

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年1月11日(11.01.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/009999 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 27/146 (2006.01) *G02B 5/22* (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01) *H04N 25/11* (2023.01)
G02B 5/20 (2006.01)

JP]; 〒1100016 東京都台東区台東一丁目
5番1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/024771

(22) 国際出願日: 2023年7月4日(04.07.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2022-108968 2022年7月6日(06.07.2022) JP

(71) 出願人: T O P P A N ホールディング
ス株式会社 (TOPPAN HOLDINGS INC.) [JP/

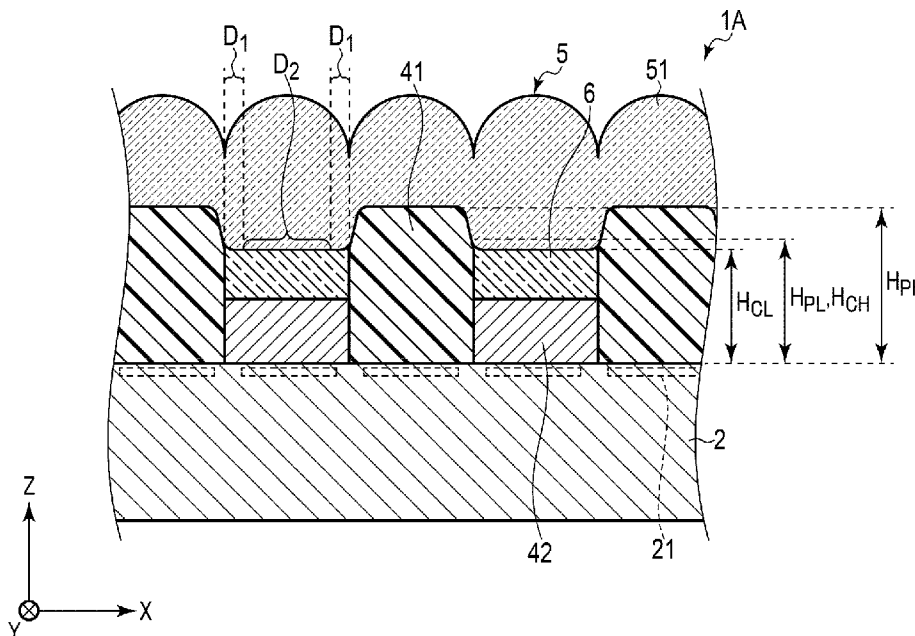
(72) 発明者: 坂 川 誠 (SAKAGAWA, Makoto);
〒1100016 東京都台東区台東一丁目5番1
号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人鈴榮特許総合事務所
(SUZUYE & SUZUYE); 〒1050014 東京都港区
芝三丁目23番1号 セレスティン芝三井
ビルディング11階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: IMAGE SENSOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: イメージセンサ及びその製造方法



(57) Abstract: Provided is a technology that makes it possible to improve the detection accuracy of an image sensor with respect to infrared radiation. An image sensor 1A comprises: a substrate 2 on which a plurality of photodiodes are provided; a color filter 4 which includes a plurality of coloration layers and has a plurality of first through-holes; an infrared radiation blocking layer 6 which is provided on the color filter and has a plurality of second through-holes respectively communicating with the plurality of first through-holes; a plurality of infrared radiation transmissive layers 41 in each of which one of the plurality of first through-holes and the

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

second through-hole communicating therewith are embedded; and a plurality of micro lenses 51. In the image sensor 1A, the side wall of each of the plurality of second through-holes is entirely in contact with the side surface of any of the plurality of infrared radiation transmissive layers 41. The upper surface of the infrared radiation blocking layer has a maximum height H_{CH} at the position of the boundary thereof with the plurality of infrared radiation transmissive layers 41, and has a minimum height H_{CL} at a position away from the boundary. The upper surface of each of the plurality of infrared radiation transmissive layers 41 has a maximum height H_{PH} that is greater than the minimum height H_{CL} and is greater than or equal to the maximum height H_{CH} .

(57) 要約: イメージセンサの赤外線に対する検出精度を向上させることができる技術を提供する。イメージセンサ1Aは、複数のフォトダイオードが設けられた基板2と、複数の着色層を含み、複数の第1貫通孔を有するカラーフィルタ4と、上記カラーフィルタの上に設けられ、上記複数の第1貫通孔とそれぞれ連通した複数の第2貫通孔を有する赤外線遮蔽層6と、上記複数の第1貫通孔の1つ及びこれと連通した上記第2貫通孔を各々が埋め込んだ複数の赤外線透過層41と、複数のマイクロレンズ51とを備える。上記イメージセンサ1Aにおいて、上記複数の第2貫通孔の各々の側壁は、その全体が上記複数の赤外線透過層41の何れかの側面と接触し、上記赤外線遮蔽層の上面は、上記複数の赤外線透過層41との境界の位置に最大高さ H_{CH} を有するとともに、上記境界から離れた位置に最小高さ H_{CL} を有し、上記複数の赤外線透過層41の各々の上面は、最大高さ H_{PH} が上記最小高さ H_{CL} と比較してより大きく、上記最大高さ H_{CH} 以上である。

明 細 書

発明の名称： イメージセンサ及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、イメージセンサ及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] イメージセンサ（又は固体撮像素子）は、光をその強度に対応した大きさの電気信号に変換する複数のフォトダイオードが形成された基板を備えている。イメージセンサとしては、各色用のフォトダイオード上に位置するカラーフィルタと、赤外線用のフォトダイオード上に位置する赤外線透過層と、上記カラーフィルタ上に設けられた赤外線遮蔽層とを備えたものがある（例えば、特許文献1を参照）。

[0003] 特許文献1に記載のイメージセンサは、赤外線透過層の上面が赤外線遮蔽層の上面より低い構造を有している。同文献では、基板上の各色用フォトダイオードの上にカラーフィルタを形成し、その上層として赤外線遮蔽層を形成した後で、基板上の赤外線用フォトダイオードの位置に存在する凹部を穴埋めする形で赤外線透過層を形成することで、上記構造を有するイメージセンサを製造している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6317695号公報

発明の概要

[0005] 本発明は、イメージセンサの赤外線に対する検出精度を向上させることができる技術を提供することを目的とする。

[0006] 本発明の一側面によると、

複数のフォトダイオードが設けられた基板と、

上記複数のフォトダイオードの一部の上にそれぞれ設けられた複数の着色層を含み、上記複数のフォトダイオードの他の一部の位置にそれぞれ設けら

れた複数の第1貫通孔を有するカラーフィルタと、

上記カラーフィルタの上に設けられ、特定波長の赤外線を遮り、可視光を透過させる赤外線遮蔽層であって、上記複数の第1貫通孔とそれぞれ連通した複数の第2貫通孔を有する赤外線遮蔽層と、

上記複数の第1貫通孔の1つ及びこれと連通した上記第2貫通孔を各々が埋め込み、可視光を遮り、上記特定波長の赤外線を透過させる複数の赤外線透過層と、

上記カラーフィルタと上記赤外線遮蔽層と上記複数の赤外線透過層とを間に挟んで上記複数のフォトダイオードとそれぞれ向き合った複数のマイクロレンズと

を備え、

上記複数の第2貫通孔の各々の側壁は、その全体が上記複数の赤外線透過層の何れかの側面と接触し、

上記赤外線遮蔽層の上面は、上記複数の赤外線透過層との境界の位置に最大高さ H_{CH} を有するとともに、上記境界から離れた位置に最小高さ H_{CL} を有し、

上記複数の赤外線透過層の各々の上面は、最大高さ H_{PH} が上記最小高さ H_{CL} と比較してより大きく、上記最大高さ H_{CH} 以上であるイメージセンサが提供される。

[0007] 本発明の他の側面によると、上記複数の赤外線透過層の各々の上記上面は凸状である上記側面に係るイメージセンサが提供される。

[0008] 本発明の更に他の側面によると、上記赤外線遮蔽層の上記上面のうち、上記複数の第2貫通孔に各々が隣接した複数の第1領域は、上記複数の第1領域を間に挟んで上記複数の第2貫通孔と各々が隣り合った第2領域と比較して高さがより大きい上記側面の何れかに係るイメージセンサが提供される。

[0009] 本発明の更に他の側面によると、上記複数の着色層のうち上記複数の赤外線透過層と接しているものの1以上は、逆テーパ状の断面形状を有している上記属面の何れかに係るイメージセンサが提供される。

[0010] 本発明の更に他の側面によると、

複数の着色層を含み、複数の貫通孔を有するカラーフィルタを、基板に設けられた複数のフォトダイオードの一部の上に上記複数の着色層がそれぞれ設けられ、上記複数のフォトダイオードの他の一部の位置に上記複数の貫通孔が設けられるように形成することと、可視光を遮り、特定波長の赤外線を透過させる複数の赤外線透過層を、上記複数の貫通孔をそれぞれ埋め込み且つ上記複数の貫通孔から突き出るように形成することと、

上記特定波長の赤外線を遮り、可視光を透過させる赤外線遮蔽層を、上記赤外線遮蔽層の上面が上記複数の赤外線透過層と比較してより小さな高さを有するように、上記カラーフィルタの上に形成することと、

上記赤外線遮蔽層を熱フローさせることと、

その後、複数のマイクロレンズを、上記カラーフィルタと上記赤外線遮蔽層と上記複数の赤外線透過層とを間に挟んで上記複数のフォトダイオードとそれぞれ向き合うように形成することと
を含んだイメージセンサの製造方法が提供される。

[0011] 本発明によれば、イメージセンサの赤外線に対する検出精度を向上させることができる技術が提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係るイメージセンサの一部を示す斜視図である。

[図2]図2は、図1に示すイメージセンサのⅠⅠ-ⅠⅠ線に沿った断面図である。

[図3]図3は、図1及び図2に示すイメージセンサの製造方法の一例における一工程を示す断面図である。

[図4]図4は、図1及び図2に示すイメージセンサの製造方法の一例における他の工程を示す断面図である。

[図5]図5は、図1及び図2に示すイメージセンサの製造方法の一例における更に他の工程を示す断面図である。

[図6]図6は、図1及び図2に示すイメージセンサの製造方法の一例における更に他の工程を示す断面図である。

[図7]図7は、本発明の一実施形態の変形例に係るイメージセンサの一部を示す断面図である。

[図8]図8は、一比較例に係るイメージセンサの一部を示す断面図である。

[図9]図9は、他の比較例に係るイメージセンサの一部を示す断面図である。

[図10]図10は、更に他の比較例に係るイメージセンサの一部を示す断面図である。

[図11]図11は、例1における熱フロー前の赤外線遮蔽層を斜め方向から撮像した顕微鏡画像である。

[図12]図12は、例1における熱フロー後の赤外線遮蔽層を斜め方向から撮像した顕微鏡画像である。

[図13]図13は、図12の赤外線遮蔽層の断面を撮像した顕微鏡画像である。

[図14]図14は、比較例1における熱フロー前の赤外線遮蔽層を斜め方向から撮像した顕微鏡画像である。

[図15]図15は、比較例1における熱フロー後の赤外線遮蔽層を斜め方向から撮像した顕微鏡画像である。

[図16]図16は、図15の赤外線遮蔽層の断面を撮像した顕微鏡画像である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。以下に説明する実施形態は、上記側面の何れかをより具体化したものである。以下に記載する事項は、単独で又は複数を組み合わせて、上記側面の各々に組み入れることができる。

