

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4811625号
(P4811625)

(45) 発行日 平成23年11月9日(2011.11.9)

(24) 登録日 平成23年9月2日(2011.9.2)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 27/148 (2006.01)

H01L 27/14

B

H01L 27/146 (2006.01)

H01L 27/14

A

H04N 5/369 (2011.01)

H04N 5/335 690

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2002-363626 (P2002-363626)

(22) 出願日

平成14年12月16日 (2002.12.16)

(65) 公開番号

特開2003-229563 (P2003-229563A)

(43) 公開日

平成15年8月15日 (2003.8.15)

審査請求日

平成17年11月2日 (2005.11.2)

(31) 優先権主張番号

10/062,695

(32) 優先日

平成14年1月31日 (2002.1.31)

(33) 優先権主張国

米国(US)

(73) 特許権者

509245706

アプティナ イメージング コーポレイシ

ョン Aptina Imaging Corp

oration

イギリス領ケイマン諸島 グランド ケイ

マン ケイワイ1-9002 ジョージ

タウン メアリー ストリート 87 ウ

ォーカー ハウス

(74) 代理人 100106851

弁理士 野村 泰久

(74) 代理人 100074099

弁理士 大菅 義之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カメラレンズシステムの曲線歪曲を補正する固体イメージセンサアレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光電素子のアレイを備え、レンズの歪曲収差を補正するイメージセンサアレイであって、

前記光電素子は、前記歪曲収差を補償する水平方向の曲線および垂直方向の曲線によって画定されたイメージセンサアレイのピクセル領域に、水平方向の縁および垂直方向の縁が前記水平方向の曲線および前記垂直方向の曲線に平行となるように、不均一パターンに分布し、前記ピクセル領域の一部は非直角な角を持つ、イメージセンサアレイ。

【請求項 2】

前記光電素子の前記ピクセル領域の一部が前記歪曲収差を補償する曲率に相当する曲線セグメントによって画定されている、請求項 1 に記載のイメージセンサアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般に固体イメージセンサアレイに関し、より詳細には、カメラレンズシステムの曲線歪曲を補正する固体イメージセンサアレイに関する。

【0002】

【従来の技術】

ディジタルカメラ等のディジタル撮像装置は、レンズシステムを利用して固体イメージセンサアレイ上に画像を集束する。このようなレンズシステムの特性は、開口寸法、被写界

深度、焦点レベル及び歪曲の量等の複数のパラメータに依存する。しかしながら、レンズシステムの設計者は、これらのパラメータとレンズシステムのコストとの間での妥協を余儀なくされる。一例として、歪曲を補償するレンズ要素を追加して歪曲を 5 % ないし 10 % 以下に低減すると、典型的にはレンズシステムのコストは略 25 % 増加し、かつレンズシステムの開口が減少する。カメラにおける実用的な問題として、約 2 % の残留歪曲は望ましくなければ許容可能であるとみなされる。

【 0 0 0 3 】

レンズシステムの歪曲は、そのレンズシステムを使用して獲得される画像上の幾何学的な歪曲として顕在化する。通常の幾何学的な歪曲は、「樽形」歪曲及び「糸巻き形」歪曲である。樽形歪曲により直線は画像の縁に向かって湾曲又は曲がり、従って樽形歪曲を有する画像は樽の凸形の表面形状のように見える。糸巻き形歪曲は樽形歪曲の逆である。糸巻き形歪曲により直線は画像の中央に向かって湾曲し、従って糸巻き形歪曲を有する画像は糸巻の表面形状のように見える。

10

【 0 0 0 4 】

レンズシステムに追加的なレンズ要素を加えることなく、画像上の樽形又は糸巻き形の歪曲を補正するための従来技術がいくつか存在する。そのうちの 1 つは、画像を獲得した後に、画像上の樽形又は糸巻き形の歪曲を補正するものである。この方法では、獲得された画像に画像処理アルゴリズムが適用され、画像をデジタル的に操作して樽形又は糸巻き形の歪曲を補償する。この画像処理による解決方法に伴う問題は、これらの歪曲を補正するために複雑な計算を行なう必要がある点である。これらの計算は、デジタル撮像システムに強力かつ高価なプロセッサを必要とし、また画像獲得プロセス全体を過度に遅らせることがある。

20

【 0 0 0 5 】

画像上の樽形又は糸巻き形歪曲を補正する別の従来技術は、画像の獲得に使用される固体イメージセンサアレイを変形するものである。図 1 に示すように、典型的な固体イメージセンサアレイ 100 は、均一パターンに分布したフォトダイオード等の光電素子 (photosensitive element) 102 を含む。すなわち、水平に隣接するどの光電素子の間の距離も等しい。同様に、垂直に隣接するどの光電素子の間の距離も等しい。イメージセンサアレイ 100 は、獲得した画像に樽形又は糸巻き形の歪曲を生じさせるレンズシステム (図示せず) の歪曲を補償するようには設計されていない。しかしながら、レンズシステムの歪曲を考慮した分布パターンにイメージセンサアレイの光電素子を配置することによって、イメージセンサアレイを変形してレンズシステムの歪曲を補償することができる。

30

【 0 0 0 6 】

図 2 に、画像上の樽形歪曲を補正する変形された固体イメージセンサアレイ 200 を示す。変形されたイメージセンサアレイは、光電素子 102 が不均一パターンに分布するように構成されている。不均一パターンは、画像上の樽形歪曲に似ている。イメージセンサアレイ 200 のこれらの光電素子から発生した画像信号は、従来と同様に処理される。すなわち、画像信号は、均一パターンに分布した光電素子からの信号であるかのように処理される。結果として、得られた画像では樽形歪曲が補正されている。同様の方法は、糸巻き形歪曲の補正にも使用することができる。

