

(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2006-100795

(P2006-100795A)

(43) 公開日 平成18年4月13日(2006.4.13)

(51) Int.C1.

H01L 21/302 (2006.01)
 B81C 5/00 (2006.01)
 G02B 26/00 (2006.01)

F 1

H01L 21/302 201A
 B81C 5/00
 G02B 26/00

テーマコード(参考)

2H041
 5FO04

審査請求 有 請求項の数 38 O L 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2005-227383 (P2005-227383)
 (22) 出願日 平成17年8月5日 (2005.8.5)
 (31) 優先権主張番号 60/613,423
 (32) 優先日 平成16年9月27日 (2004.9.27)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 11/083,030
 (32) 優先日 平成17年3月17日 (2005.3.17)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 505258472
 アイディーシー、エルエルシー
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94
 107、サン・フランシスコ、サード・ス
 トリート 2415
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

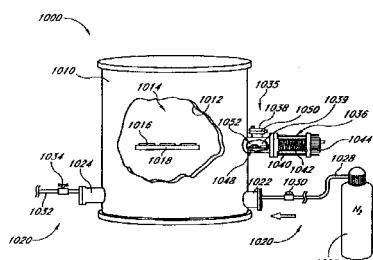
(54) 【発明の名称】効率を高めたフッ化キセノン・エッチングのための方法及びシステム

(57) 【要約】

【課題】効率を高めたフッ化キセノン・エッチングのための方法及びシステム。

【解決手段】ここに提供されたものは、MEMS装置を制作するために有用な装置及び方法である。開示された装置の1態様は、固体状態エッチャントに曝されたエッチ可能な材料を具備する基板を提供し、ここで、基板及び固体状態エッチャントは、エッチング室内に配置される。複数の実施形態では、固体状態エッチャントは、基板に近接した位置に移動される。その他の実施形態では、変更可能な隔壁は、基板と固体状態エッチャントとの間にあり、開かれる。固体状態エッチャントは、エッチ可能な材料をエッチングするために適した気相エッチャントを生成する。複数の好ましい実施形態では、固体状態エッチャントは、固体2フッ化キセノンである。装置及び方法は、光学的変調器の製作におけるリリース・エッチを実行することにおいて有利に使用される。

【選択図】図10A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エッティング室及びエッチャント・モジュールを具備するエッティングのための装置であって、ここで、

エッチャント・モジュールは、収縮した位置と延伸した位置との間を移動可能である、

収縮した位置では、エッチャント・モジュールは、実質的にエッティング室の外部にある、及び

延伸した位置では、エッチャント・モジュールは、実質的にエッティング室の内部にある。

10

【請求項 2】

エッティング室は、ステンレス鋼を具備する、請求項 1 の装置。

【請求項 3】

基板支持台をさらに具備する、請求項 1 の装置。

【請求項 4】

基板支持台上の基板の反射率を検出するために構成された光学的センサをさらに具備する、請求項 3 の装置。

【請求項 5】

フェースプレートをさらに具備する、請求項 1 の装置であって、ここで、フェースプレートは、エッチャント・モジュールが収縮した位置にある時に、エッチャント・モジュールからエッティング室を封止する。

20

【請求項 6】

ページ・システムをさらに具備する、請求項 1 の装置。

【請求項 7】

延伸した位置と収縮した位置との間のモジュールの移動は、自動化されている、請求項 1 の装置。

【請求項 8】

エッチャント・モジュールは、固体 2 フッ化キセノンを支持するために構成されたプラットフォームを具備する、請求項 1 の装置。

【請求項 9】

エッチされるべき基板を収納するための手段、ここで、基板は、微小電気機械システム装置の一部分になるように構成される；

基板を支持するための手段；

エッチャントを支持するための手段；及び

収納手段の内部で近接させて基板支持手段とエッチャント支持手段とを位置決めさせるための手段、

を具備するエッティングのための装置。

【請求項 10】

収納手段は、エッティング室を具備する、請求項 9 の装置。

【請求項 11】

基板支持手段は、エッチされるべき基板の支持台を具備する、請求項 9 の装置。

40

【請求項 12】

エッチャント支持手段は、エッチャント・モジュールを具備する、請求項 9 の装置。

【請求項 13】

位置決め手段は、移動装置を具備する、請求項 9 の装置。

【請求項 14】

微小電気機械システム装置は、光学的変調器を具備する、請求項 9 の装置。

【請求項 15】

チャンバ、その上に微小電気機械システム装置が形成される基板のための支持台、及び固体 2 フッ化キセノンを具備する、エッティングのための装置であって、ここで、支持台及

50

び固体 2 フッ化キセノンがチャンバ内部に配置される。

【請求項 16】

微小電気機械システム装置は、光学的変調器を具備する、請求項 15 の装置。

【請求項 17】

その上に微小電気機械システム装置が形成される基板のための支持台、及び固体 2 フッ化キセノンを具備する、エッチングのための装置であって、ここで、支持台及び固体 2 フッ化キセノンは、エッチング可能な材料を具備する基板をエッチするために固体 2 フッ化キセノンから生成された蒸気に十分に近接される。

【請求項 18】

支持台と固体 2 フッ化キセノンとの間の距離は、10 cm より大きくなない、請求項 17 10 の装置。

【請求項 19】

エッチング可能な材料を具備する基板をエッチング室内部に配置すること、及び 固体エッチャントをエッチング室内部に配置すること、ここで、固体エッチャントはエッチング可能な材料をエッチングできる気相エッチャントを生成する、を具備する、微小電気機械システム装置を製作する方法。

【請求項 20】

微小電気機械システム装置は、光学的変調器を具備する、請求項 19 の方法。

【請求項 21】

固体エッチャントは、固体 2 フッ化キセノンを具備する、請求項 19 の方法。

【請求項 22】

エッチング可能な材料は、モリブデンを具備する、請求項 19 の方法。

【請求項 23】

エッチング可能な材料は、シリコンを具備する、請求項 19 の方法。

【請求項 24】

エッチング室内部に基板を配置すること；

エッチング室内部へエッチャント・モジュールを延伸すること、ここで、

固体エッチャントは、エッチャント・モジュール上に支持される、及び

固体エッチャントは、基板上の材料をエッチングできる気相エッチャントを生成する；及び 30

気相エッチャントが材料をエッチすることを可能にすること、

を具備する、微小電気機械システム装置を製作する方法。

【請求項 25】

微小電気機械システム装置は、光学的変調器を具備する、請求項 24 の方法。

【請求項 26】

固体エッチャントは、固体 2 フッ化キセノンを具備する、請求項 24 の方法。

【請求項 27】

基板上の材料は、モリブデン又はシリコンを具備する、請求項 24 の方法。

【請求項 28】

エッチング可能な材料を具備する基板をエッチング室内部に配置すること；及び 40

固体エッチャントをエッチング室内部に配置すること、ここで、固体エッチャントは

、エッチング可能な材料をエッチングできる流体エッチャントを生成する、を具備する方法にしたがって製作された、微小電気機械システム装置。

【請求項 29】

微小電気機械システム装置は、光学的変調器を具備する、請求項 28 の微小電気機械システム装置。

【請求項 30】

固体エッチャントは、固体 2 フッ化キセノンを具備する、請求項 28 の微小電気機械システム装置。

【請求項 31】

エッティング可能な材料は、モリブデンを具備する、請求項 2 8 の微小電気機械システム装置。

【請求項 3 2】

エッティング可能な材料は、シリコンを具備する、請求項 2 8 の微小電気機械システム装置。

【請求項 3 3】

エッティング室内部に固体 2 フッ化キセノンを供給すること；

エッティング室内部でエッティング可能な材料を具備する基板を支持すること；及び

固体 2 フッ化キセノンにより発生された蒸気を用いて基板からエッティング可能な材料をエッティングすること；

を具備する、微小電気機械システムを製作する方法。

【請求項 3 4】

微小電気機械システム装置は、光学的変調器を具備する、請求項 3 3 の方法。

【請求項 3 5】

エッティング可能な材料は、モリブデン又はシリコンを具備する、請求項 3 3 の方法。

【請求項 3 6】

エッティング室内部でエッティング可能な材料を具備する基板を支持すること；及び

固体 2 フッ化キセノンにより生成された蒸気がエッティング可能な材料をエッチするように基板に十分に近接させて固体 2 フッ化キセノンを置くこと；

を具備する、微小電気機械システムを製作する方法。

【請求項 3 7】

微小電気機械システム装置は、光学的変調器を具備する、請求項 3 6 の方法。

【請求項 3 8】

エッティング可能な材料は、モリブデン又はシリコンを具備する、請求項 3 6 の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本明細書は、一般に、電子装置を製作することに係る。より詳しくは、本明細書は、微小電気機械システム装置を製作するために有効な装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

微小電気機械システム (microelectromechanical systems) (MEMS) は、微小機械素子、アクチュエータ、及び電子機器を含む。微小機械素子は、堆積、エッティング、及び / 又は、基板及び / 又は堆積された材料の一部分をエッティングして取り除く、若しくは電子装置及び電子機械装置を形成するために複数の層を付加する、その他のマイクロマシニング・プロセスを使用して創り出せることができる。これらのプロセスのあるものは、半導体製造に使用されるために本来開発されたものに類似している。

【0 0 0 3】

空間光変調器は、MEMS の一例である。種々の異なるタイプの空間光変調器が、画像アプリケーションのために使用されることができる。空間光変調器の一つのタイプが光干渉変調器である。光干渉変調器は、1 対の導電性プレートを具備し、その一方又は両方が、部分的に透明であり、そして適切な電子信号の印加で相対的な動きが可能である。一方のプレートは、基板上に堆積された静止層を具備し、他方のプレートは、静止層を覆って吊り下げられた金属膜を具備することができる。そのような装置は、広範囲のアプリケーションを有し、これらのタイプの装置の特性を利用すること及び / 又は変形することは、この技術において有益であり、その結果、自身の特徴は、既存の製品を改善することに活用されることができ、未だ開発されていない新たな製品を創り出すことに活用することができる。

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【0004】

[特定の実施形態の要約]

本発明のシステム、方法、及び装置は、それぞれ複数の態様を有し、そのいずれもが、その好ましい特性に単独で寄与するのではない。本発明の範囲を制限することなく、自身のより卓越した特徴が、ここに簡潔に説明される。本明細書を熟考した後で、特に“特定の実施形態の詳細な説明”の項を読んだ後で、本発明の特徴が、例えば、改善されたスループット、制御及びプロセス柔軟性を含む複数の利点をどのように与えるかを理解するであろう。

【0005】

ここに与えられるものは、MEMS装置を製作するために有効な装置及び方法である。開示された装置の1態様は、固体状態エッチャントに曝されたエッチング可能な材料を具備する基板を提供する。ここで、基板及び固体状態エッチャントは、エッチング室内に配置される。複数の実施形態では、固体状態エッチャントは、基板に非常に近接するように移動される。その他の実施形態では、変更可能な隔壁は、基板と固体状態エッチャントとの間にあり、開かれる。固体状態エッチャントは、エッチング可能な材料をエッチングするために適した気相エッチャントを生成する。複数の好ましい実施形態では、固体状態エッチャントは、固体2フッ化キセノンである。装置及び方法は、光学的変調器の製作においてリリース・エッチを実行することに有利に使用される。