[0014] また、以下に示す実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための構成を例示するものであって、本発明の技術的思想は、下記の構成部材の材質、形状、及び構造等によって限定されるものではない。本発明の技術的思想

には、請求の範囲に記載された請求項が規定する技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

[0015] なお、同様又は類似した機能を有する要素については、以下で参照する図面において同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。また、図面は模式的なものであり、或る方向の寸法と別の方向の寸法との関係、及び、或る部材の寸法と他の部材の寸法との関係等は、現実のものとは異なり得る。

[0016] 図1は、本発明の一実施形態に係るイメージセンサの一部を示す斜視図である。図2は、図1に示すイメージセンサのⅠⅠ-ⅠⅠ線に沿った断面図である。

[0017] 図1及び図2に示すイメージセンサ1Aは、例えば、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ又はCCD (Charge-Coupled Device) イメージセンサである。イメージセンサ1Aは、基板2と、第1着色層42、第2着色層43及び第3着色層44を含むカラーフィルタ4と、マイクロレンズアレイ5と、赤外線遮蔽層6と、赤外線透過層41とを含んでいる。

[0018] なお、各図において、X方向は、基板2のマイクロレンズアレイ5と向き合った主面に平行な方向である。Y方向は、先の主面に平行であり且つX方向と交差する方向である。Z方向は、X方向及びY方向に対して垂直な方向、即ち、基板2の厚さ方向である。ここでは、一例として、X方向及びY方向は、互いに対して垂直であるとする。

[0019] <基板>

基板2は、シリコン基板等の半導体基板である。基板2の表面領域には、図2に示すように、光電変換素子である複数のフォトダイオード21が設けられている。複数のフォトダイオード21は、第1着色層42、第2着色層43及び第3着色層44の各々に向き合った各色用のフォトダイオードと、赤外線透過層41に向き合った赤外線用のフォトダイオードを含む。各色用のフォトダイオードは、特定の波長を有する可視光の強度を測定する。赤外線用のフォトダイオードは、赤外線の強度を測定する。フォトダイオード2

1 は、X方向とY方向とに配列している。

[0020] イメージセンサ1 Aは、基板2のフォトダイオード2 1側の主面上に、密着性の向上のために平坦化層を更に含んでもよい。

[0021] <カラーフィルタ>

カラーフィルタ4は、透過スペクトルが異なる複数の着色層を含んでいる。ここでは、カラーフィルタ4は、第1着色層4 2、第2着色層4 3及び第3着色層4 4を含んでいる。カラーフィルタ4が含む着色層の種類は、2種以上であれば、3種でなくてもよい。

[0022] 第1着色層4 2、第2着色層4 3及び第3着色層4 4は、透過スペクトルが異なっている。第1着色層4 2、第2着色層4 3及び第3着色層4 4の各々は、例えば、赤色層、青色層、緑色層、イエロー色層、マゼンタ色層、又はシアン色層である。一例によれば、第1着色層4 2、第2着色層4 3及び第3着色層4 4は、赤色層、青色層及び緑色層である。他の例によれば、第1着色層4 2、第2着色層4 3及び第3着色層4 4は、イエロー色層、マゼンタ色層及びシアン色層である。

[0023] カラーフィルタ4は、複数の第1貫通孔を有している。図2に示すように、第1貫通孔は、赤外線透過層4 1によって埋め込まれている。

[0024] カラーフィルタ4において、第1貫通孔と第1着色層4 2は、X方向へ各々が伸び、Y方向へ配列した複数の第1列を形成している。第1列の各々において、第1貫通孔及び第1着色層4 2は、X方向へ交互に配列している。第2着色層4 3及び第3着色層4 4は、X方向へ各々が伸び、Y方向へ配列した複数の第2列を形成している。第2列の各々において、第2着色層4 3及び第3着色層4 4は、X方向へ交互に配列している。そして、第1列及び第2列は、Y方向へ交互に配列している。

[0025] 上記の通り、第1着色層4 2、第2着色層4 3及び第3着色層4 4は、複数のフォトダイオード2 1の中の各色用のフォトダイオードと向き合うようにそれぞれ設けられ、複数の第1貫通孔は、複数のフォトダイオード2 1の中の赤外線用のフォトダイオードと向き合うように設けられている。

[0026] カラーフィルタ 4 は、例えば、着色剤を含む感光性材料を用いて、フォトリソグラフィ法によりパターン形成される。

[0027] カラーフィルタ 4 に含まれる各着色層の膜厚は、互いに異なってもよいし、同じであってもよい。各着色層の膜厚は、例えば、 $0.3\ \mu\text{m}$ 乃至 $1.0\ \mu\text{m}$ の範囲内であってよく、 0.4 乃至 $0.7\ \mu\text{m}$ の範囲内であってよい。

[0028] <赤外線遮蔽層>

赤外線遮蔽層 6 は、カラーフィルタ 4 の上に設けられ、特定波長の赤外線を遮り、可視光を透過させる層である。赤外線遮蔽層 6 は、カラーフィルタ 4 と向き合った各フォトダイオード 21 がノイズとして検出し得る波長帯の赤外線をカットする。それによって、これらフォトダイオード 21 の検出精度を高める。

[0029] 赤外線遮蔽層 6 は、カラーフィルタ 4 の上に設けられ、カラーフィルタ 4 が含む複数の第 1 貫通孔とそれぞれ連通した複数の第 2 貫通孔を有する。第 2 貫通孔は、図 2 に示すように、赤外線透過層 41 によって埋め込まれている。

[0030] 赤外線遮蔽層 6 は、例えば、赤外線吸収色材と透明樹脂を含有する。赤外線吸収色材は、例えば、スクアリリウム系色素、クロコニウム系色素、ジインモニウム系色素、アントラキノン系色素、シアニン系色素、フタロシアニン系色素、ジチオール系色素等の染料である。透明樹脂は、例えば、アクリル系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリエーテル系樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ノルボルネン系樹脂等である。

[0031] 赤外線遮蔽層 6 は、例えば、赤外線吸収色材、重合性化合物、バインダー樹脂、光重合開始剤等を含有する感光性材料を用いてフォトリソグラフィ法により形成することができる。感光性材料は、光安定剤、酸化防止剤、熱安定剤、帯電防止剤など、他の機能を兼ね備えるための添加物を含有してよい。

[0032] 赤外線遮蔽層 6 の膜厚は、例えば、 $0.5\ \mu\text{m}$ 乃至 $1.2\ \mu\text{m}$ の範囲内であってよく、 0.7 乃至 $1.0\ \mu\text{m}$ の範囲内であってよい。

[0033] <赤外線透過層>

赤外線透過層 41 は、可視光を遮り、特定波長の赤外線を透過させる光学フィルタである。すなわち、赤外線透過層 41 は、フォトダイオード 21（上記赤外線用フォトダイオード）が検出し得る赤外線を透過させるとともに、フォトダイオード 21 が検出し得る可視光をカットする。赤外線透過層 41 により、フォトダイオード 21 による赤外線の検出精度が高められる。フォトダイオード 21 が検出し得る上記特定波長の赤外線は、例えば、 $900\ \text{nm}$ 以上 $1100\ \text{nm}$ 以下の範囲内の波長を有した近赤外線である。

[0034] 赤外線透過層 41 は、カラーフィルタ 4 が有する複数の第 1 貫通孔の 1 つ及びこれと連通した赤外線遮蔽層 6 が有する第 2 貫通孔を各々が埋め込む形で基板 2 の上に設けられている。ここでは、赤外線透過層 41 は、X 方向及び Y 方向へ配列している。これら赤外線透過層 41 の各々は、第 1 貫通孔及びこれに連通した第 2 貫通孔を埋め込むとともに、カラーフィルタ 4 の上面から上方へ突き出ている。

[0035] 赤外線透過層 41 は、例えば、赤外線透過色材を含有する。赤外線透過色材は、特に近赤外領域の光の少なくとも一部を透過させ、かつ、可視領域の光を遮る材料であることが好ましい。赤外線透過層 41 は、赤外線透過色材として、2 種類以上の有彩色着色剤を含み、2 種以上の有彩色着色剤の組み合わせで黒色を呈するものであってもよい。あるいは、赤外線透過層 41 は、赤外線透過色材として有機系黒色着色剤を含むものであってもよい。

[0036] 有彩色着色剤は、顔料であってもよく、染料であってもよいが、好ましくは顔料であり、より好ましくは有機顔料である。赤外線透過層 41 は、例えば、赤色着色剤、緑色着色剤、青色着色剤、黄色着色剤、紫色着色剤およびオレンジ色着色剤から選ばれる 2 種以上の有彩色着色材を含有する。

[0037] 赤外線透過層 41 は、屈折率を調整するための無機酸化物粒子を含有してよい。無機酸化物は、例えば、酸化アルミニウム、酸化珪素、酸化ジルコニ

ウム、酸化チタン等である。また、赤外線透過層 4 1 は、光安定剤、酸化防止剤、熱安定剤、帯電防止剤など、他の機能を兼ね備えるための添加物を含有してよい。

[0038] 赤外線透過層 4 1 は、例えば、赤外線透過色材、重合性化合物、バインダー樹脂、光重合開始剤等を含有する感光性材料を用いてフォトリソグラフィ法により形成することができる。

[0039] 赤外線透過層 4 1 の膜厚は、例えば、 $0.9\ \mu\text{m}$ 乃至 $2.3\ \mu\text{m}$ の範囲内であってよく、 1.2 乃至 $1.8\ \mu\text{m}$ の範囲内であってよい。

[0040] <マイクロレンズアレイ>

マイクロレンズアレイ 5 は、カラーフィルタ 4 と赤外線遮蔽層 6 と赤外線透過層 4 1 とを間に挟んで、基板 2 と向き合うように設けられている。マイクロレンズアレイ 5 は、無色透明な有機物、例えば、ポリマーからなる。

[0041] マイクロレンズアレイ 5 は、複数のマイクロレンズ 5 1 を含んでいる。これらマイクロレンズ 5 1 は、カラーフィルタ 4 と赤外線遮蔽層 6 と赤外線透過層 4 1 とを間に挟んで、フォトダイオード 2 1 とそれぞれ向き合っている。

[0042] マイクロレンズ 5 1 の各々は、上面が凸面である凸レンズである。ここでは、各マイクロレンズ 5 1 は、Z 方向に対して垂直な平面への正射影が円形である。この正射影は、角が丸まった四角形などの他の形状を有していてもよい。マイクロレンズ 5 1 の各々は、上部が略半球形であり、下部が略四角柱形であってもよい。

