

(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2006-128433

(P2006-128433A)

(43) 公開日 平成18年5月18日(2006.5.18)

(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	2H048
GO 2 B 5/20 (2006.01)	GO 2 B 5/20 1 O 1	2H091
GO 2 F 1/1335 (2006.01)	GO 2 F 1/1335 5 O O	4M118

審査請求 未請求 請求項の数 33 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2004-315420 (P2004-315420)
 (22) 出願日 平成16年10月29日 (2004.10.29)

(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都品川区北品川6丁目7番35号
 (74) 代理人 100076059
 弁理士 逢坂 宏
 (72) 発明者 大塚 洋一
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内
 Fターム(参考) 2H048 BA02 BA45 BA47 BA48 BB02
 BB46
 2H091 FA02Y FA26X FA26Z FA34X FA34Y
 FA34Z FC26 LA30
 4M118 AA05 AA10 AB01 AB10 BA13
 BA14 CA04 FA06 FA13 GB03
 GB08 GB11 GC08 GC09 GC14
 GC17 GC20 GD04 GD07

(54) 【発明の名称】 光フィルタ付き光学装置及びその製造方法

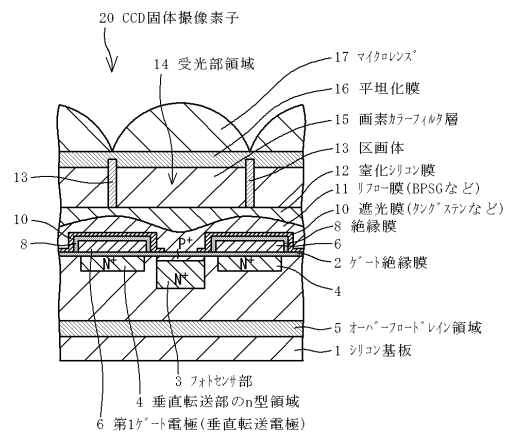
(57) 【要約】

【課題】 光電変換部または光変調部の光入射側又は光出射側に光フィルタを備えた光学装置であって、単位セルが微小化しても形状悪化とそれに起因する分光特性の悪化が生じにくく、生産性や歩留まりよく製造できる光フィルタを備えた光学装置及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】 CCD固体撮像素子20では、シリコン基板1にフォトセンサ部3や、信号電荷の垂直転送部4を形成し、その上にゲート絶縁膜2を介して第1ゲート電極6などを形成し、光電変換部を形成する。その光入射側に、基板1に垂直に立ち上がるように、単位セル領域に対応してカラーフィルタ層15を互いに分離する区画体13を形成する。区画体13によって囲まれた受光部領域14に、染料含有フォトリソストのリフローによって画素カラーフィルタ層15を形成する。或いは、染料を含有したネガ型化学増幅型フォトリソストを用いて、画素カラーフィルタ層15を形成する。

【選択図】 図1

本発明の実施の形態1に基づくCCD固体撮像素子の断面図



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側に光フィルタを備えた光学装置であって、前記光フィルタが、

前記光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側の単位セル領域に対応したフィルタ部を互いに分離する区画体と、

前記区画体で囲まれた領域内に配され、リフローによって前記区画体に密着しているフィルタ材からなる前記フィルタ部とを有する、光フィルタ付き光学装置。

【請求項 2】

前記区画体が前記リフローによって変形しない材料からなる、請求項 1 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 3】

前記フィルタ材が染料含有フォトレジストからなる、請求項 1 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 4】

光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側に光フィルタを備えた光学装置であって、前記光フィルタが、

前記光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側の単位セル領域に対応したフィルタ部を互いに分離する区画体と、

前記区画体で囲まれた領域内に配され、化学増幅作用によって前記区画体に密着硬化しているネガ型の化学増幅型フォトレジストからなる前記フィルタ部とを有する、光フィルタ付き光学装置。

【請求項 5】

前記光フィルタが、光透過特性が異なる複数種の前記フィルタ部によって構成されている、請求項 1 又は 4 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 6】

前記光フィルタが、透過波長特性の異なる多色カラーフィルタとして構成されている、請求項 5 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 7】

前記区画体が枠状パターンの壁部として形成されている、請求項 1 又は 4 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 8】

前記区画体が、前記フィルタ材よりも屈折率の小さい材料からなる、請求項 1 又は 4 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 9】

前記区画体が多孔質シリカからなる、請求項 8 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 10】

前記区画体の側面に光反射層が設けられている、請求項 1 又は 4 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 11】

前記単位セル領域において、前記光フィルタの下地として、前記光電変換部又は光変調部との間の光透過領域に高屈折率材料層が配置され、この高屈折率材料層の周囲に低屈折率材料層が配置されている、請求項 1 又は 4 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 12】

前記高屈折率材料層が窒化シリコンからなり、前記低屈折率材料層が多孔質シリカからなる、請求項 11 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 13】

前記下地と前記光フィルタとの間に、前記区画体をエッチング加工する際のストッパ層が形成されている、請求項 11 に記載した光フィルタ付き光学装置。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記画素フィルタの光入射側又は光出射側に前記単位セルごとにマイクロレンズが設けられている、請求項 1 又は 4 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 15】

固体撮像素子として構成された、請求項 1 又は 4 に記載した光フィルタを備えた光学装置。

【請求項 16】

請求項 1 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法であって、

前記光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側の単位セル領域を互いに分離する区画体を形成する工程と、

前記区画体で囲まれた領域内に前記フィルタ材を設ける工程と、

前記フィルタ材を所定温度に加熱してリフローさせる工程と

を有する、光フィルタ付き光学装置の製造方法。

10

【請求項 17】

前記区画体を前記リフロー時に変形しない材料によって形成する、請求項 16 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 18】

前記フィルタ材として染料含有フォトレジストを用いる、請求項 16 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【請求項 19】

前記染料含有フォトレジストの塗布後のリソグラフィ及びエッチングによって、前記区画体の内壁面から離れた位置に外側面が存在するように前記フィルタ材をパターンニングする、請求項 18 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

20

【請求項 20】

請求項 4 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法であって、

前記光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側の単位セル領域を互いに分離する区画体を形成する工程と、

少なくとも前記区画体で囲まれた受光部領域の全面にネガ型の化学増幅型染料含有フォトレジストを設ける工程と、

前記区画体よりも内側に存在する前記化学増幅型フォトレジストを露光する工程と、

加熱処理によって、露光された前記化学増幅型フォトレジストと前記区画体との間に存在する未露光の前記化学増幅型フォトレジストを不溶化する工程と

を有する、光フィルタ付き光学装置の製造方法。

30

【請求項 21】

所定の単位セル領域以外に存在する未露光の前記化学増幅型フォトレジストを除去する、請求項 20 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【請求項 22】

前記区画体の内壁面との接触領域を除いて前記化学増幅型フォトレジストを露光する、請求項 20 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【請求項 23】

前記光フィルタを、光透過特性が異なる複数種の前記フィルタ部によって構成する、請求項 16 又は 20 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

40

【請求項 24】

前記光フィルタを、透過波長特性の異なる多色カラーフィルタとして構成する、請求項 23 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【請求項 25】

前記区画体を枠状パターンの壁部として形成する、請求項 16 又は 20 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【請求項 26】

前記区画体を、前記画素フィルタよりも屈折率の小さい材料で形成する、請求項 16 又

50

は 20 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【請求項 27】

前記区画体を多孔質シリカによって形成する、請求項 26 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【請求項 28】

前記区画体の側面に光反射層を設ける、請求項 16 又は 20 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【請求項 29】

前記単位セル領域において、前記光フィルタの下地として、前記光電変換部又は光変調部との間の光透過領域に高屈折率材料を配置し、この高屈折率材料層の周囲に低屈折率材料層を配置する、請求項 16 又は 20 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

10

【請求項 30】

前記高屈折率材料層を窒化シリコンを用いて形成し、前記低屈折率材料層を多孔質シリカを用いて形成する、請求項 29 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【請求項 31】

前記下地と前記光フィルタとの間に、前記区画体をエッチング加工する際のストッパ層を形成する、請求項 29 に記載した光フィルタ付き光学装置。

【請求項 32】

前記画素フィルタの光入射側又は光出射側に前記単位セルごとにマイクロレンズを設ける、請求項 16 又は 20 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

20

【請求項 33】

固体撮像素子を製造する、請求項 16 又は 20 に記載した光フィルタ付き光学装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCD (Charge Coupled Device) や液晶表示装置などの、光電変換部または光変調部の光入射側または光出射側に光フィルタを備えた光フィルタ付き光学装置、及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

30

【0002】

単板式のカラー用固体撮像素子では、センサ部の光入射側に、透過波長特性(分光特性)の異なる複数色の画素カラーフィルタが所定の繰り返し色配列で配置された多色カラーフィルタが設けられ、所望の色信号が得られるように構成されている。

【0003】

CCD に代表される固体撮像素子は、近年、画素数の増大と装置の小型化において、著しい向上が実現され、それに応じて多色カラーフィルタの構造などに関しても、色再現性の向上や色むらの防止を目的として、種々の工夫が行われている。

【0004】

例えば、固体撮像素子の多色カラーフィルタは、従来、ガゼインやゼラチンなどの被染色体をカラーフィルタの色に対応した染料で着色させる染色法で形成するのが一般的であったが、近年、固体撮像素子の単位セル(単位画素)の微細化にともない、十分な精度をもつ微細なカラーフィルタを染色法によって形成することが困難になってきた。

40

【0005】

そこで、染色法に代わって、加工性に優れる染料含有フォトレジストを用いる方法が採用されるようになってきた。ここで、染料含有フォトレジストとは、ノボラック樹脂などのバインダー樹脂と感光剤と熱硬化剤とから成るフォトレジストに、染料を混合して形成されるフォトレジストである。

【0006】

例えば、後述の特許文献 1 には、白色フィルタ、黄色フィルタ、シアン色フィルタおよ

50

び緑色フィルタの4色のカラーフィルタからなる多色カラーフィルタの形成方法が開示されている。なお、この方法では、白色フィルタに求められる分光特性は、黄色フィルタの透過率を増大させることによって得られることを利用して、黄色フィルタの膜厚を薄くしたものを白色フィルタとすることとし、黄色フィルタと白色フィルタは、黄色染料を用いた工程で同時に形成する。

