

(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
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/132737 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/146 (2006.01) H04N 5/369 (2011.01)
H01L 27/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055126
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 29 日(29.02.2012)
- (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 2011-067891 2011 年 3 月 25 日(25.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士フイルム株式会社(FUJIFILM Corporation) [JP/JP];
〒1060031 東京都港区西麻布 2 丁目 2 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高橋 周 (TAKAHASHI Shu).
- (74) 代理人: 高松 猛, 外(TAKAMATSU Takeshi et al.);
〒1050003 東京都港区西新橋一丁目 7 番 1 3 号 虎ノ門イーストビルディング 9 階 航栄特許事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: BACK-ILLUMINATED SOLID-STATE IMAGING ELEMENT, METHOD FOR PRODUCING SAME, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法並びに撮像装置

[図3]

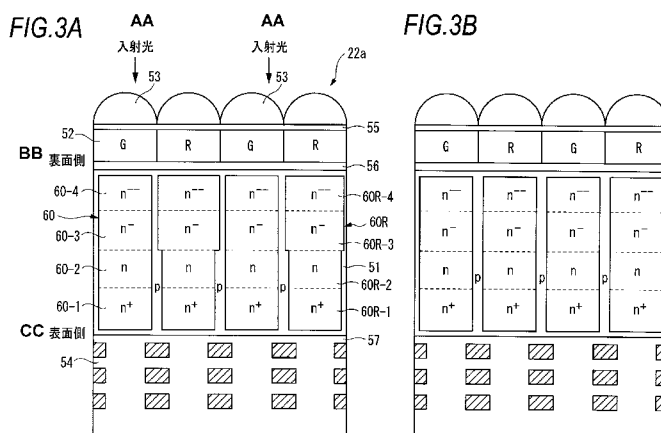


FIG. 3:
AA Incident light
BB Reverse side
CC Surface side

(57) Abstract: A back-illuminated solid-state imaging element (22a), wherein light is scattered by a filter (52), the surface area of surface sides (60-1, 60R-1) of each pixel are formed to be the same irrespective of the color of light incident on each pixel, and the surface area of a reverse side (60R-4) of a pixel where scattered red light is incident is formed so as to be greater than the surface area of a reverse side (60-R) of a pixel where green or blue light is incident.

(57) 要約: 裏面照射型固体撮像素子 22a であって、フィルタ 52 によって分光され各画素に入射する光の色にかかわらず各画素の表面側 (60-1, 60R-1) の面積を同一に形成すると共に、分光された赤色の光が入射される画素の裏面側 (60R-4) の面積を緑色又は青色の光が入射する画素の裏面側 (60-R) の面積より大面積に形成する。

明 細 書

発明の名称：

裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法並びに撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法並びに撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば原色系カラーフィルタ（R＝赤，G＝緑，B＝青）を搭載しカラー画像を撮像する固体撮像素子では、赤色検出用の画素（フォトダイオード：光電変換素子）と緑色検出用の画素と青色検出用の画素とが半導体基板上に設けられている。各画素上にはマイクロレンズ（トップレンズ）が積層され、各マイクロレンズで集光された入射光が、対応するカラーフィルタを通り、当該マイクロレンズ対応の画素に入射する構成になっている。

[0003] 近年の固体撮像素子は、多画素化が進展し、1000万画素以上を搭載するのが普通になってきている。このため、1画素1画素が微細化され、1画素の大きさも入射光の波長オーダに近づいている。しかし、光学原理上、レンズの集光点を入射光の波長以下にすることはできない。このため、R，G，Bの各色光のうち最も長波長の赤色光は、波長700nm程度以下には集光できず、隣接画素に赤色光が漏れ込み、混色やクロストークが発生する虞が高くなっている。

[0004] そこで従来は、下記の特許文献1に記載されている様に、各画素の受光面積をR画素＞G画素＞B画素とし、波長が長い光を受光する赤色（R）画素の面積を大きくして、混色やクロストークが少なくなる様にしている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2010-129548号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述した特許文献 1 記載の従来技術の様に、受光する光の波長に応じて各画素の大きさ（受光面積）を変えることで、混色やクロストークを低減することができる。しかし、各画素の大きさが、受光する光の色毎に異なると、画素（フォトダイオード）から撮像画像信号を読み出す特性（読出電圧）や各画素の飽和特性等が色毎に異なってしまうという問題が生じる。

[0007] 本発明の目的は、各画素の読出特性や飽和特性等を変えることなく、長波長光を受光する画素の隣接画素へのクロストークを低減できる裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法並びに撮像装置に関する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、二次元アレイ状に配列形成された複数のフォトダイオードの各々が光の入射される裏面側から表面側にかけて形成された半導体基板と、該半導体基板の前記裏面側に積層され光を分光するカラーフィルタと、前記フォトダイオード毎に前記カラーフィルタの裏面側に積層され入射光を集光して対応する前記フォトダイオードの前記裏面側に入射させるマイクロレンズと、前記半導体基板の前記表面側に形成され前記フォトダイオードが受光量に応じて検出した撮像信号を読み出す信号読出部とを備える裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法であって、前記カラーフィルタによって分光され前記各フォトダイオードに入射する光の色にかかわらず前記各フォトダイオードの前記表面側の面積を同一に形成すると共に、前記分光された赤色の光が入射される前記フォトダイオードの前記裏面側の面積を緑色又は青色の光が入射する前記フォトダイオードの前記裏面側の面積より大面積に形成することを特徴とする。

[0009] 本発明の撮像装置は、上記の裏面照射型固体撮像素子を搭載することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、各画素（フォトダイオード）の読出特性や飽和特性等を変えることなく、長波長光を受光する画素の隣接画素へのクロストークを低

減することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の一実施形態に係る撮像装置の機能ブロック図である。

[図2]図1に示す裏面照射型固体撮像素子の裏面側に設けられたカラーフィルタの一例を示す図である。

[図3]図2のIIIA—IIIA線位置の断面模式図（F I G. 3 A）及び比較図（F I G. 3 B）である。

[図4]F I G. 3 Aに示す不純物濃度が異なるn領域を製造するとき使用するマスクを示す図である。

[図5]F I G. 3 Aの実施形態に代わる実施形態の断面模式図である。

[図6]F I G. 4 Aに代わる実施形態のマスクを示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

[0013] 図1は、本発明の一実施形態に係る固体撮像素子を搭載したデジタルカメラ（撮像装置）の機能ブロック構成図である。このデジタルカメラ10は、撮影光学系21と、この撮影光学系21の後段に配置された撮像素子チップ22とを備える。撮影光学系21は、撮影レンズ21aや絞り21bや図示省略のメカニカルシャッタ等を備える。メカニカルシャッタを搭載しない機種もある。

