

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-501007

(P2015-501007A)

(43) 公表日 平成27年1月8日(2015.1.8)

(51) Int.Cl.

**G02B 26/00** (2006.01)  
**B81B 3/00** (2006.01)

F 1

G 02 B 26/00  
B 81 B 3/00

テーマコード(参考)

2 H 1 4 1  
3 C 0 8 1

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2014-544769 (P2014-544769)  
 (86) (22) 出願日 平成24年11月16日 (2012.11.16)  
 (85) 翻訳文提出日 平成26年6月30日 (2014.6.30)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2012/065509  
 (87) 國際公開番号 WO2013/081856  
 (87) 國際公開日 平成25年6月6日 (2013.6.6)  
 (31) 優先権主張番号 13/306,802  
 (32) 優先日 平成23年11月29日 (2011.11.29)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 508095337  
 クオルコム・メムズ・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・ドライヴ・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】アナログ干渉変調器を駆動するためのシステム、デバイス、および方法

## (57) 【要約】

本開示は、アナログ干渉変調器の動作を較正し、かつコントロールするためのシステム、方法、および装置を提供する。一態様において、アナログ干渉変調器の可動層の電極は、駆動電圧を受け取るための部分と、電気的に隔離された部分とを含むことができる。電圧は、電気的に隔離された部分で感知することができ、また、この電圧を使用して、可動層の位置を決定すること、および/または駆動電圧にフィードバックを提供することができる。

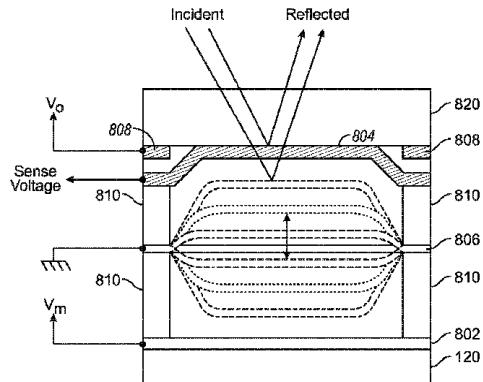


FIG. 16

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光を変調するためのデバイスであって、  
少なくとも第1、第2、第3、および第4の電極と、  
前記第1および第2の電極に接続された固定電圧源と、  
前記第3の電極に接続された可変電圧源と、  
前記第4の電極に接続された電圧センサと  
を具備する、デバイス。

**【請求項 2】**

前記4つの電極のうちの少なくとも1つが可動電極である、請求項1に記載のデバイス 10  
。

**【請求項 3】**

前記第3および第4の電極が可動電極である、請求項2に記載のデバイス。

**【請求項 4】**

前記電圧センサが、前記可変電圧を調整するためのフィードバックを提供する、請求項1に記載のデバイス。

**【請求項 5】**

演算増幅器をさらに具備し、  
前記演算増幅器の出力は、前記第3の電極に接続される、請求項4に記載のデバイス。

**【請求項 6】**

電圧フォロワをさらに具備し、  
前記電圧フォロワの入力は、前記第4の電極に接続され、  
前記電圧フォロワの出力は、前記演算増幅器に接続される、請求項5に記載のデバイス 20  
。

**【請求項 7】**

前記第3の電極および前記第4の電極が共通平面内の層として形成される、請求項1に記載のデバイス。

**【請求項 8】**

前記第3の電極および前記第4の電極が共通平面内の層として形成される、請求項3に記載のデバイス 30

**【請求項 9】**

前記第4の電極が前記第3の電極の周囲に形成される、請求項8に記載のデバイス。

**【請求項 10】**

前記可動電極がミラー層を含む、請求項2に記載のデバイス。

**【請求項 11】**

前記可変電圧源によって供給される電圧を変化させることによって前記可動電極の位置を調整するように構成された駆動回路をさらに具備する、請求項2に記載のデバイス。

**【請求項 12】**

前記第2の電極が可動電極である、請求項2に記載のデバイス。

**【請求項 13】**

前記第2の電極が接地される、請求項12に記載のデバイス。

**【請求項 14】**

前記第4の電極が前記第2の電極と前記第1の電極との間に配置される、請求項13に記載のデバイス。

**【請求項 15】**

前記第1の電極が前記第4の電極の周辺部分の周りに形成される、請求項14に記載のデバイス。

**【請求項 16】**

ディスプレイと、  
前記ディスプレイと通信するように構成され、画像データを処理するように構成された 50

プロセッサと、

前記プロセッサと通信するように構成されたメモリデバイスと  
をさらに具備する、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 1 7】

少なくとも 1 つの信号を前記ディスプレイに送るように構成されたドライバ回路をさらに具備する、請求項 1 6 に記載のデバイス。

【請求項 1 8】

前記画像データの少なくとも一部を前記ドライバ回路に送るように構成されたコントローラをさらに具備する、請求項 1 7 に記載のデバイス。

【請求項 1 9】

前記プロセッサに前記画像データを送るように構成された画像源モジュールをさらに具備する、請求項 1 6 に記載のデバイス。

【請求項 2 0】

前記画像源モジュールが、受信機、トランシーバ、および送信機のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 9 に記載のデバイス。

【請求項 2 1】

入力データを受け取り、前記入力データを前記プロセッサに伝達するように構成された入力デバイスをさらに具備する、請求項 1 6 に記載のデバイス。

【請求項 2 2】

前記第 4 の電極に接続され、前記第 4 の電極で感知された電圧に少なくとも部分的に基づいて可動導電層の位置を決定するように構成された位置決定ユニットを具備する、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 2 3】

光を変調するためのデバイスを駆動する方法であって、  
第 1 の電極および第 2 の電極の両端間に第 1 の電圧を印加するステップと、  
第 3 の電極に第 2 の電圧を印加するステップと、  
第 4 の電極の電圧を感知するステップと  
を有する、方法。

【請求項 2 4】

前記第 2 の電圧を印加するステップに応答して、前記第 3 の電極および前記第 4 の電極を移動させるステップを有する、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記第 2 の電圧を印加するステップに応答して、前記第 1 の電極または前記第 2 の電極のうちの一方を移動させるステップを有する、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記印加される第 2 の電圧が、可動電極の位置が実質的に所望の位置に等しくなるまで、感知された電圧を使用して調整される、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 7】

感知された電圧が、前記第 3 の電極と前記第 4 の電極との間のキャパシタンスに依存する係数だけ調整されると、可動電極のオフセットに実質的に比例する、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 8】

光を変調するためのデバイスであって、  
第 1 の電極および第 2 の電極の両端間に第 1 の電圧を印加するための手段と、  
第 3 の電極に第 2 の電圧を印加するための手段と、  
第 4 の電極の電圧を感知するための手段と  
を具備する、デバイス。

【請求項 2 9】

感知された電圧に少なくとも部分的に基づいて可動導電層の位置を決定するための手段をさらに具備する、請求項 2 8 に記載のデバイス。

10

20

30

40

50

**【請求項 3 0】**

印加するための前記手段が演算増幅器を含む、請求項 2 9 に記載のデバイス。

**【請求項 3 1】**

感知するための前記手段が電圧フォロワを含む、請求項 3 0 に記載のデバイス。

**【請求項 3 2】**

前記電圧フォロワの出力が前記演算増幅器の入力に接続される、請求項 3 1 に記載のデバイス。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】**

10

本開示は、アナログ干渉変調器のための、および2つの他の導体間に配置された可動導体の位置を検出するための駆動方式および較正方法に関する。

**【背景技術】****【0 0 0 2】**

20

電気機械システム(EMS)には、電気的要素および機械的要素を有するデバイス、アクチュエータ、トランスジューサ、センサ、光学構成要素(たとえば、ミラー)、および電子機器が含まれる。電気機械システムは、マイクロスケールおよびナノスケールを含むがそれらに限定されない様々なスケールで製造されてもよい。たとえば、マイクロエレクトロメカニカルシステム(MEMS)デバイスは、約1ミクロン～数100ミクロン以上の範囲のサイズを有する構造を含んでもよい。ナノエレクトロメカニカルシステム(NEMS)デバイスは、たとえば数百ナノメートルよりも小さいサイズを含む、1ミクロンよりも小さいサイズを有する構造を含んでもよい。電気機械要素は、蒸着、エッチング、リソグラフィ、ならびに/または基板および/もしくは蒸着された材料層の一部をエッチングによって除去するか、または層を追加して電気デバイスおよび電気機械デバイスを形成する他のマイクロマシングプロセスを使用して作製されてもよい。

**【0 0 0 3】**

30

ある種のEMSは干渉変調器(IMOD)と称される。本明細書では、「干渉変調器」または「干渉光変調器」という用語は、光学干渉の原理を使用し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。いくつかの実施形態では、干渉変調器は、一方または両方が全体的または部分的に透過性および/または反射性を有してもよく、かつ適切な電気信号が加えられたときに相対運動することができる一対の導電プレートを含んでもよい。一実施形態では、一方のプレートは、基板上に蒸着された固定層を含んでもよく、他方のプレートは、空隙によって固定層から分離された反射膜を含んでもよい。一方のプレートの他方のプレートに対する位置によって、干渉変調器に入射する光の光学干渉が変化することがある。干渉変調器デバイスは、広範囲の用途を有し、製品、特に表示機能を有する製品に関して、既存の製品を改良して新しい製品を作製するために使用されることが期待されている。

**【発明の概要】****【課題を解決するための手段】****【0 0 0 4】**

40

本発明のシステム、方法、およびデバイスの各々は、いくつかの新規の態様を有し、これらのシステム、方法、およびデバイスのうちで、本明細書において開示されるその望ましい属性を単独で生じさせるものはない。

**【0 0 0 5】**

本開示で説明される主題の革新的一態様は、光を変調するためのデバイスとして実施することができる。この態様では、光を変調するためのデバイスは、少なくとも第1の電極、第2の電極、第3の電極、および第4の電極を具備することができる。第1の電極および第2の電極の両端間に固定電圧を印加することができ、第3の電極に可変電圧を印加することができ、また、第4の電極には電圧センサを接続することができる。

**【0 0 0 6】**

50

別の革新的態様は、光を変調するためのデバイスを駆動するための方法を含む。そのような態様の1つでは、光を変調するためのデバイスを駆動する方法は、第1の電極および第2の電極の両端間に第1の電圧を印加するステップと、第3の電極に第2の電圧を印加するステップと、第4の電極の電圧を感知するステップとを有する。

【0007】

別の革新的態様では、光を変調するためのデバイスは、第1の電極および第2の電極の両端間に第1の電圧を印加するための手段と、第3の電極に第2の電圧を印加するための手段と、第4の電極の電圧を感知するための手段とを具備する。

【0008】

本明細書で説明する主題の1つまたは複数の実施形態の詳細が、添付の図面および以下の説明において示されている。本開示で与えた例は、主に電気機械システム(EMS)およびマイクロエレクトロメカニカルシステム(MEMS)ベースのディスプレイに関して説明されているが、本明細書で提供する概念は、液晶ディスプレイ、有機発光ダイオード(「OLED」)ディスプレイ、および電界放出ディスプレイなど、他のタイプのディスプレイに適用されてもよい。他の特徴、態様、および利点は、発明の詳細な説明、図面、および特許請求の範囲から明らかになろう。以下の図において、相対的な寸法が縮尺通りに描かれていない場合があることに留意されたい。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

20

【図1A】ある状態における干渉変調器(IMOD)の画素を示す等角図の一例である。

【図1B】図1Aとは異なる状態における干渉変調器(IMOD)の画素を示す等角図の一例である。

【図2】光学MEMS表示デバイスの駆動回路アレイを示す概略回路図の一例である。

【図3】図2の駆動回路の構造および関連する表示素子の一実施形態を示す概略部分断面図の一例である。

【図4】干渉変調器および埋め込まれた回路を備えるバックプレートを有する光学MEMS表示デバイスの概略拡大部分斜視図の一例である。

30

【図5】2つの固定層および第3の可動層を有する干渉変調器の断面図である。

【図6】図5の構造を有する光学EMS表示デバイスのための駆動回路アレイを示す略回路図の一例を示す図である。

30

【図7A】材料のスタックを示す、図5の干渉変調器の2つの固定層および可動層の断面図である。

【図7B】材料のスタックを示す、図5の干渉変調器の2つの固定層および可動層の断面図である。

【図7C】材料のスタックを示す、図5の干渉変調器の2つの固定層および可動層の断面図である。

【図8】図5に示されている干渉変調器および電圧源の略図である。

40

【図9A】電気的に隔離された2つの部分を有する電極の上面図を示す線図である。

【図9B】電気的に隔離された2つの部分を有する別の電極の上面図を示す線図である。

【図10】図5の干渉変調器の中で実施された、図9Aまたは図9Bの電極の略図である。

【図11】2つの固定導電層の間に配置された可動導電層の位置を決定するためのプロセスの流れ図である。

【図12】図9Aの電極にフィードバックを提供するように構成された電圧センサを示す図である。

【図13】光を変調するためのデバイスを駆動するためのプロセスの流れ図である。

【図14】図12のセンサおよびフィードバックの一実施形態を示す回路図である。

50

【図15】個々の変調器の中間層を配置するための電圧感知およびフィードバックを組み込んだ干渉変調器のアレイを示す線図である。

【図16】複数の固定層を有し、かつ、1つの固定感知電極と共に1つの可動層を有する干渉変調器の断面図である。

【図17】個々の変調器の可動層を配置するための電圧感知およびフィードバックを組み込んだ、図16に示されているように構築された干渉変調器のアレイの別の実施形態を示す線図である。

【図18A】複数の干渉変調器を含んだ表示デバイスを示すシステムブロック図の例を示す図である。

【図18B】複数の干渉変調器を含んだ表示デバイスを示すシステムブロック図の例を示す図である。

【図19】光学MEMSディスプレイを有する電子デバイスの略分解斜視図の一例を示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0010】

