

(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2012-109302

(P2012-109302A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

| | | |
|-------------------------------|--------------|-------------|
| (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 |
| GO 2 B 3/00 (2006.01) | GO 2 B 3/00 | A |
| | GO 2 B 3/00 | Z |
| | | 4M118 |

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 16 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-254928 (P2010-254928) | (71) 出願人 | 000005049 |
| (22) 出願日 | 平成22年11月15日 (2010.11.15) | | シャープ株式会社 |
| | | | 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 |
| | | (74) 代理人 | 110000338 |
| | | | 特許業務法人原謙三国際特許事務所 |
| | | (72) 発明者 | 山田 和也 |
| | | | 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 |
| | | | シャープ株式会社内 |
| | | Fターム(参考) | 4M118 AA01 AA10 AB01 BA10 BA14 |
| | | | CA26 CB14 EA01 EA14 FA06 |
| | | | GB11 GC08 GC14 GD04 GD07 |

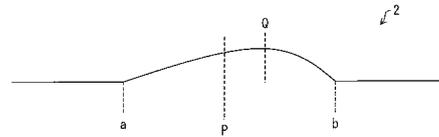
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 受光領域全域での集光率を向上させた固体撮像装置を提供する。

【解決手段】 固体撮像装置は、基板の受光領域の中央部 2 5 に配置された受光部と、受光領域の周縁部 2 6 に配置された受光部と、中央部 2 5 に配置された受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズ 2 と、周縁部 2 6 に配置された受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズ 2 とを備え、中央部 2 5 に配置された受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズ 2 の形状と周縁部 2 6 に配置された受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズ 2 の形状とは、受光領域の中央部 2 5 への光の入射角と受光領域の周縁部 2 6 への光の入射角との差異に応じて異なっている。

【選択図】 図 7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の受光領域の中央部に配置された第 1 受光部と、
 前記受光領域の周縁部に配置された第 2 受光部と、
 前記第 1 受光部に対応する位置に形成された第 1 レンズと、
 前記第 2 受光部に対応する位置に形成された第 2 レンズとを備え、
 前記第 1 レンズの形状と前記第 2 レンズの形状とは、前記受光領域の中央部への光の入射角と前記受光領域の周縁部への光の入射角との差異に応じて異なっていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

前記第 1 レンズは、レンズ中心軸とレンズ頂点軸とが一致しており、
 前記第 2 レンズは、レンズ頂点軸がレンズ中心軸よりも前記受光領域の中心部側に位置している請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 受光部上に形成された第 1 層間絶縁膜と、
 前記第 1 層間絶縁膜上に配列して形成された複数の層内レンズと、
 前記層内レンズ上に形成された第 2 層間絶縁膜と、
 前記第 2 層間絶縁膜上に形成されたカラーフィルタと、
 前記カラーフィルタ上に形成された第 3 層間絶縁膜と、
 前記第 3 層間絶縁膜上に配列して形成された複数のマイクロレンズとをさらに備え、
 前記層内レンズ及び前記マイクロレンズは、片面もしくは両面に凸なレンズ形状を有し

、
 前記第 1 レンズは、前記複数の層内レンズのうちの前記第 1 受光部に対応する位置に形成された層内レンズと、前記複数のマイクロレンズのうちの前記第 1 受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズとを含み、

前記第 2 レンズは、前記複数の層内レンズのうちの前記第 2 受光部に対応する位置に形成された層内レンズと、前記複数のマイクロレンズのうちの前記第 2 受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズとを含む請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記層内レンズおよび前記マイクロレンズの片面もしくは両面のレンズ形状は、球面もしくは非球面である請求項 3 記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記層内レンズおよび前記マイクロレンズは、光透過性材料層の上に所定のレンズパターンを有するテンプレートを押し付けて形成する請求項 3 記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記光透過性材料層は、UV 硬化樹脂もしくは熱硬化性樹脂によって構成されている請求項 5 記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記カラーフィルタは、グリーン、レッドおよびブルーの 3 色、あるいは、イエロー、シアンおよびマゼンダの 3 色のカラーレジストから構成されている請求項 3 記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記第 1、第 2、および第 3 層間絶縁膜は、UV 硬化樹脂もしくは熱硬化性樹脂によって構成されている請求項 3 記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

基板の受光領域の中央部に第 1 受光部を、前記受光領域の周縁部に第 2 受光部をそれぞれ形成する受光部形成工程を包含し、

前記第 1 受光部に対応する位置に第 1 レンズを、前記第 2 受光部に対応する位置に第 2 レンズをそれぞれ形成し、

前記第 1 レンズの形状と前記第 2 レンズの形状とを、前記受光領域の中央部への光の入

10

20

30

40

50

射角と前記受光領域の周縁部への光の入射角との差異に応じて異なるように形成することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 および第 2 受光部の上に、第 1 層間絶縁膜を形成する第 1 層間絶縁膜形成工程と、

前記第 1 層間絶縁膜の上に第 1 レンズパターンを有する第 1 テンプレートを押し付けて、前記第 1 層間絶縁膜に第 1 レンズパターンを形成する第 1 レンズパターン形成工程と、

前記第 1 層間絶縁膜上に、光透過性材料層を塗布し第 2 レンズパターンを有する第 2 テンプレートを押し付けて、第 1 および第 2 レンズパターンを有する複数の層内レンズを形成する層内レンズ形成工程と、

前記光透過性材料層の上に第 2 層間絶縁膜を形成する第 2 層間絶縁膜形成工程と、

前記第 2 層間絶縁膜上にカラーフィルタを形成するカラーフィルタ形成工程と、

前記カラーフィルタ上に第 3 層間絶縁膜を形成する第 3 層間絶縁膜形成工程と、

前記第 3 層間絶縁膜の上に第 3 レンズパターンを有する第 3 テンプレートを押し付けて、前記第 3 層間絶縁膜に第 3 レンズパターンを形成する第 3 レンズパターン形成工程と、

前記第 3 層間絶縁膜上に、光透過性材料層を塗布し第 4 レンズパターンを有する第 4 テンプレートを押し付けて、第 3 および第 4 レンズパターンを有する複数のマイクロレンズを形成するマイクロレンズ形成工程とをさらに包含し、

前記第 1 レンズは、前記複数の層内レンズのうちの前記第 1 受光部に対応する位置に形成された層内レンズと、前記複数のマイクロレンズのうちの前記第 1 受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズとを含み、

前記第 2 レンズは、前記複数の層内レンズのうちの前記第 2 受光部に対応する位置に形成された層内レンズと、前記複数のマイクロレンズのうちの前記第 2 受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズとを含む請求項 9 記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 11】

