

(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. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/302 (2006.01)	H01L 21/302 201A	2H041
B81C 5/00 (2006.01)	B81C 5/00	5F004
G02B 26/00 (2006.01)	G02B 26/00	

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)	(71) 出願人	505258472
(22) 出願日	平成17年8月5日 (2005.8.5)		アイディーシー、エルエルシー
(31) 優先権主張番号	60/613, 423		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94
(32) 優先日	平成16年9月27日 (2004.9.27)		107、サン・フランシスコ、サード・ス
(33) 優先権主張国	米国 (US)		トリート 2415
(31) 優先権主張番号	11/083, 030	(74) 代理人	100058479
(32) 優先日	平成17年3月17日 (2005.3.17)		弁理士 鈴江 武彦
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(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

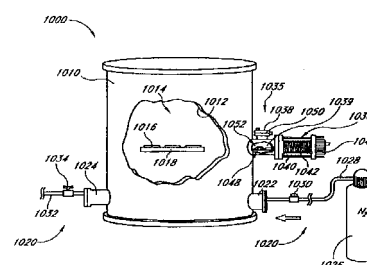
(54) 【発明の名称】 効率を高めたフッ化キセノン・エッチングのための方法及びシステム

(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】

エッチング室及びエッチャント・モジュールを具備するエッチ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、実質的にエッチ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、実質的にエッチング室の内部にある。

10

【請求項 2】

エッチング室は、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チング室を封止する。

20

【請求項 6】

パージ・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になるように構成される；

30

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、

を具備するエッチングのための装置。

【請求項 10】

収納手段は、エッチング室を具備する、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、エッチ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 より大きくない、請求項 17 の装置。 10

【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。 20

【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】

エッチング可能な材料は、モリブデンを具備する、請求項 28 の微小電気機械システム装置。

【請求項 32】

エッチング可能な材料は、シリコンを具備する、請求項 28 の微小電気機械システム装置。

【請求項 33】

エッチング室内部に固体 2 フッ化キセノンを供給すること；

エッチング室内部でエッチ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チング可能な材料をエッチングすること、

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 34】

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 33 の方法。

【請求項 35】

エッチング可能な材料は、モリブデン又はシリコンを具備する、請求項 33 の方法。

【請求項 36】

エッチング室内部でエッチ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チ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 37】

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 36 の方法。

【請求項 38】

エッチング可能な材料は、モリブデン又はシリコンを具備する、請求項 36 の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

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】

【0002】

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、エッチング、及び / 又は、基板及び / 又は堆積された材料の一部分をエッチングして取り除く、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されることができる。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。

【0003】

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されることができる。

【発明の開示】

【 0 0 0 4 】

[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。

【 0 0 0 5 】

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。10
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。

【 0 0 0 6 】

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。20
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。

【 0 0 0 7 】

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・30
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。

【 0 0 0 8 】

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。

【 0 0 0 9 】

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40
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。

【 0 0 1 0 】

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50

器である。

【 0 0 1 1 】

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、を具備し、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体エッチャントを生成する。

【 0 0 1 2 】

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：エッチング室内部に基板を配置すること；エッチャント・モジュールをエッチ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チングできる気相エッチャントを生成する。

10

【 0 0 1 3 】

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：エッチング室内部に固体 2 フッ化キセノンを供給すること；エッチング室内部にエッチ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チング可能な材料をエッチングすること、を具備する。

20

【 0 0 1 4 】

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：エッチング室内部にエッチ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チ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 1 0 c m より小さい距離離れる。

【 0 0 1 5 】

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、を具備するエッチ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。

30

【 0 0 1 6 】

[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。

【 0 0 1 7 】

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、及びエッチ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チング室を提供する。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。

40

【 0 0 1 8 】

下記の詳細な説明は、本発明のある特定の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

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・アシスタント（PDA）、ハンド・ヘルド又は携帯型コンピュータ、GPS受信機／ナビゲータ、カメラ、MP3プレーヤ、カムコーダ、ゲーム・コンソール、腕時計、時計、計算機、テレビ・モニタ、フラット・パネル・ディスプレイ、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。

10

【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（LCD）変調器は、光を遮る又は通すために結晶性材料の挟み及び／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效果を利用する。このような反射型変調器の例は、反射型LCD及びデジタル微小鏡装置を含む。

20

【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MEMS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。MEMS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。

