

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-96974
(P2015-96974A)

(43) 公開日 平成27年5月21日(2015.5.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 26/08 (2006.01)	G02B 26/08	E
G09F 9/37 (2006.01)	G09F 9/37	
G02B 5/22 (2006.01)	G02B 5/22	
B81B 3/00 (2006.01)	B81B 3/00	
B81C 1/00 (2006.01)	B81C 1/00	

審査請求 有 請求項の数 25 O L 外国語出願 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2015-9321 (P2015-9321)
 (22) 出願日 平成27年1月21日 (2015.1.21)
 (62) 分割の表示 特願2014-554779 (P2014-554779) の分割
 原出願日 平成25年1月22日 (2013.1.22)
 (31) 優先権主張番号 13/358,769
 (32) 優先日 平成24年1月26日 (2012.1.26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. GSM
2. WCDMA

(71) 出願人 508095337
 クォルコム・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・ドライブ・5775
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉
 (72) 発明者 ジャン・ジェイ・マ
 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・ドライブ・5775

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色ノッチフィルタを有するアナログIMOD

(57) 【要約】

【課題】本開示は、電気機械ディスプレイデバイスに関連するシステム、方法および装置を与える。

【解決手段】一態様では、アナログ干渉変調器 (AIMOD) は、移動可能な反射層と静止吸収体層とを有する反射型ディスプレイピクセルを含み、反射層および吸収体層は、それらの間にキャビティを画定する。白色状態を改善するために、色ノッチフィルタが採用されてよい。いくつかの実施態様では、色ノッチフィルタは、吸収体層の反対側の基板の面上に配置される。いくつかの他の実施態様では、色ノッチフィルタは、基板と移動可能な反射層との間に配置される。

【選択図】 図11A

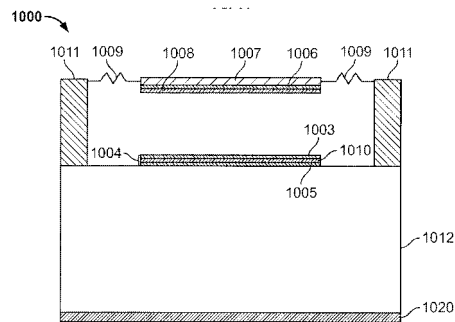


FIG. 11A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射光を受け取るように露出された第 1 の面および前記第 1 の面の反対側の第 2 の面を有する基板と、

前記基板の前記第 2 の面上に配設された第 1 の静止電極と、

前記基板の前記第 2 の面上に配設された、広帯域の吸収層を含む光学スタックと、

第 2 の電極と前記第 1 の電極との間にキャビティが存在するように前記第 1 の電極および前記光学スタックの上に存在する第 2 の電極と、

前記第 2 の電極に結合された広帯域の反射性可動層であって、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極に印加される電圧に应答して、前記光学スタックに対して少なくとも 3 つの異なる位置へ移動するように構成された可動層と、

前記可動層の、前記光学スタックおよび前記基板と同一の側に配置されたノッチフィルタであって、前記可動層から間隔をおいて配置され、400 nm と 600 nm との間の波長領域内の波長帯の光を、選択的に、少なくとも部分的に吸収する波長依存の透過特性を有するノッチフィルタとを含むアナログ干渉変調器 (AIMOD) を備える、デバイス。

【請求項 2】

前記可動層が、金属反射体と、前記広帯域の吸収層に最も近い前記金属反射体の面上に配設された 1 つまたは複数の誘電体層とを含む、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 3】

前記ノッチフィルタが、前記第 1 の電極と前記基板との間に配設される、請求項 1 または 2 に記載のデバイス。

【請求項 4】

前記ノッチフィルタが、前記第 1 の電極と前記キャビティとの間に配設される、請求項 1 または 2 に記載のデバイス。

【請求項 5】

前記可動層との間に前記基板を挟むように配設されたカバーガラスであって、前記ノッチフィルタを含むカバーガラスをさらに備える、請求項 1 または 2 に記載のデバイス。

【請求項 6】

前記ノッチフィルタが、薄膜色素、複数の金属ナノ粒子、ルゲートフィルタ、およびホログラフィックフィルタのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 7】

前記波長帯が 450 nm から 600 nm に及ぶ、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 8】

前記可動層が、前記可動層および前記光学によって反射された光が実質的に白く見えるように、前記光学スタックから第 1 の距離に位置し得るように構成され、前記ノッチフィルタが、入射光および前記可動層から反射された光を受け取るように配置される、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 9】

前記可動層が、実質的に白く見える光の広帯域の反射をもたらす、前記光学スタックからの第 1 の距離に配置されたとき、前記ノッチフィルタが、前記 AIMOD の反射色の色度とイルミナント D65 の色度との間の差を低減するように構成される、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 10】

前記第 1 の距離が約 0 nm と約 20 nm との間にある、請求項 9 に記載のデバイス。

【請求項 11】

前記広帯域の吸収層が前記第 1 の静止電極を含む、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 12】

前記可動層が、前記可動層および前記光学によって反射された光が実質的に白く見えるように、前記光学スタックから第 1 の距離に位置し得るように構成され、前記ノッチフィルタが、入射光および前記可動層から反射された光を受け取るように配置される、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載のデバイス。

10

20

30

40

50

前記反射性可動層が前記第 2 の電極を含む、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 13】

前記 A I M O D を含んでいるディスプレイと、
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備える、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 14】

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と、
前記画像データの少なくとも一部分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とをさらに備える、請求項 13 に記載のデバイス。

【請求項 15】

前記画像データを前記プロセッサに送るように構成された画像ソースモジュールをさらに備え、前記画像ソースモジュールは、レシーバ、トランシーバ、およびトランスミッタのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 14 に記載のデバイス。

【請求項 16】

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えるように構成された入力デバイスをさらに備える、請求項 15 に記載のデバイス。

【請求項 17】

入射光を受け取るように露出された第 1 の面および前記第 1 の面の反対側の第 2 の面を有する基板を用意するステップと、

前記基板の前記第 2 の面上に第 1 の静止電極を配設するステップと、

前記基板の前記第 2 の面上に、広帯域の吸収層を含む光学スタックを配設するステップと、

前記第 1 の電極および前記光学スタックの上に犠牲層を配設するステップと、

前記第 1 の電極および前記光学スタックの上に反射性可動層および第 2 の電極を配設するステップと、

前記第 2 の電極と前記第 1 の電極との間にキャビティを形成するステップであって、前記可動層が、前記キャビティ内で、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極に印加される電圧に応答して、前記光学スタックに対して少なくとも 3 つの異なる位置へ移動するように構成されるステップと、

前記可動層の、前記基板と同一の側にノッチフィルタを配設するステップであって、前記ノッチフィルタが、前記可動層から間隔をおいて配置され、400 nm と 600 nm との間の波長範囲内の波長帯の光を、選択的に、少なくとも部分的に吸収する波長依存の透過特性を有するステップとを含む、デバイスを製造する方法。

【請求項 18】

前記ノッチフィルタを配設するステップが、前記第 1 の電極と前記基板との間に前記ノッチフィルタを配置するステップを含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記基板の前記第 1 の面上にカバーガラスを配設するステップをさらに含む方法であって、前記ノッチフィルタを配設するステップが、前記カバーガラス上に前記ノッチフィルタを配置するステップを含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 20】

前記ノッチフィルタが、薄膜色素、複数の金属ナノ粒子、ルゲートフィルタ、およびホログラフィックフィルタのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 17 から 19 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 21】

前記可動層が、前記可動層および前記光学スタックによって反射された光が実質的に白く見えるように、前記光学スタックから第 1 の距離に位置し得るように構成され、前記ノ

10

20

30

40

50

ッチフィルタが、前記可動層から反射された光を受け取って前記波長帯の波長を有する光を少なくとも部分的に吸収するように配置される、請求項 17 から 20 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 22】

前記第 1 の距離が約 0 nm と約 20 nm との間にある、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

前記可動層が、実質的に白く見える光の広帯域の反射をもたらす、前記光学スタックからの第 1 の距離に配置されたとき、前記ノッチフィルタが、前記デバイスの反射色の色度とイルミナント D65 の色度との間の差を低減するように構成される、請求項 17 から 22 のいずれか一項に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、能動的に画像を表示するための電気機械システムおよびディスプレイデバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

電気機械システム (EMS) は、電気的および機械的な要素と、アクチュエータと、トランスデューサと、センサと、光学的構成要素 (ミラーを含む) と、電子回路とを有するデバイスを含む。EMS は、限定はしないが、マイクロスケールおよびナノスケールを含む、様々なスケールで製造され得る。たとえば、マイクロ電気機械システム (MEMS: microelectromechanical system) デバイスは、約 1 ミクロンから数百ミクロン以上に及ぶサイズを有する構造を含むことができる。ナノ電気機械システム (NEMS: nanoelectromechanical system) 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むことができる。電気および電気機械デバイスを形成するために、堆積、エッチング、リソグラフィを使用して、ならびに / あるいは、基板および / または堆積された材料層の部分をエッチング除去するかまたは層を追加する、他の微細加工プロセスを使用して、電気機械要素が作成され得る。

20

【0003】

1 つのタイプの EMS デバイスは干渉変調器 (IMOD: interferometric modulator) と呼ばれる。本明細書で使用する IMOD 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。いくつかの実施態様では、IMOD は伝導性プレートのペアを含み得、そのペアの一方または両方は、全体的にまたは部分的に、透明および / または反射性であり、適切な電気信号の印加時の相対運動が可能であり得る。一実施態様では、一方のプレートは、基板上に堆積された固定層を含み得、他方のプレートは、エアギャップによって固定層から分離された反射膜を含み得る。別のプレートに対する一方のプレートの位置は、IMOD に入射する光の光学干渉を変化させることがある。IMOD デバイスは、広範囲の適用例を有しており、特にディスプレイ能力がある製品の場合、既存の製品を改善し、新しい製品を作成する際に使用されることが予期される。

30

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本開示のシステム、方法およびデバイスは、それぞれいくつかの発明的態様を有し、それらのうちのどの単一の態様も、単独で、本明細書で開示する望ましい属性の原因となるとは限らない。

【0005】

本開示で説明される主題の 1 つの発明的態様は、アナログ干渉変調器 (AIMOD) を含むデバイスにおいて実施され得る。AIMOD は、入射光を受け取るように露出された

50

第1の面および第1の面の反対側の第2の面を有する基板を含むことができる。基板の第2の面上に第1の静止電極が配設され得る。基板の第2の面上に、広帯域の吸収層を含む光学スタックがさらに配設され得る。第1の電極および光学スタックの上に、第2の電極が、第1の電極と第2の電極との間にキャビティが存在するように配設され得る。第2の電極に広帯域の反射性可動層が結合され得、この可動層は、第1の電極および第2の電極に印加される電圧に 응답して、光学スタックに対して少なくとも3つの異なる位置へ移動するように構成される。ノッチフィルタが、可動層の、光学スタックおよび基板と同一の側に配置され得、このノッチフィルタは、可動層から間隔をおいて配置され、400nmと600nmとの間の波長領域内の波長帯の光を、選択的に、少なくとも部分的に吸収する波長依存の透過特性を有する。

10

【0006】

いくつかの実施態様では、可動層は、金属反射体と、広帯域の吸収層に面する金属反射体の面上に配設された1つまたは複数の誘電体層とを含むことができる。いくつかの実施態様では、ノッチフィルタは、第1の電極と基板との間に配設され得る。いくつかの実施態様では、ノッチフィルタは、第1の電極とキャビティとの間に配設され得る。いくつかの実施態様では、デバイスは、カバーガラスと可動層との間に基板を挟むように配設されたカバーガラスをさらに含むことができ、カバーガラスはノッチフィルタを含む。いくつかの実施態様では、ノッチフィルタは、薄膜色素、複数の金属ナノ粒子、ルゲートフィルタ(Rugate filter)、およびホログラフィックフィルタのうちの少なくとも1つを含むことができる。いくつかの実施態様では、波長帯は450nmから600nmに及び得る。いくつかの実施態様では、可動層は、可動層および光学スタックによって反射された光が実質的に白く見えるように、光学スタックから第1の距離に位置し得るように構成され得る。ノッチフィルタは、入射光および可動層から反射された光を受け取るように配置され得て、光学スタックは実質的に白く見える。ノッチフィルタは、入射光および可動層から反射された光を受け取るように配置され得る。いくつかの実施態様では、ノッチフィルタは、可動層が、実質的に白く見える光の広帯域の反射をもたらす光学スタックから第1の距離に配置されたとき、AIMODの反射色の色度とイルミナントD65の色度との間の差を低減するように構成され得る。いくつかの実施態様では、この距離は約0nmと約20nmとの間にあり得る。

20

【0007】

本開示で説明される主題の別の発明的態様は、光を変調するための手段を含むデバイスにおいて実施され得る。この光変調手段は、入射光を受け取るように露出された第1の面および第1の面の反対側の第2の面を有する基板を含むことができる。この光変調手段は、基板の第2の面上に配設された、静電荷を導くための第1の導電手段も含むことができる。光を吸収するための第1の手段も、基板の第2の面上に配設され得る。静電荷を導くための第2の手段が、第1の導電手段および第1の吸収手段の上に、この第2の導電手段と第1の導電手段との間にキャビティが存在するように配置され得る。光を反射するための手段が第2の導電手段に結合され得、この反射手段は、第1の導電手段および第2の導電手段に印加される電圧に 응답して、第1の吸収手段に対して少なくとも3つの異なる位置へ移動するように構成される。光を吸収するための第2の手段が、反射手段の、基板と同一の側に配置され得、この第2の吸収手段は、反射手段から間隔をおいて配置され、約400nmと約600nmとの間の波長を有する光を少なくとも部分的に吸収するように構成される。

30

40

【0008】

本開示で説明される主題の別の発明的態様は、デバイスを製造する方法において実施され得る。その方法は、入射光を受け取るように露出された第1の面および第1の面の反対側の第2の面を有する基板を設けるステップを含む。その方法は、基板の第2の面に第1の静止電極を配設するステップと、基板の第2の面に広帯域の吸収層を含む光学スタックを配設するステップとをさらに含む。その方法は、第1の電極および光学スタックの上に犠牲層を配設するステップと、第1の電極および光学スタックの上に反射性可動層および

50

第2の電極を配設するステップとをさらに含む。その方法は、第2の電極と第1の電極との間にキャビティを形成するステップをさらに含み、可動層は、キャビティ内で、第1の電極および第2の電極に印加される電圧に応答して、光学スタックに対して少なくとも3つの異なる位置へ移動するように構成される。その方法は、可動層の、基板と同一の側にノッチフィルタを配設するステップをさらに含み、このノッチフィルタは、可動層から間隔をおいて配置され、400nmと600nmとの間の波長範囲内の波長帯の光を、選択的に、少なくとも部分的に吸収する波長依存の透過特性を有する。いくつかの実施態様では、ノッチフィルタを配設するステップは、第1の電極と基板との間にノッチフィルタを配置するステップを含むことができる。いくつかの実施態様では、その方法は、基板の第1の面の上にカバーガラスを配設するステップをさらに含むことができ、また、ノッチフィルタを配設するステップは、カバーガラス上にノッチフィルタを配置するステップを含むことができる。

