

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4310190号
(P4310190)

(45) 発行日 平成21年8月5日(2009.8.5)

(24) 登録日 平成21年5月15日(2009.5.15)

(51) Int. Cl.			F I		
HO 1 J	31/50	(2006.01)	HO 1 J	31/50	D
HO 1 L	27/146	(2006.01)	HO 1 L	27/14	F
HO 4 N	5/335	(2006.01)	HO 4 N	5/335	V

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-535229 (P2003-535229)	(73) 特許権者	597076152
(86) (22) 出願日	平成14年10月9日 (2002.10.9)		アイティーティー マニュファクチュアリング エンタープライズ インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2005-506657 (P2005-506657A)		ITT Manufacturing Enterprises Inc.
(43) 公表日	平成17年3月3日 (2005.3.3)		アメリカ合衆国 19801 デラウェア州 ウィルミントン スイート 1217 ノース マーケット ストリート 1105
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/032101		1105 North Market Street Suite 1217 Wilmington Delaware 19801 United States of America
(87) 国際公開番号	W02003/032358		
(87) 国際公開日	平成15年4月17日 (2003.4.17)		
審査請求日	平成17年9月13日 (2005.9.13)		
(31) 優先権主張番号	09/973, 907		
(32) 優先日	平成13年10月9日 (2001.10.9)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インテンシファイハイブリッド固体センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a. イメージから光を受けるための入力側と出力側とを有するフォトカソードであって、該出力側から該フォトカソードにより生成された電子が出る、フォトカソードと、

b. 該フォトカソードの出力表面に隣接して配置された入力表面と、出力表面と、該入力表面と該出力表面との間で形成された複数のチャンネルとを有するマイクロチャンネルプレートであって、該マイクロチャンネルプレートの該出力表面から増加した数の電子が放射する、マイクロチャンネルプレートと、

c. 該フォトカソードと該マイクロチャンネルプレートとの間に第1バイアス電圧を印加する第1電気接続と、

d. 電子受信表面と、インテンシファイイメージ信号を出力する出力とを有する固体イメージデバイスであって、該電子受信表面は、該マイクロチャンネルプレートの該出力表面に隣接して配置され、該マイクロチャンネルプレートから出力されて増加した数の電子を受け、固体イメージデバイスと、

e. 該マイクロチャンネルプレートと固体イメージセンサとの間に第2バイアス電圧を印加する第2電気接続と、

f. 該フォトカソードと該マイクロチャンネルプレートと該固体イメージデバイスとをユニットとして保持する真空のボディと

を含む、インテンシファイ固体イメージセンサであって、

絶縁層が、該マイクロチャンネルプレートの出力表面と、該固体イメージセンサの電子受

10

20

信表面とを分離し、

該絶縁層は、該マイクロチャンネルプレートの出力表面または該固体イメージセンサの該電子受信表面のいずれかの上に配置される厚さの寸法を有する薄い堆積層であり、

該マイクロチャンネルプレートの出力表面は、該薄い堆積層の該厚さの寸法と同じ距離だけ、該固体イメージセンサの該電子受信表面から離れている、インテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 2】

前記第 1 バイアス電圧が約 2 0 0 0 V より小さい、請求項 1 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 3】

前記第 2 バイアス電圧が約 1 0 0 V より大きい、請求項 1 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 4】

前記固体イメージデバイスが C C D である、請求項 1 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 5】

前記 C C D が背面薄型 C C D である、請求項 4 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 6】

前記 C C D が標準 C C D である、請求項 4 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 7】

前記固体イメージデバイスが C M O S イメージセンサである、請求項 1 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 8】

前記マイクロチャンネルプレートの前記出力表面、および前記固体イメージセンサの電子受信表面が少なくとも部分的に物理接触する、請求項 1 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 9】

前記絶縁層が、前記固体イメージデバイスの前記電子受信表面、または前記マイクロチャンネルプレートの前記出力表面のいずれか 1 つに堆積された薄膜を含む、請求項 1 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 1 0】

前記薄膜が、約 1 0 μ m の厚さより薄い、請求項 9 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 1 1】

前記複数のチャンネルのそれぞれが、実質的に丸い断面を有する、請求項 1 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 1 2】

前記複数のチャンネルのそれぞれが、実質的に四角い断面を有する、請求項 1 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 1 3】

前記マイクロチャンネルプレートの前記複数のチャンネルのそれぞれが、所定の幅を有し、所定のピッチによって分離される、請求項 1 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 1 4】

前記固体イメージセンサが、所定のサイズの複数の収集ウェルを含む、請求項 1 3 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 1 5】

前記複数のチャンネルのそれぞれが、前記複数の収集ウェルの 1 つに関して、電子が所定

10

20

30

40

50

の数の収集ウェルに向かって該複数のチャンネルから放射されるように、配置されている、請求項 14 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 16】

前記所定のピッチ、前記チャンネルの幅、および前記収集ウェルのサイズは、2つ以上のチャンネルから放射される電子が、単一収集ウェルによって受け取られるようになっている、請求項 15 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 17】

