

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4658732号
(P4658732)

(45) 発行日 平成23年3月23日 (2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日 (2011.1.7)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 31/10 (2006.01) H O 1 L 31/10 A

請求項の数 4 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-231143 (P2005-231143) (22) 出願日 平成17年8月9日 (2005.8.9) (65) 公開番号 特開2007-48903 (P2007-48903A) (43) 公開日 平成19年2月22日 (2007.2.22) 審査請求日 平成20年7月29日 (2008.7.29)</p>	<p>(73) 特許権者 000116024 ローム株式会社 京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地 (74) 代理人 100087701 弁理士 稲岡 耕作 (74) 代理人 100101328 弁理士 川崎 実夫 (72) 発明者 関口 勇士 京都市右京区西院溝崎町2 1 番地 ローム 株式会社内 審査官 吉野 三寛</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトダイオードおよびフォトトランジスタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 導電型の下層領域と、
 この下層領域上のフォトダイオード領域内に形成された第 2 導電型の上層領域と、
 前記フォトダイオード領域を取り囲んで形成された素子分離領域と、
前記上層領域内の表層部において前記フォトダイオード領域の周縁部に形成され、信号
を取り出すための電極が接続される高濃度第 2 導電型の電極コンタクト領域と、
 前記上層領域の表層部において、前記電極コンタクト領域と間隔を空けて形成され、グ
 ランド電位に接続される高濃度第 1 導電型の第 1 シールド領域と、
 前記上層領域の表層部において、前記電極コンタクト領域と前記第 1 シールド領域との
 間にわたって、前記電極コンタクト領域の周囲を取り囲み、前記素子分離領域に接するよ
うに形成され、グラウンド電位に接続される低濃度第 1 導電型の第 2 シールド領域とを含み
、
前記第 2 シールド領域は、前記素子分離領域に接する部分を除く部分が前記第 1 シール
ド領域に接していることを特徴とする、フォトダイオード。

【請求項 2】

請求項 1 記載のフォトダイオードと、
 前記フォトダイオード領域外に形成されて、前記素子分離領域によって前記フォトダイ
 オードと素子分離され、前記フォトダイオードから出力される信号を増幅するための出力
 トランジスタとを含むことを特徴とする、フォトトランジスタ。

【請求項 3】

前記素子分離領域は、前記上層領域の表面から前記下層領域の厚さ方向途中部に至るトレンチを備えており、

このトレンチに沿って、前記第 2 シールド領域と前記下層領域とを接続する第 1 導電型の接続領域をさらに含むことを特徴とする、請求項 2 記載のフォトランジスタ。

【請求項 4】

前記接続領域は、前記トレンチと前記上層領域との境界部分の全周に形成されており、前記第 1 シールド領域は、前記接続領域を介して前記下層領域に接続されていることを特徴とする、請求項 3 記載のフォトランジスタ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、フォトダイオードおよびこれを備えるフォトランジスタに関する。

【背景技術】

【0002】

フォトダイオードは、イメージセンサや CD や DVD などの光ディスクから情報を読み出すピックアップに多用されている。

従来の典型的なフォトダイオードは、たとえば、P⁺型（高濃度 P 型）基板の表層部に、N 型不純物領域と、この N 型不純物領域内に電極が接続される N⁺型（高濃度 N 型）の電極コンタクト領域とが形成された構造を有している。このフォトダイオードでは、N 型不純物領域の表面から入射した光が、N 型不純物領域と P⁺型基板との接合面で光電変換され、これにより生成した電荷が、受光量を表す信号として、電極コンタクト領域に接続された電極から取り出される。

20

【0003】

このようなフォトダイオードは、その周囲に電源や OA 機器などが配置されていると、それから発生する電磁波（電磁ノイズ）を受けて、受光量を表す信号ではないノイズ信号を出力するおそれがある。たとえば、フォトダイオードがイメージセンサに組み込まれている場合、フォトダイオードが電磁波を受けてノイズ信号を出力すると、イメージセンサの出力に基づいて再現される画像に縞模様などの所望しない画像が現れる。

【0004】

30

そこで、図 5 に示すように、N 型不純物領域 91 および N⁺型の電極コンタクト領域 92 を有する P⁺型基板 93 の最表層部に、電極コンタクト領域 92 の周囲を取り囲むように、P⁺型拡散領域 94 を形成し、この P⁺型拡散領域 94 をグラウンド電位に接続することが考えられる。P⁺型拡散領域 94 をグラウンド電位に接続することによって、P 型拡散領域 94 がローインピーダンスになり、P⁺型拡散領域 94 に電磁波に対するシールド効果を持たせることができる。これにより、フォトダイオードの周囲の部品からの電磁波がフォトダイオードの表面に進入したとしても、その電磁波を P⁺型拡散領域 94 で遮断することができ、電磁波に起因する電荷の発生を防止することができる。

