

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4147187号
(P4147187)

(45) 発行日 平成20年9月10日(2008.9.10)

(24) 登録日 平成20年6月27日(2008.6.27)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 27/14 (2006.01)

H O 1 L 27/14

D

H O 1 L 27/146 (2006.01)

H O 1 L 27/14

A

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-523013 (P2003-523013)
 (86) (22) 出願日 平成14年8月30日(2002.8.30)
 (65) 公表番号 特表2005-501420 (P2005-501420A)
 (43) 公表日 平成17年1月13日(2005.1.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2002/002977
 (87) 国際公開番号 W02003/019667
 (87) 国際公開日 平成15年3月6日(2003.3.6)
 審査請求日 平成17年8月16日(2005.8.16)
 (31) 優先権主張番号 01/11335
 (32) 優先日 平成13年8月31日(2001.8.31)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 503237046
 イー2ブイ セミコンダクターズ
 フランス国 エフー38521 サンテグ
 レーヴ セデックス, アヴニュ ドゥ ロ
 シュブレン ペー. ペー. 123
 (74) 代理人 100109726
 弁理士 園田 吉隆
 (74) 代理人 100101199
 弁理士 小林 義教
 (72) 発明者 ブリソ, ルイ
 フランス国 38120 サンテグレブ
 , リュ ドゥ ミュレ 7
 (72) 発明者 プルキエール, エリック
 フランス国 38340 ヴェロップ,
 ルート ドゥ シャルトルーズ 839
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 透過性基板上のカラー画像センサの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- 半導体ウェハ(10)の前面に、画像検出回路を備え且つそれぞれが各画像センサに対応する一連の活性領域(ZA)を形成することと、ここで各活性領域は入力/出力パッド(22)に囲まれている
 - ウェハ(10)の前面を仮の支持基板(20)の前面に対して移載することと、
 - 画像検出回路を備える薄い半導体層(30)を基板に残して、半導体ウェハの厚さの大部分を除去することと、
 - 薄化された半導体層上に、カラーフィルタ(18)を堆積させることと、
 - 該カラーフィルタの堆積後、仮基板の、カラーフィルタを支える側を、透過性の最終基板(40)に移載することと、
 - 半導体ウェハを保護する薄層を残して仮基板(20)を部分的に除去し、入力/出力パッド(22)にアクセスするための孔(70)を前記薄層に形成することと、
 - 最後に、基板を個々のセンサに切り分けること
 からなる画像センサの製造方法。

【請求項 2】

薄化後の半導体層(30)が3ないし20マイクロメートルの厚さを有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

半導体ウェハ(10)の仮基板(20)への移載前に、平坦化層が半導体ウェハ(10)

10

20

）に堆積されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

仮基板（20）の最終基板（40）への移載前に、薄化された半導体層（30）上に形成されたカラーフィルタ（18）上に透過性の平坦化層（24）が堆積されることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

透過性基板（40）がガラス、プラスチック又は結晶材料から作られることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は電子画像センサ、特に携帯電話に組み込まれるような小型カメラの製造を可能にする寸法の、非常に小さなサイズのセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

非常に小型であるだけでなく、この種の画像センサは、弱い光の下でも高感度を有し、高い測色性能を有しているべきである。

さらに、価格が法外にならないように最も経済的な方法でカメラ全体を製造する必要がある。

このことを達成するために、第一に、画像センサと電子処理回路を、可能であれば同じシリコン基板上に製造することが求められ、第二に、様々な層の堆積、エッチング、熱処理作業等を、同一のセンサを多数含むシリコンウェハ上で可能な限り集約的に行い、次いで該ウェハを独立したセンサに切り分けることが求められる。

20

しかし、これまでに提案されてきたカラー画像センサの製造方法及びそれらセンサの構造は、この点から見て完全に満足のいくものではない。その製造方法は産業上効果的でなく；依然として非常に高価であり、大量生産に適用するには効率が低すぎ、そうでない場合は、画像センサの性能が十分でない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

30

本発明は、高い品質と、特に優れた小型性、高感度及び高い測色性能を提示しつつも製造コストを最小限に抑える製造方法と、それに対応する画像センサを提案する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