40

【 0 0 0 7 】

曲線歪曲を補正するために変形されたイメージセンサアレイ 200 を利用することに伴う問題は、光電素子 102 の不均一分布パターンが、光電素子、特にイメージセンサアレイの縁に向かって配置された光電素子の表面積に影響を与える点である。光電素子の密度はイメージセンサアレイの縁に向かって増加させる必要があるので、イメージセンサアレイの縁に近い光電素子は、イメージセンサアレイの中心に近い光電素子よりも表面積が小さくなければならない。結果として、イメージセンサアレイの効率が光電素子の不均一な分布のために低下することがある。

【 0 0 0 8 】

変形されたイメージセンサアレイ 200 に伴う別の問題は、このようなイメージセンサア

50

レイの製造が困難な点である。不均一に分布した光電素子を収めるためには、イメージセンサアレイの直線の細長構造（電荷結合素子（C C D）チャネル又は電気接続部等）を鋭角を持つぎざぎざの構造に変形しなくてはならない場合がある。これらのぎざぎざの構造は、従来の大量製造プロセスを利用して変形されたイメージセンサアレイを製造するという課題を提示しうる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上記問題を考慮して、効率を高めかつ大量製造に適したカメラレンズシステムの曲線歪曲を補正する固体イメージセンサアレイ、及びこのようなイメージセンサアレイの効率的な製造方法が必要とされている。

10

【0010】

【課題を解決するための手段】

曲線歪曲を補正する固体イメージセンサアレイ、及びこのイメージセンサアレイの製造方法は、イメージセンサアレイの構造を画定する曲線歪曲の曲率を近似する直線セグメントを利用する。これら直線セグメントの利用により、樽形又は糸巻き形歪曲等の曲線歪曲を補償する、不均一パターンに分布した光電素子を得ることができる。加えて、直線セグメントの利用は、光電素子の表面積を最大にすることで光電素子の効率を増加させる。さらに、イメージセンサアレイの構造が直線セグメントによって画定されるので、イメージセンサアレイの設計が従来の大量製造プロセスに適したものとなる。

【0011】

20

本発明による固体イメージセンサアレイは光電素子のアレイを含む。光電素子は、フォトダイオード、あるいは衝突する光子に応答して電荷を生じるその他の素子であることができる。光電素子は、関連するレンズシステムによって生じる曲線歪曲を補償する不均一パターンで分布している。光電素子は、イメージセンサアレイの特定の領域によって画定されている。光電素子を画定するこれらの領域のいくつかは、非直角な角を持つ。

【0012】

いくつかの実施形態では、光電素子の領域のいくつかは、曲線歪曲に対応する曲線セグメントによって画定されている。別の実施形態では、光電素子のいくつかは、多角形領域を形成する直線セグメントによって画定されている。多角形領域は四辺形領域であっても良い。多角形領域を形成する直線セグメントの方向は曲線歪曲の曲率を近似する。

30

【0013】

イメージセンサアレイは、曲線歪曲の曲率に相当する縁を有する電荷結合素子チャネル又は導体ストリップ（conductive strip）等の細長構造をさらに含むことができる。いくつかの実施形態では、細長構造の縁は、曲線歪曲の曲率に相当する曲線によって画定される。別の実施形態では、細長構造の縁は、曲線歪曲の曲率を近似する複数の直線セグメントによって画定される。

【0014】

曲線歪曲を補正するよう設計された固体イメージセンサアレイの製造方法は、イメージセンサアレイの構造を画定する直線セグメントを含むイメージセンサアレイの原合成レイアウト（original composite layout）を生成するステップと、直線セグメントを曲線歪曲の曲率に相当する曲線セグメントに歪めることを含む、原合成レイアウトを変形された合成レイアウトに変換するステップと、変形された合成レイアウトを用いてイメージセンサアレイの構造を形成し、イメージセンサアレイを製造するステップを含む。

40

【0015】

原合成レイアウトを変形された合成レイアウトに変換するステップは、構造の曲線セグメントを、曲線セグメントの方向を近似する置換（replacement）直線セグメントに変換することを含む。

【0016】

いくつかの実施形態では、曲線セグメントを置換直線セグメントに変換するステップは、いくつかの曲線セグメントを単一の直線セグメントに変換することを含む。このステップ

50

は、光電素子を画定する曲線セグメントを、四辺形領域等の多角形領域を形成する直線セグメントのセットに変換することを含む。単一の直線セグメントは、変換された曲線セグメントに沿う方向を向いている。直線セグメントによって形成される多角形領域のいくつかは、非直角な角を持つ。

【0017】

他の実施形態では、曲線セグメントを置換直線セグメントに変換するステップは、いくつかの曲線セグメントを、変換された曲線セグメントに実質的に追従する複数の直線セグメントに変換することを含む。このステップは、イメージセンサアレイの細長構造を画定する曲線セグメントのいくつかを、変換された曲線セグメントに追従する複数の直線セグメントのセットに変換することを含む。細長構造は、電荷結合素子チャネル又は導体ストリップを含むことができる。

