

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5676462号
(P5676462)

(45) 発行日 平成27年2月25日(2015.2.25)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 L 27/14 (2006.01)	HO 1 L 27/14 D
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 27/14 A
HO 4 N 5/374 (2011.01)	HO 4 N 5/335 7 4 0
HO 4 N 5/369 (2011.01)	HO 4 N 5/335 6 9 0
GO 2 B 5/20 (2006.01)	GO 2 B 5/20 1 0 1

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2011-536307 (P2011-536307)
(86) (22) 出願日	平成21年10月30日 (2009.10.30)
(65) 公表番号	特表2012-508977 (P2012-508977A)
(43) 公表日	平成24年4月12日 (2012.4.12)
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/005915
(87) 国際公開番号	W02010/056285
(87) 国際公開日	平成22年5月20日 (2010.5.20)
審査請求日	平成24年6月18日 (2012.6.18)
(31) 優先権主張番号	12/269, 907
(32) 優先日	平成20年11月13日 (2008.11.13)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	510215606 オムニヴィジョン テクノロジーズ イン コーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95 054 サンタ クララ バートン ドラ イヴ 4275
(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(74) 代理人	100091214 弁理士 大貫 進介
(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】色分解用の格子を有するイメージセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 周期的に繰り返された複数のカーネルを有する画素のアレイであり、各カーネルは、光に応答して電荷を収集する n 個の電荷収集領域を含み、n は 2 以上である、画素のアレイ；及び

(b) 各カーネルに対して n 個の光学経路を有する、前記 n 個の電荷収集領域に跨る連続した透明層であり、前記 n 個の光学経路のうちの少なくとも 2 つは相異なり、各光学経路は異なる波長の光を所定の隣接する電荷収集領域に導き、光学経路の相違が、カーネル内の電荷収集領域の各々に色分解を提供する、透明層；

を有するイメージセンサ。

10

【請求項 2】

前記光学経路の相違は、前記透明層の透明材料の異なる厚さによって生成されている、請求項 1 に記載のイメージセンサ。

【請求項 3】

前記光学経路の相違は、前記透明層の透明材料の異なる屈折率によって生成されている、請求項 1 に記載のイメージセンサ。

【請求項 4】

前記 n 個の光学経路は互いに異なる、請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載のイメージセンサ。

【請求項 5】

20

前記電荷収集領域は活性層内に配置され、前記透明層は前記活性層の頂部の直に上にある、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のイメージセンサ。

【請求項 6】

前記透明層にわたって配置された第 2 の層を更に有し、前記第 2 の層は、前記透明層に接觸する当該第 2 の層の表面とは反対側の表面において、平坦あるいは實質的に平坦な表面を有する、請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載のイメージセンサ。

【請求項 7】

前記第 2 の層にわたって配置された複數のマイクロレンズを更に有する請求項 6 に記載のイメージセンサ。

【請求項 8】

当該イメージセンサは撮像装置内に含まれている、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載のイメージセンサ。

【請求項 9】

イメージセンサにおいて色分解を提供する方法であつて：

(a) 周期的に繰り返された複數のカーネルを含む画素のアレイを設けるステップであり、各カーネルは、光に応答して電荷を収集する n 個の電荷収集領域を含み、 n は 2 以上である、ステップ；及び

(b) 各カーネルに対して n 個の光学経路を有する、前記 n 個の電荷収集領域に跨る連続した透明層を設けるステップであり、前記 n 個の光学経路のうちの少なくとも 2 つは相異なり、各光学経路は異なる波長の光を所定の隣接する電荷収集領域に導き、光学経路差が、カーネル内の電荷収集領域の各々に色分解を提供する、ステップ；

を有する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、画素群の粒（カーネル）に細分化された画素アレイを有するイメージセンサに関し、より具体的には、色分解を改善し且つ量子効率を向上させるようにカーネル内の画素群に対して複數の異なる光学経路を有する上述のようなイメージセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、CMOS プロセスを用いて製造されるイメージセンサの画素が一層小さい寸法へとスケーリングされるに連れて、3 つの画素を用いる撮像装置（イメージヤ）の幾つかの性能特性が低下してきている。特に量子効率（QE）である 1 つの性能特性は急速に低下する。この性能損失は、画素アレイの頂部のカラーフィルタアレイ（CFA）の付加に伴って悪化する。CFA の目的は、入射光の色分解を可能にして、カラー画像を再構成する能力を提供することである。しかしながら、所与の波長で、フィルタの大部分は吸収性である。故に、如何なる所与の波長も実効的に、画素アレイ上に一連の微小な開口（アーチャ）を見ることになる。画素ピッチが縮小するに連れ、CFA パターン内のこの実効的な開口のサイズは可視光の波長と同等になる。光の回折は、光を隣接画素へと発散させ、標的とするカラー画素の実効的な QE を低下させる。例として、図 1 a を考察する。入射赤色光に対し、青色画素 103 及び緑色画素 101、104 の青及び緑の CFA は実効的に遮断的である。ベイヤー（Bayer）パターン 105 に関し、図 1 b は、これが赤色光用の赤色画素 102 上に微小な開口 112 を作り出すことを示している。CFA は、光子が電荷キャリアに変換されるイメージセンサの活性層上で有限な距離だけ離間されて位置付けられるため、特に $2 \mu m$ 未満の画素ピッチでは、回折により、入射赤色光は隣接する青色及び緑色の画素内に広げられてしまう。回折は、色を分解する CFA の有効性を損ね、色のクロストーク（カラークロストーク）を増大させる。回折はまた、赤色画素の QE を実効的に低下させる。

【0003】

10

20

30

40

50

図2は、従来技術を、裏面照射型イメージセンサの赤及び緑のCFAを通る4pmos画素の断面図で示している。これはまた、発明の詳細な説明において本発明を説明するための基準点としても使用される。

【0004】

なお図2を参照するに、光生成電荷キャリアが収集される箇所となるフォトダイオード200が示されている。読み出しのとき、電荷キャリアは、転送ゲート201の電圧を調整することによって浮遊拡散層(フローティングディフュージョン)205に電気的に転送される。浮遊拡散層信号はソースフォロアトランジスタ203の入力に与えられる。ソースフォロア203の低インピーダンス出力が、出力ライン204を駆動する。読み出し後、浮遊拡散層205内の信号は、リセットゲート202の電圧を制御することによって、リセットドレイン213内に注ぎ込まれて空(エンプティ)にされる。光生成電荷キャリアは、フォトダイオード同士の間の側壁アイソレーション210によって、最も近いフォトダイオード200内に導かれ、デバイス層内のカラークロストークが抑制される。暗電流を抑制するため、シリコンとフォトダイオード200近傍の誘電体との間の表面に、薄いピン止め(ピニング)層212が存在している。やはり暗電流を抑制するため、側壁アイソレーション210に沿って、薄いnドーピング層211が存在している。入射光250は、先ずカラーフィルタアレイ層230を通過し、その後、反射防止コーティング層222、典型的に二酸化シリコンであるスペーサ層221を通過してから、アクティブな活性デバイス層220に到達する。しかしながら、光学スタック221、222及び230は、用途に応じて、より多くの層又はより少ない層で構成されることも可能であり、しばしば、頂部層にマイクロレンズアレイを含む。図3は、図2の非共有ピン止めフォトダイオード構造の単一の画素を模式的に示している。

【0005】

図4は、ベイヤーパターンを有する従来技術に係る1.1μm画素アレイのQEについてのシミュレーション結果を示している。青色画素103に関する青色応答曲線503のピークQEは40%である。緑色画素101、104に関する緑色応答曲線501、504のピークQEは35%である。赤色画素102に関する赤色応答曲線502のピークQEは23%である。これらのシミュレーションにおいて、誘電体スペーサ層221の厚さは0.5μmである。誘電体スペーサ221の厚さを増大させることは、より低いピークQEと増大されたカラークロストークとをもたらし、性能を低下させる。

