(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2017-500596
(P2017-500596A)
(43)公表日　平成29年1月5日(2017.1.5)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G02B 5/02	(2006.01)	G02B	5/02	C	2H042
G02B 26/02	(2006.01)	G02B	26/02	E	2H141
G02B 3/00	(2006.01)	G02B	3/00	A	3K244
G09F 9/00	(2006.01)	G09F	9/00	313	5C094
G09F 9/37	(2006.01)	G09F	9/37		5G435

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 37 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2016-523245 (P2016-523245)
(86)(22)出願日　平成26年10月10日 (2014.10.10)
(85)翻訳文提出日　平成28年6月10日 (2016.6.10)
(86)国際出願番号　PCT/US2014/060062
(87)国際公開番号　WO2015/057513
(87)国際公開日　平成27年4月23日 (2015.4.23)
(31)優先権主張番号　14/057,975
(32)優先日　平成25年10月18日 (2013.10.18)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　506109856
クゥアルコム・メムス・テクノロジーズ・インコーポレイテッド
ＱＵＡＬＣＯＭＭ　ＭＥＭＳ　Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｉｅｓ，　Ｉｎｃ．
アメリカ合衆国、カリフォルニア州　９２１２１－１７１４、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ　５７７５
５７７５　Ｍｏｒｅｈｏｕｓｅ　Ｄｒｉｖｅ，　Ｓａｎ　Ｄｉｅｇｏ，　ＣＡ　９２１２１－１７１４，　Ｕ．Ｓ．Ａ．
(74)代理人　100108855
弁理士　蔵田　昌俊
(74)代理人　100109830
弁理士　福原　淑弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】組込まれた表面ディフューザ

(57)【要約】
ディフューザスタックが、第１の屈折率を有する第１のフィルムと、第１のフィルムの近くの第２のフィルムとを備え得る。第２のフィルムは、第１の屈折率よりも高い第２の屈折率を有し得る。第１のフィルムと第２のフィルムとの間の境界面が、実質的にランダムにされたサイズのマイクロレンズのアレイを含み得る。マイクロレンズは、実質的に球形、多角形、円錐形などのフィーチャの部分を含み得る。第１および第２のフィルムは、ピクセルのアレイと、実質的に透明な基板との間に配置され得る。反射防止層が、第１のフィルムと第２のフィルムとの間に配置され得る。

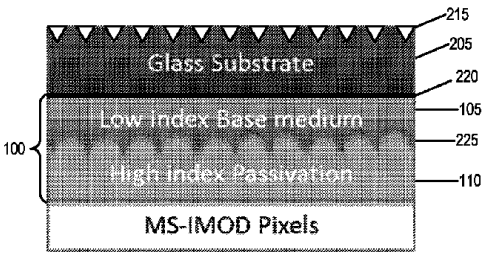

Figure 2B

【特許請求の範囲】
【請求項１】
装置であって、
第１の屈折率を有する第１のフィルムと、
前記第１のフィルムの近くの第２のフィルム、ここで、前記第２のフィルムが、前記第１の屈折率よりも高い第２の屈折率を有し、前記第１のフィルムと前記第２のフィルムとの間の境界面が、実質的にランダムにされたサイズのマイクロレンズのアレイを含む、
装置。
【請求項２】
前記マイクロレンズが、実質的に球形、多角形、または円錐形のフィーチャの部分を含む、請求項１に記載の装置。
【請求項３】
前記マイクロレンズが、前記第１のフィルム中に形成された凹部を含む、請求項１に記載の装置。
【請求項４】
前記マイクロレンズが、前記凹部を満たす前記第２のフィルムの部分を含む、請求項３に記載の装置。
【請求項５】
前記第１のフィルムと前記第２のフィルムとの間に配置された形状に適合した反射防止層をさらに備える、請求項１に記載の装置。
【請求項６】
前記第２のフィルムの近くに配置されたピクセルのアレイと、
前記第１のフィルムの近くに配置された実質的に透明な基板と、
をさらに備える、請求項１に記載の装置。
【請求項７】
前記実質的に透明な基板と前記第１のフィルムとの間に配置されたクラッディング層、ここで、前記クラッディング層が、前記第１の屈折率よりも低い第３の屈折率を有する、
を備える、請求項６に記載の装置。
【請求項８】
前記実質的に透明な基板が光ガイドとして機能することができる、請求項６に記載の装置。
【請求項９】
前記光ガイドが、前記光ガイドから光を抽出できるとともに前記光の少なくとも一部を前記ピクセルのアレイに提供できる複数の光取出しフィーチャを含む、請求項８に記載の装置。
【請求項１０】
画像データを処理できるとともに前記処理された画像データに従って前記ピクセルのアレイを制御できる制御システムをさらに備える、請求項６に記載の装置。
【請求項１１】
前記制御システムがさらに、
少なくとも１つの信号を前記ピクセルのアレイに送ることができるドライバ回路と、
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ことができるコントローラと、
を備える、請求項１０に記載の装置。
【請求項１２】
前記画像データを前記制御システムに送ることができる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１１に記載の装置。
【請求項１３】
入力データを受け取れるとともに前記入力データを前記制御システムに通信できる入力

デバイスをさらに備える、請求項１２に記載の装置。
【請求項１４】
前記ピクセルが干渉変調器（ＩＭＯＤ）ピクセルを含む、請求項６に記載の装置。
【請求項１５】
前記ＩＭＯＤピクセルが多状態ＩＭＯＤピクセルを含む、請求項１４に記載の装置。
【請求項１６】
前記ピクセルのアレイのうちの単一のピクセルが１０個以上のマイクロレンズに対応する、請求項６に記載の装置。
【請求項１７】
前記第１のフィルムが、前記実質的に透明な基板の屈折率よりも低い屈折率を有する、請求項６に記載の装置。
【請求項１８】
方法であって、
第１の屈折率を有する第１のフィルムを、実質的に透明な層上に堆積することと、
前記第１のフィルムに凹部をエッチングすること、ここで、前記凹部が実質的にランダムなサイズを有する、と、
実質的にランダムにされたサイズのマイクロレンズのアレイを形成するために、前記第１の屈折率よりも高い第２の屈折率を有する第２のフィルムを前記第１のフィルムの近くに堆積することと、
を備える方法。
【請求項１９】
前記第２のフィルム上にピクセルのアレイを形成することをさらに備える、請求項１８に記載の方法。
【請求項２０】
前記ピクセルが干渉変調器（ＩＭＯＤ）ピクセルを含む、請求項１９に記載の方法。
【請求項２１】
前記ＩＭＯＤピクセルが多状態ＩＭＯＤピクセルを含む、請求項２０に記載の方法。
【請求項２２】
前記実質的に透明な層が、
前記第１の屈折率よりも高い第３の屈折率を有するクラッディング層と、
実質的に透明な基板と、
を含む、請求項１８に記載の方法。
【請求項２３】
前記エッチングプロセス後に反射防止層を前記第１のフィルム上に形状に適合して配置することと、
前記第２の層を前記反射防止層上に堆積することと、
をさらに備える、請求項１８に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
優先権主張
[0001]本出願は、参照により本明細書に組み込まれる、２０１３年１０月１８日に出願された「ＥＭＢＥＤＤＥＤ　ＳＵＲＦＡＣＥ　ＤＩＦＦＵＳＥＲ」と題する米国特許出願第１４／０５７，９７５号の優先権を主張する。
【０００２】
[0002]本開示は、ディフューザスタックに関し、特に、ディスプレイデバイスに適したディフューザスタックに関する。
【背景技術】
【０００３】
[0003]電気機械システム（ＥＭＳ：Electromechanical system）は、電気的および機械

的要素と、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（たとえば、ミラー）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）デバイスは、約１ミクロンから数百ミクロン以上の範囲の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）デバイスは、たとえば数百ナノメートルより小さいサイズなど、１ミクロンより小さいサイズを有する構造を含むことができる。電気機械要素は、堆積、エッチング、リソグラフィ、ならびに／あるいは基板および／もしくは堆積材料層の一部をエッチング除去する、または層を追加して電気的および電気機械的デバイスを形成する他のマイクロ加工プロセスを用いて作成され得る。

【０００４】

[0004]１つのタイプのＥＭＳデバイスは、干渉変調器（ＩＭＯＤ）と呼ばれる。本明細書で使用されるＩＭＯＤまたは干渉光変調器という用語は、光学的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。いくつかの実装形態では、ＩＭＯＤは、反射性の高い金属プレートと、部分的に吸収性であり部分的に透明および／または反射性であるプレートとを備えることができ、適切な電気信号の印加時に相対運動が可能である。一実装形態では、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。他方のプレートに対する一方のプレートの位置は、ＩＭＯＤ上に入射する光の光学的干渉と、反射スペクトルとを変化させることができる。ＩＭＯＤデバイスは、広範囲の適用例を有し、既存の製品を改良する際に使用されること、および新しい製品、特に情報表示能力を有する製品を生み出す際に使用されることが期待される。

【０００５】

[0005]干渉変調器（ＩＭＯＤ）ディスプレイなどの反射ディスプレイにおいては、ディフューザの層またはスタックを備えることが有利であり得る。そのようなディフューザは、ディスプレイデバイスの視野角を改善することができる。また、ＩＭＯＤディスプレイを含めた反射ディスプレイは、光源の正反射を有することがあり、これは、グレアとして現れて、それにより、ディスプレイ上に表示される画像を劣化させることがあるが、ディフューザは、そのような正反射を低減することができる。

【発明の概要】

【０００６】

[0006]本開示のシステム、方法、およびデバイスは、いくつかの革新的な態様をそれぞれ有し、それらの態様は、１つとして、本明細書に開示される望ましい属性を単独で担うものではない。

【０００７】

[0007]本開示に記載される主題の、ある革新的な態様は、装置において実装され得る。この装置は、第１の屈折率を有する第１のフィルムと、第１のフィルムの近くの第２のフィルム、第２のフィルムは、第１の屈折率よりも高い第２の屈折率を有する、とを備える。第１のフィルムと第２のフィルムとの間の境界面が、実質的にランダムにされたサイズのマイクロレンズのアレイを含み得る。

【０００８】

[0008]いくつかの実装形態では、マイクロレンズは、実質的に球形、多角形、または円錐形のフィーチャ(feature)の部分を含み得る。マイクロレンズは、第１のフィルム中に形成された凹部を含み得る。マイクロレンズは、凹部を満たす、第２のフィルムの部分を含み得る。

【０００９】

[0009]この装置はまた、第２のフィルムの近くに配置されたピクセルのアレイと、第１のフィルムの近くに配置された実質的に透明な基板とを備え得る。いくつかの実装形態では、ピクセルは、干渉変調器（ＩＭＯＤ）ピクセルを含み得る。いくつかのそのような実装形態では、ＩＭＯＤピクセルは、多状態ＩＭＯＤピクセルを含み得る。いくつかのその

ような実装形態では、ピクセルのアレイのうちの単一のピクセルが、複数のマイクロレンズに対応し得る。たとえば、ピクセルのアレイのうちの単一のピクセルは、１０個以上のマイクロレンズに対応し得る。

【００１０】

[0010]実質的に透明な基板は、光ガイドとして機能することが可能であり得る。いくつかの実装形態では、光ガイドは、光ガイドから光を取出せるとともに光の少なくとも一部をピクセルのアレイに提供できる、複数の光取出しフィーチャを含み得る。いくつかの実装形態では、クラッディング層が、実質的に透明な基板と第１のフィルムとの間に配置され得る。たとえば、クラッディング層は、第１の屈折率よりも低い第３の屈折率を有し得る。いくつかの実装形態では、第１のフィルムは、実質的に透明な基板の屈折率よりも低い屈折率を有する。

【００１１】

[0011]この装置は、画像データを処理することが可能であり得るとともに、処理された画像データに従ってピクセルのアレイを制御することが可能であり得る、制御システムを備え得る。制御システムは、少なくとも１つの信号をピクセルのアレイに送ることができるドライバ回路と、画像データの少なくとも一部をドライバ回路に送ることができるコントローラとを含み得る。この装置は、画像データを制御システムに送ることができる画像ソースモジュールを備え得る。画像ソースモジュールは、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つを含み得る。この装置は、入力データを受け取れるとともに入力データを制御システムに通信できる、入力デバイスを備え得る。

【００１２】

[0012]本開示に記載される主題の、別の革新的な態様は、ディフューザスタックを作製する方法において実装され得る。この方法は、第１の屈折率を有する第１のフィルムを、実質的に透明な層上に堆積することを含み得る。いくつかの実装形態では、実質的に透明な層は、第１の屈折率よりも低い第３の屈折率を有するクラッディング層と、実質的に透明な基板とを含み得る。この方法は、本明細書で「クレータ」または「凹部」と呼ばれることのあるフィーチャを、第１のフィルムにエッチングすることを含み得る。いくつかの実装形態では、凹部は、実質的にランダムなサイズを有し得る。

【００１３】

[0013]いくつかの実装形態では、この方法は、エッチングプロセス後に、反射防止層を第１のフィルム上に堆積することを含み得る。いくつかの実装形態では、反射防止層は形状に適合し得る。この方法は、実質的にランダムにされたサイズのマイクロレンズのアレイを形成するために、第２のフィルムを第１のフィルム上に（または反射防止層上に）堆積することを含み得る。いくつかの実装形態では、第２のフィルムは、第１の屈折率よりも高い第２の屈折率を有し得る。