前記第 1 および第 2 テンプレートが、一体に形成され、一方の面に前記第 1 レンズパターンが形成され、他方の面に前記第 2 レンズパターンが形成され、

前記第 3 および第 4 テンプレートが、一体に形成され、一方の面に前記第 3 レンズパターンが形成され、他方の面に前記第 4 レンズパターンが形成されている請求項 10 記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 12】

前記第 2 テンプレートの第 2 レンズパターンおよび第 4 テンプレートの第 4 レンズパターンは、前記第 2 レンズのレンズ頂点軸がレンズ中心軸よりも前記受光領域の中心部側に位置するようにパターンが形成されている請求項 10 記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 13】

前記第 1 層間絶縁膜形成工程と前記第 1 レンズパターン形成工程と前記層内レンズ形成工程とが、ナノプリント装置内の一連の工程により実施され、

前記第 3 層間絶縁膜形成工程と前記第 3 レンズパターン形成工程と前記マイクロレンズ形成工程とが、ナノプリント装置内の一連の工程により実施される請求項 10 記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光電変換部に形成された受光部ごとにカラーフィルタおよびレンズが配置された固体撮像装置およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor: 相補型金属酸化膜半導体) センサーなどの固体撮像装置においては、半導体基板の表層部に複数の受光部が

10

20

30

40

50

形成されており、半導体基板には配線層が設けられており、配線層上における受光部に対応する位置には、それぞれマイクロレンズが設けられている。また、被写体の色を再現するために、配線層とマイクロレンズとの間には、補色系又は原色系のカラーフィルタが設けられている。

【0003】

近年、このような固体撮像装置においては、画素ピッチの微細化に伴って、各画素におけるマイクロレンズから受光部までの光路のアスペクト比が高くなり、集光率が低下するという問題が生じている。

【0004】

特に、固体撮像装置に設けられた受光領域の周縁部に配置された画素に向かって斜め方向から入射した光の一部が、配線層内の配線等によって反射されてしまい、受光部に到達する光の割合が低下してしまう。この結果、固体撮像装置によって撮像された画像の周縁部において相対的に輝度が低下する現象、すなわち、シェーディングが引き起こされる。

10

【0005】

このようなシェーディングを抑制するためには、マイクロレンズから受光部までの距離を縮めることが有効である。例えば、特許文献1には、カラーフィルタをナノインプリント法によりマイクロレンズ形状に加工し、カラーフィルタにマイクロレンズの機能を持たせ、マイクロレンズを不要として受光部までの距離を縮めることにより集光率を高める手法が開示されている。

【0006】

また、受光領域全域に渡って集光率を高める手法としては、層内レンズおよびマイクロレンズの複数のレンズを配置し、更に両面凸レンズにすることが有効である。しかし、球面のみで構築されたレンズでは様々な収差が発生し、像がぼやけたり湾曲したりといった弊害の元となる。これを抑えるために形状や屈折率などの異なるレンズを複数組み合わせる工夫がなされてきたが、球面レンズのみの組み合わせでは収差補正に実用上の限界があった。そこで、非球面レンズを組み合わせ、様々な収差を補正する技術が提案されてきた。

20

【0007】

シェーディングを抑制するためには、受光領域内でレンズ中心軸を変化させることが有効である。例えば、特許文献2には、グレーティングマスクを使用して形成する手法が提案されている。グレーティングマスクとは、各受光領域における光の透過率が、遮光と透光との間の中間値を取るマスクである。なお、通常のマスクにおいては、各受光領域における光の透過率は、遮光及び透光の2水準のみである。グレーティングマスクには、例えば、露光に使用する光の解像度未満のサイズのパターンが形成されており、このパターンにおける遮光部分と透光部分との比率が、受光領域毎に異なっている。そして、このようなグレーティングマスクを使用して、SiN上にレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとしてRIE (Reactive Ion Etching) などの異方性エッチングを施し、SiNでレンズを形成する手法が提案されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0008】

【特許文献1】特開2008-218563号公報(2008年09月18日公開)

【特許文献2】特開2008-193383(2008年08月21日公開)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1に記載の技術においては、片面レンズしか形成できないため、集光率を高めるには限界がある。

【0010】

また、特許文献2に記載の技術においては、複雑な形状を有するグレーティングマスク

50

を使用するため、マスクコストが増大する。更に、フォトリソグラフィ技術によりレジストでレンズパターンを形成するため、露光後ベークでの熱処理が必須であるので、非球面レンズ形状やレンズ中心位置が異なるレンズ形状の形成は困難である。更に、フォトリソグラフィ技術、ドライエッチング技術によりレンズを形成するため、工程数が増加するといった課題が発生する。

【0011】

本発明の目的は、画素ピッチが微細化された高画素の固体撮像装置において、受光領域全域に渡って集光率を向上し、さらに様々な収差を低減できる固体撮像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】

【0012】

上記の課題を解決するために、本発明に係る固体撮像装置は、基板の受光領域の中央部に配置された第1受光部と、前記受光領域の周縁部に配置された第2受光部と、前記第1受光部に対応する位置に形成された第1レンズと、前記第2受光部に対応する位置に形成された第2レンズとを備え、前記第1レンズの形状と前記第2レンズの形状とは、前記受光領域の中央部への光の入射角と前記受光領域の周縁部への光の入射角との差異に応じて異なっていることを特徴とする。

【0013】

この特徴により、前記第1レンズの形状と前記第2レンズの形状とを、前記受光領域の中央部への光の入射角と前記受光領域の周縁部への光の入射角との差異に応じて異ならせ、入射角の差異によって受光領域の周縁部において中央部よりも相対的に輝度が低下するシェーディング現象を防止して、受光領域内のすべての領域において高集光率を達成することができるように形状を異ならせることができる。この結果、受光領域の中央と周縁とでレンズの形状を異ならせるという簡単な構成により、受光領域全域での集光率を向上させた固体撮像装置を提供することができる。

【0014】

本発明に係る固体撮像装置では、前記第1レンズは、レンズ中心軸とレンズ頂点軸とが一致しており、前記第2レンズは、レンズ頂点軸がレンズ中心軸よりも前記受光領域の中心部側に位置していることが好ましい。

【0015】

上記構成によれば、受光領域の周縁部において、レンズ頂点軸がレンズ中心軸よりも受光領域の中心部側に位置しているため、受光領域の中央部と周縁部とで光の入射角が異なるために周縁部で相対的に輝度が低下するシェーディング現象を効果的に防止することができる。

