

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4064347号
(P4064347)

(45) 発行日 平成20年3月19日 (2008.3.19)

(24) 登録日 平成20年1月11日 (2008.1.11)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 27/146 (2006.01)

H O 1 L 27/14

A

H O 1 L 27/14 (2006.01)

H O 1 L 27/14

D

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2003-523014 (P2003-523014)
 (86) (22) 出願日 平成14年8月30日 (2002.8.30)
 (65) 公表番号 特表2005-501421 (P2005-501421A)
 (43) 公表日 平成17年1月13日 (2005.1.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2002/002978
 (87) 国際公開番号 W02003/019668
 (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 01/11334
 (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38120 サンテグ
 レーヴ, アヴニユ ドゥ ロシュブレ
 (番地なし)
 (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 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
 (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
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測色の向上したカラー画像センサ及びその製造方法

(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、感光領域で生成された電荷の収集を可能にする、導電層 (14) 及び絶縁層 (16) で覆われた感光領域 (12) を備える

- 半導体ウェハ (10) の前面を支持基板 (20) の前面に対して移載することと、
 - 感光領域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、

- 続いて、こうして薄化された半導体層にカラーフィルタ (18) を堆積させ、エッチングすることとからなり、

半導体ウェハの各活性領域周辺に形成された接続パッド (22) と同じ形状に設計され、そして移載中、接続パッドと接触することとなる金属バイアスホール (60) が、半導体ウェハの移載前に支持基板 (20) に形成され、該金属バイアスホールは支持基板の背面に開口してセンサの入力/出力パッド (64) をなすことを特徴とするカラー画像センサの製造方法。

【請求項 2】

移載は、接着、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行われることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

10

20

薄化後の半導体ウェハの厚さが、導電層（１４）及び絶縁層（１６）のスタックの厚さを含めて８ないし３０マイクロメートルであることを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。

【請求項４】

感光領域（１２）のマトリクスアレイが形成される薄化された半導体層（３０）と、前記感光領域が形成された前記半導体層の一方の側の面上に形成され、前記感光領域で光によって生成された電荷の収集を可能にする導電層（１４）及び絶縁層（１６）のスタックと、

前記導電層及び絶縁層のスタックが形成された前記半導体層の前記一方の側の面の反対側の前記半導体層の面上に形成されるカラーフィルタ（１８）と、

前記導電層及び絶縁層のスタックの前記半導体層との境界面と反対側の面に対して接合される支持基板（２０）とを有して構成され、

前記導電層及び絶縁層のスタックの前記半導体層との境界面と反対側の面には、接続パッド（２２）が形成され、

前記支持基板には、厚み方向に前記支持基板を貫通する金属バイアスホール（６０）が形成され、該金属バイアスホールの一方の端部が前記接続パッドに接触されるとともに他方の端部が入力／出力パッド（６４）をなすことを特徴とする画像センサ。

【請求項５】

感光領域を含む半導体層が、導電層及び絶縁層のスタック上に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４に記載の画像センサ。

【請求項６】

支持基板が能動又は受動回路要素を含むことを特徴とする請求項４又は５に記載の画像センサ。

【請求項７】

半導体層と支持基板がシリコンで作られることを特徴とする請求項４ないし請求項６のいずれか１項に記載の画像センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【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】

このタイプの適用の場合、装置は原則的に一般社会への販売を意図したものであるので、価格が法外にならないようになるべく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、可能であれば同じ単結晶半導体基板（原則的にはシリコン）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ウェハの形態の一般的な基板上で可能な限り集約的に行い、次いで該ウェハを各センサに切り分けることが求められる。通常、シリコンウェハは、各々が画像センサひいてはカメラの中核をなす独立したチップを数千も含む。

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、製造品質対費用の点から見て完全に満足のいくものではなく：十分単純であると同時に、産業上効果的であり、且つ提供される画像の質への次第に高まる要件に対応できる製造方法は見つかっていない。該要件の一つは特に測色の質であり、これは特に、異なる色のフィルタで覆われた近接する感光点間の光ビームのくっきりとした分離により決定される。