[0014] 撮像素子チップ22は、信号読出部がCCD型やCMOS型等のカラー画像撮像用の裏面照射型固体撮像素子22aと、裏面照射型固体撮像素子22aから出力されるアナログの画像データを自動利得調整（AGC）や相關二重サンプリング処理等のアナログ処理するアナログ信号処理部（AFE）22bと、アナログ信号処理部22bから出力されるアナログ画像データをデジタル画像データに変換するアナログデジタル変換部（A/D）22cとを備える。

[0015] このデジタルカメラ10は更に、後述のシステム制御部（CPU）29からの指示によって、固体撮像素子22a、アナログ信号処理部22b、A／

D 2 2 c の駆動制御を行う駆動部（タイミングジェネレータ T G を含む） 2 3 と、C P U 2 9 からの指示によって発光するフラッシュ 2 5 とを備える。駆動部 2 3 を撮像素子チップ 2 2 内に一緒に搭載する場合もある。

[0016] 本実施形態のデジタルカメラ 1 0 は更に、A / D 2 2 c から出力されるデジタル画像データを取り込み補間処理やホワイトバランス補正、R G B / Y C 変換処理等の周知の画像処理を行うデジタル信号処理部 2 6 と、画像データを J P E G 形式などの画像データに圧縮したり逆に伸長したりする圧縮／伸長処理部 2 7 と、メニューなどを表示したりスルー画像や撮像画像を表示する表示部 2 8 と、デジタルカメラ全体を統括制御するシステム制御部（C P U） 2 9 と、フレームメモリ等の内部メモリ 3 0 と、J P E G 画像データ等を格納する記録メディア 3 2 との間のインタフェース処理を行うメディアインタフェース（I / F）部 3 1 と、これらを相互に接続するバス 3 4 とを備え、また、システム制御部 2 9 には、ユーザからの指示入力を行う操作部 3 3 が接続されている。

[0017] 図 2 は、図 1 に示す裏面照射型固体撮像素子 2 2 a の裏面側受光面の一部カラーフィルタ配列を例示する図である。本実施形態の裏面照射型固体撮像素子 2 2 a には、三原色の各色カラーフィルタ R G B がベイヤ配列されている。

[0018] F I G. 3 A は、図 2 の I I I A - I I I A 線位置の断面模式図である。本実施形態の裏面照射型固体撮像素子 2 2 a は、p 型半導体基板 5 1 の裏面側（光入射側を裏面側とする。）に各画素対応のカラーフィルタ（R, G, B） 5 2 が積層されており、カラーフィルタ 5 2 の上に、各画素対応のマイクロレンズ 5 3 が積層されている。各画素対応のマイクロレンズ 5 3 は、同一製造工程により同一形状、大きさに形成される。本実施形態では、例えば 3 ~ 4 μ m の厚さの p 型半導体基板 5 1 を使用するが、この厚さ以外の基板を使用することも可能である。

[0019] p 型半導体基板 5 1 の表面側には、各画素から撮像画像信号を読み出す信号読出部 5 4（信号読出回路）が形成される。図示する例の裏面照射型固体

撮像素子 22a は CMOS 型であるため、CMOS 型トランジスタとなる信号読出部 54 の 3 層の配線層を図示している。

[0020] カラーフィルタ 52 とマイクロレンズ 53 との間には透明な平坦化膜 55 が積層され、p 型半導体基板 51 とカラーフィルタ 52 との間にも透明な平坦化膜や酸化膜 56 等が設けられる。p 型半導体基板 51 の表面側にも絶縁層 57 等が設けられ、また、暗電流による白キズを防止するための図示省略の表面高濃度 p 層等が設けられる。

[0021] p 型半導体基板 51 の各画素対応のカラーフィルタ RGB 直下（半導体基板 51 の裏面側直下）から、信号読出部 54 が設けられた p 型半導体基板 51 の表面側まで、各画素毎に n 領域 60 が設けられている。

[0022] この n 領域 60 は、半導体基板 51 の表面側から裏面側にかけて不純物濃度が順に薄くなる 4 層の n 領域 60-1, 60-2, 60-3, 60-4 で構成される。好適には、1 層目 60-1 の単位面積当たりの n 型不純物のイオン注入濃度を $1 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ 以上とし、2 層目～4 層目のイオン注入濃度を $1 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ 未満にするのが良い。

[0023] 各色 RGB のカラーフィルタが積層された夫々の画素において、n 領域 60 が設けられるが、本実施形態では、R フィルタが積層された画素の n 領域（符号を「60R」とする）の構造だけ、他の B フィルタ、G フィルタを持つ画素の n 領域 60 と異なる構造としている。

[0024] R フィルタを積層した画素における n 領域 60R も、他の n 領域 60 と同様に、半導体基板 51 の表面側から裏面側にかけて n 型不純物濃度を順に薄くした 4 層（60R-1, 60R-2, 60R-3, 60R-4）構造となっている。図示する例では、n 領域層 60-i, 60R-i ($i = 1, 2, 3, 4$) の各層の厚さを同一としているが、これに限るものではない。

[0025] n 領域 60R の表面側から 1 層目の n 型不純物濃度が一番濃い層 60R-1 すなわち撮像画像信号を読み出す n 領域層 60R-1 の面積（半導体基板の表面側、裏面側から見た面積）と、他色の n 領域 60 の表面側から 1 層目の層 60-1 の面積とは、同一面積に形成される。本実施形態では、表面側

から2層目の層60R-2, 60-2の面積も、1層目の層60R-1, 60-1と同一面積に形成される。

[0026] しかし、本実施形態では、n領域60Rの表面側から3層目、4層目の不純物濃度が薄い層60R-3, 60R-4の面積を、他色のn領域60の表面側から3層目、4層目の層60-3, 60-4に比べて、広く形成する。FIG. 3Bは、FIG. 3Aと比較するために図示したものであり、FIG. 3Bでは、Rフィルタ搭載画素のn領域を全て同一面積かつ他色画素とも同一面積にしてある。

[0027] 各マイクロレンズ53の集光点は、半導体基板51の裏面側表面と、n領域60, 60Rの4層目の層60-4, 60R-4の裏面側の半分程度の深さとの間の範囲に来るように製造されるため、4層目の層60R-4の面積を隣接画素より広くすることで、n領域層60-4にR光を集光させたとき隣接画素にR光が漏れ込むクロストークを減らすことができる。