【0006】

現在既知の利用されているイメージセンサは満足できるものではあるが、上述の欠点を解決することが望まれる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、CFAをバイナリー光学経路格子(グレーティング)で置換することによって、隣接画素間でのカラークロストークを改善するとともにQEを高めることを目的とする。実効的なQEは100%より高くなり得る。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的は、或る特定の波長に関し、イメージセンサ上に当たる光強度が、カラーカーネル内の1つの画素の表面近傍で建設的に干渉し、且つ該カラーカーネル内のその他の画素で相殺的に干渉するように、カラーカーネル内の各画素の光学経路差を調整することによって達成される。別の特定の波長においては、光は、カラーカーネル内の第2の画素の表面近傍で建設的に干渉し、且つ該カラーカーネル内のその他の画素で相殺的に干渉する。

【0009】

本発明の上述及びその他の目的、特徴及び利点が、本発明の例示的な実施形態を図示して説明する図面と関連付けて以下の詳細な説明を読んだ当業者に明らかになるであろう。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0010】

本発明は、隣接画素間でのカラークロストークを改善するとともにQEを高めるという利点を有する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

本明細書は、本発明の主題を具体的に指摘し且つはっきりと主張する請求項で締めくくるものであるが、本発明は、以下の図を含む添付の図面に関連付けて以下の説明を読むことにより、一層十分に理解されるであろう。

【図1a】従来技術に係るベイヤーカラーフィルタアレイパターンを示す図である。 10

【図1b】従来技術に係るベイヤーカラーフィルタアレイパターンを示す図である。

【図2】ベイヤーCFAパターンの赤色及び緑色の部分を通るように切断された、従来技術に係る、裏面照射型イメージセンサの4つの画素の断面を示す図である。

【図3】従来技術に係るpmos非共有画素を模式的に示す図である。

【図4】ベイヤーカラーフィルタアレイのQEを波長に対してプロットした図である。

【図5】本発明の第1実施形態を示す図であり、この平面図は、光学経路グレーティングを備えた画素アレイを示している。W、X、Y及びZは、カラーカーネル内の各画素上の透明層の相異なる厚さを表す。

【図6】光学経路グレーティング(W、X、Y及びZ)を備えたカラーカーネルの平面図と画素デバイス構造との更なる細部を示す図である。 20

【図7】光学経路グレーティングのカラーカーネルの赤色及び緑色の部分(Y及びZ)を通るように切断された、裏面照射型イメージセンサの4つの画素の断面を示す図である。

【図8】1.1μm画素に関して図5のカラーカーネル内の各画素のQEを波長に対してシミュレーションしてプロットした図である。

【図9a】カラークロストークを改善し且つ所与の波長で100%以上の所与の画素のQE値をもたらすために、どのように建設的干渉及び相殺的干渉が使用されるかを例示する図である。図5のカラーカーネルに関して、4つの異なる波長での、シリコン表面のすぐ上の光の強度プロットが示されている。このプロットは平面図であり、光は法線入射である。このプロットでの波長は420nmである。 30

【図9b】図9aと同様の図であり、このプロットでの波長は470nmである。

【図9c】図9aと同様の図であり、このプロットでの波長は590nmである。

【図9d】図9aと同様の図であり、このプロットでの波長は650nmである。

【図10】光学経路グレーティングを製造する一手法の開始時を示す図である。各々が4つの画素を含む2つの断面が示されている。一方の断面は、図5の画素303及び304を通るように切断されたものであり、他方の断面は、図5の画素301及び303を通るように切断されたものである。

【図11】マイクロレンズを備えた光学経路グレーティングを示す3D図である。

【図12a】透明層の上にマイクロレンズを配置する手法を例示する図である。

【図12b】透明層の上にマイクロレンズを配置する手法を例示する図である。

【図13a】透明層にマイクロレンズパターンを転写する手法を例示する図である。 40

【図13b】透明層にマイクロレンズパターンを転写する手法を例示する図である。

【図14a】第1のエッティングを実行する手法を例示する図である。

【図14b】第1のエッティングを実行する手法を例示する図である。

【図15a】第2のレジストがパターニングされた後に光学経路グレーティングを製造する手法を例示する図である。

【図15b】第2のレジストがパターニングされた後に光学経路グレーティングを製造する手法を例示する図である。

【図16a】第2のエッティング工程後の最終的な光学経路グレーティングを例示する図である。

【図16b】第2のエッティング工程後の最終的な光学経路グレーティングを例示する図で 50

ある。

【図17】異なる屈折率を有する2つの材料とマイクロレンズアレイとを用いた光学経路グレーティングを示す3D図である。

【図18】異なる屈折率を有する2つの材料と、4つの画素を覆うように单一のマイクロレンズが配置されるマイクロレンズアレイとを用いた光学経路グレーティングを示す3D図である。

【図19】図7のイメージセンサアレイを有する撮像装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

ここで定義される光学経路は：

$$\text{光学経路} = n \times d \quad (1)$$

である。ただし、nは屈折率であり、dは光が通過する材料の厚さである。

【0013】

次いで、図7を参照するに、本発明の第1実施形態に係るイメージセンサのイメージセンサアレイ401の一部が示されている。なお、この断面図は、単純にするため、4つの画素のみを示しているが、イメージセンサアレイ401は典型的に何千又は何百万もの画素を含んでいる。また、イメージセンサアレイ401は典型的に、図19にて議論するように、アクティブピクセルセンサの一部である。再び図7を参照するに、イメージセンサアレイ401は、活性層420に配置された複数の画素301及び302を含んでいる。画素301及び302は好ましくは、詳細に後述するように、アレイ全体にわたって繰り返される 2×2 のアレイと共にグループ化される。この 2×2 アレイのことを以下ではカラーカーネルと呼ぶ。 2×2 アレイが好ましいが、他のカラーカーネルサイズも使用され得る。各画素301及び302は、入射光250を受け取る活性層の表面から僅かに離隔して配置された、好ましくはピン止め(pinned)フォトダイオード400である電荷収集領域を含んでいる。活性層420の照射側とは反対側にポリシリコンゲート401、402、403及び金属配線404を含む構成は、裏面照射型と呼ばれている。ピン止めフォトダイオード400は入射光に応答して電荷を収集する。ピン止めフォトダイオード400はピン止め(ピニング)層412を含み、ピニング層412は、その上に配置された反対導電型のドープト領域の下にある。この好適実施形態ではピン止めフォトダイオード400及び裏面照射型が用いられているが、フォトダイオードが電荷収集領域として用いられてもよく、表面照射型が電荷収集領域として用いられてもよい。これらは何れも周知であるので、ここでは説明しないこととする。

【0014】

駆動されるとき、転送ゲート401は、ピン止めフォトダイオード400から電荷-電圧変換領域405へと電荷を通す。電荷-電圧変換領域405は、好ましくは浮遊拡散層(フローティングディフュージョン)であり、電荷を電圧信号に変換する。好ましくはソースフォロア增幅器である増幅器又はバッファ403が上記電圧を、更なる処理のために出力ライン上に通す。リセットゲート402は、浮遊拡散層405を所定の信号レベルにリセットするために駆動される。

【0015】

詳細に後述するように、変化する厚さを有する透明な格子(グレーティング)層300が、入射光250を活性層420内に導くように、画素301及び302(並びに、この図にしめしていない画素群)に跨って配置されている。この透明層は、二酸化シリコン、窒化シリコン又は透明有機材料の何れかで製造され得る。