様々な図面中の同様の参照番号および名称は、同様の要素を示す。

##### 【0011】

以下の説明は、本開示の発明的態様について説明する目的で、いくつかの実施形態を対象とする。ただし、本明細書の教示が多数の異なる方法で適用されてもよいことを、当業者は容易に認識されよう。詳細な実施形態は、動いている(たとえば、映像)か静止している(たとえば、静止画像)かにかかわらず、また文字であるか、絵であるか、写真であるかにかかわらず、画像を表示するように構成され得る任意のデバイスまたはシステムにおいて実現されてもよい。特に、詳細な実施形態は、モバイル電話、マルチメディアインターネットによって使用できる携帯電話、モバイルテレビ受像機、ワイヤレスデバイス、スマートフォン、Bluetooth(登録商標)デバイス、パーソナルデータアシスタント(PDA)、ワイヤレス電子メール受信機、ハンドヘルドコンピュータまたはポータブルコンピュータ、ネットブック、ノートブック、スマートブック、タブレット、プリンタ、複写機、スキヤナ、ファクシミリデバイス、GPS受信機/ナビゲータ、カメラ、MP3プレーヤ、カムコーダ、ゲームコンソール、腕時計、時計、計算機、テレビモニタ、フラットパネルディスプレイ、電子リーディングデバイス(電子書籍端末など)、コンピュータモニタ、自動車用ディスプレイ(走行距離計ディスプレイおよび速度計ディスプレイなどを含む)、コックピット制御機器および/またはディスプレイ、カメラ視野ディスプレイ(車両における後方視野カメラの表示など)、電子写真、街頭ビジョンまたは電子看板、映写機、建築構造物、電子レンジ、冷蔵庫、ステレオシステム、カセットレコーダまたはプレーヤ、DVDプレーヤ、CDプレーヤ、VCR、ラジオ、ポータブルメモリチップ、洗濯機、乾燥機、洗濯/乾燥機、駐車メータ、パッケージ構造物(電気機械システム(EMS)、マイクロエレクトロメカニカルシステム(MEMS)、および非MEMSアプリケーションにおけるものなど)、美的構造物(たとえば、宝石上への画像の表示)、ならびに様々なEMSデバイスなどであるがそれらに限定されない様々な電子デバイスに含まれるかまたはそれらの電子デバイスに関連付けられてもよい。本明細書の教示は、電子スイッチングデバイス、無線周波数フィルタ、センサ、加速度計、ジャイロスコープ、動作検知デバイス、磁気計、家庭用電子機器用の慣性構成要素、家庭用電化製品の部品、バラクター、液晶デバイス、電気泳動デバイス、駆動方式、製造プロセス、および電子試験機器などであるがそれらに限定されない非表示用途に使用されてもよい。したがって、この教示は、各図にのみ示されている実施形態に限定されるものではなく、その代わりに当業者に容易に明らかになる広い適用性を有する。

##### 【0012】

本明細書において説明される特定の方法およびデバイスは、アナログ干渉変調器の実施形態に関する。アナログ干渉変調器は、異なる光学特性を有する異なる位置の範囲へ駆動することができる。様々な光学状態を達成するためのアナログ干渉変調器の位置を較正し、かつ、制御するための方法およびシステムが開示される。いくつかの実施形態では、可動層は、電気的に隔離された感知電極を含む。別の実施形態では、固定基板は、電気的に隔離された感知電極を含む。感知電極上の電圧をフィードバックループ内で使用して、駆動電圧に応答して可動層の位置を制御することができる。

##### 【0013】

10

20

30

40

50

本開示で説明される主題の特定の実施形態を実施することにより、以下の複数の可能な利点のうちの1つまたは複数を実現することができる。本明細書において開示されるシステムおよび方法によれば、変調器の高速で、かつ正確な位置決めが可能になり、したがって、たとえアレイの複数の変調器の物理特性が製造公差に起因する性能の差を含んでいる場合であっても、変調器の高性能アレイを表示デバイス内に生成する能力を高めることができる。

#### 【0014】

前述の各実施形態を適用することのできる適切なEMSまたはMEMSデバイスの例には反射表示デバイスがある。反射表示デバイスは、光学干渉の原則を使用して変調器自体に入射する光の選択的な吸収および/または反射を行う干渉変調器(IMOD)を組み込んでもよい。IMODは、吸収体と、吸収体に対して移動可能な反射体(リフレクタ)と、吸収体と反射体との間に形成された光学共振空洞とを含んでもよい。光学共振空洞のサイズを変更し、それによって干渉変調器の反射に影響を与えることのできる2つ以上の異なる位置に反射体を移動させてもよい。IMODの反射スペクトルは、様々な色を生成するように可視波長全体においてずらすことのできる、かなり広いスペクトル帯域を形成することができる。スペクトル帯域の位置は、光学共振空洞の厚さを変更することによって調整することができる。光学共振空洞を変更する方法の1つは、反射体の位置を変更することである。

10

#### 【0015】

図1Aおよび図1Bは、2つの異なる状態における干渉変調器(IMOD)表示デバイスの画素を示す等角図の例を示している。IMOD表示デバイスは、1つまたは複数の干渉MEMS表示素子を含む。これらのデバイスでは、MEMS表示素子の画素は明状態または暗状態のいずれかであってもよい。明(「休止」、「開」、または「オン」)状態では、表示素子は入射した可視光の大部分をたとえばユーザに向けて反射する。逆に、暗(「作動」、「閉」、または「オフ」)状態では、表示素子は入射した可視光をほとんど反射しない。いくつかの実施形態では、オン状態およびオフ状態の光反射特性を逆転してもよい。MEMS画素は、主として、白黒だけでなくカラー表示も可能にする特定の波長において反射するように構成されてもよい。

20

#### 【0016】

IMOD表示デバイスは、IMODの行列アレイを含んでもよい。各IMODは、一対の反射層、すなわち、空隙(光学ギャップまたは光学空洞とも称される)を形成するように互いに調節可能な可変距離に位置する可動反射層と固定部分反射層とを含んでもよい。可動反射層を少なくとも2つの位置の間を移動させてもよい。第1の位置、すなわち休止位置では、可動反射層を固定部分反射層から比較的遠い距離に位置させてもよい。第2の位置、すなわち作動位置では、可動反射層を部分反射層のより近くに位置させてよい。2つの層から反射した入射光は、可動反射層の位置に応じて強め合うかまたは弱め合うように干渉することができ、各画素の全体的な反射状態および非反射状態を生成する。いくつかの実施形態では、IMODは、非作動時には反射状態にあり、可視スペクトル内の光を反射することができ、また、非作動時には暗状態にあり、可視範囲内の光を吸収および/または弱め合って干渉することができる。しかし、いくつかの別の実施形態では、IMODは、非作動時に暗状態であり、作動時に反射状態であってもよい。いくつかの実施形態では、印加された電圧を導入することによって、画素を駆動して状態を変更してもよい。いくつかの別の実施形態では、電荷を印加することによって画素を駆動して状態を変更してもよい。

30

#### 【0017】

図1Aおよび図1Bに示されている画素は、IMOD12の2つの異なる状態を示している。図1AのIMOD12では、可動反射層14が、部分反射層を含む光学スタック16から所定の距離の休止位置に示されている。図1AではIMOD12の両端間に電圧が印加されていないので、可動反射層14は休止状態または非作動状態のままである。図1BのIMOD12では、可動反射層14は光学スタック16に隣接した作動位置に示されている。図1BのIMOD12の両端間に印加される電圧 $V_{actuate}$ は、可動反射層14を作動位置まで作動させるのに十分な電圧である。

40

#### 【0018】

50

図1では、画素12の反射特性は、画素12に入射した光と左側の画素12から反射した光15を示す矢印13によって概略的に示されている。当業者には、画素12に入射した光13の大部分が透明な基板20を透過して光学スタック16の方へ送られることが容易に認識されよう。光学スタック16に入射した光の部分は光学スタック16の部分反射層を透過し、一部は透明基板20を通して反射される。光学スタック16を透過した光13の部分は、可動反射層14の所で反射され、透明基板20の方へ戻る(かつ透過する)。光学スタック16の部分反射層から反射された光と可動反射層14から反射された光との(強め合うかまたは弱め合う)干渉が、画素12から反射される光15の波長を決定する。

#### 【0019】

光学スタック16は、単一の層または複数の層を含んでもよい。各層は、電極層、部分反射部分透過層、および透明誘電層のうちの1つまたは複数を含んでもよい。いくつかの実施形態では、光学スタック16は、導電性を有し、部分的に透過性を有するとともに部分的に反射性を有し、たとえば、上記の層の1つまたは複数を透明基板20上に蒸着することによって製造されてもよい。電極層は、様々な金属、たとえばインジウムスズ酸化物(ITO)のような様々な材料から形成されてもよい。部分反射層は、クロム(Cr)などの様々な金属、半導体、および誘電体のように部分的に反射性を有する様々な材料から形成されてもよい。部分反射層は、材料の1つまたは複数の層で形成されてもよく、各層は単一の材料または材料の組合せで形成されてもよい。いくつかの実施形態では、光学スタック16は、光吸收体と導体の両方として働く单一半透過厚さの金属または半導体を含んでもよく、一方、より多くの導電層または導電部分(たとえば、光学スタック16の導電層もしくは導電部分またはIMODの他の構造の導電層もしくは導電部分)がIMOD画素同士の間で信号を送る働き(バスとしての働き)をしてもよい。光学スタック16は、1つまたは複数の導電層または導電/光吸收層を覆う1つまたは複数の絶縁層または誘電層を含んでもよい。

10

20

30

40

50

#### 【0020】

いくつかの実施形態では、下部電極16は各画素の所で接地される。いくつかの実施形態では、このことは、連続的な光学スタック16を基板上に蒸着し、シート全体を蒸着された層の周囲に接地させることによって実現されてもよい。いくつかの実施形態では、アルミニウム(AI)のような導電性および反射性の高い材料を可動反射層14に使用してもよい。可動反射層14は、ポスト18の頂部に蒸着された金属層およびポスト18同士の間に蒸着された介在犠牲材として形成されてもよい。犠牲材をエッチングによって除去すると、可動反射層14と光学スタック16との間に定められたギャップ19または光学空洞を形成することができる。いくつかの実施形態では、ポスト18同士の間の間隔は約1μm～1000nmであってもよく、一方、ギャップ19は約10000オングストローム( )未満であってもよい。

#### 【0021】

いくつかの実施形態では、IMODの各画素は、作動状態であるか、それとも休止状態であるかにかかわらず、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キャパシタである。電圧が印加されないと、可動反射層14aは、図1Aの画素12によって示されているように機械的に休止した状態のままであり、可動反射層14と光学スタック16との間にギャップ19が存在する。しかし、可動反射層14と光学スタック16の少なくとも一方に電位差、たとえば電圧が印加されると、対応する画素に形成されたキャパシタが充電され、静電力によって電極同士が引っ張り合う。印加された電圧がしきい値を超えると、可動反射層14は変形し、光学スタック16に接近するかまたは接触することができる。光学スタック16内の誘電層(図示せず)は、図1Bにおいて作動された画素12によって示されているように、層14と層16との間の短絡を防止し、層14と層16との間の離隔距離を調節することができる。この挙動は、印加される電位差の極性にかかわらず同じである。アレイ内の一連の画素は、いくつかの例では「行」または「列」と称されることもあるが、当業者には、一方向を「行」と称し、別の方向を「列」と称することが任意であることが容易に理解されよう。言い換えれば、向きによっては、行が列とみなされ、列が行とみなされることがある。また、表示素子は、互いに直交する行と列(「アレイ」)に均等に配置されても、非線形構成として配置され、たとえば互いに対してある位置ずれを有してもよい(「モザイク」)。

「アレイ」および「モザイク」という用語はいずれかの構成を指すことができる。したがって、ディスプレイは「アレイ」または「モザイク」を含むように記載されるが、いずれの例でも、各素子自体を互いに直交するように配置したり、均等に分配して配置したりする必要がなく、各素子は非対称形状および不均等に分配された素子を有する構成を含んでもよい。

#### 【0022】

いくつかの実施形態では、一連のIMODまたはIMODのアレイ内の光学スタック16は、表示デバイスのIMODの一方の側に共通の電圧を提供する共通の電極として働くことができる。可動反射層14は、たとえば、以下でさらに説明するように、マトリクスの形態で配置された個別のプレートのアレイとして形成することができる。これらの個別のプレートには、IMODを駆動するための電圧信号を供給することができる。10

#### 【0023】

上述の原則に従って動作する干渉変調器の構造の詳細は多様である場合がある。たとえば、各IMODの可動反射層14は、隅部においてのみ、たとえばテザー上で、支持体に取り付けられてもよい。図3に示されているように、平坦で比較的剛性の高い反射層14を、可撓性金属から形成されてもよい変形可能な層34から懸垂させてもよい。この構造は、変調器の電気機械的態様および光学態様に使用される構造設計および材料が選択され、互いに独立に機能するのを可能にする。したがって、可動反射層14に使用される構造設計および材料を光学特性に関して最適化してもよく、変形可能な層34に使用される構造設計および材料を所望の機械的特性に関して最適化してもよい。たとえば、反射層14部分はアルミニウムであってもよく、変形可能な層34の部分はニッケルであってもよい。変形可能な層34は、その周囲において基板20に直接的または間接的に接続されてもよい。これらの接続部は支柱18を形成してもよい。20

#### 【0024】

図1Aおよび図1Bに示されているような実施形態では、IMODは、画像を透明基板20の前側、すなわち変調器が配置された側の反対側から見ることになる直視型デバイスとして機能する。これらの実施形態では、デバイスの後部(すなわち、たとえば図3に示されている変形可能な層34を含む可動反射層14の後方の、表示デバイスの部分)を表示デバイスの画質に悪影響を与える構成し動作させることができる。その理由は、反射層14がデバイスのそれらの部分を光学的に遮蔽するからである。たとえば、いくつかの実施形態では、変調器の光学特性を、電圧アドレッシングおよびそのようなアドレッシングによる移動のような変調器の電気機械特性から分離するのを可能にするバス構成(図示せず)を可動反射層14の後方に含めてもよい。30

#### 【0025】

図2は、光学MEMS表示デバイス用の駆動回路アレイ200を示す概略回路図の一例を示している。駆動回路アレイ200は、アクティブマトリクスアドレッシング方式を実施してディスプレイアレイアセンブリの表示素子D<sub>11</sub>～D<sub>m n</sub>に画像データを供給するのに使用されてもよい。