【特許文献 1】特許第 3584196 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

電極コンタクト領域 92 と P⁺型拡散領域 94 とが隣接していると、不純物濃度の高い p n 接合が形成されるために、電極コンタクト領域 92 と P⁺型拡散領域 94 との間にツェナー降伏によるトンネル電流が流れてしまう。また、電極コンタクト領域 92 と P⁺型拡散領域 94 との接合部分に電荷が集中するので、その接合部分における耐圧が低くなるという別の問題も生じる。そのため、電極コンタクト領域 92 と P⁺型拡散領域 94 とは、ある程度の間隔を空けて形成しなければならない。

【0006】

ところが、電極コンタクト領域 92 と P⁺型拡散領域 94 とが離れていると、それらの

50

間の領域で電磁波を遮断することができず、その領域からN型不純物領域91に電磁波が進入し、その電磁波に起因する信号(電荷)が電極コンタクト領域92に接続された電極から出力されるおそれがある。

そこで、この発明の目的は、外部からの電磁波を良好にシールドすることができるフォトダイオードおよびこれを備えるフォトトランジスタを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するための請求項1記載の発明に係るフォトダイオードは、第1導電型の下層領域と、この下層領域上のフォトダイオード領域内に形成された第2導電型の上層領域と、前記フォトダイオード領域を取り囲んで形成された素子分離領域と、前記上層領域内の表層部において前記フォトダイオード領域の周縁部に形成され、信号を取り出すための電極が接続される(前記上層領域よりも第2導電型の不純物の濃度が高い)高濃度第2導電型の電極コンタクト領域と、前記上層領域の表層部において、前記電極コンタクト領域と間隔を空けて形成され、グランド電位に接続される高濃度第1導電型の第1シールド領域と、前記上層領域の表層部において、前記電極コンタクト領域と前記第1シールド領域との間にわたって、前記電極コンタクト領域の周囲を取り囲み、前記素子分離領域に接するように形成され、グランド電位に接続される(前記第1シールド領域よりも第1導電型の不純物の濃度が低い)低濃度第1導電型の第2シールド領域とを含み、前記第2シールド領域は、前記素子分離領域に接する部分を除く部分が前記第1シールド領域に接していることを特徴とする。

【0008】

この構成によれば、上層領域の表層部には、電極コンタクト領域を取り囲むように第2シールド領域が形成され、その第2シールド領域の外側に第1シールド領域が形成されている。そのため、外部からフォトダイオードの表面に進入する電磁波を、第1シールド領域および第2シールド領域により遮断することができる。すなわち、背景技術の項で説明した構成では、図5に示すように、電極コンタクト領域92とP⁺型拡散領域94とが離れているため、それらの間の領域で電磁波を遮断することができず、その領域からN型不純物領域91に電磁波が進入するおそれがあるが、この構成では、電極コンタクト領域と第1シールド領域との間に進入する電磁波を、それらの間に形成されている第2シールド領域により遮断することができる。よって、外部からの電磁波を良好にシールドすることができる。しかも、高濃度第2導電型の電極コンタクト領域と第2シールド領域とが隣接していても、第2シールド領域は低濃度第1導電型であり、不純物濃度の高いpn接合は形成されないため、ツェナー降伏によるトンネル電流が生じない。また、それらの接合部分での耐圧が低くなるということもない。

また、フォトトランジスタの電極コンタクト領域が素子分離領域に取り囲まれたフォトダイオード領域の周縁部に配置されているので、その電極コンタクト領域に接続される配線の長さを短縮することができる。その結果、配線と上層領域との間に生じる寄生容量を低減させることができ、フォトダイオードの感度の向上を図ることができる。

【0009】

また、請求項2記載の発明に係るフォトトランジスタは、請求項1記載のフォトダイオードと、前記フォトダイオード領域外に形成されて、前記素子分離領域によって前記フォトダイオードと素子分離され、前記フォトダイオードから出力される信号を増幅するための出力トランジスタとを含むことを特徴とする。

【0010】

この構成によれば、請求項1記載のフォトダイオードが採用されているので、外部からフォトダイオードの表面に進入する電磁波を良好にシールドすることができる。そのため、電磁波に起因するノイズ信号がフォトダイオードの電極から出力されるおそれなく、そのようなノイズ信号が出力トランジスタで増幅されるおそれがない。