【0016】

図5のイメージセンサアレイ401(一般に、画素アレイとも称される)の平面図を参照するに、上に透明層を重ねられた 2×2 のカラーカーネル310が示されている。透明層300(図7参照)の厚さは、カラーカーネル310内の各画素301、302、303及び304(4つ全ての画素については図5及び6を参照)の上で異なっている(Y、Z、W及びX)。これは4つの光学経路を作り出す。本発明はその好適実施形態において

10

20

30

40

50

は厚さを用いて異なる光学経路を作り出しているが、異なる屈折率を有する複数の材料が、異なる光学経路を作り出すために用いられてもよい。例において、Y、Z、W及びXについて二酸化シリコンの透明層300の厚さは、それぞれ、2.5 μm、3.0 μm、1.5 μm及び2.0 μmである。従って、4つの光学経路が作り出される。青色光は、画素303の上だけで建設的に干渉し、この画素内に効率的に導かれる。同様に、緑青色光は画素301内に導かれ、緑赤色光は画素304内に導かれ、赤色光は画素302内に導かれる。なお、透明層300の繰り返しパターンは、画素のカーネルごとに繰り返される。

【0017】

図6は、カラーカーネル310内の4つの画素301、302、303及び304と、イメージヤ表面の下に埋め込まれたデバイス要素との、より詳細な平面図を示している。これらの要素は、フォトダイオード400と、転送ゲート401と、リセットゲート402と、ソースフォロア403と、ソースフォロア出力404と、浮遊拡散層405と、側壁アイソレーション410と、リセットドレイン413と、金属配線群(図示せず)からゲート401、402、403及びソース/ドレイン注入領域405、413、404へのコンタクト群350とを含んでいる。これらのデバイス要素は、図7の断面図にも示されている。光学スタックは単純に透明層300である。図7の断面図中には、2つの高さY及びZのみが存在している。

【0018】

図8は、図5-7により説明した本発明の第1実施形態を用いた1.1 μm画素アレイについて、QEのシミュレーション結果を示している。青色画素303に関する青色応答曲線603のピークQEは120%である。緑/青色画素301に関する緑/青色応答曲線601のピークQEは116%である。緑/赤色画素304に関する緑/赤色応答曲線604のピークQEは105%である。赤色画素302に関する赤色応答曲線602のピークQEは86%である。建設的干渉及び相殺的干渉を利用するように光学経路が調整されているので、所与の波長に対するQEは、所与の画素に対して100%より大きくなり得る。

【0019】

図9a-9dは、建設的干渉及び相殺的干渉がどのようにして100%より大きいピークを有するQEカーブを生じさせるかを示している。照射側のシリコン活性層420のすぐ上での光強度の4つの平面プロットが、相異なる波長に関して示されている。青色光(420 nm)では、大部分の光強度703が画素303上にある。同様に、緑/青色光(470 nm)では、大部分の光強度701が画素301上にある。やはり同様に、緑/赤色光(590 nm)では、大部分の光強度704が画素304上にある。最後に、赤色光(650 nm)では、大部分の光強度702が画素302上にある。

【0020】

光学経路グレーティングを視覚化する助けとなるよう、図10は、図5-7の4×4画素の切断図を示している。活性層420の頂部上の光学スタック300を明瞭に視認することができる。単一のカラーカーネル内の4つの画素(301、302、303及び304)は、4つの透明な柱部分(ピラー)間の高低差1050によって識別される。

【0021】

図8に示すように、青、緑/青、緑/赤、及び赤の応答曲線(603、601、604及び602)のピークQEは、それぞれ、440 nm、485 nm、585 nm及び645 nmの波長の位置にある。これは法線(垂直)入射の場合である。残念ながら、入射光の角度を法線入射から離れるように傾けることは、異なる画素の光学経路の差を増大させる。これは、建設的干渉及び相殺的干渉の細部を変化させ、異なる応答曲線でQEがピークとなる波長に僅かな差異を生じさせる。ピーク位置の差異は、傾斜角の増大に伴って更に増大する。このイメージヤがカメラシステム内に配置されるとき、画素アレイの中心にある主光線は法線入射であるが、アレイのエッジ近傍では主光線の角度が30°を超える。応答曲線は傾斜角に依存するので、これは、常に補正することが容易であるわけだ

10

20

30

40

50

い画像を横切っての色ズレ(色相シフト)をもたらす。

【0022】

入射光の傾斜角の変化に伴う色相シフトを最小化するための手法が幾つか存在する。1つの手法は、より多くの高低差を用いてバイナリー光学経路グレーティングを精緻化し、この精緻化されたシステムを最適化するものである。これは、透明層内により多くの取り得る高さを設けるために、より多くのエッチングを必要とする。この精緻化はまた、画素を複数のサブピクセル領域に分割することを伴う。例えば、8つの取り得る高さが存在し、且つ各画素が16個の正方形の小領域に分割される場合を検討する。これは、4画素では、512の自由度を光学スタックに与える。数値シミュレーションを用いて、或る範囲の波長に対して全てのケースをモデル化し、4画素の良好な色分解が得られ且つ色相シフトが最小化されるようにシステムを最適化することができる。しかしながら、色相シフトを最小化することをシステムに強いることは、各画素上の光学経路を同一にすることを強いることと同じである。この問題に対する解決策は、シリコン表面のすぐ上に焦点を有するマイクロレンズのように見えるものである。バイナリー光学技術を用いてマイクロレンズのような構造を作り出す代わりに、単純に一連の連続したマイクロレンズを作り出すことは一層容易である。

【0023】

図11は、図10の光学経路グレーティングと同様の光学経路グレーティングを示しており、画素間の光学経路差は1250であり、各画素上にマイクロレンズ1210が存在している。この新たな構造は、傾斜角の変化に伴う色相変化に関して、より良好な性能を有する。

【0024】

図12-16は、図11に示したようなマイクロレンズの形状をした湾曲表面を有する光学経路グレーティングを製造する一手法を示している。なお、図12-16は、これらの図では直接的に示さないが図10、11、17及び/又は18で示した符号によって参照して、変化を記述する。以下にて説明する手順は、ベイヤーCFAのリソグラフィ工程より少ない数のリソグラフィ工程のみを必要とする。図12aは、カラーカーネルの画素303及び304を通る断面の4つの画素を示し、図12bは、カラーカーネルの画素301及び302を通る断面の4つの画素を示している。活性層420内のデバイスの製造は完了しており、裏面照射型イメージヤは薄化されている。活性層420の照射側に、Dより大きい厚さの二酸化シリコン又はその他の透明層300が成長あるいは堆積されている。層300の頂部は、パターニングされたマイクロレンズアレイ1025である。このマイクロレンズアレイを製造する方法は、マイクロギャップパターニング、リフロー及びグレイスケールフォトリソグラフィを含め、多数存在する。

【0025】

図13a-13bは、マイクロレンズ表面を透明層材料に転写する1:1の指向性のエッチング後の二酸化シリコン層300を示している。マイクロレンズのエッジにおける層300の厚さはDである。レジスト層1020が、イメージアレイの一部に塗布され、画素301及び302がレジスト1020で覆われるようにパターニングされる。このパターンは、画素303及び304内の透明層300を露出させる。露出された透明層300は21030の厚さエッチングされる。

【0026】

図14a-14bは共に、透明層の21030の厚さが、前段落にて説明したようにエッチング除去された後の断面図を示している。

【0027】

図15a-15bは、パターニングされたレジスト1020が、前段落で説明したように第1のエッチングで除去された後の、当該プロセスにおける次工程を示している。第2のレジスト層1040がイメージアレイに塗布され、パターニングされる。このパターンは、画素301、303内の透明層300を露出させ、画素302及び304内の透明層300を覆う。露出された透明層はエッチング除去される。

