

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5302322号
(P5302322)

(45) 発行日 平成25年10月2日 (2013. 10. 2)

(24) 登録日 平成25年6月28日 (2013. 6. 28)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 26/02 (2006. 01)

G O 2 B 26/02 A

G O 9 F 9/00 (2006. 01)

G O 9 F 9/00 3 4 7 A

G O 9 F 9/30 (2006. 01)

G O 9 F 9/30 3 7 0 Z

請求項の数 22 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2010-530123 (P2010-530123)
 (86) (22) 出願日 平成20年10月16日 (2008. 10. 16)
 (65) 公表番号 特表2011-508244 (P2011-508244A)
 (43) 公表日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/080225
 (87) 国際公開番号 W02009/052326
 (87) 国際公開日 平成21年4月23日 (2009. 4. 23)
 審査請求日 平成22年6月15日 (2010. 6. 15)
 (31) 優先権主張番号 60/999, 566
 (32) 優先日 平成19年10月19日 (2007. 10. 19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 508095337
 コールコム・メモズ・テクノロジーズ・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5775
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 一体型光起電力を有するディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

前面へ画像を表示し、前記前面の反対側に裏面を有するディスプレイデバイスであって、

反射性の微小電気機械システム (MEMS) デバイスを備えるアクティブなピクセル区域および非アクティブ区域を備えるアレイ領域と、

光起電力材料を備える光電池であって、前記光起電力材料が、前記アレイ領域の前記前面および前記裏面のうちの1つの上に形成され、前記光起電力材料が、前記アクティブなピクセル区域内に形成された絶縁された非アクティブ区域を含む前記非アクティブ区域のパターンに対応するようにパターンニングされた光電池とを備えるディスプレイデバイス。

10

【請求項 2】

前記非アクティブ区域が、隣接したアクティブなピクセル区域を分離する区域を含む請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 3】

前記光起電力材料が、堆積された薄膜光起電力材料を備える請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 4】

前記光起電力材料が、前記アレイ領域の前記非アクティブ区域の反射を低減するブラックマスクとしてさらに機能する請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 5】

20

前記光起電力材料が、前記光起電力材料上に入射する可視光の 10 % 未満を反射または透過するように構成された請求項 4 に記載のデバイス。

【請求項 6】

前記光起電力材料が、前記光起電力材料の前記表面および前記裏面の両方から光を受け取ることができる請求項 5 に記載のデバイス。

【請求項 7】

前記光起電力材料と電氣的に接触する透明導電膜をさらに備える請求項 6 に記載のデバイス。

【請求項 8】

前記光起電力材料が、前記アレイ領域の前記裏面の上に形成された請求項 1 に記載のデバイス。 10

【請求項 9】

前面の電極が、誘導体の緩衝層および前記光起電力材料の薄くなった部分のうちの 1 つによって裏面電極から分離された請求項 8 に記載のデバイス。

【請求項 10】

前記 MEMS デバイスが干渉型変調器を備える請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 11】

前記非アクティブ区域が、周辺光が前記光起電力材料に到達するのを可能にすることができる透明な非アクティブ構造体を備え、前記光起電力材料が、前記非アクティブ構造体のパターンに対応するようにパターニングされた請求項 9 に記載のデバイス。 20

【請求項 12】

前記透明な非アクティブ構造体が、ピクセル区域の間に空間を備える請求項 11 に記載のデバイス。

【請求項 13】

前記光起電力材料が、前記アレイ領域の前面の上に形成された請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 14】

前記光起電力材料が、前記アレイ領域の非アクティブ区域をマスクするようにパターニングされた請求項 13 に記載のデバイス。

【請求項 15】

前記 MEMS デバイスが干渉型変調器を備える請求項 14 に記載のデバイス。 30

【請求項 16】

前記光起電力材料と電氣的に接触する透明導電膜をさらに備える請求項 14 に記載のデバイス。

【請求項 17】

前記光起電力材料が、前記光電池の前記前面および前記裏面から前記透明導電膜を介して前記光起電力材料上に入射する光を受け取ることができる請求項 16 に記載のデバイス。

【請求項 18】

前面へ画像を表示するように構成され、前記前面の反対側に裏面を有するディスプレイデバイスを製造する方法であって、 40

反射性の微小電気機械システム (MEMS) デバイスを備えるアクティブなピクセル区域および非アクティブ区域を備えるアレイ領域を備えるディスプレイを設けるステップと、

前記アレイ領域の前記前面および前記裏面のうちの 1 つの上に、パターン化光起電力材料を配置するステップであって、前記光起電力材料が、前記アクティブなピクセル区域内に形成された絶縁された非アクティブ区域を含む前記非アクティブ区域のパターンに対応するようにパターニングされるステップとを含む方法。

【請求項 19】

前記パターン化された光起電力材料を、前記非アクティブ区域のパターンに位置合わせ 50

するステップをさらに含む請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記光起電力材料が、光起電力材料のアイランドを形成する請求項 9 に記載のデバイス。

【請求項 2 1】

前記非アクティブ区域がエッチング穴または柱のうちの 1 つを備える請求項 1 0 に記載のデバイス。

【請求項 2 2】

前記光起電力材料が、光起電力材料のアイランドを形成する請求項 1 0 に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般にアクティブに画像を表示するためのディスプレイデバイスに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

アクティブディスプレイは、完全に、または部分的に、反射性、透過性、もしくは放射性のピクセルで作製され得る。したがって、ディスプレイは、入射する周辺光を完全に、もしくは部分的に反射することによって動作するピクセル、発光性であるピクセル、または光がディスプレイの内部から発生して透過性ピクセルに投射される透過性ピクセルを用いて画像を発生してよい。反射性のディスプレイ技術は、液晶、MEMS（干渉型変調器など）、電気泳動（e インクまたは e ペーパーなど）、および反射された周辺光を用いて画像を発生する他のディスプレイ技術を含んでよいが、これらには限定されない。放射性ディスプレイは、液晶ディスプレイ（LCD）もしくは薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ（TFT LCD）、または真空蛍光ランプ、発光ダイオードLED、有機発光ダイオード（OLED）などのアクティブなピクセル自体が光を発生もしくは放射するディスプレイ、または表面電界ディスプレイなど、アクティブな透過性ピクセルを照光するためのバックライトを有するディスプレイを含む。

【0 0 0 3】

ディスプレイは、干渉型変調器などのMEMS デバイスを含むことができる。本明細書で用いられる用語、干渉型変調器または干渉型光変調器は、光学的干渉の原理を用いて、光を選択的に吸収および/または反射するデバイスを指す。いくつかの配置では、干渉型変調器は 1 対の導電性プレートを用意してよく、その一方または両方が、全体的または部分的に透明および/または反射性であり得て、適切な電気信号を印加したとき相対的な動作をすることができる。例えば、一方のプレートが、基板上に堆積された静止層を用意してよく、もう一方のプレートが、空隙によって静止層から分離された金属膜を用意してよい。本明細書でより詳細に説明されるように、一方のプレートの、もう一方のプレートに対する位置によって、干渉型変調器上に入射する光の光学的干渉が変化され得る。そのようなデバイスには広範囲の用途があり、既存の製品の改善およびまだ開発されていない新製品の創出にそれらの特徴が利用され得るように、これらのタイプのデバイスの特性を利用および/または変更することができれば、当技術分野において有益であろう。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 4】

一実施形態では、ディスプレイデバイスは、前面へ画像を表示し、前面の反対側に裏面を有する。ディスプレイデバイスは、ディスプレイおよび光電池を含む。ディスプレイはアレイ領域を含み、アレイ領域はアクティブなピクセル区域および非アクティブ区域を含む。光電池は、光起電力材料を含む。光起電力材料は、アレイ領域の前面および裏面のうちの 1 つの上に形成される。光起電力材料は、パターニングされる。

【0 0 0 5】

10

20

30

40

50

別の実施形態では、ディスプレイデバイスを製造する方法が提供される。ディスプレイデバイスは、前面へ画像を表示するように構成され、前面の反対側に裏面を有する。この方法は、アレイ領域を備えるディスプレイを設けるステップを含む。アレイ領域は、アクティブなピクセル区域および非アクティブ区域を備える。この方法は、アレイ領域の前面および裏面のうちの1つの上に、パターン化光起電力材料を配置するステップも含む。

【0006】

さらに別の実施形態では、電気に変換するための光を集める方法が提供される。この方法は、ディスプレイのアレイ領域の前面および裏面のうちの1つで、パターン化光起電力材料に光を受け取るステップを含む。この方法は、光を電気に変換するステップも含む。

【0007】

10

代替実施形態では、ディスプレイデバイスは、前面へ画像を表示し、前面の反対側に裏面を有する。このディスプレイデバイスは、可変画素化された画像を表示するための手段および光を電気に変換するための手段を含む。変換手段は、表示手段の前面および裏面のうちの1つの上にパターン化され配置される。

【0008】

本明細書に開示される例示的实施形態は、添付の概略図に示され、これらは説明の目的だけのものである。以下の図は、必ずしも原寸に比例しない。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】干渉型変調器ディスプレイの一実施形態の一部分を示す等角図であり、第1の干渉型変調器の可動反射層が緩和位置にあり、第2の干渉型変調器の可動反射層が作動位置にある。

20

【図2】3×3の干渉型変調器ディスプレイを組み込んだ電子デバイスの一実施形態を示すシステムブロック図である。

【図3】図1の干渉型変調器の1つの例示的实施形態に関する可動ミラー位置対印加電圧の図である。

【図4】干渉型変調器ディスプレイを駆動するのに用いることができる1組の行と列との電圧の図である。

【図5A】図2の3×3の干渉型変調器ディスプレイに表示データのフレームを書き込むのに使用され得る行と列との信号に関する1つの例示的タイミング図である。

30

【図5B】図2の3×3の干渉型変調器ディスプレイに表示データのフレームを書き込むのに使用され得る行と列との信号に関する1つの例示的タイミング図である。

【図6A】複数の干渉型変調器を備えるビジュアルディスプレイデバイスの実施形態を示すシステムブロック図である。

【図6B】複数の干渉型変調器を備えるビジュアルディスプレイデバイスの実施形態を示すシステムブロック図である。

【図7A】図1のデバイスの断面図である。

【図7B】干渉型変調器の代替実施形態の断面図である。

【図7C】干渉型変調器の別の代替実施形態の断面図である。

【図7D】干渉型変調器のさらに別の代替実施形態の断面図である。

40

【図7E】干渉型変調器のさらなる代替実施形態の断面図である。

【図7F】干渉型変調器のアレイの底面図である。

【図8】pn接合を備える光電池の概略図である。

【図9A】堆積された薄膜光起電力活性材料を備える光電池を概略的に示すブロック図である。

【図9B】インターフェロメトリック(interferometrically)で機能強化された光起電力スタックを備える光電池を概略的に示すブロック図である。

【図10】アクティブなピクセルのアレイおよびピクセル間の非アクティブ区域を有するディスプレイを示す図である。

【図11】アクティブなピクセルのアレイおよび非アクティブ区域を有するディスプレイ

50

の、非アクティブ区域内の外部光の可能な光源を示す目的の概略断面図である。

【図１２】パターン化ＰＶブラックマスクがアクティブなピクセルの前に形成された、アクティブなピクセルのアレイおよび非アクティブ区域を有するディスプレイの概略断面図である。

【図１３】パターン化ＰＶブラックマスクがアクティブなピクセルの背後に形成された、アクティブなピクセルのアレイおよび非アクティブ区域を有するディスプレイの概略断面図である。

【図１４】アレイの背後にパターン化ＰＶブラックマスクが形成された干渉型アレイの概略等角図である。

【図１５Ａ】一体型前面ＰＶブラックマスクを有する干渉型変調器の一実施形態の概略断面図である。

10

【図１５Ｂ】一体型裏面ＰＶブラックマスクを有する干渉型変調器の別の実施形態の概略断面図である。

【図１６】ＰＶブラックマスクを作製する方法の一実施形態における最初のステップを示す概略断面図である。

【図１７Ａ】光起電力材料をパターニングしてＰＶブラックマスクを形成するための実施形態、およびパターン化ＰＶブラックマスクの絶縁されたフィーチャを相互に接続する方法を示す概略断面図である。

