

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3809708号
(P3809708)

(45) 発行日 平成18年8月16日(2006.8.16)

(24) 登録日 平成18年6月2日(2006.6.2)

(51) Int.C1.

F 1

HO 1 L 27/14

(2006.01)

HO 1 L 27/14

D

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-189353

(22) 出願日

平成9年7月15日(1997.7.15)

(65) 公開番号

特開平11-40787

(43) 公開日

平成11年2月12日(1999.2.12)

審査請求日

平成16年4月28日(2004.4.28)

(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 100086298

弁理士 舟橋 國則

(72) 発明者 松田 健

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

(72) 発明者 東宮 祥哲

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

審査官 恩田 春香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子並びにその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基体表層部に形成されて光電変換をなす受光部と、該受光部から読み出された電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えた固体撮像素子において、

前記転送電極を覆って形成された第1平坦化膜と、

前記第1平坦化膜上にプラズマCVD法によって成膜されたシリコン窒化膜をパターニングして、該シリコン窒化膜を前記受光部の直上において上に凸となる状態に形成した凸レンズ状の層内レンズと、

前記層内レンズを覆って形成された第2平坦化膜と、

前記第2平坦化膜上における前記受光部の直上に形成されたオンチップレンズと、
を備えたことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項 2】

基体表層部に形成されて光電変換をなす受光部と、該受光部から読み出された電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えた固体撮像素子の製造方法において、

前記転送電極を覆って第1平坦化膜を形成する工程と、

前記第1平坦化膜上にプラズマCVD法によってシリコン窒化膜を成膜する工程と、

前記シリコン窒化膜をパターニングして該シリコン窒化膜を、前記受光部の直上において上に凸となる凸レンズ状の層内レンズとする工程と、

10

20

前記層内レンズを覆って第2平坦化膜を形成する工程と、
前記第2平坦化膜上における前記受光部の直上にオンチップレンズを形成する工程と、
を備えた

ことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項3】

前記シリコン窒化膜をパターニングして層内レンズを形成する工程が、前記シリコン窒化膜上にレジスト層を形成する工程と、該レジスト層を上に凸となる凸レンズ形状にパターニングする工程と、得られた凸レンズ形状のパターンをマスクとして、該レジストと前記シリコン窒化膜との選択比がほぼ1となる条件で前記シリコン窒化膜をエッチングし、層内レンズを形成する工程と、からなる

10

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。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、集光効率を高めた固体撮像素子とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

固体撮像素子の微細化に伴い、特に1/4"38万画素より小さいデバイスなどではその感度向上が必須となってきている。このような背景のもとに従来では、カラーフィルタ上にオンチップレンズを設け、集光効率を高めるといった工夫がなされている。

20

【0003】

ところが、近年においてはデバイスの小型化、高感度化に伴ってさらなる集光効率の向上が望まれているものの、前述したオンチップレンズによる集光効果はほぼ限界に近づいており、オンチップレンズとは別の新たな技術の開発が望まれている。

【0004】

このような要望に対応する技術として、オンチップレンズと併用する状態で層内レンズを設ける技術が一部に提案されている。この層内レンズは、光電変換をなす受光部の直上において層間膜中に形成されるレンズであり、オンチップレンズと同様にこの層内レンズに入射した光を該層内レンズの上面側または下面側の界面で屈折させ、受光部に導くものである。したがって、このような層間レンズを前記オンチップレンズと併用することにより、オンチップレンズで集光されて入射した光を再度層内レンズで集光することができ、これにより固体撮像素子全体としての集光効率をより高めることができる。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、従来提案されている層内レンズはほとんどが凹型のレンズであり、これを形成する場合、遮光膜の上にBPSG(ホウ素リンシリケートガラス)等のリフロー形状をもつ膜を形成し、転送電極間、すなわち受光部の直上に形成されたくぼみの中に高屈折率材を埋め込み、この埋め込んだ高屈折率材を層内レンズとする、といったプロセスを探るのが普通である。

しかし、このプロセスでは層内レンズの形状がリフロー膜の形状で決ってしまうことから、所望の形状、すなわち集光に最適な形状を得るのが困難であり、したがって層内レンズを設けたとはいえ未だ十分に高い集光効率を得るのが困難である。

40

【0006】

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、集光効率向上を図るべく、層間レンズを所望する形状に形成し得るようにした固体撮像素子とその製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の固体撮像素子では、基体表層部に形成されて光電変換をなす受光部と、該受光部から読み出された電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直

