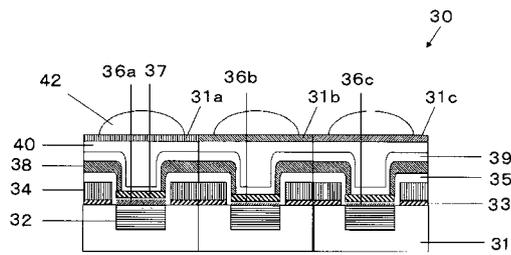
【 図 1 3 】



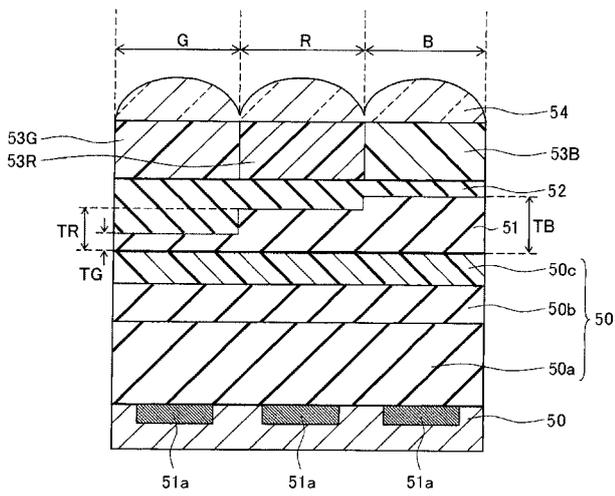
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C065 BB42 CC01 DD17 EE06  
5F049 MA01 NA10 NA18 NB05 PA14 RA02 TA12 TA13 WA03