

(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2005-294467

(P2005-294467A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.⁷

HO1L 27/14
GO2B 3/00
HO4N 5/335
HO4N 9/07
// HO4N 101:00

F I

HO1L 27/14 D
GO2B 3/00 A
HO4N 5/335 U
HO4N 9/07 A
HO4N 101:00

テーマコード(参考)

4M118
5C024
5C065

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-106242 (P2004-106242)
(22) 出願日 平成16年3月31日(2004.3.31)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康德
(74) 代理人 100112508
弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人 100115071
弁理士 大塚 康弘
(74) 代理人 100116894
弁理士 木村 秀二
(72) 発明者 長野 明彦
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

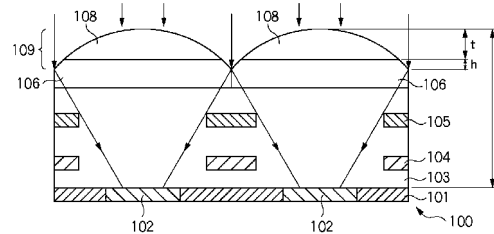
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 固体撮像装置の光入射面に設けたマイクロレンズから頂点と光電変換部までの距離を従来と同等に保ちつつ、マイクロレンズの開口率を向上させること。

【解決手段】 マイクロレンズ(109)と光電変換部(102)とをそれぞれ有する複数の画素が2次元状に配列して成る本発明の固体撮像装置(100)は、前記マイクロレンズの球面が、レンズ形成層(108)と、カラーフィルタ層(106)にまたがって形成されていることを特徴とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロレンズと光電変換部とをそれぞれ有する複数の画素が 2 次元状に配列して成る固体撮像装置であって、前記マイクロレンズの球面が、レンズ形成層と、該レンズ形成層と機能の異なる光透過層にまたがって形成されていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

前記光透過層はカラーフィルタ層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。

【請求項 3】

前記マイクロレンズの球面が、各画素全体に亘って形成されてい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。 10

【請求項 4】

マイクロレンズと、平坦化層と、光電変換部とをそれぞれ有する複数の画素が 2 次元状に配列して成る固体撮像装置であって、隣接する複数のマイクロレンズに囲まれた前記平坦化層の領域に、四角錐を削り取った形状の凹部が形成されていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 5】

各画素のピッチを p 、隣接する前記マイクロレンズ間の最小間隔を d 、前記マイクロレンズの高さを t としたときに、前記凹部の深さ h は

$$((\sqrt{2}) - 1) \times p + d) \times (p - d) / 4 / a \quad h \quad a - \sqrt{(a + t)^2 - p^2} / 2) \quad 20$$

、
但し、 $a = ((p - d)^2 - 4 * t^2) / 8 t$

を満足することを特徴とする請求項 4 に記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルスチルカメラ、カムコーダー等の撮像装置に用いる固体撮像素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルスチルカメラ等の撮像装置に用いる固体撮像素子では、画素数を増やして画質を向上させる一方で、チップサイズを小さくすることにより低価格化を図っている。そのため、固体撮像素子を構成する 1 画素の大きさは年々小さくなり、それに伴って受光部の面積も小さくなってきている。 30

【0003】

受光部の面積が小さくなると受光感が低下してしまうため、固体撮像素子の光入射面にマイクロレンズを形成してより多くの光を受光部に導くようにして受光効率を向上させることが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。図 1 3 ~ 図 1 5 は従来のマイクロレンズを有する固体撮像装置の説明図である。

【0004】

図 1 3 は固体撮像素子 1 0 0 p を上面から見た平面図で、便宜上 4 つの画素を図示している。図中 1 0 8 p はマイクロレンズで、平坦化層 1 0 7 p の上に形成されている。マイクロレンズ 1 0 8 p は公知のレジストリフロー法にて形成されるため、隣接する画素のマイクロレンズ 1 0 8 p が融着しないように、マイクロレンズ 1 0 8 p 間には間隔が設けられている。 40

【0005】

図 1 4 は図 1 3 に示す固体撮像素子 1 0 0 p の A - A ' の断面図で、垂直入射光の光路を示す図であり、図 1 5 は B - B ' の断面図で、斜入射光の光路を示す図である。固体撮像素子 1 0 0 p に入射した光は、マイクロレンズ 1 0 8 p にて屈折して平坦化層 1 0 7 p、カラーフィルタ層 1 0 6 p、及び層間絶縁膜層 1 0 3 p を透過して、シリコン基板 1 0 50