10

【0009】

本明細書で説明する主題の1つまたは複数の実施態様の詳細が、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)およびマイクロ電気機械システム(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、説明、図面、および特許請求の範囲から明らかになるであろう。以下の図の相対寸法は一定の縮尺で描かれていないことがあることに留意されたい。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】干渉変調器(IMOD)ディスプレイデバイスの一連のピクセル中の2つの隣接ピクセルを示す等角図の一例である。

【図2】3×3IMODディスプレイを組み込んだ電子デバイスを示すシステムブロック図の一例である。

【図3】図1のIMODについての可動反射層位置対印加電圧を示す図の一例である。

【図4】様々なコモン電圧およびセグメント電圧が印加されたときのIMODの様々な状態を示す表の一例を示す図である。

30

【図5A】図2の3×3IMODディスプレイにおけるディスプレイデータのフレームを示す図の一例である。

【図5B】図5Aに示すディスプレイデータのフレームを書き込むために使用され得るコモン信号およびセグメント信号についてのタイミング図の一例である。

【図6A】図1のIMODディスプレイの部分断面図の一例である。

【図6B】可動層とその支持構造とを含むIMODの実施態様の断面図の一例である。

【図6C】可動層とその支持構造とを含むIMODの実施態様の断面図の一例である。

【図6D】可動層とその支持構造とを含むIMODの実施態様の断面図の一例である。

【図6E】可動層とその支持構造とを含むIMODの実施態様の断面図の一例である。

【図7】IMODのための製造プロセスを示す流れ図の一例である。

40

【図8A】IMODを製作する方法における様々な段階の断面概略図の一例である。

【図8B】IMODを製作する方法における様々な段階の断面概略図の一例である。

【図8C】IMODを製作する方法における様々な段階の断面概略図の一例である。

【図8D】IMODを製作する方法における様々な段階の断面概略図の一例である。

【図8E】IMODを製作する方法における様々な段階の断面概略図の一例である。

【図9】アナログIMOD(AIMOD)の断面図の一例である。

【図10】アナログIMOD(AIMOD)の断面図の一例である。

【図11A】ノッチフィルタを有するAIMODの断面図の一例である。

【図11B】ノッチフィルタを有するAIMODの断面図の一例である。

【図12A】AIMODによって作成されたCIE1931色空間色度図である。

50

【図12B】ノッチフィルタを有するAIMODによって生成されたCIE1931色空間色度図である。

【図13A】一実施態様による、D65と白色状態のAIMODとのパワースペクトル分布のグラフである。

【図13B】一実施態様による、D65とノッチフィルタを有するAIMODとの相対パワースペクトル分布のグラフである。

【図14】一実施態様による、ノッチフィルタの波長依存の透過特性のグラフである。

【図15】色ノッチフィルタを有するAIMODを製造する方法を示す流れ図の一例である。

【図16A】複数のIMODを含むディスプレイデバイスを示すシステムブロック図の一例である。

【図16B】複数のIMODを含むディスプレイデバイスを示すシステムブロック図の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

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。

【0012】

以下の説明は、本開示の発明的態様について説明するために、いくつかの実施態様に向けられる。ただし、本明細書の教示が多数の異なる方法において適用できることは、当業者は容易に認識されよう。説明される実施態様は、動いていようと（たとえば、ビデオ）、静止していようと（たとえば、静止画像）、およびテキストであろうと、グラフィックであろうと、絵であろうと、画像を表示するように構成することができる任意のデバイスまたはシステムにおいて実施することができる。より詳細には、説明される実施態様は、限定はしないが、携帯電話、マルチメディアインターネット対応セルラー電話、モバイルテレビジョン受信機、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、携帯情報端末（PDA）、ワイヤレス電子メール受信機、ハンドヘルド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、コピー機、スキャナ、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、ゲーム機、腕時計、クロック、計算器、テレビジョンモニタ、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（すなわち、電子リーダー）、コンピュータモニタ、自動車ディスプレイ（オドメータおよびスピードメータディスプレイなどを含む）、コックピットコントロールおよび/またはディスプレイ、カメラビューディスプレイ（車両における後部ビューカメラのディスプレイなど）、電子写真、電子ビルボードまたは標示、プロジェクタ、アーキテクチャ構造物、電子レンジ、冷蔵庫、ステレオシステム、カセットレコーダーまたはプレーヤ、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、洗濯機/乾燥機、パーキングメータ、（電気機械システム（EMS）、マイクロ電気機械システム（MEMS）および非MEMS適用例などにおける）パッケージング、審美構造物（たとえば、1つの宝飾品上の画像のディスプレイ）、ならびに様々なEMSデバイスなど、種々の電子デバイス中に含まれ得るかまたはそれらに関連付けられ得ることを企図している。また、本明細書の教示は、限定はしないが、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、運動検知デバイス、磁力計、コンシューマーエレクトロニクスのための慣性構成要素、コンシューマーエレクトロニクス製品の部品、バラクタ、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テスト機器など、ディスプレイ以外の応用形態において使用することもできる。したがって、本教示は、単に図に示す実施態様に限定されるものではなく、代わりに、当業者には容易に明らかになるであろう広い適用性を有する。

【0013】

アナログIMOD（AIMOD）の各ピクセルは、双安定IMODよりも多くの色を反射するように構成され得る。たとえば、反射層と吸収体の相対位置は、赤色、緑色、青色

10

20

30

40

50

、白色を反射するように変更されてよい。いかなる特定の波長も、反射層と吸収層との間の距離を制御することにより、最大に反射され得る。この距離が、反射層の上面から反射された光が反射層と吸収層との間のギャップ内で強め合って干渉するようなものであれば、大きい割合の反射または最大反射が達成され得る。この距離では、吸収体は、干渉定常波の最小の光強度に配置されている。たとえば、反射層と吸収体の相対位置が白色状態に構成されているとき、AIMODは光の最大量を反射することができる。最大反射のために必要な距離は、様々な波長に対して様々である。いくつかの実施態様では、短い波長（青色）と長い波長（赤色）の両方を反射する最適の距離は、中間のどこかの距離である。結果として、多くのAIMODの白色状態は、緑がかった色調など、その波長スペクトルの中間色の色調を有する白色をもたらし得る。言い換えれば、AIMODから、赤色または青色よりも緑色が強く反射されて、不完全な白色に見えることがある。この問題に対する既存の解決策には、空間デザインと、薄い色の付いた白色および他の色の強度を変調し、より真の白色を合成するために、加法混色の原理に従って空間デザインによってそれらを混合する時間変調技法とが含まれる。しかしながら、この手法によると、輝度の低下、空間分解能が犠牲になること、ならびに／あるいは追加加工およびさらなる電力消費の可能性がある。本開示は、この問題に対する新規の解決策に関する。様々な実施態様では、緑がかった色調を補償するために、AIMODの光路において色ノッチフィルタが採用され、AIMODの反射された色のスペクトルを修正する。したがって、白色状態の反射されたスペクトル間の差異は、外観において、また測定されたときにも所望の白色点に対して、より精密に相当するように、「真の」白色に近づけられ得る。

10

20

【0014】

本開示で説明される主題の特定の実施態様は、以下の可能性のある利点のうち1つまたは複数を実現するように実施することができる。AIMODは、真の白色に十分に近い反射色を生成することができないことが多い。AIMODと併せて色ノッチフィルタを利用することにより、AIMODの利点がほとんど維持されながら、薄い色の付いた白色の欠点が低減される。白色を表示するのに必要な空間デザインおよび／または時間変調は、皆無かそれに近いものであるため、空間デザインおよび時間変調に関連した欠点はほとんど回避され得る。また、白色は、ディスプレイ（電子リーダーデバイスなど）における最も支配的な色であることが多いので、そのような改善は重要である。

【0015】

説明する実施態様が適用され得る好適なMEMSまたはEMSデバイスの一例は反射型ディスプレイデバイスである。反射型ディスプレイデバイスは、光学干渉吸収の原理を使用して、IMODに入射する光を選択的に吸収し、かつ／または反射するためにIMODを組み込むことができる。IMODは、吸収体と、吸収体に対して移動可能な反射体とを含むことができる。反射体は、異なる波長の定常波の電界強度の空間的分布に対して吸収体のロケーションを変更する2つ以上の異なる位置に移動することができ、このことが吸収スペクトルを変更し、それによってIMODの反射スペクトルに影響する。反射スペクトルは、反射体と吸収体との間の相対位置を変更することにより、すなわち反射体の位置を変更することによって調節され得る。

30

【0016】

図1は、干渉変調器（IMOD）ディスプレイデバイスの一連のピクセル中の2つの隣接ピクセルを示す等角図の一例を示す。IMODディスプレイデバイスは、1つまたは複数の干渉MEMSディスプレイ要素を含む。これらのデバイスでは、MEMSディスプレイ要素のピクセルが、明状態または暗状態のいずれかにあることがある。明（「緩和」、「開」または「オン」）状態では、ディスプレイ要素は、たとえば、ユーザに、入射可視光の大部分を反射する。逆に、暗（「作動」、「閉」または「オフ」）状態では、ディスプレイ要素は入射可視光をほとんど反射しない。いくつかの実施態様では、オン状態の光反射特性とオフ状態の光反射特性は逆にされ得る。MEMSピクセルは、黒および白に加えて、主に、カラーディスプレイを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得る。

40

50

【 0 0 1 7 】

I M O Dディスプレイデバイスは、I M O Dの行/列アレイを含むことができる。各I M O Dは、エアギャップ（光学ギャップまたは光キャビティとも呼ばれる）を形成するために互いから可変で制御可能な距離に配置された反射層のペア、すなわち可動反射層および固定部分反射層を含むことができる。可動反射層は、少なくとも2つの位置の間で移動され得る。第1の位置、すなわち、緩和位置では、可動反射層は、固定部分反射層から比較的大きい距離をおいて配置され得る。第2の位置、すなわち、作動位置では、可動反射層は、部分反射層により近接して配置され得る。それら2つの層から反射する入射光は、可動反射層の位置に応じて、強め合うようにまたは弱め合うように干渉し、各ピクセルについて全反射状態または無反射状態のいずれかを引き起こすことがある。いくつかの実施態様では、I M O Dは、作動していないときには反射状態であり得、可視スペクトル内の光を反射し、作動しているときには暗状態であり得、可視域の範囲外の光（たとえば赤外光）を反射する。ただし、いくつかの他の実施態様では、I M O Dは、作動していないときに暗状態にあり、作動しているときに反射状態にあり得る。いくつかの実施態様では、印加電圧の導入が、状態を変更するようにピクセルを駆動することができる。いくつかの他の実施態様では、印加電荷が、状態を変更するようにピクセルを駆動することができる。

10

【 0 0 1 8 】

図1中のピクセルアレイの図示の部分は、2つの隣接するI M O D 1 2を含む。（図示のような）左側のI M O D 1 2では、可動反射層1 4が、部分反射層を含む光学スタック1 6からの所定の距離における緩和位置に示されている。左側のI M O D 1 2に印加された電圧 V_0 は、可動反射層1 4の作動を引き起こすには不十分である。右側のI M O D 1 2では、可動反射層1 4は、光学スタック1 6の近くの、またはそれに隣接する作動位置に示されている。右側のI M O D 1 2に印加された電圧 V_{bias} は、可動反射層1 4を作動位置に維持するのに十分である。

20

【 0 0 1 9 】

図1では、ピクセル1 2の反射特性が、概して、ピクセル1 2に入射する光1 3と、左側のピクセル1 2から反射する光1 5とを示す矢印を用いて示されている。詳細に示していないが、ピクセル1 2に入射する光1 3の大部分は透明基板2 0を透過され、光学スタック1 6に向かうことになることを、当業者なら理解されよう。光学スタック1 6に入射する光の一部分は光学スタック1 6の部分反射層を透過されることになり、一部分は反射され、透明基板2 0を通過して戻ることになる。光学スタック1 6を透過された光1 3の部分は、可動反射層1 4において反射され、透明基板2 0に向かって（およびそれを通して）戻ることになる。光学スタック1 6の部分反射層から反射された光と可動反射層1 4から反射された光との間の（強め合うまたは弱め合う）干渉が、ピクセル1 2から反射される光1 5の波長を決定することになる。

30

【 0 0 2 0 】

光学スタック1 6は、単一の層またはいくつかの層を含むことができる。その層は、電極層と、部分反射および部分透過層と、透明な誘電体層とのうちの1つまたは複数を含むことができる。いくつかの実施態様では、光学スタック1 6は、電気伝導性であり、部分的に透明で、部分的に反射性であり、たとえば、透明基板2 0上に上記の層のうちの1つまたは複数を経積させることによって、作製され得る。電極層は、様々な金属、たとえば酸化インジウムスズ（ITO）など、様々な材料から形成され得る。部分反射層は、様々な金属、たとえばクロム（Cr）、半導体および誘電体など、部分的に反射性である様々な材料から形成され得る。部分反射層は、材料の1つまたは複数の層から形成され得、それらの層の各々は、単一の材料または材料の組合せから形成され得る。いくつかの実施態様では、光学スタック1 6は、光吸収体と導体の両方として働く、金属または半導体の単一の半透明の厚さを含むことができるが、（たとえば、光学スタック1 6の、またはI M O Dの他の構造の）異なる、より伝導性の高い層または部分が、I M O Dピクセル間で信号をバス伝送するように働くことができる。光学スタック1 6は、1つまたは複数の伝導

40

50

性層または伝導性 / 吸収層をカバーする、1つまたは複数の絶縁層または誘電体層をも含むことができる。

【0021】

いくつかの実施態様では、光学スタック16の層は、以下でさらに説明するように、平行ストリップにパターンニングされ得、ディスプレイデバイスにおける行電極を形成し得る。当業者によって理解されるように、「パターンニング」という用語は、本明細書では、マスキングプロセスならびにエッチングプロセスを指すために使用される。いくつかの実施態様では、アルミニウム (Al) などの高伝導性および反射性材料が可動反射層14のために使用され得、これらのストリップはディスプレイデバイスにおける列電極を形成し得る。可動反射層14は、(光学スタック16の行電極に直交する) 1つまたは複数の堆積された金属層の一連の平行ストリップとして形成されて、ポスト18の上に堆積された列とポスト18間に堆積された介在する犠牲材料とを形成し得る。犠牲材料がエッチング除去されると、画定されたギャップ19または光キャビティが可動反射層14と光学スタック16との間に形成され得る。いくつかの実施態様では、ポスト18間の間隔は約1~1000 μm であり得、ギャップ19は10,000オングストローム()未満であり得る。