【００１４】

[0014]この方法は、第２のフィルム上にピクセルのアレイを形成することを含み得る。いくつかの実装形態では、ピクセルは干渉変調器（ＩＭＯＤ）ピクセルを含み得、これらの少なくともいくつかは、多状態ＩＭＯＤピクセルであり得る。

【００１５】

[0015]本明細書に記載される主題の１つまたは複数の実装形態の詳細が、添付の図面および以下の説明に示される。この概要で提供された例は主にＭＥＭＳベースのディスプレイの点から述べられているが、本明細書で提供される概念は、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）、有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）ディスプレイ、電気泳動ディスプレイ、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も適用され得る。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。なお、次の図面の相対寸法は、一定の比率で描かれていないこともあることに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】[0016]ディフューザスタックの例示的な要素を含むブロック図。

【図２Ａ】[0017]ディフューザスタックの例の中を通る断面を示す図。
【図２Ｂ】ディフューザスタックの例の中を通る断面を示す図。
【図２Ｃ】ディフューザスタックの例の中を通る断面を示す図。
【図２Ｄ】[0018]種々の深さおよび曲率半径を有するマイクロレンズの例を示す図。
【図２Ｅ】種々の深さおよび曲率半径を有するマイクロレンズの例を示す図。
【図３】[0019]ディフューザスタックを作製するプロセスの例を概説する流れ図。
【図４Ａ】[0020]ディフューザスタックを作製するプロセスの例における段階を示す横断面図。
【図４Ｂ】ディフューザスタックを作製するプロセスの例における段階を示す横断面図。
【図４Ｃ】ディフューザスタックを作製するプロセスの例における段階を示す横断面図。
【図４Ｄ】ディフューザスタックを作製するプロセスの例における段階を示す横断面図。
【図４Ｅ】ディフューザスタックを作製するプロセスの例における段階を示す横断面図。
【図４Ｆ】ディフューザスタックを作製するプロセスの例における段階を示す横断面図。
【図５Ａ】[0021]実質的に円錐形のフィーチャの部分を含むマイクロレンズを作製するプロセスの一例における段階を示す図。
【図５Ｂ】実質的に円錐形のフィーチャの部分を含むマイクロレンズを作製するプロセスの一例における段階を示す図。
【図５Ｃ】実質的に円錐形のフィーチャの部分を含むマイクロレンズを作製するプロセスの一例における段階を示す図。
【図６Ａ】[0022]種々の形状を有するマイクロレンズの例を示す図。
【図６Ｂ】種々の形状を有するマイクロレンズの例を示す図。
【図７】[0023]干渉変調器（ＩＭＯＤ）ディスプレイデバイスの一連のピクセルのうちの隣接する２つのピクセルを描いた等角図の例を示す図。
【図８】[0024]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例を示す図。
【図９Ａ】[0025]ＩＭＯＤディスプレイ要素の様々な実装形態の横断面図。
【図９Ｂ】ＩＭＯＤディスプレイ要素の様々な実装形態の横断面図。
【図９Ｃ】ＩＭＯＤディスプレイ要素の様々な実装形態の横断面図。
【図９Ｄ】ＩＭＯＤディスプレイ要素の様々な実装形態の横断面図。
【図９Ｅ】ＩＭＯＤディスプレイ要素の様々な実装形態の横断面図。
【図１０】[0026]ＩＭＯＤディスプレイまたはディスプレイ要素のための製造プロセスを示す流れ図。
【図１１Ａ】[0027]ＩＭＯＤディスプレイまたはディスプレイ要素を作製するプロセス中の様々な段階を示す断面図。
【図１１Ｂ】ＩＭＯＤディスプレイまたはディスプレイ要素を作製するプロセス中の様々な段階を示す断面図。
【図１１Ｃ】ＩＭＯＤディスプレイまたはディスプレイ要素を作製するプロセス中の様々な段階を示す断面図。
【図１１Ｄ】ＩＭＯＤディスプレイまたはディスプレイ要素を作製するプロセス中の様々な段階を示す断面図。
【図１１Ｅ】ＩＭＯＤディスプレイまたはディスプレイ要素を作製するプロセス中の様々な段階を示す断面図。
【図１２Ａ】[0028]本明細書に記載されるようなタッチセンサを含むディスプレイデバイスを示すシステムブロックの例を示す図。
【図１２Ｂ】本明細書に記載されるようなタッチセンサを含むディスプレイデバイスを示すシステムブロックの例を示す図。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
[0029]様々な図面における同じ参照番号および呼称は、同じ要素を示す。
【００１８】

[0030]以下の説明は、本開示の革新的な態様を説明するための特定の実装態様を対象としたものである。ただし、本明細書の教示が多数の異なる方法で適用され得ることを、当業者は容易に認識されよう。説明する実装形態は、動いていようと（ビデオなど）、静止していようと（静止画像など）、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、画像を表示することが可能であり得る任意のデバイス、装置、またはシステムにおいて実装され得る。さらに詳細には、説明する実装態様は、限定はされないが、モバイル電話、マルチメディアのインターネットへの接続が可能な携帯電話、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、全地球測位システム（ＧＰＳ）受信機／ナビゲータ、カメラ、デジタルメディアプレイヤ（ＭＰ３プレイヤなど）、カムコーダ、ゲームコンソール、腕時計、置き時計、計算機、テレビジョンモニタ、フラットパネルディスプレイ、電子読取りデバイス（たとえば電子書籍リーダ）、コンピュータモニタ、オートディスプレイ（オドメータおよびスピードメータディスプレイを含む）、コックピットコントローラおよび／またはディスプレイ、カメラビューディスプレイ（車両のバックミラーカメラのディスプレイなど）、電子写真、電子掲示板または標識、プロジェクタ、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イヤ、ＤＶＤプレイヤ、ＣＤプレイヤ、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、パーキングメータ、パッケージング（マイクロ電子機械システム（ＭＥＭＳ）の適用例を含む電子機械システム（ＥＭＳ）の適用例、および非ＥＭＳの適用例にパッケージされるものなど）、美的構造（宝石または服の上の画像の表示など）、ならびに様々なＥＭＳデバイスなど、様々な電子デバイスに含まれ得る、または関連付けられ得るものと企図されている。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、無線周波フィルタ、センサ、加速度計、ジャイロスコープ、動き感知デバイス、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、非ディスプレイ適用例において使用され得る。したがって、これらの教示は、図面のみに示される実装形態に限定されるように意図されているのではなく、当業者には容易に明らかになるように、幅広い適用性を有する。

【００１９】

[0031]反射および望ましくないアーティファクト（artifact）を最小限に抑えながら、十分なヘイズを提供することは、困難である可能性がある。さらに、現在利用可能なディフューザは一般に、プラスチックまたは類似の材料で形成される。そのような材料は、他の作製プロセスと両立するのには低すぎる融点を有し得る。本明細書に記載のいくつかの実装形態は、実質的に透明であり、後方散乱および反射性の少なく、それであって、かなりのヘイズ値を提供し得るディフューザを提供する。

【００２０】

[0032]本明細書に記載のいくつかの実装形態は、第１の屈折率を有する第１のフィルムと、第１のフィルムの近くの第２のフィルムとを有する装置を含む。第２のフィルムは、第１の屈折率よりも高い第２の屈折率を有し得る。第１のフィルムと第２のフィルムとの間の境界面が、実質的にランダムにされたサイズのマイクロレンズのアレイを含み得る。マイクロレンズは、実質的に球形、多角形、円錐形などのフィーチャの部分を含み得る。いくつかの実装形態によれば、第１および第２のフィルムは、ディスプレイデバイスピクセルのアレイと、ガラス基板やポリマー基板などの実質的に透明な基板と、の間に配置され得る。

【００２１】

[0033]マイクロレンズは、第１のフィルム中に形成された凹部またはクレータを含み得る。たとえば、凹部は、エッチングプロセスに従って第１のフィルム中に形成され得、エ

ッチングプロセスは、ドライおよび／またはウェットエッチングを含み得る。マイクロレンズは、凹部を満たす、第２のフィルムの部分を含み得る。第２のフィルムのこれらの部分は、凹部を実質的に満たすパッシベーション層の一部であり得る。いくつかの実装形態では、反射防止層が、第１のフィルムと第２のフィルムとの間に配置され得る。いくつかの実装形態では、反射防止層は、第１のフィルム中に形成された凹部またはクレータに整合する。

【００２２】

[0034]本開示に記載される対象の特定の実装形態は、以下の潜在的な利点のうちの１つまたは複数を実現するように実装され得る。いくつかの実装形態は、少ない量の後方散乱および反射性をもたらす一方、かなりのヘイズ値をもたらす、ディフューザスタックを提供し得る。いくつかのディフューザスタックは、他の作製プロセスと両立する十分な高い融点を有する。たとえば、いくつかのそのようなディフューザスタックは、ディフューザスタックを融解または変形させることなく干渉変調器（ＩＭＯＤ）ピクセルなどのピクセルのアレイがディフューザスタック上に形成され得る十分に高い融点を有する。ディフューザスタックを、基板の反対側に形成するのではなく、実質的に透明な基板（ディスプレイ基板など）とピクセルのアレイとの間に形成することで、向上した解像度など、向上した光学的特性をもたらすことができる。ディフューザスタックがピクセルからより遠くに位置決めされたときは、この構成は、ピクセルによって形成される画像をぼやけさせることによって解像度を低下させる可能性がある。ディフューザスタックがピクセルのより近くに位置決めされたときは、解像度はより高いままであり、ディフューザスタックは、視野角を増大させ、正反射を低減することができる。

【００２３】

[0035]図１は、ディフューザスタックの例示的な要素を含むブロック図である。この例では、ディフューザスタック１００は、第１の屈折率を有する第１のフィルム、すなわち低屈折率フィルム１０５を含む。ディフューザスタック１００はまた、第１の屈折率よりも高い第２の屈折率を有する第２のフィルム、この例では高屈折率フィルム１１０も含む。しかし、代替実装形態では、第２のフィルムは、第１の屈折率よりも低い屈折率を有し得る。第１の屈折率と第２の屈折率との差が大きいほど、ディフューザスタックのヘイズは高い。したがって、高ヘイズ実装形態の場合、第２の屈折率は、第１の屈折率と基板の屈折率の両方よりも高いことになる。この例では、低屈折率フィルム１０５と高屈折率フィルム１１０との間の境界面が、実質的にランダムにされたサイズのマイクロレンズのアレイを含む。

【００２４】

[0036]図２Ａ～図２Ｃに、ディフューザスタックの例の中を通る断面を示す。これらの例では、ディフューザスタック１００は基板２０５上に配置され、基板２０５は、これらの例ではガラス基板である。いくつかの実装形態では、ガラス基板は、ホウケイ酸ガラス、ソーダ石灰ガラス、石英、パイレックス（登録商標）、または他の好適なガラス材料を含み得る。代替実装形態では、基板２０５は、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタラート（ＰＥＴ）、またはポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ）など、実質的に透明である好適な非ガラス材料を含み得る。

【００２５】

[0037]ここでは、ディフューザスタック１００は、低屈折率フィルム１０５と高屈折率フィルム１１０とを備える。いくつかの実装形態では、低屈折率フィルム１０５は、SiO_2、ＳｉＯＣ（炭素ドープ酸化ケイ素）、スピンオンガラス（ＳＯＧ）、フッ化マグネシウム（MgF_2）、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）など、比較的低い屈折率を有する１つまたは複数の材料を含み得る。いくつかの実装形態では、低屈折率フィルム１０５は、１～１０ミクロン、または１～５ミクロン、または１～３ミクロンの範囲の厚さを有し得る。

【００２６】

[0038]高屈折率フィルム１１０は、低屈折率フィルム１０５の屈折率よりも高い屈折率

を有する１つまたは複数の材料を含み得る。たとえば、いくつかの実装形態では、高屈折率フィルム１１０は、SiN_xO_xを含み得る。当業者に知られているように、SiN_xO_xの屈折率は、窒素と酸素との比を変動させることによって、および／またはスパッタリングプロセス中に圧力を変動させることによって、制御されることが可能である。したがって、SiN_xO_xで形成されたフィルムの屈折率は、大幅に、たとえば１．７以下から２以上まで変動し得る。代替例では、高屈折率フィルム１１０は、SiN_x、ZrO_2、TiO_2、および／またはNb_2O_5を含み得る。いくつかの実装形態では、高屈折率フィルム１１０は、１～１０ミクロンの範囲の厚さを有し得る。

【００２７】

[0039]図２Ａ～図２Ｃに示す実装形態では、低屈折率フィルム１０５と高屈折率フィルム１１０との間の境界面が、実質的にランダムにされたサイズを有するマイクロレンズ２１２のアレイを含む。これらの例では、マイクロレンズ２１２は、実質的に球形のフィーチャの部分を含む。しかし、代替例では、マイクロレンズ２１２は、実質的に多角形または円錐形のフィーチャの部分など、他の形状を含んでもよい。