50

上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えた固体撮像素子において、前記転送電極を覆って形成された第1平坦化膜と、前記第1平坦化膜上にプラズマCVD法によつて成膜されたシリコン窒化膜をパターニングして、該シリコン窒化膜を前記受光部の直上において上に凸となる状態に形成した凸レンズ状の層内レンズと、前記層内レンズを覆つて形成された第2平坦化膜と、前記第2平坦化膜上における前記受光部の直上に形成されたオンチップレンズと、を備えたことを前記課題の解決手段とした。また、本発明の固体撮像素子の製造方法では、基体表層部に形成されて光電変換をなす受光部と、該受光部から読み出された電荷を転送する電荷転送部と、前記基体上の、前記電荷転送部の略直上位置に絶縁膜を介して設けられた転送電極とを備えた固体撮像素子を製造するに際して、前記転送電極を覆つて第1平坦化膜を形成し、次に前記第1平坦化膜上にプラズマCVD法によってシリコン窒化膜を成膜し、次いで、前記シリコン窒化膜をパターニングして該シリコン窒化膜を、前記受光部の直上において上に凸となる凸レンズ状の層内レンズとし、次いで前記層内レンズを覆つて第2平坦化膜を形成し、その後第2平坦化膜上における前記受光部の直上にオンチップレンズを形成することを前記課題の解決手段とした。

【0008】

この固体撮像素子およびその製造方法によれば、第1平坦化膜上にプラズマCVD法でシリコン窒化膜を成膜し、さらに得られたシリコン窒化膜をパターニングすることによって層内レンズを形成するので、下地である第1平坦化膜の表面がもちろん平坦であることによってこの下地に依存することなく層内レンズを所望形状に形成することが可能になる。

【0009】

なお、シリコン窒化膜をパターニングして層内レンズを形成するにあたっては、シリコン窒化膜上にレジスト層を形成し、続いて該レジスト層を上に凸となる凸レンズ形状にパターニングし、その後得られた凸レンズ形状のパターンをマスクとして、該レジストと前記シリコン窒化膜との選択比がほぼ1となる条件で前記シリコン窒化膜をエッティングし、層内レンズを形成するのが好ましく、このように選択比がほぼ1となる条件で前記シリコン窒化膜をエッティングすることにより、得られる層内レンズをレジストのパターンとほぼ同一の形状にすることができ、したがって層内レンズの形状を所望する形状に形成し易くなる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳しく説明する。

図1(a)～(c)、図2(a)～(c)は本発明の固体撮像素子の一実施形態例を説明するための図であり、これらの図において符号1はシリコン基板(基体)である。この例では、図1(a)に示すように、従来と同様にしてシリコン基板1の表層部に受光部2、電荷転送部3、チャネルトップ(図示略)、読み出し部(図示略)をそれぞれ形成するとともに、シリコン基板1表面に絶縁膜4を形成し、さらに該絶縁膜4上に転送電極5、層間膜絶縁6、遮光膜7を形成する。

【0011】

具体的には、まずシリコン基板1中にイオン注入等によって不純物を注入しさらにこれを拡散させ、電荷転送部3、チャネルトップ(図示略)、読み出し部(図示略)をそれぞれ形成する。次に、熱酸化法やCVD法によってシリコン基板1表面にSiO₂からなる絶縁膜4を形成する。なお、この絶縁膜4については、SiO₂からなる構造に代えてONO(SiO₂-SiN-SiO₂)構造としてもよい。

【0012】

次に、CVD法によりポリシリコンを成膜し、さらにこのポリシリコン膜(図示略)を公知のレジスト技術、リソグラフィー技術、エッティング技術によりパターニングし、転送電極5を形成する。続いて、形成した転送電極5をマスクにしてイオン注入等によって不純物を注入しさらにこれを拡散させ、受光部2を自己整合的に形成する。なお、この受光部2の形成については、前記の電荷転送部3、チャネルトップ、読み出し部の形成時に

これらの形成に前後してあるいは同時に形成してもよい。

【0013】

次いで、CVD法等により転送電極5を覆った状態にSiO₂等からなる層間膜絶縁6を形成する。なお、この転送電極4の形成については、転送電極構造が二層である場合には前記工程を2回繰り返し、三層以上である場合にはその層数分だけ繰り返す。

【0014】

次いで、アルミニウムやアルミニウム合金、あるいはTiやWなどの高融点金属をスパッタ法によって単層あるいは複層成膜する。そして、リソグラフィー技術、エッチング技術によって得られた膜に配線用の開口(図示略)や受光部2の直上位置の一部開口など必要なパターニングを施すことにより、遮光膜7およびその開口部7aを形成する。

10

なお、この遮光膜7の材料については、この後に形成する第1平坦化膜のリフロー条件に応じて選択される。すなわち、リフロー条件として高温加熱が必要な場合には、遮光膜7の材料としてTiやWなどの高融点金属が用いられ、高温加熱が必要でない場合にはアルミニウム等が用いられる。

