(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3750211号
(P3750211)
(45)発行日　平成18年3月1日(2006.3.1)　(24)登録日　平成17年12月16日(2005.12.16)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 27/14	(2006.01)	H01L	27/14	D
H01L 27/148	(2006.01)	H01L	27/14	B

請求項の数 9　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平8-230734
(22)出願日　平成8年8月30日(1996.8.30)
(65)公開番号　特開平10-74925
(43)公開日　平成10年3月17日(1998.3.17)
審査請求日　平成15年1月20日(2003.1.20)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100122884
弁理士　角田　芳末
(74)代理人　100113516
弁理士　磯山　弘信
(74)代理人　100122884
弁理士　角田　芳末
(74)代理人　100113516
弁理士　磯山　弘信
(72)発明者　原田　耕一
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】固体撮像素子とその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

受光素子に隣接する電極の少なくとも上方の表面に絶縁膜を介してあるいは絶縁膜と層間絶縁膜を介してシリコンナイトライド膜を有し、上記シリコンナイトライド膜上方に形成された遮光膜を有し、

上記遮光膜周辺部が、上記受光素子中央部上の層間絶縁膜と、上記シリコンナイトライド膜にて覆われた上記電極の側面との間に生じた凹部に及び、

上記遮光膜の端部が上記受光素子中央部上の層間絶縁膜上に位置している

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項２】

受光素子および受光素子に隣接する電極を覆う絶縁膜上に第１の層間絶縁膜を全面的に形成する第１の工程と、

上記第１の層間絶縁膜上に、シリコンナイトライド膜を少なくとも上記電極の上方を覆う位置に形成する第２の工程と、

上記第１の層間絶縁膜の受光素子周辺部上を残して受光素子中央部上部分をマスク膜で覆う第３の工程と、

上記マスク膜および上記シリコンナイトライド膜をマスクとして、上記受光素子周辺部における上記第１の層間絶縁膜をエッチングにより除去して上記シリコンナイトライド膜に覆われた上記電極の側面と上記受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜との間に凹部を形成する第４の工程と、

上記凹部に遮光膜周辺部が及び、遮光膜端部が上記受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜上に位置するように遮光膜を形成する第５の工程とを有する
ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。
【請求項３】
上記第４の工程と上記第５の工程の間に、当該固体撮像素子を熱処理する工程を有する
ことを特徴とする請求項２記載の固体撮像素子の製造方法。
【請求項４】
上記第４の工程直後に、上記電極および受光素子を覆うように第２の層間絶縁膜を全面的に形成する工程を有する
ことを特徴とする請求項２記載の固体撮像素子の製造方法。
【請求項５】
上記第４の工程が、上記絶縁膜および上記第１の層間絶縁膜を、上記受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜の厚さより薄い薄膜として上記凹部の底部に残すエッチングである
ことを特徴とする請求項２記載の固体撮像素子の製造方法。
【請求項６】
受光素子および受光素子に隣接する電極上を覆う絶縁膜上に、シリコンナイトライド膜を上記電極の少なくとも上方を覆う位置に形成する第１の工程と、
上記絶縁膜上および上記シリコンナイトライド膜上に第１の層間絶縁膜を全面的に形成する第２の工程と、
上記第１の層間絶縁膜の受光素子周辺部上を残して受光素子中央部上をマスク膜で覆う第３の工程と、
上記マスク膜および上記シリコンナイトライド膜をマスクとして、上記受光素子周辺部における上記第１の層間絶縁膜をエッチングにより除去して上記シリコンナイトライド膜に覆われた上記電極の側面と上記受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜との間に凹部を形成する第４の工程と、
上記凹部に遮光膜周辺部が及び、遮光膜端部が上記受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜上に位置するように遮光膜を形成する第５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７】
上記第４の工程と上記第５の工程に間に、当該固体撮像素子を熱処理する工程を有する
ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像素子の製造方法。
【請求項８】
上記第４の工程が、上記絶縁膜および上記第１の層間絶縁膜を、上記受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜の厚さより薄い薄膜として上記凹部の底部に残すエッチングである
ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像素子。
【請求項９】
上記第４の工程直後に、上記電極および受光素子上を覆うように第２の層間絶縁膜を全面的に形成する工程を有する
ことを特徴とする請求項６記載の固体撮像素子の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、固体撮像素子とその製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
固体撮像素子において、重要な課題の一つは、スミアを低減することである。そして、そのスミア低減方法として、アルミニウムからなる遮光膜と転送電極との間を絶縁する層間絶縁膜を薄くすることが知られている。しかしながら、層間絶縁膜を薄くすることには限界がある。というのは、遮光膜の選択的エッチング時における遮光膜を成すアルミニウムと、層間絶縁膜を成す例えばＰＳＧ膜とのエッチング選択比の制限から層間絶縁膜を薄く