#### 【0026】

駆動回路アレイ200は、データドライバ210と、ゲートドライバ220と、第1のデータ線～第mのデータ線DL1～DLmと、第1のゲート線～第nのゲート線GL1～GLnと、スイッチまたはスイッチ回路のアレイS<sub>11</sub>～S<sub>m n</sub>とを含む。データ線DL1～DLmの各々は、データドライバ210から延びてあり、それぞれ、スイッチの対応する列S<sub>11</sub>～S<sub>1n</sub>、S<sub>21</sub>～S<sub>2n</sub>、…、S<sub>m1</sub>～S<sub>mn</sub>に電気的に接続されている。ゲート線GL1～GLnの各々は、ゲートドライバ220から延びてあり、それぞれ、スイッチの対応する列S<sub>11</sub>～S<sub>m1</sub>、S<sub>12</sub>～S<sub>m2</sub>、…、S<sub>1n</sub>～S<sub>mn</sub>に電気的に接続されている。スイッチS<sub>11</sub>～S<sub>m n</sub>は、データ線DL1～DLmのうちの1本と表示素子D<sub>11</sub>～D<sub>m n</sub>におけるそれぞれの表示素子との間に電気的に接続され、ゲート線GL1～GLnの1本を介してゲートドライバ220からスイッチング制御信号を受け取る。スイッチS<sub>11</sub>～S<sub>m n</sub>は、単一のFETトランジスタとして示されているが、(両方向の電流用の)2つのトランジスタ伝送ゲートまたは場合によっては機械的MEMSスイッチのような様々な形態をとってもよい。4050

## 【0027】

データドライバ210は、ディスプレイの外部から画像データを受け取り、その画像データを行ごとに電圧信号の形でデータ線DL1～DLmを介してスイッチS<sub>11</sub>～S<sub>m1</sub>に供給してもよい。ゲートドライバ220は、表示素子D<sub>11</sub>～D<sub>m1</sub>、D<sub>12</sub>～D<sub>m2</sub>、…、D<sub>1n</sub>～D<sub>mn</sub>の選択された行に関連するスイッチS<sub>11</sub>～S<sub>m1</sub>、S<sub>12</sub>～S<sub>m2</sub>、…、S<sub>1n</sub>～S<sub>mn</sub>をオンにすることによって表示素子D<sub>11</sub>～D<sub>m1</sub>、D<sub>12</sub>～D<sub>m2</sub>、…、D<sub>1n</sub>～D<sub>mn</sub>の特定の行を選択してもよい。選択された行におけるスイッチS<sub>11</sub>～S<sub>m1</sub>、S<sub>12</sub>～S<sub>m2</sub>、…、S<sub>1n</sub>～S<sub>mn</sub>がオンになると、データドライバ210からの画像データが表示素子D<sub>11</sub>～D<sub>m1</sub>、D<sub>12</sub>～D<sub>m2</sub>、…、D<sub>1n</sub>～D<sub>mn</sub>の選択された行に渡される。

## 【0028】

動作時には、ゲートドライバ220は、ゲート線GL1～GLnの1本を介して選択された行におけるスイッチS<sub>11</sub>～S<sub>m1</sub>のゲートに電圧信号を供給し、それによってスイッチS<sub>11</sub>～S<sub>m1</sub>をオンにしてもよい。データドライバ210がすべてのデータ線DL1～DLmに画像データを供給した後、選択された行のスイッチS<sub>11</sub>～S<sub>m1</sub>をオンにして表示素子D<sub>11</sub>～D<sub>m1</sub>、D<sub>12</sub>～D<sub>m2</sub>、…、D<sub>1n</sub>～D<sub>mn</sub>の選択された行に画像データを供給し、それによって画像の一部を表示してもよい。たとえば、行において作動させる画素に関連するデータ線DLをたとえば10ボルト(正であっても負であってもよい)に設定してもよく、行において解放される画素に関連するデータ線DLをたとえば0ボルトに設定してもよい。次いで、所与の行のゲート線GLをアサートし、その行のスイッチをオンにし、その行の各画素に選択されたデータ線電圧を印加する。これによって、10ボルトが印加された画素が充電されて作動し、0ボルトが印加された画素が放電され解放される。次いで、スイッチS<sub>11</sub>～S<sub>m1</sub>をオフにしてもよい。表示素子D<sub>11</sub>～D<sub>m1</sub>、D<sub>12</sub>～D<sub>m2</sub>、…、D<sub>1n</sub>～D<sub>mn</sub>は、スイッチがオフにされたときに作動している画素上の電荷が保持されているので画像データを保持することができる。絶縁体およびオフ状態のスイッチからある程度の漏れが生じるが、一般に、この漏れは、別の1組のデータが行に書き込まれるまで画素上に画像データを保持するのに十分なほど少ない。これらのステップを、すべての行が選択され、それらの行に画像データが供給されるまで後続の各行に対して繰り返してもよい。図2の実施形態では、下部電極16は各画素の所で接地されている。いくつかの実施形態では、このことは、連続的な光学スタック16を基板上に蒸着し、このシート全体を蒸着された層の周囲に接地させることによって実現されてもよい。図3は、図2の駆動回路および関連する表示素子の構造の一実施形態を示す概略部分断面図の一例である。

10

20

30

## 【0029】

図3は、図2の駆動回路および関連する表示素子の構造の一実施形態を示す略部分断面図の一例を示したものである。駆動回路アレイ200の部分201は、第2の列および第2の行にスイッチS<sub>22</sub>を含み、また、関連する表示素子D<sub>22</sub>を含む。図示の実施形態では、スイッチS<sub>22</sub>はトランジスタ80を含む。駆動回路アレイ200内の他のスイッチは、スイッチS<sub>22</sub>と同じ構成を有してもよい。

## 【0030】

図3は、ディスプレイヤアレイアセンブリ110の一部とバックプレート120の一部も含む。ディスプレイヤアレイアセンブリ110のこの部分は、図2の表示素子D<sub>22</sub>を含む。表示素子D<sub>22</sub>は、前部基板20の一部と、前部基板20上に形成された光学スタック16の部分と、光学スタック16上に形成された支持体18と、支持体18によって支持された可動電極14/34と、可動電極14/34をバックプレート120の1つまたは複数の構成要素に電気的に接続する相互接触部126とを含む。

40

## 【0031】

バックプレート120の上記の部分は、バックプレート120に埋め込まれた、図2の第2のデータ線DL2およびスイッチS<sub>22</sub>を含む。バックプレート120のこの部分は、少なくとも部分的に埋め込まれた第1の相互接続部128および第2の相互接続部124も含む。第2のデータ線DL2は、バックプレート120内を実質的に水平方向に延びている。スイッチS<sub>22</sub>は、ソース82と、ドレーン84と、ソース82とドレーン84との間のチャネル86と、チャネル86と重なり合うゲート88とを有するトランジスタ80を含む。トランジスタ80は、薄膜トランジスタ(TFT

50

)または金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)であってよい。トランジスタ80のゲートは、バックプレート120内をデータ線DL2に垂直に延びるゲート線GL2によって形成されてもよい。第1の相互接続部128は、第2のデータ線DL2をトランジスタ80のソース82に電気的に接続する。

【0032】

トランジスタ80は、バックプレート120内で1つまたは複数のビア160を通して表示素子D<sub>22</sub>に接続されている。ビア160には、導電材料が充填され、ディスプレイアレイアセンブリ110の構成要素(たとえば、表示素子D<sub>22</sub>)とバックプレート120の構成要素との電気的接続を実現している。図示の実施形態では、第2の相互接続部124は、ビア160を通して形成され、トランジスタ80のドレーン84をディスプレイアレイアセンブリ110に電気的に接続している。バックプレート120は、駆動回路アレイ200の前述の構成要素を電気的に絶縁する1つまたは複数の絶縁層129を含んでもよい。

10

【0033】

図3に示されているように、表示素子D<sub>22</sub>は、トランジスタ80に接続された第1の端子、および光学スタック16の少なくとも一部によって形成することができる共通電極に接続された第2の端子を有する干渉変調器であってもよい。図3の光学スタック16は、3つの層、すなわち、上述の頂部誘電層、同じく上述の中央部分反射層(クロムなど)、および透明導体(インジウムスズ酸化物(ITO))を含む下部層として示されている。この共通電極は、ITO層によって形成され、ディスプレイの周囲で接地するように接続されてもよい。

20

【0034】

図4は、干渉変調器アレイと埋め込まれた回路を備えるバックプレートとを有する光学MEMS表示デバイス30の分解部分斜視図の一例を示す。表示デバイス30は、ディスプレイアレイアセンブリ110とバックプレート120とを含む。いくつかの実施形態では、ディスプレイアレイアセンブリ110とバックプレート120は、互いに取り付けられる前に別々に事前に形成されてもよい。いくつかの別の実施形態では、表示デバイス30は、蒸着によってディスプレイアレイアセンブリ110の上方にバックプレート120の構成要素を形成することのような任意の適切な方法で製造されてもよい。

20

【0035】

ディスプレイアレイアセンブリ110は、前部基板20と、光学スタック16と、支持体18と、可動電極14と、相互接続部126とを含んでもよい。バックプレート120は、少なくとも部分的に埋め込まれたバックプレート構成要素122と、1つまたは複数のバックプレート相互接続部124とを含む。

30

【0036】

ディスプレイアレイアセンブリ110の光学スタック16は、前部基板20の少なくともアレイ領域を覆う実質的に連続的な層であってもよい。光学スタック16は、グランドに電気的に接続された実質的に透明な導電層を含んでもよい。可動電極14/34は、たとえば正方形または長方形の形を有する個別のプレートであってもよい。可動電極14/34は、可動電極14/34の各々が表示素子の一部を形成することができるよう、行列の形態で配置することができる。図4の実施形態では、可動電極14/34は、4つの隅で支持体18によって支持されている。

40

【0037】

ディスプレイアレイアセンブリ110の各相互接続部126は、それぞれの可動電極14/34を1つまたは複数のバックプレート構成要素122に電気的に接続する働きをする。図示の実施形態では、ディスプレイアレイアセンブリ110の相互接続部126は、可動電極14/34から伸び、バックプレート相互接続部124に接触するように位置している。別の実施形態では、ディスプレイアレイアセンブリ110の相互接続部126、は少なくとも部分的に支持体18に埋め込まれ、一方、支持体18の頂面から露出されてもよい。そのような実施形態では、バックプレート相互接続部124をディスプレイアレイアセンブリ110の相互接続部126の露出した部分に接触するように位置させててもよい。さらに別の実施形態では、バックプレート相互接続部124は、図4の相互接続部126など、可動電極14への実際のアタッチメントなしに

50

可動電極14まで延びることができ、かつ、可動電極14に電気接続することができる。

#### 【0038】

上で説明した、休止状態および作動状態を有する双安定干渉変調器に加えて、干渉変調器は、複数の状態を有するように設計することができる。たとえばアナログ干渉変調器(AIMOD)は、ある範囲の色状態を有することができる。一AIMOD実施形態では、単一の干渉変調器をたとえば赤状態、緑状態、青状態、黒状態または白状態に駆動することができる。したがって単一の干渉変調器は、広範囲に及ぶ光学スペクトルにわたって異なる光反射率特性を有する様々な状態を有するように構成することができる。AIMODの光学スタックは、上で説明した双安定表示素子とは異なっていてもよい。これらの相違は、異なる光学結果をもたらすことができる。たとえば上で説明した双安定素子では、閉状態は、双安定素子を黒反射状態にする。しかしながらアナログ干渉変調器は、電極が双安定素子の閉状態と同様の位置に位置している場合に、白反射状態を有することも可能である。

10

#### 【0039】

図5は、2つの固定層および第3の可動層を有する干渉変調器の断面図を示したものである。詳細には、図5は、第1の固定層802、第2の固定層804、および第1の固定層802と第2の固定層804との間に配置された第3の可動層806を有するアナログ干渉変調器の一実施形態を示したものである。これらの層802、804、および806の各々は、電極または他の導電材料を含むことができる。たとえば第1の層802は、金属でできたプレートを含むことができる。これらの層802、804、および806の各々は、それぞれの層の上に形成された、つまりそれぞれの層の上に堆積された硬化層を使用して硬くすることができます。一実施形態では、硬化層は誘電体を含む。この硬化層を使用して、この硬化層に取り付けられる層を剛直に、かつ、実質的に平らに維持することができる。変調器800のいくつかの実施形態は、3-端子干渉変調器と称することができる。

20

#### 【0040】

3つの層802、804、および806は、絶縁ポスト810によって電気的に絶縁されている。第3の可動層806は、絶縁ポスト810から懸垂されている。第3の可動層806は、第3の可動層806を第1の層802に向かって概ね上向きの方向に変位させることができるように、または第2の層804に向かって概ね下向きの方向に変位させることができるように、变形するように構成されている。いくつかの実施形態では、第1の層802は、頂部層または頂部電極と称することも可能である。また、いくつかの実施形態では、第2の層804は、底部層または底部電極と称することも可能である。干渉変調器800は、基板820によって支持することができる。

30

#### 【0041】

図5では、第3の可動層806は、実線を使用して、平衡位置に位置しているものとして示されている。図5に示されているように、電源回路機構によって第1の層802と第2の層804との間に固定電圧差を印加することができる。この実施形態では、層802に電圧 $V_0$ が印加され、層804は接地されている。第3の可動層806に可変電圧 $V_m$ が印加されると、電圧 $V_m$ が $V_0$ に近づくにつれて第3の可動層806は、接地された層804に向かって静電的に引っ張られることになる。電圧 $V_m$ が接地に近づくにつれて第3の可動層806は、層802に向かって静電的に引っ張られることになる。これらの2つの電圧の中間の電圧(この実施形態では $V_0/2$ )が第3の可動層806に印加されると、第3の可動層806は、図5に実線で示されているその平衡位置を維持することになる。外側の層802の電圧と外側の層804の電圧との間である可変電圧を第3の可動層806に印加することにより、第3の可動層806を外側の層802と外側の層804との間の所望の位置に配置することができ、それにより所望の光学応答が得られる。外側の層と層との間の電圧差 $V_0$ は、デバイスの材料および構造に応じて広範囲にわたって変化させることができ、多くの実施形態では約5~20ボルトの範囲にすることができる。また、第3の可動層806がこの平衡位置から遠ざかる方向に移動すると、第3の可動層806は変形するか、または湾曲することになることにも留意されたい。そのような変形または湾曲した構成では、弾性ばね力により、第3の可動層806が平衡位置に向かって機械的にバイアスされる。この機械力は、電圧 $V$ が印加されると、第3の可動層806の最終位置に同じく寄与

40

50

する。

#### 【0042】

第3の可動層806は、基板820を透過して干渉変調器800に入射する光を反射させるためのミラーを含むことができる。ミラーは金属材料を含むことができる。第2の層804は、第2の層804が吸収層として作用するよう、部分的に吸収する材料を含むことができる。ミラーで反射した光が基板820の側から観察されると、観察者は、反射した光を特定の色として知覚することができる。第3の可動層806の位置を調整することにより、特定の波長の光を選択的に反射させることができる。