[0028] 4層目、3層目の不純物濃度の薄い層60R-4, 60R-3で光電変換された信号電荷（電子）は、不純物濃度の濃い層60R-2, 60R-1と移動して1層目の層60R-4に蓄積される。

[0029] この1層目の層60R-1を、4層目の層60R-4と同じ広い面積で製造してしまうと、他のn領域60の1層目の層60-1と面積が違ってきてしまう。この結果、撮像画像信号を1層目から読み出すときの読出特性や飽和特性等が、Rフィルタ積層画素と他色（G, B）フィルタ積層画素とで異なってしまうという問題が生じる。

[0030] しかし、本実施形態では、入射光を受光する4層目60R-4, 3層目60R-3の面積を、青色検出画素や緑色検出画素に比較して広くする一方、撮像画像信号を読み出す赤色検出画素の1層目60R-1の面積を他色の1層目60-1と同一面積としているため、読出特性や飽和特性等は同じとなる。また、上述した様に、信号読出を行う1層目60R-1から遠い、面積拡大を図った層60R-4, 60R-3の不純物濃度を薄くしているため、読出特性や飽和特性等が1層目に及ぼす影響は小さくなる。

- [0031] 更に、1層目60-1, 60R-1の厚さを少なくとも1 μ m程度あるいはこれより少し厚くすることで、大面積とした4層目60R-4の影響が1層目60R-1に及ぶことがなくなり、他色の1層目60-1と同様の読出特性や飽和特性等となる。
- [0032] 図4は、FIG. 3Aに示す固体撮像素子22aのp型半導体基板51にイオン注入して4層の濃度が異なるn領域60-i, 60R-i (i=1~4)を製造するとき使用するマスクを示す図である。図中の白抜き矩形部分が貫通穴であり、この穴を通してn型不純物が表面側から注入される。この矩形部分内に記載したRGBは、対応するカラーフィルタRGBを表している。
- [0033] FIG. 4Aは、半導体基板51の裏面側から浅い層60-4, 60-3, 60R-4, 60R-3を製造するとき使用するマスク65であり、FIG. 4Bは、半導体基板51の裏面側から深い層60-1, 60-2, 60R-1, 60R-2を製造するとき使用するマスク66である。イオン注入を半導体基板51の表面側から行う場合、表面側に一番近い層60-1, 60R-1を製造するときは、低エネルギーかつ高濃度の不純物を注入し、表面から一番深い層60-4, 60R-4を製造するときは高エネルギーかつ低濃度の不純物を注入することになる。
- [0034] マスク66では、RGB用の各穴66R, 66G, 66Bの開口面積は同一であるが、マスク65では、GB用の各穴65G, 65Bの開口面積に比較して、R用の穴65Rを広げている。これにより、赤色検出用画素のn領域60Rの3目, 4層目の面積を1層目, 2層目の面積より広げて製造することが可能となる。
- [0035] 図5は、FIG. 3Aの実施形態に代わる本発明の別実施形態に係る裏面照射型固体撮像素子の断面模式図である。FIG. 3Aの実施形態と異なる点は、n領域60Rの2層目60R-2の面積も広げており、1層目60R-1だけを他のn領域60の面積と同一面積としている。
- [0036] この実施形態でも、赤色光のクロストーク等を回避することができる。裏

面照射型固体撮像素子は、フォトダイオード（画素）の受光面が設けられる側に信号読出部も一緒に設ける表面照射型固体撮像素子に比べて、受光面に占める光電変換素子の占める割合が増えて受光感度が大きくなる一方、半導体基板が厚くなってしまふ。入射光の半導体基板への侵入距離は、波長が長いほど深くまで侵入するため、表面照射型に比べて裏面照射型は、特に赤色光のクロストークが問題となる。

[0037] しかるに、FIG. 3Aや図5の実施形態の様に、半導体基板の裏面側光入射面から深い位置までn領域60Rの面積を広げておけば、半導体基板内での吸収が弱い赤色光が集光点を過ぎて半導体基板内で広がっても、赤色光をn領域60R内で吸収して光電変換できるため、クロストークや混色を少なくすることができる。

[0038] 図6は、FIG. 4Aの実施形態に代わる本発明の別実施形態に係るマスクを示す図である。信号読出回路側のn領域60-1, 60R-1を製造するマスクは、FIG. 4Bと同じであるが、表面から深い領域（＝裏面から浅い領域）の層をイオン注入で製造するとき使用するマスクを、図6に示すマスクとする。

[0039] FIG. 4Aのマスク65では、各穴の面積（又は、矩形の1辺の長さ）を、『穴65R>穴65G=穴65B』としたが、本実施形態のマスク67では、入射光の波長順に、『穴67R>穴67G>穴67B』としている。このように、各色フィルタを透過する入射光の中心波長の波長比と同程度の大小関係とするのが良い。これにより、赤色光ばかりでなく、緑色光のクロストークも低減することが可能となる。

[0040] 以上述べた様に、入射光のうち赤色光を受光するフォトダイオードの受光面積を他色を受光するフォトダイオードの受光面積より広くすると共に、撮像画像信号を読み出す部分のフォトダイオードの面積を各色毎に同じ面積としたため、読出特性や飽和特性等を色毎に変えることなく、赤色光のクロストークを低減することが可能となる。

[0041] なお、上述した実施形態では、各画素（フォトダイオード）が半導体基板

に正方格子配列（二次元アレイ配列の一例）されかつカラーフィルタがベイ
ヤ配列された裏面照射型固体撮像素子について説明したが、本発明は、これ
に限るものではなく、奇数行の画素行が偶数行の画素行に対して $1/2$ 画素
ピッチづつずらして配置された所謂ハニカム画素配列にも適用でき、カラー
フィルタ配列が例えば縦ストライプ、横ストライプのものにも適用可能であ
る。

[0042] また、FIG. 3Aの実施形態では、3層目6OR-3及び4層目6OR
-4の面積を広げているが、4層目6OR-4だけの面積を広げても本発明
の効果を得ることが可能である。

[0043] 更にまた、図3、図5の実施形態では、n領域6O、6ORを4層構造と
したが、2層構造、3層構造その他の構造でも良く、赤色光を受光するフォ
トダイオードの光入射面側層の面積を他色に比べて広くすることで、上述し
た実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0044] 以上述べた様に、実施形態の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は
、二次元アレイ状に配列形成された複数のフォトダイオードの各々が光の入
射される裏面側から表面側にかけて形成された半導体基板と、該半導体基板
の前記裏面側に積層され光を分光するカラーフィルタと、前記フォトダイオ
ード毎に前記カラーフィルタの裏面側に積層され入射光を集光して対応する
前記フォトダイオードの前記裏面側に入射させるマイクロレンズと、前記半
導体基板の前記表面側に形成され前記フォトダイオードが受光量に応じて検
出した撮像信号を読み出す信号読出部とを備える裏面照射型固体撮像素子及
びその製造方法であって、

