

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4984400号
(P4984400)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.			F I		
HO 1 L	27/14	(2006.01)	HO 1 L	27/14	D
HO 4 N	5/369	(2011.01)	HO 4 N	5/335	6 9 0
HO 4 N	9/07	(2006.01)	HO 4 N	9/07	D
GO 2 B	5/20	(2006.01)	GO 2 B	5/20	1 0 1

請求項の数 13 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2005-34621 (P2005-34621)	(73) 特許権者	000003193 凸版印刷株式会社
(22) 出願日	平成17年2月10日 (2005.2.10)		東京都台東区台東1丁目5番1号
(65) 公開番号	特開2006-222291 (P2006-222291A)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
(43) 公開日	平成18年8月24日 (2006.8.24)	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
審査請求日	平成20年1月24日 (2008.1.24)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100084618 弁理士 村松 貞男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体基板に2次元的に配置された光電変換素子と、該光電変換素子のそれぞれに対応して前記半導体基板上に配設された、複数色の色フィルターパターンを有するカラーフィルターと、該半導体基板上の一部または全部に形成された平坦化層を具備する固体撮像素子の製造方法であって、

前記複数色の色フィルターパターンは、所定の色フィルター層をドライエッチングによりパターンニングする形成工法と、他の色フィルター層をフォトリソグラフィーによりパターンニングする形成工法とによって形成され、

前記複数色の色フィルターパターンのうち少なくとも最初に形成される色フィルターパターンを、色フィルター層の不要部とその下層の平坦化層をドライエッチングすることにより形成する工程、及び

他の色フィルターパターンをフォトリソグラフィーによりパターンニングして形成する工程を有し、

前記ドライエッチングにより形成された色フィルターパターンと前記フォトリソグラフィーにより形成された他の色フィルターパターンとが接していることを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項2】

前記所定の色フィルターをドライエッチングによりパターンニングする形成工法は、該所定の色フィルター層の不要部とその下層の平坦化層を半導体基板に到達するまでドライエ

ッチングする工法であることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 3】

前記複数色のフィルターパターンのうち最も面積の広い色フィルターパターンをドライエッチングによりパターンングすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 4】

前記複数色のフィルターパターンはグリーンフィルターパターン、レッドフィルターパターン、ブルーフィルターパターンを含み、該グリーンフィルター及びレッドフィルターのいずれかあるいは両方を前記ドライエッチングによりパターンングすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像素子の製造方法。

10

【請求項 5】

前記ドライエッチングによりパターンングされる色フィルター層は少なくとも熱硬化性を有する樹脂を含み、前記フォトリソグラフィによりパターンングされる色フィルター層は少なくとも光硬化性を有する樹脂を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 6】

半導体基板に 2 次元的に配置された光電変換素子と、該光電変換素子のそれぞれに対応して前記半導体基板上に配設された、複数色の色フィルターパターンを有するカラーフィルターと、該半導体基板上の一部または全部に形成された平坦化層を具備する固体撮像素子であって、

20

前記複数色の色フィルターパターン下の平坦化層は、ドライエッチングによって形成されたある色フィルターパターンと、前記ドライエッチングによってある色フィルターパターンを形成した後にフォトリソグラフィによって形成された他の色フィルターパターンとの間で厚みが異なり、

前記ドライエッチングにより形成された色フィルターパターンと前記フォトリソグラフィにより形成された他の色フィルターパターンとが接していることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 7】

半導体基板に 2 次元的に配置された光電変換素子と、該光電変換素子のそれぞれに対応して前記半導体基板上に配設された、複数色の色フィルターパターンを有するカラーフィルターと、該半導体基板上の一部または全部に形成された平坦化層を具備する固体撮像素子であって、

30

前記カラーフィルターは、前記半導体基板上に、平坦化層を介して形成されているドライエッチングによって形成された色フィルターパターンと、直接形成されている、前記ドライエッチングによって色フィルターパターンを形成した後にフォトリソグラフィによって形成された他の色フィルターパターンの両方を有するカラーフィルタであり、

前記ドライエッチングにより形成された色フィルターパターンと前記フォトリソグラフィにより形成された他の色フィルターパターンとが接していることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 8】

40

半導体基板に 2 次元的に配置された光電変換素子と、該光電変換素子のそれぞれに対応して前記半導体基板上に配設された、複数色の色フィルターパターンを有するカラーフィルターと、該半導体基板上の一部または全部に形成された平坦化層を具備する固体撮像素子であって、

前記複数色の色フィルターパターンのうち一部の色フィルターパターンは熱硬化性を有する樹脂を含み、前記熱硬化性を有する樹脂を含む色フィルターパターンを形成した後に形成された残りの色フィルターパターンは光硬化性を有する樹脂を含み、

前記熱硬化性を有する樹脂を含む色フィルターパターンと前記光硬化性を有する樹脂を含む色フィルターパターンとが接していることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 9】

50

前記複数色のフィルターパターンはグリーンフィルターパターンを含み、該グリーンフィルターパターンに含まれる樹脂は他の色フィルターパターンに含まれる樹脂よりも屈折率が高いことを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれかに記載の固体撮像素子。

【請求項 10】

前記カラーフィルター上に直接又は間接的に、前記光電変換素子のそれぞれに対応して配設されたマイクロレンズを更に具備し、当該マイクロレンズの周辺部は、前記カラーフィルターの一部により構成されていることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれかに記載の固体撮像素子。

【請求項 11】

前記ドライエッチングによって形成された色フィルターパターンの膜厚は、前記フォトリソグラフィによって形成された色フィルターパターンの膜厚より薄く、前記ドライエッチングによって形成された色フィルターパターンの下の平坦化層の膜厚は、前記フォトリソグラフィによって形成された色フィルターパターンの下の平坦化層の膜厚より厚いことを特徴とする請求項 6 及び 8 乃至 10 のいずれかに記載の固体撮像素子。

10

【請求項 12】

前記ドライエッチングによって形成された色フィルターパターンは、前記複数色のフィルターパターンのうち最も面積の広い色フィルターパターンであることを特徴とする請求項 6 乃至 11 のいずれかに記載の固体撮像素子。

【請求項 13】

前記複数色のフィルターパターンはグリーンフィルターパターン、レッドフィルターパターン、ブルーフィルターパターンを含み、前記ドライエッチングによって形成された色フィルターパターンは、該グリーンフィルター及びレッドフィルターのいずれかあるいは両方であることを特徴とする請求項 6 乃至 12 のいずれかに記載の固体撮像素子。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、C-MOSやCCD等に代表される光電変換素子を備える撮像素子及びその製造方法に係り、特に、光電変換素子上に形成されるカラーフィルターに関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラ等に搭載されるCCDやC-MOSなどの固体撮像素子は、近年、高画素化、微細化が進んでおり、特に微細なものでは $2\mu\text{m} \times 2\mu\text{m}$ を下回るレベルの画素サイズとなっている。

30

【0003】

また、固体撮像素子は光電変換素子と一対にカラーフィルターを有し、カラー化を図っている。カラーフィルターの形成方法はフォトリソグラフィプロセスによりパターンを形成する手法が一般的である（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

また、固体撮像素子上の光電変換素子が光電変換に寄与する領域（開口部）は、固体撮像素子のサイズや画素数に依存するが、固体撮像素子の全面積に対し、20～40%程度に限られており、開口部が小さいことはそのまま感度低下につながるため、これを補うために光電変換素子上に集光用のマイクロレンズを形成することが一般的である。