【００２８】

[0040]後でより詳細に述べるように、いくつかの実装形態では、マイクロレンズ２１２のアレイは、実質的にランダムにされたサイズのフィーチャを低屈折率フィルム１０５にエッチングして、これらのフィーチャを高屈折率フィルム１１０で埋めることによって、形成され得る。いくつかの実装形態では、エッチングプロセスは、ドライエッチングおよび／またはウェットエッチングプロセスを含み得る。いくつかの実装形態では、高屈折率フィルム１１０は、第１のフィルム中の凹部を実質的に満たす高屈折率パッシベーションコーティングの堆積によって形成されてよい。しかし、代替実装形態では、マイクロレンズ２１２のアレイは、実質的にランダムにされたサイズのフィーチャをより高い屈折率のフィルムにエッチングして、これらのフィーチャをより低い屈折率のフィルムで埋めることによって、形成されてもよい。いくつかの実装形態は、たとえば本明細書の他の箇所に記載のように、より高い屈折率のフィルムとより低い屈折率のフィルムとの間に反射防止層を含み得る。

【００２９】

[0041]図２Ａ～図２Ｃに示す例では、ピクセル２１０のアレイがディフューザスタック１００上に配置される。後でより詳細に述べるように、いくつかの実装形態では、ピクセル２１０のアレイは、ディフューザスタック１００上に作製され得る。たとえば、基板２０５を含む実質的に透明なスタック上に、ディフューザスタック１００が作製され得、その後、ディフューザスタック１００上にピクセル２１０のアレイが作製され得る。前述のように、ディフューザスタック１００が、基板２０５などの「ディスプレイガラス」とピクセル２１０のアレイとの間に配置されるようにするのが有利である可能性がある。しかし、ピクセル２１０のアレイを通常の拡散フィルム上に単純に作製することは実現可能ではないであろう。そのようなフィルムは一般に、融点が比較的低いポリマーで作られている。ＩＭＯＤアレイなど、ピクセル２１０のアレイを作製するプロセスは一般に、この融点よりもかなり高い温度の段階を含む。したがって、通常の拡散フィルム上にＩＭＯＤアレイを作製しようとするなら、拡散フィルムは作製プロセス中に融解することになる。

【００３０】

[0042]図２Ｂおよび図２Ｃに示す例では、基板２０５は光ガイドとして機能することができる。これらの実装形態では、クラッディング層２２０が、基板２０５と低屈折率フィルム１０５との間に配置される。クラッディング層２２０は、低屈折率フィルム１０５よりも低い屈折率を有してよく、基板２０５が光ガイドとして機能するのを可能にすることができる。たとえば、低屈折率フィルム１０５がSiO_2で形成されている場合、クラッディング層２２０は、スピンオンガラス、MgF_2、またはＳｉＯＣで形成され得る。いくつかの実装形態では、クラッディング層２２０は、厚さ約１ミクロン以上、屈折率１．３８以下であってよい。しかし、いくつかの実装形態では、低屈折率フィルム１０５の屈折率は、基板２０５が光ガイドとして機能するために追加のクラッディング層が必要ない

十分に低いものとし得る。

【００３１】

[0043]図２Ｃに、光源２２７の例を示す。光源２２７は、この例では発光ダイオードを含み、基板２０５に光を提供する。図２Ｂおよび図２Ｃに示す例では、基板２０５は、光ガイドから光を取出し、光の少なくとも一部をピクセル２１０のアレイに提供することができる複数の光取出しフィーチャ２１５を含む。図２Ｂおよび図２Ｃは概略的なものであり、光取出しフィーチャ２１５の形状および密度は、適用例に従って変動することがあり、マイクロレンズ２１２のアレイのサイズおよび密度に対して概略的に示されているに過ぎないことを理解されたい。

【００３２】

[0044]図２Ｃに示す例では、光取出しフィーチャ２１５は、タッチパネルの電極として機能することができる。ここでは、パッシベーション層２２９が、光取出しフィーチャ２１５上に形成される。

【００３３】

[0045]図２Ａに示す実装形態と同様、図２Ｂおよび図２Ｃの例もまた、マイクロレンズ２１２のアレイを含む。図２Ｃに示す例では、ピクセル２１０のアレイのうちの単一のピクセル２２６が、複数のマイクロレンズ２１２に対応する。いくつかの実装形態では、ピクセル２１０のアレイのうちの単一のピクセル２２６が、１０個以上のマイクロレンズ２１２に対応し得る。いくつかの例では、ピクセル２１０のアレイのうちの単一のピクセル２２６が、２５個以上のマイクロレンズ２１２に対応し得る。

【００３４】

[0046]ディフューザスタック１００について高いヘイズ値を達成するために、正反射方向に反射される光（平坦な誘電体－誘電体境界面におけるフレネル反射による）を最小限に抑えることが望ましい。したがって、マイクロレンズ２１２によって占められていないエリア、それはディフューザスタック１００からのそこから光が正反射的に反射し得るエリア、が、わずかしかないように、マイクロレンズ２１２は密に詰められうる。

【００３５】

[0047]マイクロレンズ２１２が規則的または周期的パターンで形成された場合、その結果として、モアレ効果や回折パターンなどのアーティファクトが生じ得る。したがって、様々な実装形態で、そのようなアーティファクトを回避するために、マイクロレンズ２１２は、実質的にランダムなサイズおよび／または分布を有し得る。図２Ａ～図２Ｃに示す例では、マイクロレンズは種々のサイズを有し、これらの各々は曲率半径（ＲＯＣ）および深さを有する。ＲＯＣおよび／または深さは、ランダムにされ得る。

【００３６】

[0048]図２Ｄおよび図２Ｅに、種々の深さおよび曲率半径を有するマイクロレンズの例を示す。最初に図２Ｄを参照すると、マイクロレンズ２１２_1は、曲率半径$ＲＯＣ_1$および深さ$ｄ_1$を有する。図２Ｄはまた、光がそこから正反射方向に反射し得るマイクロレンズ間エリア２３０の例も提供する。

【００３７】

[0049]図２Ｅのマイクロレンズ２１２_2は、マイクロレンズ２１２_1と比較すると、より大きい曲率半径$ＲＯＣ_2$を有する。しかし、マイクロレンズ２１２_2は、比較的より小さい深さ$ｄ_2$を有する。したがって、より大きいＲＯＣが、必ずしもより大きい深さに対応するとは限らない。

【００３８】

[0050]いくつかの実装形態では、マイクロレンズ２１２の曲率半径および／または深さは、ランダムなまたは準ランダムな分布から選択され得る。たとえば、マイクロレンズ２１２の曲率半径は、ガウスランダム分布から選択され得、分布に関して特定の平均および特定の標準偏差がある。様々な実装形態で、ランダム分布中の曲率半径の平均は、２～１０ミクロン、または２～６ミクロンの範囲にわたる可能性がある。様々な実装形態で、第１の層の表面への凹部の深さは、２００ｎｍ（０．２ミクロン）～５ミクロン、または５

００ｎｍ（０．５ミクロン）～２．５ミクロンの範囲にわたる可能性がある。いくつかの実装形態では、深さは、曲率半径のランダムなまたは準ランダムな分布に比較的類似するが、他の実装形態では、深さと曲率半径の両方が、ランダムなまたは準ランダムな分布を有する。ウェットエッチングプロセスは、いくぶん一様な深さを有する凹部を生み出す傾向があり、ドライエッチングプロセスは、よりランダムな深さを生み出す傾向がある。

【００３９】

[0051]ディフューザスタック１００のヘイズは、ＲＯＣの平均および標準偏差、ならびに／または、低屈折率フィルム１０５の屈折率と高屈折率フィルム１１０の屈折率との差、を変動させることによって、制御され得る。これらの屈折率間のより大きい差が、より高いヘイズ値を生じさせ、それは、増大した拡散を示す。しかし、より大きい屈折率間の差はまた、低屈折率フィルム１０５と高屈折率フィルム１１０との間の境界面で、より多くのフレネル反射および後方散乱を引き起こし、これは、ピクセル２１０のアレイの反射ピクセルの反射コントラスト比を減少させ得る。たとえば、より大きい屈折率間の差は、ＭＳ－ＩＭＯＤピクセルの反射コントラスト比を減少させ得る。いくつかの反射ディスプレイでは、ディフューザは、約７０～８０％のヘイズ値を有する。たとえば、約７０～８０％のヘイズ値を有するディフューザを備える反射ディスプレイの場合、いくつかの実装形態では、第１の層の屈折率と第２の層の屈折率との差は、約０．３以上である。しかし、非常に低ヘイズの実装形態の場合は、第１の層の屈折率と第２の層の屈折率との差は、比較的小さい可能性がある。

【００４０】

[0052]図２Ｂに示す例では、反射防止層２２５が、低屈折率フィルム１０５と高屈折率フィルム１１０との間に配置される。反射防止層２２５は、マイクロレンズ２１２のフレネル反射および後方散乱の量を低減することができる。この例では、反射防止層２２５は、低屈折率フィルム１０５中に形成された凹部の形状に、実質的に一致する。反射防止層２２５は、たとえば、低屈折率フィルム１０５中にマイクロレンズ２１２を形成した後、高屈折率フィルム１１０を堆積する前に、堆積され得る。

【００４１】

[0053]いくつかの実装形態では、反射防止層は、SiN_xO_xを含み得る。前述のように、SiN_xO_xの屈折率は、窒素と酸素との比に従って、および／またはスパッタリングプロセス中に圧力を変動させることによって、制御されることが可能である。したがって、SiN_xO_xで形成された反射防止層２２５の屈折率は、ディフューザスタック１００を形成するのに使用される他の材料に従って、適宜選択されてよい。いくつかの例を以下に提供する。しかし、代替実装形態では、反射防止層２２５は、MgF_2など、他の材料を含み得る。

【００４２】

[0054]いくつかの例では、反射防止層２２５は、４分の１波長の屈折率整合層であってよい。いくつかの実装形態では、反射防止層２２５の厚さ（d_{AR}）および屈折率（n_{AR}）は、以下の式（１）および（２）に従って選ばれる。

【００４３】

【数１】

$$n_{AR}(\lambda) = \sqrt{n_{Film\,1}(\lambda) * n_{Film\,2}(\lambda)} \qquad \text{式 (1)}$$

【００４４】

【数２】

$$d_{AR} = \frac{\lambda}{4 * n_{AR}} \qquad \text{式 (2)}$$

【００４５】

[0055]式（１）で、n_{Film1}は、第１のフィルム（たとえば低屈折率フィルム１０５）の屈折率を表し、n_{Film2}は、第２のフィルム（たとえば低屈折率フィルム１１０）の屈折率を表す。反射防止層２２５が薄い場合、反射防止層２２５は、低屈折率フィルム１０５中の凹部の形状を採用し得る。高屈折率フィルム１１０の形状は、第１のフィルム中の凹部の形状に一致しうる。したがって、反射防止層２２５を含めることは、拡散層のヘイズを大幅に変化させることはないかもしれないが、それでもなお、マイクロレンズ２１２のフレネル反射および後方散乱の量を低減し得る。

【００４６】

[0056]表１に、反射防止層２２５がある場合とない場合のディフューザスタックに関する光学的特性のシミュレーション結果のいくつかの例を示す。

【００４７】

【表１】

平均ROC (um)	ROCの標準偏差 (um)	レンズ深さ (um)	$N_{Film\,1}$	$N_{Film\,2}$		n_{AR}	d_{AR} (nm)	総前方透過%	後方散乱%	ヘイズ %
5	2	2	1.46	1.71	反射防止層なし	NA	NA	98.86	0.31	81.79
					反射防止層あり	1.58	94	99.64	0.042	81.79
6	3	1	1.4	2.0	反射防止層なし	NA	NA	96.24	2.08	78.78
					反射防止層あり	1.68	89	99.48	0.18	78.43

表1

【００４８】

[0057]表１に表す一方のディフューザスタック１００は、屈折率１．４６の、SiO_2の低屈折率フィルム１０５と、屈折率１．７１の、SiN_xO_xの第２のフィルムとを備える。表１に表す他方のディフューザスタックは、屈折率１．４の、ＳＯＧの低屈折率フィルム１０５と、屈折率２の、SiN_xO_xの第２のフィルムとを備える。後者のケースでは、低屈折率フィルム１０５はまた、基板２０５が光ガイドとして機能できるようにするための、クラッディング層としても機能し得る。別法としてまたは追加で、ディフューザスタック１００はまた、基板２０５が光ガイドとして機能するのに十分な内部反射を確実にするために、別個のクラッディング層２２０を低屈折率フィルム１０５と基板２０５との間に含み得る（たとえば図２Ｂに示すように）。

【００４９】

[0058]表１に示す例では、反射防止層２２５を追加することで、後方散乱を約１０％低減することができ、前方透過を改善することができる。しかし、反射防止層２２５を追加することでヘイズ値に実質的に影響が及ぶことはないであろう。

【００５０】

[0059]図３は、ディフューザスタックを作製するプロセスの例を概説する流れ図である。方法３００の動作は、必ずしも図３に示す順序で実施されるとは限らない。さらに、方法３００は、図３に示すブロックよりも多いかまたは少ないブロックを含み得る。この例では、方法３００はブロック３０５で開始し、ブロック３０５は、第１の屈折率を有する第１のフィルムを、実質的に透明な層上に堆積することを含む。たとえば、ブロック３０５は、物理蒸着法（ＰＶＤ）プロセス、化学蒸着法（ＣＶＤ）プロセス、または、薄膜を堆積するための別のそのようなプロセスを含み得る。いくつかの実装形態では、第１の屈折率は、基板の屈折率よりも低い。いくつかの実装形態では、実質的に透明な層は、クラッディング層と、実質的に透明な基板とを含み得る。クラッディング層は、第１の屈折率よりも低い屈折率を有し得る。

