

(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2012-124405
(P2012-124405A)

(43) 公開日 平成24年6月28日 (2012.6.28)

(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	4 M 1 1 8
HO 4 N 5/335 (2011.01)	HO 4 N 5/335	5 C 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2010-275541 (P2010-275541)
(22) 出願日 平成22年12月10日 (2010.12.10)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 110000235
特許業務法人 天城国際特許事務所
(72) 発明者 大武 一
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
Fターム(参考) 4M118 AB01 BA06 CA02 CA32 EA01
EA14 GC07 GC14 GD04 GD07
5C024 AX01 CX41 CY47 EX43 GX03
GY01 GY31

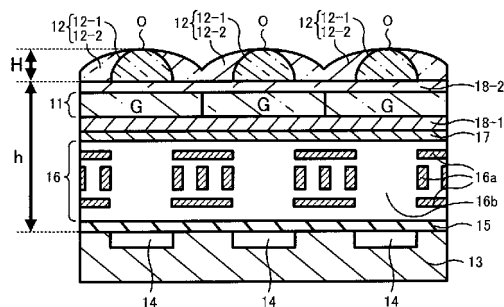
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置の製造方法および固体撮像装置

(57) 【要約】

【課題】感度を劣化させることなく、短時間で、かつ低コストで製造することが可能な固体撮像装置の製造方法を提供すること。

【解決手段】複数のフォトダイオード層14を有する半導体基板13の主面上に、互いに離間するように複数のブロック状のレンズ体20を形成する工程と、複数のブロック状のレンズ体20を加熱して溶融することにより、互いに離間するように、半球状の複数の第1のレンズ体12-1を形成する工程と、第1のレンズ体12-1よりもエッチングレートが早い透明樹脂層19-2を、複数の第1のレンズ体12-1を含む半導体基板13上を覆うように形成する工程と、透明樹脂層19-2の全面を、第1のレンズ体12-1の頂部Oが露出するまでエッチングすることにより、第1のレンズ体12-1の頂部Oを除く表面に、透明樹脂層19-2からなる第2のレンズ体12-2を形成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のフォトダイオード層を有する半導体基板の主面上に第 1 の透明樹脂層を形成する工程と、

フォトマスクを用いて前記第 1 の透明樹脂層を露光し、現像することにより、それぞれの前記フォトダイオード上に、互いに離間するようにブロック状のレンズ体を形成する工程と、

複数の前記ブロック状のレンズ体を加熱して溶融することにより、互いに離間するように、半球状の複数の第 1 のレンズ体を形成する工程と、

前記第 1 の透明樹脂層よりもエッチングレートが早い第 2 の透明樹脂層を、前記複数の第 1 のレンズ体を含む前記半導体基板上を覆うように形成する工程と、

前記第 2 の透明樹脂層の全面を、前記第 1 のレンズ体の頂部が露出するまでエッチングすることにより、前記各第 1 のレンズ体の頂部を除く表面に、前記第 2 の透明樹脂層からなる第 2 のレンズ体を形成する工程と、

を具備することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 2】

前記第 2 の透明樹脂層は、前記第 1 の透明樹脂層よりも屈折率が高い材料であることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 3】

前記第 2 の透明樹脂層のエッチングは、前記第 1 のレンズ体および前記第 2 のレンズ体からなる複数のマイクロレンズ間に隙間が形成されないようにエッチングすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 4】

前記第 2 のレンズ体は、前記第 1 のレンズ体の頂部から円周方向に向かって膜厚が徐々に厚くなるように形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 5】

前記エッチングは、反応性イオンエッチングである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装置の製造方法。

【請求項 6】

前記ブロック状のレンズ体は、水平断面形状が八角形であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 7】

複数のフォトダイオード層が形成された半導体基板と、

前記半導体基板の主面上、かつ前記複数のフォトダイオード上にそれぞれ形成された半球状の複数の第 1 のレンズ体と、

これらの複数の第 1 のレンズ体の頂部を除く表面にそれぞれ形成され、前記第 1 のレンズ体よりも屈折率が高い複数の第 2 のレンズ体と、

を具備することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 8】

前記第 1 のレンズ体および前記第 2 のレンズ体からなる複数のマイクロレンズは、連続球面状であることを特徴とする請求項 7 に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

前記第 2 のレンズ体は、前記第 1 のレンズ体の頂部から円周方向に向かって膜厚が徐々に厚くなることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は、固体撮像装置の製造方法および固体撮像装置に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

従来の固体撮像装置は、半導体基板上に形成された複数のフォトダイオード、およびこれらのフォトダイオード上にそれぞれ形成された複数のマイクロレンズ、を有し、フォトダイオード、およびマイクロレンズによって、画素を形成している。