1 p に形成された光電変換部 1 0 2 p へと集光される。図中、1 0 4 p、1 0 5 p はアルミニウム等で形成された電極層である。

【0006】

しかしながら、図 1 3 の固体撮像素子 1 0 0 p の平面図に示したような各画素にそれぞれ形成された 4 つのマイクロレンズ 1 0 8 p に囲まれた領域に垂直に入射した光は、図 1 4 の固体撮像素子 1 0 0 p の断面図に示すように電極 1 0 5 p にて遮光されたり、光電変換部 1 0 2 p の領域外に入射するなどして、光電変換部 1 0 2 へは到達しない。

【0007】

このように、光電変換部 1 0 2 p に導かれる光量はマイクロレンズ 1 0 8 の開口率に大きく依存するため、マイクロレンズの開口率を向上させる様々な技術が開示されている。

10

【0008】

例えば、特許文献 2 の固体撮像装置では、マイクロレンズ形成後、さらにマイクロレンズカバー膜を積層することによって、マイクロレンズ間の間隔を小さくしてマイクロレンズの開口率を向上させている。

【0009】

また、特許文献 3 の固体撮像装置では、マイクロレンズとカラーフィルタ層との間の平坦化層に凹部を設け、凹部に入射した光を屈折作用により光電変換部に導くことによって集光効率を向上させている。

【0010】

さらに、特許文献 4 の固体撮像装置では、マイクロレンズ形成後、隣接するマイクロレンズとの間に光入射側に凸のシリンドリカルレンズを形成することによって、集光効率を向上させている。

20

【0011】

【特許文献 1】特公昭 6 0 - 5 9 7 5 2 号公報 (第 1 頁、図 2)

【特許文献 2】特許 3 1 6 6 1 9 9 号 (第 3 頁、図 1)

【特許文献 3】特開平 6 - 5 3 4 5 8 号公報 (第 2 頁、図 1)

【特許文献 4】特許 3 4 0 2 4 7 9 号 (第 3 頁、図 2)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

30

図 1 6 及び図 1 7 は特許文献 2 に開示されている固体撮像装置の断面図で、図 1 3 に示す構成と同様の構成には、同じ参照番号を付している。図 1 6 及び図 1 7 に示す固体撮像装置では、マイクロレンズ 1 0 8 p の形成後、さらにマイクロレンズカバー膜 1 0 9 p を積層することによって、マイクロレンズ間の間隔を小さくしてマイクロレンズの開口率を向上させている。図 1 6 は対角方向に隣接する画素の断面図 (図 1 3 の固体撮像装置の平面図に図示した A - A ' 面のような断面図) で、垂直入射光の光路を図示している。図 1 7 は水平方向に隣接する画素の断面図 (図 1 3 の固体撮像装置の平面図に図示した B - B ' 面のような断面図) で、斜入射光の光路を図示している。

【0013】

しかしながら、図 1 7 の固体撮像素子 1 0 0 p の断面図に示すように、マイクロレンズ 1 0 8 p の形成後、さらにその上にマイクロレンズカバー膜 1 0 9 p を積層すると、成膜した分マイクロレンズカバー膜 1 0 9 p の頂点と光電変換部 1 0 2 p との距離が長くなり、マイクロレンズ 1 0 8 p の光軸に対して斜めに入射した光は光電変換部 1 0 2 p からはずれた位置に到達して光電変換されないという欠点があった。

40

【0014】

また、マイクロレンズとカラーフィルタ層との間の平坦化層に凹部を設けた特許文献 3 の固体撮像装置では、形成された凹部は U 字形形状で凹部の底部に入射した光に対しては集光作用しないため、集光効率が十分とは言えなかった。また、複数のマイクロレンズに囲まれた領域に U 字形形状の凹部を形成することは現実的には難しいという欠点があった。

50

【0015】

さらに、マイクロレンズ形成後、隣接するマイクロレンズとの間に光入射側に凸のシリンドリカルレンズを形成した特許文献4の固体撮像装置では、シリンドリカルレンズの軸と光電変換部の位置が偏心しているため、光電変換部に集光させうることが難しいという欠点があった。

【0016】

本発明は上記問題点を鑑みてなされたものであり、固体撮像装置の光入射面に設けたマイクロレンズから頂点と光電変換部までの距離を従来と同等に保ちつつ、開口率を向上させることを第1の目的とする。

【0017】

また、固体撮像装置の光入射面に設けたマイクロレンズから頂点と光電変換部までの距離を従来と同等に保ちつつ、集光率を向上させることを第2の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記第1の目的を達成するために、マイクロレンズと光電変換部とをそれぞれ有する複数の画素が2次元状に配列して成る本発明の固体撮像装置は、前記マイクロレンズの球面が、レンズ形成層と、該レンズ形成層と機能の異なる光透過層にまたがって形成されていることを特徴とする。