10

【0022】

いくつかの実施態様では、IMODの各ピクセルは、作動状態にあると緩和状態にあると、本質的に、固定反射層および可動反射層によって形成されるキャパシタである。電圧が印加されないとき、可動反射層14は、図1中の左側のピクセル12によって示されるように、機械的に緩和した状態にとどまり、可動反射層14と光学スタック16との間のギャップ19がある。しかしながら、電位差、たとえば電圧が、選択された行および列のうちの少なくとも1つに印加されたとき、対応するピクセルにおける行電極と列電極との交差部に形成されたキャパシタは帯電し、静電力がそれらの電極を引き合わせる。印加された電圧がしきい値を超える場合、可動反射層14は、変形し、光学スタック16の近くにまたはそれに対して移動することができる。光学スタック16内の誘電体層(図示せず)が、図1中の右側の作動ピクセル12によって示されるように、短絡を防ぎ、層14と層16との間の分離距離を制御し得る。その挙動は、印加電位差の極性にかかわらず同じである。いくつかの事例ではアレイ中の一連のピクセルが「行」または「列」と呼ばれることがあるが、ある方向を「行」と呼び、別の方向を「列」と呼ぶことは恣意的であることを、当業者は容易に理解されよう。言い換えれば、いくつかの配向では、行は列と見なされ得、列は行であると見なされ得る。さらに、ディスプレイ要素は、直交する行および列に一樣に配置されるか(「アレイ」)、または、たとえば、互いに対して一定の位置オフセットを有する、非線形構成で配置され得る(「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し得る。したがって、ディスプレイは、「アレイ」または「モザイク」を含むものとして言及されるが、その要素自体は、いかなる事例においても、互いに直交して配置される必要がなく、または一樣な分布で配設される必要がなく、非対称形状および不均等に分布された要素を有する配置を含み得る。

20

30

【0023】

図2は、3x3 IMODディスプレイを組み込んだ電子デバイスを示すシステムブロック図の一例を示す。電子デバイスは、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得るプロセッサ21を含む。オペレーティングシステムを実行することに加えて、プロセッサ21は、ウェブブラウザ、電話アプリケーション、電子メールプログラム、または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得る。

40

【0024】

プロセッサ21は、アレイドライバ22と通信するように構成され得る。アレイドライバ22は、たとえば、ディスプレイアレイまたはパネル30に、信号を与える行ドライバ回路24と列ドライバ回路26とを含むことができる。図2には、図1に示したIMODディスプレイデバイスの断面が線1-1によって示されている。図2は明快のためにIM

50

ODの3×3アレイを示しているが、ディスプレイアレイ30は、極めて多数のIMODを含んでいることがあり、列におけるIMODの数とは異なる数のIMODを行において有し得、その逆も同様である。

【0025】

図3は、図1のIMODについての可動反射層位置対印加電圧を示す図の一例を示す。MEMS IMODの場合、行/列(すなわち、コモン/セグメント)書込みプロシージャが、図3に示すこれらのデバイスのヒステリシス特性を利用し得る。IMODは、可動反射層またはミラーに緩和状態から作動状態に変更させるために、たとえば、約10ボルトの電位差を必要とし得る。電圧がその値から低減されると、電圧が低下して、たとえば、10ボルトより下に戻ったとき、可動反射層はその状態を維持するが、電圧が2ボルトより下に低下するまで、可動反射層は完全には緩和しない。したがって、図3に示すように、印加電圧のウィンドウがある電圧の範囲、約3~7ボルトが存在し、そのウィンドウ内でデバイスは緩和状態または作動状態のいずれかで安定している。これは、本明細書では「ヒステリシスウィンドウ」または「安定性ウィンドウ」と呼ばれる。図3のヒステリシス特性を有するディスプレイアレイ30の場合、行/列書込みプロシージャは、一度に1つまたは複数の行をアドレス指定するように設計され得、その結果、所与の行のアドレス指定中に、作動されるべきアドレス指定された行におけるピクセルは、約10ボルトの電圧差にさらされ、緩和されるべきピクセルは、ほぼ0ボルトの電圧差にさらされる。アドレス指定後に、それらのピクセルは、それらが前のストローク状態にとどまるような、約5ボルトの定常状態またはバイアス電圧差にさらされる。この例では、アドレス指定された後に、各ピクセルは、約3~7ボルトの「安定性ウィンドウ」内の電位差を経験する。このヒステリシス特性の特徴は、たとえば図1に示したピクセル設計が、同じ印加電圧条件下で作動または緩和のいずれかの既存の状態に安定したままであることを可能にする。各IMODピクセルは、作動状態にあらうと緩和状態にあらうと、本質的に、固定反射層および可動反射層によって形成されるキャパシタであるので、この安定状態は、電力を実質的に消費するかまたは失うことなしに、ヒステリシスウィンドウ内の定常電圧において保持され得る。その上、印加電圧電位が実質的に固定のままである場合、電流は本質的にほとんどまたはまったくIMODピクセルに流れ込まない。

10

20

【0026】

いくつかの実施態様では、所与の行におけるピクセルの状態の所望の変化(もしあれば)に従って、列電極のセットに沿って「セグメント」電圧の形態のデータ信号を印加することによって、画像のフレームが作成され得る。次に、フレームが一度に1行書き込まれるように、アレイの各行がアドレス指定され得る。第1の行におけるピクセルに所望のデータを書き込むために、第1の行におけるピクセルの所望の状態に対応するセグメント電圧が列電極上に印加され得、特定の「コモン」電圧または信号の形態の第1の行パルスが第1の行電極に印加され得る。次いで、セグメント電圧のセットは、第2の行におけるピクセルの状態の所望の変化(もしあれば)に対応するように変更され得、第2のコモン電圧が第2の行電極に印加され得る。いくつかの実施態様では、第1の行におけるピクセルは、列電極に沿って印加されたセグメント電圧の変化による影響を受けず、第1のコモン電圧行パルス中にそれらのピクセルが設定された状態にとどまる。このプロセスは、画像フレームを生成するために、一連の行全体、または代替的に、一連の列全体について、連続方式で繰り返され得る。フレームは、何らかの所望の数のフレーム毎秒でこのプロセスを連続的に反復することによって、新しい画像データでリフレッシュおよび/または更新され得る。

30

40

【0027】

各ピクセルに印加されるセグメント信号とコモン信号の組合せ(すなわち、各ピクセルの電位差)は、各ピクセルの得られる状態を決定する。図4は、様々なコモン電圧およびセグメント電圧が印加されたときのIMODの様々な状態を示す表の一例を示している。当業者によって容易に理解されるように、「セグメント」電圧は、列電極または行電極のいずれかに印加され得、「コモン」電圧は、列電極または行電極のうちの他方に印加され

50

得る。

【0028】

図4に（ならびに図5Bに示すタイミング図に）示すように、解放電圧 $V_{C_{REL}}$ がコモンラインに沿って印加されたとき、コモンラインに沿ったすべてのIMOD要素は、セグメントラインに沿って印加された電圧、すなわち、高いセグメント電圧 V_{S_H} および低いセグメント電圧 V_{S_L} にかかわらず、代替的に解放または非作動状態と呼ばれる、緩和状態に入れられることになる。特に、解放電圧 $V_{C_{REL}}$ がコモンラインに沿って印加されると、そのピクセルのための対応するセグメントラインに沿って高いセグメント電圧 V_{S_H} が印加されたときも、低いセグメント電圧 V_{S_L} が印加されたときも、変調器の電位電圧（代替的にピクセル電圧と呼ばれる）は緩和ウィンドウ（図3参照、解放ウィンドウとも呼ばれる）内にある。

10

【0029】

高い保持電圧 $V_{C_{HOLD_H}}$ または低い保持電圧 $V_{C_{HOLD_L}}$ などの保持電圧がコモンライン上に印加されたとき、IMODの状態は一定のままであることになる。たとえば、緩和IMODは緩和位置にとどまることになり、作動IMODは作動位置にとどまることになる。保持電圧は、対応するセグメントラインに沿って高いセグメント電圧 V_{S_H} が印加されたときも、低いセグメント電圧 V_{S_L} が印加されたときも、ピクセル電圧が安定性ウィンドウ内にとどまることになるように、選択され得る。したがって、セグメント電圧スイング、すなわち、高い V_{S_H} と低いセグメント電圧 V_{S_L} との間の差は、正または負のいずれかの安定性ウィンドウの幅よりも小さい。

20

【0030】

高いアドレス指定電圧 $V_{C_{ADD_H}}$ または低いアドレス指定電圧 $V_{C_{ADD_L}}$ などのアドレス指定または作動電圧がコモンライン上に印加されたとき、それぞれのセグメントラインに沿ったセグメント電圧の印加によって、データがそのコモンラインに沿った変調器に選択的に書き込まれ得る。セグメント電圧は、作動が印加されたセグメント電圧に依存するように選択され得る。アドレス指定電圧がコモンラインに沿って印加されたとき、一方のセグメント電圧の印加は、安定性ウィンドウ内のピクセル電圧をもたらし、ピクセルが非作動のままであることを引き起こすことになる。対照的に、他方のセグメント電圧の印加は、安定性ウィンドウを越えるピクセル電圧をもたらし、ピクセルの作動をもたらすことになる。作動を引き起こす特定のセグメント電圧は、どのアドレス指定電圧が使用されるかに応じて変動することができる。いくつかの実施態様では、高いアドレス指定電圧 $V_{C_{ADD_H}}$ がコモンラインに沿って印加されたとき、高いセグメント電圧 V_{S_H} の印加は、変調器がその現在位置にとどまることを引き起こすことがあり、低いセグメント電圧 V_{S_L} の印加は、変調器の作動を引き起こすことがある。当然の結果として、低いアドレス指定電圧 $V_{C_{ADD_L}}$ が印加されたとき、セグメント電圧の影響は反対であり、高いセグメント電圧 V_{S_H} は変調器の作動を引き起こし、低いセグメント電圧 V_{S_L} は変調器の状態に影響しない（すなわち、安定したままである）ことがある。

30

【0031】

いくつかの実施態様では、変調器で常に同じ極性電位差を引き起こす保持電圧、アドレス電圧、およびセグメント電圧が使用され得る。いくつかの他の実施態様では、変調器の電位差の極性を交番する信号が使用され得る。変調器の極性の交番（すなわち、書込みプロセスの極性の交番）は、単一の極性の反復書込み動作後に起こることがある電荷蓄積を低減または抑止し得る。

40

【0032】

図5Aは、図2の 3×3 IMODディスプレイにおけるディスプレイデータのフレームを示す図の一例を示す。図5Bは、図5Aに示すディスプレイデータのフレームを書き込むために使用され得るコモン信号およびセグメント信号についてのタイミング図の一例を示す。それらの信号は、図2のたとえば 3×3 アレイに印加され得、これは、図5Aに示すライン時間 $60e$ ディスプレイ配置を最終的にもたらしことになる。図5A中の作動変調器は暗状態にあり、すなわち、その状態では、反射光の実質的部分が、たとえば、閲覧

50

者に、暗い外観をもたらすように可視スペクトルの外にある。図 5 A に示すフレームを書き込むより前に、ピクセルは任意の状態にあることがあるが、図 5 B のタイミング図に示す書込みプロシージャは、各変調器が、第 1 のライン時間 6 0 a の前に、解放されており、非作動状態に属すると仮定する。

【 0 0 3 3 】

第 1 のライン時間 6 0 a 中に、解放電圧 7 0 がコモンライン 1 上に印加され、コモンライン 2 上に印加される電圧が、高い保持電圧 7 2 において始まり、解放電圧 7 0 に移動し、低い保持電圧 7 6 がコモンライン 3 に沿って印加される。したがって、コモンライン 1 に沿った変調器 (コモン 1 , セグメント 1)、(1 , 2) および (1 , 3) は、第 1 のライン時間 6 0 a の持続時間の間、緩和または非作動状態にとどまり、コモンライン 2 に沿った変調器 (2 , 1)、(2 , 2) および (2 , 3) は、緩和状態に移動することになり、コモンライン 3 に沿った変調器 (3 , 1)、(3 , 2) および (3 , 3) は、それらの前の状態にとどまることになる。図 4 を参照すると、コモンライン 1、2 または 3 のいずれも、ライン時間 6 0 a 中に作動を引き起こす電圧レベルにさらされていないので (すなわち、 $V_{C_{REL}}$ - 緩和、および $V_{C_{HOLD_L}}$ - 安定)、セグメントライン 1、2 および 3 に沿って印加されたセグメント電圧は、IMOD の状態に影響しないことになる。

10

【 0 0 3 4 】

第 2 のライン時間 6 0 b 中に、コモンライン 1 上の電圧は高い保持電圧 7 2 に移動し、コモンライン 1 に沿ったすべての変調器は、アドレス指定または作動電圧がコモンライン 1 上に印加されなかったので、印加されたセグメント電圧にかかわらず、緩和状態にとどまる。コモンライン 2 に沿った変調器は、解放電圧 7 0 の印加により、緩和状態にとどまり、コモンライン 3 に沿った変調器 (3 , 1)、(3 , 2) および (3 , 3) は、コモンライン 3 に沿った電圧が解放電圧 7 0 に移動するとき、緩和することになる。

20

【 0 0 3 5 】

第 3 のライン時間 6 0 c 中に、コモンライン 1 は、コモンライン 1 上に高いアドレス電圧 7 4 を印加することによってアドレス指定される。このアドレス電圧の印加中に低いセグメント電圧 6 4 がセグメントライン 1 および 2 に沿って印加されるので、変調器 (1 , 1) および (1 , 2) のピクセル電圧は変調器の正の安定性ウィンドウの上端よりも大きく (すなわち、電圧差は、あらかじめ定義されたしきい値を超えた)、変調器 (1 , 1) および (1 , 2) は作動される。逆に、高いセグメント電圧 6 2 がセグメントライン 3 に沿って印加されるので、変調器 (1 , 3) のピクセル電圧は、変調器 (1 , 1) および (1 , 2) のピクセル電圧よりも小さく、変調器の正の安定性ウィンドウ内にとどまり、したがって変調器 (1 , 3) は緩和したままである。また、ライン時間 6 0 c 中に、コモンライン 2 に沿った電圧は低い保持電圧 7 6 に減少し、コモンライン 3 に沿った電圧は解放電圧 7 0 にとどまり、コモンライン 2 および 3 に沿った変調器を緩和位置のままにする。

30

【 0 0 3 6 】

第 4 のライン時間 6 0 d 中に、コモンライン 1 上の電圧は、高い保持電圧 7 2 に戻り、コモンライン 1 に沿った変調器を、それらのそれぞれのアドレス指定された状態のままにする。コモンライン 2 上の電圧は低いアドレス電圧 7 8 に減少される。高いセグメント電圧 6 2 がセグメントライン 2 に沿って印加されるので、変調器 (2 , 2) のピクセル電圧は、変調器の負の安定性ウィンドウの下端を下回り、変調器 (2 , 2) が作動することを引き起こす。逆に、低いセグメント電圧 6 4 がセグメントライン 1 および 3 に沿って印加されるので、変調器 (2 , 1) および (2 , 3) は緩和位置にとどまる。コモンライン 3 上の電圧は、高い保持電圧 7 2 に増加し、コモンライン 3 に沿った変調器を緩和状態のままにする。

40

【 0 0 3 7 】

最後に、第 5 のライン時間 6 0 e 中に、コモンライン 1 上の電圧は高い保持電圧 7 2 にとどまり、コモンライン 2 上の電圧は低い保持電圧 7 6 にとどまり、コモンライン 1 および 2 に沿った変調器を、それらのそれぞれのアドレス指定された状態のままにする。コモ

50

ンライン 3 上の電圧は、コモンライン 3 に沿った変調器をアドレス指定するために、高いアドレス電圧 7 4 に増加する。低いセグメント電圧 6 4 がセグメントライン 2 および 3 上に印加されるので、変調器 (3 , 2) および (3 , 3) は作動するが、セグメントライン 1 に沿って印加された高いセグメント電圧 6 2 は、変調器 (3 , 1) が緩和位置にとどまることを引き起こす。したがって、第 5 のライン時間 6 0 e の終わりに、3 × 3 ピクセルアレイは、図 5 A に示す状態にあり、他のコモンライン (図示せず) に沿った変調器がアドレス指定されているときに起こり得るセグメント電圧の変動にかかわらず、保持電圧がコモンラインに沿って印加される限り、その状態にとどまることになる。