【0003】

この従来の固体撮像装置の製造方法は、まず、フォトダイオード上にレンズ材を一様に塗布し、これを露光、現像することにより、一画素おきにブロック状のレンズ体を形成する。次に、ブロック状のレンズ体を加熱、溶融させて半球状に形成した後、これを冷却、硬化させることにより、第1のマイクロレンズを形成する。その後、第1のマイクロレンズ間を埋めるように、同様に第2のマイクロレンズを形成する。

10

【0004】

この従来の固体撮像装置の製造方法によれば、第1のマイクロレンズと第2のマイクロレンズとの間に隙間が形成されることがなく、かつ、第1、第2のマイクロレンズは所望の曲率を有する半球状に形成され、連続球面形状の複数のマイクロレンズを有する高感度の固体撮像装置が製造される。

【0005】

しかし、このような高感度の固体撮像装置を形成するために、従来は、2度のマイクロレンズの形成工程を繰り返す必要であった。従って、従来の固体撮像装置の製造方法は、製造時間が長い問題がある。

【0006】

さらに、上記製造方法では、第1のマイクロレンズ用のブロック状のレンズ体を形成するためのフォトマスク、および第2のマイクロレンズ用のブロック状のレンズ体を形成するための他のフォトマスクがそれぞれ必要となり、固体撮像装置を製造するために必要なコストも増大していた。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-272422号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0008】

本発明の実施形態は、この問題に鑑みてなされたものであり、感度を劣化させることなく、短時間で、かつ低コストで製造することが可能な固体撮像装置の製造方法、および固体撮像装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一実施形態に係る固体撮像装置の製造方法は、複数のフォトダイオード層を有する半導体基板の主面上に第1の透明樹脂層を形成する工程と、フォトマスクを用いて前記第1の透明樹脂層を露光し、現像することにより、それぞれの前記フォトダイオード上に、互いに離間するようにブロック状のレンズ体を形成する工程と、複数の前記ブロック状のレンズ体を加熱して溶融することにより、互いに離間するように、半球状の複数の第1のレンズ体を形成する工程と、前記第1の透明樹脂層よりもエッチングレートが早い第2の透明樹脂層を、前記複数の第1のレンズ体を含む前記半導体基板上を覆うように形成する工程と、前記第2の透明樹脂層の全面を、前記第1のレンズ体の頂部が露出するまでエッチングすることにより、前記各第1のレンズ体の頂部を除く表面に、前記第2の透明樹脂層からなる第2のレンズ体を形成する工程と、を具備する方法である。

40

【0010】

また、本発明の一実施形態に係る固体撮像装置は、複数のフォトダイオード層が形成された半導体基板と、前記半導体基板の主面上、かつ前記複数のフォトダイオード上にそれぞれ形成された半球状の複数の第1のレンズ体と、これらの複数の第1のレンズ体の頂部

50

を除く表面にそれぞれ形成され、前記第 1 のレンズ体よりも屈折率が高い複数の第 2 のレンズ体と、を具備するものである。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】第 1 の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法によって製造された固体撮像装置の要部を示す上面図である。

【図 2】図 1 の二点鎖線 X - X' に沿った装置の要部断面図である。

【図 3】図 1 の二点鎖線 Y - Y' に沿った装置の要部断面図である。

【図 4】図 1 の固体撮像装置の製造方法を説明するための図であって、カラーフィルタ層上に第 1 の透明樹脂層を形成する工程を示す、図 1 に相当する上面図である。

10

【図 5】図 4 の二点鎖線 X - X' に沿った装置の要部断面図である。

【図 6】図 4 の二点鎖線 Y - Y' に沿った装置の要部断面図である。

【図 7】図 1 の固体撮像装置の製造方法を説明するための図であって、ブロック状のレンズ体を形成する工程を示す、図 1 に相当する上面図である。

【図 8】図 7 の二点鎖線 X - X' に沿った装置の要部断面図である。

【図 9】図 7 の二点鎖線 Y - Y' に沿った装置の要部断面図である。

【図 10】図 1 の固体撮像装置の製造方法を説明するための図であって、半球状の第 1 のレンズ体を形成する工程を示す、図 1 に相当する上面図である。

【図 11】図 10 の二点鎖線 X - X' に沿った装置の要部断面図である。

【図 12】図 10 の二点鎖線 Y - Y' に沿った装置の要部断面図である。

20

【図 13】図 1 の固体撮像装置の製造方法を説明するための図であって、半球状の第 1 のレンズ体を含むカラーフィルタ層上に第 2 の透明樹脂層を形成する工程を示す、図 1 に相当する上面図である。