30

【0021】

図1は、MEMS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、その他の鏡から第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。

40

【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、電氣的に導電性であり、部分的に透明であり、そして、例え

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されることができる。複数の層は、平行なストライプにパターンニングされ、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。

【0024】

印加電圧がないと、キャパシティ 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。

【0025】

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、ARM, ペンティアム（登録商標）、ペンティアム II（登録商標）、ペンティアム III（登録商標）、ペンティアム IV（登録商標）、ペンティアム（登録商標）プロ、8051、MIPS（登録商標）、パワー PC（登録商標）、ALPHA（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されることができる。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されることができる。

【0026】

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・テクノロジー社（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 S1D1300 シリーズ、及びソロモン・システック（Solomon Systech）1906 を含む。

【0027】

MEMS 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される場合に、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。そのようにして、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

10

20

30

40

50

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、行ストローピング(strobing)の期間に、アクチュエートされるべきストロープされた行の画素は、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。ストロープの後で、画素は、約5ボルトの定常状態電圧差を受け、その結果、行ストロープ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”の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 $-V_{bias}$ であるかに拘わらず、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”の期間に、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5A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5A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、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されることができ、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。

10

20

30

40

50

【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6A - 図6Cは、移動鏡構造の3つの異なる実施形態を図示する。図6A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、直角に延びている支柱18上に堆積される。図6B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6C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されることができ、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、パターンニング、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。

【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6A - 図6C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“酸化膜ス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XeF₂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XeF₂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。XeF₂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、XeF₂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、及びタングステンを具備する材料を含む。

【0036】

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、エッチング、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、スピン・コーティングを含む。エッチング・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、及びエッチングにより形成される。

【００３８】

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、後のエッチング・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）、タンゲステン、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。

20

【００３９】

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チングされて、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のマスキされなかった領域は、エッチングされるが、下側部分７５０の本質的な部分は、エッチングされない。

30

【００４０】

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、エッチングされ、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、及びエッチングにより犠牲層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チ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。

40

【００４１】

図７Ｅは、犠牲層７１０をエッチングした後の装置７００を説明する。このエッチング・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、エッチングされていた。複数の実施形態では、下側部分７５０は、部分的にエッチングされる又は全くエッチングされない。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

50

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、 XeF_2 は、活性なエッチング種である F_2 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、 XeF_2 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。 XeF_2 蒸気は、プラズマを発生させる必要なしにある種の材料を気相エッチする。 XeF_2 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 (SiO_2)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、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、 XeF_2 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、 SiO_2 、Al、及び Al_2O_3 は、 XeF_2 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、 XeF_2 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、 XeF_2 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、 XeF_2 結晶が収容される XeF_2 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。 XeF_2 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 XeF_2 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、 XeF_2 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、 XeF_2 蒸気が XeF_2 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、 XeF_2 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、 XeF_2 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。

【 0 0 4 9 】

図 1 0 A - 図 1 0 C に図示された装置 1 0 0 0 の 1 実施形態は、固体 XeF_2 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パ内部の近くに近接して常駐させることを可能にする。図 1 0 A は、その中に中央又は主キャビティ 1 0 1 4 の範囲を定める内側側壁 1 0 1 2 を具備するエッチング室 1 0 1 0 を図示する。図 1 0 A は、中央キャビティ 1 0 1 4 の内部で基板支持台 1 0 1 8 上に配置された複数のエッチングされるべき基板 1 0 1 6 を示すチャンパ 1 0 1 0 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 1 0 1 0 は、実質的に円柱状である；しかしながら、エッチング室 1 0 1 0 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