前記所定のピッチ、前記チャンネルの幅、および前記収集ウェルのサイズは、1つのチャンネルからの電子が、単一収集ウェルによって受け取られるようになっている、請求項 15 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

10

【請求項 18】

前記所定のピッチ、前記チャンネルの幅、および前記収集ウェルのサイズは、1つのチャンネルからの電子が、2つ以上の収集ウェルによって受け取られるようになっている、請求項 15 に記載のインテンシファイ固体イメージセンサ。

【請求項 19】

a . フォトカソードと、
b . マイクロチャンネルプレートと、
c . 該マイクロチャンネルプレートから出力された電子を受け、インテンシファイイメージ信号を出力する固体イメージセンサと、
d . 該フォトカソード、該マイクロチャンネルプレート、および該固体イメージセンサ間に接続される電気バイアス回路と、
e . 該フォトカソード、該マイクロチャンネルプレート、および該固体イメージセンサを互いに物理的に非常に近接して保持する真空のボディと、
f . 該マイクロチャンネルプレートの出力表面と、該固体イメージセンサの電子受信表面とを分離する絶縁層と

20

を含み、

該絶縁層は、該マイクロチャンネルプレートの出力表面または該固体イメージセンサの該電子受信表面のいずれかの上に配置される厚さの寸法を有する薄い堆積層であり、

該マイクロチャンネルプレートの出力表面は、該薄い堆積層の該厚さの寸法と同じ距離だけ、該固体イメージセンサの該電子受信表面から離れている、インテンシファイ固体イメージセンサ。

30

【請求項 20】

a . イメージからの光を電子に変換するフォトカソードと、
b . 該フォトカソードの出力表面に接続される電子増倍デバイスであって、該フォトカソードから電子を受け、該受けた電子の数を増加させ、増加した数の電子を出力するように適合されている電子増倍デバイスと、

c . 固体イメージセンサであって、

i . 該電子増倍デバイスに接続された複数の収集ウェルであって、該電子増倍デバイスから出力された該増加した数の電子を受け、インテンシファイイメージ信号を生成する複数の収集ウェルと、

40

i i . ディスプレイデバイスに該インテンシファイイメージ信号を出力する出力とをさらに含む固体イメージセンサと、

d . 該フォトカソードと該固体イメージセンサとの間に接続された電子回路であって、少なくとも1つのバイアス電圧を該フォトカソードと該固体イメージセンサとの間に印加する電子回路と、

e . 該フォトカソード、該電子増倍デバイス、および該固体イメージセンサが少なくとも部分的真空に保たれているボディと、

f . 該電子増倍デバイスの出力表面と、該固体イメージセンサの電子受信表面とを分離する絶縁層と

を含み、

50

該絶縁層は、該マイクロチャネルプレートの出力表面または該固体イメージセンサの該電子受信表面のいずれかの上に配置される厚さの寸法を有する薄い堆積層であり、

該マイクロチャネルプレートの出力表面は、該薄い堆積層の該厚さの寸法と同じ距離だけ、該固体イメージセンサの該電子受信表面から離れている、インテンシファイ固体イメージセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インテンシファイハイブリッド固体センサに関する。さらに詳細には、本発明は、マイクロチャネルプレート(MCP)およびフォトカソードに物理的に非常に近接して接続されたCMOS、またはCCDセンシングデバイスを用いるイメージインテンシファイアーに関する。

10

【背景技術】

【0002】

本発明は、CMOS、またはCCDデバイスのような固体センサを用いるイメージインテンシファイデバイスの分野に関する。イメージインテンシファイアーデバイスは、低インテンシティ光を増幅する、または非可視光を直ちに可視可能イメージに変換するように用いられる。イメージインテンシファイアーデバイスは、特に赤外線光からのイメージを提供するために有益であり、多くの産業および軍事的な応用を有する。例えば、イメージインテンシファイアーチューブは、飛行士の夜間視界の向上、天体撮影、および網膜色素変性症(夜盲症)患者への夜間視力の援助のために用いられる。

20

【0003】

従来技術で周知のイメージインテンシファイデバイスには、カメラ用のイメージインテンシファイアーチューブ、全ての固体CMOSおよびCCDセンサ、ならびにハイブリッドEBCCD/CMOS(Electronic Bombarded CCD、またはCMOSセンサ)の3タイプある。