【０００３】

カラー画像センサは典型的には以下のように製造される：プロセスはシリコンウェハが

10

20

30

40

50

ら開始され、該ウェハの前面には：マスキング、不純物の注入、異なる組成を持つ様々な一時的又は永久的な層の堆積、それらの層のエッチング、熱処理等の作業が実行される。これらの作業は、感光ドットとそれらドットと関連する電気信号処理回路のマトリクスを定義する。その後、カラーフィルタリング層がシリコンウェハの前面に堆積され、これらフィルタリング層はそれぞれ、マトリクスパターンを定義するためにエッチングされる：該マトリクスは、センサの各画像ドットについて異なる色の3又は4つの並列フィルタのグループを行列に備える。各基本フィルタが、一色だけの光を受ける各感光領域上に配置される。直接隣合う感光領域の最表面の直接隣合うフィルタ同士は異なる色を持つ。最後に、シリコンウェハは、それぞれ独立したカラー画像センサを構成するチップに切り分けられる。

10

【0004】

カラーフィルタは、感光ドットとそれらの相互接続を定義する働きをする絶縁、導電及び半導体層の最表面に配置される。それらは、光量子を電子に変換するシリコン領域上に数マイクロメートルの間隔を置いて配置される。この縦方向の間隔は感光ドットの水平方向の面積に対して無視できるものではなく、次のような現象：カラーフィルタを横断した光子が該フィルタに対応する感光領域にすぐには到達しないという現象を引き起こす。カラーフィルタの後に通る経路では、光子が散乱され、屈折、反射等を受ける場合がある。この結果、光子の一部が近接する感光領域に到達することがある。作業が単色光で行われる場合、これはさほど重要ではない：その結果、空間分解能がわずかに減少し、高空間周波数を含む画像領域に影響するだけである。しかし、カラーカメラでは、低空間周波数しか持たない画像領域（例えば均一な赤色の画像領域）でも非常に影響を受けるので、問題はさらに重大となる：他の色に対応する画素が、該画素を対象としていない光束の一部分を体系的に受けるため、色が体系的に劣化する。ゆえに、測色の質はカラーフィルタとそれに対応する感光領域との間の間隔での光散乱により特に影響される。

20

この問題は、CMOS画像センサ技術で特に致命的である。感光要素としてのホトダイオードを基本とするこういった技術は、同一の集積回路チップ上に画像センサ（感光ドットのマトリクス）と、それに関連する信号処理及び制御回路を製造することができるので、使用が増加している。ここで、当該技術では、厳密な意味での感光領域が作られるシリコンのレベルの最表面に複数の誘電体及び金属層を堆積させる必要がある。この結果、該スタック上に堆積されるカラーフィルタは感光領域から特に離れ、測色の劣化現象が特に顕著となる。この場合、該スタックの高さは優に約10マイクロメートルにも達する。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、センサ製造の複雑性が少々増すが容認できる程度であり、小型であることや弱い光の下での感度といった他の質を損なうことなく、得られる画像の測色の質が著しく向上されたカラー画像センサの製造方法と、そのようなセンサの構造とを提案することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

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、感光領域で生成された電荷の収集を可能にする絶縁及び導電層で覆われた感光領域を備える

- ウェハの前面を支持基板の前面に対して移載することと、
- 感光領域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と、

- 続いて、こうして薄化された半導体層にカラーフィルタを堆積させ、エッチングすること

からなるカラー画像センサの製造方法を提案する。

40

50

【 0 0 0 7 】

当該方法では、カラーフィルタは、半導体ウェハの加工中に感光領域上に（ＣＭＯＳ技術又は他の任意の技術によって）堆積されうる絶縁及び導電層のスタックの最表面にあるのではないことが理解されるだろう。該フィルタは、そうではなく、絶縁及び導電層の反対側の感光領域の最表面に配置され、よって該層は感光領域の他方の側にあることになる。このことは、該センサをカメラで使用する場合、光がカラーフィルタを貫通し、絶縁及び導電層のスタックを横断する必要なく感光領域に直接到達することを意味する。

当該製造方法は、半導体ウェハを基板上に移載することと、半導体ウェハの薄化を必要とする。移載及び薄化技術はより効率的にマスターされるので、著しく向上した画像は作業の過剰コストに見合ったものとなるだろう。

