

【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 17 年 9 月 8 日 (2005.9.8)

【公開番号】特開 2003-264284 (P2003-264284A)

【公開日】平成 15 年 9 月 19 日 (2003.9.19)

【出願番号】特願 2002-63611 (P2002-63611)

【国際特許分類第 7 版】

H 0 1 L 27/148

H 0 1 L 27/14

H 0 4 N 5/335

【F I】

H 0 1 L 27/14 B

H 0 4 N 5/335 U

H 0 1 L 27/14 D

【手続補正書】

【提出日】平成 17 年 3 月 18 日 (2005.3.18)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】固体撮像素子の製造方法及びレンズの製造方法

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射光を情報電荷に変換する複数の画素領域が形成された半導体基板上に第 1 の透光性膜を所定の膜厚で積層する第 1 の工程と、前記第 1 の透光性膜を異方的にエッチングし、前記画素領域の位置に対応した所定の領域を薄くする第 2 の工程と、前記異方的なエッチング処理が施された前記第 1 の透光性膜を等方的にエッチングし、前記第 1 の透光性膜の膜厚を前記画素領域の上方にて前記画素領域の中心から前記画素領域の外部へ向かって連続的に厚くする第 3 の工程と、前記第 1 の透光性膜よりも屈折率の高い第 2 の透光性膜を、前記半導体基板上に残った前記第 1 の透光性膜の上に積層する第 4 の工程と、を有する固体撮像素子の製造方法。

【請求項 2】

半導体基板の一主面に複数のチャネル領域を互いに一定の距離を隔てて平行に配列すると共に、前記複数のチャネル領域の間隙に複数の分離領域を形成する第 1 の工程と、前記半導体基板上に複数の転送電極を前記複数のチャネル領域と交差する方向に延在して形成すると共に、前記複数の転送電極の上に複数の電力供給線を前記分離領域を覆って形成する第 2 の工程と、透光性の絶縁膜を所定の膜厚で前記複数の転送電極上に積層する第 3 の工程と、前記複数の電力供給線を覆って前記複数のチャネル領域に沿って延在するマスクパターンを前記絶縁膜上に形成する第 4 の工程と、前記マスクパターンに沿って前記絶縁膜を異方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記複数のチャネル領域に沿って薄くする第 5 の工程と、前記異方的なエッチング処理が施された前記絶縁膜を等方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記チャネル領域上の前記分離領域側で前記分離領域へ向かっ

て連続的に厚くする第 6 の工程と、前記絶縁膜よりも屈折率の高い透光性の保護膜を前記半導体基板上に残った前記絶縁膜上に積層する第 7 の工程と、を有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の固体撮像素子の製造方法において、前記第 6 の工程は、前記絶縁膜の膜厚を前記分離領域上で前記チャネル領域へ向かって連続的に薄くすることを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 4】

半導体基板上に第 1 の透光性膜を所定の膜厚で積層する第 1 の工程と、前記第 1 の透光性膜を異方的にエッチングし、所定の領域を薄くする第 2 の工程と、前記異方的なエッチング処理が施された前記第 1 の透光性膜を等方的にエッチングし、前記第 1 の透光性膜の膜厚を前記所定の領域内から前記所定の領域外へ向かって連続的に厚くする第 3 の工程と、前記第 1 の透光性膜よりも屈折率の高い第 2 の透光性膜を、前記半導体基板上に残った前記第 1 の透光性膜の上に積層する第 4 の工程と、を有するレンズの製造方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0004】

図 11 は、撮像部 1 i の一部構成を示す平面図であり、図 12 は、図 11 の X - X 断面図である。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

N 型のシリコン基板 2 の一主面上に素子領域となる P 型の拡散層 3 が形成される。この P 型の拡散層 3 の表面領域に、P 型の不純物が高濃度に注入された複数の分離領域 4 が互いに一定距離を隔てて平行に配置される。これらの分離領域 4 の間には、N 型の拡散層が形成され、情報電荷の転送経路となる複数のチャネル領域 5 が形成される。複数のチャネル領域 5 の上には、薄い酸化シリコンからなるゲート絶縁膜 6 を介して、多結晶シリコンの複数の転送電極 7 が、複数のチャネル領域 5 と交差する方向に延在して互いに平行に配置される。これらの転送電極 7 には、例えば、3 相のフレーム転送クロック $f_1 \sim f_3$ が印加され、これらのクロックパルスによってチャネル領域 5 のポテンシャルの状態が制御される。複数の転送電極 7 の上には、ゲート絶縁膜 6 と同一材料の層間絶縁膜が形成され、この層間絶縁膜上で分離領域 4 を覆うように、例えば、アルミニウムからなる複数の電力供給線 8 が配置される。これら複数の電力供給線 8 は、分離領域 4 と転送電極 7 の交点で層間絶縁膜に所定の間隔で形成されるコンタクトホール 11 を介して転送電極 7 に接続される。例えば、3 相駆動の場合、転送電極 7 の 2 本おきにコンタクトホール 11 が設けられ、各電力供給線 8 が転送電極に 2 本おきに接続される。これら複数の電力供給線 8 を覆うように更に層間絶縁膜 9 が形成され、更に、この層間絶縁膜 9 の上に窒化シリコンからなる表面保護膜 10 が形成される。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】

本願発明は、上述の課題に鑑みて為されたものであり、その特徴とするところは、固体撮像素子の製造方法であって、入射光を情報電荷に変換する複数の画素領域が形成された半導体基板上に第１の透光性膜を所定の膜厚で積層する第１の工程と、前記第１の透光性膜を異方的にエッチングし、前記画素領域の位置に対応した所定の領域を薄くする第２の工程と、前記異方的なエッチング処理が施された前記第１の透光性膜を等方的にエッチングし、前記第１の透光性膜の膜厚を前記画素領域の上方にて前記画素領域の中心から前記画素領域の外部へ向かって連続的に厚くする第３の工程と、前記第１の透光性膜よりも屈折率の高い第２の透光性膜を、前記半導体基板上に残った前記第１の透光性膜の上に積層する第４の工程と、を有することにある。