【0006】

複数の実施形態は、チャンバ、微小電気機械システム装置がその上に形成される基板のための支持台、及び固体2フッ化キセノンを具備するエッチングのための装置を提供する。ここで、支持台及び固体2フッ化キセノンは、チャンバ内部に配置される。

【0007】

ここに開示されたその他の実施形態は、エッチング・モジュール及びエッチング室を具備するエッチングのための装置を提供する。ここで、エッチング室は、室内、外壁、及びその中の基板のための支持台を具備し、ここで、装置は、第1の構成、そこではエッチャント・モジュールがエッチング室の室内に配置され、支持台上に配置された基板と流体で通じている、及び第2の構成、そこではエッチャント・モジュールが支持台上に配置された基板と流体で通じていない、を有する。複数の実施形態では、エッチャント・モジュールは、収縮した位置と延伸した位置との間を移動し；収縮した位置では、エッチャント・モジュールは、実質的にエッチング室の外部にある；そして延伸した位置では、エッチャント・モジュールは、実質的にエッチング室の内部にある。

【0008】

その他の実施形態は、下記を具備する、エッチングのための装置を提供する：エッチング室；その上に微小電気機械システム装置が形成される基板のための支持台；エッチャント・モジュール；及び支持台上の基板をエッチング室内部のエッチャント・モジュールに曝すための手段。

【0009】

その他の実施形態は、その上に微小電気機械システム装置が形成される基板のための支持台、及び固体2フッ化キセノンを具備する、エッチングのための装置を提供する。ここで、支持台及び固体2フッ化キセノンは、エッチング可能な材料を具備する基板をエッチするために固体2フッ化キセノンから生成された蒸気に十分に近接される。複数の実施形態では、支持台と固体2フッ化キセノンは、約10cmより小さい距離離れる。

【0010】

ここに開示されたその他の実施形態は、微小電気機械システム装置を製作するための方法、及びその方法にしたがって製作された微小電気機械システム装置を提供する。ここで、その方法は：室内、外壁、及び基板のための支持台を具備するエッチング室内に基板を支持すること；及びエッチング室の室内に、基板と流体で通じるエッチャント・モジュールを配置すること、ここで、固体状態エッチャントは、エッチャント・モジュール内に支持される、を具備する。複数の実施形態では、微小電気機械システム装置は、光学的変調

10

20

30

40

50

器である。

【0011】

その他の実施形態は、微小電気機械システム装置を製作するための方法、及びその方法にしたがって製作された微小電気機械システム装置を提供する。ここで、その方法は：エッティング可能な材料を具備する基板をエッティング室内部に配置すること、及び固体エッチャントをエッティング室内部に配置すること、を具備し、ここで、固体エッチャントは、エッティング可能な材料をエッティングできる気体エッチャントを生成する。

【0012】

その他の実施形態は、微小電気機械システム装置を製作するための方法、及びその方法にしたがって製作された微小電気機械システム装置を提供する。ここで、その方法は：エッティング室内部に基板を配置すること；エッチャント・モジュールをエッティング室内へ延伸すること；及び気相エッチャントが材料をエッチすることを可能にすること、を具備する。固体エッチャントは、エッチャント・モジュール上に支持され、そして固体エッチャントは、基板上の材料をエッティングできる気相エッチャントを生成する。

【0013】

その他の実施形態は、微小電気機械システム装置を製作するための方法、及びその方法にしたがって製作された微小電気機械システム装置を提供する。ここで、その方法は：エッティング室内部に固体2フッ化キセノンを供給すること；エッティング室内部にエッティング可能な材料を具備する基板を支持すること；及び固体2フッ化キセノンにより発生された蒸気を用いて基板からエッティング可能な材料をエッティングすること、を具備する。

【0014】

その他の実施形態は、微小電気機械システム装置を製作するための方法、及びその方法にしたがって製作された微小電気機械システム装置を提供する。ここで、その方法は：エッティング室内部にエッティング可能な材料を具備する基板を支持すること；及び固体2フッ化キセノンにより生成された蒸気がエッティング可能な材料をエッチするように基板に十分に近接させて固体2フッ化キセノンを置くこと、を具備する。複数の実施形態では、支持台と固体2フッ化キセノンは、約10cmより小さい距離離れる。

【0015】

その他の実施形態は、エッチされるべき基板を収納するための手段、を具備するエッティングのための装置を提供する。装置は、基板を支持するための手段、をさらに具備する。装置は、エッチャントを支持するための手段を、さらに具備する。装置は、収納手段の内部できわめて近接させて基板支持手段とエッチャント支持手段とを位置決めさせるための手段、をさらに具備する。基板は、MEMS装置のために構成されることができる。

【0016】

[特定の実施形態の詳細な説明]

本発明のこれらの及びその他の態様は、下記の説明から及び添付された図面（正確に縮尺されていない）から、容易に明確になるであろう。図面は、発明を説明するためであり、制限するためではない。

【0017】

下記により詳細に説明されるように、ここに開示された好ましい実施形態は、MEMS基板のための支持台、及びエッティング室内部に配置された固体エッチャントを具備するエッティング室を提供する。複数の実施形態では、固体エッチャントは、モジュール中に支持され、モジュールは、MEMS基板に対する支持台の末端の位置と支持台に近接する位置との間を移動できる。その他の実施形態では、MEMS基板と固体エッチャントとの間の変更可能な隔壁が開かれる。しかも、ここに説明されたものは、MEMS装置、及びより詳しくは、光干渉変調器の製作において装置を使用する方法の実施形態である。これらの及びその他の実施形態が、下記に非常に詳細に説明される。

【0018】

下記の詳細な説明は、本発明のある特定な実施形態に向けられる。しかしながら、発明は、多数の異なる方法で具体化されることができる。この明細書では、参照符合が、図面

10

20

30

40

50

に与えられ、全体を通して同様の部分が類似の数字を用いて表される。下記の説明から明らかになるように、発明は、動画（例えば、ビデオ）であるか固定画面（例えば、静止画）であるかに拘わらず、及びテキストであるか画像であるかに拘わらず、画像を表示するために構成された任意の装置で実行されることができる。より詳しくは、本発明が種々の電子装置で実行される若しくは電子装置に関連付けられることができることが、予想される。電子装置は、携帯電話機、無線装置、パーソナル・データ・アシスタンツ（P D A s）、ハンド・ヘルド又は携帯型コンピュータ、G P S 受信機／ナビゲータ、カメラ、M P 3 プレーヤ、カムコーダ、ゲーム・コンソール、腕時計、時計、計算機、テレビ・モニタ、フラット・パネル・ディスプレイ、コンピュータ・モニタ、自動車ディスプレイ（例えば、走行距離計ディスプレイ、等）、コクピット制御装置及び／又はディスプレイ、カメラ・ファインダのディスプレイ（例えば、自動車の後方監視カメラのディスプレイ）、電子写真、電子広告板又はサイン、プロジェクタ、建築上の構造（例えば、タイル・レイアウト）、パッケージング、及び芸術的な構造（例えば、宝石1個の画像のディスプレイ）のようなものであるが、限定されない。より一般的には、本発明は、電子スイッチング装置において実行されることができる。

【0019】

画像アプリケーションのために使用される空間光変調器は、多くの異なる形式で手に入る。透過型液晶ディスプレイ（L C D）変調器は、光を遮る又は通すために結晶性材料の揃え及び／又は配列を制御することにより、光を変調する。反射型空間光変調器は、画面に反射される光の量を制御するために様々な物理的効果を利用する。このような反射型変調器の例は、反射型L C D及びデジタル微小鏡装置を含む。

【0020】

空間光変調器のもう一つの例は、干渉によって光を変調する光干渉変調器である。光干渉型M E M S ディスプレイの素子を含む一つの光干渉変調器ディスプレイの実施形態が、図1に示されている。これらの装置において、画素は、明又は暗状態のいずれかである。明（“オン”又は“開（open）”）状態では、双安定ディスプレイ素子は、入射光をユーザに反射する。暗（“オフ”又は“閉（close）”）状態にある場合は、双安定ディスプレイ素子は、可視光をユーザにほとんど反射しない。実施形態に依存して、ディスプレイ110は、“オフ”状態において“オン”状態より多くの可視光を反射するように構成されることができ、即ち、“オン”及び“オフ”状態の光反射率特性は、逆にされる。M E M S 画素は、選択された色だけを反射するように構成されることができ、白黒よりはむしろカラー表示を生成にする。

【0021】

図1は、M E M S 光干渉変調器を具備する、視覚ディスプレイの1実施形態の行中の2つの隣接する画素を図示する等測図である。光干渉変調器ディスプレイは、これらの光干渉変調器の行／列アレイを具備する。各光干渉変調器は、互いにある距離に位置する1対の反射層を含み、共鳴光学的キャビティを形成する。1つの実施形態において、少なくとも1つの鏡は、部分的に透過する。1つの実施形態において、鏡の1つは、少なくとも2つの位置の間を移動することができる。第1の位置では、可動鏡は、他の鏡から第1の距離に位置し、その結果、光干渉変調器は、主に反射する。第2の位置では、可動鏡は、異なる距離、例えば、固定鏡に隣接して位置し、その結果、光干渉変調器は、主に光を吸収する。

【0022】

画素アレイの図示された部分は、1行中の2つの隣接する光干渉変調器12a及び12bを含む。光干渉変調器の図示された実施形態では、可動鏡14aは、固定された部分鏡16a, 16bから所定の距離の反射（“リラックス”、“オン”、又は“開”）位置に図示される。光干渉変調器12bの可動鏡14bは、部分鏡16bに隣接する非反射（“アクチュエート”、“オフ”、又は“閉”）位置に図示される。

【0023】

固定鏡16a, 16bは、電気的に導電性であり、部分的に透明であり、そして、例え

10

20

30

40

50

ば、透明基板 20 上にクロムとインジウム・スズ・酸化物の複数の層を堆積することにより製作することができる。複数の層は、平行なストライプにパターニングされ、行電極を形成できる。行に沿った可動鏡 14a, 14b は、1 つの好適な材料であるアルミニウムを用いて、基板 18 上に（行電極 16a, 16b に直交して）堆積された 1 層又は多層の金属層の一連の平行なストライプとして形成されることができ、そして列電極を形成できる。

【 0 0 2 4 】

印加電圧がないと、キャビティ 19 は、2 つの層 14a, 16a の間に存在する。しかしながら、電位差が選択された行及び列に印加されると、対応する画素において行及び列電極の交差点に形成されたキャパシタは、充電され、静電力が電極を引きつける。電圧が十分に高ければ、可動電極は、図 1 に右の画素 12b により図示されたように、固定電極に対して押し付けられる（誘電材料が、固定電極上に堆積されることがあり、短絡することを防止し、分離距離を制御する）。この動きは、印加される電位差の極性に拘わらず同じである。このようにして、行 / 列アクチュエーションは、各画素の反射対非反射状態を制御できる。