10

【0018】

【発明の実施の形態】

図3は、本発明の第1の例示的な実施形態による電荷結合素子(CCD)イメージセンサアレイ300を示す。CCDイメージセンサアレイは、関連するレンズシステム(図示せず)の曲線歪曲を補正するように設計されている。イメージセンサアレイは光電素子302を含み、これらの光電素子は、レンズシステムの曲線歪曲を補償するために不均一パターンに分布している。曲線歪曲によって、関連するレンズシステムを用いて獲得した画像に、「樽形」歪曲、「糸巻き形」歪曲又はその他のタイプの空間的な歪曲が生じことがある。しかし以下の説明では、画像に樽形歪曲を生じさせる曲線歪曲を補正するようにイメージセンサアレイが設計されたものとして説明する。CCDイメージセンサアレイの設計は、光電素子、特に不均一な分布のために寸法が著しく減少した光電素子の表面積を最大にすることによって、光電素子の効率を改善する。

20

【0019】

樽形歪曲の影響は、図4A及び4Bにそれぞれ示す、何の歪曲も持たない基準画像402と樽形歪曲を持つ比較画像404を比較することで示すことができる。基準画像は画像全体に分布した点を含む。比較画像も画像全体に分布した対応する点を含む。基準画像では、点は画像全体に均一に分布している。すなわち、基準画像の隣接する点の間の距離はどの点でも等しい。比較画像では、点は画像全体に不均一に分布している。すなわち、比較画像の隣接する点の間の距離は、画像内でのそれぞれの位置によって変化する。樽形歪曲のため、比較画像の縁に近い点は、比較画像の中心付近の点よりも互いに接近している。基準画像及び比較画像の点は、画像を形成する画像ピクセルと考えることができる。画像ピクセルは、画像を獲得するために用いられたイメージセンサアレイの光電素子に相当する。

30

【0020】

図3に戻って、CCDイメージセンサアレイ300は、複数のピクセル領域304を含む。イメージセンサアレイの各ピクセル領域は、光電素子302、より正確にはフォトダイオードを含む。光電素子は、イメージセンサアレイ全体にわたって不均一パターンで分布しており、図4Bの樽形歪曲を持つ比較画像404の点の不均一な分布、及び図2の変形された固体イメージセンサアレイ200の不均一な光電素子の分布と同様である。従って、イメージセンサアレイ300は、図1のイメージセンサアレイ100の光電素子102によって示したような従来の均一パターンに分布した光電素子からの信号であるかのように、光電素子302からの画像信号を処理することによって、樽形歪曲の補正に利用することができる。獲得された各画像信号は、獲得された画像を形成する個々の画像ピクセルに相当する。従って、獲得された画像信号を処理すると、得られた画像ピクセルは、図4Aのどのような歪曲も持たない基準画像402の均一な分布に似た均一なパターンに配置され、関連するレンズシステムの曲線歪曲を補償する。

40

【0021】

CCDイメージセンサアレイ300のピクセル領域304は、これらの線がイメージセンサアレイの縁に近付くにつれ、相互に接近する曲線によって画定されている。曲線は、関

50

連するレンズシステムの曲線歪曲の曲率に相当する。結果として、イメージセンサアレイの中央のピクセル領域は略長方形であるけれども、イメージセンサアレイのピクセル領域の形状は長方形でない。ピクセル領域が非長方形形状をしているので、イメージセンサアレイの光電素子は不均一パターンに分布する。その結果、光電素子は、レンズシステムの曲線歪曲を補正するように配置される。

【0022】

図3において、イメージセンサアレイの個々のピクセル領域304の形状をより明確にするために、イメージセンサアレイ300の部分306が拡大して示されている。拡大された部分は、イメージセンサアレイの例示的な4つのピクセル領域304A、304B、304C及び304Dを含み、これらの領域は、水平方向の曲線308、310及び312、及び垂直方向の曲線314、316及び318によって画定されている。例示的なピクセル領域304A、304B、304C及び304Dは、それぞれ光電素子302A、302B、302C及び302Dを含む。

10

【0023】

CCDイメージセンサアレイ300は垂直方向のCCDチャネルを含み、これらのCCDチャネルは光電素子の各列から累積した電荷を運ぶ。イメージセンサアレイの拡大した部分306には、例示的な2つのCCDチャネル320A及び320Bが示されている。CCDチャネルはドーピングされた領域によって画定される。これらの領域は、イメージセンサアレイの製造過程において半導体基板の露出領域をドーピングすることによって形成される。CCDチャネルは、イメージセンサアレイを横切って略垂直に延びている。CCDチャネルの垂直方向の縁は、イメージセンサアレイのピクセル領域を画定する垂直方向の曲線と同様に曲がっている。従って、CCDチャネルの垂直方向の縁は曲線歪曲の曲率に相当する。ピクセルレベルにおいて、各CCDチャネルの垂直方向の縁は、ピクセル領域の列を部分的に画定する最も近い垂直方向の曲線と実質的に平行になっている。従って、CCDチャネル320Aの垂直方向の縁322及び324は垂直方向の曲線316と実質的に平行である一方、CCDチャネル320Bの垂直方向の縁326及び228は垂直方向の曲線318と実質的に平行である。