【図 14】図 13 の二点鎖線 X - X' に沿った装置の要部断面図である。

【図 15】図 13 の二点鎖線 Y - Y' に沿った装置の要部断面図である。

【図 16】図 1 の固体撮像装置の製造方法を説明するための図であって、第 2 の透明樹脂層の全面をエッチングする工程を示す、図 1 に相当する上面図である。

【図 17】図 17 の二点鎖線 X - X' に沿った装置の要部断面図である。

【図 18】図 18 の二点鎖線 Y - Y' に沿った装置の要部断面図である。

【図 19】マイクロレンズを形成するためのエッチング工程を示す図であって、図 17 の一部に対応する断面図である。

30

【図 20】第 2 の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法によって製造された固体撮像装置の要部を示す、図 2 に相当する断面図である。

【図 21】第 2 の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法によって製造された固体撮像装置の要部を示す、図 3 に相当する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明の実施形態に係る固体撮像装置およびその製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。

【0013】

40

(第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法によって製造された固体撮像装置の要部を示す上面図である。なお、図 1 に示される R は透過帯域が赤色の波長帯である赤色カラーフィルタ層 11r、B は透過帯域が青色の波長帯である青色カラーフィルタ層 11b、G は透過帯域が緑色の波長帯である緑色カラーフィルタ層 11g を示す。R、G、B の各意味については、以降の各図においても同様である。

【0014】

図 1 に示すように、固体撮像装置は、青色カラーフィルタ層 11b、赤色カラーフィルタ層 11r、および緑色カラーフィルタ層 11g が格子状にベイヤー配列されたカラーフィルタ層 11 上に、互いに隙間なく配列形成された連続球面状の複数のマイクロレンズ 1

50

2を有する。複数のマイクロレンズ12は、それぞれ、青色カラーフィルタ層11b、赤色カラーフィルタ層11r、または緑色カラーフィルタ層11gのいずれかの上に形成されている。

【0015】

各マイクロレンズ12は、半球状の第1のレンズ体12-1と、第1のレンズ体12-1よりもエッチングレートが早く、かつ屈折率が高い第2のレンズ体12-2と、によって構成されている。半球状の第1のレンズ体12-1は、例えばエッチングレートが0.5 μ m/分程度、屈折率が1.6程度のマイクロレンズ材からなり、第2のレンズ体12-2は、例えばエッチングレートが1.0 μ m/分程度、屈折率が1.7程度のマイクロレンズ材からなる。

10

【0016】

図2は、図1の二点鎖線X-X'に沿った装置の要部断面図、図3は、図1の二点鎖線Y-Y'に沿った装置の要部断面図である。図2、図3に示すように、上述のマイクロレンズ12および各色カラーフィルタ層11r、11b、11gを含む固体撮像装置は、いわゆる表面照射型の固体撮像装置である。すなわち、マイクロレンズ12および各色カラーフィルタ層11r、11b、11gが、例えばシリコンからなる半導体基板13の主面上に形成された固体撮像装置である。

【0017】

半導体基板13の主面、すなわち表面には、複数のフォトダイオード層14が形成されている。複数のフォトダイオード層14は、各色カラーフィルタ層11r、11b、11gの配列に応じて格子状に配列形成されている。

20

【0018】

半導体基板13の主面上には、一様な厚さの酸化膜15を介して配線層16が形成されている。この配線層16は、多層に形成された配線16aと、これらの配線16a間を絶縁する絶縁層16bと、によって構成されている。なお、配線16aには、フォトダイオード層14において光電変換された電荷を電圧に変換するためのフローティングディフュージョン部(図示せず)に転送するための読み出しゲート等を含んでいる。

【0019】

配線層16の表面上には、パッシベーション膜17(表面保護膜17)および第1の平坦化層18-1が、この順で形成されている。さらに、表面が平坦な第1の平坦化層18-1の表面上には、青色カラーフィルタ層11b、赤色カラーフィルタ層11r、および緑色カラーフィルタ層11g、からなるカラーフィルタ層11が形成されている。

30

【0020】

カラーフィルタ層11の表面上には、第2の平坦化層18-2が形成されており、この平坦化層18-2の表面上には、上に凸状の複数のマイクロレンズ12が形成されている。各マイクロレンズ12は、上述のように半球状の第1のレンズ体12-1と、第2のレンズ体12-2と、によって構成される。特に第2のレンズ体12-2は、第1のレンズ体12-1の頂部Oを含む一部領域を除く表面を覆うように形成されている。すなわち、第2のレンズ体12-2は、第1のレンズ体12-1の頂部Oを含む一部領域以外を覆うように形成されている。

40

【0021】

なお、第2のレンズ体12-2は、半球状の第1のレンズ体12-1の表面を一様な膜厚で覆うように、例えばスパッタ等の方法によって形成される無反射コーティングとは異なり、第2のレンズ体12-2自身も、光を集光する役割を担う。