【 0 0 3 8 】

図 5 B のタイミング図では、所与の書込みプロシージャ (すなわち、ライン時間 6 0 a ~ 6 0 e) は、高い保持およびアドレス電圧、または低い保持およびアドレス電圧のいずれかの使用を含むことができる。書込みプロシージャが所与のコモンラインについて完了されると (また、コモン電圧が、作動電圧と同じ極性を有する保持電圧に設定されると) 、ピクセル電圧は、所与の安定性ウィンドウ内にとどまり、解放電圧がそのコモンライン上に印加されるまで、緩和ウィンドウを通過しない。さらに、各変調器が、変調器をアドレス指定するより前に書込みプロシージャの一部として解放されるので、解放時間ではなく変調器の作動時間が、必要なライン時間を決定し得る。詳細には、変調器の解放時間が作動時間よりも大きい実施態様では、解放電圧は、図 5 B に示すように、単一のライン時間よりも長く印加され得る。いくつかの他の実施態様では、コモンラインまたはセグメントラインに沿って印加される電圧が、異なる色の変調器など、異なる変調器の作動電圧および解放電圧の変動を相殺するように変動し得る。

【 0 0 3 9 】

上記に記載した原理に従って動作する I M O D の構造の詳細は大きく異なり得る。たとえば、図 6 B から図 6 E は、可動反射層 1 4 とその支持構造とを含む、I M O D の異なる実施態様の断面図の例を示している。図 6 A は、図 1 の I M O D ディスプレィの部分断面図の一例を示している。金属材料のストリップ、すなわち、可動反射層 1 4 が、基板 2 0 から直角に延在する支持体 1 8 上に堆積される。図 6 B では、各 I M O D の可動反射層 1 4 は、概して形状が正方形または長方形であり、コーナーにおいてまたはその近くでテザー 3 2 に接して支持体に取り付けられる。図 6 C では、可動反射層 1 4 は、概して形状が正方形または長方形であり、フレキシブルな金属を含み得る変形可能層 3 4 から吊るされる。変形可能層 3 4 は、可動反射層 1 4 の外周の周りで基板 2 0 に直接または間接的に接続することがある。これらの接続は、本明細書では支持ポストと呼ばれる。図 6 C に示す実施態様は、変形可能層 3 4 によって行われる可動反射層 1 4 の機械的機能からのその光学的機能の分離から派生する追加の利益を有する。この分離は、反射層 1 4 のために使用される構造設計および材料と、変形可能層 3 4 のために使用される構造設計および材料とが、互いとは無関係に最適化されることを可能にする。

【 0 0 4 0 】

図 6 D は、可動反射層 1 4 が反射副層 1 4 a を含む、I M O D の別の例を示している。可動反射層 1 4 は、支持ポスト 1 8 などの支持構造上に載る。支持ポスト 1 8 は、たとえば、可動反射層 1 4 が緩和位置にあるとき、可動反射層 1 4 と光学スタック 1 6 との間にギャップ 1 9 が形成されるように、下側静止電極 (すなわち、図示の I M O D における光学スタック 1 6 の一部) からの可動反射層 1 4 の分離を可能にする。可動反射層 1 4 は、電極として働くように構成され得る伝導性層 1 4 c と、支持層 1 4 b とをも含むことができる。この例では、伝導性層 1 4 c は、基板 2 0 から遠位にある支持層 1 4 b の一方の面に配設され、反射副層 1 4 a は、基板 2 0 の近位にある支持層 1 4 b の他方の面に配設される。いくつかの実施態様では、反射副層 1 4 a は、伝導性であることがあり、支持層 1 4 b と光学スタック 1 6 との間に配設され得る。支持層 1 4 b は、誘電材料、たとえば、酸化窒素 (S i O N) または二酸化ケイ素 (S i O ₂) の、1 つまたは複数の層を含むことができる。いくつかの実施態様では、支持層 1 4 b は、たとえば、S i O ₂ / S i O N / S i O ₂ 3 層スタックなど、複数の層のスタックであり得る。反射副層 1 4 a と伝

導性層 14c のいずれかまたは両方は、たとえば、約 0.5% の銅 (Cu) または別の反射金属材料を用いた、アルミニウム (Al) 合金を含むことができる。誘電支持層 14b の上および下で伝導性層 14a、14c を採用することは、応力のバランスをとり、伝導の向上を与えることができる。いくつかの実施態様では、反射副層 14a および伝導性層 14c は、可動反射層 14 内の特定の応力プロファイルを達成することなど、様々な設計目的で、異なる材料から形成され得る。

【0041】

図 6D に示すように、いくつかの実施態様はブラックマスク構造 23 をも含むことができる。ブラックマスク構造 23 は、周辺光または迷光を吸収するために、(たとえば、ピクセル間にまたはポスト 18 の下に) 光学不活性領域において形成され得る。ブラックマスク構造 23 はまた、光がディスプレイの不活性部分から反射されることまたはそれを透過されることを抑止し、それによりコントラスト比を増加させることによって、ディスプレイデバイスの光学的特性を改善することができる。さらに、ブラックマスク構造 23 は、伝導性であり、電氣的バス層として機能するように構成され得る。いくつかの実施態様では、行電極は、接続された行電極の抵抗を低減するために、ブラックマスク構造 23 に接続され得る。ブラックマスク構造 23 は、堆積およびパターニング技法を含む様々な方法を使用して形成され得る。ブラックマスク構造 23 は 1 つまたは複数の層を含むことができる。たとえば、いくつかの実施態様では、ブラックマスク構造 23 は、それぞれ、約 30 ~ 80 nm、500 ~ 1000 nm、および 500 ~ 6000 nm の範囲内の厚さをもつ、光吸収体として働くモリブデンクロム (MoCr) 層と、反射体として働くアルミニウム合金層と、バス層とを含む。1 つまたは複数の層は、たとえば、MoCr 層および SiO₂ 層の場合は、四フッ化炭素 (CF₄) および / または酸素 (O₂)、ならびにアルミニウム合金層の場合は、塩素 (Cl₂) および / または三塩化ホウ素 (BCl₃) を含む、フォトリソグラフィおよびドライエッチングを含む、様々な技法を使用してパターニングされ得る。いくつかの実施態様では、ブラックマスク 23 はエタロンまたは干渉スタック構造であり得る。そのような干渉スタックブラックマスク構造 23 では、伝導性吸収体は、各行または列の光学スタック 16 における下側静止電極間で信号を送信するかまたは信号をバス伝送するために使用され得る。いくつかの実施態様では、スペーサ層 35 が、ブラックマスク 23 中の伝導性層から吸収層 16a を概して電氣的に絶縁するのに、役立つことができる。

10

20

30

【0042】

図 6E は、可動反射層 14 が自立している、IMOD の別の例を示している。図 6D とは対照的に、図 6E の実施態様は支持ポスト 18 を含まない。代わりに、可動反射層 14 は、複数のロケーションにおいて、下にある光学スタック 16 に接触し、可動反射層 14 の湾曲は、IMOD の電圧が作動を引き起こすには不十分であるとき、可動反射層 14 が図 6E の非作動位置に戻るといふ、十分な支持を与える。複数のいくつかの異なる層を含んでいることがある光学スタック 16 は、ここでは明快のために、光吸収体 16a と誘電体 16b とを含む状態で示されている。いくつかの実施態様では、光吸収体 16a は、固定電極としても、部分反射層としても働き得る。

40

【0043】

図 6A から図 6E に示す実施態様などの実施態様では、IMOD は直視型デバイスとして機能し、直視型デバイスでは、画像が、透明基板 20 の正面、すなわち、変調器が配置された面の反対の面から、閲覧される。これらの実施態様では、デバイスの背面部分 (すなわち、たとえば、図 6C に示す変形可能層 34 を含む、可動反射層 14 の背後のディスプレイデバイスの任意の部分) 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ので、ディスプレイデバイスの画質に影響を及ぼすことまたは悪影響を及ぼすことなしに、構成され、作用され得る。たとえば、いくつかの実施態様では、バス構造 (図示せず) が可動反射層 14 の背後に含まれ得、これは、電圧アドレス指定およびそのようなアドレス指定に起因する移動など、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与える。さらに、図 6A から図 6E の実施態様は、パターニングなどの処理を

50

置された支持構造材料の部分をパターンングすることによって形成され得る。支持構造は、図 8 C に示すように開口内に配置され得るが、少なくとも部分的に、犠牲層 25 の一部分の上で延在することもある。上述のように、犠牲層 25 および / または支持ポスト 18 のパターンングは、パターンングおよびエッチングプロセスによって実行され得るが、代替エッチング方法によっても実行され得る。

【 0047 】

プロセス 80 はブロック 88 において続き、図 1、図 6 および図 8 D に示す可動反射層 14 などの可動反射層または膜の形成を伴う。可動反射層 14 は、1 つまたは複数のパターンング、マスキング、および / またはエッチングステップとともに、1 つまたは複数の堆積ステップ、たとえば、反射層（たとえば、アルミニウム、アルミニウム合金）堆積を採用することによって、形成され得る。可動反射層 14 は、電気伝導性であり、電気伝導性層と呼ばれることがある。いくつかの実施態様では、可動反射層 14 は、図 8 D に示すように複数の副層 14 a、14 b および 14 c を含み得る。いくつかの実施態様では、副層 14 a および 14 c など、副層のうちの 1 つまたは複数は、それらの光学的特性のために選択された高反射性副層を含み得、別の副層 14 b は、その機械的特性のために選択された機械的副層を含み得る。犠牲層 25 は、ブロック 88 において形成された部分的に作製された I M O D 中に依然として存在するので、可動反射層 14 は、一般にこの段階では可動でない。犠牲層 25 を含んでいる部分的に作製された I M O D は、本明細書では「非解放」I M O D と呼ばれることもある。図 1 に関して上記で説明したように、可動反射層 14 は、ディスプレイの列を形成する個々の平行ストリップにパターンングされ得る。

10

20

【 0048 】

プロセス 80 はブロック 90 において続き、キャビティ、たとえば図 1、図 6 および図 8 E に示すキャビティ 19 の形成を伴う。キャビティ 19 は、（ブロック 84 において堆積された）犠牲材料 25 をエッチャントにさらすことによって形成され得る。たとえば、Mo またはアモルファス Si などのエッチング可能犠牲材料が、ドライ化学エッチング、たとえば、一般に、キャビティ 19 を囲む構造に対して選択的に除去される所望の量の材料を除去するのに有効である期間の間、固体 $X e F_2$ から派生した蒸気などの気体または蒸気エッチャントに犠牲層 25 をさらすことによって、除去され得る。他のエッチング方法、たとえばウェットエッチングおよび / またはプラズマエッチングも使用され得る。犠牲層 25 がブロック 90 中に除去されるので、可動反射層 14 は、一般に、この段階後に可動となる。犠牲材料 25 の除去後に、得られた完全にまたは部分的に作製された I M O D は、本明細書では「解放」I M O D と呼ばれることがある。

30

40

【 0049 】

図 9 および図 10 は、アナログ I M O D (A I M O D) の断面の例を示す。図 9 を参照して、A I M O D 900 は、基板 912 と、基板 912 の上に配設された光学スタック 904 とを含む。A I M O D は第 1 の電極 910 および第 2 の電極 902 を含む（図示のように、第 1 の電極 910 が下側電極であり、第 2 の電極 902 が上側電極である）。A I M O D 900 は、第 1 の電極 910 と第 2 の電極 902 との間に配設された可動反射層 906 をも含む。いくつかの実施態様では、光学スタック 904 は、吸収層、および / または複数の他の層を含み、図 1、図 6 A ~ 図 6 E に示す光学スタック 16 と同様に構成され得る。いくつかの実施態様および図 9 に示す例では、光学スタック 904 は、吸収層として構成される第 1 の電極 910 を含む。そのような構成では、吸収層（第 1 の電極 910）は、MoCr を含んでいる材料の約 6 nm の層であり得る。いくつかの実施態様では、吸収層（すなわち第 1 の電極 910）は、約 2 nm から 10 nm に及ぶ厚さを有する MoCr を含む材料の層であり得る。

【 0050 】

図 9 をなお参照すると、反射層 906 は、電荷を与えられ得る。反射層は、帯電すると、電圧が第 1 の電極 910 と第 2 の電極 902 との間に印加されるとき、第 1 の電極 910 または第 2 の電極 902 のいずれかに向かって移動するように構成される。このようにして、反射層 906 は、緩和（非作動）状態の上および下を含む、2 つの電極 902 と 9

50

10 との間の位置範囲にわたって駆動され得る。たとえば、図9は、反射層906が第1の電極910と第2の電極902との間の様々な位置930、932および934、および936に移動され得ることを示す。

【0051】

AIMOD900は、AIMODの構成に応じていくつかの波長の光を選択的に反射するように構成され得る。この実施態様では吸収層の役割を果たす第1の電極910と反射層906との間の距離は、AIMOD900の反射特性を変化させる。任意の特定の波長は、反射層906と吸収層(第1の電極910)との間の距離が、吸収層(第1の電極910)が入射光と反射層906から反射された光との間の干渉から生じる定在波の最小光強度に配置されるようなものであるとき、AIMOD900から最大限に反射される。た

10

【0052】

1つまたは複数の一定の波長を反射するようなロケーションにあるディスプレイ要素(たとえば、AIMOD)の可動層の位置は、ディスプレイ状態と呼ばれることがある。たとえば、反射層906が位置930にあるときは、赤色波長の光は、他の波長よりも大きい割合で反射され、その他の波長の光は、赤色よりも大きい割合で吸収される。したがって、AIMOD900は、赤色に見え、赤色ディスプレイ状態、または単に赤色状態にあると言われる。同様に、AIMOD900は、反射層906が位置932に移動し、そこで緑色波長の光が、他の波長よりも大きい割合で反射され、その他の波長の光が、緑色よりも大きい割合で吸収されるとき、緑色ディスプレイ状態(または緑色状態)にある。反射層906が位置934に移動すると、AIMOD900は、青色ディスプレイ状態(または青色状態)にあり、青色波長の光は、他の波長よりも大きい割合で反射され、その他の波長の光は、青色よりも大きい割合で吸収される。反射層906が位置936へ移動したとき、AIMOD900は白色ディスプレイ状態(または白色状態)であり、AIMOD900が「白色に」見えるように、または反射体からの全反射(または輝き)に依拠して、場合によっては「銀色」に見えるように、可視スペクトル光の広範囲の波長が実質的に反射される。場合によっては、金属反射体上に誘電体層を追加で配設することで、全反射(または輝き)の増加を達成することができ、それによって白色状態を表示する。しかしながら、白色は、936の正確な位置に依拠して、薄い青色、緑色または黄色が付いている可能性がある。いくつかの実施態様では、白色状態もたらずように構成されている位置936では、反射層906と第1の電極910との間の距離は、約0nmと20nmとの間にある。当業者なら、AIMOD900が、反射層906の位置に基づいて、またAIMOD900の構成、特に光学スタック904中の様々な層の構成で使用される材料に基づいて、異なる状態を獲得し、他の波長の光を選択的に反射することができると容易に認識するであろうことに留意すべきである。