【0004】

イメージインテンシファイアーチューブは、周知であり、多くの産業のいたるところで用いられている。図1を参照して、従来技術のGeneration III(GEN III)イメージインテンシファイアーチューブ10の現在の状態を示す。このような従来技術のGEN IIIイメージインテンシファイアーチューブの使用例は、「REPLACEMENT DEVICE FOR A DRIVER'S VIEWER」と称された、Naselliらによる、米国特許第5,029,963号、および「TELESCOPIC SIGHT FOR DAYLIGHT VIEWING」と称された、Phillipsらによる、米国特許第5,084,780号に例示されている。双方の引用文献の中で示されたGEN IIIイメージインテンシファイアーチューブ10は、本明細書において譲受人であるITT Corporationによって現在、製造されているタイプのチューブである。図1に示されたインテンシファイアーチューブ10において、赤外線エネルギーはフォトカソード12に衝突する。フォトカソード12は、反射防止アレイ16で一面をコートされたガラスフェースプレート14、ガリウムアルミニウム砒素(GaAlAs)ウィンドウアレイ17、およびガリウム砒素(GaAs)アクティブアレイ18をから構成される。赤外線エネルギーは、GaAsアクティブアレイ18に吸収され、その結果、電子/ホール対を生成する。生成された電子は、その後、GaAsアクティブアレイ18の上に示される負の電子親和力(NEA)コーティング20によって、真空のハウジング22に放射される。

30

40

【0005】

マイクロチャネルプレート(MCP)24は、真空のハウジング22内に位置し、フォトカソード12のNEAコーティング20に隣接している。従来、MCP24は、導電性入力表面26および導電性出力表面28を有するガラスから作られている。ひとたび電子が、フォトカソード12を出ると、電子は、MCP24の入力表面26に向かって、入力

50

表面 26 およびフォトカソード 12 間の、約 300 から 900 ボルトの電位差によって、加速される。電子は、MCP 24 の入力表面 26 に当たるので、2 次電子は、MCP 24 内に生成される。MCP 24 は、入力表面 26 に入射するそれぞれの電子に対して、数百の電子を生成し得る。MCP 24 は、入力表面 26 および出力表面 28 間の電位差（一般的に約 1100 ボルトである）の影響を受け、そのために電位差は、電子の増倍を可能にし得る。

【0006】

増倍された電子は、MCP 24 を出るので、電子は、蛍光スクリーン 30 に向かって、真空のハウジング 22 を通って、蛍光スクリーン 30 および出力表面 28 の間の、約 4200 ボルトの電位差によって、加速される。電子は、蛍光スクリーン 30 に衝突するので、多くの光子が、一電子毎に生成される。光子は、光学インバータ素子 31 の出力表面 28 上の、イメージンテンシファイアーチューブ 10 のために出力イメージを作成する。

10

【0007】

図 1 に図示したようなイメージンテンシファイアーは、イメージンテンシファイアーの他の形式より利点がある。第 1 に、イメージンテンシファイアーは、対数ゲイン曲線を有する。すなわち、入力光レベルが減少するにつれ、ゲインは増加する。これは、明るい光が、微光と同じシーン内にある場合は、特に、人間の目の反応に一致する。ほとんどの固体デバイスは、線形性応答を有する。すなわち、光が明るければ明るいほど、出力信号は明るい。その結果、明るい光は固体システムの観察者にさらに明るく見え、かつ、シーンをぼやけさせる傾向がある。固体センサは、入力光が増加するにつれ、ゲインを減少するように修正され得るが、これは、増幅ゲインを変更するか、シャッターリングを用いるか、または反ブルーミング制御を用いることを必要とする。

20

【0008】

イメージンテンシファイアーの他の利点は、入力光レベルが広範囲にわたって機能する性能である。電力源は、カソード電圧を制御し得、かつそれによってシーンに適合するようにチューブゲインを変更し得る。それ故、チューブは、暗い星の光から日中の条件まで機能し得る。

【0009】

しかし、イメージンテンシファイアー / I^2 カメラは、多数の不利な点を抱えている。蛍光スクリーンの電子オプティクスは、低コントラストイメージを生成する。これは、イメージンテンシファイアーを通して見る場合、対象が人間の観察者、または固体センサにファジーに見えるという結果になる。さらなるイメージンテンシファイアーの発展によって、この欠陥はいくらか低減されるが、一般的に固体イメージは、より良いパフォーマンスを有する。

30

【0010】

イメージンテンシファイアー / I^2 カメラの他の不利な点は、「ハ口」である。ハ口は、MCP、またはスクリーンどちらかから反射されている電子から生じる。反射された電子は、次に増幅され、元のイメージの周りのリングのプロファイルの光に変換される。イメージチューブにおいて、MCP から反射した電子からのハ口は、最近の製品チューブに対して極わずかな効果まで減少される。しかし、スクリーンセクションからのハ口は、カソードハ口の程度までではないが、依然存在する。それにもかかわらず、スクリーンハ口は、CCD、または CMOS アレイが、イメージンテンシファイアーに接続される場合、依然として大きな欠点をイメージシステム内に持つ。これは、これらのアレイが、スクリーンハ口内の微光レベルに対して、目より感度が良いからである。

40

【0011】

他の不利な点は、電子的読み出しを提供する方法を有さないイメージンテンシファイアーである。電子的読み出しは、所望されている。それ故、温度センサからのイメージは、イメージンテンシファイアーと結合し得、その結果両スペクトルからの情報が、同時に見える。1つの解法は、CCD、および CMOS アレイとイメージンテンシファイアーチューブとを結合することによって、 I^2 カメラを生成することであり得る。固体デバイス