40

【0005】

しかしながら、近年、600万画素を超える高精細CCD撮像素子への要求が大きくなり、これら高精細CCDにおいて付随するカラーフィルターの画素サイズが $2\mu\text{m} \times 2\mu\text{m}$ を下回るレベルのものも多くなっており、フォトリソグラフィプロセスにより形成されたカラーフィルターの解像性の不足が固体撮像素子の特性に悪影響を及ぼすという問題が生じている。このような解像性の不足は、 $2.5\mu\text{m}$ 以下、あるいは $1.8\mu\text{m}$ 近傍の画素サイズでは、パターンの形状不良に起因する色むらとなって現れる。画素サイズが小さくなるとアスペクト比が大きくなる（幅に対して厚みが大い）ので、本来除去される

50

べき部分（画素の有効外部分）を完全に除去することができず、残渣となって他の色の画素に悪影響を及ぼしてしまう。

【0006】

残渣を除去するために現像時間を延長するなどの方法を行っているが、硬化させた必要な画素まで剥がれてしまうという問題が生じていた。また、フォトリソグラフィーによるパターンングでは、パターンのエッジが立つ（ツノができる）という現象があり、画素サイズが微細になってくるとこのツノが色ムラなどカラーフィルター性能に悪影響を及ぼす。

【0007】

また、満足する分光特性を得ようとする、カラーフィルターの膜厚が厚くならざるを得ず、カラーフィルターの膜厚が厚くなると、画素の微細化が進むに従って、パターンの角が丸まるなど解像度が低下する傾向となる。色フィルター層に含まれる顔料濃度が上がると、光硬化反応に必要な光が色フィルター層の底部まで届かないので硬化が不十分となり、フォトリソグラフィーにおける現像工程で剥離し、画素欠陥を生ずるという問題があった。

【0008】

更に、カラーフィルターが厚い場合、製造工程による問題だけではなく、斜め方向から入射した光が隣接する他の色フィルターパターンを透過して光電変換素子に入光し、混色や感度低下という問題も発生する。この問題はカラーフィルターの画素サイズが小さくなるにつれて顕著になる。

【0009】

以上のことから、固体撮像素子の画素数を増やすためには、カラーフィルターの高精細パターンに加えて、薄型化も重要な問題である。

【0010】

なお、入射光の混色という問題はカラーフィルターと光電変換素子との距離が大きい場合にも生じる。

【0011】

また、高精細な固体撮像素子に付随するマイクロレンズの開口率低下（すなわち感度低下）、及びフレア、スミアなどのノイズ増加による画質低下が大きな問題となっており、マイクロレンズからの入射光の集光性を向上させ、かつ、光電変換素子でのS/N比を向上させるために、マイクロレンズ下距離を小さく（薄く）することが必要であった。マイクロレンズ下距離が大きい場合には、以下のような2つの問題がある。

【0012】

第1に、レンズ下距離が大きい場合、入射光の取り込み角度が小さくなり、入射光量が減って全体的に暗い表示になる。第2に、C-MOSやCCDなどの光電変換素子を用いたカメラでは、通常、対物レンズの絞り（F値）で入射光の角度が変化し、開放側では斜め光が増え、集光性低下により感度が低下することや、光電変換素子の形成された半導体チップの画素領域の中央と端部では入射光の角度が大きく異なるため、端部の画素（光電変換素子）への入射光が低下して、表示画面の端部では暗い表示となっていた。

【0013】

一方、グリーンレジストはレッドレジストやブルーレジストに比べ、硬化後の屈折率が低く、固体撮像素子の設計上、問題となっていた。即ち、フォトリソグラフィープロセスに供されるカラーレジストは、感光性を必要とするという制約上、硬化後の屈折率が高い樹脂を選択することは困難であり、3色のカラーフィルターの屈折率の相違のため、反射率にバラツキが生じるという問題があった。

【特許文献1】特開平11-68076号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

上述のように、従来のフォトリソグラフィープロセスにより形成されるカラーフィルタ

10

20

30

40

50

ーは、十分な解像性が得られない、残渣が残りやすい、画素剥がれが生じやすいという問題があり、固体撮像素子の特性を低下させるという問題があった。また、カラーフィルターの膜厚を薄くして固体撮像素子の薄膜化を図ることが困難であった。また、カラーフィルターと光電変換素子との距離が大きいという問題があった。

【0015】

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであって、パターン形状不良や残渣、剥がれなどを生じさせることなく形成され、薄型化が可能であり、光電変換素子との距離が小さく、画素間での反射率のバラツキのないカラーフィルターを備える固体撮像素子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】

【0016】

上記課題を解決するため、本発明の第1の態様は、半導体基板に2次元的に配置された光電変換素子と、該光電変換素子のそれぞれに対応して前記半導体基板上に配設された、複数色の色フィルターパターンを有するカラーフィルターと、該半導体基板上の一部または全部に形成された平坦化層を具備する固体撮像素子の製造方法であって、前記複数色の色フィルターパターンは、所定の色フィルター層をドライエッチングによりパターンニングする形成工法と、他の色フィルター層をフォトリソグラフィによりパターンニングする形成工法とによって形成され、前記複数色の色フィルターパターンのうち少なくとも最初に形成される色フィルターパターンを、色フィルター層の不要部とその下層の平坦化層をドライエッチングすることにより形成する工程、及び他の色フィルターパターンをフォトリソグラフィによりパターンニングして形成する工程を有し、前記ドライエッチングにより形成された色フィルターパターンと前記フォトリソグラフィにより形成された他の色フィルターパターンとが接していることを特徴とする固体撮像素子の製造方法を提供する。

【0017】

ドライエッチングであれば、マスクとなる樹脂レジストに、カラーレジストよりも解像性の高い半導体用レジスト等を自由に選択することができるので、微細なパターンの色フィルターパターンをなめらかに、残渣も剥がれもなくパターンニングすることができる。

【0018】

このとき、2色目以降の色フィルターパターンをドライエッチングでパターンニングする場合、先に形成されている色フィルターパターン表面を保護する手段を設けないと、せっかく形成された色フィルターパターン表面がドライエッチングで荒らされてしまうという問題が生じる。また、先に形成されている色フィルターパターンの凹凸が後から設けた色フィルター層に響くという問題がある。

【0019】

そこで、少なくとも1色目の色フィルターパターンをドライエッチングでパターンニングし、残りの色の色フィルターパターンをフォトリソグラフィでパターンニングする。特に、1色目の色フィルターパターンをドライエッチングでパターンニングする。

【0020】

こうすれば、1色目の色フィルターパターン表面は特別に保護をしなくても残りの色フィルターのパターンニング工程で荒れてしまうことはないし、2色目以降の色フィルターパターンは、下層にしっかり密着している1色目の色フィルターパターンに挟まれることで、現像時に剥がれることも防げる。

【0021】

また、最初に形成される色フィルターパターンの精度がカラーフィルター全体の精度に大きく影響するため、少なくとも最初に形成する色フィルターパターンはドライエッチングの工法によれば、カラーフィルター全体の精度を高いものとすることができ、色ムラなく画素数の多い固体撮像素子を得ることができる。

【0022】

一般的に色フィルターパターンの厚みは、色ごとに求められる分光特性が異なり、用いられる樹脂や顔料も異なることから、厚みが異なる。また、ドライエッチングにより形成

10

20

30

40

50

される色フィルターパターンは、感光性を持たせる必要がないため顔料濃度を高くすることができる。従って、フォトリソグラフィーによる色フィルターパターンよりも薄くすることができる。

