

(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2010-527461

(P2010-527461A)

(43) 公表日 平成22年8月12日(2010.8.12)

|                                |  |         |       |             |           |
|--------------------------------|--|---------|-------|-------------|-----------|
| (51) Int. Cl.                  |  | F I     |       | テーマコード (参考) |           |
| <b>G 0 2 B</b> 26/02 (2006.01) |  | G 0 2 B | 26/02 | E           | 2 H 1 4 1 |
| <b>B 8 1 C</b> 3/00 (2006.01)  |  | B 8 1 C | 3/00  |             | 3 C 0 8 1 |
| <b>B 8 1 B</b> 3/00 (2006.01)  |  | B 8 1 B | 3/00  |             |           |

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 126 頁)

|               |                              |          |  |
|---------------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号     | 特願2010-507525 (P2010-507525) | (71) 出願人 | 508095337<br>クオルコム・メムズ・テクノロジーズ・インコーポレーテッド<br>アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5775 |
| (86) (22) 出願日 | 平成20年4月28日(2008.4.28)        | (74) 代理人 | 100108453<br>弁理士 村山 靖彦   |
| (85) 翻訳文提出日   | 平成22年1月12日(2010.1.12)        | (74) 代理人 | 100064908<br>弁理士 志賀 正武   |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2008/061812            | (74) 代理人 | 100089037<br>弁理士 渡邊 隆  |
| (87) 国際公開番号   | W02008/140926                | (74) 代理人 | 100110364<br>弁理士 実広 信哉   |
| (87) 国際公開日    | 平成20年11月20日(2008.11.20)      |          |  |
| (31) 優先権主張番号  | 60/917,609                   |          |  |
| (32) 優先日      | 平成19年5月11日(2007.5.11)        |          |  |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                      |          |  |
| (31) 優先権主張番号  | 11/863,079                   |          |  |
| (32) 優先日      | 平成19年9月27日(2007.9.27)        |          |  |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                      |          |  |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 MEMS構造と、別個の基板上にMEMS構成要素を製作し、別個の基板を組み立てる方法

## (57) 【要約】

マスキングを減少させた微小電子機械システム(MEMS)デバイスを製作する方法と、その方法によって形成されたMEMSデバイスが開示される。一実施形態では、MEMSデバイス(900)は、事前形成された構成要素を各々が有する、前面基板(910)と保持体(950)を積層することによって製作される。前面基板(910)には、その上に重ねて形成された静止電極が提供される。その上に重ねて形成された可動電極(1360)を含む保持体(950)は、前面基板(910)に結合される。いくつかの実施形態の保持体(3500)は、可動電極(3510)を前面基板(3570)に移転させた後で除去される。他の実施形態では、保持体(3450)は、前面基板(3410)上に留まり、MEMSデバイス(3400)のための背面板として機能する。フィーチャは、付着およびパターン形成によって、型押しによって、またはパターン形成およびエッチングによって形成される。

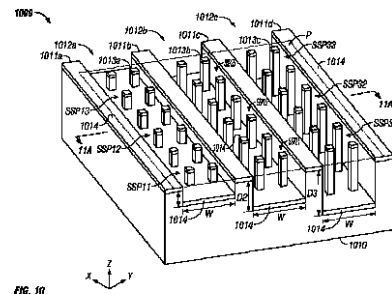


FIG. 10

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

MEMS デバイスを作成する方法であって、  
透明な基板と、前記透明な基板上に重ねて形成された少なくとも部分的に透明な電極とを含む、透明な電極アセンブリを提供するステップと、  
保持体上に重ねて形成された光を反射する電極を含む、保持体を提供するステップと、  
前記光を反射する電極が前記少なくとも部分的に透明な電極に面してキャビティを形成するように、前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップとを含む方法。

**【請求項 2】**

前記 MEMS デバイスが、干渉変調器であり、前記キャビティが、光を干渉的に変調するように構成される、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記少なくとも部分的に透明な電極および前記光を反射する電極が、可変サイズのキャビティを定めるために相対運動を可能とするように構成される、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記光を反射する電極が、前記キャビティの中に向かって偏向可能である、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 5】**

干渉デバイスアレイを作成する方法であって、  
前面基板上にキャビティを定める支持体を含む、前面基板を提供するステップであって、前記前面基板が、前記キャビティ内に形成された前面電極をさらに含む、ステップと、  
保持体上に重ねて形成された可動電極を含む、保持体を提供するステップと、  
前記可動電極が前記前面電極の少なくとも一部に面して 1 つまたは複数の干渉デバイスを形成するように、前記前面基板を前記保持体に結合するステップとを含む方法。

**【請求項 6】**

前記前面電極および可動電極が、干渉キャビティを形成するために、離して配置される、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記前面基板が、実質的に透明な材料から形成される、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記前面電極が、少なくとも部分的に透明な材料から形成される少なくとも 1 つの層を含む、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記前面電極の各々が、干渉デバイスのための静止電極として機能する、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記支持体が、前記可動電極を前記前面電極から分離するように、前記前面基板が、前記保持体に結合される、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 11】**

前面基板上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板と、  
前記支持体によって支持される複数の可動電極であって、前記可動電極の各々が、  
前記支持体上にのった第 1 の部分であって、第 1 の厚さを有する第 1 の部分と、  
第 1 の部分に隣接し、前記支持体上にのっていない第 2 の部分であって、前記第 1 の厚さよりも大きい第 2 の厚さを有する第 2 の部分とを含む複数の可動電極とを含む微小電子機械システム (MEMS) デバイス。

**【請求項 12】**

前記支持体が、前記前面基板と同じ材料から、前記前面基板と一体形成される、請求項

10

20

30

40

50

１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１３】

前記支持体が、前記前面基板の材料とは異なる材料から形成される、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１４】

前記ＭＥＭＳデバイスが、干渉変調器を含み、前記前面基板が、実質的に透明な材料から形成される、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１５】

前記キャビティ内に形成された第１の複数の光学スタックと、前記支持体と前記可動電極の前記第１の部分の間に置かれた第２の複数の光学スタックとをさらに含む、請求項１４に記載のＭＥＭＳデバイス。

10

【請求項１６】

前記第１の複数の光学スタックが、前記第２の複数の光学スタックの厚さと実質的に同じ厚さを有する、請求項１５に記載のデバイス。

【請求項１７】

前記可動電極が、互いに平行に延びる導電ストリップを含み、前記導電ストリップの各々が、多数の干渉変調器のための電極として機能するように構成される、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１８】

前記複数の支持体が、前記可動電極と実質的に直交する横向きの方に延びるレールを含む、請求項１１に記載のデバイス。

20

【請求項１９】

前記前面基板と対向する第２の基板をさらに含み、前記第２の基板が、複数のレールを含み、前記レールの各々が、前記前面基板の前記キャビティに面する面を有し、前記レールが、互いに実質的に平行に延び、前記複数の可動電極の各々が、前記前面基板と前記レールの１つの間に置かれる、請求項１１に記載のデバイス。

【請求項２０】

前記可動電極の各々の前記第１の部分が、前記前面基板の前記支持体に接合される、請求項１１に記載のデバイス。

【請求項２１】

30

前面基板上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板であって、前記キャビティの各々が、底面を有する、前面基板と、

前記前面基板と実質的に対向し、前記前面基板上に重なる背面板であって、前記前面基板の前記キャビティに面する、前記前面基板から最も隔たった面を有する背面板と、

前記支持体と前記背面板の前記面の間に置かれる複数の機械的ストリップであって、前記機械的ストリップの各々が、多数のＭＥＭＳデバイスのための移動電極として機能する、複数の機械的ストリップとを含み、

前記キャビティの１つの前記底面と前記背面板の前記最も隔たった面の間の距離が、約 6,500 から約 20  $\mu\text{m}$ の間である、

40

微小電子機械システム（ＭＥＭＳ）デバイスのアレイ。

【請求項２２】

前記背面板が、実質的に平面である、請求項２１に記載のアレイ。

【請求項２３】

前記背面板が、前記背面板に形成されたりセスを含み、前記リセスが、前記前面基板の前記キャビティに面するリセス面を含み、前記最も隔たった面が、前記リセス面の１つであり、前記背面板が、前記背面板から前記前面基板に向かって延びる複数の背面支持体をさらに含み、前記背面支持体が、その間に前記リセスを定める、請求項２１に記載のアレイ。

【請求項２４】

前記複数の背面支持体が、互いに実質的に平行に延びるレールを含み、前記レールが、

50

複数のリセスを定め、前記デバイスが、前記複数のリセス内に過剰機械材料をさらに含む、請求項 23 に記載のアレイ。

【請求項 25】

前記 MEMS デバイスが、干渉変調器を含む、請求項 21 に記載のアレイ。

【請求項 26】

基板と同じ材料から、基板と一体形成される複数の支持体を含む基板と、移動電極を定める複数の機械的要素であって、前記支持体上に支持される機械的要素を含む微小電子機械システム (MEMS) デバイス。

【請求項 27】

前記複数の支持体が、互いに実質的に平行に延びる複数のレールを含み、前記レールが、前記レールと交互に並ぶトラフを定める、請求項 26 に記載の MEMS デバイス。 10

【請求項 28】

前記機械的要素が、前記トラフと実質的に直交して延びる複数の機械的ストリップを含み、前記トラフおよび前記機械的ストリップが一緒に、前記トラフと前記機械的ストリップの交差部にキャビティを定める、請求項 27 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 29】

前記複数の支持体が、各キャビティ内に支柱をさらに含む、請求項 28 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 30】

前記 MEMS デバイスが、干渉変調器を含み、前記 MEMS デバイスが、前記トラフの少なくとも 1 つに光学スタックをさらに含む、請求項 27 に記載の MEMS デバイス。 20

【請求項 31】

前記機械的要素が、前記トラフを横断する複数の機械的ストリップを含み、各ストリップが、複数の移動電極を含む、請求項 27 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 32】

面を有し、前記面に形成された複数のトラフを含む基板であって、前記トラフが、互いに実質的に平行に延び、前記基板の前記面が、前記基板のより高い領域を定め、一方、前記トラフが、前記基板のより低い領域を定める、基板と、

前記基板の前記より低い領域上に形成された複数の固定電極とを含む微小電子機械システム (MEMS) デバイス。 30

【請求項 33】

前記トラフが、異なる深さをもつ、請求項 32 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 34】

前記 MEMS デバイスが、干渉変調器表示デバイスを含み、深さの異なる前記トラフが、異なる色を発生させるように構成される、請求項 33 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 35】

前記基板の前記より高い領域上に層をさらに有し、前記層が、前記固定電極の材料と同じ材料から形成される、請求項 32 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 36】

前記固定電極が、前記層とは途切れている、請求項 35 に記載の MEMS デバイス。 40

【請求項 37】

前記基板の前記より高い領域上に支持された可動電極をさらに含み、前記可動電極が、前記トラフ内に陥没可能である、請求項 32 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 38】

基板上に複数のキャビティを定める複数の支持体を含む基板であって、前記支持体が、前記基板と同じ材料から、前記基板と一体形成される、基板と、

前記支持体の間の前記キャビティ内に形成された導電層とを含む微小電子機械システム (MEMS) 用の前面基板。

【請求項 39】

前記支持体が、異なる深さを有するように前記複数のキャビティを定める、請求項 38 50

に記載の前面基板。

【請求項 4 0】

干渉変調器を作成する方法であって、

基板に属する複数の支持体を形成するステップであって、前記支持体が、前記基板と同じ材料から、前記基板と一体形成される、ステップと、

機械的要素が前記支持体上に支持されるように、移動電極を定める複数の機械的要素を形成するステップと

を含む方法。

【請求項 4 1】

前記複数の機械的要素の各々が、反射層および変形可能層を含む 2 重層を含む、請求項 4 0 に記載の方法。

10

【請求項 4 2】

前記複数の機械的要素の各々が、反射層および変形可能層を含み、前記反射層が、前記変形可能層から吊り下げられる、請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 3】

前記複数の支持体を形成するステップが、前記基板を型押しするステップを含む、請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記複数の支持体を形成するステップが、前記基板をエッチングするステップを含む、請求項 4 0 に記載の方法。

20

【請求項 4 5】

前記基板が、ガラスから形成され、前記複数の支持体を形成するステップが、

インスクライブ部分を定めるように前記基板をインスクライブするステップと、

前記基板の前記インスクライブ部分を選択的にエッチングするステップと

を含む、請求項 4 0 に記載の方法。

【請求項 4 6】

微小電子機械システム (MEMS) を作成する方法であって、

平面基板を提供するステップと、

MEMS キャビティの高さを定める、前記基板と一体の支持構造を形成するステップであって、前記 MEMS キャビティが、フロアを有し、MEMS キャビティが、移動電極の運動をその中に収めるように構成される、ステップと、

30

キャビティのフロア上に導電層を形成するステップと

を含む方法。

【請求項 4 7】

導電性材料が、前記支持構造と前記フロアの間で途切れるように、前記支持構造の上面上および前記支持構造の間のキャビティフロア上に導電性材料を付着するステップをさらに含む、請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記支持構造を形成するステップが、前記基板を型押しするステップを含む、請求項 4 6 に記載の方法。

40

【請求項 4 9】

前記支持構造を形成するステップが、前記基板をエッチングするステップを含む、請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 5 0】

前記基板が、ガラスから形成され、前記支持構造を形成するステップが、

インスクライブ部分を定めるように前記基板をインスクライブするステップと、

前記基板の前記インスクライブ部分を選択的にエッチングするステップと

を含む、請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 5 1】

前面基板上に重ねて形成された複数の電極を含む前面基板と、

50

前記電極が保持体と前記前面基板の間に置かれるように、前記前面基板と実質的に対向する保持体であって、保持体から延びる複数のレールを含む保持体と、

前記前面基板と前記保持体の前記レールの間に置かれる複数の可動電極とを含む微小電子機械システム(MEMS)デバイス。

【請求項 5 2】

前記 MEMS デバイスが、干渉変調器を含み、前記複数の電極が、少なくとも部分的に透明な材料から形成される、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 5 3】

前記複数の可動電極が、互いに平行に延び、前記保持体の前記レールと整列する、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 5 4】

前記保持体の前記レールが、前記保持体と同じ材料から、前記保持体と一体形成される、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 5 5】

前記保持体の前記レールが、前記保持体の材料とは異なる材料から形成される、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 5 6】

前記前面基板が、前記前面基板の材料とは異なる材料から形成された複数の支持体をさらに含む、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 5 7】

前記前面基板が、前記前面基板と同じ材料から、前記保持体と一体形成された複数の支持体をさらに含む、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 5 8】

前記保持体が、前記 MEMS デバイスのための永続的な背面板として機能する、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 5 9】

前記保持体が、前記前面基板から除去可能な一時的な保持体として機能する、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 6 0】

前記一時的な保持体が、灰化または引きはがしによって除去可能である、請求項 5 9 に記載のデバイス。

【請求項 6 1】

前記保持体が、高分子材料から形成される、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 6 2】

前記保持体が、前記保持体上に形成された除去フィルムをさらに含む、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 6 3】

前記保持体が、多孔性の材料から形成される、請求項 6 2 に記載のデバイス。

【請求項 6 4】

前記レールが、前記レールと交互に並ぶトラフを定め、前記前面基板が、前記複数の支持体の 1 つから前記トラフの対向する 1 つの内に延びる第 2 の支持体をさらに含む、請求項 5 1 に記載のデバイス。

【請求項 6 5】

前記保持体が、前記トラフの前記 1 つの内に過剰可動電極材料をさらに含み、前記過剰可動電極材料が、前記可動電極の材料と同じであり、前記第 2 の支持体が、前記過剰可動電極材料と接触する、請求項 6 4 に記載のデバイス。

【請求項 6 6】

前記レールが、前記前面基板に面するレール面を有し、前記保持体が、前記レール面に形成されたトレンチをさらに含み、前記保持体が、前記トレンチ内に支柱をさらに含み、前記支柱が、前記前面基板に向かって延びる、請求項 5 1 に記載のデバイス。

10

20

30

40

50

## 【請求項 67】

前面基板上に重ねて形成された静止電極を有する微小電子機械システム（MEMS）前面基板に結合するための保持体であって、

複数のレールを含む基板であって、前記レールが、前記レールと交互に並ぶトラフを定める、基板と、

前記レール上に重ねて形成された第1の部分および前記トラフ内に形成された第2の部分を含む電極層であって、前記トラフと前記レールの間で途切れている電極層と、を含む保持体。

## 【請求項 68】

前記レール上に重ねて形成された前記電極層の前記第1の部分が、前記MEMS前面基板と組み立てられたときに、前記静止電極に向かって可動であるように構成される、請求項67に記載の保持体。

10

## 【請求項 69】

前記電極層と前記レールの間に置かれる除去層をさらに含み、前記除去層が、基板面の全部分を実質的に覆う、請求項67に記載の保持体。

## 【請求項 70】

前記基板が、多孔性の材料から形成される、請求項69に記載の保持体。

## 【請求項 71】

前記電極層と前記レールの間に置かれる犠牲層をさらに含み、前記犠牲層が、前記レールの間で途切れている、請求項67に記載の保持体。

20

## 【請求項 72】

前記レールが、前記基板と同じ材料から、前記基板と一体形成される、請求項67に記載の保持体。

## 【請求項 73】

第1の面を有し、前記第1の面上に重ねて形成された複数の固定下側電極を含む前面基板を含む、微小電子機械システム（MEMS）アレイを作成する方法であって、

保持体基板に属する一体形成されたメサを有するように、保持体基板を成形するステップであって、前記メサが、前記メサと交互に並ぶトラフを定める、ステップと、

前記保持体基板の前記メサ上に重ねて、また前記保持体基板の前記トラフ内に機械層を付着するステップであって、前記機械層が、前記トラフと前記メサの間で途切れている、ステップと、を含む方法。

30

## 【請求項 74】

前記メサが、前記前面基板の前記第1の面に面するように、前記保持体基板を前記前面基板に結合するステップをさらに含む、請求項73に記載の方法。

## 【請求項 75】

前記保持体基板を前記前面基板に結合した後、前記保持体を前記前面基板から除去するステップをさらに含み、前記保持体を除去するステップが、前記保持体を除去しながら、前記機械層を前記前面基板上に重ねて残すステップを含む、請求項74に記載の方法。

## 【請求項 76】

前面基板から延びる第1の支持体を含む前面基板と、

前記第1の支持体が前記前面基板と背面板の面の間に置かれるように、前記前面基板と実質的に対向する面を有する背面板と、

前記前面基板と背面板の間に置かれた移動電極であって、前記第1の支持体上に支持された部分を含む移動電極と、

前記前面基板の前記第1の支持体および前記背面板の前記面の一方から延びる第2の支持体であって、前記前面基板の前記第1の支持体と前記背面板の前記面の間に配置される第2の支持体と、

を含む微小電子機械システム（MEMS）デバイス。

40

## 【請求項 77】

50

前記第 1 の支持体が、支柱およびレールの少なくとも一方を含む、請求項 7 6 に記載のデバイス。

【請求項 7 8】

前記第 2 の支持体が、支柱を含む、請求項 7 6 に記載のデバイス。

【請求項 7 9】

前記移動電極の前記部分が、前記第 1 の支持体と前記第 2 の支持体の間に置かれる、請求項 7 6 に記載のデバイス。

【請求項 8 0】

前記移動電極の前記部分が、開口を含み、前記第 2 の支持体が、前記移動電極の前記部分の前記開口を通して延びる、請求項 7 6 に記載のデバイス。

【請求項 8 1】

前記第 2 の支持体が、前記移動電極の前記部分から横方向に離れて配置される、請求項 7 6 に記載のデバイス。

【請求項 8 2】

前記 MEMS デバイスが、干渉変調器を含む、請求項 7 6 に記載のデバイス。

【請求項 8 3】

第 1 の面を有する前面基板であって、前記第 1 の面上に重ねて形成された光学スタックを含む前面基板と、

前記前面基板と対向し、前記第 1 の面に面する第 2 の面を有する背面板であって、支柱の高さが前記第 1 の面と前記第 2 の面の間の距離を定めるような、前記第 2 の面から前記第 1 の面に向かって延びる支柱を含む背面板と、

互いに実質的に平行に延びる複数の可動電極ストリップであって、前記第 1 の面と前記第 2 の面の間に置かれる可動電極ストリップとを含む微小電子機械システム (MEMS) デバイス。

【請求項 8 4】

前記前面基板の前記第 1 の面が、前記可動電極ストリップがその内に配置されるアレイ領域を含み、前記前面基板が、前記第 1 の面の前記アレイ領域上に支柱を含まない、請求項 8 3 に記載のデバイス。

【請求項 8 5】

前面基板と、

前記前面基板に対向し、前記前面基板に面する面を有する背面板と、

互いに実質的に平行に延びる複数の可動電極ストリップであって、前記ストリップが、前記前面基板と前記背面板の間に置かれ、前記ストリップの一部が、前記前面基板の方向に動くことができる、複数の可動電極ストリップと、

前記背面板の前記面から延びる複数の支柱であって、前記面の方向への前記ストリップの前記一部の運動を制限するように並べられる支柱とを含む微小電子機械システム (MEMS) デバイス。

【請求項 8 6】

前記複数の可動電極ストリップが、前記複数の支柱から吊り下げられる、請求項 8 5 に記載のデバイス。

【請求項 8 7】

微小電子機械システム (MEMS) デバイスを作成する方法であって、

前面基板から延びる第 1 の支持体を含む前面基板を提供するステップと、

面を有する背面板を提供するステップと、

前記第 1 の支持体が前記前面基板と前記背面板の前記面の間に置かれるように、前記前面基板を前記背面板に結合するステップと、

前記第 2 の支持体が前記前面基板の前記第 1 の支持体および前記背面板の前記面の一方から延びるように、前記前面基板の前記第 1 の支持体と前記背面板の前記面の間に第 2 の支持体を形成するステップとを含む方法。

10

20

30

40

50



**【請求項 8 8】**

前記第 1 の支持体が、支柱およびレールの少なくとも一方を含む、請求項 8 7 に記載の方法。

**【請求項 8 9】**

前記第 2 の支持体が、支柱を含む、請求項 8 7 に記載の方法。

**【請求項 9 0】**

移動電極の部分が、前記第 1 の支持体上に支持されるように、前記前面基板と前記背面板の間に移動電極を提供するステップをさらに含む、請求項 8 7 に記載の方法。

**【請求項 9 1】**

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記移動電極の前記部分が、前記第 1 の支持体と前記第 2 の支持体の間に置かれるように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 9 0 に記載の方法。

10

**【請求項 9 2】**

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記第 2 の支持体が前記移動電極の前記部分を貫通するように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 9 0 に記載の方法。

**【請求項 9 3】**

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記第 2 の支持体が前記移動電極の前記部分から横方向に離れて配置されるように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 9 0 に記載の方法。

20

**【請求項 9 4】**

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記前面基板を前記背面板に結合する前に、前記前面基板の前記第 1 の支持体上に前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 8 7 に記載の方法。

**【請求項 9 5】**

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記前面基板を前記背面板に結合する前に、前記第 2 の支持体が前記第 1 の支持体と同じ材料から、前記第 1 の支持体と一体形成されるように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 8 7 に記載の方法。

**【請求項 9 6】**

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記前面基板を前記背面板に結合する前に、前記背面板の前記面上に前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 8 7 に記載の方法。

30

**【請求項 9 7】**

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記前面基板を前記背面板に結合する前に、前記第 2 の支持体が前記背面板と同じ材料から、前記背面板と一体形成されるように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 8 7 に記載の方法。

**【請求項 9 8】**

第 1 の面を有し、前記第 1 の面上にアレイ領域と周辺領域とを含む前面基板と、

前記第 1 の面に面する第 2 の面を有する背面板であって、前記第 1 の面と前記第 2 の面がその間にギャップを有し、前記第 2 の面の上にアレイ領域と周辺領域とを含む背面板と

40

、前記前面基板の前記周辺領域上を延びる導電ラインと、

前記前面基板の前記周辺領域と前記背面板の前記周辺領域の間を延びる導電構造であって、前記導電ラインに接触する導電構造とを含む微小電子機械システム（MEMS）デバイス。

**【請求項 9 9】**

前記導電構造が、前記導電ラインの上に配置される、請求項 9 8 に記載のデバイス。

**【請求項 1 0 0】**

前記導電構造が、前記導電ラインを通して貫通する、請求項 9 8 に記載のデバイス。

**【請求項 1 0 1】**

50

前面基板上に形成された実質的に透明な電極を含む前面基板を含む干渉変調器を作成するための保持体アセンブリであって、

面を有する除去可能な構造と、

前記面上に重ねて形成された複数の細長い導電ストリップであって、前記細長い導電ストリップが、互いに実質的に平行な方向に延びる、複数の細長い導電ストリップとを含む保持体アセンブリ。

【請求項 1 0 2】

前記除去可能な構造が、基板を含む、請求項 1 0 1 に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 1 0 3】

前記除去可能な構造が、フィルムを含む、請求項 1 0 1 に記載の保持体アセンブリ。

10

【請求項 1 0 4】

前記細長い導電ストリップの各々が、長さ幅を有し、前記長さと前記幅の比が、約 1 0 : 1 から約 1 , 0 0 0 , 0 0 0 : 1 の間である、請求項 1 0 1 に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 1 0 5】

前記導電ストリップが、多数の干渉変調器のための電極を定める、請求項 1 0 1 に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 1 0 6】

前記除去可能な構造が、モリブデンから形成される、請求項 1 0 1 に記載の保持体アセンブリ。

20

【請求項 1 0 7】

前記除去可能な構造が、基板と前記複数の導電ストリップの間に置かれるように、前記除去可能な構造を支持する基板をさらに含む、請求項 1 0 1 に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 1 0 8】

前記除去可能な構造が、実質的に前記基板の全部分上に形成される除去層である、請求項 1 0 7 に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 1 0 9】

前記基板が、スルーホールを含む、請求項 1 0 7 に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 1 1 0】

前記基板が、多孔性の材料から形成される、請求項 1 0 7 に記載の保持体アセンブリ。

30

【請求項 1 1 1】

前記基板が、エッチング、灰化、および前記前面基板を損傷することのない前記前面基板からの物理的な引きはがしの 1 つによって除去可能な材料から形成される、請求項 1 0 7 に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 1 1 2】

前記基板が、前記基板の面上に形成された少なくとも 1 つの支柱をさらに含み、前記支柱が、前記導電ストリップを支持し、前記少なくとも 1 つの支柱が、前記基板と同じ材料から、前記基板と一体形成される、請求項 1 0 7 に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 1 1 3】

前記除去可能な構造が、前記少なくとも 1 つの支柱を横方向に囲う犠牲層であり、前記犠牲層が、前記導電ストリップを部分的に支持する、請求項 1 1 2 に記載の保持体アセンブリ。

40

【請求項 1 1 4】

保持体アセンブリであって、

面を有する除去可能な構造と、

前記面上に重ねて形成された複数の細長い導電ストリップであって、前記細長い導電ストリップが、互いに実質的に平行な方向に延びる、複数の細長い導電ストリップとを含む保持体アセンブリと、

複数の支持体と実質的に透明な電極とを含む前面基板であって、前記導電ストリップが前記支持体によって支持されるように、前記保持体アセンブリに結合される前面基板と

50

を含む干渉変調器。

【請求項 1 1 5】

前面基板上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板を含む干渉変調器を作成する方法であって、前記前面基板が、前記キャビティ内に形成された下側電極をさらに含み、

面を有する除去可能な構造を提供するステップと、

前記面上に重ねて可動電極材料を付着するステップと、

前記可動電極材料の部分を選択的に露出するために、前記可動電極材料上に重ねてマスクを提供するステップと、

前記マスクを使用して前記可動電極材料を選択的にエッチングし、それによって、複数の可動電極ストリップを形成するステップであって、前記可動電極ストリップが、互いに実質的に平行な方向に延びる、ステップと、

前記可動電極ストリップが前記前面基板の前記キャビティに面するように、前記除去可能な構造を前記前面基板上に重ねて配置するステップとを含む方法。

【請求項 1 1 6】

前記除去可能な構造が、基板を含む、請求項 1 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 1 7】

前記除去可能な構造が、実質的に平坦な面であり、前記可動電極材料が、前記実質的に平坦な面上に付着される、請求項 1 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 1 8】

前記除去可能な構造を配置した後で、前記除去可能な構造を除去するステップをさらに含む、請求項 1 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 1 9】

前記除去可能な構造が、モリブデンから形成される、請求項 1 1 8 に記載の方法。

【請求項 1 2 0】

前記除去可能な構造を除去するステップが、前記除去可能層を灰化するステップ、エッチングするステップ、および物理的に引きはがすステップの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 1 8 に記載の方法。

【請求項 1 2 1】

前記除去可能な構造が、高分子材料から形成される、請求項 1 1 8 に記載の方法。

【請求項 1 2 2】

前記除去可能な構造を提供する前に、基板を提供するステップをさらに含み、前記除去可能な構造を提供するステップが、前記基板上に前記除去可能な構造を形成するステップを含む、請求項 1 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 2 3】

前記除去可能な構造を提供する前に、前記基板上に支柱を形成するステップをさらに含み、

前記除去可能な構造を提供するステップが、除去可能層が前記支柱を横方向に囲い、前記支柱および除去可能層と一緒に実質的に平坦な面を形成するように、除去可能層を形成するステップを含み、

前記可動電極材料が、前記実質的に平坦な面上に付着される

請求項 1 2 2 に記載の方法。

【請求項 1 2 4】

前記基板が、多孔性の材料から形成され、前記方法が、前記基板を通してエッチング剤を提供し、それによって、前記除去可能な構造を配置した後で、前記除去可能な構造を除去するステップをさらに含む、請求項 1 2 2 に記載の方法。

【請求項 1 2 5】

前記基板が、スルーホールを含み、前記方法が、前記基板の前記スルーホールを通してエッチング剤を提供し、それによって、前記除去可能な構造を配置した後で、前記除去可

10

20

30

40

50

能な構造を除去するステップをさらに含む、請求項 1 2 2 に記載の方法。

【請求項 1 2 6】

アレイ領域と周辺領域とを含む前面基板であって、前記アレイ領域内に複数の下側領域をその間に定める複数の支持体を含み、前記周辺領域内にランドをさらに含み、前記ランドの少なくとも一部が、前記アレイ領域内の前記支持体と実質的に同じ高さを有する、前面基板と、

前記周辺領域内の前記ランド上に重ねて形成された複数の導体であって、前記導体が互いに電氣的に絶縁される、複数の導体と、

前記前面基板の前記下側領域上に形成された導電層とを含む微小電子機械システム (MEMS) デバイス。

10

【請求項 1 2 7】

前記導体が、ルーティングトレースおよび可動電極ストリップの少なくとも一方を含む、請求項 1 2 6 に記載のデバイス。

【請求項 1 2 8】

前記複数の支持体が、前記前面基板の材料とは異なる材料から形成され、前記ランドが、前記前面基板の材料とは異なる材料から形成される、請求項 1 2 6 に記載のデバイス。

【請求項 1 2 9】

前記複数の支持体が、前記前面基板と同じ材料から、前記前面基板と一体形成され、前記ランドが、前記前面基板と同じ材料から、前記前面基板と一体形成される、請求項 1 2 6 に記載のデバイス。

20

【請求項 1 3 0】

前記前面基板が、前記周辺領域内に複数のトレンチをさらに含み、前記トレンチが、導電トレースを互いに電氣的に絶縁する、請求項 1 2 6 に記載のデバイス。

【請求項 1 3 1】

前記複数の支持体が、前記アレイ領域内に複数のキャビティを定め、前記導電層が、前記キャビティ内に固定電極を形成する、請求項 1 2 6 に記載のデバイス。

【請求項 1 3 2】

前記キャビティ内の前記導電層が、前記導電トレースの材料と同じ材料を含む、請求項 1 3 1 に記載のデバイス。

【請求項 1 3 3】

前記複数の支持体上に導電層をさらに含み、前記複数の支持体上の前記導電層が、前記キャビティ内の前記導電層の材料と同じ材料を含む、請求項 1 3 1 に記載のデバイス。

30

【請求項 1 3 4】

前記複数の支持体が、レールを含む、請求項 1 2 6 に記載のデバイス。

【請求項 1 3 5】

複数の導電トレースが、前記ランド上に形成され、前記前面基板が、前記複数の導電トレースの部分上に形成された絶縁層をさらに含み、前記導電トレースが、前記前面基板の前記下側領域上に形成された前記導電層と実質的に同じ厚さを有し、前記導電トレースが、前記導電層の材料と同じ材料から形成される、請求項 1 2 6 に記載のデバイス。

【請求項 1 3 6】

前記前面基板上に重ねて形成された複数の可動電極をさらに含み、前記可動電極の各々が、前記アレイ領域上から前記周辺領域上に延び、前記可動電極の各々の部分が、前記導電トレースの 1 つの部分に電氣的に接触する、請求項 1 2 6 に記載のデバイス。

40

【請求項 1 3 7】

前記可動電極の各々の前記部分と前記導電トレースの 1 つの前記部分の間に置かれた導電接着材料をさらに含む、請求項 1 3 6 に記載のデバイス。

【請求項 1 3 8】

干渉変調器の前面基板と組み合わせるための保持体であって、前記前面基板が、その上に形成された実質的に透明な電極を含み、

アレイ領域および周辺領域を含む基板と、

50

前記基板の前記アレイ領域上に重ねて形成された複数の可動電極ストリップであって、前記ストリップが、互いに実質的に平行に延びる、複数の可動電極ストリップと、

前記基板上に重ねて形成された複数のルーティングトレースであって、前記トレースの各々が、それぞれ1つの前記ストリップから前記周辺領域に延びる、複数のルーティングトレースと