【0016】

本発明に係る固体撮像装置では、前記第1及び第2受光部上に形成された第1層間絶縁膜と、前記第1層間絶縁膜上に配列して形成された複数の層内レンズと、前記層内レンズ上に形成された第2層間絶縁膜と、前記第2層間絶縁膜上に形成されたカラーフィルタと、前記カラーフィルタ上に形成された第3層間絶縁膜と、前記第3層間絶縁膜上に配列して形成された複数のマイクロレンズとをさらに備え、前記層内レンズ及び前記マイクロレンズは、片面もしくは両面に凸なレンズ形状を有し、前記第1レンズは、前記複数の層内レンズのうちの前記第1受光部に対応する位置に形成された層内レンズと、前記複数のマイクロレンズのうちの前記第1受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズとを含み、前記第2レンズは、前記複数の層内レンズのうちの前記第2受光部に対応する位置に形成された層内レンズと、前記複数のマイクロレンズのうちの前記第2受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズとを含むことが好ましい。

【0017】

上記構成によれば、受光領域の中央部に対応して配置されたレンズと受光領域の周縁部に対応して配置されたレンズとの形状を、層内レンズとマイクロレンズとの双方で、受光領域の中央部への光の入射角と周縁部への光の入射角との差異に応じて異ならせることが

10

20

30

40

50

でき、シェーディング現象を防止して、受光領域全域での集光率をより一層向上させることができる。

【0018】

本発明に係る固体撮像装置では、前記層内レンズおよび前記マイクロレンズの片面もしくは両面のレンズ形状は、球面もしくは非球面であることが好ましい。

【0019】

上記構成によれば、層内レンズおよびマイクロレンズを容易に形成することができる。

【0020】

本発明に係る固体撮像装置では、前記層内レンズおよび前記マイクロレンズは、光透過性材料層の上に所定のレンズパターンを有するテンプレートを押し付けて形成することが好ましい。

10

【0021】

上記構成によれば、層内レンズおよびマイクロレンズを容易に形成することができる。

【0022】

本発明に係る固体撮像装置では、前記光透過性材料層は、UV硬化樹脂もしくは熱硬化性樹脂によって構成されていることが好ましい。

【0023】

上記構成によれば、必要な光学性能及びプロセス性能を低コストに得ることができる。

【0024】

本発明に係る固体撮像装置では、前記カラーフィルタは、グリーン、レッドおよびブルーの3色、あるいは、イエロー、シアンおよびマゼンダの3色のカラーレジストから構成されていることが好ましい。

20

【0025】

上記構成によれば、カラーフィルタを3色のみで簡単に構成することができる。

【0026】

本発明に係る固体撮像装置では、前記第1、第2、および第3層間絶縁膜は、UV硬化樹脂もしくは熱硬化性樹脂によって構成されていることが好ましい。

【0027】

上記構成によれば、第3層間絶縁膜を容易に形成することができる。

【0028】

本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、基板の受光領域の中央部に第1受光部を、前記受光領域の周縁部に第2受光部をそれぞれ形成する受光部形成工程を包含し、前記第1受光部に対応する位置に第1レンズを、前記第2受光部に対応する位置に第2レンズをそれぞれ形成し、前記第1レンズの形状と前記第2レンズの形状とを、前記受光領域の中央部への光の入射角と前記受光領域の周縁部への光の入射角との差異に応じて異なるように形成することを特徴とする。

30

【0029】

この特徴により、前記第1レンズの形状と前記第2レンズの形状とを、前記受光領域の中央部への光の入射角と前記受光領域の周縁部への光の入射角との差異に応じて異ならせ、入射角の差異によって受光領域の周縁部において中央部よりも相対的に輝度が低下するシェーディング現象を防止して、受光領域内のすべての領域において高集光率を達成することができるように形状を異ならせることができる。この結果、受光領域の中央と周縁とでレンズの形状を異ならせるという簡単な構成により、受光領域全域での集光率を向上させた固体撮像装置を製造することができる。

40

【0030】

本発明に係る固体撮像装置の製造方法では、前記第1および第2受光部の上に、第1層間絶縁膜を形成する第1層間絶縁膜形成工程と、前記第1層間絶縁膜の上に第1レンズパターンを有する第1テンプレートを押し付けて、前記第1層間絶縁膜に第1レンズパターンを形成する第1レンズパターン形成工程と、前記第1層間絶縁膜上に、光透過性材料層を塗布し第2レンズパターンを有する第2テンプレートを押し付けて、第1および第2レ

50

ンズパターンを有する複数の層内レンズを形成する層内レンズ形成工程と、前記光透過性材料層の上に第2層間絶縁膜を形成する第2層間絶縁膜形成工程と、前記第2層間絶縁膜上にカラーフィルタを形成するカラーフィルタ形成工程と、前記カラーフィルタ上に第3層間絶縁膜を形成する第3層間絶縁膜形成工程と、前記第3層間絶縁膜の上に第3レンズパターンを有する第3テンプレートを押し付けて、前記第3層間絶縁膜に第3レンズパターンを形成する第3レンズパターン形成工程と、前記第3層間絶縁膜上に、光透過性材料層を塗布し第4レンズパターンを有する第4テンプレートを押し付けて、第3および第4レンズパターンを有する複数のマイクロレンズを形成するマイクロレンズ形成工程とをさらに包含し、前記第1レンズは、前記複数の層内レンズのうちの前記第1受光部に対応する位置に形成された層内レンズと、前記複数のマイクロレンズのうちの前記第1受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズとを含み、前記第2レンズは、前記複数の層内レンズのうちの前記第2受光部に対応する位置に形成された層内レンズと、前記複数のマイクロレンズのうちの前記第2受光部に対応する位置に形成されたマイクロレンズとを含むことが好ましい。

10

20

30

40

50

【0031】

上記構成により、受光領域の中央部に対応して配置されたレンズと受光領域の周縁部に対応して配置されたレンズとの形状を、層内レンズとマイクロレンズとの双方で、受光領域の中央部への光の入射角と周縁部への光の入射角との差異に応じて異ならせることができ、シェーディング現象を防止して、受光領域全域での集光率をより一層向上させることができる固体撮像装置を製造することができる。

【0032】

本発明に係る固体撮像装置の製造方法では、前記第1および第2テンプレートが、一体に形成され、一方の面に前記第1レンズパターンが形成され、他方の面に前記第2レンズパターンが形成され、前記第3および第4テンプレートが、一体に形成され、一方の面に前記第3レンズパターンが形成され、他方の面に前記第4レンズパターンが形成されていることが好ましい。

【0033】

上記構成により、層内レンズの第1および第2レンズパターン及びマイクロレンズの第3および第4レンズパターンを容易に形成することができる。

【0034】

本発明に係る固体撮像装置の製造方法では、前記第2テンプレートの第2レンズパターンおよび第4テンプレートの第4レンズパターンは、前記第2レンズのレンズ頂点軸がレンズ中心軸よりも前記受光領域の中心部側に位置するようにパターンが形成されていることが好ましい。