【0022】

各マイクロレンズ12は、所望の高さ(H)および所望の曲率(C)を有するように形成されている。ここで、所望の高さ(H)、および所望の曲率(C)とは、画素(セル)サイズ(L \times L)(図1)、第1、第2のレンズ体の屈折率(n1、n2)、および第2の平坦化層18-2の上面からフォトダイオード層14の上面までの距離(h)に応じて、フォトダイオード層14に最も光が集光するように予め計算された値である。

50

【0023】

なお、マイクロレンズ12の高さ(H)は、半球状の第1のレンズ体12-1の高さによって決定される。また、マイクロレンズ12の曲率(C)は、第1のレンズ体12-1のエッチングレートに対する第2のレンズ体12-2のエッチングレートの比によって決定される。

【0024】

上述の固体撮像装置は、フォトダイオード層14と、青色カラーフィルタ層11b、赤色カラーフィルタ層11r、緑色カラーフィルタ層11gのいずれか一つと、マイクロレンズ12と、によって画素が形成されており、このような複数の画素が格子状に配列形成されたものである。

10

【0025】

次に、以上に説明した固体撮像装置の製造方法について、図4乃至図19を参照して説明する。図4、図7、図10、図13、図16は、それぞれ第1の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法を説明するための、図1に相当する上面図である。また、図5、図8、図11、図14、図17は、それぞれ図4、図7、図10、図13、図16の二点鎖線X-X'に沿った装置の要部断面図であり、図6、図9、図12、図15、図18は、それぞれ図4、図7、図10、図13、図16の二点鎖線Y-Y'に沿った装置の要部断面図である。

【0026】

まず、複数のフォトダイオード層14が格子状に配列形成された半導体基板13の主面(表面)上に、酸化膜15、配線層16、パッシベーション膜17、および第1の平坦化層18-1を順次形成した後、第1の平坦化層18-1の表面上に、カラーフィルタ層11を形成する。カラーフィルタ層11は、青色カラーフィルタ層11b、赤色カラーフィルタ層11r、および緑色カラーフィルタ層11gを、それぞれフォトダイオード層14の格子配列に対応するように格子状にベイヤー配列形成する。なお、これまでの製造方法は一般的な製造方法を適宜適用すればよい。

20

【0027】

この後、図4乃至図6に示すように、カラーフィルタ層11の表面上に、第2の平坦化層18-2を形成し、この平坦化層18-2の表面上に、感光性・熱フロー性を有する第1の透明樹脂層19-1を形成する。この第1の透明樹脂層19-1は、後に半球状の第1のレンズ体12-1となる層であり、第1の透明樹脂層19-1として、例えばエッチングレートが0.5 μ m/分程度、屈折率が1.6程度のマイクロレンズ材が適用される。

30

【0028】

次に、図7乃至図9に示すように、フォトマスク(図示せず)を用いて第1の透明樹脂層19-1を露光、現像することにより、各色カラーフィルタ層11r、11b、11g上に、それぞれブロック状のレンズ体20を形成する。

【0029】

各ブロック状のレンズ体20は、この後にこれを加熱して溶融させた際に、隣接する他の溶融したブロック状のレンズ体20(半球状の第1のレンズ体12-1)と接触しない程度の大きさに形成される。

40

【0030】

なお、ブロック状のレンズ体20は、例えば図7に示すように八角形状であるが、この形状に限定されない。しかし、円形に近い形状にするほど、後工程によって容易に半球状に形成することができる。

【0031】

次に、図10乃至図12に示すように、各ブロック状のレンズ体20を加熱し、溶融させて半球状に形成した後、冷却して硬化させることにより、半球状の第1のレンズ体12-1を形成する。各ブロック状のレンズ体20を半球状に形成した後、必要に応じてさらに後露光を施し、より硬化させてもよい。このように形成された複数の半球状の第1のレ

50

レンズ体 12 - 1 は、互いに離間して形成される。

【0032】

この工程において形成される半球状の第1のレンズ体 12 - 1 は、その高さが、予め設計されたマイクロレンズの高さ(H) (図2、図3) にほぼ一致する高さとなるように形成される。

【0033】

次に、図13乃至図15に示すように、複数の半球状の第1のレンズ体 12 - 1 を含む第2の平坦化層の表面を覆うように第2の透明樹脂層 19 - 2 を形成する。この第2の透明樹脂層 19 - 2 は、後の工程においてマイクロレンズ 12 の第2のレンズ体 12 - 2 となる層であり、第2の透明樹脂層 19 - 2 として、第1の透明樹脂層 19 - 1 よりもエッチングレートが早く、屈折率が高い材料が適用される。具体的に、第2の透明樹脂層 19 - 2 としては、例えばエッチングレートが $1.0 \mu\text{m}/\text{分}$ 程度、屈折率が 1.7 程度のマイクロレンズ材が適用される。