センサの小型さは変わらず（非常に小型のセンサの製造が求められているので）、弱い光の下でのその感度はその結果改良される。

【 0 0 0 8 】

よって、本発明による画像センサは原則的に、第一に感光領域のマトリクスアレイが形成される非常に薄い半導体層と、第二に該感光領域で光によって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を備える重畳的なユニットを、支持基板上に備え、カラーフィルタが該重畳的なユニット上の非常に薄い半導体層側に堆積され、よって光が、感光領域の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、カラーフィルタ、次に感光半導体領域の順序でそれらを通し、その後絶縁及び導電層のスタックに到達することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

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。

基板への移載後且つカラーフィルタの堆積前に、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（最初は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。

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。

【 0 0 1 0 】

好適には、個々のセンサに対応する集積回路チップは、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。

特定の実施形態では、半導体ウェハの移載前に、金属バイアスホールが支持基板に形成される。これらのバイアスホールは、半導体ウェハの各活性領域周辺に（従って個々の画像センサの周囲に）形成された接続パッドと同じ形状に設計される。移載中、接続パッドは金属バイアスホールと接触し、支持基板の背面で外部への接続がなされてよい。画像センサはさらに、移載、薄化、カラーフィルタの堆積及びエッチング作業の後、個々のセンサに切り分ける前に、ウェハ上で検査してもよい。半導体ウェハはシリコンから作られるのが好ましい。支持基板もシリコンから作られてよいが、ウェハ／基板構造が受ける温度変化によって過度の応力が発生しないように膨張係数がシリコンと適合する任意の他の材料で作られてもよい。

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。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

図 1 では、従来技術のカラー画像センサの原理を簡単に確認する。センサは数百マイクロメートルの厚さのシリコン基板 1 0 上に作られ、この厚さは複数の独立した画像センサが同時に作られるシリコンウェハの厚さである。

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、センサに投じら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。

10

個々の感光領域 1 2 が特定の対応するカラーフィルタ 1 8 を有し、感光領域 1 2 が原則的には対応するカラーフィルタを横断した光だけを受けるように、導電及び絶縁層のスタックの最表面にカラーフィルタ 1 8 のマトリクスがある。隣合う感光領域は異なる色、例えば赤、緑、青又はシアン、マゼンタ及び黄に対応し、三色の画像ドットは 3 つの（又は時には 4 つの）隣合うカラーフィルタに対応する。

【 0 0 1 2 】

使用中、検出されるべき画像によって変調される光はフィルタに到達し、導電及び絶縁層を横断し、感光領域に到達する。

絶縁層は原則的に、実質的に透過性であるが、導電層は最も多くは不透過性且つ反射性である。よって、厳密な意味での感光領域は導電層部分の下には配置されず、光はカラーフィルタと絶縁層を通過した後、直ちに感光領域に到達する。

20

しかし、絶縁層が多重に重畳されていることと、最も多くはアルミニウムで作られる導電層が側面に存在することによって、カラーフィルタから、該カラーフィルタに対応しない感光領域に届く光の一部となる屈折及び反射が引き起こされる。このように屈折された光は、比率が低くても、センサの測色性能を大きく害する。

【 0 0 1 3 】

図 2 は本発明のセンサを示す。当該センサは、第一に 2 つのグループの層が重畳されたセットを支える基板 2 0 を備える。該グループの一方は、図 2 の実施形態で基板 2 0 に直接載せられている、導電層 1 4 と絶縁層 1 6 のスタックであり、該スタックは図 1 の導電及び絶縁層 1 4 及び 1 6 と類似しているが配置が逆である。該スタックは約 1 0 マイクロメートルの厚さを有してよい。層の第二のグループは、感光領域 1 2 が不純物の注入及び／又は拡散によって形成されている非常に薄いシリコン層 3 0（約 3 ないし 2 0 マイクロメートルの厚さ）からなる。導電及び絶縁層 1 4 及び 1 6 は、感光領域 1 2 で光によって生成された電荷の収集を可能にする電気回路を定義する。領域 1 2、層 1 4 及び層 1 6 を備えた当該ユニットは図 1 のものに類似しているが、配置が上下逆、つまり下方を向いている。

30

【 0 0 1 4 】

光が以下の順序：カラーフィルタを通過し、次いで感光シリコン領域、さらには任意で絶縁及び導電層に入るという順序で通過するように、カラーフィルタ 1 8 は、導電及び絶縁層の反対側で、非常に薄いシリコン層 3 0 上に堆積される。図 8 の実施形態は図 2 とは異なるスタックを備えることがわかるが、この場合は透過性の基板上に第一にカラーフィルタ、次いで非常に薄いシリコン層、次いで絶縁及び導電層が載っている。しかし、この場合でもカラーフィルタは、図 1 に示した形態とは異なり、絶縁及び導電層のスタックの反対側で、非常に薄いシリコン層に近接して配置されている。