前記カラーフィルタによって分光され前記各フォトダイオードに入射する
光の色にかかわらず前記各フォトダイオードの前記表面側の面積を同一に形
成すると共に、前記分光された赤色の光が入射される前記フォトダイオード
の前記裏面側の面積を緑色又は青色の光が入射する前記フォトダイオードの
前記裏面側の面積より大面積に形成したことを特徴とする。

[0045] また、実施形態の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記緑色

の光が入射する前記フォトダイオードの前記裏面側の面積を前記青色の光が入射する前記フォトダイオードの前記裏面側の面積より大面積に形成したことを特徴とする。

[0046] また、実施形態の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法の前記各フォトダイオードは、前記裏面側の不純物濃度が前記表面側の不純物濃度より低濃度に形成されたことを特徴とする。

[0047] また、実施形態の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法の前記各フォトダイオードは、前記裏面側から前記表面側にかけて不純物濃度が順に高濃度となる複数層で形成されたことを特徴とする。

[0048] また、実施形態の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法の前記複数層は、少なくとも3層で構成され、前記大面積とされる層を、最も前記裏面側の層だけとすることを特徴とする。

[0049] また、実施形態の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法の前記複数層は、少なくとも3層で構成され、前記大面積とされる層を、最も前記表面側の層以外の層とすることを特徴とする。

[0050] また、実施形態の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記複数層のうち最も前記表面側の層の厚さが少なくとも $1\mu\text{m}$ 以上に形成されたことを特徴とする。

[0051] また、実施形態の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記フォトダイオードの最も前記表面側の層が、単位面積当たり、 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ 以上のイオン注入濃度で形成されたことを特徴とする。

[0052] また、実施形態の裏面照射型固体撮像素子及びその製造方法は、前記フォトダイオードの最も前記表面側の層以外の層が、単位面積当たり、 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ 未満のイオン注入濃度で形成されたことを特徴とする。

[0053] また、実施形態の撮像装置は、上記のいずれかに記載の裏面照射型固体撮像素子を搭載したことを特徴とする。

[0054] 以上述べた実施形態によれば、各画素（フォトダイオード）の読出特性や飽和特性等を変えることなく、長波長光を受光する画素の隣接画素へのクロ

ストークを低減することが可能となる。

産業上の利用可能性

[0055] 本発明に係る裏面照射型固体撮像素子は、特に赤色光のクロストークを低減できるため、高品質な被写体画像を撮像するデジタルカメラ，カメラ付携帯電話機，カメラ付電子装置，内視鏡用撮像装置等に適用すると有用である。

本出願は、2011年3月25日出願の日本特許出願番号2011-67891に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

符号の説明

- [0056] 10 撮像装置（デジタルカメラ）
22 撮像素子チップ
22a 裏面照射型固体撮像素子
51 p型半導体基板
52 カラーフィルタ層
53 マイクロレンズ
54 信号読出部
60 n領域
60-1 1層目（不純物濃度が高高）
60-2 2層目（不純物濃度が高低）
60-3 3層目（不純物濃度が低高）
60-4 4層目（不純物濃度が低低）
60R 赤色検出用画素のn領域
60R-1 1層目（不純物濃度が高高）
60R-2 2層目（不純物濃度が高低）
60R-3 3層目（不純物濃度が低高）
60R-4 4層目（不純物濃度が低低）
65, 66, 67 マスク
65R, 65G, 65B マスク穴

6 6 R, 6 6 G, 6 6 B マスク穴

6 7 R, 6 7 G, 6 7 B マスク穴

請求の範囲

- [請求項1] 二次元アレイ状に配列形成された複数のフォトダイオードの各々が光の入射される裏面側から表面側にかけて形成された半導体基板と、
 該半導体基板の前記裏面側に積層され光を分光するカラーフィルタと、
 前記フォトダイオード毎に前記カラーフィルタの裏面側に積層され入射光を集光して対応する前記フォトダイオードの前記裏面側に入射させるマイクロレンズと、
 前記半導体基板の前記表面側に形成され前記フォトダイオードが受光量に応じて検出した撮像信号を読み出す信号読出部とを備え、
 前記カラーフィルタによって分光され前記各フォトダイオードに入射する光の色にかかわらず前記各フォトダイオードの前記表面側の面積を同一に形成すると共に、前記分光された赤色の光が入射される前記フォトダイオードの前記裏面側の面積を緑色又は青色の光が入射する前記フォトダイオードの前記裏面側の面積より大面積に形成した裏面照射型固体撮像素子。
- [請求項2] 請求項 1 に記載の裏面照射型固体撮像素子であって、
 前記緑色の光が入射する前記フォトダイオードの前記裏面側の面積を前記青色の光が入射する前記フォトダイオードの前記裏面側の面積より大面積に形成した裏面照射型固体撮像素子。
- [請求項3] 請求項 1 又は請求項 2 に記載の裏面照射型固体撮像素子であって、
 前記各フォトダイオードは、前記裏面側の不純物濃度が前記表面側の不純物濃度より低濃度に形成された裏面照射型固体撮像素子。
- [請求項4] 請求項 3 に記載の裏面照射型固体撮像素子であって、
 前記各フォトダイオードは、前記裏面側から前記表面側にかけて不純物濃度が順に高濃度となる複数層で形成された裏面照射型固体撮像素子。
- [請求項5] 請求項 4 に記載の裏面照射型固体撮像素子であって、

前記複数層は少なくとも3層で構成され、前記大面積とされる層を、最も前記裏面側の層だけとする裏面照射型固体撮像素子。

[請求項6]

請求項4に記載の裏面照射型固体撮像素子であって、

前記複数層は少なくとも3層で構成され、前記大面積とされる層を、最も前記表面側の層以外の層とする裏面照射型固体撮像素子。

[請求項7]

請求項4乃至請求項6のいずれか1項に記載の裏面照射型固体撮像素子であって、

前記複数層のうち最も前記表面側の層の厚さが少なくとも $1\mu\text{m}$ 以上に形成されたことを特徴とする裏面照射型固体撮像素子。

[請求項8]

請求項4乃至請求項7のいずれか1項に記載の裏面照射型固体撮像素子であって、

前記フォトダイオードの最も前記表面側の層が、単位面積当たり、 $1\text{e}12/\text{cm}^2$ 以上のイオン注入濃度で形成された裏面照射型固体撮像素子。