【0023】

色フィルターパターンをドライエッチングで形成する際、平坦化層までドライエッチングを入れることで、色フィルターパターンごとに異なる厚みの差、特にフォトリソグラフィーにより形成される色フィルターパターンとの厚みの差を吸収することができ、色による表面の段差が小さく、光電変換素子との距離の小さいカラーフィルターを備えた固体撮像素子を提供することができる。

【0024】

本発明の第2の態様は、前記所定の色フィルターをドライエッチングによりパターンニングする形成工法は、該所定の色フィルター層の不要部とその下層の平坦化層を半導体基板に到達するまでドライエッチングする工法であることを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子の製造方法を提供する。

【0025】

平坦化層表面にはドライエッチング時の表面荒れのため、色フィルターパターンレジストの残渣が残る傾向がある。これらの残渣は光電変換素子との距離が近くなるほどノイズやディフェクトとして画質に影響する可能性があり、好ましくない。平坦化層を全て除去し、フォトリソグラフィーによる色フィルターパターンを直接半導体基板上に設けることでこの残渣の発生を防ぐことができる。具体的にはドライエッチング時に平坦化層を全て取り除くまでエッチングを行い、フォトリソグラフィーで形成する色フィルターパターンの下層には平坦化層が残らないようにすることができる。

【0026】

なお、半導体基板上にフォトリソグラフィー工法で直接色フィルターパターンを形成すると、フォトリソグラフィーが半導体基板と十分な密着性を持たず、現像時に剥がれるという問題が生ずるが、本発明ではドライエッチングで設けた色フィルターパターンと隣接し、このドライエッチングで設けた色フィルターパターンがアンカーの役目を果たすため、フォトリソグラフィーの工法で設けた色フィルターパターンの脱落をも防ぐことができる。

【0027】

本発明の第3の態様は、前記複数色のフィルターパターンのうち最も面積の広い色フィルターパターンをドライエッチングによりパターンニングすることを特徴とする請求項1または2に記載の固体撮像素子の製造方法を提供する。

【0028】

最も面積の広い色フィルターパターンを、ドライエッチングによりパターンニングをすれば、フォトリソグラフィーによる色フィルターパターンを効率的に保持でき、また最も面積の広い色フィルターパターンの精度がカラーフィルター全体の精度に大きく影響するからである。

【0029】

また、色フィルターパターンを多層構成とする場合、下層（半導体基板に近い方）に設ける色フィルターパターンをドライエッチングで設ければやはり効果的である。

【0030】

本発明の第4の態様は、前記複数色のフィルターパターンはグリーンフィルターパターン、レッドフィルターパターン、ブルーフィルターパターンを含み、該グリーンフィルター及びレッドフィルターのいずれかあるいは両方を前記ドライエッチングによりパターンニングすることを特徴とする請求項1または2に記載の固体撮像素子の製造方法を提供する。

【0031】

フォトリソグラフィー工法では露光不充分になりやすい、顔料濃度の高いグリーンフィルター層及びレッドフィルター層のいずれかあるいは両方をドライエッチングによりパターンニングを行うことで、残渣やパターン剥がれのないカラーフィルターとすることができ、高精細で色ムラのない固体撮像素子とすることができる。

10

20

30

40

50

【0032】

本発明の第5の態様は、前記ドライエッチングによりパターンニングされる色フィルター層は少なくとも熱硬化性を有する樹脂を含み、前記フォトリソグラフィーによりパターンニングされる色フィルター層は少なくとも光硬化性を有する樹脂を含むことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の固体撮像素子の製造方法を提供する。

【0033】

熱硬化性を有する樹脂を含む色フィルターパターンがしっかり半導体基板あるいは平坦化層に密着するため、色フィルターパターンの剥がれが生じない。また、熱硬化性を有する樹脂を含む色フィルターレジストはそれに含まれる色材の濃度を上げることができるので、カラーフィルターを薄くすることができ、入射光の混色を防ぎ、固体撮像素子の薄型化を図ることができる。

10

【0034】

本発明の第6の態様は、半導体基板に2次元的に配置された光電変換素子と、該光電変換素子のそれぞれに対応して前記半導体基板上に配設された、複数色の色フィルターパターンを有するカラーフィルターと、該半導体基板上の一部または全部に形成された平坦化層を具備する固体撮像素子であって、前記複数色の色フィルターパターン下の平坦化層は、ドライエッチングによって形成されたある色フィルターパターンと、前記ドライエッチングによってある色フィルターパターンを形成した後にフォトリソグラフィーによって形成された他の色フィルターパターンとの間で厚みが異なり、前記ドライエッチングにより形成された色フィルターパターンと前記フォトリソグラフィーにより形成された他の色フィルターパターンとが接していることを特徴とする固体撮像素子を提供する。

20

【0035】

色フィルターパターン間で異なる厚みを平坦化層で吸収することで、表面の厚みが均一なカラーフィルターを具備する固体撮像素子を提供することができる。

【0036】

本発明の第7の態様は、半導体基板に2次元的に配置された光電変換素子と、該光電変換素子のそれぞれに対応して前記半導体基板上に配設された、複数色の色フィルターパターンを有するカラーフィルターと、該半導体基板上の一部または全部に形成された平坦化層を具備する固体撮像素子であって、前記カラーフィルターは、前記半導体基板上に、平坦化層を介して形成されているドライエッチングによって形成された色フィルターパターンと、直接形成されている、前記ドライエッチングによって色フィルターパターンを形成した後にフォトリソグラフィーによって形成された他の色フィルターパターンの両方を有するカラーフィルタであり、前記ドライエッチングにより形成された色フィルターパターンと前記フォトリソグラフィーにより形成された他の色フィルターパターンとが接していることを特徴とする固体撮像素子を提供する。

30

【0037】

色フィルターパターン間で異なる厚みを平坦化層で吸収することで、表面の厚みが均一なカラーフィルタを具備し、かつ平坦化層を最小限必要な箇所のみ設けることで、カラーフィルタと光電変換素子との距離の小さい固体撮像素子を提供することができる。

【0038】

本発明の第8の態様は、半導体基板に2次元的に配置された光電変換素子と、該光電変換素子のそれぞれに対応して前記半導体基板上に配設された、複数色の色フィルターパターンを有するカラーフィルターと、該半導体基板上の一部または全部に形成された平坦化層を具備する固体撮像素子であって、前記複数色の色フィルターパターンのうち一部の色フィルターパターンは熱硬化性を有する樹脂を含み、前記熱硬化性を有する樹脂を含む色フィルターパターンを形成した後に形成された残りの色フィルターパターンは光硬化性を有する樹脂を含み、前記熱硬化性を有する樹脂を含む色フィルターパターンと前記光硬化性を有する樹脂を含む色フィルターパターンとが接していることを特徴とする固体撮像素子を提供する。

40

【0039】

50

熱硬化性を有する樹脂を含む色フィルターパターンがしっかり半導体基板あるいは平坦化層に密着するため、色フィルターパターンの剥がれが生じない。また、熱硬化性を有する樹脂を含む色フィルターレジストはそれに含まれる色材の濃度を上げることができるので、カラーフィルターを薄くすることができ、入射光の混色を防ぎ、固体撮像素子の薄型化を図ることができる。