することに限界があるからである。
【０００３】
そこで、遮光膜を受光素子の表面の周辺部に直接接触させることにより転送電極周辺部から垂直転送レジスタ内に侵入する漏光によるスミアを略完全に防止する技術が例えば特開平６－１５１７９２号公報により紹介されている。図４はその一例を示す断面図である。この図から明らかなように、ポリシリコン電極１０を層間絶縁膜１１を介して覆う遮光電極（遮光膜）１２の周辺部は、受光素子表面６の周辺部に直接接している。従って、スミアを有効に防止することができるといえる。なぜならば、スミアの原因となる漏光の間口となる遮光電極（遮光膜）と半導体基板との間隔が０となるからである。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上述した従来の固体撮像素子には、第１に、実際の５μｍ角（平方）程度のユニットサイズの固体撮像素子においてポリシリコン電極１０の端からの遮光電極１２の張り出し量ｄとして許される値は０．６μｍ程度となるが、マスク合わせ精度（０．５μｍルール）を考慮するとその値は実現が不可能であるという問題がある。第２に、遮光電極（遮光膜）１２の選択的エッチングの際に受光素子表面６が直接衝撃を受け、荒らされるおそれがあるという問題がある。これは画像欠陥の原因になるので看過できない。第３に、層間絶縁膜１１中に存在する電荷が半導体基板表面に作用し、それが画像欠陥をもたらす原因になるおそれがあるという問題がある。
【０００５】
本発明はこのような問題点を解決すべく為されたものであり、遮光膜の張り出し量が同じでも従来よりもスミアを有効に防止することができ、画像欠陥の発生するおそれのない新規な固体撮像素子と、その製造方法を提供しようとするものである。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
請求項１に係る本発明の固体撮像素子は、受光素子に隣接する電極の少なくとも上方の表面に絶縁膜を介してあるいは絶縁膜と層間絶縁膜を介してシリコンナイトライド膜を有し、シリコンナイトライド膜上方に形成された遮光膜を有し、遮光膜周辺部が、受光素子中央部上の層間絶縁膜と、シリコンナイトライド膜にて覆われた上記電極の側面との間に生じた凹部に及び、遮光膜の端部が上記受光素子中央部上の層間絶縁膜上に位置していることを特徴とする。
【０００７】
請求項２に係る本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、受光素子および受光素子に隣接する電極を覆う絶縁膜上に第１の層間絶縁膜を全面的に形成する第１の工程と、第１の層間絶縁膜上に、シリコンナイトライド膜を少なくとも上記電極の上方を覆う位置に形成する第２の工程と、第１の層間絶縁膜の受光素子周辺部上を残して受光素子中央部上部分をマスク膜で覆う第３の工程と、マスク膜および上記シリコンナイトライド膜をマスクとして、受光素子周辺部における第１の層間絶縁膜をエッチングにより除去してシリコンナイトライド膜に覆われた電極の側面と受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜との間に凹部を形成する第４の工程と、凹部に遮光膜周辺部が及び、遮光膜端部が受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜上に位置するように遮光膜を形成する第５の工程とを有することを特徴とする。
【０００８】
請求項３に係る本発明の固体撮像素子の製造方法は、請求項２の発明において、第４の工程と第５の工程の間に、当該固体撮像素子を熱処理する工程を有することを特徴とする。
請求項４に係る本発明の固体撮像素子の製造方法は、請求項２の発明において、第４の工程直後に、上記電極および受光素子を覆うように第２の層間絶縁膜を全面的に形成する工程を有することを特徴とする。
【０００９】

請求項５に係る本発明の固体撮像素子の製造方法は、請求項２の発明において、第４の工程が、絶縁膜および第１の層間絶縁膜を、受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜の厚さより薄い薄膜として上記凹部の底部に残すエッチングであることを特徴とする。