【 0 0 5 0 】

図 1 0 D は、エッチング室 1 0 1 0 ' の 1 実施形態の上面図を図示し、エッチング室 1 0 1 0 ' 内では、エッチング室の内側側壁 1 0 1 2 ' が基板支持台 1 0 1 8 ' の大きさ及び形状に実質的に適合し、基板支持台 1 0 1 8 ' は、順に基板 1 0 1 6 ' 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 1 0 E は、エッチング室 1 0 1 0 ' の断面図である。図示された実施形態では、内側側壁 1 0 1 2 ' に加えてエッチング室の上面 1 0 1 3 ' は、中央キャビティ 1 0 1 4 ' を規定する。複数の実施形態では、中央キャビティ 1 0 1 4 ' の外形は、その中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 1 0 1 3 ' と基板 1 0 1 6 ' との間の距離が比較的小さければ、エッチング室 1 0 1 4 ' の体積は、基板 1 0 1 6 ' 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、 XeF_2 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 1 0 1 3 ' と基板 1 0 1 6 ' との間の距離が比較的大きければ、上面 1 0 1 3 ' 近くからの XeF_2 蒸気は、基板 1 0 1 6 ' へ拡散するために著しく時間がかかる。図 1 0 D 及び図 1 0 E に図示されたエッチング室 1 0 1 0 ' 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 2 0 % まで大きい。例えば、複数の実施形態は、直径 1 0 0 mm 基板に対して約 1 0 0 mm より大きく約 1 2 0 mm までの長さ及び / 又は幅を有するエッチング室 1 0 1 0 ' を提供する。その他の実施形態は、3 7 0 mm × 4 7 0 mm 基板に対して、一辺が約 3 7 0 mm より大きく約 4 5 0 mm までで、他辺が約 4 7 0 mm より大きく約 5 7 0 mm までの寸法を有するエッチング室 1 0 1 0 ' 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 1 0 % まで大きい。

20

30

【 0 0 5 1 】

図 1 0 A - 図 1 0 C に戻って参照して、エッチング室 1 0 1 0 は、その他の処理課題、例えば、堆積、パターンニング、エッチング、テストング、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 1 0 1 8 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 1 0 1 6 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

【 0 0 5 2 】

複数の実施形態では、エッチング室 1 0 1 0 の内側側壁 1 0 1 2 及び / 又はその中に囲まれた構成要素は、 XeF_2 によりエッチされない若しくはわずかしきエッチされない 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、ポリテトラフルオロエチレン（テフ

50

ロン（登録商標））ポリクロロトリフロロエチレン（Kel-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、カールレッツ（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、 XeF_2 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、パージ注入口 1022 及びパージ排気口 1024 を経由してエッチング室 1010 に流体的に接続されたパージ・システム 1020 も具備する。パージ・ガスのソース 1026 は、配管 1028 及び注入弁 1030 を経由してパージ注入口 1022 に流体的に接続される。パージ・ガスは、本技術において公知のいずれかの適切なパージ・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。パージ・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・ボンベ、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、パージ・ガスは、その他のガスを具備する。パージ排気口 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、パージ・システムは、パ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パージ注入口 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にいずれかのタイプのものであり、例えば、エッチング室 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 XeF_2 は、エッチング室 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、パンタグラフ、ラックとピニオン、ピストンとシリンダ、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、ステップ・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、パージ・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 XeF_2 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

ス・ポート 1038 は、そこを通過し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 XeF_2 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 XeF_2 は、ドア 1050 を通して XeF_2 ユニット 1035 へロードされる。複数の実施形態では、空の内側領域 1039 は、パージ・システム、例えば、パージ・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。パージ・システムは、例えば、固体 XeF_2 が XeF_2 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 XeF_2 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 XeF_2 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 XeF_2 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 XeF_2 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 XeF_2 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 XeF_2 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 中のマッティング開口部（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/又はマッティング開口部 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、 XeF_2 及び/又は F_2 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、 XeF_2 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、 XeF_2 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要する。

【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った領域、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。

10

【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。

20

【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、その他の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。

30

【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。

40

【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】

50

図 1 1 B は、モジュール 1 1 5 2 ' の 1 実施形態の上面図であり、モジュール 1 1 5 2 ' 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 1 1 5 2 ' は、ピボット回転軸 1 1 6 6 ' に取り付けられたプラットフォーム 1 1 5 6 ' を具備する。フェースプレート 1 1 6 0 ' は、プラットフォーム 1 1 5 6 ' の端に取り付けられる。固体 $X e F_2$ 1 1 5 4 ' は、プラットフォーム 1 1 5 6 ' 上に支持される。延伸した位置では、 $X e F_2$ 1 1 5 4 ' は、エッチング室のキャビティ 1 1 1 4 ' 内部に置かれる。モジュール 1 1 5 2 ' 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 1 1 6 0 ' は、チャンバの内側側壁 1 1 1 2 ' に向かって封止する、それによって $X e F_2$ 1 1 5 4 ' をキャビティ 1 1 1 4 ' から隔離する。