20

30

【0053】

図9でのAIMOD900は、2つの構造的キャビティ、すなわち反射層906と光学スタック904との間の第1のキャビティ914、および反射層906と第2の電極902との間の第2のキャビティ916を有する。しかしながら、反射層906は、反射性であり、透過性でないので、光は、反射層906を通過して第2のキャビティ916中に伝搬しない。加えて、AIMOD900によって反射される光の色および/または強度は、反射層906と吸収層(第1の電極910)との間の距離によって決定される。したがって、図9に示すAIMOD900は、1つの干渉(吸収)キャビティ914を有する。対照的に、第1のキャビティ914に入った入射光は第2のキャビティ916には入らない。

40

【0054】

図10は、別の実施態様によるアナログAIMOD(AIMOD)の断面の一例を示す。

50

A I M O D 1000には、これも光学スタック1004の吸収層である、第1の電極1010の上に配置された反射層1006が含まれ、光学スタック1004は、第1の電極1010の下側に配置された誘電体層1003と、第1の電極の上側に配置された誘電体層1005とを含むことができる。誘電体層1003は2つ以上の層を含むことができ、同様に、誘電体層1005も2つ以上の層を含むことができる。いくつかの実施態様では、また図10に示された例では、反射層1006は第2の電極として機能することができる。いくつかの他の実施態様では、反射層1006の下側または上側に、別個の電極構造が形成されてよい。いくつかの実施態様では、反射層1006はアルミニウム(Al)を含むことができる。いくつかの他の実施態様では、異なる反射材料が使用されてもよい。光学スタック1004は、電極ではない吸収層および/または複数の他の層をさらに含むことができる。いくつかの実施態様では、また図10に示された例では、第1の電極1010は吸収層として構成される。吸収層は、たとえばMoCrを含んでいる材料の6 μ m層であり得る。反射層1006は、反射層1006と光学スタック1004との間に配置された1つまたは複数の誘電体層1008で覆われてよい。誘電体層1008の機能は、キャビティの中で、反射層1006の面から0~20nmの間の距離に定常波の第1のヌルを確立することである。誘電体層1008は、白色状態の輝度を改善するために、異なる波長の第1のヌルの分離を低減することもできる。反射層1006は機械層1007の上に取り付けられ得、機械層1007はヒンジ1009に付けられる。ヒンジ1009は、機械層1007の一方の側でポスト1011に接続される。ヒンジ1009により、機械層1007、反射層1006および誘電体層1008の支持がもたらされる一方で、これらの層が、印加電圧に応答して、第1の電極1010と、第2の電極1006として働き得る反射層1006との間で移動することも可能になる。

10

20

【0055】

引き続き図10を参照して、反射層1006は電荷を供給され得る。反射層は、一旦帯電すると、接地に接続されている第1の電極1010の方へ移動するように構成されている。このように、反射層1006は、第1の電極1010に対して、ある位置範囲にわたって駆動され得る。たとえば、図10は、反射層1006が、第1の電極1010に対して、様々な位置1030、1032、1034、1035および1036に移動することができることを示す。

【0056】

図9に関して論じたように、A I M O D 1000は、A I M O Dの構成に依拠して、特定の波長の光を選択的に反射するように構成され得る。この実施態様では吸収層として働く第1の電極1010と反射層1006との間の距離によって、A I M O D 1000の反射特性が変化する。いかなる特定の波長も、反射層1006と吸収層である第1の電極1010との間の距離を制御することにより、最大に反射され得る。この距離が、反射層1006の上面から反射された光が反射層1006と吸収層との間のギャップ内で強め合って干渉するようなものであれば、高い割合の反射または最大反射が生じ得る。この距離では、吸収層(第1の電極1010)は、干渉定常波の最小の光強度に配置されている。

30

【0057】

たとえば、図10のA I M O D 1000は、A I M O Dの基板1012側で見られるように設計されている。光は基板1012を通してA I M O D 1000に入る。反射層1006の位置に依拠して、様々な波長の光が基板1012を通過して後ろに反射され、これによって様々な色が出現する。これらの様々な色は自然色としても知られている。1つまたは複数の特定の波長を反射する位置におけるディスプレイ要素(たとえばA I M O D)の可動層の位置は、ディスプレイ状態と呼ばれることがある。たとえば、反射層1006が位置1030にあるとき、光の赤色波長が実質的に反射され、光の他の波長は第1の電極1010(吸収層)に実質的に吸収される。したがって、A I M O D 1000は赤色に見えて、赤色状態または赤色ディスプレイ状態であると言われる。同様に、反射層1006が位置1032へ移動して、光の緑色波長が実質的に反射され、光の他の波長が実

40

50

質的に吸収されるとき、AIMOD 1000は緑色ディスプレイ状態（または緑色状態）にある。反射層1006が位置1034へ移動したとき、AIMOD 1000は青色ディスプレイ状態（または青色状態）であり、光の青色波長が実質的に反射され、光の他の波長は実質的に吸収される。反射層1006が位置1035へ移動したとき、AIMOD 1000は黒色ディスプレイ状態（または黒色状態）であり、可視スペクトルの光の広範囲の波長が実質的に吸収されることによって、AIMOD 1000が「黒色」に見えるように可視の反射が最小化される。反射層1006が位置1036へ移動したとき、AIMOD 1000は白色ディスプレイ状態（または白色状態）であり、AIMOD 1000が「白色に」見えるように可視スペクトルの光の広範囲の波長が実質的に反射される。いくつかの実施態様では、位置1036では白色状態をもたらすように構成され、反射層1006と第1の電極1010との間の距離は、約0nmと20nmとの間にある。

10

【0058】

IMODディスプレイ要素では、ディスプレイ要素の反射色は、薄い吸収金属層とミラー表面との間のギャップ間隔によって決定される。高輝度の白色が出現するように、可視スペクトルのすべての波長を反射することが望まれる。高輝度を達成するために、反射層（たとえば図10の1006）は、反射層の面上に配設された1つまたは複数の誘電体層（たとえば図10の1008）を有することができる。この構成では、干渉定常波の第1のヌルは、反射層の面の近くのキャビティに配置され得る。白色状態では、反射層は、吸収層が定常波のヌルに配置されるように、吸収層（たとえば図10の1010）のすぐ近くに、たとえば約0~20nm離れたところへ移動される。しかしながら、様々な波長のヌルの位置が正確に同一ではないという問題があり、したがって、様々な波長に関して、最大反射のために必要な間隔は様々である。短い波長（青色）と長い波長（赤色）の両方を反射する最適の間隔は、中間のどこかの間隔である。結果として、多くのAIMODの白色状態は、緑がかかった色調を有する白色をもたらす可能性がある。言い換えれば、AIMODから、赤色または青色よりも緑色が強く反射されて、不完全な白色に見える。緑がかかった色調が一般的であるが、他の構成は青みがかかった色調またはやや黄色の色調を有する白色状態をもたらし、また、真の白色からの他の同様の逸脱があり得ることが理解されよう。この問題の既存の解決策には、より真の白色を合成するために薄い色の付いた白色を他の色と混合するピクセルデザイン技法が含まれる。しかしながら、この手法によ

20

30

【0059】

この問題に対処するために、緑がかかった色調を最小化するように、AIMODの反射色を修正するのに色ノッチフィルタが採用され得る。目的の1つは、白色状態の反射スペクトルと、たとえばLCDディスプレイといった電子ディスプレイに関する白色の業界標準パワースペクトルであるイルミネラントD65のスペクトルとの間の差異を最小化することである。任意の適切なタイプの色ノッチフィルタが使用されてもよいが、そのようなフィルタは、そのようなAIMODディスプレイ要素に対して望まれる波長を特にフィルタリングするように構成されたものである。ノッチフィルタには、限定はしないが、薄膜色素、金属ナノ粒子、ルゲートフィルタ、ホログラフィックノッチフィルタ、または特定のスペクトルの所望の量のパワーを達成するための選択的フィルタリングを可能にする他の技術を含むフィルタが含まれ得る。

40

【0060】

図11Aおよび図11Bは、ノッチフィルタを有するアナログIMODの断面の例を示す。図11Aを参照して、アナログIMOD (AIMOD) 1000の構成は、図10に示されたものに類似である。しかしながら、この実施態様では、色ノッチフィルタ1020は、吸収層1010の反対側の基板1012の側に配置されている。基板の上に色ノッチフィルタ1020を配置することで、フィルタを通り抜ける光がフィルタの特性によってフィルタリングされ、そのため、上の原理に従って、AIMODから反射された光の

50

スペクトルが変更されることになる。色ノッチフィルタ1020は基板の全表面にわたって延在するように示されているが、他の構成が可能であることが理解されよう。たとえば、いくつかの実施態様では、色ノッチフィルタ1020は、基板1020の、AIMOD1000のアクティブディスプレイ領域と直接整列している領域だけをカバーするように配置され得る。いくつかの実施態様では、色ノッチフィルタ1020の上にカバーガラスが加えられてよい。他の実施態様では、色ノッチフィルタ1020は、カバーガラスに一体化して含まれてもよい。図11Bも、図11Aに示されたものに類似のAIMOD1000を示す。しかしながら、図11Bでは、色ノッチフィルタ1020は、基板1012と、吸収層1010を含んでいる光学スタック1004との間に配置されている。色ノッチフィルタ1020は各ポスト1011間に延在するように示されているが、他の構成が可能であることが理解されよう。たとえば、いくつかの実施態様では、色ノッチフィルタ1020は光学スタック1004と同一の広がりがある。他の構成では、色ノッチフィルタ1020が延在する領域は、光学スタック1004よりも小さいものでもよい。いくつかの実施態様では、色ノッチフィルタ1020は、たとえば誘電体層1003および1005のうちの一つと交換することによって、光学スタック1004内に一体化されてよい。図11Aおよび図11Bに示された実施態様の各々で、AIMODの白色状態の性能を改善するために色ノッチフィルタが採用されてよい。色ノッチフィルタ1020を適切に選択するかまたは調整することによって、以下でより詳細に説明するように、より真の白色状態が達成され得る。

【0061】

図12Aは、AIMODの一実施態様によって生成されたCIE1931色空間色度図の白色状態を示す。この例では、AIMODは付加的な色ノッチフィルタを含んでいない。図12Bは、ノッチフィルタを有するAIMODの一実施態様によって生成されたCIE1931色空間色度図の白色状態を示す。図12Aおよび図12Bの各々において、丸で囲まれた「x」1201は、D65の色度座標を示す。上述のように、D65は、たとえばLCDディスプレイといった電子ディスプレイに関する白色の標準イルミナント値である。この参照は、「真の白色」に関する客観的な基準としてしばしば使用される。図12A中の丸で囲まれた「+」1202は、AIMODの白色状態の色度値を示す。図12Aに示された色度図に見られるように、D65の色度値と、AIMODの白色状態の色度値との間に顕著な分離がある。この分離は、白色状態のAIMODの反射色がD65から逸脱している度合いを表し、したがって「真の白」色が反射されていない度合いを表す。図12Bを参照して、丸で囲まれた「+」1202は、D65の色度値に著しく近い色度値を有する。1202の改善された色度値は、適切な色ノッチフィルタを有するAIMODの改善された白色状態を示す。

【0062】

図13Aは、一実施態様による、D65と白色状態のAIMODとのパワースペクトル分布のグラフを示す。グラフに見られるように、AIMODの白色状態のスペクトルは、D65のスペクトルから逸脱している。最大の逸脱は、約450nmと600nmとの間の波長領域で生じ、この領域ではAIMODの白色状態スペクトルがD65のスペクトルを上回っている。これらの波長の増加した突出部の結果として、AIMODの白色状態は緑がかった色調を有する。垂直軸は、比較のために相対値である（単位がない）ことに留意すべきである。AIMODの白色状態のパワースペクトルは、D65のパワースペクトルと最も精密に一致するようにシフトされている。理解されるように、垂直軸は、図の表現のために正規化された相対パワースペクトル値であるので、全体のAIMODのスペクトルをシフトしても、AIMODの薄い色の付いた白色状態の表現は損なわれない。

【0063】

図13Bは、一実施態様による、D65とノッチフィルタを有するAIMODとの相対パワースペクトル分布のグラフを示す。グラフに見られるように、色ノッチフィルタを有するAIMODの白色状態は、色ノッチフィルタのないAIMODの白色状態よりもはるかに精密にD65のパワースペクトルと一致する相対パワースペクトルによって特徴付け

られる。したがって、色ノッチフィルタを組み込むと、A I M O Dの白色状態の外観が実質的に改善され得、イルミナントD 6 5の外観により近づく。

【0064】

図14は、一実施態様による、ノッチフィルタの波長依存の透過特性のグラフを示す。図13Aに関して上で述べたように、標準A I M O Dの白色状態のパワースペクトルとイルミナントD 6 5のパワースペクトルの逸脱は、主として約450nmから600nmに及ぶ波長で生じる。この影響を補償するために、主にこれらの波長に対して作用する色ノッチフィルタが選択されてよい。いくつかの実施態様では、ノッチフィルタは、約400nmと約600nmとの間の波長の範囲に対して作用してよい。いくつかの実施態様では、ノッチフィルタは、波長依存の透過特性を有してよく、400nmと600nmとの間の波長帯において光を部分的に吸収してよい。いくつかの実施態様では、ノッチフィルタは、450nmと600nmとの間の波長帯などのより狭い波長帯の光を部分的に吸収してもよい。図14は、理想的な色ノッチフィルタの波長依存の透過特性を示す。理解されるように、これらの特性は、図13Aに示されるような白色状態のパワースペクトルを有するA I M O Dにとって「理想的」である。しかしながら、他のA I M O Dは、異なる色調を有する白色状態をもたらすように構成されてもよい。言い換えれば、他のA I M O D Sでは、そのパワースペクトルの、D 6 5のパワースペクトルからの最大の逸脱が、他の波長帯または波長領域において生じる可能性がある。たとえば、青みがかった色が付いた白色状態をもたらすA I M O Dは、図13Aに示されたものよりも短い波長領域においてD 6 5のパワースペクトルから逸脱するパワースペクトルによって特徴付けられることになる。したがって、そのようなA I M O Dについては、「理想的」色ノッチフィルタは、図14に示されたような約450nmから600nmの範囲のものではなく、その、より短い波長領域の波長を選択的にフィルタリングするように構成されることになる。理論上、ノッチフィルタの透過係数は、次の式(1)を使用して計算することができ、

$$T(\lambda) = A P_{D65}(\lambda) / P_{AIMOD}(\lambda) \quad \text{式(1)}$$

ここで、 λ は波長であり、 $P_{D65}(\lambda)$ はD 6 5照明のパワースペクトルであり、 $P_{AIMOD}(\lambda)$ はノッチフィルタを適用していないA I M O Dのパワースペクトルであって、Aは正規化係数である。