を含む保持体。

【請求項139】

アレイ領域と周辺領域とを含む前面基板であって、前記アレイ領域内に互いに平行に延びる複数のレールを含み、前記レールが前記アレイ領域内で複数のトラフを定め、前記周辺領域内にトレンチをさらに含み、前記トレンチの各々がそれぞれ1つの前記トラフから延びる、前面基板と、

前記トレンチ内に形成された行ルーティングトレースであって、前記アレイ領域内の前記トラフから前記周辺領域の少なくとも一部に延び、互いに電氣的に絶縁される、行ルーティングトレースと

を含む微小電子機械システム(MEMS)デバイス。

【請求項140】

前記トレンチが、前記周辺領域内に下側領域を定め、前記下側領域が、前記アレイ領域から前記周辺領域の前記少なくとも一部に延びながら隆起する、請求項139に記載のデバイス。

【請求項141】

前記周辺領域の前記少なくとも一部上に配置された行ドライバをさらに含み、異法性導電フィルム(ACF)が、前記行ドライバを前記行ルーティングトレースに電氣的に接続する、請求項139に記載のデバイス。

【請求項142】

アレイ領域と、前記アレイ領域を囲む周辺領域とを含む、面を有する前面基板であって、

前記前面基板の前記面上の環状のシーリング領域であって、前記シーリング領域が、実質的に前記アレイ領域を囲み、前記アレイ領域に向かう方向に延びる第1の幅を有する、環状のシーリング領域と、

前記基板内に形成されたリセスであって、前記方向に延びる第2の幅を有し、前記第2の幅が前記第1の幅よりも大きく、前記シーリング領域の一部を横断して延び、前記前面基板の前記面の高さよりも低い高さを定めるリセスと、

前記前面基板の前記面上に形成された第1の導電層と、

前記リセス内に形成された第2の導電層であって、前記第1の導電層と前記第2の導電層が互いに途切れている、第2の導電層と

を含む前面基板

を含む微小電子機械システム(MEMS)デバイス。

【請求項143】

前記第1の導電層上に絶縁層をさらに含み、前記リセスが、側壁を含み、前記絶縁層が、前記リセスの前記側壁に延びる部分をさらに含む、請求項142に記載のデバイス。

【請求項144】

前記シーリング領域上の前記絶縁層上に形成された導電シール剤をさらに含み、前記シール剤が、前記リセスの前記側壁上の前記絶縁層の前記部分によって前記第1の導電層から電氣的に絶縁されながら、前記第2の導電層に接触する、請求項143に記載のデバイス。

【請求項145】

微小電子機械システム(MEMS)デバイスを作成する方法であって、

アレイ領域およびルーティング領域を含む面を有する前面基板を提供するステップと、

前記前面基板の前記面のルーティング領域内に絶縁トレンチを形成するステップであって、前記絶縁トレンチが、底面と、側壁とを含み、前記絶縁トレンチの底面が、前記前面

10

20

30

40

50

基板の前記面の高さよりも低い高さを定める、ステップと、

導電層が前記基板の前記面と前記絶縁トレンチの間で途切れるように、前記基板の前記面上および前記絶縁トレンチの前記底面上に導電層を形成するステップとを含む方法。

【請求項 1 4 6】

導体が前記絶縁トレンチ上を横断するように、前記基板の前記面上に導体を形成するステップをさらに含む、請求項 1 4 5 に記載の方法。

【請求項 1 4 7】

前記導体を形成するステップが、前記絶縁トレンチの前記底面上の前記導電層と接触するように前記導体を形成するステップを含み、前記方法が、前記導体と前記基板の前記面上の前記導電層の間、および前記導体と前記絶縁トレンチの前記側壁の間に絶縁層を形成するステップをさらに含む、請求項 1 4 6 に記載の方法。

10

【請求項 1 4 8】

前記前面基板が、前記ルーティング領域と少なくとも部分的にオーバーラップする環状のシーリング領域をさらに含み、前記シーリング領域が、実質的に前記アレイ領域を囲み、前記アレイ領域に向かう方向に延びる第 1 の幅を有し、前記絶縁トレンチが、前記方向に延びる第 2 の幅を有し、前記第 2 の幅が前記第 1 の幅よりも大きく、前記絶縁トレンチが、前記シーリング領域の一部を横断して延びる、請求項 1 4 7 に記載の方法。

【請求項 1 4 9】

前記導電層を形成した後、前記絶縁層を形成する前に、シャドウマスクを用いて前記面の少なくとも一部をマスキングするステップをさらに含み、前記シャドウマスクが、前記絶縁トレンチの部分上の前記シーリング領域を横断するコネクタを含み、前記絶縁層を形成するステップが、前記面上の前記シャドウマスクを用いて前記前面基板の前記面上に絶縁材料を付着するステップを含む、請求項 1 4 8 に記載の方法。

20

【請求項 1 5 0】

前記導体を形成するステップが、前記シーリング領域上の前記絶縁層上に導電シール剤を形成するステップを含む、請求項 1 4 9 に記載の方法。

【請求項 1 5 1】

干渉変調器を作成する方法であって、

基板の面上にキャビティを含む基板を提供するステップと、

30

液体混合物が前記キャビティの少なくとも部分を満たすように、光吸収材料を含む液体混合物を前記基板の前記面上にわたって提供するステップと、

前記液体混合物を提供した後、前記光吸収材料の少なくとも一部が前記キャビティ内に残るように、前記基板の前記キャビティから前記液体混合物の成分を部分的に除去するステップと

を含む方法。

【請求項 1 5 2】

前記成分を部分的に除去するステップが、前記液体混合物の前記成分を乾燥させるステップを含む、請求項 1 5 1 に記載の方法。

【請求項 1 5 3】

40

面を有する基板であって、前記基板の前記面上に形成された複数の支持体を含む基板と、

前記基板の前記面上に形成された光吸収材料であって、前記材料の実質的にすべてが、前記支持体が前記面と出会う隅に配置される、光吸収材料と、を含む干渉変調器。

【請求項 1 5 4】

前記支持体が、前記基板と同じ材料から、前記基板と一体形成される、請求項 1 5 3 に記載の干渉変調器。

【請求項 1 5 5】

前記支持体が、レールおよび / または支柱を含む、請求項 1 5 3 に記載の干渉変調器。

50

## 【請求項 1 5 6】

前記光吸収材料が、酸化銅を含む、請求項 1 5 3 に記載の干渉変調器。

## 【請求項 1 5 7】

前記光吸収材料が、黒鉛を含む、請求項 1 5 3 に記載の干渉変調器。

## 【請求項 1 5 8】

前記光吸収材料が、カーボンブラックを含む、請求項 1 5 3 に記載の干渉変調器。

## 【請求項 1 5 9】

干渉変調器を作成する方法であって、

支持構造を基板上に重ねて形成するステップと、

前記支持構造を形成した後、ブラックマスク材料を基板上に重ねて付着するステップとを含む方法。

10

## 【請求項 1 6 0】

前記支持構造が、フロアを有するキャビティを定め、前記方法が、前記ブラックマスク材料の実質的にすべてを前記支持構造が前記キャビティの前記フロアと出会う隅に残すステップをさらに含む、請求項 1 5 9 に記載の方法。

## 【請求項 1 6 1】

ブラックマスク材料を付着するステップが、前記ブラックマスク材料を含む液体混合物を前記基板上にわたって提供するステップを含む、請求項 1 5 9 に記載の方法。

## 【請求項 1 6 2】

前記ブラックマスク材料が、酸化銅を含む、請求項 1 6 1 に記載の方法。

20

## 【請求項 1 6 3】

前記ブラックマスク材料が、黒鉛を含む、請求項 1 6 1 に記載の方法。

## 【請求項 1 6 4】

前記ブラックマスク材料が、カーボンブラックを含む、請求項 1 6 1 に記載の方法。

## 【請求項 1 6 5】

前記液体混合物が、有機溶剤を含む、請求項 1 6 1 に記載の方法。

## 【請求項 1 6 6】

前記液体混合物を前記基板上から乾燥させるステップをさらに含む、請求項 1 5 9 に記載の方法。

## 【請求項 1 6 7】

前記支持構造の頂上および前記キャビティの前記フロア上に光学スタックを形成するステップをさらに含む、請求項 1 5 9 に記載の方法。

30

## 【請求項 1 6 8】

前記支持構造の頂上の前記光学スタックが、ブラックマスクとして機能する、請求項 1 5 9 に記載の方法。

## 【請求項 1 6 9】

静的干渉表示デバイスを作成する方法であって、

第 1 の基板上に形成された部分的に透明な層を含む第 1 の基板を提供するステップであって、前記第 1 の基板が、実質的に透明な材料から形成されるステップと、

第 2 の基板上に形成されたミラー層を含む第 2 の基板を提供するステップであって、前記第 1 の基板および前記第 2 の基板の少なくとも一方が、前記静的干渉デバイスがそれを表示するように構成された画像に基づいてパターン形成されたキャビティを含む、ステップと、

40

前記第 1 の基板を前記第 2 の基板と積層するステップであって、前記部分的に透明な層が、前記第 2 の基板に面し、前記ミラー層が、前記第 1 の基板に面し、一方の前記基板の前記キャビティが、他方の前記基板に面する、ステップと、を含む方法。

## 【請求項 1 7 0】

前記第 1 の基板が、前記キャビティを含み、前記第 2 の基板が、実質的に平坦である、請求項 1 6 9 に記載の方法。

50

**【請求項 171】**

前記第1の基板が、実質的に平坦であり、前記第2の基板が、前記キャビティを含む、請求項169に記載の方法。

**【請求項 172】**

前記キャビティが、多数の色を干渉的に発生させるように、多数の深さを有する、請求項169に記載の方法。

**【請求項 173】**

静的干渉表示デバイスを作成する方法であって、

複数のキャビティを含む第1の面を含む、第1の基板を提供するステップであって、前記キャビティが、少なくとも1つの深さを有し、前記キャビティが、前記静的干渉表示デバイスがそれを表示するように構成された画像に少なくとも部分的に基づいてパターン形成される、ステップと、

第2の面を含む第2の基板を提供するステップと、

前記第1の面が前記第2の面に面するように、前記第1の基板を前記第2の基板に結合するステップとを含む方法。

**【請求項 174】**

前記第1の基板を提供するステップが、型押しプロセス、フォトリソグラフィおよびエッチングプロセス、ならびにインスクライブプロセスの1つを使用して、前記第1の基板を成形するステップを含む、請求項173に記載の方法。

**【請求項 175】**

前記第1の基板を提供するステップが、前記キャビティを定める支持構造を形成するステップを含み、前記支持構造が、前記第1の基板と同じ材料から、前記第1の基板と一体形成される、請求項173に記載の方法。

**【請求項 176】**

前記支持構造の頂上に部分反射層またはミラー層を形成するステップをさらに含む、請求項175に記載の方法。

**【請求項 177】**

前記第1の基板を提供するステップが、前記キャビティが滑らかに推移する深さを有するように、前記キャビティを定めるステップを含む、請求項173に記載の方法。

**【請求項 178】**

前記第1の基板が、実質的に透明な材料から形成され、前記第1の基板を提供するステップが、前記第1の基板の前記キャビティ内に部分反射層を形成するステップを含み、前記第2の基板を提供するステップが、前記第2の基板の前記第2の面上にミラー層を形成するステップを含む、請求項173に記載の方法。

**【請求項 179】**

前記部分反射層を形成した後、前記第1の基板を前記第2の基板に結合する前に、前記第1の基板の前記キャビティの少なくとも一部を実質的に透明な材料で満たすステップをさらに含む、請求項178に記載の方法。

**【請求項 180】**

前記キャビティの前記少なくとも一部を満たした後、前記第1の基板を前記第2の基板に結合する前に、前記実質的に透明な材料上にミラー層を形成するステップをさらに含む、請求項179に記載の方法。

**【請求項 181】**

前記第2の基板が、実質的に透明な材料から形成され、前記第1の基板を提供するステップが、前記第1の基板の前記キャビティ内にミラー層を形成するステップを含み、前記第2の基板を提供するステップが、前記第2の基板の前記第2の面上に部分反射層を形成するステップを含む、請求項173に記載の方法。

**【請求項 182】**

前記ミラー層を形成した後、前記第1の基板を前記第2の基板に結合する前に、前記第

10

20

30

40

50



１の基板の前記キャビティの少なくとも一部を実質的に透明な材料で満たすステップをさらに含む、請求項１８１に記載の方法。

【請求項１８３】

静的干渉表示デバイスであって、

第１の面を含む第１の基板であって、前記第１の面上に定められたキャビティを含み、前記キャビティが、前記静的干渉表示デバイスがそれを表示するように構成された画像に少なくとも部分的に基づいてパターン形成され、前記第１の基板が、実質的に透明な材料から形成される第１の基板と、

前記第１の基板に結合される第２の基板であって、前記第１の面に面する第２の面を含む第２の基板と、

前記第１の基板の前記キャビティ内の部分反射層とを含む静的干渉表示デバイス。

【請求項１８４】

前記第１の基板が、前記キャビティを定める支持構造を含み、前記支持構造が、前記第１の基板と同じ材料から、前記第１の基板と一体形成される、請求項１８３に記載のデバイス。

【請求項１８５】

前記キャビティが、滑らかに推移する深さを有する、請求項１８３に記載のデバイス。

【請求項１８６】

前記第２の基板の前記第２の面上にミラー層をさらに含む、請求項１８３に記載のデバイス。

【請求項１８７】

前記第２の基板が、反射材料から形成される、請求項１８３に記載のデバイス。

【請求項１８８】

前記第２の基板が、鏡のような金属箔を含む、請求項１８７に記載のデバイス。

【請求項１８９】

前記第１の基板の前記キャビティの少なくとも一部を満たす実質的に透明なフィラをさらに含む、請求項１８３に記載のデバイス。

【請求項１９０】

前記実質的に透明なフィラ上にミラー層をさらに含み、前記ミラー層が、前記キャビティに面する、請求項１８９に記載のデバイス。

【請求項１９１】

静的干渉表示デバイスであって、

第１の面を含む第１の基板であって、前記第１の面上に定められたキャビティを含み、前記キャビティが、前記静的干渉表示デバイスがそれを表示するように構成された画像に少なくとも部分的に基づいてパターン形成される、第１の基板と、

前記第１の基板に結合される第２の基板であって、前記第１の面に面する第２の面を含み、実質的に透明な材料から形成される第２の基板と、

前記第１の基板の前記第１の面上のミラー層と、

前記第２の基板の前記第２の面上の部分反射層とを含む静的干渉表示デバイス。

【請求項１９２】

前記第１の基板の前記キャビティの少なくとも一部を満たす実質的に透明なフィラをさらに含む、請求項１９１に記載のデバイス。

【請求項１９３】

前記第１の基板が、前記キャビティを定める支持構造を含み、前記支持構造が、前記第１の基板と同じ材料から、前記第１の基板と一体形成される、請求項１９１に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

## 【0001】

## 関連出願の相互参照

本出願は、2007年5月11日に出願された仮出願第60/917,609号の、合衆国法典第35編第119条(e)下における優先権の利益を主張する。この優先出願の完全な開示が、参照により本明細書に組み込まれる。本出願は、MEMS DEVICE FABRICATED ON A PRE-PATTERNED SUBSTRATE と題する米国特許出願公開第2006/0067646 A1号(整理番号IRDM.093A)に関係する。

## 【0002】

本発明は、微小電子機械デバイス(microelectromechanical device)と、微小電子機械デバイスを作成するための方法に関する。より詳細には、本発明は、干渉変調器(interferometric modulator)と、干渉変調器を作成するための方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0003】

微小電子機械システム(MEMS: microelectromechanical system)は、微小機械要素(micro mechanical element)と、アクチュエータと、電子デバイスとを含む。微小機械要素は、電気的および電気機械的デバイスを形成するために、基板および/もしくは付着材料層の一部をエッチングする、または層を付加する、付着、エッチング、および/または他のマイクロマシニング(micromachining)プロセスを使用して、作成することができる。MEMSデバイスの1つのタイプは、干渉変調器と呼ばれる。本明細書で使用される干渉変調器または干渉光変調器(interferometric light modulator)という用語は、光学干渉の原理を使用して光を選択的に吸収および/または反射するデバイスを指す。ある実施形態では、干渉変調器は、1対の導電プレートを含むことができ、その一方または両方は、全体的または部分的に透明であること、および/または光を反射することができ、適切な電気信号の印加時に相対運動を行うことが可能である。ある特定の1実施形態では、一方のプレートは、基板上に付着された静止層を含むことができ、他方のプレートは、空隙によって静止層から分離された金属膜を含むことができる。本明細書でより詳細に説明されるように、一方のプレートの別のプレートに対する位置は、干渉変調器に入射する光の光学干渉を変化させることができる。そのようなデバイスは、広範な用途を有し、既存製品を改良する際および未開発の新製品を作成する際に、これらのタイプのデバイスの特性を利用すること、および/またはその特徴を利用できるようにこれらのタイプのデバイスの特性を変更することは、当技術分野において有益である。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】仮出願第60/917,609号

【特許文献2】米国特許出願公開第2006/0067646 A1号

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

微小電子機械システム(MEMS)デバイスを製作する方法と、その方法によって形成されたMEMSデバイスが提供される。一態様では、MEMSデバイスは、前面基板(front substrate)と保持体(carrier)を結合することによって製作され、その各々は、その上に事前形成されたフィーチャ(feature)を有する。フィーチャは、付着およびパターン形成によって、または成形(例えば、型押し、パターン形成およびエッチング、もしくはインスクライブ(inscribing))によって形成することができる。フィーチャが成形および付着によって形成されるいくつかの実施形態では、多数のパターンが、別々のマスクを使用することなく、多数のレベルを使用し

て形成される。別の態様では、MEMSデバイスのためのルーティング構造 (routing structure) を形成する方法が提供される。また別の態様では、MEMSデバイスには、前面基板と背面板 (back plate) の間に空間を維持するためのスペーシング構造 (spacing structure) が提供される。別の態様では、光学MEMS (例えば干渉変調器) において望ましくない反射を防止するためのブラックマスク (black mask) を形成するための方法が提供される。上記の方法は、製造コストを低減するばかりでなく、より高い歩留まりも提供する。結果として得られるMEMSデバイスは、圧力変化および水漏れ (moisture leakage) の影響をあまり受けない。

【0006】

10

一態様では、MEMSデバイスを作成する方法が提供される。前記方法は、透明な基板と、透明な基板上に重ねて形成された少なくとも部分的に透明な電極とを含む、透明な電極アセンブリを提供するステップと、保持体上に重ねて形成された光を反射する電極を含む、保持体を提供するステップと、光を反射する電極が少なくとも部分的に透明な電極に面してキャビティを形成するように、透明な電極アセンブリを保持体に結合するステップとを含む。

【0007】

別の態様では、干渉デバイスアレイ (interferometric device array) を作成する方法が提供される。前記方法は、前面基板上にキャビティを定める支持体 (support) を含む、前面基板を提供するステップを含む。前面基板は、キャビティ内に形成された前面電極をさらに含む。前記方法は、保持体上に重ねて形成された可動電極を含む、保持体を提供するステップと、可動電極が前面電極の少なくとも一部に面して1つまたは複数の干渉デバイスを形成するように、前面基板を保持体に結合するステップとをさらに含む。

20

【0008】

また別の態様では、微小電子機械システム (MEMS) デバイスが提供される。デバイスは、前面基板上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板と、支持体によって支持される複数の可動電極とを含む。可動電極の各々は、支持体上にのった第1の部分と、第1の部分に隣接する第2の部分とを含む。第2の部分は、支持体上にのっていない。第1の部分は、第1の厚さを有する。第2の部分は、第2の厚さを有する。第2の厚さは、第1の厚さよりも大きい。

30

【0009】

また別の態様では、微小電子機械システム (MEMS) デバイスのアレイが提供される。アレイは、前面基板上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板を含み、キャビティの各々は、底面を有する。デバイスは、前面基板と実質的に対向し、前面基板上に重なる背面板をさらに含む。背面板は、前面基板のキャビティに面する面を有する。その面は、前面基板から最も隔たっている。デバイスは、支持体と背面板の面の間に置かれる複数の機械的ストリップ (mechanical strip) も含む。機械的ストリップの各々は、多数のMEMSデバイスのための移動電極として機能する。キャビティの1つの底面と背面板の最も隔たった面の間の距離は、約6,500 から約20  $\mu\text{m}$  の間である。

40

【0010】

別の態様では、微小電子機械システム (MEMS) デバイスが提供される。デバイスは、基板と同じ材料から、基板と一体形成される複数の支持体を含む基板と、移動電極を定める複数の機械的要素とを含む。機械的要素は、支持体上に支持される。

【0011】

別の態様では、微小電子機械システム (MEMS) デバイスが提供される。デバイスは、面を有する基板を含む。基板は、面に形成された複数のトラフ (trough) を含む。トラフは、互いに実質的に平行に延びる。基板の面は、基板のより高い領域を定め、一方、トラフは、基板のより低い領域を定める。デバイスは、基板のより低い領域上に形成

50

された複数の固定電極をさらに含む。

【 0 0 1 2 】

また別の態様では、微小電子機械システム（MEMS）用の前面基板が提供される。前面基板は、基板上に複数のキャビティを定める複数の支持体を含む基板を含む。支持体は、基板と同じ材料から、基板と一体形成される。前面基板は、支持体の間のキャビティ内に形成された導電層をさらに含む。

【 0 0 1 3 】

別の態様では、干渉変調器を作成する方法が提供される。前記方法は、基板に属する複数の支持体を形成するステップを含む。支持体は、基板と同じ材料から、基板と一体形成される。前記方法は、機械的要素が支持体上に支持されるように、移動電極を定める複数の機械的要素を形成するステップをさらに含む。

10

【 0 0 1 4 】

別の態様では、微小電子機械システム（MEMS）を作成する方法が提供される。前記方法は、平面基板を提供するステップと、MEMSキャビティの高さを定める、基板と一体の支持構造を形成するステップとを含む。MEMSキャビティは、フロア（floor）を有し、MEMSキャビティは、移動電極の運動をその中に収めるように構成される。前記方法は、キャビティのフロア上に導電層を形成するステップをさらに含む。

【 0 0 1 5 】

別の態様では、微小電子機械システム（MEMS）デバイスが提供される。デバイスは、前面基板上に重ねて形成された複数の電極を含む前面基板と、電極が保持体と前面基板の間に置かれるように、前面基板と実質的に対向する保持体とを含む。保持体は、保持体から延びる複数のレール（rail）を含む。デバイスは、前面基板と保持体のレールの間に置かれる複数の可動電極をさらに含む。

20

【 0 0 1 6 】

別の態様では、前面基板上に重ねて形成された静止電極を有する微小電子機械システム（MEMS）前面基板に結合するための保持体が提供される。保持体は、複数のレールを含む基板を含む。レールは、レールと交互に並ぶトラフを定める。保持体は、レール上に重ねて形成された第1の部分およびトラフ内に形成された第2の部分を含む電極層も含む。電極層は、トラフとレールの間で途切れている。

【 0 0 1 7 】

30

また別の態様では、微小電子機械システム（MEMS）アレイを作成する方法が提供される。MEMSアレイは、第1の面を有する前面基板を含む。前面基板は、第1の面上に重ねて形成された複数の固定下側電極を含む。前記方法は、保持体基板に属する一体形成されたメサ（mesa）を有するように、保持体基板を成形するステップを含む。メサは、メサと交互に並ぶトラフを定める。前記方法は、保持体基板のメサ上に重ねて、また保持体基板のトラフ内に機械層を付着するステップをさらに含む。機械層は、トラフとメサの間に途切れている。

【 0 0 1 8 】

別の態様では、微小電子機械システム（MEMS）デバイスが提供される。デバイスは、前面基板から延びる第1の支持体を含む前面基板と、第1の支持体が前面基板と背面板の面の間に置かれるように、前面基板と実質的に対向する面を有する背面板と、前面基板と背面板の間に置かれた移動電極とを含む。移動電極は、第1の支持体上に支持された部分を含む。デバイスは、前面基板の第1の支持体および背面板の面の一方から延びる第2の支持体をさらに含む。第2の支持体は、前面基板の第1の支持体と背面板の面の間に配置される。

40

【 0 0 1 9 】

別の態様では、微小電子機械システム（MEMS）デバイスが提供される。デバイスは、第1の面を有する前面基板を含む。前面基板は、第1の面上に重ねて形成された光学スタック（optical stack）を含む。デバイスは、前面基板と対向する背面板も含む。背面板は、第1の面に面する第2の面を有する。背面板は、支柱（post）の

50

高さが第 1 の面と第 2 の面の間の距離を定めるような、第 2 の面から第 1 の面に向かって延びる支柱を含む。デバイスは、互いに実質的に平行に延びる複数の可動電極ストリップをさらに含む。ストリップは、第 1 の面と第 2 の面の間に置かれる。

【 0 0 2 0 】

また別の態様では、微小電子機械システム ( M E M S ) デバイスが提供される。デバイスは、前面基板と、前面基板に対向する背面板とを含む。背面板は、前面基板に面する面を有する。デバイスは、互いに実質的に平行に延びる複数の可動電極ストリップも含む。ストリップは、前面基板と背面板の間に置かれる。ストリップの一部は、前面基板の方向に動くことができる。デバイスは、背面板の面から延びる複数の支柱をさらに含み、支柱は、その面の方向へのストリップの一部の運動を制限するように並べられる。

10

【 0 0 2 1 】

別の態様では、微小電子機械システム ( M E M S ) デバイスを作成する方法が提供される。前記方法は、前面基板から延びる第 1 の支持体を含む前面基板を提供するステップと、面を有する背面板を提供するステップと、第 1 の支持体が前面基板と背面板の面の間に置かれるように、前面基板を背面板に結合するステップと、第 2 の支持体が前面基板の第 1 の支持体および背面板の面の一方から延びるように、前面基板の第 1 の支持体と背面板の面の間に第 2 の支持体を形成するステップとを含む。

【 0 0 2 2 】

別の態様では、微小電子機械システム ( M E M S ) デバイスが提供される。デバイスは、第 1 の面を有する前面基板を含む。前面基板は、第 1 の面上に、アレイ領域と、周辺領域とを含む。デバイスは、第 1 の面に面する第 2 の面を有する背面板も含む。第 1 の面と第 2 の面は、その間にギャップを有する。背面板は、第 2 の面の上に、アレイ領域と、周辺領域とを含む。デバイスは、前面基板の周辺領域上を延びる導電ラインと、前面基板の周辺領域と背面板の周辺領域の間を延びる導電構造とをさらに含む。導電構造は、導電ラインに接触する。

20

【 0 0 2 3 】

別の態様では、干渉変調器を作成するための保持体アセンブリが提供される。干渉変調器は、前面基板上に形成された実質的に透明な電極を含む前面基板を含む。保持体アセンブリは、面を有する除去可能な構造と、面上に重ねて形成された複数の細長い導電ストリップとを含む。細長い導電ストリップは、互いに実質的に平行な方向に延びる。

30

【 0 0 2 4 】

別の態様では、干渉変調器が提供される。干渉変調器は、面を有する除去可能な構造と、面上に重ねて形成された複数の細長い導電ストリップとを含む、保持体アセンブリを含む。細長い導電ストリップは、互いに実質的に平行な方向に延びる。干渉変調器は、複数の支持体と、実質的に透明な電極とを含む、前面基板も含む。前面基板は、導電ストリップが支持体によって支持されるように、保持体アセンブリに結合される。

【 0 0 2 5 】

また別の態様では、干渉変調器を作成する方法が提供される。干渉変調器は、前面基板上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板を含む。前面基板は、キャビティ内に形成された下側電極をさらに含む。前記方法は、面を有する除去可能な構造を提供するステップと、面上に重ねて可動電極材料を付着するステップと、可動電極材料の部分を選択的に露出するために、可動電極材料上に重ねてマスクを提供するステップと、マスクを使用して可動電極材料を選択的にエッチングし、それによって、複数の可動電極ストリップを形成するステップとを含む。可動電極ストリップは、互いに実質的に平行な方向に延びる。前記方法は、可動電極ストリップが前面基板のキャビティに面するように、除去可能な構造を前面基板上に重ねて配置するステップをさらに含む。

40

【 0 0 2 6 】

別の態様では、微小電子機械システム ( M E M S ) デバイスが提供される。デバイスは、アレイ領域と、周辺領域とを含む、前面基板を含む。前面基板は、アレイ領域内に、複数の下側領域をその間に定める複数の支持体を含む。前面基板は、周辺領域内に、ランド

50

(land)をさらに含む。ランドの少なくとも一部は、アレイ領域内の支持体と実質的に同じ高さを有する。デバイスは、周辺領域内のランド上に重ねて形成された複数の導体も含む。導体は、互いに電氣的に絶縁される。デバイスは、前面基板の下側領域上に形成された導電層をさらに含む。

【0027】

別の態様では、干渉変調器の前面基板と組み合わせるための保持体が提供される。前面基板は、その上に形成された実質的に透明な電極を含む。保持体は、アレイ領域および周辺領域を含む基板と、基板のアレイ領域上に重ねて形成された複数の可動電極ストリップとを含む。ストリップは、互いに実質的に平行に延びる。保持体は、基板上に重ねて形成された複数のルーティングトレース(routing trace)をさらに含む。トレースの各々は、それぞれ1つのストリップから周辺領域に延びる。

10

【0028】

また別の態様では、微小電子機械システム(MEMS)デバイスが提供される。デバイスは、アレイ領域と、周辺領域とを含む、前面基板を含む。前面基板は、アレイ領域内に、互いに平行に延びる複数のレールを含む。レールは、アレイ領域内で複数のトラフを定める。前面基板は、周辺領域内に、トレンチをさらに含む。トレンチの各々は、それぞれ1つのトラフから延びる。デバイスは、トレンチ内に形成された行ルーティングトレースをさらに含む。行ルーティングトレースは、アレイ領域内のトラフから周辺領域の少なくとも一部に延びる。行ルーティングトレースは、互いに電氣的に絶縁される。

【0029】

20

別の態様では、微小電子機械システム(MEMS)デバイスが提供される。デバイスは、アレイ領域と、アレイ領域を囲む周辺領域とを含む、面を有する前面基板を含む。前面基板は、前面基板の面上に環状のシーリング領域(sealing region)を含む。シーリング領域は、実質的にアレイ領域を囲む。シーリング領域は、アレイ領域に向かう方向に延びる第1の幅を有する。前面基板は、基板内に形成されたリセス(recess)も含む。リセスは、前記方向に延びる第2の幅を有する。第2の幅は、第1の幅よりも大きい。リセスは、シーリング領域の一部を横断して延びる。リセスは、前面基板の面の高さよりも低い高さを定める。前面基板は前面基板の面上に形成された第1の導電層と、リセス内に形成された第2の導電層とをさらに含み、第1の導電層と第2の導電層は、互いに途切れている。

30

【0030】

別の態様では、微小電子機械システム(MEMS)デバイスを作成する方法が提供される。前記方法は、アレイ領域および周辺領域を含む面を有する前面基板を提供するステップと、前面基板の面のルーティング領域内に絶縁トレンチを形成するステップとを含む。絶縁トレンチは、底面と、側壁とを含む。絶縁トレンチの底面は、前面基板の面の高さよりも低い高さを定める。前記方法は、導電層が基板の面と絶縁トレンチの間で途切れるように、基板の面上および絶縁トレンチの底面上に導電層を形成するステップをさらに含む。

【0031】

別の態様では、干渉変調器を作成する方法が提供される。前記方法は、基板の面上にキャビティを含む基板を提供するステップと、液体混合物がキャビティの少なくとも部分を満たすように、光吸収材料を含む液体混合物を基板の面上にわたって提供するステップと、液体混合物を提供した後、光吸収材料の少なくとも一部がキャビティ内に残るように、基板のキャビティから液体混合物の成分を部分的に除去するステップとを含む。

40

【0032】

別の態様では、干渉変調器が提供される。干渉変調器は、面を有する基板を含む。基板は、基板の面上に形成された複数の支持体を含む。干渉変調器は、基板の面上に形成された光吸収材料も含む。材料の実質的にすべては、支持体が面と出会う隅に配置される。

【0033】

また別の態様では、干渉変調器を作成する方法が提供される。前記方法は、支持構造を

50

基板上に重ねて形成するステップと、支持構造を形成した後、ブラックマスク材料を基板上に重ねて付着するステップとを含む。

【0034】

別の態様では、静的干渉表示デバイス (static interferometric display device) を作成する方法が提供される。前記方法は、第1の基板上に形成された部分的に透明な層を含む第1の基板を提供するステップを含む。第1の基板は、実質的に透明な材料から形成される。前記方法は、第2の基板上に形成されたミラー層を含む第2の基板を提供するステップも含む。第1の基板および第2の基板の少なくとも一方は、静的干渉デバイスがそれを表示するように構成された画像に基づいてパターン形成されたキャビティを含む。前記方法は、第1の基板を第2の基板と積層するステップをさらに含む。部分的に透明な層は、第2の基板に面する。ミラー層は、第1の基板に面する。一方の基板のキャビティは、他方の基板に面する。