【手続補正６】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】０００９

【補正方法】変更

【補正の内容】

【０００９】

また、半導体基板の一主面に複数のチャネル領域を互いに一定の距離を隔てて平行に配列すると共に、前記複数のチャネル領域の間に複数の分離領域を形成する第１の工程と、前記半導体基板上に複数の転送電極を前記複数のチャネル領域と交差する方向に延在して形成すると共に、前記複数の転送電極の上に複数の電力供給線を前記分離領域を覆って形成する第２の工程と、透光性の絶縁膜を所定の膜厚で前記複数の転送電極上に積層する第３の工程と、前記複数の電力供給線を覆って前記複数のチャネル領域に沿って延在するマスクパターンを前記絶縁膜上に形成する第４の工程と、前記マスクパターンに沿って前記絶縁膜を異方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記複数のチャネル領域に沿って薄くする第５の工程と、前記異方的なエッチング処理が施された前記絶縁膜を等方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記チャネル領域上の前記分離領域側で前記分離領域へ向かって連続的に厚くする第６の工程と、前記絶縁膜よりも屈折率の高い透光性の保護膜を前記半導体基板上に残った前記絶縁膜上に積層する第７の工程と、を有することを特徴とする。

【手続補正７】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１１

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００１１】

【発明の実施の形態】

図１は、本願発明の固体撮像素子の実施形態を示す構成であり、図１２と同一部分を示している。尚、この図において、N型シリコン基板２、P型拡散層３、分離領域４、チャネル領域５、ゲート絶縁膜６、転送電極７及び電力供給線８は、図１２に示すものと同一である。本願発明の特徴とするところは、複数の転送電極７の上に、電力供給線８を覆いつつチャネル領域５側から分離領域４の中心に向かって連続的に膜厚が厚くなる透光性の絶縁膜２２を形成すると共に、その絶縁膜２２上に絶縁膜２２よりも高い屈折率を有する透光性の保護膜２３を形成することにある。

【手続補正８】

【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】

絶縁膜２２は、光学的に透明性を有する絶縁材料からなり、屈折率が、例えば、１．４

～ 1 . 5 程度の酸化シリコン及び B P S G (Boron Phosphorous Silicate Glass)膜からなる。この絶縁膜 2 2 は、転送電極 7 の上に形成され、複数の電力供給線 8 を形成するための第 1 層目の酸化シリコンと、第 1 層目上に電力供給線 8 が形成された後に、電力供給線 8 の上に積層される第 2 層目の B P S G 膜との少なくとも 2 層構造からなる。絶縁膜 2 2 は、チャンネル領域 5 上の分離領域 4 側で分離領域 4 へ向かって連続的に膜厚が厚くなる形状を有している。本実施形態の場合は、保護膜 2 3 との界面が、分離領域 4 上の中心付近からチャンネル領域 5 上の一部にかけてなだらかな曲面形状をなし、その曲面形状の一端からチャンネル領域 5 上の中心に向かって平面形状をなしている。尚、分離領域 4 (電力供給線 8) の幅が十分に広い場合、曲面形状が分離領域 4 上のみで形成され、チャンネル領域 5 上では、平面形状だけが形成される構造となっても良い。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 4】

このように、透光性を有し、且つ、その膜厚がチャンネル領域 5 側から分離領域 4 の中心に向かって連続的に厚くなる絶縁膜 2 2 の上に絶縁膜 2 2 よりも屈折率の高い透光性の保護膜 2 3 を積層することで、絶縁膜 2 2 が電力供給線 8 上でプリズムとして機能し、電力供給線 8 に入射される光をチャンネル領域 5へ導くことができる。

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 5】

また、絶縁膜 2 2 について、保護膜 2 3 との界面が分離領域 4 とチャンネル領域 5 との境界付近で曲面形状をなしており、特に、絶縁膜 2 2 及び保護膜 2 3 の界面と N 型シリコン基板 2 の表面とでなす角度が、電力供給線 8 の中心部に近づくほど大きくなるように設定されている。これにより、N 型シリコン基板 2 の表面に対して垂直に入射される光は、電力供給線 8 の中心部分に近づくほど大きく屈折され、より多くの光を効率的にチャンネル領域 5内へ導くことができる。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 7】

図 2 は、本実施形態を採用した場合の光線追跡のシミュレーション結果を示す図である。この図 2 によれば、電力供給線 8 上に入射される光が効率良くチャンネル領域 5側へ集光されるのを確認することができる。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 5】

第 7 工程：図 9

絶縁膜 2 2 を形成した シリコン基板 2 上に、プラズマ C V D 法により窒化シリコンを積層し、絶縁膜 2 2 表面の全体を覆って保護膜 2 3 を形成する。そして、保護膜 2 3 の表面

をエッチバック処理、又は、CMP法（Chemical Mechanical Polish：化学的機械的研磨法）により平坦化する。

【手続補正１３】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００２７

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００２７】

【発明の効果】

本願発明によれば、透光性を有し、且つ、その膜厚がチャネル領域上の分離領域側で分離領域に向かって連続的に厚くなる絶縁膜の上に、絶縁膜よりも屈折率の高い透光性の保護膜を積層することで、絶縁膜が電力供給線上でプリズムとして機能し、電力供給線上に照射される光をチャネル領域へ導くことができる。これにより、半導体基板へ照射される光を効率的に光電変換することができ、受光感度を向上させることができる。