20

【0024】

CCDイメージセンサアレイ300は水平方向の電極をさらに含み、これらの電極は、イメージセンサアレイを横切って略水平に延びている。例示的な水平方向の4つの電極330A、330B、330C及び330Dがイメージセンサアレイの拡大された部分306に示されている。水平方向の電極は、適当な電圧を供給して光電素子の列から対応する垂直方向のCCDチャネルに累積した電荷を転送する。さらに、水平方向の電極は、適当な電圧を供給して累積した電荷をCCDチャネルに沿って垂直に転送する。CCDチャネルの垂直方向の縁と同様に、電極の垂直及び水平方向の縁は、イメージセンサアレイ300のピクセル領域304を画定する垂直及び水平方向の曲線と同様に曲がっている。ピクセルレベルにおいて、電極の垂直方向の縁は、ピクセル領域の列を部分的に画定する最も近い垂直方向の曲線と実質的に平行になっている。同様に、電極の水平方向の縁は、ピクセル領域の行を部分的に画定する最も近い水平方向の曲線と実質的に平行になっている。従って、イメージセンサアレイの拡大された部分306において、電極330A、330B、330C及び330Dの垂直方向の縁は垂直方向の曲線314、316及び318の最も近い曲線と実質的に平行である一方、電極の水平方向の縁は水平方向の曲線308、310及び312の最も近い曲線と実質的に平行である。

30

【0025】

CCDチャネル及び電極と同様に、イメージセンサアレイ300の光電素子302の垂直及び水平方向の縁は、イメージセンサアレイのピクセル領域304を画定する垂直及び水平方向の曲線と同様に曲がっている。従って、イメージセンサアレイの各ピクセル領域内の光電素子の垂直及び水平方向の縁は、そのピクセル領域を画定する垂直及び水平方向の曲線と実質的に平行である。結果として、ピクセル領域内の光電素子の形は、そのピクセル領域の形と略同様である。光電素子の縁は曲がっているので、光電素子を画定する表面

40

50

は直角の角を持たない。光電素子の形状は、光電素子、特にイメージセンサアレイの縁に近い光電素子の表面積を最大にする。従って、イメージセンサアレイの効率は、長方形の光電素子を持つ同等のイメージセンサアレイより高い。

【0026】

CCDイメージセンサアレイ300は光シールド層（図示せず）をさらに含み、この光シールド層はCCDチャネル及び電極の上にある。光シールド層は、光電素子302だけを露出するようなパターンになっている。従って、光シールド層の露出領域は、光電素子と略同様の形になっている。

【0027】

図3のCCDイメージセンサアレイ300に伴う問題は、光電素子302、CCDチャネル及び電極の曲がった縁の製造が困難であり、従ってイメージセンサアレイが従来の大量半導体製造に適していないという点である。従来の半導体製造プロセスでは、半導体素子の種々の部品を製造するためにパターン発生器によって生じるマスクが用いられる。しかしながら、パターン発生器はマスクパターンの形成に一般に長方形を使用する。従って、通常のパターン発生器を用いて曲がった縁を持つマスクを作成することができない。よって、CCDイメージセンサアレイ300のレイアウトは、従来の大量製造プロセスに対しては不適当である。

【0028】

図5に、本発明の第2の実施形態によるCCDイメージセンサアレイ500が示されている。イメージセンサアレイ500は、図3のイメージセンサアレイ300と同じ素子を含む。従って、イメージセンサアレイ500は、ピクセル領域504内に光電素子502を含む。これらの領域は、交差する水平及び垂直の曲線によって画定されている。図3と同様に、イメージセンサアレイの個々のピクセル領域504の形状をさらに明らかにするために、イメージセンサアレイ500の部分506が拡大して示されている。拡大された部分506は、イメージセンサアレイ500の例示的な4つのピクセル領域504A、504B、504C及び504Dを含む。これらの領域は、水平方向の曲線508、510及び512、及び垂直方向の曲線514、516及び518によって画定されている。例示的なピクセル領域504A、504B、504C及び504Dは、それぞれ光電素子502A、502B、502C及び502Dを含む。

【0029】

CCDイメージセンサアレイ300と同様に、CCDイメージセンサアレイ500は、垂直方向のCCDチャネルと水平方向の電極を含み、これらは例示的なCCDチャネル520A及び520B、例示的な電極530A、530B、530C及び530Dによって示されている。CCDチャネル520Aは水平方向の縁522及び524によって画定される一方、CCDチャネル520Bは水平方向の縁526及び528によって画定されている。

【0030】

イメージセンサアレイ300と比べると、イメージセンサアレイ500の光電素子502、垂直なCCDチャネル及び電極を画定する縁は、連続的に曲がっていない。その代わりに、イメージセンサアレイ500のこれらの縁は、直線セグメントを利用してイメージセンサアレイ300の対応する曲線を近似している。従って、図3のイメージセンサアレイ300の光電素子302、垂直CCDチャネル及び電極の連続的な曲がった縁が、対応する連続した曲線の縁を近似する1つ又は複数の直線セグメントによって置き換えられていることを除いて、イメージセンサアレイ500はイメージセンサアレイ300と実質的に同一である。

【0031】

あらかじめ定義された長さの（例えば標準ピクセル領域の幅よりも短い）イメージセンサアレイ500の光電素子502、CCDチャネル及び電極の縁は、それぞれ単一の直線セグメントで置き換えられている。従って、光電素子502のそれぞれの垂直及び水平方向の縁は、図3のイメージセンサアレイ300における対応する曲がった縁を近似する単一

10

20

30

40

50

の直線セグメントである。結果として、光電素子 502 の多くが非長方形の四辺形として構成されている。従って、光電素子 502 の多くは 1 つ又は複数の非直角の角を持つ。同様に、イメージセンサアレイ 500 の電極のそれぞれの垂直方向の縁は、イメージセンサアレイ 300 における対応する曲がった縁を近似する単一の直線セグメントで置き換えられる。