【 0 0 2 5 】

図 2 から図 5 は、ディスプレイ応用において光干渉変調器のアレイを使用するための 1 つの具体例としてのプロセス及びシステムを説明する。図 2 は、本発明の態様を組み込むことができる電子装置の 1 実施形態を説明するシステム・ブロック図である。具体例としての実施形態において、電子装置は、プロセッサ 21 を含む。そのプロセッサ 21 は、いずれかの汎用のシングル・チップ又はマルチ・チップ・マイクロプロセッサ、例えば、A R M, ペンティアム（登録商標）、ペンティアム I I (登録商標)、ペンティアム I I I (登録商標)、ペンティアム I V (登録商標)、ペンティアム（登録商標）プロ、8051、M I P S (登録商標)、パワー P C (登録商標)、A L P H A (登録商標)、若しくはデジタル・シグナル・プロセッサ、マイクロコントローラ、又はプログラム可能なゲート・アレイのようないずれかの特殊用途マイクロプロセッサ、であることができる。本技術において通常であるように、プロセッサ 21 は、1 若しくはそれより多くのソフトウェア・モジュールを実行するために構成することができる。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、若しくはいずれかのその他のソフトウェア・アプリケーションを含む、1 若しくはそれより多くのソフトウェア・アプリケーションを実行するように構成することができる。

【 0 0 2 6 】

1 実施形態では、プロセッサ 21 も、アレイ・コントローラ 22 と通信するように構成される。1 実施形態では、アレイ・コントローラ 22 は、画素アレイ 30 に信号を供給する行ドライバ回路 24 及び列ドライバ回路 26 を含む。図 1 に図示されたアレイの断面は、図 2 に線 1 - 1 により示される。アレイ・コントローラ 22 の一部分は、増設回路系及び機能性と同様に、グラフィック・コントローラにより与えられることができる。グラフィック・コントローラは、一般的に実際のディスプレイ・ドライバと汎用マイクロプロセッサとの間に接続される。グラフィック・コントローラの具体例としての実施形態は、チップ・アンド・テクノロジ社 (Chip and Technology, Inc.) からの 69030 又は 69455 コントローラ、セイコー・エプソンからの S 1 D 1 3 0 0 シリーズ、及びソロモン・システム (Solomon Systech) 1906 を含む。

【 0 0 2 7 】

M E M S 光干渉変調器に関して、行 / 列アクチュエーション・プロトコルは、図 3 に説明されたこれらの装置のヒステリシス特性を利用することができる。これは、例えば、画素をリラックスされた状態からアクチュエートされた状態へ変形させるために 10 ボルトの電位差を必要とすることがある。しかしながら、電圧がその値から減少する場合に、電圧が 2 ボルトより下に降下するまでリラックスされない。このようにして、図 3 に説明された例では約 3 から 7 V の、電圧の範囲があり、そこでは、どのような状態で開始した

かに拘わらず、装置がその範囲内で安定ウィンドウが存在する。行／列アクチュエーション・プロトコルは、したがって、行ストロービング(strobing)の期間に、アクチュエートされるべきストローブされた行の画素は、約10ボルトの電圧差を受け、そしてリラックスされるべき画素は、零ボルトに近い電圧差を受ける。ストローブの後で、画素は、約5ボルトの定常状態電圧差受け、その結果、行ストローブが画素をどんな状態に置いても、画素は、そこに留まる。書き込まれた後で、各画素は、電位差がこの例では3-7ボルトの“安定ウィンドウ”的範囲内であると判断する。この特徴は、アクチュエートされた又はリラックスされた事前に存在する状態のいずれかに同じ印加電圧条件の下で、図1に説明された画素設計を安定にさせる。アクチュエートされた状態又はリラックスされた状態であるかに拘わらず、光干渉変調器の各画素が、基本的に固定鏡と移動鏡とにより形成されたキャパシタであるので、この安定状態は、ほとんど電力消費なしにヒステリシス・ウィンドウの範囲内の電圧で保持されることができる。印加された電位が一定であるならば、基本的に電流は、画素に流れ込まない。

【0028】

代表的なアプリケーションでは、ディスプレイ・フレームは、第1行中のアクチュエートされた画素の所望のセットにしたがって列電極のセットを明示すること(asserting)によって創り出される。行パルスは、それから行1の電極に印加されて、明示された列ラインに対応する画素をアクチュエートする。列電極の明示されたセットは、その後、第2行中のアクチュエートされた画素の所望のセットに対応するように変更される。パルスは、それから、行2の電極に印加されて、明示された列電極にしたがって行2中の適切な画素を明示する。行1画素は、行2パルスに影響されず、行1画素は、行1パルスの間に設定された状態に留まる。これは、連続した方式で一連の行全体に対して繰り返され、フレームを生成する。一般に、フレームは、1秒当たり所望のフレームの数でこのプロセスを連続的に繰り返すことにより、新たなディスプレイ・データでリフレッシュされる及び／又は更新される。ディスプレイ・フレームを生成するために画素アレイの行及び列電極を駆動するための広範なその他のプロトコルも、周知であり、本発明とともに使用されることができる。

【0029】

図4及び図5は、図2の3×3アレイ上でディスプレイ・フレームを創り出すための1つの可能性のあるアクチュエーション・プロトコルを説明する。図4は、画素が図3のヒステリシス曲線を表す画素のために使用されることがある、列及び行電圧レベルの可能性のあるセットを説明する。図4の実施形態では、画素をアクチュエートすることは、適切な列を- V_{bias} に、そして適切な行を+ V に設定することを含む。画素をリラックスさせることは、適切な列を+ V_{bias} に、そして適切な行を同じ+ V に設定することにより実現される。行電圧が零ボルトに保持されるこれらの行では、列が+ V_{bias} 又は- V_{bias} であるかに拘らず、画素が元々あった状態がどうであろうとも、画素は、その状態で安定である。

【0030】

図5Bは、そこではアクチュエートされた画素が反射しない図5Aに説明されたディスプレイ配列に結果としてなる、図2の3×3アレイに印加される一連の行及び列信号を示すタイミング図である。図5Aに説明されたフレームを書き込むことに先立って、画素は、任意の状態であることができ、そしてこの例では、全ての行が0ボルトであり、全ての列が+5ボルトである。この状態で、全ての画素は、自身の既存のアクチュエートされた状態又はリラックスされた状態で安定である。

【0031】

図5Aのフレームでは、画素(1,1)、(1,2)、(2,2)、(3,2)及び(3,3)がアクチュエートされる。これを実現するために、行1に対する“ライン時間”的期間に、列1及び2は、-5ボルトに設定され、そして列3は、+5ボルトに設定される。全ての画素が3-7ボルトの安定ウィンドウの中に留まるため、これは、どの画素の状態も変化させない。行1は、その後、0から5ボルトまで上がり、零に戻るパルスでス

トロープされる。これは、(1, 1) 及び (1, 2) 画素をアクチュエートし、(1, 3) 画素をリラックスさせる。アレイ中のその他の画素は、影響されない。望まれるように行 2 を設定するために、列 2 は、-5 ボルトに設定され、そして列 1 及び 3 は、+5 ボルトに設定される。行 2 に印加された同じストロープは、その後、画素 (2, 2) をアクチュエートし、画素 (2, 1) 及び (2, 3) をリラックスする。再び、アレイのその他の画素は、影響されない。行 3 ストロープは、図 5 A に示されたように行 3 画素を設定する。フレームを書き込んだ後、行電位は零に、そして列電位は +5 又は -5 ボルトのいずれかに留まることができ、ディスプレイは、その後、図 5 A の配列で安定である。同じ手順が数十から数百の行及び列のアレイに対して採用されることができることが、歓迎される。しかも、行及び列アクチュエーションを実行するために使用された電圧のタイミング、シーケンス、及びレベルが、上記に概要を示された一般的な原理の範囲内で広範囲に変化することができ、そして、上記の例は、具体的な例だけであり、任意のアクチュエーション電圧方法が、本発明とともに使用されることができる。

10

20

30

40

【0032】

上記に説明された原理にしたがって動作する光干渉変調器の構造の詳細は、広範に変化できる。例えば、図 6 A - 図 6 C は、移動鏡構造の 3 つの異なる実施形態を図示する。図 6 A は、図 1 の実施形態の断面であり、そこでは金属材料 14 のストライプが、直角に伸びている支柱 18 上に堆積される。図 6 B では、可動反射材料 14 は、連結部 (tether) 32 上に、角だけで支柱に取り付けられる。図 6 C では、鏡 14 は、変形可能な膜 34 から吊り下げられる。鏡 14 に使用される構造的な設計及び材料が光学的特性に関して最適化することができるため、及び変形可能層 34 に使用される構造的な設計及び材料が所望の機械的特性に関して最適化できるため、この実施形態は、利点を有する。種々のタイプの光干渉装置の製造は、例えば、米国公開出願 2004/0051929 A1 を含む、種々の公開された文書に記載されている。多種多様な周知の技術が、一連の材料堆積、パターニング、及びエッチング工程を含む、上記に説明された構造を製造するために使用されることができる。

【0033】

上記に説明され米国特許第 5,835,255 号及び米国特許公開第 2004/0051929 号、これらの明細書は引用文献として取り込まれている、に開示され、及び図 6 A - 図 6 C に図示された一般的な設計の光干渉変調器は、鏡 14 と 16 との間のキャビティ 19 を含み、そこを通して鏡 14 は、鏡 16 に対して移動する。複数の実施形態では、キャビティ 19 は、下記に非常に詳細に説明されるように、処理の後のステージで除去される犠牲層を形成することにより創り出される。

【0034】

米国特許仮出願第 60/613466 号、名称“酸化膜トップを有する光干渉変調器のための装置及び方法”、2004 年 9 月 27 日出願、その明細書は引用文献として取り込まれ、しかも、光干渉変調器の製作のための製造技術を開示する。犠牲層が形成され、主鏡 / 導電体から副鏡 / 導電体をリリースするためにエッチング除去されて、それによってキャビティを形成しその間での動きを可能にする。柔軟な膜がエッチによってリリースされ、それによりこの膜の撓みを可能にするため、このエッチは、ここでは、“リリース・エッチ”としても呼ばれる。

【0035】

下記にさらに全体を説明するように、複数の好ましい実施形態では、固体 XeF_2 は、リリース・エッチで使用される気相エッチャントのソースである。そのように、以下の説明は、固体 XeF_2 を気相エッチャントのソースとして呼ぶが、当業者は、そのように限定されないことを理解している。 XeF_2 リリース・エッチの効率を高めるための方法及び装置も、下記にさらに全体を説明される。下記に非常に詳しく説明されるように、 XeF_2 によりエッチングできる材料は、シリコン、チタン、ジルコン、ハフニウム、バナジウム、タンタル、ニオブ、モリブデン、及びタンゲステンを具備する材料を含む。