【0040】

本発明の第9の態様は、前記複数色のフィルターパターンはグリーンフィルターパターンを含み、該グリーンフィルターパターンに含まれる樹脂は他の色フィルターパターンに含まれる樹脂よりも屈折率が高いことを特徴とする請求項6乃至8のいずれかに記載の固体撮像素子を提供する。

10

【0041】

グリーンフィルターパターンに含まれる樹脂の屈折率を他の色フィルターパターンに含まれる樹脂よりも高くすることで、色フィルターパターン間の屈折率を近似させて、マイクロレンズによる集光効果が各色フィルター上で同等な固体撮像素子を得ることができる。

【0042】

さらに、屈折率が高い樹脂はエッチングレートが小さい傾向にあることから、屈折率が高い樹脂を添加した層をドライエッチングでパターンニングすることで、表面のなめらかな色フィルターパターンを得ることが出来る。

【0043】

本発明の第10の態様は、前記カラーフィルター上に直接又は間接的に、前記光電変換素子のそれぞれに対応して配設されたマイクロレンズを更に具備し、当該マイクロレンズの周辺部は、前記カラーフィルターの一部により構成されていることを特徴とする請求項6乃至9のいずれかに記載の固体撮像素子を提供する。

20

【0044】

マイクロレンズの周辺部をカラーフィルターの一部により構成することで、マイクロレンズ下距離の小さい固体撮像素子を得ることができる。

【発明の効果】

【0045】

本発明の第1の態様によると、高精細で、残渣や抜けがなく、エッジがなめらかで、色による表面の段差が小さく、光電変換素子との距離の小さいカラーフィルターを備えた固体撮像素子の製造方法が提供される。

30

【0046】

本発明の第2の態様によると、上記本発明の第1の態様と同様の効果をさらに増強し、残渣がなく、かつ光電変換素子との距離のより小さいカラーフィルターを備えた固体撮像素子の製造方法が提供される。

【0047】

本発明の第1の態様及び第2の態様によれば、カラーフィルターと光電変換素子との距離が小さくなるので、マイクロレンズを具備する固体撮像素子とすれば、マイクロレンズと光電変換素子との距離も小さくすることができる。

40

【0048】

本発明の第3の態様によると、上記本発明の第1の態様または第2の態様と同様の効果が得られる。

【0049】

本発明の第4の態様によると、上記本発明の第1の態様または第2の態様と同様の効果が得られる。

【0050】

本発明の第5の態様によると、上記本発明の第1の態様または第2の態様と同様の効果に加え、カラーフィルターを薄くすることができるので、入射光の混色を防ぎ、固体撮像素子の薄型化を図ることができる。

50

【 0 0 5 1 】

本発明の第 6 の態様によると、高精細で、残渣や抜けがなく、エッジがなめらかな、色による表面の段差が小さく、光電変換素子との距離の小さいカラーフィルターを備えた固体撮像素子が提供される。

【 0 0 5 2 】

本発明の第 7 の態様によると、上記本発明の第 6 の態様と同様の効果をさらに増強し、残渣がなく、かつ光電変換素子との距離のより小さいカラーフィルタを備えた固体撮像素子が提供される。

【 0 0 5 3 】

本発明の第 6 の態様及び第 7 の態様によれば、カラーフィルターと光電変換素子との距離が小さいので、マイクロレンズを具備する固体撮像素子とすれば、マイクロレンズと光電変換素子との距離も小さくすることができる。

【 0 0 5 4 】

本発明の第 8 の態様によると、高精細で、残渣や抜けがなく、エッジがなめらかな、厚みの薄いカラーフィルターを備えた固体撮像素子が提供される。

【 0 0 5 5 】

本発明の第 9 の態様によると、高精細で、残渣や抜けがなく、エッジがなめらかな、色フィルターパターン表面の荒れが少ない、色フィルターパターン間で集光効果が同等なカラーフィルターを備えた固体撮像素子が提供される。

【 0 0 5 6 】

本発明の第 10 の態様によると、マイクロレンズ下距離の小さい固体撮像素子が提供される。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 5 7 】

以下に本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 5 8 】

まず、本発明中で用いる二通りの色フィルターパターン形成工法について説明する。

【 0 0 5 9 】

本発明で用いるドライエッチングによりパターンニングする形成工法とは、目的物形成層上に、目的物の形状の樹脂パターンを形成し、これをマスクとしてドライエッチングを行い目的物の形状を目的物形成層に転写してパターンニングを行う工法である。具体的には、図 6 に示すように、目的物形成層を基材 3 1 上に形成された色フィルター層 3 2 とし、この上に、感光性樹脂層 3 3 をパターンニングすることにより形成された、目的物の形状の樹脂パターン 3 4 を感光性樹脂により形成し、これをマスクとして樹脂パターン 3 4 の形状を色フィルター層 3 2 に転写し、目的物である色フィルターパターン 3 5 を形成する。

【 0 0 6 0 】

本発明で用いるフォトリソグラフィによりパターンニングする形成工法とは、感光性のある目的物形成層を形成し、これをマスクを介して露光し、光硬化させ、現像を行って不要部を除去してパターンニングされた目的物を得る工法である。具体的には、図 7 に示すように、基材 4 1 上に、感光性樹脂組成物によって目的物形成層である色フィルター層 4 2 を形成し、これをマスクを介して露光・硬化させ、現像液で不要部 4 2 b を除去して光硬化部 4 2 a を残し、必要に応じて加熱硬化を行い、目的物である色フィルターパターン 4 3 を形成する。

【 0 0 6 1 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る固体撮像素子の部分断面図である。図 2 及び図 3 は、図 1 に示す固体撮像素子の製造方法を工程順に説明する部分断面図である。図 4 は、図 1 の平面図である。

【 0 0 6 2 】

本発明の一実施形態に係る固体撮像素子は、図 1 に示すように、2 次元的に配置された、光を電気信号に変換する機能を有する光電変換素子 1 1 を形成した半導体基板 1 0 上に

10

20

30

40

50

、段差を有する平坦化層 1 2、この平坦化層 1 2 上に形成された、入射光を色分解するカラーフィルター 1 3、及びこのカラーフィルター 1 2 上に配置された複数の転写レンズ 1 4 により構成されている。

【 0 0 6 3 】

このような固体撮像素子は、図 2 及び図 3 に示す方法によって製造することが出来る。

【 0 0 6 4 】

まず、2 次元的に配置された光電変換素子 2 1 を有する半導体基板 2 0 (図 2 (a) 参照) 上に、図 2 (b) に示すように、第 1 の平坦化層 2 2 を形成する。第 1 の平坦化層としては、アクリル系、エポキシ系、ポリイミド系、フェノールノボラック系、ポリエステル系、ウレタン系、メラミン系、尿素系、スチレン系などの樹脂を一つもしくは複数含んだ樹脂を用いることができる。

10

【 0 0 6 5 】

次いで、図 2 (c) に示すように、第 1 の平坦化層 2 2 上に、緑レジスト層 2 3 を形成する。緑レジスト層 2 3 は、熱硬化性樹脂を主成分とし、緑色顔料を分散させた樹脂分散液を平坦化層 2 2 上に塗布し、熱硬化することにより形成される。