【００５１】

[0060]ここでは、ブロック３１０は、第１のフィルムに凹部をエッチングすることを含む。この例では、凹部は、実質的にランダムなサイズを有する。たとえば、凹部は、実質的にランダムな曲率半径および／または深さを有することができる。この実装形態では、オプションのブロック３１５は、エッチングプロセス後に反射防止層を第１のフィルム上に堆積することを含む。ブロック３１５は、たとえば、ＰＶＤプロセスやＣＶＤプロセスなどを含み得る。いくつかの実装形態では、反射防止層を堆積することは、エッチングされた第１のフィルムの形状に反射防止層が一致するように、反射防止層を形状に適合して堆積することを含む。ブロック３２０は、ＰＶＤプロセスやＣＶＤプロセスなどを含み得る。ここでは、ブロック３２０は、実質的にランダムにされたサイズのマイクロレンズのアレイを形成するために、第１のフィルム上または反射防止層上に第２のフィルムを堆積することを含む。この例では、第２のフィルムは、第１の屈折率よりも高い第２の屈折率を有する。いくつかの実装形態では、堆積された第２のフィルムは、第１のフィルムのトポグラフィ、または、第１のフィルムと反射防止層とのスタックのトポグラフィを平坦化する。

【００５２】

[0061]図４Ａ～図４Ｆは、ディフューザスタックを作製するプロセスの例における段階を示す横断面図である。図４Ａには、基板２０５上に堆積された低屈折率フィルム１０５の例を示す。図４Ａに示す構成は、たとえば、図３のブロック３０５の後に得られる場合がある。

【００５３】

[0062]図４Ｂに示す段階では、フォトレジスト材料４０５が、低屈折率フィルム１０５上に堆積され、パターニングされている。図４Ｂに示すフォトレジスト材料４０５の特定のパターンは、例に過ぎない。代替実装形態では、フォトレジスト材料４０５は、グレースケールリソグラフィプロセスに従って処理されてもよい。グレースケールリソグラフィはドライエッチング技法でしばしば使用されるが、これは、基板中に形成される凹部の壁

の曲率に対するより多くの制御を可能にする。グレースケール技法は、フォトレジスト表面に凹部を形成することを可能にし、次いで、フォトレジスト上に形成された表面は、エッチング液を使用して基板に転写されることが可能である。

【００５４】

[0063]図４Ｃに示す段階では、凹部が第１のフィルムにエッチングされている。したがって、図４Ｃは、図３のブロック３１０のプロセスなどのプロセスの完了に対応する。この例では、凹部は、実質的にランダムなサイズを有し、ウェットエッチングプロセスによって形成されている。しかし、他の実装形態では、プロセスはドライエッチングプロセスを含んでもよい。いくつかのそのような例を、図５Ａおよび図５Ｂに関して後述する。

【００５５】

[0064]この実装形態では、凹部４１０の曲率半径および／または深さがランダムなまたは準ランダムな分布を有するように、フォトレジスト材料４０５がパターニングされた。たとえば、凹部４１０の曲率半径は、ガウスランダム分布から選択され得、分布についての特定の平均および特定の標準偏差がある。いくつかの例では、凹部４１０の配置は、分子力学の原理に少なくとも部分的に基づくコンピュータシミュレーションに従って選択され得る。たとえば、フォトレジスト材料４０５をパターニングするのに使用されるマスクのレイアウトは、分子力学に少なくとも部分的に基づくコンピュータシミュレーションに従って選択され得る。

【００５６】

[0065]図４Ｄに示す段階では、フォトレジスト材料４０５は除去されており、反射防止層２２５が低屈折率フィルム１０５上に堆積されている。この実装形態では、反射防止層２２５は、凹部４１０の形状に実質的に適合している。

【００５７】

[0066]図４Ｅに示す例では、高屈折率フィルム１１０の層が反射防止層２２５上に堆積されている。高屈折率フィルム１１０の一部が、マイクロレンズ２１２を形成するために反射防止層２２５上で凹部４１０中に堆積されている。したがって、結果として得られるディフューザスタック１００は、実質的にランダムなサイズのマイクロレンズ２１２のアレイを含む。これらの例では、マイクロレンズ２１２は、実質的に球形のフィーチャの部分を含む。しかし、代替例では、マイクロレンズ２１２は、実質的に多角形または円錐形のフィーチャの部分など、他の形状を含み得る。

【００５８】

[0067]図４Ｆに、ディフューザスタック１００の近くのピクセル２１０のアレイの例を示す。この例では、ピクセル２１０のアレイは、ディフューザスタック１００上に作製されている。ピクセル２１０のアレイを作製することのいくつかの例を、以下に、特に図１０において提供する。図１０では、アレイピクセル２１０が基板２０５とディフューザスタック１００の両方の上に形成されるので、ブロック８２で参照される「基板」は、基板２０５と、低屈折率フィルム１０５と、高屈折率フィルム１１０とを含み得る。

【００５９】

[0068]図５Ａ～図５Ｃに、実質的に円錐形のフィーチャの部分を含むマイクロレンズを作製するプロセスの一例における段階を示す。この例では、図５Ａに描かれる段階で、フォトレジスト材料４０５が、低屈折率フィルム１０５上に堆積されてパターニングされている。しかし、この例では、凹部４１０はドライエッチングプロセスによって形成される。図５Ａに描かれる段階では、側壁５０５は、この例では実質的に垂直であり、凹部４１０は、実質的に同じ深さを有する。

【００６０】

[0069]図５Ｂに、熱リフロープロセス後の、図５Ａのスタックの例を示す。図５Ｂに描かれる段階では、リフロープロセスが側壁５０５の形状を変化させている。代替実装形態では、リフロープロセスは、湾曲した形状など、他の形状を側壁５０５について生み出してもよい。

【００６１】

[0070]図５Ｃに、図５Ｂに示す低屈折率フィルム１０５の一部の中にフォトレジスト材料４０５を通してエッチングが施された後に形成された、凹部の例を示す。図５Ｃは、たとえば、図５Ｂのフォトレジスト材料４０５のトポグラフィを図５Ｃの低屈折率フィルム１０５中に転写したドライエッチングプロセスの結果として得られた凹部４１０を描いたものとすることができる。この例では、結果的な凹部４１０は、実質的に円錐形である。したがって、凹部４１０が高屈折率フィルム１１０で満たされた場合、結果として得られるマイクロレンズ２１２もまた実質的に円錐形となる。

【００６２】

[0071]図６Ａおよび図６Ｂに、種々の形状を有するマイクロレンズの例を示す。図６Ａに示す例では、マイクロレンズ２１２は、ドライエッチングプロセス後に８角形の凹部４１０中に形成された。したがって、マイクロレンズ２１２は、横断面が８角形である。図６Ｂに示す例では、凹部４１０は、横断面が実質的に円形であり、ウェットエッチングプロセスによって形成された。したがって、結果として得られるマイクロレンズ２１２は、横断面が実質的に円形である。

【００６３】

[0072]図７に、ＩＭＯＤディスプレイデバイスの一連のピクセルのうちの隣接する２つのピクセルを描いた等角図の例を示す。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は、明状態または暗状態のいずれかに位置決めされることが可能である。明（「緩和」、「開」、または「オン」）状態では、ディスプレイ要素は、入射可視光の大部分を、たとえばユーザに対して反射する。反対に、暗（「差動」、「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。いくつかの実装形態では、オン状態とオフ状態の光反射率特性が反転されることがある。ＭＥＭＳピクセルは、特定の波長で支配的に反射することが可能であってよく、白黒に加えてカラー表示を可能にする。いくつかの実装形態では、複数のディスプレイ要素を使用することによって、原色の様々な強度およびグレーの様々な濃淡が達成され得る。

【００６４】

[0073]ＩＭＯＤディスプレイデバイスは、行と列に構成され得るＩＭＯＤディスプレイ要素のアレイを含むことができる。アレイ中の各ディスプレイ要素は、（光ギャップ、キャビティまたは光共振キャビティとも呼ばれる）エアギャップを形成するように互いから可変で制御可能な距離をおいて配置された、可動反射層（すなわち、機械層とも呼ばれる可動層）と固定部分反射層（すなわち、固定層）など、少なくとも反射層と半反射層のペア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。たとえば、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。それらの２つの層から反射する入射光は、可動反射層の位置と入射光の（１つまたは複数の）波長とに応じて、強め合うようにおよび／または弱め合うように干渉し、各ディスプレイ要素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。いくつかの実装形態では、ディスプレイ要素は、作動していないときに反射状態にあり、可視スペクトル内の光を反射し得、また、作動しているときに暗状態にあり、可視範囲内の光を吸収し、および／または弱め合うようにそれに干渉し得る。ただし、いくつかの他の実装形態では、ＩＭＯＤディスプレイ要素は、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。いくつかの実装形態では、印加電圧の導入が、状態を変更するようにディスプレイ要素を駆動することができる。いくつかの他の実装形態では、印加電荷が、状態を変更するようにディスプレイ要素を駆動することができる。

【００６５】

[0074]図７中のアレイの図示の部分は、ＩＭＯＤディスプレイ要素１２の形態の２つの隣接する干渉ＭＥＭＳディスプレイ要素を含む。（図示のような）右側のディスプレイ要素１２では、可動反射層１４は、光学スタック１６の近くの、それに隣接する、またはそ

れに接触する作動位置に示されている。右側のディスプレイ要素１２の両端間に印加される電圧V_{bias}は、可動反射層１４を移動させ、作動位置に維持するのに十分である。（図示のような）左側のディスプレイ要素１２では、可動反射層１４は、部分反射層を含む光学スタック１６から（設計パラメータに基づいてあらかじめ決定され得る）ある距離をおいた緩和位置に示されている。左側のディスプレイ要素１２の両端間に印加される電圧V_0は、右側のディスプレイ要素１２のような作動位置までの可動反射層１４の作動を引き起こすには不十分である。

【００６６】

[0075]図７では、ＩＭＯＤディスプレイ要素１２の反射特性は、ＩＭＯＤディスプレイ要素１２に入射する光１３と、左側のディスプレイ要素１２から反射される光１５とを示す矢印で大まかに示されている。ディスプレイ要素１２に入射する光１３の大部分は透明基板２０を透過し、光学スタック１６に向かい得る。光学スタック１６に入射する光の一部分は光学スタック１６の部分反射層を透過し得、一部分は反射され、透明基板２０を通って戻ることになる。光学スタック１６を透過した光１３の部分は、可動反射層１４から反射され、透明基板２０に向かって（およびそれを通って）戻り得る。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間の（強め合うおよび／または弱め合う）干渉が、デバイスの閲覧側または基板側のディスプレイ要素１２から反射される光１５の（１つまたは複数の）波長の強度を部分的に決定することになる。いくつかの実装形態では、透明基板２０は（ガラスプレートまたはパネルと呼ばれることがある）ガラス基板であり得る。ガラス基板は、たとえば、ホウケイ酸ガラス、ソーダ石灰ガラス、石英、パイレックス、または他の好適なガラス材料であるかまたはそれらを含み得る。いくつかの実装形態では、ガラス基板は、０．３、０．５または０．７ミリメートルの厚さを有し得るが、いくつかの実装形態では、ガラス基板は（数十ミリメートルなど）より厚いことも（０．３ミリメートル未満など）より薄いこともある。いくつかの実装形態では、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタラート（ＰＥＴ）またはポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ）基板など、非ガラス基板が使用され得る。そのような実装形態では、非ガラス基板は０．７ミリメートル未満の厚さを有する可能性があるが、基板は設計考慮事項に応じてより厚いことがある。いくつかの実装形態では、金属箔またはステンレス鋼ベースの基板など、不透明基板が使用され得る。たとえば、固定反射層と、部分に透過性で、部分的に反射性である可動層とを含む逆方向（reverse）ＩＭＯＤベースのディスプレイは、図７のディスプレイ要素１２として基板の反対側から閲覧されるように適応され得、不透明基板によってサポートされ得る。

【００６７】

[0076]光学スタック１６は、単一の層、または複数の層を含むことができる。その（１つまたは複数の）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。いくつかの実装形態では、光学スタック１６は、導電性、部分的に透明、および部分的に反射性であり、たとえば上記の層のうちの１つまたは複数を透明基板２０上に堆積させることによって、作製され得る。電極層は、たとえばインジウムスズ酸化物（ＩＴＯ）などの様々な金属など、様々な材料で形成され得る。部分反射層は、様々な金属（たとえば、クロムおよび／またはモリブデン）、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。いくつかの実装形態では、光学スタック１６のいくつかの部分は、部分光吸収体と電気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膜（thickness）を含むことができるが、（たとえば、光学スタック１６の、またはディスプレイ要素の他の構造の）異なる、電気的により伝導性の高い層または部分が、ＩＭＯＤディスプレイ要素間で信号をバスで運ぶ（bus）ように働くことができる。光学スタック１６は、１つまたは複数の導電層または電気伝導性／部分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。