【0011】

また、フォトトランジスタの電極コンタクト領域がフォトダイオード領域の周縁部に配

10

20

30

40

50

置されているので、その電極コンタクト領域と出力トランジスタのゲート電極との間を接続する配線の長さを短縮することができる。その結果、配線と上層領域との間に生じる寄生容量を低減させることができ、フォトダイオードの感度の向上を図ることができる。

【0012】

また、請求項3記載の発明は、請求項2記載のフォトトランジスタにおいて、前記素子分離領域は、前記上層領域の表面から前記下層領域の厚さ方向途中部に至るトレンチを備えており、このトレンチに沿って、前記第2シールド領域と前記下層領域とを接続する第1導電型の接続領域をさらに含むことを特徴とする。

この構成によれば、トレンチに沿って形成される第1導電型の接続領域により、低濃度第1導電型の第2シールド領域を第1導電型の下層領域に接続することができる。そのため、簡単な構造で、第2シールド領域をグランド電位に接続することができる。

10

【0013】

また、請求項4記載の発明は、請求項3記載のフォトトランジスタにおいて、前記接続領域は、前記トレンチと前記上層領域との境界部分の全周に形成されており、前記第1シールド領域は、前記接続領域を介して前記下層領域に接続されていることを特徴とする。

この構成によれば、トレンチに沿って形成される第1導電型の接続領域により、高濃度第1導電型の第1シールド領域を第1導電型の下層領域に接続することができる。そのため、簡単な構造で、第1シールド領域をグランド電位に接続することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図1は、この発明の一実施形態に係るフォトトランジスタの図解的な平面図である。このフォトトランジスタは、光を受けて、その受光量に応じた電気信号を出力するフォトダイオード1と、フォトダイオード1から出力される電気信号を増幅する出力トランジスタ2とを備えている。

20

【0015】

フォトダイオード1は、素子分離領域3によって取り囲まれる平面視矩形形状のフォトダイオード領域4内に形成されている。一方、出力トランジスタ2は、フォトダイオード領域4外に形成されて、素子分離領域3によりフォトダイオードと素子分離されている。

図2は、図1に示すフォトトランジスタを切断線A-Aで切断したときの模式的な断面図であり、図3は、図1に示すフォトトランジスタを切断線B-Bで切断したときの模式的な断面図である。

30

【0016】

このフォトトランジスタは、P⁻型（低濃度P型）の基板5の表層部に、P⁺型（高濃度P型）拡散層6が形成されている。

P⁺型拡散層6上には、フォトダイオード1においては、N⁻型（低濃度N型）エピタキシャル層7が形成され、出力トランジスタ2においては、P型拡散層8が形成されている。そして、素子分離領域3は、N⁻型エピタキシャル層7およびP型拡散層8の表面からP⁺型拡散層6の途中部に至る深さを有する平面視矩形棒状のディープトレンチ9からなり、N⁻型エピタキシャル層7とP型拡散層8は、そのディープトレンチ9により電氣的に分離されている。ディープトレンチ9の内部は、たとえば、ポリシリコンで埋められている。

40

【0017】

フォトダイオード1において、N⁻型エピタキシャル層7の表層部には、フォトダイオード領域4の出力トランジスタ2側の端部において、たとえば、フォトダイオード1と出力トランジスタ2が隣り合う方向と直交する方向の中央部に、N⁺型の電極コンタクト領域10が形成されている。また、N⁻型エピタキシャル層7の表層部には、その電極コンタクト領域10を取り囲むように、平面視矩形棒状のP⁻型拡散領域11が形成され、このP⁻型拡散領域11の周囲に、P⁺型拡散領域12が形成されている。

【0018】

50

P⁻型拡散領域 11 は、フォトダイオード領域 4 の出力トランジスタ 2 側の端縁に達し、ディープトレンチ 9 に接続されている。

P⁺型拡散領域 12 は、フォトダイオード領域 4 内において、電極コンタクト領域 10 および P⁻型拡散領域 11 を除いて、N⁻型エピタキシャル層 7 の表層部の全域に形成されている。したがって、P⁻型拡散領域 11 は、ディープトレンチ 9 に接する部分を除く部分が P⁺型拡散領域 12 に接している。

【0019】

また、N⁻型エピタキシャル層 7 には、ディープトレンチ 9 に沿って、P 型の接続領域 13 が形成されている。この接続領域 13 は、ディープトレンチ 9 の全周にわたって、N⁻型エピタキシャル層 7 を厚さ方向に貫通して形成されている。これにより、P⁻型拡散領域 11 および P⁺型拡散領域 12 は、接続領域 13 を介して、P⁺型拡散層 6 に接続されている。