【0028】

図16a-16bは共に、透明層の1050の厚さが、前段落にて説明したようにエッチング除去された後の断面図を示している。レジスト1040(図15)は除去されている。透明層の最終的な厚さは、画素302、301、304及び303に関して、それぞれ、D、D-、D-2、及びD-3である。

【0029】

図11の光学経路グレーティングは、図10の光学経路グレーティングより優れた色相シフト性能を有するが、透明材料は100%透明であるわけではないので、角度が急になると、透明材料の最も高いピラー(画素302)が、より短いピラー群(画素301、304及び303)の上に影を落すことになる。このシャドーイングは、光学経路長の変化を根本的要因とする色相シフトに代えて、短めの画素上の光強度の低下を根本的要因とする色相シフトを生じさせる。

10

【0030】

図17は、シャドーイング及び光学経路長の差異に起因する色相シフトを最小化する一手法を示している。元の光学経路グレーティング300とマイクロレンズ1430との間に、第2の透明材料1320が挿入されている。カラーカーネル内の異なる画素間の光学経路差を維持するため、2つの材料(300及び1320)の屈折率は異ならなければならない。マイクロレンズアレイ1430は、層1320の平坦な表面の頂部に配置されている。平面的なマイクロレンズアレイにより、シャドーイングに起因する問題が排除される。

20

【0031】

最後に、図18は、マイクロレンズ1530のサイズが、個々の画素(301、302、303及び304)ではなく、カラーカーネルのサイズに等しいことを除いて、図17と同様の構造を示している。これは、各マイクロレンズ1530からの光束を各光学グレーティングブロック(301、302、303及び304)を通るように合焦することで、色相シフトが更に低減されるという利点を有する。

【0032】

図19は、本発明に係るイメージセンサアレイ401とともに使用され得る撮像システムのブロック図である。撮像システム1200は、デジタルカメラ付き電話1202及び計算装置1204を含んでいる。デジタルカメラ付き電話1202は、本発明を組み入れたイメージセンサを使用することができる画像捕捉装置の一例である。例えばデジタルスチルカメラ及びデジタルビデオカメラなどの他の種類の画像捕捉装置も、本発明とともに使用され得る。

30

【0033】

デジタルカメラ付き電話1202は、本発明に従った一実施形態において、可搬式、手持ち式、電池駆動の装置である。デジタルカメラ付き電話1202は、メモリ1206に格納されるデジタル画像を作り出す。メモリ1206は、例えば、内蔵フラッシュEPR0Mメモリ、又は取り外し可能なメモリカードとし得る。代替的に、メモリ1206を実装するために、例えば磁気ハードドライブ、磁気テープ又は光ディスクなど、他の種類のデジタル画像記憶媒体も使用され得る。

40

【0034】

デジタルカメラ付き電話1202はレンズ1208を用いて、シーン(図示せず)からの光の焦点を、アクティブピクセルセンサ1212のイメージセンサアレイ401上に合わせる。イメージセンサアレイ401は、本発明に従った一実施形態において、ベイヤーカラーフィルタパターンを用いてカラー画像情報を提供する。イメージセンサアレイ401は、タイミング発生器1214によって制御される。タイミング発生器1214はまた、周囲照明が暗いとき、シーンを照明するためにフラッシュ1216を制御する。

【0035】

イメージセンサアレイ401から出力されるアナログ出力信号は、増幅され、且つアナログ-デジタル(A/D)変換回路1218によってデジタルデータに変換される。デジ

50

タルデータは、バッファメモリ 1220 に格納された後、デジタルプロセッサ 1222 によって処理される。デジタルプロセッサ 1222 は、フラッシュ EEPROM メモリとし得るファームウェアメモリ 1224 に格納されたファームウェアによって制御される。デジタルプロセッサ 1222 は実時間クロック 1226 を含んでおり、該クロックは、デジタルカメラ付き電話 1202 及びデジタルプロセッサ 1222 が低電力状態にあるときであっても日付及び時間を保持する。処理されたデジタル画像ファイルはメモリ 1206 に格納される。メモリ 1206 はまた、例えば、音楽ファイル（例えば、MP3 ファイル）、呼び出し音、電話番号、カレンダー、及びやることリストなど、他の種類のデータを格納してもよい。

【0036】

10

本発明に従った一実施形態において、デジタルカメラ付き電話 1202 は静止画を捕捉する。デジタルプロセッサ 1222 は、カラー補間とそれに続く色・階調補正とを実行して、レンダリングされる sRGB 画像データを作り出す。レンダリングされる sRGB 画像データは、画像ファイルとして圧縮されてメモリ 1206 に格納される。単なる例として、画像データは、既知の“Exif”画像フォーマットを使用する JPEG フォーマットに準拠して圧縮され得る。このフォーマットは、特定の画像メタデータを様々な TIFF タグを用いて記憶する Exif アプリケーションセグメントを含んでいる。例えば、写真が撮影された日付及び時間、レンズの f 値、並びにその他のカメラ設定を記憶するために、また、画像の見出しを記憶するために、別々の TIFF タグが用いられ得る。

【0037】

20

デジタルプロセッサ 1222 は、本発明に従った一実施形態において、ユーザによって選択される異なる画像サイズを作り出す。1つのそのようなサイズは、低解像度の“サムネイル”サイズ画像である。サムネイルサイズ画像を生成することは、Kuchta 等への“Electronic Still Camera Providing Multi-Format Storage Of Full And Reduced Resolution Images”なるタイトルの米国特許第 5164831 号に記載されている。サムネイル画像は、RAM メモリ 1228 に格納され、例えばアクティブマトリクス型 LCD 又は有機発光ダイオード（OLED）とし得るディスプレイ 1230 に供給される。サムネイルサイズ画像を生成することは、撮影した画像をカラーディスプレイ 1230 上で素早く閲覧することを可能にする。

【0038】

30

本発明に従った他の一実施形態において、デジタルカメラ付き電話 1202 はまた、ビデオクリップを作り出して格納する。ビデオクリップは、イメージセンサアレイ 401 の複数の画素を共に足し合わせて（例えば、イメージセンサアレイ 401 の各 4 カラム × 4 口ウの領域内の同一色の画素を足し合わせる）、より低解像度のビデオ画像フレームを作成することによって生成される。ビデオ画像フレームは、例えば毎秒 15 フレームの読み出し速度を用いて、規則的な間隔でイメージセンサアレイ 401 から読み取られる。

【0039】

音声コーデック 1232 が、デジタルプロセッサ 1222 に接続され、マイク（Mic）1234 から音声信号を受信する。音声コーデック 1232 はまた、音声信号をスピーカ 1236 に提供する。これらの構成要素は、電話での会話と、ビデオシーケンス又は静止画とともに音声トラックの記録及び再生を行うこととの双方に使用される。

40

【0040】

スピーカ 1236 は、本発明に従った一実施形態において、電話の着信をユーザに知らせるためにも使用される。これは、ファームウェアメモリ 1224 に格納された標準呼び出し音を用いて、あるいは携帯電話ネットワーク 1238 からダウンロードされてメモリ 1206 に格納されたカスタム呼び出し音を用いて行われ得る。さらに、電話の着信の無音（例えば、聞き取れない）通知を提供するために、バイブレーション装置（図示せず）が用いられてもよい。