10

【0035】

別の態様では、静的干渉表示デバイスを作成する方法が提供される。前記方法は、複数のキャビティを含む第1の面を含む、第1の基板を提供するステップを含む。キャビティは、少なくとも1つの深さを有する。キャビティは、静的干渉表示デバイスがそれを表示するように構成された画像に少なくとも部分的に基づいてパターン形成される。前記方法はまた、第2の面を含む第2の基板を提供するステップと、第1の面が第2の面に面するように、第1の基板を第2の基板に結合するステップとを含む。

20

【0036】

また別の態様では、静的干渉表示デバイスが提供される。デバイスは、第1の面を含む第1の基板を含む。第1の基板は、第1の面上に定められたキャビティを含む。キャビティは、静的干渉表示デバイスがそれを表示するように構成された画像に少なくとも部分的に基づいてパターン形成される。第1の基板は、実質的に透明な材料から形成される。デバイスは、第1の基板に結合される第2の基板も含む。第2の基板は、第1の面に面する第2の面を含む。デバイスは、第1の基板のキャビティ内に部分反射層をさらに含む。

【0037】

また別の態様では、静的干渉表示デバイスが提供される。デバイスは、第1の面を含む第1の基板を含む。第1の基板は、第1の面上に定められたキャビティを含む。キャビティは、静的干渉表示デバイスがそれを表示するように構成された画像に少なくとも部分的に基づいてパターン形成される。デバイスは、第1の基板に結合される第2の基板も含む。第2の基板は、第1の面に面する第2の面を含む。第2の基板は、実質的に透明な材料から形成される。デバイスは、第1の基板の第1の面上のミラー層と、第2の基板の第2の面上の部分反射層とをさらに含む。

30

【0038】

本発明と、従来技術より優れた達成される利点とを要約する目的で、本発明のある目的および利点が上で説明され、また以下でさらに説明される。もちろん、そのような目的または利点は必ずしもすべてが、本発明のいずれか特定の実施形態に従って達成できるわけではないことを理解されたい。したがって、例えば、当業者であれば、本明細書で教示または提案され得る他の目的または利点を必ずしも達成せずに、本明細書で教示される1つの利点または一群の利点を達成または最適化する方法で、本発明が具現または実施できることを理解されよう。

40

【0039】

これらの実施形態のすべては、本開示の一部を形成する添付の特許請求の範囲および図面を参照しても、より良く理解することができる。加えて、添付の特許請求の範囲によって確定される本発明の主旨および範囲から逸脱することなく、様々な変更、修正、組合せ、および部分的組合せ (sub-combination) を施すことができる。本発明の上記および他の実施形態は、添付の図を参照しながら行われる好ましい実施形態についての以下の詳細な説明から、当業者には容易に明らかとなるが、本発明は、開示されたどの特定の好ましい実施形態にも限定されない。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】第1の干渉変調器の可動反射層は緩和位置にあり、第2の干渉変調器の可動反射層は作動位置にある、干渉変調器ディスプレイの一実施形態の一部を示す等角図である。

【図2】3×3干渉変調器ディスプレイを含む電子デバイスの一実施形態を示すシステムブロック図である。

【図3】図1の干渉変調器の例示的な一実施形態についての可動ミラー位置対印加電圧の図である。

【図4】干渉変調器ディスプレイを駆動するために使用できる行電圧と列電圧の組を示す図である。

10

【図5A】図2の3×3干渉変調器ディスプレイの図である。

【図5B】図2の3×3干渉変調器ディスプレイに表示データのフレームを書き込むために使用できる行信号および列信号の1つの例示的なタイミング図である。

【図6A】複数の干渉変調器を含む視覚的表示デバイスの一実施形態を示すシステムブロック図である。

【図6B】複数の干渉変調器を含む視覚的表示デバイスの一実施形態を示すシステムブロック図である。

【図7A】図1のデバイスの断面図である。

【図7B】干渉変調器の代替実施形態の断面図である。

【図7C】干渉変調器の別の代替実施形態の断面図である。

20

【図7D】干渉変調器のまた別の代替実施形態の断面図である。

【図7E】干渉変調器のさらなる代替実施形態の断面図である。

【図8】干渉変調器表示デバイスの一実施形態の上面図である。

【図9】干渉変調器表示デバイスの一実施形態の分解斜視図である。

【図10】干渉変調器表示デバイスの成形前面基板の一実施形態の部分斜視図である。

【図11A】光学スタックなしの、図10の成形前面基板の断面図である。

【図11B】光学スタックの付着後の、図11Aの成形前面基板の断面図である。

【図12A】図10 - 図11Bの成形前面基板のような成形前面基板を形成する方法の一実施形態を示す図である。

【図12B】図10 - 図11Bの成形前面基板のような成形前面基板を形成する方法の一実施形態を示す図である。

30

【図12C】図10 - 図11Bの成形前面基板のような成形前面基板を形成する方法の一実施形態を示す図である。

【図12D】図10 - 図11Bの成形前面基板のような成形前面基板を形成する方法の一実施形態を示す図である。

【図13】一実施形態による、部分的に製作された干渉変調器表示デバイスのアレイ領域または表示領域の部分斜視図である。

【図14A】図13の部分的に製作された干渉変調器表示デバイスの上面図である。

【図14B】図13の部分的に製作された干渉変調器表示デバイスのライン14B - 14Bに沿って切られた断面図である。

40

【図14C】明瞭性のために連続するルールによって形成される後壁が省略された、図13の部分的に製作された干渉変調器表示デバイスのライン14C - 14Cに沿って切られた断面図である。

【図14D】図14Bの部分的に製作された干渉変調器表示デバイスの拡大断面図である。

【図15】行ドライバおよび列ドライバに対する相互接続を概略的に示した、一実施形態による、部分的に製作された干渉変調器表示デバイスの上面図である。

【図16A】一実施形態による、列ルーティング構造および行ルーティング構造を有する成形前面基板の上面図である。

【図16B】図16Aの行ルーティング構造の1つの拡大上面図である。

50



【図 1 6 C】一実施形態による、図 1 6 B の行ルーティング構造のライン 1 6 C - 1 6 C に沿って切られた断面図である。

【図 1 6 D】別の実施形態による、図 1 6 B の行ルーティング構造のライン 1 6 C - 1 6 C に沿って切られた断面図である。

【図 1 6 E】一実施形態による、異法性導電フィルムがその間に置かれた、図 1 6 B の行ルーティング構造と行ドライバの断面図である。

【図 1 6 F】図 1 6 E の行ルーティング構造のライン 1 6 F - 1 6 F に沿って切られた断面図である。

【図 1 7 A】可動電極のためのルーティング構造の一実施形態の部分斜視図である。

【図 1 7 B】図 1 7 A のルーティング構造のライン 1 7 B - 1 7 B に沿って切られた断面図である。

【図 1 7 C】図 1 7 A のルーティング構造のライン 1 7 C - 1 7 C に沿って切られた断面図である。

【図 1 8 A】可動電極のためのルーティング構造の別の実施形態の部分斜視図である。

【図 1 8 B】図 1 8 A のルーティング構造のライン 1 8 B - 1 8 B に沿って切られた断面図である。

【図 1 8 C】図 1 8 A のルーティング構造のライン 1 8 C - 1 8 C に沿って切られた断面図である。

【図 1 9】静止電極を有する前面基板と結合するための、可動電極のためのルーティングトレースを有する保持体の一実施形態の上面図である。

【図 2 0】シャドウマスクを使用して光学スタックを成形前面基板上に形成する方法の一実施形態を示す概略斜視図である。

【図 2 1】一実施形態による、シャドウマスクを使用して図 1 7 A のルーティング構造を形成する方法を示す概略斜視図である。

【図 2 2 A】従来の付着およびパターン形成技法を使用して前面基板を作成する方法の一実施形態を示す図である。

【図 2 2 B】従来の付着およびパターン形成技法を使用して前面基板を作成する方法の一実施形態を示す図である。

【図 2 2 C】従来の付着およびパターン形成技法を使用して前面基板を作成する方法の一実施形態を示す図である。

【図 2 3 A】下側電極および誘電体層を付着する前にパターン形成される付着された事前形成支持体を有する前面基板を作成する方法の一実施形態を示す図である。

【図 2 3 B】下側電極および誘電体層を付着する前にパターン形成される付着された事前形成支持体を有する前面基板を作成する方法の一実施形態を示す図である。

【図 2 3 C】下側電極および誘電体層を付着する前にパターン形成される付着された事前形成支持体を有する前面基板を作成する方法の一実施形態を示す図である。

【図 2 4 A】一実施形態による、静止電極を有する前面基板と結合するための保持体上の可動電極についてのルーティング構造の断面図である。

【図 2 4 B】一実施形態による、静止電極を有する前面基板と結合するための保持体上の可動電極についてのルーティング構造の断面図である。

【図 2 5】一実施形態による、静止電極を有する前面基板と結合するための成形保持体の斜視図である。

【図 2 6 A】静止電極を有する前面基板と結合するための成形保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 2 6 B】静止電極を有する前面基板と結合するための成形保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 2 6 C】静止電極を有する前面基板と結合するための成形保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 2 6 D】静止電極を有する前面基板と結合するための成形保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

10

20

30

40

50

【図 2 6 E】静止電極を有する前面基板と結合するための成形保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 2 7 A】一実施形態による、エッジルールおよび支柱を有する成形保持体背面板の部分斜視図である。

【図 2 7 B】図 2 7 A の成形保持体背面板のライン 2 7 B - 2 7 B に沿って切られた断面図である。

【図 2 7 C】図 2 7 A の成形保持体背面板のライン 2 7 C - 2 7 C に沿って切られた断面図である。

【図 2 7 D】図 2 7 A の成形保持体背面板の上面図である。

【図 2 8】別の実施形態による、エッチホールを備えた可動電極を有する成形保持体背面板の部分斜視図である。

10

【図 2 9 A】成形保持体背面板を作成する方法の一実施形態を示す一連の概略断面図の 1 つである。

【図 2 9 B】成形保持体背面板を作成する方法の一実施形態を示す一連の概略断面図の 1 つである。

【図 2 9 C】成形保持体背面板を作成する方法の一実施形態を示す一連の概略断面図の 1 つである。

【図 2 9 D】成形保持体背面板を作成する方法の一実施形態を示す一連の概略断面図の 1 つである。

【図 3 0 A】成形保持体背面板を作成する方法の別の実施形態を示す図である。

20

【図 3 0 B】成形保持体背面板を作成する方法の別の実施形態を示す図である。

【図 3 0 C】成形保持体背面板を作成する方法の別の実施形態を示す図である。

【図 3 0 D】成形保持体背面板を作成する方法の別の実施形態を示す図である。

【図 3 1 A】成形保持体背面板を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 1 B】成形保持体背面板を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 1 C】成形保持体背面板を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 1 D】成形保持体背面板を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 2 A】成形保持体背面板の実施形態の概略断面図である。

【図 3 2 B】成形保持体背面板の実施形態の概略断面図である。

【図 3 2 C】成形保持体背面板の実施形態の概略断面図である。

30

【図 3 2 D】図 3 2 B の成形保持体背面板の概略上面図である。

【図 3 2 E】図 3 2 D の成形保持体背面板の縁部の概略断面図である。

【図 3 3 A】パターン形成可動電極を有する成形保持体背面板を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 3 B】パターン形成可動電極を有する成形保持体背面板を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 3 C】パターン形成可動電極を有する成形保持体背面板を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 3 D】パターン形成可動電極を有する成形保持体背面板を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

40

【図 3 4 A】一実施形態による、可動電極ストリップ間で隆起する過剰機械層支持体を有する干渉変調器表示デバイスの概略部分斜視図である。

【図 3 4 B】図 3 4 A の干渉変調器表示デバイスのライン 3 4 B - 3 4 B に沿って切られた概略断面図である。

【図 3 4 C】図 3 4 A の干渉変調器表示デバイスのライン 3 4 C - 3 4 C に沿って切られた概略断面図である。

【図 3 4 D】図 3 4 A の干渉変調器表示デバイスのライン 3 4 D - 3 4 D に沿って切られた概略断面図である。

【図 3 5 A】可動電極を前面基板に移転させるための除去可能保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略斜視図である。

50

【図 3 5 B】可動電極を前面基板に移転させるための除去可能保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略斜視図である。

【図 3 5 C】除去可能保持体を使用して干渉変調器表示デバイスを作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 3 5 D】除去可能保持体を使用して干渉変調器表示デバイスを作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 3 6 A】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 3 6 B】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 3 6 C】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 3 6 D】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 3 6 E】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 3 7 A】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の別の実施形態を示す図である。

【図 3 7 B】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の別の実施形態を示す図である。

【図 3 7 C】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の別の実施形態を示す図である。

【図 3 7 D】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の別の実施形態を示す図である。

【図 3 7 E】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法の別の実施形態を示す図である。

【図 3 8 A】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 8 B】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 8 C】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 8 D】パターン形成可動電極を有する保持体を作成する方法のまた別の実施形態を示す図である。

【図 3 9 A】一実施形態による、前面基板と結合される、リベット支持構造を有する保持体の概略断面図である。

【図 3 9 B】一実施形態による、前面基板支持構造を下にして逆転させた図 3 9 A のリベット支持構造を有する干渉変調器表示デバイスの概略断面図である。

【図 4 0】干渉変調器表示デバイスの一実施形態の概略斜視図である。

【図 4 1 A】様々な実施形態による、干渉変調器表示デバイスのルーティング配置を概略的に示す図である。

【図 4 1 B】様々な実施形態による、干渉変調器表示デバイスのルーティング配置を概略的に示す図である。

【図 4 1 C】様々な実施形態による、干渉変調器表示デバイスのルーティング配置を概略的に示す図である。

【図 4 2 A】別の実施形態による、干渉変調器表示デバイスのルーティング配置を示す図である。

【図 4 2 B】図 4 2 A の干渉変調器表示デバイスのライン 4 2 A - 4 2 A に沿って切られた断面図である。

【図 4 2 C】図 4 2 A の干渉変調器表示デバイスのライン 4 2 B - 4 2 B に沿って切られ

10

20

30

40

50

た断面図である。

【図 4 3 A】完成デバイスの背面板としても機能する保持体を使用して干渉変調器表示デバイスを作成する方法の一実施形態を示す概略斜視図である。

【図 4 3 B】完成デバイスの背面板としても機能する保持体を使用して干渉変調器表示デバイスを作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 4 3 C】完成デバイスの背面板としても機能する保持体を使用して干渉変調器表示デバイスを作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 4 4 A】前面基板上に導電シール剤を有するシャドウマスクを使用する方法の一実施形態を示す概略上面図である。

【図 4 4 B】前面基板上に導電シール剤を有するシャドウマスクを使用する方法の一実施形態を示す拡大図である。

【図 4 4 C】前面基板上に導電シール剤を有するシャドウマスクを使用する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 4 4 D】前面基板上に導電シール剤を有するシャドウマスクを使用する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 4 4 E】前面基板上に導電シール剤を有するシャドウマスクを使用する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 4 5 A】除去可能保持体を使用して干渉変調器表示デバイスを作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 4 5 B】除去可能保持体を使用して干渉変調器表示デバイスを作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 4 5 C】除去可能保持体を使用して干渉変調器表示デバイスを作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 4 5 D】除去可能保持体を使用して干渉変調器表示デバイスを作成する方法の一実施形態を示す概略断面図である。

【図 4 6 A】可動電極層と背面板の間に延びるスペーサを有する干渉変調器表示デバイスの一実施形態の断面図である。

【図 4 6 B】可動電極層を押さえるスペーサと支持体を有する図 4 6 A の干渉変調器表示デバイスの斜視図である。

【図 4 7】可動電極層を貫通して延びるスペーサを有する干渉変調器表示デバイスのまた別の実施形態の斜視図である。

【図 4 8】スペーサを有する干渉変調器表示デバイスのまた別の実施形態の斜視図である。

【図 4 9 A】背面板から延びる止め支柱を有する干渉変調器表示デバイスの一実施形態の断面図である。

【図 4 9 B】背面板から延びる止め支柱を有する干渉変調器表示デバイスの別の実施形態の断面図である。

【図 4 9 C】背面板から延びる止め支柱を有する干渉変調器表示デバイスのまた別の実施形態の断面図である。

【図 5 0】表示領域内に支持体をもたない干渉変調器表示デバイスの一実施形態の断面図である。

【図 5 1】背面板から前面基板上に延びるスペーサを有する干渉変調器表示デバイスの一実施形態の断面図である。

【図 5 2 A】パターン形成ブラックマスクを有する干渉変調器表示デバイスの一実施形態の断面図である。

【図 5 2 B】一実施形態による、図 5 2 A の干渉変調器表示デバイスの上面図である。

【図 5 3 A】干渉変調器表示デバイスのための部分湿潤ブラックマスクを作成する方法の一実施形態を示す図である。

【図 5 3 B】干渉変調器表示デバイスのための部分湿潤ブラックマスクを作成する方法の一実施形態を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 5 3 C】干渉変調器表示デバイスのための部分湿潤ブラックマスクを作成する方法の一実施形態を示す図である。

【図 5 3 D】部分湿潤ブラックマスクを有する干渉変調器表示デバイスの別の実施形態を示す図である。

【図 5 4】成形前面基板を含む静的干渉ディスプレイの一実施形態の断面図である。

【図 5 5】成形背面板を含む静的干渉ディスプレイの一実施形態の断面図である。

【図 5 6】図 5 4 の静的干渉ディスプレイの上面図である。

【図 5 7】成形前面基板を含む静的干渉ディスプレイの別の実施形態の断面図である。

【図 5 8】ピクセルごとに別個の支持体をもたない成形前面基板を含む静的干渉ディスプレイのまた別の実施形態の断面図である。

【図 5 9】図 5 8 の静的干渉ディスプレイの上面図である。

【図 6 0】成形背面板を含む静的干渉ディスプレイの別の実施形態の断面図である。

【図 6 1】成形前面基板を含む静的干渉ディスプレイの別の実施形態の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0041】

以下の詳細な説明は、本発明のある特定の実施形態に関する。しかし、本発明は、多数の異なる方法で具現することができる。この説明では、図面が参照されるが、すべての図面にわたって、同様の部分は、同様の番号で指示される。以下の説明から明らかなように、実施形態は、動きがあるか（例えば動画）、それとも静止しているか（例えば静止画）に関わらず、またテキストであるか、それとも絵であるかに関わらず、画像を表示するように構成された任意のデバイスにおいて実施することができる。より詳細には、実施形態は、モバイル電話、ワイヤレスデバイス、携帯情報端末（PDA）、ハンドヘルドもしくはポータブルコンピュータ、GPS受信機/ナビゲータ、カメラ、MP3プレーヤ、ビデオカメラ、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など）、コックピット操縦装置および/もしくはディスプレイ、カメラビューのディスプレイ（例えば自動車のリアビューカメラのディスプレイ）、電子写真、電子掲示版もしくは看板、プロジェクタ、建築物、包装、ならびに美的構造（例えば宝石上への画像の表示）など、しかし、それらに限定されない、様々な電子デバイスにおいて実施でき、または様々な電子デバイスと関連させ得ることが企図されている。本明細書で説明されるMEMSデバイスと構造が類似したMEMSデバイスは、電子的スイッチングデバイスなどの非表示用途でも使用することができる。

【0042】

微小電子機械システム（MEMS）デバイスは、2つの基板を結合することによって製作することができる。基板の各々は、その上に事前形成された構成要素を有する。一実施形態によるMEMSデバイスを作成する方法は、前面基板と、前面基板上に重ねて形成された静止電極とを提供するステップを含む。その後、保持体上に重ねて形成された可動電極を含む保持体が、前面基板に結合される。いくつかの実施形態の保持体は、可動電極を前面基板に移転させた後、除去することができる。他の実施形態では、保持体は、MEMS用の背面板として機能する。フィーチャは、付着およびパターン形成によって、型押しによって、またはパターン形成およびエッチングによって形成することができる。前記方法は、製造コストを低減するばかりでなく、より小さなばらつきも、したがって、より高い歩留まりも提供する。結果として得られるMEMSデバイスは、圧力変化および水漏れの影響をあまり受けない。また、可動電極から列ドライバへの、および静止電極から行ドライバへのルーティングの方法も開示される。光学MEMS（例えば干渉変調器）において望ましくない反射を防止するためのブラックマスクを形成するための技法も教示される。

【0043】

干渉MEMSデバイス表示要素を含む1つの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。これらのデバイスでは、ピクセルは、明るい状態または暗い状態のどちらかである。明るい（「オン」または「オープン」）状態では、表示要素は、入射可視

10

20

30

40

50

光の大部分をユーザに向かって反射する。暗い（「オフ」または「クローズ」）状態にある場合、表示要素は、僅かな入射可視光しかユーザに向かって反射しない。実施形態に応じて、「オン」状態および「オフ」状態の光反射特性は、反対にすることができる。MEMSピクセルは、選択された色で優勢に反射を起こすように構成することができ、白黒に加えて、カラー表示を可能にする。

#### 【0044】

図1は、視覚的ディスプレイのピクセル列内の2つの隣接ピクセルを示す等角図であり、各ピクセルは、MEMS干渉変調器を含む。いくつかの実施形態では、干渉変調器ディスプレイは、これらの干渉変調器からなる行/列アレイを含む。各干渉変調器は、少なくとも1つの可変寸法を有する共鳴光共振器（resonant optical cavity）を形成するために、互いから可変の制御可能な距離に配置された1対の反射層を含む。一実施形態では、反射層の一方は、2つの位置の間を移動することができる。本明細書において緩和位置（relaxed position）と呼ばれる第1の位置では、可動反射層は、固定された部分反射層から相対的に大きな距離のところに配置される。本明細書において作動位置（actuated position）と呼ばれる第2の位置では、可動反射層は、部分反射層により近く隣接して配置される。2つの層から反射される入射光は、可動反射層の位置に応じて増加または減殺的に干渉し、各ピクセルについて全反射状態または非反射状態のどちらかを生み出す。

#### 【0045】

図1に示されるピクセルアレイの一部は、2つの隣接する干渉変調器12a、12bを含む。左側の干渉変調器12aでは、部分反射層を含む光学スタック16aから所定の距離の緩和位置にある、可動反射層14aが示されている。右側の干渉変調器12bでは、光学スタック16bに隣接する作動位置にある、可動反射層14bが示されている。

#### 【0046】

本明細書で言及されるような光学スタック16a、16b（一括して光学スタック16と呼ばれる）は、一般にいくつかの融合層（fused layer）から成り、それらは、インジウムスズ酸化物（ITO: indium tin oxide）などの電極層と、クロムなどの部分反射層と、透明な誘電体とを含むことができる。したがって、光学スタック16は、導電性であり、部分的に透明で、部分的に光を反射し、例えば、透明な基板20上に上記の層の1つまたは複数を付着することによって製作することができる。いくつかの実施形態では、層は、以下でさらに説明されるように、平行なストリップにパターン形成され、表示デバイス内に行電極を形成することができる。可動反射層14a、14bは、支柱18上に付着された（行電極16a、16bと直交する）1つまたは複数の付着金属層の一連の平行なストリップと、支柱18の間に付着された介在犠牲材料（sacrificial material）として形成することができる。犠牲材料がエッチングされた場合、可動反射層14a、14bは、定められた間隙またはキャビティ19によって光学スタック16a、16bから分離される。アルミニウムなどの導電性の高い反射材料が、反射層14のために使用でき、これらのストリップは、表示デバイス内に列電極を形成することができる。

#### 【0047】

電圧が印加されていない場合、キャビティ19が可動反射層14aと光学スタック16aの間に存続しており、図1のピクセル12aによって示されるように、可動反射層14aは、機械的に緩和状態にある。しかし、選択された行および列に電位差が印加された場合、対応するピクセルにおいて行電極と列電極の交差部に形成されるキャパシタが充電され、静電力が電極を互いに引き付ける。電圧が十分に高い場合、可動反射層14は、変形され、光学スタック16に押し付けられる。光学スタック16内の誘電体層（この図には図示されず）は、短絡を防止することができ、図1の右側のピクセル12bによって示されるように、層14と層16の間の分離距離を制御することができる。印加される電位差の極性に関わらず、挙動は同じである。このように、反射対非反射のピクセル状態を制御できる行/列作動は、多くの点で、従来のLCDおよび他の表示技術で使用されるものと

類似している。

【0048】

図2から図5は、干渉変調器のアレイを表示用途で使用するための1つの例示的なプロセスおよびシステムを示している。

【0049】

図2は、本発明の態様を含むことができる電子デバイスの一実施形態を示すシステムブロック図である。例示的な実施形態では、電子デバイスは、ARM、Pentium（登録商標）、Pentium II（登録商標）、Pentium III（登録商標）、Pentium IV（登録商標）、Pentium（登録商標）Pro、8051、MIPS（登録商標）、Power PC（登録商標）、ALPHA（登録商標）などの任意の汎用シングルチップもしくはマルチチップマイクロプロセッサ、またはデジタル信号プロセッサ、マイクロコントローラ、もしくはプログラマブルゲートアレイなどの任意の専用マイクロプロセッサとすることができる、プロセッサ21を含む。当技術分野で従来そうであったように、プロセッサ21は、1つまたは複数のソフトウェアモジュールを実行するように構成することができる。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、または他の任意のソフトウェアアプリケーションを含む、1つまたは複数のソフトウェアアプリケーションを実行するように構成することができる。

10

【0050】

一実施形態では、プロセッサ21は、アレイドライバ22と通信するようにも構成される。一実施形態では、アレイドライバ22は、パネルまたは表示アレイ（ディスプレイ）30に信号を提供する、行ドライバ回路24と、列ドライバ回路26とを含む。図1に示されたアレイの断面は、図2のライン1-1によって示される部分に相当する。MEMS干渉変調器の場合、行/列作動プロトコルは、図3に示される、これらのデバイスのヒステリシス特性を利用することができる。例えば、可動層を緩和状態から作動状態に変形させるためには、10ボルトの電位差を必要とし得る。しかし、その値から電圧が低下する場合、電圧が低下して再び10ボルトより低くなったときも、可動層はその状態を維持する。図3の例示的な実施形態では、可動層は、電圧が2ボルトより下に低下するまで、完全には緩和しない。したがって、図3に示された例では、その内側ではデバイスが緩和状態または作動状態のどちらかで安定している印加電圧の窓が存在する、約3から7Vの電圧の範囲が存在する。これは、本明細書では、「ヒステリシスウィンドウ（hysteresis window）」または「安定性ウィンドウ（stability window）」と呼ばれる。図3のヒステリシス特性を有する表示アレイの場合、行/列作動プロトコルは、行ストロークの間、作動されるストローク行内のピクセルは約10ボルトの電位差にさらされ、緩和されるピクセルはゼロボルトに近い電位差にさらされるように設計することができる。ストロークの後、ピクセルは、行ストロークがピクセルをどんな状態に置いたとしても、その状態に留まるように、約5ボルトの安定状態電位差にさらされる。書き込まれた後、各ピクセルは、この例では3から7ボルトの「安定性ウィンドウ」内の電位差を見る。この特徴は、図1に示されたピクセル設計を、同じ印加電圧状態で、既存の作動状態または緩和状態のどちらかで安定させる。作動状態にあるか、それとも緩和状態にあるかに関わらず、干渉変調器の各ピクセルは基本的に、固定反射層と移動反射層によって形成されたキャパシタであるので、この安定状態は、ヒステリシスウィンドウ内の電圧において、ほとんど電力損なしに、保つことができる。基本的に、印加電位が固定される場合、ピクセルに電流は流れ込まない。

20

30

40

【0051】

一般的な用途では、表示フレームは、第1の行内の所望の作動ピクセルの組に従って列電極の組をアサートすることによって、生成することができる。その後、行パルスが、行1の電極に印加され、アサートされた列ラインに対応するピクセルを作動させる。その後、アサートされた列電極の組は、第2の行内の所望の作動ピクセルの組に対応して変更される。その後、パルスが、行2の電極に印加され、アサートされた列電極に従って行2内

50

の適切なピクセルを作動させる。行 1 のピクセルは、行 2 のパルスによって影響を受けず、行 1 のパルスの間に設定された状態に留まる。フレームを生成するために、一連の行すべてに対して、これを順番に繰り返すことができる。一般に、フレームは、毎秒ある所望のフレーム数で、このプロセスを継続的に繰り返すことによって、リフレッシュされ、および/または新しい表示データで更新される。表示フレームを生成するためにピクセルアレイの行電極および列電極を駆動するための多様なプロトコルもよく知られており、本発明と併せて使用できる。

#### 【0052】

図 4 および図 5 は、図 2 の  $3 \times 3$  アレイ上に表示フレームを生成するための 1 つの可能な作動プロトコルを示している。図 4 は、図 3 のヒステリシス曲線を示すピクセルのために使用できる、列電圧レベルと行電圧レベルの可能な組を示している。図 4 の実施形態では、ピクセルの作動は、適切な列を  $-V_{bias}$  に、適切な行を  $+V$  に設定することを含み、それらは、それぞれ  $-5$  ボルトおよび  $+5$  ボルトに対応し得る。ピクセルの緩和は、適切な列を  $+V_{bias}$  に、適切な行を同じ  $+V$  に設定し、ピクセルの両端にゼロボルトの電位差を生成することによって、達成される。行電圧がゼロボルトに保たれる行では、列が  $+V_{bias}$  または  $-V_{bias}$  のどちらであるかに関わらず、ピクセルは、元々の状態が何であれ、その状態で安定している。図 4 にも示されるように、上で説明されたのは反対の極性の電圧が使用できること、例えば、ピクセルの作動は、適切な列を  $+V_{bias}$  に、適切な行を  $-V$  に設定することを含み得ることが理解されよう。この実施形態では、ピクセルの解放は、適切な列を  $-V_{bias}$  に、適切な行を同じ  $-V$  に設定し、ピクセルの両端にゼロボルトの電位差を生成することによって、達成される。

#### 【0053】

図 5 B は、作動ピクセルが非反射である、図 5 A に示された表示配列をもたらし、図 2 の  $3 \times 3$  アレイに印加される一連の行信号および列信号を示す、タイミング図である。図 5 A に示されたフレームを書き込む前には、ピクセルは、任意の状態にあることができ、この例では、すべての行は 0 ボルトにあり、すべての列は  $+5$  ボルトにある。これらの印加電圧の下で、すべてのピクセルは、既存の作動状態または緩和状態で安定している。

#### 【0054】

図 5 A のフレームでは、ピクセル  $(1, 1)$ 、 $(1, 2)$ 、 $(2, 2)$ 、 $(3, 2)$ 、 $(3, 3)$  が作動している。これを達成するため、行 1 のための「ライン時間」の間、列 1 および列 2 は、 $-5$  ボルトに設定され、列 3 は、 $+5$  ボルトに設定される。これはどのピクセルの状態も変化させないが、その理由は、すべてのピクセルが 3 ボルト - 7 ボルトの安定性ウィンドウ内に留まっているからである。その後、行 1 が、0 ボルトから 5 ボルトに上昇してゼロに戻るパルスを用いて、ストロークされる。これは、 $(1, 1)$  および  $(1, 2)$  のピクセルを作動させ、 $(1, 3)$  のピクセルを緩和させる。アレイ内の他のピクセルは影響を受けない。行 2 を望ましく設定するため、列 2 は、 $-5$  ボルトに設定され、列 1 および列 3 は、 $+5$  ボルトに設定される。その後、行 2 に印加される同じストロークが、ピクセル  $(2, 2)$  を作動させ、ピクセル  $(2, 1)$  および  $(2, 3)$  を緩和させる。やはり、アレイの他のピクセルは影響を受けない。行 3 も同様に、列 2 および列 3 を  $-5$  ボルトに設定し、列 1 を  $+5$  ボルトに設定することによって設定される。行 3 のストロークは、図 5 A に示されたように、行 3 のピクセルを設定する。フレームを書き込んだ後、行電位はゼロであり、列電位は  $+5$  ボルトまたは  $-5$  ボルトのどちらかに留まることができ、その場合、表示は、図 5 A の配列で安定している。数十または数百の行および列からなるアレイに対しても、同じ手順が利用されることが理解されよう。行および列の作動を実行するために使用されるタイミング、シーケンス、電圧レベルは、上で概説された一般原理内で幅広く変化に富むことができ、上記の例は、例示的なものに過ぎず、任意の作動電圧方法が、本明細書で説明されるシステムおよび方法と共に使用できることも理解されよう。

#### 【0055】

図 6 A および図 6 B は、表示デバイス 40 の一実施形態を示すシステムブロック図であ



る。表示デバイス 40 は、例えば、セルラ電話またはモバイル電話とすることができる。しかし、表示デバイス 40 の同じ構成要素またはその僅かな変形は、テレビおよびポータブルメディアプレーヤなど、様々なタイプの表示デバイスに対する説明にも役立つ。

#### 【0056】

表示デバイス 40 は、ハウジング 41 と、ディスプレイ 30 と、アンテナ 43 と、スピーカ 45 と、入力デバイス 48 と、マイクロフォン 46 とを含む。ハウジング 41 は一般に、射出成形 (injection molding) および真空成形 (vacuum forming) を含む、当業者によく知られた任意の様々な製造プロセスから形成される。加えて、ハウジング 41 は、限定することなく、プラスチック、金属、ガラス、ゴム、セラミック、またはそれらの組合せを含む、任意の様々な材料から作成することができる。一実施形態では、ハウジング 41 は、着脱可能部分 (図示されず) を含み、それは、色が異なる他の着脱可能部分、または異なるロゴ、絵、もしくはシンボルを含む他の着脱可能部分と取り替えることができる。