10

【0020】

出力トランジスタ 2 において、P 型拡散層 8 の表層部には、LOCOS 14 がディープトレンチ 9 から間隔を空けて形成されており、その LOCOS 14 とディープトレンチ 9 との間には、P⁺型拡散領域 15 が形成されている。また、P 型拡散層 8 上には、ゲート酸化膜 16 が、その一端を LOCOS 14 上に乗り上げた状態に形成されている。ゲート酸化膜 16 上には、ゲート電極 17 が形成されている。

【0021】

N⁻型エピタキシャル層 7 および P 型拡散層 8 上には、層間絶縁膜 18 が積層されている。この層間絶縁膜 18 には、電極コンタクト領域 10 およびゲート電極 17 の一部をそれぞれ露出させる貫通孔 19、20 が厚さ方向を貫通して形成されている。貫通孔 19 には、電極コンタクト領域 10 に接続される信号取り出し用電極 21 が埋設されている。また、貫通孔 20 には、ゲート電極 17 に接続される貫通配線 22 が埋設されている。そして、信号取り出し用電極 21 と貫通配線 22 とは、層間絶縁膜 18 の表面に沿って形成された配線 23 によって接続されている。また、層間絶縁膜 18 上には、図示しない表面保護膜が積層される。

20

【0022】

以上の構成によれば、フォトダイオード 1 において、N⁻型エピタキシャル層 7 の表層部には、電極コンタクト領域 10 を取り囲むように P⁻型拡散領域 11 が形成され、その P⁻型拡散領域 11 の外側に P⁺型拡散領域 12 が形成されている。そして、P⁻型拡散領域 11 および P⁺型拡散領域 12 は、接続領域 13 を介して P⁺型拡散層 6 に接続されて、その電位が P⁺型拡散層 6 と同じグランド電位となっている。そのため、外部からフォトダイオード 1 の表面に進入する電磁波を、P⁺型拡散領域 12 により遮断することができる。とともに、その P⁺型拡散領域 12 と電極コンタクト領域 10 との間において、P⁻型拡散領域 11 により遮断することができる。よって、外部からの電磁波に対する良好なシールド効果を発揮することができる。

30

【0023】

しかも、N⁺型の電極コンタクト領域 10 と P⁻型拡散領域 11 とが隣接していても、P⁻型拡散領域 11 に含まれる P 型不純物の濃度が低いため、それらの間に不純物濃度の高い p n 接合は形成されない。よって、ツェナー降伏によるトンネル電流が生じるおそれはなく、また、それらの接合部分での耐圧が低くなるおそれもない。

40

そして、フォトダイオード 1 から電磁波に起因するノイズ信号が出力されるおそれがないので、そのようなノイズ信号が出力トランジスタ 2 で増幅されるおそれがない。

【0024】

また、電極コンタクト領域 10 がフォトダイオード領域 4 の出力トランジスタ 2 側の端部に配置されているので、その電極コンタクト領域 10 に接続される信号取り出し用電極 21 と出力トランジスタ 2 のゲート電極 17 に接続される貫通配線 22 との間を接続する配線 23 の長さを短縮することができる。その結果、配線 23 と N⁻型エピタキシャル層 7 および P 型拡散層 8 との間に生じる寄生容量を低減させることができ、フォトダイオー

50

ド1の感度の向上を図ることができる。

【0025】

さらにまた、この実施形態の構成では、P型の接続領域13をディープトレンチ9に沿って形成した簡単な構造で、P⁻型拡散領域11およびP⁺型拡散領域12の電位を確実にグランド電位とすることができる。

図4は、フォトダイオード1の製造工程を段階的に示す模式的な断面図である。フォトダイオード1の製造工程では、まず、図4(a)に示すように、P⁻型の基板5の表面からP型不純物を注入(イオン注入)することにより、P⁻型の基板5の表層部にP⁺型拡散層6が形成される。

【0026】

次に、図4(b)に示すように、P⁺型拡散層6上に、N⁻型エピタキシャル層7がエピタキシャル成長により形成される。

つづいて、図4(c)に示すように、N⁻型エピタキシャル層7上に酸化シリコン膜がパターン形成され、その酸化シリコン膜をマスクとして、反応性イオンエッチング(RIE)により、ディープトレンチ9が形成される。そして、たとえば、減圧CVD法などにより、そのディープトレンチ9内にポリシリコンが埋設された後、N⁻型エピタキシャル層7上の酸化シリコン膜およびディープトレンチ9から突出したポリシリコンが除去される。さらに、ディープトレンチ9とN⁻型エピタキシャル層7との界面にP型不純物を注入することにより、P型の接続領域13が形成される。