【００６８】

[0077]いくつかの実装形態では、光学スタック１６の（１つまたは複数の）層の少なくともいくつかは、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。当業者には理解されるように、本明細書で使用される「パターニングされた」という用語は、マスキングおよびエッチングプロセスを指す。いくつかの実装形態では、アルミニウム（Ａｌ）などの導電性および反射性の高い材料が、可動反射層１４に使用され得、これらのストリップが、ディスプレイデバイスの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平行ストリップのシリーズとして形成されて、図示されたポスト１８など、支持体の上に堆積された列と、ポスト１８間に位置する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または光学キャビティが、可動反射層１４と光学スタック１６との間に形成され得る。いくつかの実装形態では、ポスト１８間の間隔は約１～１０００μｍであり得、ギャップ１９は約１０，０００オングストローム（Å）未満であり得る。

【００６９】

[0078]いくつかの実装形態では、各ＩＭＯＤディスプレイ要素は、作動状態にあろうと緩和状態にあろうと、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と見なされ得る。電圧が印加されないとき、可動反射層１４は、図７中の左側のディスプレイ要素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との間にギャップ１９がある。しかしながら、電位差、すなわち電圧が、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、対応するディスプレイ要素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。印加電圧がしきい値を超える場合には、可動反射層１４は、変形し得、光学スタック１６の付近で、または光学スタック１６に接して、動き得る。光学スタック１６内の誘電体層（図示せず）が、図７中の右側の作動ディスプレイ要素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り得る。いくつかの事例ではアレイ中のディスプレイ要素のシリーズが「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。言い換えると、いくつかの配向では、行が列と見なされ得、列が行と見なされ得る。いくつかの実装形態では、行は「コモン」ラインと呼ばれることがあり、列は「セグメント」ラインと呼ばれることがあり、その逆も同様である。さらに、ディスプレイ要素は、直交する行および列で一様に配列され得る（「アレイ」）、またはたとえば互いに対して特定の位置オフセットを有する非線形構成で配列され得る（「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」を含むとして言及されるが、要素自体は、いずれの事例においても、互いに対して直交して配列される、または一様な分布で配置される必要はなく、非対称な形状および不均一に分布した要素を有する配列を含み得る。

【００７０】

[0079]図８は、ＩＭＯＤディスプレイ要素の３×３要素アレイを含むＩＭＯＤ型ディスプレイを組み込む電子デバイスを示すシステムブロック図である。この電子デバイスは、１つまたは複数のソフトウェアモジュールを実行することが可能であり得るプロセッサ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、または任意の他のソフトウェアアプリケーションを含む１つまたは複数のソフトウェアアプリケーションを実行することが可能であり得る。

【００７１】

[0080]プロセッサ２１は、アレイドライバ２２と通信することが可能であり得る。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７に示すＩＭＯＤディスプレイデバイスの断面は、図９では線１－１で示されている。図８は明快のためにＩＭＯ

Ｄディスプレイ要素の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ディスプレイ要素を含んでいることがあり、列におけるＩＭＯＤディスプレイ要素の数とは異なる数のＩＭＯＤディスプレイ要素を行において有し得、その逆も同様である。

【００７２】

[0081]ＩＭＯＤディスプレイおよびディスプレイ要素の構造に関する詳細は、様々に異なる場合がある。図９Ａ～図９Ｅは、ＩＭＯＤディスプレイ要素の様々な実装形態の横断面図である。図９Ａは、ＩＭＯＤ表示要素の横断面図であり、金属材料のストリップが、基板２０から概して直角に延びる支持部１８上に堆積されて、可動反射層１４を形成する。図９Ｂでは、各ＩＭＯＤディスプレイ要素の可動反射層１４は、概して正方形または矩形の形状であり、テザー３２上のコーナにおいてまたはコーナ付近で支持部に取り付けられる。図９Ｃでは、可動反射層１４は、概して正方形または矩形の形状であり、フレキシブルな金属を含み得る変形可能層３４から吊り下げられる。変形可能層３４は、可動反射層１４の外周部の周りで基板２０に直接的または間接的に接続することができる。これらの接続は、本明細書では、「一体化された」支持部または支持ポスト１８の実装形態と呼ばれる。図９Ｃに示す実装形態は、可動反射層１４の光学機能をその機械機能から切り離すことから派生する追加的な利益を有し、これらの機能のうちの後者は、変形可能層３４によって実施される。この切離しにより、可動反射層１４に使用される構造設計および材料と、変形可能層３４に使用される構造設計および材料とが、相互から独立して最適化されることが可能になる。

【００７３】

[0082]図９Ｄは、ＩＭＯＤディスプレイ要素の別の横断面図であり、可動反射層１４は、反射副層１４ａを含む。可動反射層１４は、支持ポスト１８などの指示構造上に載っている。支持ポスト１８は、図示のＩＭＯＤディスプレイ要素中の光学スタック１６の一部であり得るより低い固定電極から、可動反射層１４を分離することをもたらす。たとえば、可動反射層１４が緩和位置にあるとき、可動反射層１４と光学スタック１６との間に間隙１９が形成される。可動反射層１４はまた、電極としての働きをするように構成され得る導電層１４ｃと、支持層１４ｂとを含むことができる。この例では、導電層１４ｃは、支持層１４ｂの、基板２０から遠い片側に配置され、反射副層１４ａは、支持層１４ｂの、基板２０に近い他方の側に配置される。いくつかの実装形態では、反射副層１４ａは、導電性であってよく、支持層１４ｂと光学スタック１６との間に配置されてよい。支持層１４ｂは、誘電材料、たとえば窒化酸化ケイ素（ＳｉＯＮ）または二酸化ケイ素（SiO_2）の、１つまたは複数の層を含むことができる。いくつかの実装形態では、支持層１４ｂは、たとえばSiO_2／ＳｉＯＮ／SiO_2の３層スタックなど、層のスタックとすることができる。反射副層１４ａと導電層１４ｃのいずれかまたは両方は、たとえば、約０．５％の銅（Ｃｕ）を含むアルミニウム（Ａｌ）合金、または別の反射性金属材料を含み得る。導電層１４ａおよび１４ｃを誘電性の支持層１４ｂの上および下で採用することで、応力の均衡をとることができ、向上した伝導を提供することができる。いくつかの実装形態では、反射副層１４ａと導電層１４ｃは、可動反射層１４内で特定の応力プロファイルを達成するなど、様々な設計目的で、異なる材料で形成されてよい。

【００７４】

[0083]図９Ｄに示すように、いくつかの実装形態は、黒マスク構造２３またはダークフィルム層も含み得る。黒マスク構造２３は、周辺光または迷光を吸収するために、光学的に不活性な領域（表示要素間、または支持ポスト１８の下など）に形成されてよい。黒マスク構造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かまたはこれらの部分を通して透過されるのを抑制して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。加えて、黒マスク構造２３の少なくともいくつかの部分は、導電性であってよく、電気的バス送達層として機能するように構成されてよい。いくつかの実装形態では、行電極が黒マスク構造２３に接続されて、接続された行電極の抵抗が低減され得る。黒マスク構造２３は、堆積およびパターニング技法

を含めた、様々な方法を使用して形成されてよい。黒マスク構造２３は、１つまたは複数の層を含み得る。いくつかの実装形態では、黒マスク構造２３は、エタロンまたは干渉スタック構造とすることができる。たとえば、いくつかの実装形態では、干渉スタック黒マスク構造２３は、光吸収体としての働きをするモリブデン－クロム（ＭｏＣｒ）層と、$ＳｉＯ_2$層と、反射体およびバス送達層としての働きをするアルミニウム合金とを備え、厚さはそれぞれ、約３０～８０Å、５００～１０００Å、および５００～６０００Åの範囲内である。１つまたは複数の層は、フォトリソグラフィおよびドライエッチングを含めた様々な技法を使用してパターニングされてよく、たとえば、ＭｏＣｒおよび$ＳｉＯ_2$層についてはテトラフルオロメタン（もしくは四フッ化炭素、$ＣＦ_4$）および／または酸素（$Ｏ_2$）を含み、アルミニウム合金層については塩素（$Ｃｌ_2$）および／または三塩化ホウ素（$ＢＣｌ_3$）を含む。そのような干渉スタック黒マスク構造２３では、各行または列の光学スタック１６中のより低い固定電極間で信号を伝送またはバス送達するために、導電性の吸収体が使用されてよい。いくつかの実装形態では、スペーサ層３５が、光学スタック１６（吸収体層１６ａなど）中の電極（または導体）を、黒マスク構造２３中の導電層から概して電気的に絶縁する働きをすることができる。

【００７５】

[0084]図９Ｅは、ＩＭＯＤディスプレイ要素の別の横断面図であり、可動反射層１４は自立している。図９Ｄは、可動反射層１４とは構造的および／または材料的に異なる支持ポスト１８を示すが、図９Ｅの実装形態は、可動反射層１４と一体化された支持ポストを含む。そのような一実装形態では、可動反射層１４は、基礎をなす光学スタック１６と複数の場所で接触し、可動反射層１４の曲率は、ＩＭＯＤディスプレイ要素にわたる電圧が作動を引き起こすのに不十分なときに可動反射層１４が図９Ｅの非作動位置に戻るのに十分な支持を提供する。このようにして、可動反射層１４の、湾曲するかまたは下に曲がって基板または光学スタック１６に接触する部分は、「一体化された」支持ポストと考えることができる。光学スタック１６の一実装形態は、異なる複数の層を含み得るが、この実装形態は、ここでは、明確にするために、光吸収体１６ａと誘電体１６ｂとを含むように示されている。いくつかの実装形態では、光吸収体１６ａは、固定電極と部分反射層の両方としての働きをすることができる。いくつかの実装形態では、光吸収体１６ａは、可動反射層１４よりも１桁薄いものとすることができる。いくつかの実装形態では、光吸収体１６ａは、反射副層１４ａよりも薄い。

【００７６】

[0085]図９Ａ～図９Ｅに示すような実装形態では、ＩＭＯＤディスプレイ要素は、直視型デバイスの一部を形成する。この直視型デバイスでは、透明な基板２０の前側から画像を見ることができ、前側は、この例では、ＩＭＯＤディスプレイ要素が形成されている側の反対側である。これらの実装形態では、デバイスの後部（すなわち、たとえば図９Ｃに示す変形可能層３４を含めた、ディスプレイデバイスの可動反射層１４の奥の任意の部分）は、ディスプレイデバイスの画質に影響することまたは悪影響を及ぼすことなく、構成されることおよび作用を受けることが可能である。というのは、反射層１４がデバイスのこれらの部分を光学的に遮蔽するからである。たとえば、いくつかの実装形態では、バス構造（図示せず）が可動反射層１４の奥に含まれてよく、このバス構造は、電圧アドレッシングおよびそのようなアドレッシングの結果として生じる動きなど、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提供する。

【００７７】

[0086]図１０は、ＩＭＯＤディスプレイまたはディスプレイ要素のための製造プロセス８０を示す流れ図である。図１１Ａ～図１１Ｅは、ＩＭＯＤディスプレイまたはディスプレイ要素を作製するための製造プロセス８０の様々な段階の断面図である。いくつかの実装形態では、製造プロセス８０は、ＩＭＯＤディスプレイまたはディスプレイ要素など、１つまたは複数のＥＭＳデバイスを製造するために実装され得る。そのようなＥＭＳデバイスの製造は、図１０に示されていない他のブロックをも含むことができる。プロセス８０は、ブロック８２において、基板２０の上への光学スタック１６の形成から始まる。図

１１Ａは、基板２０の上に形成されるこのような光学スタック１６を示す図である。基板２０は、図７に関して上記で説明した材料など、ガラスまたはプラスチックなどの透明基板であり得る。基板２０は、フレキシブルであるかまたは比較的固く曲がらないことがあり、光学スタック１６の効率的な形成を可能にするために、洗浄などの事前準備プロセスにかけられていることがある。上記で説明したように、光学スタック１６は、電気伝導性であり、部分的に透明で、部分的に反射性で、部分的に吸収性であることがあり、たとえば、透明基板２０上に、所望の特性を有する１つまたは複数の層を堆積させることによって、作製され得る。

【００７８】

[0087]図１１Ａでは、光学スタック１６は、副層１６ａと１６ｂとを有する多層構造を含むが、いくつかの他の実装形態では、これより多い数、または少ない数の副層も含まれ得る。いくつかの実装形態では、副層１６ａおよび１６ｂのうちの１つは、組み合わせられた導体／吸収体副層１６ａなど、光吸収特性と電気伝導特性の両方で構成され得る。いくつかの実装形態では、副層１６ａおよび１６ｂの一方は、モリブデンクロム（モリクロム（molychrome）またはＭｏＣｒ）、または好適な複素屈折率をもつ他の材料を含むことができる。さらに、副層１６ａおよび１６ｂのうちの１つまたは複数は、平行ストリップにパターニングされ得、ディスプレイデバイスにおける行電極を形成し得る。そのようなパターニングは、マスキングおよびエッチングプロセス、または当技術分野で既知の別の適当なプロセスによって実行され得る。いくつかの実装形態では、副層１６ａおよび１６ｂのうちの１つは、下にある１つまたは複数の金属層および／または酸化物層（１つまたは複数の反射層および／または導電層など）の上に堆積された上側の副層１６ｂなど、絶縁層または誘電体層であり得る。さらに、光学スタック１６は、ディスプレイの行を形成する個別の平行なストリップにパターニングされ得る。図１１Ａ～図１１Ｅでは、副層１６ａおよび１６ｂは、ある程度厚く示してあるが、いくつかの実装形態では、光吸収層など、光学スタックの副層のうちの少なくとも１つは、（たとえば本開示に示す他の層に対して）かなり薄くなり得る。