#### 【0057】

例示的な表示デバイス 40 のディスプレイ 30 は、本明細書で説明されるような、双安定ディスプレイ (bi-stable display) を含む、任意の様々なディスプレイとすることができる。他の実施形態では、ディスプレイ 30 は、上で説明されたような、プラズマ、EL、OLED、STN LCD、もしくは TFT LCD などの、フラットパネルディスプレイ、または当業者によく知られた、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む。しかし、本実施形態を説明する目的では、ディスプレイ 30 は、本明細書で説明されるような、干渉変調器ディスプレイを含む。

#### 【0058】

例示的な表示デバイス 40 の一実施形態の構成要素が、図 6B に概略的に示されている。図示された例示的な表示デバイス 40 は、ハウジング 41 を含み、その内部に少なくとも部分的に収容される付加的な構成要素を含むことができる。例えば、一実施形態では、例示的な表示デバイス 40 は、トランシーバ 47 に結合されたアンテナ 43 を含むネットワークインタフェース 27 を含む。トランシーバ 47 は、プロセッサ 21 に接続され、プロセッサ 21 は、調整ハードウェア (conditioning hardware) 52 に接続される。調整ハードウェア 52 は、信号を調整する (例えば信号をフィルタリングする) ように構成することができる。調整ハードウェア 52 は、スピーカ 45 およびマイクロフォン 46 に接続される。プロセッサ 21 は、入力デバイス 48 およびドライバコントローラ 29 にも接続される。ドライバコントローラ 29 は、フレームバッファ 28 およびアレイドライバ 22 に結合され、今度は、アレイドライバ 22 が、表示アレイ 30 に結合される。電源 50 は、特定の例示的な表示デバイス 40 の設計によって必要とされる、すべての構成要素に電力を提供する。

#### 【0059】

ネットワークインタフェース 27 は、例示的な表示デバイス 40 が 1 つまたは複数のデバイスとネットワークを介して通信できるように、アンテナ 43 と、トランシーバ 47 とを含む。一実施形態では、ネットワークインタフェース 27 は、プロセッサ 21 の要件を軽減するために、いくつかの処理機能も有することができる。アンテナ 43 は、信号を送信および受信するための、当業者に知られた任意のアンテナである。一実施形態では、アンテナは、IEEE 802.11 (a)、(b)、または (g) を含む IEEE 802.11 規格に従って、RF 信号を送信および受信する。別の実施形態では、アンテナは、BLUETOOTH 規格に従って、RF 信号を送信および受信する。セルラ電話の場合、アンテナは、ワイヤレスセル電話ネットワーク内で通信するために使用される、CDMA、GSM、AMPS、または他の知られた信号を受信するように設計される。トランシーバ 47 は、プロセッサ 21 によって信号を受け取り、さらに操作できるように、アンテナ 43 から受け取った信号を事前処理する。トランシーバ 47 は、例示的な表示デバイス 40 からアンテナ 43 を介して信号を送信できるように、プロセッサ 21 から受け取った信号も処理する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 0 】

一代替実施形態では、トランシーバ 47 は、受信機によって置き換えることができる。また別の代替実施形態では、ネットワークインタフェース 27 は、プロセッサ 21 に送られる画像データを保存または生成できる、画像源によって置き換えることができる。例えば、画像源は、画像データを格納するデジタルビデオディスク (DVD) もしくはハードディスクドライブ、または画像データを生成するソフトウェアモジュールとすることができる。

## 【 0 0 6 1 】

プロセッサ 21 は一般に、例示的な表示デバイス 40 の動作全般を制御する。プロセッサ 21 は、ネットワークインタフェース 27 または画像源から圧縮画像データなどのデータを受け取り、そのデータを処理して、原画像データに、または原画像データを得るために容易に処理されるフォーマットにする。その後、プロセッサ 21 は、処理済データをドライバコントローラ 29、または保存用のフレームバッファ 28 に送る。原データとは一般に、画像内の各ロケーションにおける画像特性を識別する情報を指す。例えば、そのような画像特性は、色、彩度、およびグレースケールレベルを含むことができる。

## 【 0 0 6 2 】

一実施形態では、プロセッサ 21 は、例示的な表示デバイス 40 の動作を制御するための、マイクロコントローラ、CPU、または論理ユニットを含む。調整ハードウェア 52 は一般に、信号をスピーカ 45 に送るため、および信号をマイクロフォン 46 から受け取るための、増幅器およびフィルタを含む。調整ハードウェア 52 は、例示的な表示デバイス 40 内の別個の構成要素とすることができ、またはプロセッサ 21 もしくは他の構成要素内に組み込むことができる。

## 【 0 0 6 3 】

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原画像データを、プロセッサ 21 から直接またはフレームバッファ 28 から受け取り、アレイドライバ 22 への高速送信のために原画像データを適切に再フォーマットする。具体的には、ドライバコントローラ 29 は、原画像データを再フォーマットして、データフローにし、データフローは、表示アレイ 30 の全体にわたる走査に適した時間順を有するように、ラスタライク (raster-like) なフォーマットを有する。その後、ドライバコントローラ 29 は、フォーマット済の情報をアレイドライバ 22 に送る。LCD コントローラなどのドライバコントローラ 29 は、しばしばスタンドアロン集積回路 (IC) としてシステムプロセッサ 21 と関連付けられるが、そのようなコントローラは、多くの方法で実施することができる。それらは、ハードウェアとしてプロセッサ 21 に埋め込むこと、ソフトウェアとしてプロセッサ 21 に埋め込むこと、またはアレイドライバ 22 と共にハードウェア内に完全に組み込むことができる。

## 【 0 0 6 4 】

一般に、アレイドライバ 22 は、フォーマット済の情報をドライバコントローラ 29 から受け取り、ビデオデータを再フォーマットして、ディスプレイのピクセルの x-y 行列から来ている数百、時には数千のリードに毎秒何回も印加される平行な波形の組にする。

## 【 0 0 6 5 】

一実施形態では、ドライバコントローラ 29、アレイドライバ 22、および表示アレイ 30 は、本明細書で説明される任意のタイプのディスプレイに適している。例えば、一実施形態では、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 (例えば干渉変調器コントローラ) である。別の実施形態では、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 (例えば干渉変調器ディスプレイ) である。一実施形態では、ドライバコントローラ 29 は、アレイドライバ 22 と統合される。そのような一実施形態は、セルラ電話、腕時計、および他の小面積ディスプレイなどの、高統合システムにおいて一般的である。また別の実施形態では、表示アレイ 30 は、典型的な表示アレイまたは双安定表示アレイ (例えば干渉変調器のアレイを含むディスプレイ) である。

## 【 0 0 6 6 】

入力デバイス 48 は、ユーザが例示的な表示デバイス 40 の動作を制御することを可能にする。一実施形態では、入力デバイス 48 は、Q W E R T Y 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、接触感知スクリーン、圧力または熱感知膜を含む。一実施形態では、マイクロフォン 46 は、例示的な表示デバイス 40 のための入力デバイスである。データをデバイスに入力するためにマイクロフォン 46 が使用される場合、例示的な表示デバイス 40 の動作を制御するための音声コマンドをユーザによって提供することができる。

## 【 0 0 6 7 】

電源 50 は、当技術分野でよく知られた様々なエネルギー保存デバイスを含むことができる。例えば、一実施形態では、電源 50 は、ニッケル - カドミウム電池またはリチウムイオン電池などの、再充電可能なバッテリーである。別の実施形態では、電源 50 は、再生可能なエネルギー源、キャパシタ、またはプラスチック太陽電池および太陽電池塗料を含む太陽電池である。別の実施形態では、電源 50 は、壁付きコンセントから電力を受け取るように構成される。

## 【 0 0 6 8 】

いくつかの実施では、制御のプログラム可能性 ( c o n t r o l   p r o g r a m m a b i l i t y ) は、上で説明されたように、電子表示システム内のいくつかの場所に所在し得るドライバコントローラに存している。いくつかのケースでは、制御のプログラム可能性は、アレイドライバ 22 に存している。当業者であれば、上で説明された最適化が、任意の数のハードウェア構成要素および / またはソフトウェア構成要素で、また様々な構成で実施できることを理解されよう。

## 【 0 0 6 9 】

上で説明された原理に従って動作する干渉変調器の構造の詳細は、幅広く変化に富むことができる。例えば、図 7 A - 図 7 E は、可動反射層 14 およびその支持構造の 5 つの異なる実施形態を示している。図 7 A は、図 1 の実施形態の断面図であり、金属材料のストリップ 14 が、直交して延びている支持体 18 上にのせられる。図 7 B では、可動反射層 14 は、隅においてのみテザー ( t e t h e r ) 32 で支持体に結合される。図 7 C では、可動反射層 14 は、可撓性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、様々な位置において、直接または間接に基板 20 に接続する。接続は、本明細書では、支持構造または支柱 18 と呼ばれる。図 7 D に示される実施形態は、変形可能層 34 がその上にのる支持支柱プラグ ( s u p p o r t   p o s t   p l u g ) 42 を含む支持構造 18 を有する。可動反射層 14 は、図 7 A - 図 7 C にあるように、キャビティの上に吊り下げられたままであるが、変形可能層 34 と光学スタック 16 の間の隙間 ( h o l e ) を満たすことによって、変形可能層 34 は、支持支柱 18 を形成しない。代わりに、支持支柱 18 は、支持支柱プラグ 42 を形成するために使用される平坦化材料 ( p l a n a r i z a t i o n   m a t e r i a l ) から形成される。図 7 E に示される実施形態は、図 7 D に示された実施形態に基づいているが、図 7 A - 図 7 C に示された実施形態のいずれかと共に、また図示されていないさらなる実施形態と共に働くように適合することもできる。図 7 E に示される実施形態では、金属または他の導電性材料の追加層 ( e x t r a   l a y e r ) が、バス構造 44 を形成するために使用されている。これは、干渉変調器の背面に沿った信号ルーティングを可能にし、さもなければ基板 20 上に形成しなければならなかった可能性のある多くの電極を排除する。

## 【 0 0 7 0 】

図 7 に示されるもののような実施形態では、干渉変調器は、画像が透明な基板 20 の前方側から見られ、それに対向する側に可動電極が配列される、直視デバイス ( d i r e c t - v i e w   d e v i c e ) として機能する。これらの実施形態では、反射層 14 は、変形可能層 34 およびバス構造 44 を含む、反射層の基板 20 と対向する側の干渉変調器のいくつかの部分を光学的に遮蔽する。これは、画像品質に負の影響を与えることなく、遮蔽領域が構成され、作用を受けることを可能にする。この分離可能な変調器構成は、変

調器の電気機械的な側面および光学的な側面のために使用される構造設計および材料が、互いに独立に選択され、機能することを可能にする。さらに、図 7 C - 図 7 E に示された実施形態は、反射層 1 4 の光学的特性を、変形可能層 3 4 によって実行される、その機械的特性から切り離すことから得られる、さらなる利点を有する。これは、反射層 1 4 のために使用される構造設計および材料が、光学的特性に関して最適化され、変形可能層 3 4 のために使用される構造設計および材料が、所望の機械的特性に関して最適化されることを可能にする。

# 【 0 0 7 1 】

## 目次

|   |    |    |
|---|----|----|
| I. 基板の結合による干渉変調器の製造                     | 30 | 10 |
| II. 前面基板の形成                             | 32 |    |
| 1. 成形前面基板の形成                            | 33 |    |
| 2. パターン形成前面基板の形成                        | 48 |    |
| 3. 支持体事前形成前面基板の形成                       | 49 |    |
| 4. 他の列ルーティング構造                          | 50 |    |
| III. 背面保持体の形成                           | 51 |    |
| 1. 成形保持体                                | 52 |    |
| a. 成形保持体背面板                             | 54 |    |
| b. 成形除去可能保持体                            | 64 |    |
| 2. パターン形成可動電極を有する保持体                    | 66 | 20 |
| a. パターン形成可動電極を有する保持体背面板                 | 66 |    |
| b. パターン形成可動電極を有する除去可能保持体                | 70 |    |
| IV. 積層                                  | 70 |    |
| 1. 成形保持体背面板および成形前面基板                    | 71 |    |
| A. 実施形態A                                | 71 |    |
| a. ルーティングオプション1                         | 72 |    |
| b. ルーティングオプション2                         | 74 |    |
| c. ルーティングオプション3                         | 75 |    |
| d. ルーティングオプション4                         | 76 |    |
| e. パッケージングおよび密封                         | 76 | 30 |
| B. 実施形態B                                | 79 |    |
| 2. 成形保持体背面板およびパターン形成前面基板                | 79 |    |
| 3. 成形保持体背面板および支持体事前形成前面基板               | 80 |    |
| 4. 成形除去可能保持体および成形前面基板                   | 81 |    |
| 5. 成形除去可能保持体およびパターン形成前面基板               | 82 |    |
| 6. 成形除去可能保持体および支持体事前形成前面基板              | 82 |    |
| 7. パターン形成可動電極を有する保持体背面板および成形前面基板        | 83 |    |
| 8. パターン形成可動電極を有する保持体背面板およびパターン形成前面基板    | 83 |    |
| 9. パターン形成可動電極を有する保持体背面板および支持体事前形成前面基板   | 84 |    |
| 10. パターン形成可動電極を有する除去可能保持体および成形前面基板      | 85 | 40 |
| 11. パターン形成可動電極を有する除去可能保持体およびパターン形成前面基板  | 85 |    |
| 12. パターン形成可動電極を有する除去可能保持体および支持体事前形成前面基板 | 85 |    |
| 13. 成形前面基板および可動電極の従来の付着                 | 86 |    |
| V. 前面基板と背面板の間にスペースを維持するためのスペーサ          | 87 |    |
| VI. ブラックマスク                             | 91 |    |
| 1. パターン形成ブラックマスク                        | 91 |    |
| 2. 部分湿潤ブラックマスク                          | 92 |    |
| VII. 静的干渉ディスプレイ                         | 94 |    |
| 1. 成形前面基板または支持体事前形成前面基板を有する静的干渉ディスプレイ   | 95 |    |
| 2. 成形背面板または事前形成背面板を有する静的干渉ディスプレイ        | 98 | 50 |

3. キャビティフィラを有する静的干渉ディスプレイ ..... 100  
 4. 連続深度キャビティを有する静的干渉ディスプレイ ..... 102  
 【0072】

#### I. 基板の結合による干渉変調器の製造

いくつかの実施形態では、MEMSデバイスは、2つの基板を結合することによって作成することができ、その各々は、事前形成された構成要素を有する。加えて、2つの基板は、各基板を作成するのに適した設備装置を有する異なる製造業者によって別々に製造することができる。その後、基板は、第3の製造業者によって1つに組み立てることができる。組み立てプロセスは、可動層の許容差 (leeway) を減らすのにも、したがって、アレイ全体におけるMEMS構成要素間での、またはアレイ間での、キャビティサイズのばらつきを減らすのにも役立てることができる。製造におけるそのような柔軟性は、全体的コストを低減させるばかりでなく、より高い歩留まりも提供する。さらに、以下本明細書で説明される実施形態のいくつかは、マスキングなしのパターン形成すること (例えばフォトリソグラフィ) を容易にし、したがって、多数の薄層から微細構造を構築するための複雑な工程を回避することによって、製造コストを低減することができる。

10

#### 【0073】

本明細書で説明されるプロセスによって作成されるMEMSデバイスは、その2つの基板の間に相対的に小さなギャップ (例えば、約6,500 から約20  $\mu\text{m}$ の間、特に、約2  $\mu\text{m}$ から約15  $\mu\text{m}$ の間、または約10,500 から約5  $\mu\text{m}$ の間) を有することができる。本開示で説明される実施形態では、2つの基板 (すなわち前面基板および背面板) の間のギャップとは一般に、前面基板の最深トラフの底と、背面板が前面基板の上に重なったときに前面基板に面する背面板の面との間のギャップを指す。背面板の面は、前面基板から最も隔たった面である。「2つの基板の間のギャップ」は、成形保持体背面板および成形前面基板の積層に関する以下の説明からより良く理解されよう。加えて、MEMSデバイスは、縁ばかりでなく、そのアレイ領域全体にわたって、支持体またはスペーサを有することができる。したがって、MEMSデバイスは、圧力変化の影響をあまり受けない。加えて、相対的に小さなギャップは、2つの基板の間でより僅かな密封剤しか必要とせず、したがって、MEMSデバイスは、MEMSデバイス内部に乾燥剤がなくても、水漏れの影響をあまり受けない。さらに、MEMSデバイスは、小さなギャップサイズのためにスリムなプロファイルを有することができる。

20

30

#### 【0074】

以下の実施形態では、MEMSデバイスは、光学MEMSデバイス、特に干渉変調器との関連で説明される。しかし、当業者であれば、本明細書で説明されるプロセスが、他のタイプの光学MEMSまたはMEMS電気機械容量性スイッチ (capacitive switch) など、他のMEMSデバイス向けの用途を有することを理解されよう。

#### 【0075】

図8は、一実施形態による、干渉変調器表示デバイス800を示している。干渉変調器表示デバイス800は、表示領域801と、周辺領域802とを含む。

#### 【0076】

表示領域801は、画像または画像の系列を表示するように一緒に構成される複数のピクセルを含む。表示領域801は、互いに実質的に平行に延びる行電極 (図示されず) と、行電極と実質的に直交して、互いに実質的に平行に延びる列電極 (図示されず) とを含む。行電極および列電極は、垂直方向に分離されており、それらの交差部にあるピクセルからなる行列を一緒に定める

40

#### 【0077】

周辺領域802は、表示領域801を囲む。表示領域801は、個別に作動される静電MEMSユニットのアレイを含むので、本明細書では「アレイ領域」とも呼ばれる。周辺領域802は、ドライバチップ領域と、相互接続またはルーティング構造とを含むことができる。デバイス800は、ドライバチップ領域に取り付けられた、行ドライバ811と、列ドライバ812とを有することができる。ドライバ811、812は、限定すること

50

なく、チップオンガラス (COG: chip-on-glass) 接合、テープキャリアパッケージ (TCP: tape carrier package) 結合、またはフィルムオンガラス (FOG: film-on-glass) 接合を含む、任意の適切な接合技法を使用して、ドライパッチ領域に取り付けることができる。ルーティング構造は、行電極および列電極をそれぞれ行ドライバ 811 および列ドライバ 812 に電氣的に接続するように構成される。

#### 【0078】

図 8 の干渉変調器表示デバイス 800 は、前面基板を背面板に結合することによって形成することができる。図 9 は、一実施形態による、干渉変調器表示デバイス 900 を作成する方法を示している。最初に、表示またはアレイ領域 901 と、周辺領域 902 とを有する、前面基板 910 が提供される。前面基板 910 は、表示領域 901 にキャビティまたはトレンチ (trench) のアレイを含むことができる。キャビティまたはトレンチは各々、固定または静止電極を含む光学スタックを含むことができる。前面基板 910 は、図 8 に関して説明されたように、周辺領域 902 に、ルーティング構造と、ドライパッチ領域とを含むこともできる。

10

#### 【0079】

次に、干渉変調器表示デバイス 900 のいくつかの機能構成要素を保持する保持体 950 が、前面基板 910 に結合され、表示領域 901 と、表示領域 901 を囲む周辺領域 902 の部分とを覆う。一実施形態では、可動電極は、保持体 950 を前面基板 910 に結合する前に、保持体 950 上に形成される。前面基板 910 と保持体 950 が互いに結合されたとき、可動電極は、それらの間に配置される。可動電極は、例えば、陽極接合、溶融接合、および類似の方法を使用して、前面基板 910 の支持構造に結合することができる。

20

#### 【0080】

いくつかの実施形態では、可動電極は、保持体上に形成され、保持体は、除去可能保持体とすることができる (例えば、図 35A - 図 35D および付随する説明を参照)。他の実施形態では、保持体は、表示デバイス 900 のための永続的な背面板として機能する (例えば、図 25 - 図 34D および図 36A - 図 39B、ならびに付随する説明を参照)。別の実施形態では、可動電極は、永続的な背面板を前面基板に結合する前に、前面基板上に重ねて形成される。その後、背面板が、前面基板に結合される。

30

#### 【0081】

##### II. 前面基板の形成

上で説明された干渉変調器表示デバイスを作成する際、デバイスの前面基板は、様々な方法で形成することができる。一実施形態では、前面基板は、キャビティまたはリセスを基板の面内に形成し、次にキャビティ内に光学スタックを形成することによって、準備することができる。キャビティは、例えば、型押し、フォトリソグラフィおよびエッチング、ならびにインスクライブなど、任意の適切なプロセスによって形成することができる。本文献との関連では、そのようなプロセスによって形成される前面基板は、「成形前面基板 (shaped front substrate)」と呼ばれる。一般に、キャビティは、成形前面基板のための基板と一体形成される支持体 (例えばレールまたは支柱) によって仕切られる。

40

#### 【0082】

別の実施形態では、前面基板は、基板上に光学スタックを形成し、次にキャビティを定めるために光学スタック上に支持体を形成することによって、準備することができる。本文献との関連では、このプロセスによって形成される前面基板は、「パターン形成前面基板 (patterned front substrate)」と呼ばれる。一般に、支持体は、基板とは別個であり、基板上に重ねて形成され、パターン形成基板のための基板とは異なる材料から作成することができる (例えば、図 22A - 図 22C および付随する説明を参照)。

#### 【0083】

50

また別の実施形態では、前面基板は、キャビティを定めるために基板上に支柱を形成し、次にキャビティ内に光学スタックを形成することによって、作成することができる。本文献との関連では、このプロセスによって形成される前面基板は、「支持体事前形成前面基板 (preformed support front substrate)」と呼ばれる。パターン形成前面基板と同様に、支持体事前形成前面基板は、基板とは別個の支柱を有し、基板とは異なる材料から作成することができるが、パターン形成前面基板とは異なり、(静止電極を含む)光学スタックは、支持体と基板の間に置かれない。

#### 【0084】

##### 1. 成形前面基板の形成

図10は、一実施形態による、成形前面基板1000の概略部分斜視図である。前面基板1000の図示された部分は、前面基板1000の表示領域の部分である。したがって、図10は、表示領域の部分的な図に過ぎず、したがって、図10に示された構造は、実質的に表示領域全体にわたって繰り返されることに留意されたい。

#### 【0085】

前面基板1000は、複数のレール1011a - 1011dと、レール1011a - 1011dの対の間に定められる複数のトラフ1012a - 1012cとを有する、基板1010を含む。基板1010は、トラフ1012a - 1012c内に形成された複数の支柱1013a - 1013cも含む。本文献との関連では、レール1011a - 1011dおよび支柱1013a - 1013cは、一括して「支持体」または「支持構造」と呼ばれることがある。前面基板1000はまた、トラフ1012a - 1012cの底上に(静止電極を含む)光学スタック1014を含み、支持体1011a - 1011dおよび1013a - 1013cの頂上に光学スタック1014の同じ層を含む。

#### 【0086】

基板1010は、実質的に透明な材料から形成することができる。透明な材料の例は、限定することなく、ガラスと、透明な高分子材料とを含む。非光学MEMSデバイスのための他の実施形態では、基板は、高分子材料(例えばポリエチレン)と積層されたステンレス鋼平板を含むことができる。基板1010は、基板1010の部分の除去もしくは成形に適した、または基板1010の面内へのリセスの形成に適した、任意の方法によって成形することができる。成形方法の例は、限定することなく、型押し、フォトリソグラフィおよびエッチング、ならびにインスクライブを含む。上で説明された方法では、基板1010は、さらなる材料を基板1010に追加することなく成形されるので、レール1011a - 1011dおよび支柱1013a - 1013cの形を取る支持体は、基板1010の材料と同じ材料から、同じ材料を用いて一体形成することができる。

#### 【0087】

レール1011a - 1011dは、図10に示されるように、互いに平行に行方向(x方向)に延びる。行/列またはXYZ方向の呼称は、基本的に恣意的なものであるが、本明細書では一貫して参照されることが理解されよう。レール1011a - 1011dは、実質的に同じレベルに、すなわち単一の平面内に、上面を有する。

#### 【0088】

トラフ1012a - 1012cは、図10に示されるように、レール1011a - 1011dと交互に並び、互いに平行に行方向(x方向)に延びる。トラフ1012a - 1012cは、以下の説明からより良く理解されるように、可動電極(図示されず)が基板1010の方に陥没できるようにキャビティまたはスペースを提供する。

#### 【0089】

図示された干渉変調器の実施形態の場合、トラフ1012a - 1012cは、約600から約4,000の間の深さを有することができる。トラフ1012a - 1012cは、結果として得られる表示デバイスの動作中に、トラフ1012a - 1012cが生じさせるように設計された色に応じて、様々な深さD1、D2、D3を有することができる。図示された実施形態では、前面基板1000は、3つの異なる色のための3つの異なる深さD1、D2、D3の第1、第2、および第3のトラフを有する。第1のトラフ101

2 a は、最小の深さを有し、青 ( B ) 色を発生させるように構成される。第 1 のトラフ 1 0 1 2 a は、約 6 0 0 から約 2 , 0 0 0 の間の第 1 の深さ D 1 を有することができる。第 2 のトラフ 1 0 1 2 b は、中間の深さを有し、緑 ( G ) 色を発生させるように構成される。第 2 のトラフ 1 0 1 2 b は、約 1 , 0 0 0 から約 3 , 0 0 0 の間の第 2 の深さ D 2 を有することができる。第 3 のトラフ 1 0 1 2 c は、最大の深さを有し、赤 ( R ) 色を発生させるように構成される。第 3 のトラフ 1 0 1 2 c は、約 2 , 0 0 0 から約 4 , 0 0 0 の間の第 3 の深さ D 3 を有することができる。トラフ 1 0 1 2 a - 1 0 1 2 c は、約 1 0  $\mu$  m から約 2 0 0  $\mu$  m の間の幅 W を有することができる。当業者であれば、トラフ 1 0 1 2 a - 1 0 1 2 c の構成および深さは、ピクセルの色および設計に応じて様々になり得ることを理解されよう。

10

#### 【 0 0 9 0 】

支柱 1 0 1 3 a - 1 0 1 3 c は、トラフ 1 0 1 2 a - 1 0 1 2 c の底上に形成され、上方に向かって延びる。支柱 1 0 1 3 a - 1 0 1 3 c は、レール 1 0 1 1 a - 1 0 1 1 d の頂部と実質的に同じレベル ( 実質的に同じ平面内 ) にある上面を有する。各支柱 1 0 1 3 a - 1 0 1 3 c は、支柱 1 0 1 3 a - 1 0 1 3 c が配置されたトラフ 1 0 1 2 a - 1 0 1 2 c の深さに対応する高さを有する。したがって、異なる深さのトラフ 1 0 1 2 a - 1 0 1 2 c 内の支柱 1 0 1 3 a - 1 0 1 3 c は、互いに異なる高さを有する。図示された実施形態では、第 1 のトラフ 1 0 1 2 a 内の支柱 1 0 1 3 a は、第 1 の深さ D 1 に対応する第 1 の高さを有する。第 2 のトラフ 1 0 1 2 b 内の支柱 1 0 1 3 b は、第 2 の深さ D 2 に対応する第 2 の高さを有する。第 3 のトラフ 1 0 1 2 c 内の支柱 1 0 1 3 c は、第 3 の深さ D 3 に対応する第 3 の高さを有する。

20

#### 【 0 0 9 1 】

支柱 1 0 1 3 a - 1 0 1 3 c は、所定のパターンで配列される。以下の説明からより良く理解されるように、前面基板 1 0 0 0 の表示領域の図示された部分は、表示領域全体にわたって行列の形で反復され得る、単一のピクセル P を形成する。図示されたピクセル P は、実質的に正方形の形を有する。ピクセル P は、第 1 のサブピクセル S P 1 と、第 2 のサブピクセル S P 2 と、第 3 のサブピクセル S P 3 とを含み、その各々は、長方形の形をしている。サブピクセル S P 1 - S P 3 の各々は、サブサブピクセル S S P 1 1 - S S P 1 3、S S P 2 1 - S S P 2 3、または S S P 3 1 - S S P 3 3 を含む。各サブサブピクセル S S P 1 1 - S S P 1 3、S S P 2 1 - S S P 2 3、S S P 3 1 - S S P 3 3 は、可動電極 ( 図示されず ) のための支持体を提供するために、4 つの支柱からなるグループを含む。支柱 1 0 1 3 a - 1 0 1 3 c は、その間で可動電極が下方に撓むことが可能なように、互いに離して配置される。図示された実施形態では、サブサブピクセル S S P 1 3、S S P 2 1 - S S P 2 3、S S P 3 1 - S S P 3 3 の各々は、上から見たときにサブサブピクセルの自由端の近くに配置された 4 つの支柱を有する。

30

#### 【 0 0 9 2 】

光学スタック 1 0 1 4 は、いくつかの融合層を含むことができる。一実施形態では、光学スタック 1 0 1 4 は、透明な導電層と、透明な導電層上にのった誘電体層とを含むことができる。透明な導電層は、インジウムスズ酸化物 ( I T O ) から形成することができる。誘電体層は、二酸化ケイ素から形成することができる。別の実施形態では、誘電体層は、上側副層および下側副層を含む 2 層構造を有することができる。任意の犠牲層除去工程のために誘電体層がフッ素エッチング剤にさらされるある実施形態では、上側副層は、酸化アルミニウムなどの保護材料から形成することができる。下側副層は、二酸化ケイ素から形成することができる。一実施形態では、透明な導電層は、約 1 0 から約 8 0 0 の間の厚さを有することができる。誘電体層は、約 1 0 0 から約 1 , 6 0 0 の間の厚さを有することができる。誘電体層が上側副層および下側副層を有する実施形態では、上側副層は、例えば約 5 0 の厚さを有することができ、一方、下側副層は、例えば約 4 5 0 の厚さを有することができる。図示された実施形態では、光学スタック 1 0 1 4 は、トラフ 1 0 1 2 a - 1 0 1 2 c の底と支持体 1 0 1 1 a - 1 0 1 1 d および 1 0 1 3 a - 1 0 1 3 c の頂部の間で途切れている。

40

50



## 【0093】

トラフ1012a - 1012cの底上の光学スタック1014の導電層は、レール1011a - 1011dによって互いに電氣的に絶縁される。電氣的に絶縁された導電層は、結果として得られる干渉変調器表示デバイスの行電極を形成する。

## 【0094】

ある実施形態では、光学スタック1014は、透明な導電層と誘電体層の間に、金属の吸収体層（または部分反射層）を含むこともできる。吸収体層は、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、またはMo/Crなどの、半透明な厚さの金属から形成することができる。広帯域白色干渉変調器（broad-band white interferometric modulator）のための別の実施形態では、吸収体層は、ゲルマニウム層などの半導体層で置き換えることができる。吸収体層または半導体層は、約1 から約100 の間、特に約50 から約100 の間の厚さを有することができる。

10

## 【0095】

図11Aは、図10の（光学スタック1014なしの）前面基板1000のライン11A - 11Aに沿って切られた断面図である。深さの相違のため、トラフ1012a - 1012cは、それぞれ異なるレベルL1a、L1b、L1cにある底面を有する。しかし、支持体1011a - 1011dおよび1013a - 1013cは、トラフ1012a - 1012cの深さに応じて異なる高さを有するので、支持体1011a - 1011dおよび1013a - 1013cの上面は、実質的に同じレベルL2、すなわち実質的に同じ平面内にある。

20

## 【0096】

支持体1011a - 1011d、1013a - 1013cの頂上の光学スタックは、「ブラックマスク」として機能することができる。光学スタックは、干渉変調器が陥没状態にある場合と同じ光学的効果を常に提供する。光学スタックは、黒色を提供することができる。他の実施形態では、光学スタックは、干渉変調器の設計に応じて、白色を提供することができる。

## 【0097】

図11Bは、光学スタック1014の付着後の、図11Aの断面図である。光学スタック1014のため、前面基板1000の最上点は、光学スタック1014の厚さだけレベルL2よりも高い、レベルL2'にある。

30

## 【0098】

図12A - 図12Dは、一実施形態による、成形前面基板を形成する方法を示す断面図である。図示された方法は、前面基板を成形するために型押しを使用する。図12Aに示されるように、実質的に平坦な基板1210が、圧板（platen）1220上に置かれる。基板1210は、好ましくは透明で、成形のために容易に可鍛性をもたせ得る、ガラスまたは他の材料から形成することができる。図示された圧板1220は、金属材料から形成することができる。基板1210は、基板1210が後続の型押し工程で型押しするのに十分な柔らかさをもつように、加熱することができる。基板1210は、基板1210用に使用される材料に応じて様々である温度まで加熱することができる。

40

## 【0099】

その後、型押し板1230が、図12Bに示されるように、軟化された基板1210の上に押し付けられる。型押し板1230は、基板1210上にレール、トラフ、および支柱を定めるように成形された、凹凸を有する。型押し板1230は、金属材料から形成することができる。ある実施形態では、圧板1220および型押し板1230の少なくとも一方は、回転シリンダの形を取ることができる。当業者であれば、他の様々な構成の型押し技法も前面基板1210を成形するために適合できることを理解されよう。

