

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4659788号
(P4659788)

(45) 発行日 平成23年3月30日 (2011.3.30)

(24) 登録日 平成23年1月7日 (2011.1.7)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 27/146 (2006.01)

H O 1 L 27/14 A

H O 1 L 27/14 (2006.01)

H O 1 L 27/14 D

H O 4 N 5/372 (2011.01)

H O 4 N 5/335 7 2 O

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2007-165018 (P2007-165018)
 (22) 出願日 平成19年6月22日 (2007.6.22)
 (65) 公開番号 特開2009-4615 (P2009-4615A)
 (43) 公開日 平成21年1月8日 (2009.1.8)
 審査請求日 平成22年2月12日 (2010.2.12)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100115107
 弁理士 高松 猛
 (74) 代理人 100132986
 弁理士 矢澤 清純
 (72) 発明者 小柴 賢明
 埼玉県朝霞市泉水3丁目11番46号 富
 士フイルム株式会社内

審査官 安田 雅彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 裏面照射型撮像素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板の裏面側から光を照射し、前記光に応じて前記半導体基板内で発生した電荷を、前記半導体基板の表面側から読み出して撮像を行う裏面照射型撮像素子であって、
 前記半導体基板内に形成された前記電荷を蓄積するための多数の電荷蓄積領域と、
 前記多数の電荷蓄積領域の各々に対応させて前記半導体基板の裏面上方に形成されたフィルタとを備え、

多数の前記フィルタが、それぞれ異なる光の色成分を透過する複数種類のカラーフィルタと、光の輝度成分と相関のある分光特性を持つ輝度フィルタとを含み、

前記輝度フィルタに対応する電荷蓄積領域のうち、少なくとも前記裏面照射型撮像素子の周辺部にある前記電荷蓄積領域の前記半導体基板の裏面側の端部が、当該電荷蓄積領域に隣接する、前記カラーフィルタに対応する電荷蓄積領域の前記裏面側の端部よりも前記裏面に平行な方向に広がっている裏面照射型撮像素子。

【請求項 2】

請求項 1 記載の裏面照射型撮像素子であって、
 前記複数種類のカラーフィルタに対応する電荷蓄積領域の前記裏面側の端部の広がりは、全て同じである裏面照射型撮像素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の裏面照射型撮像素子であって、
 前記輝度フィルタに対応する電荷蓄積領域の前記裏面側の端部の広がりが、前記裏面照

10

20

射型撮像素子の中心部から周辺部に向かうほど、大きくなる裏面照射型撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体基板の裏面側から光を照射し、前記光に応じて前記半導体基板内で発生した電荷を、前記半導体基板の表面側から読み出して撮像を行う裏面照射型撮像素子に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体基板の裏面側から光を照射し、この光に応じて半導体基板内で発生した電荷を、半導体基板の表面側に形成された電荷蓄積領域に蓄積し、ここに蓄積された電荷に応じた信号を、表面側に形成したCCDやCMOS回路等によって外部に出力して撮像を行う裏面照射型撮像素子が提案されている（例えば特許文献1参照）。

【0003】

又、特許文献2には、シリコン基板上に、光の輝度成分を検出する感光素子を正方格子状に配列した第1の感光素子群と、光の色相成分を検出する感光素子を正方格子状に配列した第2の感光素子群とを互いに隣接する位置にずらして配置して、いわゆるハニカム状の配列パターンを形成した撮像素子が開示されている。

【0004】

【特許文献1】特開2005-142221号公報

【特許文献2】特開平11-355790号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に開示された裏面照射型撮像素子はCMOS型であるが、CCD型にした場合、半導体基板の裏面側にCCDを設ける必要がない分、受光面積を大きくとることができる。しかし、受光面積が大きくなると、隣接する電荷蓄積領域同士の距離が近くなる。このため、光の入射角度が急になる裏面照射型撮像素子の周辺部では、混色が発生しやすくなる。