【0019】

また、上記第2の目的を達成するために、マイクロレンズと、平坦化層と、光電変換部とをそれぞれ有する複数の画素が2次元状に配列して成る本発明の固体撮像装置は、隣接する複数のマイクロレンズに囲まれた前記平坦化層の領域に、四角錐を削り取った形状の凹部が形成されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

上記構成によれば、固体撮像装置の光入射面に設けたマイクロレンズから頂点と光電変換部までの距離を従来と同等に保ちつつ、マイクロレンズの開口率を向上させることができる。

【0021】

また、別の構成によれば、固体撮像装置の光入射面に設けたマイクロレンズから頂点と光電変換部までの距離を従来と同等に保ちつつ、集光率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。

【0023】

< 第1の実施形態 >

図1(a)は本発明の第1の実施形態における固体撮像素子100を上面から見た平面図で、固体撮像素子100を構成する多数の画素(例えば、数十万~数百万画素)の内、ほぼ中央に位置する4つの画素を図示したものである。図1において、108はレンズ形成層、106はカラーフィルタ層であり、各画素毎に異なる色のカラーフィルタが形成されている。本第1の実施形態におけるマイクロレンズ109は、レンズ形成層108及びカラーフィルタ層106にまたがって形成され、画素全体を覆っている。

【0024】

なお、図中pは画素ピッチで、本第1の実施形態の固体撮像素子100では、 $p = 3.0 \mu\text{m}$ とする。

【0025】

図1(b)及び(c)は、1つのマイクロレンズ109の形状を概念的に説明するための図であり、図1(b)は、マイクロレンズ109の上面図、図1(c)はマイクロレンズ109の中央を通る断面図、図1(d)はマイクロレンズ109の画素の一辺における断面図である。図1(b)乃至(d)に示すように、マイクロレンズ109は、各画素の

10

20

30

40

50

中央から画素周囲までの距離の内、少なくとも最も長い距離（画素が矩形の場合、対角線の半分の距離）を半径 r にもつ球面から、画素のサイズに切り取った形状をしている。従って、 x 及び y 方向に隣接する画素のマイクロレンズ 109 は、図 1 (a) 中の $y - z$ 平面及び $z - x$ 平面で互いに接面（図 1 (d) に示す面が接面）し、また、4 つのマイクロレンズ 109 は、それら 4 つのマイクロレンズ 109 の中央で点交差する。

【0026】

図 2 は図 1 の固体撮像素子 100 の平面図に示した A - A' 面の断面図で、垂直入射光の光路を示している。図 2 において、102 は光電変換部、101 は光電変換部 102 が形成されたシリコン基板、103 は層間絶縁膜層、104、105 はアルミニウム等で形成された電極層である。

10

【0027】

また、図中 t はレンズ形成層 108 の厚さで、本第 1 の実施形態では従来の固体撮像装置のマイクロレンズ 108 p の厚さとほぼ同等の厚さ（約 $0.5 \mu\text{m}$ ）とする。各マイクロレンズ 109 は、A - A' 面の断面の場合、各画素のカラーフィルタ層 106 の境界面で接している。マイクロレンズ 109 に入射した光が光電変換部 102 の近傍に集光するようなマイクロレンズ 109 の曲率が得られるように、本第 1 の実施形態のマイクロレンズ 109 の高さ ($t + h$) は、

$$0.20 (t + h) / l = 0.40 \quad \dots (1)$$

【0028】

を満足するように設定される。ここで、 l はレンズ形成層 108 の頂点から光電変換部までの距離で、本第 1 の実施形態の固体撮像装置 100 では、 $l = 5.5 \mu\text{m}$ であるものとする。上記式 (1) を満足するために、本第 1 の実施形態ではマイクロレンズ 109 の高さ $t + h$ を、例えば $1.18 \mu\text{m}$ に設定する。なお、上述した t 、 $t + h$ 、 l の値はあくまでも一例であり、各画素の設計に応じて、式 (1) を満たすように適宜変更することが勿論可能である。

20

上記構成によれば、各レンズ形成層 108 の周辺に入射した光もカラーフィルタ層 106 に形成された球面を介して光電変換部 102 に導かれるため、受光効率を向上させることが可能となる。

【0029】

なお、本第 1 の実施形態の固体撮像素子 100 では、レンズ形成層 108 とカラーフィルタ層 106 の光電変換部 102 に対する偏心量は同一である。

30

【0030】

図 3 は図 1 の固体撮像素子 100 の平面図に示した B - B' 面の断面図で、斜入射光の光路を示している。固体撮像素子 100 に斜めに入射した光は、マイクロレンズ 109 にて屈折して、カラーフィルタ層 106 及び層間絶縁膜層 103 を透過して、シリコン基板 101 に形成された光電変換部 102 へ集光する。