[0043] このイメージセンサ 1 A は、X 方向と Y 方向とに配列した複数の画素を含んでいる。ここでは、各画素は、第 1 乃至第 4 サブ画素を含んでいる。第 1 サブ画素は、赤外線透過層 4 1 と、これと向き合ったフォトダイオード 2 1 及びマイクロレンズ 5 1 を含んでいる。第 2 サブ画素は、第 1 着色層 4 2 と、これと向き合ったフォトダイオード 2 1 及びマイクロレンズ 5 1 を含んでいる。第 3 サブ画素は、第 2 着色層 4 3 と、これと向き合ったフォトダイオード 2 1 及びマイクロレンズ 5 1 を含んでいる。第 4 サブ画素は、第 3 着色

層44と、これと向き合ったフォトダイオード21及びマイクロレンズ51を含んでいる。

[0044] イメージセンサ1Aにおいて、赤外線透過層41の上面は、赤外線遮蔽層6の上面より高い位置にある。ここで「赤外線透過層41の上面は、赤外線遮蔽層6の上面より高い位置にある」とは、以下を意味する。すなわち、赤外線遮蔽層6の上面は、複数の赤外線透過層41との境界の位置に最大高さ H_{CH} を有するとともに、上記境界から離れた位置に最小高さ H_{CL} を有する。そして、複数の赤外線透過層41の各々の上面は、最大高さ H_{PH} が赤外線遮蔽層6の上面の最小高さ H_{CL} と比較してより大きく($H_{CL} < H_{PH}$)、赤外線遮蔽層6の上面の最大高さ H_{CH} 以上($H_{CH} \leq H_{PH}$)であることを意味する。ここで、赤外線遮蔽層6の上面の最大高さ H_{CH} と最小高さ H_{CL} は、 $H_{CL} \leq H_{CH}$ の関係を満たせばよい。

[0045] 図2に示すイメージセンサ1Aは、赤外線透過層41の上面の最大高さ H_{PH} が、赤外線遮蔽層6の上面の最大高さ H_{CH} より高い形態、すなわち、 $H_{PH} > H_{CH}$ の関係にある形態の一例である。赤外線透過層41の上面の最小高さを H_{PL} としたとき、 $H_{PH} > H_{CH}$ の関係にあるイメージセンサ1Aにおいて、赤外線透過層41の上面の最小高さ H_{PL} は、図2に示すように、最大高さ H_{PH} より小さく($H_{PL} < H_{PH}$)、且つ、赤外線遮蔽層6の上面の最大高さ H_{CH} と等しい関係($H_{PL} = H_{CH}$)にある。この場合において、赤外線透過層41の上面は、最大高さ H_{PH} を有している領域と、当該領域に隣接し、高さが最大高さ H_{PH} から最小高さ H_{PL} になるまでの領域からなり、凸状になっている。なお、上述した $H_{PH} > H_{CL}$ の関係は必然的に満たしている。

[0046] 図2に示すイメージセンサ1Aにおいて、赤外線遮蔽層6の上面は、赤外線透過層41の側面と接する部分(後述する第1領域 D_1)が、赤外線透過層41へ向けてせり上がった構造($H_{CL} < H_{CH}$)を有している。しかしながら、イメージセンサ1Aにおいて、赤外線透過層41の上面が図2に示すように赤外線遮蔽層41の上面に対し $H_{PH} > H_{CH}$ の関係にあり、凸状であるとき、赤外線遮蔽層6の上面は、図2に示される形態に限定されない。すなわち

、赤外線透過層41の上面が $H_{PH} > H_{CH}$ の関係を満たし凸状であるとき、赤外線遮蔽層6の上面の最大高さ H_{CH} と最小高さ H_{CL} は、図2に示す $H_{CL} < H_{CH}$ の関係にあってもよいし、 $H_{CL} = H_{CH}$ の関係にあってもよい。後者の $H_{CL} = H_{CH}$ の関係にある場合、図示していないが、赤外線遮蔽層6の上面は平坦である。

[0047] また、イメージセンサ1Aは、図示していないが、赤外線透過層41の上面の最大高さ H_{PH} と、赤外線遮蔽層6の上面の最大高さ H_{CH} とが等しい関係($H_{PH} = H_{CH}$)にあってもよい。但し、上述した $H_{PH} > H_{CL}$ の関係を満たすことが条件となるため、赤外線遮蔽層6の上面の最大高さ H_{CH} と最小高さ H_{CL} は、 $H_{CL} < H_{CH}$ の関係にあることを要する。すなわち、 $H_{PH} = H_{CH}$ の関係にあるイメージセンサ1Aにおいて、赤外線遮蔽層6の上面は、図2と同様に、赤外線透過層41の側面と接する部分(第1領域 D_1)が、赤外線透過層41へ向けてせり上がった構造を有している。この場合において、赤外線透過層41の上面は、最大高さ H_{PH} を有している領域であり、平坦($H_{PH} = H_{PL}$)となる。

[0048] イメージセンサ1Aにおいて、赤外線遮蔽層6が有する複数の第2貫通孔の各々の側壁は、その全体が複数の赤外線透過層41の何れかの側面と接触している。すなわち、イメージセンサ1Aにおいて、赤外線遮蔽層6の側壁は、その全面が赤外線透過層41に接触しており、赤外線透過層41と赤外線遮蔽層6との間には隙間がない。

[0049] イメージセンサ1Aの製造方法では、後述するように、カラーフィルタ4と赤外線透過層41を形成した後に、赤外線遮蔽層6を形成する。赤外線遮蔽層6は、その上面が赤外線透過層41の上面と比較して高さが小さくなるようにカラーフィルタ4上にパターン形成された後、熱フローすることにより形成される。この場合、赤外線透過層41の上面は赤外線遮蔽層6の上面より高い位置にあるため、赤外線遮蔽層6を熱フローさせることによる赤外線遮蔽層6と赤外線透過層41との混色の発生を抑制することができる。なお、赤外線透過層41の上面が赤外線遮蔽層6の上面より低い位置にある場

合の混色の発生については、比較例を用いて後述する。

[0050] イメージセンサ 1 A において、赤外線透過層 4 1 の上面の高さと赤外線遮蔽層 6 の上面の高さとの差 H_D は、 $0 < H_D$ であり、好ましくは $0.05 \mu m \leq H_D$ であり、より好ましくは $0.1 \mu m \leq H_D$ である。ここで、上面の高さの差 H_D は、赤外線透過層 4 1 の上面の最大高さ H_{PH} と、赤外線遮蔽層 6 の最小高さ H_{CL} との差 ($H_D = H_{PH} - H_{CL}$) を意味する。一方、上面の高さの差 H_D が大きくなると、赤外線遮蔽層 6 の形成時において塗布ムラが生じやすくなる傾向にあり、また、赤外線透過層 4 1 の膜厚が大きくなると、赤外線透過層 4 1 の形成も困難となる傾向にある。この観点からは、上面の高さの差 H_D は、 $H_D \leq 1.0 \mu m$ であることが好ましく、 $H_D \leq 0.8 \mu m$ であることがより好ましく、 $H_D \leq 0.3 \mu m$ であることが更に好ましい。

[0051] 赤外線遮蔽層 6 を熱フローさせることにより、上述のとおり、赤外線遮蔽層 6 の側壁の全面を赤外線透過層 4 1 の側面に接触させることができ、赤外線透過層 4 1 と赤外線遮蔽層 6 との間に隙間が生じないようにすることが可能となる。これにより迷光の発生が抑制され、ノイズを低減することができ、このような赤外線遮蔽層 6 を熱フローさせることによる上記効果は、赤外線遮蔽層 6 が赤外線吸収色材として顔料を含有するよりも染料を含有する場合に得られやすい。

[0052] 図 2 に示されるイメージセンサ 1 A において、複数の赤外線透過層 4 1 の各々の上面は、凸状である。この場合、赤外線透過層 4 1 と向き合ったマイクロレンズ 5 1 による集光に対しレンズ効果を生じ、赤外線の検出精度が向上する。

[0053] 図 2 に示されるイメージセンサ 1 A において、赤外線遮蔽層 6 の上面のうち、複数の第 2 貫通孔に各々が隣接した複数の第 1 領域 D_1 は、複数の第 1 領域を間に挟んで複数の第 2 貫通孔と各々が隣り合った第 2 領域 D_2 と比較して高さがより大きい。ここでは、赤外線遮蔽層 6 の上面のうち、赤外線透過層 4 1 の側面と接する部分は、赤外線透過層 4 1 へ向けてせり上がっている。赤外線遮蔽層 6 の側面と赤外線透過層 4 1 の側面との間に谷部が形成されて

いる場合、マイクロレンズアレイ 5 を形成した際にボイド（空隙）等の不具合が生じやすくなる。イメージセンサ 1 A は、上記の通り、赤外線遮蔽層 6 の上面における第 1 領域 D_1 が第 2 領域 D_2 と比較し高さがより大きいいため、ボイド（空隙）等の不具合の発生が抑制される。

[0054] 赤外線遮蔽層 6 において、赤外線吸収色材として顔料ではなく染料を使用すると、赤外線遮蔽層 6 の上面のうち赤外線透過層 4 1 の側面と接する部分が、赤外線透過層 4 1 へ向けてせり上がった構造を生じさせ易い。このため赤外線遮蔽層 6 を熱フローさせることによるボイドの抑制効果は、赤外線遮蔽層 6 が、赤外線吸収色材として顔料ではなく染料を含有する場合に向上する。

[0055] このイメージセンサ 1 A は、例えば、以下の方法により製造することができる。図 3 乃至図 6 は、それぞれ、図 1 及び図 2 に示すイメージセンサ 1 A の製造方法の一例が含む工程を示す断面図である。

[0056] この方法では、先ず、基板 2 上へカラーフィルタ 4 を形成する。

カラーフィルタ 4 は、上記の通り、第 1 着色層 4 2、第 2 着色層 4 3 及び第 3 着色層 4 4 を含み、複数の第 1 貫通孔を有する。図 3 に示すように、第 1 貫通孔 T の各々は、X 方向へ隣り合った第 1 着色層 4 2 の間に位置している。また、第 1 貫通孔 T の各々は、Y 方向へ隣り合った第 2 着色層 4 3 の間に位置している。

[0057] 第 1 着色層 4 2 は、基板 2 上に着色剤を含む感光性材料からなる塗膜を形成し、露光、現像及び焼成を含むフォトリソ法を用いてこの塗膜をパターンニングすることによって形成される。第 2 着色層 4 3 及び第 3 着色層 4 4 も、第 1 着色層 4 2 と同様の方法により形成する。第 1 着色層 4 2、第 2 着色層 4 3 及び第 3 着色層 4 4 の形成順序は任意である。