【００１０】

請求項６に係る本発明の固体撮像素子の製造方法は、受光素子および受光素子に隣接する電極上を覆う絶縁膜上に、シリコンナイトライド膜を上記電極の少なくとも上方を覆う位置に形成する第１の工程と、絶縁膜上および上記シリコンナイトライド膜上に第１の層間絶縁膜を全面的に形成する第２の工程と、第１の層間絶縁膜の受光素子周辺部上を残して受光素子中央部上をマスク膜で覆う第３の工程と、マスク膜およびシリコンナイトライド膜をマスクとして、受光素子周辺部における第１の層間絶縁膜をエッチングにより除去してシリコンナイトライド膜に覆われた電極の側面と受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜との間に凹部を形成する第４の工程と、凹部に遮光膜周辺部が及び、遮光膜端部が受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜上に位置するように遮光膜を形成する第５の工程とを有することを特徴とする。

【００１１】

請求項７に係る本発明の固体撮像素子の製造方法は、請求項６の発明において、第４の工程と第５の工程に間に、当該固体撮像素子を熱処理する工程を有することを特徴とする。

【００１２】

請求項８に係る本発明の固体撮像素子の製造方法は、請求項６の発明において、第４の工程が、絶縁膜および第１の層間絶縁膜を、受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜の厚さより薄い薄膜として凹部の底部に残すエッチングであることを特徴とする。

【００１３】

請求項９に係る本発明の固体撮像素子の製造方法は、請求項６の発明において、第４の工程直後に、電極および受光素子上を覆うように第２の層間絶縁膜を全面的に形成する工程を有することを特徴とする。

【００１４】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図示実施の形態に従って詳細に説明する。図１（Ａ）乃至（Ｆ）は本発明固体撮像素子の製造方法の第１の実施の形態を工程順に示す断面図である。

【００１５】

（Ａ）図１（Ａ）に示すように、垂直転送電極２１の表面及び半導体基板２２の表面に薄い酸化膜２３を形成した状態にする。これまでの工程は従来の場合と特に異なるところはない。尚、２４はＮ型受光素子、２４ａは該受光素子２４表面のＰ$^{+}$型領域、２５はゲート絶縁膜、２６はゲート絶縁膜２５と垂直転送電極２１との間のシリコンナイトライド膜である。

【００１６】

（Ｂ）次に、図１（Ｂ）に示すように、第１層目のＰＳＧ膜２８ａを全面的に形成する。

【００１７】

（Ｃ）次に、上記ＰＳＧ膜２８ａの表面にシリコンナイトライド膜２７膜を形成し、その後、該膜２７の垂直転送電極２１を覆う部分及びそこから少し食み出した部分を残存させ、それ以外の部分を除去する選択的エッチングを行う。

【００１８】

その後、各受光素子２４上を、その周辺部を除きレジスト膜２９によりマスクする。該レジスト膜２９と垂直転送電極２１との間隔は例えば０．４μｍ程度に設定する。その後、該レジスト膜２９をマスクとしてＰＳＧからなる層間絶縁膜２８ａを異方性エッチングによりエッチングする。このエッチングに際し、シリコンナイトライド膜２７はエッチングストッパとしての役割を果たし垂直転送電極２１を保護する。図１（Ｃ）はその選択的エッチング後の状態を示す。

【００１９】

（Ｄ）次に、上記レジスト膜２９を除去し、その後、図１（Ｄ）に示すように、第２層目のＰＳＧ膜２８ｂを形成する。

【００２０】

（Ｅ）次に、図１（Ｅ）に示すように、熱処理を施す。熱処理条件は、処理温度が例えば９００℃、加熱処理時間が例えば数１０分、雰囲気が不活性雰囲気、例えばN_2雰囲気である。この熱処理により、先ず、図１（Ｄ）に示す選択的エッチングにより受光素子２４の表面部２４ａの周辺部に欠陥ができた場合におけるその欠陥を低減させることができ、更に、層間絶縁膜２８中に生じているところの半導体基板表面に作用して画像欠陥を生ぜしめる電荷を低減させることができる。