【0065】

色ノッチフィルタは、所与の帯域または範囲の波長の透過を低減するように選択されてよいことが理解されよう。しかしながら、この低減は、白色以外の色状態をもたらすことの必要性とのバランスをとらなければならない。たとえば、A I M O Dの白色状態が、緑がかかった色調を有する実施態様では、緑色波長の透過を低減するように構成された色ノッチフィルタが採用されてよい。この色ノッチフィルタを使用すると、A I M O Dの白色状態の外観は改善されるが、A I M O Dの緑色状態の外観も影響を受ける可能性がある。たとえば、いくつかの実施態様では、この色ノッチフィルタは、緑色状態の輝度を、色ノッチフィルタを使用していないA I M O Dの緑色状態と比較して約25%低減する。理解されるように、色ノッチフィルタの特定の透過特性は、所望の用途に依拠して変化することになる。

【0066】

色ノッチフィルタの適用の議論は、図10および図11に示された2端子デバイスの概念に基づくものであるが、反射体(たとえば図9の906および図11の1006)の上のすべての層が、光学性能/色性能に影響を及ぼさないので、図9の3端子デバイスにも同一の技法が適用され得る。

【0067】

また、それらの議論は、すべてD 6 5の標準白色イルミナントを指すものであるが、ノッチフィルタは、グラフィックアートおよびプリントされる色照明に広く使用されるD 5 0などの任意のタイプの白色基準と一致するように設計され得ることが理解される。たとえば、D 5 0イルミナントと同一の白色状態を取得するために、ノッチフィルタの透過係数は、理論上は式(1)の $P_{D65}(\lambda)$ を $P_{D50}(\lambda)$ で置換することによって取得

することができる。

【0068】

図15は、色ノッチフィルタを有するアナログIMODを製造する方法を示す流れ図の一例を示す。プロセス1500(図15)は、図11Aに示された例示の実施態様などの色ノッチフィルタを含んでいるアナログIMODのための製造プロセスを示す。類似のプロセスが、AIMODの実施態様(たとえば図9、図10および図11Bに示された実施態様)を形成するのに使用され得る。製造プロセス1500は、限定はしないが、図8A~図8Eを参照しながら説明された製造技術および材料を含むことができる。

【0069】

図15を参照して、プロセス1500は、ブロック1502で基板を用意する。いくつかの実施態様では、基板はガラス製または透明なプラスチック製でよい。プロセス1500はブロック1504において続き、基板上への吸収層の形成を伴う。いくつかの実施態様では、吸収層はMoCrまたはバナジウムを含むことができ、吸収層は約2nmと10nmとの間の厚さを有することができる。いくつかの実施態様では、吸収層を形成するのに先立って、基板上に1つまたは複数の誘電体層が堆積されてよい。いくつかの実施態様では、基板上に吸収層が形成された後、その上に別の誘電体層が形成されてよく、それによって、吸収層で分離された2つ以上の誘電体層を含んでいる光学スタックがもたらされる。プロセス1500はブロック1506において続き、吸収層上への犠牲層の形成を伴う。いくつかの実施態様では、PVD、PECVD、熱CVDまたはスピンコーティングなどの堆積技法が、犠牲層を形成するために使用され得る。プロセス1500は、ブロック1508において続き、支持構造の形成を伴う。そのような支持構造は、ディスプレイ要素の1つまたは複数の側面上に配設されるポストなどの複数の支持構造を含むことができる。支持構造の形成は、少なくとも1つの支持構造開口を形成するために犠牲層をパターンニングすること、次いで支持構造を形成するために開口中に材料を堆積させることを含むことができる。

【0070】

プロセス1500はブロック1510において続き、犠牲層上への反射層の形成を伴う。いくつかの実施態様では、反射層を形成するのに先立って、犠牲層の上に1つまたは複数の誘電体層が形成されてよい。いくつかの実施態様では、機械的強度をもたらすために、反射層の上に機械層が形成されてよい。いくつかの実施態様では、対称の構造を形成するために、機械層の下側に配設された反射層および誘電体層と同一のものが機械層の上側に形成されてよい。そのような対称の構造により、層間の熱膨張率(CTE)の不整合による機械的な曲げが防止される。いくつかの実施態様では、機械層を支持構造に接続するために、ヒンジなど連結構造が形成されてよい。いくつかの他の実施態様では、反射層は、支持構造に対して直接的に接触および/または接続してよい。

【0071】

プロセス1500は、ブロック1512において続き、キャビティの形成を伴う。キャビティは、犠牲層をエッチャントにさらすことによって形成され得る。プロセス1500中に、犠牲層がエッチャントにさらされることを可能にする開口がまた、AIMOD中に形成され得る。いくつかの実施態様では、本明細書で説明したように、キャビティを形成するのに続いて、ディスプレイ要素によって反射された光の波長のスペクトルに影響を与えるために、キャビティの高さが相応して変更(増加または減少)され得るように、反射層が移動可能に形成される。プロセス1500はブロック1514において続き、色ノッチフィルタの配設を伴う。いくつかの実施態様では、色ノッチフィルタは、吸収層および反射層の反対側の基板の面に配置されてよい。他の実施態様では、色ノッチフィルタは、基板の反対側で基板と反射層との間に配置されてもよい。そのような実施態様では、色ノッチフィルタは、吸収層を形成するのに先立って、または吸収層を形成した後、犠牲層を形成するのに先立って、基板上に配設されてよい。

【0072】

図16Aおよび図16Bは、複数のIMODを含むディスプレイデバイス40を示すシ

10

20

30

40

50

ステムブロック図の例を示す。ディスプレイデバイス40は、たとえば、スマートフォン、セルラー電話または携帯電話であり得る。ただし、ディスプレイデバイス40の同じ構成要素またはディスプレイデバイス40の軽微な変形も、テレビジョン、タブレット、電子リーダ、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など、様々なタイプのディスプレイデバイスを示す。

【0073】

ディスプレイデバイス40は、ハウジング41と、ディスプレイ30と、アンテナ43と、スピーカー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うちのいずれかから形成され得る。さらに、ハウジング41は、限定はしないが、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、様々な材料のうちのいずれかから製作され得る。ハウジング41は、異なる色の、または異なるロゴ、ピクチャ、もしくはシンボルを含んでいる、他の取外し可能な部分と交換され得る、取外し可能な部分(図示せず)を含むことができる。

10

【0074】

ディスプレイ30は、本明細書で説明する、双安定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うちのいずれかであり得る。ディスプレイ30はまた、プラズマ、EL、OLED、STN LCD、またはTFT LCDなど、フラットパネルディスプレイ、あるいはCRTまたは他の管デバイスなど、非フラットパネルディスプレイを含むように構成され得る。さらに、ディスプレイ30は、本明細書で説明するIMODまたはAIMODディスプレイを含むことができる。

20

【0075】

ディスプレイデバイス40の構成要素は図16Bに概略的に示されている。ディスプレイデバイス40は、ハウジング41を含み、その中に少なくとも部分的に密閉された追加の構成要素を含むことができる。たとえば、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ース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は調整ハードウェア52に接続される。調整ハードウェア52は、信号を調整する(たとえば、信号をフィルタリングする)ように構成され得る。調整ハードウェア52は、スピーカー45およびマイクロフォン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に、およびアレイドライバ22に結合され、アレイドライバ22は次にディスプレイアレイ30に結合される。いくつかの実施態様では、電源50が、特定のディスプレイデバイス40設計において実質的にすべての構成要素に電力を与えることができる。

30

【0076】

ネットワークインターフェース27は、ディスプレイデバイス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できるように、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はまた、たとえば、プロセッサ21のデータ処理要件を軽減するための、何らかの処理能力を有し得る。アンテナ43は信号を送信および受信することができる。いくつかの実施態様では、アンテナ43は、IEEE16.11(a)、(b)、および/または(g)を含むIEEE16.11規格、あるいはIEEE802.11a、b、g、および/またはnを含むIEEE802.11規格、およびそれらのさらなる実施態様に従って、RF信号を送信および受信する。いくつかの他の実施態様では、アンテナ43は、BLUETOOTH規格に従ってRF信号を送信および受信する。セルラー電話の場合、アンテナ43は、3Gまたは4G技術を利用するシステムなどのワイヤレスネットワーク内で通信するために使用される、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)、GSM/General Packet Radio Service(GPRS)、Enhanced Data GSM Environment(EDGE)

40

50

、Terrestrial Trunked Radio (TETRA)、広帯域CDMA (W-CDMA)、Evolution Data Optimized (EV-DO)、1xEV-DO、EV-DO Rev A、EV-DO Rev B、高速パケットアクセス (HSPA)、高速ダウンリンクパケットアクセス (HSDPA)、高速アップリンクパケットアクセス (HSUPA)、発展型高速パケットアクセス (HSPA+)、Long Term Evolution (LTE)、AMPS、または他の知られている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から受信された信号がプロセッサ21によって受信され、プロセッサ21によってさらに操作され得るように、その信号を前処理することができる。トランシーバ47はまた、プロセッサ21から受信された信号がアンテナ43を介してディスプレイデバイス40から送信され得るように、その信号を処理することができる。

10

【0077】

いくつかの実施態様では、トランシーバ47は受信機によって置き換えられ得る。さらに、いくつかの実施態様では、ネットワークインターフェース27は、プロセッサ21に送られるべき画像データを記憶または生成することができる画像ソースによって置き換えられ得る。プロセッサ21は、ディスプレイデバイス40の全体的な動作を制御することができる。プロセッサ21は、ネットワークインターフェース27または画像ソースから圧縮された画像データなどのデータを受信し、そのデータを生画像データに、または生画像データに容易に処理されるフォーマットに、処理する。プロセッサ21は、処理されたデータをドライバコントローラ29に、または記憶のためにフレームバッファ28に送ることができる。生データは、一般に、画像内の各ロケーションにおける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むことができる。

20

【0078】

プロセッサ21は、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、または論理ユニットを含むことができる。調整ハードウェア52は、スピーカ45に信号を送信するための、およびマイクロフォン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み得る。調整ハードウェア52は、ディスプレイデバイス40内の個別構成要素であり得、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得る。

30

【0079】

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、またはフレームバッファ28から取得することができ、アレイドライバ22への高速送信のために適宜に生画像データを再フォーマットすることができる。いくつかの実施態様では、ドライバコントローラ29は、生画像データを、ラスタ様フォーマットを有するデータフローに再フォーマットすることができ、その結果、そのデータフローは、ディスプレイレイ30にわたって走査するのに好適な時間順序を有する。次いで、ドライバコントローラ29は、フォーマットされた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、しばしば、スタンドアロン集積回路(IC)としてシステムプロセッサ21に関連付けられるが、そのようなコントローラは多くの方法で実施され得る。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中に埋め込まれるか、ソフトウェアとしてプロセッサ21中に埋め込まれるか、または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得る。

40

【0080】

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信することができ、ビデオデータを波形の並列セットに再フォーマットすることができ、波形の並列セットは、ディスプレイのピクセルのx-y行列から来る、数百の、および時には数千の(またはより多くの)リード線に毎秒何回も適用される。

【0081】

いくつかの実施態様では、ドライバコントローラ29、アレイドライバ22、およびデ

50

ディスプレイレイ30は、本明細書で説明するディスプレイのタイプのうちのいずれにも適している。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）であり得る。さらに、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）であり得る。さらに、ディスプレイレイ30は、従来のディスプレイレイまたは双安定ディスプレイレイ（IMODのアレイを含むディスプレイなど）とすることができる。いくつかの実施態様では、ドライバコントローラ29はアレイドライバ22と一体化することができる。そのような実施態様は、高集積システム、たとえば、モバイルフォン、ポータブル電子デバイス、ウォッチまたは小面積ディスプレイにおいて、有用であることがある。

10

【0082】

いくつかの実施態様では、入力デバイス48は、たとえば、ユーザがディスプレイデバイス40の動作を制御できるように構成することができる。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、ボタン、スイッチ、ロッカー、タッチセンシティブスクリーン、ディスプレイレイ30と一体化されたタッチセンシティブスクリーン、あるいは感圧膜または感熱膜を含むことができる。マイクロフォン46は、ディスプレイデバイス40のための入力デバイスとして構成することができる。いくつかの実施態様では、ディスプレイデバイス40の動作を制御するために、マイクロフォン46を通してのボイスコマンドを用いることができる。

20

【0083】

電源50は種々のエネルギー蓄積デバイスを含むことができる。たとえば、電源50は、ニッケルカドミウムバッテリーまたはリチウムイオンバッテリーなどの充電式バッテリーとすることができる。充電式バッテリーを使用する実装形態では、充電式バッテリーは、たとえば、壁コンセントあるいは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。代替的には、充電式バッテリーはワイヤレス充電可能とすることができる。電源50はまた、再生可能エネルギー源、キャパシタ、あるいはプラスチック太陽電池または太陽電池塗料を含む太陽電池とすることもできる。電源50はまた、壁コンセントから電力を受け取るように構成することもできる。

30

【0084】

いくつかの実施態様では、制御プログラマビリティがドライバコントローラ29中に存在し、これは電子ディスプレイシステム中のいくつかの場所に配置され得る。いくつかの他の実施態様では、制御プログラマビリティがアレイドライバ22中に存在する。上記で説明した最適化は、任意の数のハードウェアおよび/またはソフトウェア構成要素において、ならびに様々な構成において実施され得る。

40

【0085】

本明細書で開示する実施態様に関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、または両方の組合せとして実施され得る。ハードウェアとソフトウェアの互換性が、概して機能に関して説明され、上記で説明した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において示された。そのような機能がハードウェアで実施されるか、ソフトウェアで実施されるかは、特定の適用例および全体的なシステムに課された設計制約に依存する。

40

【0086】

本明細書で開示する態様に関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、および回路を実施するために使用される、ハードウェアおよびデータ処理装置は、汎用シングルチップまたは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）または他のプログラマブル論理デバイス、個別ゲートまたはトランジスタ論理、個別ハードウェア構成要素、あるいは本明細書で説明した機能を実行するように設計されたそれらの任意の組合せを用いて実施または実行され得る。汎用プロセッサは、マイクロプロ

50

セッサ、あるい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、または状態機械であり得る。プロセッサは、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との組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携する1つまたは複数のマイクロプロセッサ、あるいは任意の他のそのような構成として実施することもできる。いくつかの実施態様では、特定のステップおよび方法が、所与の機能に固有である回路によって実行され得る。

【0087】

1つまたは複数の態様では、説明した機能は、本明細書で開示する構造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、ファームウェア、およびそれらの上記構造の構造的等価物において、またはそれらの任意の組合せにおいて実施され得る。また、本明細書で説明した主題の実施態様は、1つまたは複数のコンピュータプログラムとして、すなわち、データ処理装置が実行するためにコンピュータ記憶媒体上に符号化された、またはデータ処理装置の動作を制御するための、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、実施され得る。

【0088】

本開示で説明した実施態様への様々な修正は当業者には容易に明らかであり得、本明細書で定義した一般原理は、本開示の趣旨または範囲から逸脱することなく他の実施態様に適用され得る。したがって、特許請求の範囲は、本明細書で示した実施態様に限定されるものではなく、本開示と、本明細書で開示する原理および新規の特徴とに一致する、最も広い範囲を与えられるべきである。「例示的」という単語は、本明細書ではもっぱら「例示的」と記載されたいかなる実施態様も、必ずしも他の実施態様よりも好ましいまたは有利であると解釈されるべきではない。さらに、「上側」および「下側」という用語は、図の説明を簡単にするために時々使用され、適切に配向されたページ上の図の配向に対応する相対位置を示すが、実施されたIMODの適切な配向を反映しないことがあることを、当業者は容易に諒解されよう。