【0027】

その後、図4(d)に示すように、N⁻型エピタキシャル層7の表層部において、電極コンタクト領域10に相当する領域を除く領域にP型不純物を注入することにより、P⁻型拡散層24が形成される。

電極コンタクト領域10に相当する領域には、N型不純物が高濃度に注入される。これにより、図4(e)に示すように、電極コンタクト領域10に相当する領域の導電型が高濃度N型となり、電極コンタクト領域10が形成される。なお、N型不純物は、電極コンタクト領域10に相当する領域よりも少し広い領域に注入されてもよく、こうすることにより、電極コンタクト領域10とP⁻型拡散層24との間に隙間が生じるのを確実に防止することができる。

【0028】

その後、P⁻型拡散層24の表面から、電極コンタクト領域10およびP⁻型拡散領域11を除く領域にP型不純物が注入される。これにより、図4(f)に示すように、P⁻型拡散層24において、P型不純物がさらに注入された領域がP⁺型となり、P⁺型拡散領域12が形成される。また、P⁻型拡散層24において、P型不純物が注入されない領域はP⁻型のままであり、この領域がP⁻型拡散領域11となる。

【0029】

以上の工程を経た後、図4(g)に示すように、基板5の表面上には、CVD法などにより層間絶縁膜18が形成される。つづいて、パターンエッチングの手法により、層間絶縁膜18に貫通孔19が貫通形成される。そして、貫通孔19が金属材料で埋め尽くされることにより信号取り出し用電極21が形成され、さらに、層間絶縁膜18上に配線23がパターン形成されることにより、フォトダイオード1が得られる。

【0030】

以上、この発明の一実施形態を説明したが、この発明は他の形態で実施することもできる。たとえば、上述したフォトランジスタの各半導体部分の導電型を反転した構成が採用されてもよい。すなわち、上記の実施形態におけるP型の部分がN型であり、N型の部分がP型であってもよい。

その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0031】

10

20

30

40

50

【図1】この発明の一実施形態に係るフォトトランジスタの図解的な平面図である。

【図2】図1に示すフォトトランジスタを切断線A - Aで切断したときの模式的な断面図である。

【図3】図1に示すフォトトランジスタを切断線B - Bで切断したときの模式的な断面図である。

【図4】図1に示すフォトダイオードの製造方法を説明するための模式的な断面図である。

【図5】従来のフォトダイオードの構成を示す模式的な断面図である。

【符号の説明】

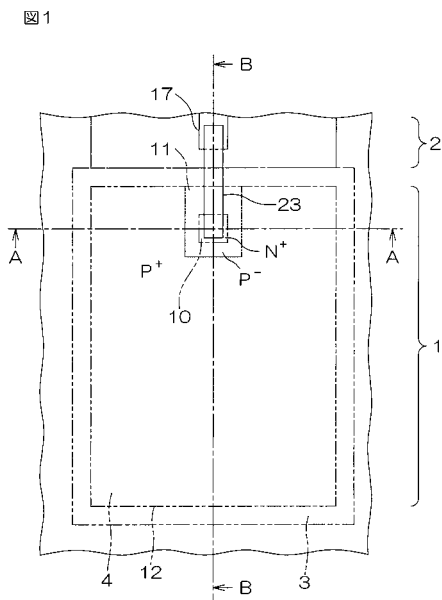
【0032】

- 1 フォトダイオード
- 2 出力トランジスタ
- 3 素子分離領域
- 4 フォトダイオード領域
- 5 基板（下層領域）
- 6 P⁺型拡散層（下層領域）
- 7 N⁻型エピタキシャル層（上層領域）
- 9 ディープトレンチ（トレンチ）
- 10 電極コンタクト領域
- 11 P⁻型型拡散領域（第2シールド領域）
- 12 P⁺型拡散領域（第1シールド領域）
- 13 接続領域
- 21 信号取り出し用電極

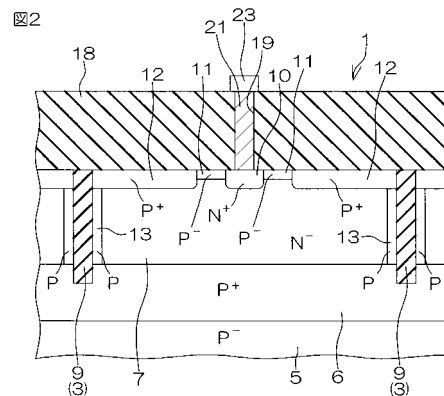
10

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-312024(JP,A)
特開2005-38938(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 31/10 - 31/111