【００２１】

（Ｆ）次に、表面にアルミニウム膜３０を形成し、その後、アルミニウム膜３０をフォトレジストをマスクにしてエッチングし、各垂直転送電極２１の上面及び側面上を覆う遮光膜とする。図１（Ｆ）は遮光膜３０形成後の状態を示す。尚、層間絶縁膜２８はアルミニウム膜３０のエッチングに際し、アルミニウムとＰＳＧとのエッチング選択比の関係から若干エッチングされ、３００ｎｍあった厚さが例えば２００ｎｍ程度に薄くなる。尚、遮光膜３０の端の垂直転送電極２１側面からの張り出し量は本例では約０．６μｍに設定されている。デザインルールが０．５μｍである場合、その張り出し量が０．６μｍであっても略問題なく遮光膜３０の形成ができる。

【００２２】

この図１（Ｆ）に示す固体撮像素子が本発明固体撮像素子の第１の実施の形態である。このような固体撮像素子によれば、垂直転送電極２１上のシリコンナイトライド膜２７が層間絶縁膜２８の選択的エッチングにおいてエッチングストッパとして垂直転送電極２１を保護するので、層間絶縁膜２８の選択的エッチング量を充分大きくし、延いては遮光膜３０の下地となる部分における層間絶縁膜２８の厚さを薄くすることができる。従って、遮光膜３０の垂直転送電極２１の端からの張り出し量が従来と同じでもスミアを有効に防止することができる。

【００２３】

そして、層間絶縁膜２８ａの選択的エッチングにより受光素子の表面に欠陥が生じても、その選択的エッチングの後、熱処理を施すので、それにより受光素子表面の欠陥を低減させることができ、また、層間絶縁膜内の電荷を減少させ、その電荷による画像欠陥を低減させることができる。

【００２４】

また、遮光膜３０と垂直転送電極２１との間に介在させた層間絶縁膜はＰＳＧ膜２８ａ、シリコンナイトライド膜２７及びＰＳＧ膜２８ｂの３層構造を有し、垂直転送電極２１と遮光膜３０或いは基板との間に寄生する寄生容量を比較的小さくすることができ、延いては垂直転送に要する消費電力を低減することができる。

【００２５】

尚、図１に示す製造方法において、第２のＰＳＧ膜２８ｂを全面的に形成する工程（Ｄ）をなくすようにしても良い。また、第２のＰＳＧ膜２８ｂを全面的に形成する工程（Ｄ）をなくし、かつレジスト膜２９をマスクとするＰＳＧ膜２８ａに対するエッチングをＰＳＧ膜２８ａが薄く残るエッチングにしても良い。このように、図１に示す製造方法には種々のバリエーションがある。

【００２６】

図２（Ａ）乃至（Ｆ）は本発明固体撮像素子の製造方法の第２の実施の形態を工程順に示す断面図である。

【００２７】

（Ａ）図２（Ａ）に示すように、垂直転送電極２１の表面及び半導体基板２２の表面に薄い酸化膜２３を形成した状態にする。これまでの工程は従来の場合と特に異なるところはない。尚、２４はＮ型受光素子、２４ａは該受光素子２４表面のP^+型領域、２５はゲート絶縁膜、２６はゲート絶縁膜２５と垂直転送電極２１との間のシリコンナイトライド膜

である。

【００２８】

（Ｂ）次に、酸化膜２３上にシリコンナイトライド膜２７を形成し、その後、図２（Ｂ）に示すように、該シリコンナイトライド膜２７を、その垂直転送電極２１の上面及び側面上を覆う部分において残存するように、選択的にエッチングする。即ち、シリコンナイトライド膜２７の各受光素子２４の周辺部を除く部分上を除去する。具体的には、シリコンナイトライド膜２７の端の転送電極２１の側面からの張り出し量ｔが例えば０．２μｍ程度になるようにする。

【００２９】

尚、シリコンナイトライド膜２７のエッチングは、例えばプラズマ源としてＥＣＲを用い、供給ガスとして例えばC_4F_8，O_2を用い、プロセス真空度約１ｍＴｏｒｒ、基板温度室温前後のＲＩＥにより、或いはＤＲＭ（磁場を使った新方式のプラズマ源）をプラズマ源として用い、供給ガスとして例えばC_4F_8，ＣＯ，Ａｒを用い、プロセス真空度４０ｍＴｏｒｒ、基板温度６０℃のＲＩＥにより行う。