10

【 0 0 6 6 】

図 1 1 C は、ヒンジ 1 1 6 4 " を使用してチャンバの内側側壁 1 1 1 2 " 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 1 1 6 0 " 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 1 1 5 2 " はフェースプレートを具備しない。モジュール 1 1 5 2 " が収縮した位置にある場合に、スプリング 1 1 6 8 " は、フェースプレート 1 1 6 0 " を閉じた位置に維持する。モジュール 1 1 5 2 " が延伸されると、プラットフォーム 1 1 5 6 " は、フェースプレート 1 1 6 0 " を動かして、開ける。それによってプラットフォーム 1 1 5 6 " の延伸を可能にし、そして $X e F_2$ 1 1 5 4 " をキャビティ 1 1 1 4 " 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 1 1 6 0 " 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 1 1 5 2 " を延伸させ収縮させる機構と一緒に働いて及び / 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

【 0 0 6 7 】

図 1 1 D は、ターンテーブル 1 1 7 0 ' ' ' を具備する 1 実施形態を図示し、ターンテーブル 1 1 7 0 ' ' ' は、複数のプラットフォーム 1 1 5 6 ' ' ' 及びフェースプレート 1 1 6 0 ' ' ' を具備する。図示されたターンテーブル 1 1 7 0 ' ' ' は、4 個のプラットフォーム 1 1 5 6 ' ' ' 及びフェースプレート 1 1 6 0 ' ' ' 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に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 1 0 7 2 ' ' ' の周りを回転可能である。使用において、所定の量の固体 $X e F_2$ が 1 又はそれより多くのプラットフォーム 1 1 5 6 ' ' ' 上にロードされる。軸 1 0 7 2 ' ' ' の周りを所定の角度ターンテーブル 1 1 7 0 ' ' ' を回転させることは、エッチング室のキャビティ 1 1 1 4 ' ' ' の中へプラットフォーム 1 1 5 6 ' ' ' 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 1 1 6 0 ' ' ' は、側壁の開口部 1 1 6 2 ' ' ' を塞ぐ位置に回転する。図 1 1 D 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であり、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させ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。

30

40

【 0 0 6 8 】

図 1 2 A は、エッチング室 1 2 1 0 を具備する装置 1 2 0 0 を断面で図示し、そこでは、エッチング室 1 2 1 0 は、基板支持台 1 2 1 8 及び固体エッチャント保持領域 1 2 3 5 を具備する。固体 $X e F_2$ 1 2 5 4 は、固体エッチャント保持領域 1 2 3 5 中に配置され

50

る。基板支持台 1 2 1 8 と固体エッチャント保持領域 1 2 3 5 との間に配置されたものは、変更可能な隔壁 1 2 6 0 である。図示された実施形態では、隔壁 1 2 6 0 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 1 2 3 5 中の XeF_2 蒸気が基板支持台 1 2 1 8 及びその上に支持された基板 1 2 1 6 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 1 2 1 6 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 1 2 6 0 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 1 2 0 0 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 1 2 B は、装置 1 2 0 0 ' 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 1 2 3 5 '、変更可能な隔壁 1 2 6 0 '、及び固体 XeF_2 1 2 5 4 ' が基板支持台 1 2 1 8 ' 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 1 2 6 0 ' は、1 組のシャッタを具備する。

【0070】

図 1 3 は、図 1 0 A - 図 1 0 C 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、その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 1 3 1 0 では、基板 1 0 1 6 がチャンバ 1 0 1 0 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 1 0 1 0 中で基板 1 0 1 6 に実行される。モジュール 1 0 5 2 は、収縮した位置にあり、それによって XeF_2 1 0 5 4 をアクセス・ポートの内側領域 1 0 3 9 の内部に封止し、そしてキャピティ 1 0 1 4 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 1 0 1 0 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 1 0 1 0 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・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。その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 1 3 2 0 は、エッチング・ステップである。ステップ 1 3 2 0 では、 XeF_2 モジュール 1 0 5 2 は、移動装置 1 0 3 6 を使用してエッチング室 1 0 1 0 の中央キャピティ 1 0 1 4 の中へ延伸されていて、それによって、基板 1 0 1 6 を固体 XeF_2 1 0 5 4 からの XeF_2 蒸気に曝す。 XeF_2 蒸気は、基板 1 0 1 6 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 1 0 5 2 は、その後、アクセス・ポート 1 0 3 8 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 6 A に図示されたように、副鏡／導電体 1 6 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 1 0 5 4 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 1 0 5 4 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。その他の実施形態では、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 1 0 5 4 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 XeF_2 1054 の量は、全ての固体 XeF_2 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 XeF_2 蒸気でチャンバを充填させる。これらの実施形態において使用される固体 XeF_2 の量が、キャピ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。