【0031】

このように、レンズ形成層 108 の厚さを従来の固体撮像装置のマイクロレンズの厚さとほぼ同等の厚さ（約 $0.5 \mu\text{m}$ ）として、レンズ形成層 108 及びカラーフィルタ層 106 にまたがって 1 画素全面を覆うマイクロレンズ 109 を形成することによって、レンズ形成層 108 の頂点と光電変換部 102 との距離が長くなることを防止することができるため、固体撮像素子 100 に斜めに入射する光束に対しても効率よく集光することを可能としている。

40

【0032】

即ち、本第 1 の実施形態によれば、固体撮像装置の光入射面に形成されたマイクロレンズの開口率が向上するため、受光効率が向上すると共に、マイクロレンズの頂点と光電変換部との距離が長くないように構成されるため、固体撮像装置に斜めに入射する光を効率よく光電変換部に導くことが可能となる。

【0033】

図 4 は本発明の固体撮像素子 100 のマイクロレンズ 109 を製造するプロセス説明図

50

である。なお、ここでは図1のA-A'面に相当する断面により説明する。

【0034】

シリコン基板101に光電変換部102を形成し、複数の層間絶縁膜層103を介して電極層104、105を形成後、公知のフォトリソグラフィ工程を経てカラーフィルタ層106を形成する(図4(a))。次に、カラーフィルタ層106上にレンズ形成層108を成膜し、さらにその上にポジ型のフォトレジスト層110を成膜する。そして、フォトマスク150を介して露光を行う(図4(b))。

【0035】

図5はフォトマスク150の平面図で、便宜上4画素分の範囲を図示している。フォトマスク150は電子ビームで描画され、1画素の中心部の透過率が最も低く、周辺にいく

10

【0036】

露光後現像処理を行うことによって、ポジ型のフォトレジスト層110は光が照射された領域がその露光量に応じて現像されるため、1画素全面を覆う所定の球面形状が形成される(図4(c))。

【0037】

さらにエッチング処理を行うことによってマイクロレンズ形成層108及びカラーフィルタ層106に球面形状のマイクロレンズ109が形成される。このとき、フォトレジスト110とレンズ形成層108及びカラーフィルタ層106のエッチング処理における選

20

【0038】

なお、上記第1の実施形態によれば、マイクロレンズ109の球面が画素全体に亘る場合について説明したが、球面が画素全体を完全に覆っていないような場合であっても、少なくともレンズ形成層108よりも広い面積となるようにカラーフィルタ層106にまたがって球面を形成すれば、従来と比較して開口率及び集光効率を向上させることが可能である。

【0039】

また、マイクロレンズ109の球面をレンズ形成層108からカラーフィルタ層106に亘って形成する場合について説明したが、本発明はカラーフィルタ層に限るものではなく、画素の構成に応じて、レンズ形成層108の1層下にある層にまたがって、曲面を形成すればよい。

30

【0040】

<第2の実施形態>

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

【0041】

図6は本発明の第2の実施形態における固体撮像素子200を上面から見た平面図で、固体撮像素子200を構成する多数の画素(例えば、数十万~数百万画素)の内、ほぼ中央に位置する4つの画素を図示したものである。図中208はマイクロレンズで、隣接する画素のマイクロレンズ208と融着しないように所定の間隔で形成されている。また、207は平坦化層で、4つの画素のマイクロレンズ208で囲まれた領域には四角錐を削り取ったような凹部220が設けられている。

40

【0042】

図中pは画素ピッチ、dは隣接する画素のマイクロレンズ208間の最小間隔dである。本第2の実施形態の固体撮像素子200では、 $p = 3.0 \mu\text{m}$ 、マイクロレンズの最小間隔 $d = 0.2 \mu\text{m}$ となるように構成するものとする。

【0043】

図7は図6の固体撮像素子200の平面図に示したA-A'面の断面図で、垂直入射光

50

の光路を示している。図7において、102は光電変換部、101は光電変換部102が形成されたシリコン基板、103は層間絶縁膜層、104、105はアルミニウム等で形成された電極層、206はカラーフィルタ層である。

【0044】

また、図中tはマイクロレンズ208の厚さで、本第2の実施形態では従来の固体撮像装置のマイクロレンズ108pの厚さとほぼ同等の厚さ(約0.5μm)とする。マイクロレンズ208の球面の延長線上に、四角錐を削り取ったような凹部220が形成されている。

【0045】

マイクロレンズ208及び凹部220の斜面に入射した光が光電変換部102近傍に集光するように、平坦化層207を削ることによって形成された凹部の深さhは、

$$h = \frac{((\sqrt{2} - 1) \times p + d) \times (p - d) / 4}{a - \sqrt{(a + t)^2 - p^2}} \quad \dots (2)$$