【0015】

次いで、BPSG(ホウ素リンシリケートガラス)膜あるいはHDP-CVD膜等を形成し、さらにこれにリフロー処理等を施すことによって平坦化し、図1(b)に示すように第1平坦化膜8を形成する。なお、この例においては、第1平坦化膜8を屈折率が1.47のBPSG膜から形成した。したがって、このBPSG膜のリフロー処理には高温加熱が必要でないため、前記遮光膜7についてはその材料としてアルミニウムを用いている。

20

【0016】

このようにして第1平坦化膜8を形成したら周辺部の配線(図示略)を形成し、その後、該第1平坦化膜8上に後述する層内レンズの材料となる透明材料をプラズマCVD法によって成膜し、図1(c)に示すように透明材料膜9を形成する。ここで、透明材料膜9の形成については、半導体プロセスなどにおいて一般的に用いられるプラズマCVD法で行うことから、屈折率の異なる種々の材料を用いて成膜することができる。

【0017】

換言すれば、前記第1平坦化膜8の屈折率や後述する第2平坦化膜の屈折率との差を考慮して、受光部2への集光効率を高めるうえでこれら第1平坦化膜8あるいは第2平坦化膜との間で最適な屈折率差が得られるような屈折率の材料を選択することができる。例えば、屈折率を1.9~2.0としたい場合にはP-SiN膜(プラズマ窒化膜)を選択し、屈折率を1.5~1.9としたい場合にはP-SiON膜(プラズマ酸化窒化膜)を選択すればよい。また、この透明材料膜9については、形成する層内レンズの高さに合わせてその膜厚を決めるのがプロセス上無駄がなく有利であり、具体的には0.5~2.0μm程度とするのが好ましい。なお、この実施形態例においては、屈折率が1.9~2.0となるよう、P-SiN膜を成膜することによって透明材料膜9を形成した。

30

【0018】

次いで、この透明材料膜9の上にレジストを塗布してレジスト層を形成し、さらにこれをパターニングして図2(a)に示すように上に凸となる凸レンズ形状のレジストパターン10を形成する。このレジストパターン10の形成にあたっては、まず、エッチングによりレジスト層を各受光部2毎に平面視した状態で矩形状もしくは正方形状に分割する。そして、このように分割したレジスト層を140~180程度の温度でリフロー処理し、各レジスト層を一旦溶融させた後固化させて該レジスト層を上に凸の球面状となる凸レンズ形状にパターニングし、レジストパターン10を得る。なお、レジストの種類については特に限定されないものの、後述するように透明材料膜9との間でほぼ1の選択比がとれる材質のものがより好適に用いられる。

40

【0019】

このようにしてレジストパターン10を形成したら、これをマスクにして前記透明材料膜9をエッチングする。このとき、エッチング条件については、該レジストパターン10

50

と透明材料膜9との選択比がほぼ1となる条件で行うのが好ましく、具体的には、平行平板R I Eにより、反応ガスとしてSF₆/O₂(=40/40ccm)を用い、圧力35Pa、R Fパワー450Wで行う。このように選択比がほぼ1となる条件で透明材料膜9のエッチングを行うと、図2(b)に示すようにレジストパターン10とほぼ同一形状の層内レンズ11を形成することができる。

【0020】

次いで、図2(c)に示すように得られた層内レンズ11を覆って第1平坦化膜8上に第2平坦化膜12を形成する。この第2平坦化膜12については、アクリル系樹脂(屈折率；約1.60)やポリイミド系樹脂(屈折率；約1.80)などが用いられるが、特に層内レンズ11との間の屈折率差を考慮して、集光効率の点で有利となるように材料が選択される。

その後、第2平坦化膜12の上に従来と同様にしてカラーフィルタ13を形成し、さらにこのカラーフィルタ13の上にポリスチレン(屈折率；約1.60)等からなるオンチップレンズ14を従来と同様にして形成し、これにより固体撮像素子15を得る。

【0021】

このような固体撮像素子15の製造方法にあっては、第1平坦化膜8上にプラズマCVD法で透明材料膜9を形成し、これをパターニングすることによって層内レンズ11を形成するので、下地である第1平坦化膜8の表面がもちろん平坦であることによってこの下地に依存することなく層内レンズ11を所望形状に形成することができる。また、透明材料についても、プラズマCVD法で堆積して成膜することから種々の材料を選択することができ、屈折率を任意に設定することができるなどその材料選択性の自由度や設計自由度を高めることができる。