【0006】

半導体基板の裏面上方に設けるカラーフィルタ配列として特許文献2に開示されたような素子特性を実現するための配列を適用すると、周辺部では、色相成分を検出する感光素子上方に設けたフィルタを透過した光が輝度成分を検出する感光素子に入射し、輝度成分を検出する感光素子上方に設けたフィルタを透過した光が色相成分を検出する感光素子に入射する可能性がある。輝度成分を検出する感光素子は、感度が高いため、隣接する感光素子に入射すべき光が入射してしまっても、あまり問題にはならない。しかし、色相成分を検出する感光素子に、輝度成分を検出する感光素子に入射するべき光が入射してしまうと、この感光素子から得られる信号のS/Nが劣化するため、画質への影響が大きくなってしまう。

【0007】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、混色を防いで高画質の撮影を行うことが可能な裏面照射型撮像素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の裏面照射型撮像素子は、半導体基板の裏面側から光を照射し、前記光に応じて前記半導体基板内で発生した電荷を、前記半導体基板の表面側から読み出して撮像を行う裏面照射型撮像素子であって、前記半導体基板内に形成された前記電荷を蓄積するための多数の電荷蓄積領域と、前記多数の電荷蓄積領域の各々に対応させて前記半導体基板の裏面上方に形成されたフィルタとを備え、多数の前記フィルタが、それぞれ異なる光の色成分を透過する複数種類のカラーフィルタと、光の輝度成分と相関のある分光特性を持つ輝

10

20

30

40

50

度フィルタとを含み、前記輝度フィルタに対応する電荷蓄積領域のうち、少なくとも前記裏面照射型撮像素子の周辺部にある前記電荷蓄積領域の前記半導体基板の裏面側の端部が、当該電荷蓄積領域に隣接する、前記カラーフィルタに対応する電荷蓄積領域の前記裏面側の端部よりも前記裏面に平行な方向に広がっている。前記複数種類のカラーフィルタに対応する電荷蓄積領域の前記裏面側の端部の広がりは、全て同じであることが好ましい。

【0012】

本発明の裏面照射型撮像素子は、前記輝度フィルタに対応する電荷蓄積領域の前記裏面側の端部の広がりが、前記裏面照射型撮像素子の中心部から周辺部に向かうほど、大きくなる。

【発明の効果】

10

【0013】

本発明によれば、混色を防いで高画質の撮影を行うことが可能な裏面照射型撮像素子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0015】

図1は、本発明の実施形態を説明するための裏面照射型撮像素子を裏面側からみた平面模式図である。

図1に示す裏面照射型撮像素子は、半導体基板内の行方向Xとこれに直交する列方向Yに正方格子状に配列された多数の電荷蓄積領域(6r, 6g, 6b)からなる第1のグループと、半導体基板内の行方向Xと列方向Yに正方格子状に配列された多数の電荷蓄積領域(6w)からなる第2のグループとを備える。第1のグループを構成する電荷蓄積領域と第2のグループを構成する電荷蓄積領域との数は同一となっている。

20

【0016】

第1のグループに含まれる各電荷蓄積領域は、第2のグループに含まれる各電荷蓄積領域6wの位置を基準にした場合に、第2のグループに含まれる各電荷蓄積領域6wに第1のグループに含まれる1つの電荷蓄積領域が隣接するように、該基準の位置から所定の方向(図1の例では、斜め左下45度の方向)にずれた位置に配置されており、全ての電荷蓄積領域がいわゆるハニカム状に配列された構成となっている。すなわち、裏面照射型撮像素子に含まれる多数の電荷蓄積領域は、Y方向に一定のピッチで配列された複数の電荷蓄積領域からなる電荷蓄積領域列を、X方向に該一定のピッチで複数配列した配置となっており、隣接する2つの電荷蓄積領域列は、当該電荷蓄積領域列に含まれる電荷蓄積領域のY方向の配列ピッチの約1/2、Y方向に互いにずれて配置された特開平10-136391号公報に記載されたような構成となっている。

30

【0017】

電荷蓄積領域6r, 6g, 6b, 6wは、それぞれの受光面上方に形成されるフィルタによって、それぞれに入射される光の成分が異なるものとなっている。

【0018】

電荷蓄積領域6rは、光の赤色(R)成分を透過するRカラーフィルタ22が受光面上に形成されており、これにより、光のR成分を検出する光電変換素子として機能する。電荷蓄積領域6gは、光の緑色(G)成分を透過するGカラーフィルタ21が受光面上に形成されており、これにより、光のG成分を検出する光電変換素子として機能する。電荷蓄積領域6bは、光の青色(B)成分を透過するBカラーフィルタ23が受光面上に形成されており、これにより、光のB成分を検出する光電変換素子として機能する。電荷蓄積領域6wは、光の輝度成分と相関のある分光特性を持った輝度フィルタ24が受光面上に形成されており、これにより、光の輝度成分を検出する光電変換素子として機能する。