[請求項9]

請求項4乃至請求項8のいずれか1項に記載の裏面照射型固体撮像素子であって、

前記フォトダイオードの最も前記表面側の層以外の層が、単位面積当たり、 $1\text{e}12/\text{cm}^2$ 未満のイオン注入濃度で形成された裏面照射型固体撮像素子。

[請求項10]

請求項1乃至請求項9のいずれか1項に記載の裏面照射型固体撮像素子を搭載した撮像装置。

[請求項11]

二次元アレイ状に配列形成された複数のフォトダイオードの各々が光の入射される裏面側から表面側にかけて形成された半導体基板と、該半導体基板の前記裏面側に積層され光を分光するカラーフィルタと、前記フォトダイオード毎に前記カラーフィルタの裏面側に積層され入射光を集光して対応する前記フォトダイオードの前記裏面側に入射させるマイクロレンズと、前記半導体基板の前記表面側に形成され前記フォトダイオードが受光量に応じて検出した撮像信号を読み出す信

号読出部とを備える裏面照射型固体撮像素子の製造方法であって、

前記カラーフィルタによって分光され前記各フォトダイオードに入射する光の色にかかわらず前記各フォトダイオードの前記表面側の面積を同一に形成すると共に、前記分光された赤色の光が入射される前記フォトダイオードの前記裏面側の面積を緑色又は青色の光が入射する前記フォトダイオードの前記裏面側の面積より大面積に形成する裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

[請求項12] 請求項 1 1 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法であって、
前記緑色の光が入射する前記フォトダイオードの前記裏面側の面積を前記青色の光が入射する前記フォトダイオードの前記裏面側の面積より大面積に形成する裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

[請求項13] 請求項 1 1 又は請求項 1 2 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法であって、
前記各フォトダイオードの前記裏面側の不純物濃度を前記表面側の不純物濃度より低濃度に形成する裏面照射型固体撮像素子。

[請求項14] 請求項 1 3 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法であって、
前記各フォトダイオードは、前記裏面側から前記表面側にかけて不純物濃度が順に高濃度となる複数層で形成する裏面照射型固体撮像素子。

[請求項15] 請求項 1 4 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法であって、
前記複数層は少なくとも 3 層で構成され、前記大面積とされる層を、最も前記裏面側の層だけとする裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

[請求項16] 請求項 1 4 に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法であって、
前記複数層は少なくとも 3 層で構成され、前記大面積とされる層を、最も前記表面側の層以外の層とする裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

[請求項17] 請求項 1 4 乃至請求項 1 6 のいずれか 1 項に記載の裏面照射型固体

撮像素子の製造方法であって、

前記複数層のうち最も前記表面側の層の厚さを少なくとも $1\ \mu\text{m}$ 以上に形成する裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

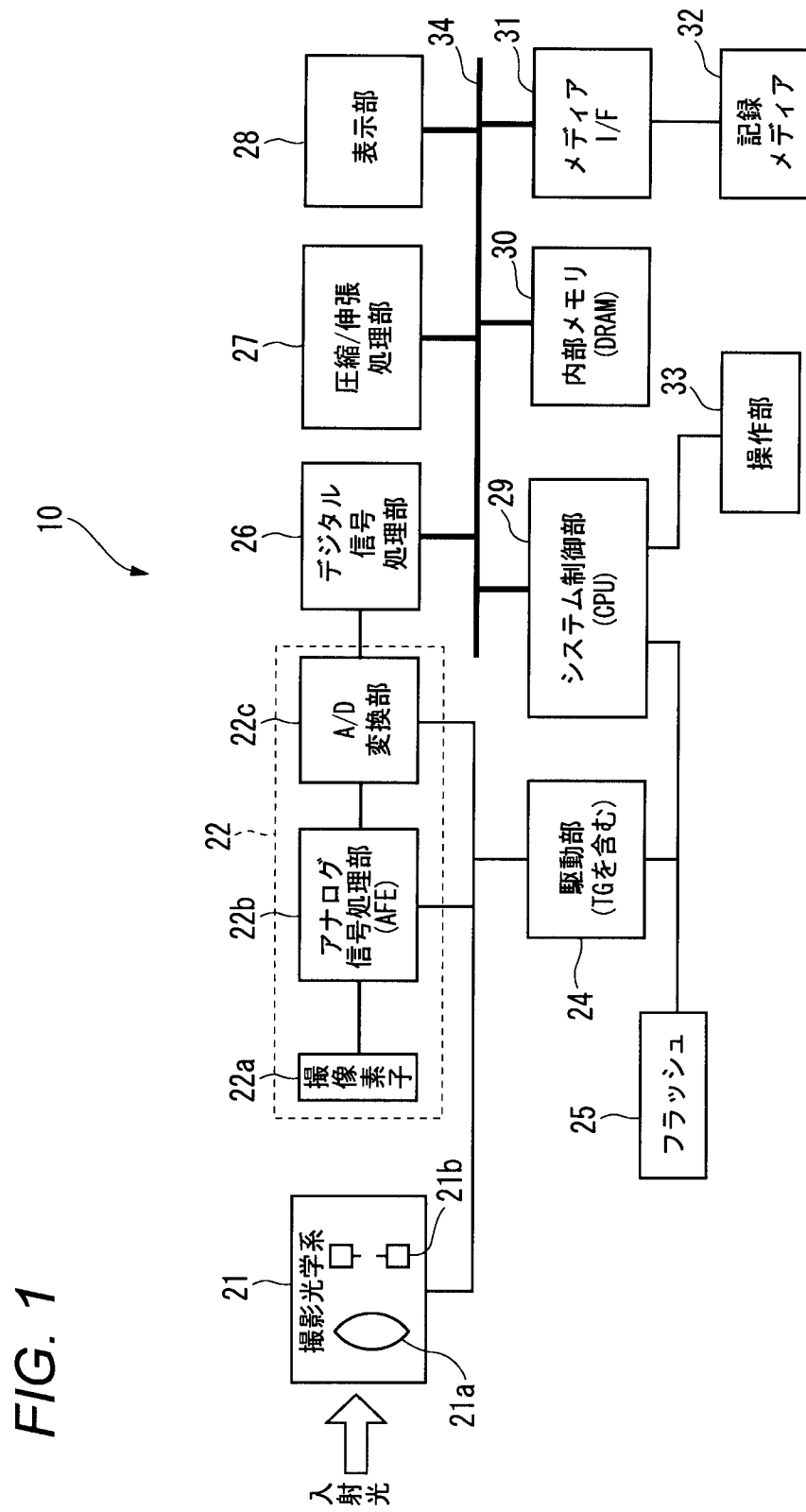
[請求項18] 請求項14乃至請求項17のいずれか1項に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法であって、