【００３０】

このシリコンナイトライド膜２７は後に形成する層間絶縁膜（２８）の選択的エッチングに際し、垂直転送電極２１を保護するエッチングストッパとしての役割を果たす。

【００３１】

（Ｃ）次に、図２（Ｃ）に示すように、例えばＰＳＧからなる層間絶縁膜（厚さ例えば３００ｎｍ）２８を形成する。この層間絶縁膜２８のエッチングはエッチングガスとして例えばCF_4を用いたＲＩＥにより行う。

（Ｄ）次に、各受光素子２４上を、その周辺部を除きレジスト膜２９によりマスクする。該レジスト膜２９と垂直転送電極２１との間隔は例えば０．４μｍ程度に設定する。その後、該レジスト膜２９をマスクとしてＰＳＧからなる層間絶縁膜２８を異方性エッチングによりエッチングする。このエッチングは完全にエッチングしきるエッチング、即ちフルエッチングではなく、５０ｎｍ程度残存するように行う。図２（Ｄ）は選択的エッチング後の状態を示す。２８ａは残存する薄い層間絶縁膜である。

【００３２】

Ａはこの選択的エッチングにより層間絶縁膜２８のレジスト膜２９によりマスクされて厚いままの部分と薄い層間絶縁膜２８ａの垂直転送電極２１側面を覆う部分との間に生じた凹部である。

【００３３】

このエッチングに際し、シリコンナイトライド膜２７はエッチングストッパとしての役割を果たし垂直転送電極２１を保護する。

【００３４】

（Ｅ）次に、図２（Ｅ）に示すように、レジスト膜２９を除去し、熱処理を施す。熱処理条件は、処理温度が例えば９００℃、加熱処理時間が例えば数１０分、雰囲気が不活性雰囲気、例えばN_2雰囲気である。この熱処理により、先ず、図２（Ｄ）に示す選択的エッチングにより受光素子２４の表面部２４ａの周辺部に欠陥ができた場合におけるその欠陥を低減させることができ、更に、層間絶縁膜２８中に生じているところの半導体基板表面に作用して画像欠陥を生ぜしめる電荷を低減させることができる。

【００３５】

（Ｆ）次に、表面にアルミニウム膜３０を形成し、その後、アルミニウム膜３０をフォトレジストをマスクにしてエッチングし、各垂直転送電極２１の上面及び側面上を覆う遮光膜とする。図１（Ｆ）は遮光膜３０形成後の状態を示す。尚、層間絶縁膜２８はアルミニウム膜３０のエッチングに際し、アルミニウムとＰＳＧとのエッチング選択比の関係から若干エッチングされ、３００ｎｍあった厚さが例えば２００ｎｍ程度に薄くなる。尚、遮光膜３０の端の垂直転送電極２１側面からの張り出し量は本例では約０．６μｍに設定されている。デザインルールが０．５μｍである場合、その張り出し量が０．６μｍであっても略問題なく遮光膜３０の形成ができる。

