

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分
 【発行日】平成 25 年 7 月 18 日 (2013.7.18)

【公開番号】特開 2011-35382 (P2011-35382A)
 【公開日】平成 23 年 2 月 17 日 (2011.2.17)
 【年通号数】公開・登録公報 2011-007
 【出願番号】特願 2010-142763 (P2010-142763)
 【国際特許分類】

H 0 1 L 27/146 (2006.01)

H 0 4 N 5/369 (2011.01)

【F I】

H 0 1 L 27/14 A

H 0 4 N 5/335 6 9 0

【手続補正書】
 【提出日】平成 25 年 6 月 4 日 (2013.6.4)
 【手続補正 1】
 【補正対象書類名】特許請求の範囲
 【補正対象項目名】全文
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項 1】

光を受光して光電荷を生成するフォトダイオード、前記フォトダイオードで生成された電荷を収集・保持するフローティングディフュージョン領域、及び、前記フォトダイオードから前記フローティングディフュージョン領域に電荷を転送するために両者の間にゲートを有する転送トランジスタ、を少なくとも有する画素を、半導体基板上に複数備える固体撮像素子であって、

前記フローティングディフュージョン領域は前記フォトダイオードの受光面の端部に配置され、該フォトダイオードの受光面の中で、前記フローティングディフュージョン領域を中心として描かれる第 1 円弧の内側で且つ転送ゲートの外側の領域全体と、該第 1 円弧から外方に放射状に延出しその先端が前記第 1 円弧と同心円状である第 2 円弧に接する複数の延出部の内側の領域とが、収集する信号電荷と同じ導電型の領域として形成されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の固体撮像素子であって、

前記延出部は、前記第 1 円弧から外方に、直線状に、弓状に湾曲して、又は、鉤状に屈曲して、延出するものであることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 3】

光を受光して光電荷を生成するフォトダイオード、前記フォトダイオードで生成された電荷を収集・保持するフローティングディフュージョン領域、及び、前記フォトダイオードから前記フローティングディフュージョン領域に電荷を転送するために両者の間にゲートを有する転送トランジスタ、を少なくとも有する画素を、半導体基板上に複数備える固体撮像素子であって、

前記フローティングディフュージョン領域は前記フォトダイオードの受光面の端部に配置され、該フォトダイオードの受光面の中で、前記フローティングディフュージョン領域を中心として描かれる円弧の内側で且つ転送ゲートの外側の領域と、その円弧から外方に放射状に延出する複数の延出部の内側の領域とが、収集する信号電荷と同じ導電型の領域として形成されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の固体撮像素子であって、

前記延出部は、前記円弧から外方に、直線状に、弓状に湾曲して、又は、鉤状に屈曲して、延出するものであることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 に記載の固体撮像素子であって、

前記複数の延出部は略同一の長さであることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 6】

光を受光して光電荷を生成するフォトダイオード、前記フォトダイオードで生成された電荷を収集・保持するフローティングディフュージョン領域、及び、前記フォトダイオードから前記フローティングディフュージョン領域に電荷を転送するために両者の間にゲートを有する転送トランジスタ、を少なくとも有する画素を、半導体基板上に複数備える固体撮像素子であって、

前記フォトダイオードは、収集する信号電荷と同じ導電型の半導体基板内に形成された該信号電荷と異なる導電型の基体である半導体層と、該半導体層内に形成された前記信号電荷と同じ導電型の第 1 不純物領域と、該第 1 不純物領域の表層を覆いその上面が受光面の一部となるように形成され、前記半導体層の不純物濃度に比べて高い不純物濃度を有する第 2 不純物領域と、を有し、

前記フォトダイオードの受光面の中で、前記フローティングディフュージョン領域を中心として描かれる円弧の内側で且つ転送ゲートの外側の領域と、その円弧から外方に延出する複数の延出部の内側の領域とが、前記第 1 不純物領域として形成され、

前記フローティングディフュージョン領域は前記フォトダイオードの受光面の端部に配置されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 7】

請求項 1、3 又は 6 のいずれかに記載の固体撮像素子であって、

前記フォトダイオードの受光面は、平面視したときに、前記フローティングディフュージョン領域を中心とする扇形の領域内に前記転送ゲートを挟んで位置することを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 8】