前記フォトダイオードの最も前記表面側の層を、単位面積当たり、 $1\ \text{e}12\ /\ \text{cm}^2$ 以上のイオン注入濃度で形成する裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

[請求項19] 請求項14乃至請求項18のいずれか1項に記載の裏面照射型固体撮像素子の製造方法であって、

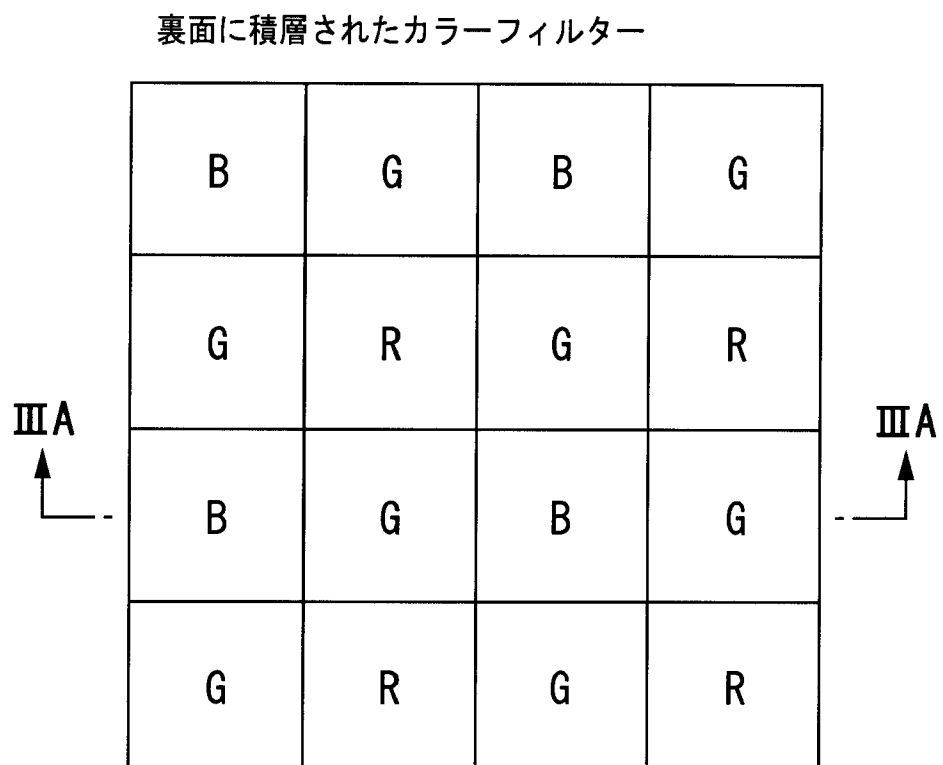
前記フォトダイオードの最も前記表面側の層以外の層を、単位面積当たり、 $1\ \text{e}12\ /\ \text{cm}^2$ 未満のイオン注入濃度で形成する裏面照射型固体撮像素子の製造方法。

[図1]



[図2]

FIG. 2



[図3]

FIG. 3A

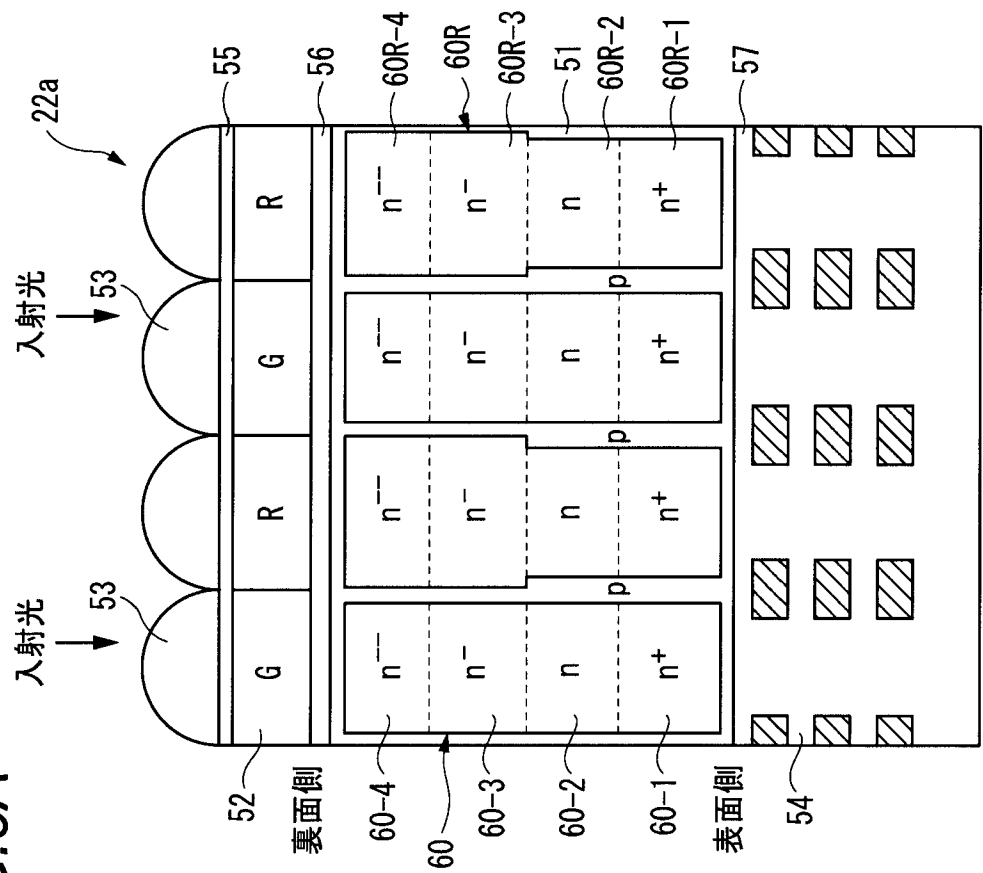
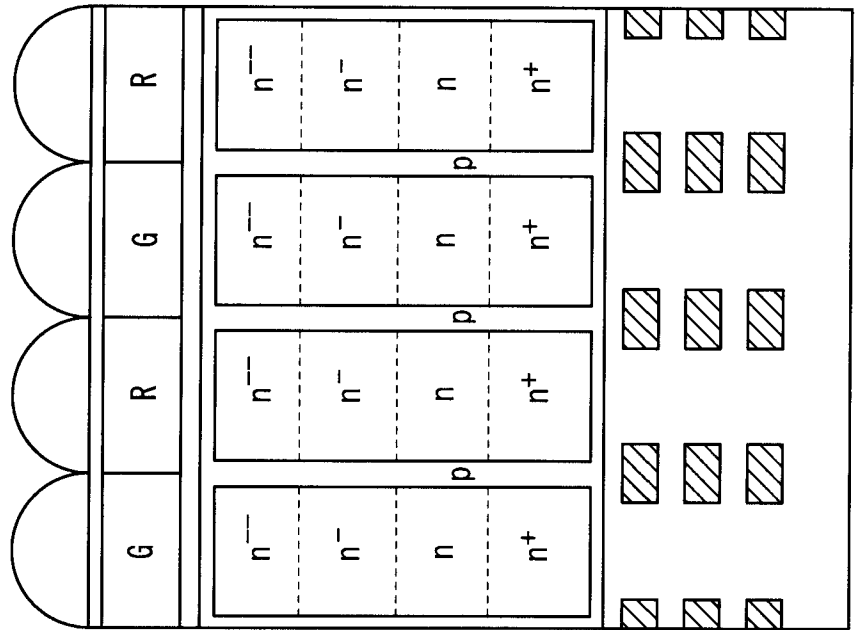