10

【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、 MoF_6 及び / 又は SiF_4 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、 XeF_2 蒸気の消失が、モニタされる。

20

【0076】

複数の実施形態では、固体 XeF_2 1054 が、例えば、重量、体積、及び / 又は外観、をモニタされる。

30

【0077】

XeF_2 が比較的高価であるため、複数の実施形態では、固体 XeF_2 1054 の量は、実質的に全ての固体 XeF_2 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の固体 XeF_2 1054 は、エッチング・プロセスの副生成物、例えば、 MoF_6 及び / 又は SiF_4 、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 XeF_2 は、再使用されない。

40

【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小さい場合に、エッチされるべき材料は、1 回の暴露でエッチされる。 XeF_2 モジュール 1052 は、チャンバ 1010 の中へ延伸されて、そして XeF_2 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 XeF_2 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 XeF_2 の追加部分は、これらの実施形態では基板の各パッチのエッチングにおいて XeF_2 モジュール 1052 に追加されない。

50

【 0 0 7 9 】

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 1 3 0 0 は、複数のエッチング・ステップ 1 3 2 0 を具備し、その各々は、チャンバの中央キャビティ 1 0 1 4 の中への $X e F_2$ モジュール 1 0 5 2 の延伸、及びアクセス・ポート 1 0 3 8 の中への $X e F_2$ モジュール 1 0 5 2 の収縮を具備する。複数の実施形態では、固体 $X e F_2$ 1 0 5 4 は、複数のエッチング・ステップ 1 3 2 0 の間にモジュール 1 0 5 2 上に補充されない。

【 0 0 8 0 】

その他の実施形態では、オプションのステップ 1 3 3 0 では、固体 $X e F_2$ 1 0 5 4 が複数のエッチング・ステップ 1 3 2 0 の間にモジュール 1 0 5 2 上に補充される。複数の実施形態では、モジュール 1 0 5 2 は、アクセス・ポート 1 0 3 8 の中に収縮され、ここでは、追加の固体 $X e F_2$ 1 0 5 4 が、例えば、ドア 1 0 5 0 を使用してプラットフォーム 1 0 5 6 に追加される。モジュール 1 0 5 2 は、その後、チャンバの中央キャビティ 1 0 1 4 の中に再び延伸され、そこにおいて追加のエッチングが生じる。エッチング及び補充は、所望の量のエッチ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 $X e F_2$ の合計量は、 $X e F_2$ の無駄を削減するために予め決められる。

【 0 0 8 1 】

複数の実施形態では、エッチング・ステップ 1 3 2 0 は、基板 1 0 1 6 から 1 層をエッチする。その他の実施形態では、エッチング・ステップ 1 3 2 0 は、基板 1 0 1 6 から複数の層をエッチする。例えば、図 6 C に図示された装置の製作の複数の実施形態は、鏡 1 4 と 1 6 との間に第 1 の犠牲層を、そして鏡 1 4 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。複数の層をエッチ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。

【 0 0 8 2 】

複数の実施形態では、ステップ 1 3 2 0 で使用される固体 $X e F_2$ の量は、エッチングの程度を制御する。エッチング可能な材料の量が $X e F_2$ の量を超える場合に、エッチングは、 $X e F_2$ 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、エッチング可能な材料の所定の厚さをエッチする。