10

【0034】

次に、図16乃至図18に示すように、第2の透明樹脂層 19 - 2 の全面を、半球状の第1のレンズ体 12 - 1 の頂部 O を含む一部領域が露出するまでエッチングする。これにより、球面状の第1のレンズ体 12 - 1 および第2のレンズ体 12 - 2 からなる連続球面状の複数のマイクロレンズ 12 が形成される。

【0035】

なお、エッチング方法は、例えば反応性イオンエッチング(RIE)等のドライエッチングである。

20

【0036】

ここで、このエッチング工程について、図19を参照してより詳細に説明する。図19は、マイクロレンズ 12 を形成するためのエッチング工程を示す図であって、図17の一部に対応する断面図である。なお、以下の説明は、図17に示される断面に対応した図19を参照して説明するが、図18に示される断面においても、図19と同様にしてエッチングが進行する。

【0037】

図16乃至図18に示すエッチング工程において、半球状の第1のレンズ体 12 - 1 の頂部 O が露出する直前までは、第2の透明樹脂層 19 - 2 が一様にエッチングされる。(図19(a))

30

しかし、第1のレンズ体 12 - 1 の頂部 O が露出し始めると、第2の透明樹脂層 19 - 2 のエッチングレートは、第1のレンズ体 12 - 1 に比べて早いため、第1のレンズ体 12 - 1 の頂部 O がわずかにエッチングされる間に、第1のレンズ体 12 - 1 の間の第2の透明樹脂層 19 - 2 は深くエッチングされる。(図19(b))

このエッチング工程において、図19(b)に示すように、第2の透明樹脂層 19 - 2 がエッチングされる際に生ずる反応生成物 21 の一部は、第1のレンズ体 12 - 1 間のエッチングにより形成された凹部 22 の側面に付着する。従って、エッチングの進行とともに、エッチングにより形成される凹部 22 の幅 W は狭くなり、凹部 22 の深さ D は深くなる。この際、第1のレンズ体 12 - 1 のエッチングレートは、第2のレンズ体 12 - 2 よりも遅いため、上述のように凹部 22 が狭くかつ深くなるようにエッチングが進行しても、第1のレンズ体 12 - 1 は、ほぼエッチングされない。従って、マイクロレンズ 12 はクッション状(頂部が平坦な台形状)にはならず、図19(c)に示すように、半球状の第1のレンズ体 12 - 1 の頂部 O を含む一部領域を除く表面には、第1のレンズ体 12 - 1 の頂部 O から円周方向に向かって膜厚が徐々に厚くなる第2の透明樹脂層 19 - 2 からなる第2のレンズ体 12 - 2 が形成される。このようにして、第1のレンズ体 12 - 1、および第2のレンズ体 12 - 2 からなるマイクロレンズ 12 が形成される。

40

【0038】

なお、このエッチング工程において、第1のレンズ体 12 - 1 の頂部 O が除去されないほど、形成されるマイクロレンズ 12 の表面は球面に近づく。従って、第1のレンズ体 1

50

2 - 1 の材料となる第 1 の透明樹脂層 19 - 1 のエッチングレートは、第 2 の透明樹脂層 19 - 2 のエッチングレートと比較して、遅いほど好ましい。

【0039】

このように形成されたマイクロレンズ 12 は、隣接する他のマイクロレンズ 12 との間に隙間が形成されず、また、所望の高さ (H) および曲率 (C) を有する。従って、連続球面状の複数のマイクロレンズ 12 が形成されるため、従来の固体撮像装置の製造方法によって製造された固体撮像装置と比較して、受光感度が劣化することはない。

【0040】

以上に示すように、本実施形態に係る固体撮像装置の製造方法によれば、連続球面状の複数のマイクロレンズ 12 を一括して形成可能である。従って、従来のようにマイクロレンズの形成工程を複数回繰り返す必要はなく、従来よりも製造時間が短縮される。

10

【0041】

また、フォトマスクを用いる工程は、ブロック状のレンズ体 20 を形成する工程のみであり、複数枚のフォトマスクを必要としない。従って、従来よりも固体撮像装置を製造するために必要なコストを低減することができる。

【0042】

また、このように製造された固体撮像装置によれば、マイクロレンズ 12 が 2 種類の材料 (第 1 のレンズ体 12 - 1 および第 2 のレンズ体 12 - 2) からなり、第 2 のレンズ体 12 - 2 は、第 1 のレンズ体 12 - 1 の屈折率よりも高い。従って、マイクロレンズ 12 に入射された光は、第 1 のレンズ体 12 - 1 の表面で屈折し、第 1 のレンズ体 12 - 1 と第 2 のレンズ体 12 - 2 との境界面でさらに屈折する。従って、マイクロレンズ 12 において集光される光の焦点は、単一の材料からなるマイクロレンズと比較して、マイクロレンズ 12 に近くなる。これにより、マイクロレンズ 12 とフォトダイオード層 14 との距離 h を短くすることができるため、固体撮像装置を薄形化することができる。