[0058] 第 1 着色層 4 2、第 2 着色層 4 3 及び第 3 着色層 4 4 のパターンニングは、第 1 貫通孔 T 及び第 1 着色層 4 2 が X 方向へ交互に配列してなる複数の第 1 列と、第 2 着色層 4 3 及び第 3 着色層 4 4 が X 方向へ交互に配列してなる複数の第 2 列とが、Y 方向へ交互に配列するよう行われる。

[0059] 第1着色層42、第2着色層43及び第3着色層44が含有する着色材としては、有機又は無機の顔料を、単独で又は2種類以上混合して用いることができる。顔料は、発色性が高く、且つ耐熱性の高い顔料、特に耐熱分解性の高い顔料が好ましく、通常は有機顔料が用いられる。使用することができる顔料としては、フタロシアニン系、アゾ系、アントラキノ系、キナクリドン系、ジオキサジン系、アンサンスロン系、インダンスロン系、ペリレン系、チオインジゴ系、イソインドリン系、キノフタロン系、ジケトピロロピロール系などの有機顔料が挙げられる。

[0060] 次に、図4に示すように、基板2上へ赤外線透過層41を形成する。

図4では、図3に示される第1貫通孔Tの位置に赤外線透過層41が形成され、赤外線透過層41と第1着色層42とが交互に配列している。

[0061] 赤外線透過層41は、赤外線透過色材を含有する感光性材料を用いて、複数の第1貫通孔Tをそれぞれ埋め込み且つ複数の第1貫通孔Tから突き出るように、露光、現像及び焼成を含むフォトリソグラフィ法によりパターン形成される。

[0062] 次に、カラーフィルタ4の上に赤外線遮蔽層6を形成し、これを熱フローさせる。図5及び図6には、カラーフィルタ4に含まれる第1着色層42の上に赤外線遮蔽層6が形成された工程断面図が示されている。図5は、赤外線遮蔽層6を熱フローさせる前の工程断面図であり、図6は、赤外線遮蔽層6を熱フローさせた後の工程断面図である。

[0063] 図5に示すように、赤外線遮蔽層6を、先ず、赤外線吸収色材を含有する感光性材料を用いて、その上面が赤外線透過層41の上面と比較してより小さな高さを有するように、カラーフィルタ4上に形成する。赤外線遮蔽層6は、露光及び現像を含むフォトリソグラフィ法により形成する。

[0064] 赤外線遮蔽層6を焼成により熱フローさせる前の時点では、図5に示すように、赤外線遮蔽層6は、その側面（第2貫通孔の側壁）の少なくとも一部が赤外線透過層41の側面と接触しておらず、赤外線透過層41との間に溝状の隙間を形成している。赤外線遮蔽層6を熱フローさせることにより、図

6に示すように、赤外線遮蔽層6の側面の全体が赤外線透過層41の側面に接触した構造となり、赤外線遮蔽層6が赤外線透過層41との間に形成していた溝状の隙間は消失する。また、一例によれば、この熱フローにより、赤外線遮蔽層6の上面のうち、赤外線透過層41の側面と接する部分が、赤外線透過層41へ向けてせり上がった構造が得られる。

[0065] 次に、複数のマイクロレンズ51を含むマイクロレンズアレイ5を形成することにより、図1及び図2に示すイメージセンサ1Aを得る。

[0066] マイクロレンズ51は、カラーフィルタ4と赤外線遮蔽層6と赤外線透過層6とを間に挟んで複数のフォトダイオード21とそれぞれ向き合うように形成される。各マイクロレンズ51は、例えば、エッチバック法を用いて形成される。エッチバック法では、まず、各マイクロレンズ51を形成するための透明樹脂層を、カラーフィルタ4と赤外線遮蔽層6と赤外線透過層6とを間に挟んで基板2と向き合うように形成する。次いで、透明樹脂層上に複数の半球が並ぶ形状（レンズ形状）を有したレジストパターンを形成する。そして、そのレジストパターンを備えた透明樹脂層のドライエッチングによって、レジストパターンが有する形状（レンズ形状）を透明樹脂層に転写することによって、複数のマイクロレンズ51を形成する。

[0067] マイクロレンズ51の形成に使用される透明樹脂は、例えば、アクリル系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリイミド系樹脂、ポリウレタン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリエーテル系樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリスチレン系樹脂、および、ノルボルネン系樹脂などである。

[0068] マイクロレンズ51は、エッチングマスクなしで形成することも可能である。すなわち、まず、カラーフィルタ4と赤外線遮蔽層6と赤外線透過層6とを間に挟んで基板2と向き合うように感光性材料からなる塗膜を形成する。次いで、この塗膜に対して露光と現像を含むフォトリソグラフィ法によりパターンニングを行って、感光性材料の硬化物からなる複数のマイクロレンズ51を、色分解フィルタ4を間に挟んでフォトダイオード21とそれぞれ向

き合うように形成する。なお、このパターンングは、現像後の加熱による熱フローを更に含むことが好ましい。

以上のようにして、図1及び図2に示すイメージセンサ1Aを得る。

[0069] この方法により得られるイメージセンサ1Aは、赤外線に対する検出精度に優れる。これについて、比較例を参照しながら以下に説明する。

[0070] 図3乃至図6を参照しながら説明したイメージセンサ1Aの製造方法では、上記の通り、赤外線透過層41を形成した後、赤外線遮蔽層6を、その上面が赤外線透過層41と比較してより小さな高さを有するように形成し、熱フローさせる。赤外線透過層41の上面は赤外線遮蔽層6の上面より高い位置にあるため、赤外線遮蔽層6を熱フローさせることによって赤外線透過層41の上面が赤外線遮蔽層6によって部分的に覆われることはなく、それ故、これに起因した混色の発生を抑制することができる。

[0071] 更に、赤外線透過層6を形成した後で凹部を埋め込む形で赤外線遮蔽層6を形成し、これを熱フローさせることにより、上述のとおり、赤外線遮蔽層6の側面の全面を赤外線透過層41の側面に接触させることができ、溝状の隙間の発生を抑制することが可能となる。溝状の隙間がないので、この位置で赤外線遮蔽層6の厚さが小さいことに起因した迷光の発生が抑制され、ノイズを低減することができる。

[0072] また、赤外線遮蔽層6を熱フローさせることにより、赤外線透過層41と赤外線遮蔽層6との間に隙間が生じないようにすることが可能となるだけでなく、上述のとおり、赤外線遮蔽層6の上面のうち、赤外線透過層41の側面と接する部分が赤外線透過層41へ向けてせり上がった構造とすることも可能となる。この場合、ボイド（空隙）の発生を抑制することができる。

[0073] 図8は、一比較例に係るイメージセンサの一部を示す断面図である。図8に示すイメージセンサ100Aにおいて、赤外線透過層41の上面は、赤外線遮蔽層6の上面より低い位置にあり、且つ、凹面形状を有している。

[0074] イメージセンサ100Aは、基板2上に第2着色層42を含むカラーフィルタ4を形成する工程、カラーフィルタ4の上に赤外線遮蔽層6を形成する

工程、及び、赤外線透過層 4 1 を形成する工程をこの順序で含む方法で製造されたものである。この工程順において、赤外線透過層 4 1 は、カラーフィルタ 4 及び赤外線遮蔽層 6 が各々有する第 1 貫通孔及び第 2 貫通孔を穴埋めする形で、その上面が赤外線遮蔽層 6 の上面より高さが小さくなるように基板 2 上にスピコートされ、フォトリソグラフィ法により形成される。この場合、赤外線透過層 4 1 の上面は、図 8 に示すように凹面形状となりやすい。

[0075] イメージセンサ 1 0 0 A のように、赤外線透過層 4 1 の上面が凹面形状を有している場合、これと向き合ったマイクロレンズ 5 1 による集光効果が低減され、赤外線の検出精度が低下する。

[0076] 図 9 及び図 1 0 は、それぞれ他の比較例に係るイメージセンサの一部を示す断面図である。図 9 に示すイメージセンサ 1 0 0 B 及び図 1 0 に示すイメージセンサ 1 0 0 C は、何れも、赤外線透過層 4 1 の上面は、赤外線遮蔽層 6 の上面より低い位置にあり、且つ、赤外線遮蔽層 6 の側面がテーパ状になっている。

[0077] イメージセンサ 1 0 0 B 及び 1 0 0 C は、イメージセンサ 1 0 0 A の上記製造方法に対し、赤外線遮蔽層 6 を形成する工程と赤外線透過層 4 1 を形成する工程の順序を入れ替えて製造したものである。すなわち、イメージセンサ 1 0 0 B 及び 1 0 0 C は、第 1 着色層 4 2 を含むカラーフィルタ 4 を形成する工程、赤外線透過層 4 1 を形成する工程、及び赤外線遮蔽層 6 を形成する工程をこの順序で含む方法で製造されたものである。

[0078] この工程順において、赤外線遮蔽層 6 は、赤外線吸収色材を含有する感光性材料を赤外線透過層 4 1 の上面及びカラーフィルタ 4 の上面に塗布し、露光、現像及び焼成を含むフォトリソグラフィ法によりカラーフィルタ 4 上にパターン形成される。赤外線遮蔽層 6 には赤外線吸収色材として上述した染料系色素が用いられることが多い。染料系色素を含有する感光性材料は、顔料を含有する感光性材料と比較し、焼成時に熱フローにより側面がテーパ状になりやすい。

[0079] 図9に示すイメージセンサ100Bにおいては、赤外線遮蔽層6の側面がテーパ状になっていることにより、赤外線透過層41の側面に隣接した上面の一部を覆っているため、混色を生じやすい。また、図10に示すイメージセンサ100Cにおいては、赤外線遮蔽層6のテーパ状の側面が第1着色層42を含む画素内に存在するため、迷光を生じやすい。

[0080] <変形例>

図7は、イメージセンサ1Aの変形例に係るイメージセンサの一部を示す断面図である。図7に示すイメージセンサ1Bは、第1着色層42が逆テーパ状の断面形状を有していること以外は、図1及び図2に示すイメージセンサ1Aと同様である。第1着色層42が逆テーパ状の断面形状を有することにより、アンカー効果により赤外線透過層41が脱落し難くなる。逆テーパ状の断面形状を有する着色層は、例えば、着色層を形成する感光性材料に紫外線吸収剤等の添加剤を適量添加するなど、公知の技術を適宜組み合わせるなどして得ることができる。

実施例

[0081] 以下に、本発明に関連して行った試験例について記載する。

(例1)

以下に示す方法で、図6に示すイメージセンサ1Aが含まれている構造の一部（以下、「部分構造」又は「イメージセンサの部分構造」と呼ぶ）を製造した。

・第1工程

まず、互いに異なる顔料を含有する感光性材料を3種準備した。これらを用いて露光、現像及び焼成を含むフォトリソグラフィ法により、第1着色層42、第2着色層43及び第3着色層44を基板2上にパターンニングしてカラーフィルタ4を形成した（図3参照）。ここで、第1着色層42、第2着色層43及び第3着色層44は、それぞれ、赤色層、緑色層及び青色層とした。これら着色層の膜厚は、いずれも0.5 μ mであった。