【0032】

しかしながら、CCD チャネルの垂直方向の縁のように、あらかじめ定義された長さより長いイメージセンサアレイ 500 の縁は、図 3 のイメージセンサアレイ 300 の対応する曲がった縁を近似する複数の直線セグメントによってそれぞれ置き換えられる。曲がった縁を近似するために複数の直線セグメントを使用することが図 6 に示されている。図 6 の曲がった点線 602 及び 604 は、イメージセンサアレイ 300 の CCD チャネルの垂直方向の縁を表わしている。複数の直線セグメントによって形成された図 6 の実線 606 及び 608 は、イメージセンサアレイ 500 の対応する CCD チャネルの縁を表わしている。図 6 に示すように、実線 606 及び 608 の複数の直線セグメントは、対応する曲がった点線 602 及び 604 を追従 (トレース) している。従って、実線 606 及び 608 の複数の直線セグメントは、曲がった点線 602 及び 604 を近似している。

10

【0033】

関連するレンズシステムの曲線歪曲を補正するように設計された本発明による CCD イメージセンサアレイ 500 の製造方法を、図 7 を参照して説明する。ステップ 702 において、イメージセンサアレイが歪曲を補償するように設計できるように、関連するレンズシステムの曲線歪曲を特徴を調べる。ステップ 704 において、既知の計算機援用設計 (CAD) ソフトウェアを利用して、イメージセンサアレイの従来の合成レイアウトが入力パターンデータとして生成される。従来の合成レイアウトは、光電素子 502A、502B、502C 及び 502D、電極 530A、530B、530C 及び 530D、CCD チャネル 520A 及び 520B 等の、製造すべきイメージセンサアレイの種々の構造の多重レベルの表示である。しかしながら、従来の合成レイアウトでは、イメージセンサアレイの構造は垂直及び水平の直線セグメントを持つように構成される。その結果、従来の合成レイアウトにおけるイメージセンサアレイの構造は、直角の角を持つ幾何形状によって画定される。結果として、光電素子 502 は長方形形状となる。さらに、従来の合成レイアウトでは、図 1 の固体イメージセンサアレイ 100 の光電素子 102 によって示したように、光電素子は曲線歪曲を補正するための不均一パターンに分布していない。

20

【0034】

次に、従来の合成レイアウトが変形されて、変形された合成レイアウトを生成し、図 5 に示すように、曲線歪曲の曲率を近似する方向の直線セグメントを持つようにイメージセンサアレイの構造を構成する。従来の合成レイアウトの変形は、曲線歪曲の特徴を利用する適当なソフトウェアを使用して、入力パターンデータを操作して直線セグメントを発生することによって達成される。ステップ 706 において、従来の合成レイアウトの垂直及び水平の直線セグメントが、曲線歪曲の曲率に相当する曲線セグメントに歪められる。曲線歪曲が樽形歪曲に関連する場合、垂直及び水平の直線セグメントは、図 3 のイメージセンサアレイ 300 のピクセル領域 304 を画定する曲線セグメントと同様に歪められる。しかしながら、曲線歪曲が別のタイプの歪曲に関連する場合、垂直及び水平の直線セグメントはその特定の歪曲に相当するように歪められる。ステップ 708 において、パターン発生器を用いて、曲線セグメントは相当する曲線セグメントを近似する 1 つ又は複数の直線セグメントに変換され、その結果、図 5 のイメージセンサアレイ 500 に似た変形された合成レイアウトが得られる。

30

【0035】

典型的なパターン発生器を用いる場合、曲線セグメントによって画定される合成レイアウトの歪められた形は、複数の適当な寸法の長方形を用いて埋められて、変形された合成レイアウトを発生する。例えば、図 8 に示すように、垂直方向の CCD チャネルは、曲線セグメント 804 及び 806 によって画定される歪んだ形 802 から、複数の直線セグメン

40

50

ト 8 1 0 及び 8 1 2 によって画定される近似形 8 0 8 に変換することができる。パターン発生器は、複数の長方形、例えば長方形 8 1 4 A、8 1 4 B、8 1 4 C、8 1 4 D 及び 8 1 4 E を用いて歪んだ形 8 0 2 を埋めることによって変換を行なう。図 8 に示すように、長方形によって曲がった形を埋める場合、長方形が互いに重なり合うことがある。しかしながら、パターン発生器によってこれらの長方形の外形だけが利用され、垂直方向の C C D チャネルの歪んだ形 8 0 2 を近似形 8 0 8 に変換するので、変換中の長方形の重なりは許容される。同様に、光電素子等の合成レイアウトのその他の歪んだ形は、種々の寸法の長方形を用いて歪んだ形を埋め、対応する近似形に変換され、変形された合成レイアウトを生成する。

【 0 0 3 6 】

10

次に、ステップ 7 1 0 において、変形された合成レイアウトを用いて、フォトマスク又は十字線（レチクル）の形態のマスタパターン画像が生成される。従って、マスタパターン画像における構造の縁は、1 つ又は複数の直線セグメントによって形成される。ステップ 7 1 2 において、マスタパターン画像を用いて、従来の大量製造プロセスにおいてイメージセンサアレイの種々の構造が半導体ウエーハ上に形成される。

【 0 0 3 7 】

ここに説明した固体イメージセンサアレイは、特定の構造を持つ C C D センサアレイである。しかしながら、本発明によるイメージセンサアレイを製造するために使用した変形は、C M O S（相補金属酸化物半導体）センサアレイ等の異なる構造を持つ C C D センサアレイ及び別のタイプの固体イメージセンサアレイを変形するために使用することもできる。