【0036】

50

光干渉変調器の1実施形態の製作における特定のステップの簡潔な説明が、以下に続き、図7A-図7Eの断面図に模式的に図示される。図示されたプロセスの複数の実施形態は、この分野において公知の半導体の製造技術、例えば、フォトリソグラフィ、堆積、マスキング、エッティング、及びその他、を使用する。堆積ステップは、“ドライ”方法、例えば、化学気相堆積 (chemical vapor deposition) (CVD)、及び“ウェット”方法、例えば、スピノ・コーティングを含む。エッティング・ステップは、“ドライ”方法、例えば、プラズマ・エッチ、及び“ウェット”方法を含む。方法の範囲が光学的変調器の製作において有用であることを、及び下記に説明されるプロセスが単に例示であることを、当業者は理解するはずである。

【0037】

10

図7Aは、光干渉変調器700の製作における1段階を図示し、そこでは光学的積重ねが基板720上に形成される。光学的積重ねは、上記に説明された固定又は主鏡714を具備する。複数の実施形態では、光学的積重ねは、さらに、透明導電体、例えば、酸化インジウム・スズ層、及び/又は支持層、例えば、酸化シリコン層を具備する。複数の実施形態は、金属鏡、例えば、クロム、アルミニウム、チタン、及び/又は銀を具備する。その他の実施形態は、誘電体の鏡を具備する。光学的積重ねは、この技術において公知の方法、例えば、堆積、パターニング、及びエッティングにより形成される。

【0038】

20

図7Bでは、支持層740は、光学的積重ね及び基板720を覆って形成されている。図示された実施形態では、支持層740は、下側又は“バルク”部分750及び上層又は“ストップ”部分760を具備する。下側部分750は、後のエッティング・ステップにおいて除去可能な材料、例えば、モリブデン、シリコン、シリコンを含む材料（例えば、シリコン窒化物、シリコン酸化物、等）、タンクステン、及び/又はチタンを具備する。上側部分760は、下側部分750をエッチするために使用されるエッチャントに耐性のある材料、例えば、アルミニウム、銀、クロム、及び/又はチタンのような金属を具備する。複数の実施形態では、上側部分760は、誘電体材料、例えば、金属酸化物及び/又はアルミニウム酸化物を具備する。複数の実施形態では、下側部分750及び上側部分760は、徐々に変化している。複数の実施形態は、支持層を具備しない。

【0039】

30

図7Cは、装置700の製作の1段階を図示し、そこでは支持層の上側部分760がパターニングされエッティングされて、可変厚支持層765を形成し、同様に支持層の下側部分750の複数の部分を露出させる。パターニングは、この技術において公知のいずれかの方法を使用して、例えば、フォトレジストを使用して実行される。図示された実施形態では、支持層の上側部分760のマスクされなかった領域は、エッティングされるが、下側部分750の本質的な部分は、エッティングされない。

【0040】

40

図7Dは、犠牲層710が支持層740上に堆積される段階を図示する。犠牲層は、パターニングされ、エッティングされ、そして平坦化されて、そこに支柱718が形成される。第2の鏡/上部電極アセンブリ716が、堆積、パターニング、及びエッティングにより犠牲層710及び柱718を覆って形成される。犠牲層710は、選択エッチャントに曝されたその他の材料に対して相対的に選択的なエッティングが可能である材料を具備する。適切な材料及びエッチャントが、下記に非常に詳細に説明される。複数の好ましい実施形態では、犠牲層710は、モリブデン及び/又はシリコンを具備する。

【0041】

50

図7Eは、犠牲層710をエッティングした後の装置700を説明する。このエッティング・ステップは、ここでは“犠牲エッチ”及び/又は“リリース・エッチ”と呼ばれる。リリース・エッチを実行するための方法及び手順が、下記に非常に詳細に説明される。図示された実施形態では、支持層の下側部分750の一部分も、エッティングされていた。複数の実施形態では、下側部分750は、部分的にエッティングされる又は全くエッティングされない。他の実施形態では、支持層740は、下側部分750を具備しない。図示された実

施形態では、犠牲層 710 及び支持層の下側部分 750 の一部分の除去が、キャビティ 722 を形成する。適切なエッチャントが、下記に非常に詳細に説明される。複数の好ましい実施形態では、犠牲及び／又はリリース・エッチに使用されるエッチャントは、2フッ化キセノンを具備する。いずれかの理論により拘束されることなしに、XeF₂ は、活性なエッチング種であるF₂ガスのソースになると考えられている。

【0042】

常温及び常圧で、XeF₂ は、結晶性固体であり、室温において約3.8 Torr (25において0.5 kPa) の蒸気圧で昇華する。XeF₂ 蒸気は、プラズマを発生させる必要なしに於ける種の材料を気相エッチする。XeF₂ 蒸気を使用してエッチング可能な材料は、シリコン、モリブデン、及びチタンを含む。これらは、二酸化シリコン (SiO₂)、酸化アルミニウム (Al₂O₃)、アルミニウム、及びクロムを含むその他の材料に対して選択的にエッチングされる。周囲温度 (ambient temperature) において、XeF₂ は、モリブデンに対して約50 / s の垂直エッチ・レート、及びシリコンに対して約350 / s を有する。比較では、SiO₂、Al、及びAl₂O₃ は、XeF₂ により実質的にエッチングされない。エッチ・レートは、例えば、IEEE J. Microelectromech. Syst., 1996年、5(4)、262; IEEE J. Microelectromech. Syst., 1996年、12(6) 761に開示されているように、この技術において公知である。複数の実施形態では、XeF₂ の分圧は、約0.1 torr (13 Pa) から約10 torr (1.3 kPa) である。処理温度は、周囲温度から約100 の範囲である。

【0043】

図8は、XeF₂ エッチ・ステップを実行するために有用な装置800を図示する。装置800は、XeF₂ 結晶が収容されるXeF₂ 容器812、伸張室814、エッチング室816、及び真空源818を具備する。XeF₂ 容器812は、第1の導管820及び第1の弁822を経由して伸張室814に流体的に接続される。伸張室814は、順番に第2の導管824及び第2の弁826を経由してエッチング室816に流体的に接続される。エッチング室816は、第3の導管及び第3の弁830を経由して真空源818に流体的に接続される。

【0044】

図9は、図8に図示された装置を参照してXeF₂ を使用して基板をエッチングするための方法900を説明する。ステップ910では、エッチされようとしている1枚の基板又は複数の基板のバッチ(図示されず)は、エッチング室816にロードされる。

【0045】

ステップ920では、第2及び第3の弁826及び830が開かれて、伸張室814及びエッチング室816を真空源818に流体的に接続し、これによって伸張室814及びエッチング室816を真空引きする。ステップ920では、XeF₂ 容器812と伸張室814との間の第1の弁822は、閉じられたままである。

【0046】

ステップ930では、第2の弁826が閉じられ、そして第1の弁822が開かれる。第1の弁822を開くことは、XeF₂ 蒸気がXeF₂ 容器812から伸張室814を満たすことを可能にする。

【0047】

ステップ940では、伸張室814とエッチング室816との間の第2の弁826が開かれ、第1及び第3の弁822及び830が閉じられる。第2の弁826を開くことは、XeF₂ が伸張室814からエッチング室816へ移動される。エッチング室816は、(複数の)基板をそこでエッチする。

【0048】

そこではエッチングが生じないステップ910-930は、時間がかかり、その結果、装置800のスループットを低下させる。複数の実施形態では、XeF₂ 容器812、伸張室814、エッチング室816、及び真空源818を流体的に接続する導管(820, 824, 及び828)及び弁(822, 826, 及び830)は、装置800の1又はそ

10

20

30

40

50

れより多くの容量及び／又は流体輸送特性も低下させる。

【0049】

図10A-図10Cに図示された装置1000の1実施形態は、固体XeF₂及びエッチングされるべき基板をエッチ・ステップの期間中に同じチャンバ内部の近くに近接して常駐させることを可能にする。図10Aは、その中に中央又は主キャビティ1014の範囲を定める内側側壁1012を具備するエッチング室1010を図示する。図10Aは、中央キャビティ1014の内部で基板支持台1018上に配置された複数のエッチングされるべき基板1016を示すチャンバ1010の外皮破断図を含む。図示された実施形態では、エッチング室1010は、実質的に円柱状である；しかしながら、エッチング室1010が任意の適切な形状を取り得ることを、当業者は、理解するはずである。

10

【0050】

図10Dは、エッチング室1010'の1実施形態の上面図を図示し、エッチング室1010'内では、エッチング室の内側側壁1012'が基板支持台1018'の大きさ及び形状に実質的に適合し、基板支持台1018'は、順に基板1016'の大きさ及び形状に実質的に類似する。図示された実施形態では、基板は実質的に長方形である。その他の構成が可能であることを、当業者は理解するはずである。図10Eは、エッチング室1010'の断面図である。図示された実施形態では、内側側壁1012'に加えてエッチング室の上面1013'は、中央キャビティ1014'を規定する。複数の実施形態では、中央キャビティ1014'の外形は、その内で実行されるエッチング・ステップの効率を改善するように構成される。例えば、図示された実施形態で、エッチング室の上面1013'と基板1016'との間の距離が比較的小さければ、エッチング室1014'の体積は、基板1016'を効率的にエッチするために十分な量のエッチャント、例えば、XeF₂蒸気、を保持するためには不十分である。一方で、エッチング室の上面1013'と基板1016'との間の距離が比較的大きければ、上面1013'近くからのXeF₂蒸気は、基板1016'へ拡散するために著しく時間がかかる。図10D及び図10Eに図示されたエッチング室1010'は、一回に1枚の基板をエッチングするために構成されている。その他の実施形態では、複数の基板を同時に処理するために構成される。エッチング室の寸法が、1枚又は複数の基板のサイズ、エッチングされるべき材料の量、エッチング室において実行されるその他のプロセスの性質、を含む複数の要因に依存することを、当業者は、理解するはずである。複数の実施形態では、エッチング室の横方向の寸法、例えば、長さ及び幅は、基板の大きさより約20%まで大きい。例えば、複数の実施形態は、直径100mm基板に対して約100mmより大きく約120mmまでの長さ及び／又は幅を有するエッチング室1010'を提供する。その他の実施形態は、370mm×470mm基板に対して、一辺が約370mmより大きく約450mmまで、他辺が約470mmより大きく約570mmまでの寸法を有するエッチング室1010'を提供する。複数の実施形態では、エッチング室の横方向の寸法、例えば、長さ及び幅は、基板の大きさより約10%まで大きい。

20

30

【0051】

図10A-図10Cに戻って参考して、エッチング室1010は、その他の処理課題、例えば、堆積、パターニング、エッチング、テスティング、パッケージング、及びその他、を実行するために有用な1又はそれより多くのその他の構成要素をオプションとして含む（図示されず）。複数の実施形態では、基板ホルダ1018は、例えば、ヒータ、1若しくはそれより多くの移動ステージ、及び／又は（複数の）基板1016を処理するために有用な本技術において公知のその他の特徴を含む、オプションの特徴を含む。