#### 【0043】

図6は、図5の構造を有する光学EMS表示デバイスのための駆動回路アレイを示す略回路図の一例を示したものである。装置全体は、双安定干渉変調器を使用している図2の構造と多くの類似点を共有している。しかしながら図6に示されているように、表示素子ごとに追加上部層802が提供されている。この上部層802は、図3および図4に示されているバッカブルート120の下側に堆積させることができ、電源回路機構によって印加される電圧 $V_0$ を有することができる。これらの実施形態は、図2を参照して上で説明した方法と同様の方法で駆動されるが、データ線DL1～DLnに提供される電圧は、たった2つの異なる電圧のうちの1つにおかれる代わりに、 $V_0$ と接地との間の電圧範囲におくことができる点が異なっている。この方法によれば、行に沿った表示素子の第3の可動層806は、それぞれ、その特定の行に対するゲート線を表明することによって行を書き込む際に、上部層と下部層との間の任意の特定の所望の位置に独立して置くことができる。

#### 【0044】

図7A～図7Cは、材料のスタックを示す、図5の干渉変調器の2つの固定層および可動層の断面図を示したものである。

#### 【0045】

図7Aおよび図7Bに示されている実施形態では、第3の可動層806および第2の層804は、それぞれ材料のスタックを含む。たとえば第3の可動層806は、シリコンオキシナイトライド(SiON)、アルミニウム-銅(AICu)、および二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)を含んだスタックを含む。第2の層804は、たとえばシリコンオキシナイトライド(SiON)、酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、モリブデン-クロム(MoCr)、および二酸化ケイ素(SiO<sub>2</sub>)を含んだスタックを含む。

#### 【0046】

図に示されている実施形態では、第3の可動層806は、AICu層1004aがその上に堆積されたSiON基板1002を含む。この実施形態では、AICu層1004aは導電性であり、電極として使用することができる。いくつかの実施形態では、AICu層1004は、AICu層1004に入射する光に対する反射率を提供する。いくつかの実施形態では、SiON基板1002の厚さは約500nmであり、AICu層1004aの厚さは約50nmである。TiO<sub>2</sub>層1006aは、AICu層1004aの上に堆積されており、いくつかの実施形態ではTiO<sub>2</sub>層1006aの厚さは約26nmである。SiON層1008aはTiO<sub>2</sub>層1006aの上に堆積されており、いくつかの実施形態ではSiON層1008aの厚さは約52nmである。TiO<sub>2</sub>層1006aの屈折率は、SiON層1008aの屈折率よりも大きい。大きい屈折率と小さい屈折率が交番する材料のスタックをこの方法で形成することにより、スタックに入射する光を反射させることができ、したがって実質的にミラーとして作用させることができる。

#### 【0047】

図7Bからわかるように、第3の可動層806は、いくつかの実施形態では、SiON基板1002のAICu層1004a、TiO<sub>2</sub>層1006a、およびSiON層1008aとは反対側に形成された追加AICu層1004b、追加TiO<sub>2</sub>層1006b、および追加SiON層1008bを含むことができる。これらの層1004b、1006b、および1008bを形成することにより、第3の可動層806の重さをSiON基板1002の両側でほぼ等しくすることができ、したがって第3の可動層806を並進させる際に、第3の可動層806の高い位置精度および安定性が得られる。そのような実施形態では、2つのAICu層1004aおよび1004bが実質的に等しい電圧を維持するよう、AICu層1004aと1004bとの間にビア1009または他の電気接続を形成することができる。この方法によれば、これらの2つの層の一方で電圧が印加されると、これらの2つの層のもう一方も同じ電圧を受け取ることができ

10

20

30

40

50

る。AlCu層1004aと1004bとの間に追加ビア(図示せず)を形成することも可能である。

#### 【0048】

図7Aに示されている実施形態では、第2の層804は、MoCr層1012がその上に形成されたSiO<sub>2</sub>基板1010を含む。この実施形態では、MoCr層1012は、蓄積した電荷を放電させるための放電層として作用することができ、また、トランジスタに接続して放電を選択的に実施することができる。また、MoCr層1012は、光吸収体として働くことも可能である。いくつかの実施形態では、MoCr層1012の厚さは約5nmである。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層1014は、いくつかの実施形態では、MoCr層1012の上に形成され、入射する光のある程度の反射率を提供することができ、また、バッシング層として働くことも可能である。いくつかの実施形態では、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層1014の厚さは約9nmである。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層1014の表面に1つまたは複数のSiON停止1016aおよび1016bを形成することができる。これらの停止1016は、第3の可動層806が第2の層804に向かって完全に偏向する際に、第3の可動層806が第2の層804のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層1014に接触するのを機械的に防止する。これにより、デバイスの摩擦およびスナップインを低減することができる。さらに、図7に示されているようにSiO<sub>2</sub>基板1010の上に電極層1018を形成することも可能である。電極層1018は、任意の数の実質的に透明な導電材料を含むことができ、酸化インジウムスズは、適切な材料の1つである。

#### 【0049】

図7Cに示されている層802は、満たすべき光学的要求事項および機械的要求事項がほとんどないため、単純な構造を使用して構築することができる。この層は、導電AlCu層1030および絶縁Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層1032を含むことができる。層804の場合と同様、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層1032の表面に1つまたは複数のSiON停止1036aおよび1036bを形成することができる。

#### 【0050】

図8は、図5に示されている干渉変調器および電圧源の略図を示したものである。この略図では、変調器は、電圧源V<sub>0</sub>およびV<sub>m</sub>に接続されている。第1の層802と第3の可動層806との間のギャップは、可変キャパシタンスを有するコンデンサC<sub>1</sub>を形成し、一方、第3の可動層806と第2の層804との間のギャップは、同じく可変キャパシタンスを有するコンデンサC<sub>2</sub>を形成していることは当業者には理解されよう。したがって図8に示されているこの略図では、電圧源V<sub>0</sub>は、直列に接続された可変コンデンサC<sub>1</sub>およびC<sub>2</sub>の両端間に接続されており、一方、電圧源V<sub>m</sub>は、これらの2つの可変コンデンサC<sub>1</sub>とC<sub>2</sub>との間に接続されている。

#### 【0051】

しかしながら、干渉変調器800に印加される電圧と、第3の可動層806の位置との間の関係は、場合によっては高度に非線形であるため、干渉変調器800の多くの構成に対して、上で説明した電圧源V<sub>0</sub>およびV<sub>m</sub>を使用して第3の可動層806を異なる位置に正確に駆動することは場合によっては困難である。さらに、異なる干渉変調器の可動層に同じ電圧V<sub>m</sub>を印加しても、製造差、たとえば表示表面全体に対する中間層806の厚さまたは弾性の変化のため、それぞれの可動層を個々の変調器の頂部層および底部層に対して同じ位置に移動させることはできない。上で説明したように、可動層の位置によって干渉変調器で反射する色が決まるため、可動層の位置を検出することができ、かつ、可動層を所望の位置に正確に駆動することができることは有利である。

#### 【0052】

アナログ干渉変調器の可動層をより正確に駆動するために、可動層の電極部分を電気的に隔離された2つの部分に分離することができる。図9Aは、電気的に隔離された2つの部分を有する電極の上面図を示す線図を示したものである。この実施形態では、電極は、第2の部分1304から電気的に隔離される第1の部分1302に分割されている。図に示されている実施形態では、第1の部分1302および第2の部分1304は、共通の平面内の層として形成されており、その形状は、実質的に正方形であるか、さもなければ長方形である。別の実施形態では、部分1302および1304は、概ね円形または橢円形にすることができ、または部分1302および1304の一方または両方を異なる形状として構成することができる。たとえば第1の部分1302は、八角形の形で構成することができ、一方、第2の部分1304は、八角形の形

10

20

30

40

50

の第1の部分1302を受け入れるように切り取られた正方形の形として構成される。図9Aに示されているように、第2の部分1304は、第1の部分1302の周囲に形成することができる。第1および第2の部分1302および1304を同心で配置する場合、第1の部分1302を第2の部分1304内に配置する必要はないことは当業者には認識されよう。その代わり、第2の部分1304は、部分的に、実質的に、または全面的に第1の部分1302内に配置することができる。

#### 【0053】

いくつかの実施形態では、部分1302および1304は、隣り合った構成など、互いに隣接して配置される。図9Bは、電気的に隔離された2つの部分を有する別の電極の上面図を示す線図を示したものである。図9Bには、第2の部分1304に隣接する第1の部分1302に分割された電極の一実施形態の上面図が示されている。第1および第2の部分1302および1304の各々は、図9Bに示されている大きさまたは形状とは異なるものとして選択することができ、また、第1の部分1302の大きさおよび形状は、第2の部分1304の大きさおよび形状と一致する必要はない。たとえば第1の部分1302は実質的に長方形にすることができ、一方、第2の部分1304は実質的に橢円形にすることができる。第2の部分1304に対する第1の部分1302の位置は、多くの任意の方法で構成することができること、また、第1および第2の部分1302および1304は、図9Aおよび図9Bに示されている構成とは異なる構成に回転させることができ、または移動させることはできることが当業者には理解されよう。

10

#### 【0054】

第3の可動層806は、図9Aおよび図9Bに関連して説明した電極構成を含むことができる。たとえば図7BのAlCu層1004aおよび1004bは、電極の第1の部分1302および第2の部分1304にパターン化することができる。一実施形態では、第1の部分1302の一部は、第2の部分1304の少なくともいくつかの部分と共に平面内の層として形成される。しかしながら第1の部分1302は、第2の部分1304から電気的に隔離される。第1の部分1302と第2の部分1304の両方は、図7に示されている金属層を接続するための内部ビアを備えることができる。

20

#### 【0055】

もう一度図9Aおよび図9Bを参照すると、電極の第1の部分1302は、たとえば電極が図7に関連して上で説明したように第3の可動層806の中で実施されると、電圧源 $V_m$ に接続することができる。電極が第1の層802と第2の層804との間に置かれ、かつ、すでに説明したように電圧源 $V_0$ および $V_m$ によって電圧が印加されると、第1の部分1302および第2の部分1304は、いずれも同じ可撓性膜の部分であるため、第1の部分1302が静電力に応答して移動するだけでなく、この第1の部分1302の運動によって同じく第2の部分1304の運動が引き起こされることになる。

30

#### 【0056】

第2の部分1304が移動すると、この第2の部分1304が移動する個々の異なる位置でこの第2の部分1304に電圧が誘導される。この誘導電圧を電圧 $V_s$ として感知すなわち検出することができる。電極1302と電極1304との間の容量接続は小さいため、電圧 $V_s$ は、電圧源 $V_m$ によって電極1302に印加される電圧から実質的に隔離される。電圧 $V_s$ は、電圧源 $V_0$ によって印加される電圧、および上部層804および下部層802に対する電極1304の位置で決まる。この電圧 $V_s$ と電圧源 $V_0$ によって印加される電圧とを比較することにより、第2の部分1304の位置、延いては第3の可動層806の位置を決定することができる。いくつかの実施形態では、電圧源 $V_m$ は、2つの隔離された部分の相対的な大きさおよび形状に応じて、第1の部分1302の代わりに第2の部分304に接続され、また、電圧 $V_s$ は、第1の部分1302から感知される。当業者には、電極の構成に応じて第1の部分1302または第2の部分1304に接続することができ、また、電圧 $V_s$ を測定するための電圧センサとして使用することができる様々なデバイスおよび装置が理解されよう。

40

#### 【0057】

図10は、図5の干渉変調器の中で実施された、図9Aまたは図9Bの電極の略図を示したものである。この略図では、第3の可動層806は、分割電極1302、1304、および電圧源 $V_0$ および $V_m$ に接続される変調器を使用して実施されている。第1の層802と電極の第1の部分1302との間のギャップは、可変コンデンサ $C_1$ を形成している。同様に、第1の部分1302と第2の

50

層804との間のギャップは、可変コンデンサ $C_2$ を形成している。第1の層802と電極の第2の部分1304との間のギャップは、可変キャパシタンスを有するコンデンサ $C_3$ を形成しており、一方、第2の部分1304と第2の層804との間のギャップは、可変キャパシタンスを有するコンデンサ $C_4$ を形成している。 $C_3$ および $C_4$ のキャパシタンスは、それぞれ係数だけ $C_1$ および $C_2$ に比例しており、 $C_c$ は、第2の部分1304の面積を第1の部分1302の面積で割った値に等しい。電気的に隔離された2つの部分1302および1304は、第5のコンデンサ $C_c$ を形成している。 $C_c$ のキャパシタンスは、電気的に隔離された2つの部分1302と1304との間の結合キャパシタンスと称することができる。

## 【0058】

上で説明したように、第3の可動部分806の位置は、電圧 $V_s$ を測定することによって決定することができる。 $C_c$ のキャパシタンスをゼロと仮定すると、図10に示されている回路は分圧器として動作し、電圧 $V_s$ は、次の式に従って生成される。

$$V_s = V_0 * C_2 / (C_1 + C_2) \quad (1)$$

式(1)の中の $V_0$ は、電圧源 $V_0$ によって供給される電圧を表すために使用され、また、式(1)の中の $C_1$ および $C_2$ は、それぞれコンデンサ $C_1$ および $C_2$ のキャパシタンスを表すために使用されている。第3の可動層806が平衡位置である第1の層802と第2の層804との間の中央に位置している場合、 $V_s$ は、平衡位置からの第3の可動層806の変位にほぼ比例する。この構成では、層806の平衡中間位置と、上部層802または下部層804との間の距離を $d$ で表し、また、平衡中間位置からのミラーの変位を $x$ で表すと( $x$ は、変位の方向に応じて正であっても、負であってもよい)、 $x$ の値は、次の式を使用して決定することができる。

$$x = d((2V_s/V_0) - 1) \quad (2)$$

したがって第3の可動層806の位置は、感知した電圧 $V_s$ から決定することができる。

## 【0059】

第3の可動層806の位置は、より特定的には、 $C_c$ のキャパシタンスを決定し、かつ、このキャパシタンスを位置計算に含めることによって決定することができる。第3の可動層806が平衡位置である第1の層802と第2の層804との間の中央に位置している場合、 $V_s$ は、次の式を使用して決定することができる。

## 【0060】

## 【数1】

30

$$V_s = \frac{C_2 V_0}{(C_1 + C_2) \left( 1 + \frac{C_c}{\gamma(C_1 + C_2)} \right)} + \left( \frac{C_c V_m}{\gamma(C_1 + C_2)} \right) \quad (3)$$