20

【 0 0 3 8 】

図 9 に、本発明によって変形された例示的な C M O S センサアレイ 9 0 0 を示す。図 5 の C C D センサアレイ 5 0 0 と同様に、C M O S センサアレイは樽形の曲線歪曲を補償するように構成されている。従って、C M O S センサアレイはピクセル領域 9 0 4 を含み、これらのピクセル領域は図 9 に示すように不均一パターンに分布している。個々のピクセル領域 9 0 4 の形状を示すために、C M O S センサアレイの拡大した部分 9 0 6 が図 9 に示されている。拡大した部分は、例示的な 4 つのピクセル領域 9 0 4 A、9 0 4 B、9 0 4 C 及び 9 0 4 D を含む。これらのピクセル領域は、水平方向の曲線 9 0 8、9 1 0 及び 9 1 2、及び垂直方向の曲線 9 1 4、9 1 6 及び 9 1 8 によって画定されている。例示的なピクセル領域 9 0 4 A、9 0 4 B、9 0 4 C 及び 9 0 4 D は、光電素子 9 0 2 A、9 0 2 B、9 0 2 C 及び 9 0 2 D を含む。C C D センサアレイの光電素子 5 0 2 と比較して、C M O S センサアレイの光電素子は、光電素子 9 0 2 A、9 0 2 B、9 0 2 C 及び 9 0 2 D によって示すように多角形形状となっている。

30

【 0 0 3 9 】

拡大した部分 9 0 6 に示すように、例示的なピクセル領域 9 0 4 A、9 0 4 B、9 0 4 C 及び 9 0 4 D は、種々の金属（metallization）ストリップ 9 2 0 を含む。これらのストリップは、光電素子 9 0 2 A、9 0 2 B、9 0 2 C 及び 9 0 2 D、電界効果トランジスタ（F E T）9 2 2 への電気接続を提供する。従来の C M O S センサアレイでは、光電素子及び金属ストリップは、水平及び垂直の直線セグメントによって画定されている。従って、従来の光電素子及び金属ストリップは直交する角を含む。しかしながら、C M O S センサアレイ 9 0 0 では、光電素子及び金属ストリップは本明細書に説明したように変形されている。従って、金属導体ストリップは、複数の直線セグメントを用いて曲線歪曲の曲率に沿うように変形されている。加えて、多角形の光電素子は、曲線歪曲の曲率を近似するように回転された直線セグメントを用いて変形されており、これによって 1 つ又は複数の非直角な角を持つ多くの多角形光電素子が生成される。

40

【 0 0 4 0 】

本発明には例として以下の実施形態が含まれる。

【 0 0 4 1 】

1. 光電素子（3 0 2、5 0 2、9 0 2 A、9 0 2 B、9 0 2 C、9 0 2 D）のアレイを

50

備える、曲線歪曲を補正するイメージセンサアレイ（300、500、900）であって、前記光電素子は曲線歪曲を補償する不均一パターンに分布し、かつイメージセンサアレイの特定の領域によって画定されており、前記特定の領域の一部は非直角な角を持つ、イメージセンサアレイ。

【0042】

2. 前記光電素子の前記特定の領域の一部が前記曲線歪曲の曲率に相当する曲線セグメントによって画定されている、上記1に記載のイメージセンサアレイ。

【0043】

3. 前記光電素子の前記特定の領域の一部が多角形領域を形成する直線セグメントによって画定されている、上記1に記載のイメージセンサアレイ。 10

【0044】

4. 前記曲線歪曲の前記曲率に相当する縁を持つ細長構造（320A、320B、520A、520B、920）をさらに含む、上記1、2又は3に記載にイメージセンサアレイ。 15

【0045】

5. 前記細長構造の縁が前記曲線歪曲の曲率を近似する複数の直線セグメント（606、608）によって画定されている、上記4に記載のイメージセンサアレイ。

【0046】

6. 曲線歪曲を補正するために設計されたイメージセンサアレイ（300、500、900）の製造方法であって、 20

前記イメージセンサアレイの構造を画定する直線セグメントを含む前記イメージセンサアレイの原合成レイアウトを生成する（702）ことと、

前記曲線歪曲の前記曲率に相当する曲線セグメントに前記直線セグメントを歪める（706）ことを含む、前記原合成レイアウトを変形された合成レイアウトに変換する（706、708）ことと、

前記変形された合成レイアウトを使用して、前記イメージセンサアレイの構造を形成し、前記イメージセンサアレイを製造する（712）ことを含む、
イメージセンサアレイの製造方法。

【0047】

7. 前記原合成レイアウトを前記変形された合成レイアウトに変換する（706、708）ステップが、前記構造の前記曲線セグメントを、前記曲線セグメントの方向を近似する置換直線セグメントに変換すること（708）を含む、上記6に記載のイメージセンサアレイの製造方法。 30

【0048】

8. 前記構造の前記曲線セグメントを置換直線セグメントに変換する（708）ステップが、前記曲線セグメントのうちの一部を、前記変換された曲線セグメントに沿う方向の単一の直線のセグメントに変換することを含む、上記7に記載のイメージセンサアレイの製造方法。

【0049】

9. 前記曲線セグメントのうちの一部を单一の直線セグメントに変換するステップが、前記イメージセンサアレイの光電素子（302、502、902A、902B、902C、902D）を画定する前記曲線セグメントを、多角形領域を形成する直線セグメントのセットに変換することを含み、前記多角形領域の一部は非直角な角を持つ、上記8に記載のイメージセンサアレイの製造方法。 40