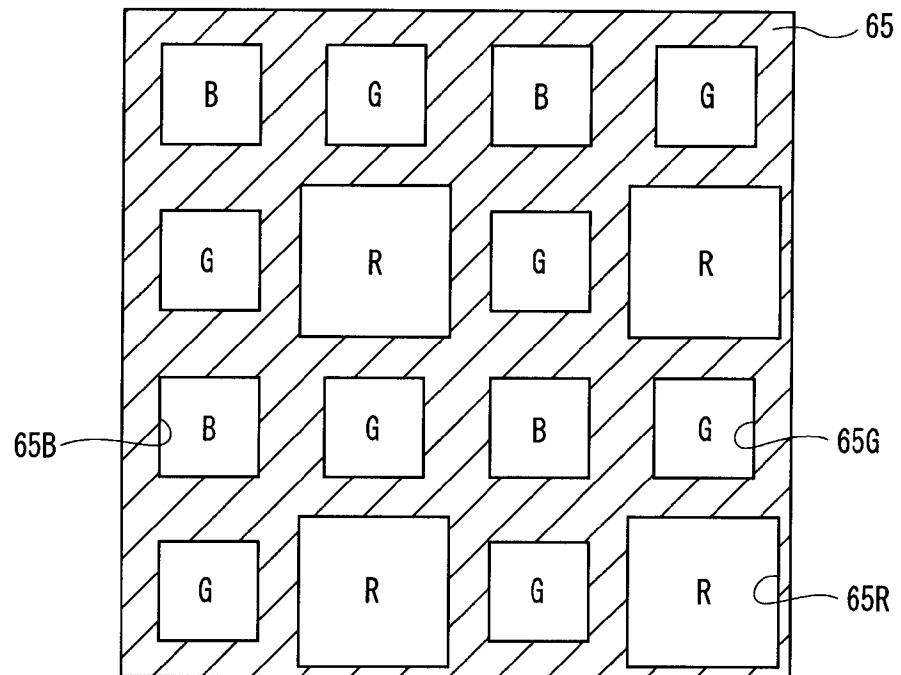
FIG. 3B



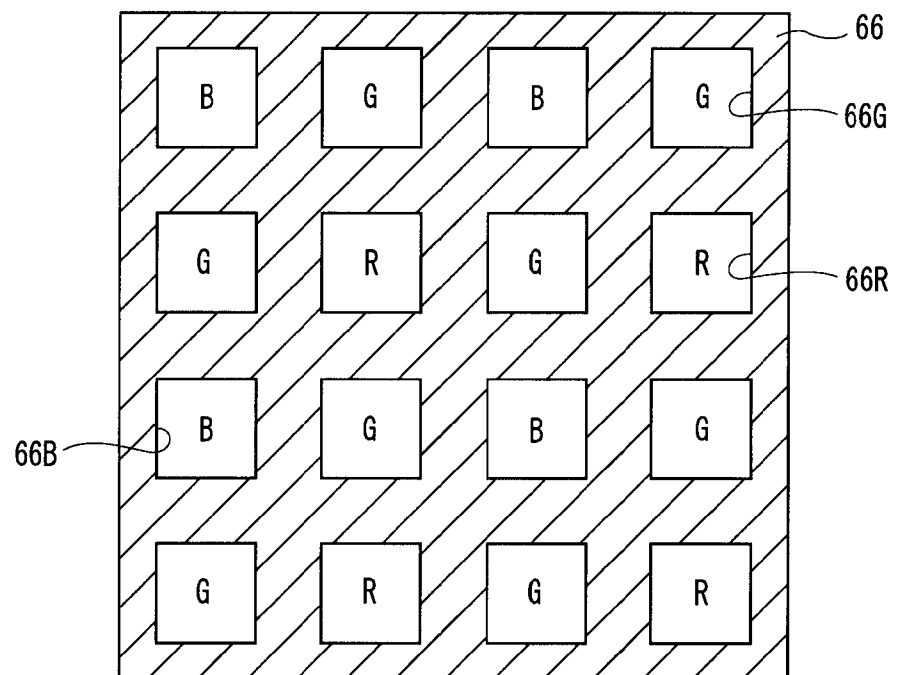
[図4]