## 【0061】

式(3)の中の $V_m$ は、電圧源 $V_m$ によって供給される電圧を表すために使用されている。キャパシタンス $C_1$ および $C_2$ は、第1の部分1302の面積、および平衡位置からの第1の部分1302の変位で決まるに留意し、かつ、 $C_c \ll C_2$ 、 $C_1$ であることを観察し、したがって感知誤差を $C_c$ の第1のオーダに維持することにより、 $V_s$ は、次の式に従って生成することができる。

## 【0062】

## 【数2】

40

$$V_s \approx \frac{(d+x)V_0}{2d} \left( 1 - \frac{C_c}{\gamma(C_1 + C_2)} \right) + \frac{C_c V_m}{\gamma(C_1 + C_2)} \quad (4)$$

## 【0063】

したがってこの感知電圧 $V_s$ を使用して、供給電圧 $V_m$ に対する第3の可動層806の実際の応答を調査することができる。電極は、 $V_m$ に対する依存性を無視することができるよう、結合

50

キャパシタンスを最小にするように、または結合キャパシタンスを所定の値未満に維持するように構成することができる。たとえば電気的に隔離された部分1302および1304を図9Aおよび図9Bに示されているように隣り合った構成で配置すると、結合キャパシタンスを小さい値に維持することができる。

#### 【0064】

上記実施形態は、アナログ干渉変調器に関して説明されているが、本明細書における教示は、そのような実施形態に限定されることは当業者には理解されよう。たとえば上で説明した電圧感知を使用して、2つの他の電極または導体の間、たとえば2つの他の実質的に静止した、つまり固定された電極または導体の間に配置された任意の可動導体または電極の位置を決定することができる。いくつかの実施形態では、2つの他の電極は、移動または並進するように構成され、一方、これらの2つの間の中間電極または導体は、実質的に固定、つまり静止状態を維持する。これらのすべての実施形態では、中間電極は、電気的に隔離された複数の部分に分離することができ、これらの部分のうちの少なくとも1つを電圧センサに接続することができる。

10

#### 【0065】

図11は、2つの固定導電層の間に配置された可動導電層の位置を決定するためのプロセスの流れ図を示したものである。

#### 【0066】

ブロック1702で、2つの電極の両端間に第1の電圧が印加される。たとえば電圧源 $V_0$ を使用して、干渉変調器800の第1の層802および第2の層804の電極の両端間に電圧を印加することができる。ブロック1704で、第3の電極に第2の電圧が印加される。たとえば電圧源 $V_m$ を使用して、電極またはその一部、たとえば第3の可動層806の電極の第1の部分1302などに電圧を印加することができる。ブロック1706で、電気的に隔離された第4の電極の電圧が感知される。たとえば電圧 $V_s$ は、第3の可動層806の第2の部分1304から感知することができる。ブロック1708で、感知された電圧に少なくとも部分的に基づいて第3の可動層806の位置が決定される。

20

#### 【0067】

図12は、図9Aの電極にフィードバックを提供するように構成された電圧センサを示したものである。図12には、同じく電極1302にフィードバックを提供する位置決定ユニットとして構成された電圧センサ1802の一実施形態が示されている。この実施形態では、電極を使用して実施される場合、感知電圧 $V_s$ は、電極の位置を修正し、延いては第3の可動層806の位置を修正するためにフィードバック回路の中で使用される。

30

#### 【0068】

図12からわかるように、電圧源 $V_{set}$ は、演算増幅器(「オペアンプ」)1812の入力に接続されており、一方、オペアンプ1812の出力は、電極の電気的に隔離された部分のうちの1つに接続されている。図に示されている実施形態では、電圧源 $V_{set}$ は、オペアンプ1812の正の入力に接続されており、また、オペアンプ1812の出力は、第1の部分1302に接続されている。図に示されている実施形態では、オペアンプ1812の負の入力は、電圧フォロワ1814の出力に接続されている。この実施形態では、第2の部分1304からの感知電圧 $V_s$ は、電圧フォロワ1814の入力に接続されており、一方、電圧フォロワ1814の出力は、オペアンプ1812の負の入力に接続されている。電圧フォロワの出力は、電極1302および1304が接続されている中間層806の位置の測度である。位置のこの測度は、オペアンプ1812への入力として使用されている。

40

#### 【0069】

図12に示されている構成では、オペアンプ1812の出力 $V_m$ は、 $V_s$ をほぼ $V_{set}$ に等しくするために必要な値まで増幅される。したがって図12のフィードバックループの場合、中間層806は、印加される $V_{set}$ を、層が上記式2によって得られる所望の値の $x$ で生成される $V_s$ の値に等しくなるように選択することにより、上部層802と下部層804との間の所望の位置 $x$ に置くことができる。印加される $V_{set}$ と $x$ の値との間の関係は、ほぼ線形にすることができる、印加される $V_{set}$ を0と $V_0$ との間にすることにより、-dから+dまでの範囲の $x$ が得られる

50

。

## 【0070】

上で説明したフィードバックを使用して干渉変調器を駆動することにより、干渉変調器のスナップイン特性の影響を小さくすることができる。「スナップイン」という用語は、電極1302に印加された電圧の作用の下で中間電極が固定電極802または804のうちの一方に向かって移動する際に、あるポイントに到達すると、そのポイントで、印加された電圧に対する小さい変化によって中間電極806が一方の固定電極に向かって上方または下方に向かう様々な位置へ突然移動する、これらのデバイスの特性を意味している。この現象は、多くのそのようなデバイスの中間層の制御された運動の有効範囲を狭くする。図12に示されているようなフィードバックループによれば、位置をより細かく制御することができ、また、これらのデバイスの有効制御範囲を広くすることができる。さらに、たとえば製造差による個々の変調器の違いに起因する複雑性を低減することができる。したがって干渉変調器のアレイ内の異なる可動層を駆動するために必要な電圧は、これらの変調器の製造の違いおよび公差のために若干異なっていてもよいが、図12のフィードバックを使用することにより、無矛盾駆動電圧 $V_{set}$ を使用してすべての可動層を正確に配置することができる。さらに、フィードバックによって可動層の発振または不安定性を実時間で修正することができる。

10

## 【0071】

図13は、光を変調するためのデバイスを駆動するためのプロセスの流れ図を示したものである。

20

## 【0072】

ロック1902で、第1および第2の電極の両端間に第1の電圧が印加される。たとえば電圧源 $V_0$ からの電圧を第1の層802および第2の層804の電極の両端間に印加することができる。ロック1904で、第3の電極に第2の電圧が印加される。図12の実施形態では、第3の電極は、可動電極の一部として構成され、また、第1の電極と第2の電極との間に、それから間隔を隔てて配置されている。たとえば電圧源 $V_m$ からの電圧を電極の一部、たとえば第3の可動層806の電極の第1の部分1302などに印加することができる。ロック1906で、第4の電極の電圧が感知される。たとえば電圧 $V_s$ は、第2の部分1304から感知することができる。ロック1908で、感知された電圧を使用して、可動電極が所望の位置に位置するまで、印加される第2の電圧が調整される。たとえばオペアンプ1812は、この感知電圧 $V_s$ を使用して、 $V_s$ と電圧源 $V_m$ から受け取った電圧とがほぼ等しくなり、可動電極806が平衡位置から所望のオフセットに位置するまで、第3の電極に印加される電圧を調整することができる。

30

## 【0073】

図14は、図12のセンサおよびフィードバックの一実施形態を示す回路図を示したものである。図14からわかるように、オペアンプ1812および電圧フォロワ1814は、それぞれ複数のトランジスタを使用して実施することができる。この実施形態では、電圧フォロワ1814は、一対のトランジスタ1816および1818として実施されている。トランジスタ1818のゲートは感知電極1304に接続されており、電圧フォロワ1814に $V_s$ 入力を提供している。トランジスタ1818のドレーンは、選択線に接続されている。トランジスタ1818のソースは、トランジスタ1816のドレーンに接続されており、また、トランジスタ1816のゲートは、トランジスタ1818のドレーンに接続されている。トランジスタ1816のソースは電圧フォロワ1814の出力を形成しており、オペアンプ1812のトランジスタ1820およびトランジスタ1822を含む差動対の第1のトランジスタ1820に接続されている。 $V_m$ 入力は、トランジスタ1816および1818と同じ方法で接続されているトランジスタ1824および1826で構築された電圧フォロワを介してオペアンプの差動対のもう一方のトランジスタ1822のゲートに提供されている。差動対および電圧フォロワのためのバイアス電流は、トランジスタ1830によって提供される。差動対の出力は、選択トランジスタ1832のソースに接続されており、選択トランジスタ1832のゲートは選択線に接続されている。選択トランジスタ1832のドレーンは、電極1302に接続されている。選択トランジスタ1832のゲートに選択信号を印加することによっ

40

50

て選択トランジスタ1832がターンオンされると、差動対の出力は、感知電圧 $V_s$ と入力電圧 $V_m$ が等しくなる電圧に到達する。したがって適切な要素を使用して、効果的に、かつ、費用有効的にセンサ1802を実施することができる。

#### 【0074】

図15は、個々の変調器の中間層を配置するための電圧感知およびフィードバックを組み込んだ干渉変調器のアレイを示す線図を示したものである。図2および図6に関連して上で説明したように、データドライバ回路は、 $V_{setn}$ を介して1行のデータ電圧 $V_{set1}$ を供給している。ゲートドライバ回路は、表示素子の選択された行に一組のデータ電圧を印加する行選択電圧を提供している。個々の列はフィードバック増幅器1812を備えており、また、個々の表示素子は電圧フォロワ1814を備えている。フィードバック増幅器1812および電圧フォロワ1814は、駆動トランジスタ $S_{11}$ 、 $S_{12}$ 等々に関連して上で説明したバックプレート120の中に組み込むことができる。  
10

#### 【0075】

たとえば行1の表示素子の位置を設定するために、その行に沿った個々の中間層806の所望の位置に従って $V_{set1}$ から $V_{setn}$ の出力が設定される。たとえば $S_{11}$ に対する中間層を中央平衡位置にしなければならない場合、 $V_{set1}$ が $0.5V_0$ に設定される。 $S_{12}$ に対する中間層を中央平衡位置と接地層804との間の中間にしなければならない場合、 $V_{set2}$ が $0.75V_0$ に設定され、等々である。ある行に対する個々の $V_{set}$ が適切に設定されると、ゲート線GL1が表明され、個々のフィードバック増幅器1812の出力をその行に沿った個々の表示素子の電極1302に接続する。また、ゲート線GL1を表明することにより、第1の行に沿った個々の表示素子に対する感知電圧 $V_s$ がそれぞれのフィードバック増幅器にフィードバックされる。図12および図13に関連して上で説明したように、これにより、その行に沿った個々の表示素子を印加されたデータ電圧 $V_{set}$ に応じて所望位置 $x$ に設定する。次に、画像データの全フレームの書き込みプロセスが完了するまでこのプロセスが個々の行に対して繰り返される。  
20

#### 【0076】

図16は、複数の固定層を有し、かつ、1つの固定感知電極と共に1つの可動層を有する干渉変調器の断面図を示したものである。この実施形態では、固定電極808および可動層806の両端間に固定電圧 $V_0$ が印加されており、また、この実施形態では可動層806は接地されている。電極808は、別の固定電極804の周辺領域に形成することができ、または808と804との間の追加誘電体層によって形成された、804を画素領域全体にわたって一様にする一様な薄膜コンデンサであってもよい。図16に示されている実施形態では、電極808は、電極804の周りを部分的に、または完全に包んでいるが、電極808は、電極804の一方の側のみにすることも適切である。可変電圧 $V_m$ は、可動層806のもう一方の側の固定電極802に印加される。固定電極804は感知電極として使用される。可変電圧 $V_m$ がゼロの場合、電極808上の電圧 $V_0$ は、可動層806を感知電極804に向かって引っ張り、また、感知電極804の電圧がゼロに向かって強制される。可変電圧 $V_m$ が高くなると、可動層806は電極802に向かって引っ張られ、また、感知電極804上の電圧が高くなる。いくつかの実施形態では、感知電極804上の電圧は、可動層806の位置のほぼ一次関数である。したがって上で説明した実施形態と同様、感知電極804上の電圧を使用して可動層806の位置を決定することができる。この実施形態では、接地可動層806は、感知電極804を電極802上の可変電圧レベルから遮蔽し、その位置にもたらすために使用される電圧 $V_m$ に無関係に、感知電圧を主として可動層806の位置に依存させている。図17に示されているように、上で説明した方法と同様の方法でフィードバックをこの実施形態に組み込むことができる。  
30

#### 【0077】

図17は、表示システム内の個々の変調器の可動層を配置するための電圧感知およびフィードバックを組み込んだ、図16に示されているように構築された干渉変調器のアレイの別の実施形態を示す線図を示したものである。個々の干渉変調器は、表示システム内の表示素子として構成することができる。図17に示されているように、図15の電圧フォロワ1814は固定電極804に接続されている。電圧フォロワ1814の出力は演算増幅器1812に入力を提  
40

供している。この実施形態では、ある行に沿った可動層806をそれらの所望の位置に配置するために、感知電圧出力と可動層806の位置との間の既知の関係を使用して、ある行に沿った $V_{setn}$ を介して $V_{set1}$ の値が決定される。この関係は、表示システムによってアクセスされる数式またはルックアップテーブルとして記憶することができる。異なる表示要素に対してこの関係が異なる場合、個々の表示要素の状態を設定する際に、要素ごとに特定の値を記憶し、かつ、使用することができる。ゲート線(たとえばGL1)が表明されると、スイッチS<sub>11</sub>が閉じ、したがって演算増幅器1812の出力電圧 $V_{m1}$ が固定電極802上に引き渡される。図16を参照して上で説明したように、固定電極802上の電圧をゼロから $V_{m1}$ まで高くすると、可動層806を電極802に向かって引っ張ることができ、また、感知電極804上の電圧が高くなる。感知電極804上の電圧は、フィードバック信号として演算増幅器1812に入力を提供する電圧フォロワ1814に入力される。したがって演算増幅器(演算増幅器1812を含む)の出力が電圧 $V_m$ へ移動し、それにより感知電圧が入力 $V_{set}$ 値に等しくなり、したがって行に沿った個々の表示要素の可動層806が所望の位置に置かれる。

#### 【0078】

図18Aおよび図18Bは、複数の干渉変調器を含む表示デバイス40を示すシステムブロック図の例を示している。この表示デバイス40はたとえば、スマートフォン、携帯電話またはモバイル電話であってもよい。しかし、表示デバイス40の同じ構成要素またはそれらのわずかな変形例は、テレビジョン、タブレット、電子書籍端末、ハンドヘルドデバイスおよびポータブルメディアプレーヤーのような様々な種類の表示デバイスも例示している。