50

が、イメージチューブと結合されている場合、結果として、カメラは、低コントラストのイメージチューブ、非効率な結合が原因である乏しく制限された解像度、およびカメラのイメージチューブの付加費用の全ての動作欠点を有する。

【 0 0 1 2 】

固体デバイスは、一般的に CCD、および CMOS センサを含む。これらは、直接、光を感知して、電子的に信号を固体増幅器に送って、その後テレビタイプチューブまたは液晶ディスプレイのようなディスプレイどちらかにイメージを表示することによって、固体デバイスは機能する。図 2 a および図 2 b は、一般的な CCD センサについての流れ図および模式図を示している。

【 0 0 1 3 】

CCD および CMOS センサは、固体デバイスである。すなわち、真空のエンベローブはなく、出力はセンサ内ではなく他の場所に表示されるべき電子信号である。固体デバイスは、5 - 15 ボルトの電力で動作する。光は、「s」としてラベルを付けられた個々のピクセル内で感知され、ピクセル格納レジスタへ読み出されるまで、ピクセルに格納された電子へ変換される。格納レジスタから、複数ピクセルに含まれる電子情報は、次に読み出しレジスタに移され、次に出力増幅器に、次に陰極線管のようなビデオ表示デバイスへ移される。

【 0 0 1 4 】

全ての固体デバイスの不利な点は、乏しい微光レベルパフォーマンス、明るい光源からのポテンシャルブルーミング、乏しい制限された解像度、および高電力消費である。乏しい微光パフォーマンスは、低 S / N 比という結果になる暗電流および読み出しノイズに起因している。単一ゲイン機構が、読み出しより先に提供された場合、この問題は否定され得る。なぜなら、ノイズ源に打ち勝つ十分な信号が存在するからである。固体デバイスアーキテクチャは、通常読み出しより先の増幅部分を許容しない。乏しく制限された解像度は、大きな信号を収集して、これにより S / N 比を増加させようとして通常選択される大きなピクセルサイズに起因する。これらの不利な点は、夜間視界用の固体センサの使用を事実上阻害する。固体デバイスの利点は、特に固体センサが CMOS アレイの場合、イメージインテンシファイアー / I^2 カメラ、電子読み出しの利点、および低コストと比較するとより良いイメージコントラストである。

【 0 0 1 5 】

イメージインテンシファイアーおよび固体センサの強みおよび弱みがお互いに補完することで、双方のデバイスの組み合わせは、理論上、より良いパフォーマンスを与え得ると考えられ得る。イメージインテンシファイアー / I^2 カメラおよび固体センサの代替物として提案された1つのこのような組み合わせは、電子衝撃 CCD / CMOS センサ (EBCCD / CMOS) である。このデバイスは、イメージチューブのフォトカソードおよびボディエンベローブ、およびこのエンベローブに集積されている CCD または CMOS センサのどちらかから成る。EBCCD / CMOS センサの図示例が図 3 に示されている。高ボルトが、カソードと固体センサとの間に印加され、そのため生じた電子は、電子衝撃によって固体センサのシリコン内で増幅される。

【 0 0 1 6 】

EBCCD / CMOS デバイスの利点は、電子読み出しを提供することである。しかし、不利な点は多数ある。第 1 に、シーン内のダイナミックレンジが圧縮される。これは、明るい対象が暗い対象の隣にある場合、シーン内の全体的なコントラストがイメージインテンシファイアー / I^2 カメラおよび全ての固体デバイスと比較して減少することを意味する。第 2 に、センサは、固体センサから反射された電子に起因して、明るい光の周りのイメージの「ハ口」の劣化を抱えている。このハ口は、正規のイメージチューブ内に存在するが、技術的改良で、ハ口が存在しなくなるように減少してきた。第 3 に、デバイスを動作させるために必要とされる非常に高い電圧 (2 - 10 kV) は、シリコン表面にダメージを加えて、やがて性能を劣化させる。

【 発明の開示 】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

それ故、本発明の目的は、イメージインテンシファイアーの最良な機能（良好なS/N比および高対数ゲイン）と、相補的金属酸化半導体（CMOS）または電荷結合デバイス（CCD）のいずれかの電子的読み出し機能とを組み合わせるインテンシファイブリッド固体センサを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0018】

（要旨）

本発明は、インテンシファイブリッド固体センサを提供する。本発明に従って、固体センサは、イメージインテンシファイカソード、マイクロチャネルプレート（MCP）、およびボディエンベロープでアセンブルされた固体センサを含むイメージデバイスを含む。このデバイスは、イメージインテンシファイアーの最良な機能（良好なS/N比および高対数ゲイン）と、相補的金属酸化半導体（CMOS）または電荷結合デバイス（CCD）のいずれかの電子的読み出し機能とを組み合わせる。本発明は、少ない光で高感度であり、ゲインが高いことが必要とされる夜間視界システムに主に適用される。