【 0 0 6 6 】

次に、この緑レジスト層 2 2 上に、例えばフォトリソグラフィにより、図 2 (d) に示すように、所定の樹脂パターン 2 4 を形成する。樹脂パターン 2 4 としては、例えば、アクリル系、エポキシ系、ポリイミド系、フェノールノボラック系、その他の感光性を有する樹脂を単独でもしくは複数混合あるいは共重合して用いることができる。感光性樹脂をパターンニングするフォトリソグラフィプロセスに用いる露光機は、ステッパー、アライナー、ミラープロジェクションアライナーなどがあるが、高画素化、微細化の必要な固体撮像素子のカラーフィルターを形成するにあたっては通常ステッパーを用いるのが一般的である。

20

【 0 0 6 7 】

その後、この樹脂パターン 2 4 をマスクとして用いて、ドライエッチングにより緑レジスト層 2 3 をパターンニングし、図 3 (a) に示すように、グリーンフィルターパターン 2 5 a を形成する。ドライエッチングとしては、例えば、ECR、平行平板マグネトロン、DRM、ICP、あるいは 2 周波タイプの RIE などを用いることが出来る。

【 0 0 6 8 】

ドライエッチングに用いるガスは、反応性 (酸化性・還元性) のある、即ちエッチング性のあるガスであれば、よく、例えば、フッ素、塩素、臭素などのハロゲン元素をその構成に有するガス、同様に酸素やイオウの元素をその構成に有するガスなどを用いることが出来るが、これらには限定されない。

30

【 0 0 6 9 】

その後、フォトリソグラフィにより、ブルーフィルターパターン 2 5 b 及びレッドフィルターパターン (図示せず) を形成し、図 3 (b) に示すように、緑、青及び赤のフィルターパターンからなるカラーフィルター 2 6 を形成する。

【 0 0 7 0 】

カラーフィルター 2 6 の各色フィルターパターンの配列を示す平面図を図 4 に示す。図 4 に示す配列は、一画素おきに G (緑) フィルターが設けられ、G フィルターの間に行おきに R (赤) フィルターと B (青) フィルターが設けられた、いわゆるベイヤー配列である。図 4 における A - A ' での断面図が図 1 となる。

40

【 0 0 7 1 】

次いで、図 3 (c) に示すように、以上のようにして形成されたカラーフィルター 2 6 上に第 2 の平坦化層 2 7 を形成する。第 2 の平坦化層としては、第 1 の平坦化層と同様、アクリル系、エポキシ系、ポリイミド系、フェノールノボラック系、ポリエステル系、ウレタン系、メラミン系、尿素系、スチレン系などの樹脂を一つもしくは複数含んだ樹脂を用いることができる。

【 0 0 7 2 】

50

次に、図3(d)に示すように、第2の平坦化層27上に、周知の技術である熱フロー法によりレンズ母型28を形成する。レンズ母型28としては、感光性樹脂が好ましく、アクリル樹脂やフェノール樹脂、ポリスチレン樹脂などのアルカリ可溶性および熱フロー性を有する樹脂を用いることが出来る。

【0073】

最後に、レンズ母型28をマスクとして用いてエッチング処理を行い、レンズ母型28の形状を第2の平坦化層27に転写して、マイクロレンズ29を形成する。このとき、カラーフィルター26の各パターンの境界部分表面から0.03 μ m~0.5 μ mの深さに除去し、図3(e)に示すように、固体撮像素子が完成する。

【0074】

以上説明した固体撮像素子の製造方法において、グリーンフィルターパターン25aは、緑レジスト層23を完全に熱硬化させた後に、ドライエッチングによりパターンニングすることにより形成されているため、後のフォトリソグラフィにおける現像工程において、画素欠損が生ずることはない。

【0075】

以上説明した実施形態において、グリーンフィルターパターン25aは、最も面積の大きいものとするのが望ましい。そうすることにより、下地との密着性をより強固にすることが出来、画素欠損をより効果的に防止することができる。最も面積の大きいグリーンフィルターパターンの面積は、例えば、最も面積の小さい色フィルターパターンの面積の1~2倍とすることが出来る。また、最も面積の大きい色フィルターパターンをドライエッチングによりパターンニングする形成工法で形成することで、最も広い面積を占める色フィルターパターンを正確にパターンニングすることができ、カラーフィルター全体の精度向上となる。具体的にはグリーンフィルターパターンが最も大きい面積である場合が多い。

【0076】

また、顔料濃度が高い、すなわち、硬化に關与する樹脂の含有率が小さい色フィルター層をドライエッチングによりパターンニングする形成工法でパターン形成することで、通常のフォトリソグラフィプロセスでは硬化不十分になってしまう色フィルター層であっても、精度良く、残渣や剥がれもなく、形成することができる。具体的にはレッドフィルターパターンあるいはグリーンフィルターパターンの場合にこの効果がある。

【0077】

あるいは、フォトリソグラフィによるパターンニングに用いる露光波長の透過率が低いために露光不十分となり、解像度の低下や剥がれが起きる色フィルター層を、ドライエッチングによりパターンニングする形成工法でパターン形成することで、やはり、通常のフォトリソグラフィプロセスでは硬化不十分になってしまう色フィルター層であっても、精度良く、残渣や剥がれもなく、形成することができる。特にブルーフィルターパターンの場合にこの効果がある。

【0078】

いずれの理由によっても、最初のパターンをドライエッチングの形成工法で形成すれば、下層の基板に密着し、残渣や剥がれがなく、また解像度の高い色フィルターパターンとなり、次いで工程が少なく効率のよいフォトリソグラフィの形成工法で次の色フィルターパターンを形成すれば、最初に形成した色フィルターパターンが、正確なパターンで、かつ強固に基板に密着しているため、フォトリソグラフィの形成工法であっても、正確に、剥がれない色フィルターパターンを形成することができる。

【0079】

連続してドライエッチングの形成工法で色フィルターパターンを形成すると、最初に形成した色フィルターパターンの凹凸が、後から形成する色フィルター層にひびくという問題があるため、3色からなるカラーフィルターの場合は最初の1色、4色からなるカラーフィルターの場合は最初の1色または最初と2色目までをドライエッチングの工法により、残りの色はフォトリソグラフィの工法によりパターンニングすることが好ましい。

【0080】

10

20

30

40

50

また、グリーンフィルターパターンに含まれる樹脂を、青及び赤のフィルターパターンに含まれる樹脂よりも高い屈折率を有するものとする事が出来る。従来、グリーンフィルターパターンの屈折率は、他のフィルターパターンの屈折率より低いため、カラーフィルターの反射率が不均一であるという問題があった。グリーンフィルターパターンの屈折率を高くするには屈折率の高い樹脂を用いればよいが、フォトリソグラフィーに供されるという制約のため、樹脂の選択の幅が狭く、屈折率の高い樹脂を選択することは困難であった。

【0081】

これに対し、本実施形態では、グリーンフィルターパターンを、フォトリソグラフィーに依らずに、ドライエッチングにより形成しているため、グリーンフィルターパターンの樹脂として、熱硬化性樹脂の中から屈折率の高いものを広く選択することが可能である。

10

【0082】

このように、グリーンフィルターパターンに含まれる樹脂を、青及び赤のフィルターパターンに含まれる樹脂よりも高い屈折率を有するものとする事により、3色のフィルターパターンの屈折率を近似させることが出来、それによってマイクロレンズによる集光効果を同等に出来るため、良好な固体撮像素子を得ることが出来る。

【0083】

さらに、屈折率が高い樹脂はエッチングレートが小さい傾向にあることから、屈折率が高い樹脂を添加した層をドライエッチングでパターンングすることで、表面のなめらかな色フィルターパターンを得ることが出来る。