40

その結果、感光領域 1 2 の最表面において、これら領域の平面とカラーフィルタの平面の間には通常、電気結合導電体の体系がない。感光マトリクスの機能をもたらすエッチングされた導電体の体系は全て、感光領域とそれらを覆うカラーフィルタの下方にある。

カラーフィルタ 1 8 を横断する光子は、非常に薄いシリコン層 3 0 に吸収され、カラーフィルタの下方に位置する感光領域 1 2（実際にはホトダイオード）で電荷を生成する。

50

電荷は、感光領域の下方に位置するスタックの導電体により収集される。この絶縁及び導電層のスタックは光子を遮断せず、近接する感光領域に対する偏向を発生することがない。シリコン層 30 で吸収されなかった光子だけがこれらの層に紛れ込む。

【0015】

図 2 のセンサの製造方法は、概して、カラーフィルタの配置を除いて図 1 のような従来のセンサを製造する場合と全く同様にシリコンウェハを準備することからなる。このウェハは次いで別のウェハ、つまり支持ウェハに取り付けられ、これが基板 20 を構成することとなる。この作業において、感光回路を有するシリコンウェハの前面が支持ウェハ（図 2 の基板 20 を構成するので番号 20 で表すことができる）に対してあてがわれる。この段階で、作業は個々のセンサ上ではなくウェハ（例えば 150 ないし 300 mm の直径）上で行われる。

10

シリコンウェハの前面には、絶縁及び導電層 14, 16 のスタックの堆積及びエッチング作業によって凹凸ができるため、移載作業の前に該面を厳密に平坦にすることが好ましい。この「平坦化」は典型的に、絶縁層の堆積によって凹凸の窪みを埋めることで達成される。平坦化層は透過性である必要はない。

シリコンウェハの支持ウェハ 20 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。さらに以下に示すように、導電性の有機又は金属の突起を用いて、シリコンウェハの接触パッドと、支持ウェハ 20 の対応する接触パッドとの間に機械的及び電氣的結合を構築することも可能である。

20

【0016】

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 2 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。

30

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ときにしか行えない。この分離は原則的に、予め注入された切り分け面に沿ってウェハを二分する応力を発生する熱処理作業によって行われる。

【0017】

40

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、その後カラーフィルタを堆積及びエッチングし、概略的な構造が図 2 のものである複数センサのウェハを作り出すことができる。所望であれば、カラーフィルタの堆積前に、特に保護層、反射防止層及び他の層、例えばドーブ塗料を塗られたシリコン層の電気活性に必要な層（電気分極層）といった、一又は複数の付加的な層を堆積させることができる。これらの付加的な層は図 2 において参照番号 19 で示されており、他の図では示されていない。

【0018】

図 3 は、図 2 のセンサの全表面にわたって付加的な透過性の層 35 を持つ実施形態を示す。この層 35 は、ガラス又は透過性のプラスチック材料で作られ、フィルタが載る表面

50

に対してぴったりとあてがわれる。これは光子を殆ど吸収せず、カラーフィルタの表面とその下のシリコンを保護する。該層は、数マイクロメートルから数百マイクロメートルにわたる厚さを有しうる。カラーフィルタによる不規則な凹凸を取り除くために、層 35 の堆積前にカラーフィルタ上に平坦化層を堆積させてもよい。

透過性層 35 は、まだ複数の独立した画像センサを有するウェハの形態（例えば 6 ないし 8 インチの直径）である時に、基板 20 に支持されるユニット上に配置されてよい。

【0019】

図 4 ないし 7 は、例えば制御信号と電力供給を伝達するため及びセンサに検出された画像を表す電気信号を収集するための、センサ及び外部間の接触を確立する様々な方法を示す。ここでも、これらの接触は、ウェハが個々のセンサに分けられる前に、ウェハ上での作業中に得られる。

10

図 4 の実施形態では、支持ウェハの移載前にアクセラウェル 50 がシリコンウェハの前面（図 4 の下方を向く面）に形成されている。これらのアクセラウェル 50 は、シリコンの最初の面から下に 3 ないし 20 マイクロメートルの深さまで続き、より詳細にはちょうどシリコンウェハが薄化される深さまで続く。

