

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5309284号
(P5309284)

(45) 発行日 平成25年10月9日 (2013. 10. 9)

(24) 登録日 平成25年7月12日 (2013. 7. 12)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 27/148 (2006. 01)

H O 1 L 27/14 B

H O 1 L 27/14 (2006. 01)

H O 1 L 27/14 Z

H O 4 N 5/372 (2011. 01)

H O 4 N 5/335 7 2 O

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-547658 (P2001-547658)
 (86) (22) 出願日 平成12年12月20日 (2000. 12. 20)
 (65) 公表番号 特表2003-518746 (P2003-518746A)
 (43) 公表日 平成15年6月10日 (2003. 6. 10)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2000/034954
 (87) 国際公開番号 W02001/047022
 (87) 国際公開日 平成13年6月28日 (2001. 6. 28)
 審査請求日 平成19年12月17日 (2007. 12. 17)
 (31) 優先権主張番号 60/171, 698
 (32) 優先日 平成11年12月22日 (1999. 12. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 513056628
 トゥルーセンス イメージング インコー
 ポレイティッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90
 210 ビバリーヒルズ 360 ノース
 クレセント ドライブ プラチナム エ
 クィティ リミティッド ライアビリティ
 カンパニー内
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 シェパード ジョン ポール
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
 スター ヘムロック ウッズ レーン 1
 18

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電荷伝達効率測定用光学試験装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像センサであって、
 画素の行と列を含む光活性領域と、
 前記光活性領域を取り囲む光遮蔽物と、
 前記光遮蔽物に隣接した少なくとも1個の光活性試験列と、
 前記光活性試験列に隣接して配置された少なくとも1個の不活性列と、
 を具備し、前記光活性試験列は前記光遮蔽物と前記不活性列の間に配置され、
 さらに、前記光活性領域と前記光活性試験列とに連結され、前端部と後端部とを有する
 水平シフトレジスタを、具備し、

前記光活性試験列からの信号に続く後端側信号は前記水平シフトレジスタの相対無効率
 を表し、

前記不活性列は前記水平シフトレジスタから分離されていることを特徴とする画像セン
 サ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像センサであって、さらに、前記不活性列に結合され、前記不活性
 列に収集された電荷を除去するためのドレーンを、具備することを特徴とする画像センサ
 。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の画像センサにおいて、前記ドレーンは前記水平シフトレジスタから電

氣的に絶縁されている、ことを特徴とする画像センサ。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の画像センサにおいて、前記光活性試験列の両側には、前記不活性列がそれぞれ配置されていることを特徴とする画像センサ。

【請求項 5】

画像センサ領域配列であって、
一連の行と列に配列された画素の配列と、
前記列に動作可能に連結された複数の垂直シフトレジスタと、
前記垂直シフトレジスタに連結され、前端部と後端部とを有する少なくとも 1 個の水平シフトレジスタと、
前記水平シフトレジスタに前記の前端部で電氣的に結合された出力装置と、
暗参照レベルを提供し、前記水平シフトレジスタに電氣的に結合される少なくとも 1 個の遮蔽された列であって、前記画素の配列を取り囲む遮蔽された列に隣接し、電荷を前記水平シフトレジスタに転送する少なくとも 1 個の光活性試験列と、を具備し、
前記光活性試験列からの信号に続く後端側信号は前記水平シフトレジスタの相対無効率を表し、

前記光活性試験列に隣接して配置された少なくとも 1 個の不活性列は前記水平シフトレジスタから分離されていることを特徴とする画像センサ領域配列。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の画像センサ領域配列であって、さらに、前記不活性列に結合され、前記不活性列に収集された電荷を除去するためのドレーンを、具備することを特徴とする画像センサ領域配列。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の画像センサ領域配列において、前記ドレーンは前記水平シフトレジスタから電氣的に絶縁されている、ことを特徴とする画像センサ領域配列。

【請求項 8】

請求項 5 に記載の画像センサ領域配列において、前記光活性試験列の両側には、前記不活性列がそれぞれ配置されていることを特徴とする画像センサ領域配列。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、光注入を利用して CCD 固体画像センサに対する電荷伝達効率を測定する内蔵試験装置を有する電荷結合デバイス (CCD) 固体画像センサに関する。