【0035】

上記構成により、受光領域の周縁部において、レンズ頂点軸がレンズ中心軸よりも受光領域の中心部側に位置しているため、受光領域の中央部と周縁部とで光の入射角が異なるために周縁部で相対的に輝度が低下するシェーディング現象を効果的に防止することができる。

【0036】

本発明に係る固体撮像装置の製造方法では、前記第1層間絶縁膜形成工程と前記第1レンズパターン形成工程と前記層内レンズ形成工程とが、ナノプリント装置内の一連の工程により実施され、前記第3層間絶縁膜形成工程と前記第3レンズパターン形成工程と前記マイクロレンズ形成工程とが、ナノプリント装置内の一連の工程により実施されることが好ましい。

【0037】

上記構成により、層内レンズおよびマイクロレンズを精度良く形成することができる。

【発明の効果】**【0038】**

本発明に係る固体撮像装置は、前記第1レンズの形状と前記第2レンズの形状とを、前

記受光領域の中央部への光の入射角と前記受光領域の周縁部への光の入射角との差異に応じて異ならせたので、入射角の差異によって受光領域の周縁部において中央部よりも相対的に輝度が低下するシェーディング現象を防止して、受光領域内のすべての領域において高集光率を達成することができるように形状を異ならせることができる。この結果、受光領域の中央と周縁とでレンズの形状を異ならせるという簡単な構成により、受光領域全域での集光率を向上させた固体撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】実施の形態1に係る固体撮像装置の概略構成を示す模式図である。

【図2】(a)は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図であり、(b)は上記製造方法に使用するテンプレートの断面図であり、(c)～(f)は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図3】(a)は上記製造方法に使用する他のテンプレートの断面図であり、(b)～(c)は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図であり、(d)は上記製造方法に使用する他のテンプレートの断面図であり、(e)～(f)は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図4】上記固体撮像装置に設けられたカラーフィルタの配置態様を説明するための平面図である。

【図5】テンプレートの拡大平面図である。

【図6】図5に示される断面BBに沿った断面図である。

【図7】レンズ中心軸及びレンズ頂点軸の定義を説明するための模式図である。

【図8】(a)は実施の形態2に係る固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図であり、(b)は上記製造方法に使用するテンプレートの断面図であり、(c)～(d)は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図であり、(e)は上記製造方法に使用するテンプレートの断面図であり、(f)～(g)は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図9】(a)～(b)は実施の形態2に係る固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図であり、(c)は上記製造方法に使用する他のテンプレートの断面図であり、(d)～(e)は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図10】(a)は上記製造方法に使用する他のテンプレートの断面図であり、(b)～(c)は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

本発明の固体撮像装置に関する実施の一形態について図1～図12に基づいて説明すれば以下のとおりである。

【0041】

(実施の形態1)

(固体撮像装置の構成)

図1は、実施の形態1に係る固体撮像装置1の概略構成を示す模式図である。固体撮像装置1は、CCDチップ12によって構成されている。一つのCCDチップ12は、光を受光して電気信号に変換する光電変換部15と、光電変換部15の周りに配置されてロジック回路を有する周辺回路部13とに大別される。光電変換部15は、受光領域を構成する。

【0042】

図2(a)は固体撮像装置1の製造方法を説明するための図1に示す面RR'に沿った断面図であり、(b)は上記製造方法に使用するテンプレート8の断面図であり、(c)～(f)は固体撮像装置1の製造方法を説明するための面RR'に沿った断面図である。

図3(a)は上記製造方法に使用する他のテンプレート9の断面図であり、(b)～(c)は固体撮像装置1の製造方法を説明するための面RR'に沿った断面図であり、(d)は上記製造方法に使用する他のテンプレート9の断面図であり、(e)～(f)は固体撮

10

20

30

40

50

像装置 1 の製造方法を説明するための面 R R ' に沿った断面図である。

【 0 0 4 3 】

まず、図 3 (f) を参照して実施の形態 1 に係る固体撮像装置 1 の構成を説明する。固体撮像装置 1 は、シリコン基板 3 0 を備えている。シリコン基板 3 0 の表面には、複数の受光部 1 6 と、受光部 1 6 によって受光された光から変換された電荷を転送する電荷転送部 1 7 とが形成されている。各電荷転送部 1 7 の上には、転送電極 1 8 と遮光膜 1 9 とがこの順番に形成されている。受光部 1 6 と転送電極 1 8 と遮光膜 1 9 とシリコン基板 3 0 とを覆うように層間絶縁膜 4 が形成されている。

【 0 0 4 4 】

層間絶縁膜 4 の上には、層内レンズ 2 2 が受光部 1 6 に対応する位置に形成されている。層内レンズ 2 2 は、下側は平面であり上側は凸面を有している。層内レンズ 2 2 を覆うように層間絶縁膜 5 が形成されている。層間絶縁膜 5 の上には、カラーフィルタ 6 が形成されている。カラーフィルタ 6 は、赤色 (R) フィルタ、緑色 (G) フィルタ、及び青色 (B) フィルタを含む。

10

【 0 0 4 5 】

図 4 は、カラーフィルタ 6 の赤色 (R) フィルタ、緑色 (G) フィルタ、及び青色 (B) フィルタの配置態様を説明するための平面図である。そして、図 2 及び図 3 は、図 4 に示す断面 T T に沿った断面図である。図 2 及び図 3 は、図 4 に示す断面 T T に沿った断面図である。図 4 に示すように、図 2 及び図 3 に示す断面図には、赤色 (R) フィルタ及び緑色 (G) フィルタは現れるが、青色 (B) フィルタは現れない。

20

【 0 0 4 6 】

カラーフィルタ 6 の上には層間絶縁膜 7 が形成されている。層間絶縁膜 7 の上にはマイクロレンズ 2 が受光部 1 6 に対応する位置に形成されている。マイクロレンズ 2 は、受光部 1 6 と反対側の面に略半球状の凸面を有し、受光部 1 6 側の面に扁平な凸面を有する。

【 0 0 4 7 】

光電変換部 1 5 の中央部に配置された層内レンズ 2 2 の形状と、光電変換部 1 5 の周縁部に配置された層内レンズ 2 2 の形状とは、光電変換部 1 5 の中央部への光の入射角と光電変換部 1 5 の周縁部への光の入射角との差異に応じて異なっている。例えば、光電変換部 1 5 の中央部に配置された層内レンズ 2 2 は、レンズ中心軸とレンズ頂点軸とが一致しており、光電変換部 1 5 の周縁部に配置された層内レンズ 2 2 は、レンズ頂点軸がレンズ中心軸よりも光電変換部 1 5 の中心部側に位置している。