【0089】

また、別個の実施態様に関して本明細書で説明されたいくつかの特徴は、単一の実施態様において組合せで実施され得る。また、逆に、単一の実施態様に関して説明した様々な特徴は、複数の実施態様において別個に、あるいは任意の好適な部分組合せで実施され得る。その上、特徴は、いくつかの組合せで働くものとして上記で説明され、初めにそのように請求されることさえあるが、請求される組合せからの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削除され得、請求される組合せは、部分組合せ、または部分組合せの変形形態を対象とし得る。

【0090】

同様に、動作は特定の順序で図面に示されているが、これは、望ましい結果を達成するために、そのような動作が、示された特定の順序または連続した順序で実行されること、あるいはすべての図示の動作が実行されることを必要とするものとして理解されるべきではない。さらに、図面は、流れ図の形態でもう1つの例示的なプロセスを概略的に示し得る。ただし、図示されていない他の動作が、概略的に示される例示的なプロセスに組み込まれ得る。たとえば、1つまたは複数の追加の動作が、図示の動作のうちのいずれかの前に、後に、同時に、またはその間で、実行され得る。いくつかの状況では、マルチタスキングおよび並列処理が有利であり得る。その上、上記で説明した実施態様における様々なシステム構成要素の分離は、すべての実施態様においてそのような分離を必要とするものとして理解されるべきでなく、説明するプログラム構成要素およびシステムは、概して、単一のソフトウェア製品において互いに一体化されるか、または複数のソフトウェア製品にパッケージングされ得ることを理解されたい。さらに、他の実施態様が以下の特許請求の範囲内に入る。場合によっては、特許請求の範囲に記載の行為は、異なる順序で実行され、依然として望ましい結果を達成することができる。

【符号の説明】

【 0 0 9 1 】

1 4	可動反射層	
1 4 a	反射副層	
1 4 c	上部金属層	
1 6 a	光吸収体	
2 1	プロセッサ	
2 2	アレイドライバ	
2 7	ネットワークインターフェース	
2 8	フレームバッファ	
2 9	ドライバコントローラ	10
3 0	ディスプレイアレイ	
4 0	ディスプレイデバイス	
4 1	ハウジング	
4 3	アンテナ	
4 5	スピーカー	
4 6	マイクロフォン	
4 7	トランシーバ	
4 8	入力デバイス	
5 0	電力システム、電源	
5 2	調整ハードウェア	20
9 0 0	A I M O D	
9 0 2	第 2 の電極	
9 0 4	光学スタック	
9 0 6	反射層	
9 1 0	第 1 の電極	
9 1 2	基板	
9 1 4	第 1 のギャップ	
9 1 6	第 2 のギャップ	
9 3 0	反射層の位置	
9 3 2	反射層の位置	30
9 3 4	反射層の位置	
9 3 6	反射層の位置	
1 0 0 3	誘電体層	
1 0 0 4	光学スタック	
1 0 0 5	誘電体層	
1 0 0 6	反射層	
1 0 0 7	機械層	
1 0 0 8	誘電体層	
1 0 0 9	ヒンジ	
1 0 1 0	第 1 の電極	40
1 0 1 1	ポスト	
1 0 1 2	基板	
1 0 2 0	色ノッチフィルタ	

【 図 1 】

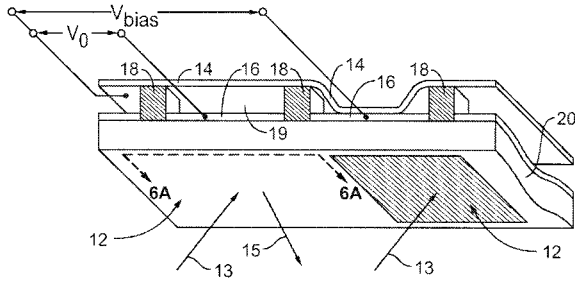


Figure 1

【 図 2 】

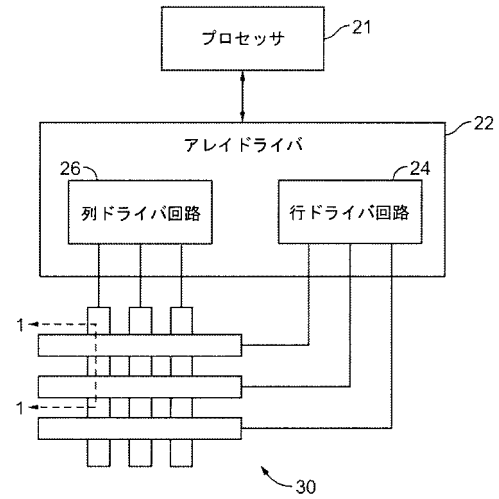


Figure 2

【 図 3 】

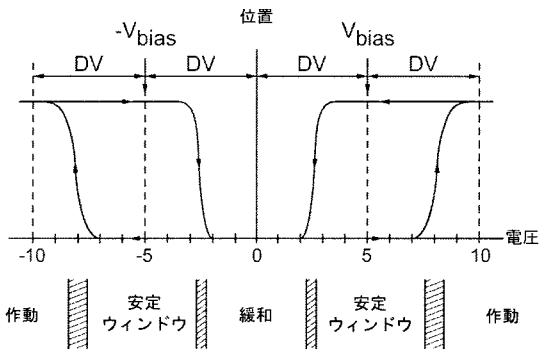


Figure 3

【 図 5 A 】

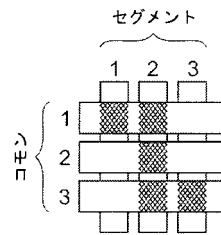


Figure 5A

【 図 4 】

		コモン電圧				
		VCADD_H	VC HOLD_H	VCREL	VC HOLD_L	VCADD_L
セグメント電圧	VS _H	安定	安定	緩和	安定	作動
	VS _L	作動	安定	緩和	安定	安定