20

【0084】

本発明のグリーンフィルターパターンには、色フィルターパターンとなった場合に同等の屈折率を得られることから、ブルー及びレッドフィルターパターンに含まれる樹脂の屈折率よりも、0.05~0.2程度高い屈折率を有する樹脂が好ましく用いられる。

【0085】

なお、ブルー及びレッドのフィルターパターンに含まれる樹脂として、1.5~1.6の屈折率を有するアクリル系、エポキシ系、ポリイミド系、フェノールノボラック系、ポリエステル系、ウレタン系、メラミン系、尿素系、スチレン系等の樹脂を用い、グリーンフィルターパターンに含まれる樹脂として、1.55~1.7の屈折率を有するアクリル系、エポキシ系、ポリイミド系、フェノールノボラック系、ポリエステル系、ウレタン系、メラミン系、尿素系、スチレン系及びこれらの共重合物などの樹脂を一つもしくは複数含んだ樹脂を用いることが出来る。特に、高屈折率を達成するためにはフェノール樹脂やポリスチレン樹脂あるいはベンゼン環や芳香族環を導入したポリマーやモノマーを用いることや、ハロゲン基やイオウ原子を有する基などを骨格に導入したアクリル樹脂を用いることができる。

30

【0086】

また、マイクロレンズ形成工程において、図3(e)に示すように、隣接するフィルターパターンの境界部分を表面から0.03 μ m~0.5 μ mの深さに除去し、マイクロレンズの周辺部をカラーフィルター26の一部により構成しているため、マイクロレンズ間距離を小さくすることができ、感度が良好な固体撮像素子を得ることが出来る。

40

【0087】

ここで、隣接するフィルターパターンの境界部分の除去する深さの下限を0.03 μ mとしたのは、SEMやAFMなどで実効的に膜厚を識別することが出来る最小の値であるためであり、また、上限を0.5 μ mとしたのは、0.5 μ mを越えると、膜表面が荒れて、表面散乱による感度低下が生ずるためである。更に、0.5 μ mを越えると、実効的なカラーフィルターの膜厚が、例えば1 μ m以上に厚くなることもあり、本発明の課題の一つである薄膜化からはずれてしまうからである。

【0088】

以下、本発明の実施例を示し、本発明をより具体的に説明する。

【0089】

50

実施例 1

図 2 及び図 3 を参照して、本実施例に係る固体撮像素子の製造方法について説明する。

【 0 0 9 0 】

図 2 (a) に示すような、2 次元的に配置された光電変換素子 2 1 を備える半導体基板 2 0 上に、アクリル系樹脂を主成分とする塗布液を 2 0 0 0 r p m の回転数でスピコートした後、ホットプレートにより 2 3 0 ° で 6 分間ベークし、図 2 (b) に示すように、第 1 の平坦化層 2 2 を形成した。この時の第 1 の平坦化層 2 2 の膜厚は 0 . 4 5 μ m であった。

【 0 0 9 1 】

次いで、第 1 の平坦化層 2 2 の上に、顔料分散グリーンレジストを 1 0 0 0 r p m の回転数でスピコートした後、2 3 0 ° で 6 分間ベークし、図 2 (c) に示すように、グリーンレジスト層 2 3 を形成した。この時、グリーンの顔料にはカラーインデックスにて C . I . P G 3 6 を用いており、その顔料濃度は 3 5 重量%、膜厚は 0 . 5 μ m である。また、グリーンレジストの主成分である樹脂としては、熱硬化タイプのアクリル系高屈折率樹脂を用いた。そのため、グリーンレジスト層 2 3 の屈折率は 1 . 6 5 である。

【 0 0 9 2 】

このように、熱硬化タイプのアクリル系高屈折率樹脂を用いることにより、熱硬化剤が必要になるものの、光重合開始剤などの感剤を無くすことが出来るとともに、アルカリ現像特性や光硬化性などのフォトリソグラフィ特性が必要でないため、顔料濃度を上げることによりグリーンフィルターの薄膜化を達成することが出来た。

【 0 0 9 3 】

次に、グリーンレジスト層 2 3 上に、アクリル系感光樹脂を主成分とする塗布液を 3 0 0 0 r p m の回転数でスピコートした後、フォトリソグラフィによりパターンングし、図 2 (d) に示すように、透明樹脂パターン 2 4 を形成した。このとき、マスクとなる透明樹脂には顔料などの解像性の妨げとなる物質が含まれないものを選択できることから、高精細でパターンングできる。

【 0 0 9 4 】

その後、この透明樹脂パターン 2 4 をマスクとして用いて、ドライエッチング装置にてフロン系ガスを用いてグリーンレジスト層 2 3 をエッチング処理し、図 3 (a) に示すように、グリーンフィルターパターン 2 5 a を形成した。このときのグリーンフィルターパターン 2 5 a の膜厚は 0 . 5 μ m であり、第 1 の平坦化層 2 2 も一部除去されたため、隣接する第 1 の平坦化層 2 2 との間には 0 . 4 μ m の段差が形成されていた。

【 0 0 9 5 】

その後、フォトリソグラフィにより、図 3 (b) に示すように、ブルーフィルターパターン 2 5 b 及びレッドフィルターパターン (図示せず) を順次形成し、カラーフィルター 2 6 を得た。この時、ブルーレジストに用いた顔料は、それぞれカラーインデックスにて C . I . P B 1 5 : 6、C . I . P V 2 3 であり、顔料濃度は 3 0 重量%、膜厚は 0 . 9 μ m、屈折率は 1 . 6 4 であり、レッドレジストに用いた顔料は、それぞれカラーインデックスにて C . I . P R 1 1 7、C . I . P R 4 8 : 1、C . I . P Y 1 3 9 であり、顔料濃度は 4 0 重量%、膜厚は 0 . 9 μ m、屈折率は 1 . 6 9 であった。

【 0 0 9 6 】

更に、このようにして形成されたカラーフィルター 2 6 上に、UV 吸収剤を添加したアクリル樹脂を含む塗布液を回転数 1 0 0 0 r p m でスピコートし、ホットプレートにて 2 0 0 ° で 1 0 分間の熱処理を施して、樹脂を硬化し、図 3 (c) に示すように、第 2 の平坦化層 2 7 を形成した。

【 0 0 9 7 】

次に、図 3 (d) に示すように、平坦化層 2 7 上に、周知の技術である熱フロー法により感光性、熱フロー性のあるアクリル樹脂からなるレンズ母型 2 8 を形成した。

【 0 0 9 8 】

最後に、ドライエッチング装置にて、フロン系ガスを用いてレンズ母型 2 8 をマスクと

10

20

30

40

50

して用いてエッチング処理を行い、レンズ母型 28 の形状を第 2 の平坦化層 27 に転写して、マイクロレンズ 29 を形成した。このとき、カラーフィルター 26 の各パターンの境界部分表面から 0.2 μm の深さに除去し、図 3 (e) に示すように、固体撮像素子を完成した。

【 0 0 9 9 】

以上のような固体撮像素子の製造方法では、グリーンフィルターパターン 25 a をドライエッチングによるパターン形成工法を用いて形成することにより、微細なパターンの膜厚の薄いカラーフィルターを、良好な形状で残渣なしに、画素剥がれを生ずることなく形成することが出来た。また、グリーンフィルター層に熱硬化性樹脂を用いたため、固形分中の色材の濃度を上げることが出来るので、カラーフィルターを薄く形成することが出来、薄型の固体撮像素子を得ることが出来た。