20

【0043】

(第 2 の実施形態)

図 20 は、第 2 の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法によって製造された固体撮像装置の要部を示す図であって、図 2 に対応する断面図である。また、図 21 は、第 2 の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法によって製造された固体撮像装置の要部を示す図であって、図 3 に対応する断面図である。なお、この固体撮像装置の製造方法によって製造された固体撮像装置の説明は、第 1 の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法によって製造された固体撮像装置と異なる箇所についてのみ説明し、同様の箇所については同一の符号を付すとともに、説明を省略する。また、この固体撮像装置の製造方法において、連続球面状の複数のマイクロレンズ 12 の製造方法以外は、第 1 の実施形態に係る方法と異なるものの、連続球面状の複数のマイクロレンズ 12 の製造方法は同一である。従って、製造方法の説明は省略する。

30

【0044】

図 20、図 21 に示される固体撮像装置は、いわゆる裏面照射型の固体撮像装置である。裏面照射型の固体撮像装置は、例えばシリコンからなる半導体基板 31 の裏面を主面とする固体撮像装置であって、半導体基板 31 の裏面上、すなわち主面上に、青色カラーフィルタ層 11b、赤色カラーフィルタ層 11r、および緑色カラーフィルタ層 11g からなるカラーフィルタ層 11、および半球状の第 1 のレンズ体 12 - 1 および第 2 のレンズ体 12 - 2 からなる連続球面状の複数のマイクロレンズ 12 が形成されたものである。

40

【0045】

半導体基板 31 には、この基板 31 を貫通するように複数のフォトダイオード層 32 が格子状に配列形成されている。そして、これらのフォトダイオード層 32 の間には、画素分離層 33 が形成されている。

【0046】

このような半導体基板 31 の表面上には、配線層 16 が形成されている。これに対し、半導体基板 31 の裏面の表面上には、第 1 の平坦化層 18 - 1、カラーフィルタ層 11、

50

および第2の平坦化層18-2がこの順で積層形成されており、第2の平坦化層18-2の表面上に、連続球面状の複数のマイクロレンズ12が形成されている。

【0047】

この裏面照射型の固体撮像装置によれば、マイクロレンズ12が2種類の材料（半球状の第1のレンズ体12-1および第2のレンズ体12-2）からなり、第2のレンズ体12-2は、第1のレンズ体12-1の屈折率よりも高い。従って、マイクロレンズ12に入射された光は、第1のレンズ体12-1の表面で屈折し、第1のレンズ体12-1と第2のレンズ体12-2との境界面でさらに屈折する。従って、マイクロレンズ12において集光される光の焦点は、単一の材料からなるマイクロレンズと比較して、マイクロレンズ12に近くなる。これにより、マイクロレンズ12とフォトダイオード層32との距離 h' を短くすることができるため、固体撮像装置を薄形化することができる。

10

【0048】

さらに、裏面照射型の固体撮像装置は、マイクロレンズ12を介して入射された光が、配線層16を介さずにフォトダイオード層32に集光される。従って、第1の実施形態に示されるような、表面照射型の固体撮像装置と比較して、感度を向上させることができる。

【0049】

以上に、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

20

【0050】

例えば、本発明の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法において、複数のマイクロレンズ12は、連続球面状に形成された。しかし、複数のマイクロレンズ12は、互いに離間するように形成されてもよい。この場合、半球状の第1のレン材12-1を上述の実施形態よりも小さく形成するとともに、第2の透明樹脂層19-2のエッチング時間を長くすればよい。

【0051】

また、本発明の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法において、半球状の第1のレンズ体12-1は、全て高さ等しいものであった。しかし、第1のレンズ体12-1の高さは、それぞれ異なってもよい。この場合、最終的に形成されるマイクロレンズ12の高さも異なる。

30

【0052】

また、本発明の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法は、マイクロレンズを有する固体撮像装置であれば、如何なる構造の固体撮像装置の製造方法においても適用可能であり、例えば、カラーフィルタ層を具備しない固体撮像装置に対しても同様に適用することができる。