【００３６】
この図２（Ｆ）に示す固体撮像素子が本発明固体撮像素子の第２の実施の形態である。このような固体撮像素子によれば、垂直転送電極２１上のシリコンナイトライド膜２７が層間絶縁膜２８の選択的エッチングにおいてエッチングストッパとして垂直転送電極２１を保護するので、エッチングを自己性整合的に行う事が出来、従来のデザインルールを用いても微細なエッチングを行う事が出来る。又、遮光膜の下地となる部分における層間絶縁膜の厚さは薄くする事が出来る。従って、遮光膜３０の垂直転送電極２１の端からの張り出し量が従来と同じでもスミアを有効に防止することができる。
【００３７】
そして、層間絶縁膜２８の選択的エッチングにより受光素子の表面に欠陥が生じても、その選択的エッチングの後、熱処理を施すので、それにより受光素子表面の欠陥を低減させることができ、また、層間絶縁膜内の電荷を低減させ、その電荷による画像欠陥を低減させることができる。
【００３８】
図３（Ａ）乃至（Ｄ）は本発明固体撮像素子の製造方法の第３の実施の形態の要部を工程順に示す断面図である。最初は図２（Ａ）乃至（Ｃ）に示す工程と全く同じ工程を行う。その後の工程から説明する。
【００３９】
（Ａ）各受光素子２４上を、その周辺部を除きレジスト膜２９によりマスクする。該レジスト膜２９と垂直転送電極２１との間隔は例えば０．４μｍ程度に設定する。その後、該レジスト膜２９をマスクとしてＰＳＧからなる層間絶縁膜２８を異方性エッチングによりエッチングする。このエッチングはＰＳＧ膜２８を完全にエッチングしきるフルエッチングにより行う。図３（Ａ）は選択的エッチング後の状態を示す。
【００４０】
Ａはこの選択的エッチングにより層間絶縁膜２８のレジスト膜２９によりマスクされて厚いままの部分とシリコンナイトライド膜２７の垂直転送電極２１側面を覆う部分との間に生じた凹部である。
【００４１】
このエッチングに際し、シリコンナイトライド膜２７はエッチングストッパとしての役割を果たし垂直転送電極２１を保護することは第２の実施の形態の場合と同じである。
【００４２】
（Ｂ）次に、図３（Ｂ）に示すように、レジスト膜２９を除去し、その後、薄くＰＳＧ膜２８ｃを成長させる。フルエッチングにより凹部Ａにおいて基板２２上が略露出した状態になるので、薄いＰＳＧ膜２８ｃで保護できるようにＰＳＧ膜２８ｃを形成するのである。
【００４３】
（Ｃ）次に、図３（Ｃ）に示すように、熱処理を施す。熱処理条件は、例えば第１の実施の形態の場合と同じである。この熱処理により、先ず、層間絶縁膜２８の選択的エッチングにより受光素子２４の表面部２４ａの周辺部に欠陥ができた場合におけるその欠陥を低減させることができ、更に、層間絶縁膜２８中に生じているところの半導体基板表面に作用して画像欠陥を生ぜしめる電荷を低減させることができることも第２の実施の形態の場合と同じである。
【００４４】
（Ｄ）次に、表面にアルミニウム膜３０を形成し、その後、アルミニウム膜３０をフォトレジストをマスクにしてエッチングし、各垂直転送電極２１の上面及び側面上を覆う遮光膜とする。図３（Ｄ）は遮光膜３０形成後の状態を示す。本発明固体撮像素子の製造方法はこのような実施の形態でも実施することができる。
【００４５】
尚、アルミニウムからなる遮光膜３０の下側にタングステンW、チタンオキシナイトライドＴｉＯＮ等の低反射膜を形成するようにしても良い。

【００４６】
【発明の効果】
請求項１の固体撮像素子によれば、受光素子に隣接する電極の上方にシリコンナイトライド膜を有することにより、このシリコンナイトライド膜が層間絶縁膜の選択的エッチングにおいてエッチングストッパとなり、自己整合的に受光素子中央部上の層間絶縁膜と電極の側面との間に深い凹部の形成が可能になる。そして、遮光膜周辺部が凹部に及んで形成されるので、遮光膜周辺部を受光素子表面に極力近づけることができる。従って、遮光膜の上記電極の端からの張り出し量が従来と同じでもスミアを有効に防止することができる。また、遮光膜周辺部の端部が受光素子中央部上の厚い層間絶縁膜上に位置しているので、受光素子表面にダメージを与えることなく遮光膜のパターニングを可能にする。これによって、遮光膜のパターニング時の受光素子表面の欠陥の発生を抑制することができる。

【００４７】
請求項２～９の固体撮像素子製造方法によれば、受光素子に隣接する電極上のシリコンナイトライド膜が層間絶縁膜の選択的エッチングにおいてエッチングストッパとして転送電極を保護するので、エッチングを自己整合的に行う事が出来、従来のデザインルールを用いても微細なエッチングを行う事が出来る。又、遮光膜周辺部を受光素子表面に極力近づけることができる。従って、遮光膜の上記電極の端からの張り出し量が従来と同じでもスミアを有効に防止することができる。

そして、層間絶縁膜の選択的エッチングにより受光素子の表面に欠陥が生じても、その選択的エッチングの後熱処理を施すので、それにより受光素子表面の欠陥を低減させることができ、また、層間絶縁膜内の電荷を低減させ、その電荷による画像欠陥を低減させることができる。