【図１７Ｂ】光起電力材料をパターニングしてＰＶブラックマスクを形成するための実施形態、およびパターン化ＰＶブラックマスクの絶縁されたフィーチャを相互に接続する方法を示す概略断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【００１０】

本明細書で特定の実施形態および実施例が論じられているが、この斬新な内容は、具体的に開示された実施形態を越えて、他の代替実施形態および／または発明の用途ならびにその明白な変更形態および等価物へ広がることが理解される。本明細書で開示される本発明の範囲は、特定の開示された実施形態によって限定されるべきでないことが意図されている。したがって、例えば、本明細書で開示されるあらゆる方法またはプロセスにおいて、方法／プロセスを構成する行動または動作は、任意の適当な順序で実行されてよく、いかなる特定の開示された順序にも限定する必要がない。実施形態の様々な態様および利点が、必要に応じて説明されている。そのような態様または利点は、任意の特定の実施形態において、必ずしもすべてが実現されるものではないことを理解されたい。したがって、例えば、本明細書で教示される１つの利点または利点の群を、本明細書で教示または提案された他の態様または利点を必ずしも実現することなく実現または最適化するやり方で、様々な実施形態が実行され得ることを理解されたい。以下の詳細な説明は、本発明の特定の具体的実施形態を対象とするものである。しかし、本発明は、多数の様々なやり方で具現することができる。本明細書で説明される実施形態は、広範囲のディスプレイデバイスで実施されてよい。

30

【００１１】

本明細書では図が参照され、すべての図にわたって、同じ部品は同じ数字で示される。本発明の実施形態は、動いている画像（例えばビデオ）でも静止している画像（例えば静止画）でも、テキストでも画像でも、画像を表示するように構成された任意のデバイスにおいて実施されてよい。より詳細には、本発明の実施形態は、携帯電話、ワイヤレスデバイス、携帯情報端末（ＰＤＡ）、携帯用コンピュータまたは持ち運び可能なコンピュータ、ＧＰＳの受信機／ナビゲータ、カメラ、ＭＰ３プレーヤ、カムコーダ、ゲーム機、腕時計、置時計、計算機、テレビモニタ、フラットパネルディスプレイ、コンピュータモニタ、自動ディスプレイ（例えば走行距離計ディスプレイなど）、コックピットの制御および／またはディスプレイ、カメラの視界のディスプレイ（例えば自動車のリヤビューカメラのディスプレイ）、電子写真、電子掲示板または電子標識、プロジェクタ、建築物、包装、および美術的構造（例えば宝石類上の画像表示）など、しかしこれらに限定されない様

40

50

々な電子デバイスにおいて、あるいはその様々な電子デバイスに関連して、実施され得るように企図されている。

【0012】

光起電力(PV)材料は、放射性、透過性、および反射性または部分反射性(半透過性(transflective))のディスプレイなどのアクティブディスプレイと一体化される。PV材料は、間隙、空間、穴、スペーサ、柱、支柱、レール、あるいは空気、二酸化ケイ素または他の材料などの透明または半透明の材料から形成された他の支持構造物などのディスプレイの非アクティブ区域の光を集めるようにパターンニングされる。PV材料は、ディスプレイの前または背後に形成されてよい。PV材料は、ディスプレイの非アクティブ区域のうちの少なくともいくつかに対応するパターンに形成されてよい。

10

【0013】

最初に、図1~図7Fは、干渉型変調器(IMOD)ディスプレイのいくつかの基本原則を示す。図8~図9は、PV電池およびデバイスのいくつかの基本原則を示す。図10~図17Bは、ディスプレイが、IMODの非アクティブ区域または他のタイプのディスプレイをマスキングする働きをするパターン化光起電力(PV)材料と一体化された実施形態を示す。

【0014】

干渉計MEMS表示素子を備える1つの干渉型変調器ディスプレイの実施形態が、図1に示されている。これらのデバイスでは、ピクセルは明状態または暗状態のいずれかにある。ディスプレイ素子は、明状態(「緩和状態」または「開状態」)では、入射する可視光の大部分をユーザへ反射する。ディスプレイ素子は、暗状態(「作動状態」または「閉状態」)のとき、入射する可視光のほとんどをユーザへ反射しない。実施形態次第で、「オン状態」の光反射率特性と「オフ状態」の光反射率特性とが逆転されてよい。MEMSピクセルは、選択された色で主に反射するように構成され得て、白黒表示に加えてカラー表示が可能になる。

20

【0015】

図1は、ビジュアルディスプレイの一連のピクセルの中の2つの隣接ピクセルを示す等角図であり、各ピクセルがMEMS干渉型変調器を備える。いくつかの実施形態では、干渉型変調器ディスプレイは、これらの干渉型変調器の行/列のアレイを備える。各干渉型変調器は、互いから制御可能な可変距離に配置された1対の反射層を含み、少なくとも1つの可変寸法を有する共振する光学ギャップを形成する。一実施形態では、反射層のうちの1つが、2つの位置の間で移動されてよい。本明細書で緩和位置と称される第1の位置では、可動反射層は、固定された部分的反射層から比較的大きな距離に配置される。本明細書で作動位置と称される第2の位置では、可動反射層は、部分的反射層のより近くに隣接して配置される。2つの層から反射する入射光は、可動反射層の位置次第で、建設的または相殺的に干渉し、各ピクセルに全面的な反射状態または非反射状態をもたらす。

30

【0016】

図1のピクセルアレイの示された部分は、2つの隣接した干渉型変調器12aおよび12bを含む。左側の干渉型変調器12aでは、可動反射層14aが、部分的反射層を含む光学積層体16aから所定距離の緩和位置に示されている。右側の干渉型変調器12bでは、可動反射層14bが、光学積層体16bに隣接した作動位置に示されている。

40

【0017】

光学積層体16aおよび16b(まとめて光学積層体16と称される)は、本明細書で参照されたように、インジウムスズ酸化物(ITO)などの電極層、クロムなどの部分的反射層、および透明誘電体を含むことができるいくつかの融合層を一般に備える。したがって、光学積層体16は、導電性であり、部分的透過性であり、部分的に反射性であって、例えば、透明基板20上に上記の層の1つまたは複数を堆積することにより製作され得る。部分的反射層は、様々な金属、半導体、および誘電体など、部分的に反射性の様々な材料から形成することができる。部分的反射層は、材料の1つまたは複数の層から形成することができ、層のそれぞれは、単一の材料または材料の組合せから形成され得る。

50

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態では、光学積層体 1 6 の層は平行な細長片にバターニングされ、以下でさらに説明されるように、ディスプレイデバイス内の行電極を形成してよい。支柱 1 8 および支柱 1 8 の間に堆積された介在する犠牲材料の上部に堆積されて列を形成する一連の平行な細長片の 1 つまたは複数の堆積された金属層 (1 6 a、1 6 b の行電極に直交する) として、可動反射層 1 4 a、1 4 b (「ミラー」または「反射器」としても知られている) が形成されてよい。犠牲材料がエッチングで除去されるとき、可動反射層 1 4 a、1 4 b は、画定された間隙 1 9 によって、光学積層体 1 6 a、1 6 b から分離される。アルミニウムなどの高導電性かつ反射性の材料が反射層 1 4 に用いられてよく、これらの細長片がディスプレイデバイスの列電極を形成してよい。図 1 が原寸に比例していない可能性のあることに留意されたい。いくつかの実施形態では、支柱 1 8 間の間隔は 1 0 ~ 1 0 0 μ m 程度でよく、一方、間隙 1 9 は 1 0 0 0 オングストローム未満程度でよい。部分的反射層も、光吸収器と称されてよい。したがって、いくつかの実施形態では、アクティブな干渉型変調器は、可変の光キャピティまたは間隙によって分離された吸収器および反射器を備えると言える。

10

【 0 0 1 9 】

図 1 のピクセル 1 2 a によって示されるように、印加電圧がないとき、可動反射層 1 4 a と光学積層体 1 6 a との間に間隙 1 9 が残り、可動反射層 1 4 a は、機械的に緩和状態にある。しかし、選択された行と列とに電位 (電圧) 差が印加されたとき、対応するピクセルの行電極と列電極の交点に形成されたコンデンサが充電されて、静電力が電極を互いに引き寄せる。電圧が十分に高いと、可動反射層 1 4 は、変形して光学積層体 1 6 に押しつけられる。図 1 の右側の作動されたピクセル 1 2 b によって示されるように、光学積層体 1 6 内の誘電体層 (この図には示されていない) が、短絡を防止し、層 1 4 と 1 6 との間の分離距離を制御することができる。印加電位差の極性にかかわらず、その挙動は同一である。

20

【 0 0 2 0 】

図 2 から図 5 は、ディスプレイ用途で干渉型変調器のアレイを用いる 1 つの例示的プロセスおよびシステムを示す。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、干渉型変調器を組み込むことができる電子デバイスの一実施形態を示すシステムブロック図である。電子デバイスは、A R M (登録商標)、P e n t i u m (登録商標)、8 0 5 1、M I P S (登録商標)、P o w e r P C (登録商標)、または A L P H A (登録商標)、あるいはデジタル信号プロセッサ、マイクロコントローラ、またはプログラマブルゲートアレイなどの任意の専用マイクロプロセッサなど、任意の汎用シングルチップマイクロプロセッサまたは汎用マルチチップマイクロプロセッサでよいプロセッサ 2 1 を含む。当技術分野では普通のことであるが、プロセッサ 2 1 は、1 つまたは複数のソフトウェアモジュールを実行するように構成されてよい。プロセッサは、オペレーティングシステムの実行に加えて、ウェブブラウザ、電話のアプリケーション、電子メールプログラム、または任意の他のソフトウェアアプリケーションを含む 1 つまたは複数のソフトウェアアプリケーションを実行するように構成されてよい。

30

40

【 0 0 2 2 】

一実施形態では、プロセッサ 2 1 は、アレイドライバ 2 2 と通信するようにも構成される。一実施形態では、アレイドライバ 2 2 は、ディスプレイアレイまたはパネル 3 0 へ信号を供給する行駆動回路 2 4 および列駆動回路 2 6 を含む。図 1 に示されたアレイの断面は、図 2 ではライン 1 - 1 で示されている。図 2 は、明瞭さのために干渉型変調器の 3 $\times$ 3 のアレイを示すが、ディスプレイアレイ 3 0 は、極めて多数の干渉型変調器を含んでよく、また、行と列とで異なる干渉型変調器の数 (例えば 1 行当たり 3 0 0 ピクセル $\times$ 1 列当たり 1 9 0 ピクセル) を有してよいことに留意されたい。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、図 1 の干渉型変調器の 1 つの例示的实施形態に関する可動ミラー位置対印加電

50

圧の図である。MEMS干渉型変調器の場合、行／列作動プロトコルは、図3に示されたそれらのデバイスのヒステリシス特性を利用してよい。例えば、干渉型変調器は、可動層を緩和状態から作動状態へ変形させるのに10ボルトの電位差を必要とすることがある。しかし、電圧が10ボルトから低下したとき、可動層は、その電圧が10ボルト未満に低下するのでその状態を維持する。図3の例示的实施形態では、電圧が2ボルト未満に低下するまでは、可動層が完全に緩和することはない。したがって、図3に示された実施例では、約3～7Vの電圧の範囲が存在してそこに印加電圧のウィンドウが存在し、この範囲内では、デバイスは、緩和状態または作動状態のどちらであっても安定している。これは、本明細書では「ヒステリシスウィンドウ」または「安定ウィンドウ」と称される。図3のヒステリシス特性を有するディスプレイレイの場合、行ストロークの間、ストロークされた行の作動するべきピクセルが約10ボルトの電圧差を受け、緩和されるべきピクセルがゼロボルトに近い電圧差を受けるように、行／列の作動プロトコルを設計することができる。ストロークの後、諸ピクセルは、行ストロークによってそれらが置かれた状態がどちらであっても、その状態にとどまるように、約5ボルトの定常状態またはバイアス電圧差を受ける。書き込まれた後に、各ピクセルは、この実施例では3～7ボルトの「安定ウィンドウ」内の電位差を経験する。この特徴によって、既存の作動状態または緩和状態において同一印加電圧の条件下で、図1に示されたピクセルの設計が安定したものになる。干渉型変調器の各ピクセルは、作動状態でも緩和状態でも、基本的に固定反射層および可動反射層によって形成されたコンデンサであるので、この安定状態は、ヒステリシスウィンドウ内の電圧で、ほぼ電力損失なしで維持することができる。基本的に、印加される電位が固定されていると、ピクセルに電流が流れ込むことがない。