#### 【0079】

表示デバイス40は、ハウジング41と、ディスプレイ30と、アンテナ43と、スピーカ45と、入力デバイス48と、マイクロフォン46とを含む。ハウジング41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いずれかによって形成されてもよい。また、ハウジング41は、プラスチック、金属、ガラス、ゴム、およびセラミック、またはそれらの組合せを含むがそれらに限定されない様々な材料のいずれかから作られてもよい。ハウジング41は、異なる色を有するかまたはそれぞれの異なるロゴ、絵、または記号を含む取外し可能な他の部分と交換されてもよい取外し可能な部分(図示せず)を含んでもよい。

#### 【0080】

ディスプレイ30は、本明細書において説明するように双安定ディスプレイまたはアナログディスプレイを含む様々なディスプレイのいずれかであってもよい。ディスプレイ30は、プラズマ、EL、OLED、STN LCD、もしくはTFT LCDのようなフラットパネルディスプレイ、またはCRTもしくは他のチューブデバイスのようなノンフラットパネルディスプレイを含むように構成されてもよい。また、ディスプレイ30は、本明細書において説明するように、干渉変調器ディスプレイを含んでもよい。

#### 【0081】

表示デバイス40の構成要素が図18Bに概略的に示されている。表示デバイス40は、ハウジング41を含み、表示デバイス40内に少なくとも部分的に密閉された追加の構成要素を含んでもよい。たとえば、表示デバイス40は、トランシーバ47に接続されたアンテナ43を含むネットワークインターフェース27を含む。トランシーバ47は、条件付けハードウェア52に接続されたプロセッサ21に接続されている。条件付けハードウェア52は、信号を条件付ける(たとえば、信号をフィルタリングする)ように構成されてもよい。条件付けハードウェア52は、スピーカ45およびマイクロフォン46に接続されてもよい。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にも接続されている。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に接続されており、アレイドライバ22はディスプレイアレイ30に接続されている。いくつかの実施形態では、電源50は、特定の表示デバイス40設計において実質的にすべての構成要素に電力を供給することができる。

#### 【0082】

ネットワークインターフェース27は、表示デバイス40がネットワークを介して1つまたは複数のデバイスと通信することができるようアンテナ43とトランシーバ47とを含む。ネットワークインターフェース27は、たとえばプロセッサ21のデータ処理要件を軽減する

いくつかの処理機能を有してもよい。アンテナ43は、信号を送受信することができる。いくつかの実施形態では、アンテナ43は、IEEE16.11(a)、IEEE16.11(b)、またはIEEE16.11(g)を含むIEEE16.11規格、またはIEEE802.11a、IEEE802.11b、IEEE802.11g、IEEE802.11nを含むIEEE802.11規格、およびそのさらなる実施形態に従ってRF信号を送受信する。いくつかの別の実施形態では、アンテナ43は、Bluetooth規格に従ってRF信号を送受信する。携帯電話の場合、アンテナ43は、符号分割多元接続(CDMA)、周波数分割多元接続(FDMA)、時分割多元接続(TDMA)、Global System for Mobile communications (GSM(登録商標))、GSM/General Packet Radio Service (GPRS)、Enhanced Data GSM Environment (EDGE)、Terrestrial Trunked Radio (TETRA)、Wideband-CDMA (W-CDMA)、Evolution Data Optimized (EV-DO)、1xEV-DO、EV-DO Rev A、EV-DO Rev B、High Speed Packet Access (HSPA)、High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)、High Speed Uplink Packet Access (HSUPA)、Evolved High Speed Packet Access (HSPA+)、Long Term Evolution (LTE)、AMPS、または3G技術もしくは4G技術を利用するシステムのような、ワイヤレスネットワーク内で通信するのに使用される他の公知の信号を受信するように設計されている。トランシーバ47は、アンテナ43から受信された信号をプロセッサ21によって受信しさらに操作することができるよう前処理する。トランシーバ47は、プロセッサ21から受信された信号を表示デバイス40からアンテナ43を介して送信することができるよう前処理してもよい。

#### 【0083】

いくつかの実施形態では、トランシーバ47を受信機と置き換えてよい。また、いくつかの実施形態では、ネットワークインターフェース27を、プロセッサ21に送信すべき画像データを記憶または生成することのできる画像源と置き換えてよい。プロセッサ21は、表示デバイス40の動作全体を制御してもよい。プロセッサ21は、圧縮された画像データなどのデータをネットワークインターフェース27または画像源から受信し、データを処理して生画像データまたは生の画像データに容易に処理されるフォーマットに変換する。プロセッサ21は、処理済みのデータを記憶できるようにドライバコントローラ29またはフレームバッファ28に送ってよい。生データは通常、画像内の各位置での画像特性を識別する情報を指す。たとえば、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んでもよい。

#### 【0084】

プロセッサ21は、表示デバイス40の動作を制御するマイクロコントローラ、CPU、または論理ユニットを含んでもよい。条件付けハードウェア52は、信号をスピーカ45に送信し、マイクロフォン46から信号を受信するための増幅器およびフィルタを含んでもよい。条件付けハードウェア52は、表示デバイス40内の離散構成要素であっても、プロセッサ21もしくは他の構成要素内に組み込まれてもよい。

#### 【0085】

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生画像データをプロセッサ21から直接取り込んでも、フレームバッファ28から取り込んでもよく、かつ生画像データをアレイドライバ22に高速に送信できるように適切に再フォーマットすることができる。いくつかの実施形態では、ドライバコントローラ29は、生画像をラスタ状フォーマットを有するデータフローに再フォーマットしてもよく、したがって、ドライバコントローラ29は、ディスプレイヤレイ30を横断してスキャンするのに適した時間順を有する。次いで、ドライバコントローラ29は、フォーマット済みの情報をアレイドライバ22に送る。LCDコントローラなどのドライバコントローラ29は、スタンダードアロン集積回路(IC)としてのシステムプロセッサ21に関連付けられることが多いが、そのようなコントローラは多数の方法で実現されてもよい。たとえば、コントローラは、ハードウェアとしてプロセッサ21に埋め込まれても、ソフトウェアとしてプロセッサ21に埋め込まれても、ハードウェアにおいてアレイドライバ22と完全に一体化されてもよい。

#### 【0086】

アレイドライバ22は、ドライバコントローラ29からフォーマット済みの情報を受信してもよく、ディスプレイの画素のx-yマトリクスからの数百本、場合によっては数千本(また

10

20

30

40

50

はそれよりも多くのリード線に1秒当たりに何度も印加される互いに平行な1組の波形に、映像データを再フォーマットしてもよい。

#### 【0087】

いくつかの実施形態では、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、本明細書において説明するディスプレイの種類のうちのいずれにも適切である。たとえば、ドライバコントローラ29は、従来のディスプレイコントローラまたは双安定ディスプレイコントローラ(IMODコントローラなど)であってもよい。また、アレイドライバ22は、従来のドライバまたは双安定ディスプレイドライバ(IMODディスプレイドライバなど)であってもよい。さらに、ディスプレイアレイ30は、従来のディスプレイアレイまたは双安定ディスプレイアレイ(IMODのアレイを含むディスプレイなど)であってもよい。いくつかの実施形態では、ドライバコントローラ29は、アレイドライバ22と一体化されてもよい。そのような実施形態は、高集積度システム、たとえば、携帯電話、ポータブル電子デバイス、腕時計またはスマートエリアディスプレイにおいて有益であり得る。

10

#### 【0088】

いくつかの実施形態では、入力デバイス48は、たとえばユーザが表示デバイス40の動作を制御するのを可能にするように構成されてもよい。入力デバイス48は、QWERTYキーボードもしくは電話キーパッドのようなキーパッド、ボタン、スイッチ、ロッカー、タッチ感応スクリーン、ディスプレイアレイ30と一体化されたタッチ感応スクリーン、または圧力感応膜もしくは熱感応膜を含んでもよい。マイクロフォン46は、表示デバイス40用の入力デバイスとして構成されてもよい。いくつかの実施形態では、マイクロフォン46を通じた音声コマンドを使用して表示デバイス40の動作を制御してもよい。

20

#### 【0089】

電源50は、様々なエネルギー貯蔵デバイスを含んでもよい。たとえば、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のような再充電可能電池であってもよい。充電式バッテリーを使用する実施形態では、充電式バッテリーは、たとえば、壁コンセント、光起電性デバイス、またはアレイから来る電力を使用して充電可能であり得る。代替的に、充電式バッテリーはワイヤレス充電可能であり得る。電源50は、再生可能なエネルギー源、コンデンサ、またはプラスチック太陽電池もしくは塗料型太陽電池を含む太陽電池であってもよい。電源50は、壁付きコンセントから電力を受けるように構成されてもよい。

30

#### 【0090】

いくつかの実施形態では、電子表示システム内のいくつかの場所に配置されてもよいドライバコントローラ29に制御プログラム性が存在する。いくつかの別の実施形態では、アレイドライバ22に制御プログラム性が存在する。上述の最適化は、任意の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ならびに様々な構成において実施されてもよい。

#### 【0091】

図19は、光学MEMSディスプレイを有する電子デバイスの略分解斜視図の一例である。図示の電子デバイス40は、ディスプレイ30用のくぼみ41aを有するハウジング41を含む。電子デバイス40は、ハウジング41のくぼみ41aの底部にプロセッサ21も含む。プロセッサ21は、ディスプレイ30とデータ通信するためのコネクタ21aを含んでもよい。電子デバイス40は、少なくとも一部がハウジング41の内側に位置する他の構成要素を含んでもよい。他の構成要素には、上記に図16Bに関連して説明したような、ネットワーキングインターフェース、ドライバコントローラ、入力デバイス、電源、条件付けハードウェア、フレームバッファ、スピーカ、およびマイクロフォンを含めてよいが、それらに限定されない。

40

#### 【0092】

ディスプレイ30は、ディスプレイアレイアセンブリ110と、バックプレート120と、可撓性の電気ケーブル130とを含んでもよい。ディスプレイアレイアセンブリ110とバックプレート120は、たとえばシーラントを使用して互いに取り付けられてもよい。

50

## 【0093】

ディスプレイアレイアセンブリ110は、表示領域101と周辺領域102とを含んでもよい。周辺領域102は、ディスプレイアレイアセンブリ110の上から見たときに表示領域101を囲む。ディスプレイアレイアセンブリ110は、表示領域101を通して画像を表示するように位置しつゝ向きを定められた表示素子のアレイも含む。表示素子はマトリクス形に配置されてもよい。一実施形態では、各表示素子は干渉変調器であってもよい。一実施形態では、「表示素子」という用語は「画素」と称されることもある。

## 【0094】

バックプレート120は、実質的にディスプレイアレイアセンブリ110の裏面全体を覆ってもよい。バックプレート120は、たとえばガラス、高分子材料、金属材料、セラミック材料、半導体材料、または前述の材料のうちの2つ以上の組合せと、他の同様の材料とから形成されてもよい。バックプレート120は、同じ材料またはいくつかの異なる材料の1つまたは複数の層を含んでもよい。バックプレート120には、様々な構成要素の少なくとも一部が埋め込まれてもまたは取り付けられてもよい。そのような構成要素の例には、ドライバコントローラ、アレイドライバ(たとえば、データドライバおよびスキャンドライバ)、ルーティング線(たとえば、データ線およびゲート線)、スイッチング回路、プロセッサ(たとえば、画像データ処理プロセッサ)、および相互接続部が含まれるがそれらに限定されない。

10

## 【0095】

可撓性の電気ケーブル130は、電子デバイス40のディスプレイアレイ30と他の構成要素(たとえば、プロセッサ21)との間にデータ通信チャネルを確立する働きをする。可撓性の電気ケーブル130は、ディスプレイアレイアセンブリ110の1つまたは複数の構成要素、またはバックプレート120から伸びてもよい。可撓性の電気ケーブル130は、互いに平行に伸びる複数の導電ワイヤと、プロセッサ21のコネクタ21aまたは電子デバイス40の任意の他の構成要素に接続してもよいコネクタ130aとを含む。

20

## 【0096】

本明細書において開示された実施形態に関連して説明した様々な例示的な論理、論理ブロック、モジュール、回路、およびアルゴリズムステップは、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、またはその両方の組合せとして実現されてもよい。ハードウェアとソフトウェアの互換性について、概して機能に関して説明し、上述の様々な例示的な構成要素、ブロック、モジュール、回路、およびステップを示した。そのような機能がハードウェアにおいて実現されるかそれともソフトウェアにおいて実現されるかは、システム全体に課される用途および設計上の特定の制約によって決まる。

30

## 【0097】

本明細書において開示された各態様に関連して説明した様々な例示的な論理、論理ブロック、モジュール、および回路を実現するのに使用されるハードウェアおよびデータ処理装置は、本明細書において説明した機能を実行するように設計された、汎用シングルチッププロセッサまたは汎用マルチチッププロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)もしくは他のプログラム可能な論理デバイス、離散ゲートもしくはトランジスタ論理、離散ハードウェア構成要素、またはそれらの任意の組合せによって実現または実行されてもよい。汎用プロセッサは、マイクロプロセッサ、または任意の従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、もしくは状態マシンであってもよい。プロセッサは、複数のコンピューティングデバイスの組合せ、たとえばDSPとマイクロプロセッサの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連動する1つまたは複数のマイクロプロセッサ、またはそのような任意の他の構成として実現されてもよい。いくつかの実施形態では、特定のステップおよび方法は、所定の機能に特有の回路で実行されてもよい。

40

## 【0098】

1つまたは複数の態様では、前述の機能は、本明細書において開示された構造およびそれらの構造均等物を含むハードウェア、デジタル電子回路、コンピュータソフトウェア、

50

ファームウェア、またはそれらの任意の組合せにおいて実現されてもよい。本明細書において説明した主題の実施形態は、1つまたは複数のコンピュータプログラム、すなわち、データ処理装置によって実行できるようにまたはデータ処理装置の動作を制御するためにコンピュータ記憶媒体上に符号化されたコンピュータプログラム命令の1つまたは複数のモジュールとして実現されてもよい。

#### 【0099】

当業者には、本開示において説明した実施形態の様々な修正形態が容易に明らかになろう。本明細書において定められた一般原則は、本開示の趣旨または範囲から逸脱することなく別の実施形態に適用できる。したがって、本開示は、本明細書において示されている実施形態に限定することを意図しておらず、特許請求の範囲、本明細書において開示された原則、および新規の特徴に整合した最も広い範囲が与えられるべきである。また、「上部」および「下部」という用語が、時には各図の説明を容易にするために使用されており、適切な向きに定められた頁上の図の向きに対応する相対的な位置を示しており、実現されるIMODの適切な向きを反映しない場合があることが、当業者には容易に理解されよう。