【0007】

図11は、特許文献1に開示されている従来の多色カラーフィルタ109の形成方法を示す断面図である。

【0008】

まず、図11(a)に示すように、表面を平坦化した下地層101の上に、黄色染料含有ポジ型フォトレジスト102を1.5 μ mの厚さに塗布する。下地層101の下方には、図示しないフォトセンサ部が設けられ、CCD固体撮像素子の場合には、さらに転送電極や遮光膜やCCDレジスタなどが形成されている。

10

【0009】

次に、図11(b)に示すように、黄色フィルタと白色フィルタを形成する部分を第1のマスク103で被覆して、黄色染料含有ポジ型フォトレジスト102に対して第1回目の露光を行う。

【0010】

次に、図11(c)に示すように、白色フィルタを形成する部分以外を第2のマスク103で被覆して、第1回目の露光量の80%程度の露光量で、黄色染料含有ポジ型フォトレジスト102に対して第2回目の露光を行う。

20

【0011】

次に、図11(d)に示すように、一括現像と熱硬化処理を行い、露光部分を除去する。これによって、非露光領域に黄色染料含有ポジ型フォトレジスト102から成る黄色フィルタ105が形成され、第2回目の不完全な露光を行った領域に、黄色染料含有ポジ型フォトレジスト102から成り、黄色フィルタ105の20%程度の厚さをもつ白色フィルタ106が形成される。

【0012】

続いて、シアン色染料含有ポジ型フォトレジストを用いて、上記と同様、レジストの塗布、パターン露光、現像と熱硬化処理の工程を行い、シアン色フィルタ107を形成する。さらに、緑色染料含有ポジ型フォトレジストを用いて同様の工程を行い、緑色フィルタ108を形成する。

30

【0013】

以上のようにして各色のカラーフィルタを順次形成し、図11(e)に示すように、黄色フィルタ105、白色フィルタ106、シアン色フィルタ107、および緑色フィルタ108を所定の色配列で配置した多色カラーフィルタ109を形成する。

【0014】

上述したように、染料含有フォトレジストは、バインダー樹脂と感光剤と熱硬化剤とから成るフォトレジストに、カラーフィルタ特性付与のための染料を混合して形成する。通常の一般的なフォトレジストは、特別な場合を除き、このような染料を含まない(ただし、露光光の反射防止の目的で、露光光吸収染料を添加するものはある)。

40

【0015】

具体的には、染料含有フォトレジストは、10%程度以上の染料を固形分中に含んでいる。染料は、固体撮像素子における分光特性を実現するためのものであるが、フォトレジストとして機能しない色素であり、フォトレジスト成分中の色素の比率が多くなりすぎると、染料を含まないフォトレジストに比べてレジスト機能が悪化する。従って、良好なカラーフィルタの分光特性を確保しつつ、レジスト機能との両立をはかることが必要になる。また、公知のフォトリソグラフィ法による露光および現像処理によっても、カラーフィルタ並びにレジスト機能に障害をきたす場合がある。例えば、露光に用いる光(g線、i線、エキシマレーザー光など)が、添加された色素によって吸収されてしまう場合や、現像

50

処理によるフォトリソグラフィーの膜減りや色素の溶解などによって、レジスト形状やカラーフィルタ特性が影響を受ける場合などである。これらの場合には、フォトリソグラフィにおける露光と現像処理によってパターンニングする際、カラーフィルタの側面を下地に対して垂直に近い形状で形成することが困難になることがある。

【0016】

図12は、特許文献1などに開示されている従来のカラーフィルタの形成方法の問題点を説明するためのCCD固体撮像素子110の模式的な断面図である。CCD固体撮像素子110では、シリコン基板111の各単位セル領域の中心部にフォトセンサ部113が形成され、その側方上部に信号電荷の垂直転送部を構成する第1ゲート電極114が形成され、それらの上部に、平坦化膜115を介して、例えば、緑色の画素カラーフィルタ116a、青色の画素カラーフィルタ116bおよび赤色の画素カラーフィルタ116cと、マイクロレンズ117とが設けられている。

10

【0017】

図12に示すように、CCD固体撮像素子110では、カラーフィルタ116a~116cを成形したり区画したりする手段が設けられていないので、矩形あるいは矩形に近い形状の断面形状をもつカラーフィルタを形成することができない。例えば、カラーフィルタの断面形状が台形または逆台形になると、カラーフィルタの厚さが均一でなくなるとともに、カラーフィルタ間の境界が曖昧になる。このようなカラーフィルタの形状悪化によって、各カラーフィルタ116a~116cの分光特性が悪化するとともに、隣り合うカラーフィルタの重なりによる混色が生じる。これは、固体撮像素子の単位画素が2.5μm以下に微細化するにともない、特に深刻な問題となっている。

20

【0018】

図13は、従来のカラーフィルタの断面形状の一例を示す顕微鏡写真(a)と、分光特性の一例を示すグラフ(b)とである。図13(a)に示すように、カラーフィルタの断面形状は、1辺の長さLが2.5μmである場合には、ほぼ、比較的矩形に近い台形であるが、1辺の長さLが2.2μmである場合には、上面の平坦性が失われ、台形とさえ言えない形状に悪化している。これに対応して、図13(b)の透過率の波長依存性を示すグラフでは、Lが2.2μmのカラーフィルタでは、Lが2.5μmのカラーフィルタに比べ、両方向矢印で示すように、透過領域の波長幅が広がり、かつ、片方向矢印で示すように、本来の吸収領域である左右の波長領域における透過率の低下が不十分であり、色再現性に関わる色純度や色分離性能などの分光特性が劣化していることがわかる。

30

【0019】

一方、固体撮像素子の小型化と単位画素の高密度化にともない、単位画素の受光エリアが減少し、固体撮像素子の感度が低下するという問題もある。この対策として、近年の固体撮像素子では、カラーフィルタの光入射側に単位画素ごとにマイクロレンズを設け、入射光をフォトセンサ部に集光する構成が用いられている。この際、マイクロレンズの形成工程は、レンズ形状の下地依存性が強いため、カラーフィルタの上部形状が平坦でない、マイクロレンズ形状のばらつきが大きくなり、均一な感度を確保することが難しくなるという問題がある。

【0020】

そこで、後述の特許文献2には、固体撮像素子のフォトセンサ部のメタル遮光膜の上部にメタル薄膜を格子状に設け、単位セル(単位画素)領域を柵形に区画し、このメタル薄膜で区画された単位セル領域ごとにカラーフィルタとマイクロレンズとを形成することで、高感度化を実現し、感度むらや画像むらを低減する固体撮像素子が提案されている。

40

【0021】

図14は、特許文献2に開示されているCCD固体撮像素子120の構造を示す断面図である。

【0022】

CCD固体撮像素子120では、シリコン基板121の上面にゲート絶縁膜122が形成され、その下部のシリコン基板121中には、図14の中央部に、図示省略したpn接

50

合からなるフォトセンサ部 1 2 3 が形成され、フォトセンサ部 1 2 3 の側部に、図示省略した垂直転送部の n 型領域が形成されている。

【 0 0 2 3 】

ゲート絶縁膜 1 2 2 の上には、垂直転送部の n 型領域の上方に第 1 ゲート電極 1 2 4 がパターンニングして形成され、第 1 ゲート電極 1 2 4 の表面は絶縁膜 1 2 5 で被覆されている。フォトセンサ部 1 2 3 および第 1 ゲート電極 1 2 4 の上には P S G (リンガラス) などのリフロー膜 1 2 6 が形成され、その上にフォトセンサ部 1 2 3 の上部の領域を開口して、第 1 ゲート電極 1 2 4 を覆うように遮光メタル膜 1 2 7 (フォトシールド) が形成され、さらに全面にプラズマ C V D 法 (Chemical Vapor Deposition; 化学気相成長法) による窒化シリコン膜などのパッシベーション膜 1 2 8 が形成されている。

10

【 0 0 2 4 】

そして遮光メタル膜 1 2 7 の上には、シリコン基板 1 2 1 に垂直に立ち上がるように、メタル薄膜 1 3 1 が格子状に形成されている。メタル薄膜 1 3 1 はフォトセンサ部 1 2 3 を中心とする単位セル領域を柵形に取り囲み、その内側がセグメントに区画された受光部領域となる。この受光部領域にはカラーフィルタ層 1 3 2 が形成され、その上にはマイクロレンズ 1 3 3 が形成されている。このように、カラーフィルタ層 1 3 2 とマイクロレンズ 1 3 3 は、区画された受光部領域ごとに独立して配設されている。

【 0 0 2 5 】

以下、特許文献 2 に従い、C C D 固体撮像素子 1 2 0 の製造方法を説明する。

【 0 0 2 6 】

まず、シリコン基板 1 2 1 にイオン注入法などで所望の不純物拡散層を形成させた後、熱酸化法や C V D 法によりゲート絶縁膜 1 2 2 を形成する。次に、第 1 ゲート電極 1 2 4 を C V D 法により堆積させ、フォトリソグラフィとドライエッチングなどにより所定の形状にパターンニングする。次に、第 1 ゲート電極 1 2 4 を酸化法または C V D 法などにより絶縁膜で被覆した後、図示省略した第 2 ゲート電極 5 の形成と加工を行う。3 層以上の電極構造の場合はこれを繰り返す。次に、これらの電極構造の上に酸化法または C V D 法により絶縁膜 1 2 5 形成する。

20

【 0 0 2 7 】

次に、フォトセンサ部 1 2 3 上方のゲート絶縁膜 1 2 2 および第 1 ゲート電極 1 2 4 の上に P S G などのリフロー膜 1 2 6 を形成し、その上には、フォトセンサ部 1 2 3 の上方の領域を開口しつつ第 1 ゲート電極 1 2 4 を覆うように、遮光メタル膜 1 2 7 (フォトシールド) を形成し、さらに全面にプラズマ C V D 法による窒化シリコン膜などのパッシベーション膜 1 2 8 を積層して形成する。なお、このパッシベーション膜 1 2 8 は、次の工程で平坦化膜として形成する酸化シリコン系膜の除去エッチャント (例えばフッ化水素系薬液) に対し、ストップパになりうる膜を選択することが望ましい。

30

【 0 0 2 8 】

次に、S O G (スピンオンガラス) などの塗布法による樹脂膜や、T E O S (テトラエトキシシラン) を用いた C V D 法による酸化シリコン膜または B P S G (ボロンリンガラス) 膜や、バイアス高密度プラズマ C V D 法による酸化シリコン系膜などによって平坦化膜を形成し、エッチバックや C M P (化学的機械研磨法) などで表面の平坦化加工を行う