【0002】

(背景技術)

多くの高度な画像応用技術は、現在では、大規模に構成されたエリア CCD 画像センサを利用している。これらのエリア配列は、画素の 2 次元的配列から構成され、しばしば垂直または並列レジスタと呼ばれ、通常、行から行へと伝達されて、1 個の行に伝達され、この 1 個の行は、しばしば水平または直列レジスタと呼ばれ、クロック駆動されて、当該信号を出力するのに用いられる。あるセンサは 1 個以上の水平レジスタを具備することも出来る。この構成の長所は、高い感度、高電荷容量および低暗電流であり、結果的に極めて大きなダイナミックレンジが得られる。これらの大規模構成画像センサに対する性能の重要な基準は電荷伝達効率 (CTE) であり、電荷が CCD レジスタに沿ってどれだけ完全に伝達されるかを評価する。Brodersen 等は、「電荷結合デバイスにおける伝達効率の実験的特性」、IEEE 論文集、ED-22、No. 2、1975 年 2 月、pp. 40-46 (参照によりここに取り込む) において、CTE を劣化させる電荷の一定損失、比例損失、および非線形損失について記述している。もし CTE = 1 であれば、電荷の全てがある相 (phase) から次の相まで移動されたことを示す。後に残留した電荷の割合は電荷伝達無効率 (CTI) と呼ばれ、 $CTI = 1 - CTE$ で表される。もし、ある画

素からの電荷の一部が、移動中、残留したとすれば、画像内の隣接する画素間のコントラストが失われる結果になる。カラーセンサに対しては、隣接する画素内の電荷は通常異なる色を表すから、これは色相の変化をもたらす結果になり得る。CTIに起因する隣接画素内の電荷の混合は色の変化をもたらす結果になる。垂直および水平レジスタの両者においてCTEが良好ことは重要であるけれども、水平レジスタにおいて良好なCTEは、クロック周波数が高いこと、または、電荷をある相から次の相まで移動させるのに利用できる時間が短いことから、実現がより困難である。大規模構成画像センサの多くは、現在、レジスタにおいて5000を優に超過する移動を必要とするから、信号保全性を維持し、コントラスト損失および色誤りを防止するために、 10^{-5} 以下のCTI（または $CTE > 0.99999$ ）が必要である。

10

【0003】

CTEは、一般にCCDシフトレジスタ（通常は水平）の入力端上に組み込まれた「フィルおよびスピル（fill and spill）」電気注入回路（参照によりここに取り込まれたM. F. Tompsett、電子装置に関するIEEE論文集、ED-22、No. 6、1975年6月、pp. 305-309およびW. F. Kosonocky、J. E. Carnes、RCAレビュー、36、p. 566、1975年9月）を含めることによって測定される。電気注入構造物（電荷パケットが「クロック駆動（clocking）」によって配列の中に生成されるCCDシフトレジスタの端部に追加された追加のゲートやダイオード）に伴う困難は、それらは各ダイに対して調整が必要であり、それによって試験の自動化をさらに困難にすることである。さらに、これらの小形のゲートは静電放電（ESD）に感じ易く、さもないと機能的な装置が、試験構造物のESD故障から、損害を受ける結果になる。

20

【0004】

$^{55}\text{Fe}_{26}$ のようなX線放射源は、周知の一定の入力レベルを提供するけれども余分な装置と安全の注意が必要であるため生産現場の試験環境における利用を妨げている。特定の同位元素の一定のエネルギーレベルは、また、信号レベルの関数としてCTEを測定する能力を妨げる。さらに、最も有用なX線放射源の一つである $^{55}\text{Fe}_{26}$ は、有効な寿命時間が短い。