このように掘られたアクセラウェルは各センサの周縁に配置され、感光活性マトリクス領域 2A は連なるウェル 50 で囲まれる（その数は通常各画像センサにつき 30 又は 40 であってよい）。ウェル 50 には導電材料 52（アルミニウム、銅、タングステン等）が充填され、該材料部は、シリコンウェハの上方面（移載基板 20 と接触する下方を向く面）で、一又は複数の導電層 14、より特定すると外部との接触が必要な導電層と接触することとなる。ウェルに導電材料を充填する前に、シリコン層 30 からの接触を絶縁するためにウェルの内側壁に絶縁層（図示せず）を堆積することが好ましい。

20

【0020】

移載後のシリコンの薄化では、薄化されている表面とウェル 50 の金属 52 が同一平面で重なるまで、シリコンの厚さの大部分が除去される。その結果この金属は、そのまま、又は付加的な堆積及びエッチング作業後に、外部との接触領域を確立するために使用することができる。センサの後面をプリント回路基板に移載するためにはんだ付けワイヤ 54（ワイヤボンディングのために）を、或いは逆にセンサの前面をプリント回路基板に移載する（「フリップチップ」技術を用いて）ために導電性の突起をウェルに固定することが可能である。この場合、明らかだが、プリント回路基板は光を通すように感光マトリクスの位置に面している。ワイヤボンディングのタイプ 54 と突起のタイプ 56 を同じ図 4 に示したが、同一センサでは一つのタイプだけが使用可能であることは明らかである。

30

カラーフィルタ 18 はシリコンウェハの薄化後に配置される。

【0021】

図 5 は外部との接続接触を確立するための別の実施形態を示す。当該実施形態で、シリコンウェハが移載された支持ウェハ 20 には、支持体の全厚さを横断する導電性バイアスホール 60 が予め形成されている。これらのバイアスホールは支持ウェハの両面に開口し、シリコンウェハ前面の、各画像センサの活性領域 2A の周縁に形成された接続パッド 22 とぴったり向かい合うように設計される。

シリコンウェハが支持ウェハに移載されると、よって、導電性バイアスホール 60 とシリコンウェハの画像検出回路との間の接触が確立される。

40

支持ウェハ 20 の後方に開口する導電性バイアスホールでは、外部との接続はワイヤボンディング、フリップチップ又は他の接続等、いかなる種類のものも可能である。

作業がシリコンウェハ上で行われている間に接続が確立されることと、ウェハ上で画像センサを検査（精査）できることに注意されたい。このことは、検査費用の点で非常に有利である。この考察結果は、ここに記載していない他の接続モード（図 4、6、7）にも適用可能である。

【0022】

図 6 は、以下の作業：シリコンウェハの薄化後、外部との接続が求められている導電層 14 の導電性金属とウェルが同一平面で重なるまで、アクセラウェル 70 を、薄化された

50

シリコン層 30 だけでなく絶縁層 16 の一部にも形成するという作業によって接触が達成される実施形態を説明するものである。これらのウェル 70 はその後、導電層 72 の堆積によって金属化され、該層は層 14 と接触することとなり、薄化されたシリコン層 30 の表面と同一平面で重なり外部接触パッド 74 を形成する。

さらに、図 6 の実施形態では、シリコンウェハを支持ウェハ 20 に移載する作業は、シリコンウェハの層 14 の導電領域と、前記導電領域と向かい合う支持ウェハ 20 に形成された導電領域との間に、好適には導電性の突起 76 (例えばインジウムビーズ) を挟んで、はんだ付けによって行うことを計画することもできる。その後好適には、突起の厚さによって隔てられた二枚のウェハ間に空いた空間に充填樹脂 78 を埋める。該樹脂は、薄化中及び薄化後のウェハの剛性を確保するものである。

10

図 4 ないし 6 の実施形態において、支持基板 20 は能動又は受動回路要素を含んでよく、特に該基板がシリコンで作られる場合：集積回路は、標準的な集積回路製造技術に従って該基板内に形成でき、シリコン層 30 に統合されている以外の付加的な電子機能を画像センサに統合することができることに注意されたい。