30

【 0 0 4 8 】

また、光電変換部 1 5 の中央部に配置されたマイクロレンズ 2 の形状と、光電変換部 1 5 の周縁部に配置されたマイクロレンズ 2 の形状とは、光電変換部 1 5 の中央部への光の入射角と光電変換部 1 5 の周縁部への光の入射角との差異に応じて異なっている。例えば、光電変換部 1 5 の中央部に配置されたマイクロレンズ 2 は、レンズ中心軸とレンズ頂点軸とが一致しており、光電変換部 1 5 の周縁部に配置されたマイクロレンズ 2 は、レンズ頂点軸がレンズ中心軸よりも光電変換部 1 5 の中心部側に位置している。

【 0 0 4 9 】

(固体撮像装置の製造方法)

次に、実施の形態 1 に係る固体撮像装置 1 の製造方法を説明する。まず、図 2 (a) に示すように、公知の技術を用いて形成した一般的な C C D イメージセンサーの製造工程により製造する。

40

【 0 0 5 0 】

図 2 (a) を参照すると、シリコン基板 3 0 からなる半導体ウエハーに、 $S i O_2$ 、 $S i N$ 膜を成膜する。その後、フォトリソグラフィ、ドライエッチング、ロコス酸化を行い、光電変換部 1 5 と周辺回路部 1 3 と (図 1) を形成する。次にフォトリソグラフィ、イオン注入を繰り返し行い、受光部 1 6 および電荷転送部 1 7 を光変換部 1 5 と周辺回路部 1 3 と (図 1) に形成する。

【 0 0 5 1 】

50

次に、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法によりポリシリコンを受光部 16 および電荷転送部 17 の上に成膜する。その後、フォトリソグラフィ、ドライエッチングを行い、転送電極 18 を電荷転送部 17 の上に形成する。次に、遮光膜 19 となるアルミニウムやアルミニウム合金、あるいはチタンやタングステンなどの高融点金属をスパッタ法により単層あるいは複層形成する。その後、フォトリソグラフィ、ドライエッチングを行い、受光部 16 の上のみ遮光膜 19 を開口させる。

【0052】

次に、BPSG (ホウ素リンシリケートガラス) 膜や SiO_2 膜を、プラズマ CVD 法を用いて形成する。その後、高温加熱によるリフロー処理や CMP (Chemical Mechanical Polishing) を行い、表面が平坦な層間絶縁膜 4 を、受光部 16、転送電極 18 及び遮光膜 19 を覆うように形成する。次に、アルミニウムやアルミニウム合金、あるいはチタンやタングステンなどの高融点金属を、スパッタ法により単層あるいは複層形成する。その後、フォトリソグラフィ、ドライエッチングを行い、周辺回路部 13 に対応する領域のみ金属配線を形成する。今回は、金属配線として、アルミニウム合金を用い、膜厚は $1.0 \mu\text{m}$ 形成した。

10

【0053】

ここまでの工程は、公知の技術を用いて形成した一般的な CCD イメージセンサーの製造工程であり、これ以降の工程をカラーフィルタ工程と称する。

【0054】

図 2 (b) 及び (c) を参照すると、層内レンズ 22 の材料となる光透過性材料 20 をパターニングするテンプレート 8 の一方の面 A には、層内レンズ 22 の形状をパターニングする凹部が形成されている。

20

【0055】

図 2 (c) を参照すると、層内レンズ 22 の材料となる光透過性材料 20 をスピンコーター法により層間絶縁膜 4 の上に塗布する。本実施の形態では、スピンコーター法により塗布した。しかしながら、本発明はこの手法に限定されない。高粘度の材料等ではインクジェット方式や、スキャン方式など非スピン方式で塗布しても構わない。

【0056】

また、レジスト等の感光性材料では、スピンコーター処理後、熱処理を行い成膜が完了するが、本手法では、塗布した後、テンプレート 8 を用いたナノインプリント法によってパターニングする。このため、光透過性材料 20 が変形し易いように、スピンコーター法による処理後は、熱処理は実施しない。透明膜の材料となる光透過性材料 20 としては、硬化方式では、UV 硬化樹脂もしくは熱硬化性樹脂があり、屈折率としては、 $1.4 \sim 2.0$ 程度の種々の材料がある。光学性能としては、高屈折率材料の方が一般的には望ましいが、必要な光学性能およびプロセス性能およびコスト面から種々の材料を選択することができる。本実施の形態では、屈折率 1.49 の UV 硬化樹脂を用いた。

30

【0057】

層内レンズ 22 のパターンのパターニング手法としては、ナノインプリント装置を用いるナノインプリント法により行った。ナノインプリント装置は、UV 硬化方式と熱硬化方式との 2 種類がある。本実施の形態では、UV 硬化方式かつステップ&リピート方式で実施した。

40

【0058】

テンプレート 8 は、石英からなる基材に層内レンズ 22 に形成されるべきレンズパターンを加工したものである。光電変換部 15 の形状は、固定撮像装置を組み込む完成品の仕様によって決定され、一般的には、横：縦 = $4 : 3$ 、または横：縦 = $16 : 9$ になる。

【0059】

片面に凹型の球面形状を有するテンプレート 8 を光透過性材料 20 に密着させ、テンプレート 8 側から、 $\lambda = 365 \text{ nm}$ の単波長の UV 光を約 10 sec 照射させ、ステップ&リピート方式でウエハ全面に、図 2 (d) に示す凸型のレンズパターンからなる層内レンズ 22 を形成した。

50

【 0 0 6 0 】

次に、図 2 (e) を参照すると、アクリル系樹脂をスピンコーター法により層内レンズ 2 2 の上に塗布した後、ドライエッチャーによりウエハー全面に渡ってエッチバックを行い平坦化し、層間絶縁膜 5 を形成した。

【 0 0 6 1 】

そして、図 2 (f) を参照すると、グリーン、レッドおよびブルーの 3 色のカラーフィルタを塗布、露光、現像により形成した。なお、イエロー、シアンおよびマゼンダの 3 色のレジストのカラーフィルタを形成してもよい。前述したように、カラーフィルタは図 4 に示すように配置されているので、図 2 及び図 3 に示す断面図には、赤色 (R) フィルタ及び緑色 (G) フィルタは現れるが、青色 (B) フィルタは現れない。

10

【 0 0 6 2 】

次に、図 3 (a) を参照すると、テンプレート 9 は、一方の面 C に半球状の凹部が形成されており、他方の面 D には、半球状の凹部に対応する位置に扁平状の凸部が形成されている。