【0005】

光注入すなわち光学的に生成されたパケットの使用も、また、直線状配列に対するCTEの特性表示のために用いられてきた。Herbert J. Erhardtは、参照によりここに取り込まれた1994年11月29日の米国特許第5369357号の中で、直線状CCD配列に対する実施について記述している。これは、ゲートの制御を独立して行い、光学的に生成されたパケットをCTEの特性表示のためにCCDレジスタの中に伝達することを必要とする。これは、2次元配列に対しては実施することが困難であろう。

30

【0006】

（発明の開示）

本発明は、特殊な画素をCCD画像装置の中に取り込み、CTEを現場で監視することを可能にする。これらの特殊な画素は、光活性列（1個または複数の列）を、暗参照領域の外部、装置の前端および後端に有している。この（またはこれらの）列は、垂直光注入列と呼ばれる。CTE測定のための電荷パケットは、垂直光注入列から水平レジスタ内に正規の行伝達によって「注入」される。

40

【0007】

光活性列から到着する光学的および拡散クロストーク成分を除去するため、隣接する掃き出し列が追加され、正規の垂直電荷伝達の反対側の方向に電荷を伝達させる。これらの掃き出し列（scavenging column）は、迷光（stray light）によって生成された電荷、または光学的に活性な画素の空乏領域の下に生成され、隣接する掃き出し列に拡散する電荷を収集する。これらの掃き出し列は、配列の頂部においてドレーンに電氣的に結合され、これらの画素内に収集されたいずれの電荷も除去する。これらの掃き出し列は、水平CC

50

Dレジスタには、電氣的に結合されておらず、そのため、電荷は、掃き出し列の下で垂直列から水平レジスタの対応する画素の中に伝達されない。

【0008】

光注入信号を含む画素に続く水平画素から読み取られた電荷だけが、伝達されなかった電荷から来た筈であり、その結果、C T Eの正確な測定が可能である。入力刺激は、センサを光で照明することによって供給される。光の強度または露光を変化させることによって、伝達効率の伝達曲線が信号の関数として得られる。異なる露光ごとに、それらの結果としての信号レベルが得られるであろう。得られた水平方向プロファイルを用いて、少伝達量（前端）の場合と多伝達量（後端）の場合における伝達効率を計算することができる。もし、センサが均一に照明されているか、または、同一の電荷が1個または複数の光注入列の各画素から伝達されているように読み取られる場合は、水平方向プロファイルは平均化され、C T Eの計算の精度を向上させることができる。カメラ内のソフトウェアのルーチンは、この情報を利用してこのような無効率を補償する。

【0009】

（発明を実施するための最良の形態）

図1に示されたフルフレームCCD画像センサは、以下の検討における典型的な画像センサ100として用いられる。図1に示された構造の全ての態様が従来から周知されているわけではない。垂直CCDシフトレジスタが形成され、これは集積光活性領域として機能し、また、画素の並列（1行ずつの）読取にも役立つ。

【0010】

各垂直（並列）レジスタは、画素の矩形配列を有する。光活性領域または画像領域103は、通常は、問題とする放射線の入射を妨げる、金属の様な不透明な材料または光遮蔽物1021によって覆われた画素を有する暗参照（dark reference）領域102によって取り囲まれている。水平レジスタ200は、各行または線を垂直レジスタから一度に1個ずつ受け取り、電荷パケットを画素から単一の出力ノードVoutに連続的に移し替える。出力ノードVoutは、各電荷パケットを電圧に変換し、その電圧は処理され、デジタル化される。

【0011】

暗参照領域102の外側の装置の前端と後端に光注入構造物104（図2参照）を形成している列グループの内部には、C T Eの現場監視を可能にする特殊な画素が含まれている。図2に示す様に、これらの画素は、光注入列110と112を含み、これらは光活性であり、両側が掃き出し列114によって覆われている。光学のおよび拡散クロストーク成分や周縁1102（図4参照）からのスプリアス電荷を除去するため、掃き出し列114が、光注入列110と112の両側に追加されている。掃き出し列114は、金属のような不透明な材料で覆うことも可能であり、収集した電荷のいずれをも正規の垂直電荷伝達とは反対方向にドレーンまで伝達させる（図2の矢印参照）。さらに重要なことには、掃き出し列は水平レジスタ200に結合されていないので、スプリアス信号は水平レジスタの水平画素214に伝達されない。図4に示すように、配列の頂部のドレーン1104は、掃き出し列114に電氣的に結合され、これらの掃き出し画素内に収集された電荷のいずれをも除去する。