【００７９】

[0088]プロセス８０はブロック８４に進み、光学スタック１６の上に犠牲層２５を形成する。犠牲層２５は、キャビティ１９を形成するために後で除去される（ブロック９０参照）ので、犠牲層２５は、得られたＩＭＯＤディスプレイ要素には示されていない。図１１Ｂは、光学スタック１６の上に形成された犠牲層２５を含む、部分的に作製されたデバイスを示す図である。光学スタック１６の上の犠牲層２５の形成は、その後に除去した後で、所望の設計サイズを有するギャップまたはキャビティ１９（図１１Ｅ参照）をもたらすように選択された厚さで、モリブデン（Ｍｏ）またはアモルファスシリコン（Ｓｉ）など、二フッ化キセノン（XeF_2）でエッチング可能な材料の体積を含み得る。犠牲材料の堆積は、物理蒸着（スパッタリングなど、多くの異なる技法を含むＰＶＤ）、プラズマ強化化学蒸着（ＰＥＣＶＤ）、熱化学蒸着（熱ＣＶＤ）、またはスピンコーティングなど、堆積技法を使用して行われ得る。

【００８０】

[0089]プロセス８０は、ブロック８６において、支持ポスト１８などの支持構造の形成を続ける。支持ポスト１８の形成は、支持構造開口（aperture）を形成するために犠牲層２５をパターニングすることと、次いで、ＰＶＤ、ＰＥＣＶＤ、熱ＣＶＤ、またはスピンコーティングなど、堆積方法を使用して、支持ポスト１８を形成するために開口中に（酸化ケイ素のような、ポリマーまたは無機材料などの）材料を堆積させることとを含み得る。いくつかの実装形態では、犠牲層中に形成された支持構造開口は、支持ポスト１８の下側端部が基板２０に接触するように、犠牲層２５と光学スタック１６の両方を通って、下にある基板２０まで延在することができる。あるいは、図１１Ｃに示すように、犠牲層２５に形成された開口は、犠牲層２５の中には延びるが、光学スタック１６の中には延びないようにすることもできる。たとえば、図１１Ｅは、光学スタック１６の上側表面と接触する支持ポスト１８の下側端部を示す。支持ポスト１８、または他の支持構造は、犠牲層

２５の上に支持構造材料の層を堆積させることと、犠牲層２５中の開口から離れて配置された支持構造材料の部分をパターニングすることとによって形成され得る。支持構造は、図１１Ｃに示すように開口内に位置づけられ得るが、少なくとも犠牲層２５の一部分の上に延びることもできる。上述のように、犠牲層２５および／または支持ポスト１８のパターニングは、マスキ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、代替パターニング方法によっても実行され得る。

【００８１】

[0090]プロセス８０はブロック８８に進み、図１１Ｄに示す可動反射層１４など、可動反射層または膜を形成する。可動反射層１４は、１つまたは複数のパターニング、マスキングおよび／またはエッチングステップとともに、たとえば、（アルミニウム、アルミニウム合金、または他の反射性材料などの）反射層堆積を含む１つまたは複数の堆積ステップを採用することによって形成され得る。可動反射層１４は、たとえば、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ニングされ得る。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。いくつかの実装形態では、可動反射層１４は、図１１Ｄに示すように、複数の副層１４ａ、１４ｂ、および１４ｃを含み得る。いくつかの実装形態では、副層１４ａおよび１４ｃ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１４ｂは、それ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。いくつかの実装形態では、機械的副層は誘電体材料を含み得る。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ＩＭＯＤディスプレイ要素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ＩＭＯＤディスプレイ要素を、本明細書では「非開放（unreleased）」ＩＭＯＤと呼ぶこともある。

【００８２】

[0091]プロセス８０は、ブロック９０において、キャビティ１９の形成を続ける。キャビティ１９は、（ブロック８４で堆積された）犠牲層２５をエッチング液に曝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、エッチング可能な犠牲材料は、犠牲層２５を、固体のXeF_2から導出された蒸気など気体または蒸気のエッチング液に、所望の量の材料を除去するのに有効な時間期間だけ曝すことによって、ドライ化学エッチングで除去され得る。犠牲材料は、通常は、キャビティ１９の周囲の構造に対して選択的に除去される。ウェットエッチングおよび／またはプラズマエッチングなど、他のエッチング方法も使用され得る。犠牲層２５は、ブロック９０の間に除去されるので、可動反射層１４は、通常はこの段階の後で可動になる。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ＩＭＯＤディスプレイ要素を、本明細書では「開放」ＩＭＯＤと呼ぶことがある。

【００８３】

[0092]図１２Ａおよび図１２Ｂに、本明細書に記載されるようなディフューザスタック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例を示す。ディスプレイデバイス４０は、たとえば、セルラーまたはモバイル電話機とすることができる。ただし、ディスプレイデバイス４０の同じ構成要素またはそれの軽微な変形は、テレビジョン、コンピュータ、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デバイスなど、様々なタイプのディスプレイデバイスをも示す。

【００８４】

[0093]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、ディフューザスタック１００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、限定されないが、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で構成され得る。ハウジング４１は、異なる色の、あるいは異なるロゴ、写真、またはシンボルを含む、他の取外し可能部分と交換され得る、

取外し可能部分（図示せず）を含むことができる。

【００８５】

[0094]ディスプレイ３０は、本明細書に記載するように、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、プラズマ、ＥＬ、ＯＬＥＤ、ＳＴＮ　ＬＣＤ、またはＴＦＴ　ＬＣＤなどの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の非フラットパネルディスプレイを含み得る。さらに、ディスプレイ３０は、本明細書に記載されるように、ＩＭＯＤ型ディスプレイを含むことができる。

【００８６】

[0095]ディスプレイデバイス４０の構成要素は、図１２Ｂ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、少なくとも部分的にはその中に封入された追加の構成要素を含むこともできる。たとえば、ディスプレイデバイス４０は、トランシーバ４７に結合され得るアンテナ４３を含むネットワーク境界面２７を含む。ネットワーク境界面２７は、ディスプレイデバイス４０上に表示され得る画像データのためのソースであり得る。したがって、ネットワーク境界面２７は画像ソースモジュールの一例であるが、プロセッサ２１および入力デバイス４８も画像ソースモジュールとして働き得る。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、（信号をフィルタ処理するかまたはさもなければ操作するなど）信号を調整することが可能であり得る。調整ハードウェア５２はスピーカ４５とマイクロフォン４６とに接続され得る。プロセッサ２１はまた、入力デバイス４８とドライバコントローラ２９とに接続され得る。ドライバコントローラ２９はフレームバッファ２８とアレイドライバ２２とに結合され得、アレイドライバ２２はディスプレイアレイ３０に結合され得る。図１２Ｂに具体的に描かれていない要素を含めた、ディスプレイデバイス４０中の１つまたは複数の要素は、メモリデバイスとして機能することか可能であってよく、プロセッサ２１と通信することが可能であってよい。いくつかの実装形態では、電源５０が、特定のディスプレイデバイス４０設計における実質的にすべての構成要素に、電力を提供することができる。

【００８７】

[0096]この例では、ディスプレイデバイス４０は、ディフューザスタック１００も含む。この例では、ディフューザスタック１００は、低屈折率フィルムおよび高屈折率フィルムを含む。この実装形態では、低屈折率フィルムと高屈折率フィルムとの間の境界面が、実質的にランダムにされたサイズのマイクロレンズのアレイを含む。

【００８８】

[0097]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することができるように、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。いくつかの実装形態では、アンテナ４３は、ＩＥＥＥ１６．１１（ａ）、（ｂ）、または（ｇ）を含むＩＥＥＥ１６．１１標準、あるいはＩＥＥＥ８０２．１１ａ、ｂ、ｇ、ｎ、およびそれらのさらなる実装形態を含むＩＥＥＥ８０２．１１標準に従って、ＲＦ信号を送信および受信する。いくつかの他の実装形態では、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、４Ｇまたは５Ｇ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）、モバイル通信用グローバルシステム（ＧＳＭ（登録商標）：Global System for Mobile communications）、ＧＳＭ／汎用パケット無線サービス（ＧＰＲＳ：General Packet Radio Service）、拡張データＧＳＭ環境（ＥＤＧＥ：Enhanced Data GSM Environment）、地上基盤無線（ＴＥＴＲＡ：Terrestrial Trunked Radio）、広帯域ＣＤＭＡ（Ｗ－ＣＤＭＡ（登録商標））、エボリューションデータオプティマイズド（ＥＶ－ＤＯ：Evolution Data

Optimized）、１ｘＥＶ－ＤＯ、ＥＶ－ＤＯ　ＲｅｖＡ、ＥＶ－ＤＯ　ＲｅｖＢ、高速パケットアクセス（ＨＳＰＡ：High Speed Packet Access）、高速ダウンリンクパケットアクセス（ＨＳＤＰＡ：High Speed Downlink Packet Access）、高速アップリンクパケットアクセス（ＨＳＵＰＡ：High Speed Uplink Packet Access）、発展型高速パケットアクセス（ＨＳＰＡ＋：Evolved High Speed Packet Access）、ロングタームエボリューション（ＬＴＥ（登録商標）：Long Term Evolution）、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得る。トランシーバ４７は、アンテナ４３から受信される信号がプロセッサ２１によって受信され、さらに操作され得るように、それらの信号を事前処理することができる。トランシーバ４７は、プロセッサ２１から受信される信号がアンテナ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、それらの信号を処理することもできる。

【００８９】

[0098]いくつかの実装形態では、トランシーバ４７は、受信機で置換され得る。さらに、いくつかの実装形態では、ネットワークインターフェース２７は、プロセッサ２１に送信される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で置換され得る。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得るフォーマットに、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、または記憶する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、通常は、画像内の各位置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、飽和およびグレースケールレベルを含むことができる。

【００９０】

[0099]プロセッサ２１は、マイクロコントローラ、ＣＰＵ、またはディスプレイデバイス４０の動作を制御するための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、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に、増幅器と、フィルタとを含み得る。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ってもよいし、あるいはプロセッサ２１または他の構成要素内に組み込まれていてもよい。

【００９１】

[0100]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から取り込むことができ、その生画像データをアレイドライバ２２への高速送信のために適当に再フォーマット化することができる。いくつかの実装形態では、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化して、ディスプレイアレイ３０にわたる走査に適した時間順序を有するようにすることができる。次いで、ドライバコントローラ２９は、フォーマット化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、独立型集積回路（ＩＣ）としてシステムプロセッサ２１と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、多くの方法で実装され得る。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に埋め込まれ得、ソフトウェアとしてプロセッサ２１に埋め込まれ得、またはハードウェアでアレイドライバ２２と完全に一体化され得る。

【００９２】

[0101]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、ディスプレイのディスプレイ要素の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印加される。

【００９３】

[0102]いくつかの実装形態では、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、本明細書に記載するタイプのディスプレイのうちのいずれかに適している。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ディスプレイ要素コントローラなど）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ディスプレイ要素ドライバなど）であり得る。その上、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ディスプレイ要素のアレイを含むディスプレイなど）であり得る。いくつかの実装形態では、ドライバコントローラ２９は、アレイドライバ２２と一体化され得る。そのような実装形態は、たとえばモバイル電話、ポータブル電子デバイス、腕時計、または小面積ディスプレイなど、高度に集積されたシステムで有用であり得る。

【００９４】

[0103]いくつかの実装形態では、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の動作を制御することを可能にすることが可能であり得る。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、ディスプレイアレイ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の入力デバイスとして機能することが可能であり得る。いくつかの実装形態では、マイクロフォン４６を通した音声コマンドが、ディスプレイデバイス４０の動作を制御するために使用され得る。

【００９５】

[0104]電源５０は様々なエネルギー蓄積デバイスを含むことができる。たとえば、電源５０は、ニッケルカドミウムバッテリまたはリチウムイオンバッテリなどの充電式バッテリであり得る。充電可能バッテリを使用する実装形態では、充電可能バッテリは、たとえば壁ソケット、あるいは光起電力デバイスまたはアレイから取られる電力を使用して充電可能であり得る。代替的に、充電式バッテリはワイヤレス充電可能であり得る。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であり得る。電源５０は、壁付きコンセントから電力を受けることも可能であり得る。

【００９６】

[0105]いくつかの実装形態では、制御のプログラム可能性は、電子ディスプレイシステム中のいくつかの場所に位置づけられ得るドライバコントローラ２９にある。いくつかの他の実装形態では、制御のプログラム可能性は、アレイドライバ２２にある。上述の最適化は、任意数のハードウェア構成要素および／またはソフトウェア構成要素で、様々な構成で、実施され得る。

【００９７】

[0106]本明細書で使用される品目のリスト「のうちの少なくとも１つ」という文句は、個々のメンバも含めて、それらの品目の任意の組合せを指す。一例として、「ａ、ｂ、またはｃのうちの少なくとも１つ」は、ａと、ｂと、ｃと、ａ－ｂと、ａ－ｃと、ｂ－ｃと、ａ－ｂ－ｃとを包含するものとする。

【００９８】

[0107]本明細書に開示する実装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プロセスは、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装され得る。ハードウェアとソフトウェアの交換可能性については、機能性の点からすでに大まかに説明してあり、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、およびプロセスで図示されている。そのような機能性がハードウェアで実装されるかソフトウェアで実装されるかは、システム全体に課される具体的なアプリケーションおよび設計の制約によって決まる。