このために、本発明は：

- 半導体ウェハの前面に、画像検出回路を備え且つそれぞれが各画像センサに対応する一連の活性領域を形成することと、ここで各活性領域は入力／出力パッドに囲まれている

- ウェハの前面を仮の支持基板の前面に対して移載することと、

- 画像検出回路を備える薄い半導体層を基板に残して、半導体ウェハの厚さの大部分を除去すること

40

からなり、

- 第一に、このようにして薄化された半導体層上に、カラーフィルタ層を堆積させ、次いでエッチングすることと、

- 第二に、該カラーフィルタのエッチング後、仮基板及びウェハ全体の、カラーフィルタを支える側を、透過性の最終基板に移載することと、

- 次いで、仮基板の少なくとも大部分を除去し、入力／出力パッドへのアクセスを容易にすることと、

- 最後に、基板を個々のセンサに切り分けることを特徴とする画像センサの製造方法を提案する。

【0005】

50

薄化された層の半導体材料は単結晶材料であるのが好ましく、最も一般的な可視光下での用途の場合は特にシリコンが好ましい。

仮基板は、センサを外部へ接続できる入力／出力パッドが露出されるように完全に除去されてよい。しかし、半導体ウェハを保護する薄層が残るように部分的にのみ除去することもできる。この場合、該薄層には、入力／出力パッドにアクセスするための孔を形成する必要がある。

【 0 0 0 6 】

好適には、活性領域は感光要素のマトリクスを備え、さらに該マトリクスの制御回路と、活性領域の感光要素から発される信号を受信する、それに関連する画像処理回路を備える。このようにマトリクスと関連する回路は、マトリクスだけが光に曝されるようにアルミニウム層によって光から遮断されるのが好ましい。該アルミニウム層は透過性基板上に形成される。

10

【 0 0 0 7 】

仮基板への半導体ウェハの移載は、接着、標準的なはんだ付け、陽極ボンディング、又は単純に分子レベルで密着させることにより（つまり、良好な平坦性を有する2つの表面間での非常に強い接触力を介して）行うことができる。仮基板から最終基板への移載は、ボンディング又は分子レベルで密着させることにより行われるのが好ましいであろう。

基板への移載後且つフィルタの堆積前に、半導体ウェハの薄化を多くの様々な方法：ラッピングによる薄化、化学的な薄化、両方のタイプの薄化の組合せ（まず機械的な薄化を施し続いて化学的な仕上げ、又は化学薬品の存在下での機械加工）で行うことができる。薄化は、所望の切り分けレベルでウェハを予め脆化することによって、特に所望の切り分け面での深さ方向への水素注入によっても行うことができる。この場合、水素注入は、基板へのウェハの移載前、半導体ウェハに浅く行われる。次いで、基板と接触する薄い半導体層を残して、注入された切り分け面のレベルでウェハを分離する熱処理によって、薄化が行われる。

20

ウェハの非常に良好な薄化により、移載前は数百マイクロメートルだったその厚さが、基板への移載後は3ないし20マイクロメートルに減る。薄化は、測色性能と感度を向上させるため、センサの品質における重要な要因である。薄化されていないセンサで、画像検出回路を定義する複数の絶縁及び導電層が形成されている側から光が照射されると、カラーフィルタを横断した光は、異なる色に対応する感光ドットに散乱され、測色性能が低下する。さらに、薄いセンサでは、薄化されていないセンサの場合よりも光子がより広いシリコン領域に到達するため、感度が向上する。これは、光子が、各感光ドットに対応する表面領域の大部分を占める不透過性の金属層によっては遮断されないからである。

30

【 0 0 0 8 】

しかしながら、薄化後、シリコンは剛性を失い非常に脆くなるので、薄化によって製造における問題が複雑化することと、さらには画像検出回路と外部を接続する問題が生じることが理解されるであろう。本発明の解決策は、この難題を軽減し、効率の高い画像センサの製造を可能にするものである。

【 0 0 0 9 】

最終的なセンサにおいて、光は透過性の最終基板を通して受け取られ、接続パッドはそれと反対側に配置されており、よって該センサはフリップチップ技術（ここで、該接続パッドを有するチップは、プリント回路基板に対して上下逆である）で取り付けることができる。透過性基板（ガラス又はプラスチック製）を通る光の損失は少ない。