【0024】

以下でさらに説明されるように、一般的な用途では、第1行の作動されたピクセルの所望の組の通りに列電極の組の両端に1組のデータ信号（それぞれが特定の電圧レベルを有する）を送ることにより、画像のフレームが作成され得る。次いで、このデータ信号の組に対応するピクセルを作動させる第1行の電極に、行パルスが印加される。次いで、このデータ信号の組は、第2列の作動されたピクセルの所望の組に対応するように変化される。次いで、第2行の電極にパルスが印加され、データ信号に従って第2行の適切なピクセルを作動させる。第1行のピクセルは第2行のパルスに影響されず、第1行のパルス間に設定された状態のままである。これは、フレームを生成するために、逐次的なやり方で、すべての行に関して繰り返されてよい。一般に、1秒当たりいくつかの所望のフレーム数で、絶えずこのプロセスを繰り返すことにより、フレームが、新規の画像データでリフレッシュおよび／または更新される。画像フレームを生成するのに、ピクセルアレイの行および列の電極を駆動するための多種多様なプロトコルが用いられてよい。

【0025】

図4および図5は、図2の3×3のアレイ上に表示フレームを作成するための1つの可能な作動プロトコルを示す。図4は、図3のヒステリシス曲線を示すピクセルに用いられ得る列と行との電圧レベルの可能な組を示す。図4の実施形態では、ピクセルの作動は、適切な列を $-V_{bias}$ に設定し、適切な行を $+\Delta V$ に設定することを含み、これらの電圧は、それぞれ-5ボルトおよび+5ボルトに相当してよい。ピクセルの緩和は、適切な列を $+V_{bias}$ に設定し、適切な行を同一の $+\Delta V$ に設定して、そのピクセルの両端にゼロボルト電位差を生成することより達成される。行電圧がゼロボルトに維持されるそれらの行では、ピクセルは、列が $+V_{bias}$ であろうと $-V_{bias}$ であろうと、元の状態に関係なく安定している。また、図4に示されるように、前述のものと逆極性の電圧を用いることができ、例えば、ピクセルの作動は、適切な列を $+V_{bias}$ に設定し、適切な行を $-\Delta V$ に設定することを含むことができる。この実施形態では、ピクセルの解放は、適切な列を $-V_{bias}$ に設定し、適切な行を同一の $-\Delta V$ に設定して、そのピクセルの両端にゼロボルト電位差を生成することより達成される。

【0026】

図5Bは、図2の3×3のアレイに対して印加される一連の行と列との信号を示すタイ

ミング図であり、これによって、図 5 A に示されたディスプレイ機構がもたらされることになり、ここで、作動するピクセルは非反射性である。図 5 A に示されたフレームを書き込む前に、ピクセルは任意の状態にあり得て、この実施例では、すべての行が最初は 0 ボルトであり、すべての列が + 5 ボルトである。これらの印加電圧で、すべてのピクセルは、それらの現在の作動状態または緩和状態で安定している。

【 0 0 2 7 】

図 5 A のフレームでは、ピクセル (1 , 1)、(1 , 2)、(2 , 2)、(3 , 2) および (3 , 3) が作動される。これを達成するために、行 1 の「ライン時間」中、列 1 および列 2 が - 5 ボルトに設定され、列 3 は + 5 ボルトに設定される。すべてのピクセルが 3 ~ 7 ボルトの安定ウィンドウにとどまるので、いかなるピクセルの状態も、これによって変化することはない。次いで、行 1 は、0 ボルトから 5 ボルトまで上昇してからゼロへ戻るパルスでストロークされる。これによって、ピクセル (1 , 1) および (1 , 2) が作動し、ピクセル (1 , 3) が緩和する。アレイ内のその他のピクセルは影響を受けない。所望の通りに行 2 を設定するために、列 2 が - 5 ボルトに設定され、列 1 および列 3 が + 5 ボルトに設定される。次いで、行 2 に印加された同一のストロークによって、ピクセル (2 , 2) が作動し、ピクセル (2 , 1) および (2 , 3) が緩和する。同様に、アレイのその他のピクセルは影響を受けない。行 3 は、列 2 および列 3 を - 5 ボルトに設定し、列 1 を + 5 ボルトに設定することにより、同様に設定される。行 3 のストロークによって、行 3 のピクセルは、図 5 A に示されるように設定される。フレームに書き込んだ後、行電位はゼロであり、列電位は + 5 ボルトまたは - 5 ボルトにとどまり得て、そのとき図 5 A の機構ではディスプレイは安定している。何十または何百もの行と列とのアレイに対して、同一の手順を用いることができる。行と列との作動を実行するのに用いられる電圧のタイミング、シーケンス、およびレベルは、上記で概説された一般的な原理の範囲内で広範にわたって変化させることができ、上記の実施例は単なる例示であり、いかなる作動電圧の方法も、本明細書で説明されたシステムおよび方法とともに用いることができる。

【 0 0 2 8 】

図 6 A および図 6 B は、ディスプレイデバイス 4 0 の実施形態を示すシステムブロック図である。ディスプレイデバイス 4 0 は、例えば携帯電話または移動式電話であり得る。しかし、ディスプレイデバイス 4 0 またはそのわずかな変形形態の同一の諸構成要素が、テレビおよび携帯用メディアプレーヤなど様々なタイプのディスプレイデバイスの実例ともなる。

【 0 0 2 9 】

ディスプレイデバイス 4 0 は、容器 4 1、ディスプレイ 3 0、アンテナ 4 3、スピーカ 4 5、入力デバイス 4 8、およびマイクロホン 4 6 を含む。容器 4 1 は、射出成形および真空成形を含む、様々な製造プロセスのうち任意のものから一般に形成される。さらに、容器 4 1 は、プラスチック、金属、ガラス、ゴム、およびセラミック、あるいはそれらの組合せを含むがこれらに限定されない様々な材料のうちの任意のものから作製されてよい。一実施形態では、容器 4 1 は、様々な色の、あるいは様々なロゴ、画像、または記号を含む、他の取外し可能な部分と交換することができる取外し可能な部分 (図示せず) を含む。

【 0 0 3 0 】

例示的ディスプレイデバイス 4 0 のディスプレイ 3 0 は、本明細書で説明されるように、双安定ディスプレイを含む様々なディスプレイの任意のものでよい。他の実施形態では、ディスプレイ 3 0 は、前述のようなプラズマ、E L、O L E D、S T N L C D、または T F T L C D などのフラットパネルディスプレイ、あるいは C R T または他の電子管デバイスなどの非フラットパネルディスプレイを含む。しかし、本実施形態を説明する目的のために、本明細書で説明されたように、ディスプレイ 3 0 は干渉型変調器ディスプレイを含む。

【 0 0 3 1 】

例示的ディスプレイデバイス 4 0 の一実施形態の諸構成要素が、図 6 B に概略的に示さ

10

20

30

40

50

れている。示された例示的ディスプレイデバイス 40 は容器 41 を含み、容器 41 の中に、少なくとも部分的に密封された追加の構成要素を含むことができる。例えば、一実施形態では、例示的ディスプレイデバイス 40 は、トランシーバ 47 に結合されたアンテナ 43 を含むネットワークインターフェイス 27 を含む。トランシーバ 47 は、プロセッサ 21 に接続され、プロセッサ 21 は、調整用ハードウェア 52 に接続される。調整用ハードウェア 52 は、信号を調整する（例えば信号をフィルタリングする）ように構成されてよい。調整用ハードウェア 52 は、スピーカ 45 およびマイクロホン 46 に接続される。プロセッサ 21 は、入力デバイス 48 およびドライバコントローラ 29 にも接続される。ドライバコントローラ 29 は、フレームバッファ 28 およびアレイドライバ 22 に結合され、アレイドライバ 22 は、ディスプレイアレイ 30 に結合される。電源 50 は、特定の例示的ディスプレイデバイス 40 の設計によって必要とされるすべての構成要素に電力を供給する。

10

【0032】

ネットワークインターフェイス 27 は、アンテナ 43 およびトランシーバ 47 を含み、その結果、例示的ディスプレイデバイス 40 は、1 つまたは複数のデバイスとネットワークで通信することができる。一実施形態では、ネットワークインターフェイス 27 は、プロセッサ 21 の要件を緩和するために、いくつかの処理能力を有してもよい。アンテナ 43 は、信号を送受信するための任意のアンテナである。一実施形態では、アンテナは、IEEE 802.11 の (a)、(b)、または (g) を含む IEEE 802.11 規格に従って RF 信号を送受信する。別の実施形態では、アンテナは、Bluetooth 規格に従って RF 信号を送受信する。携帯電話の場合には、アンテナは、無線携帯電話ネットワーク内で通信するのに用いられる CDMA、GSM、AMPS、W-CDMA、または他の既知の信号を受信するように設計される。トランシーバ 47 は、アンテナ 43 から受信した諸信号を前処理し、その結果、それらの信号は、プロセッサ 21 によって受け取られてさらに操作される。トランシーバ 47 は、プロセッサ 21 から受け取った諸信号も処理し、その結果、それらの信号は、例示的ディスプレイデバイス 40 からアンテナ 43 を介して送信され得る。

20

【0033】

代替実施形態では、トランシーバ 47 を受信機で置換することができる。さらに別の代替実施形態では、ネットワークインターフェイス 27 を画像ソースで置換することができる。例えば、画像ソースは、プロセッサ 21 へ送られる画像データを保存または生成することができる。例えば、画像ソースは、画像データを含むデジタルビデオディスク (DVD) またはハードディスクドライブ、あるいは画像データを生成するソフトウェアモジュールであり得る。

30

【0034】

プロセッサ 21 は、一般に例示的ディスプレイデバイス 40 の全体の動作を制御する。プロセッサ 21 は、ネットワークインターフェイス 27 または画像ソースからの圧縮画像データなどのデータを受け取り、このデータを、未加工の画像データ、または未加工の画像データへ容易に加工されるフォーマットに加工する。次いで、プロセッサ 21 は、ドライバコントローラ 29 または記憶用のフレームバッファ 28 へ処理データを送る。未加工データは、一般に、画像内の各位置で画像特性を特定する情報を指す。例えば、そのような画像特性は、色、彩度、およびグレースケールレベルを含むことができる。

40

【0035】

一実施形態では、プロセッサ 21 は、例示的ディスプレイデバイス 40 の動作を制御するためのマイクロコントローラ、CPU、または論理演算ユニットを含む。調整用ハードウェア 52 は、スピーカ 45 に信号を伝送し、マイクロホン 46 から信号を受け取るための増幅器およびフィルタを一般に含む。調整用ハードウェア 52 は、例示的ディスプレイデバイス 40 内の個別部品でよく、あるいはプロセッサ 21 または他の構成要素内に組み込まれてもよい。

【0036】

50

ドライバコントローラ 29 は、プロセッサ 21 によって生成された未加工の画像データを、プロセッサ 21 から直接受け取り、あるいはフレームバッファ 28 から受け取って、アレイドライバ 22 へ高速伝送するために、未加工の画像データを適切に再フォーマットする。具体的には、ドライバコントローラ 29 は、未加工の画像データを、ディスプレイアレイ 30 にわたる走査に適当な時間順を有するように、ラスタ状のフォーマットを有するデータの流れへ再フォーマットする。次いで、ドライバコントローラ 29 は、フォーマットされた情報をアレイドライバ 22 へ送る。LCD コントローラなどのドライバコントローラ 29 は、スタンドアローンの集積回路 (IC) としてシステムプロセッサ 21 に関連づけられることが多いが、そのようなコントローラは多くのやり方で実施されてよい。それらはハードウェアとしてプロセッサ 21 に組み込まれてよく、ソフトウェアとしてプロセッサ 21 に組み込まれてよく、あるいは、アレイドライバ 22 とともにハードウェアに完全に一体化されてよい。

10

【0037】

一般に、アレイドライバ 22 は、ドライバコントローラ 29 からフォーマットされた情報を受け取って、ビデオデータを、ディスプレイのピクセルの x y マトリクスから来る何百もの (時には何千もの) リードに対して毎秒多数回印加される波形の並行した組へ再フォーマットする。