【0041】

デジタルプロセッサ 1222 は無線モデム 1240 に接続されている。無線モデム 12

50

40は、デジタルカメラ付き電話1202が無線周波数(RF)チャネル1242を介して情報の送信及び受信を行うことを可能にする。無線モデム1240は、例えば3GSMネットワークなどの別のRFリンク(図示せず)を用いて、携帯電話ネットワーク1238と通信する。携帯電話ネットワーク1238は、デジタルカメラ付き電話1202からアップロードされたデジタル画像を格納する写真サービスプロバイダ1244と通信する。これらの画像は、インターネット1246を介して、計算装置1204を含むその他の装置によってアクセスされる。携帯電話ネットワーク1238はまた、本発明に従った一実施形態において、通常の電話サービスを提供するために、標準電話ネットワーク(図示せず)に接続される。グラフィカルユーザインターフェース(図示せず)がディスプレイ1230上に表示され、ユーザ制御1248によって制御される。ユーザ制御部1248は、本発明に従った実施形態において、電話番号をダイヤルするための専用プッシュボタン(例えば、電話キーパッド)、モード(例えば、“電話”モード、“カレンダー”モード、“カメラ”モード)を設定するための制御具、4方向制御(上、下、左、右)と中央のプッシュボタン“OK”若しくは“選択”スイッチとを含むジョイスティックコントローラを含む。
10

【0042】

ドック1251は、デジタルカメラ付き電話1202内の電池(図示せず)を再充電する。ドック1251は、ドックインターフェース1252を介してデジタルカメラ付き電話1202を計算装置1204に接続する。ドックインターフェース1252は、本発明に従った一実施形態において、例えばUSBインターフェースなどの有線インターフェースとして実装される。代替的に、本発明に従った他の実施形態において、ドックインターフェース1252は、例えばBlueooth又はIEEE802.11b無線インターフェースなどの無線インターフェースとして実装される。ドックインターフェース1252は、メモリ1206から計算装置1204に画像をダウンロードするために使用される。ドックインターフェース1252はまた、計算装置1204からデジタルカメラ付き電話1202内のメモリ1206にカレンダー情報を転送するために使用される。
20

【符号の説明】

【0043】

100	ペイヤーCFAパターン	30
101	緑色フィルタ	
102	赤色フィルタ	
103	青色フィルタ	
104	緑色フィルタ	
105	ペイヤーカラーカーネル	
112	赤色光の実効的な開口(アパーチャ)	
200	フォトダイオード注入	
201	転送ゲート	
202	リセットゲート	
203	ソースフォロアトランジスタ	40
204	出力	
205	浮遊拡散層	
210	側壁アイソレーション	
211	Nドーピング層	
212	ピニング注入	
213	リセットドレイン	
220	活性層	
221	誘電体層	
222	反射防止層	
230	CFA層	
250	法線入射光	50

3 0 0	透明層	
3 0 1	緑 / 青色画素	
3 0 2	赤色画素	
3 0 3	青色画素	
3 0 4	緑 / 赤色画素	
3 1 0	カラーカーネル	
3 5 0	コンタクト	
4 0 0	ピン止めフォトダイオード	
4 0 1	イメージセンサアレイ	
4 0 1	転送ゲート	10
4 0 2	リセットゲート	
4 0 3	パッファ	
4 0 4	ソースフォロア出力	
4 0 4	金属配線	
4 0 4	注入領域	
4 0 5	注入領域	
4 0 5	変換領域	
4 0 5	浮遊拡散層	
4 1 0	側壁アイソレーション	
4 1 2	ピニング層	20
4 1 3	リセットドレイン	
4 2 0	活性層	
5 0 1	緑色応答曲線	
5 0 2	赤色応答曲線	
5 0 3	青色応答曲線	
5 0 4	緑色応答曲線	
6 0 1	緑 / 青色応答曲線	
6 0 2	赤色応答曲線	
6 0 3	青色応答曲線	
6 0 4	緑 / 赤色応答曲線	30
7 0 1	470 nm光の強度ピーク領域	
7 0 2	650 nm光の強度ピーク領域	
7 0 3	420 nm光の強度ピーク領域	
7 0 4	590 nm光の強度ピーク領域	
1 0 1 0	画素 303 及び 304 を通る断面	
1 0 1 1	画素 301 及び 302 を通る断面	
1 0 2 0	パターニングされたレジスト層	
1 0 2 5	パターニングされたマイクロレンズアレイ	
1 0 3 0	透明層のエッチング量	
1 0 4 0	第2のパターニングされたレジスト層	40
1 0 5 0	透明層のエッチング量	
1 2 0 0	撮像システム	
1 2 0 2	撮像装置	
1 2 0 4	計算装置	
1 2 0 6	メモリ	
1 2 0 8	レンズ	
1 2 1 0	マイクロレンズ	
1 2 1 2	アクティブピクセルセンサ	
1 2 1 4	タイミング発生器	
1 2 1 6	フラッシュ	50

1 2 1 8 アナログ / デジタル変換器
 1 2 2 0 バッファメモリ
 1 2 2 2 プロセッサ
 1 2 2 4 ファームウェア
 1 2 2 6 クロック
 1 2 2 8 R A M
 1 2 3 0 ディスプレイ
 1 2 3 2 音声コーデック
 1 2 3 4 マイク
 1 2 3 6 スピーカ
 1 2 3 8 ネットワーク
 1 2 4 0 無線モデム
 1 2 4 2 接続
 1 2 4 4 サービスプロバイダ
 1 2 4 6 インターネット
 1 2 4 8 ユーザ制御
 1 2 5 0 画素間での透明層厚さの差
 1 2 5 1 ドック
 1 2 5 2 インタフェース
 1 3 2 0 第2の透明材料層
 1 4 3 0 マイクロレンズ
 1 5 3 0 マイクロレンズ

10

20

【図 1 a】

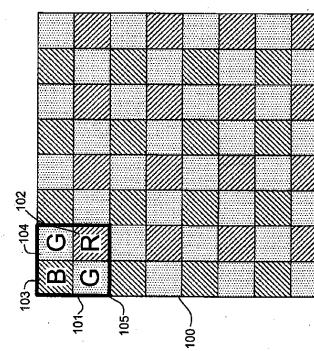


FIG. 1a

【図 1 b】

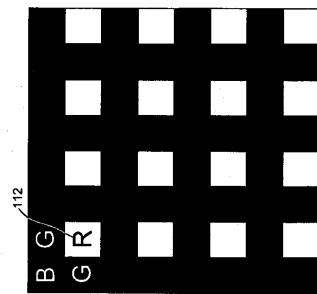
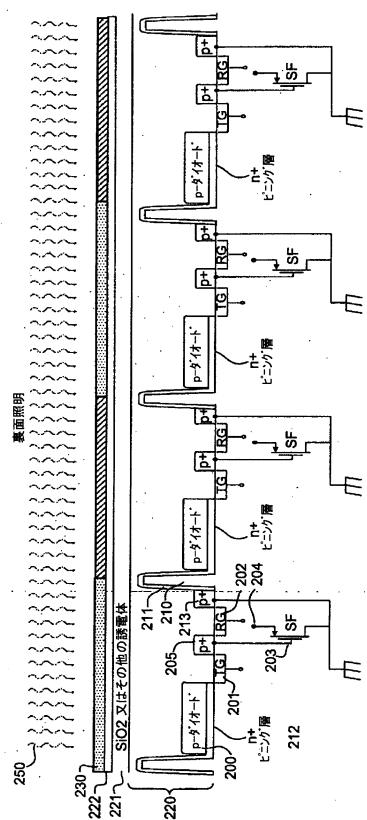