40

【 0 0 2 9 】

次に、上記平坦化膜の単位画素領域間の境界部に、幅 1 μ m 以下の格子状の溝をフォトリソグラフィとドライエッチングにより形成する。その後、高圧リフローなどの高アスペクト比埋め込み性向上手法を用いて、C V D 法またはスパッタ法によりメタル薄膜 1 3 1 を溝部に埋め込んだ後、エッチバックや C M P などで平坦化膜上のメタル薄膜を除去し、溝部に埋め込んだメタル薄膜 1 3 1 のみを残す。なお、メタル薄膜 1 3 1 の材料は高反射率のアルミニウムなどが最適である。

【 0 0 3 0 】

次に、フッ化水素系薬液などのエッチャントを用いて酸化シリコン系膜などからなる上

50

記平坦化膜を選択的に除去し、メタル薄膜 1 3 1 によって柵形状に取り囲まれた受光部領域を露出させる。

【 0 0 3 1 】

次に、複数色の画素カラーフィルタ層 1 3 2 を所定の繰り返し色配列で配置した多色カラーフィルタを形成する。この際、まず、染色法や染料含有フォトレジストの塗布により、複数色のうちの1つの色の画素カラーフィルタ層 1 3 2 をすべての単位画素の受光部領域に形成し、続いてフォトリソグラフィとエッチングによってメタル薄膜 1 3 1 を境界にしてパターンングし、所定の繰り返し色配列で決まる所定の画素位置の画素カラーフィルタ層 1 3 2 のみを残す。この工程を複数色の色数だけ繰り返し、複数色の画素カラーフィルタ層 1 3 2 を所定の繰り返し色配列で配置した多色カラーフィルタを形成する。

10

【 0 0 3 2 】

最後に、各画素カラーフィルタ層 1 3 2 の上にマイクロレンズ 1 3 3 を熱溶融性透明樹脂などにより形成する。

【 0 0 3 3 】

上述した CCD 固体撮像素子 1 2 0 によれば、画素カラーフィルタ層 1 3 2 がメタル薄膜 1 3 1 を境界にして単位セルごとに区画され、受光部領域に入射した光のうち、メタル薄膜 1 3 1 に達した光は反射され、中心部のフォトセンサ部 1 2 3 の方へ導かれるので集光効率が向上し、撮像感度が改善される。さらに隣接単位セルへ透過して行く光がなくなることによって混色成分がなくなり、色むらが減少する。

【 0 0 3 4 】

20

また、画素カラーフィルタ 1 3 2 は、メタル薄膜 1 3 1 に密着するように形成され、メタル薄膜 1 3 1 の内壁面に沿う形に成形されるので、画素カラーフィルタ層 1 3 2 の形状悪化が防止され、カラーフィルタの形状悪化による分光特性悪化の問題も解消される。

【 0 0 3 5 】

さらに、メタル薄膜 1 3 1 によって区画された画素カラーフィルタ層 1 3 2 の上にマイクロレンズ 1 3 3 が形成されるので、マイクロレンズ 1 3 3 の下地形状が安定し、この結果、マイクロレンズ 1 3 3 の形状も安定して、画素ごとの感度のばらつきが減少する。

【 0 0 3 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 1 4 4 2 7 7 (第 3 頁、図 4 及び 5)

【特許文献 2】特開平 1 0 - 1 6 3 4 6 2 (第 2 及び 3 頁、図 1)

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 3 7 】

特許文献 2 の方法では、染色法と染料含有フォトレジスト法とのいずれで形成するにしても、メタル薄膜 1 3 1 を境界として画素カラーフィルタ層 1 3 2 をパターンングするリソグラフィ工程が必要であり、リソグラフィ工程におけるマスク位置をメタル薄膜 1 3 1 の位置に正確に位置合わせしなければならない。

【 0 0 3 8 】

マスクの位置ずれが生じると、メタル薄膜 1 3 1 と画素カラーフィルタ層 1 3 2 との間に隙間が生じ、画素カラーフィルタ層 1 3 2 の形状をメタル薄膜 1 3 1 によって成形することができず、画素カラーフィルタ層 1 3 2 の形状悪化による分光特性悪化の問題を解消することができなくなる。

40

【 0 0 3 9 】

また、露光時にメタル薄膜 1 3 1 に照射された光が、メタル薄膜 1 3 1 の側壁で反射または散乱され、非露光領域の染料含有フォトレジストに入射することによってパターンくずれが生じ、画素カラーフィルタ層 1 3 2 の分光特性が悪化することも懸念される。

【 0 0 4 0 】

上記のように、特許文献 2 の方法では、リソグラフィによって画素カラーフィルタ層 1 3 2 をパターンングする際の精度の低下が、固体撮像素子の性能低下や製造歩留まりの悪化に直結する。しかしながら、固体撮像素子の画素数が増大し、単位セル(単位画素)が

50

微小化するほどに、上記マスクの位置合わせをすべての単位セルに対し正確に行うことは困難になる。

【0041】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、光電変換部または光変調部の光入射側又は光出射側に光フィルタを備えた光学装置であって、単位セルが微小化しても形状悪化とそれに起因する分光特性の悪化が生じにくく、生産性や歩留まりよく製造できる光フィルタを備えた光学装置及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0042】

即ち、本発明は、光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側に光フィルタを備えた光学装置であって、前記光フィルタが、

前記光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側の単位セル領域に対応したフィルタ部を互いに分離する区画体と、

前記区画体で囲まれた領域内に配され、リフローによって前記区画体に密着しているフィルタ材からなる前記フィルタ部と

を有する、第1の光フィルタ付き光学装置に係わり、また、光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側に光フィルタを備えた光学装置であって、前記光フィルタが、

前記光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側の単位セル領域に対応したフィルタ部を互いに分離する区画体と、

前記区画体で囲まれた領域内に配され、化学増幅作用によって前記区画体に密着硬化しているネガ型の化学増幅型フォトレジストからなる前記フィルタ部と

を有する、第2の光フィルタ付き光学装置に係わるものである。

【0043】

また、前記第1の光フィルタ付き光学装置の製造方法であって、

前記光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側の単位セル領域を互いに分離する区画体を形成する工程と、

前記区画体で囲まれた領域内に前記フィルタ材を設ける工程と、

前記フィルタ材を所定温度に加熱してリフローさせる工程と

を有する、第1の光フィルタ付き光学装置の製造方法に係わり、また、前記第2の光フィルタ付き光学装置の製造方法であって、

前記光電変換部又は光変調部の光入射側又は光出射側の単位セル領域を互いに分離する区画体を形成する工程と、

少なくとも前記区画体で囲まれた受光部領域の全面にネガ型の化学増幅型染料含有フォトレジストを設ける工程と、

前記区画体よりも内側に存在する前記化学増幅型フォトレジストを露光する工程と、

加熱処理によって、露光された前記化学増幅型フォトレジストと前記区画体との間に存在する未露光の前記化学増幅型フォトレジストを不溶化する工程と

を有する、第2の光フィルタ付き光学装置の製造方法に係わるものである。

【発明の効果】

【0044】

本発明の第1の光フィルタ付き光学装置では、前記単位セル領域に対応した前記フィルタ部において、前記フィルタ部を互いに分離する前記区画体に対し、前記フィルタ材がリフローによって密着している。本発明の第2の光フィルタ付き光学装置では、前記単位セル領域に対応した前記フィルタ部において、前記フィルタ部を互いに分離する前記区画体に対し、前記ネガ型の化学増幅型フォトレジストが化学増幅作用によって密着硬化している。いずれの場合も、前記フィルタ部は前記区画体の内壁面に沿う形、例えば、矩形又はほぼ矩形に成形されているので、前記フィルタ部の形状悪化に起因する分光特性悪化などの不都合が防止される。

【0045】

また、本発明の第1の光フィルタ付き光学装置の製造方法は、前記区画体で囲まれた領

域内に前記フィルタ材を設ける工程と、前記フィルタ材を所定温度に加熱してリフローさせる工程を有する。この製造方法では、リフローした前記フィルタ材が流動性のある状態で前記区画体に密着し、この密着した状態で固化して前記フィルタ部が形成されるので、前記フィルタ部は前記区画体を型にしてその内壁に沿う形に自動的に成形される。従って、前記区画体で囲まれた領域内に前記フィルタ材を設ける工程においては、前記フィルタ材を正確にパターンニングする必要がない。

【0046】

また、本発明の第2の光フィルタ付き光学装置の製造方法は、少なくとも前記区画体で囲まれた受光部領域の全面にネガ型の化学増幅型染料含有フォトレジストを設ける工程と、前記区画体よりも内側に存在する前記化学増幅型フォトレジストを露光する工程と、露光後の加熱処理によって、露光された前記化学増幅型フォトレジストと前記区画体との間に存在する未露光の前記化学増幅型フォトレジストを不溶化する工程を有する。この製造方法では、未露光の前記化学増幅型フォトレジストが流動性のある状態で前記区画体に密着し、この密着した状態で前記区画体で囲まれた前記化学増幅型染料含有フォトレジスト全体が不溶化して、前記フィルタ部が形成されるので、前記フィルタ部は前記区画体を型にしてその内壁に沿う形に自動的に成形される。この際、フィルタ材として前記ネガ型の化学増幅型染料含有フォトレジストを用い、露光された前記化学増幅型フォトレジストと前記区画体との間に存在する未露光の前記化学増幅型フォトレジストを露光後の加熱処理によって不溶化する工程を有するので、前記化学増幅型フォトレジストを露光する工程においては、前記区画体の位置と形状に正確に合わせて前記化学増幅型フォトレジストを露光する必要がない。

10

20

【0047】

上記のように、前記第1および前記第2の光フィルタ付き光学装置の製造方法は、フォトリソグラフィによって前記フィルタ部を前記区画体に合わせて正確にパターンニングする工程が不要であるため、単位セルが微小化しても前記フィルタ部の形状悪化が生じにくい。また、さほど露光精度を必要としない工程で前記光フィルタを形成することができ、その結果、前記第1および前記第2の光フィルタ付き光学装置をそれぞれ、生産性よく、製造歩留まりよく、低コストで製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0048】

本発明の第1の光フィルタ付き光学装置及びその製造方法において、前記区画体が前記リフローによって変形しない材料からなるのがよい。

30

【0049】

また、前記フィルタ材は、特に限定されるものではないが、リソグラフィとエッチングとによってパターンニングして配置することができることから、染料含有フォトレジストを用いるのがよい。あるいは、前記フィルタ材として印刷法で配置できる材料を用い、インクジェット法などの印刷法で配置するのもよい。