【0038】

一実施形態では、ドライバコントローラ 29、アレイドライバ 22、およびディスプレイアレイ 30 は、本明細書で説明されたディスプレイのタイプのあらゆるものに適している。例えば、一実施形態では、ドライバコントローラ 29 は、従来型の表示コントローラまたは双安定の表示コントローラ (例えば干渉型変調器コントローラ) である。別の実施形態では、アレイドライバ 22 は、従来型の駆動回路または双安定の表示駆動回路 (例えば干渉型変調器ディスプレイ) である。一実施形態では、ドライバコントローラ 29 は、アレイドライバ 22 と一体化される。そのような実施形態は、セル式電話、腕時計、および他の小面積ディスプレイなどの高度に集積されたシステムでは一般的である。さらに別の実施形態では、ディスプレイアレイ 30 は、一般的なディスプレイアレイまたは双安定のディスプレイアレイ (例えば干渉型変調器のアレイを含むディスプレイ) である。

20

【0039】

入力デバイス 48 によって、ユーザが例示的ディスプレイデバイス 40 の動作を制御することが可能になる。一実施形態では、入力デバイス 48 は、QWERTY キーボードまたは電話キーパッドなどのキーパッド、押しボタン、スイッチ、タッチスクリーン、あるいは感圧性または感熱性の膜を含む。一実施形態では、マイクロホン 46 は、例示的ディスプレイデバイス 40 用の入力デバイスである。マイクロホン 46 がデバイスへデータを入力するのに使用されるとき、例示的ディスプレイデバイス 40 の動作を制御するために、ユーザによって音声命令が供給され得る。

30

【0040】

当技術分野で周知のように、電源 50 は様々なエネルギー蓄積デバイスを含むことができる。例えば、一実施形態では、電源 50 は、ニッケルカドミウム電池またはリチウムイオン電池などの充電式電池である。別の実施形態では、電源 50 は、再生可能エネルギー源、コンデンサ、またはプラスチック太陽電池および太陽電池塗料を含む太陽電池である。別の実施形態では、電源 50 は、壁付きコンセントから電力を受け取るように構成される。

40

【0041】

いくつかの実装形態では、前述のように、制御プログラムの機能は、電子表示システムでいくつかの場所に配置され得るドライバコントローラ内に存在する。場合によっては、制御プログラムの機能は、アレイドライバ 22 内に存在する。前述の最適化は、任意数のハードウェア構成要素および / またはソフトウェア構成要素で、また様々な構成で実施され得る。

【0042】

50

上記で説明された原理に従って動作する干渉型変調器の構造の詳細は、変化に富むものであり得る。例えば、図 7 A ~ 図 7 E は、可動反射層 1 4 およびその支持構造の 5 つの別々の実施形態を示す。図 7 A は図 1 の実施形態の断面であり、機械的反射層および可動反射層の両方の働きをする細長い金属材料 1 4 が、垂直に伸びる支持体 1 8 上に堆積される。図 7 B では、各干渉型変調器の可動反射層 1 4 は、正方形または長方形であり、支持体 1 8 に隅でのみテザー 3 2 に接して取り付けられている。図 7 C では、可動反射層 1 4 は、正方形または長方形であり、柔軟金属を含み得る変形可能な層 3 4 から懸垂される。変形可能な層 3 4 は、変形可能な層 3 4 の周辺の辺りの基板 2 0 に直接的または間接的に接続する。これらの接続は、本明細書では支持体 1 8 と称され、支柱、レールまたは壁の形式をとることができる。図 7 D に示された実施形態では、支持体 1 8 が支柱栓 4 2 を含み、その上に変形可能な層 3 4 が支えられている。図 7 A ~ 図 7 C のように、可動反射層 1 4 は光キャビティまたは間隙の上に懸垂されたままであるが、変形可能な層 3 4 と光学積層体 1 6 との間の穴を充填することによって変形可能な層 3 4 が支持体を形成するわけではない。むしろ、支持体 1 8 は、支柱栓 4 2 を形成するのに用いられる平坦化材料から形成される。図 7 E に示された実施形態は、図 7 D に示された実施形態に基づくものであるが、図 7 A ~ 図 7 C に示された実施形態のうちの任意のもの、ならびに図には示されていない追加の実施形態を扱うように適合させることもできる。図 7 E に示される実施形態では、バス構造 4 4 を形成するために金属または他の導電材料の追加の層が用いられている。これによって、干渉型変調器の背部に沿った信号のルーティングが可能になり、基板 2 0 上にいくつもの電極を形成する必要性が解消される。

【 0 0 4 3 】

図 7 A ~ E に示されたような実施形態では、干渉型変調器が直視型デバイスとして機能し、画像は、透明基板 2 0 の前面（干渉型変調器が配置される面の反対側）から見られる。これらの実施形態では、反射層 1 4 が、基板 2 0 の反対側の反射層側の干渉型変調器の部分を、変形可能な層 3 4 を含めて光学的に遮蔽する。これによって、遮蔽された区域が、画像品質に悪影響を及ぼすことなく構成されて動作することが可能になる。例えば、そのような遮蔽によって、アドレス指定およびそのアドレス指定に起因する運動などの変調器の電気機械的特性から、変調器の光学的特性を分離する能力をもたらす図 7 E のバス構造 4 4 が可能になる。この分離可能な変調器構成によって、変調器の電気機械的態様と光学的態様とが、互いに無関係に選択されて機能するように用いられる構造設計および材料が可能になる。さらに、図 7 C ~ 図 7 E に示された実施形態は、変形可能な層 3 4 によって成し遂げられる、反射層 1 4 の光学的性質を、その機械的性質から分離することにより得られる追加の利益を有する。これによって、反射層 1 4 に用いられる構造設計および材料を光学的性質に関して最適化すること、および変形可能な層 3 4 に用いられる構造設計および材料を所望の機械的性質に関して最適化することが可能になる。

【 0 0 4 4 】

図 7 F は、干渉型変調器のアレイを背後から見たものである。4 つの完全なピクセルが、グリッドに配置されたより大きなアレイで示されている。変形可能層すなわち機械的層 3 4（図 7 A のような簡単な実施形態では可動反射器 1 4 として働くこともできる）がパターンニングされて列電極 7 1 を形成することが理解され得る。空隙の下に配置された導電層（図 1 の光学積層体 1 6 を参照されたい）は、パターンニングされて、図 7 F ではレール支持体 7 3 によって分離された行電極 7 2 を形成し、これによって変形可能層の特定部分の作動が可能になる。間隙 7 4 が、列電極 7 1 の細長片を分離する。機械的層を剛化するために、特定のピクセル内に、柱すなわち支持構造物 7 5 が形成されてよい。さらに、アレイの至る所に、エッチング穴 7 6 が機械的層 3 4 を通って形成される。変形可能な反射層が作動するとき、列電極 7 1 の一部分が行電極 7 2 に近づき、アレイの作動された部分がアレイの全体にわたって暗く見えることが可能である。しかし、アレイが第 1 の色を反射する非作動位置と第 2 の色を反射する作動位置との間で切換え可能であるもの、別の寸法または材料を利用する場合には作動位置で暗状態にする必要性がないものなど、様々な構成を用いてよいことが理解されよう。レール支持体 7 3 および間隙 7 4 は、アクティブ

なピクセル 77 の間の非アクティブ区域を形成する。アクティブなピクセル 77 内の支持構造体 75 などの領域も「非アクティブ区域」と見なされてよく、ぶら下がった独立の反射器 14 がない場合にはエッチング穴 76 も同様である。実際、各支持構造体 75 を近接して取り巻く領域およびレール支持体 73 に近接して隣接する領域も、これらの区域ではミラー層を完全に崩壊させることができないので「非アクティブ」と見なすことができ、支持構造体を取り巻く周囲の諸領域が作動状態と非作動状態との間で異なる作用をしないように、これらの領域をマスクするのが望ましい。以下でさらに論じられるように、非アクティブ区域からの光の放射、反射、または透過によって、視聴者による画像の印象が劣化する恐れがある。

【 0 0 4 5 】

本明細書に開示された特定の実施形態は、光起電力 (P V) 電池または M E M S、 L C D、 L E D、もしくは他のディスプレイ技術を備えるディスプレイと一体化されたデバイスを含む。そのようなディスプレイは、アクティブに画像または情報を表示し、同時に周辺光および / またはディスプレイで発生された光を、電気へ変換するために集めてよい。したがって、アクティブ (プログラマブル) な屋外ディスプレイは、未使用の日光を有利に電気へ変換してよく、あるいは、モバイルデバイス上のディスプレイは、周辺光を集めることにより、予備電源の使用を埋め合わせるのを助長してよい。それに加えて、以下でさらに説明されるように、画像を劣化させる恐れがある望ましくない光または外部光をマスクするのに、ディスプレイに一体化された P V 材料による光の吸収が用いられてよい。したがって、ディスプレイに P V 材料を一体化することの製造コストは、ディスプレイの画像領域の非アクティブ領域内にマスクを形成するための別のステップを省略することによって少なくとも部分的に相殺され得る。

【 0 0 4 6 】

いくつかの実施形態では、透過性 P V 電池はディスプレイの画像領域の上に重なってよい。 P V アクティブ材料は、未使用の周辺光またはディスプレイで発生された光を取り込んで電気に変換するように、ディスプレイデバイスのアクティブな画像領域またはアレイ区域内に含まれる。アクティブディスプレイの技術次第で、ディスプレイのアレイ領域の表面積の 30 % 以上までが、実際には、画素化された画像または表示された情報に寄与しない非アクティブの領域または区域で構成され得る。これは、ディスプレイのアクティブな画像領域に入射する周辺光の 30 % 以内またはそれ以上が「浪費され」、したがって、電気への有用な変換のために P V 材料によって取得されてよいことを意味する。これは、ディスプレイの背後にパターン化 P V 材料を配置することにより達成され得て、ディスプレイ上に入射する周辺光が、光る、あるいはディスプレイの非アクティブ領域を通して下のパターン化 P V 材料上へ透過することが可能になる。

【 0 0 4 7 】

あるいは、非アクティブ区域の前にパターン化 P V 材料が形成されてよく、そうでなければ浪費されるはずのディスプレイの非アクティブ区域に当たる光が、次いで、パターン化 P V 材料によってマスクされうる。これらの光は、ディスプレイデバイスの画像を実際に劣化させる恐れがある。したがって、視聴者への望ましくない放射または反射を防止するために、これらの非アクティブ領域をマスクするのにブラックマスクを形成するのが有利である。所望のコントラストを維持するために、望ましくない光を、吸収するだけでなく有用な電気へ有利に変換するように、ブラックマスクは、好ましくは P V ブラックマスクを形成するための光起電力材料を含んでよい。

【 0 0 4 8 】

図 8 は、光起電力 (P V) 電池 80 の例を概略的に示す。一般的な光電池は、光エネルギーを電気エネルギーまたは電流に変換することができる。 P V 電池 80 は、小さなカーボンフットプリントを有する、環境に対する影響が小さい再生可能なエネルギー源の一実施例である。 P V 電池を使用すると、エネルギー発生のコストを低減することができる。 P V 電池は、多くの異なるサイズおよび形状を有することができ、例えば、郵便切手より小さいものから、数インチにわたるサイズまでである。 P V モジュールは、電氣的接続、取

10

20

30

40

50

付け金具、電力調整機器、および日差しがないとき使用するために太陽エネルギーを蓄える電池を含むことができる。

【 0 0 4 9 】

一般的な P V 電池 8 0 は、2 つの電極 8 2 と 8 3 との間に配置された P V 材料 8 1 を備える。いくつかの実施形態では、P V 電池 8 0 は、層のスタックが形成された基板を備える。P V 電池 8 0 の P V 材料 8 1 は、シリコンなどの半導体材料を含んでよい。いくつかの実施形態では、活性領域は、図 8 に示されるように、n 形半導体材料 8 1 a と p 型半導体材料 8 1 b とを接触させることによって形成された p n 接合を備えてよい。そのような p n 接合は、ダイオードに似た特性を有することができ、したがってフォトダイオード構造とも称されてよい。