10

#### 【0100】

本明細書において別々の実施形態の文脈で説明したある特徴は、単一の実施形態において組み合わされて実現されてもよい。逆に、単一の実施形態の文脈で説明した様々な特徴を複数の実施形態において別々に実現しても、任意の適切な部分組合せとして実現してもよい。さらに、各特徴は、上記ではある組合せにおいて働くように記載されており、場合によっては最初からそのように要求されているが、要求された組合せの1つまたは複数の特徴は、場合によってはその組合せから実現されてもよく、要求された組合せは、部分組合せまたは部分組合せの変形例を対象とするものであってもよい。

20

#### 【0101】

同様に、動作は特定の順序で図面に示されているが、そのような動作は、望ましい結果を達成するために、示される特定の順序でまたは順番に実行される必要がないことを、またはすべての図示の動作が実行される必要があるとは限らないことを、当業者は容易に認識しよう。ある状況では、マルチタスキングおよび並列処理が有利である場合がある。さらに、上記で説明した各実施形態における様々なシステム構成要素の分離は、すべての実施形態においてそのような分離が必要とされるものと理解されるべきではなく、前述のプログラム構成要素およびシステムが概して単一のソフトウェアプロダクトとして一体化されるかまたは複数のソフトウェアプロダクトとしてパッケージ化されてもよいことを理解されたい。また、他の実施形態も添付の特許請求の範囲内にある。場合によっては、特許請求の範囲に記載された動作を異なる順序で実行してもよく、しかも望ましい結果を実現することができる。

30

#### 【符号の説明】

#### 【0102】

- 12 IMOD、画素
- 14 可動反射層
- 13, 15 光
- 16 光学スタック
- 18 ポスト、支柱、支持体
- 19 ギャップ
- 20 透明基板、前部基板
- 21 システムプロセッサ
- 21a コネクタ
- 22 アレイドライバ
- 27 ネットワークインターフェース
- 28 フレームバッファ
- 29 ドライバコントローラ
- 30 表示デバイス、ディスプレイ、ディスプレイアレイ

40

50

34	変形可能な層、可動電極	
40	表示デバイス	
41	ハウジング	
41a	くぼみ	
43	アンテナ	
45	スピーカ	
46	マイクロフォン	
47	トランシーバ	
48	入力デバイス	
50	電源	10
52	条件付けハードウェア	
80	トランジスタ	
82	ソース	
84	ドレーン	
86	チャネル	
88	ゲート	
101	表示領域	
102	周辺領域	
110	ディスプレイヤレイアセンブリ	
120	バックプレート	20
122	バックプレート構成要素	
124	第2の相互接続部、バックプレート相互接続部	
126	相互接触部、相互接続部	
128	第1の相互接続部	
129	絶縁層	
130	可撓性の電気ケーブル	
130a	コネクタ	
160	ビア	
200	駆動回路アレイ	
201	駆動回路アレイ200の部分	30
210	データドライバ	
220	ゲートドライバ	
802	第1の固定層(追加上部層)	
804	第2の固定層(固定電極)	
806	第3の可動層(第3の可動部分)	
808	固定電極	
810	絶縁ポスト	
820	基板	
1002	SiON基板	
1004a	AlCu層	40
1004b	追加AlCu層	
1006a	TiO <sub>2</sub> 層	
1006b	追加TiO <sub>2</sub> 層	
1008a	SiON層	
1008b	追加SiON層	
1009	ビア	
1010	SiO <sub>2</sub> 基板	
1012	MoCr層	
1014	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 層	
1016a , 1016b , 1036a , 1036b	SiON停止	50

- 1018 電極層  
 1030 導電AlCu層  
 1032 絶縁Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層

【図1A】

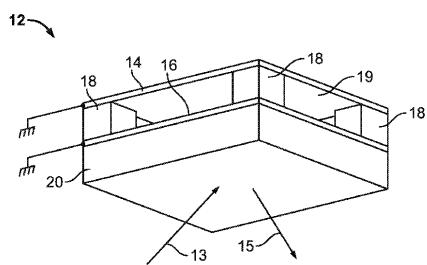


FIG. 1A

【図1B】

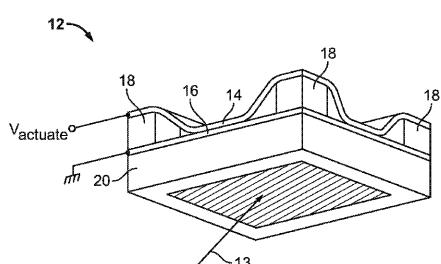
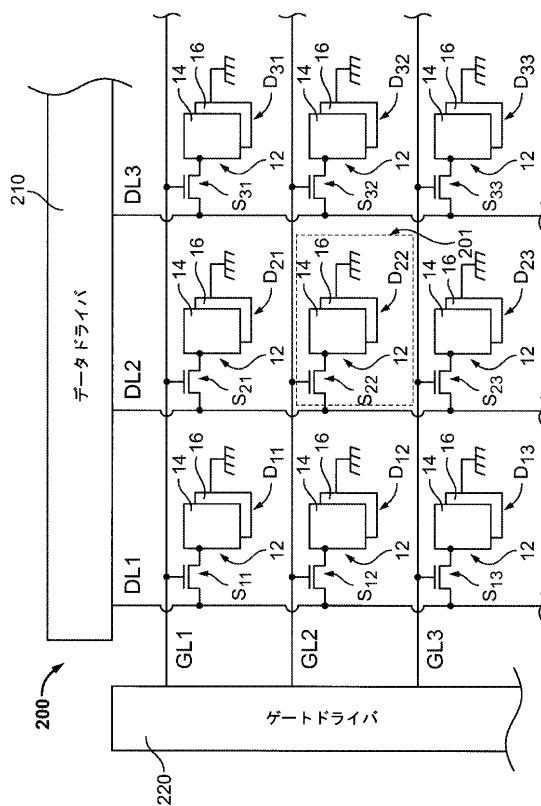
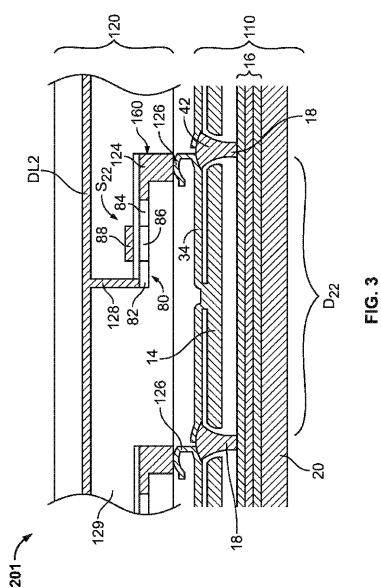


FIG. 1B

【図2】



【図3】



【 図 4 】

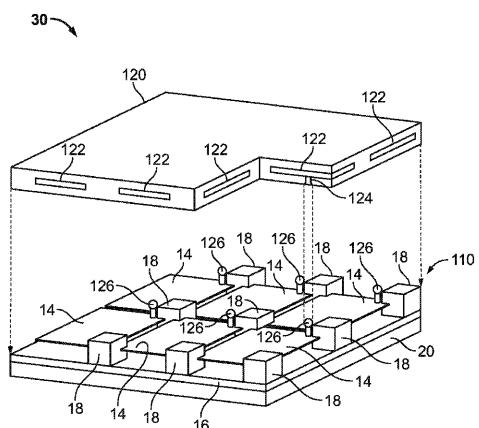
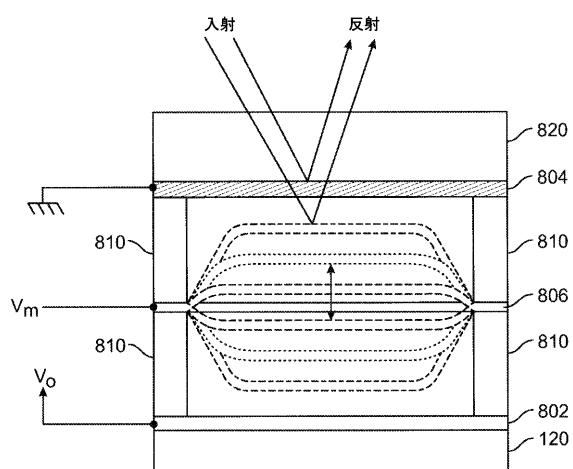
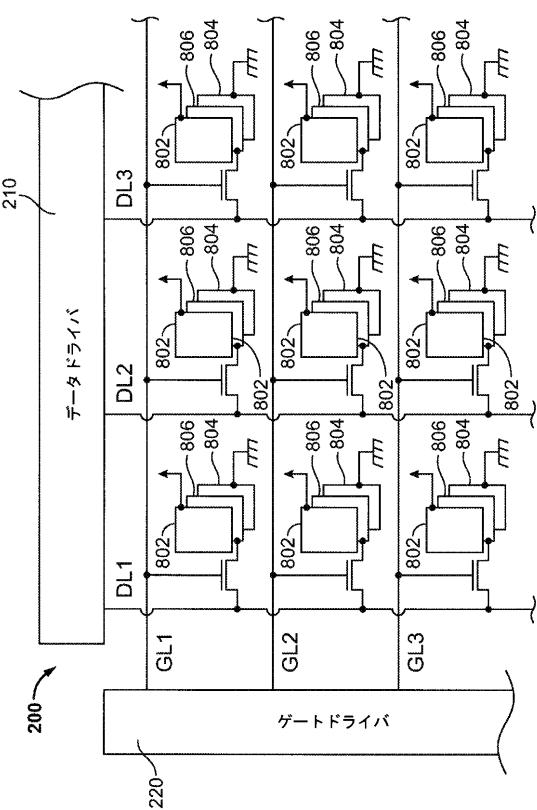


FIG. 4

【 5 】



【 図 6 】



【図 7 A】

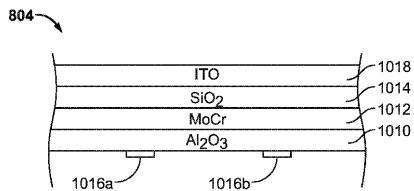


FIG. 7A

【図 7 B】

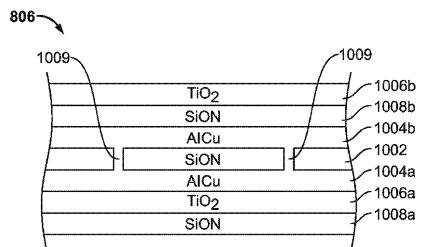


FIG. 7B

【図 7 C】

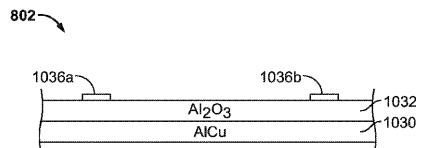


FIG. 7C

【図 8】

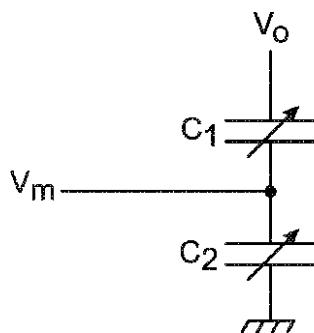


FIG. 8

【図 9 A】

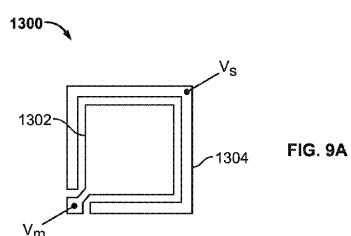


FIG. 9A

【図 9 B】

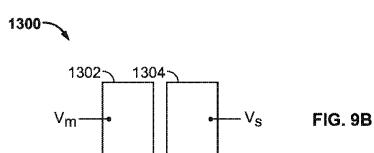


FIG. 9B

【図 10】

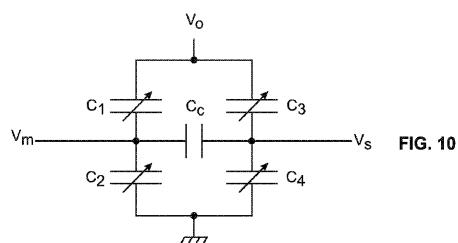
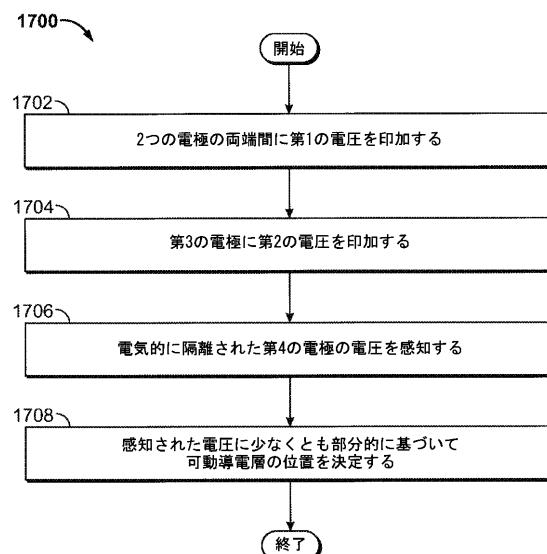
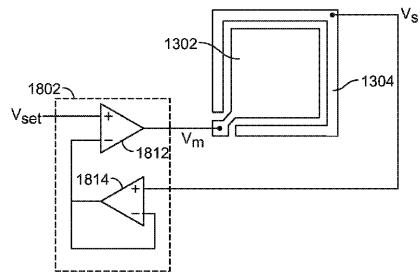