FIG. 1b

【図 2】



【図3】

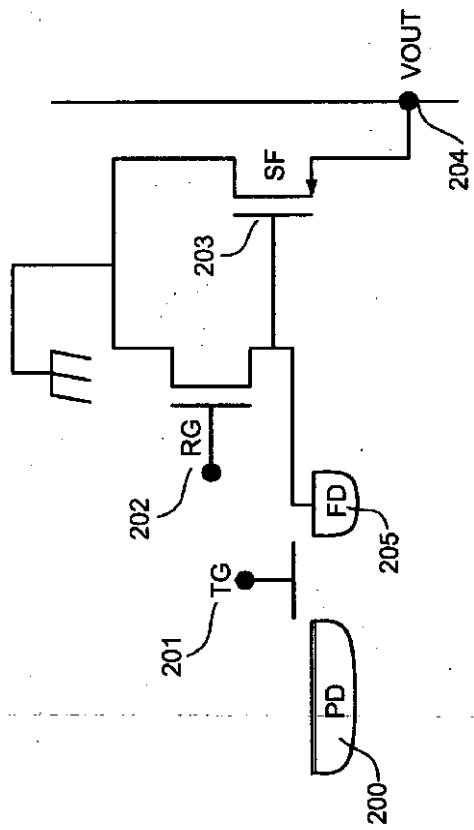
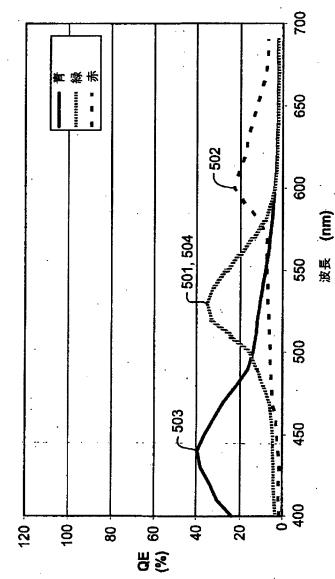


FIG. 3

【 図 4 】



【 図 5 】

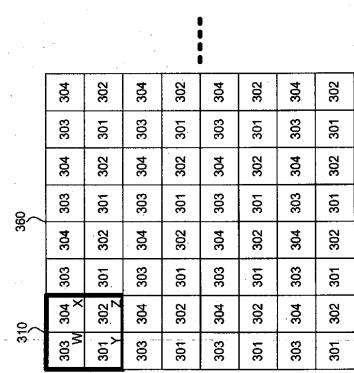
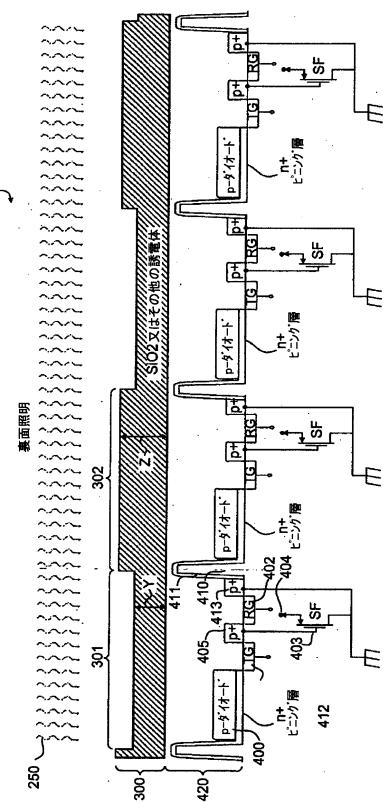


FIG. 5

【図7】



【図6】

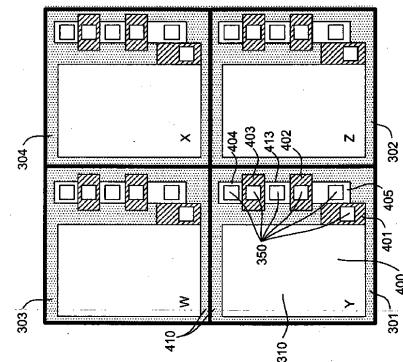
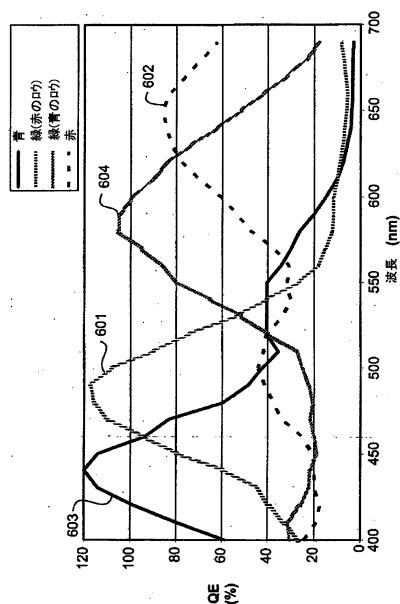