【 0 0 6 3 】

図 3 (b) を参照すると、層間絶縁膜 2 4 をスピンコーター法によりカラーフィルタ 6 の上に塗布し、テンプレート 9 の面 D を層間絶縁膜 2 4 に密着させ、テンプレート 9 側から、 $\lambda = 365 \text{ nm}$ の単波長の UV 光を約 10 sec 照射し、ステップ&リピート方式でウエハー全面に、図 3 (c) に示すように、レンズパターンを有する層間絶縁膜 7 を形成した。

20

【 0 0 6 4 】

図 5 は、テンプレート 9 の拡大平面図である。受光領域 2 1 の中央部 2 5 にはレンズ用パターン 2 7 が形成され、周縁部 2 6 にはレンズ用パターン 2 8 が形成されている。

【 0 0 6 5 】

図 6 は、図 5 に示される面 S S ' に沿った断面図である。受光領域の中央部 2 5 では、光の入射方向は垂直方向であり、マイクロレンズ 2 のレンズ中心軸 P とレンズ頂点軸 Q との位置が一致している。しかしながら、受光領域の周縁部 2 6 では、マイクロレンズ 2 のレンズ中心軸 P とレンズ頂点軸 Q との位置が一致しておらず、レンズ頂点軸 Q がレンズ中心軸 P よりも受光領域の中央部 2 5 側に位置している。周縁部 2 6 への光の入射方向は中央部 2 5 に向かう方向に傾いた斜め方向であり、レンズ中心軸 P とレンズ頂点軸 Q とを含む面は、周縁部 2 6 への光の入射方向に対応している。

30

【 0 0 6 6 】

図 7 は、レンズ中心軸 P 及びレンズ頂点軸 Q の定義を説明するための模式図である。レンズ中心軸 P は、レンズエッジ a・b の輪郭線に基づいて算出した重心を通る軸である。レンズ頂点軸 Q は、レンズの表面高さが最も高い位置を通る軸である。

【 0 0 6 7 】

本実施の形態に係る固体撮像装置に設けられた層間レンズ及びマイクロレンズのレンズ中心軸 P 及びレンズ頂点軸 Q の位置は、例えば 3 次元形状測定器による測定により特定することができる。3 次元形状測定器は、例えば、株式会社ニコン製

1289785076468_0.aspx

40

NEXIV VMR - 3020 を使用することができる。

【 0 0 6 8 】

固体撮像装置 1 に入射した光は、図 3 (f) に示すマイクロレンズ 2 で集光され、カラーフィルタ 6 を透過した後、層内レンズ 2 2 で再度集光され、受光部 1 6 に入る。しかし、マイクロレンズ 2 に入射した光は、受光領域の中央部 2 5 と周縁部 2 6 とで入射角が異なるため、その結果、受光領域の中央部と周縁部とでマイクロレンズ 2 および層内レンズ 2 2 が同じレンズ形状であると、受光領域内で相対的に輝度が低下する現象、すなわち、シェーディングが引き起こされる。

【 0 0 6 9 】

本実施の形態では、光学シミュレーションにより、受光領域内全てで高集光率を達成す

50

るために、図 6 に示すように、受光領域の中央部 2 5 と周縁部 2 6 とで、マイクロレンズ 2、層内レンズ 2 2 の上下面のレンズ形状を変化させている。

【 0 0 7 0 】

次に、図 3 (d) 及び図 3 (e) を参照すると、テンプレート 9 の面 C と面 D とを反転させて表裏面を入れ替え、面 C が層間絶縁膜 7 に対向するようにする。そして、マイクロレンズ 2 の材料となる光透過性材料 2 3 をスピコート法により塗布する。その後、テンプレート 9 を光透過性材料 2 3 に密着させ、テンプレート 9 側から、 $\lambda = 365 \text{ nm}$ の単波長の UV 光を約 10 sec 照射させ、図 3 (f) のように両面にレンズパターンを有するマイクロレンズ 2 をステップ & リピート方式でウエハー全面に形成した。

【 0 0 7 1 】

本実施の形態では、テンプレートを用いたインプリント方式を採用することにより、レンズ形状は球面だけでなく非球面形状等、様々なレンズ形状を形成することが可能となる。また、マイクロレンズ 2 および層内レンズ 2 2 のレンズ形状の組み合わせを変えることにより、集光率、レンズ収差など、様々な光学性能を最適化することが可能となる。

【 0 0 7 2 】

(実施の形態 2)

実施の形態 2 は、実施の形態 1 に係る固体撮像装置の光学特性を更に向上させることを目的として、層内レンズ 2 2 A が上下面双方にレンズ形状を有する実施形態である。以下、実施例 1 と異なる部分を中心に図面に基づいて説明する。

【 0 0 7 3 】

図 8 (a) は実施の形態 2 に係る固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図であり、(b) は上記製造方法に使用するテンプレート 1 0 の断面図であり、(c) ~ (d) は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図であり、(e) は上記製造方法に使用するテンプレート 1 0 の断面図であり、(f) ~ (g) は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。図 9 (a) ~ (b) は実施の形態 2 に係る固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図であり、(c) は上記製造方法に使用する他のテンプレート 1 1 の断面図であり、(d) ~ (e) は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。図 1 0 (a) は上記製造方法に使用する他のテンプレート 1 1 の断面図であり、(b) ~ (c) は上記固体撮像装置の製造方法を説明するための断面図である。実施の形態 1 において前述した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、その詳細な説明は繰り返さない。

【 0 0 7 4 】

図 8 (a) を参照すると、実施の形態 1 で前述したように、公知の技術を用いて形成した一般的な CCD イメージセンサーの製造工程により、シリコン基板 3 0 に受光部 1 6、電荷転送部 1 7、転送電極 1 8、遮光膜 1 9、及び層間絶縁膜 4 を形成する。

【 0 0 7 5 】

図 8 (b) を参照すると、層内レンズ 2 2 A の材料となる光透過性材料をパターニングするテンプレート 1 0 の一方の面 F には、層内レンズ 2 2 A の形状をパターニングする凸部が形成されており、他方の面 E には層内レンズ 2 2 A の形状をパターニングする凹部が形成されている。

【 0 0 7 6 】

図 8 (c) を参照すると、層間絶縁膜 2 9 をスピコート法により層間絶縁膜 4 の上に塗布する。

【 0 0 7 7 】

面 F に凸型の形状を有するテンプレート 1 0 を層間絶縁膜 2 9 に密着させ、テンプレート 1 0 側から、 $\lambda = 365 \text{ nm}$ の単波長の UV 光を約 10 sec 照射させ、ステップ & リピート方式でウエハー全面に、図 8 (d) に示す凹型のレンズパターンからなる層間絶縁膜 2 9 を形成した。