【符号の説明】

40

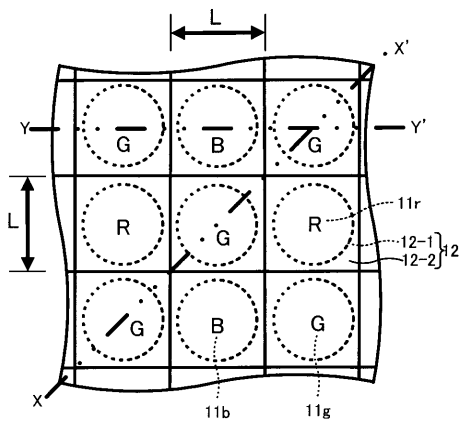
【0053】

- 11・・・カラーフィルタ層
- 11b・・・青色カラーフィルタ層
- 11r・・・赤色カラーフィルタ層
- 11g・・・緑色カラーフィルタ層
- 12・・・マイクロレンズ
- 12-1・・・半球状の第1のレンズ体
- 12-2・・・第2のレンズ体
- 13、31・・・半導体基板
- 14、32・・・フォトダイオード層

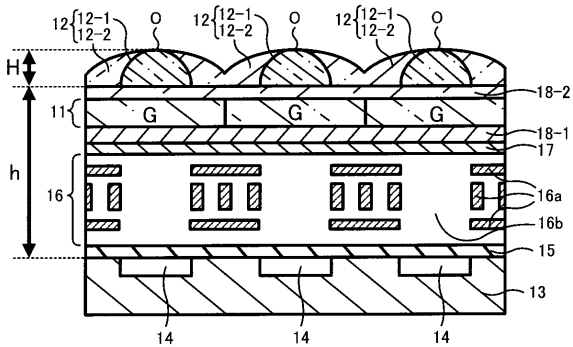
50

- 15・・・酸化膜
- 16・・・配線層
- 16a・・・配線
- 16b・・・絶縁層
- 17・・・パッシベーション膜（表面保護膜）
- 18-1・・・第1の平坦化層
- 18-2・・・第2の平坦化層
- 19-1・・・第1の透明樹脂層
- 19-2・・・第2の透明樹脂層
- 20・・・ブロック状のレンズ体
- 21・・・反応生成物
- 22・・・凹部
- 33・・・画素分離層
- 34・・・支持基板