【0023】

図 7 は以下の特定の特徴：カラーフィルタ 18、薄化されたシリコン層 30、及び導電及び絶縁層 14、16 のスタックという順序で透過性基板 (ガラス又はプラスチック材料からできた) 80 上に配置されるという特徴を有する別の実施形態を示す。検出されるべき画像は、透過性基板を通して見られ、第一にカラーフィルタを通過して薄化されたシリコン層 30 の感光領域に到達し；横断するフィルタに対応するカラー光子は層 30 で吸収され；吸収されなかった光子だけが導電及び絶縁層 14、16 のスタックに到達することができる。

20

金属堆積及びエッチングで作られる接続パッド 82 は、層 14 の一部を形成し又は層 14 と接触しており、ユニットの上方面 (図 7 の上方を向く) に設けられる。

【0024】

当該構造を得るためには、シリコンウェハの最初の移載を、図 2 の実施形態のように、支持ウェハ 20 上に行い、その後、図 2 の構造を透過性基板 80 上に載せる第二の移載を行い、そして仮の支持体としてのみ機能した支持ウェハ 20 を完全又は部分的に除去する。

このために、まず上述したように図 2 の構造をつくった後、新たな移載に適合する平坦性 (その移載が分子レベルで密着させることによりなされる場合は特に非常に良好な平坦性) を付与するために、必要であればカラーフィルタを支える上方面を平坦化する。該平坦化樹脂は、光が感光領域に向かう途中にあることになるので、透過性でなければならない。

30

こうして平坦化された構造は次いで基板 80 に移載され、平坦化層のカラーフィルタは透過性基板 80 と直接接触する。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、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 80 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。

40

仮の基板 20 が除去されると、画像検出回路の導電層 14 に接続された接続パッド 82 は、図 7 の構造の表面と同一平面で重なりうる。

【0025】

図 8 ないし 12 は、図 5 のセンサの実施形態の詳細を説明するものである。

図 8 は、導電層 14 と絶縁層 16 のスタックで覆われた感光領域 12 を有する多数の画像センサの画像検出回路が従来の技術を使用して作られているシリコンウェハの概略構造を示す。

接続パッド 22 はウェハの上方面に作られている。

【0026】

50

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、該ウェハの前面が図 9 に示した移載基板 20 に移載される。

基板 20 は、製造中の構造の剛性を確保するためにウェハ 10 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。

移載ウェハは、シリコンウェハ 10 上に形成された入力／出力パッド 22 と同じ形状に設計された、該ウェハの全厚さを横断する金属バイアスホール 60 を備える。

各金属バイアスホール 60 の上方部分には、ウェハ 10 の基板 20 への移載中にウェハ 10 のパッド 22 と直接接触することとなる導電領域 62 がある。各金属バイアスホール 60 の下方部分にもまた金属化領域 64 がある。

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もできる。該平坦化層は透過性である必要はない。導電パッド 22 の上方面は、堆積されずに残されていなければならない。

【 0 0 2 7 】

図 10 は、ウェハ 10 の上方面が下向きにひっくり返され、移載基板 20 の上方面と接触している状態を示す。

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って行われる。さらには、パッド 22 を領域 62 にはんだ付けして行うこともできる。

当該移載後、シリコンウェハは、残りの厚さが層 14, 16 のスタックの厚さを含めて 15 ないし 30 マイクロメートルとなるまで薄化される。残りのシリコンの厚さ 30 と層 14, 16 のスタックに、全ての画像検出回路が含まれる (図 11)。

【 0 0 2 8 】

最後に、こうして薄化されたシリコン層 30 上に、モザイク状カラーフィルタと任意で透過性フィルム又はさらにはマイクロレンズが堆積される (図 12)。

支持基板 20 の背面に位置する金属領域 64 は、薄化されたシリコンウェハ 30 に形成された画像検出回路に電気接続されているので、入力／出力パッドとして機能する。これらのパッドは「ワイヤボンディング」又は好適には「フリップチップ」タイプの接続に使用されうる。後者の場合、導電性の突起 66 が領域 64 の表面に形成される。

その後、当該構造を検査し (当該センサが機能するか)、次いで個々の画像センサに切り分けることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 9 】