40

【0019】

輝度フィルタは、NDフィルタや、透明フィルタ、白色フィルタ、グレーのフィルタ等が該当するが、電荷蓄積領域6wの受光面上方に何も設けずに光が直接受光面に入射す

50

る構成も、輝度フィルタを設けたということができる。

【 0 0 2 0 】

第 1 のグループの各電荷蓄積領域の受光面上方に形成されたカラーフィルタはベイヤー配列となっている。つまり、第 1 のグループの各電荷蓄積領域は、電荷蓄積領域 6 r と電荷蓄積領域 6 g とがこの順番で X 方向に交互に配列された R G 電荷蓄積領域行と、電荷蓄積領域 6 g と電荷蓄積領域 6 b とがこの順番で X 方向に交互に配列された G B 電荷蓄積領域行とが、Y 方向に交互に配列された配置となっている。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、図 1 に示した A - A 線断面模式図である。

図 2 に示すように、裏面照射型撮像素子は、p 型のシリコンからなる p 型の半導体基板（以下、p 基板という）4 を備える。この裏面照射型撮像素子は、図中下方から上方に向かって光を入射させて撮像を行うものである。本明細書では、p 基板 4 の光入射方向に対して垂直な 2 つの面のうち、光入射側の面を裏面といい、その反対面を表面という。又、p 基板 4 の裏面及び表面に直交する方向を垂直方向、p 基板 4 の裏面及び表面に平行な方向を水平方向と定義する。又、p 基板 4 の裏面よりも光入射側にある構成要素は、各構成要素を基準にしたときに、入射光が進む方向と反対方向を、その構成要素の上方と定義し、p 基板 4 の裏面よりも光入射側とは反対側にある構成要素は、各構成要素を基準にしたときに、入射光が進む方向を、その構成要素の上方と定義する。

【 0 0 2 2 】

p 基板 4 内の p 基板 4 表面近傍の水平方向に延びる同一面上には、入射光に応じて p 基板 4 内で発生した電荷を蓄積するための n 型の不純物拡散層（以下、n 層という）からなる電荷蓄積領域（6 r , 6 g , 6 b , 6 w ）が配列されている。電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b , 6 w で発生した電荷と、この電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b , 6 w に入射する光の経路上の p 基板 4 内に発生した電荷とが、電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b , 6 w に蓄積される。

【 0 0 2 3 】

各電荷蓄積領域上には p 基板 4 表面に発生する暗電荷が各電荷蓄積領域に蓄積されるのを防ぐための高濃度の p 型の不純物拡散層（以下、p + 層という）7 が形成されている。

【 0 0 2 4 】

p + 層 7 及び電荷蓄積領域の右隣には、少し離間して該電荷蓄積領域よりも高濃度の n 層からなる電荷転送チャネル 8 が形成され、電荷転送チャネル 8 の周囲には p + 層 7 よりも濃度の低い p 層 9 が形成されている。

【 0 0 2 5 】

p + 層 7 及び電荷蓄積領域と電荷転送チャネル 8 との間の p 層 9 及び p 基板 4 には、該電荷蓄積領域に蓄積された電荷を電荷転送チャネル 8 に読み出すための電荷読み出し領域（図示せず）が形成されている。電荷転送チャネル 8 と電荷読み出し領域の上方には、シリコン酸化膜や O N O 膜等からなるゲート絶縁膜（図示せず）を介して、電荷転送チャネル 8 に電圧を供給して電荷転送動作を制御するための電荷転送電極と、電荷読み出し領域に読み出し電圧を供給して電荷読み出し動作を制御するための電荷読み出し電極とを兼ねたポリシリコン等からなる電極 1 0 が形成されている。電荷転送チャネル 8 とその上方の電極 1 0 とにより、C C D が構成される。