10

【 0 0 5 0 】

P V 材料 8 1 は、一般に、電流経路をもたらす 2 つの電極の間に挟まれる。電極 8 2、8 3 は、アルミニウム、銀、もしくはモリブデンまたは他のいくつかの導電材料から形成することができる。電極 8 2、8 3 も、透明な導電材料から形成されてよくまたは含まれてよい。電極 8 2、8 3 は、接触抵抗を下げ、収集効率を向上するように、p n 接合の前面の大部分をまかなうように設計されてよい。電極 8 2、8 3 が不透明材料から形成される実施形態では、電極 8 2、8 3 は、P V 材料に照明が当たるのを可能にするように、P V 材料の前部の上に開口を残すように構成されてよい。いくつかの実施形態では、裏面電極 8 2 または前面電極 8 3 は、例えば酸化スズ (SnO_2) またはインジウムスズ酸化物 (ITO) などの透明導電酸化物 (TCO) である透明な導電体を含むことができる。T C O は、電気接触および導電性をもたらし、同時に、入ってくる光に対して透明である。図示のように、P V 電池 8 0 は、前面電極 8 3 の上に配置された反射防止 (A R) コーティング 8 4 も備えるが、(以下で図 1 2 および 1 3 においてさらに論じられる前面および裏面 P V ブラックマスク 1 1 0、1 1 5 のように) 光が P V 電池 8 0 の背部を通して透過すると予期され得る実施形態では、任意選択で、裏面電極 8 2 の上に A R コーティングが配置されてよい。A R コーティング 8 4 は、P V 活性材料 8 1 の前面から反射される光量を低減することができる。

20

【 0 0 5 1 】

P V 材料 8 1 が照射される場合、光子が、活性領域内の電子にエネルギーを伝達する。光子によって伝達されたエネルギーが半導体材料のバンドギャップより大きいと、電子は、伝導帯に入るのに十分なエネルギーを有することができる。p n 接合の形成とともに内部電界が生成される。内部電界は、エネルギーを与えられた電子に対してこれらの電子を移動させるように作用し、それによって、外部回路 8 5 内に電流の流れをもたらす。結果として生じる電流の流れは、様々な電気デバイスに電力を供給するのに用いることができる。例えば、結果として生じる電流の流れは、図 8 に示されるように電池 8 6 またはコンデンサを充電することにより、後の利用のために蓄えられてよく、これが、ディスプレイに電力を供給することができる。

30

【 0 0 5 2 】

P V 材料は、結晶シリコン (c - シリコン)、アモルファスシリコン (a - シリコン)、ゲルマニウム (G e)、G e 合金、テルル化カドミウム (CdTe)、銅インジウムジセレニド (CIS)、銅インジウムガリウムジセレニド (CIGS)、光吸収性の染料およびポリマー、光吸収性ナノ粒子を散布したポリマー、または多接合光起電力材料とフィルムとの縦続接続など、様々な光吸収性の光起電力材料の任意のものを含むことができる。P V 活性材料 8 1 は、ガリウム砒素 (GaAs)、窒化インジウム (InN)、窒化ガリウム (GaN)、ホウ素砒化物 (BaS) のような材料を含む I I I 族 ~ V 族の半導体材料を含む他の適切な材料を含んでよい。インジウム窒化ガリウムのような半導体合金も用いられてよい。他の光起電力材料およびデバイスも可能である。これらの材料を形成する方法は、当業者に既知である。例示的实施例として、C I G S のような合金は、銅、ガリウム、およびインジウムが同時堆積または同時スパッタリングされ、次いでセレン化物蒸気でアニールされて C I G S 構造体を形成する真空ベースのプロセスによって形成する

40

50

ことができる。真空ベースでない代替形態プロセスも、当業者に知られている。堆積された薄膜 P V 活性材料は、例えばアモルファスシリコン薄膜を備えることができ、最近好評を得ている。薄膜としてのアモルファスシリコンは、数ある技法の中でも、物理的気相成長法 (P V D)、化学的気相成長法 (C V D)、電気化学的気相成長法またはプラズマ促進化学気相成長法 (P E C V D) により、広い面積にわたって堆積することができる。当業者に知られているように、アモルファスシリコン層を備える P V 活性材料は、 n 型ドーブおよび / または p 型ドーブされたシリコンを有する 1 つまたは複数の接合を含んでよく、 p - i - n 結合をさらに備えてもよい。他の材料も用いられてよい。光子が吸収されて電気的担体 (正孔および電子) にエネルギーが伝達される (1 つまたは複数の) 光吸収材料は、本明細書では P V 活性層または P V 電池の材料と称され、この用語は、複数のアクティブな副層を包含するように意図されている。 P V 材料用の材料は、所望の性能および P V 電池の用途次第で選択することができる。

10

【 0 0 5 3 】

図 9 A は、一般的な薄膜 P V 電池 9 0 B を概略的に示すブロック図である。一般的な薄膜 P V 電池 9 0 B は、光が通過することができるガラス基板 9 1 を含む。ガラス基板 9 1 上に、第 1 の電極層 8 3、 P V 材料 8 1 (アモルファスシリコンを含むものとして示されている) および第 2 の電極層 8 2 が配置される。第 1 の電極層 8 3 は、 I T O などの透明な導電材料を含むことができまたはそれによって形成される。図示のように、第 1 の電極層 8 3 と第 2 の電極層 8 2 とは、その間に薄膜 P V 材料 8 1 を挟む。示された P V 材料 8 1 はアモルファスシリコン層を含むが、他の P V 薄膜材料も知られている。当技術分野で知られているように、 P V 材料として機能するアモルファスシリコンは、 1 つまたは複数のダイオード接合を含んでよい。さらに、 1 つまたは複数のアモルファスシリコン P V 層は、 p 型ドーブ層 8 1 b と n 型ドーブ層 8 1 a との間に真性シリコン層 8 1 c が挟まれた p - i - n 接合を備えてよい。 p - i - n 接合は、 p n 接合より高い効率を有することができる。いくつかの他の実施形態では、 P V 電池は複数の接合を備えることができる。

20

【 0 0 5 4 】

層 8 1、 8 2、 8 3 は、物理的気相成長法、化学的気相成長法、電気化学的気相成長法などの堆積法を用いて堆積されてよい。薄膜 P V 電池は、薄膜シリコン、 C I S、 C d T e または C I G S などのアモルファスまたは多結晶の材料を含んでよい。薄膜 P V 電池のいくつかの利点には、とりわけデバイスのフットプリントが小さいことおよび製造プロセスのスケラビリティがある。

30

【 0 0 5 5 】

図 9 B は、インターフェロメトリーで機能強化された P V スタックまたは P V 電池 9 0 B の一実施例を示す。インターフェロメトリーで機能強化された P V 電池 9 0 B は、 P V 活性材料または P V 層 8 1 を含む。 P V 材料 8 1 は、基板 9 1 の上に形成された薄膜光起電力材料を含んでよい。 P V 材料 8 1 の下に配置された光共振キャビティ 9 3 および反射器 9 4 は、 P V 材料 8 1 内の電界の強度をインターフェロメトリーで高めるように構成され、インターフェロメトリーで機能強化された高効率の P V 電池 9 0 B をもたらす。 P V 材料 8 1 を覆う電極 9 2 は、 P V 材料 8 1 からの電子および / または正孔の伝導を助長するいくつかの領域では金属であり、不透明となる程度の厚さであってよい。そうでなければ、 P V 材料 8 1 も、透明な導電酸化物 (T C O) 層、または T C O 層および不透明な電極の両方を備える電極 9 2 で覆われてよい。同様に、光共振キャビティ 9 3 は、光共振キャビティ 9 3 の一部分ならびに P V 材料 8 1 から正孔および / または電子を導くための導電層の両方として働く T C O 層を備えてよい。 P V 材料 8 1 は、アモルファスシリコン、 C I G S または他の薄い半導体膜の光起電力材料などの薄膜光起電力材料を備えてよい。反射器 9 4 および光共振キャビティ 9 3 の光学的性質 (寸法および材料特性) は、層になった P V デバイス 9 0 B の境界面からの反射が可干渉に合計されて、光エネルギーが電気エネルギーに変換される P V 電池 9 0 B の P V 材料 8 1 内に適当な波長の分布および位相の向上した電界を生成するように選択される。そのようなインターフェロメトリーで機能強化された光起電力デバイスによって、干渉型光電池の活性領域における光エネルギーの

40

50

吸収が増加し、それによってデバイスの効率が向上する。この実施形態に対する変形形態では、異なる波長の光を別々に調整し、かつP V材料（複数可）における吸収を最大化するのに、複数の光共振キャビティを使用することができる。埋められた光共振キャビティおよび/または層は、透明な導電材料もしくは誘電体材料、空隙、またはそれらの組合せを備えてよい。

【0056】

ディスプレイにP V電池を一体化することにより特定の利点が得られることから、以下の実施形態は、光電池をディスプレイデバイスに組み込む、あるいは一体化する光電池を説明する。光電池は、ディスプレイ上に入射する光、ディスプレイから反射される光、またはディスプレイによって発生される光を取り込んで電気に変換するように配置されてよい。さらに、以下でさらに説明されるように、多くのディスプレイが、ピクセル間の区域内の、視聴者の方へ放射または反射される光に影響されやすい。この望ましくない光は、ディスプレイの画像品質および/またはコントラストを低下させて、ディスプレイによって発生される画像を劣化させる恐れがある。結果として、ディスプレイは、この望ましくない光または外部光が視聴者に到達するのをマスクするために、ブラックマスクを含むことができる。この外部光をP V材料が吸収することができるので、放射性、反射性、または透過性のディスプレイ用に、ブラックマスクとしてP V材料が用いられてよい。P Vブラックマスクは、望ましくない光を吸収するだけでなく、吸収光を電気へ有利に変換し、したがって2つの機能に役立ち、追加のブラックマスクを形成する必要性を省く。

【0057】

図10は、デバイスの前面すなわち画像面に画像を表示するディスプレイデバイス100の一般化された概略図を示す。示されるように、ディスプレイデバイス100は、アクティブなピクセル101を備えるアレイ領域を備える。アクティブなピクセル101は、アクティブなピクセル区域と称されてもよい。ディスプレイデバイス100は、非アクティブ区域も含む。図示のように、非アクティブ区域のグリッドライン102、103は、隣接したアクティブなピクセル101の間に、すなわち隣接したアクティブなピクセル101を分離して配置される。ディスプレイデバイス100が干渉型変調器ディスプレイである実施形態では、非アクティブ区域は、図7Fに関して上記で論じられたように、電極間の空隙、ピクセルアレイの縁端部の周囲領域間の空隙、レール間の空隙、支持構造体間の空隙、またはエッチング穴間の空隙を備えてよい。他のディスプレイ技術を含む他の実施形態では、非アクティブ区域は、放射外部光または反射外部光の影響を受けやすいディスプレイ内に他の区域を備えてよい。

【0058】

図10には、視聴者の方へ、放射、反射、または透過される外部光を表す光線104および105も示されている。そのような光104、105は、白色光である場合が多いが、視聴者の方へ向かう外部光は任意の色であり得る。そのような外部光は、明るいように意図されたピクセル区域に関して（オン状態またはオフ状態のいずれでも）白っぽくする、あるいはコントラストを低下させることにより、ディスプレイデバイス100上に表示される画像を劣化させる恐れがある。いくつかの実施形態では、アクティブなピクセル101からの光106だけが視聴者に到達し、わずかな外部光104、105しか視聴者の方へ向かないように、ディスプレイデバイス100は、外部光104、105をマスクするためのブラックマスク材料を含んでよい。

【0059】

図11は、図10のものに類似の、一般的なアクティブ（プログラマブル）ディスプレイデバイスの断面を概略的に示す。図11に示されるように、ディスプレイから視聴者の方へ放射、反射、または透過される光は、アクティブなピクセル101から画像の一部分を形成するように放射、反射、または透過される光106を含んでよい。視聴者の方へ放射、反射、または透過される光は、非アクティブ区域103から放射、反射、または透過される光105a～105dも含むことがある。非アクティブ区域からの光105a～105dにより、視聴者に向けて表示される画像が、白っぽくなる、あるいはコントラスト