[0082] ・第2工程

次に、カラーフィルタ 4 上、及び、基板 2 の上面のうちカラーフィルタ 4 によって覆われていない部分に、赤外線透過色材、重合性化合物、バインダー樹脂、及び光重合開始剤を含有する感光性材料を塗布して塗膜を形成した。ここで、赤外線透過色材として、赤色有機顔料、緑色有機顔料及び青色有機顔料の混合色材を使用した。

[0083] 次いで、露光、現像及び焼成を含むフォトリソグラフィ法により上記塗膜をパターニングすることにより、第 1 貫通孔 T を埋め込み且つ第 1 貫通孔 T から突き出た赤外線透過層 4 1 を形成した（図 4 参照）。得られた赤外線透過層 4 1 の膜厚は、 $1.5\ \mu\text{m}$ であった。ここで赤外線透過層 4 1 の膜厚は、図 2 に示す最大高さ H_{PH} を意味する。

[0084] ・第 3 工程

次に、赤外線吸収色材、重合性化合物、アクリル系樹脂、及び光重合開始剤等を含有する感光性材料を、その上面が赤外線透過層 4 1 と比較してより小さな高さを有するようにカラーフィルタ 4 上に塗布して塗膜を形成した。ここで、赤外線吸収色材として、スクアリリウム系染料を使用した。次いで、露光及び現像を含むフォトリソグラフィ法により上記塗膜をパターニングすることにより、赤外線遮蔽層 6 を形成した（図 5 参照）。

[0085] 図 1 1 は、第 3 工程で得られた露光及び現像後且つ熱フロー前の赤外線遮蔽層 6 を備えた部分構造を斜め方向から撮像した電子顕微鏡写真である。

[0086] ・第 4 工程

次に、第 3 工程で得た赤外線遮蔽層 6 を焼成して熱フローさせた。これにより、イメージセンサ 1 A からマイクロレンズアレイ 5 を省略してなるイメージセンサ 1 A の部分構造を製造した。赤外線遮蔽層 6 の膜厚は、 $0.7\ \mu\text{m}$ であり、赤外線透過層 4 1 の上面の高さと赤外線遮蔽層 6 の上面の高さとの差 H_D ($H_D = H_{PH} - H_{CL}$) は、 $0.3\ \mu\text{m}$ であった。ここで赤外線遮蔽層 6 の膜厚は、図 2 に示す最小高さ H_{CL} からカラーフィルタ 4 の膜厚を引いた膜厚を意味する。

[0087] 図 1 2 は、第 4 工程で得た熱フロー後の赤外線遮蔽層 6 を備えた部分構造

を斜め方向から撮像した電子顕微鏡写真であり、図 13 は、その部分構造の断面を撮像した電子顕微鏡写真である。図 11 との対比から、赤外線遮蔽層 6 の熱フローにより、赤外線遮蔽層 6 と赤外線透過層 41 との間の隙間がなくなっていることが確認された。一方、赤外線透過層 41 の上面は赤外線遮蔽層 6 の上面より高いため、赤外線遮蔽層 6 の上面が熱フローされた赤外線遮蔽層 6 により覆われていないことが確認された。したがって、例 1 の製造方法により得られたイメージセンサ 1A は、混色及び迷光の発生が抑制されていることがわかる。

[0088] (比較例 1)

・第 1 工程

例 1 の第 1 工程と同様の方法により、基板 2 上にカラーフィルタ 4 を形成した (図 3 参照)。各着色層の膜厚は、いずれも $0.5 \mu\text{m}$ であった。

[0089] ・第 2 工程

次いで、カラーフィルタ 4 上、及び、基板 2 の上面のうちカラーフィルタ 4 によって覆われていない部分への感光性材料の塗布量を変更した以外は、例 1 の第 2 工程と同様の方法により、赤外線透過層 41 を形成した (図 4 参照)。得られた赤外線透過層 41 の膜厚は、 $1.0 \mu\text{m}$ であった。

[0090] ・第 3 工程

次に、赤外線透過層 41 上、及び、カラーフィルタ 4 上に、例 1 の第 3 工程で使用了感光性材料と同じ感光性材料を塗布して塗膜を形成した。次いで、露光及び現像を含むフォトリソグラフィ法により上記塗膜をパターンニングすることにより、カラーフィルタ 4 上に、その上面が赤外線透過層 41 と比較してより大きな高さを有する赤外線遮蔽層 6 を形成した (図 9 参照)。

[0091] 図 14 は、第 3 工程で得られた露光及び現像後且つ熱フロー前の赤外線遮蔽層 6 を備えた比較例に係るイメージセンサの部分構造を斜め方向から撮像した電子顕微鏡写真である。

・第 4 工程

次に、第 3 工程で得た赤外線遮蔽層 6 を焼成して熱フローさせた。これに

より図9に示すイメージセンサ100Bからマイクロレンズアレイ5を省略してなるイメージセンサの部分構造を製造した。ここで得られた部分構造において、赤外線遮蔽層6の膜厚は $0.7\mu\text{m}$ であり、赤外線透過層41の上面の高さと赤外線遮蔽層6の上面の高さとの差 H_D ($H_D = H_{PH} - H_{CL}$) は、 $-0.2\mu\text{m}$ であった。

[0092] 図15は、第4工程で得られた熱フロー後の赤外線遮蔽層6を備えたイメージセンサの部分構造を斜め方向から撮像した電子顕微鏡写真であり、図16は、その部分構造の断面を撮像した電子顕微鏡写真である。図14との対比から、赤外線遮蔽層6の熱フローにより、赤外線透過層41の上面周縁部が赤外線遮蔽層6によって被覆されたことが確認された。これを用いて製造されたイメージセンサは混色が生じやすいことが推測される。

[0093] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。更に、上記実施形態には種々の発明が含まれており、開示される複数の構成要件から選択された組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、課題が解決でき、効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

符号の説明

[0094] 1A…イメージセンサ、1B…イメージセンサ、2…基板、4…カラーフィルタ、5…マイクロレンズアレイ、6…赤外線遮蔽層、21…フォトダイオード、41…赤外線透過層、42…第1着色層、43…第2着色層、44…第3着色層、51…マイクロレンズ、100A…イメージセンサ、100B…イメージセンサ、100C…イメージセンサ、D…第1貫通孔。

請求の範囲

[請求項1]

複数のフォトダイオードが設けられた基板と、

前記複数のフォトダイオードの一部の上にそれぞれ設けられた複数の着色層を含み、前記複数のフォトダイオードの他の一部の位置にそれぞれ設けられた複数の第1貫通孔を有するカラーフィルタと、

前記カラーフィルタの上に設けられ、特定波長の赤外線を遮り、可視光を透過させる赤外線遮蔽層であって、前記複数の第1貫通孔とそれぞれ連通した複数の第2貫通孔を有する赤外線遮蔽層と、

前記複数の第1貫通孔の1つ及びこれと連通した前記第2貫通孔を各々が埋め込み、可視光を遮り、前記特定波長の赤外線を透過させる複数の赤外線透過層と、

前記カラーフィルタと前記赤外線遮蔽層と前記複数の赤外線透過層とを間に挟んで前記複数のフォトダイオードとそれぞれ向き合った複数のマイクロレンズとを備え、

前記複数の第2貫通孔の各々の側壁は、その全体が前記複数の赤外線透過層の何れかの側面と接触し、

前記赤外線遮蔽層の上面は、前記複数の赤外線透過層との境界の位置に最大高さ H_{CH} を有するとともに、前記境界から離れた位置に最小高さ H_{CL} を有し、

前記複数の赤外線透過層の各々の上面は、最大高さ H_{PH} が前記最小高さ H_{CL} と比較してより大きく、前記最大高さ H_{CH} 以上であるイメージセンサ。

[請求項2]

前記複数の赤外線透過層の各々の前記上面は凸状である請求項1に記載のイメージセンサ。

[請求項3]

前記赤外線遮蔽層の前記上面のうち、前記複数の第2貫通孔に各々が隣接した複数の第1領域は、前記複数の第1領域を間に挟んで前記複数の第2貫通孔と各々が隣り合った第2領域と比較して高さがより

大きい請求項 1 に記載のイメージセンサ。

[請求項4] 前記複数の着色層のうち前記複数の赤外線透過層と接しているものの 1 以上は、逆テーパ状の断面形状を有している請求項 1 に記載のイメージセンサ。

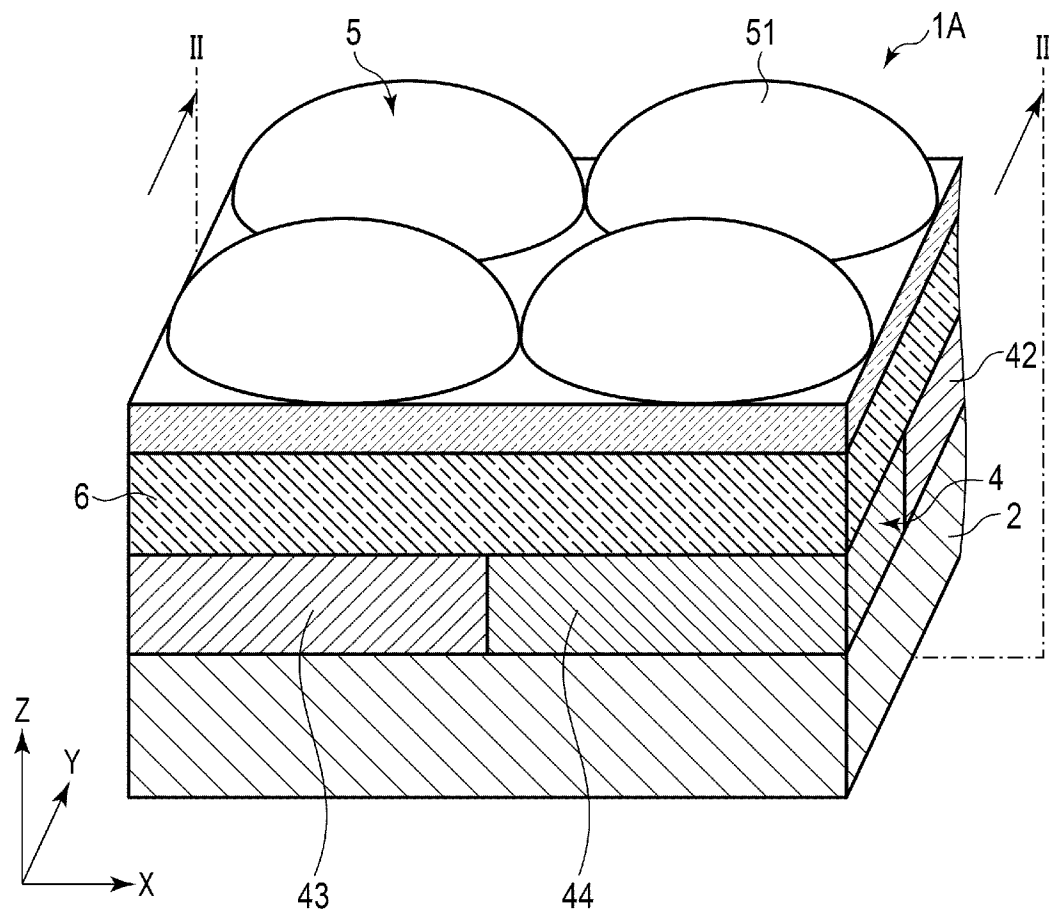
[請求項5] 複数の着色層を含み、複数の貫通孔を有するカラーフィルタを、基板に設けられた複数のフォトダイオードの一部の上に前記複数の着色層がそれぞれ設けられ、前記複数のフォトダイオードの他の一部の位置に前記複数の貫通孔が設けられるように形成することと、可視光を遮り、特定波長の赤外線を透過させる複数の赤外線透過層を、前記複数の貫通孔をそれぞれ埋め込み且つ前記複数の貫通孔から突き出るように形成することと、