10

【 0 1 0 0 】

本実施例においては、ドライエッチングによる形状転写技術で形成したグリーンレジスト及びブルーレジストの主成分として熱硬化タイプのアクリル樹脂を用いたが、特にアクリル樹脂にこだわることなく、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、フェノールノボラック樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂、スチレン樹脂、及びこれらの共重合体などの樹脂の 1 つ又は複数種を含む樹脂を用いることも可能である。

【 0 1 0 1 】

特に、高屈折率を達成するために、フェノール樹脂やポリスチレン樹脂あるいはベンゼン環や芳香環を導入したポリマーやモノマーを用いること、及びハロゲン基やイオウ基などをこれらポリマーなどの骨格に導入したアクリル樹脂を用いることが可能である。

20

【 0 1 0 2 】

これにより、従来、ブルーフィルターパターンやレッドフィルターパターンと比較して最も屈折率が低く、表面反射が大きいグリーンフィルターパターンにおいても、高い屈折率を達成することができ、感度の良好な固体撮像素子を得ることが出来る。

【 0 1 0 3 】

また、以上の実施例では、グリーンフィルターパターンをドライエッチングを用いたパターンニングにより形成したが、フォトリソグラフィプロセスによって剥がれの生じやすいブルーフィルターパターンや顔料濃度の高いレッドフィルターパターンをドライエッチングを用いて形成しても構わない。ただし、1色目となるグリーンフィルターパターンの密着性とパターン精度が最も重要であるため、グリーンフィルターパターンをドライエッチング技術による形状転写技術で形成することが必要である。また、グリーンフィルターパターンを形成した後の 2 色目としてレッドフィルターパターンを形成してもよいが、レッドフィルターパターンは顔料濃度が高いため、残渣が残りやすいので、ブルーフィルターパターンを 2 色目として形成するのが望ましい。

30

【 0 1 0 4 】

また、本実施例においては、カラーフィルター 26 の下部に配設される第 1 の平坦化層 22 に 0.4 μm の段差を設けたが、グリーンフィルターパターン形成の母型となる透明樹脂パターン 24 の厚みや材料の選択によるエッチングレートの調整により、0.03 μm ~ 0.5 μm の範囲内で第 1 の平坦化層をエッチングしても構わない。ここで、下限を 0.03 μm としたのは、SEM や AFM などを実効的に膜厚を識別出来る最小の値であるためであり、また上限を 0.5 μm としたのは、0.5 μm を越える段差をつけると、膜表面があれ、表面散乱による感度低下が生ずるためである。

40

【 0 1 0 5 】

更に、本実施例においては、ドライエッチングによりマイクロレンズを形成したが、従来の熱フロー法によりマイクロレンズを形成してもよい。ただし、マイクロレンズ下の厚みを薄くするためには、ドライエッチングによる形状転写技術を用いてマイクロレンズを形成する方がより好ましい。

【 0 1 0 6 】

実施例 2

50

図2及び図5を参照して、本実施例に係る固体撮像素子の製造方法について説明する。

【0107】

図2(a)に示すような、2次元的に配置された光電変換素子21を備える半導体基板20上に、アクリル系樹脂を主成分とする塗布液を2000rpmの回転数でスピコートした後、ホットプレートにより230℃で6分間ベークし、図2(b)に示すように、第1の平坦化層22を形成した。この時の第1の平坦化層22の膜厚は0.4μmであった。

【0108】

次いで、第1の平坦化層22の上に、顔料分散グリーンレジストを1000rpmの回転数でスピコートした後、230℃で6分間ベークし、図2(c)に示すように、グリーンレジスト層23を形成した。この時、グリーン顔料にはカラーインデックスにてC.I.PG36を用いており、その顔料濃度は40重量%、膜厚は0.5μmである。また、グリーンレジストの主成分である樹脂としては、熱硬化タイプのアクリル系高屈折率樹脂を用いた。そのため、グリーンレジスト層23の屈折率は1.65である。

【0109】

このように、熱硬化タイプのアクリル系高屈折率樹脂を用いることにより、熱硬化剤が必要になるものの、光重合開始剤などの感剤を無くすことが出来るとともに、アルカリ現像特性や光硬化性などのフォトリソグラフィ特性が必要でないため、顔料濃度を上げることによりグリーンフィルターの薄膜化を達成することが出来た。

【0110】

次に、グリーンレジスト層23上に、アクリル系感光樹脂を主成分とする塗布液を3000rpmの回転数でスピコートした後、フォトリソグラフィによりパターンニングし、図2(d)に示すように、透明樹脂パターン24を形成した。このとき、マスクとなる透明樹脂には顔料などの解像性の妨げとなる物質が含まれないものを選択できることから、高精細でパターンニングできる。

【0111】

その後、この透明樹脂パターン24をマスクとして用いて、ドライエッチング装置にてフロン系ガスを用いてグリーンレジスト層23をエッチング処理し、図5(a)に示すように、グリーンフィルターパターン25aを形成した。このときのグリーンフィルターパターン25aの膜厚は0.5μmであり、グリーンフィルターパターン25aで覆われていない第1の平坦化層22は完全に除去されていた。

【0112】

その後、フォトリソグラフィにより、図5(b)に示すように、ブルーフィルターパターン25b及びレッドフィルターパターン(図示せず)を順次形成し、カラーフィルター26を得た。この時、ブルーレジストに用いた顔料は、それぞれカラーインデックスにてC.I.PB15:6、C.I.PV23であり、顔料濃度は30重量%、膜厚は0.9μm、屈折率は1.64であり、レッドレジストに用いた顔料は、それぞれカラーインデックスにてC.I.PR117、C.I.PR48:1、C.I.PY139であり、顔料濃度は40重量%、膜厚は0.9μm、屈折率は1.69であった。

【0113】

更に、このようにして形成されたカラーフィルター26上に、UV吸収剤を添加したアクリル樹脂を含む塗布液を回転数1000rpmでスピコートし、ホットプレートにて200℃で10分間の熱処理を施して、樹脂を硬化し、図5(c)に示すように、第2の平坦化層27を形成した。

【0114】

次に、図5(d)に示すように、平坦化層27上に、周知の技術である熱フロー法により感光性、熱フロー性のあるアクリル樹脂からなるレンズ母型28を形成した。

【0115】

最後に、ドライエッチング装置にて、フロン系ガスを用いてレンズ母型28をマスクとして用いてエッチング処理を行い、レンズ母型28の形状を第2の平坦化層27に転写し

10

20

30

40

50

て、マイクロレンズ 2 9 を形成した。このとき、カラーフィルター 2 6 の各パターンの境界部分表面から 0 . 1 μ m の深さに除去し、図 5 (e) に示すように、固体撮像素子を完成した。

【 0 1 1 6 】

以上のような固体撮像素子の製造方法では、グリーンフィルターパターン 2 5 a をドライエッチングによるパターン形成工法を用いて形成することにより、微細なパターンの膜厚の薄いカラーフィルターを、良好な形状で残渣なしに、画素剥がれを生ずることなく形成することが出来た。また、グリーンフィルタ層に熱硬化性樹脂を用いたため、固形分中の色材の濃度を上げることが出来るので、カラーフィルターを薄く形成することが出来、薄型の固体撮像素子を得ることが出来た。