が低下する恐れがある。したがって、外部光 105 a ~ 105 d を阻止または吸収するように、これらの区域をマスクするのが望ましい。

【0060】

光 105 a ~ 105 d は、多くの光源から生じる可能性がある。例えば、非アクティブ区域 103 は、反射性または半反射性でよい。したがって、非アクティブ区域 103 上に入射する周辺光 107 a の反射から、光線 105 a が生じる可能性がある。非アクティブ区域 103 が、透明または半透明である場合、光 105 a は、ピクセル 101 の背後に配置された反射面または背板 108 から反射され得る。場合によっては、入射する周辺光 107 b は、ピクセル 101 を通過して背板 108 から反射し、次いで、光線 105 b によって示されるように非アクティブ区域 103 を通過してよい。放射性ディスプレイでは、外部光 105 c は、LED ディスプレイなどのピクセル 101 によって放射されてよい。他のディスプレイでは、光は、光線 105 d によって示されるように、バックライトから非アクティブ区域 103 を透過してよい。これらの実施形態のすべてにおいて、外部光 105 a ~ 105 d により、コントラストが低下する、あるいは画像が白っぽくなる恐れがある。光吸収材料で作製されたブラックマスクは、この光を吸収するのに有用であり得て、ピクセル光 106 だけが視聴者を達するのを可能にする。有利には、この外部光が、吸収されるだけでなく、ディスプレイデバイス 100 に給電するのを助長するために、または他の用途のために、蓄積用の電気を発生するのに有利に用いられるように、ブラックマスクは PV 材料で作製されてよい。

【0061】

図 12 は、PV 一体型ディスプレイデバイス 120 内の非アクティブ区域 103 の前でパターンニングされた前面 PV ブラックマスク 110 を示す。示されるように、前面 PV ブラックマスク 110 は、吸収されなければディスプレイデバイス 120 に表示される画像を劣化させることになる外部光を吸収するために、非アクティブ区域 103 をマスクするのを助長する。例えば、入射する周辺光 107 a が反射する前に、前面 PV ブラックマスク 110 がこの光を吸収することができる。前面 PV ブラックマスク 110 は、背板 108 またはピクセル 101 の背後に配置された他の反射面からの反射光 105 b の吸収を助長することもできる。光線 107 a および 105 b に関して示されるように、PV ブラックマスク 110 は、光起電力材料の前面および裏面の両方から光を受け取るように構成することができる。前面 PV ブラックマスク 110 は、ピクセル 101 から放射され（例えば LED ディスプレイのように放射性ピクセルの場合）、あるいはピクセルを透過して（例えば LCD ディスプレイのように光 105 d がバックライトによって発生される場合）、非アクティブ区域 103 をそれる、あるいは非アクティブ区域 103 から散乱する光 105 c、105 d をさらに吸収してよい。したがって、図 12 から見られるように、アクティブなピクセル 101 によって放射された光 106 だけが視聴者に到達し、結果として画像が向上する。

【0062】

図 13 は、図 12 のものに類似の PV 一体型ディスプレイデバイス 130 を示す。しかし、図 13 では、非アクティブ区域 103 の背後に裏面 PV ブラックマスク 115 がパターンニングされる。示されるように、入射する周辺光 107 a が反射する前に、裏面 PV ブラックマスク 115 がこの光を吸収することができる。裏面 PV ブラックマスク 115 は、背板 108 またはピクセル 101 の背後に配置された他の反射面からの反射光 105 b の吸収を助長することもできる。したがって、光線 107 a および 105 b に関して示されたように、裏面 PV ブラックマスク 115 は、光起電力材料の前面および裏面の両方から光を受け取るように構成することができる。ピクセル 101 によって発生されるが、非アクティブ区域 103 へそれる、あるいは散乱する光 105 d を、裏面 PV ブラックマスク 115 がさらに吸収してよい。したがって、図 13 から見られるように、アクティブなピクセル 101 によって放射された光 106 だけが視聴者に到達し、結果として画像が向上する。いくつかの実施形態では、PV 一体型ディスプレイデバイスは、前面 PV ブラックマスク 110、裏面 PV ブラックマスク 115 の両方を備えてよい。

【 0 0 6 3 】

図 1 2 に示される前面 P V ブラックマスク 1 1 0 および図 1 3 に示される裏面 P V ブラックマスク 1 1 5 は、上記で論じられたように、光起電力材料を含む光電池を備えてよい。光電池は、インターフェロメトリーで機能強化された光電池を含んでよい。適切な光起電力材料は、好ましくは、前述のように薄膜光起電力材料を含んでよいが（図 8 ~ 図 9 B を参照されたい）、半導体基板またはエピタキシャル成長させた半導体材料も用いられてよい。さらに、上記で説明されたように、P V 電池内の光起電力材料（P V ブラックマスク 1 1 0、1 1 5 など）は、電極に接してよい。光起電力材料は、電極の間に「挟まれ」てよい。光起電力材料に接触する電極は、例えば視聴者の反対側片面上の不透明電極、P V 材料へ光が入るのを可能にするためのウィンドウをパターンニングされた片面上または両面上の不透明電極、ならびに / あるいは、そのような不透明電極に加えて、もしくはそのような不透明電極の代わりに、透明な導電材料または透明導電酸化物などのフィルムを備えてよい。

10

【 0 0 6 4 】

図 1 2 および図 1 3 に示されるように、P V ブラックマスク 1 1 0、1 1 5 は、アクティブなピクセル 1 0 1 を露出するようにパターンニングされる。例えば、いくつかの実施形態では、ディスプレイは反射性ディスプレイであり、P V ブラックマスク 1 1 0 はピクセルの前に（画像面上に）形成される。そのような実施形態では、P V ブラックマスク 1 1 0 は、入射する周辺光または前面光（画像を発生するように視聴者へ選択的に反射される）に対してピクセル 1 0 1 を露出するようにパターンニングされる。他の実施形態では、ディスプレイは透過性であり、P V ブラックマスク 1 1 5 はピクセルの背後に形成される。そのような実施形態では、P V ブラックマスク 1 1 5 は、ピクセルの背後からの光（例えばバックライト）に対してピクセル 1 0 1 を露出するようにパターンニングされる。外部光を阻止または吸収することによって画像を適切に改善するために、P V ブラックマスク 1 1 0、1 1 5 は、好ましくは P V ブラックマスク 1 1 0、1 1 5 に入射する光の 1 0 % 未満を反射または透過するように構成される。より好ましくは、P V ブラックマスク 1 1 0、1 1 5 は、P V ブラックマスク 1 1 0、1 1 5 に入射する可視光の 5 % 未満を反射または透過するように構成される。P V ブラックマスク 1 1 0、1 1 5 を備える P V 電池の反射または透過は、P V 電池内の光起電力材料の厚さならびに用いた材料のような要因次第であり得る。P V ブラックマスクは、反射をさらに低減するために反射防止コーティングも含んでよい。

20

30

【 0 0 6 5 】

図 1 2 および図 1 3 では、P V ブラックマスク 1 1 0、1 1 5 は、アレイまたは画像領域の非アクティブ区域 1 0 3 をマスクするようにパターンニングされる。したがって、P V ブラックマスクは、非アクティブ区域の望ましくない光学的作用（例えば反射）を視聴者からマスクするように、非アクティブ区域 1 0 3 のパターンに対応するようにパターンニングされる。

【 0 0 6 6 】

図 1 4 は、2 × 2 の P V 一体型干渉型変調器のアレイ 1 4 0 の実施形態の斜視図を示す。図 7 F に関して上記で論じられたように、干渉型変調器のアレイ 1 4 0 は、機械的層 3 4 の列とレール支持体 7 3 との間の間隙 7 4 などの非アクティブ区域を含んでよい。非アクティブ区域は、エッチング穴 7 6 またはアクティブなピクセル 1 0 1 内に形成された柱 7 5 も含んでよい。図 1 4 の実施形態では、アレイ 1 4 0 の背後にパターン化裏面 P V ブラックマスク 1 1 5 が形成される。アレイ 1 4 0 内の非アクティブ区域または画像領域は、周辺光 1 0 7 b がパターン化裏面 P V ブラックマスク 1 1 5 に到達するのを可能にすることができる透明な非アクティブ構造体を備えてよい。示されるように、パターン化裏面 P V ブラックマスク 1 1 5 は、光が通過することができる非アクティブ構造体のパターンに対応するようにパターンニングされる。例えば、P V ブラックマスク 1 1 5 は、間隙 7 4 およびレール 7 3 の下に細長片で形成され、アレイ 1 4 0 の下すなわち背後に交差状のパターンを形成する。大きなアレイの場合、パターンは、アクティブなピクセル領域 1 0 1

40

50

の間の空間に対応するグリッドの形状を有する。示されるように、裏面P Vブラックマスク115は、背板145上に形成されてよい。さらに、裏面P Vブラックマスク115は、「アイランド」すなわちP V材料の接続されていない部分(P Vブラックマスクアイランド146)を含むことができる。

【0067】

有利には、アレイ140の背後に形成された交差状のパターンは、裏面P Vブラックマスク115の前面電極と裏面電極とを外部回路で電氣的に接続するのを可能にするために、ディスプレイ140の周辺へ広がってよい。P Vブラックマスクアイランド146のようなアイランドを含むP Vブラックマスク110、115の実施形態については、外部回路を用いた電氣的接続は、P Vブラックマスクアイランド146のP V材料81と電気接

10

【0068】

ピクセル101のまわりもしくはピクセル101の間を通る光、間隙74を通る光、または(光線107aのように)支持構造物18もしくは73を通る光の例は、画像領域またはピクセルアレイ内の非アクティブ区域を通過する光の利用を示す。材料は、そのような非アクティブ区域を通る透過率を最大化するように選択することができる。例示的透明材料は、二酸化ケイ素(SiO_2)、二酸化チタン(TiO_2)、フッ化マグネシウム(MgF_2)、クロム(III)酸化膜(Cr_3O_2)、窒化シリコン(Si_3N_4)などの誘電体を含んでよい。しかし、任意の透明材料または部分的透明材料が、非アクティブ区域内の構造体に用いられてよい。

20

【0069】

図14に示されるように、P V活性材料81は、電極として機能することができる導電材料143、144の2つの層の間に挟まれてよい。前面電極144は、ITOまたは他のTCOなどの透明導電体を含むことができ、あるいはこれらの透明導電体で作製することが

30

【0070】

透明導電層は、任意の透明導電材料を含んでよい。多くの透明導電材料は透明導電酸化物(TCO)である。TCO層は、光を阻止することなくP V材料への電極コンタクトを改善するために、光起電力材料、特に薄膜光起電力材料とともに使用されることが多い。機能的に、TCOは、P V電池電極の一部を電氣的に形成してよく、これらの電極は、一般にTCO材料と電氣的に接触する不透明金属の電極または導電電極を備える。ディスプレイの用途では、不透明電極は、P V材料がかなりの光を取り込むことができる大きなウィンドウを形成するようにパターンニングされてよい。あるいは、電極は、画像表示領域の外側の透明導電材料とすべて接触してよく、また、アレイまたは画像領域内の電極にはTCOのみが用いられる。当業者に既知のように、通常のTCOは、インジウムスズ酸化物(ITO)である。ITOを形成する方法または堆積する方法は、当技術分野で周知であり、電子ビーム堆積、物理的气相成長またはスパッタ堆積の技法を含む。他のTCO材料および製造プロセスも用いられてよい。示された裏面P Vブラックマスク115の前面電極144として必要なのは透明導電体のみであるが、前面P Vマスク110(図12を参照されたい)については、P V材料81の両面上の電極用に透明導電体を用いるのが有用であり得ることが理解されよう。

40

【0071】

50

図15Aおよび図15Bは、図7A～図7Eで示された実施形態に全般的に類似したEMSデバイスの2つの実施形態を示す。しかし、図15Aおよび図15Bの実施形態は、アクティブなピクセル101の前に（画像上または視聴者側に）、前面PVブラックマスク110を備える。視聴者の位置によって示されるように、図15Aおよび図15Bは図10～図14に対して反転している。

【0072】

図15Aでは、前面PVブラックマスク110上に透明材料の緩衝層65が形成され、干渉型変調器を形成するための平坦な表面をもたらす。支持体18は、前面PVブラックマスク110と位置合わせされ、前面PVブラックマスク110の断面積とほぼ同じサイズである。他の実施形態では、PVブラックマスク110の断面積は、支持体18の面積と必ずしも等しくなく、この非アクティブ区域を十分にマスクして干渉型変調器のあらゆる表面から反射する入射周辺光107aを吸収するように、サイズおよびパターンにおいて、支持体18の断面積およびパターンの両方に対応する。前面のPVブラックマスク110は、支持体を、表面積で、例えば10%未満または5%未満だけ上回ることができる。