前記特定波長の赤外線を遮り、可視光を透過させる赤外線遮蔽層を、前記赤外線遮蔽層の上面が前記複数の赤外線透過層と比較してより小さな高さを有するように、前記カラーフィルタの上に形成することと、

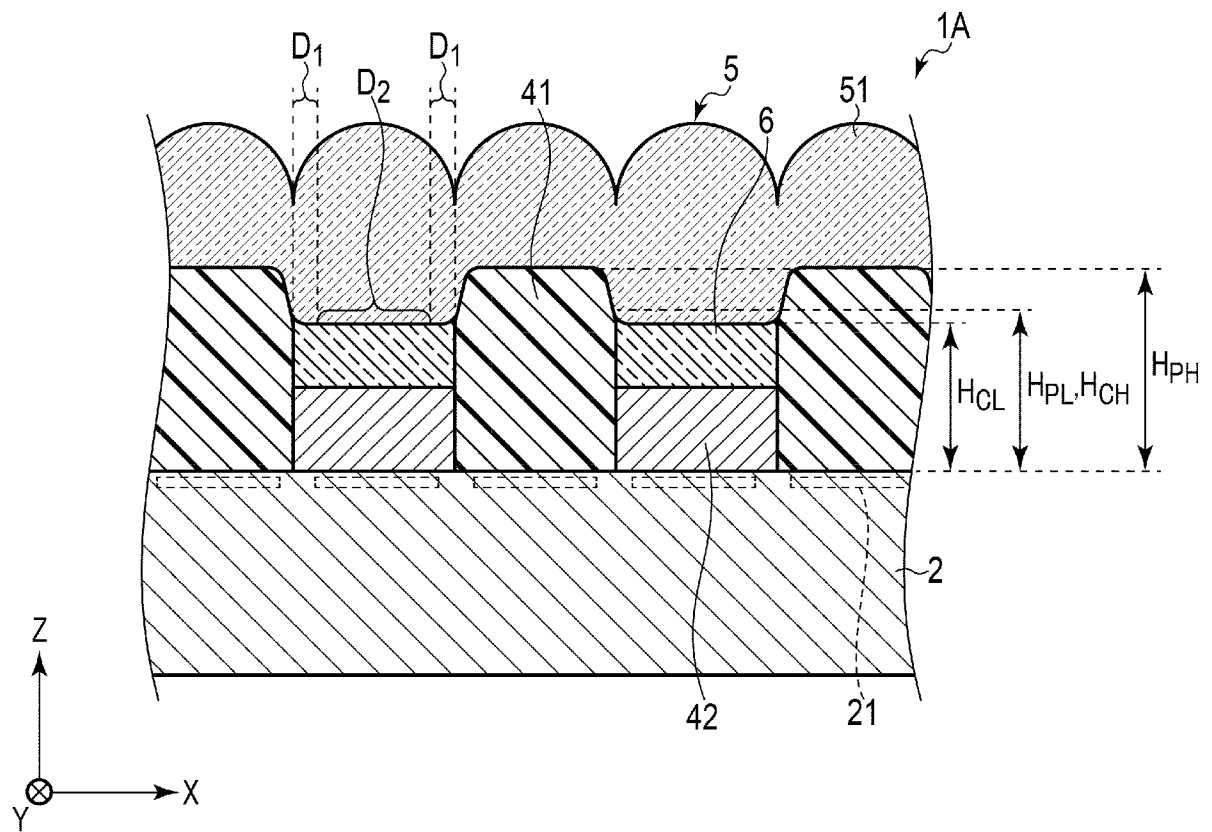
前記赤外線遮蔽層を熱フローさせることと、

その後、複数のマイクロレンズを、前記カラーフィルタと前記赤外線遮蔽層と前記複数の赤外線透過層とを間に挟んで前記複数のフォトダイオードとそれぞれ向き合うように形成することとを含んだイメージセンサの製造方法。

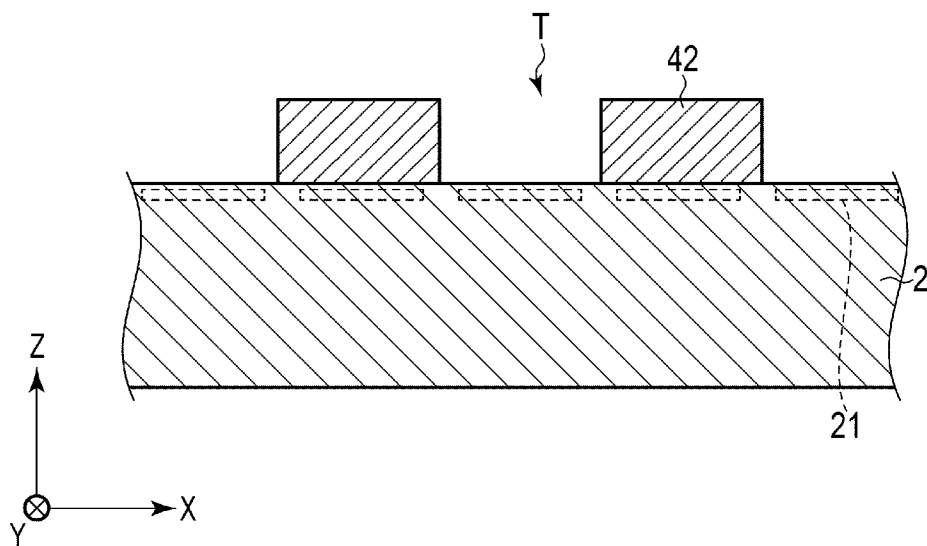
[図1]



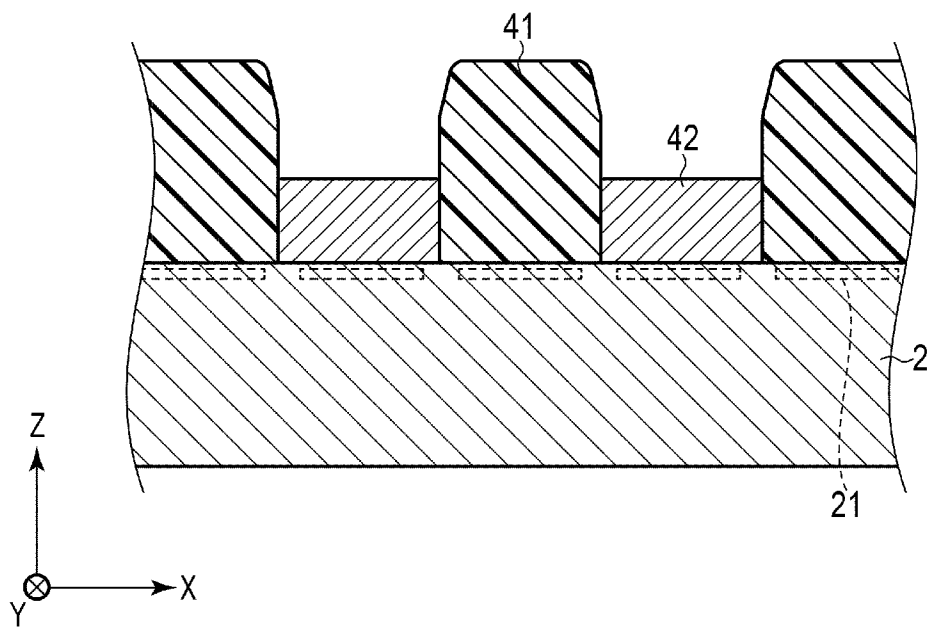
[図2]



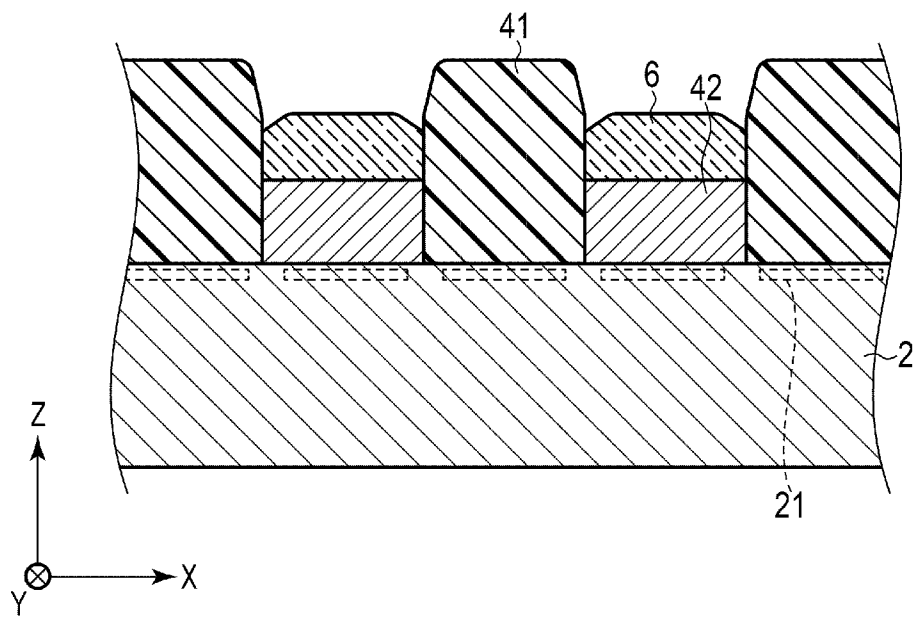
[図3]