【0019】

本発明をより明確に理解するために、添付の図面を参照して、より詳細に本発明を開示する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図4Bは、本発明によるインテンシファイブリッド固体センサデバイス41の概略図である。センサ41は、標準的イメージチューブフォトカソード54、マイクロチャネルプレート（MCP）53、および固体イメージセンサ56を含む。固体イメージセンサ56は、任意のタイプの固体イメージセンサであり得る。好適には、固体イメージセンサ56は、CCDデバイスである。より好適には、固体イメージセンサ56は、CMOSイメージセンサである。図5Aは、イメージセンサ56'として、背面薄型CCDイメージデバイスを示している。この実施形態において、MCP53は、背面薄型CCDセンサ56'と接続されている。背面薄型CCD56'は、拡散収集エリア56a'および読み出しエリア62のような電子受信表面を含む。図5Bは、標準CCD56''と接続するMCP53を含む代替の標準CCDイメージデバイスを示す。CCD56''は、酸化カバナー63および複数の収集ウェル64を含む。図5Cは、CMOS基板56'''および複数の収集ウェル65を含むCMOSセンサとしてセンサ56を図示する。

【0021】

様々な理由のために、CCDによるイメージセンサは、多くの用途において使用が制限されるか、または実用性がない。第1に、CCDは、それらの高いパフォーマンスを達成するために、埋めたチャネルインプラントを有する少なくとも2つのポリシリコンアレイを必要とし、標準的なCMOS製作プロセスを用いてそれらを製作できないことを意味する。第2に、CCDによるイメージャを用いて成し遂げられ得る集積レベルは低い。なぜなら、CCDによるイメージャは、1つの用途において、そのCCDによるイメージャと他のデバイスとを集積するために必要とされるデバイスを含み得ないからである。最終的に、Digital Signal Processor（DSP）および他の画像処理回路等のシステムボード上にある他のデバイスへのイメージアレイからのデータを転送するように用いられる回路は、大きな電気容量を有し、かつ他の回路よりも高い電圧を必要とする。これらの電気容量を充電し、かつ放電することに関連する電流は、通常重要であるので、CCDイメージャは、特に、携帯用の、またはバッテリーで動作する用途に特に適してはいない。

【0022】

例えば、標準のCMOSプロセスを用いた集積回路から製作されたあまり高価ではないイメージセンサが所望される。本質的にCMOSタイプイメージャセンサとともに、発光

10

20

30

40

50

ダイオード、光トランジスタ、または他の類似のデバイスが、光検出デバイスとして用いられる。光検出素子の出力は、アナログ信号であり、この信号の大きさは、素子が受けた光の量にほぼ比例する。CMOSイメージャは、CCDプロセスによって作られたイメージャと比較すると、より低いパワーを使用し、より低い製作コストを有し、そしてより高いシステム集積を提供するので、いくつかの用途において好ましい。さらに、CMOSイメージャは、論理トランジスタを一般に製造するために通常用いられるプロセスに類似のプロセスを用いて、製造され得るといふさらなる利点を有する。本発明の好適な実施形態がイメージセンサ56としてCMOSセンサを組み込んでいるが、任意の固体イメージセンサが機能し、かつ本特許の範囲内にある。

【0023】

図4Bを再び参照すると、フォトカソード54は、任意の公知のタイプのイメージインテンシファイデバイスで用いられる標準的なフォトカソードであり得る。フォトカソード54は、GaAs、バイアルカリ、InGaAs等の材料であり得るが、これらに制限されない。フォトカソード54は、入力側54aおよび出力側54bを含む。MCP53は、シリコンまたはガラス材料であり得るが、これらに制限されず、好適には、約10~25mmの厚みである。MCP53は、入力表面49および出力表面50の間に形成された複数のチャネル52を有する。チャネル52は、例えば、円形のプロファイル52' (図6A)、または四角のプロファイル52'' (図6A)の任意のプロファイルのタイプを有し得る。MCP53はイメージセンサ56の電子受信表面56aに接続されている。

【0024】

好適には、MCP53の出力表面50は、イメージセンサ56の電子受信表面56aに物理的に接触している。しかし、絶縁はMCP53およびイメージセンサ56の間に必要であり得る。従って、薄い絶縁スペーサ55は、MCP53の出力表面50、およびイメージセンサ56の電子受信表面56aの間に挿入され得る。絶縁スペーサ55は、任意の電氣的絶縁材料から作られ得、好適には数マイクロより薄い厚さで、イメージセンサ56の電子受信表面56a上に堆積される、薄い層として形成される。例えば、絶縁スペーサ55は、約10 μ mの厚さのフィルムであり得るが、これに制限されない。代替的に絶縁スペーサ55は、MCP53の出力表面50上に形成されるフィルム(図示せず)であり得る。