【0012】

入力刺激は、センサを光で照明することによって供給される。この光によって光注入列110と112内に生成された電子は、各行から水平レジスタのそれぞれの画素210と212内に「注入」または伝達される。図5に示された水平プロファイルの結果は、少伝達量（前端）の場合と多伝達量（後端）の場合における伝達効率を計算するのに用いることができる。

【0013】

水平電荷伝達効率は数個の成分から構成される。これらの中には、ゲート上の水平レジスタの第1相から出力構造物上への電荷伝達と水平レジスタに沿った伝達がある。前端における光注入構造物104は、光注入列110を含み、光注入列110から出力端までの

伝達が極めて少ないので、本来第1ゲート上の出力構造物上へのCTEを測定する。水平レジスタに沿ったCTEは、一般に数千の伝達を含むから、通常、光注入列112を含む後端における光注入構造物104において支配的である。光の強度または露光を、例えば低露光状態から高露光状態へ変化させる一連の測定によって伝達効率の伝達曲線を信号の関数として生成する。図7は、レジスタの後端の光注入列112から注入する場合の代表的伝達曲線を示す。

【0014】

本発明は、水平レジスタの特性表示と校正のために2次元配列CCD画像センサの水平レジスタ内に電荷を注入するための光学的構造物を提供する。この構造物は、水平レジスタの電荷伝達効率(CTE)と信号レベルの関係を測定するために使用することが出来る。垂直レジスタの1行分が水平レジスタ200の中に伝達された後、それは引き続き出力増幅器Voutに伝達される。図5は、出力増幅器における信号と画像装置の代表的列に対する列番号の関係をプロットしたものである。「ダミー」またはクロック外領域からの信号1300は電荷を含まない。これは、この画像に対するゼロ参照レベルである。第1の光注入列110からの信号1302の後には、後端水平画素214における後端信号1314が続く。掃き出し列114は、水平レジスタ200に結合されていないから水平画素214に対して何らの信号も与えない。後端信号1314は、単に、伝達無効率(transfer inefficiency)に起因して残留した電荷に起因するものである。前端光注入構造物104に対する1314の大きさを考慮することが、極めて僅かの伝達であるので、CTIを考慮するよりも通常はさらに有効である。

【0015】

箱状部分1303は、CTIによって失われた信号(後端画素における1314として現れる)と光注入列110から掃き出し列114への拡散によって失われた信号を表す。信号1306は、光遮蔽物1021の下で暗参照列からの暗電流信号である。画像領域103内の第1番目の光活性列に隣接する暗参照列は、付加信号1310を有し、この付加信号は、画像領域103の第1番目の光活性列の下で光生成電子の拡散に起因して失われた信号1316の一部を構成している。画像領域103内の他の光活性列の全ては、拡散によって電荷を失うけれども、それらの列の大部分は、また、隣接する列から拡散によって電荷を得る。最初と最後の光活性列は、電荷の拡散に寄与する片側の光活性列を有しないからより少ない信号しか保持しない。(実際に、この最初と最後の「数個の」列は、より少ない信号を入射光線の波長に依存して保持する筈であるけれども、本出願では、理解を容易にするため単純に第1近似を用いる。)信号1310と1311の大きさは光線の波長に依存する。この信号は、入射光が青の場合に小さく、入射光の波長が長くなる(赤くなる)につれて大きくなる。長い波長(赤)の入射光は、より長い吸収深さを有するから、より大きな拡散信号1310(または1311)を生成するであろう。電荷は画素空乏(または捕集)領域のさらに下に生成され、多くの電荷が隣接する画素に拡散するであろう。