10

【0073】

図15Aに示されるように、前面PVブラックマスク110は、基板20上の緩衝層65に組み込まれる。光変調素子すなわちIMOD（光学積層体16、可動層14、および可動層14から光学積層体16を分離するキャビティ19を備える）は、緩衝層65の上にある。また、緩衝層65の一部分が前面PVブラックマスク110の上にあるので、前面PVブラックマスク110はまた、支持体18から電氣的に絶縁され、光変調素子への電気路すなわち接続をもたらさない。

20

【0074】

あるいは、図15Bに示されるように、前面PVブラックマスク110は、基板20の、干渉型変調器の反対側に形成されてよい。この実施形態では、PVブラックマスクは、類似の緩衝層65に組み込まれてよく、あるいは、そうでなければ基板20の反対側でカプセルに入れられてよい。図15Bの実施形態を製造するために、最初に基板20の片側の面上にディスプレイが形成されてよい。次いで、以下でさらに論じられるように、基板の反対側の面上にPVブラックマスク110が形成されてよい。あるいは、最初に片側の面上にPVブラックマスク110が形成されてよく、次いで反対側の面上にディスプレイが形成されてよい。

30

【0075】

本明細書に開示された様々な実施形態は、様々なやり方で製造されてよい。例えば、画像領域内にアクティブなピクセルのアレイを備えるディスプレイは、パターン化PVブラックマスクおよびディスプレイのうちの1つを他方の上に積層することによってPVブラックマスク110、115に一体化されてよい。あるいは、ディスプレイの背後に配置されたPVブラックマスクについては、PVブラックマスクは、用途次第で、金属または透明であり得る背板上に形成されてパターンングされてよい。次いで、背板が、ディスプレイに位置合わせして取り付けられてよく、ディスプレイデバイスの裏面を形成する。PVブラックマスクがディスプレイの前に配置される他の実施形態では、ガラスまたはプラスチックなどの透明なカバー板上にPVブラックマスクが形成されてよい。カバー板は、次いでディスプレイ上に取り付けられるか積層されてよく、あるいは、ディスプレイは、次いでカバー板の一方の面上または反対側の面上に形成または堆積されてよい。PVブラックマスク110、115によって形成されたパターンが、非アクティブ区域によって形成されたパターンと同一である必要性はないが、PVブラックマスクが、非アクティブ区域で利用可能な大部分の望ましくない光をマスクして吸収することができるように、パターン化PVブラックマスクは、好ましくは非アクティブ区域のパターンを覆い、かつ非アクティブ区域のパターンに位置合わせされる。

40

【0076】

図16、図17Aおよび図17Bは、前述の前面PVブラックマスク110および裏面

50

PVブラックマスク115と似たPVブラックマスクの製造の一実施形態におけるステップを示す。図16に示されるように、プロセスは、適当な基板161上に、電極層82の上への薄膜PV材料層81のブランケット堆積から始めてよい。基板161は、図15Aおよび図15Bの基板20の片側またはその反対側に相当してよい。PVブラックマスク115がアクティブなピクセルの背後に形成される実施形態では、ディスプレイの裏面を覆ってPVブラックマスク115が形成されるように、基板161がディスプレイ自体を含んでよい。あるいは、図14の実施形態と同様に、基板161は、後にディスプレイに取り付けられてディスプレイの背後に配置されることになる背板を含んでよい。他の実施形態では、基板161は犠牲基板を備えてよい。次いで、ディスプレイデバイスの前面または裏面に、犠牲基板が積層され、除去されて、パターン化PVブラックマスクが後に残る。好ましくは、積層は、PVブラックマスク110、115のパターンとピクセルアレイ内の非アクティブ区域のパターンとを位置合わせするように行われる。

10

【0077】

当業者に理解されるように、ピクセル間のグリッドパターンなど、アレイにわたって連続したブラックマスクパターンは、電池に電荷を蓄積するための回路、またはディスプレイ自体もしくは関連する電子部品（携帯電話のようなもの）などの電気デバイスへ電力を直接供給するための回路へ容易にルーティングすることができる。絶縁された支柱をマスクするためのアイランドなどの絶縁されたPV材料は、特別な経路設定を必要とすることがある。図17Aおよび図17Bは、PV材料によって発生された電流の経路設定の1つの方法を示す。あるいは、そのようなアイランドについては、バイア経路で背板145の裏面へトレースをルーティングすることができるのを当業者なら理解するであろう。

20

【0078】

図17Aは、図16のブランケットPV材料層81をパターンニングし、誘導体の緩衝層171および第2の電極83をさらに堆積した後のデバイスを示す。誘導体の緩衝層171は、PV材料81の絶縁されたアイランド間の領域内の2つの電極82、83の電氣的絶縁を助長することができる。電極82、83は、透明導電層、または不透明金属の電極を備えてよく、あるいはその両方を備えてよい。電極82、83が反射性または不透明な金属の電極を備える場合、電極82、83の金属部分のパターンニングに対して、反射を最小化し、PV材料81へのウィンドウを最大化するように注意するのが好ましい。

【0079】

30

図17Bは、上の図17Aと同様に、図16のブランケットPV材料層81のパターンニング後のデバイスを示す。しかし、図17Bの実施形態では、電極82、83は、（図17Bのような）バッファによらず、PV材料81の薄くなった部分によって電気接触を防止している。したがって、図17Aは、いくつかの区域（例えばアクティブなピクセル区域）からPV材料81をすべて除去するようにPV材料81をパターンニングするが、図17Bの実施形態は、いくつかの区域でPV材料81が著しく薄くなるようにPV材料81をパターンニングする一方で、PVブラックマスク110、115の区域として働くように意図された区域では、比較的厚いPV材料81を残す。

【0080】

一般に、PVブラックマスク110、115は、前述のように薄膜光起電力材料を備えてよい。薄膜PV電池のいくつかの利点には、デバイスのフットプリントが小さいことおよび製造プロセスのスケラビリティがある。図17Bの実施形態などのいくつかの実施形態では、薄膜PV電池は、部分的透過性に設計されてよい。そのような実施形態では、アクティブなピクセル区域173内のPV材料81の透過率は、PVブラックマスク110、115が望まれる非アクティブ区域外では、表示画像が優れたままであるように十分に高い。

40

【0081】

さらに、干渉型変調器ピクセルの一部は、部分的透過性に構成または設計されてよく、したがって、アクティブなピクセルは、かなりの周辺光が通過してPV電池115およびそのPV活性材料81に到達するのを可能にすることができるよう設計されてよい。

50

一般に、反射器 14 は、例えば、アルミニウム (Al)、モリブデン (Mo)、ジルコニウム (Zr)、タングステン (W)、鉄 (Fe)、金 (Au)、銀 (Ag)、およびクロム (Cr) または MoCr などの前述の合金などの金属層を備えてよい。反射器 14 は、一般に不透明になり得るほど十分に厚い (例えば 300 nm 以上)。しかし、他の実施形態では、反射器 14 は「半透過性の」IMOD ディスプレイ用の部分的反射器である。特定の実施形態の反射器 14 の透過率は、反射器 14 の厚さ次第である。一般に、部分的反射器である金属反射器 14 は、20 と 300 との間にあり、好ましくは 225 未満である。P V 一体型ディスプレイ 100 の様々な実施形態の反射器 14 において薄い半反射性の層を用いることにより、干渉型変調器は、ディスプレイピクセルのアクティブなアレイの選択部分を約 5 % から約 50 % が通過して光起電力材料に到達するのを可能にするように構成されてよい。そのような機構では、パターン化 P V ブラックマスクは、そのような半透過領域の下にあり得て、半透過領域を通過する光を取り込む。

10

【0082】

前述の詳細な説明は、本発明のいくつかの実施形態を開示しているが、この開示が単なる例示であって、本発明を限定するものではないことを理解されたい。開示された特定の構成および作用は、前述のものと異なるものであり得て、本明細書で説明された方法は、半導体デバイスの製造と別の状況で用いられ得ることを理解されたい。当業者なら、一実施形態に関して説明された特定の特徴が、他の実施形態にも適用可能であり得ることを理解するであろう。例えば、干渉型スタックの様々な特徴が、光電池、光起電力のデバイスまたはアレイの前面に関して論じられており、そのような特徴は、光電池、光起電力のデバイスまたはアレイの裏面の上面に形成された干渉型スタックに容易に適用可能である。例えば、様々な反射器の特徴が、P V デバイスの前面の上面に形成された干渉型変調器の様々な実施形態に関して論じられてきた。そのような反射器の特徴は、部分的反射器の使用を含んで P V デバイスの裏面の上面に形成された干渉型変調器にも適用可能であり、あるいは、干渉型変調器のいくつかの実施形態については、裏面電極を反射器として使用すると同時に反射器を省略するのに適用可能である。

20

【符号の説明】

【0083】

- 14 可動反射器
- 16 光学積層体
- 18 支持体
- 19 キャビティ
- 20 基板
- 34 機械的層
- 65 緩衝層
- 71 列電極
- 72 行電極
- 73 レール支持体
- 74 間隙
- 75 支持構造物
- 76 エッチング穴
- 77 アクティブなピクセル
- 81 P V 材料
- 82, 83 電極
- 100 ディスプレイデバイス
- 101 アクティブなピクセル
- 102, 103 グリッドライン
- 104, 105, 105a, 105b, 105c, 105d, 106 光
- 107a, 107b 周辺光
- 108 背板

30

40

50

- 1 1 0 前面 P V ブラックマスク
- 1 1 5 裏面 P V ブラックマスク
- 1 2 0 ディスプレイデバイス
- 1 3 0 P V ー 体型ディスプレイデバイス
- 1 4 0 P V ー 体型干渉型変調器のアレイ
- 1 4 3 裏面電極
- 1 4 4 前面電極
- 1 4 5 背板
- 1 4 6 P V ブラックマスクアイランド
- 1 6 1 基板
- 1 7 1 誘導体の緩衝層

10

【図 1】

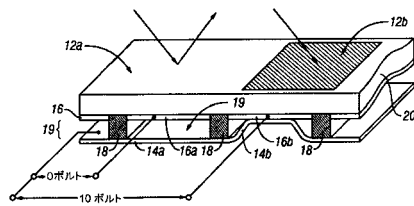


FIG. 1

【図 2】

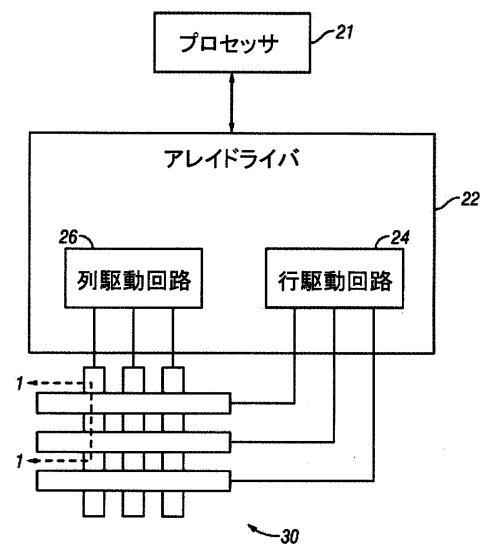


FIG. 2

【図 3】

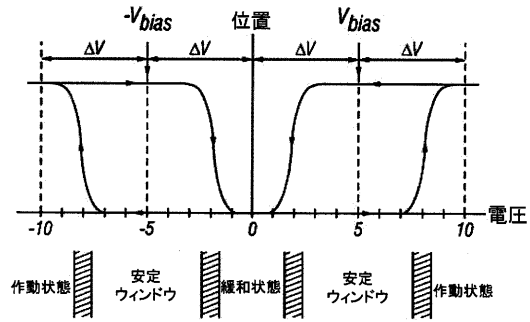


FIG. 3

【図 4】

行出力 信号	列出力 信号	
	$+V_{bias}$	$-V_{bias}$
0	安定	安定
$+\Delta V$	緩和	作動
$-\Delta V$	作動	緩和