請求項 1、3 又は 6 のいずれかに記載の固体撮像素子であって、

前記フォトダイオードの受光面は、平面視したときに、縁辺から内方に凹みが形成された形状であり、その凹みの最も奥まった位置に前記フローティングディフュージョン領域が配設されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の固体撮像素子であって、

前記延出部は、平面視したときに、根元から先端に向かって幅が狭くなる形状であることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の固体撮像素子であって、

収集する信号電荷と同じ導電型の領域として形成されている前記領域の中で、前記フローティングディフュージョン領域に近いほどポテンシャルが深くなるように、ポテンシャルの深さが異なる不純物領域が複数形成されていることを特徴とする固体撮像素子。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

この第 2 発明に係る固体撮像素子において、前記複数の延出部は略同一の長さとするとい。また、第 1 発明と同様に、前記延出部は、前記円弧から外方に、直線状に、弓状に

湾曲して、又は、鉤状に屈曲して、延出するものとすることができる。

また上記課題を解決するために成された第3発明は、光を受光して光電荷を生成するフォトダイオード、前記フォトダイオードで生成された電荷を収集・保持するフローティングディフュージョン領域、及び、前記フォトダイオードから前記フローティングディフュージョン領域に電荷を転送するために両者の間にゲートを有する転送トランジスタ、を少なくとも有する画素を、半導体基板上に複数備える固体撮像素子であって、

前記フォトダイオードは、収集する信号電荷と同じ導電型の半導体基板内に形成された該信号電荷と異なる導電型の基体である半導体層と、該半導体層内に形成された前記信号電荷と同じ導電型の第1不純物領域と、該第1不純物領域の表層を覆いその上面が受光面の一部となるように形成され、前記半導体層の不純物濃度に比べて高い不純物濃度を有する第2不純物領域と、を有し、

前記フォトダイオードの受光面の中で、前記フローティングディフュージョン領域を中心として描かれる円弧の内側で且つ転送ゲートの外側の領域と、その円弧から外方に延出する複数の延出部の内側の領域とが、前記第1不純物領域として形成され、

前記フローティングディフュージョン領域は前記フォトダイオードの受光面の端部に配置されていることを特徴としている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

第1～第3発明に係る固体撮像素子にあって、前記フォトダイオードの受光面は、平面視したときに、前記フローティングディフュージョン領域を中心とする扇形の領域内に前記転送ゲートを挟んで位置する構成とすることができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

第1～第3発明に係る固体撮像素子においては、フォトダイオードの受光面全体で光電荷は発生するが、収集する信号電荷が電子の場合、放射状に延出したn型不純物領域同士の間隙が狭ければ、水平方向の電界効果によって、p型不純物領域内で発生した光電荷（電子）がP-well内を拡散して基板に到達する可能性に比べて、放射状に延出したn型不純物領域に到達する可能性のほうが高くなる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

こうしたことから、第1～第3発明に係る固体撮像素子によれば、光電荷が基板に流出し易い、信号電荷とは反対の導電型である不純物領域の面積を抑制しながら、周囲から中心（フローティングディフュージョン領域）に向かって信号電荷が移動する方向の電界を効率よく形成することができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

なお、第1～第3発明に係る固体撮像素子では、収集する信号電荷と同じ導電型の領域として形成されている前記領域の中で、前記フローティングディフュージョン領域に向かって信号電荷が移動しやすいように、ポテンシャルの深さが相違する領域が複数形成されている構成としてもよい。このようなポテンシャル深さの相違する領域は、複数のフォトマスクを用いて基体への不純物イオンの打ち込み深さや不純物濃度を変えることにより容易に形成することができる。これにより、ポテンシャルの勾配を一層急にして、電荷の移動速度を上げることができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

第1乃至第3発明に係る固体撮像素子によれば、転送トランジスタがオンしてゲートが開いた際に、フォトダイオードの受光面で発生した電荷を効率良く且つ短い時間でフローティングディフュージョン領域に転送できるとともに、フローティングディフュージョン領域に収集した電荷をスムーズに且つ高速で次段の回路へと送ることができる。これにより、撮影の高速性を損なわずに検出感度やS/Nを向上させることができる。