40

【0052】

複数の実施形態では、エッチング室1010の内側側壁1012及び／又はその中に囲まれた構成要素は、XeF₂によりエッチされない若しくはわずかしかエッチされない1又はそれより多くの材料を具備する。そのような材料は、ステンレス鋼、アルミニウム、ニッケル、ニッケル合金、モネル、ハステロイ、ガラス、溶融石英、アルミナ、サファイア、高分子レジン、アクリル樹脂、ポリカーボネート、ポリテトラフロロエチレン（テフ

50

ロン（登録商標））ポリクロロトリフロロエチレン（K e l - F（登録商標）、テフゼル（登録商標））、パーフロロエラストマ（例えば、カールレツ（登録商標））、及び合金、混合物、共重合体、及びこれらの複合物、を含むが限定されない。構成要素は、窓、基板ステージ1018、及び下記に説明されるその他の構成要素を含む。複数の実施形態では、その他の材料が使用される。例えば、複数の実施形態では、構成要素の1又はそれより多くが、X e F₂により影響を受け、使い捨てできるもの及び／又は取り替えられるものである。

【0053】

図10Aに戻って、図示された装置1000は、しかも、バージ注入口1022及びバージ排気口1024を経由してエッティング室1010に流体的に接続されたバージ・システム1020も具備する。バージ・ガスのソース1026は、配管1028及び注入弁1030を経由してバージ注入口1022に流体的に接続される。バージ・ガスは、本技術において公知のいずれかの適切なバージ・ガスであり、例えば、窒素、ヘリウム、アルゴン、ネオン、及びこれらの組み合わせである。バージ・ガスのソースは、本技術において公知のいずれかのソースであり、例えば、高圧ガス・ポンベ、ガス発生器、液化ガス、及びその他である。複数の実施形態では、バージ・ガスは、その他のガスを具備する。バージ排気口1024は、排気弁1034及び配管1032を経由して真空源（図示されず）に流体的に接続される。複数の実施形態では、バージ・システムは、バージ排気口を具備しない。例えば、複数のこれらの実施形態では、注入弁1030と排気弁1034がマニホールド（図示されず）に流体的に接続され、そしてマニホールドがバージ注入口1022に流体的に接続される。

【0054】

装置1000は、しかも、開口部（図示されず）も装備し、それを通して、基板1016がロードされ、装置1000からアンロードされる。開口部は、本技術において公知のいずれかのタイプのものであり、例えば、エッティング室1010とハンドリング室（図示されず）との間のゲート弁である。

【0055】

図示された実施形態では、固体エッチャント、例えば、固体X e F₂、は、エッティング室1010に据え付けられたエッチャント保持ユニット1035に保持される。図示された装置1000は、1つのエッチャント保持ユニット1035を具備する。その他の実施形態は、複数のエッチャント保持ユニットを具備する。図示された実施形態では、エッチャント・ユニット1035は、移動装置1036を装備し、移動装置1036は、レール1040、ベローズ1042、及びネジ付きカップラ（図示されず）及び回転可能なコントロール1044とかみ合わされるネジ付きシャフト（図示されず）を具備する。図示された移動装置1036は、ベローズ1042の内部に配置されたアーム（図示されず）をさらに具備する。回転可能なコントロール1044を回転させることは、ネジ付きカップラの中でネジ付きシャフトを回転させ、これによりアームを移動させる（延伸させ又は収縮させる）。図示された実施形態では、ベローズ1042は、移動に適応するように圧縮される又は引き伸ばされる。例えば、パンタグタフ、ラックとピニオン、ピストンとシリンド、レール、等、のその他の機構が移動装置1036に対して有用であることを、当業者は、理解するはずである。その他の機構は、モータ、ステッパ・モータ、ソレノイド、気圧、及び／又は液体圧装置を含む。その他の実施形態では、下記に非常に詳細に説明されるように、動作は、回転的である、若しくは本技術において既知の他のタイプの動作を有する。複数の実施形態では、移動装置1036は、自動化されており、例えば、コンピュータ及び／又はマイクロプロセッサ（図示されず）を使用して制御される。複数の実施形態では、コンピュータ及び／又はマイクロプロセッサは、装置のその他の機能も制御する、例えば、バージ・システム、基板ローディング、基板アンローディング、及び／又は固体X e F₂のローディングである。

【0056】

エッチャント保持ユニット1035は、アクセス・ポート1038を具備する。アクセ

10

20

30

40

50

ス・ポート 1038 は、そこを通ってその中の空の内側領域 1039 に開く通路を具備する。図示された実施形態では、アクセス・ポート 1038 は、しかも、ドア 1050 を含み、ドアは、アクセス・ポートの内側領域 1039 へのアクセスを提供する。複数の実施形態では、ドア 1050 は、自動化されており、それによって XeF₂ の自動化されたローディングを可能にする。図示された実施形態では、固体 XeF₂ は、ドア 1050 を通して XeF₂ ユニット 1035 ヘロードされる。複数の実施形態では、空の内側領域 1039 は、ページ・システム、例えば、ページ・ガスのソース及び/又は真空ソース（図示されず）に、流体的に接続される。ページ・システムは、例えば、固体 XeF₂ が XeF₂ ユニット 1035 にロードされる時に、有用である。

【0057】

しかも、アクセス・ポート 1038 の外皮断面図を通して図 10A に図示されたものは、固体 XeF₂ を支持するためのモジュール 1052 である。モジュール 1052 の拡大図が、図 10B に与えられる。図示された実施形態では、モジュール 1052 は、固体 XeF₂ サンプル 1054 を支持するプラットフォーム 1056 を含む。プラットフォーム 1056 は、ロッド 1058 に固定され、ロッド 1058 は、順に移動装置 1036 のアームに固定される。したがって、移動装置 1036 は、その上で固体 XeF₂ サンプル 1054 が支持されるモジュール 1052 の長さ方向の位置を決める

図 10A では、モジュール 1052 は、アクセス・ポート 1038 の内側領域 1039 内部で収縮した位置にある。モジュール 1052 は、チャンバ 1010 の中央キャビティ 1014 中には配置されていない。図示された構成では、アクセス・ポート 1038 は、チャンバ 1010 の中央キャビティ 1014 から切り離されており、その結果、固体 XeF₂ 1054 からの蒸気は、実質的にアクセス・ポート 1038 の内部に包含され、チャンバ 1010 の中央キャビティ 1014 には入らない。図示された収縮した位置では、固体 XeF₂ 1054 は、ドア 1050 を通ってモジュール 1052 上にロードされる。

【0058】

図 10B に図示されたモジュール 1052 の実施形態では、固体 XeF₂ 1054 は、プラットフォーム 1056 上に支持される。図示された実施形態では、フェースプレート 1060 が、プラットフォーム 1056 に固定される。フェースプレート 1060 は、チャンバの側壁 1012 中のマッチング開口部（図 10C に部位 1062 として図示される）に嵌合する大きさにされかつ形状にされている。複数の実施形態では、収縮した位置において、モジュール 1052 は、チャンバのキャビティ 1014 から実質的に封止される。例えば、複数の実施形態では、フェースプレート 1060 及び/又はマッチング開口部 1062 は、ガスケット及び/又は封止材を具備し、モジュール 1052 が収縮した位置にあるときに、XeF₂ 及び/又は F₂ 蒸気がチャンバ 1010 に入らないように実質的に維持することを補助する。複数の実施形態では、収縮した位置にあるモジュール 1052 は、チャンバのキャビティ 1014 から実質的に封止されていない。複数の実施形態では、モジュール 1052 は、1 又は複数のロッキング機構を具備し、例えば、モジュールを収縮した位置及び/又は延伸した位置に維持させるために有用である。適切なロッキング機構は、本技術において公知であり、例えば、フェースプレート 1060 とチャンバの側壁 1012 との間のラッチである。複数の実施形態では、ロッキング機構は、自動化された制御の下にあり、例えば、移動装置 1036 とインターロックされる。

【0059】

フェースプレート 1060 は、モジュール 1052 が収縮した位置にある場合に、アクセス・ポートの内側領域 1039 を中央キャビティ 1014 から物理的に分離する。図示された実施形態では、アクセス・ポートの内側領域 1039 は、比較的小さな体積を有し、そしてその結果、相対的に劣った物質移動特性を有する。例えフェースプレート 1060 がなくても、モジュール 1052 が収縮した位置にある場合に、XeF₂ 蒸気は、中央キャビティ 1014 の中へゆっくりと拡散する。図示された実施形態では、物質移動条件は、例えフェースプレート 1060 がなくても、モジュール 1052 が収縮した位置であるキャビティ 1014 内部で、XeF₂ の分圧が 3.8 Torr の平衡圧力に到達するた

10

20

30

40

50

めに数分から数時間をする。

【0060】

図10Bに図示された実施形態では、XeF₂モジュール1052のプラットフォーム1056は、側壁又は後壁を含まず、それによって固体XeF₂1054と基板1016との間のバリアの数を減少させる。その他の実施形態では、プラットフォーム1056は、固体XeF₂が置かれる1又はそれより多くの凹んだ領域及び/又はスプーン型の領域を具備する。複数の実施形態では、プラットフォーム1056は、1若しくはそれより多くの側壁又は後壁を具備する。複数の実施形態では、プラットフォーム1056は、格子及び/又は網目を具備し、それによって雰囲気に曝される固体エッチャント1054の表面積を増加させることによりプラットフォーム1056を経由する向上された物質移動を提供する。複数の実施形態では、プラットフォームは、固体XeF₂1054を支持する複数の高くなつた領域、例えば、ひだ及び/又は高くされた格子を有する表面を具備する。複数の実施形態では、プラットフォーム1056は、ヒータを具備する。その他の実施形態では、プラットフォーム1056が異なる形態を有することを、当業者は理解するはずである。

【0061】

図10Cは、チャンバ1010の側壁1012を通した外皮断面図であり、延伸した位置にあるXeF₂モジュール1052を図示する。延伸した位置では、XeF₂モジュールは、チャンバの中央キャビティ1014に延伸する。移動ステージ1036は、側壁1012中の開口部1062を通して及びチャンバの中央キャビティ1014の中へ固体XeF₂1054を支持するプラットフォーム1056を延伸させるために調節され、それによって、基板1016をXeF₂蒸気に曝させる。

【0062】

複数の実施形態では、延伸した位置では、モジュール1052は、基板1016に近接させられる。複数の実施形態では、モジュール1052と基板1016との間の距離は、約1cmから約10cmより大きくはない。その他の実施形態では、距離は、0.5cm、2cm、3cm、4cm、5cm、6cm、7cm、8cm、又は9cmより大きくない。例えば、エッチングされようとしている基板が約300mm(8")より大きくない複数の実施形態では、距離は、2cmより大きくない。エッチされるべき基板が少なくとも300mmである複数の実施形態では、距離は、約5cmより大きい。その他の実施形態では、モジュール1052と基板1016との間の距離は、他の1つの値を有する。図示された実施形態では、フェースプレート1060は、モジュール1052と基板1016との間の位置に置かれる。その他の実施形態では、モジュール1052と基板1016の相対的な位置は、異なり、例えば、基板の上方又は下方にモジュール1052を有するか、又は、フェースプレート1060がモジュール1052と基板1016との間にないように一方の側にある。