FIG. 10

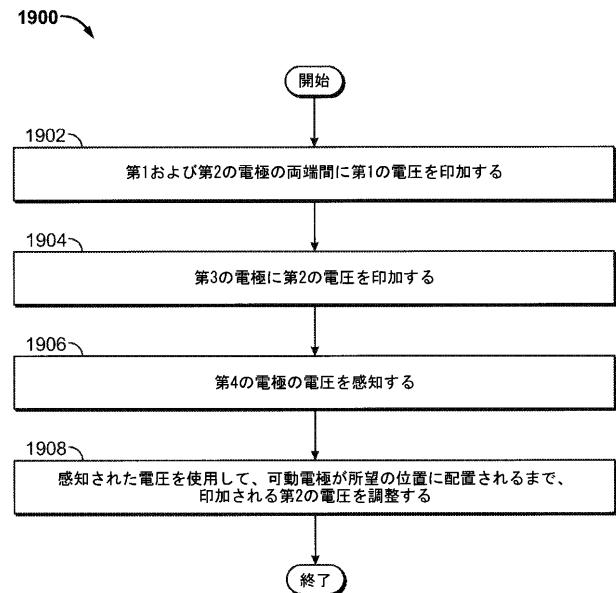
【図 11】



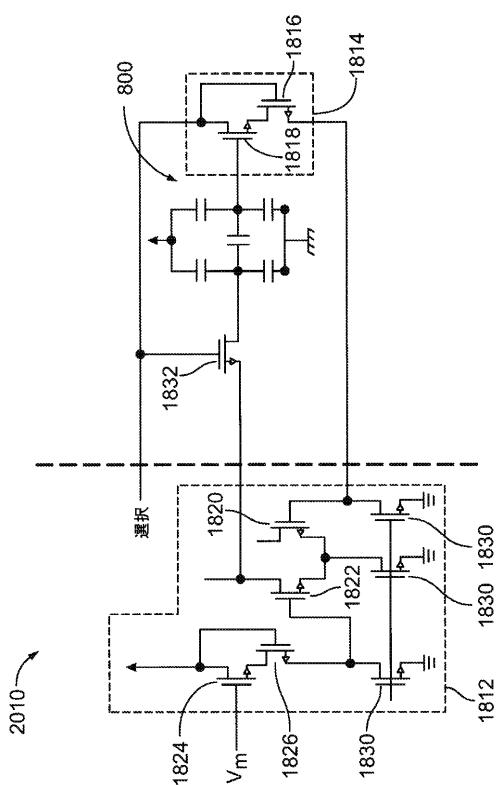
【図 1 2】



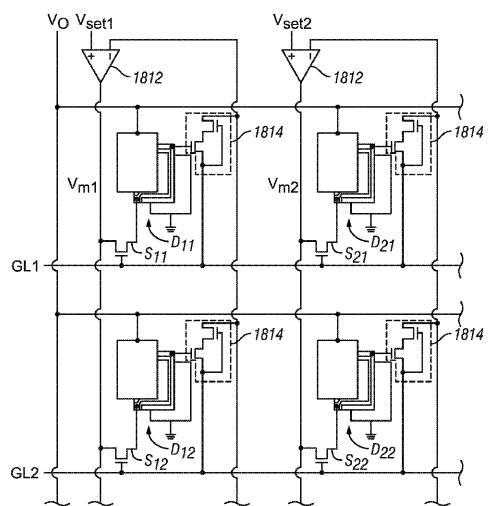
【図 1 3】



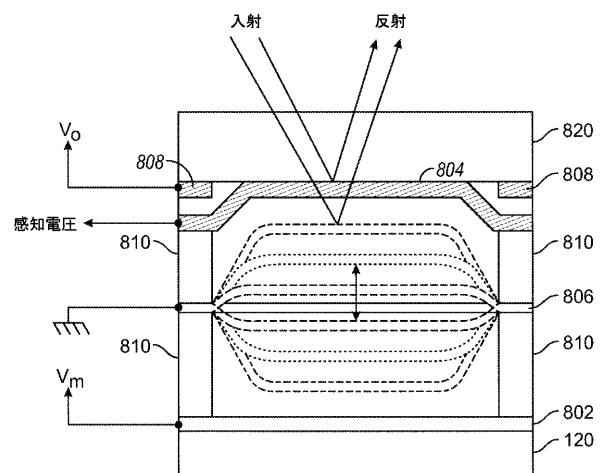
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】



【図 17】

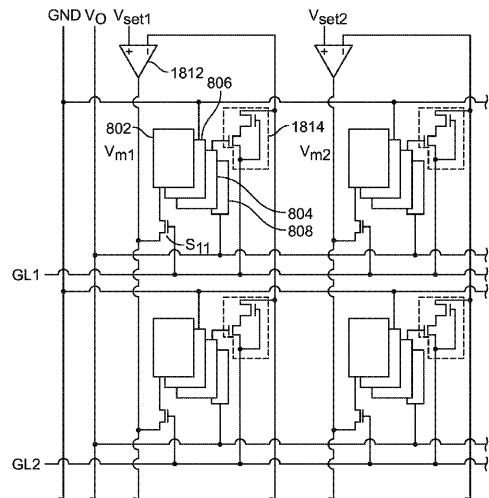


FIG. 17

【図 18 A】

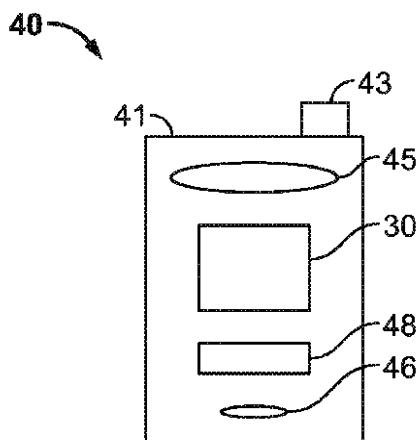
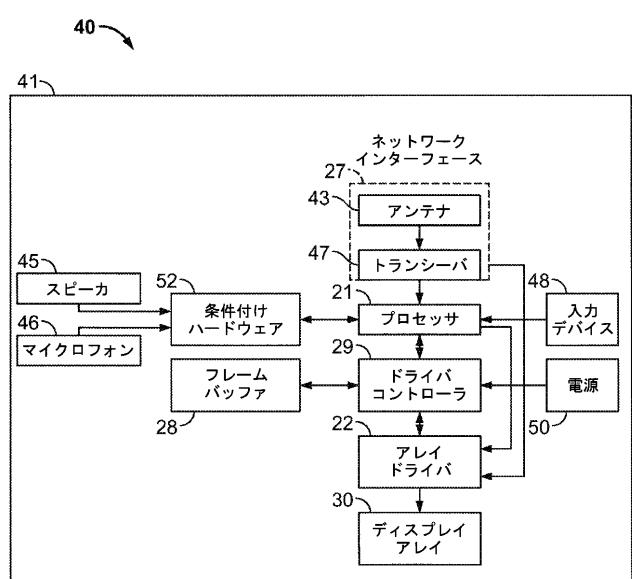
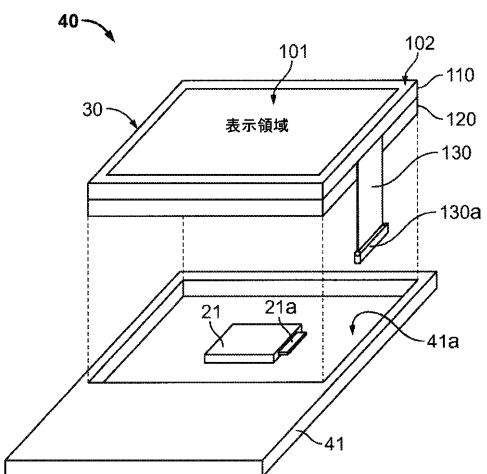


FIG. 18A

【図 18 B】



## 【図 19】



## 【手続補正書】

【提出日】平成25年9月26日(2013.9.26)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

光を変調するためのマイクロエレクトロメカニカルシステム(MEMS)干渉変調器デバイスであって、

少なくとも第1、第2、第3、および第4の電極と、

前記第1および第2の電極の両端間に印加される固定電圧と、

可動電極の位置を調整するために前記第3の電極に印加される可変電圧と、

前記第4の電極に接続された電圧センサと

を具備し、

前記4つの電極のうちの少なくとも1つは、ミラー層を含み、かつ可動電極であって、所望の光学応答を提供する、デバイス。

## 【請求項2】

前記第3および第4の電極が可動電極である、請求項1に記載のデバイス。

## 【請求項3】

前記電圧センサが、前記可変電圧を調整するためのフィードバックを提供する、請求項1に記載のデバイス。

## 【請求項4】

演算増幅器をさらに具備し、

前記演算増幅器の出力は、前記第3の電極に接続される、請求項3に記載のデバイス。

【請求項5】

電圧フォロワをさらに具備し、

前記電圧フォロワの入力は、前記第4の電極に接続され、

前記電圧フォロワの出力は、前記演算増幅器に接続される、請求項4に記載のデバイス

。

【請求項6】

前記第3の電極および前記第4の電極が共通平面内の層として形成される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項7】

前記第3の電極および前記第4の電極が共通平面内の層として形成される、請求項2に記載のデバイス。

【請求項8】

前記第4の電極が前記第3の電極の周囲に形成される、請求項7に記載のデバイス。

【請求項9】

前記可変電圧によって供給される電圧を変化させることによって前記可動電極の位置を調整するように構成された駆動回路をさらに具備する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項10】

前記第2の電極が可動電極である、請求項1に記載のデバイス。

【請求項11】

前記第2の電極が接地される、請求項10に記載のデバイス。

【請求項12】

前記第4の電極が前記第2の電極と前記第1の電極との間に配置される、請求項11に記載のデバイス。

【請求項13】

前記第1の電極が前記第4の電極の周辺部分の周りに形成される、請求項12に記載のデバイス。

【請求項14】

ディスプレイと、

前記ディスプレイと通信するように構成され、画像データを処理するように構成されたプロセッサと、

前記プロセッサと通信するように構成されたメモリデバイスとをさらに具備する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項15】

少なくとも1つの信号を前記ディスプレイに送るように構成されたドライバ回路をさらに具備する、請求項14に記載のデバイス。

【請求項16】

前記画像データの少なくとも一部を前記ドライバ回路に送るように構成されたコントローラをさらに具備する、請求項15に記載のデバイス。

【請求項17】

前記プロセッサに前記画像データを送るように構成された画像源モジュールをさらに具備する、請求項14に記載のデバイス。

【請求項18】

前記画像源モジュールが、受信機、トランシーバ、および送信機のうちの少なくとも1つを含む、請求項17に記載のデバイス。

【請求項19】

入力データを受け取り、前記入力データを前記プロセッサに伝達するように構成された入力デバイスをさらに具備する、請求項14に記載のデバイス。

【請求項20】

前記第4の電極に接続され、前記第4の電極で感知された電圧に少なくとも部分的に基

づいて可動導電層の位置を決定するように構成された位置決定ユニットをさらに具備する、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 2 1】

光を変調するためのマイクロエレクトロメカニカルシステム（MEMS）干渉変調器デバイスを駆動する方法であって、

前記 MEMS 干渉変調器デバイスの第 1 の電極および第 2 の電極の両端間に第 1 の電圧を印加するステップと、

所望の光学応答を得るために、前記 MEMS 干渉変調器デバイスの第 3 の電極に第 2 の電圧を印加することによって、前記 MEMS 干渉変調器デバイスの少なくとも 1 つの電極を移動させるステップと、

前記 MEMS 干渉変調器デバイスの第 4 の電極の電圧を感知するステップとを有する、方法。

【請求項 2 2】

前記第 2 の電圧を印加するステップに応答して、前記第 3 の電極および前記第 4 の電極を移動させるステップを有する、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記第 2 の電圧を印加するステップに応答して、前記第 1 の電極または前記第 2 の電極のうちの一方を移動させるステップを有する、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記印加される第 2 の電圧が、可動電極の位置が実質的に所望の位置に等しくなるまで、感知された電圧を使用して調整される、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 5】

感知された電圧が、前記第 3 の電極と前記第 4 の電極との間のキャパシタンスに依存する係数だけ調整されると、可動電極のオフセットに実質的に比例する、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 6】

光を変調するためのマイクロエレクトロメカニカルシステム（MEMS）干渉変調器デバイスであって、

前記 MEMS 干渉変調器デバイスの第 1 の電極および第 2 の電極の両端間に第 1 の電圧を印加するための手段と、

所望の光学応答を得るために、前記 MEMS 干渉変調器デバイスの第 3 の電極に第 2 の電圧を印加することによって、前記 MEMS 干渉変調器デバイスの少なくとも 1 つの電極を移動させるための手段と、

前記 MEMS 干渉変調器デバイスの第 4 の電極の電圧を感知するための手段とを具備する、デバイス。

【請求項 2 7】

感知された電圧に少なくとも部分的に基づいて可動導電層の位置を決定するための手段をさらに具備する、請求項 2 6 に記載のデバイス。

【請求項 2 8】

前記第 2 の電圧を印加するための前記手段が演算増幅器を含む、請求項 2 7 に記載のデバイス。

【請求項 2 9】

感知するための前記手段が電圧フォロワを含む、請求項 2 8 に記載のデバイス。

【請求項 3 0】

前記電圧フォロワの出力が前記演算増幅器の入力に接続される、請求項 2 9 に記載のデバイス。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2012/065509
---------------------------------------------------

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G09G3/34 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G09G		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009/303403 A1 (PARK DO-HYEON [KR] ET AL) 10 December 2009 (2009-12-10)	1,4, 16-21, 23,28
A	paragraph [0022] - paragraph [0062]; figures 1,4	5-15,22, 24-27, 29-32
A	----- US 2007/046950 A1 (BROWN MATTHEW [US] ET AL) 1 March 2007 (2007-03-01) the whole document	1-32
A	----- US 2007/296691 A1 (SAMPSELL JEFFREY B [US]) 27 December 2007 (2007-12-27) Paragraphs 6-9, 62, 63, 79, 91-95; figures 10-12	1-32
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
23 January 2013	31/01/2013	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentpoort 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Fanning, Neil	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No PCT/US2012/065509
---------------------------------------------------

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2009303403	A1 10-12-2009	KR 20090127682 A US 2009303403 A1		14-12-2009 10-12-2009
US 2007046950	A1 01-03-2007	US 2007046950 A1 WO 2007027320 A1		01-03-2007 08-03-2007
US 2007296691	A1 27-12-2007	CN 101501750 A JP 5102292 B2 JP 2009541794 A KR 20090033445 A TW 200815786 A US 2007296691 A1 WO 2007149284 A2		05-08-2009 19-12-2012 26-11-2009 03-04-2009 01-04-2008 27-12-2007 27-12-2007

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC

(72)発明者 ジョン・エイチ・ホン

アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775

(72)発明者 チョン・ユー・リー

アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775

(72)発明者 ジーン・ダブリュー・マーシュ

アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775

F ターム(参考) 2H141 MA04 MA22 MA27 MB28 MB63 MC06 MD02 MD04 MG03 MZ03  
MZ13 MZ16  
3C081 BA28 BA30 BA33 BA44 BA45 BA48 BA53 BA72 BA76 CA03  
EA08 EA11