【0016】

画像領域103の各行は、信号1308に寄与し、この信号1308は水平レジスタの画素203に伝達される。この例では、センサは空間的に均一な光源を用いて照明されていると仮定している。画像領域103の最後の光活性列内の信号には、また、暗参照領域102への電荷の拡散に起因する信号損失1316が生じる。この損失信号は、暗参照領域102の最初の後端列内の付加信号1311の一部として現れる。光学的クロストークも、また1311の一因となる。1310とは異なり、信号1311は、また、画素が光活性列を伴っているため、CTIに起因する成分を有する。

【0017】

図6は、図4においてアイテム1100として示された円部の分解詳細断面図を示す。もっと具体的に言えば、図6は、暗参照領域102とこの暗参照領域102の縁部に隣接する画素1200のいくつかを示す。暗参照光遮蔽物1021の縁に入射する光線1204は、層状部の光導波作用によって、画素1200まで「パイプ」されて導かれる。さら

10

20

30

40

50

に、空乏領域の下で生成された電子 1202 も、また、画素 1200 まで拡散することができる。画素 1200 内のこの付加的信号は、光学および拡散によるクロストークと C T I とに起因する。暗参照領域 102 の最初の後端暗参照列からのこの信号 1311 は、水平レジスタ内に伝達される。従来の装置においては、後続する信号 1311 のどれだけが垂直レジスタ内の隣接する列からの電荷の拡散に起因するのか、または光の導波作用に起因するのか、さらに、どれだけが水平レジスタ内の伝達無効率に起因するのかを決定することが困難である。このことは、画像領域 103 内の最後の列から暗参照領域 102 内の最初の列へ移行する場合の C T I のいずれの計算をも、極めて信頼できないものにする。さらに、この後続する信号 1311 は、入射光の波長に依存する。

【0018】

10

しかし、本発明では、信号 1306 は、暗参照領域 102 から水平画素 202 内に伝達される電荷によることが知られており、信号 1310 から分離することができる。さらに、掃き出し列 114 へのドレーン 1104 の結合によって、水平画素 214 内の電荷パケットに起因する信号 1300 は、垂直レジスタ内の掃き出し列（1個またはそれ以上）114 が水平レジスタに結合されていないので、掃き出し列 114 からの電荷を何も含まない。信号 1300 は、光注入列に対する背景または零参照値を与える。もし必要ならば、光注入列の前端側の掃き出し列は省くことができる。

【0019】

信号 1304 は、後端側光注入列 112 から伝達された電荷に起因するものである。本発明の主眼点は、掃き出し列（1個または複数）114 からの信号は水平画素 214 に伝達されないから、水平レジスタ内の隣接する後端画素内の信号 1315 は、伝達無効率に起因して残留した電荷からだけであるという点である。さらに、信号 1315 は、拡散に起因する電荷を含む隣接する列は水平レジスタに結合されていないから、試験に用いられた入射光の波長に無関係である。信号 1300 は水平クロック外領域からのものであり、これは全ての列からの信号が伝達され終わった後に空画素が繰り返し伝達されたことによるものである。

20

【0020】

図 5 から、光注入列 112 からの伝達当たりの C T I の簡単な推定は、

[数 1]

$$CTI = (S(1315) - S(1300)) / (S(1304) - S(1300) + S(1315) - S(1300)) / N$$

30

によって計算できる。ここで N は画素 212 から出力端への伝達数である。これは、1315 以後の後続する信号が無視でき（言い換えれば C T E が比較的良好）、かつ第 1 段階での伝達に起因する C T I が無視されることを仮定している。同様な式が前端側光注入構造物 104 の光注入列 110 からの伝達当たりの C T I に対しても成り立つ。ただし、S(1315) を S(1314) に置き替え、N は画素 210 から出力端への伝達数である。

【0021】

前端側光注入列 110 に対する次の例を考える。水平クロック外信号 1300 は 2000 個の電子からなるとし、画素 210 における（光注入列 110 からの）光注入信号 1302 は 12000 個の電子からなるとし、後続信号 1314 は 80 個の電子からなるとし、光注入列の数は二相水平クロックに対して 20 列であると仮定する。この場合、C T I は、