【0046】

を満足するように設定される。ここで、変数aは、

$$a = \frac{(p - d)^2 - 4 * t^2}{8 t}$$

である。その結果、各マイクロレンズ208に挟まれた領域に形成された凹部220の斜面に入射した光も光電変換部102に導かれるため、受光効率を向上させている。

上記式(2)を満足させるために、本第2の実施形態では凹部220の深さhを、例えば0.6μmに設定する。なお、上述したt、p、d、hの値はあくまでも一例であり、各画素の設計に応じて、式(2)を満たすように適宜変更することが勿論可能である。

【0047】

図8は図6の固体撮像素子200の平面図に示したB-B'面の断面図で、斜入射光の光路を示している。固体撮像素子200に斜めに入射した光は、マイクロレンズ208にて屈折して、平坦化層207、カラーフィルタ層206、及び層間絶縁膜層103を透過して、シリコン基板101に形成された光電変換部102へ集光する。

【0048】

このように、マイクロレンズ208の厚さを従来の固体撮像装置のマイクロレンズの厚さとほぼ同等の厚さ(約0.5μm)として、さらに複数のマイクロレンズ208で囲まれた領域に四角錐を削り取ったような凹部220を形成することによって、マイクロレンズ208の頂点と光電変換部102との距離が長くなることを防止することができると共に、マイクロレンズ208の開口からはずれた平坦化層207領域に入射した光も集光されるため、固体撮像素子200に斜めに入射する光束に対しても効率よく受光することを可能としている。

【0049】

図9及び図10は本発明の固体撮像素子200のマイクロレンズ208及び凹部220を製造するプロセス説明図である。なお、ここでは図6のA-A'面に相当する断面により説明する。

【0050】

シリコン基板101に光電変換部102を形成し、複数の層間絶縁膜層103を介して電極層104、105を形成後、公知のフォトリソグラフィ工程を経てカラーフィルタ層206を形成する。次に、カラーフィルタ層206上にマイクロレンズを形成するための平坦化層207を成膜し、さらにその上にポジ型のフォトレジスト層110を成膜する。凹部220を形成する領域では光が透過するようなパターンのフォトマスク201を介して露光を行う(図9(a))。図11にここで用いられるフォトマスク201の平面図を示す。なお、図11では、便宜上4画素分の範囲を図示している。

【0051】

露光後現像処理を行うことによって、凹部220を形成する領域のフォトレジスト層110が現像され、平坦化層207が露出する(図9(b))。さらにフォトレジスト層110が除去された領域をプラズマによるドライエッチング処理を行うことによって、平坦

化層 207 に四角錐を削り取ったような凹部 220 を形成する。さらに剥離処理をおこなって、残ったフォトレジスト層 110 を除去する (図 9 (c))。

【0052】

次に、マイクロレンズ形成層であるフォトレジスト 208 を成膜後、マイクロレンズの配置と同一の遮光特性を有するフォトマスク 202 を介して露光を行う (図 10 (a))。図 12 にここで用いられるフォトマスク 202 の平面図を示す。なお、図 12 では、便宜上 4 画素分の範囲を図示している。

【0053】

露光後現像処理を行うことによって、マイクロレンズを形成しない領域のフォトレジスト 208 を除去する (図 10 (b))。

10

【0054】

さらに、パターニングされたマイクロレンズ形成層 208 を公知のレジストリフロー法にて熱溶融することにより、マイクロレンズ 208 が形成される (図 10 (c))。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態における固体撮像装置の一部画素を示す平面図、及びマイクロレンズの形状を説明するための概念図である。

【図 2】図 1 に示す固体撮像装置の断面図である。

【図 3】図 1 に示す固体撮像装置の別の断面図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態におけるマイクロレンズの製造プロセス説明図である。

20

【図 5】本発明の第 1 の実施形態におけるマイクロレンズの製造プロセスで用いられるフォトマスクの平面図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態における固体撮像装置の一部画素を示す平面図である。

【図 7】図 6 に示す固体撮像装置の断面図である。

【図 8】図 6 に示す固体撮像装置の別の断面図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態におけるマイクロレンズの製造プロセス説明図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態におけるマイクロレンズの製造プロセス説明図である。