【0050】

また、前記染料含有フォトレジストを塗布した後、リソグラフィ及びエッチングによってパターンニングして配置する際、前記区画体の内壁面から離れた位置に外側面が存在するように前記フィルタ材をパターンニングするのがよい。このようにすると、位置ずれに対する十分なマージンをもって前記フィルタ材をパターンニングすることができ、誤って隣接する前記単位セル領域をパターンニングしたり、隣接する前記単位セル領域に照射光の散乱などによる悪影響を与えたりすることを避けることができる。

40

【0051】

本発明の第2の光フィルタ付き光学装置の製造方法において、所定の単位セル領域以外に存在する未露光の前記化学増幅型フォトレジストを除去するのがよい。これは、前記光フィルタが光透過特性が異なる複数種の前記フィルタ部によって構成されている場合に、必要になる工程である。この場合、まず、複数種のうちの1種のフィルタ部を所定の繰り返し配列で決まる所定の単位セル領域に形成し、所定の単位セル領域以外にはこのフィル

50

タ部を形成しない。この工程を複数種の数だけ繰り返し、複数種の前記フィルタ部が所定の繰り返し配列で配置された前記光フィルタを形成する。

【0052】

また、前記区画体の内壁面との接触領域を除いて前記化学増幅型フォトリソを露光するのがよい。このようにすると、本発明の第1の光フィルタ付き光学装置の製造方法について前述したと同様に、位置ずれに対する十分なマージンをもって前記フィルタ材をパターンニングすることができ、誤って隣接する前記単位セル領域を境界としてパターンニングしたり、隣接する前記単位セル領域に照射光の散乱などによる悪影響を与えたりすることを避けることができる。

【0053】

本発明において、前記光フィルタが、光透過特性が異なる複数種の前記フィルタ部によって構成されているのがよい。また、前記光フィルタが、透過波長特性の異なる多色カラーフィルタとして構成されているのがよい。前記光フィルタは、単色の濃淡フィルタであっても、多色のカラーフィルタであってもよい。

【0054】

また、前記区画体が枠状パターンの壁部として形成されているのがよい。前記区画体の形状は特に限定されるものではないが、形成しやすい形状がよい。

【0055】

また、前記区画体が、前記フィルタ材よりも屈折率の小さい材料からなるのがよい。例えば、前記区画体が多孔質シリカからなるのがよい。このようにすると、屈折率の大きい前記フィルタ部が、屈折率の小さい前記区画体に取り囲まれている構造が形成され、これは、光導波路において屈折率の大きいコアが、屈折率の小さいクラッドに取り囲まれているのと類似した構造である。この結果、屈折率の大きい前記フィルタ部から漏れ出そうとする光は、屈折率の小さい前記区画体に入射することになり、反射されて前記フィルタ部へ戻されやすくなり、光の漏れ出しが抑えられる。このようにして、本発明の光学装置が受光装置である場合には、前記単位セルの受光部領域に入射した光のうち、前記区画体に達した光が、反射されて中心部のフォトセンサ部の方へ導かれやすくなるので、集光効率が向上し、撮像感度が改善される。さらに隣接する単位セルへ透過して行く光が減少することで、混色成分が減少し、色むらが減少する。また、本発明の光学装置が発光装置である場合には、発光部から出射された光のうち、前記区画体に達した光は反射され、光出射側へ導かれるので光の出射効率が向上し、輝度が向上する。

【0056】

また、前記区画体の側面に光反射層が設けられているのがよい。このようにすると、本発明の光学装置が受光装置である場合には、前記単位セルの受光部領域に入射した光のうち、前記区画体に達した光は反射され、中心部のフォトセンサ部の方へ導かれるので集光効率が向上し、撮像感度が改善される。さらに隣接する単位セルへ透過して行く光がなくなることで混色成分がなくなり、色むらが減少するなど、分光カラー特性が向上する。また、本発明の光学装置が発光装置である場合には、発光部から出射された光のうち、前記区画体に達した光は反射され、光出射側へ導かれるので光の出射効率が向上し、輝度が改善される。

【0057】

また、前記単位セル領域において、前記光フィルタの下地として、前記光電変換部又は光変調部との間の光透過領域に高屈折率材料層が配置され、この高屈折率材料層の周囲に低屈折率材料層が配置されているのがよい。この際、例えば、前記高屈折率材料層が窒化シリコンからなり、前記低屈折率材料層が多孔質シリカからなるのがよい。このようにすると、前記光フィルタの下地領域における光透過領域においても、前述した前記光フィルタ領域における同様の光導波路に類似した構造を実現することができる。この結果、本発明の光学装置が受光装置である場合には、前記単位セルの受光部領域に入射した光のうち、前記区画体に達した光が、反射されて中心部のフォトセンサ部の方へ導かれやすくなるので、集光効率が向上し、撮像感度が改善される。さらに隣接する単位セルへ透過して

10

20

30

40

50

行く光が減少することで、混色成分が減少し、色むらが減少するなど、分光カラー特性が向上する。また、本発明の光学装置が発光装置である場合には、発光部から出射された光のうち、前記区画体に達した光は反射され、光出射側へ導かれるので光の出射効率が向上し、輝度が向上する。

【0058】

また、前記下地と前記光フィルタとの間に、前記区画体をエッチング加工する際のストッパ層が形成されているのがよい。

【0059】

また、前記フィルタ部の光入射側又は光出射側に前記単位セルごとにマイクロレンズが設けられているのがよい。これにより、前記区画体によって区画された前記フィルタ部の上にマイクロレンズが形成されるので、マイクロレンズの下地形状が安定し、この結果、マイクロレンズの形状も安定し、単位セルごとのばらつきが減少する。

10

【0060】

また、前記光フィルタ付き光学装置を固体撮像素子として構成し、これを製造するのがよい。本発明が最も有効に適用されるのは、小型化と単位セル（単位画素）の高密度化が最も進んでいるCCDやMOSイメージセンサなどの固体撮像素子などである。また、前記光変調部を有する表示装置である液晶表示装置（LCD）などに応用するのもよい。

【0061】

次に、本発明の好ましい実施の形態を図面参照下に具体的かつ詳細に説明する。

【0062】

20

実施の形態1

実施の形態1は、主として請求項1～3および16～19に対応するものである。すなわち、実施の形態1は、本発明の第1の光フィルタを備えた光学装置の例としての、前記染料含有フォトレジストからなる前記光フィルタを備えたCCD固体撮像素子、およびその製造方法に係わり、前記光フィルタを構成する前記光フィルタ部を前記染料含有フォトレジストのリフローによって形成する。

【0063】

リフローさせる染料含有フォトレジストは、レジスト固形分として、染料、樹脂、熱硬化剤、感光剤、添加剤（例えば、界面活性剤などのストリエーション防止剤等）を含み、スピコートによる成膜の目的で、有機溶媒にこれらの固形分を溶解した材料である。リフローさせる温度は、130～240が好適である。又、リフロー補助剤などは特に必要とせず、前述した固形分で構成されるレジスト膜の熱軟化点以上の温度でリフローさせる。

30

【0064】

図1と2は、実施の形態1に基づくCCD固体撮像素子20の構造を示す説明図である。図2はCCD固体撮像素子20の上面図であり、図1は、図2にA-A線で示した位置におけるCCD固体撮像素子20の断面図である。

【0065】

図1に示すように、CCD固体撮像素子20では、シリコン基板1の上面にゲート絶縁膜2が形成され、その下部のシリコン基板1中には、図1の中央部に示すpn接合からなるフォトセンサ部3が形成され、そのフォトセンサ部3の側部に信号電荷を垂直方向に転送する垂直転送部のn型領域4が形成されている。また、シリコン基板1の下部には、オーバーフロードレイン領域5が形成されている。

40

【0066】

ゲート絶縁膜2の上には、垂直転送部のn型領域4の上方に第1ゲート電極（垂直転送電極）6がパターンニングして形成され、第1ゲート電極6の表面は絶縁膜8で被覆されている。さらに、図2に示すように、第1ゲート電極6に一部が重なるように第2ゲート電極7が形成され、その表面も絶縁膜8で被覆されている。第1ゲート電極6および第2ゲート電極7は、垂直転送部9を構成する電極である。垂直転送部9が3層以上の電極構造を有する場合にはその数だけ、上記と同様のゲート電極が設けられる。

50

【0067】

図3は、シリコン基板1のより詳細な断面図(a)と、信号電荷の流れを示すポテンシャル図(b)とである。なお、ポテンシャル図は、断面図に示した水平方向のO-A線および基板深さ方向のO-B線上における電子のポテンシャルエネルギーを示している。受光時にフォトセンサ部3に蓄積された信号電荷(電子)は、第1ゲート電極6に印加される読み出し電圧によって、垂直転送部のn型領域4へ引き出され、この後、図2に示した垂直転送部9を垂直方向に転送され、さらに図示省略した水平転送部を水平方向に転送された後、図示省略した増幅器をへて出力される。また、フォトセンサ部3に蓄積された信号電荷が過剰になると、過剰な信号電荷はオーバーフロードレイン領域へ流出するように構成されている。

10

【0068】

図1に示すように、第1ゲート電極6などのゲート電極の上には、フォトセンサ部3の上方の領域を開口しつつ第1ゲート電極6などのゲート電極を覆うように、タングステンなどからなる遮光膜10が形成されている。フォトセンサ部3上方のゲート絶縁膜2と遮光膜10の上には、BPSG(ボロンリンガラス)などからなるリフロー膜11が形成され、そのリフロー膜11の上には、プラズマCVD法によって形成された窒化シリコン膜12が形成されて、画素カラーフィルタ層15の下地を形成している。

【0069】

そして窒化シリコン膜12の上には、シリコン基板1に垂直に立ち上がるように、区画体13が格子状に形成されている。区画体13は、フォトセンサ部3を中心とする単位セル(単位画素)領域を柵形に取り囲み、その内側がセグメントに区画された受光部領域14となる。この受光部領域14には前記フィルタ部である画素カラーフィルタ層15が形成され、その上には平坦化膜16を介して各单位セルに対応したマイクロレンズ17が形成されている。

20

【0070】

上記のように、画素カラーフィルタ層15は、区画された受光部領域14ごとに独立して配設される。画素カラーフィルタ層15は、混合する染料の選択によって、例えば、緑色フィルタ、赤色フィルタ、青色フィルタ、黄色フィルタ、シアン色フィルタ、およびマゼンタ色フィルタなどが形成され、所定の繰り返し色配列で配置されて、画素カラーフィルタ層15のレイからなる多色カラーフィルタが前記光フィルタとして形成されている。