40

最終基板とシリコン層は密着するので、ウェハの能動回路要素は良好に保護される。

例えば、直径15ないし20センチメートルの基板の場合、最終基板の厚さは約500マイクロメートルであり；シリコンウェハの厚さは、薄化前は（直径15ないし30センチメートルで）500ないし1000マイクロメートルで、薄化後は3ないし20マイクロメートルである。

シリコンウェハを中間基板に移載する前、且つ該中間基板を最終基板に移載する前に、例えばポリイミドから作られた平坦化層がシリコンウェハ上に堆積されてもよい。

50

特定の場合、中間基板は、一回分の製造に使用した後、また別の回に再使用できるように注意されたい。

【 0 0 1 0 】

従って、本発明の目的は、光が、感光領域のマトリクスアレイに到達する前に導電層の体系に接触することなく、透過性基板、カラーフィルタ、感光半導体領域、次いで、絶縁及び導電層のスタックの順序でそれらを通過するように、モザイク状カラーフィルタと、感光領域のマトリクスアレイが形成されている非常に薄い単結晶半導体層（最大厚さが数十マイクロメートル）と、透過性基板を介した感光領域の照射により生成された電荷の収集を可能にする絶縁及び導電層のスタックとが上部に連続的に重畳されている透過性基板を備える画像センサである。

10

透過性基板は、ガラス又はプラスチック製であるのが好ましいが、セラミック又は結晶性物質から作られてもよい。

本発明の他の特徴及び利点は、添付の図面を参照する以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【 0 0 1 1 】

図 1 は、複数の画像センサの画像検出回路が従来技術を用いて作られたシリコンウェハの一般的な構造を示す。

シリコンウェハ 1 0 は、直径 1 5 0 ないし 3 0 0 ミリメートルの場合、数百マイクロメートルの厚さを有する。

画像検出回路（感光ドット、トランジスタ及び相互接続のマトリクス）がシリコンウェハの一面に加工され、この面は前面と呼ぶことができ、図 1 における上方面である。該加工とは、第一に、特に感光領域 1 2 を形成するためにウェハの上方面からシリコンに行われる様々な拡散及び注入作業を意味し、第二に、感光領域 1 2 の最表面にスタックを形成する導電層 1 4 及び絶縁層 1 6 の堆積及びエッチングのための連続的な作業を意味する。絶縁及び導電層は画像検出回路の一部をなし、センサに映された画像によって感光領域に生成される電荷の収集を可能にする。

20

導電層 1 4 の 1 つ、原則的には最後に堆積された層が、感光ドットのマトリクスを備える活性領域の周辺に各センサの入力／出力パッド（図 1 には該パッドは図示されていない）を形成する働きをする。

【 0 0 1 2 】

30

センサが従来技術によって製造される場合、モザイク状のカラーフィルタはウェハ表面に堆積されることになる。

本発明では、この段階ではカラーフィルタは堆積されず、ウェハの前面が仮基板 2 0 （図 2 ）に移載される。仮基板 2 0 は、製造中の構造の剛性を確保するためにウェハ 1 0 と同一の直径と類似の厚さを有するウェハである。また、別のシリコンウェハで構成されてもよい。移載は、絶縁及び導電層のスタックの堆積及びエッチング作業によってシリコンウェハの前面に形成された凹凸を埋める働きをする平坦化層を堆積させた後に行うことができる。該平坦化層は透過性である必要はない。

【 0 0 1 3 】

図 2 は、活性領域 Z A と該領域 Z A 周辺の接続パッド 2 2 を備える独立したセンサの全体を示すために、図 1 よりも小さい尺度で構造を表したものである。導電層 1 4 と接触する又は層 1 4 の一部をなすパッド 2 2 は、2 つのウェハ 1 0 及び 2 0 の間の接触面と同一平面上にあることが好ましい；平坦化層が堆積されている場合は、該層がパッド 2 2 を覆わないことを確実にすることが好ましい。しかし、パッドが平坦化層に覆われる場合、加工プロセスの最後に、これらパッドにアクセスするための孔をいずれにしても形成できることは後に説明する。