【0025】

CMOSイメージセンサ56は、電子受信表面56a、および出力56bを含む。MCP53から放射する、増加した多くの電子48は、電子受信表面56aに衝突する。電子受信表面56aは、CMOS基板56'''、および複数の収集ウェル65(図5C)を含む。収集ウェル65に収集された電子48(図4B参照)は、出力56bを通過してイメージディスプレイデバイス46に送られるインテンシファイイメージ信号を生成する、CMOSセンサ用の標準信号プロセッシング機器を用いて処理される。

【0026】

電気バイアス回路44は、センサ41へのバイアス電流を提供する。電気バイアス回路44は、第1電気接続42、および第2電気接続43を含む。第1電気接続42は、フォトカソード54およびMCP53の間のバイアス電圧を提供する。第1電気接続42からのバイアス電圧は、EBCCD/CMOSセンサカソードからCCD電圧(すなわち2-10kV)のバイアス電圧よりも小さいように好適にはセットされ得る。例えば、1つの好適なバイアス電圧は、イメージチューブのバイアス電圧(例えば1400Vまで)に類似し得る。第2電気接続43は、MCP53およびCMOSセンサ56の間のバイアス電圧を印加する。好適には、第2電気接続43に印加されたバイアス電圧は、従来技術のデバイス(図1)のイメージチューブ-スクリーン電圧(約4200V)よりも非常に小さい。例えば、第2電気接続43に印加されたバイアス電圧は、100Vまでであり得るが、これに制限されない。図4Aは、センサ41の可能性のある構造を示す。この構造において、フォトカソード54、MCP53、およびイメージセンサ56は、それぞれと物理的に非常に近接し、単一ユニットとして真空のボディまたはエンベロープ61の中に保持

10

20

30

40

50

される。

【0027】

図4Bを参照すると、動作中にイメージ57からの光58、59は、フォトカソード54の入力側54aを通過してインテンスファイハイブリッド固体センサ41に入射する。フォトカソード54は、入射光を電子48に変化し、その電子48は、フォトカソード54の出力側54bから出力される。フォトカソード54から出る電子48は、MCP53の入力表面49を通過してチャンネル52に入射する。電子48がMCP53の入力表面49に照射した後に、第2電子は、MCP53の、複数チャンネル52内に生成される。MCP53は、入力表面49を通過して入射するそれぞれの電子に対して、チャンネル52のそれぞれに数百の電子を生成し得る。それ故、チャンネル52から出る電子47の数は、チャンネル52に入射する電子48の数より非常に多い。インテンスファイされた数の電子47は、MCP53の出力側50を通過してチャンネル52を出て、かつCMOSイメージデバイス56の電子受信表面56aと衝突する。

10

【0028】

図6は、増加した数の電子47が、チャンネル52を出て、かつCMOSイメージセンサ56の特異な収集ウェル65'と衝突する仕方を示す。この図から見て取れるように、収集ウェル65'と電子47を放射するチャンネル52の数との間にある関係が存在する。一般的に、MCP53の隣接のチャンネル52は、所定のチャンネルピッチ52aによって分離される。図6は、1つの収集ウェル65'に対して、複数のチャンネル52になるチャンネルピッチ52aを示す。

20

【0029】

図7Aから7Cは、本発明によるCMOSウェル/チャンネルピッチ関係の3つの異なった代替例を示している。図7Aは、チャンネルピッチ52aとCMOS収集ウェル65'との間の1つの関係を示している。この場合、チャンネルピッチ52aは、相対的に小さく、一方でCMOSウェル65'のサイズは相対的に大きい。これにより、2以上のチャンネル52からのいくつかの電子47がCMOS収集ウェル65'に衝突可能である。図7Bは、他のCMOSウェル/チャンネルピッチ関係を示している。この実施形態において、チャンネルピッチ52aおよびCMOS収集ウェル65'のサイズは、ほぼ1対1の関係にある。例えば、単一チャンネル52からの電子47'は、単一収集ウェル65'に衝突する。図7Cは、他のCMOSウェル/チャンネルピッチ関係を示し、チャンネルピッチ52aは、相対的に大きく、かつCMOS収集ウェル66のサイズは相対的に小さい。この場合、単一チャンネル52からの電子47''は、複数の収集ウェル66に衝突する。これらの構造のそれぞれが、さまざまな利点を供給する一方、図7Aに示されている関係は本発明に好適である。

30

【0030】

結果として、インテンスファイハイブリッド固体センサは、他の従来技術のいずれの概念とは異なる条件で動作する。MCP53は、全固体デバイスにコントラストが類似したハイブリッドデバイス(しかし、このデバイスは、低ハロ、良好なS/N比、およびイメージチューブの対数ゲインを有する)を与えるCMOSセンサ56に直接に取り付けられ得る結果になる。動作電圧がさらに低いので、暗い星の光の条件から日中の動作までの動作を許容するイメージチューブのようなハイブリッドデバイスがゲートされ得る。ハイブリッドセンサは、MCP53およびCMOSセンサ56の間の物理的ギャップの欠損から、より良いハロを有する。2つの素子の物理的分離の欠損は、EBCCD/CMOS、またはイメージインテンスファイカメラと比較される場合、コントラストが改善される理由でもある。ハイブリッドデバイスは、イメージチューブの対数ゲイン曲線も有する。EBCCD/CMOSセンサと異なり、ハイブリッドセンサは、低カソード電圧に起因して、ゲートされ得る。