【0063】

図示された実施形態は、固体XeF₂とエッチされるべき基板との間の導管及び/又は配管を削除する、それによって図8に図示された装置800に比べて改善された物質輸送を提供する。さらに、キャビティ1014内部への固体XeF₂の配置は、キャビティ1014の中でXeF₂の蒸気圧が急速に平衡に達することを可能にする。

【0064】

図11Aは、モジュール1152の1実施形態の側面図を図示し、そこでは、フェースプレート1160はヒンジ1164を使用してプラットフォーム1156にピボット回転できるように取り付けられている。モジュール1152が延伸した位置にある場合に、フェースプレート1160は、図11Aに実線で図示されたようにヒンジ1164の周りを下方向にピボット回転する。モジュール1152がy方向に収縮された場合には、フェースプレート1160は、側壁の開口部(図示されず)に嵌合する、それによってフェースプレート1160が図11Aに仮想として図示された位置にピボット回転する。

【0065】

10

20

30

40

50

図11Bは、モジュール1152'の1実施形態の上面図であり、モジュール1152'が延伸した位置（実線）から収縮した位置（仮想線）にピボット回転して移動する。図示された実施形態では、モジュール1152'は、ピボット回転軸1166'に取り付けられたプラットフォーム1156'を具備する。フェースプレート1160'は、プラットフォーム1156'の端に取り付けられる。固体XeF₂1154'は、プラットフォーム1156'上に支持される。延伸した位置では、XeF₂1154'は、エッチング室のキャビティ1114'内部に置かれる。モジュール1152'が収縮した位置にピボット回転される場合に、フェースプレート1160'は、チャンバの内側側壁1112'に向かって封止する、それによってXeF₂1154'をキャビティ1114'から隔離する。

10

【0066】

図11Cは、ヒンジ1164"を使用してチャンバの内側側壁1112"にピボット回転できるように取り付けられたフェースプレート1160"の1実施形態の側面図を図示する。図示された実施形態では、モジュール1152"はフェースプレートを具備しない。モジュール1152"が収縮した位置にある場合に、スプリング1168"は、フェースプレート1160"を閉じた位置に維持する。モジュール1152"が延伸されると、プラットフォーム1156"は、フェースプレート1160"を動かして、開ける。それによってプラットフォーム1156"の延伸を可能にし、そしてXeF₂1154"をキャビティ1114"中へ入れることを可能にする。その他の実施形態では、フェースプレート1160"は、その他の手段により閉じた位置に維持される、例えば、モジュール1152"を延伸させ収縮させる機構と一緒にになって働く及び／又はインターロックする機構である。フェースプレートと側壁との間のその他の構成が可能であることを、当業者は、理解するはずである。例えば、フェースプレート及び側壁に直角な軸の周りをピボット回転させること、若しくはその中でフェースプレートがエッチング室の外側側壁に向かって封止することである。その他の実施形態では、フェースプレートは、ピボット回転することによるよりはむしろ横にスライドすることにより側壁中の開口部を塞ぎ、そして露出させる。複数の実施形態は、複数のフェースプレートを具備する。複数の実施形態では、モジュールは、エッチング室の上部又は底部に取り付けられる。複数の実施形態では、装置は、複数のモジュールを具備する。

20

【0067】

30

図11Dは、ターンテーブル1170'、'を具備する1実施形態を図示し、ターンテーブル1170'、'は、複数のプラットフォーム1156'、'及びフェースプレート1160'、'を具備する。図示されたターンテーブル1170'、'は、4個のプラットフォーム1156'、'及びフェースプレート1160'、'を具備するが、より多くの又は少ないプラットフォーム及び／又はフェースプレートが可能であることを、当業者は理解するはずである。モジュール及びフェースプレートの数が等しい必要性がないことも、当業者は理解するはずである。ターンテーブルは、軸1072'、'の周りを回転可能である。使用において、所定の量の固体XeF₂が1又はそれより多くのプラットフォーム1156'、'上にロードされる。軸1072'、'の周りを所定の角度ターンテーブル1170'、'を回転させることは、エッチング室のキャビティ1114'、'の中へプラットフォーム1156'、'の1つを移動させる。図示された実施形態では、フェースプレート1160'、'は、側壁の開口部1162'、'を塞ぐ位置に回転する。図11Dに図示された実施形態は、例えば、複数のエッチング・ステップを具備するプロセスにおいて有用である。上記に述べられた実施形態は具体例としてだけあり、任意の数の機構がエッチング室の中へ固体エッチャントを移動するために有用であることを、当業者は理解するはずである。

40

【0068】

図12Aは、エッチング室1210を具備する装置1200を断面で図示し、そこでは、エッチング室1210は、基板支持台1218及び固体エッチャント保持領域1235を具備する。固体XeF₂1254は、固体エッチャント保持領域1235中に配置され

50

る。基板支持台 1218 と固体エッチャント保持領域 1235 との間に配置されたものは、変更可能な隔壁 1260 である。図示された実施形態では、隔壁 1260 は、1 組のルーバを具備する。ルーバを閉じることは、固体エッチャント保持領域 1235 中の XeF_2 蒸気が基板支持台 1218 及びその上に支持された基板 1216 に到達することを実質的に妨げる。ルーバを開けることは、 XeF_2 蒸気が基板 1216 をエッチすることを可能にする。その他の機構が変更可能な隔壁 1260 に対して有用である、例えば、1 若しくはそれより多くのシャッタ、ゲート弁、よろい戸及び / 又は畳み込みのもの、及びその他である、ことを、当業者は理解するはずである。装置 1200 の実施形態が上記に説明されたその他の特徴を含むことを、当業者は理解するはずである。

【0069】

図 12B は、装置 1200' の 1 実施形態を図示し、そこでは、固体エッチャント保持領域 1235'、変更可能な隔壁 1260'、及び固体 XeF_2 1254' が基板支持台 1218' の下方に配置される。図示された実施形態では、変更可能な隔壁 1260' は、1 組のシャッタを具備する。

【0070】

図 13 は、図 10A - 図 10C に図示された装置を参照して基板を処理するための方法の 1 実施形態を説明するフローチャートである。ここに開示されたその他の装置を含む、他の装置も本方法を実行するために適していることを、当業者は理解するはずである。ステップ 1310 では、基板 1016 がチャンバ 1010 の中にロードされる。オプションとして、 XeF_2 を使用しない 1 又はそれより多くの処理ステップが、エッチング室 1010 中で基板 1016 に実行される。モジュール 1052 は、収縮した位置にあり、それによって XeF_2 1054 をアクセス・ポートの内側領域 1039 の内部に封止し、そしてキャビティ 1014 中への XeF_2 蒸気の侵入を防止する。個々の処理ステップは、製造している個々の装置、エッチング室 1010 の構成、及び個々のプロセス・フローに依存する。適切なプロセス・ステップの一例は、エッチング室 1010 の構成と矛盾のないいずれかの方法を使用して、層又は膜、例えば、犠牲層、マスク、及び / 又は構造的な層、を堆積することを含む。適切な方法の例は、スピンドル・コーティング、スパッタリング、物理気相堆積、化学気相堆積、原子層堆積、分子線エピタキシ、及びその他を含む。他の処理ステップの例は、 XeF_2 以外のエッチャントを使用するエッチング、クリーニング、及びその他を含む。

【0071】

ステップ 1320 は、エッチング・ステップである。ステップ 1320 では、 XeF_2 モジュール 1052 は、移動装置 1036 を使用してエッチング室 1010 の中央キャビティ 1014 の中へ延伸されていて、それによって、基板 1016 を固体 XeF_2 1054 からの XeF_2 蒸気に曝す。 XeF_2 蒸気は、基板 1016 上に形成された材料及び / 又は構造、例えば、MEMS 装置の製作中の犠牲層、をエッチする。モジュール 1052 は、その後、アクセス・ポート 1038 の中に収縮される。

【0072】

複数の実施形態では、材料及び / 又は構造は、光干渉変調器の製作において使用される犠牲層である。複数の実施形態では、 XeF_2 エッチは、上記に説明されそして図 6A に図示されたように、副鏡 / 導電体 16 をリリースするリリース・エッチを具備する。複数の実施形態では、 XeF_2 蒸気は、MEMS 装置、例えば、光干渉変調器の製作に使用される他の 1 つの材料及び / 又は構造をエッチする。

【0073】

複数の実施形態は、エッチング・ステップにおいて所定の量の固体 XeF_2 1054 を使用する。固体 XeF_2 の量は、例えば、エッチされるべき材料のタイプ及び量から決定される。例えば、複数の実施形態では、除去されようとしている犠牲層の体積は、既知である。固体 XeF_2 1054 の量は、その後、犠牲層を十分にエッチするように選択される。他の実施形態では、犠牲層の厚さは、未知である。複数の実施形態では、固体 XeF_2 1054 の量は、前の経験に基づいて又は実験に基づいて選択される。その他の実

10

20

30

40

50

施形態では、固体 XeF₂ 1054 の量は、全ての固体 XeF₂ が実質的に蒸発するよう に選択される、それによって約 3.8 Torr の分圧の XeF₂ 蒸気でチャンバを充満させる。これらの実施形態において使用される固体 XeF₂ の量が、キャビティの体積及び 温度を含む各種の要因に依存することを、当業者は理解するはずである。

【0074】

複数の実施形態では、リリース・エッチの進行がモニタされ、エッチングは、予め決められた終点で終了される。複数の実施形態では、モニタリングは、光学的に、例えば、光学的変調器の製作で実行される。モニタリングは、任意の適切な装置を使用して実行される。複数の実施形態では、モニタリングは、エッチング室 1010 の窓を通して実行される。その他の実施形態では、光学的センサが、エッチング室 1010 の内部に配置される。複数の実施形態では、基板の反射率がモニタされる。基板の反射率が、光学的変調器の製作においてリリース・エッチの進行とともに変化することを、当業者は理解するはずである。複数の実施形態では、モニタリングは、1 若しくはそれより多くの波長で実行される。

【0075】

複数の実施形態は、他のタイプの、例えば、エッチング室内の特定の化合物の濃度の、モニタリングを使用する。例えば、複数の実施形態では、1 又はそれより多くのエッチング副生成物の濃度がモニタされる。上記に説明したように、複数の実施形態では、エッチング副生成物は、MoF₆ 及び / 又は SiF₄ を含む。特定の副生成物は、特定の基板の組成、同様にエッチング装置 1000 の製造に使用された材料を含む、複数の要因に依存することを、当業者は理解するはずである。複数の実施形態では、エッチング副生成物は、本技術において既知のいずれかの方法を使用して、例えば、赤外分光器、UV - 可視光分光器、ラマン分光器、及びその他を使用して、分光学的にモニタされる。複数の好ましい実施形態では、エッチング副生成物は、質量分光分析器によりモニタされる。複数の好ましい実施形態では、エッチング副生成物は、クロマトグラフィ的に、例えば、ガス・クロマトグラフィ、液体クロマトグラフィ、及びその他、によりモニタされる。複数の実施形態では、エッチング副生成物のモニタリングに関して上記に説明されたように、XeF₂ 蒸気の消失が、モニタされる。