【0050】

10. 前記構造の前記曲線セグメントを置換直線セグメントに変換する（708）ステップが、前記曲線セグメントのうちの一部を、前記変換された曲線セグメントに略追従する複数の直線セグメント（606、608）に変換することを含む、上記7、8又は9に記載のイメージセンサアレイの製造方法。 50

【0051】

本発明の特定の実施形態について説明したが、本発明はこのような特定の形態に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】均一パターンに分布した光電素子を持つ従来の固体イメージセンサアレイのレイアウトを示す図である。

【図2】関連するカメラレンズシステムの曲線歪曲を補正するために不均一パターンに分布した光電素子を持つ従来の固体イメージセンサアレイのレイアウトを示す図である。

【図3】本発明の第1の実施形態による電荷結合素子(CCD)イメージセンサアレイのレイアウトを示す図である。 10

【図4A】どのような歪曲も持たない基準画像を示す図である。

【図4B】樽形歪曲を持つ比較画像を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施形態によるCCDイメージセンサアレイのレイアウトを示す図である。

【図6】曲線歪曲の曲率に沿う曲がった縁を持つCCDチャネルと曲線歪曲の曲率を近似する複数の直線セグメントを持つCCDチャネルとの違いを示す図である。

【図7】本発明による図5のCCDイメージセンサアレイを製造する方法のフロー図である。

【図8】曲線セグメントによって画定された歪んだ形から複数の直線セグメントによって画定された近似形にCCDチャネルを変換する方法を示す図である。 20

【図9】本発明の実施形態によるCMOS(相補金属酸化物半導体)センサアレイのレイアウトを示す図である。

【符号の説明】

300 イメージセンサアレイ

302 光電素子

320A、320B 細長構造

500 イメージセンサアレイ