40

[数 2]

$$CTI = (80) / (12000 - 2000) / (20 * 2) = 2E - 4$$

となり、また

[数 3]

$$CTE = 1 - CTI = 0.9998$$

となるであろう。後続する光注入列 112 を考える。水平クロック外信号 1300 は 2000 個の電子からなり、光注入列 112 からの光注入信号 1304 は 12000 個の電子からなり、後続信号 1315 は 100 個の電子からなり、光注入列の数は二相水平クロッ

50

クに対して 1 0 0 0 列であると仮定する。この場合、C T I は、
[数 4]

$$CTI=(100)/(12000-2000)/(1000*2)=5E-6$$

となり、また

[数 5]

$$CTE=1-CTI=0.999995$$

となるであろう。この例では、前端側注入構造物における 8 0 個の電子の後続信号 1 3 1 4 (画素 2 1 0 に続く) は、後端側注入構造物における 1 0 0 個の電子の後続信号 1 3 1 5 (画素 2 1 2 に続く) と殆ど同じ大きさである。このように、前端側光注入構造物 1 0 4 は、画素 2 1 0 から出力端への伝達は極めて少ないので、伝達無効率の大部分は最初の水平相からの伝達において生じることを示す。後端側光注入構造物 1 0 4 は、水平レジスタに沿った伝達効率が良好であることを示す。

10

【 0 0 2 2 】

もし必要ならば、繰り返し計算 (iteration) によってこの推定を改善することができる。もっと具体的に言えば、本発明では、C T I を出力端への第 1 段階での電荷損失とレジスタに沿った N 回の伝達に起因する電荷損失の和に分解し、S (1 3 1 5) の代わりに [S (1 3 1 5) - S (1 3 1 4)] を用い、後端側光注入構造物 1 0 4 の画素 2 1 2 を用い、最初の相における電荷損失を無視して、伝達当たりの C T I を計算することができる。このようにして、本発明では、伝達当たりの C T I のこの推定値を用いて、前端側光注入構造物 1 0 4 を用いる最初の相における電荷損失を計算し、その計算結果が収束するまで繰り返し計算を行うことができる。

20

【 0 0 2 3 】

以上、本発明を、ある好適な実施態様に特に関連させて詳細に説明したけれども、本発明の精神と範囲内において多様な変更や変形が達成できることが理解できよう。例えば、この光学試験装置は行間伝達、フレーム伝達、およびフレーム行間伝達 C C D 画像センサに関しても用いることができよう。いずれの場合においても、水平レジスタ内に電荷を伝達しない隣接かつ当接した列が、光注入列 (1 個または複数) を取り囲む。

【図面の簡単な説明】

上記およびその他の目的、態様、および長所は、以下の図面を参照しながら本発明の好適な実施態様の詳細な説明を読むことによってさらに良く理解できるであろう。

30

【図 1】 図 1 は、画像センサの概略構成図である。

【図 2】 図 2 は、図 1 に示された画像センサの縁部に沿った暗領域の詳細を図示する概略図である。

【図 3】 図 3 は、光感受性列の信号値を隣接する後端側列内に見られる信号の関数としてプロットした曲線である。

【図 4】 図 4 は、画像センサを図示する概略図である。

【図 5】 図 5 は、図 4 に示した構造物の信号と列番号の関係をプロットした図である。

【図 6】 図 6 は、図 4 に示した画像センサの一部分の詳細断面を示す概略図である。

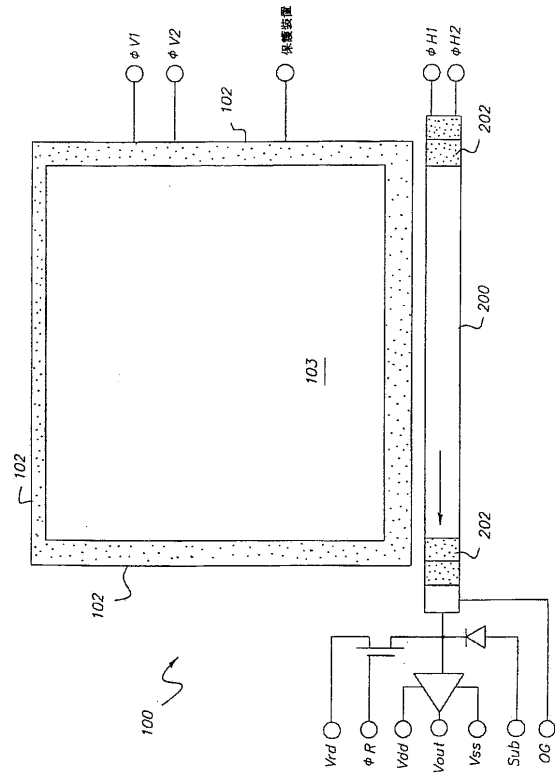
【図 7】 図 7 は、水平 C T E と信号レベルの関係を示す伝達曲線である。