【0076】

複数の実施形態では、固体 XeF₂ 1054 が、例えば、重量、体積、及び / 又は外観、をモニタされる。

【0077】

XeF₂ が比較的高価であるため、複数の実施形態では、固体 XeF₂ 1054 の量は、実質的に全ての固体 XeF₂ 1054 がエッチング・ステップ 1320 において使い尽くされるように、エッチング室にロードされる。その上、エッチング・ステップ 1320 の終了後に残っている未使用的固体 XeF₂ 1054 は、エッチング・プロセスの副生成物、例えば、MoF₆ 及び / 又は SiF₄、同様に通常の使用においてエッチング室 1010 に入ってくる汚染物、例えば、有機汚染物、で汚染される可能性がある。したがって、複数の実施形態では、ステップ 1320 の後で残っている固体 XeF₂ は、再使用されない。

【0078】

複数の実施形態では、例えば、エッチされるべき材料の量が比較的少ない場合に、エッチされるべき材料は、1 回の暴露でエッチされる。XeF₂ モジュール 1052 は、チャンバ 1010 の中へ延伸されて、そして XeF₂ 蒸気が基板 1016 からエッチされるべき材料、例えば、1 又はそれより多くの犠牲層、をエッチするまで、そこに留まる。上記に説明されたように、複数の実施形態では、固体 XeF₂ 1054 の量は、1 回のステップでエッチを実行されるように、そしてエッチング・ステップ 1320 において実質的に使い尽くされるように予め決められる。したがって、固体 XeF₂ の追加部分は、これらの実施形態では基板の各バッチのエッチングにおいて XeF₂ モジュール 1052 に追加されない。

10

20

30

40

50

【0079】

その他の実施形態では、例えば、エッチされるべき材料の量が比較的多い場合に、方法1300は、複数のエッティング・ステップ1320を具備し、その各々は、チャンバの中央キャビティ1014の中へのXeF₂モジュール1052の延伸、及びアクセス・ポート1038の中へのXeF₂モジュール1052の収縮を具備する。複数の実施形態では、固体XeF₂1054は、複数のエッティング・ステップ1320の間にモジュール1052上に補充されない。

【0080】

その他の実施形態では、オプションのステップ1330では、固体XeF₂1054が複数のエッティング・ステップ1320の間にモジュール1052上に補充される。複数の実施形態では、モジュール1052は、アクセス・ポート1038の中に収縮され、そこでは、追加の固体XeF₂1054が、例えば、ドア1050を使用してプラットフォーム1056に追加される。モジュール1052は、その後、チャンバの中央キャビティ1014の中に再び延伸され、そこにおいて追加のエッティングが生じる。エッティング及び補充は、所望の量のエッティングが達成されるまで必要に応じて繰り返される。上記に説明されたように、複数の実施形態では、固体XeF₂の合計量は、XeF₂の無駄を削減するために予め決められる。

【0081】

複数の実施形態では、エッティング・ステップ1320は、基板1016から1層をエッチする。その他の実施形態では、エッティング・ステップ1320は、基板1016から複数の層をエッチする。例えば、図6Cに図示された装置の製作の複数の実施形態は、鏡14と16との間に第1の犠牲層を、そして鏡14の上方に第2の犠牲層を使用する。複数の実施形態では、1層又は複数の層は、実質的に1つの材料からなる。その他の実施形態では、1層又は複数の層は、複数の材料からなる。複数の層をエッティングする実施形態において、複数の実施形態では、複数の層は、実質的に同じ組成を有する。その他の実施形態では、複数の層の少なくとも1層は、異なる組成を有する。

【0082】

複数の実施形態では、ステップ1320で使用される固体XeF₂の量は、エッティングの程度を制御する。エッティング可能な材料の量がXeF₂の量を超える場合に、エッティングは、XeF₂が実質的に涸渇するまで進行する。複数の実施形態では、この方法は、エッティング可能な材料の所定の厚さをエッチする。

【0083】

ステップ1340では、チャンバ1010がページされる。複数の実施形態では、ページは、ページ・システム1020を使用してエッティング室の中央キャビティ1014からエッティング・ステップ1320の副生成物を除去する。個々のエッティング副生成物は、ステップ1320でエッチされた個々の材料に依存する。複数の実施形態では、エッティング副生成物は、MoF₆及び/又はSiF₄である。図10Aに図示されたエッティング室1010を参照して、複数の実施形態は、キャビティ1014をページするために真空引き/バックフィル方法を使用する。排気弁1034が開かれ、それによってチャンバのキャビティ1014を真空ソースに流体的に接続する。所定の点、例えば、時間又は圧力、の後で、排気弁1034が閉じられ、注入弁1030が開かれる、それによって、キャビティ1014をページ・ガスで満たす。複数の実施形態では、真空引き/バックフィル手順は、1若しくはそれより多くの回数繰り返される。その他の実施形態では、弁1030及び1040を開くことは、ページ・ガス1026のソースからページ注入口1022を通してエッティング室1010の中へページ・ガスを流れさせ、それから真空ソース1032へページ排気口1024を通してエッティング室1010の外へページ・ガスを流れさせる。複数の実施形態は、真空ソースを具備せず、ページ・ガスは、実質的に大気圧でページ排気口1024を通して装置1000から排気される。適切なページ・ガスは、本技術において公知であり、個々の(複数の)エッティング副生成物、エッティング・ステップの前の及び/又は引き続くプロセス・ステップ、個々のプロセス・フロー、ガスの価格、及びそ

の他、を含む複数の要因に基づいて選択される。ページ・ガスの個々の例は、上記に説明されている。複数の実施形態では、チャンバ1010は、XeF₂モジュール1052中の全ての固体XeF₂1054が実質的に消費された後でページされる。

【0084】

複数の実施形態は、1回のページ・ステップ1340を具備する。その他の実施形態は、複数のページ・ステップを使用する。複数の実施形態では、複数のページ・ステップ1340は、基板のエッチングが終わった後で実行される。上記に説明されたように、複数の実施形態は、複数のエッチング・ステップ1320を具備する。これらの実施形態のあるものは、2つのエッチング・ステップの間に少なくとも1回のページ・ステップ1340を具備する。複数の実施形態は、各エッチング・ステップの間にページ・ステップ1340を具備する。複数の実施形態では、ページ1340は、ステップ1330と実質的に同時に実行され、そこでは固体XeF₂がモジュール1052に補充される。

【0085】

説明の目的で、図12Aの装置に関する方法1300の記述は、以下の通りである。方法が実質的に上記に説明されたものと同様であるため、下記の説明は、相違点に焦点をあてる。オプションのステップ1310では、変更可能な隔壁1260が、閉じられ、そして基板1216は、他の1つのプロセス・ステップを受けさせられる。ステップ1320では、変更可能な隔壁1260が開かれ、基板1216は、固体エッチャント保持領域1235で固体XeF₂により生成されたXeF₂蒸気に曝される。オプションのステップ1330では、固体エッチャント保持領域1235は、固体XeF₂で補充される。ステップ1340では、チャンバ1210がページされる。

【0086】

例1

図7Dに図示されたステージにおける変調器のアレイは、直径200mmガラス基板上に、米国特許公開出願第2004/0051929号に説明された方法にしたがって製作される。犠牲層はモリブデンである。基板は、内側の寸法が220mm×400mm×70mmのステンレス鋼エッチング室中の溶融石英基板支持台の上にロードされる。エッチング室の底面は、溶融石英窓を装備している。エッチング室は、しかも、図10A-図10Cに図示されたように質量分光(MS)検出器及びエッチャント・ユニットへのポートも装備している。

30

【0087】

エッチング室は、10⁻²Torrに真空にし、そして大気圧の窒素ガスでバックフィルすることにより3回ページされる。XeF₂(8.5g、50ミリモル)がエッチャント・ユニット上にロードされ、ユニットが窒素でページされる。モジュールは、その後、エッチング室の中へ延伸される。エッチングの進行は、窓を通して光学的にモニタされ、同様にMSを使用してモニタされる。エッチングは、基板の色が灰色から一様な白に変化し、MSにより検出されるレベルのMoF₆の濃度がなくなる時に、終了する。

【0088】

上記に説明された装置及び製作プロセスにおける変更が、例えば、構成要素及び/又はステップを追加すること及び/又は削除すること、及び/又はそれらの順番を変更することが可能であることを、当業者は理解するはずである。さらに、ここに説明された方法、構造、及びシステムは、その他のタイプのMEMS装置、例えば、その他のタイプの光学的変調器、を含むその他の電子装置を製作することに対して有用である。

40

【0089】

その上、上記の詳細な説明が、種々の実施形態に適用されたものとして本発明の新規な特徴を示し、説明し、そして指摘してきているが、説明された装置又はプロセスの形式及び詳細の種々の省略、置き換え、及び変更が、本発明の精神から逸脱することなく当業者により行い得ることが、理解される。理解されるように、本発明は、複数の特徴がその他のものから別々に使用される又は実行されることができる所以、ここに説明された特徴及び利点の全部を提供しない枠組みの範囲内で具体化されることがある。

50

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】図1は、光干渉変調器表示装置の1実施形態の一部分を図示する等測図であり、そこでは、第1の光干渉変調器の可動鏡は、固定鏡から所定の距離で反射、すなわち“オン”的位置であり、第2の光干渉変調器の可動反射鏡は、非反射、すなわち“オフ”的位置である。

【図2】図2は、3×3光干渉変調器ディスプレイを組み込んでいる電子装置の1実施形態を説明するシステム・ブロック図である。

【図3】図3は、図1の光干渉変調器の1つの具体例としての実施形態に関する可動鏡位置対印加電圧の図である。
10

【図4】図4は、光干渉変調器ディスプレイを駆動するために使用されることができる行及び列電圧のセットの説明図である。

【図5A】図5Aは、図2の3×3光干渉変調器表示装置に表示データのフレームを書き込むために使用されることができる行及び列信号に関する1つの具体例としてのタイミング図を図示する。

【図5B】図5Bは、図2の3×3光干渉変調器表示装置に表示データのフレームを書き込むために使用される行及び列信号に関する1つの具体例としてのタイミング図を図示する。