FIG. 6

【図8】



【図9 b】

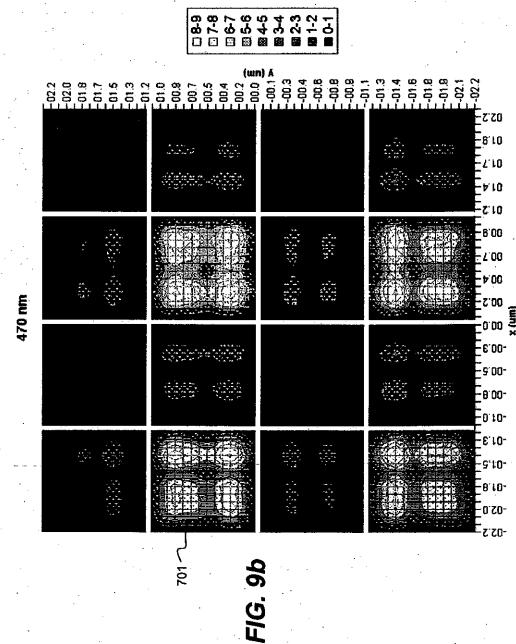


FIG. 9b

【図9 c】

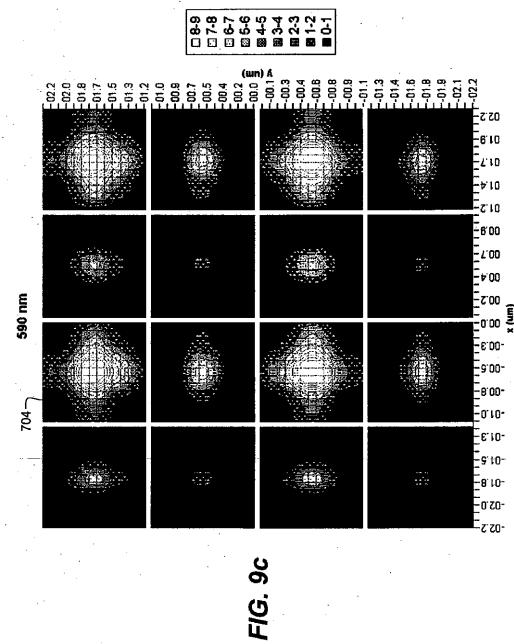


FIG. 9c

【図9 a】

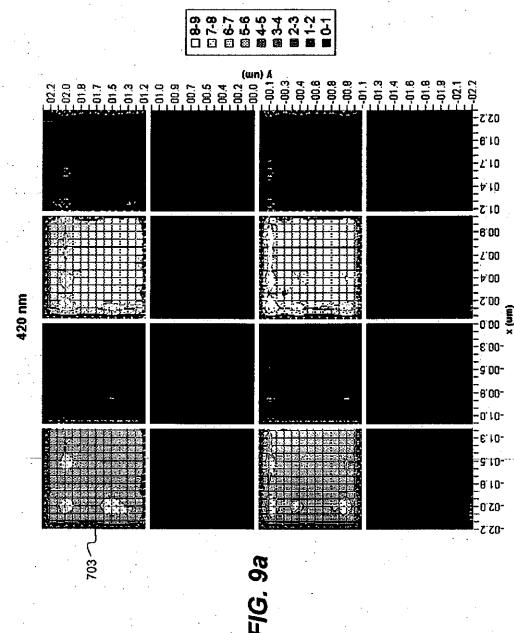


FIG. 9a

【図 9 d】

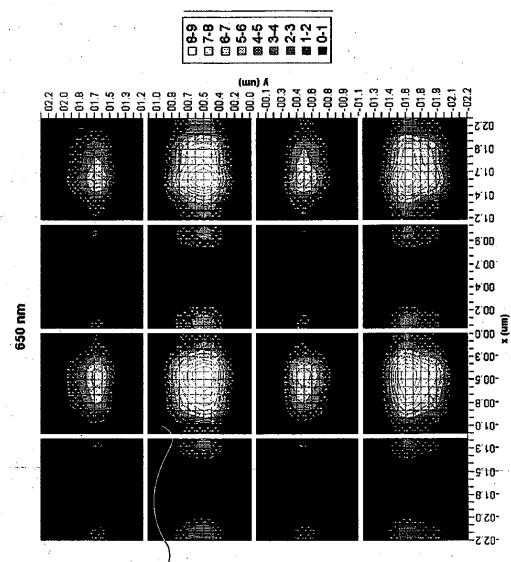


FIG. 9d

【図 10】

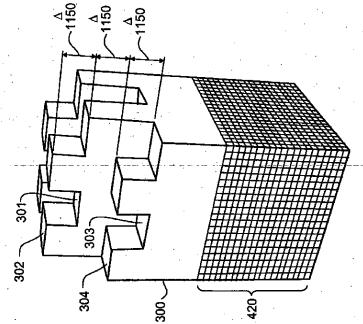


FIG. 10

【図 11】

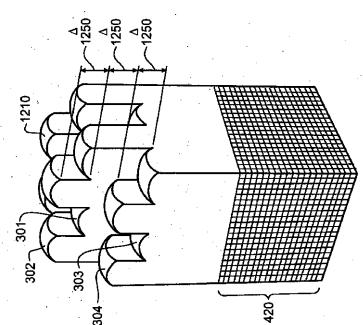
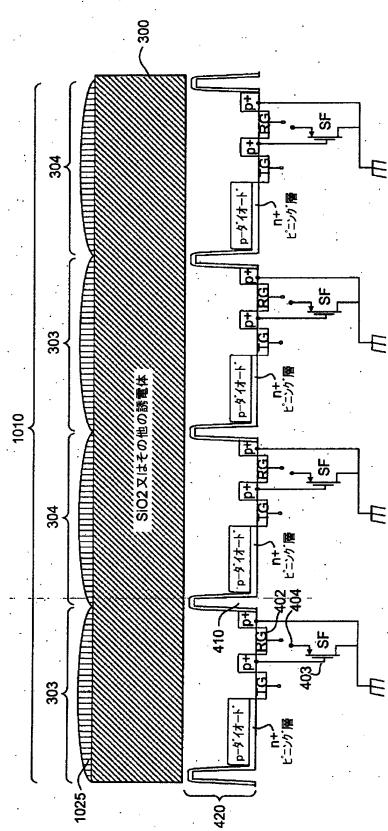
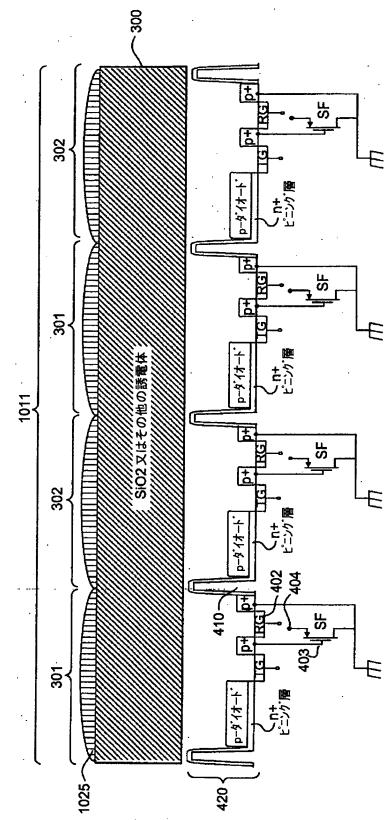