【符号の説明】

40

1 0 0 代表的画像センサ、1 0 2 暗参照範囲 (または領域)、1 0 3 画像領域、1 0 4 光注入構造物、1 1 0 光注入列、1 1 2 光注入列、1 1 4 掃き出し列、2 0 0 水平レジスタ、2 0 2 水平画素、2 0 3 画素、2 1 0 画素、2 1 2 画素、2 1 4 水平画素、1 0 2 1 光遮蔽物、1 1 0 0 項目、1 1 0 2 周縁、1 1 0 4 ドレーン、1 2 0 0 画素、1 2 0 2 電子、1 2 0 4 光線、1 3 0 0 信号、1 3 0 2 信号、1 3 0 3 箱状部分、1 3 0 4 信号、1 3 0 6 信号、1 3 0 8 信号、1 3 1 0 信号、1 3 1 1 信号、1 3 1 4 信号、1 3 1 5 信号、1 3 1 6 信号。

【図 1】



【図 2】

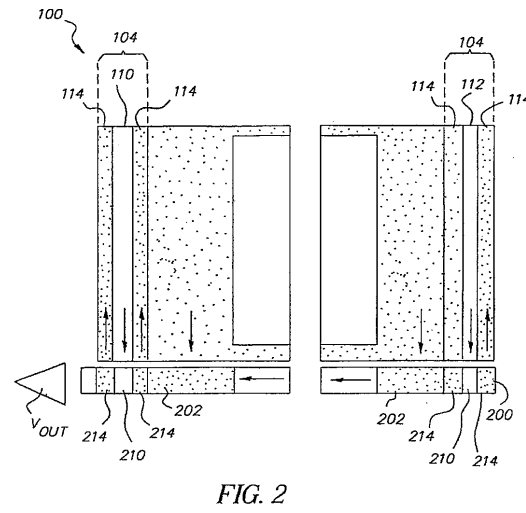
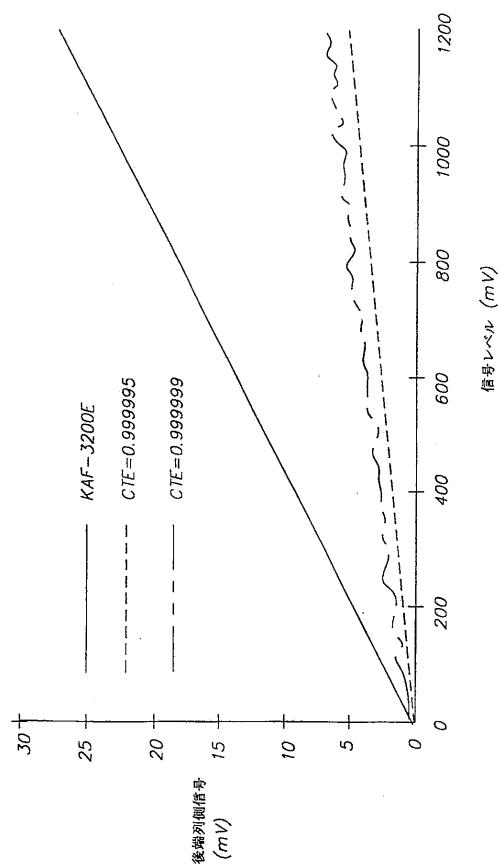