【図6A】図6Aは、図1の装置の断面図である。

【図6B】図6Bは、光干渉変調器の1つの代わりの実施形態の断面図である。
20

【図6C】図6Cは、光干渉変調器の1つの代わりの実施形態の断面図である。

【図7A】図7Aは、光干渉変調器の1実施形態の製造工程中のある中間構造を断面で図示する。

【図7B】図7Bは、光干渉変調器の1実施形態の製造工程中のある中間構造を断面で図示する。

【図7C】図7Cは、光干渉変調器の1実施形態の製造工程中のある中間構造を断面で図示する。

【図7D】図7Dは、光干渉変調器の1実施形態の製造工程中のある中間構造を断面で図示する。

【図7E】図7Eは、光干渉変調器の1実施形態の製造工程中のある中間構造を断面で図示する。
30

【図8】図8は、MEMS装置の製造におけるリリース・エッチを実行するために有用な装置の1実施形態を図示する。

【図9】図9は、図8の装置を使用するリリース・エッティングを実行するための方法の1実施形態を説明するフロー・チャートである。

【図10A】図10Aは、MEMS装置の製造におけるリリース・エッチを実行するため適した装置の1実施形態の透視図である。

【図10B】図10Bは、図10Aに図示された装置のモジュールの詳細図である。

【図10C】図10Cは、図10Aに図示された装置のモジュールの詳細図である。

【図10D】図10Dは、エッティング室の他の1実施形態の上面図である。
40

【図10E】図10Eは、エッティング室の他の1実施形態の断面図である。

【図11A】図11Aは、エッチャント・モジュールに関する代わりの実施形態を図示する。

【図11B】図11Bは、エッチャント・モジュールに関する代わりの実施形態を図示する。

【図11C】図11Cは、エッチャント・モジュールに関する代わりの実施形態を図示する。

【図11D】図11Dは、エッチャント・モジュールに関する代わりの実施形態を図示する。

【図12A】図12Aは、エッティング室に関する代わりの実施形態を図示する。
50

【図12B】図12Bは、エッチング室に関する代わりの実施形態を図示する。

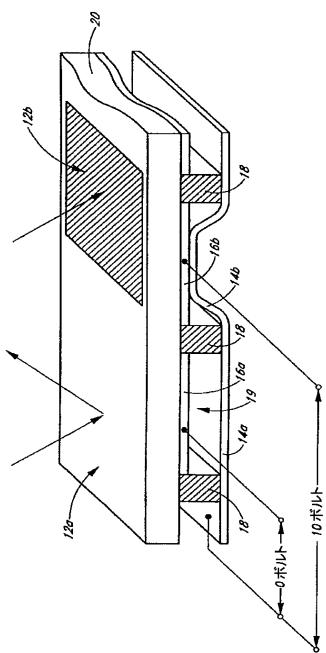
【図13】図13は、図10A又は図12Aに図示された装置を使用するリリース・エッチを実行するための方法の1実施形態を説明するフロー・チャートである。

【符号の説明】

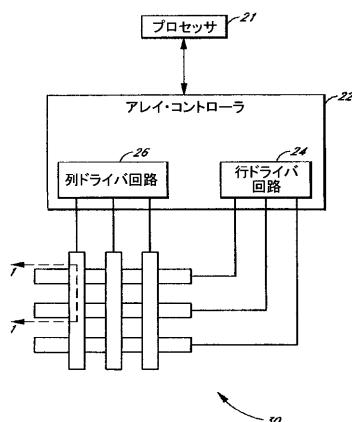
【0091】

12...光干渉変調器, 14...可動反射層(可動鏡), 16...固定反射層(固定鏡), 18...支柱, 19...キャビティ, 20...透明基板, 700...光干渉変調器, 710...犠牲層, 714...固定鏡, 716...第2の鏡/上部電極アセンブリ, 718...支柱, 720...基板, 722...キャビティ, 740...支持層, 750...下側部分, 760...上側部分, 765...支持層, 1010...エッチング室, 1014...中央キャビティ, 1016...基板, 1018...基板支持台, 1020...バージ・システム, 1035...XeF₂ユニット, 1036...移動装置, 1052...XeF₂モジュール, 1054...固体XeF₂, 1056...プラットフォーム, 1060...フェースプレート。
10

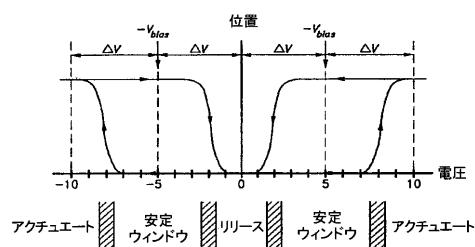
【図1】



【図2】



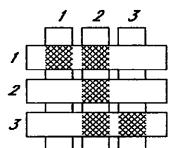
【図3】



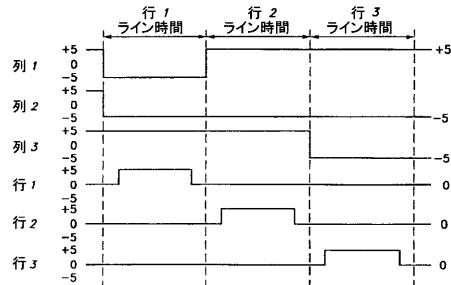
【図4】

列出力 信号		
行出力 信号	$+V_{bias}$	$-V_{bias}$
0	安定	安定
$+\Delta V$	リリース	アクチュ エート
$-\Delta V$	アクチュ エート	リリース

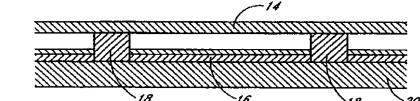
【図5 A】



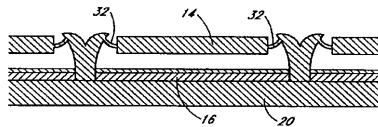
【図5 B】



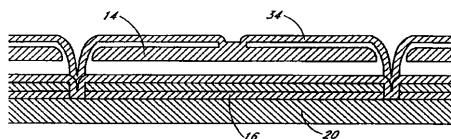
【図7 A】



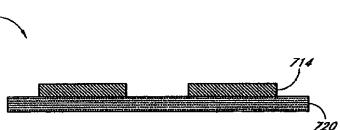
【図6 A】



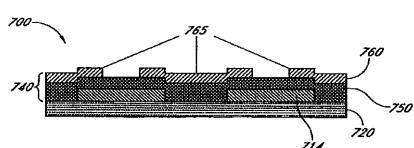
【図6 B】



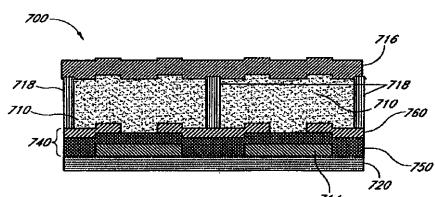
【図6 C】



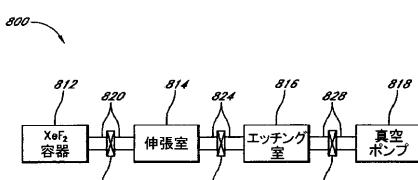
【図7 C】



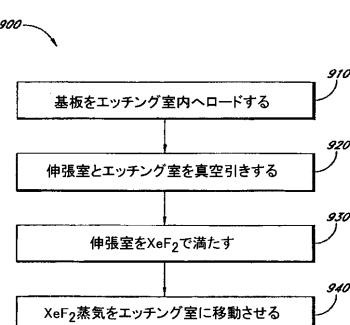
【図7 D】



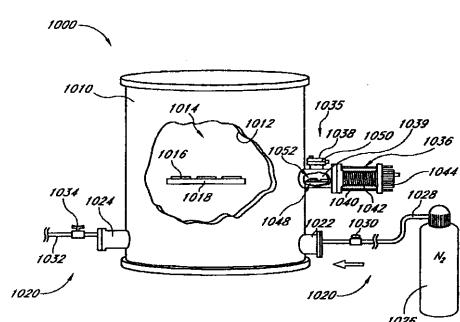
【図8】



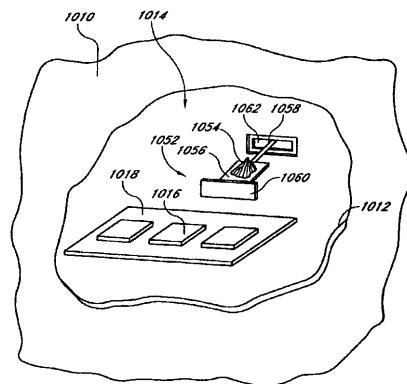
【図9】



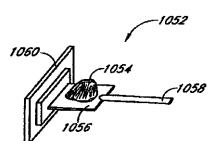
【図 10 A】



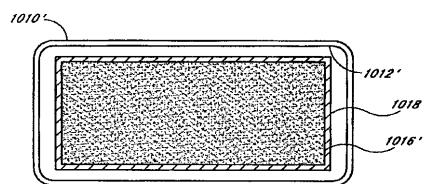
【図 10 C】



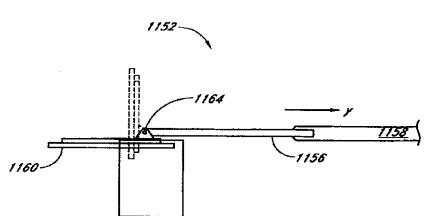
【図 10 B】



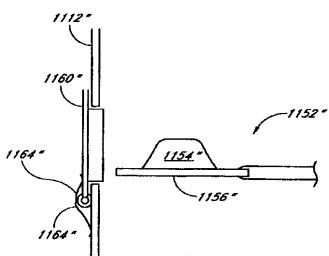
【図 10 D】



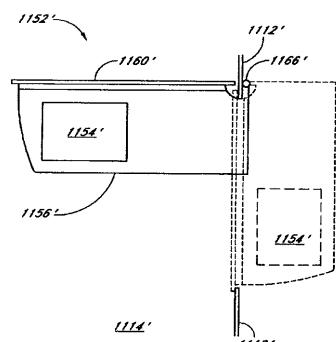
【図 11 A】



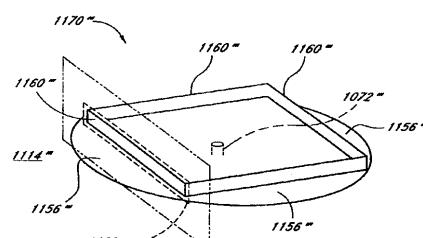
【図 11 C】



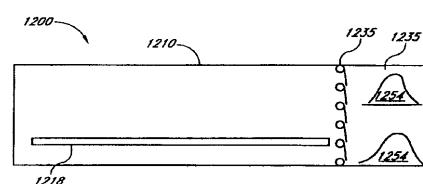
【図 11 B】



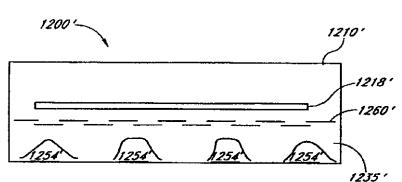
【図 11 D】



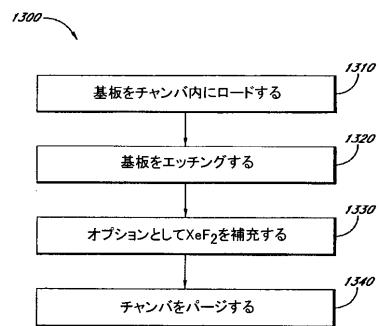
【図 12 A】



【図12B】



【図13】



フロントページの続き

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(74)代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72)発明者 フィリップ・ディー・フロイド

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94062、レッドウッド・シティ、ミッドフィールド・ウェイ 3602

(72)発明者 ウィリアム・ジェイ・カミングズ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94030、ミルブレイ、アシュトン・アベニュー 149

F ターム(参考) 2H041 AA05 AA21 AA23 AB14 AC06 AZ08

5F004 BB32 DA19 DB01 DB08

【外國語明細書】

2006100795000001.pdf