【００９９】

[0108]本明細書に開示する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、および回路を実装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、本明細書に記載する機能を実行するように設計された、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、あるいはそれらの任意の組合せによって実装または実行され得る。汎用プロセッサは、マイクロプロセッサ、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、複数のマイクロプロセッサ、ＤＳＰコアと関連付けられた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の組合せとして実装され得る。いくつかの実装形態では、特定のプロセスおよび方法は、所与の機能に特有の回路によって実行され得る。

【０１００】

[0109]１つまたは複数の態様では、記載した機能は、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、本明細書に開示の構造およびその構造的均等物を含むファームウェア、またはそれらの任意の組合せで実施され得る。本明細書に記載する対象の実装は、データ処理装置によって実行されるように、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、１つまたは複数のコンピュータプログラム、すなわち１つまたは複数のコンピュータプログラム命令のモジュールとして実装され得る。上述の最適化。

【０１０１】

[0110]ソフトウェアで実装される場合は、これらの機能は、１つまたは複数の命令またはコードとして、非一時的な媒体などのコンピュータ可読媒体上に記憶され、またはそのようなコンピュータ可読媒体を介して伝送され得る。本明細書に開示された方法またはアルゴリズムのプロセスは、コンピュータ可読媒体上に存在できるプロセッサ実行可能ソフトウェアモジュールにおいて実施され得る。コンピュータ可読媒体は、ある場所から別の場所にコンピュータプログラムを転送することを可能にされ得る任意の媒体を含む、コンピュータ記憶媒体とコンピュータ通信媒体の両方を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスされ得る任意の利用可能な媒体であってよい。例として、限定はされないが、非一時的な媒体は、ＲＡＭ、ＲＯＭ、ＥＥＰＲＯＭ（登録商標）、ＣＤ－ＲＯＭまたは他の光学ディスク（disk）記憶装置、磁気ディスク（disk）記憶装置または他の磁気記憶デバイス、あるいは命令またはデータ構造の形態の所望のプログラムコードを記憶するために使用され得る、コンピュータによってアクセスされ得る任意の他の媒体を含み得る。また、任意の接続も、適宜コンピュータ可読媒体と呼ばれ得る。本明細書で使用されるディスク（disk）およびディスク（disc）は、コンパクトディスク（ＣＤ）、レーザーディスク（登録商標）（disc）、光ディスク（disc）、デジタル汎用ディスク（disc）（ＤＶＤ）、フロッピー（登録商標）ディスク（disk）、およびｂｌｕ－ｒａｙ（登録商標）ディスク（disc）を含み、ここで、ディスク（disk）は、通常、磁気的にデータを再現するものであり、ディスク（disc）は、レーザを用いて光学的にデータを再現するものである。上記の組合せもコンピュータ可読媒体の範囲内に含まれるべきである。さらに、方法またはアルゴリズムの動作は、コンピュータプログラム製品に組み込まれ得る、機械可読媒体およびコンピュータ可読媒体上のコードおよび命令のうちの１つ、あるいはそれらの任意の組合せまたはセットとして存在し得る。

【０１０２】

[0111]本開示に記載する実装形態の様々な修正は、当業者には容易に明らかになり得、本明細書で定義する包括的な原理は、本開示の趣旨または範囲を逸脱することなく、他の実装形態にも適用され得る。したがって、特許請求の範囲は、本明細書に示す実装形態に限定されるように意図されたものではなく、本開示ならびに本明細書に開示する原理および新規の特徴と矛盾しない最も広い範囲が認められるものとする。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、実装されたＩＭＯＤ（または任意の他

のデバイス）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。

【０１０３】

[0112]別個の実装形態という文脈で本明細書に記載される特定の特徴は、単一の実装形態で組み合わせても実装され得る。逆に、単一の実装形態という文脈で記載される様々な特徴も、複数の実装形態で、別個に、または任意の適当な部分的組合せで、実装され得る。さらに、特徴が特定の組合せで作用するものとして上記に記載され、最初にそのように請求されることもあるが、請求される組合せの１つまたは複数の特徴は、場合によっては、その組合せから切り離されることもあり、請求される組合せは、部分的組合せ、または部分的組合せの変形を対象とすることもある。

【０１０４】

[0113]同様に、図面では、動作が特定の順序で描かれているが、これは、望ましい結果を達成するために、そのような動作が図示の特定の順序でまたは順番に実施されることが必要であるかまたは図示のすべての動作が実施されることが必要であると理解されるべきではない。さらに、図面は、１つまたは複数の例示的なプロセスを、流れ図の形態で概略的に示し得る。しかしながら、示されていない他の動作も、概略的に図示されたそれらの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、図示の動作のいずれかの前または後に、それと同時に、またはそれらの間に、実行され得る。特定の状況では、マルチタスキングおよび並列処理が有利であり得る。さらに、上述の実装形態の様々なシステム構成要素の分離は、すべての実装形態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はなく、記載されるプログラム構成要素およびシステムは、一般に、単一のソフトウェア製品に一体化されることもあれば、複数のソフトウェア製品にパッケージングされることもあることを理解されたい。さらに、他の実装形態も、以下の特許請求の範囲内に含まれる。いくつかの場合には、特許請求の範囲に記載されるアクションは、異なる順序でも実行され得、それでも望ましい結果を達成し得る。