【図 11】本発明の第 2 の実施形態におけるマイクロレンズの製造プロセスで用いられるフォトマスクの平面図である。

30

【図 12】本発明の第 2 の実施形態におけるマイクロレンズの製造プロセスで用いられるフォトマスクの平面図である。

【図 13】従来の固体撮像装置の一部画素を示す平面図である。

【図 14】図 13 に示す従来の固体撮像装置の断面図である。

【図 15】図 13 に示す従来の固体撮像装置の別の断面図である。

【図 16】従来の別の固体撮像装置の断面図である。

【図 17】従来の別の固体撮像装置の別の断面図

【符号の説明】

【0056】

100、100p、200 固体撮像装置

40

101、101p シリコン基板

102、102p 光電変換部

103、103p 層間絶縁膜層

104、104p、105、105p 電極層

106、106p、206 カラーフィルタ層

107p、207・・・平坦化層

108 レンズ形成層

108p、109、208 マイクロレンズ

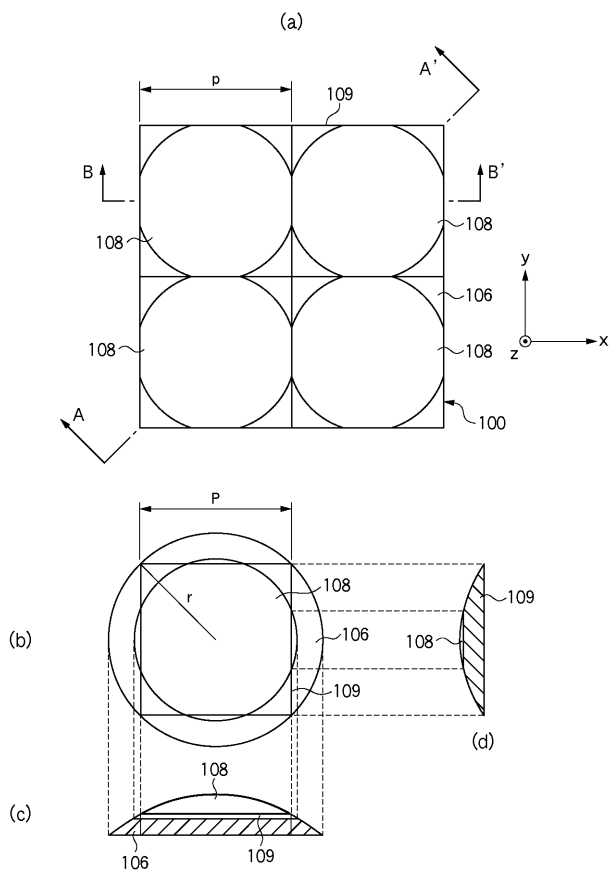
110 フォトレジスト層

150、201、202 フォトマスク