【 0 0 7 8 】

次に、図 8 (e) に示すように、テンプレート 1 0 の表裏面を入れ替え、面 E が下にな

10

20

30

40

50

るようにして、層内レンズ 22A の材料となる光透過性材料 20A をスピコーター法により層間絶縁膜 29 の上に塗布した。その後、テンプレート 10 を光透過性材料 20A に密着させ、テンプレート 10 側から、 $\lambda = 365 \text{ nm}$ の単波長の UV 光を約 10 sec 照射させ、図 8 (g) に示すように両面にレンズパターンを有する層内レンズ 22A をステップ&リピート方式でウエハー全面に形成した。

【0079】

次に、図 9 (a) に示すように層間絶縁膜 5 を形成した。そして、図 9 (b) に示すように 3 色のカラーフィルタ 6 を形成した。次に、図 9 (c) を参照すると、テンプレート 11 は、一方の面 G に半球状の凹部が形成されており、他方の面 H には、半球状の凹部に対応する位置に扁平状の凹部が形成されている。

10

【0080】

図 9 (d) を参照すると、層間絶縁膜 24 をカラーフィルタ 6 の上に塗布し、テンプレート 11 の面 H を層間絶縁膜 24 に密着させ、テンプレート 11 側から、 $\lambda = 365 \text{ nm}$ の単波長の UV 光を約 10 sec 照射させ、図 9 (e) に示すように、レンズパターンを有する層間絶縁膜 7A をステップ&リピート方式でウエハー全面に形成した。

【0081】

次に、図 10 (a) 及び図 10 (b) を参照すると、テンプレート 11 の面 H と面 G とを反転させて表裏面を入れ替え、面 G が層間絶縁膜 24 に対向するようにする。そして、マイクロレンズ 2A の材料となる光透過性材料 23 をスピコーター法により塗布する。その後、テンプレート 11 を光透過性材料 23 に密着させ、テンプレート 11 側から、 $\lambda = 365 \text{ nm}$ の単波長の UV 光を約 10 sec 照射させ、図 10 (c) に示すように両面にレンズパターンを有するマイクロレンズ 2A をステップ&リピート方式でウエハー全面に形成した。

20

【0082】

テンプレート 10・11 も、実施の形態 1 で前述したテンプレート 8・9 と同様に、図 5 に示すように、受光領域の中央部 25 では、1 個のマイクロレンズ 2 の上面が円形になるように円形のパターン 27 が形成されている。受光領域の周縁部 26 でも、マイクロレンズ 2 の上面が円形になるように、円形のパターン 28 が形成されている。そして、図 6 に示すように、受光領域の中央部 25 では、レンズ中心軸 P とレンズ頂点軸 Q との位置が一致している。しかしながら、受光領域の周縁部 26 では、レンズ中心軸 P とレンズ頂点軸 Q との位置が一致しておらず、レンズ頂点軸 Q がレンズ中心軸 P よりも受光領域の中央部 25 側に位置している。

30

【0083】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0084】

本発明は、光電変換部の受光部ごとにカラーフィルタおよびレンズが配置された固体撮像装置およびその製造方法に適用することができる。

40

【符号の説明】

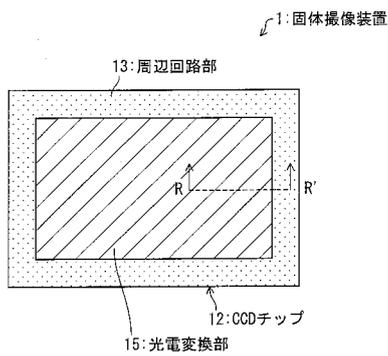
【0085】

- 1 固体撮像装置
- 2 マイクロレンズ (第 1 レンズ、第 2 レンズ)
- 4 層間絶縁膜 (第 1 層間絶縁膜)
- 5 層間絶縁膜 (第 2 層間絶縁膜)
- 6 カラーフィルタ
- 7 層間絶縁膜 (第 3 層間絶縁膜)
- 8、9、10、11 テンプレート (第 1 ~ 第 4 テンプレート)
- 12 CCD チップ

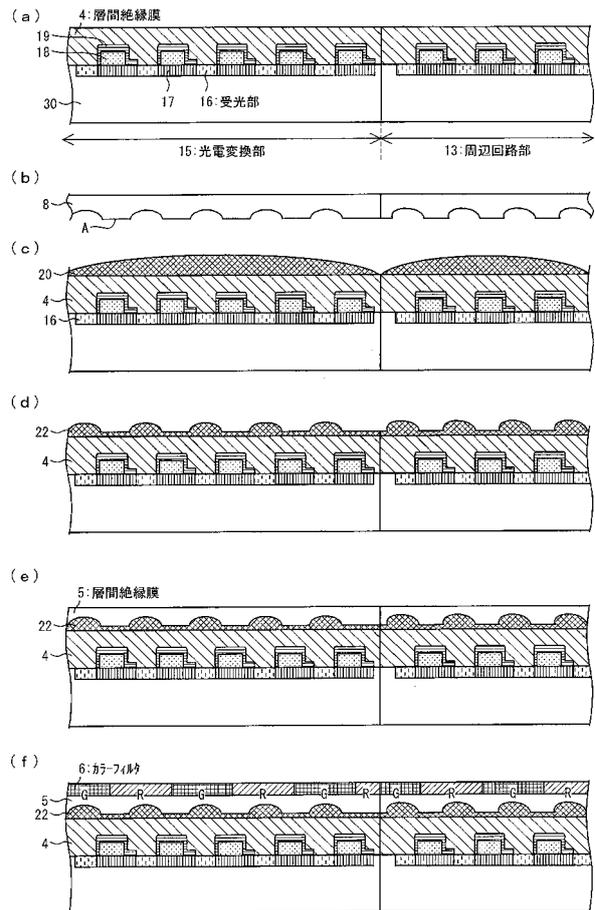
50

- 13 周辺回路部
- 15 光電変換部
- 16 受光部 (第1受光部、第2受光部)
- 17 電荷転送部
- 18 転送電極
- 19 遮光膜
- 20 光透過性材料
- 21 領域
- 22 層内レンズ (第1レンズ、第2レンズ)
- 23 光透過性材料
- 24 層間絶縁膜
- 25 中央部
- 26 周縁部
- 27、28 パターン
- 29 層間絶縁膜
- 30 シリコン基板