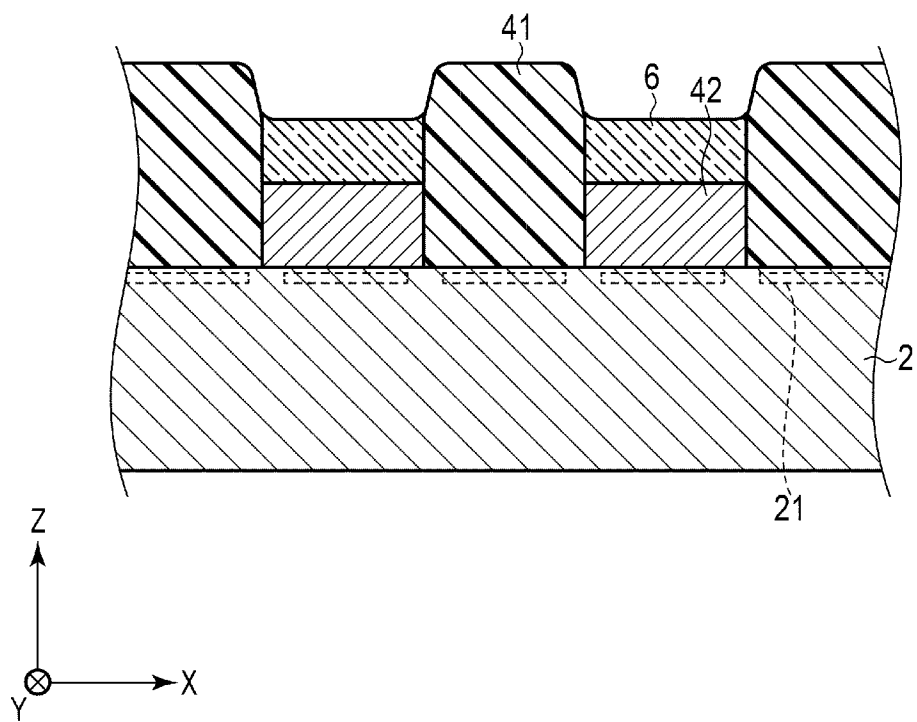
[図4]



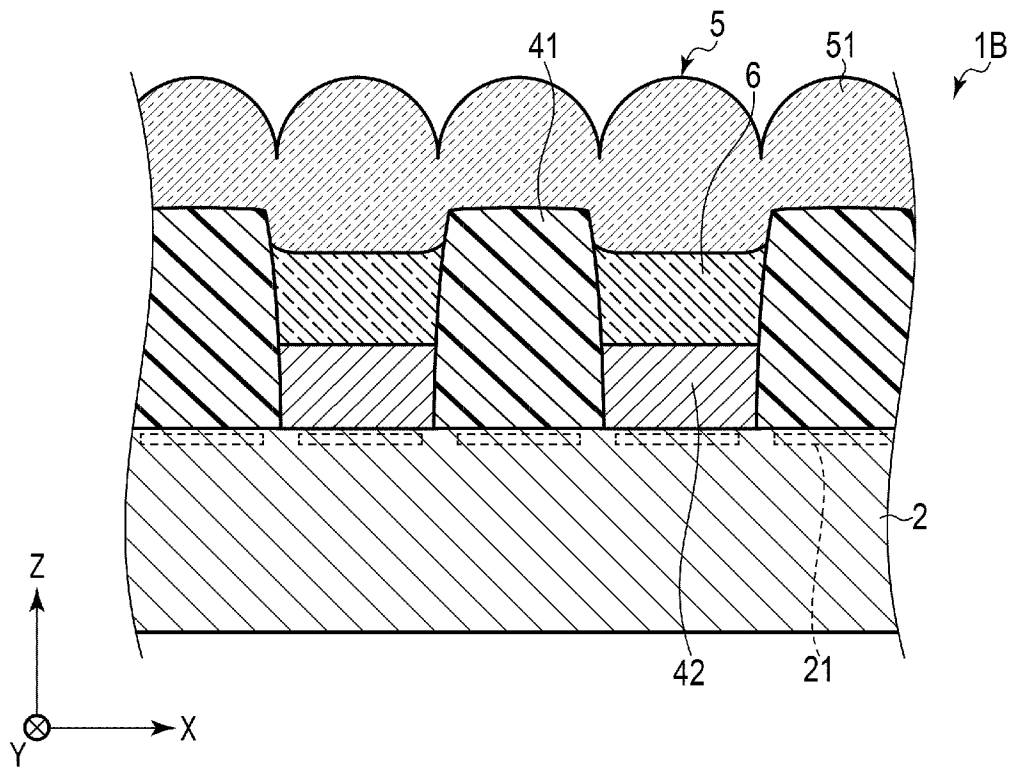
[図5]



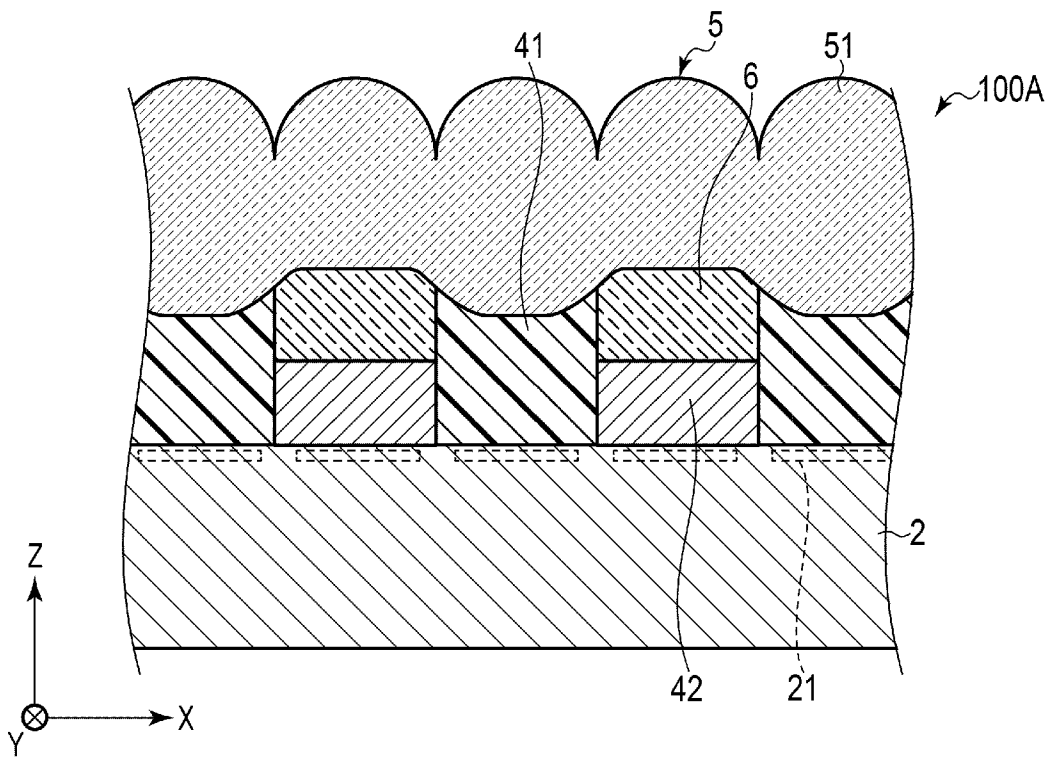
[図6]



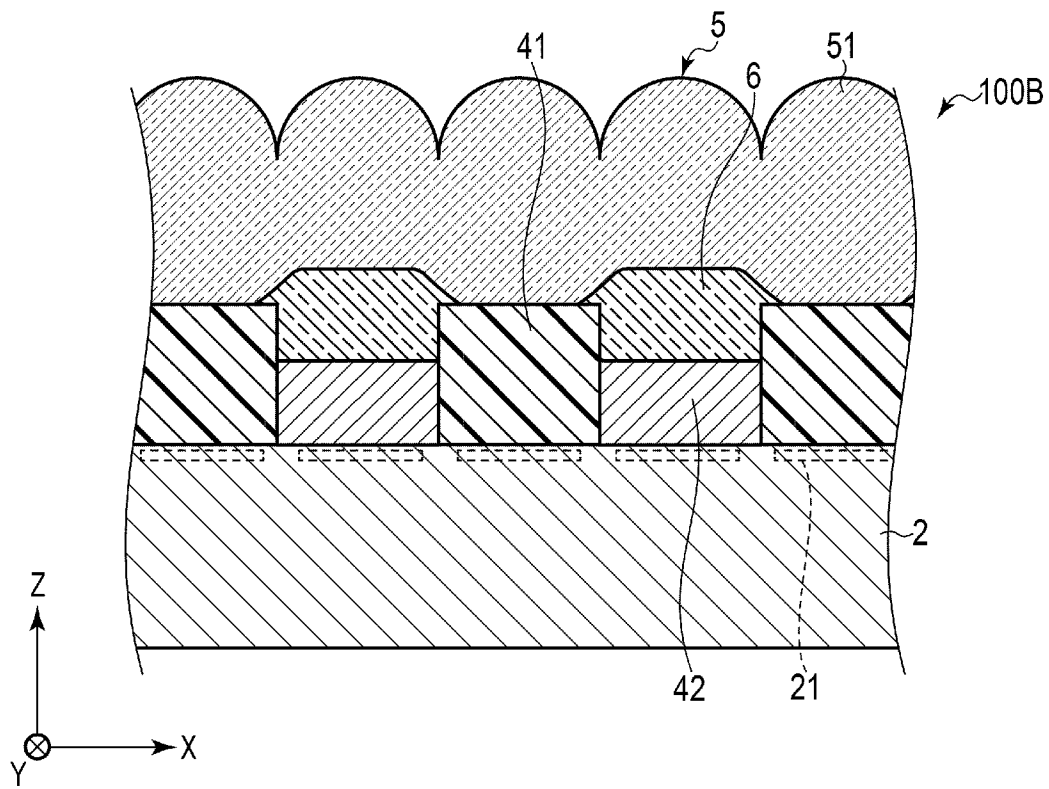
[図7]



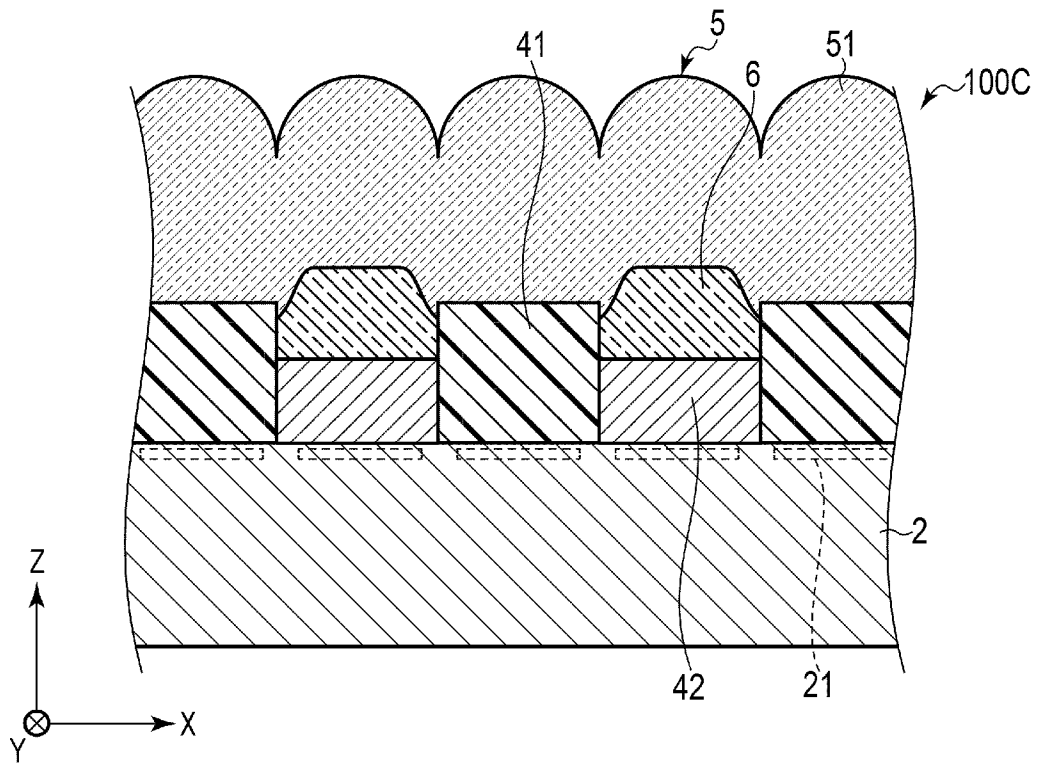
[図8]