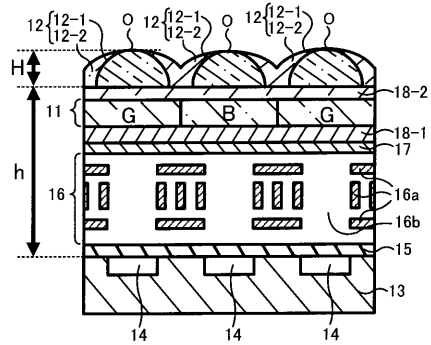
【 図 1 】



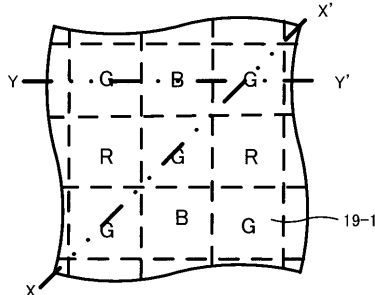
【 図 2 】



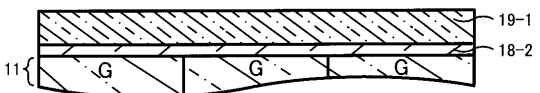
【 図 3 】



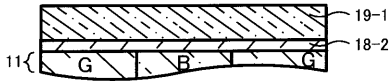
【 図 4 】



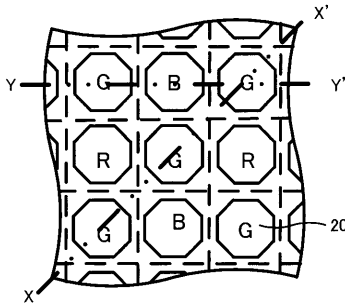
【 図 5 】



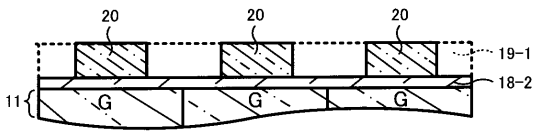
【 図 6 】



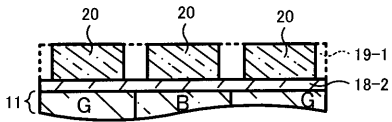
【 図 7 】



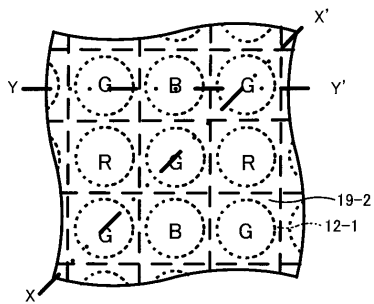
【 図 8 】



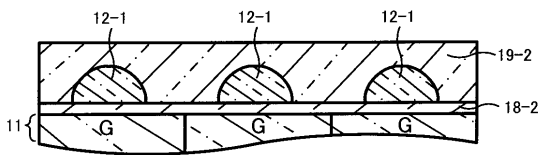
【 図 9 】



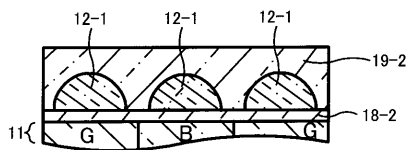
【 図 1 3 】



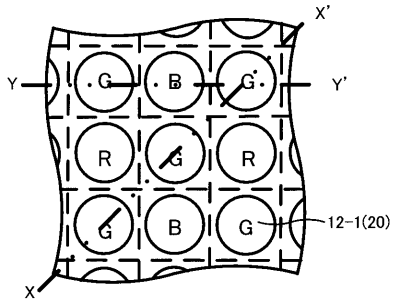
【 図 1 4 】



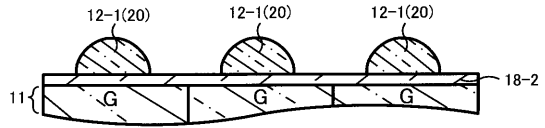
【 図 1 5 】



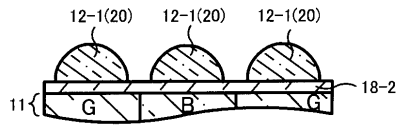
【 図 1 0 】



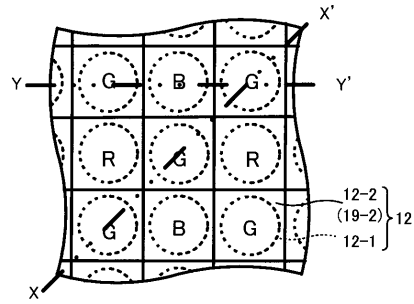
【 図 1 1 】



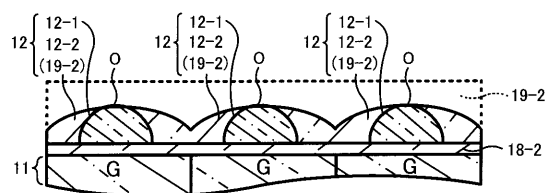
【 図 1 2 】



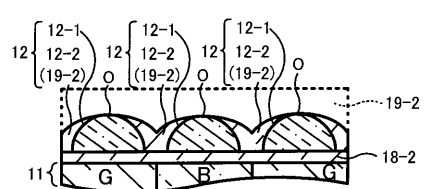
【 図 1 6 】



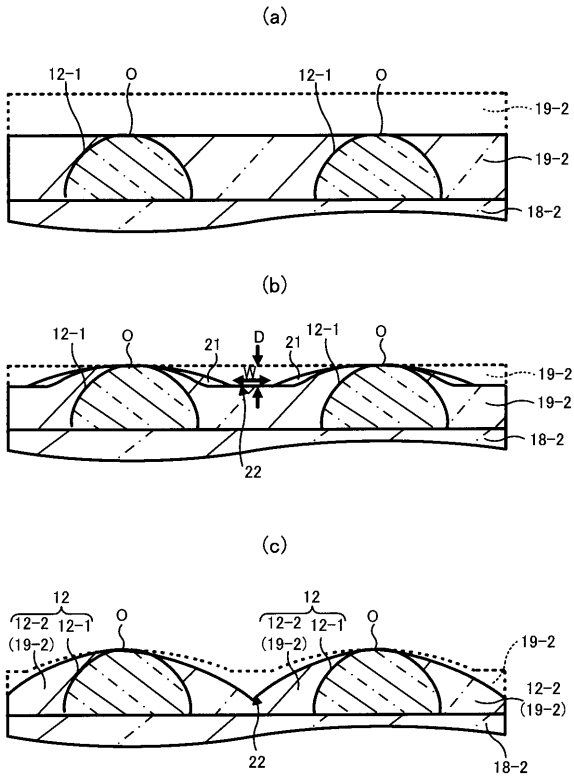
【 図 1 7 】



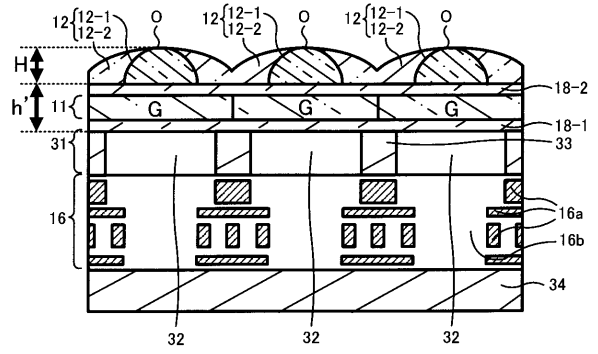
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】