30

【0071】

図4~6は、実施の形態1に基づくCCD固体撮像素子の多色カラーフィルタおよびマイクロレンズの製造方法を示すフロー図である。なお、図4~6においてシリコン基板1は図示省略し、フォトセンサ部3の位置のみを示す(以下、同様。)。図4(a)は、CCD固体撮像素子20の作製工程において、公知の方法により窒化シリコン膜12を成膜した状態を示し、以下、この状態から始めて多色カラーフィルタおよびマイクロレンズを作製する工程を説明する。

【0072】

初めに、図4(b)~(d)に示す工程によって区画体13を形成する。

40

【0073】

まず、図4(b)に示すように、後の工程で格子状の区画体13に成形される区画材層21を形成する。区画体13の材料としては、後の工程で行う染料含有フィルタ材27のリフロー工程における加熱温度において、実質的に変形や変質を起こさない材料であれば何でもよく、有機材料であるか、無機材料であるかを問わず、用いることができる。

【0074】

例えば、区画体13を有機膜で形成するのであれば、アクリル系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリイミド系樹脂、有機SOG系樹脂などを窒化シリコン膜12の上に塗布した後、熱硬化などを行い、成膜する。また、無機膜で形成するのであれば、CVD法によって多結晶シリコン膜を形成したり、プラズマCVD法によって酸化シリコン膜を形成したり

50

、プラズマCVD法によって窒化シリコン膜を形成したり、スパッタリング法あるいはCVD法でタンゲステンやアルミニウムなどの金属膜を形成する。これから後の工程は、CVD法によって形成された多結晶シリコン膜を用いて区画体13を形成する場合を想定して、説明する。

【0075】

次に、図4(c)に示すように、フォトリソグラフィにより、区画体13の配置位置に対応するレジストパターン22を形成する。

【0076】

次に、図4(d)に示すように、レジストパターン22をマスクとして、多結晶シリコン膜からなる区画材層21をドライエッチングし、格子状にパターニングされた区画体13を形成する。これにより、各单位セル領域に、区画体13によって柵形状に取り囲まれた受光部領域14が形成される。

【0077】

続いて、図5(e)~図6(i)に示す工程によって、複数色の画素カラーフィルタ層15を所定の繰り返し色配列で各受光部領域14に形成し、多色カラーフィルタを形成する。この際、まず、複数色のうちの1つの色の画素カラーフィルタ層15を、所定の繰り返し色配列で決まる所定の画素位置の受光部領域14に形成する。この工程を複数色の色数だけ繰り返し、複数色の画素カラーフィルタ層15を所定の繰り返し色配列で配置した多色カラーフィルタを形成する。

【0078】

まず、図5(e)に示すように、塗布法などによって、複数色のうちの1つの色、例えば緑色の染料含有フォトレジスト層23を全面に形成する。

【0079】

次に、図5(f)に示すように、マスク24を用いて、緑色の画素カラーフィルタ層15aを設ける単位セル25以外の染料含有フォトレジスト層23を露光する。この際、特許文献2の方法のように区画体13を境界として露光するのではなく、単位セル25の受光部領域に露光領域27が少し入り込むように露光する。すなわち、マスク24の外周部の水平方向位置が、単位セル25における区画体13の内壁面より内側になるようにして露光する。このようにすると、位置ずれに対する十分なマージンをもって染料含有フォトレジスト層23を区画体13の内側にパターニングすることができ、誤って隣接する単位セル領域を境界としてパターニングすることを避けることができる。

【0080】

次に、図5(g)に示すように、現像処理によって露光領域27の染料含有フォトレジスト23を除去する。次に、このようにして単位セル25の受光部領域に配置された染料含有フォトレジスト層28中に含まれる感光剤(キノンジアジド系化合物)を分解して光吸収能を失活させるために、紫外線を用いて露光処理(ブリーチング露光)を行う。

【0081】

次に、図5(h)に示すように、染料含有フォトレジスト28を軟化点より高い温度に加熱して熱リフローさせ、受光領域全面に展開させる。流動性をもった染料含有フォトレジストは窒化シリコン膜12および区画体13に密着し、その状態で固化することによって、区画体13を型にして、その内壁面に沿う形状、例えば断面が矩形の直方体状に自動的に成形され、緑色の画素カラーフィルタ層15aが形成される。

【0082】

上記のように、図5(g)に示したリフロー前の染料含有フォトレジスト28は、区画体13で囲まれた領域内であれば十分であって、正確にパターニングされている必要はない。従って、インクジェット法などの印刷法によって染料含有フォトレジストを配置することもできる。また、ここではフォトレジストがポジ型である場合を説明したが、ネガ型であってもよく、この場合は、図5(g)において非露光領域26と露光領域27とを逆にすればよい。

【0083】

10

20

30

40

50

次に、図6(i)に示すように、緑色の画素カラーフィルタ層15aと同様に、例えば、青色の画素カラーフィルタ層15bと赤色の画素カラーフィルタ層15cを順次所定の繰り返し色配列に配置して形成する。この際、画素カラーフィルタ層15a~15cの形成順は特に問わない。

【0084】

次に、図6(j)に示すように、複数の画素カラーフィルタ層15がアレイ状に形成された上面にアクリル系熱硬化樹脂、あるいはアクリル系熱溶融樹脂から成る平坦化膜16を塗布とその後の熱硬化によって形成する。

【0085】

次に、図6(j)に示すように、ポジ型フォトレジストから成る、マイクロレンズ材を塗布し、マイクロレンズ材層29を形成する。 10

【0086】

次に、図6(j)に示すように、フォトリソグラフィとエッチングによってマイクロレンズ材層29を現像してパターンングした後、紫外線を用いて、フォトレジスト中に含まれる感光剤の光吸収能を失活させる露光処理(ブリーチング露光)を行い、次に熱リフローによってマイクロレンズ形状に成形して、マイクロレンズ17のアレイを得る。

【0087】

図7は、実施の形態1の変形例に基づくCCD固体撮像素子を作製する工程の一部を示すフロー図である。この変形例は、主として請求項10および28に対応するもので、区画体13の側面に前記光反射層として、例えば、アルミニウム、タングステン、銀などの金属薄膜層19を設けるものである。 20

【0088】

図7(a)は、窒化シリコン膜12の上に区画体13が形成された、図4(d)と同じ状態を示している。変形例では、この次に、図7(b)に示すように、スパッタ法などにより全面に、例えば、アルミニウムやタングステンなどの金属薄膜18を形成する。

【0089】

次に、金属薄膜18をエッチバックして除去し、図7(c)に示すように、区画体13の側面に形成された金属薄膜19のみを残す。

【0090】

区画体13の側面に金属薄膜19などの光反射層が設けられていると、単位セルの受光部領域14の画素カラーフィルタ層15に入射した光のうち、区画体13に達した光は反射され、中心部のフォトセンサ部3の方へ導かれるので集光効率が向上し、撮像感度が改善される。さらに隣接する単位セルへ透過して行く光がなくなることで混色成分がなくなり、色むらが減少する。当然のことながら、区画体13が多結晶シリコン以外の材料からなる場合でも、金属薄膜19などの光反射層を効果的に設けることが可能である。 30

【0091】

以上に述べたように、本実施の形態によれば、前記フィルタ部である画素カラーフィルタ15が区画体13によって単位セルごとに分離され、柵形の区画体13の内壁面に沿う形、矩形又はほぼ矩形に成形されているので、CCD固体撮像素子の画素数が増加して単位セルが微小化しても、フィルタ部の形状悪化とそれに起因する分光特性悪化などの不都合が生じにくい。また、画素カラーフィルタ15の形状が均一になり、単位セルごとの光学特性のばらつきが減少する。 40

【0092】

また、画素カラーフィルタ15の成形は、リフローした染料含有フォトレジストが区画体13の柵形に密着することによってセルフアライメントで行われるので、フォトリソグラフィによって区画体13に合わせて正確に画素カラーフィルタ15をパターンングする工程が不要であるため、さほど露光精度を必要としない工程で、生産性よく、製造歩留まりよく、低コストでCCD固体撮像素子を製造することができる。これに対し、特許文献2の方法では、すべての単位セルにおいて区画体13を境界として正確にパターンング露光する必要があり、画素数が百万ピクセルに達するCCD固体撮像素子において実行する 50

ことは実際上不可能である。

【0093】

また、フィルタ材として染料含有フォトレジストを用いているので、リソグラフィとエッチングとによって、容易にフィルタ材を所定の単位セル領域に配置することができる。

【0094】

また、透過波長特性の異なる画素カラーフィルタ15によって容易に多色カラーフィルタを構成することができ、R(赤)、G(緑)、B(青)の三原色に対応する画素カラーフィルタ15a~15cを形成すれば、フルカラーのCCD固体撮像素子を得ることができる。

【0095】

実施の形態2

実施の形態2は、主として請求項8と11、および請求項26と29に対応し、光透過領域に高屈折率材料層を配置し、この高屈折率材料層の周囲に低屈折率材料層を配置することによって、屈折率の大きい光透過領域から漏れ出そうとする光を、高屈折率材料層と低屈折率材料層との境界で全反射させ、光透過領域からの光の漏れ出しを抑え、光を一定方向へ導く光導波路構造と同様の効果を有する構造を光透過領域に実現し、優れた感度特性、並びに分光カラー特性を有するCCD固体撮像素子を得るものである。

【0096】

図8は、実施の形態2に基づくCCD固体撮像素子30の構造を示す断面図である。なお、この断面図は、図1のCCD固体撮像素子20の断面図に相当する位置における断面図である。CCD固体撮像素子30は、次の2つの部分の構造がCCD固体撮像素子20と異なっている。

【0097】

1つは、多色カラーフィルタにおいて、画素カラーフィルタ15の間を区画分離している区画体34が、多孔質シリカなどの低屈折率材料($n = 1.1 \sim 1.3$ 程度)で形成されていることである。この屈折率は、画素カラーフィルタ15を構成する染料含有フォトレジストの屈折率(およそ $n = 1.6$ 程度)に比べはるかに小さい。このようにすると、屈折率の大きい画素カラーフィルタ15が、屈折率の小さい区画体34に取り囲まれている、光導波路に類似した構造が形成される。この結果、屈折率の大きい画素カラーフィルタ15から漏れ出そうとする光は、屈折率の小さい区画体34に入射することになり、反射されて画素カラーフィルタ15へ戻されやすくなり、光の漏れ出しが抑えられる。

【0098】

他の1つは、画素カラーフィルタ15の下地領域である、画素カラーフィルタ15とフォトセンサ3または遮光膜10との間の領域にも、上記と同様の光導波路類似の構造が形成されていることである。