さらに詳述する。請求項２の発明によれば、受光素子中央部上のマスク膜と受光素子に隣接する電極の上方のシリコンナイトライド膜とをマスクに、第１の層間絶縁膜を選択除去して受光素子周辺部における電極の側面と受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜との間に凹部を形成する第４の工程と、次の、凹部に遮光膜周辺部が及ぶと共に、遮光膜端部（最先端部）が受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜上に位置するように遮光膜を形成する第５の工程を有することにより、遮光膜周辺部、いわゆる遮光膜の受光素子側への張り出し部分を極力受光素子表面に近い位置に形成することができる。これによって、遮光膜周辺部直下への光の侵入を抑制し、スミアを有効に防止できる。シリコンナイトライド膜をマスクに第１の層間絶縁膜をパターニングするので、自己整合的にパターニングができ、微細なパターニングを行うことができる。遮光膜端部が受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜上に位置するように遮光膜を形成することにより、受光素子表面にダメージを与えずに遮光膜のパターニングを行うことができまる。少なくとも電極の上方を覆う位置の第１の層間絶縁膜上にシリコンナイトライド膜を形成するので、シリコンナイトライド膜がエッチングストッパとして作用し、第１の層間絶縁膜の選択的エッチング量を充分大きくできる。

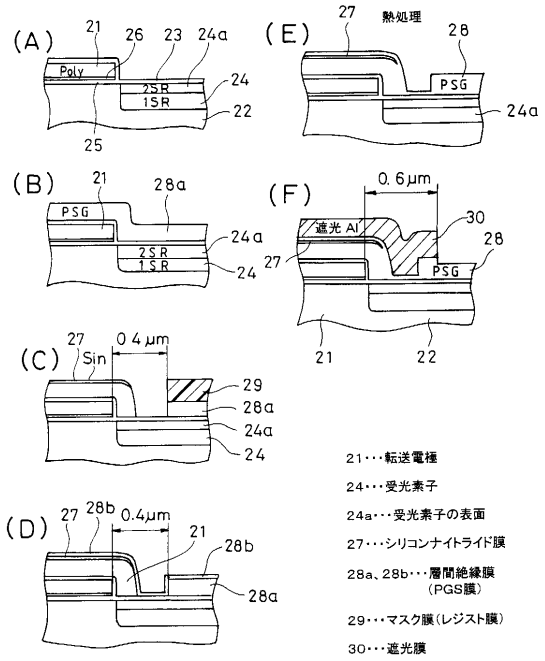
請求項３の発明によれば、請求項２の発明において、第４の工程と第５の工程の間に固体撮像素子を熱処理する工程を有することにより、受光素子表面の欠陥を低減し、第１の層間絶縁膜内の電荷を低減することができ、画像欠陥を低減した固体撮像素子を製造することができる。

請求項４の発明によれば、請求項２の発明において、第４の工程直後に電極および受光素子を覆う第２の層間絶縁膜を全面的に形成する工程を有するので、遮光膜周辺部の下地となる第２の層間膜の膜厚により、遮光膜周辺部を極力受光素子表面に近づけることがきる。

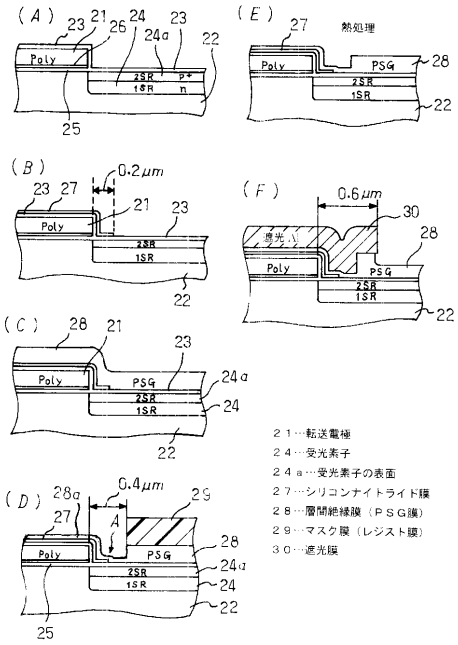
請求項５の発明によれば、請求項２の発明において、第４の工程が絶縁膜および第１の層間絶縁膜を、受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜の厚さより薄い薄膜として凹部の底部に残すようにエッチング処理するので、遮光膜周辺部を極力受光素子表面に近づけることができる。