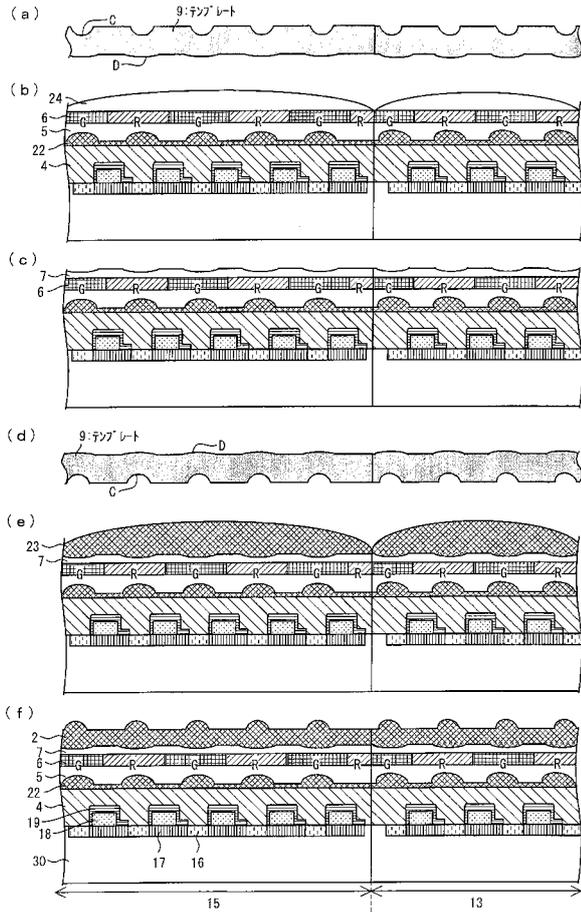
【図1】



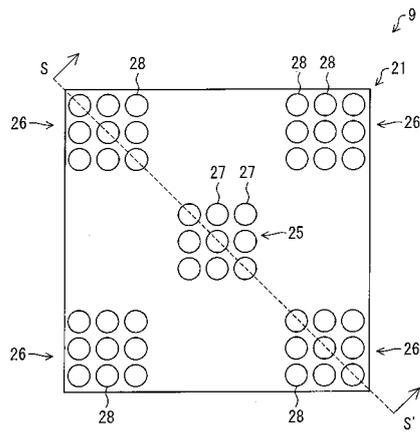
【図2】



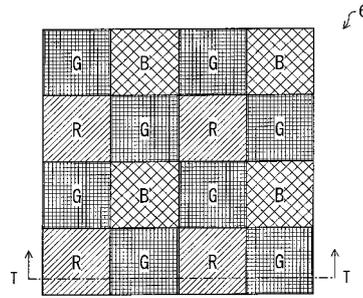
【 図 3 】



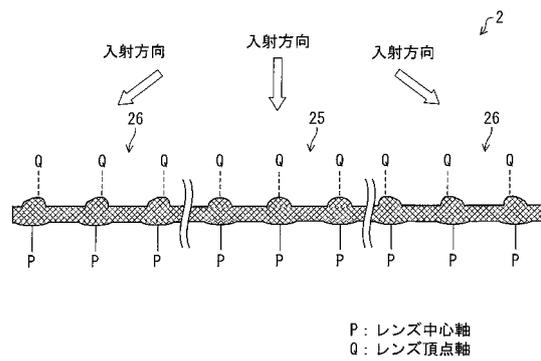
【 図 5 】



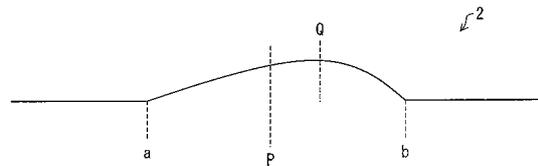
【 図 4 】



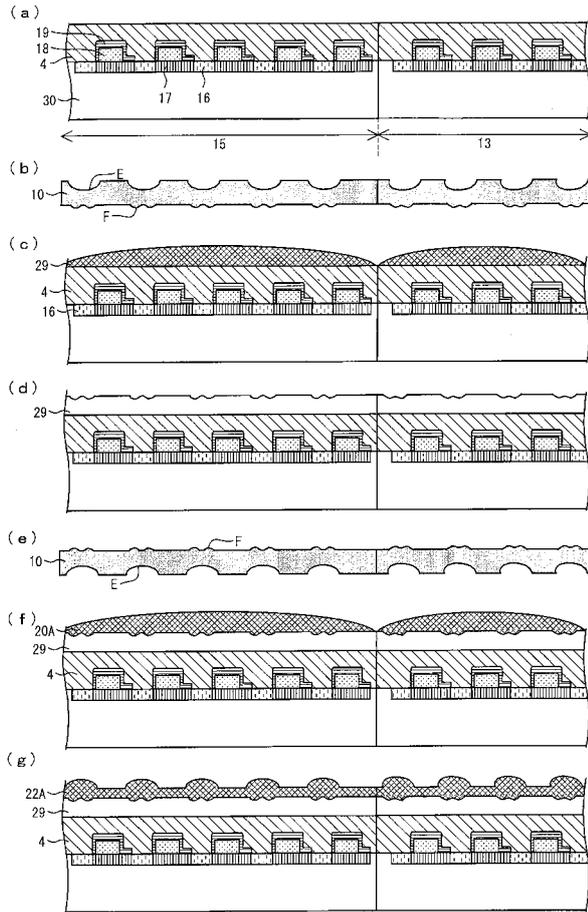
【 図 6 】



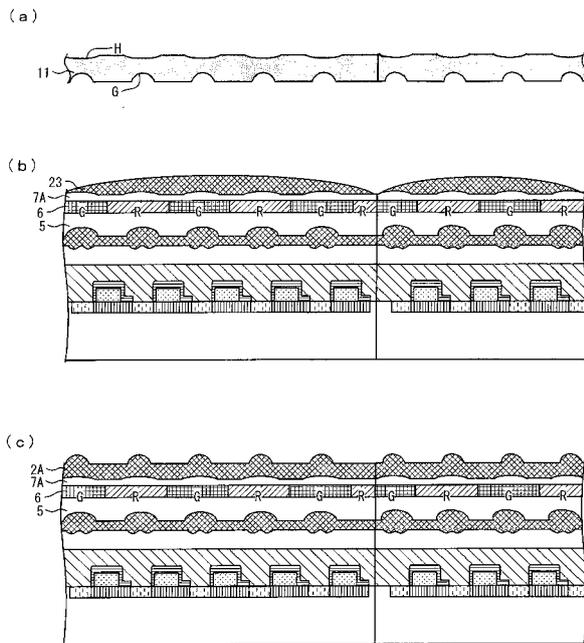
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 9 】