Figure 4

【図5B】

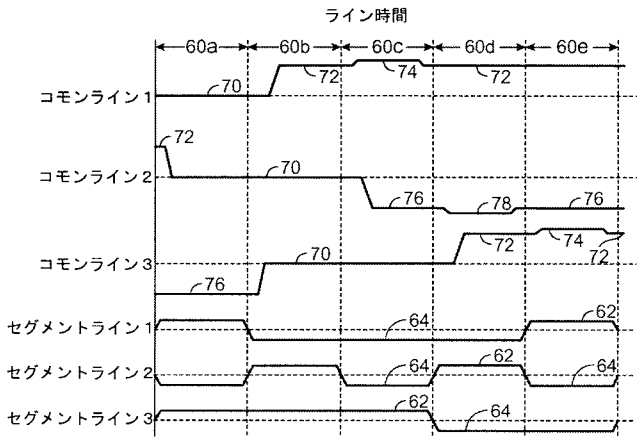


Figure 5B

【図6B】

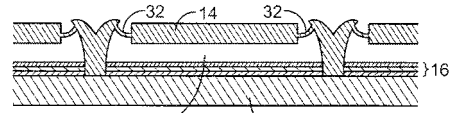


Figure 6B

【図6C】

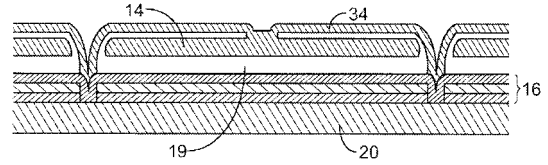


Figure 6C

【図6A】

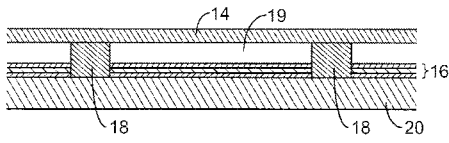


Figure 6A

【図6D】

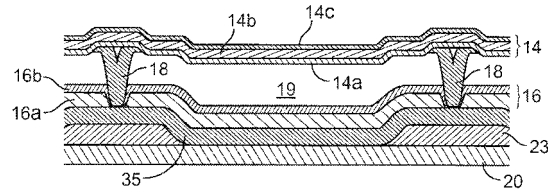


Figure 6D

【図6E】

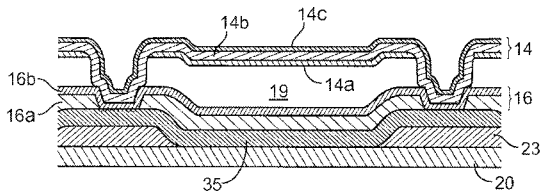


Figure 6E

【図7】

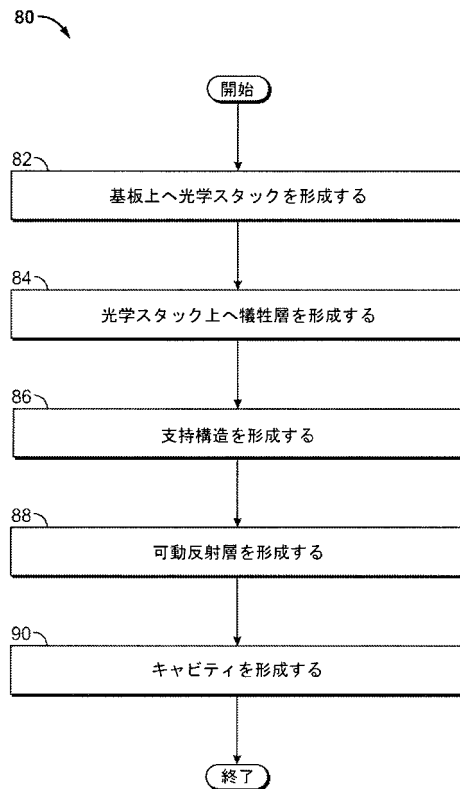


Figure 7

【 図 8 A 】

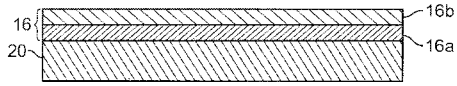


Figure 8A

【 図 8 B 】

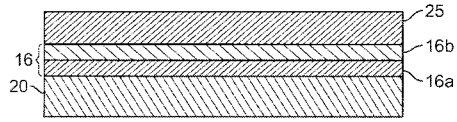


Figure 8B

【 図 8 C 】

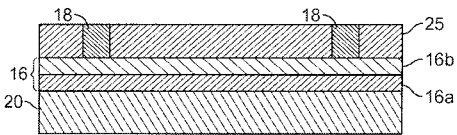


Figure 8C

【 図 8 D 】

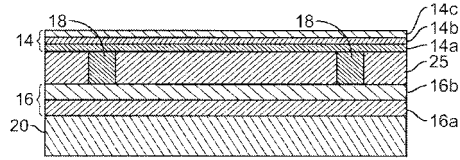


Figure 8D

【 図 8 E 】

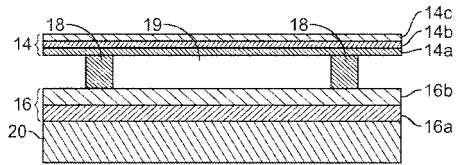


Figure 8E

【 図 9 】

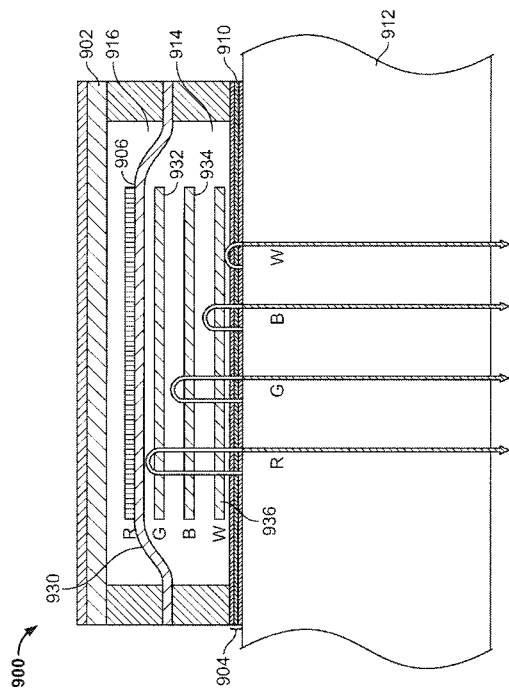


FIG. 9

【 図 10 】

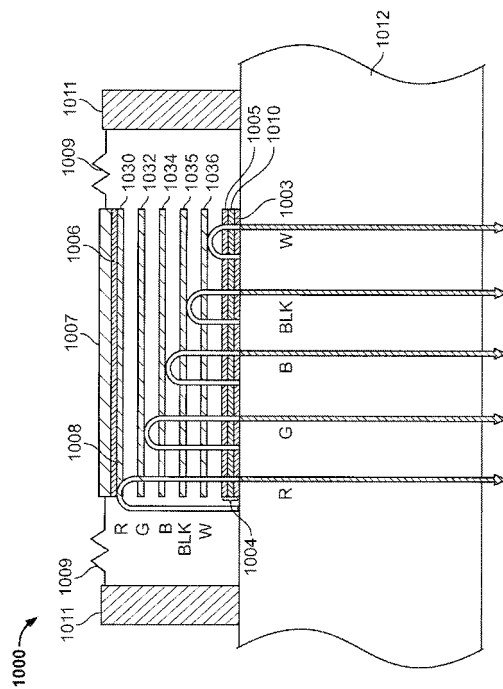


FIG. 10

【 図 1 1 A 】

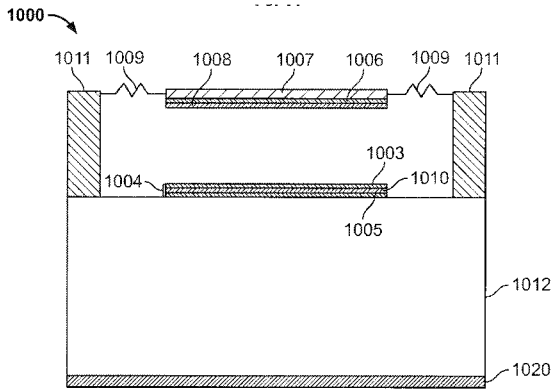


FIG. 11A

【 図 1 1 B 】

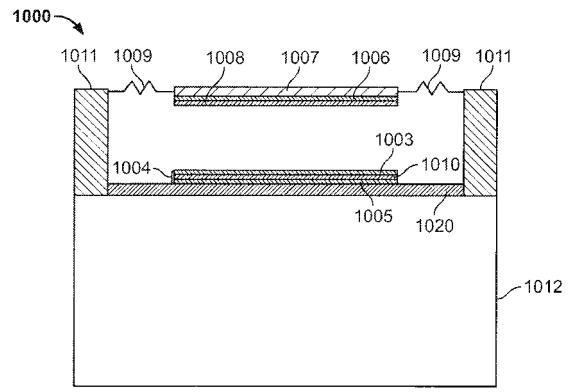


FIG. 11B

【 図 1 2 A 】

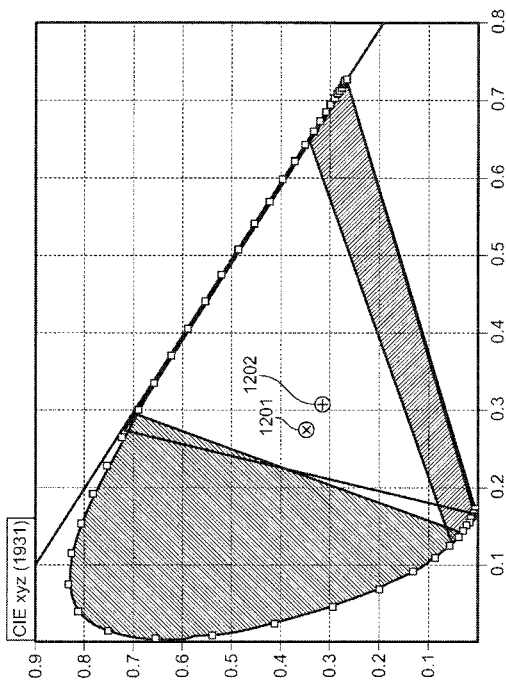


FIG. 12A

【 図 1 2 B 】

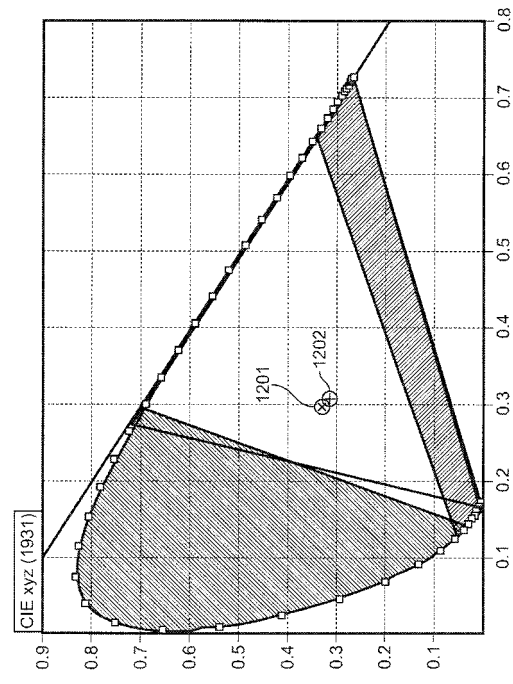
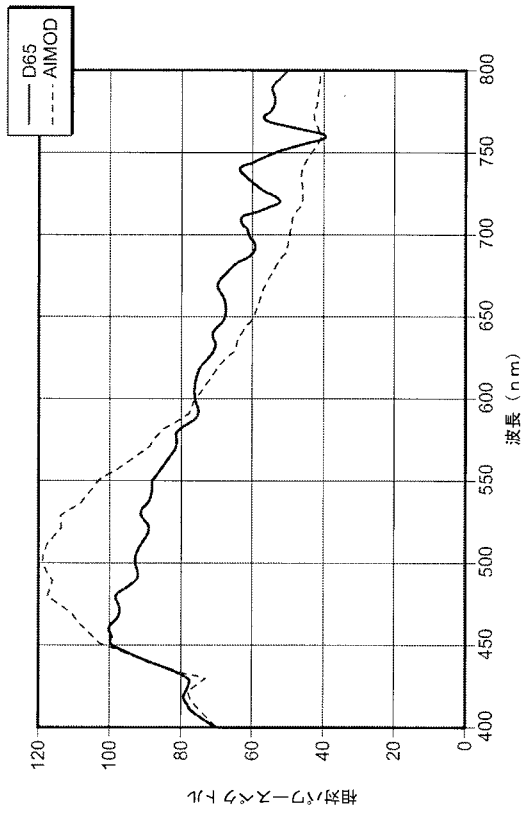


FIG. 12B

【図 13 A】



【図 13 B】

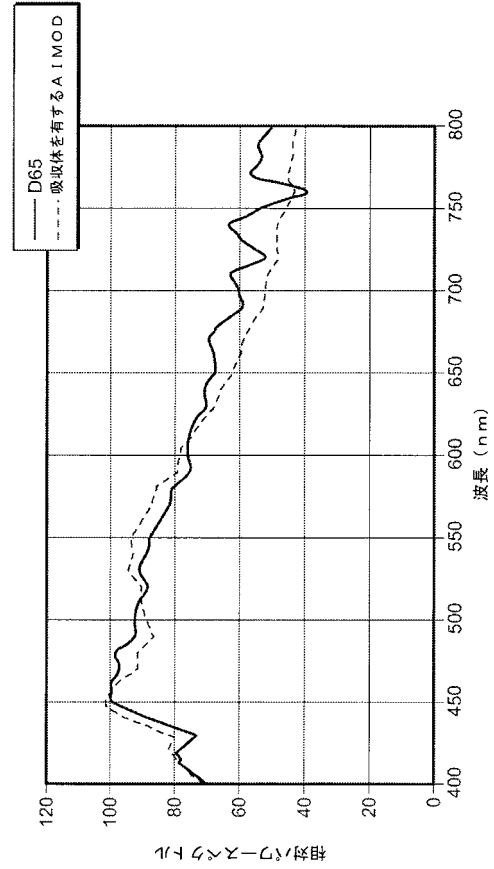


FIG. 13A

FIG. 13B

【図 14】

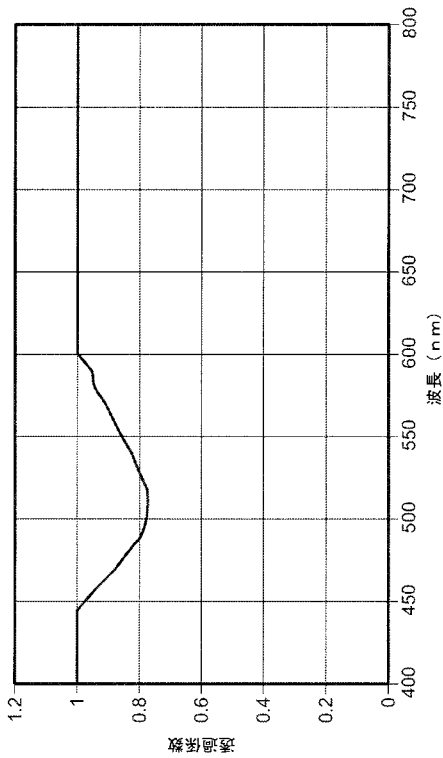


FIG. 14

【図 15】

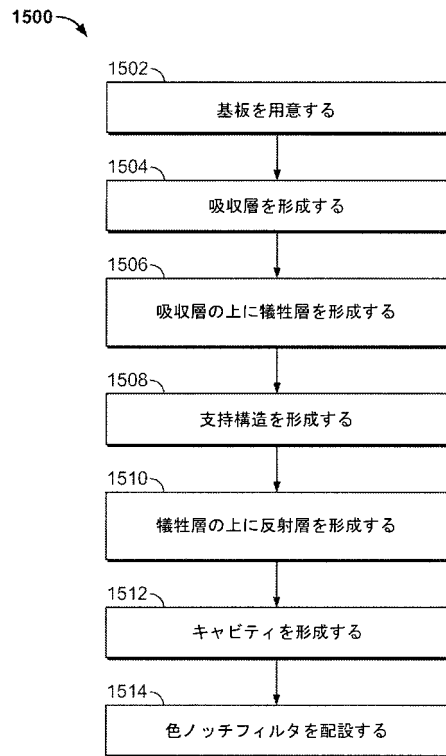


FIG. 15

【図16A】

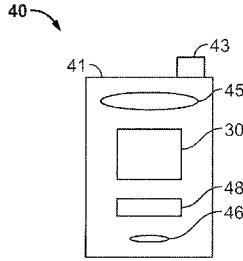


Figure 16A

【図16B】

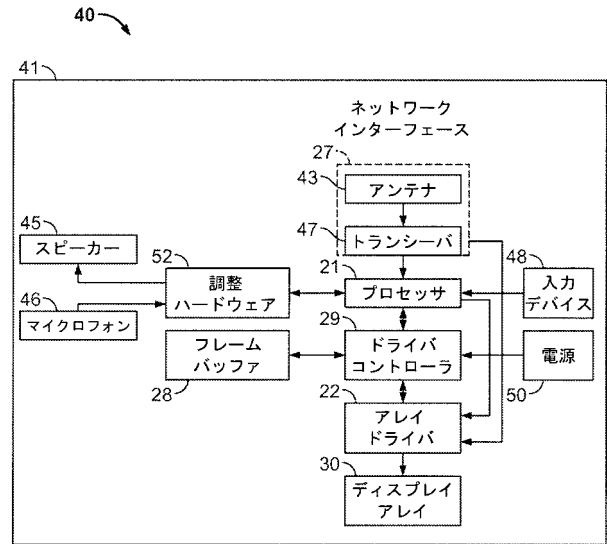


Figure 16B

【手続補正書】

【提出日】平成27年1月23日(2015.1.23)

【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】

入射光を受け取るように露出された前面および前記前面の反対側の後面を有する基板と

前記基板の後方に配設された第1の電極と、

前記基板の後方に配設された吸収体と、

第2の電極と前記第1の電極との間にキャビティが存在するように前記第1の電極および前記吸収体の後方に存在する第2の電極と、

前記第2の電極に結合された反射性可動層であって、前記第1の電極および前記第2の電極に印加される電圧に応答して、前記吸収体に対して少なくとも3つの異なる位置へ移動するように構成された可動層と、

前記可動層の前方に配置され、約400nmから約600nmの間の波長を有する光を少なくとも部分的に吸収するように構成されたノッチフィルタと、を含むアナログ干渉変調器(AIMOD)を備える、デバイス。

【請求項2】

前記可動層が、金属反射体と、前記吸収体に最も近い前記金属反射体の面上に配設された1つまたは複数の誘電体層とを含む、請求項1に記載のデバイス。

【請求項3】

前記ノッチフィルタが、前記第1の電極と前記基板との間に配設される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項4】

前記ノッチフィルタが、前記第1の電極と前記キャビティとの間に配設される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項5】

前記可動層との間に前記基板を挟むように配設されたカバーガラスであって、前記ノッチフィルタを含むカバーガラスをさらに備える、請求項1に記載のデバイス。

【請求項6】

前記ノッチフィルタが、薄膜色素、複数の金属ナノ粒子、ルゲートフィルタ、およびホログラフィックフィルタのうちの少なくとも1つを含む、請求項1に記載のデバイス。

【請求項7】

前記可動層が、前記可動層および前記光学によって反射された光が実質的に白く見えるように、前記吸収体から第1の距離に位置し得るように構成され、前記ノッチフィルタが、入射光および前記可動層から反射された光を受け取るように配置され、約400nmから約600nmの間の波長を有する光を少なくとも部分的に吸収する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項8】

前記可動層が、実質的に白く見える光の反射をもたらす、前記光学スタックからの第1の距離に配置されたとき、前記ノッチフィルタが、前記AI MODの反射色の色度とイルミナントD65の色度との間の差を低減するように構成される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項9】

前記第1の距離が約0nmと約20nmとの間にある、請求項8に記載のデバイス。

【請求項10】

前記吸収体が前記第1の電極を含む、請求項1に記載のデバイス。

【請求項11】

前記反射性可動層が前記第2の電極を含む、請求項1に記載のデバイス。

【請求項12】

前記AI MODを含んでいるディスプレイと、
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備える、請求項1に記載のデバイス。

【請求項13】

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と、
前記画像データの少なくとも一部分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とをさらに備える、請求項12に記載のデバイス。

【請求項14】

前記画像データを前記プロセッサに送るように構成された画像ソースモジュールをさらに備え、前記画像ソースモジュールは、レシーバ、トランシーバ、およびトランスミッタのうちの少なくとも1つを含む、請求項13に記載のデバイス。

【請求項15】

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えるように構成された入力デバイスをさらに備える、請求項13に記載のデバイス。

【請求項16】

入射光を受け取るように露出された前面及び前記前面の反対側の後面を有する基板と、前記基板の後方に配設された、静電電荷を伝導するための第1の手段と、前記基板の後方に配設された光を吸収するための第1の手段と、第2の伝導手段と前記第1の伝導手段との間にキャビティが存在するように前記第1の

伝導手段および前記第 1 の吸収手段の後方に存在する、静電電荷を伝導するための第 2 の手段と、

前記第 2 の伝導手段に結合された光を反射するための手段であって、前記第 1 の伝導手段および前記第 2 の伝導手段に印加される電圧に応答して、前記第 1 の吸収手段に対して少なくとも 3 つの異なる位置へ移動するように構成された反射手段と、

前記反射手段の前方に配置され、約 400 nm から約 600 nm の間の波長を有する光を少なくとも部分的に吸収するように構成された、光を吸収するための第 2 の手段と、を含む光を変調する手段を備える、デバイス。

【請求項 17】

前記第 1 の伝導手段が第 1 の静止電極を含み、前記第 2 の伝導手段が第 2 の可動電極を含み、前記第 1 の吸収手段が吸収層を有する光学スタックを含み、前記反射手段が反射可動層を含み、前記第 2 の吸収手段がノッチフィルタを含む、請求項 16 に記載のデバイス

。【請求項 18】

前記第 2 の吸収手段が、薄膜色素、複数の金属ナノ粒子、ルゲートフィルタ、およびホログラフィックフィルタのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 16 に記載のデバイス。

【請求項 19】

入射光を受け取るように露出された前面および前記前面の反対側の後面を有する基板を用意するステップと、

前記基板の後方に第 1 の静止電極を配設するステップと、

前記基板の後に吸収体を配設するステップと、

前記第 1 の電極および前記吸収体の後方に反射性可動層および第 2 の電極を配設するステップと、

前記第 2 の電極と前記第 1 の電極との間にキャビティを形成するステップであって、前記可動層が、前記キャビティ内で、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極に印加される電圧に応答して、前記光学スタックに対して少なくとも 3 つの異なる位置へ移動するように構成されるステップと、

前記基板の、前記可動層の前方に、約 400 nm から約 600 nm の間の波長を有する光を少なくとも部分的に吸収するように構成される、ノッチフィルタを配設するステップと、を含む、デバイスを製造する方法。

【請求項 20】

前記ノッチフィルタを配設するステップが、前記第 1 の電極と前記基板との間に前記ノッチフィルタを配置するステップを含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記基板の前記第 1 の面上にカバーガラスを配設するステップをさらに含む方法であって、前記ノッチフィルタを配設するステップが、前記カバーガラス上に前記ノッチフィルタを配置するステップを含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 22】

前記ノッチフィルタが、薄膜色素、複数の金属ナノ粒子、ルゲートフィルタ、およびホログラフィックフィルタのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 23】

前記可動層が、前記可動層によって反射された光が実質的に白く見えるように、前記吸収体から第 1 の距離に位置し得るように構成され、前記ノッチフィルタが、前記可動層から反射された光を受け取って約 400 nm から約 600 nm の間の波長を有する光を少なくとも部分的に吸収するように配置される、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 24】

前記第 1 の距離が約 0 nm と約 20 nm との間にある、請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記可動層が、実質的に白く見える光の反射をもたらず、前記吸収体からの第 1 の距離に配置されたとき、前記ノッチフィルタが、前記デバイスの反射色の色度とイルミネナント

D 6 5 の色度との間の差を低減するように構成される、請求項 1 9に記載の方法。

フロントページの続き

- (72)発明者 タリス・ワイ・チャン
アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5 7 7 5
- (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・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5 7 7 5
- (72)発明者 イオン・ピタ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライ
ヴ・5 7 7 5

【外国語明細書】
2015096974000001.pdf