【 0 0 2 6 】

隣接する電荷蓄積領域同士の間には、p 層 9 の下に p 型不純物拡散層からなる素子分離層 1 1 が形成されている。素子分離層 1 1 は、各電荷蓄積領域に蓄積されるべき電荷が、その隣の電荷蓄積領域に漏れてしまうのを防ぐためのものである。

【 0 0 2 7 】

p 基板 4 の裏面上には、酸化シリコンや窒化シリコン等の入射光に対して透明な絶縁層 5 が形成されている。絶縁層 5 上には、R カラーフィルタ 2 2、G カラーフィルタ 2 1、B カラーフィルタ 2 3、及び輝度フィルタ 2 4 を水平方向に配列してなるカラーフィルタ層が形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

各フィルタ 2 1 ~ 2 4 の上には、マイクロレンズ 1 2 が形成されている。

【 0 0 2 9 】

このように構成された裏面照射型撮像素子では、1つのマイクロレンズ 1 2 に入射した光が、そのマイクロレンズ 1 2 下方のフィルタに入射し、ここを透過した光が、このフィルタに対応する電荷蓄積領域（例えば電荷蓄積領域 6 w）へと入射される。このとき、p 基板 4 のうち入射光の経路となる部分でも電荷が発生するが、この電荷は、素子分離層 1 1 によって区画された領域に形成されたポテンシャルスロープを介して電荷蓄積領域 6 w へと移動し、ここで蓄積される。電荷蓄積領域 6 w に入射してここで発生した電荷も、ここに蓄積される。電荷蓄積領域 6 w に蓄積された電荷は、電荷転送チャネル 8 に読み出されて転送され、出力アンプによって信号に変換されて外部に出力される。

10

【 0 0 3 0 】

本実施形態の裏面照射型撮像素子は、図 1 及び図 2 に示したように、電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b の各々の大きさは同一であるが、全ての電荷蓄積領域 6 w のうち、そこに入射する光の入射角がきつくなる周辺部にある電荷蓄積領域 6 w の大きさが、電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b の各々の大きさよりも大きくなっていることが最大の特徴である。

【 0 0 3 1 】

例えば、図 2 に示したように、周辺部にある電荷蓄積領域 6 w は、p 基板 4 の裏面側の端部が、電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b の各々の p 基板 4 の裏面側の端部よりも水平方向に広がっており、これにより、電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b の各々の大きさよりも大きくなっている。

20

【 0 0 3 2 】

このような構成とすることで、図 2 の矢印に示したように、斜めに入射光が入ってきた場合、R カラーフィルタ 2 2 を透過した斜め光（以下、R 斜め光という）の一部については電荷蓄積領域 6 w に入射してしまうが、R 斜め光と同じ入射角度で輝度フィルタ 2 4 を透過した斜め光については、電荷蓄積領域 6 w の水平方向に広がっている部分に入射する。このため、全ての色成分を含む入射光が電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b の各々に入射してしまうのを防ぐことができ、混色を防止して高画質化を実現することができる。一方、電荷蓄積領域 6 w には R 斜め光が入射してしまうが、ここに蓄積される電荷量は元々多いため、R 斜め光によるノイズ成分の相対的な量は少ないものとなり、電荷蓄積領域 6 w から得られる信号についての S / N の劣化は目立たない。したがって、本実施形態の裏面照射型撮像素子によれば、電荷蓄積領域 6 w から得られる信号の S / N をほとんど劣化させることなく、電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b の各々から得られる信号の S / N を改善することができ、全体として画質を向上させることができる。

30

【 0 0 3 3 】

尚、以上の説明では、裏面照射型撮像素子の周辺部にある電荷蓄積領域 6 w の大きさを全て同じものとしているが、電荷蓄積領域 6 w の大きさは、そこに入射する入射光の入射角度に応じて変化させても良い。つまり、周辺部において、入射角度が急になるほど（中心部側から周辺部側へ向かうほど）、大きさが大きくなるようにしても良い。

【 0 0 3 4 】

又、以上の説明では、周辺部にある電荷蓄積領域 6 w だけの大きさを大きくしているが、全ての電荷蓄積領域 6 w の大きさを、そこに入射する入射光の入射角度に応じて変化させても良い。例えば、入射光がほぼ垂直に入射する中心部では、混色の心配がないため電荷蓄積領域 6 w の大きさを電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b の各々と同じとし、中心部から周辺部に向かうにしたがって、電荷蓄積領域 6 w の大きさを徐々に大きくしていく構成としても良い。このように、混色の起こりやすさに応じて大きさを変化させることで、混色防止性能を向上させることができる。