【0022】

また、透明材料膜9をパターニングして層内レンズ11を形成する際、透明材料膜9上に凸レンズ形状のレジストパターン10を形成し、これをマスクにして、該レジストと前記透明材料との選択比がほぼ1となる条件で透明材料膜9をエッチングしているので、得られる層内レンズ11をレジストパターン10とほぼ同一の形状にすることができ、したがって層内レンズ11の形状を所望する形状に容易に形成することができる。

【0023】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の固体撮像素子とその製造方法は、第1平坦化膜上にプラズマCVD法でシリコン窒化膜を成膜し、さらに得られたシリコン窒化膜をパターニングすることによって層内レンズを形成する方法であるから、下地である第1平坦化膜の表面が平坦であることによってこの下地に依存することなく層内レンズを所望形状に形成することができる。

【0024】

また、シリコン窒化膜をパターニングして層内レンズを形成する際、シリコン窒化膜上に凸レンズ形状のレジストパターンを形成し、これをマスクにして、該レジストと前記シリコン窒化膜との選択比がほぼ1となる条件でシリコン窒化膜をエッチングすれば、得られる層内レンズをレジストパターンとほぼ同一の形状にすることができ、したがって層内レンズの形状を所望する形状に容易に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(c)は本発明の固体撮像素子の製造方法の一実施形態例を工程順に説明するための要部側断面図である。

【図2】(a)～(c)は本発明の固体撮像素子の製造方法の一実施形態例を説明するための図であり、図1(c)に示した工程に続く工程を工程順に示す要部側断面図である。

【符号の説明】

1…シリコン基板(基体)、2…受光部、3…電荷転送部、4…絶縁膜、5…転送電極、8…第1平坦化膜、9…透明材料膜、10…レジストパターン、11…層内レンズ、1

10

20

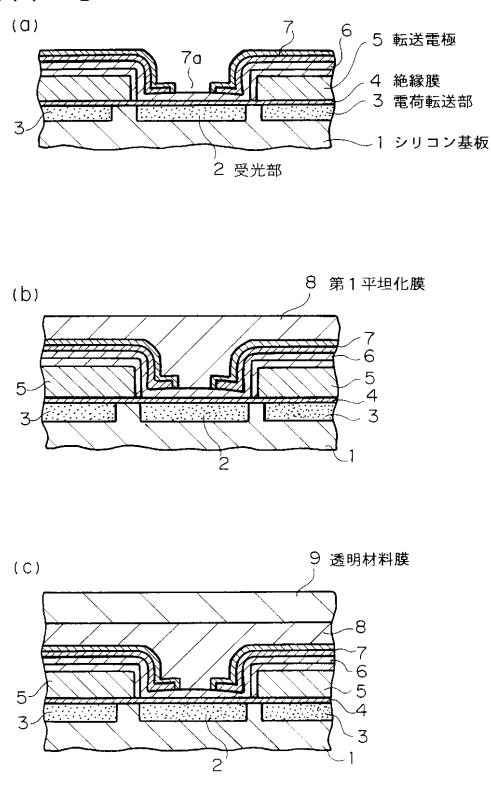
30

40

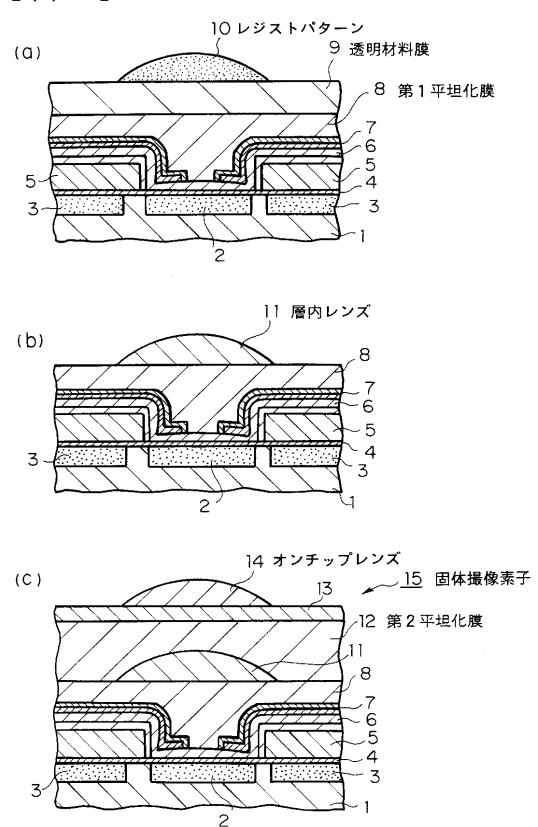
50

2 ... 第2平坦化膜、14...オンチップレンズ、15...固体撮像素子

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04-348565(JP,A)
特開平04-349664(JP,A)
特開平09-008266(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 27/14 - 27/148