FIG. 4

【図 5 A】

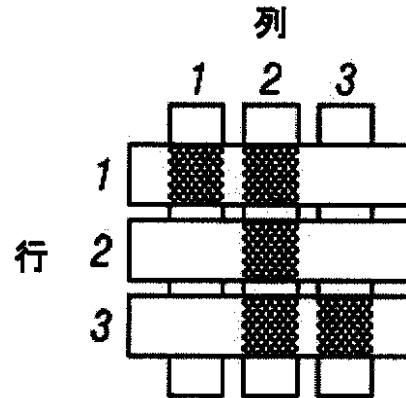


FIG. 5A

【図 5 B】

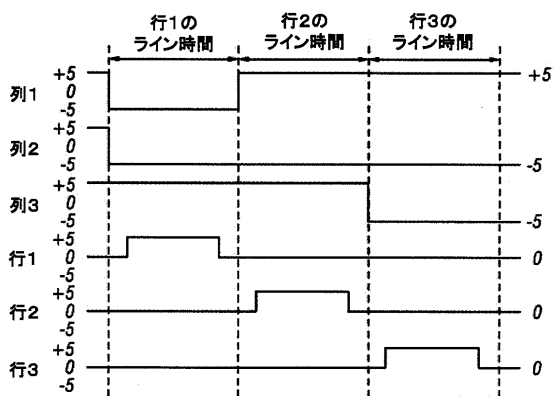


FIG. 5B

【図 6 A】

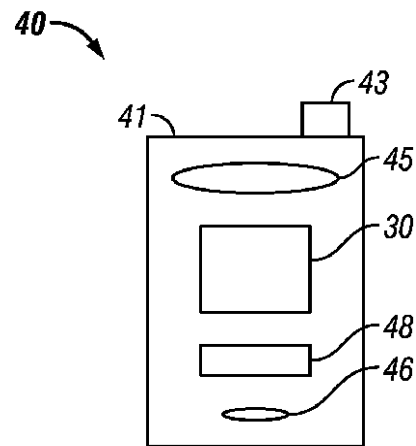


FIG. 6A

【図 6 B】

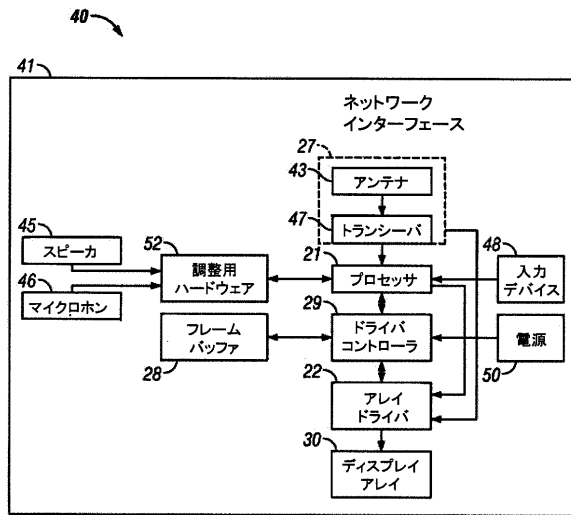


FIG. 6B

【図 7 A】

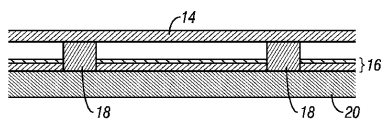


FIG. 7A

【図 7 E】

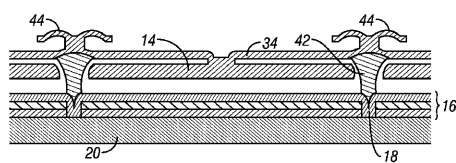


FIG. 7E

【図 7 F】

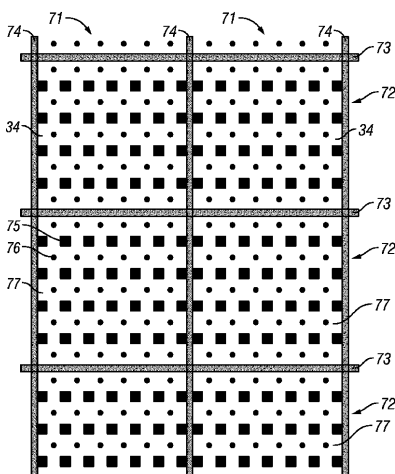


FIG. 7F

【図 7 B】

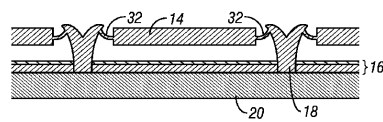


FIG. 7B

【図 7 C】

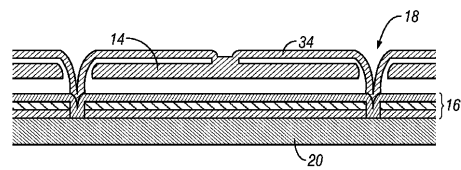


FIG. 7C

【図 7 D】

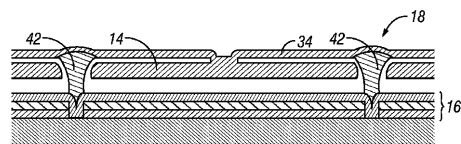


FIG. 7D

【図 8】

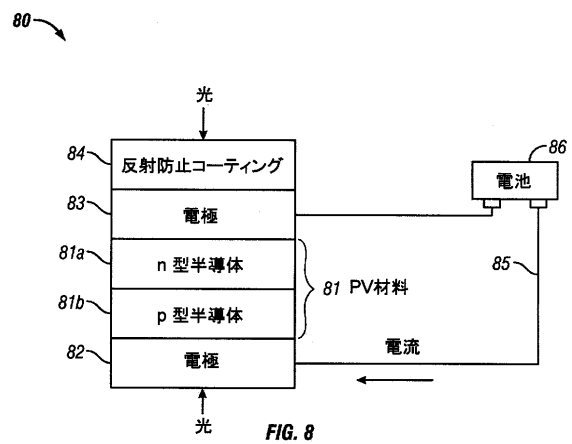


FIG. 8

【図 9 A】

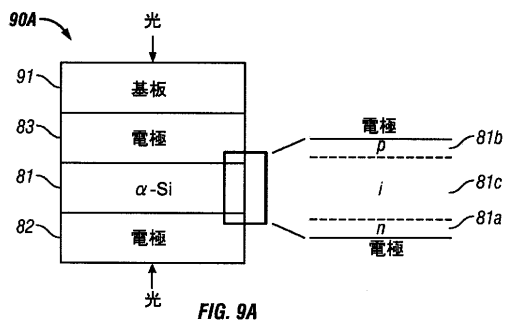


FIG. 9A

【図 9 B】

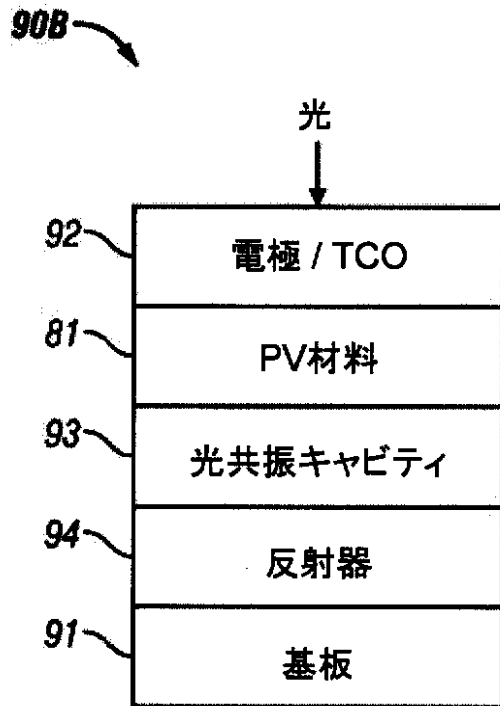


FIG. 9B

【図 10】

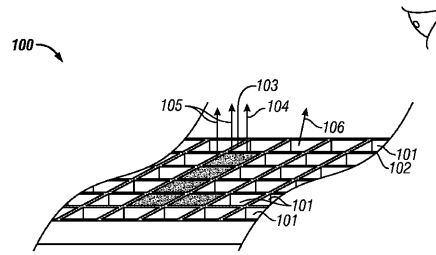


FIG. 10

【図 11】

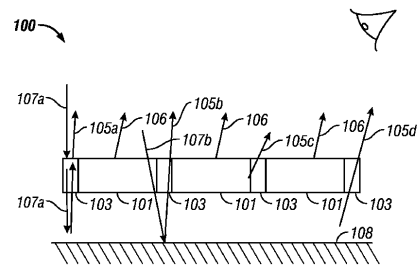


FIG. 11

【図 12】

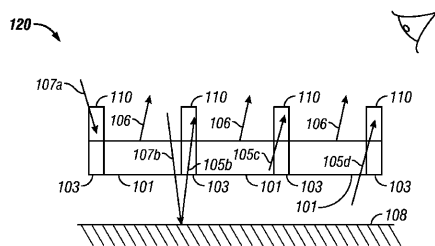


FIG. 12

【図 13】

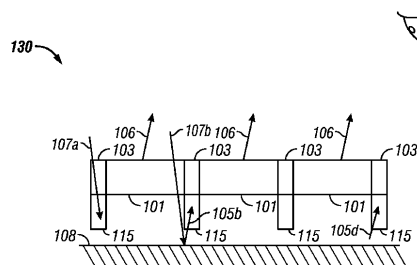


FIG. 13

【図 14】

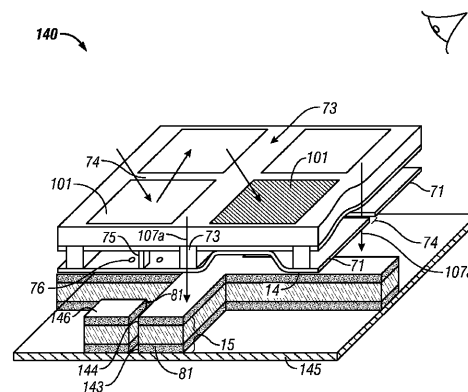


FIG. 14

【図 15 A】

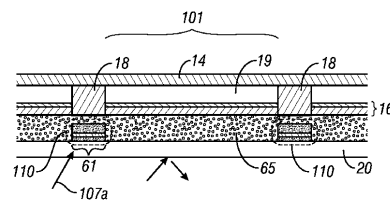


FIG. 15A

【 図 1 5 B 】

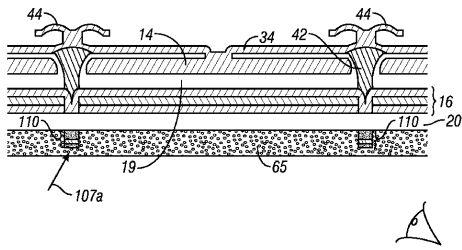


FIG. 15B

【 図 1 6 】

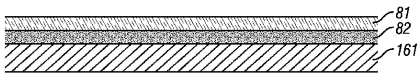


FIG. 16

【 図 1 7 A 】

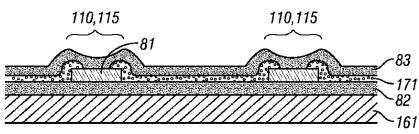


FIG. 17A

【 図 1 7 B 】

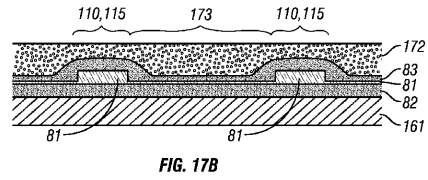


FIG. 17B

フロントページの続き

- (72)発明者 マニシュ・コザリ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・95014・クパティーノ・パーム・アヴェニュー・2246
0
- (72)発明者 カスラ・カゼニ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・95120・サン・ノゼ・クロスブルック・コート・6011
- (72)発明者 ガン・シュイ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・95014・クパティーノ・アマドール・オーク・コート・1
0092
- (72)発明者 イオン・ピタ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・95134・サン・ノゼ・リオ・ローブルズ・イースト・65
・アパートメント・1204

審査官 佐藤 宙子

- (56)参考文献 特開2006-099101(JP, A)
特開平11-295725(JP, A)
特開2005-266007(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 26/00 - 26/10
G09F 9/00 - 9/30