【 0 0 8 3 】

ステップ 1 3 4 0 では、チャンバ 1 0 1 0 がパージされる。複数の実施形態では、パージは、パージ・システム 1 0 2 0 を使用してエッチング室の中央キャビティ 1 0 1 4 からエッチング・ステップ 1 3 2 0 の副生成物を除去する。個々のエッチング副生成物は、ステップ 1 3 2 0 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、エッチング副生成物は、 $M o F_6$ 及び / 又は $S i F_4$ である。図 1 0 A に図示されたエッチング室 1 0 1 0 を参照して、複数の実施形態は、キャビティ 1 0 1 4 をパ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 1 0 3 4 が開かれ、それによってチャンバのキャビティ 1 0 1 4 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、その後で、排気弁 1 0 3 4 が閉じられ、注入弁 1 0 3 0 が開かれる、それによって、キャビティ 1 0 1 4 をパージ・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 1 0 3 0 及び 1 0 4 0 を開くことは、パージ・ガス 1 0 2 6 のソースからパージ注入口 1 0 2 2 を通してエッチング室 1 0 1 0 の中へパージ・ガスを流れさせ、それから真空ソース 1 0 3 2 へパージ排気口 1 0 2 4 を通してエッチング室 1 0 1 0 の外へパージ・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、パージ・ガスは、実質的に大気圧でパージ排気口 1 0 2 4 を通して装置 1 0 0 0 から排気される。適切なパージ・ガスは、本技術において公知であり、個々の（複数の）エッチング副生成物、エッチング・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

10

20

30

40

50

の他、を含む複数の要因に基づいて選択される。パージ・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、 XeF_2 モジュール 1052 中の全ての固体 XeF_2 1054 が実質的に消費された後でパージされる。

【0084】

複数の実施形態は、1回のパージ・ステップ 1340 を具備する。その他の実施形態は、複数のパージ・ステップを使用する。複数の実施形態では、複数のパージ・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回のパージ・ステップ 1340 を具備する。複数の実施形態は、各エッチング・ステップの間にパージ・ステップ 1340 を具備する。複数の実施形態では、パージ 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 XeF_2 がモジュール 1052 に補充される。

10

【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 XeF_2 により生成された XeF_2 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 XeF_2 で補充される。ステップ 1340 では、チャンバ 1210 がパージされる。

20

【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 200 mm 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 220 mm × 400 mm × 70 mm 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^{-2} Torr 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回パージされる。 XeF_2 (8.5 g、50 ミリモル) がエッチャント・ユニット上にロードされ、ユニットが窒素でパージされる。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 MoF_6 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ので、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できる。

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”の位置であり、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”の位置である。

【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・エッチ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に適した装置の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、エッチング室の他の1実施形態の上面図である。

40

【図10E】図10Eは、エッチング室の他の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、エッチング室に関する代わりの実施形態を図示する。

50

【図 1 2 B】図 1 2 B 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 1 3】図 1 3 は、図 1 0 A 又は図 1 2 A 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。

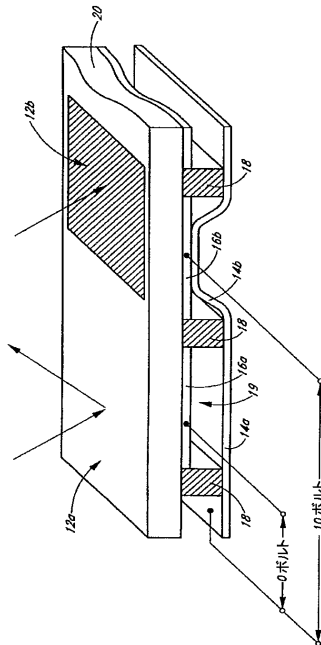
【符号の説明】

【0091】

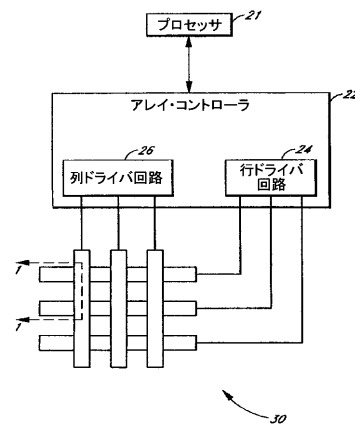
12 ... 光干渉変調器, 14 ... 可動反射層 (可動鏡), 16 ... 固定反射層 (固定鏡), 18 ... 支柱, 19 ... キャビティ, 20 ... 透明基板, 700 ... 光干渉変調器, 710 ... 犠牲層, 714 ... 固定鏡, 716 ... 第 2 の鏡 / 上部電極アセンブリ, 718 ... 支柱, 720 ... 基板, 722 ... キャビティ, 740 ... 支持層, 750 ... 下側部分, 760 ... 上側部分, 765 ... 支持層, 1010 ... エッチング室, 1014 ... 中央キャビティ, 1016 ... 基板, 1018 ... 基板支持台, 1020 ... パージ・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