## 【0100】

次に、型押し板1230が、前面基板1210から除去される。その後、型押しされた前面基板1210が、圧板1220から除去される。結果として得られた前面基板1210が、図12Cに示されている。

50

## 【0101】

別の実施形態では、前面基板1210は、フォトリソグラフィおよびエッチング技法を使用して基板の部分を選択的に除去することによって、成形することができる。また別の実施形態では、前面基板1210は、最初に基板の所定の部分をインスクライブし、次にその部分を選択的にエッチングすることによって、成形することができる。「インスクライブ」という用語は、マーキング (marking) またはスコリング (scoring) と交換可能に使用することができる。インスクライブは、例えば、マシニングまたはレーザインスクライブ (laser-inscribing) など、様々な技法を使用することができる。自動インスクライブ方法が、日本の東京に所在する日本板硝子株式会社 (Nippon Sheet Glass, Co., Ltd) から入手可能である。図12A - 図12Dに示された型押し技法は、マスキングプロセスなしに行うことができる。加えて、パターン形成されたプレートは、多くの基板に対して繰り返し使用することができる。前面基板1210を成形するための他の様々な技法も使用できることが理解されよう。

10

## 【0102】

その後、光学スタック材料が、実質的に成形前面基板1210にわたって順次付着される。光学スタック材料は、光学スタック1214が支持体の頂上およびトラフの底上に付着されるが、連続して側面を覆うには十分に共形 (conformal) でないように、例えばスパッタリングなど、任意の適切な技法を使用して付着することができる。この構成は、任意のMEMSデバイス (光学または非光学MEMSデバイス) に適用することができる。支持体の頂上の光学スタックは、光学MEMSデバイスの場合、「ブラックマスク」として機能することができる。光学スタック1214の構成は、図10の光学スタック1014に関して上で説明されたようなものとすることができる。

20

## 【0103】

図13は、可動電極1360がその上に配列された前面基板1310を含む、部分的に製作された干渉変調器表示デバイス1300の一実施形態の部分斜視図である。前面基板1310の構成は、図10の前面基板1000に関して上で説明されたようなものとすることができる。可動電極1360は、図13および図14Aに示されるように、互いに実質的に平行に、また前面基板1310のトラフ1312a - 1312cと実質的に直交して走っている。図示された実施形態では、可動電極1360とトラフ1312a - 1312cは、互いに交差し、図10を参照して上で説明されたサブサブピクセルを定める。他の実施形態では、(図13の3つの可動電極1360の代わりに) 単一の可動電極が、前面基板1310の図示された部分全体を実質的に覆い、それによって、単一のピクセルを定めることができる。

30

## 【0104】

図13および図14A - 14Cの実施形態では、可動電極1360は、図13および図14B (図13のデバイスのライン14B - 14Bに沿って切られた断面図) に示されるように、前面基板1310のレール1311a - 1311c上および支柱1313a - 1313c上に光学スタック1314aを介在させて支持される。図14C (図13のデバイスのライン14C - 14Cに沿って切られた別の断面図) も、可動電極1360が、前面基板1310の支柱1313a - 1313c上に光学スタック1314aを介在させて支持されることを示している。ある実施形態では、可動電極1360をさらに支持するために、トラフ1312a - 1312cの底上に、エッジスペーサ (edge spacer) 1315 (図14A) を提供することができる。エッジスペーサ1315は、各ピクセルの縁に、支柱1313a - 1313cから横方向に間隔をあけて配置することができる。

40

## 【0105】

図14Dは、可動電極1360がその上に形成された図14Bの前面基板1310の部分拡大断面図である。可動電極1360は、前面基板1310の支持構造 (例えばレール1311a - 1311cおよび支柱1313a - 1313c) 上の光学スタック1314

50

a上に支持される。図示された可動電極1360は、支持構造の上の第1の部分Maと、第1の部分Maの間の第2の部分Mbとを有する。第2の部分Mbは、支持構造の上にのらない。第1の部分は、第1の厚さT1を有し、一方、第2の部分は、第2の厚さT2を有する。

#### 【0106】

図9を参照して上で説明されたように、可動電極1360は、前面基板1310に結合される前に、保持体上に形成される。可動電極1360を前面基板1310に結合するために、保持体は、可動電極1360を間に置いて、前面基板1310に押し付けられる。支持構造と接触する可動電極1360の部分（例えば上で説明された第1の部分Ma）は、可動電極1360が変形可能または可鍛性を有する場合は特に、圧縮され得る。結果として、可動電極1360の第1の部分Maの第1の厚さT1は、第2の部分Mbの第2の厚さT2よりも薄くなり得る。一実施形態では、第1の厚さT1は、約200 から約2,000 とすることができる。第2の厚さT2は、約200 から約2,000 とすることができる。第1の厚さT1と第2の厚さT2の間の差は、約5 から約100 とすることができる。第1の厚さT1と第2の厚さT2の間の差は、可動電極1360を前面基板1310に結合するときに加えられる圧力に応じて、様々することができる。

#### 【0107】

図13に戻ると、図示された可動電極1360は、細長く、またはストリップ形状をしており、各々は、列方向に多数のMEMSユニットまたはピクセルをまたいでいる。細長い可動電極1360は、長さおよび幅を有することができる。可動電極1360の長さ対幅の比はおおよそ、約x:1と同じオーダにあり、ここで、xは、表示アレイの列方向のピクセルの数の3倍である。一実施形態では、可動電極1360の長さ対幅の比は、約10:1から約1,000,000:1の間である。可動電極1360は、反射層（またはミラー）1360aと、機械（または変形可能）層1360bとを含むことができる。反射層1360aは、機械層1360bに結合または融合することができ、他の配置では、反射層は、機械層から吊り下げられることができる（例えば図7C - 図7Eを参照）。反射層1360aは、例えば、Al、Au、Ag、またはそれらの合金など、鏡のようなまたは反射をおこす金属から形成することができ、干渉効果のために前面基板1310に入射した可視光を実質的にすべて反射するのに十分な厚さを有する。機械層1360bは、Ni、Cu、Pt、Au、Al、またはそれらの合金から形成することができる。機械層1360bは、機械的支持を提供するのに十分な厚さを有することができるが、一方で、可動電極1360がトラフ1312a - 1312cの底上の光学スタック1314bの方に移動することを可能にするのに十分な薄さおよび可撓性を有する。機械層1360bは、数百オングストロームから数千オングストロームの間の厚さを有することができる。例示的な一実施形態では、反射層1360aは、約300 の厚さを有し、機械層1360bは、約1000 の厚さを有する。層1360aおよび1360bの厚さは、他の実施形態では異なることができる。MEMSデバイスが電気機械容量性スイッチとして使用されるある実施形態では、可動電極は、実質的に導電性のある材料を含むことができる。

#### 【0108】

図15は、図13の部分的に製作された干渉変調器表示デバイス1300の概略上面図である。デバイス1300は、前面基板1310と、その上に形成された複数の可動電極1360とを含む。

#### 【0109】

前面基板1310は、表示領域1301と、周辺領域1302とを含む。前面基板1310は、表示領域1301内に、互いに平行に延びる複数のトラフ1312を含み、トラフは、その底に静止電極を含む。前面基板1310はまた、周辺領域1302内に、複数のルーティングトレンチ（routing trench）1316R、1316Cと、ドライバチップ領域1303a、1303bとを含む。ルーティングトレンチは、行ルーティングトレンチ1316Rと、列絶縁トレンチ1316Cとを含む。ドライバチップ領域は、行ドライバチップ領域1303aと、列ドライバチップ領域1303bとを含む

。可動電極 1360 は、互いに実質的に平行に、また前面基板 1310 のトラフ 1312 と実質的に直交して走っている。

#### 【0110】

図 16A は、ただ 1 つの可動電極 1360 の位置が破線で示された、図 15 の前面基板 1310 の上面図である。上で説明されたように、前面基板 1310 は、表示領域 1301 内にトラフ 1312 を含み、周辺領域 1302 内に行ルーティングトレンチ 1316R および列絶縁トレンチ 1316C を含む。行ルーティングトレンチ 1316R は、トラフ 1312 から行ドライパッチ領域 1303a に延びる。列絶縁トレンチ 1316C は、各トレンチの一方の端が対応する 1 つの可動電極 1360 に接近するように、表示領域 1301 付近から列ドライパッチ領域 1303b に延びる。

10

#### 【0111】

図 16B は、16B によって示された、図 16A のトラフ 1312 の 1 つおよび対応する 1 つの行ルーティングトレンチ 1316R の拡大上面図である。トラフ 1312 は、幅 W1 を有する。行ルーティングトレンチ 1316R は、トラフ 1312 の幅 W1 よりも小さい幅 W2 を有する。前面基板 1310 は、行ルーティングトレンチ 1316R に接続された接触トレンチ (contact trench) 1317 も含む。接触トレンチ 1317 は、結果として得られる干渉変調器表示デバイスのピクセルに電気信号を提供する、行ドライバの接続バンプ (connecting bump) または異法性導電フィルム (anisotropic conductive film) (図示されず) に適合するように成形される。図 16B では正方形または長方形として示されているが、他の実施形態では、前面基板 1310 は、他の様々な形状および構成の接触トレンチを有することができる。トラフ 1312、行ルーティングトレンチ 1316R、および接触トレンチ 1317 は、図 16C に示されるように、実質的に同じ深さ D を有する。他の実施形態では、トラフ 1312、行ルーティングトレンチ 1316R、および接触トレンチ 1317 の 1 つは、他と異なる深さを有することができる。図 16D を参照すると、別の実施形態では、行ルーティングトレンチ 1316R は、トラフ 1312 から接触トレンチ 1317 に延びるにつれて、減少する深さ D2 または斜面になった底を有することができる。基板がインスクライブによって成形される一実施形態では、そのような深さ変化は、インスクライブ中の圧力を変化させることによって、作り出すことができる。トラフ 1312、行ルーティングトレンチ 1316R、および接触トレンチ 1317 の深さおよび幅は、前面基板 1310 およびそこに提供されるドライパッチの構造および寸法に応じて、幅広く変化に富み得ることが理解されよう。

20

30

#### 【0112】

図 16E は、行ドライバ 811 がその上に取り付けられた、光学スタック 1314a、1314b を形成する処理の後の、図 16C の裸前面基板 1310 の断面図である。行ドライバ 811 は、図 16E に示されるように、下方向を向いた複数の電気リード 811a を含む。前面基板 1310 の図示された部分は、行ルーティングトレンチ 1316R と、接触トレンチ 1317 とを含む。前面基板 1310 は、周辺領域上および行ルーティングトレンチ 1316R の底上に、光学スタック 1314a、1314b も含む。行ルーティングトレンチ 1316R の底上の光学スタック 1314b は、誘電体層 1314b1 と、その下にある導電層 1314b2 とを含む。光学スタック 1314b の構成は、図 10 の光学スタック 1014 に関して上で説明されたようなものとすることができる。導電層 1314b2 は、接触トレンチ 1317 内に延びているが、誘電体層 1314b1 は、延びていない。この構成は、接触トレンチ 1317 において導電層 1314b2 を露出させ、したがって、導電層 1314b2 と行ドライバ 811 の対応する 1 つのリード 811a との間の電氣的接続を可能にする。図 20 および図 21 に関して以下で説明されるシャドウマスク (shadow mask) 技法を含む様々な技法が、接触トレンチ 1317 において導電層 1314b2 を露出させるために使用できる。

40

#### 【0113】

図示された実施形態では、電氣的接続は、異法性導電フィルム (ACF) によって提供

50

される。ACFは、高分子または有機フィルム（図示されず）内に拡散した導電粒子813を含む。電氣的接続を確立する際、ACFは、接触トレンチ1317内の導電層1314b2によって形成されたパッドとドライバ811のリード811aとの間に置かれる。その後、ドライバ811は、前面基板1310に押し付けられ、任意選択的に、熱を用いて少なくとも部分的にフィルムを硬化させる。高分子フィルム内の導電粒子813の1つまたは複数は、導電層1314b2およびドライバ811のリード811aの両方に接触することによって、電氣的接続を提供する。しかし、接触トレンチ1317の間では（図16Aの上面図を参照）、ACF全体にわたる導電粒子は、高分子基材によって互いに絶縁され、領域1317内のドライバリード811aまたは接触パッドが互いに短絡することを防止する。当業者であれば、様々なタイプのACFが電氣的接続を提供するために適合され得ることを理解されよう。当業者であれば、他の様々な接合技法も電氣的接続を提供するために使用できることも理解されよう。

10

#### 【0114】

図17Aは、干渉変調器表示デバイス1700の列ルーティング構造の一実施形態を示している。図示された表示デバイス1700は、表示領域またはアレイ1701内にレール1711およびトラフ1712を有し、周辺領域1702内に列絶縁トレンチ1716Cを有する、前面基板1710を含む。前面基板1710の周辺領域1702の図示された部分は、トラフ1712の底よりも高いレベルにある上面を有する。周辺領域1702の上面は、レール1711の上面と同じレベルにあることができる。

20

#### 【0115】

前面基板1710は、周辺領域1702の上面と、列絶縁トレンチ1716Cおよびトラフ1712の底上とに同時に付着された、光学スタック1714a、1714bも含む。光学スタック1714a、1714bは、誘電体層1714a1、1714b1と、誘電体層1714a1、1714b1の下にある導電層1714b1、1714b2とを含む。光学スタック1714a、1714bの構成は、図10の光学スタック1014に関して上で説明されたようなものとすることができる。トラフ1712内の光学スタック1714bは、MEMSデバイスのための静止電極として機能することが理解されよう。

#### 【0116】

デバイス1700は、前面基板1710の上にのり、トラフ1712と実質的に直交して延びる、可動電極1760も含む。可動電極1760は、表示領域1701から周辺領域1702の隆起部分に延びる。

30

#### 【0117】

列絶縁トレンチ1716Cは、トレンチ1716Cと交互に並ぶ複数のランドまたはメサ1716Mを定める。トレンチ1716Cは、表示領域1701付近から、表示領域1701から離れた列ドライバ（図示されず）用のドライバチップ領域（図示されず）に延びる。列絶縁トレンチ1716Cは、追加のパターン形成を行わずに、メサ1716M上の光学スタック1714aの間に電氣的絶縁を提供するように構成される。トレンチ1716Cの各々は、対応する1つのメサ1716Mを完全に囲む。列絶縁トレンチ1716Cも、図12Dに関して上で説明されたように、光学スタック材料が成形前面基板1710の全体にわたって付着されたときに、光学スタック1714a、1714bがメサ1716Mと列絶縁トレンチ1716Cの間で途切れることを可能にするのに十分な深さを有する。メサ1716M上の光学スタック1714aの各々の導電層1714a2は、可動電極1760の1つと列ドライバ（図示されず）の対応する1つのパッドとの間に電氣的接続を提供する。メサ1716M上で互いに電氣的に絶縁された導電層1714a2は、「ルーティングトレース」または「導電トレース」と呼ばれることがある。

40

#### 【0118】

一実施形態では、列絶縁トレンチ1716Cは、トラフ1712の深さよりも大きい深さを有することができる。しかし、列絶縁トレンチ1716Cの深さは、前面基板1710の他の寸法、静止電極付着の共形性（conformality）、および干渉変調器表示デバイス1700の他の構成要素に応じて、幅広く変化に富み得ることが理解されよ

50

う。

【0119】

図17Bは、デバイス1700の図17Aのライン17B - 17Bに沿って切られた断面図である。図示された実施形態では、導電トレース1714a2は、レベルL2aにある前面基板1710の上面上に形成される。導電トレース1714a2の上面は、レベルL2bにある。誘電体層1714a1が、導電トレース1714a2上に形成されるが、導電トレース1714a2と周辺領域1702に延びる可動電極1760の端部との間で電氣的接続を可能にするように、導電トレース1714a2の部分を露出させる。

【0120】

導電トレース1714a2の部分を露出させるために、上にのる誘電体層1714a1は、任意の適切なプロセスを使用してパターン形成することができる。一実施形態では、誘電体層1714a1は、フォトリソグラフィおよびエッチングを使用してパターン形成することができる。別の実施形態では、誘電体層1714a1を付着するときに、誘電体層が導電トレース1714a2の部分の上に形成されないよう、導電トレース1714a2の部分を覆うために、シャドウマスクが使用できる。シャドウマスクの使用法の詳細は、図20、図21、図44A - 44Eに関して以下でより詳細に説明される。可動電極1760は、レベルL2bよりも高いレベルL2cにある底面を有する。したがって、レベルL2cにある可動電極1760の底面とレベルL2bにある導電トレース1714a2の上面との間にギャップが存在する。ギャップは、可動電極が前面基板1710上に積層される場合は特に、導電トレース1714a2と可動電極1760の間の信頼性のある電氣的接続を阻害し得る。

【0121】

図示された実施形態では、導電トレース1714a2と可動電極1760の間のギャップを満し、それらの間に電氣的接続を確立するために、ギャップフィラ(gap-filler)1717が提供される。ギャップフィラ1717は、導電性接着材料から形成することができる。したがって、ギャップフィラ1717は、可動電極1760を導電トレース1714a2に結合するためにも役立てることができる。接着材料は、相対的に低温で溶接可能とし得る冷間圧接材料(cold-weld material)とすることができる。材料の例は、限定することなく、アンチモン(Sb)、インジウム(In)、またはスズ(Sn)を含む。材料は、柔らかく変形可能とすることができる。当業者であれば、他の様々な材料(例えばACF)もギャップフィラ1717用に使用できることを理解されよう。

【0122】

図17Cは、デバイス1700の図17Aのライン17C - 17Cに沿って切られた断面図である。図17Cは、デバイス1700の周辺領域1702のルーティング領域1702Aと、非ルーティング領域1702Bとを示している。図示された断面図は、具体的には、(1つだけ示された)可動電極1760が導電トレース1714a2に接続されるルーティング領域1702Aの部分を示している。ルーティング領域1702Aでは、列絶縁トレンチ1716Cが、メサ1716Mを定めるために形成される。メサ1716M上の導電層1714a2の上には、ギャップフィラ1717が存在する。他方、列絶縁トレンチをもたない非ルーティング領域1702Bでは、導電層1714a2および誘電体層1714a1は、前面基板1710上に積み上げられる。

【0123】

図18Aは、干渉変調器表示デバイス1800の列ルーティング構造の別の実施形態を示している。表示デバイス1800は、表示領域1801内にトラフ1812を有するが、周辺領域1802内に列絶縁トレンチを有さない、前面基板1810を含む。前面基板1810は、その上に形成された光学スタック1814a、1814bも含む。光学スタック1814a、1814bは、誘電体層1814a1、1814b1と、誘電体層1814a1、1814b1の下にある導電層1814a2、1814b2とを含む。光学スタック1814a、1814bは、図12Dに示されるように、前面基板1810にわた

って全面付着 ( b l a n k e t   d e p o s i t ) することができる。

【 0 1 2 4 】

前面基板 1 8 1 0 は、周辺領域 1 8 0 2 内の誘電体層 1 8 1 4 a 1 上に列ルーティングトレース 1 8 1 7 をさらに含む。ルーティングトレース 1 8 1 7 は、可動電極 1 8 6 0 を列ドライバ ( 図示されず ) のパッドに電氣的に接続するように構成される。ルーティングトレース 1 8 1 7 の各々は、接触部 1 8 1 7 a と、ルーティング部 1 8 1 7 b とを含む。図示された実施形態では、可動電極 1 8 6 0 との電氣的接触を容易にするために、接触部 1 8 1 7 a は、ルーティング部 1 8 1 7 b よりも広い。図示されていないが、ルーティングトレース 1 8 1 7 の遠位端は、接触部 1 8 1 7 a に類似して成形された接触パッド部を有することができる。図 1 7 B の導電トレース 1 7 1 4 a 2 とは異なり、ルーティングトレース 1 8 1 7 は、光学スタック 1 8 1 4 a 上に存在する。したがって、ルーティングトレース 1 8 1 7 と可動電極 1 8 6 0 の間の電氣的接続のために、ギャップフィラは利用されない。図 1 8 C を参照すると、ルーティングトレース 1 8 1 7 は、前面基板 1 8 1 0 の周辺領域 1 8 0 2 のルーティング領域 1 8 0 2 A 内にのみ形成されるが、非ルーティング領域 1 8 0 2 B には形成されない。ルーティングトレース 1 8 1 7 は、例えば、スクリーン印刷もしくはグラビア印刷、またはフォトリソグラフィおよびエッチングなど、任意の適切な方法によって形成することができる。列ルーティングは、より高いレベル ( 支持体の基板レベルおよび可動電極の基板レベル ) に提供される。この構成は、前面基板を可動電極を保持する保持体と積層する場合は特に、可動電極がルーティングトレースと容易に接触することを可能にする。

10

20

【 0 1 2 5 】

図 1 9 は、干渉変調器表示デバイスのための列ルーティング構造のまた別の実施形態を示している。図示された実施形態では、その上にパターン形成された静止電極を有する前面基板に結合するように構成された保持体 1 9 5 0 に、可動電極 ( またはストリップ ) 1 9 6 0 と、列ルーティングトレース 1 9 1 7 とが提供される。列ルーティングトレース 1 9 1 7 は、保持体 1 9 5 0 上に可動電極 1 9 6 0 と共に同時に形成することができる。その後、保持体 1 9 5 0 は、可動電極 1 9 6 0 および列ルーティングトレース 1 9 1 7 が間に置かれるように、成形前面基板 ( 図示されず ) 上に配置される。その後、保持体 1 9 5 0 は、可動電極 1 9 6 0 および列ルーティングトレース 1 9 1 7 を前面基板上に残して除去される。その後、列ルーティングトレース 1 9 1 7 は、可動電極 1 9 6 0 を列ドライバ ( 図示されず ) のリードまたは接触子に電氣的に接続するために使用することができる。

30

【 0 1 2 6 】

図 2 0 は、光学スタックを成形前面基板 2 0 1 0 上に付着するためにシャドウマスキングを利用する方法の一実施形態を示している。図 1 6 E に戻って参照すると、誘電体層 1 3 1 4 b 1 は、導電層 1 3 1 4 b 2 と行ドライバ 8 1 1 のリード 8 1 1 a の間の電氣的接続のため、下にある導電層 1 3 1 4 b 2 を露出させるために、パターン形成およびエッチングされ、またはシャドウマスクを用いて付着される。図 1 7 B に戻って参照すると、誘電体層 1 7 1 4 a 1 は、導電トレース 1 7 1 4 a 2 と対応する可動電極 1 7 6 0 の間の電氣的接続のため、下にある導電トレース 1 7 1 4 a 2 を露出させるために、パターン形成およびエッチングされ、またはシャドウマスクを用いて付着される。図 1 7 B には示されていないが、誘電体層 1 7 1 4 a 1 は、導電トレース 1 7 1 4 a 2 と行ドライバ ( 図示されず ) のリードまたは接触子の間の電氣的接続のため、下にある導電トレース 1 7 1 4 a 2 を露出させるためにも、パターン形成およびエッチングされ、またはシャドウマスクを用いて付着される。

40

【 0 1 2 7 】

図 2 0 を再び参照すると、上で説明された構造は、最初に導電層を成形前面基板 2 0 1 0 にわたって全面付着させることによって、形成することができる。導電層は、貧弱な共形性によって異なる高さに付着される。したがって、導電層は、支持体およびメサの側壁にわたって途切れている。結果として、行電極は、トレンチ内にパターン形成され、一方、列ルーティングトレースは、メサ上にパターン形成される。次に、シャドウマスク 2 0

50

20a - 2020c が、取り付けられる他の要素（例えば、行ドライバ/列ドライバ、積層可動電極）との接触を得るために導電層が露出される、成形前面基板 2010 の部分の上に配置される。次に、誘電体材料が、前面基板 2010 にわたって全面付着される。このシャドウマスキング方法は、導電層と行ドライバのパッドの間の接続のため、トラフ内の光学スタックの導電層を露出させるために、図 18A - 図 18C に示された実施形態に対しても使用することができる。そのような一実施形態では、ルーティングトレース 1817 は誘電体層 1814a 上に形成され、したがって、可動電極 1860 および列ドライバのリードに対してすでに露出されているので、領域 2020a（図 20）において、ただ 1 つのシャドウマスクが必要とされる。上で説明された構造を形成するために、他の様々なパターン形成技法も利用できることが理解されよう。

10

#### 【0128】

図 21 は、図 17B のギャップフィラ 1717 を形成する方法の一実施形態を示している。図 20 を参照して上で説明されたように、誘電体材料が前面基板 2010 上に付着された後、シャドウマスク 2020a - 2020c が除去される。次に、別のシャドウマスク 2120 が、図 21 に示されるように、前面基板 2110 上に重ねて提供される。このシャドウマスク 2120 は、ギャップフィラが形成される領域を露出させるための複数の開口 2121 を含む。次に、導電接着材料が、開口 2121 を通して前面基板 2110 上に付着され、それによって、ギャップフィラを形成する。ギャップフィラを形成するために、他の様々な方法が使用できることが理解されよう。

20

#### 【0129】

##### 2. パターン形成前面基板の形成

図 22A - 図 22C は、一実施形態による、パターン形成前面基板を作成する方法を示す概略断面図である。図示された実施形態では、実質的に平坦な基板 2210 が提供される。その後、最初に、導電層 2214b2 が、前面基板 2210 上に付着され、次に、図 22A に示されるように、前面基板 2210 の表示領域 2201 内に行電極を定めるために、パターン形成される。行電極はまた、前面基板の周辺領域 2202 の一部分上に取り付けられる行ドライバに連続的に延びるようにパターン形成される。加えて、周辺領域 2202 内の導電層 2214b2 は、可動電極（図示されず）と列ドライバ（図示されず）のリードの間の電氣的接続のための列ルーティングトレース 2220 を提供するために、パターン形成される。別の実施形態では、この工程は、図 20 および図 21 で示されたものに類似するシャドウマスクを使用して、実施することができる。

30

#### 【0130】

次に、誘電体層 2214b1 が、図 22B に示されるように、前面基板の全体にわたって、導電層 2214b2 上に重ねて形成される。導電層 2214b2 と誘電体層 2214b1 は一緒に、光学スタック 2214 を形成する。誘電体層 2214b1 は、付着後、特に周辺列ルーティングトレース領域 2220 において、下にある導電層 2214b2 を露出させるために、スルーホールまたはパイア 2215 を提供するように、パターン形成することができる。誘電体層 2214b1 が導電層 2214b2 上に付着される場合、この工程は代替的に、図 20 および図 21 で示されたものに類似するシャドウマスクを使用して、実施することができる。

40

#### 【0131】

その後、絶縁支柱 2213 が、表示領域 2201 内の光学スタック 2214 上に形成される。表示領域内の絶縁支柱 2213 は、絶縁材料から形成され、可動電極を支持するのに役立つ。絶縁支柱 2213 を形成した後または形成する前に、導電支柱 2216 が、図 22C に示されるように、周辺領域 2202 内のスルーホール 2215 を通して形成される。導電支柱 2216 は、異なるレベルにある可動電極（図示されず）と列ルーティングトレース 2220 の間の電氣的接続を提供する。パターン形成前面基板 2200 は、任意の適切な付着およびエッチング技法を使用して、準備できることが理解されよう。

#### 【0132】

別の実施形態では、列ルーティングトレースを可動電極のレベルに持ち上げるために、

50



前面基板 2 2 1 0 の周辺領域 2 2 0 2 内に隆起したランドを形成することができる。隆起したランドは、列ルーティングトレースを付着する前に、付着、フォトリソグラフィおよびエッチング、またはシャドウマスクを使用する付着などによって、パターン形成絶縁材料を形成することによって、形成することができる。そのような一実施形態では、導電支柱は必要とされない。当業者であれば、パターン形成前面基板のルーティングのために他の様々な技法が使用できることを理解されよう。

#### 【0133】

##### 3. 支持体事前形成前面基板の形成

図 2 3 A - 図 2 3 C は、一実施形態による、支持体事前形成前面基板 2 3 0 0 を作成する方法を示す概略断面図である。一実施形態では、実質的に平坦な基板 2 3 1 0 が提供される。次に、絶縁支持体 2 3 1 3 が、アレイまたは表示領域 2 3 0 1 内の基板 2 3 1 0 上に直接形成される。絶縁支持体 2 3 1 3 は、絶縁材料から形成され、支柱、レール、壁などの形状を取ることができる。絶縁支持体 2 3 1 3 は、可動電極（図示されず）を支持するのに役立つ。一実施形態では、絶縁支持体 2 3 1 3 は、スピノングラス（SOG: spin-on-glass）材料または酸化物を全面付着し、従来のフォトリソグラフィなどによってパターン形成およびエッチングすることによって、形成することができる。絶縁支持体 2 3 1 3 を形成した後または形成する前に、導電支持体 2 3 1 6 が、周辺領域 2 3 0 2 内に形成される。支持体 2 3 1 3、2 3 1 6 を有する前面基板が、図 2 3 A に示されている。絶縁支柱 2 3 1 3 は、ガラス基板の材料に類似した酸化物材料から形成することができるが、支柱 2 3 1 3 の材料は一般に、基板 2 3 1 0 とは区別可能であり、識別可能な境界面 2 3 2 0 が、絶縁支柱 2 3 1 3 と基板 2 3 1 0 の間に形成される。

#### 【0134】

次に、光学スタック 2 3 1 4 が、前面基板 2 3 1 0 の全体にわたって形成される。光学スタック 2 3 1 4 を形成する際、最初に、導電層 2 3 1 4 b 2 が、前面基板 2 3 1 0 上に付着され、次に、図 2 3 B に示されるように、前面基板 2 3 1 0 の表示領域 2 3 0 1 内に行電極を定めるために、パターン形成される。行電極はまた、前面基板 2 3 1 0 の周辺領域 2 3 0 2 の一部分上に取り付けられる行ドライバに連続的に延びるようにパターン形成することができる。加えて、周辺領域 2 3 0 2 内の導電層 2 3 1 4 b 2 は、可動電極（図示されず）と列ドライバ（図示されず）を取り付けるためのパッドの間の電氣的接続のための列ルーティングトレースを提供するために、パターン形成される。加えて、導電層 2 3 1 4 a 2 が、絶縁支持体 2 3 1 3 および導電支持体 2 3 1 6 上に形成される。

#### 【0135】

次に、誘電体層 2 3 1 4 a 1、2 3 1 4 b 1 が、図 2 3 C に示されるように、基板 2 3 1 0 の全体にわたって、導電層 2 3 1 4 a 2、2 3 1 4 b 2 上に重ねて形成される。導電支持体 2 3 1 6 上での誘電体層の形成は、例えばシャドウマスクニングなど、任意の適切な技法を使用することによって、回避することができる。この構成は、導電支持体 2 3 1 6 上の導電層 2 3 1 4 a 2 が、機械層（図示されず）と相互接続することを可能にする。当業者であれば、支持体事前形成前面基板 2 3 0 0 は、任意の適切な付着およびエッチング技法を使用して準備できることを理解されよう。

#### 【0136】

図 2 3 A - 図 2 3 C との関連で説明された方法から得られる干渉変調器表示デバイス構造では、絶縁支持体は、介在光学スタック（導電体および/または誘電体）なしに前面基板上に存在する。絶縁支持体は、基板と一体ではなく、基板と同じ材料から形成されることもない。

#### 【0137】

別の実施形態では、図 1 8 A の成形基板に関して説明されたように、列ルーティングトレースを可動電極のレベルに持ち上げるために、前面基板 2 3 1 0 の周辺領域 2 3 0 2 内に隆起したランドを形成することができる。支持体事前形成前面基板の隆起したランドは、シャドウマスクを使用して絶縁材料を付着することによって、形成することができる。そのような一実施形態では、導電支柱は利用されない。当業者であれば、支持体事前形成

前面基板のルーティングのために他の様々な技法が使用できることを理解されよう。

【0138】

4. 他の列ルーティング構造

図24Aおよび図24Bは、パターン形成前面基板または支持体事前形成前面基板のどちらかのための列ルーティング構造の他の実施形態を示している。図示された実施形態では、前面基板は、導電支柱が前面基板の周辺領域内に形成されないことを除いて、図22A - 図22Cおよび図23A - 図23Cを参照して上で説明された方法と同様に形成することができる。

【0139】

図24Aを参照すると、静止電極を有する前面基板と結合するように構成される保持体2450aに、可動電極2460aが提供される。加えて、導電支柱2416aが、可動電極2460a上に形成される。導電支柱2416aは、限定することなく、フォトリソグラフィおよびエッチング、印刷、ならびにスパッタリングを含む、任意の適切な技法を使用して、形成することができる。保持体は、除去可能または犠牲可能であって、可動電極を前面基板に移転させるために存在することができ、またはMEMSデバイスの永続的な背面板として機能することができる。保持体2450aは、導電支柱2416aが、保持体2450a上の可動電極2460aと前面基板2410a上のルーティングトレース2420の間に置かれるように、前面基板2410a上に重ねて置かれる。前面基板2410aは、表示領域2401A内に絶縁支柱2413aと、光学スタック2414の形で静止電極とを有する、パターン形成前面基板または支持体事前形成前面基板のどちらかとするこ