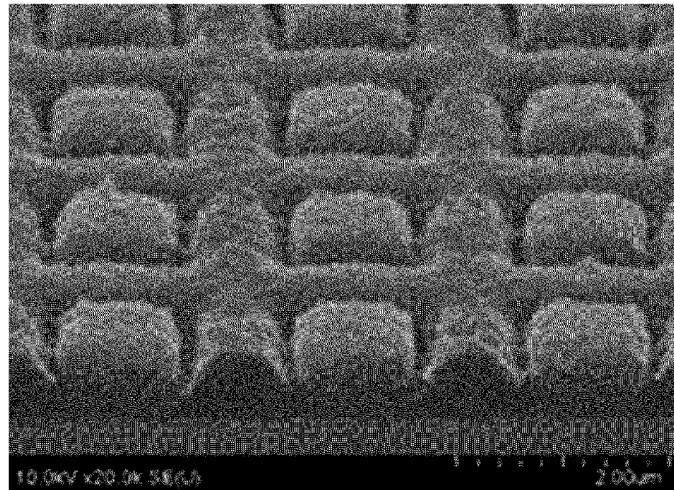
[図9]



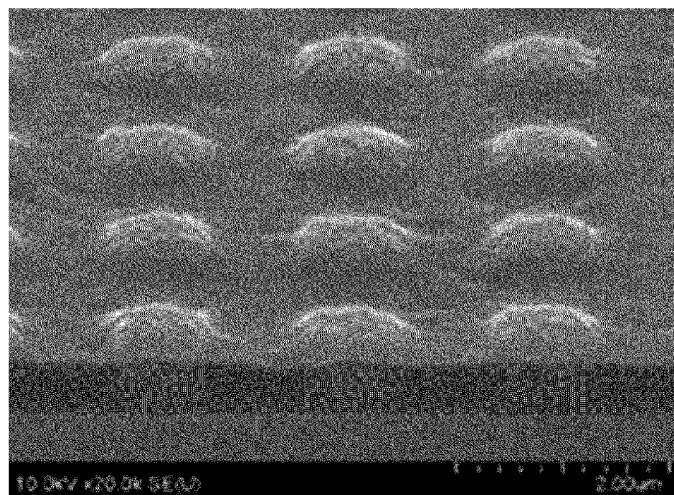
[図10]



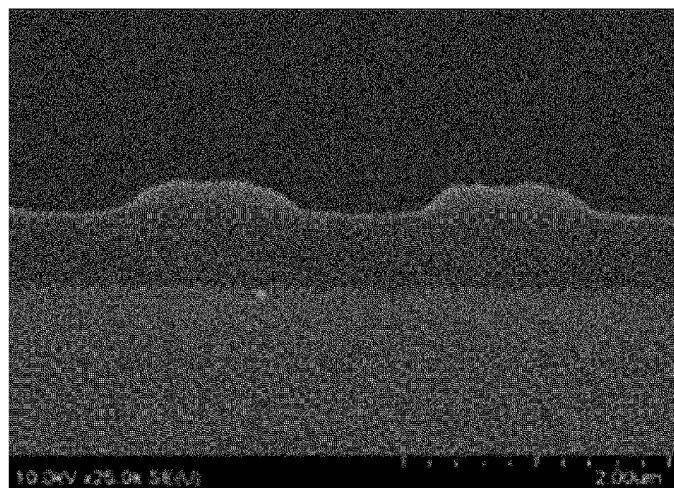
[図11]



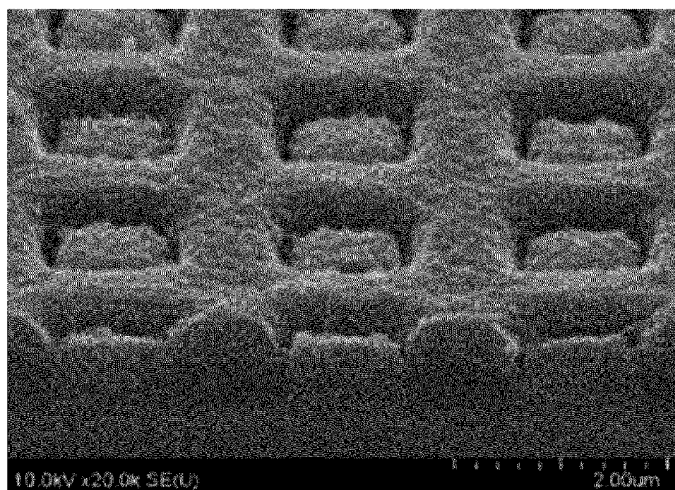
[図12]



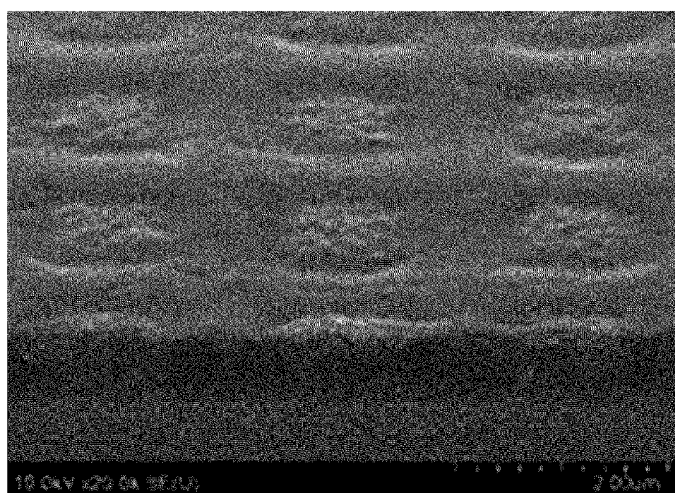
[図13]



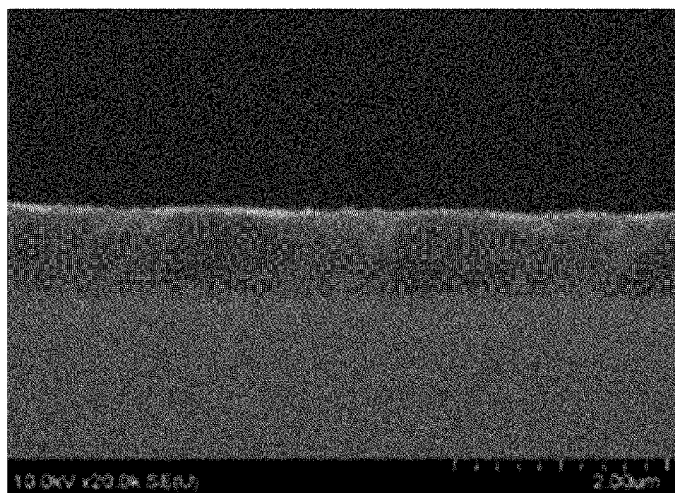
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 27/146(2006.01)i; **G02B 3/00**(2006.01)i; **G02B 5/20**(2006.01)i; **G02B 5/22**(2006.01)i; **H04N 25/11**(2023.01)i
 FI: H01L27/146 D; G02B3/00 A; G02B5/20 101; G02B5/22; H04N25/11

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L27/146; G02B3/00; G02B5/20; G02B5/22; H04N25/11

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2022-038288 A (TOPPAN PRINTING CO LTD) 10 March 2022 (2022-03-10) paragraphs [0017]-[0089], fig. 1-10	1-5
A	JP 2016-075886 A (VISERA TECHNOLOGIES CO LTD) 12 May 2016 (2016-05-12) paragraphs [0013]-[0019], [0029], fig. 7	1-5
A	US 2015/0381907 A1 (SEMICONDUCTOR COMPONENTS INDUSTRIES, LLC) 31 December 2015 (2015-12-31) paragraphs [0023]-[0032], fig. 4	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 September 2023

Date of mailing of the international search report

26 September 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/024771

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-038288	A	10 March 2022	(Family: none)	
JP	2016-075886	A	12 May 2016	US 2016/0099272 A1 paragraphs [0021]-[0027], [0037], fig. 7	
				US 2016/0099280	A1
				TW 201614819	A
				TW 201614820	A
				CN 105789227	A
				CN 105990378	A
US	2015/0381907	A1	31 December 2015	CN 204887163	U

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 27/146(2006.01)i; G02B 3/00(2006.01)i; G02B 5/20(2006.01)i; G02B 5/22(2006.01)i; H04N 25/11(2023.01)i FI: H01L27/146 D; G02B3/00 A; G02B5/20 101; G02B5/22; H04N25/11										
B. 調査を行った分野										
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L27/146; G02B3/00; G02B5/20; G02B5/22; H04N25/11										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 2022-038288 A（凸版印刷株式会社）10.03.2022（2022 - 03 - 10） 段落 [0017] - [0089] , [図1] - [図10]	1-5								
A	JP 2016-075886 A（采▲ぎょく▼科技股▲ふん▼有限公司）12.05.2016（2016 - 05 - 12） 段落 [0013] - [0019] , [0029] , [図7]	1-5								
A	US 2015/0381907 A1（SEMICONDUCTOR COMPONENTS INDUSTRIES, LLC）31.12.2015（2015 - 12 - 31） 段落 [0023] - [0032] , 図4	1-5								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 </td> <td> “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 14.09.2023	国際調査報告の発送日 26.09.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 田邊 顕人 5F 5894 電話番号 03-3581-1101 内線 3514									

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/024771

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2022-038288	A	10.03.2022	(ファミリーなし)	
JP	2016-075886	A	12.05.2016	US 2016/0099272 A1	
				段落 [0021] - [0027] ,	
				[0037] , 図7	
				US 2016/0099280 A1	
				TW 201614819 A	
				TW 201614820 A	
				CN 105789227 A	
				CN 105990378 A	
US	2015/0381907	A1	31.12.2015	CN 204887163	U