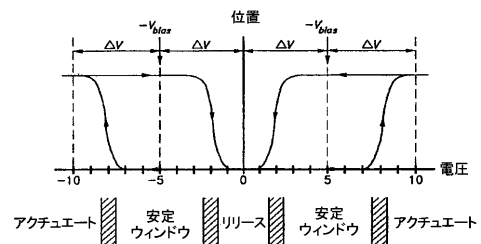
【図 1】



【図 2】



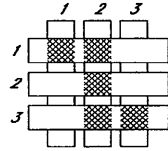
【図 3】



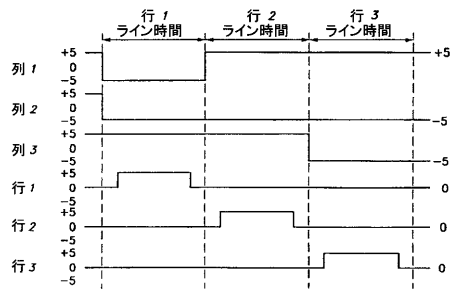
【図 4】

行出力 信号	列出力 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

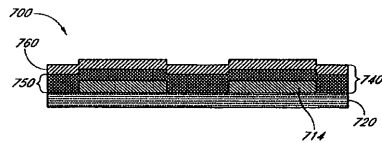
【図 5 A】



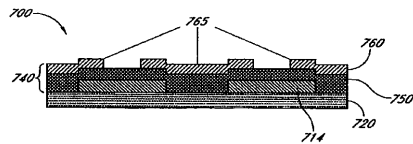
【図 5 B】



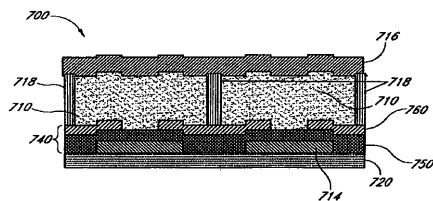
【図 7 B】



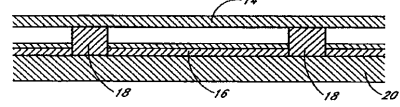
【図 7 C】



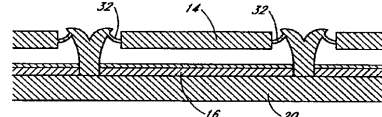
【図 7 D】



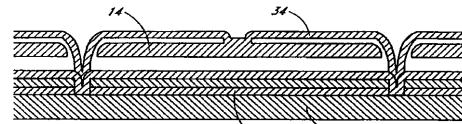
【図 6 A】



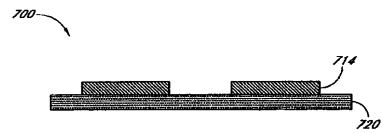
【図 6 B】



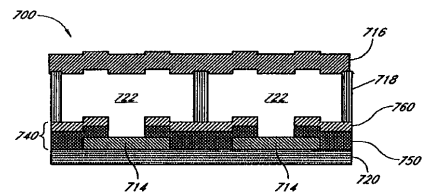
【図 6 C】



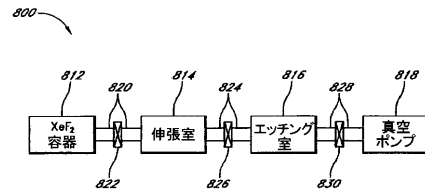
【図 7 A】



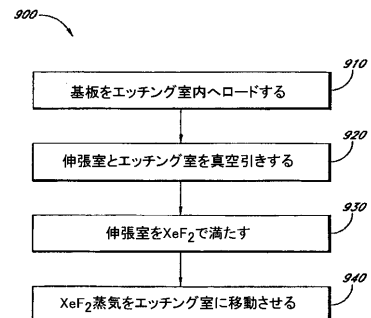
【図 7 E】



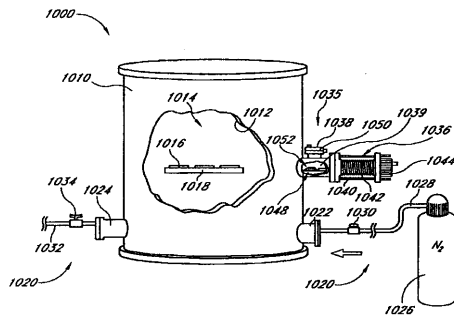
【図 8】



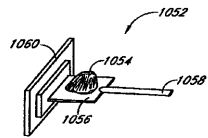
【図 9】