502 光電素子

520A、520B 細長構造

606、608 直線セグメント

900 イメージセンサアレイ

902A、902B、902C、902D 光電素子

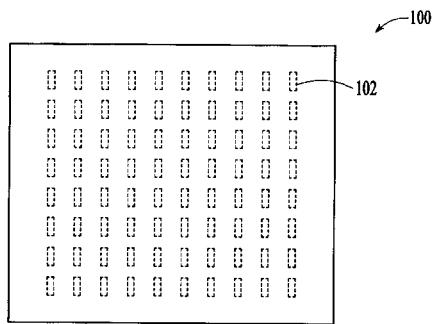
920 細長構造

10

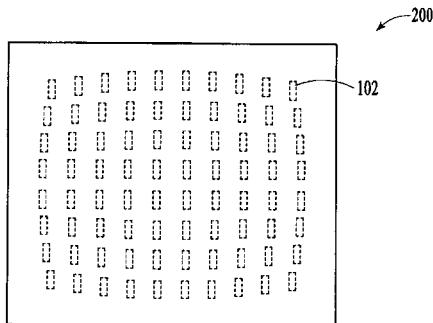
20

30

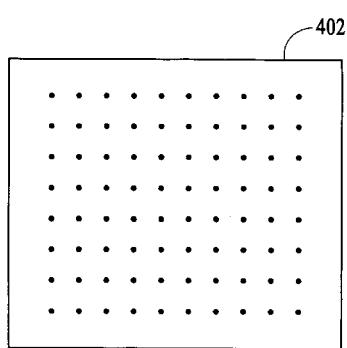
【 図 1 】



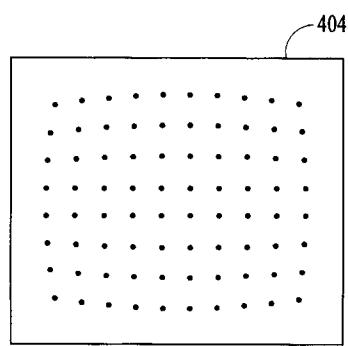
【図2】



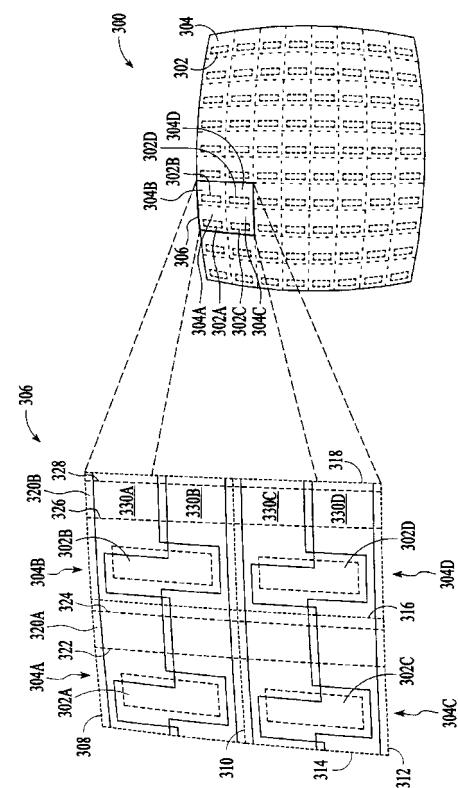
【図4A】



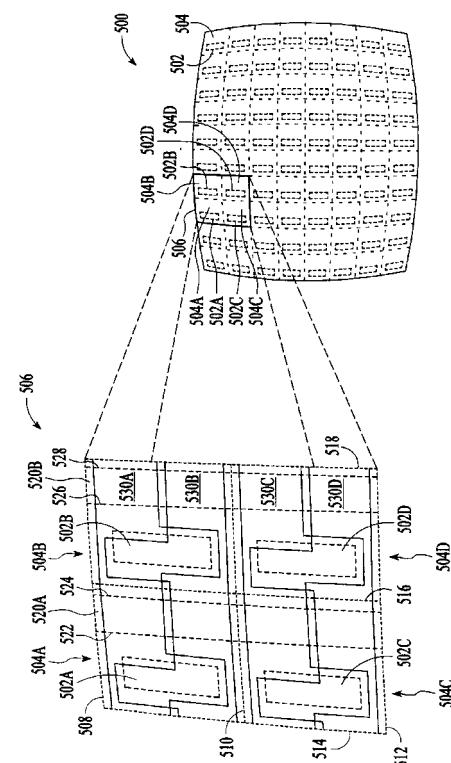
【図4B】



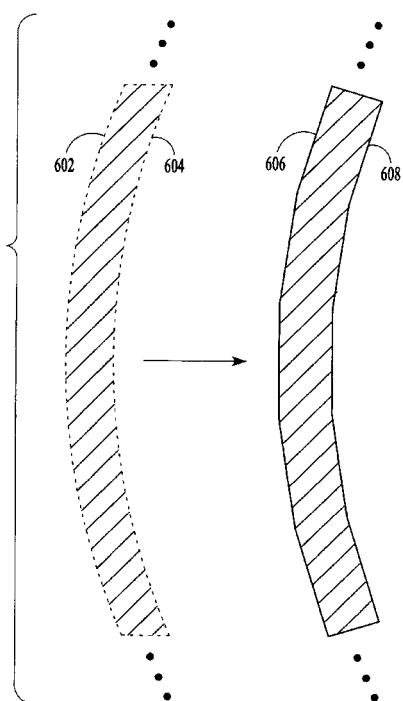
【 図 3 】



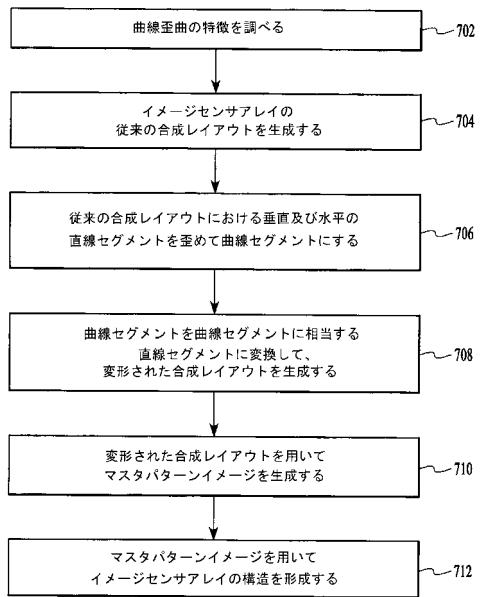
【図5】



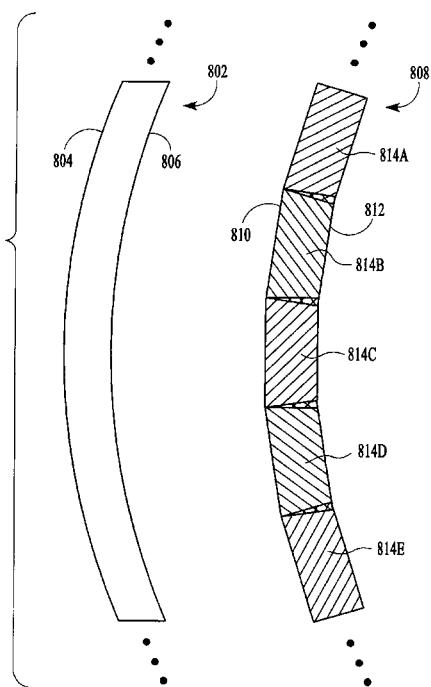
【図6】



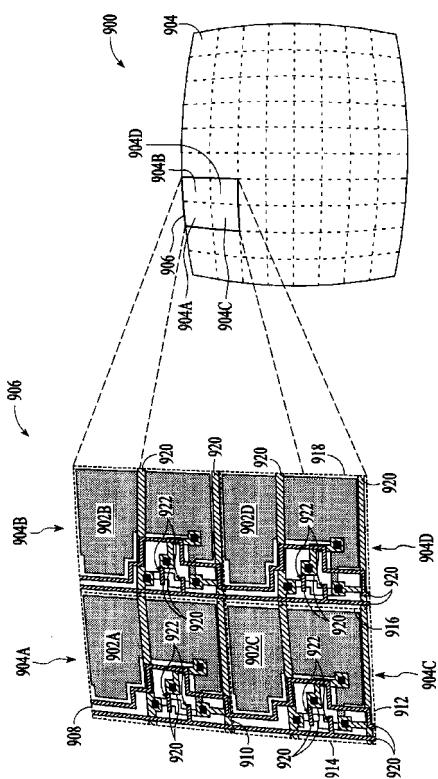
【図7】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 ギャリー・ビー・ゴードン

アメリカ合衆国 9 5 0 7 0 カリフォルニア州サラトガ、パンク・ミル・ロード 2 1 1 1 2

審査官 柴山 将隆

(56)参考文献 特開平 0 1 - 1 1 9 1 7 8 (JP, A)

特開平 0 7 - 2 4 0 8 7 7 (JP, A)

特開平 1 1 - 1 9 1 8 6 7 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/148

H01L 27/146

H04N 5/369