【0099】

すなわち、この下地領域には、図1に示したCCD固体撮像素子20では、リフロー膜11と窒化シリコン膜12とが、各単位セル間を分離せずに連続して設けられているのに対し、図8に示すCCD固体撮像素子30では、高屈折率材料層である、プラズマCVD法による窒化シリコン膜31($n = 1.9 \sim 2.0$ 程度)のみが配置されている。さらに、その窒化シリコン膜31を単位セルごとに分離するように、区画体34と同様の機能を有する区画体32が、低屈折率材料である多孔質シリカを用いて形成されている。

【0100】

この結果、屈折率の大きい窒化シリコン膜31からなる光透過領域から漏れ出そうとする光は、屈折率の小さい区画体32に入射することになり、反射されて光透過領域へ戻されやすくなり、光の漏れ出しが抑えられる。

【0101】

このように、光透過方向に連続して2段に設けられた光導波路類似構造によって、画素カラーフィルタ15に入射した光は、斜めに入射した光であっても効率よく、フォトセンサ3の方向に導かれる。この結果、CCD固体撮像素子30の感度特性が向上し、隣接す

10

20

30

40

50

る単位セル領域へ透過する光が減少するために、隣接単位セル間での混色が抑えられる。

【0102】

以下、上記の構造の作製工程を説明する。

【0103】

まず、遮光膜10を形成した後、フォトセンサ3上方のゲート絶縁膜2および遮光膜10の上に、プラズマCVD法によって窒化シリコン膜31を成膜する。その後、表面をCMP法によって平坦化するか、あるいは、フォトレジストを全面に塗布した後、全面をエッチバックする方法によって実質的に平坦化する(特回2000-164837号公報参照)。これによって、画素カラーフィルタ15からフォトセンサ3までの光透過領域に、高屈折率材料層である、プラズマCVD法による窒化シリコン膜31($n=1.9\sim 2.0$ 程度)のみを配置するようにすることができる。

10

【0104】

次に、窒化シリコン膜31の上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィとエッチングとにより、区画体32に対応した開口部を有する形状にパターンニングする。次に、このフォトレジストをマスクとするドライエッチングにより、区画体32に対応し遮光膜10に達する深さの溝を窒化シリコン膜31に形成する。次に、この溝を埋めるように、窒化シリコン膜31の上に多孔質シリカ膜を形成する。多孔質シリカは、半導体用途として一般的に使用されているlow k材料であり、多孔質シリカを溶媒中に分散させた分散液を、公知のスピンコート法で塗布した後、熱硬化させて成膜する。その後、窒化シリコン膜31の表面の位置まで全面にドライエッチングを行い、窒化シリコン31の上の多孔質シリカを除去し、溝部に埋め込んだ多孔質シリカのみを残して、区画体32を形成する。エッチバックの代わりに、窒化シリコン膜31の表面の位置までCMP法によって研磨して平坦化してもよい。

20

【0105】

次に、区画体32が形成された窒化シリコン膜31の上部に平坦化膜33を100~300nm程度の厚さに形成する。平坦化膜33は、区画体34をドライエッチングによって形成する際のエッチングストッパーとして機能する。平坦化膜33の材料は、多孔質シリカの耐熱温度以下の温度で成膜可能な材料、例えば、プラズマCVD法で形成される窒化シリコンなどがよい。

【0106】

次に、図4(b)~(d)を用いて既述したと同様にして、区画体34を形成する。まず、平坦化膜33の上に多孔質シリカの溶液を塗布した後、熱硬化させ、後の工程で区画体34に成形される区画材層を形成し、次に、この区画材層の上にフォトリソグラフィによって、区画体34の配置位置に対応するレジストパターンを形成し、次に、このレジストパターンをマスクとして区画材層をドライエッチングして、多孔質シリカからなる区画体34を形成する。

30

【0107】

この後は、全く同じであるので説明は省略するが、実施の形態1で図5(e)~図6(1)を用いて説明したようにして、多色カラーフィルタとマイクロレンズを形成する。

【0108】

以上に述べたように、本実施の形態によれば、各単位セルの光透過領域に屈折率の異なる材料を用いて光導波路に類似した構造を形成することによって、撮像感度が改善され、混色成分が減少し、色むらが減少する。

40

【0109】

その他の点では実施の形態1と同じであるから、本実施の形態においても実施の形態と同様の作用効果が得られるのは言うまでもない。すなわち、画素カラーフィルタ15が区画体34によって単位セルごとに分離され、柵形の区画体34の内壁面に沿う形、矩形又はほぼ矩形に成形されているので、CCD固体撮像素子の画素数が増加して単位セルが微小化しても、フィルタ部の形状悪化とそれに起因する分光特性悪化などの不都合が生じにくい。また、画素カラーフィルタ15の形状が均一になり、単位セルごとの光学特性のば

50

らつきが減少する。

【0110】

また、画素カラーフィルタ15の成形は、リフローした染料含有フォトレジストが区画体34の桁形に密着することによってセルフアライメントで行われるので、フォトリソグラフィによって区画体34に合わせて正確に画素カラーフィルタ15をパターンニングする工程が不要であるため、さほど露光精度を必要としない工程で、生産性よく、製造歩留まりよく、低コストでCCD固体撮像素子を製造することができる。これに対し、特許文献2の方法では、すべての単位セルにおいて区画体34を境界として正確にパターンニング露光する必要があり、画素数が百万ピクセルに達するCCD固体撮像素子において実行することは実際上不可能である。

10

【0111】

また、フィルタ材として染料含有フォトレジストを用いているので、リソグラフィとエッチングとによって、容易にフィルタ材を所定の単位セル領域に配置することができる。

【0112】

また、透過波長特性の異なる画素カラーフィルタ15によって容易に多色カラーフィルタを構成することができ、R(赤)、G(緑)、B(青)の三原色に対応する画素カラーフィルタ15a~15cを形成すれば、フルカラーのCCD固体撮像素子を得ることができる。

【0113】

実施の形態3

実施の形態3は、主として請求項4および20に対応するものである。すなわち、実施の形態3は、本発明の第2の光フィルタを備えた光学装置の例としての、染料を含有した前記ネガ型の化学増幅型フォトレジストからなる前記光フィルタを備えたCCD固体撮像素子、およびその製造方法に係わるものである。

20

【0114】

本実施の形態は、実施の形態1と比べて、前記光フィルタを構成する前記光フィルタ部の成形を、染料含有フォトレジストのリフローではなく、染料を含有するネガ型の化学増幅型フォトレジストの露光とその後の加熱処理によって行う点のみが異なっている。以下、実施の形態1との相違点に重点をおいて説明する。

【0115】

ネガ型の化学増幅型フォトレジストは、例えば、アルカリ可溶性樹脂と酸発生剤(PAG)と架橋剤と溶媒などの混合物である(例えば、特開2003-121999参照。)。アルカリ可溶性樹脂としては、例えばノボラック樹脂やポリビニルフェノールなどが挙げられる。酸発生剤は、紫外光や電子線などの放射線を吸収すると酸(水素イオン)を生成する化合物で、例えばp-トルエンスルホン酸塩などのスルホネート化合物などが挙げられる。架橋剤は、酸の存在下でアルカリ可溶性樹脂を架橋し得る化合物で、例えばメチロール基含有メラミン化合物などのメラミン系化合物などを挙げることができる。

30

【0116】

この化学増幅型フォトレジストを紫外光などの放射線で露光すると、放射線を吸収した酸発生剤から酸(水素イオン)が生成し、酸の触媒作用などの影響によって付近のアルカリ可溶性樹脂が架橋剤によって架橋される。

40

【0117】

続いて、露光後の加熱(PEB; Post Exposure Bake)を行うと、酸存在下での架橋反応が活性化され、露光領域が不溶化する。また、加熱された酸(水素イオン)が拡散することによって、露光領域に隣接する非露光領域にも架橋反応が進行する領域が形成される。この結果、PEB加熱の加熱時間が長くなるとともに、不溶化領域が露光領域から非露光領域に向けて拡大する。

【0118】

図9と10は、実施の形態3に基づくCCD固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図である。図9(a)は、窒化シリコン膜12の上に区画体13が形成された、図4(

50

d)と同じ状態を示している。ここでは、この状態から始めて、図6(i)に示した状態に相当する状態を形成するまでの工程を説明する。なお、図9と10は、図1の断面図に相当する位置における断面図である。

【0119】

まず、図9(b)に示すように、塗布法などによって、複数色のうちの1つの色、例えば緑色の染料を含有するネガ型の化学増幅型フォトレジスト層51を全面に形成する。但し、その厚さは区画体13の高さ以下とし、各受光部領域14の化学増幅型フォトレジスト層51が区画体13によって分離されているようにする。

【0120】

次に、図9(c)に示すように、マスク52を用いて、緑色の画素カラーフィルタ層41aを設ける単位セル53の化学増幅型フォトレジスト層51を露光する。この際、特許文献2の方法のように区画体13を境界として露光するのではなく、単位セル53の受光部領域に非露光領域55が少し入り込むように露光する。すなわち、マスク52の開口部の水平方向位置が、単位セル53における区画体13の内壁面より内側になるようにして露光する。このようにすると、位置ずれに対する十分なマージンをもって化学増幅型フォトレジスト層51を区画体13の内側にパターンニング露光することができ、誤って隣接する単位セル領域をパターンニング露光したり、隣接する単位セル領域に照射光の散乱などによる悪影響を与えたりすることを避けることができる。

【0121】

次に、図10(d)に示すように、露光後の加熱(PEB)を行うと、酸存在下での架橋反応が活性化され、露光領域54が不溶化する。また、酸(水素イオン)が拡散して、架橋反応が進行する領域56が、露光領域54に隣接する非露光領域に形成される。この結果、PEB加熱時間を十分長くすると、露光領域54と区画体13との間の非露光領域56に存在する化学増幅型フォトレジスト層51を不溶化させることができる。このようにして、緑色の染料を含有する化学増幅型フォトレジスト層51は、区画体13を型にして、その内壁面に沿う形状、例えば断面が矩形の直方体状に自動的に成形され、緑色の画素カラーフィルタ層41aが形成される。

【0122】

次に、図10(e)に示すように、アルカリ現像液を用いて現像処理を行い、不溶化していない化学増幅型フォトレジスト層51を除去する。続いて、画素カラーフィルタ層41a中に含まれる感光剤を分解して光吸収能を失活させるために、紫外線を用いて露光処理(ブリーチング露光)を行う。