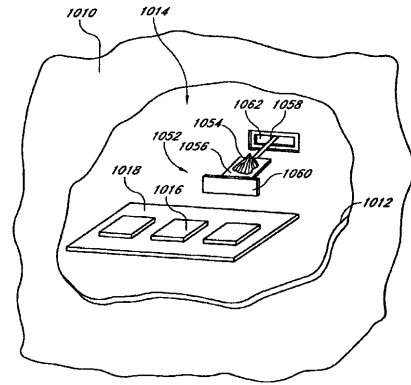
【図 10 A】



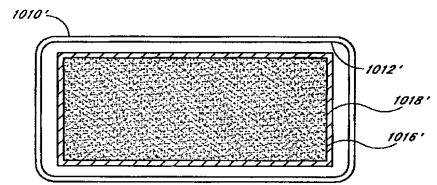
【図 10 B】



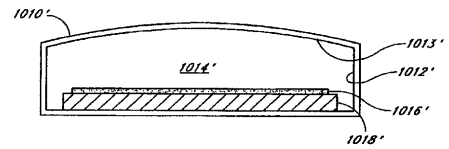
【図 10 C】



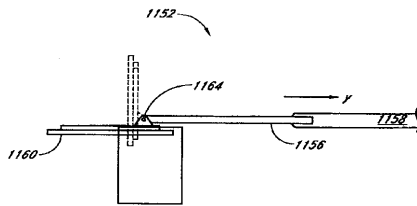
【図 10 D】



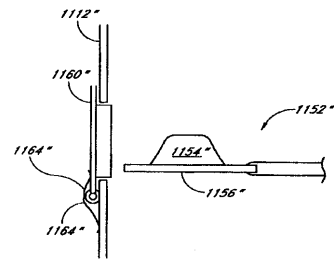
【図 10 E】



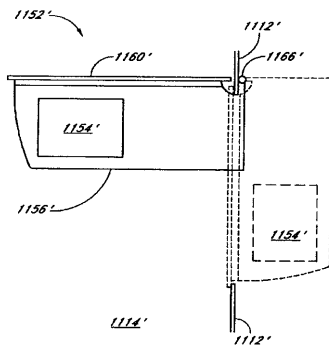
【図 11 A】



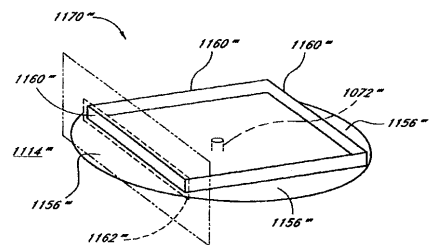
【図 11 C】



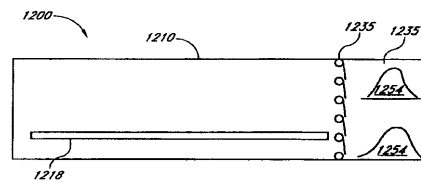
【図 11 B】



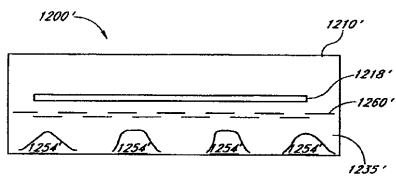
【図 11 D】



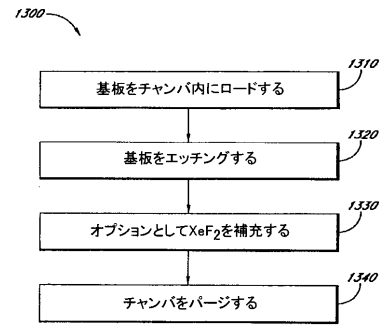
【図 12 A】



【図 1 2 B】



【図 1 3】



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 9 4 0 6 2、レッドウッド・シティ、ミッドフィールド・ウ
エイ 3 6 0 2
- (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 9 4 0 3 0、ミルブレイ、アシュトン・アベニュー 1 4 9
- F ターム(参考) 2H041 AA05 AA21 AA23 AB14 AC06 AZ08
5F004 BB32 DA19 DB01 DB08

【外国語明細書】

2006100795000001.pdf