【図２Ｃ】

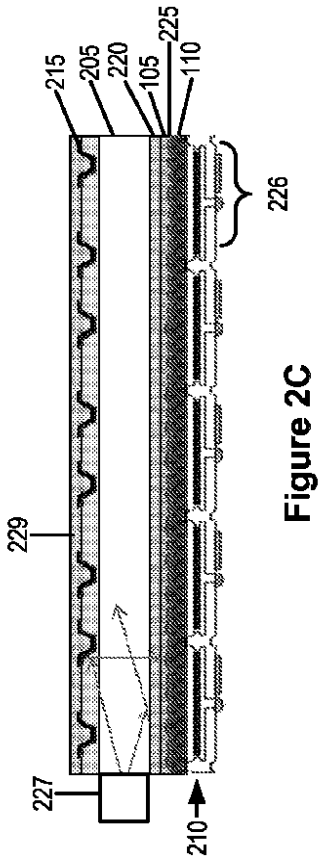

Figure 2C

【図２Ｄ】

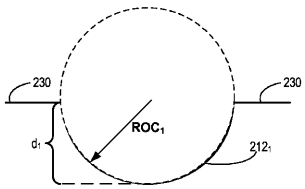

Figure 2D

【図２Ｅ】

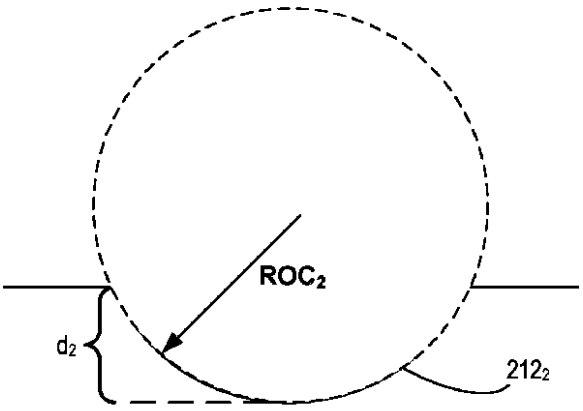

Figure 2E

【図４Ａ】

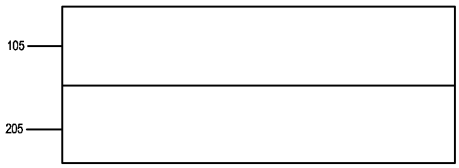

Figure 4A

【図４Ｂ】

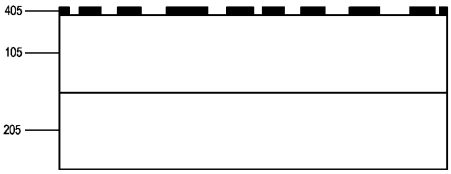

Figure 4B

【図４Ｃ】

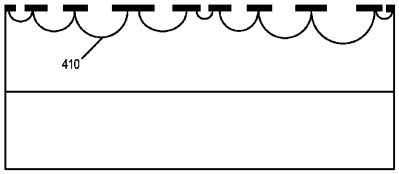

Figure 4C

【図４Ｄ】

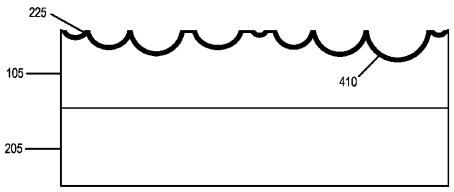

Figure 4D

【図４Ｅ】

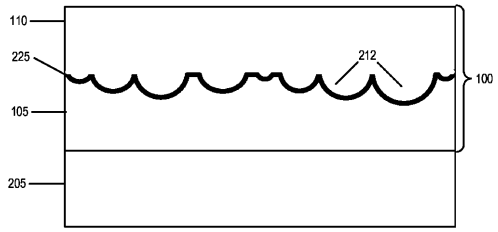

Figure 4E

【図４Ｆ】

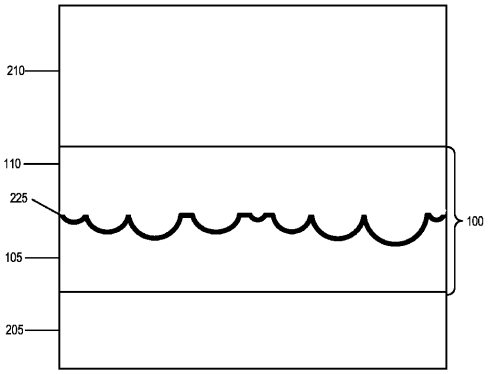

Figure 4F

【図５Ａ】

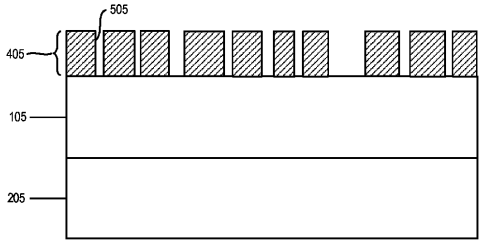

Figure 5A

【図５Ｂ】

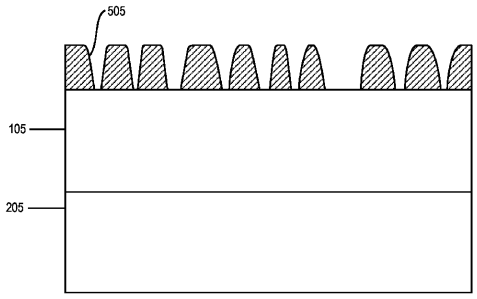

Figure 5B

【図５Ｃ】

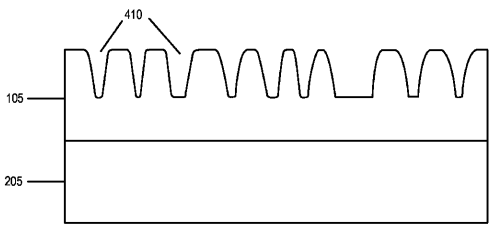

Figure 5C

【図６Ａ】

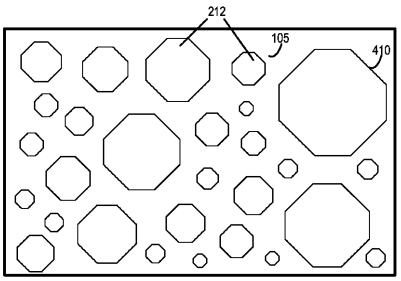

Figure 6A

【図６Ｂ】

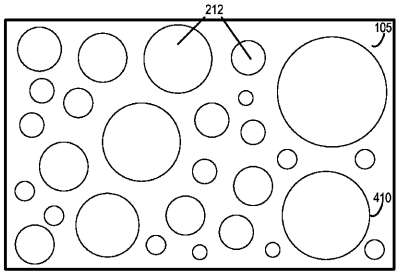

Figure 6B

【図７】

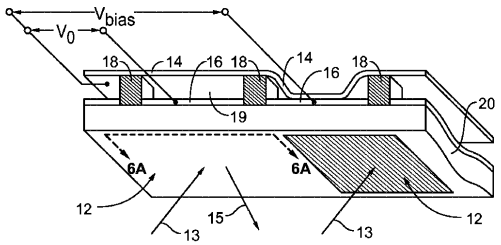

Figure 7

【図９Ａ】

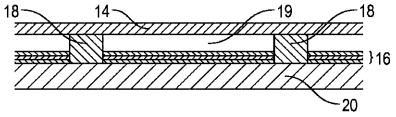

FIG. 9A

【図９Ｂ】

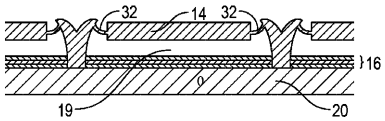

FIG. 9B

【図９Ｃ】

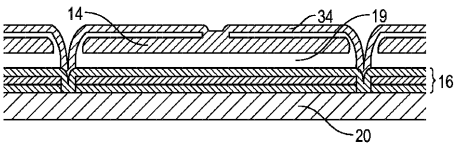

FIG. 9C

【図９Ｄ】

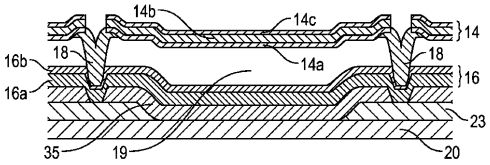

FIG. 9D

【図９Ｅ】

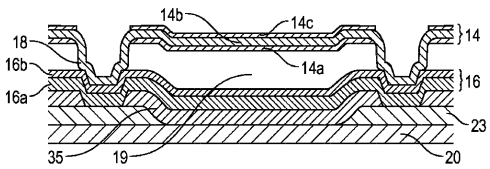

FIG. 9E

【図１１Ａ】

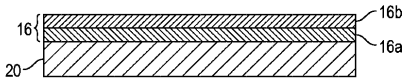

FIG. 11A

【図１１Ｂ】

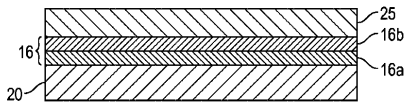

FIG. 11B

【図１１Ｃ】

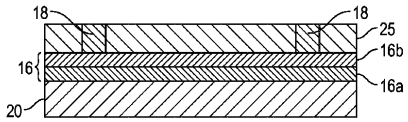

FIG. 11C

【図１１Ｄ】

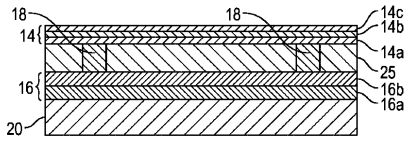

FIG. 11D

【図１１Ｅ】

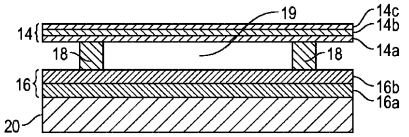

FIG. 11E

【図１２Ａ】

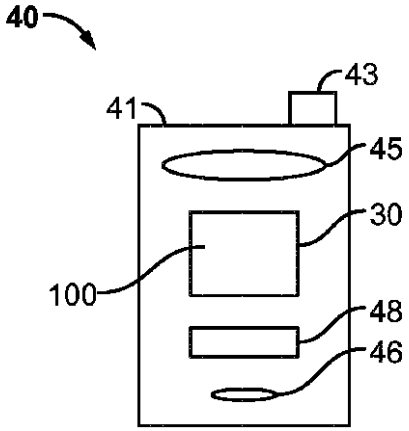

Figure 12A

【図１】

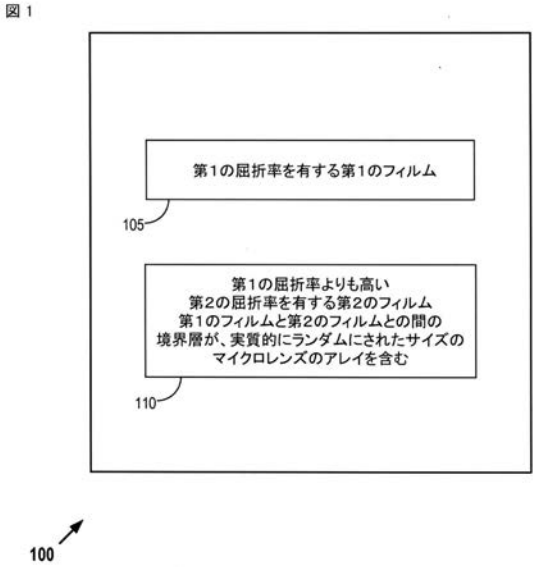

Figure 1

【図２Ａ】

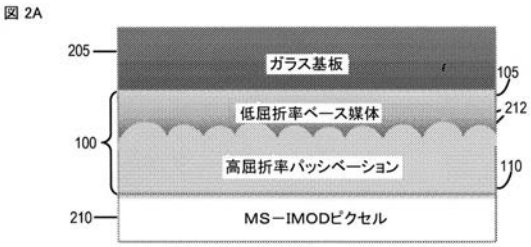

Figure 2A

【図２Ｂ】

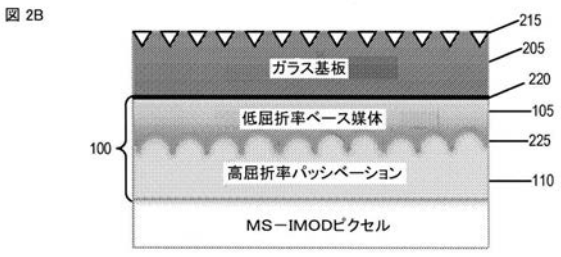

Figure 2B

【図３】

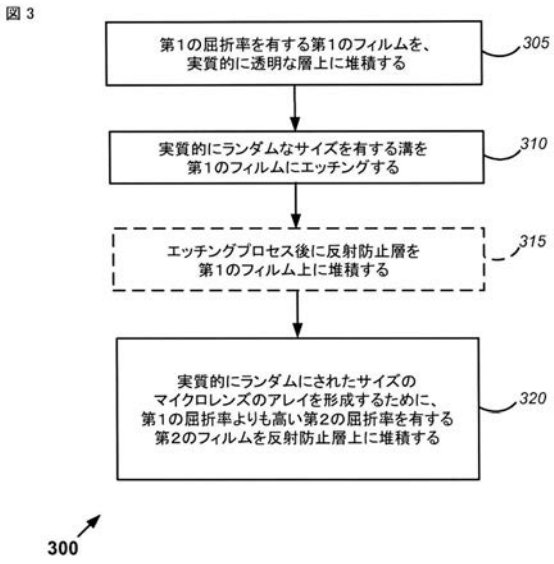

Figure 3

【図８】

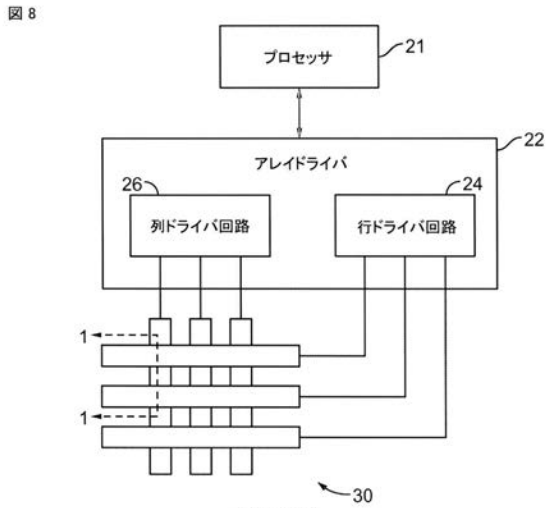

Figure 8

【図１０】

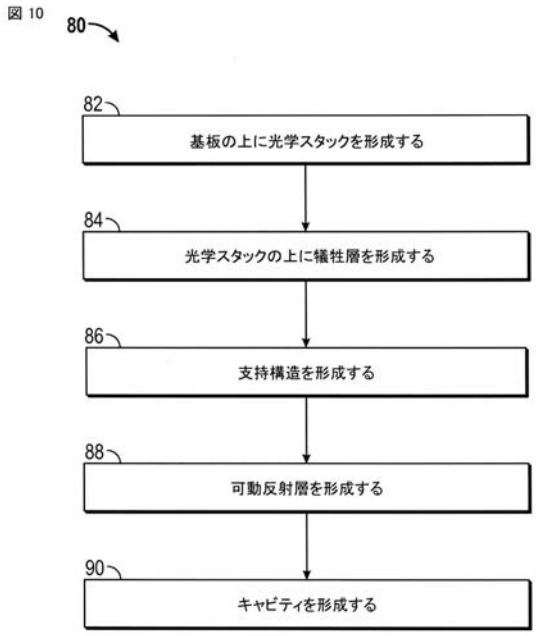

FIG. 10

【図１２Ｂ】

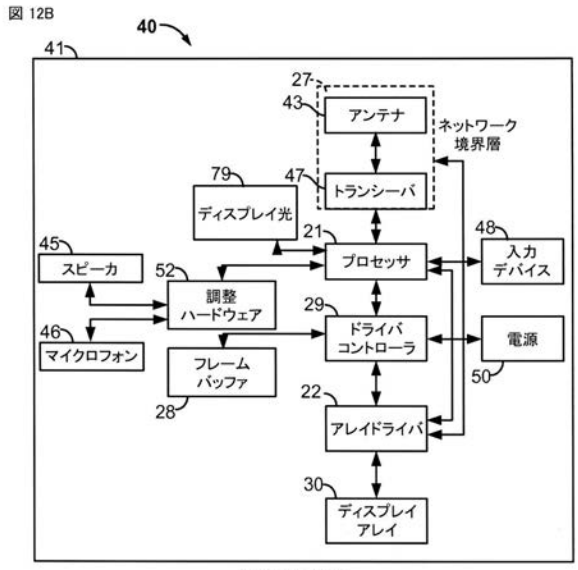

Figure 12B

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2014/060062

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B3/00 G02B5/02 G02B26/00
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)
G02F G02B

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	JP 2006 284831 A (SANYO EPSON IMAGING DEVICES CO) 19 October 2006 (2006-10-19)	1-4
Y	paragraphs [0001] - [0054]; figures 1-5	5
X	US 2004/211753 A1 (SHIMIZU NOBUO [JP] ET AL) 28 October 2004 (2004-10-28)	1-4
Y	paragraphs [0116] - [0209]; figures 1-12	5
X	US 2008/049165 A1 (MIN JEE-HONG [KR] ET AL) 28 February 2008 (2008-02-28) paragraphs [0047] - [0051]; figures 9,10	1-3
Y	US 2005/224694 A1 (YAUNG DUN-NIAN [TW]) 13 October 2005 (2005-10-13) paragraph [0018]; figure 1	5
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 January 2015	23/03/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Baur, Christoph

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2014/060062

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 640 850 A2 (TORAY INDUSTRIES [JP]) 1 March 1995 (1995-03-01) page 6, line 51 - page 7, line 31; figures 7,11	5
A	US 2009/097100 A1 (GALLY BRIAN J [US] ET AL) 16 April 2009 (2009-04-16) paragraphs [0086] - [0092]; figures 1,8	1-5
A	US 2012/092747 A1 (MARTIN RUSSEL ALLYN [US] ET AL) 19 April 2012 (2012-04-19) figures 12-14	1-5

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2014/060062

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-5

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ US2014/ 060062

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-5

apparatus with an array of random sized micro lenses between two layers, having a conformal anti-reflective layer at the interface

---

2. claims: 6-17

apparatus with an array of random sized micro lenses between two layers, having an array of pixels disposed proximate to the second film

---

3. claims: 18-23

method of forming an array of random sized micro lenses between two layers

---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2014/060062

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2006284831 A	19-10-2006	NONE	
US 2004211753 A1	28-10-2004	CN 1519588 A	11-08-2004
		JP 4096810 B2	04-06-2008
		JP 2004287373 A	14-10-2004
		KR 20040069293 A	05-08-2004
		TW 200426543 A	01-12-2004
		US 2004211753 A1	28-10-2004
US 2008049165 A1	28-02-2008	JP 5190588 B2	24-04-2013
		JP 2008052280 A	06-03-2008
		KR 20080018504 A	28-02-2008
		US 2008049165 A1	28-02-2008
US 2005224694 A1	13-10-2005	TW I252332 B	01-04-2006
		US 2005224694 A1	13-10-2005
EP 0640850 A2	01-03-1995	CA 2131039 A1	01-03-1995
		EP 0640850 A2	01-03-1995
		TW 260803 B	21-10-1995
		US 5555476 A	10-09-1996
US 2009097100 A1	16-04-2009	EP 1794645 A1	13-06-2007
		JP 5214970 B2	19-06-2013
		JP 2008514989 A	08-05-2008
		JP 2011138138 A	14-07-2011
		RU 2007115909 A	10-11-2008
		TW I402598 B	21-07-2013
		US 2006077123 A1	13-04-2006
		US 2009097100 A1	16-04-2009
		WO 2006036451 A1	06-04-2006
US 2012092747 A1	19-04-2012	CN 103168266 A	19-06-2013
		EP 2630539 A1	28-08-2013
		JP 2014504371 A	20-02-2014
		KR 20130130716 A	02-12-2013
		TW 201227137 A	01-07-2012
		US 2012092747 A1	19-04-2012
		WO 2012054303 A1	26-04-2012

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
F21S 2/00 (2016.01)	F21S 2/00 481	

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,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,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,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,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,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,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(72)発明者 カッリ、ジョシ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 ９２１２１、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ ５７７５
(72)発明者 ビタ、イオン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 ９５１３４、サン・ホセ、６５ リオ・ロブレス イー．、アパートメント １２０４
(72)発明者 マ、ジャン・ジム
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 ９２１２１、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ ５７７５
(72)発明者 パテル、サプナ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 ９２１２１、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ ５７７５
(72)発明者 ワン、ライ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 ９２１２１、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ ５７７５

Ｆターム(参考) 2H042 BA04 BA12 BA14 BA15 BA20
2H141 MA04 MA05 MB28 MB56 MB63 MC06 MD02 MD04 MD31 ME21
ME25 MG03 MZ03 MZ16 MZ20 MZ27
3K244 AA01 BA15 CA02 GA01 GA11 GA14 GA18
5C094 AA06 AA11 BA27 BA43 BA66 ED01 ED12 ED15 FA01
5G435 AA02 BB05 BB12 BB16 FF02 FF06 FF08 GG02 HH02