40

【0031】

本発明の好適な実施形態の上記の詳細な説明は、この出願時で本発明を実行するために発明者によって検討されたベストモードを公開し、例示のためであって、制限のために提

50

供されない。従って、当業者にとって明白な様々な修正および改変は、添付の特許請求の範囲に記載されているように本発明の範囲および意図内であるとみなされる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】図1は、一般的なイメージインテンシファイチューブの模式図である。

【図2A】図2Aは、一般的なCCDセンサの流れ図である。

【図2B】図2Bは、一般的なCCDイメージのイメージ表面の模式図である。

【図3】図3は、一般的な電子衝撃CCDデバイスの断面図である。

【図4A】図4Aは、本発明によるイメージインテンシファイハイブリッド固体センサの断面図である。

10

【図4B】図4Bは、本発明によるイメージインテンシファイハイブリッド固体センサの模式図である。

【図5A】図5Aは、本発明で用いるマイクロチャンネルプレート(MCP)および背面薄型CCDの模式図である。

【図5B】図5Bは、本発明で用いるマイクロチャンネルプレート(MCP)および標準CCDの模式図である。

【図5C】図5Cは、本発明で用いるCMOS-タイプのイメージセンサの透視図である。

【図6A】図6Aは、円形プロファイルおよびCMOSウェルを有するMCPチャンネルの透視図である。

20

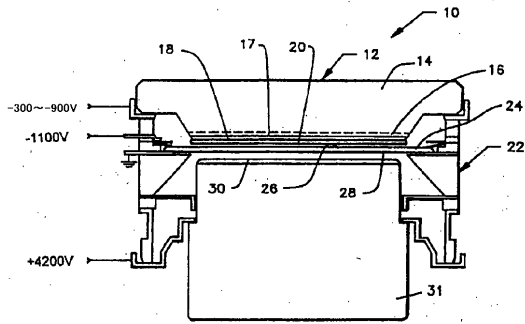
【図6B】図6Bは、四角プロファイルおよびCMOSウェルを有するMCPチャンネルの透視図である。

【図7A】図7Aは、本発明によるセンサ表面の単位面積あたりの大きなピクセル/小さなMCPチャンネルピッチの平面図である。

【図7B】図7Bは、本発明によるセンサ表面の単位面積あたりのMCPチャンネルに対する1対1ピクセルの平面図である。

【図7C】図7Cは、本発明によるセンサ表面の単位面積あたりの小さなCMOSピクセルピッチ/大きなMCPチャンネルの平面図である。

【図 1】



(従来技術)
FIG. 1

【図 2 A】

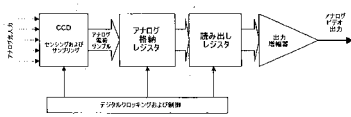


FIG. 2A
(従来技術)

【図 3】

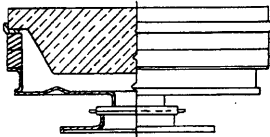


FIG. 3
(従来技術)

【図 4 A】

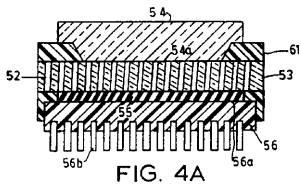


FIG. 4A

【図 2 B】

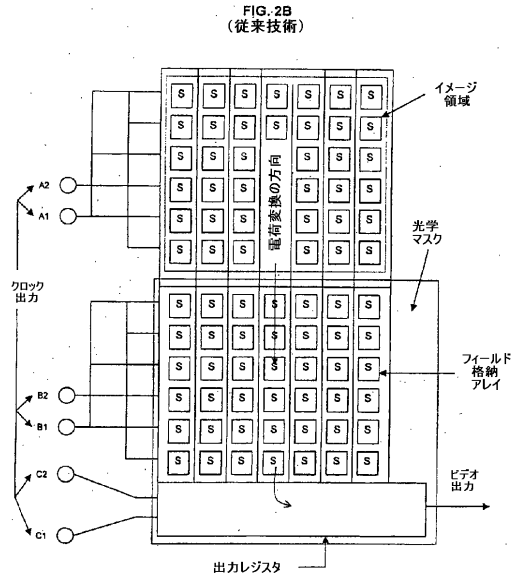


FIG. 2B
(従来技術)