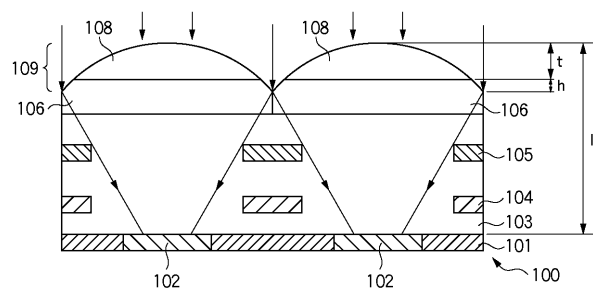
50

2 2 0 凹部

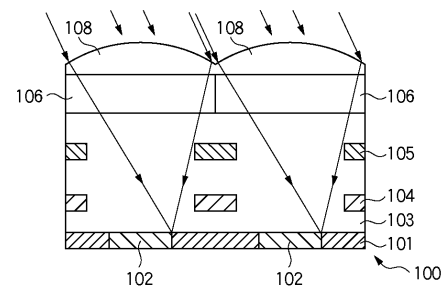
【 図 1 】



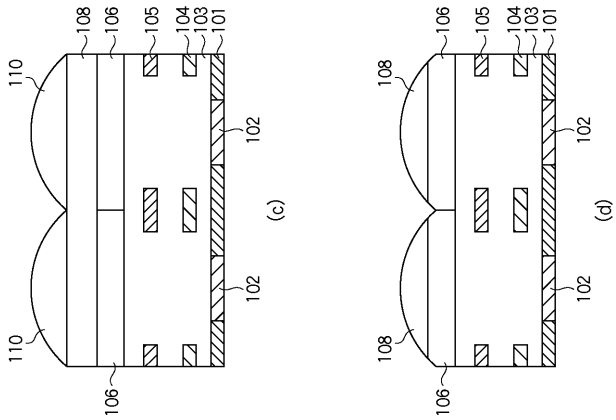
【 図 2 】



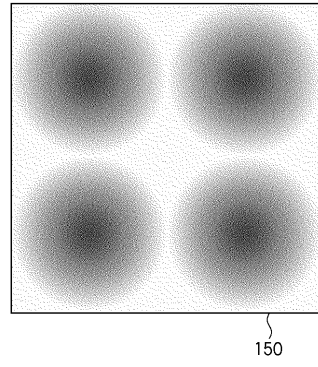
【 図 3 】



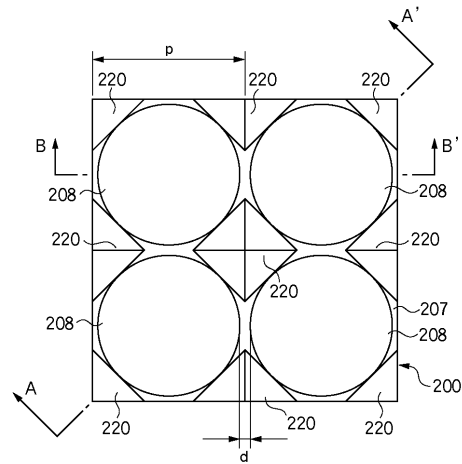
【 図 4 】



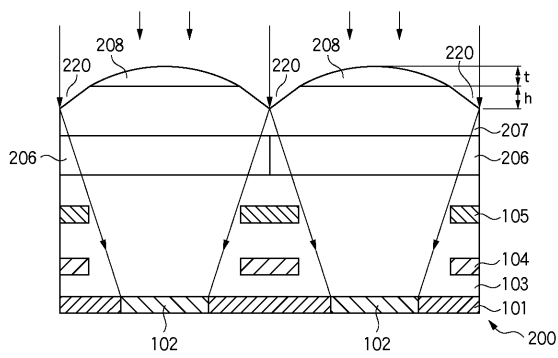
【 図 5 】



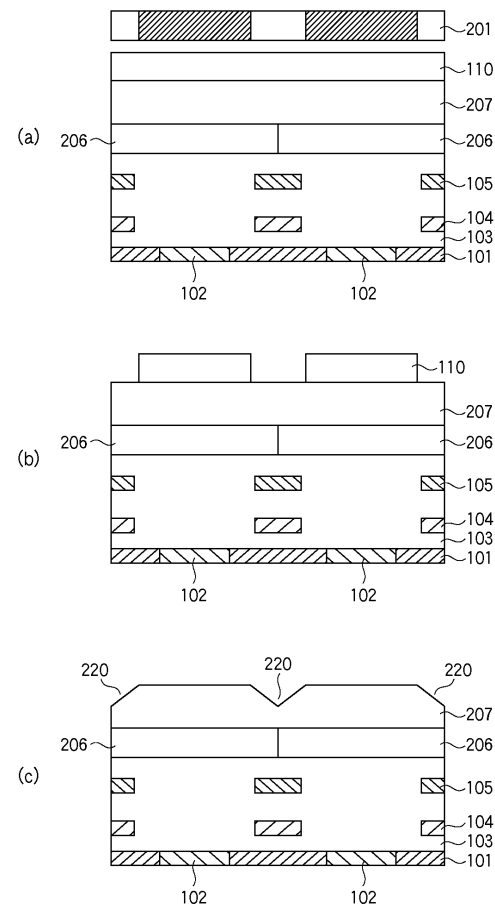
【 図 6 】



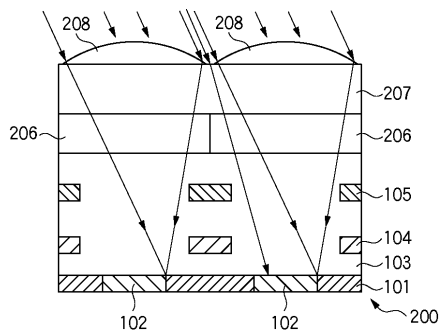
【 図 7 】



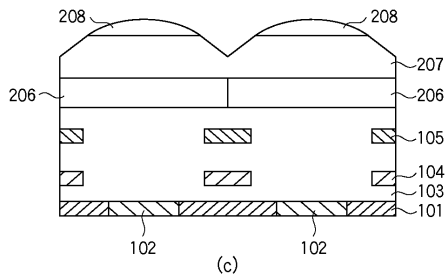
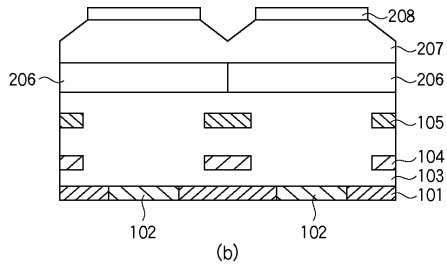
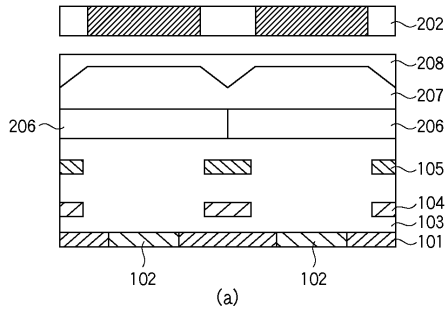
【 図 9 】