【図 1】標準的な CMOS カラー画像センサを示す。

【図 2】本発明のカラー画像センサを示す。

【図 3】カラーフィルタの最表面に透過性の保護層を持つ本発明のセンサの特定の実施形態を示す。

【図 4】支持基板への移載前にシリコンウェハに形成された金属アクセスウェルによる、センサの外部との考える接続モードを示す。

【図 5】ウェハの移載前に支持基板に形成された金属バイアスホールと他の考える接続モードを示す。

【図 6】薄化作業後に形成された金属アクセスウェルによる、さらに他の考える接続モードを示す。

【図 7】本発明のセンサの別の実施形態を示し、ここで最終的な基板は透過性であり、カラーフィルタは該透過性基板と薄化シリコン層との間に配置される。

【図 8】図 5 の実施形態に対応する実施例における当該センサの一製造段階を示す。

【図 9】図 5 の実施形態に対応する実施例における当該センサの一製造段階を示す。

【図 10】図 5 の実施形態に対応する実施例における当該センサの一製造段階を示す。

【図 11】図 5 の実施形態に対応する実施例における当該センサの一製造段階を示す。

10

20

30

40

50

【図 1 2】図 5 の実施形態に対応する実施例における当該センサの一製造段階を示す。

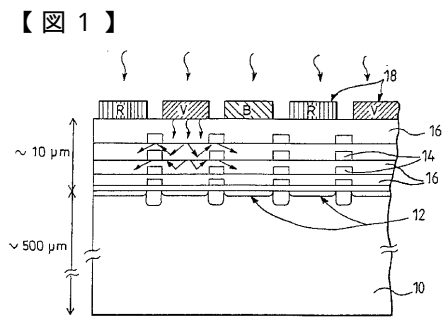


FIG.1

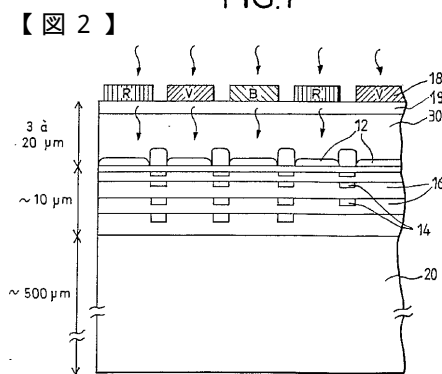


FIG.2

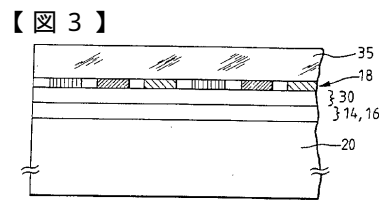


FIG.3

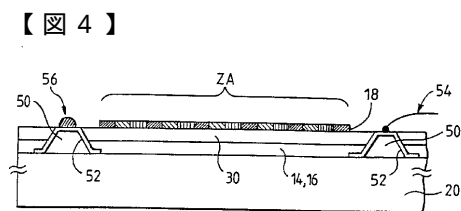


FIG.4

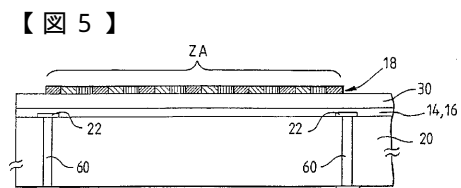


FIG.5

FIG. 1 is a cross-sectional view of a substrate assembly. The assembly includes a substrate 14 with a top surface 16 and a bottom surface 18. A thin layer 82 is disposed on the top surface 16, and a thicker layer 30 is disposed on the bottom surface 18. Arrows indicate an upward direction from the bottom surface 18.

Technical drawing of a cross-section of a composite material. The drawing shows a rectangular structure with a central horizontal layer. On the left, vertical dimensions are indicated: $8-30 \mu\text{m}$ for the top layer and $\sim 500 \mu\text{m}$ for the main body. On the right, labels 22, 30, 14,16, 20, 60, and 64 are present, corresponding to different layers and features of the structure.

FIG.12

フロントページの続き

(72)発明者 シモン, ジル

フランス国 3 8 1 2 0 ル フォンタニル, リュ デ ジャルダン ドゥ ラ マルケティエ
ール 2 4

(72)発明者 ジュタン, アラン

フランス国 3 8 2 4 0 メイラン, シュマン ドゥ ラ デュイ 8

(72)発明者 ロムヴォー, フィリップ

フランス国 3 8 5 0 0 ケーブルヴィー, ロ. レ ヴート 6

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 5 - 2 1 8 3 7 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

H01L 27/14 - 27/148