10

20

【0140】

図24Bを参照すると、保持体2450bは、表示領域2401B内よりも周辺領域2402B内でより厚く成形され、前面基板2410bに向かって突出している。前面基板2410bは、表示領域2401B内に絶縁支柱2413aを有する、パターン形成前面基板または支持体事前形成前面基板のどちらかとするこことができる。可動電極2460bは、保持体2450b上に形成される。次に、保持体2450bは、可動電極2460bが、前面基板2410bと保持体2450bの間に置かれるように、前面基板2410b上に重ねて置かれる。保持体2450bの周辺領域2402B内のより厚い部分のため、可動電極2460bは、前面基板2410bの周辺領域2402Bにおいてルーティング

30

【0141】

III. 背面保持体の形成

上で説明された干渉変調器表示デバイスを作成する際、可動電極は、様々な方法で形成することができる。本明細書で説明される実施形態の多くでは、可動電極は、保持体背面板(carrier backplate)または除去可能保持体(removeable carrier)上に形成され、その後、デバイスの前面基板に移転される。

【0142】

一実施形態では、可動電極は、保持体背面板上に形成され、その後、前面基板に移転される。「保持体背面板」という用語は、静電MEMSのための可動電極層を静止電極を有する前面基板に移転させる保持体として機能するとともに、干渉変調器表示デバイスの背面板も形成する、プレートを指す。他の実施形態では、除去可能保持体が、可動電極を前面基板に提供するための保持体としてのみ使用できる。「除去可能保持体」という用語は、可動電極を前面基板上に移転させた後で除去される、一時的基板または犠牲基板を指す。除去可能な保持体を使用される場合、保持体の除去後、干渉変調器表示デバイスを密封するために、永続的な背面板がさらに提供される。上で説明された実施形態では、可動電極は、例えば、フォトリソグラフィおよびエッチング、またはスクリーン印刷など、任意の適切な技法を使用して、可動電極材料を保持体背面板または除去可能な保持体上にパターン形成することによって、

40

50

形成することができる。

#### 【0143】

他の実施形態では、保持体は、可動電極材料を保持体上に付着する前に、可動電極のパターンに対応する事前形成パターンを有するように成形することができる。事前形成パターンは、可動電極層が事前形成パターン上に途切れて付着され得るように、例えば、レーンおよび/または支柱を型押し、インスクライブ、または付着/エッチングすることによって、提供することができる。この技法は、付着後、可動電極材料を追加的にパターン形成およびエッチングすることのない、可動電極形成を可能にする。本文献との関連では、事前形成パターンを有する保持体背面板および除去可能保持体は、それぞれ「成形保持体背面板 (shaped carrier backplate)」および「成形除去可能保持体 (shaped removable carrier)」と呼ばれる。成形保持体背面板および成形除去可能保持体は、一括して「成形保持体 (shaped carrier)」と呼ばれることがある。

10

#### 【0144】

##### 1. 成形保持体

図25は、成形保持体2500の概略斜視図である。成形保持体2500は、永続的な保持体背面板または除去可能保持体のどちらかとすることができる。図25に示されるように、成形保持体2500は、互いに実質的に平行に延びる細長いリセス2501を有する。リセスの深さは、部分的には、付着される材料の厚さと、付着技法の共形性とに依存する。一実施形態では、リセスの深さは、付着される材料の厚さの少なくとも3倍である。望ましくは、付着される層(例えば可動電極層)は、リセスの深さのために途切れている。一実施形態では、細長いリセス2501は、約2,000から約12,000の、特に約3,000から約6,000の深さを有することができる。リセス2501は、リセス2501と交互に並ぶ細長いメサ2502を定める。成形保持体2500は、メサ2502上に形成された可動電極2510も含む。成形保持体2500は、細長いリセス2501内に過剰可動電極材料2520をさらに含む。以下の説明からより良く理解されるように、成形保持体は、可動電極2510が前面基板に面するように、前面基板上に重ねて置かれる。

20

#### 【0145】

図26A-図26Dは、一実施形態による、成形保持体を作成する方法を示す断面図である。図示された方法は、保持体を成形するために型押しを使用する。図示された実施形態では、図26Aに示されるように、実質的に平坦な基板2600が提供される。保持体が永続的な背面板である一実施形態では、基板2600は、金属(例えばステンレス鋼)、ガラス、または高分子材料(例えば、ポリエチレンテレフタレート(polyethylene terephthalate)、ポリエチレン、ポリカーボネート、およびポリメチルメタクリレート(polymethyl methacrylate))から形成することができる。ある実施形態では、保持体背面板は、互いに積層される金属副層および高分子副層を含む、2つの副層を有することができる。保持体が除去可能保持体である他の実施形態では、基板2600は、高分子材料から形成することができる。高分子材料の例は、以下で説明される。

30

40

#### 【0146】

次に、図26Bに示されるように、基板2600は、圧板2650上に配置される。図示された圧板2650は、金属材料から形成することができる。基板2600は、後続の型押し工程において型押しするのに十分な柔らかさを基板2600がもつように、加熱することができる。基板2600は、基板2600のために使用される材料に応じて様々な温度まで加熱することができる。

#### 【0147】

次に、型押し板2651が、図26Cに示されるように、基板2600に押し付けられる。型押し板2651は、基板2600上に細長いリセス2601(図26D)を生み出すために成形された凹凸を有する。型押し板2651は、金属材料から形成することがで

50

きる。圧板 2650 および型押し板 2651 の少なくとも一方は、回転シリンダの形を取ることができる。当業者であれば、他の様々な構成の型押し技法も基板を型押しするために適合できることを理解されよう。

【0148】

次に、型押し板 2651 が、基板 2600 から除去される。その後、基板 2600 が、圧板 2650 から除去される。結果として得られる細長いリセス 2601 を有する保持体 2600 が、図 26D に示されている。別の実施形態では、基板は、フォトリソグラフィおよびエッチングを使用して、パターン形成することができる。また別の実施形態では、基板は、最初に所定の部分をインスクライブし、次にその部分を選択的にエッチングすることによって、パターン形成することができる。インスクライブは、例えば、マシニングまたはレーザインスクライブなど、様々な技法を使用して行うことができる。保持体を成形するために他の様々な技法も使用できることが理解されよう。

10

【0149】

その後、可動電極材料が、成形保持体 2600 の上面上および細長いリセス 2601 内に付着される。付着された可動電極材料 2610、2620 は、リセス 2601 とリセス 2601 によって定められるメサ 2602 との間で途切れている。可動電極 2610 の構成は、図 25 の可動電極に関して上で説明されたようなものとすることができる。

【0150】

a . 成形保持体背面板

図 27A は、一実施形態による、成形保持体背面板 2700 の概略斜視図である。図示された成形保持体背面板 2700 は、細長いリセス 2701 と、エッジレール 2702 と、レールトレンチ 2703 と、支柱 2704 とを含む。エッジレール 2702 は、レール内の間隙に相当する横方向のエッチホール (etch hole) 2705 を含むことができる。エッチホール 2705 は、レールトレンチ 2703 と細長いリセス 2701 の間での液体の伝達を可能にするように構成される。成形保持体背面板 2700 は、エッジレール 2702 および支柱 2704 上に支持される、可動電極 2710 も含む。ある実施形態では、支柱 2704 は、省くことができる。

20

【0151】

細長いリセス 2701、エッジレール 2702、レールトレンチ 2703、支柱 2704、およびエッチホール 2705 は、図 26A - 図 26E を参照して上で説明されたように、保持体背面板 2700 を型押しすることによって、形成することができる。背面板 2700 は、型押しに適した任意の材料から形成することができる。そのような材料の例は、限定することなく、ガラスおよび金属 (例えばステンレス) を含む。他の実施形態では、背面板 2700 は、フォトリソグラフィおよびエッチング、またはインスクライブを使用して、成形または事前形成することができる。当業者であれば、背面板 2700 を成形するために他の様々な方法が使用できることを理解されよう。

30

【0152】

図 27B を参照すると、エッジレール 2702 の 2 つが、その間に対応する 1 つのレールトレンチ 2703 を定めると同時に、同じ可動電極 2710 を支持している。加えて、隣接する 2 つのエッジレール 2702 は、その間に対応する 1 つの細長いリセス 2701 を定めると同時に、各々は、2 つの隣接する可動電極 2710 の一方を支持している。レールトレンチ 2703 は、以下の説明からより良く理解されるように、空である。成形保持体背面板 2700 は、細長いリセス 2701 内に過剰可動電極材料 2720 を有することもできる。

40

【0153】

続けて図 27B を参照すると、支柱 2704 は、レールトレンチ 2703 の底から上方に延びている。図 27D も参照すると、支柱 2704 の 2 つの列は、細長いリセス 2701 に平行な方向に配列される。支柱の他の様々な配列も可能であることが理解されよう。支柱 2704 は、可動電極 2710 を一緒に支持できるように、エッジレール 2702 と実質的に同じ高さを有する。

50

## 【 0 1 5 4 】

図 2 7 C は、図 2 7 A の成形保持体背面板 2 7 0 0 のライン 2 7 C - 2 7 C に沿って切られた断面図である。図示された成形保持体背面板 2 7 0 0 の断面図は、エッジレール 2 7 0 2 内のエッチホール 2 7 0 5 を示している。エッチホール 2 7 0 5 は、レールトレンチ 2 7 0 3 と細長いリセス 2 7 0 1 の間での液体の伝達を可能にするように構成される。エッチホール 2 7 0 5 は、以下の説明からより良く理解されるように、製造工程中に犠牲材料をレールトレンチ 2 7 0 3 から除去できるように、エッチング剤がレールトレンチ 2 7 0 3 内の犠牲材料に接触することを可能にする。エッチホール 2 7 0 5 は、細長いリセス 2 7 0 1 の底面よりも低い底面 2 7 0 6 を有する。エッチホール 2 7 0 5 のより低い底面 2 7 0 6 は、過剰可動電極材料 2 7 2 0 がエッチホール 2 7 0 5 を塞ぐことを防止する。可動電極 2 7 1 0 なしの成形保持体背面板 2 7 0 0 の上面図が、図 2 7 D に示されている。

10

## 【 0 1 5 5 】

続けて図 2 7 C を参照すると、保持体背面板 2 7 0 0 は、3 つの異なるレベル B L 1、B L 2、B L 3 を有することができる。細長いリセス 2 7 0 1 およびレールトレンチ 2 7 0 3 の底は、第 1 のレベル B L 1 にある。エッジレール 2 7 0 2 および支柱 2 7 0 4 の頂部は、第 1 のレベル B L 1 よりも高い第 2 のレベル B L 2 にある。エッチホール 2 7 0 5 の底面 2 7 0 6 は、第 1 のレベル B L 1 よりも低い第 3 のレベル B L 3 にある。第 1 のレベル B L 1 と第 2 のレベル B L 2 の間の高さの差は、可動電極材料が 2 つのエッジレール 2 7 0 2 の間で途切れて、可動電極 2 7 1 0 をストリップ状に定めることを可能にする。第 1 のレベル B L 1 と第 3 のレベル B L 3 の間の高さの差は、過剰可動電極材料 2 7 2 0 がエッチホール 2 7 0 5 を塞ぐことを防止する。

20

## 【 0 1 5 6 】

図 2 8 は、別の実施形態による、成形保持体背面板の概略斜視図である。図示された成形保持体背面板 2 8 0 0 は、細長いリセス 2 8 0 1 と、エッジレール 2 8 0 2 と、レールトレンチ 2 8 0 3 と、支柱 2 8 0 4 とを含む。図 2 7 A の成形保持体背面板 2 7 0 0 とは異なり、エッジレール 2 8 0 2 は、レールトレンチと細長いリセスの間での液体の伝達を可能にするように構成されたエッチホールを含まない。成形保持体背面板 2 8 0 0 はまた、エッジレール 2 8 0 2 および支柱 2 8 0 4 上に支持される可動電極 2 8 1 0 と、細長いリセス 2 8 0 1 内の過剰可動電極材料 2 8 2 0 とを含む。可動電極 2 8 1 0 は、可動電極 2 8 1 0 の上下の領域の間での液体の伝達を可能にするように構成されたスルーホール 2 8 1 1 を含む。スルーホール 2 8 1 1 は、以下の説明からより良く理解されるように、製造工程中に犠牲材料をレールトレンチ 2 8 0 3 から除去できるように、エッチング剤がレールトレンチ 2 8 0 3 内の犠牲材料に接触することを可能にする。スルーホール 2 8 1 1 は、例えば、フォトリソグラフィおよびエッチングなど、任意の適切な技法を使用して、形成することができる。

30

## 【 0 1 5 7 】

図 2 9 A - 図 2 9 D は、成形保持体背面板上に可動電極を形成する方法の一実施形態を示している。図 2 9 A では、成形保持体背面板 2 9 0 0 が提供される。図 2 7 A および図 2 8 の成形保持体背面板 2 7 0 0、2 8 0 0 と同様に、図示された成形保持体背面板 2 9 0 0 は、細長いリセス 2 9 0 1 と、エッジレール 2 9 0 2 と、レールトレンチ 2 9 0 3 と、支柱 2 9 0 4 とを含む。一実施形態では、図 2 7 A の背面板 2 7 0 0 のエッチホール 2 7 0 5 と同様に、成形保持体背面板 2 9 0 0 は、レール 2 9 0 2 を通り抜ける横方向の気体伝達のためのエッチホール（図示されず）を有する。他の実施形態では、成形保持体背面板 2 9 0 0 は、図 2 8 のスルーホール 2 8 1 1 を有することができる。

40

## 【 0 1 5 8 】

次に、犠牲材料 2 9 0 8 が、図 2 9 B に示されるように、細長いリセス 2 9 0 1 およびレールトレンチ 2 9 0 3 をあふれるほど満たして、成形保持体背面板 2 9 0 0 上にわたって全面付着される。一実施形態では、犠牲材料 2 9 0 8 は、フォトレジストまたはポリイミドなどの高分子材料とすることができる。別の実施形態では、犠牲材料 2 9 0 8 は、フ

50

ッ素ベースのエッチング剤、特に  $\text{XeF}_2$  によって選択的にエッチング可能な、モリブデン、シリコン（非金属）、タングステン、またはチタンなどの金属材料とすることができる。この工程は、例えば、スピンコーティング（スピンオン）またはスパッタリングプロセスなど、任意の適切なプロセスを使用して、実施することができる。一実施形態では、金属犠牲材料は、背面板 2900 上に共形に形成することができる。他の実施形態では、フォトリソストまたは高分子犠牲材料は、背面板 2900 上に付着されるように平面的とすることができる。

#### 【0159】

犠牲材料 2908 は、犠牲材料 2908 がエッジレール 2902 および支柱 2904 の頂点を超えて突出しないように除去される。この工程は、例えば化学的機械的研磨法（CMP: chemical mechanical polishing）など、任意の適切なプロセスを使用して、実施することができる。この工程は、図 29C に示されるように、実質的に平坦な上面を有し、細長いリセス 2901 と交互に並ぶ、メサ 2909 を提供する。その後、犠牲材料 2908 の部分が、例えばフォトリソグラフィおよびエッチングなど、任意の適切なプロセスを使用して、細長いリセス 2901 から除去される。ある実施形態では、細長いリセス 2901 は、レールトレンチ 2903 よりも深くすることができる。そのような実施形態では、細長いリセス 2901 内の犠牲材料 2908 の部分は、除去されずにリセス内に残ることができ、したがって、マスク工程を回避する。

#### 【0160】

次に、可動電極材料が、図 29D に示されるように、成形保持体背面板 2900 上に付着される。可動電極材料は、メサ 2909 上を互いに平行に延びるストリップ状の可動電極 2910 を形成する。加えて、過剰可動電極材料 2920 も、細長いリセス 2901 内に残っている。

#### 【0161】

ある実施形態では、取り付けまたは積層プロセスにおいて他の要素との物理的および電気的接触が行われる、可動電極 2910 上の選択された位置に、接合剤が付着される。望ましい位置への選択的な適用は、付着、パターン形成、およびエッチングによって、またはシャドウマスクを用いるスパッタリングもしくは PVD によって、達成することができる。特に、接合剤は、前面基板上に形成された列ルーティングトレースに接触する、可動電極 2910 の部分（例えば接触パッド）に適用することができる。別の例では、保持体背面板上に列ドライバを直接取り付けすることができる。最終的なデバイス構造においては、可動電極 2910 の部分は、図 20 および図 21 に関して上で説明されたように、下にある導電層またはトレースを露出させるために、絶縁材料が除去またはシールドされる、前面基板の部分と対向することができる。

#### 【0162】

接合剤は、可動電極とルーティングトレースの間の接着を容易にする。接合剤は、導電接着材料から形成することができる。接着材料は、相対的に低温で溶接可能とし得る冷間圧接材料とすることができる。材料の例は、限定することなく、アンチモン（Sb）、インジウム（In）、またはスズ（Sn）を含む。材料は、柔らかく変形可能とすることができる。いくつかの実施形態では、接合剤は、図 17A - 図 17C に関して上で説明されたように、ギャップフィラ 1717 として機能することができる。本明細書で説明される接合剤は、保持体背面板または除去可能保持体に関して以下で説明される実施形態のいずれにも適用することができる。

#### 【0163】

図示されてはいないが、次に、成形保持体背面板 2900 は、可動電極 2910 が成形保持体背面板 2900 と前面基板の間に置かれるように、前面基板に結合される。その後、犠牲材料 2908 が、レールトレンチ 2903 から除去される。ある実施形態では、犠牲材料 2908 は、保持体背面板 2900 を前面基板に結合する前に、除去することができる。図 27A の実施形態に類似した背面板 2900 がエッジレール 2902 内にエッチホールを含む一実施形態では、犠牲材料 2908 は、エッチホールを通して除去すること

ができる。背面板がエッチホールをもたない別の実施形態では、可動電極は、図 28 のスルーホール 2811 に類似したスルーホールを有するようにパターン形成することができる。その場合、犠牲材料 2908 は、スルーホールを通して除去することができる。

#### 【0164】

図 30A - 図 30D は、成形保持体背面板上に可動電極を形成する方法の別の実施形態を示している。図 30A では、成形保持体背面板 3000 が提供される。図 27A および図 28 の成形保持体背面板 2700、2800 と同様に、図示された成形保持体背面板 3000 は、細長いリセス 3001 と、エッジレール 3002 と、レールトレンチ 3003 と、支柱 3004 とを含む。一実施形態では、図 27A の背面板 2700 のエッチホールと同様に、成形保持体背面板 3000 は、レール 3002 内にエッチホール（図示されず）を有する。他の実施形態では、成形保持体背面板 3000 は、エッチホールをもたないこともある。

10

#### 【0165】

次に、シード層（seed layer）3007 が、犠牲材料が付着される背面板 3000 の部分上に、選択的に付着される。そのような部分は、少なくともレールトレンチ 3003 の底面を含むことができる。シード層 3007 は、シャドウマスク（図示されず）を用いて選択的に付着することができる。次に、シード層 3007 が、図 30B に示されるように、電気めっきのために、電圧源に電氣的に接続される。電気めっきのため、背面板 3000 は、犠牲材料を含む溶液中に浸すことができる。犠牲材料は、フッ素ベースのエッチング剤、特に  $\text{XeF}_2$  によってエッチング可能な、例えば、タングステン、モリブデン、またはチタンなどの電気めっきに適した金属材料とすることができる。次に、電位が、シード層とやはり溶液中に浸された電極との間に印加される。結果として得られる選択的にめっきされた犠牲材料 3008 を有する背面板 3000 が、図 30C に示されている。ある実施形態では、多すぎるまたは過剰な犠牲材料は、例えば化学的機械的研磨法（CMP）など、任意の適切なプロセスを使用して、図 30C の平坦化構造を残して、除去することができる。

20

#### 【0166】

次に、可動電極材料が、成形保持体背面板 3000 上に重ねて付着される。可動電極材料は、互いに平行に延びるストリップ状の可動電極 3010 を形成する。加えて、過剰可動電極材料 3020 も、細長いリセス 3001 内に残っている。背面板 3000 を前面基板と積層した後、犠牲材料 3008 は、レールトレンチ 3003 から除去される。ある実施形態では、犠牲材料 3008 は、保持体背面板 3000 を前面基板に結合する前に、除去することができる。この工程の詳細は、犠牲材料除去工程（図 29D）に関して上で説明されたようなものとすることができる。

30

#### 【0167】

図 31A - 図 31D は、成形保持体背面板上に可動電極を形成する方法のまた別の実施形態を示している。図 31A では、成形保持体背面板 3100 が提供される。図 27A および図 28 の成形保持体背面板 2700、2800 と同様に、図示された成形保持体背面板 3100 は、細長いリセス 3101 と、エッジレール 3102 と、レールトレンチ 3103 と、支柱 3104 とを含む。一実施形態では、図 27A の背面板 2700 のエッチホールと同様に、成形保持体背面板 3100 は、レール 3102 内にエッチホール（図示されず）を有する。他の実施形態では、成形保持体背面板 3100 は、エッチホールを有さないこともある。成形保持体背面板 3100 には、細長いリセス 3101 上に重ねてブロッキングマスク 3107 が提供される。一実施形態では、ブロッキングマスク 3107 は、スクリーン印刷またはシャドウマスクングによって形成することができる。

40

#### 【0168】

次に、犠牲材料 3108 が、図 31B に示されるように、レールトレンチ 3103 をあふれるほど満たして、成形保持体背面板 3100 上にわたって全面付着される。ブロッキングマスク 3107 は、犠牲材料 3108 が細長いリセス 3101 内に付着されることを防止する。この工程の詳細は、図 29B を参照して上で説明されたようなものとするこ

50

ができる。

【0169】

その後、過剰なまたは多すぎる犠牲材料3108は、犠牲材料3108がエッジレール3102および支柱3104の頂点を超えて突出しないように除去される。この工程は、例えば化学的機械的研磨法(CMP)など、任意の適切な平坦化プロセスを使用して、実施することができる。次に、ブロッキングマスク3107が、図31Cに示されるように、例えばアッシングプロセス(ashing process)によって、細長いリセス3101から除去される。他の実施形態では、ブロッキングマスク3107は、例えばマスクングおよびエッチングなど、任意の適切な技法を使用して、選択的に除去することができる。

10

【0170】

次に、可動電極材料が、成形保持体背面板3100上に重ねて付着される。可動電極材料は、互いに平行に延びるストリップ形状の可動電極3110を形成する。加えて、過剰可動電極材料3120も、細長いリセス3101内に残っている。背面板3100を前面基板と積層した後、犠牲材料3108は、レールトレンチ3103から除去される。この工程の詳細は、犠牲材料除去工程(図29D)に関して上で説明されたようなものとすることができる。

【0171】

図32Aは、成形保持体背面板のまた別の実施形態を示している。図示された成形保持体背面板3200は、互いに実質的に平行に延びる細長いリセス3201を有する。リセス3201は、リセス3201と交互に並ぶ細長いメサ3202を定める。

20

【0172】

図32Bを参照すると、犠牲材料3207bは、細長いリセス3201とメサ3202の間で途切れるように、背面板3200にわたって付着することができる。その後、可動電極材料が、背面板3200にわたって付着され、図32Bに示されるように、メサ3202上に可動電極3210を、細長いリセス3201内に過剰機械層3220を形成する。メサ3202上の可動電極3210とリセス3201内の過剰機械層3220は、互いに途切れている。一実施形態では、過剰機械層3220および犠牲材料3207bの全体的な厚さは、細長いリセス3201の深さの半分以下である。この構成は、可動電極3210の間に電氣的絶縁を提供する。

30

【0173】

以下の説明からより良く理解されるように、メサ3202上の犠牲材料3207aは、背面板3200を前面基板(図示されず)に結合した後、除去される。この犠牲材料除去工程は、可動電極3210を背面板3200から前面基板上に解放する。しかし、細長いリセス3201内の犠牲材料3207bは、除去エッチングから遮断されている場合は、犠牲材料除去工程後も依然として残っている。完成した干渉変調器表示デバイスでは、細長いリセス3201内の犠牲材料3207bは、過剰機械層3220を適所に保持する。

【0174】

図32Cは、成形保持体背面板上に可動電極を形成する方法の別の実施形態の断面図である。図32Cを参照すると、除去層3207は、細長いリセス3201とメサ3202の間で連続するように、背面板3200にわたって共形に付着することができる。その後、可動電極材料が、背面板3200にわたって付着され、メサ3202上に可動電極3210を、細長いリセス3201内に過剰機械層3220を形成する。メサ3202上の可動電極3210と過剰機械層3220は、互いに途切れている。この構成は、可動電極3210の間に電氣的絶縁を提供する。

40

【0175】

以下の説明からより良く理解されるように、除去層3207は、背面板3200を前面基板(図示されず)に結合した後、除去される。この除去工程は、可動電極3210を背面板3200から前面基板上に解放する。図34A - 図34Dの以下の説明からより良く理解されるように、過剰機械層3220は、前面基板から延びる過剰機械層支持体によっ

50



て支持される。

【0176】

図32Dは、図32Bの成形保持体背面板3200の上面図である。図32Eは、図32Dの成形保持体背面板3200の縁部3250の断面図である。縁部3250は、背面板3200の縁に沿って延びる周囲リッジ(perimeter ridge)3251を含む。周囲リッジ3251は、その間にリセス3252を定める。当業者であれば、リセス3252の数は保持体背面板の設計に応じて様々であり得ることを理解されよう。

【0177】

一実施形態では、周囲リッジ3251は、メサ3202よりも高く、犠牲材料または機械層の付着中はシャドウマスクによって覆うことができる。したがって、縁部3250は、犠牲材料または過剰機械層のどちらも含むことができず、気密封止用のフリット(frit)または金属などの介在シール剤を用いて、前面基板に結合するように構成される。周囲リッジ3251は、基板レベルL2において一連のリングを作成するように、結果として得られる干渉変調器表示デバイスの表示領域を囲む。周囲リッジ3251は、レベルL1において過剰機械層を密封する。他の実施形態では、縁部3250は、部分的にシール剤として機能し得る機械層を含むことができる。周囲リッジ3251は、縁部3250に隣接する細長いリセス3201内の犠牲材料3207bが、犠牲材料除去工程中に除去されることを防止するように機能する。この構成は、完成した表示デバイスにおいて、細長いリセス3201内の犠牲材料3207bが、過剰機械層3220を適所に保持することを可能にする。

【0178】

ある実施形態では、保持体背面板3200は、周囲リッジ3251の側壁を含むその面上に全面付着された犠牲材料を有することができる。そのような実施形態では、リセス3252は、犠牲層除去工程中に犠牲材料がエッチングされないように、シール剤で満たすことができる。

【0179】

図33A - 図33Dは、別の実施形態による、パターン形成可動電極を有する成形保持体背面板を作成する方法を示す断面図である。図示された実施形態では、保持体背面板3300は、図33Aに示されるように、複数の支柱またはコネクタ3350を有するように成形される。支柱3350は、型押し、インスクライブ、またはフォトリソグラフィおよびエッチング(後者が事前形成支柱を提供)など、任意の適切なプロセスを使用して、成形することができる。型押しまたはインスクライブは、支柱3350を背面板3300と同じ材料から、背面板3300と一体形成する。

【0180】

その後、犠牲材料3310が、背面板3300上に重ねて付着される。次に、犠牲材料3310は、図33Bに示されるように、支柱3350を露出されるためにエッチングされる。犠牲材料3310は、限定することなく、化学的機械的研磨法(CMP)を含む、任意の適切な技法を使用して、平坦化することができる。

【0181】

次に、可動電極材料3320が、図33Cに示されるように、背面板3300にわたって付着される。次に、可動電極材料3320は、例えばフォトリソグラフィおよびエッチングなど、任意の適切な技法を使用して、パターン形成される。結果として得られる可動電極3320が、図33Dに示されている。可動電極3320は、支柱3350上に支持され、部分的に犠牲材料3310上にも支持される。一実施形態では、以下で説明される除去工程において下にある犠牲材料の除去を容易にするために、電極3320を分離し、図28に関して上で説明されたようなリリースホール(release hole)を提供するように、可動電極3320をパターン形成することができる。ある実施形態では、可動電極3320をパターン形成する前または後に、接合剤を可動電極3320上の選択された位置に付着することができる。接合剤の詳細は、図29A - 図29Dに関して上で説明されている。

## 【0182】

次に、保持体背面板 3300 は、可動電極 3320 が間に置かれるように、前面基板（図示されず）に結合される。次に、犠牲材料 3310 が除去される。ある実施形態では、犠牲材料 3310 は、保持体背面板 3300 を前面基板に結合する前に、除去することができる。可動電極 3320 は、前面基板のレールおよび支柱によって支持される。

## 【0183】

図 34A は、一実施形態による、部分的に製作された干渉変調器表示デバイス 3400 の概略斜視図である。デバイスの図示された部分は、デバイス 3400 の表示領域である。デバイス 3400 は、互いに結合された成形前面基板 3410 および成形保持体背面板 3450 を含み、その間に可動電極 3461a が置かれている。

10

## 【0184】

成形前面基板 3410 は、互いに平行に延びるレール 3411 と、レール 3411 によって定められるトラフ 3412 と、トラフ 3412 の底上およびレール 3411 の頂上の光学スタック 3414 とを含む。成形前面基板 3410 は、レール 3411 上に形成された過剰機械層支持体 3420 をさらに含む。レール 3411、トラフ 3412、および光学スタック 3414 の構成は、図 10 のものに関して上で説明されたようなものとすることができる。

## 【0185】

成形保持体背面板 3450 は、細長いリセス 3451 と、細長いリセス 3451 によって定められるメサ 3452 とを含む。成形保持体背面板 3450 はまた、細長いリセス 3451 内に、過剰機械層 3461b と、犠牲層 3462 とを含む。犠牲層 3462 は、過剰機械層 3461b、細長いリセス 3451、図 32D および図 32E に関して説明されたような周囲リッジ（図示されず）のリングによって囲まれる。細長いリセス 3451、メサ 3452、過剰機械層 3461b、および犠牲層 3462 の構成は、図 32B のものに関して上で説明されたようなものとすることができる。

20

## 【0186】

可動電極 3461a は、背面板 3450 のメサ 3452 と前面基板 3410 のレール 3411 の頂上の光学スタック 3414 との間に置かれる。図 32B を参照して上で説明されたように、可動電極 3461a とメサ 3452 の間に置かれた犠牲材料は、今では除去されており、可動電極 3461a を背面板 3450 から解放する。図 34B を参照すると、可動電極 3461a は、今ではレール 3411 の頂上の光学スタック 3414 上に支持されており、除去された犠牲層のためにメサ 3452 から離れて配置される。

30

## 【0187】

図示された実施形態では、成形前面基板 3410 は、過剰機械層支持体 3420 をさらに含む。図 32C および図 34D を参照すると、過剰機械層支持体 3420 は、レール 3411 から上方に突出または延びている。加えて、光学スタック 3414 が、過剰機械層支持体 3420 の頂上に形成される。過剰機械層支持体 3420 は、背面板 3450 の細長いリセス 3451 内の過剰機械層 3461b を支持するように構成される。過剰機械層支持体 3420 は、過剰機械層 3461b を犠牲層 3462 と一緒に、背面板 3450 の方に持ち上げる。背面板 3450 が細長いリセス 3451 内に犠牲材料をもたないいくつかの実施形態（例えば図 32C の背面板）では、過剰機械層支持体 3420 はもっぱら、過剰機械層 3461b を背面板 3450 の方に持ち上げるように機能することができる。これは、犠牲層が（例えば周囲リッジのリングのない）保持体背面板のメサ上でと同時にリセス内で除去された場合に起こり得る。

40

## 【0188】

## b. 成形除去可能保持体

図 35A は、一実施形態による、成形除去可能保持体 3500 の概略斜視図である。図示された成形除去可能保持体 3500 は、互いに平行に走る細長いリセス 3501 と、リセス 3501 によって定められる細長いメサ 3502 とを含む。保持体 3500 は、図 35B に示されるように、メサ 3502 上に形成された可動電極 3510 を保持することが

50

できる。保持体 3500 は、可動電極 3510 を前面基板に移転させた後で保持体 3500 と一緒に除去される、リセス 3501 内の過剰機械層 3520 も保持することができる。リセス 3501 は、保持体 3500 上に付着された所望の厚さの可動電極 3510 がメサ 3502 とリセス 3501 の間で途切れていることを保証するのに十分な深さを有する。

#### 【0189】

一実施形態では、成形除去可能保持体 3500 は、高分子材料から形成することができる。高分子材料は、可動電極を前面基板に移転させた後、溶解、灰化、または蒸発させることができる。他の実施形態では、除去可能保持体 3500 は、可動電極を前面基板上に残したまま、前面基板から物理的に持ち上げるまたははがすことができる。そのような実施形態では、可動電極は、介在犠牲層なしに、除去可能保持体 3500 上に直接形成することができる。

10

#### 【0190】

別の実施形態では、成形除去可能保持体 3500 は、再利用可能な保持体とすることができる。再利用可能な保持体は、ポリイミドフィルム (polyimide film) などの高分子材料から形成することができる。例示的なポリイミドフィルムは、ポリ (4, 4' - オキシジフェニレンピロメリットイミド) (poly (4, 4' - oxydiphenylene pyromellitimide)) (E. I. du Pont de Nemours and Company から入手可能な KAPTON (登録商標)) から形成される。