40

シリコンウェハの支持ウェハ 2 0 への移載は複数の手段で行うことができる。最も単純な手段は、接触する表面の平坦性が良好であると非常に強い接触力が生成されるので、分子レベルで密着させることによってウェハを保持するというものである。接着も可能である。

50

【 0 0 1 4 】

シリコンウェハの前面が支持ウェハに移載された後、層のスタックの厚さを含めて約 8 ないし 30 マイクロメートルの厚さだけが残るように、シリコンウェハの厚さの大部分が除去される。シリコンウェハの残る部分は、数マイクロメートル（例えば 5 ないし 10 マイクロメートル）の層 14、16 のスタックの重畳と、約 3 ないし 20 マイクロメートルの、感光領域 12 を含む残りのシリコンの厚さだけである。該残りの厚さは、図 1 の感光領域 12 を含む図 3 の層 30 の厚さである。

薄化作業は、機械加工（ラッピング）を施し仕上げに化学加工することによって、又は機械 / 化学加工によって、又は化学加工のみによって、又はさらには薄化シリコン層の境界を定めることとなる平面に脆化不純物を予め注入することを必要とする特定の分離方法によって行うことができる。

不純物の注入によって分離する場合、注入はシリコンウェハを支持ウェハに移載する前に行わなくてはならない。実際に、注入はシリコンウェハの前面に、該ウェハの全表面にわたって、切り分け面を定義する深さで行われる。事前の注入は水素注入であることが好ましい。これは、ウェハ製造の様々な段階で行うことができるが、注入された切り分け面に沿ったウェハの厚さの分離は、シリコンウェハが支持ウェハに取り付けられた後にしか行えない。

【 0 0 1 5 】

薄化されたシリコン層 30 の上方面を、表面の不具合を解消するために処理（ファインラッピング、化学洗浄、機械 / 化学研磨等）することができ、概略的な構造が図 3 の画像センサに係る断面図に示されるような形態を有するようになる。そして、モザイク状カラーフィルタ 18 は、層 30（図 4）の表面に堆積される。所望であれば、カラーフィルタの堆積前に、一つまたは複数の付加的な層、特に不動態化層、反射防止層および他の層、例えば堆積されたシリコン層の電気活性に必要な層（電気分極層）を堆積させることができる。

必要であれば、平坦化層 24 がモザイク状フィルタに堆積される。該層はフィルタを覆う場合透過性でなくてはならない。次に、カラーフィルタを支える仮基板 20 の前面が、最終の透過性基板 40（ガラス又はプラスチック製）に移載される。該基板は、仮基板及び最初のシリコンウェハと同様の直径を有するウェハの形態である。最終基板の厚さは、加工中の構造の剛性を確保するために少なくとも数百マイクロメートルである（図 5）。

仮基板の最終基板への移載は、接着（透過性の接着剤での）又は分子レベルで密着させることによってなされる。

【 0 0 1 6 】

仮基板 20 の大部分又はさらには全体が、機械的及び / 又は化学的手段、又は例えば上述したような水素注入による脆化によって除去される。この場合、基板 20 を部分的に除去するために、支持ウェハ 20 への水素注入は、シリコンウェハをウェハ 20 に最初に移載する前に行わなければならない。このことは、ウェハ 20 への移載と基板 40 への移載との間に、水素注入された平面で破損を引き起こす虞のある温度での作業は何ら実施されないことを意味する。

図 6 の場合、基板 20 は、接続パッド 22 が構造の表面と同一平面で重なるまで完全に除去されている。

図 7 の場合、基板 20 は部分的にのみ除去されている。わずかな厚さ（可能であれば最大数マイクロメートル）が残されており、該厚さには、接続パッド 22 へのアクセス領域を開放するために、化学腐食又は他の手段を用いて孔 70 が形成されることとなる。

【 0 0 1 7 】

図 7 の場合の接続パッドは「ワイヤボンディング」タイプのプリント回路基板との接続に使用されうる。光は透過性の最終基板 40 側から差し込まなければならないので、プリント回路基板は、感光活性領域と対向しているように面していなければならない。