FIG.4A

最裏面側のn領域製造用マスク

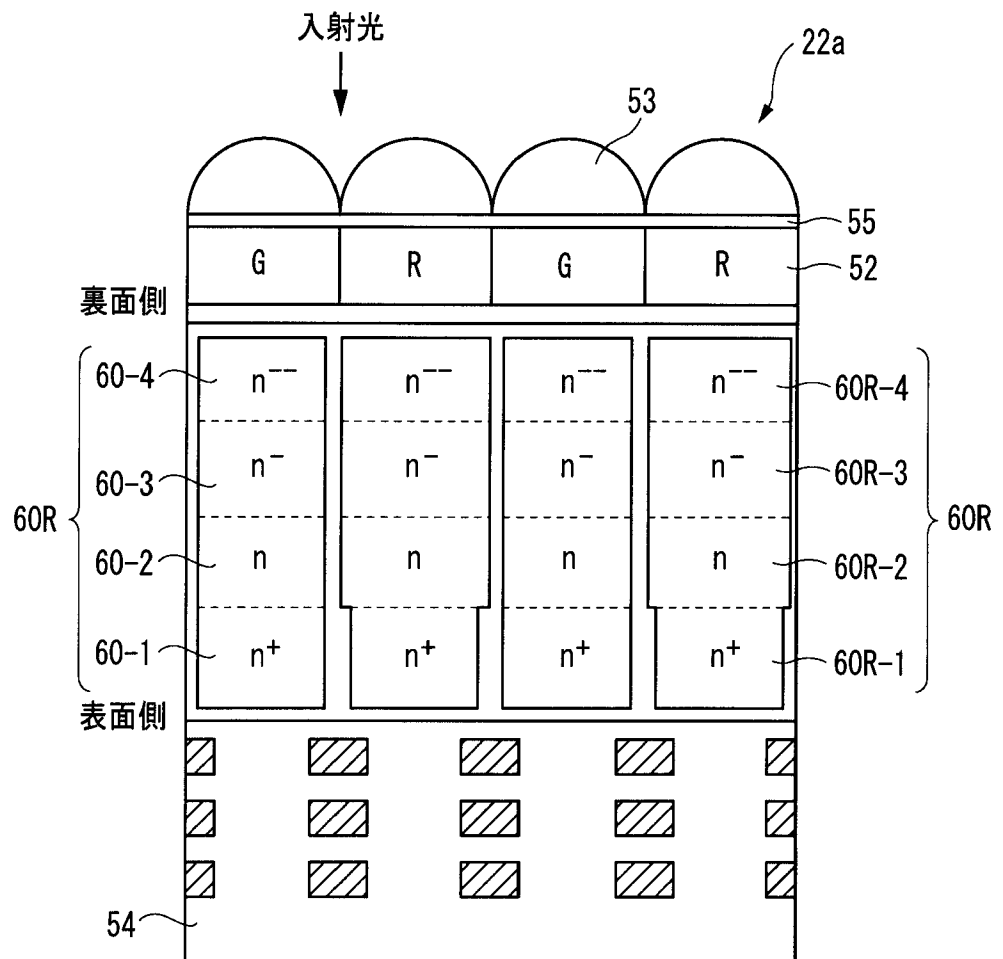
**FIG.4B**

最表面側のn領域製造用マスク



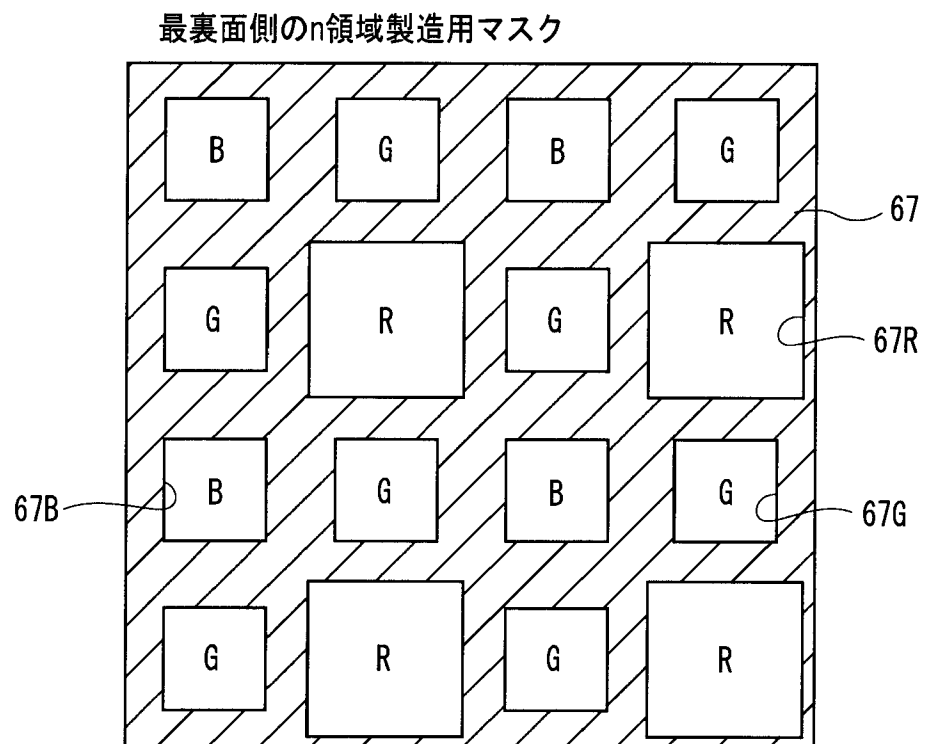
[図5]

FIG. 5



[図6]

FIG. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055126

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L27/146(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i

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, H01L27/14, H04N5/369

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2010-192483 A (Panasonic Corp.), 02 September 2010 (02.09.2010), entire text; all drawings & US 2010/0207231 A1	1-19
A	JP 2010-225818 A (Toshiba Corp.), 07 October 2010 (07.10.2010), entire text; all drawings & US 2010/0237451 A1 & CN 101847643 A	1-19
A	JP 2006-245499 A (Sony Corp.), 14 September 2006 (14.09.2006), entire text; all drawings & US 2006/0197007 A1 & KR 10-2006-0096924 A & CN 1838423 A	1-19

☒ 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
28 March, 2012 (28.03.12)

Date of mailing of the international search report
10 April, 2012 (10.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055126

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-353994 A (Sony Corp.), 22 December 2005 (22.12.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-19
P, A	JP 2011-129638 A (Toshiba Corp.), 30 June 2011 (30.06.2011), entire text; all drawings & US 2011/0141333 A1 & CN 102104053 A	1-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L27/146(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. H01L27/146, H01L27/14, H04N5/369

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 2010-192483 A (パナソニック株式会社) 2010.09.02, 全文, 全図 & US 2010/0207231 A1	1-19
A	JP 2010-225818 A (株式会社東芝) 2010.10.07, 全文, 全図 & US 2010/0237451 A1 & CN 101847643 A	1-19
A	JP 2006-245499 A (ソニー株式会社) 2006.09.14, 全文, 全図 & US 2006/0197007 A1 & KR 10-2006-0096924 A & CN 1838423 A	1-19

☒ 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。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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矛盾するものではなく、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

2 8 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

柴山 将隆

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 2

4 M

3 0 3 5

C (続き) . 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 2005-353994 A (ソニー株式会社) 2005.12.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
PA	JP 2011-129638 A (株式会社東芝) 2011.06.30, 全文, 全図 & US 2011/0141333 A1 & CN 102104053 A	1-19