20

#### 【0191】

また別の実施形態では、再利用可能な保持体は、多孔性の高分子材料から形成することができる。図 35C を参照すると、そのような実施形態では、可動電極 3510 を保持体 3500 上に形成する前に、除去層 3530 が保持体 3500 上に形成される。次に、可動電極 3510 が除去層 3530 上に形成される。除去層 3530 は、保持体 3500 と可動電極層 3510、3520 の間のあらゆる場所において介在する連続フィルムである限り、単一原子層と同じ薄さとすることができる。一実施形態では、除去層 3530 は、モリブデンから形成することができる。

#### 【0192】

図 35D を参照すると、可動電極 3510 を前面基板 3570 に移転させるために、除去エッチング剤が、多孔性の保持体 3500 を通して提供される。除去エッチング剤は、多孔性の保持体 3500 を通って除去層 3530 に達し、除去層 3530 を除去し、それによって、可動電極 3510 を再利用可能な保持体 3500 から解放することができる。再利用可能な保持体 3500 は、他の干渉変調器表示デバイスを製造するために再利用することができる。

30

#### 【0193】

図 19 に戻って参照すると、図 25 - 図 35D に関して上で説明された実施形態の成形保持体は、可動電極 1960 に接続されるルーティングトレース 1917 を形成するために、付加構造を有することができる。当業者であれば、付加構造は、ルーティングトレースの構成に応じて、様々な構成のトレンチおよびメサを含むことができ、より高い高さのフィーチャは、基板に移転される機能導電層を受け取る位置を表し、より低い高さのフィーチャは、機能導電層間の絶縁を表すことを理解されよう。前面基板が図 17 または図 18 に示されたものと類似したルーティングトレースを提供する他の実施形態では、成形保持体は、ルーティングトレース用の付加構造をもたずに、可動電極用の構造のみを有することができる。

40

#### 【0194】

##### 2. パターン形成可動電極を有する保持体

いくつかの実施形態では、上で説明された成形保持体上の可動電極とは異なり、可動電極は、保持体上にパターン形成することができる。そのような保持体は、永続的な保持体背面板または除去可能保持体のどちらとすることもできる。保持体は、実質的に平坦な面

50

を有することができる。他の実施形態では、保持体は、可動電極を支持するためにコネクタまたは支柱を有することができる。

【0195】

a. パターン形成可動電極を有する保持体背面板

図36A - 図36Eは、一実施形態による、可動電極を保持体背面板上にパターン形成する方法を示す断面図である。図示された実施形態では、図36Aに示されるように、実質的に平坦な保持体背面板3600が提供される。次に、犠牲材料3610が、背面板3600上に付着される。その後、可動電極材料3620が、犠牲材料3610上に付着される。

【0196】

図36Bを参照すると、フォトリジスト層3630が、可動電極材料3620上に形成される。次に、図36Cに示されるように、可動電極材料3620および犠牲材料3610をエッチングする際に使用されるマスクを提供するために、フォトリジスト層3630がパターン形成される。

【0197】

その後、図36Dに示されるように、可動電極材料3620および犠牲材料3610が、任意の適切なエッチング剤を使用して、エッチングされる。可動電極材料3620は、ウェットまたはドライエッチングプロセスのどちらかによって、エッチングすることができる。犠牲材料3610がモリブデンである一実施形態では、犠牲材料3610は、リン酸/酢酸/硝酸 (phosphoric / acetic / nitric acid) または「PAN」エッチング剤によって、エッチングすることができる。最後に、フォトリジスト層3630が、保持体背面板3600から除去される。

【0198】

成形保持体背面板に関して上で説明されたように、その後、保持体背面板は、可動電極3620が間に置かれるように、静止電極を有する前面基板 (図示されず) に結合される。次に、可動電極を背面板3600から解放するために、犠牲材料3610が除去される。可動電極3620は、前面基板のレールおよび支柱によって支持され、前面基板の方向に動くことができる。保持体背面板3600は、背面板として留まり、完成された干渉変調器表示デバイスの一部を形成する。背面板3600を前面基板に結合する詳細は、図43A - 図43Cを参照して以下で説明される。

【0199】

図37A - 図37Eは、別の実施形態による、可動電極を保持体背面板上にパターン形成する方法を示す断面図である。図示された実施形態では、図37Aに示されるように、実質的に平坦な保持体背面板3700が提供される。次に、犠牲材料3710が、背面板3700上に付着される。その後、可動電極材料3720が、犠牲材料3710上に付着される。

【0200】

図37Bを参照すると、フォトリジスト層3730が、可動電極材料3720上に形成される。次に、図37Cに示されるように、可動電極材料3720をエッチングする際に使用されるマスクを提供するために、フォトリジスト層3730がパターン形成される。その後、図37Dに示されるように、可動電極材料3720が、任意の適切なエッチング剤を使用して、エッチングされる。可動電極材料3720は、ウェットまたはドライエッチングプロセスのどちらかによって、エッチングすることができる。次に、図37Eに示されるように、フォトリジスト層3730が除去される。

【0201】

次に、保持体背面板3700は、可動電極3720が間に置かれるように、静止電極を有する前面基板 (図示されず) に結合される。次に、可動電極を背面板3700から解放するために、犠牲材料3710が除去される。可動電極3720は、前面基板のレールおよび支柱によって支持される。したがって、この実施形態の犠牲または除去層3710は、パターン形成される必要がない。保持体背面板3700は、最終製品の背面板として留

10

20

30

40

50

まる。背面板 3700 を前面基板に結合する詳細は、図 43A - 図 43C を参照して以下で説明される。

【0202】

図 38A - 図 38D は、また別の実施形態による、可動電極を保持体背面板上にパターン形成する方法を示す断面図である。図示された実施形態では、図 38A に示されるように、実質的に平坦な保持体背面板 3800 が提供される。次に、コネクタ 3850 が、保持体背面板 3800 上に形成される。コネクタ 3850 は、フォトリソグラフィおよびエッチングなど、任意の適切なプロセスを使用して、形成することができる。コネクタ 3850 は、ポリイミドもしくはフォトレジストなどの高分子材料、またはシリコン酸化物 ( $\text{SiO}_2$ ) などの無機材料から形成することができる。一実施形態では、コネクタ 3850 は、スピンオングラス技法を使用して、形成することができる。別の実施形態では、コネクタ 3850 は、背面板を型押しすることによって、形成することができる。そのような一実施形態では、コネクタ 3850 は、背面板 3800 と同じ材料から、背面板 3800 と一体形成される。

【0203】

その後、犠牲材料 3810 が、背面板 3800 上に重ねて付着される。次に、犠牲材料 3810 が、図 38B に示されるように、コネクタ 3850 の厚さと同じ厚さを有するようにエッチングされる。犠牲材料 3810 は、限定することなく、化学的機械的研磨法 (CMP) を含む、任意の適切な技法を使用して、平坦化することができる。

【0204】

次に、可動電極材料 3820 が、図 38C に示されるように、背面板 3800 にわたって付着される。次に、可動電極材料 3820 は、例えばフォトリソグラフィおよびエッチングなど、任意の適切な技法を使用して、パターン形成される。結果として得られる可動電極 3820 が、図 38D に示されている。可動電極 3820 は、コネクタ 3850 上に支持され、部分的に犠牲材料 3810 にも支持される。

【0205】

次に、保持体背面板 3800 は、可動電極 3820 が間に置かれるように、前面基板 (図示されず) に結合される。次に、犠牲材料 3810 が除去される。可動電極 3820 は、前面基板のルールおよび支柱によって支持される。

【0206】

図 19 および図 36 - 図 38 を参照すると、可動電極材料は、可動電極 1960 に接続されるルーティングトレース 1917 を有するように、パターン形成することができる。当業者であれば、ルーティングトレース 1917 は、可動電極 1960 をパターン形成すると同時に形成できること、または可動電極 1960 をパターン形成するのとは別個に形成できることを理解されよう。前面基板が図 17 または図 18 に示されたものと類似したルーティングトレースを提供する他の実施形態では、保持体背面板は、ルーティングトレースをもたずに、可動電極のみを保持することができる。

【0207】

図 39A は、パターン形成可動電極およびリベット (rivet) を有する、保持体背面板の部分断面図を示している。「リベット」という用語は、結果として得られる干渉変調器表示デバイスの動作中に、電極の最上位置から下垂する可動電極を支持および補強 (stiffen) するように構成された構造を指す。

【0208】

保持体背面板 3900 の図示された部分は、犠牲層 3910 と、リベット支持構造 3920 と、可動電極 3930 と、リベット 3940 とを含む。犠牲層 3910 は、背面板 3900 上に形成され、リベット支持構造 3920、可動電極 3930、およびリベット 3940 を部分的に収容するためのリセス 3911 を有する。リベット支持構造 3920 は、リセス 3911 の内部および周囲において共形に形成される。リベット支持構造 3920 は、シリコン酸化物などの無機材料から形成することができる。ある実施形態では、リベット支持構造 3920 は、省くことができる。可動電極 3930 は、リセス 3911 の

10

20

30

40

50

内部において共形に形成され、図示された実施形態では、リベット支持構造 3920 上および犠牲層 3910 の露出部分上に形成される。次に、リベット 3940 が、リセス 3911 をあふれるほど満たして、可動電極 3930 上に形成される。リベット 3940 に使用するのに適した材料は、限定することなく、アルミニウム、 $AlO_x$ 、シリコン酸化物、 $SiN_x$ 、ニッケル、およびクロムを含む。リベット 3940 を形成するために使用できる代替材料は、他の金属、セラミック、および高分子化合物を含む。リベット 3940 の厚さは、使用される材料の機械的特性に従って様々である。

#### 【0209】

図 39B は、一実施形態による、保持体背面板上にリベットを有する干渉変調器表示デバイスの断面図である。デバイスの図示された部分は、前面基板 3950 と、保持体背面板 3900 を含む。前面基板 3950 は、レール 3951 と、レール 3951 によって定められるトラフ 3952 と、トラフ 3952 の底上およびレール 3951 の頂上の光学スタック 3953 とを含む。背面板 3900 の構成は、犠牲層 3910 が除去されていることを除いて、図 39A の背面板 3900 の構成と同じである。背面板 3900 は、前面基板 3950 と対向し、その間に、可動電極 3930 が置かれる。リベット 3940 は、可動電極 3930 とレール 3951 上の光学スタック 3953 との間に置かれる。リベット 3940 は、干渉変調器表示デバイスの動作中、可動電極 3930 を支持および補強するのに役立つ。別の実施形態では、前面基板 3950 は、トラフ 3952 内に支柱を有することができ、背面板 3900 は、支柱と対向するリベットをさらに含むことができる。また別の実施形態では、干渉変調器表示デバイスは、前面基板 3950 上に支柱を有さずに可動電極を支持するために、上で説明されたレール/リベット構造を有することができる。当業者であれば、様々な構成のリベットを前面基板の支持体と組み合わせ得ることを理解されよう。

#### 【0210】

##### b. パターン形成可動電極を有する除去可能保持体

いくつかの実施形態では、可動電極を前面基板に提供するために、永続的な保持体背面板の代わりに、パターン形成可動電極を有する除去可能保持体を使用できる。除去可能保持体は、高分子材料から形成することができる。高分子材料は、可動電極を前面基板に移転させた後、溶解可能または灰化可能とすることができる。他の実施形態では、除去可能保持体は、可動電極を前面基板上に残したまま、前面基板から物理的に持ち上げるまたははがすことができる。別の実施形態では、除去可能保持体は、再利用可能な保持体とすることができる。再利用可能な保持体は、多孔性の高分子材料から形成することができる。そのような実施形態では、図 35C の除去層 3530 と同様に、除去層は、可動電極を保持体上に形成する前に、保持体上に形成することができる。次に、可動電極が除去層上に付着およびパターン形成される。除去層は、単一原子層とすることができる。一実施形態では、除去層は、モリブデンから形成することができる。可動電極をパターン形成する詳細は、図 36 および図 37 を参照して上で説明されたようなものとする。当業者であれば、パターン形成電極を保持するために様々な構成の除去可能保持体を使用できることを理解されよう。

#### 【0211】

次に、除去可能保持体は、パターン形成可動電極が間に置かれるように、前面基板上に配置される。その後、除去可能保持体は、例えば図 35D を参照して上で説明されたように除去される。除去可能保持体が除去された後、干渉変調器表示デバイスを密封するために、例えばガラス板などの永続的な背面板がさらに提供される。いくつかの実施形態では、表示デバイスの湿気損傷を防ぐために、前面基板と永続的な背面板の間に乾燥剤が提供される。

#### 【0212】

##### IV. 積層

上で説明された実施形態のいくつかは、静止電極を有する 3 つの異なるタイプの前面基板、すなわち、成形前面基板、(静止電極のパターン形成とは独立に形成される支持構造

10

20

30

40

50

によって特徴付けられる)パターン形成前面基板、および支持体事前形成前面基板を提供する。加えて、上で説明された他の実施形態は、4つの異なるタイプの保持体、すなわち、成形保持体背面板、パターン形成可動電極を有する保持体背面板、成形除去可能保持体、およびパターン形成可動電極を有する除去可能保持体を提供する。1つのタイプの前面基板は、部分的に製作されたまたは完成した干渉変調器表示デバイスを形成するために、1つのタイプの保持体と組み合わせることができる。別の実施形態では、可動電極は、保持体から移転されることなく、成形前面基板上に直接形成することができる。前面基板および保持体の可能な組合せが、以下の表1に示されている。組合せに基づいた様々な実施形態も、以下で説明される。表1の各番号は、以下で説明される各実施形態の見出し番号を示す。

10

【0213】

【表1】

表1

|                           | 成形前面基板 | パターン形成前面<br>基板 | 支持体事前形成前面<br>基板 |
|---------------------------|--------|----------------|-----------------|
| 成形保持体背面板                  | 1      | 2              | 3               |
| 成形除去可能保持体                 | 4      | 5              | 6               |
| パターン形成可動電極を<br>有する保持体背面板  | 7      | 8              | 9               |
| パターン形成可動電極を<br>有する除去可能保持体 | 10     | 11             | 12              |
| 可動電極の従来の付着お<br>よび背面板の結合   | 13     | N/A            | N/A             |

20

【0214】

1. 成形保持体背面板および成形前面基板

30

A. 実施形態A

上掲の表1の組合せ1の一変形では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、成形保持体背面板と成形前面基板とを互いに組み合わせることができる。成形前面基板の構成は、図10、図11A - 図11B、図16A - 図18C、および図34A - 図34Dの1つまたは複数を参照して上で説明されたようなものとすることができる。成形保持体背面板の構成は、図27A - 図27D、図28、および図32A - 図33Dの1つを参照して上で説明されたようなものとすることができる。前面基板と背面板の組合せ構造は、図8、図9、図13 - 図15、図17A - 図18C、図34A - 図34Dの1つまたは複数を参照して上で説明されたようなものとすることができる。本明細書で説明されるプロセスによって作成される干渉変調器表示デバイスは、前面基板と背面板の間に相対的に小さなギャップ(例えば、約6,500 から約20  $\mu\text{m}$ の間、特に約2  $\mu\text{m}$ から約15  $\mu\text{m}$ の間または10,000 から約5  $\mu\text{m}$ の間)を有することができる。

40

【0215】

本開示で説明される実施形態では、前面基板と背面板の間のギャップとは一般に、前面基板の最深トラフの底(例えば図11Aの最深トラフ1012cの底L1c)と、背面板が前面基板の上に重なったときに前面基板に面する背面板の面との間のギャップを指す。背面板の面は、前面基板から最も隔たった面である(例えば、図26Dの前面基板に面する細長いリセスの底面B1、および図27Cのエッチホール2705の底面B2)。したがって、例えば、図34Aおよび図34Cでは、前面基板と背面板の間のギャップとは、背面板が前面基板の上に重なったときの、最深トラフの底と背面板3450の細長いリセ

50

ス 3 4 5 1 の天井面との間のギャップ G を指す。

【 0 2 1 6 】

表示デバイスは、前面基板と背面板の間に可動電極を含む。可動電極は、図 1 3 に示されるように、前面基板上のレールおよび支柱上に支持することができる。一実施形態では、可動電極は、図 2 7 A - 図 2 7 D、図 2 8、または図 3 3 D に示されるように、背面板から吊り下げることができる。また別の実施形態では、保持体背面板上の過剰機械層は、図 3 4 A - 図 3 4 D に示されるように、過剰機械層支持体によって支持することができる。

【 0 2 1 7 】

以下で説明される実施形態のいずれでも、電極（列電極および行電極）とルーティング構造 / トレースの間の電氣的接続は、任意の適切な接合技法を使用して、確立することができる。そのような結合技法は、例えば、シャドウマスクおよび接合剤（図 1 7 A - 図 1 7 C、図 2 0、および図 2 1）、導電ペースおよび絶縁シール、または異法性導電フィルム（ACF）（図 1 6 E および図 1 6 F）の使用を含むことができる。様々なルーティングおよびパッケージング構造および方法が以下で説明される。

【 0 2 1 8 】

a . ルーティングオプション 1

一実施形態では、成形前面基板は、図 1 7 A - 図 1 7 C を参照して上で説明されたように、可動（列）電極をルーティングするための列ルーティング構造を含むことができる。成形保持体背面板は、可動電極を保持することができるが、可動電極から延びるリードまたはルーティングトレースを保持することはできない。前面基板と背面板が互いに結合された場合、可動電極の端部は、前面基板上の導電ルーティングトレースと接触する。図 1 7 A - 図 1 7 C に戻って参照すると、ギャップフィラ 1 7 1 7 は、可動電極 1 7 6 0 とルーティングトレース 1 7 1 4 a 2 の間に置くことができる。列ルーティング構造は、列絶縁トレンチによって定められるメサ上にルーティングトレースを含むことができる。列ルーティング構造は、図 1 7 A - 図 1 7 C に示されるように、トレンチ内に（ITO 層を含む）静止電極層を含むこともできる。列ルーティング構造の詳細は、図 1 7 A - 図 1 7 C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。成形前面基板は、図 1 6 A - 図 1 6 E のものと類似する行ルーティング構造を含むこともできる。図 4 0 - 図 4 1 C に示され以下で説明される実施形態では、ルーティング構造はすべて、前面基板上に存在することができる。

【 0 2 1 9 】

ここで図 4 0 を参照すると、前面基板 4 0 1 0 と背面板 4 0 5 0 が互いに結合された後、ドライバ 4 0 2 0 を前面基板 4 0 1 0 上に取り付けることができる。ドライバは、可動（列）電極を駆動するための列ドライバ、固定（行）電極を駆動するための別個の行ドライバ、または 2 つの組合せとすることができる。

【 0 2 2 0 】

図 4 1 A - 図 4 1 C は、干渉変調器表示デバイスのための様々なドライバ配置を示している。図 4 1 A を参照すると、干渉変調器表示デバイス 4 1 0 0 A は、成形前面基板 4 1 1 0 a と、その上に取り付けられた成形保持体背面板 4 1 5 0 a とを含む。デバイス 4 1 0 0 A はまた、デバイス 4 1 0 0 A の表示領域 4 1 0 1 a の同じサイドの前面基板 4 1 1 0 a 上に一緒に取り付けられた、列ドライバ 4 1 3 0 a と、行ドライバ 4 1 4 0 a とを含む。前面基板 4 1 1 0 a は、図 4 1 A に示されるように、列ドライバ 4 1 3 0 a および行ドライバ 4 1 4 0 a にそれぞれ到る、列ルーティング構造 4 1 3 1 a および行ルーティング構造 4 1 4 1 a も含む。列ルーティング構造 4 1 3 1 a の構成は、図 1 7 A - 図 1 7 C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。行ルーティング構造 4 1 4 1 a の構成は、図 1 6 A - 図 1 6 E を参照して上で説明されたようなものとすることができる。図示された実施形態では、ルーティング構造 4 1 3 1 a、4 1 4 1 a の露出部分は、キャッピング材料（capping material）で覆うことができる。

【 0 2 2 1 】



図 4 1 B を参照すると、干渉変調器表示デバイス 4 1 0 0 B は、成形前面基板 4 1 1 0 b と、成形保持体背面板 4 1 5 0 b とを含む。デバイス 4 1 0 0 B はまた、デバイス 4 1 0 0 B の表示領域 4 1 0 1 b の 2 つ異なるサイドの前面基板 4 1 1 0 b 上に、列ドライバ 4 1 3 0 b と、行ドライバ 4 1 4 0 b とを含む。前面基板 4 1 1 0 b は、図 4 1 B に示されるように、列ドライバ 4 1 3 0 b および行ドライバ 4 1 4 0 b にそれぞれ到る、列ルーティング構造 4 1 3 1 b および行ルーティング構造 4 1 4 1 b も含む。列ルーティング構造の構成は、図 1 7 A - 図 1 7 C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。行ルーティング構造の構成は、図 1 6 を参照して上で説明されたようなものとすることができる。図示された実施形態では、ルーティング構造 4 1 3 1 b、4 1 4 1 b の露出部分は、キャッピング材料で覆うことができる。

10

#### 【0222】

図 4 1 C を参照すると、干渉変調器表示デバイス 4 1 0 0 C は、成形前面基板 4 1 1 0 c と、成形保持体背面板 4 1 5 0 c とを含む。デバイス 4 1 0 0 C はまた、デバイス 4 1 0 0 C の表示領域 4 1 0 1 c の同じサイドの前面基板 4 1 1 0 c 上に、列ドライバ 4 1 3 0 c と、第 1 の行ドライバ 4 1 4 0 c 1 と、第 2 の行ドライバ 4 1 4 0 c 2 とを含む。前面基板 4 1 1 0 c は、列ドライバ 4 1 3 0 c、第 1 の行ドライバ 4 1 4 0 c 1、および第 2 の行ドライバ 4 1 4 0 c 2 にそれぞれ到る、列ルーティング構造 4 1 3 1 c、第 1 の行ルーティング構造 4 1 4 1 c 1、および第 2 の行ルーティング構造 4 1 4 1 c 2 も含む。図示された実施形態では、交互する行は、各サイドから交互にルーティングすることができ、それが、ルーティングトレース用のより大きな空間を生み出す。列ルーティング構造 4 1 3 1 c の構成は、図 1 7 A - 図 1 7 C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。行ルーティング構造 4 1 4 1 c 1、4 1 4 1 c 2 の構成は、図 1 6 を参照して上で説明されたようなものとすることができる。図示された実施形態では、ルーティング構造 4 1 3 1 c、4 1 4 1 c 1、4 1 4 1 c 2 の露出部分は、キャッピング材料で覆うことができる。

20

#### 【0223】

他の実施形態では、列ドライバおよび行ドライバは、互いに組み合わせて、単一の統合列 / 行ドライバを形成することができる。そのような実施形態では、干渉表示デバイスは、図 4 1 A および図 4 1 C に示されたものに類似するレイアウトを有することができる。他の様々なレイアウトも可能であることが理解されよう。

30

#### 【0224】

##### b. ルーティングオプション 2

別の実施形態では、成形前面基板は、図 1 8 A - 図 1 8 C を参照して上で説明されたように、可動（列）電極をルーティングするための列ルーティング構造を含むことができる。成形保持体背面板は、可動電極を保持することができるが、可動電極から延びるリードまたはルーティングトレースを保持することはできない。加えて、ルーティングトレースとの電氣的接触および接着を容易にするために、可動電極の端に接合剤を適用することができる。前面基板および成形保持体背面板が互いに結合された場合、可動電極の端部は、ルーティングトレースと接触する。列ルーティングトレースの詳細は、図 1 8 A - 図 1 8 C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。成形前面基板は、図 1 6 A - 図 1 6 E のものと類似する行ルーティング構造を含むこともできる。加えて、干渉変調器表示デバイスは、図 4 1 A - 図 4 1 C を参照して上で説明されたような、様々なドライバ配置を有することができる。

40

#### 【0225】

##### c. ルーティングオプション 3

また別の実施形態では、図 4 2 A に示されるように、成形前面基板 4 2 1 0 は、行ドライバ 4 2 4 0 を含み、成形保持体背面板 4 2 5 0 は、列ドライバ 4 2 3 0 を含む。成形前面基板 4 2 1 0 は、図 1 6 A - 図 1 6 E を参照して上で説明されたような行ルーティング構造 4 2 4 1 を有することができる。成形保持体背面板 4 2 5 0 は、図 1 9 のルーティングトレース 1 9 1 7 に類似した、可動電極から延びる列ルーティングトレース 4 2 3 1 を

50

有することができる。列ルーティングトレース 4 2 3 1 は、可動電極と列ドライバ 4 2 3 0 の間に電氣的接続を提供する。

#### 【0226】

図 4 2 A - 図 4 2 C を参照すると、前面基板 4 2 1 0 と背面板 4 2 5 0 は、表示領域 4 2 0 1 および表示領域 4 2 0 1 を囲む周辺領域 4 2 0 2 の部分 4 2 0 2 a のみにおいて、互いに対向している。前面基板 4 2 1 0 および背面板 4 2 5 0 の各々は、列ドライバ 4 2 3 0 または行ドライバ 4 2 4 0 用のドライバチップ領域を有する。ドライバチップ領域は、ドライバ 4 2 3 0、4 2 4 0 がそこに結合することを可能にするために露出している。図示された実施形態では、接触および接合パッドは、互いに整列していないこともある。可動電極および列ルーティングトレースのすべては、背面板 4 2 5 0 上に存在することができる。静止電極および行ルーティングトレースのすべては、前面基板 4 2 1 0 上に存在することができる。これらのルーティング構造は、積層プロセスを簡略化するために、トレంచి（行）またはメサ（列）の延長によって、形成することができる。この構成は、接触 / 接合パッドの高さ一致問題を含まず、「パターンバイエレベーション（pattern by elevation）」の十全な利点を可能にする。当業者であれば、前面基板および背面板の他の様々なルーティング配置も可能であることを理解されよう。

10

#### 【0227】

##### d. ルーティングオプション 4

また別の実施形態では、成形保持体背面板は、図 1 9 に示されたものに類似した、可動電極およびルーティングトレースを保持することができる。ルーティングトレースは、可動電極からそれぞれの接触パッドに延びるように構成される。対応する成形前面基板は、接触パッド領域を含む。前面基板の接触パッド領域は、背面板の接触パッドと接触するように構成されたリードを含む。前面基板の接触パッド領域は、表示領域内の静止（行）電極に接続されるリードも含むことができる。前面基板および背面板の接触パッドは、前面基板と背面板が互いに結合された場合に整列する。前面基板および背面板の接触パッドは、異法性導電フィルム（ACF）を介して接続することができる。

20

#### 【0228】

##### e. パッケージングおよびシーリング

図 4 3 A - 図 4 3 C は、一実施形態による、干渉変調器表示デバイスをパッケージングおよび密封する方法を示している。図 4 3 A を参照すると、キャピティおよび静止電極（図示されず）を有する成形前面基板 4 3 1 0 には、シール剤 4 3 7 0 が提供される。成形前面基板 4 3 1 0 の詳細は、図 1 0、図 1 1 A - 図 1 1 B、図 1 6 A - 図 1 8 C、および図 3 4 A - 図 3 4 D の 1 つまたは複数を参照して上で説明されたようなものとして行うことができる。シール剤 4 3 7 0 は、前面基板 4 3 1 0 の表示領域 4 3 0 1 の縁に沿って適用される。ある実施形態では、背面板の縁上にシーリングビーズを配置することができる。シール剤 4 3 7 0 は、表示領域 4 3 0 1 と前面基板 4 3 1 0 の接触パッド（またはドライバチップ）領域 4 3 2 0 の間に形成される。シール剤 4 3 7 0 は、気密シール剤とすることができる。一実施形態では、シール剤は、鉛ベースの半田または非鉛ベースの半田など、導電材料とすることができる。そのような一実施形態では、導電シール剤と接触するルーティングリードまたはトレースは、絶縁する必要がある。別の実施形態では、シール剤は、ガラスフリットまたはエポキシポリマなど、絶縁材料とすることができる。

30

40

#### 【0229】

次に、可動電極 4 3 6 0 がその上に形成された成形保持体背面板 4 3 5 0 が、図 4 3 B に示されるように、前面基板 4 3 1 0 の表示領域 4 3 0 1 を覆うために、前面基板 4 3 1 0 上に置かれる。結果として得られる干渉変調器表示デバイスが、図 4 3 C に示されている。

#### 【0230】

図 1 7 A - 図 1 7 C および図 2 0 に戻って参照すると、誘電体材料を成形前面基板上に付着するときに、シャドウマスクを使用することができる。シャドウマスクは、干渉変調器表示デバイスの様々な要素間で電氣的接続を確立するために使用することができる。例

50

えば、シャドウマスクは、ルーティングトレースと（背面板または除去可能保持体上の）可動（列）電極との間、およびルーティングトレースと列ドライバとの間の電氣的接続のために、前面基板上の列ルーティングトレースの部分を露出させるために使用することができる（図 17 A - 図 17 C および図 20 を参照）。シャドウマスクは、背面板上の可動電極ルーティングトレース（図 19 を参照）と前面基板上に取り付けられた列ドライバとの間の電氣的接続のために、前面基板上の可動電極ランディングパッドの部分を露出させるために使用することもできる。シャドウマスクは、ルーティングトレースと前面基板上に取り付けられた行ドライバとの間の電氣的接続のために、前面基板上の行ルーティングトレース/ランディングパッドの部分を露出させるために使用することができる。

#### 【0231】

10

対象とするシャドウマスクブロッキング区画は、図 44 A に示されるように、互いに接続される。シャドウマスク 4420 は、行ドライバチップ領域、列ルーティングトレースの部分、および列ドライバチップ領域をそれぞれ覆うために、第 1、第 2、および第 3 のブロッキング部分 4420 a、4420 b、4420 c を含む。ルーティングトレースの部分をブロックするための第 2 のブロッキング部分 4420 b は、シャドウマスクコネクタ 4421 を介して、列ドライバチップ領域をブロックするための第 3 のブロッキング部分 4420 c に接続することができる。前面基板 4410 とスパッタリング対象との間のブロッキング部分 4420 a、4420 b、4420 c と共に、誘電体材料が、前面基板 4410 にわたって付着される。他の実施形態では、前面基板 4410 上に誘電体材料を形成するために、CVD または蒸着法を使用することもできる。結果としてシャドウマスク 4420 によって覆われた部分は、実質的に誘電体材料から免れており、下にある導電層を露出させる。この構成は、例えば、可動電極と列ルーティングトレース（4420 b）の間、および列ドライバのためのランディングパッド（4420 c）と行ドライバ（4420 a）の間の電氣的接続のための接合領域を提供する。誘電体材料は、シャドウマスク 4420 によって覆われない他の部分上に付着され、光学スタックの部分形成する。誘電体層は、ルーティング領域においてコネクタを通す（passify）ように機能する。同様に、コネクタ 4421 は、誘電体材料付着中にコネクタ 4421 の下の導電層の部分をマスクするので、その部分も露出される。

20

#### 【0232】

30

誘電体材料を付着した後、表示領域 4401 の縁にシール剤を適用することができる。図示された実施形態では、シール剤は、表示領域 4401 を囲むシーリング領域 4470 に沿って形成される。シーリング領域 4470 は、環状の形状を有し、アレイ領域 4401 に向かう方向に延びる第 1 の幅 W1 を有する。シール剤は、コネクタ 4421 のために誘電体層を介して望ましくないながら露出される導電層の部分に接触することができる。シール剤が導電性材料から形成される一実施形態では、導電層とシール剤の間に電氣的接続が存在することができ、電流がシール剤を通して流れ、露出導体を短絡する原因となり得る。これは、干渉変調器表示デバイスの誤動作の原因となり得る。

#### 【0233】

40

そのような電氣的短絡を防止するため、成形前面基板 4410 には、シャドウマスクコネクタ 4421 とシーリング領域 4470 の交差部において、少なくとも 1 つの絶縁トレンチまたはリセス 4430 を提供することができる。トレンチ 4430 は、アレイ領域 4401 に向かう方向に延びる第 2 の幅 W2 を有する。トレンチ 4430 の第 2 の幅 W2 は、トレンチ 4430 がシーリング領域 4470 の部分を横断して延びるように、シーリング領域 4470 の第 1 の幅 W1 よりも大きくすることができる。トレンチ 4430 は、トレンチ 4430 の底と前面基板 4410 の面の間で導電層を途切れさせるのに十分な深さを有し、その位置および幅は、図 44 C に示されるように、オーバーラップ領域において、コネクタ 4421 がトレンチ 4430 よりも狭いことを保証する。

#### 【0234】

50

図 44 B - 図 44 E は、一実施形態による、絶縁トレンチ 4430 を有する前面基板 4410 上にシール剤を形成する方法を示している。最初に、図 44 C に示されるように、

導電層 4402a、4402b が、前面基板 4410 上および絶縁トレンチ 4430 の底上に形成される。次に、図 44B および図 44C に示されるように、コネクタ 4421 が絶縁トレンチ 4430 の部分を覆いながら、トレンチ 4430 の 2 つの側縁 4430a、4430b を露出させるように、シャドウマスク 4420 が、前面基板 4410 上に重ねて置かれる。その後、図 44D に示されるように、誘電体層 4403 が、前面基板 4410 上に付着され、トレンチ 4430 の側縁 4430a、4430b を被覆する。その後、シャドウマスク 4420 が、前面基板 4410 から除去される。次に、図 44E に示されるように、シール剤 4471 が、シーリング領域 4470 (図 44A) 上およびトレンチ 4430 内に形成される。シール剤 4471 は、トレンチ 4430 の底上で絶縁された導電性材料 4402a と接触する。しかし、トレンチ 4430 の側縁 4430a、4430b の誘電体材料 4403 は、シール剤 4471 が、前面基板 4410 の上面上の導電層 4402b に電氣的に接続されることを防止する。したがって、この構成は、シール剤 4471 と導電層 4402b の間の電氣的短絡を防止する。