FIG. 2

【図 3】



【図 4】

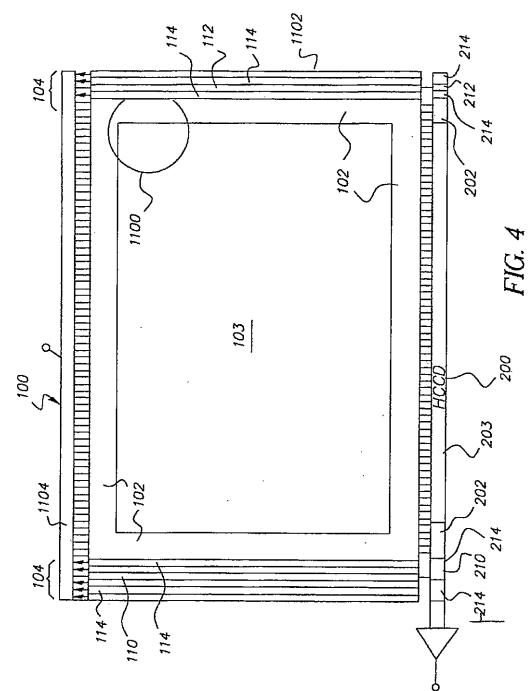
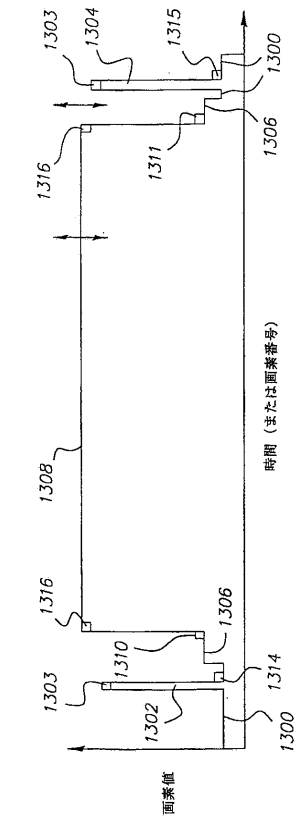
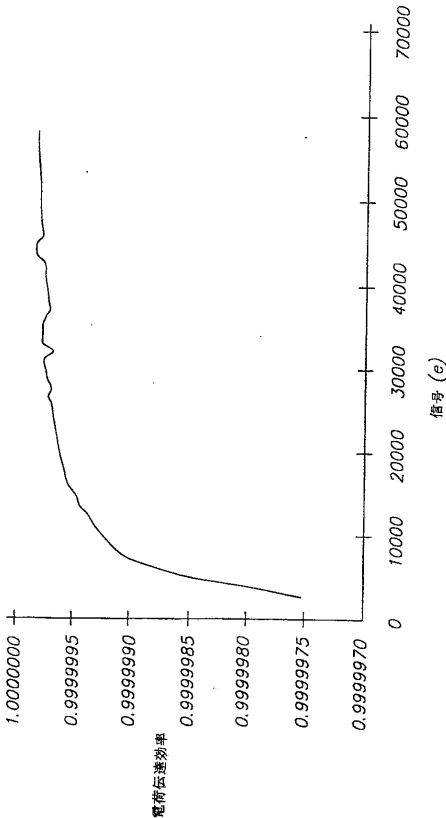


FIG. 4

【図 5】



【図 7】



【図 6】

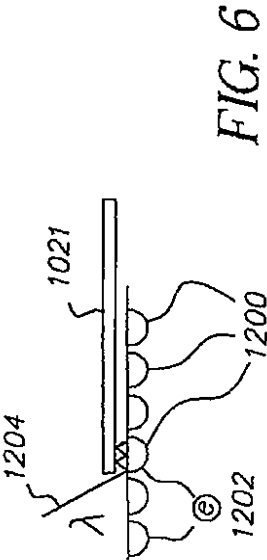


FIG. 6

フロントページの続き

(72)発明者 スティーブンス エリック ゴードン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェスター シナバー ロード 168

審査官 瀧内 健夫

(56)参考文献 特開昭64-088167(JP,A)
特開平01-286584(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 27/148
H04N 5/372