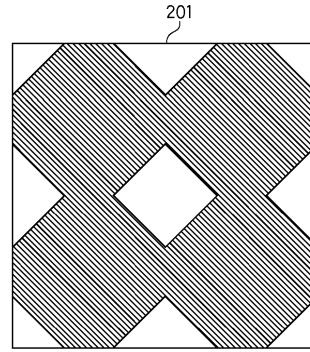
【 図 8 】



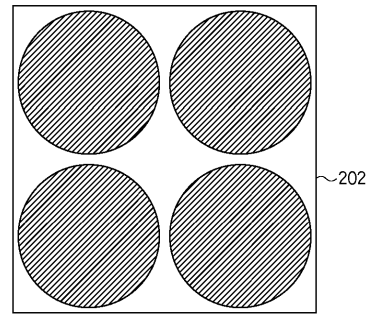
【 図 1 0 】



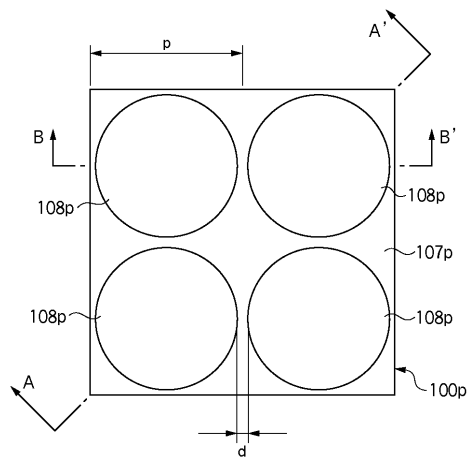
【 図 1 1 】



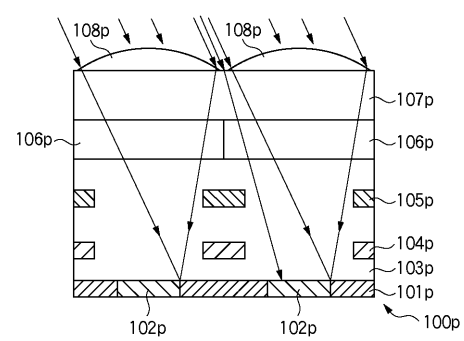
【 図 1 2 】



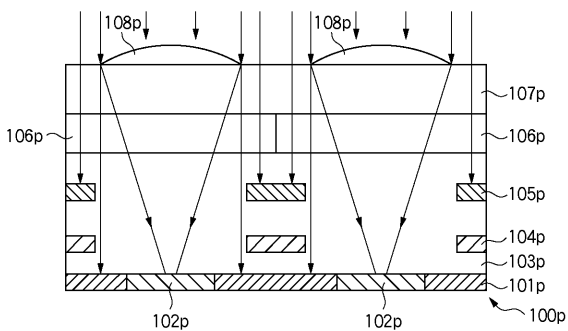
【 図 1 3 】



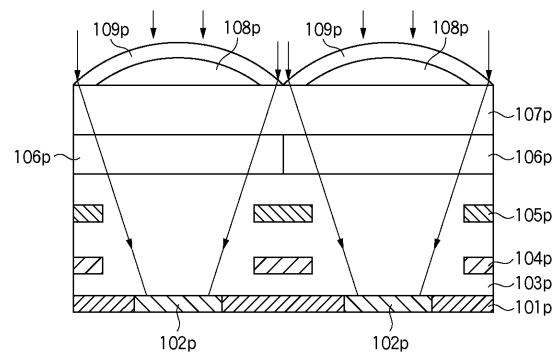
【 図 1 5 】



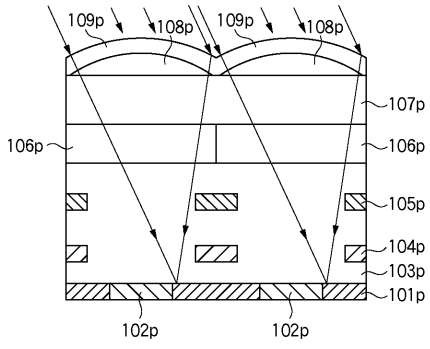
【 図 1 4 】



【 図 1 6 】



【 図 17 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA01 AB01 FA06 GC14 GD04 GD07
5C024 AX01 BX01 CX41 EX43
5C065 AA01 AA03 CC01 DD17 EE10 EE11