40

【 0 0 3 5 】

又、以上の説明では、電荷蓄積領域 6 w の大きさを電荷蓄積領域 6 r , 6 g , 6 b の各々よりも大きくする方法として、p 基板 4 の裏面側の端部を水平方向に広げる方法を採用

50

したが、これに限らない。例えば、図3に示すように、電荷蓄積領域6wの垂直方向の厚みを大きくすることで、大きさを大きくする方法を採用しても良い。図2に示す電荷蓄積領域6wの構成は、水平方向に広がっている端部を構成する電荷蓄積領域6wをイオン注入等によって形成し、その後、その上に再度イオン注入を行うといった2回のイオン注入によって形成する方法が考えられる。これに対し、図3に示した構成によれば、電荷蓄積領域6wを1回のイオン注入で形成することができ、製造が容易となる。

【0036】

又、以上の説明では、3種類のカラーフィルタと輝度フィルタとを搭載する裏面照射型撮像素子を例にしたが、カラーフィルタについては、電荷蓄積領域6wから得られる輝度信号を利用してカラー画像を生成することができれば良いため、2種類又は4種類以上であっても構わない。

10

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の実施形態を説明するための裏面照射型撮像素子の裏面側からみた平面模式図

【図2】図1に示したA-A線断面模式図

【図3】本発明の実施形態を説明するための裏面照射型撮像素子の変形例を示す平面模式図

【符号の説明】

【0038】

20

4 p基板

6r, 6g, 6b, 6w 電荷蓄積領域

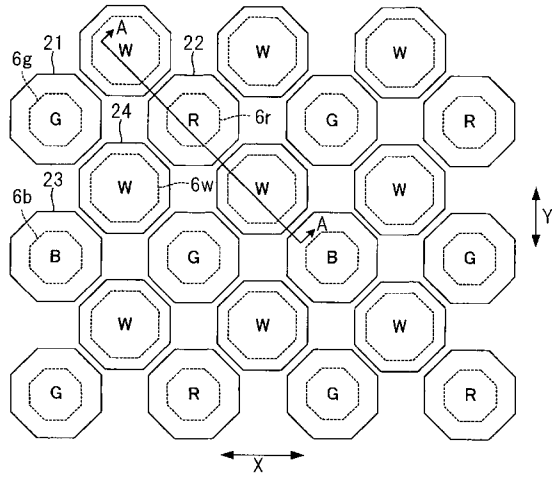
21 Gカラーフィルタ

22 Rカラーフィルタ

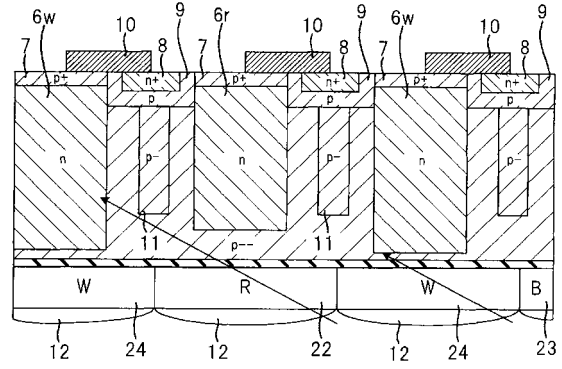
23 Bカラーフィルタ

24 輝度フィルタ

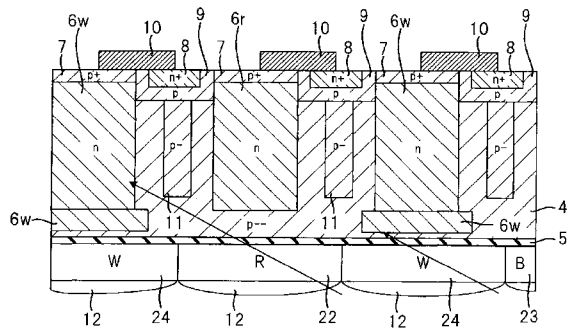
【図 1】



【図 3】



【図 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-073682(JP,A)
特開2004-304706(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	27/14
H04N	5/335
H04N	9/07