【図 4 B】

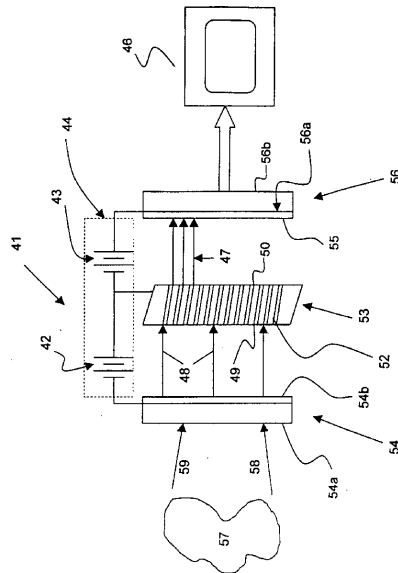


FIG. 4B

【図 5 A】

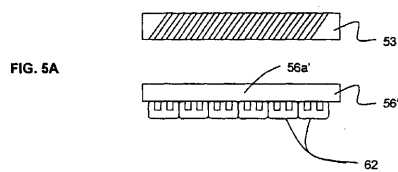


FIG. 5A

【 5 B 】

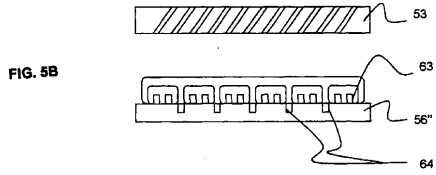


FIG. 5B

【 5 C 】

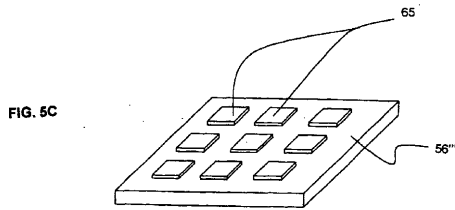


FIG. 5C

【 6 A 】

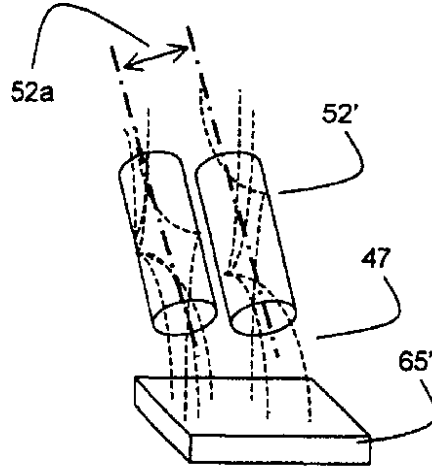


FIG. 6A

【 6 B 】

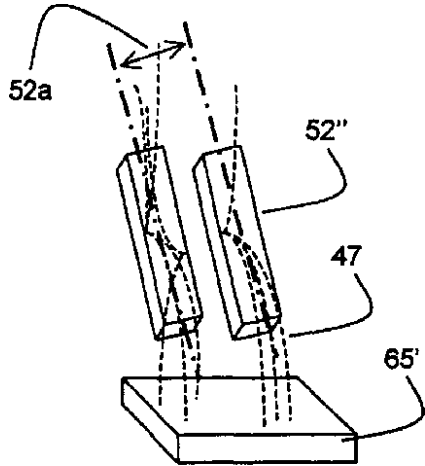


FIG. 6B

【 7 A 】

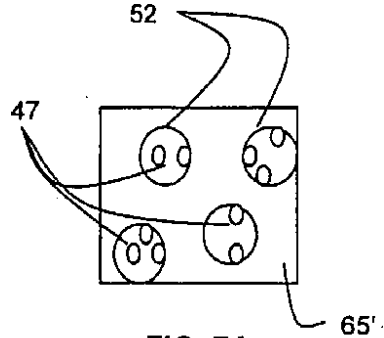


FIG. 7A

【 7 B 】

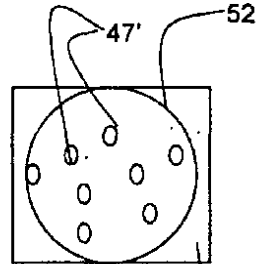


FIG. 7B

【 7 C 】

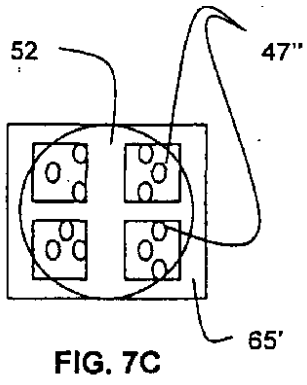


FIG. 7C

フロントページの続き

- (74)代理人 100078282
弁理士 山本 秀策
- (74)代理人 100062409
弁理士 安村 高明
- (74)代理人 100113413
弁理士 森下 夏樹
- (72)発明者 ベンズ, ルドルフ ジー.
アメリカ合衆国 バージニア 24083, ダンビル, ウェリントン レーン 175
- (72)発明者 トーマス, ニルス アイ.
アメリカ合衆国 バージニア 24018, ローノーク, ウィスラー ドライブ 7940
- (72)発明者 スミス, アーリン ダブリュー.
アメリカ合衆国 バージニア 24064, ブルー リッジ, ストーンヘブン レーン 208

審査官 遠藤 直恵

- (56)参考文献 特開昭56-102053(JP,A)
特開平11-040086(JP,A)
米国特許第04555731(US,A)
特表平09-503091(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 29/36-29/45
H01J 31/08
H01J 31/26-33/04