図 6 の場合、接続パッド 22 は画像センサの上方面のレベルと同一平面で重なる。これらは、「ワイヤボンディング」又は「フリップチップ」タイプの接続（チップが、プリン

10

20

30

40

50

ト回路基板の対応するパッドに対して該接続パッドと上下逆に配置される)に使用されうる。この場合、センサはプリント回路基板の上部から照射される。

接続パッド22が孔70内に押し込まれている図7のセンサでも同じくフリップチップタイプの組み立てを使用したい場合、以下の手順が行われることとなる：付加的な金属を堆積及びエッチングし、ここで該金属は孔70の底だけでなく、構造の外表面(つまり孔70が形成されている基板20の残りの部分の上方面)にも載せられる。構造の外部接続パッドはこうして孔70の外側に形成されることとなる。

【0018】

これら異なる実施形態において、基板40上に形成された構造は、接続パッドを用いてウェハ上で検査できる。該検査は、光の下、複数の画像パターン下、或いは他の条件下で実施できる。

構造は、加工プロセスの最後に、パッケージングのために各センサに切り分けられる。

カラーフィルタを支える薄化されたシリコン層に対して密接にあてがわれた最終基板は、フィルタとシリコンの双方を保護する。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】カラーフィルタ配置前のシリコンウェハ上に作られた画像センサの構造を示す。

【図2】シリコンウェハの前面を仮基板に移載する作業を示す。

【図3】薄化後のシリコンウェハを有する仮基板を示す。

【図4】モザイク状のカラーフィルタが堆積された薄化されたシリコン層を支える仮基板を示す。

【図5】仮基板のカラーフィルタを支える前面が移載されている最終基板を示す。

【図6】仮基板の全厚さを除去した後の最終基板を示す。

【図7】仮基板の全てではなく大部分が除去され、且つ接触部へのアクセス孔が形成されている代替実施形態を示す。

【図1】

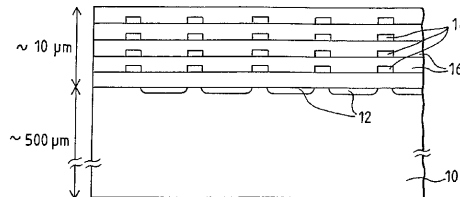


FIG.1

【図2】

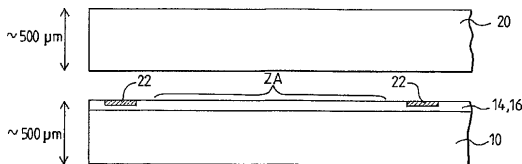


FIG.2

【図3】



FIG.3

【図4】

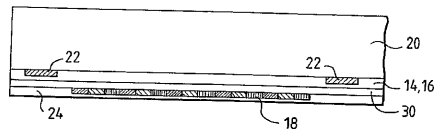


FIG.4

【図5】

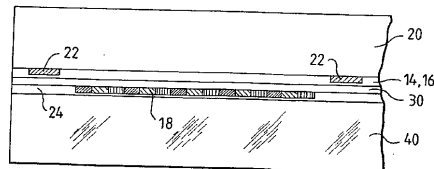


FIG.5

【図6】

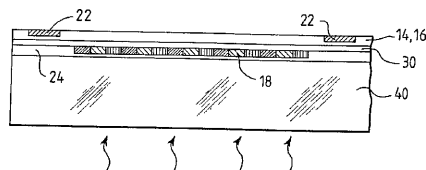


FIG.6

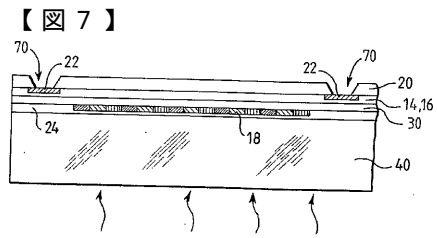


FIG.7

フロントページの続き

審査官 恩田 春香

- (56)参考文献 特開平 0 9 - 0 4 5 8 8 6 (J P , A)
特開昭 5 5 - 0 3 8 0 2 4 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 7 5 9 0 7 (J P , A)
特開平 0 5 - 0 2 1 7 7 2 (J P , A)

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