10

【 0 1 1 7 】

また、本実施例においては、フォトリソグラフィーによるパターン形成工法で形成される色フィルターパターンの下部に配設される第 1 の平坦化層 2 2 を完全に除去したが、グリーンフィルターパターン形成の母型となる透明樹脂パターン 2 4 の厚みや材料の選択によるエッチングレートの調整により、第 1 の平坦化層を残しても構わない。ただし、2 色目以降の色フィルター層の残渣を残さないようにするためには、完全に除去することが好ましい。

【 0 1 1 8 】

更に、本実施例においては、ドライエッチングによりマイクロレンズを形成したが、従来の熱フロー法によりマイクロレンズを形成してもよい。ただし、マイクロレンズ下の厚みを薄くするためには、ドライエッチングによる形状転写技術を用いてマイクロレンズを形成する方がより好ましい。

20

【 0 1 1 9 】

また、隣接するカラーフィルターの境界部分を表面から 0 . 1 μ m の深さでエッチングし、マイクロレンズの周辺部をカラーフィルターの一部で構成されるようにしたが、レンズ母型の高さや材料の選択、またレンズ形状を転写される層の層構成、厚みやエッチングレート等から材料を選択することにより、表面から 0 . 0 3 μ m から 0 . 5 μ m の範囲で除去する深さを設定することができる。ここで、下限を 0 . 0 3 μ m としたのは S E M や A F M など膜厚を識別できる最小の値であるためであり、また上限を 0 . 5 μ m としたのはこれ以上深くドライエッチングを行うと、マイクロレンズ表面が荒れて、表面散乱により感度低下が起こるためである。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 2 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る製造方法により得た固体撮像素子の部分断面図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態に係る固体撮像素子の製造方法を工程順に示す断面図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態に係る固体撮像素子の製造方法を工程順に示す断面図である。

【 図 4 】 図 1 に示す固体撮像素子の部分平面図である。

40

【 図 5 】 本発明の他の実施形態に係る固体撮像素子の製造方法を工程順に示す断面図である。

【 図 6 】 本発明で用いるドライエッチングによりパターンニングする形成工法を説明する工程断面図である。

【 図 7 】 本発明で用いるフォトリソグラフィーによりパターンニングする形成工法を説明する工程断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 1 】

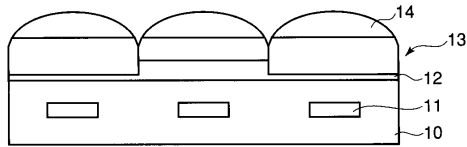
1 0 , 2 0 ... 半導体基板、 1 1 , 2 1 ... 光電変換素子、 1 2 ... 平坦化層、 1 3 , 2 6 ... カラーフィルター、 1 4 , 2 9 ... マイクロレンズ、 2 2 ... 第 1 の平坦化層、 2 3 ... 緑レジ

50

スト層、24...樹脂パターン、25a...グリーンフィルターパターン、25b...ブルーフィルターパターン、27...第2の平坦化層、28...レンズ母型、31, 41...基材、32, 42...色フィルター層、33...感光性樹脂層、34...樹脂パターン、35, 43...色フィルターパターン、42a...光硬化部、42b...不要部。

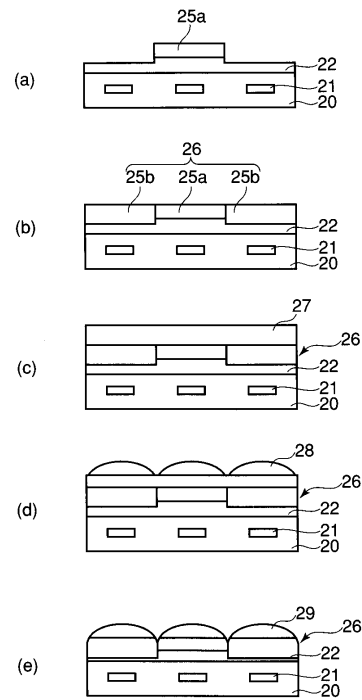
【図1】

図1



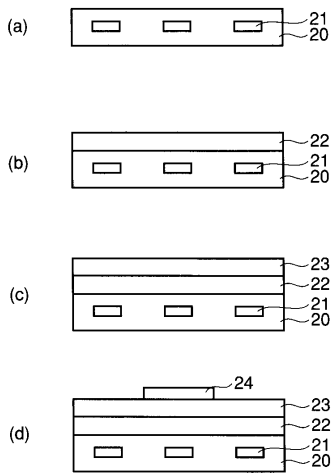
【図3】

図3



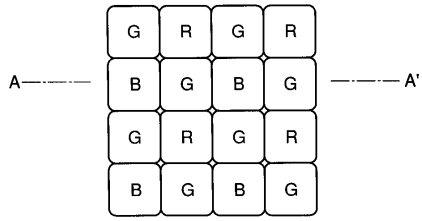
【図2】

図2



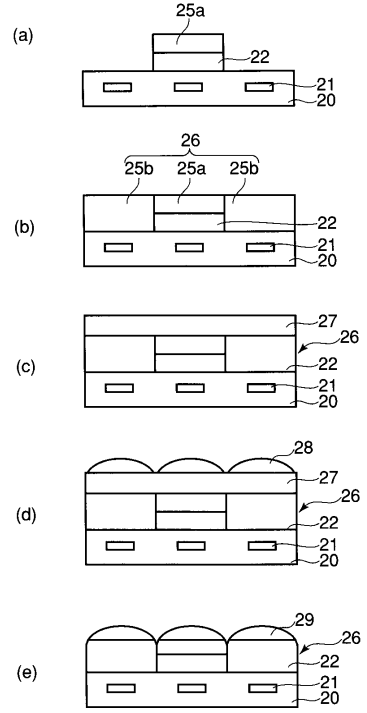
【 図 4 】

図 4



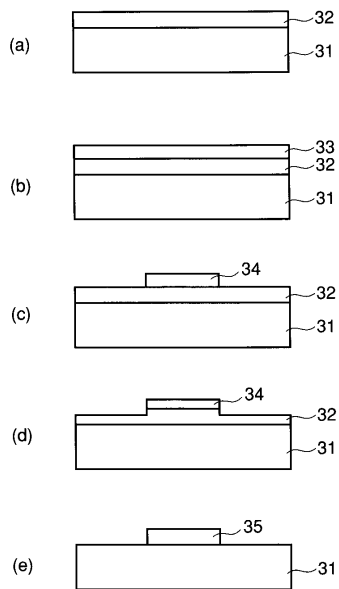
【 図 5 】

図 5



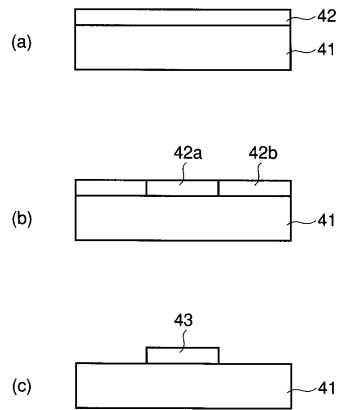
【 図 6 】

図 6



【 図 7 】

図 7



フロントページの続き

- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (72)発明者 緒方 啓介
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
- (72)発明者 福吉 健蔵
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
- (72)発明者 北村 智史
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
- (72)発明者 石松 忠
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内
- (72)発明者 中尾 充宏
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

審査官 柴山 将隆

- (56)参考文献 特開昭64-002002(JP,A)
特開平02-015201(JP,A)
特開2004-228398(JP,A)
特開昭63-188104(JP,A)
特開平06-289217(JP,A)
特開平05-027117(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/14
G02B 5/20
H04N 5/369
H04N 9/07