【0123】

次に、図10(f)に示すように、緑色の画素カラーフィルタ層41aと同様にして、例えば、青色の画素カラーフィルタ層41bと赤色の画素カラーフィルタ層41cを順次所定の繰り返し色配列に配置して形成する。この際、画素カラーフィルタ層41a~41cの形成順は特に問わない。

【0124】

以上に述べたように、本実施の形態によれば、画素カラーフィルタ15の成形は、未露光の化学増幅型フォトレジスト層が区画体13の枡形に密着し、その状態で不溶化することによってセルフアライメントで行われるので、フォトリソグラフィによって区画体13に合わせて正確に画素カラーフィルタ15をパターンニングする工程が不要であるため、さほど露光精度を必要としない工程で、生産性よく、製造歩留まりよく、低コストでCCD固体撮像素子を製造することができる。

【0125】

その他の点では実施の形態1と同じであるから、本実施の形態においても実施の形態と同様の作用効果が得られるのは言うまでもない。すなわち、前記フィルタ部である画素カラーフィルタ41が区画体13によって単位セルごとに分離され、枡形の区画体13の内壁面に沿う形、矩形又はほぼ矩形に成形されているので、CCD固体撮像素子の画素数が増加して単位セルが微小化しても、フィルタ部の形状悪化とそれに起因する分光特性悪化

などの不都合が生じにくい。また、画素カラーフィルタ 4 1 の形状が均一になり、単位セルごとの光学特性のばらつきが減少する。

【 0 1 2 6 】

また、透過波長特性の異なる画素カラーフィルタ 1 5 によって容易に多色カラーフィルタを構成することができ、R (赤)、G (緑)、B (青) の三原色に対応する画素カラーフィルタ 1 5 a ~ 1 5 c を形成すれば、フルカラーの C C D 固体撮像素子を得ることができる。

【 0 1 2 7 】

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明したが、本発明はこれらの例に何ら限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能であることは言うまでもない。 10

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 2 8 】

本発明の光フィルタ付き光学装置は、光フィルタが区画体によって単位セルごとにフィルタ部に分離され、フィルタ部が区画体の内壁面に沿う形、例えば、矩形又はほぼ矩形に成形されているので、固体撮像素子などの光学装置の画素数が増加し、単位セルが微小化しても、フィルタ部の形状悪化とそれに起因する分光特性悪化などの不都合が生じにくい。また、フォトリソグラフィによってフィルタ部を区画体に合わせて正確にパターンニングする工程が不要であるため、さほど露光精度を必要としない工程で、生産性よく、製造歩留まりよく、低コストで光フィルタ付き光学装置を製造することができる。この結果、本発明は、C C D 固体撮像素子や液晶表示装置などの小型化や高性能化に寄与できる。 20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 2 9 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 に基づく C C D 固体撮像素子の平面図である。

【 図 2 】 同、C C D 固体撮像素子の断面図である。

【 図 3 】 同、C C D 固体撮像素子のシリコン基板の断面図 (a) とポテンシャル図 (b) とである。

【 図 4 】 同、C C D 固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図である。

【 図 5 】 同、C C D 固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図である。

【 図 6 】 同、C C D 固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図である。 30

【 図 7 】 同、変形例に基づく C C D 固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図である。

【 図 8 】 本発明の実施の形態 2 に基づく C C D 固体撮像素子の断面図である。

【 図 9 】 本発明の実施の形態 3 に基づく C C D 固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図である。

【 図 1 0 】 同、C C D 固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図である。

【 図 1 1 】 特許文献 1 に開示されている従来の多色カラーフィルタアレイの形成方法を示す断面図である。

【 図 1 2 】 特許文献 1 に開示されている従来の多色カラーフィルタの形成方法の問題点を説明する断面図である。 40

【 図 1 3 】 従来のカラーフィルタの断面形状の一例を示す顕微鏡写真 (a) と、分光特性の一例を示すグラフ (b) とである。

【 図 1 4 】 特許文献 2 に開示されている固体撮像素子の断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 1 3 0 】

1 ... シリコン基板、2 ... ゲート絶縁膜、3 ... フォトセンサ部、
4 ... 垂直転送部の n 型領域、5 ... オーバードレイン領域、
6 ... 第 1 ゲート電極 (垂直転送電極)、7 ... 第 2 ゲート電極 (垂直転送電極)、
8 ... 絶縁膜、9 ... 垂直転送部、1 0 ... 遮光膜 (タングステンなど)、
1 1 ... リフロー膜 (B P S G など)、1 2 ... 窒化シリコン膜、1 3 ... 区画体、 50

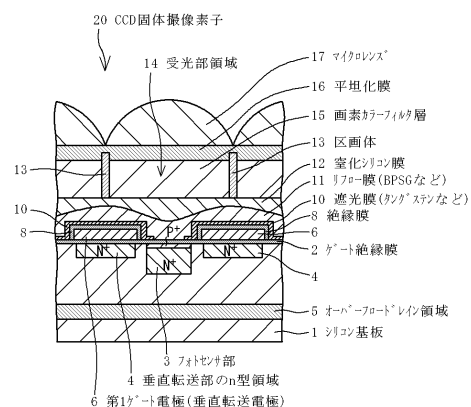
- 1 4 ... 受光部領域、 1 5 ... 画素カラーフィルタ層、
- 1 5 a ... 画素カラーフィルタ層 (緑色)、 1 5 b ... 画素カラーフィルタ層 (青色)、
- 1 5 c ... 画素カラーフィルタ層 (赤色)、 1 6 ... 平坦化膜、 1 7 ... マイクロレンズ、
- 1 8、 1 9 ... 金属薄膜、 2 0 ... C C D 固体撮像素子、 2 1 ... 区画材層、
- 2 2 ... レジストパターン、 2 3 ... 染料含有フォトレジスト層、 2 4 ... マスク、
- 2 5 ... 緑色の画素カラーフィルタ層を設ける単位セル、 2 6 ... 非露光領域、
- 2 7 ... 露光領域、 2 8 ... 受光部領域に配置された染料含有フォトレジスト、
- 2 9 ... マイクロレンズ材層、 3 0 ... C C D 固体撮像素子、 3 1 ... 窒化シリコン膜、
- 3 2 ... 区画体、 3 3 ... 平坦化膜、 3 4 ... 区画体、
- 4 1 a ... 画素カラーフィルタ層 (緑色)、 4 1 b ... 画素カラーフィルタ層 (青色)、
- 4 1 c ... 画素カラーフィルタ層 (赤色)、 5 1 ... 化学増幅型フォトレジスト層、
- 5 2 ... マスク、 5 3 ... 緑色の画素カラーフィルタ層を設ける単位セル、 5 4 ... 露光領域、
- 5 5 ... 非露光領域、 5 6 ... 酸拡散領域 (非露光領域)、 1 0 1 ... 下地層、
- 1 0 2 ... 黄色染料含有レジスト、 1 0 3 ... 第 1 のマスク、 1 0 4 ... 第 2 のマスク、
- 1 0 5 ... 黄色フィルタ、 1 0 6 ... 白色フィルタ、 1 0 7 ... シアン色フィルタ、
- 1 0 8 ... 緑色フィルタ、 1 0 9 ... 多色カラーフィルタ、 1 1 0 ... C C D 撮像素子、
- 1 1 1 ... シリコン基板、 1 1 2 ... フォトセンサ部、 1 1 3 ... 第 1 ゲート電極、
- 1 1 4 ... 平坦化膜、 1 1 5 a ... 画素カラーフィルタ (緑色)、
- 1 1 5 b ... 画素カラーフィルタ (青色)、 1 1 5 c ... 画素カラーフィルタ (赤色)、
- 1 1 6 ... マイクロレンズ、 1 2 0 ... C C D 撮像素子、 1 2 1 ... シリコン基板、
- 1 2 2 ... ゲート絶縁膜、 1 2 3 ... フォトセンサ部、 1 2 4 ... 第 1 ゲート電極、
- 1 2 5 ... 絶縁膜、 1 2 6 ... リフロー膜、 1 2 7 ... 遮光金属膜 (フォトシールド)、
- 1 2 8 ... パッシベーション膜、 1 3 1 ... 金属薄膜、 1 3 2 ... 画素カラーフィルタ層、
- 1 3 3 ... マイクロレンズ

10

20

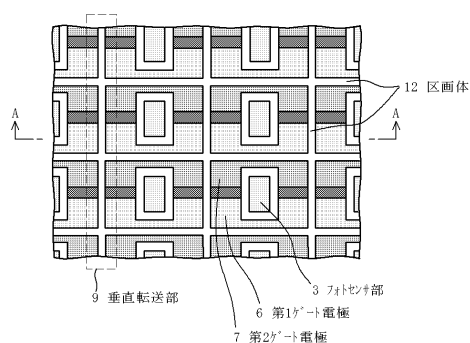
【 図 1 】

本発明の実施の形態 1 に基づく C C D 固体撮像素子の断面図



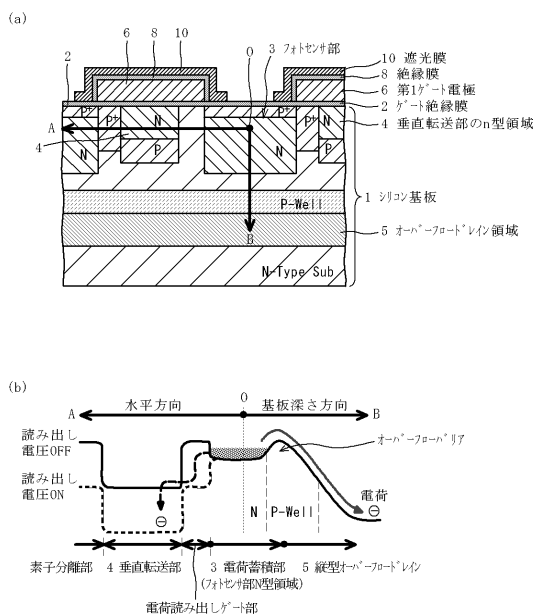
【 図 2 】

本発明の実施の形態 1 に基づく C C D 固体撮像素子の上面図



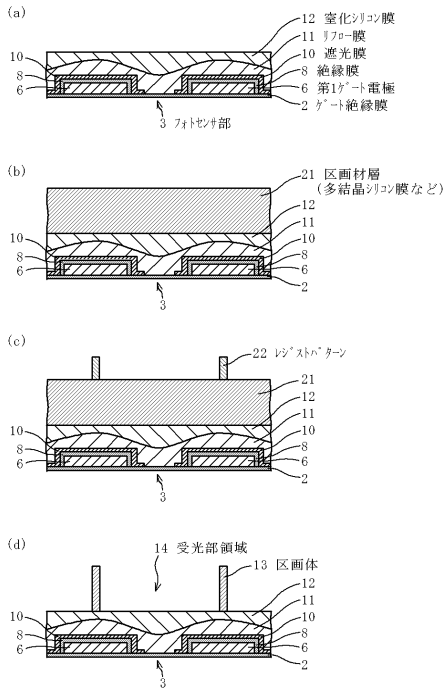
【 図 3 】

本発明の実施の形態 1 に基づく C C D 固体撮像素子のシリコン基板の断面図 (a) とポテンシャル図 (b)