FIG. 11

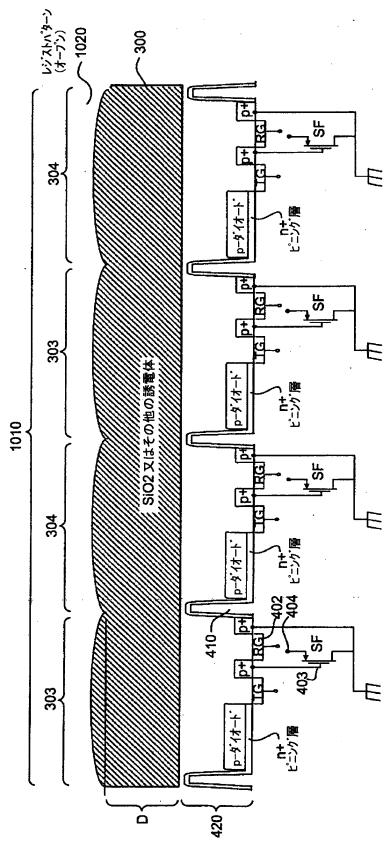
【図 12 a】



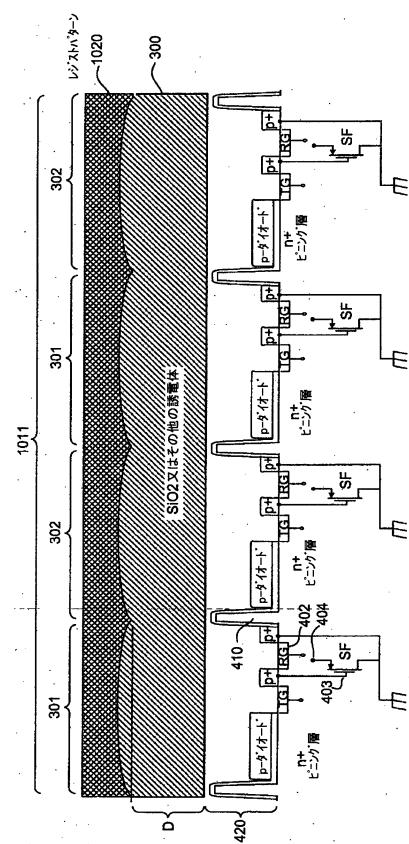
【図 12 b】



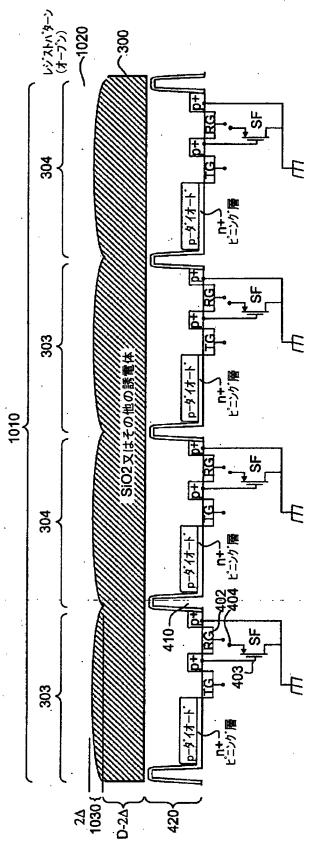
【図 1 3 a】



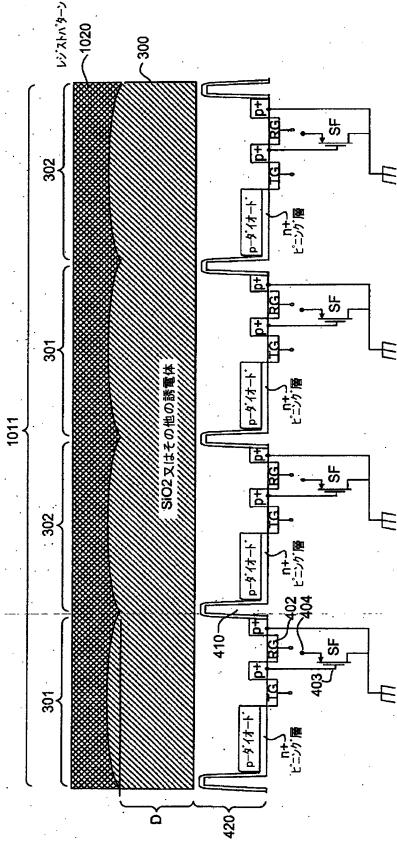
【図 1 3 b】



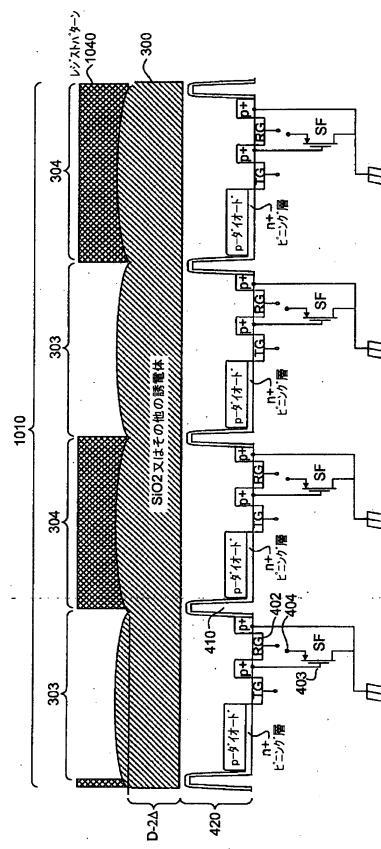
【図 1 4 a】



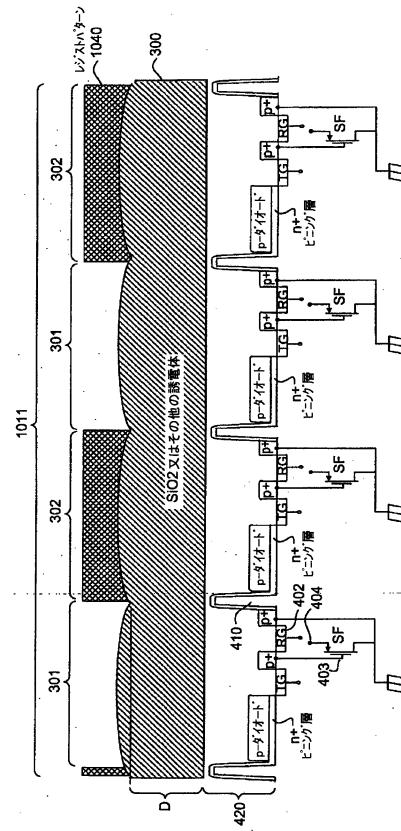
【図 1 4 b】



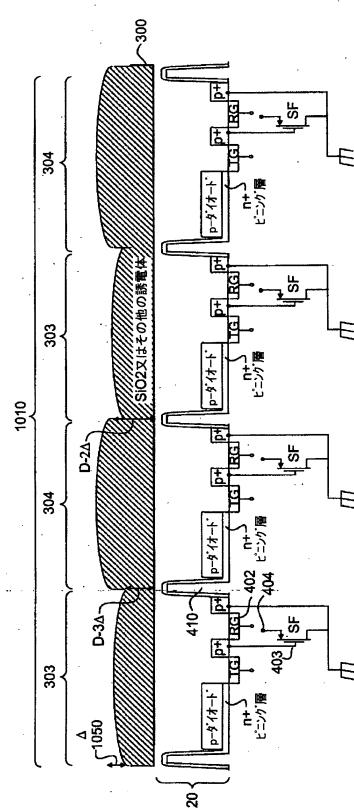
【図15a】



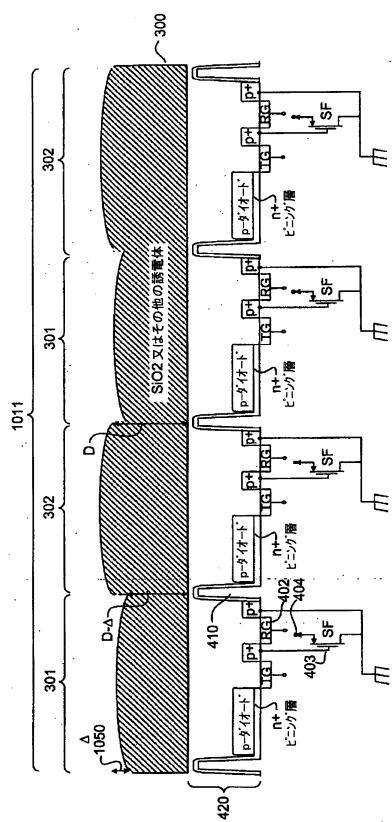
【図15b】



【図16a】



【図16b】



【図17】

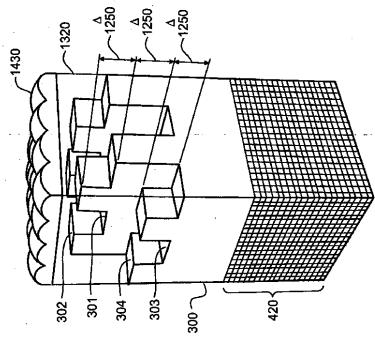


FIG. 17

【 図 1 8 】

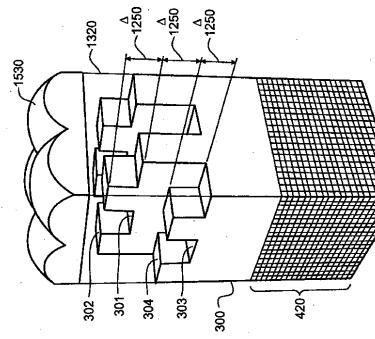
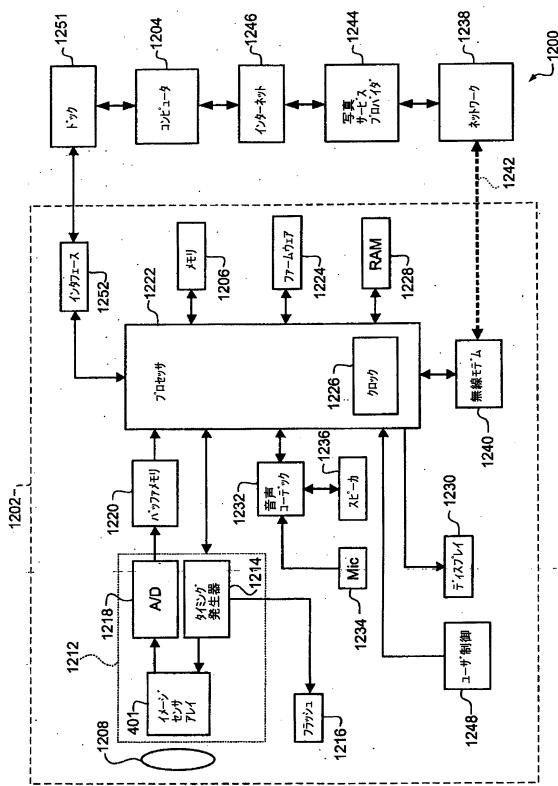


FIG. 18

【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 マッカーテン, ジョン, ピー

アメリカ合衆国 14650-2201 ニューヨーク州, ロチェスター, ステイト・ストリート
343

(72)発明者 スマ, ジョーゼフ

アメリカ合衆国 14650-2201 ニューヨーク州, ロチェスター, ステイト・ストリート
343

審査官 山口 大志

(56)参考文献 特開2006-191047 (JP, A)

国際公開第2005/069376 (WO, A1)

特開2008-041779 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/14

G02B 5/20

H01L 27/146

H04N 5/369

H04N 5/374