【００４８】
請求項６の発明によれば、受光素子および受光素子に隣接する電極上を覆う絶縁膜上に、シリコンナイトライド膜を電極の少なくとも上方を覆う位置に形成し、この上に第１の層間絶縁膜を形成して、第１の層間絶縁膜を選択的にエッチング除去することにより、電極上の第１の層間絶縁膜が除去された状態で凹部が形成される。これにより、請求項２の発明に比べて表面段差が低減し、その後の成膜のカバレージを良好にする。その他の効果は、請求項２の発明と同様の効果が得られる。
請求項７の発明は、請求項６の発明において、第４の工程と第５の工程の間に固体撮像素子を熱処理する工程を有することにより、受光素子表面の欠陥を低減し、第１の層間絶縁膜内の電荷を低減することができ、画像欠陥を低減した固体撮像素子を製造することができる。
請求項８の発明は、請求項６の発明において、第４の工程が絶縁膜および第１の層間絶縁膜を、受光素子中央部上の第１の層間絶縁膜の厚さより薄い薄膜として凹部の底部に残すようにエッチング処理することにより、上述の請求項６と同様に、遮光膜周辺部を極力受光素子表面に近づけることができる。
請求項９の発明は、請求項６の発明の発明において、第４の工程直後に電極および受光素子を覆う第２の層間絶縁膜を全面的に形成する工程を有することにより、遮光膜周辺部の下地となる第２の層間膜の膜厚により、遮光膜周辺部を極力受光素子表面に近づけることがきる。
【図面の簡単な説明】
【図１】（Ａ）乃至（Ｆ）は本発明固体撮像素子の製造方法の第１の実施の形態を工程順に示す断面図である。
【図２】（Ａ）乃至（Ｆ）は本発明固体撮像素子の製造方法の第２の実施の形態を工程順に示す断面図である。
【図３】（Ａ）乃至（Ｄ）は本発明固体撮像素子の製造方法の第３の実施の形態の要部を工程順に示す断面図である。
【図４】固体撮像素子の従来例を示す断面図である。
【符号の説明】
２４・・・受光素子、２４ａ・・・受光素子の表面、２１・・・転送電極、２７・・・シリコンナイトライド膜、２８・・・層間絶縁膜、２８ａ・・・第１層目の層間絶縁膜、２８ｂ・・・第２層目の層間絶縁膜、２９・・・マスク膜、３０・・・遮光膜。

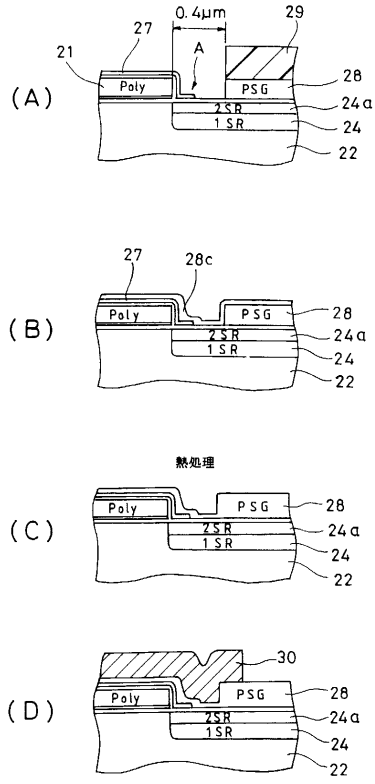
【図１】



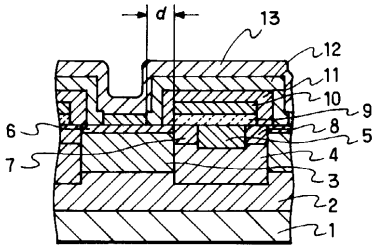
【図２】



【図３】



【図４】



1…n型基板
2…p型ウェル
3…フォトダイオード
4…p型ウェル
5…n型領域
6…表面
7…ゲートのp型領域
8…分離p型領域
9…ゲート絶縁膜
10…ポリシリコン電極
11…層間絶縁膜
12…遮光電極
13…保護膜

フロントページの続き

審査官　齋藤　恭一

(56)参考文献　特開平０６－１５１７９３（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０６７７６７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１５１７９２（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２６３４６９（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２２４４０３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/339
H01L 27/14　～ H01L 27/148
H01L 29/762　～ H01L 29/768