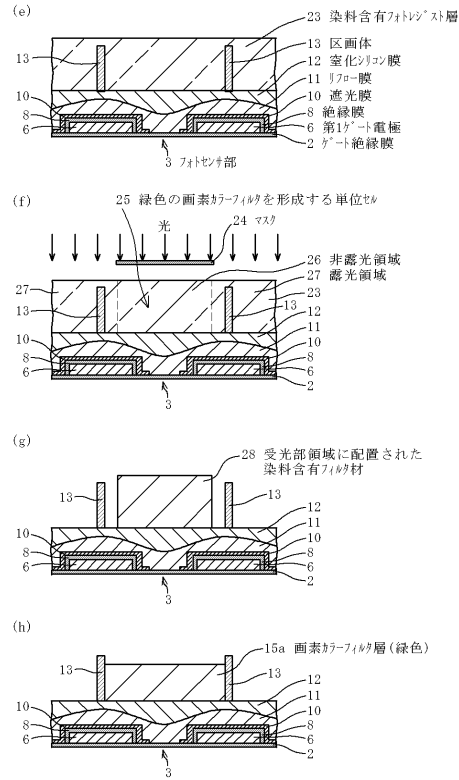
【図4】

本発明の実施の形態1に基づくCCD固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図



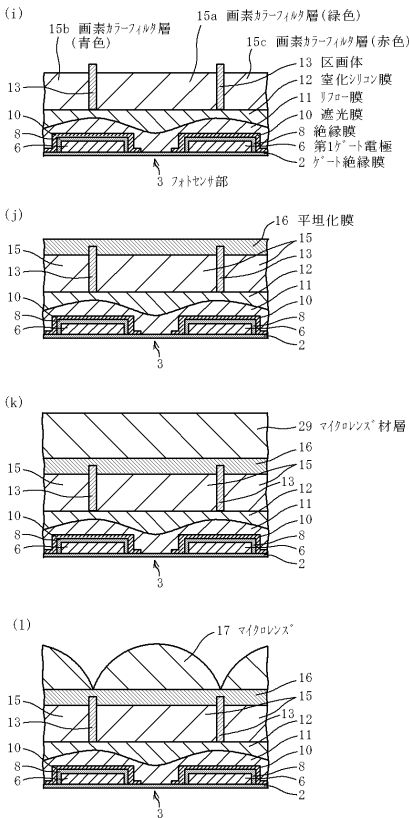
【図5】

本発明の実施の形態1に基づくCCD固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図



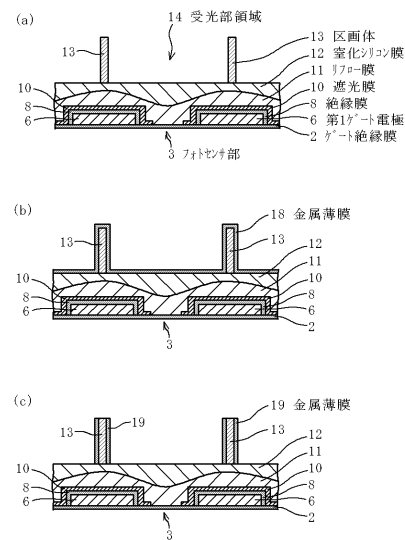
【図6】

本発明の実施の形態1に基づくCCD固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図



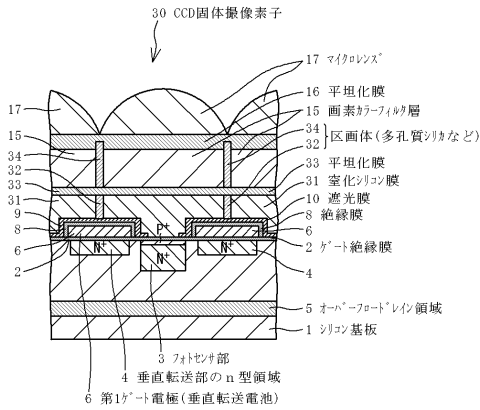
【図7】

本発明の実施の形態1の変形例に基づくCCD固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図



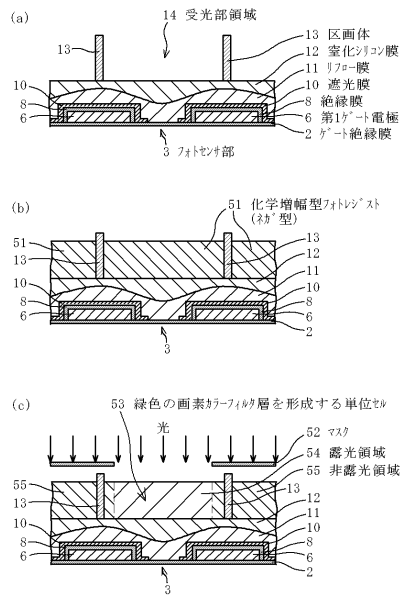
【図 8】

本発明の実施の形態 2 に基づく CCD 固体撮像素子の断面図



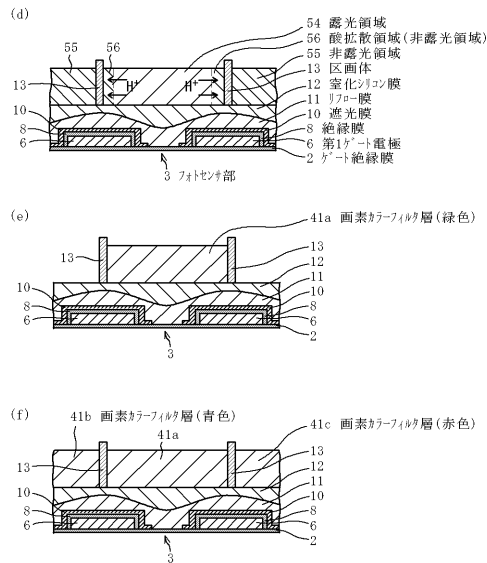
【図 9】

本発明の実施の形態 3 に基づく CCD 固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図



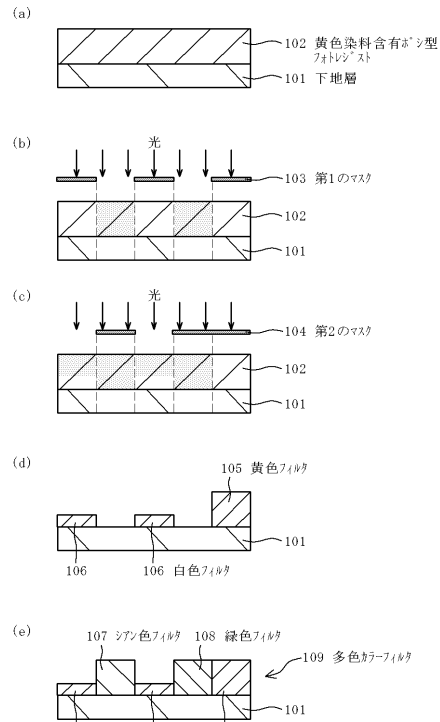
【図 10】

本発明の実施の形態 3 に基づく CCD 固体撮像素子の作製工程の一部を示すフロー図



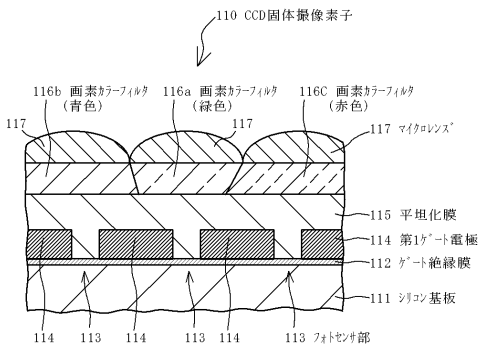
【図 11】

特許文献 1 に開示されている従来の多色カラーフィルタの形成方法を示す断面図



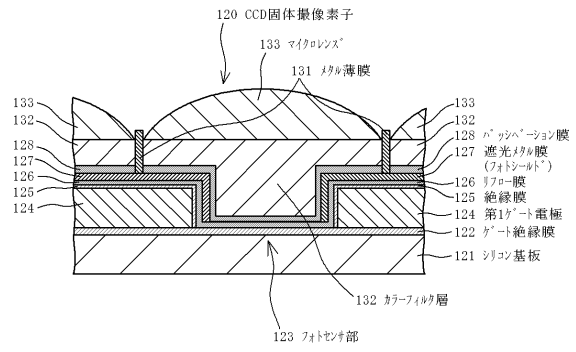
【図12】

特許文献1に開示されている従来の多色カラーフィルタの形成方法の問題点を説明する断面図



【図14】

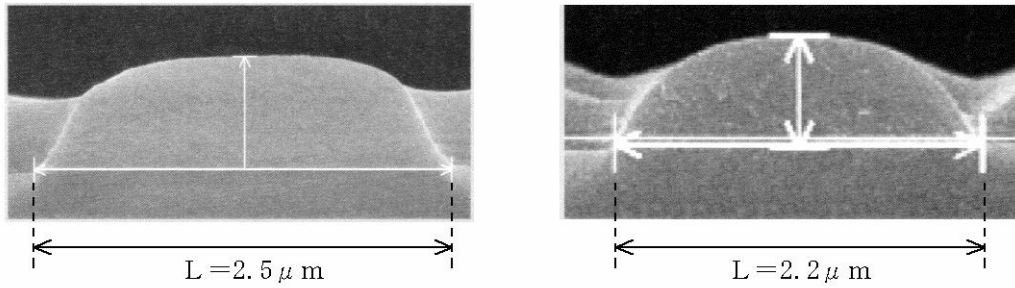
特許文献2に開示されている固体撮像素子の断面図



【図 1 3】

従来のカラーフィルタの断面形状の一例を示す顕微鏡写真 (a) と、分光特性の一例を示すグラフ (b)

(a)



(b)