10

#### 【0235】

絶縁シール剤が使用される別の実施形態では、前面基板は、絶縁トレンチを有さない。図 42A - 図 42C に関して上で説明されたルーティングオプション 3 のように、成形背面基板が外部に露出したルーティングトレースを有するある実施形態では、接触パッドだけがシール剤の外部のドライバのために必要とされるので、ルーティングトレースと導電シール剤の間の電氣的短絡を防止するために、絶縁材料をルーティングトレース上に付着し、パターン形成することができる。

20

#### 【0236】

##### B. 実施形態 B

上掲の表 1 の組合せ 1 の別の变形では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、成形前面基板は、エッジレールおよび支柱をもたない成形保持体背面板と組み合わせることができる。成形前面基板の構成は、図 10、図 11A - 図 11B、図 16A - 図 18C、および図 34A - 図 34D の 1 つまたは複数を参照して上で説明されたようなものとすることができる。成形保持体背面板の構成は、図 32B または図 32C の成形保持体に関して上で説明されたようなものとすることができる。前面基板と背面板の組合せ構造は、図 8、図 9、図 13 - 図 15、図 17A - 図 18C、図 34A - 図 34D の 1 つまたは複数を参照して上で説明されたようなものとすることができる。上で説明されたルーティングおよびパッケージング構造は、この実施形態にも適用することができる。

30

#### 【0237】

干渉変調器表示デバイスを形成するために成形前面基板および成形保持体背面板が使用される上で説明された実施形態では、図 53A - 図 53D に関して以下で説明される部分湿潤ブラックマスク (partial wetting black mask) が使用できる。いくつかの実施形態では、やはり以下で説明されるパターン形成ブラックマスクが使用できる。

#### 【0238】

##### 2. 成形保持体背面板およびパターン形成前面基板

別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 2 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、成形保持体背面板とパターン形成前面基板とを互いに組み合わせることができる。パターン形成前面基板の構成は、図 22C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。成形保持体背面板の構成は、図 27A - 図 27D、図 28、および図 32A - 図 33D の 1 つを参照して上で説明されたようなものとすることができる。本明細書で説明されるプロセスによって作成される干渉変調器表示デバイスは、前面基板と背面板の間に相対的に小さなギャップ (例えば、約 6,500 から約 20  $\mu\text{m}$  の間、特に約 2  $\mu\text{m}$  から約 15  $\mu\text{m}$  の間または 10,000 から約 5  $\mu\text{m}$  の間) を有することができる。

40

#### 【0239】

一実施形態では、パターン形成前面基板は、図 22C に示されるように、可動電極をルーティングするための導電支柱を有することができる。他の実施形態では、成形保持体背

50

面板は、図 2 4 A または図 2 4 B に示されるようなルーティング構造を有することができる。上で説明された実施形態では、支柱領域における望ましくない反射を回避するために、パターン形成ブラックマスクが使用できる。

#### 【0240】

##### 3. 成形保持体背面板および支持体事前形成前面基板

また別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 3 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、成形保持体背面板と支持体事前形成前面基板とを互いに組み合わせることができる。支持体事前形成前面基板の構成は、図 2 3 C を参照して上で説明されたようなものとすることができ、支持構造（例えば支柱およびレール）が基板と一体でなく、異なる機能に対して材料の別々の選択を可能にするために異なる材料から形成できることを除いて、成形前面基板と構造的に同様である。成形保持体背面板の構成は、図 2 7、図 2 8、および図 3 2 の 1 つを参照して上で説明されたようなものとすることができる。本明細書で説明されるプロセスによって作成される干渉変調器表示デバイスは、前面基板と背面板の間に相対的に小さなギャップ（例えば、約 6,500 から約 20  $\mu\text{m}$  の間、特に約 2  $\mu\text{m}$  から約 15  $\mu\text{m}$  の間または 10,000 から約 5  $\mu\text{m}$  の間）を有することができる。

#### 【0241】

一実施形態では、支持体事前形成前面基板は、図 2 3 C に示されるように、可動電極をルーティングするための導電支柱を有することができる。他の実施形態では、成形保持体背面板は、図 2 4 A または図 2 4 B に示されるようなルーティング構造を有することができる。上で説明された実施形態では、支柱領域における望ましくない反射を回避するために、パターン形成ブラックマスクまたは部分湿潤ブラックマスク（図 5 3 A - 図 5 3 D および付随する説明を参照）が使用できる。

#### 【0242】

##### 4. 成形除去可能保持体および成形前面基板

また別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 4 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、成形除去可能保持体が、成形前面基板上に可動電極を提供するために使用される。成形前面基板の構成は、図 1 0、図 1 1 A - 図 1 1 B、図 1 6 A - 図 1 8 C、および図 3 4 A - 図 3 4 D の 1 つまたは複数を参照して上で説明されたようなものとすることができる。成形除去可能保持体 4 5 5 0 の構成は、図 3 5 A - 図 3 5 D を参照して上で説明されたようなものとすることができる。

#### 【0243】

図 4 5 A を参照すると、成形除去可能保持体 4 5 5 0 が、成形前面基板 4 5 1 0 上に重ねて置かれる（簡略化のため詳細は省略されている）。可動電極 4 5 6 0 が、図 4 5 B に示されるように、前面基板 4 5 1 0 と保持体 4 5 5 0 の間に置かれる。次に、図 3 5 A - 図 3 5 D に関して上で説明されたように、保持体上の除去層（図示されず）をエッチングすることなどによって、可動電極 4 5 6 0 が保持体 4 5 5 0 から解放される。可動電極 4 5 6 0 を解放するのと同時に、またはその後で、図 4 5 C に示されるように、保持体 4 5 5 0 が、前面基板 4 5 1 0 から除去される。保持体 4 5 5 0 が除去されるとき、保持体 4 5 5 0 の細長いリセス内の過剰機械層も、保持体 4 5 5 0 と一緒に除去することができる。ある実施形態では、過剰機械層は、前面基板 4 5 1 0 上に残すことができる。そのような実施形態では、前面基板 4 5 1 0 は、過剰機械層を支持するために、図 3 4 A - 図 3 4 D に関して説明されたような過剰機械層支持体を有することができる。次に、シール剤 4 5 7 0 が、前面基板 4 5 1 0 上に提供される。最後に、永続的な背面板 4 5 8 0 が、可動電極 4 5 6 0 を覆い、最終的デバイス内に留まるように、前面基板 4 5 1 0 上に重ねて提供される。一実施形態では、背面板 4 5 8 0 は、可動電極 4 5 6 0 と、任意選択的に吸水剤または乾燥剤とを収容するために、リセスを有することができる。シール剤 4 5 7 0 は、例えばエポキシポリマなどの、絶縁材料から形成することができる。別の実施形態では、シール剤 4 5 7 0 は、導電性材料から形成することができる。シール剤 4 5 7 0 は、干渉変調器表示デバイスに気密封止を提供するように構成することができる。

#### 【0244】

いくつかの実施形態では、成形前面基板は、保持体が可動電極から延びるルーティングトレースを提供しないルーティングオプション 1 または 2 に関して上で説明されたようなルーティング構造を有する。他の実施形態では、保持体は、図 19 に示されたものに類似する完全に定められた列ルーティングトレースを提供することができる。そのような実施形態では、前面基板は、ルーティング構造をもたず、ルーティング構造は、可動電極と共に同時に前面基板上に移転される。上で説明された実施形態では、部分湿潤ブラックマスクまたはパターン形成ブラックマスク（図 53A - 図 53D）が使用できる。

#### 【0245】

##### 5. 成形除去可能保持体およびパターン形成前面基板

また別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 5 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、成形除去可能保持体が、パターン形成前面基板上に可動電極を提供するために使用される。パターン形成前面基板の構成は、図 22C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。成形除去可能保持体の構成は、図 35A - 図 35C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。この実施形態の干渉変調器表示デバイスは、成形除去可能保持体および成形前面基板に関して上で説明された方法と類似したやり方で作成することができる。この実施形態では、支柱構造付近における望ましくない反射を回避するために、ブラックマスクが使用できる。

#### 【0246】

##### 6. 成形除去可能保持体および支持体事前形成前面基板

また別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 6 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、成形除去可能保持体が、支持体事前形成前面基板上に可動電極を提供するために使用される。支持体事前形成前面基板の構成は、図 23C を参照して上で説明されたようなものとすることができ、支持構造（例えば支柱およびレール）が基板と一体でなく、異なる機能に対して材料の別々の選択を可能にするために異なる材料から形成できることを除いて、成形前面基板と構造的に同様である。成形除去可能保持体 4550 の構成は、図 35A - 図 35C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。この実施形態の干渉変調器表示デバイスは、成形除去可能保持体および成形前面基板に関して上で説明された方法と類似したやり方で作成することができる。この実施形態では、パターン形成ブラックマスクまたは部分湿潤ブラックマスク（図 53A - 図 53D および付随する説明を参照）が使用できる。

#### 【0247】

##### 7. パターン形成可動電極を有する保持体背面板および成形前面基板

別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 7 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、パターン形成可動電極を有する保持体背面板を成形前面基板と組み合わせることができる。成形前面基板の構成は、図 10、図 11A - 図 11B、および図 16A - 図 18C の 1 つまたは複数を参照して上で説明されたようなものとすることができる。保持体背面板の構成は、図 36E、図 37E、図 38D、または図 39A - 図 39B の 1 つを参照して上で説明されたようなものとすることができる。前面基板と背面板の組合せ構造は、図 8、図 9、図 13 - 図 15、図 17A - 図 18C、図 34A - 図 34D の 1 つまたは複数を参照して上で説明されたようなものとすることができる。本明細書で説明されるプロセスによって作成される干渉変調器表示デバイスは、前面基板と背面板の間に相対的に小さなギャップ（例えば、約 6,500 から約 20  $\mu\text{m}$  の間、特に約 2  $\mu\text{m}$  から約 15  $\mu\text{m}$  の間または 10,000 から約 5  $\mu\text{m}$  の間）を有することができる。

#### 【0248】

可動電極は、図 13 に示されるように、前面基板のレールおよび支柱上に支持することができる。別の実施形態では、可動電極は、図 38D または図 39B に示されるように、支柱またはリベットを使用して背面板から吊り下げることができる。可動電極は、前面基板および背面板の両方から支柱またはレールによって留めることができる。支柱またはレールによって留めるある例が、図 46A - 図 48 を参照して以下で説明される。上で説明されたルーティングオプション 1 または 2 が、この実施形態に適用できる。加えて、上で

説明されたパッケージングおよびシーリング構造が、この実施形態に適用できる。上で説明された実施形態では、部分湿潤ブラックマスク（図 5 3 A - 図 5 3 D および付随する説明を参照）またはパターン形成ブラックマスクが使用できる。

#### 【0249】

##### 8. パターン形成可動電極を有する保持体背面板およびパターン形成前面基板

別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 8 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、パターン形成可動電極を有する保持体背面板をパターン形成前面基板と組み合わせることができる。保持体背面板の構成は、図 3 6 E、図 3 7 E、図 3 8 D、または図 3 9 A - 図 3 9 B の 1 つを参照して上で説明されたようなものとすることができる。パターン形成前面基板の構成は、図 2 2 C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。この実施形態の干渉変調器表示デバイスは、パターン形成可動電極を有する保持体背面板および成形前面基板に関して上で説明された方法と類似したやり方で作成することができる。本明細書で説明されるプロセスによって作成される干渉変調器表示デバイスは、前面基板と背面板の間に相対的に小さなギャップ（例えば、約 6, 500 から約 20  $\mu\text{m}$  の間、特に約 2  $\mu\text{m}$  から約 15  $\mu\text{m}$  の間または 10, 000 から約 5  $\mu\text{m}$  の間）を有することができる。この実施形態では、前面基板の支柱構造付近における望ましくない反射を回避するために、パターン形成ブラックマスクが使用できる。

#### 【0250】

##### 9. パターン形成可動電極を有する保持体背面板および支持体事前形成前面基板

別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 9 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、パターン形成可動電極を有する保持体背面板を支持体事前形成前面基板と組み合わせることができる。保持体背面板の構成は、図 3 6 E、図 3 7 E、図 3 8 D、または図 3 9 A - 図 3 9 B の 1 つを参照して上で説明されたようなものとすることができる。支持体事前形成前面基板の構成は、図 2 3 C を参照して上で説明されたようなものとすることができ、支持構造（例えば支柱およびレール）が基板と一体でなく、異なる機能に対して材料の別々の選択を可能にするために異なる材料から形成できることを除いて、成形前面基板と構造的に同様である。この実施形態の干渉変調器表示デバイスは、パターン形成可動電極を有する保持体背面板および成形前面基板に関して上で説明された方法と類似したやり方で作成することができる。本明細書で説明されるプロセスによって作成される干渉変調器表示デバイスは、前面基板と背面板の間に相対的に小さなギャップ（例えば、約 6, 500 から約 20  $\mu\text{m}$  の間、特に約 2  $\mu\text{m}$  から約 15  $\mu\text{m}$  の間または 10, 000 から約 5  $\mu\text{m}$  の間）を有することができる。この実施形態では、パターン形成ブラックマスクまたは部分湿潤ブラックマスク（図 5 3 A - 図 5 3 D および付随する説明を参照）が使用できる。

#### 【0251】

##### 10. パターン形成可動電極を有する除去可能保持体および成形前面基板

また別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 10 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、パターン形成可動電極を有する除去可能保持体が、成形前面基板上に可動電極を提供するために使用される。除去可能保持体の構成は、積層の説明のすぐ上で説明されたようなものとすることができる。成形前面基板の構成は、図 1 0、図 1 1 A - 図 1 1 B、図 1 6 A - 図 1 8 C、および図 3 4 A - 図 3 4 D の 1 つまたは複数を参照して上で説明されたようなものとすることができる。この実施形態の干渉変調器表示デバイスは、成形除去可能保持体および成形前面基板に関して上で説明された方法と類似したやり方で作成することができる。この実施形態では、部分湿潤ブラックマスク（図 5 3 A - 図 5 3 D および付随する説明を参照）またはパターン形成ブラックマスクが使用できる。

#### 【0252】

##### 11. パターン形成可動電極を有する除去可能保持体およびパターン形成前面基板

別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 11 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、パターン形成可動電極を有する除去可能保持体が、パターン形成前面基板上に可動電極を提供するために使用される。除去可能保持体の構成は、積層の説明のすぐ上で説明さ

れたようなものとすることができる。パターン形成前面基板の構成は、図 2 2 C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。この実施形態の干渉変調器表示デバイスは、成形除去可能保持体および成形前面基板に関して上で説明された方法と類似したやり方で作成することができる。この実施形態では、パターン形成ブラックマスクが使用できる。

#### 【0253】

12. パターン形成可動電極を有する除去可能保持体および支持体事前形成前面基板別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 12 では、干渉変調器表示デバイスを形成するために、パターン形成可動電極を有する除去可能保持体が、支持体事前形成前面基板上に可動電極を提供するために使用される。除去可能保持体の構成は、積層の説明のすぐ上で説明されたようなものとすることができる。支持体事前形成前面基板の構成は、図 2 3 C を参照して上で説明されたようなものとすることができ、支持構造（例えば支柱およびレール）が基板と一体でなく、異なる機能に対して材料の別々の選択を可能にするために異なる材料から形成できることを除いて、成形前面基板と構造的に同様である。

10

#### 【0254】

この実施形態の干渉変調器表示デバイスは、成形除去可能保持体および成形前面基板に関して上で説明された方法と類似したやり方で作成することができる。一実施形態では、除去可能保持体が、前面基板に結合される。次に、可動電極と保持体の間に置かれた除去層または犠牲層を除去することによって、パターン形成可動電極が除去可能保持体から解放される。その後、保持体は、可動電極を前面基板上に残したまま、例えば、持ち上げ、引きはがし、灰化など、任意の適切な方法を使用して除去される。次に、前面基板のアレイ領域を覆うために、永続的な背面板が提供される。可動電極は、前面基板および/または永続的な背面板上の様々な支持構造によって支持することができる（図 4 6 A - 図 5 1 を参照）。この実施形態では、パターン形成ブラックマスクまたは部分湿潤ブラックマスク（図 5 3 A - 図 5 3 D および付随する説明を参照）が使用できる。

20

#### 【0255】

##### 13. 成形前面基板および可動電極の従来の付着

また別の実施形態、上掲の表 1 の組合せ 13 では、表示領域内にレールおよびトラフを有する成形前面基板が提供される。次に、犠牲材料が、前面基板のトラフをあふれるほど満たして提供される。次に、前面基板の露出レールと一緒に、実質的に平坦な面を提供するために、犠牲材料が平坦化される。その後、例えばフォトリソグラフィおよびエッチングなど、任意の適切なプロセスを使用して、可動電極を定めるために、可動電極材料が前面基板上に付着され、パターン形成される。次に、成形除去可能保持体および成形前面基板に関して上で説明されたように、永続的な背面板が、前面基板上に重ねて置かれる。可動電極は、前面基板および/または永続的な背面板上の様々な支持構造によって支持することができる（図 4 6 A - 図 5 1 を参照）。この実施形態では、部分湿潤ブラックマスク（図 5 3 A - 図 5 3 D および付随する説明を参照）またはパターン形成ブラックマスクが使用できる。

30

#### 【0256】

##### V. 前面基板と背面板の間にスペースを維持するためのスペース

40

一実施形態では、干渉変調器表示デバイスには、前面基板と背面板の間にスペースを維持するためのスペースが提供される。特に、スペースは、表示領域内で実質的に均一なスペースを維持するために、干渉変調器表示デバイスの表示領域内に配置される。スペースは、アレイ全体における可動電極の位置に異なる影響を強く与え得る、表示デバイスのアレイ全体における圧力関係のばらつきを減少させるのに役立つ。より大きな均一性は、歩留まりの損失なしに、より大きなディスプレイサイズを可能にする。以下で説明される実施形態では、前面基板は、成形前面基板、パターン形成前面基板、または支持体事前形成前面基板とすることができる。背面板は、成形保持体背面板、パターン形成可動電極を有する保持体背面板、または除去可能保持体を使用した後に提供される永続的な背面板とすることができる。さらに、本明細書で提供される技法および構造は、従来通りに組み立て

50



られた前面基板および背面板よりも著しく小さなギャップを提供することが可能である。

【0257】

図46Aおよび図46Bを参照すると、干渉変調器表示デバイス4600は、前面基板4610と、背面板4650とを含む。前面基板4610は、トラフ4612を定めるレール(図示されず)を含む。前面基板4610は、トラフ4612内に支柱4613の形を取る支持構造も含む。デバイス4600は、前面基板4610と背面板4650の間に可動電極4660も含む。

【0258】

干渉変調器表示デバイス4600は、前面基板4610と背面板4650の間にスペース4635を維持するためのスペーサ4630をさらに含む。図示された実施形態では、スペーサ4630は、可動電極4660と背面板4650の間に置かれる。一実施形態では、スペーサ4630は、約0.1 $\mu$ mから約20 $\mu$ mの高さを有することができる。

【0259】

図46Bを参照すると、スペーサ4630の1つは、背面板4650から延び、対応する1つの支柱4613上に支持された可動電極4660を留める。スペーサ4630および支柱4613は一緒に、可動電極4660を固定する。デバイス4600全体にわたるスペーサ4630は、前面基板4610と背面板4650の間に一定のスペース4635も維持する。一実施形態では、スペーサ4630は、背面板4650を前面基板4610に結合する前に、任意の適切な技法(例えばフォトリソグラフィおよびエッチング)を使用して、背面板4650上に形成することができる。スペーサは、背面板4650上に付着させ、パターン形成することができ、または成形保持体背面板と一体形成することができる。別の実施形態では、スペーサ4630は、任意の適切なプロセスを使用して、可動電極4660上にパターン形成することができる。当業者であれば、スペーサ4630を形成するために様々な技法が使用できることを理解されよう。加えて、スペーサ4630および支持構造4613は共に、孤立した柱として示されているが、支持構造の一方または両方は、レールまたは他の形状を取ることもできる。

【0260】

図47を参照すると、干渉変調器表示デバイス4700は、可動電極4760を貫通するスペーサ4731を含む。図示された実施形態では、可動電極4760は、支柱4713上の位置に開口またはスルーホール4761を含む。スペーサ4731は、開口4761を通過して可動電極4760を貫通する。スペーサ4731は、干渉変調器表示デバイス4700の前面基板(図示されず)と背面板(図示されず)の間にスペースを維持する。スペーサ4731は、作動のための縦方向の屈曲を過度に妨げることなく、可動電極4760の横方向の動きを防止または最小化することもできる。スペーサ4731は、前面基板または背面板(図示されず)の支持構造4713から延びることができる。一実施形態では、スペーサ4731は、背面板を前面基板に結合する前に、任意の適切なプロセスを使用して、前面基板上に形成することができる。例えば、成形前面基板が使用される一実施形態では、スペーサ4731は、型押し、フォトリソグラフィおよびエッチング、またはインスクライブによって形成することができる。別の実施形態では、スペーサ4731は、背面板を前面基板に結合する前に、任意の適切なプロセスを使用して、背面板上にパターン形成することができる。上記の変形では、スペーサ4731およびパターン形成可動電極4760は共に、前面基板上に取り付けられる保持体背面板上に提供される。当業者であれば、スペーサ4731を形成するために様々な技法が使用できることを理解されよう。

【0261】

図48を参照すると、干渉変調器表示デバイス4800は、前面基板4810と、背面板(図示されず)とを含む。前面基板4810は、間にトラフ4812を定めるレール4811を含む。前面基板4810は、トラフ4812内に支柱(図示されず)も含むことができる。デバイス4800は、前面基板4810のレール4811上に少なくとも1つの開口またはスルーホール4861を有する可動電極4860も含む。

## 【0262】

干渉変調器表示デバイス4800はまた、レール4811上に、第1のスペーサ4832と、第2のスペーサ4833とを含む。第1のスペーサ4832は、開口4861を通過して可動電極4860を貫通する。第1のスペーサ4832の構成は、第1のスペーサ4832がレール4811上に配置されることを除いて、図47のスペーサ4731の構成に類似している。第2のスペーサ4833は、可動電極4860から横方向に離されて、レール4811上に配置される。第2のスペーサ4833は、前面基板と背面板の間にスペースを維持するのにもつばら役立ち、可動電極4860を留めるまたは固定することはない。第1のスペーサ4832および第2のスペーサ4833は、例えば上で説明された図47のスペーサ4731を形成するための方法のいずれかなど、任意の適切な方法を使用して形成することができる。レール4811に加えて、前面基板4810は、可動電極4860を補強するために、トラフ内に支柱を含むことができる。

10

## 【0263】

図49Aを参照すると、干渉変調器表示デバイス4900Aは、前面基板4910と、背面板4950とを含む。前面基板4910は、光学キャビティまたはギャップを定める支持構造4913（例えばレールまたは支柱）を含む。デバイス4900Aは、前面基板4910と背面板4950の間に可動電極4960も含む。

## 【0264】

干渉変調器表示デバイス4900Aは、スペーサ4930と、止め支柱（stop post）4934aとをさらに含む。スペーサ4930は、前面基板4910と背面板4950の間に所望のスペース4935を維持するのに役立つ。加えて、スペーサ4930は、可動電極4960を留めることによって、それらに補強を加える。図示された実施形態では、スペーサ4930の構成は、図46Bおよび図47のスペーサ4630、4731の一方の構成と同様とすることができる。止め支柱4934aは、背面板4950から延びながら、支持構造4913から横方向に離れて配置される。止め支柱4934aは、図示された位置では可動電極4960と接触していない。デバイス4900の動作中、可動電極4960が緩和されて、前面基板4910に近い作動位置から背面板4950の方に移動したときに、止め支柱4934aは、可動電極4960を止めるように機能する。したがって、止め支柱4934aは、可動電極4960の上方への行過ぎを防止する。そのような防止は、気密封止を容易にする、図示された実施形態の互いの間隔が近い基板4910、4950に特に適用可能である。基板4910、4950の間に捕らえられる容積を非常に小さくすることで、真空または気密封止パッケージ内への漏れの防止がはるかに容易になる。スペーサ4930および止め支柱4934aは、任意の適切なプロセス（例えば、型押し、フォトリソグラフィおよびエッチング、またはインスクライブ）を使用して、背面板4950上に形成することができる。

20

30

## 【0265】

図49Bを参照すると、干渉変調器表示デバイス4900Bは、前面基板4910と、背面板4950とを含む。前面基板4910および背面板4950の構成は、図49Bの止め支柱4934bが動作中で、図示された位置で可動電極4960と接触していることを除いて、図49Aを参照して上で説明されたようなものとする。ある実施形態では、止め支柱4934bの一部または全部は、止め支柱4934bの間の可動電極4960の部分のみが作動中に陥没するように、可動電極4960に接着することができる。もちろん、図は実寸に比例しておらず、実際には、支柱は相対的により大きく離して配置される。いくつかの実施形態では、背面板4950は、可動電極4960に実質的に直交して延びるレール（図示されず）をさらに含むことができる。

40

## 【0266】

図49Cを参照すると、干渉変調器表示デバイス4900Cは、前面基板4910と、背面板4950とを含む。前面基板4910および背面板4950の構成は、図49Cの背面板4950が前面基板4910の支持構造4913と特に位置合わせしたスペーサをもたないことを除いて、図49Bを参照して上で説明されたようなものとする。図49C

50

る。代わりに、背面板 4 9 5 0 の止め支柱 4 9 3 4 b が、前面基板 4 9 1 0 の支持構造 4 9 1 3 との位置合わせとは関係なく分散される。当業者であれば、他の様々な構成のスペーサおよび / または止め支柱も、干渉変調器表示デバイス 4 6 0 0、4 7 0 0、4 8 0 0、4 9 0 0 A - 4 9 0 0 C と共に使用されるように適合できることを理解されよう。

#### 【0267】

図 5 0 を参照すると、また別の実施形態では、干渉変調器表示デバイス 5 0 0 0 は、周辺領域 5 0 0 2 内にランド 5 0 2 0 を有する前面基板 5 0 1 0 を含む。ランド 5 0 2 0 の構成は、図 1 7 A - 図 1 7 C または図 1 8 A - 図 1 8 C を参照して上で説明されたようなものとすることができる。

#### 【0268】

図示された前面基板 5 0 1 0 は、表示領域 5 0 0 1 内に、レール 5 0 1 3 を含むが、支柱は含まない。したがって、レール 5 0 1 3 およびランド 5 0 2 0 は一緒に、デバイス 5 0 0 0 の可動電極 5 0 6 0 を支持するように機能する。加えて、ランド 5 0 2 0 は、デバイス 5 0 0 0 の前面基板と背面板の間のギャップの少なくとも部分を定めるように機能する。デバイス 5 0 0 0 は、可動電極 5 0 6 0 が吊り下げられる支柱 5 0 3 0 の形を取る支持構造を含むことができる背面板 5 0 5 0 も含む。デバイス 5 0 0 0 は、表示領域 5 0 0 1 内および周辺領域 5 0 0 2 内の両方に光学スタック 5 0 1 4 をさらに含む。デバイス 5 0 0 0 は、前面基板 5 0 1 0 と背面板 5 0 5 0 の間にビーズの形を取るシール剤 5 0 7 0 も含む。

#### 【0269】

図 5 1 を参照すると、干渉変調器表示デバイス 5 1 0 0 は、支持体が形成されていない前面基板 5 1 1 0 を含む。前面基板 5 1 1 0 は、例えばフォトリソグラフィおよびエッチングなど、パターン形成プロセスによって形成された静止電極 5 1 1 4 を含む。代わりに、デバイス 5 1 0 0 は、支持体 5 1 7 1 がそこから延びる背面板 5 1 7 0 を有することができる。支持体 5 1 7 1 は、前面基板 5 1 1 0 の方へ下向きに延び、前面基板 5 1 1 0 と背面板 5 1 7 0 の間にギャップを維持する。デバイス 5 1 0 0 は、前面基板 5 1 1 0 と背面板 5 1 7 0 の間に置かれる可動電極 5 1 6 0 を有することができる。可動電極 5 1 6 0 は、背面板 5 1 7 0 上に形成された支柱 5 1 3 0 の形を取る支持構造から吊り下げることができる。図示されてはいないが、前面基板 5 1 1 0 は、可動電極を支持するための、上で説明されたランドを有することができる。当業者であれば、支持体の他の様々な組合せも可能であることを理解されよう。

#### 【0270】

### VI. ブラックマスク

#### 1. パターン形成ブラックマスク

図 5 2 A および図 5 2 B を参照すると、干渉変調器表示デバイス 5 2 0 0 は、前面基板 5 2 1 0 と、背面板（図示されず）とを含む。前面基板 5 2 1 0 は、支柱 5 2 1 3 の形を取る支持構造と、支柱 5 2 1 3 によって定められるキャビティ 5 2 1 2 とを含む。前面基板 5 2 1 0 は、キャビティ 5 2 1 2 の底上に光学スタック 5 2 1 4 も含む。デバイス 5 2 0 0 は、支柱 5 2 1 3 上に支持された可動電極 5 2 6 0 も含む。図 5 2 A では、可動電極 5 2 6 0 は、作動位置にある。作動位置では、可動電極 5 2 6 0 は、電気的引力によって前面基板 5 2 1 0 上の静止電極の方へ曲げられる。図示された実施形態では、キャビティ 5 2 1 2 の 1 つは、単一のピクセルを形成するが、（いくつかの支柱を有することができる）キャビティの部分のみが示されている。

#### 【0271】

図 5 2 A に示されるように、可動電極 5 2 6 0 の中央部分 5 2 6 1 は、前面基板 5 2 1 0 の光学スタック 5 2 1 4 の形を取る静止電極に接触または接近し、支持構造に近い可動電極 5 2 6 0 の部分 5 2 6 2 は、光学スタック 5 2 1 4 とギャップ 5 2 1 2 a を有する。ギャップ 5 2 1 2 a のため、支持構造 5 2 1 3 から遠い非隣接領域 A に入射する光の光学干渉は、支持構造 5 2 1 3 に近い隣接領域 B に入射する光の光学干渉とは異なる。作動位置では、非隣接領域 A は、光を吸収するが、隣接領域 B は、少なくとも部分的に光を反射

10

20

30

40

50

する。光学干渉におけるそのような差が、非隣接領域 A では暗い領域を生み出し、隣接領域 B では意図した暗色を弱める傾向にある明るい領域を生み出す。

#### 【0272】

作動位置における明るい領域を防止または緩和するため、干渉変調器表示デバイスは、前面基板 5210 の隣接領域 B 内にブラックマスクを含むことができる。図示された実施形態では、前面基板 5210 は、支持構造に近い光学スタック 5214 の下にブラックマスク 5220 を含む。ブラックマスク 5220 は、フォトリソグラフィおよびエッチングを使用して、形成することができる。本文献との関連では、そのようにして形成されるブラックマスクは、「パターン形成」ブラックマスクと呼ばれる。図 52B は、図 52A の矢印 52B によって示されるように、前面基板 5210 の下から見たブラックマスク 5220 を示している。

10

#### 【0273】

図示された実施形態では、光学スタック 5214 は、支持構造 5213 の頂上に形成される。上にある光学スタック 5214 および可動電極は、下にある作動中の可動電極および光学スタックと同様に作用し、したがって、ブラックマスクとして機能するので、この構成は、デバイス 5200 が、支持構造 5213 の下にブラックマスクをもたないことを可能にする。パターン形成ブラックマスクは、上で説明された干渉変調器表示デバイスのいずれにも適用することができる。

#### 【0274】

##### 2. 部分湿潤ブラックマスク

20

図 53A - 図 53C は、干渉変調器表示デバイス 5300 においてブラックマスクを形成する方法の別の実施形態を示している。最初に、支持構造 5313 と、支持構造 5313 によって定められるキャビティ 5312 とを含む、前面基板 5310 が提供される。次に、キャビティ 5312 が、例えばスピンコーティングまたはスプレーコーティングなど、任意の適切なプロセスを使用して、ブラックマスク材料 5320a で実質的に満たされる。別の実施形態では、前面基板 5310 は、容器内のブラックマスク材料懸濁液または溶液に浸すことができる。ブラックマスク材料 5320a は、黒色顔料および有機溶剤を含むことができる。ブラックマスク材料 5320a は、以下で説明されるプロセスに適合する濃度および粘度を有することができる。一実施形態では、黒色顔料は、有機材料とすることができる。別の実施形態では、黒色顔料は、無機材料とすることができる。黒色顔料の例は、限定することなく、酸化銅、黒鉛、およびカーボンブラックを含む。溶剤の例は、限定することなく、アセトンおよびイソプロピルアルコール (IPA) を含む。いくつかの実施形態では、ブラックマスク材料は、フォトレジストおよび / または高分子材料 (例えば熱硬化性ポリマ (thermosetting polymer)) を含むこともできる。

30

#### 【0275】

次に、キャビティ 5312 内に黒色顔料を残して、溶剤がキャビティ 5312 から除去される。一実施形態では、溶剤は、乾燥によって除去することができる。ある実施形態では、前面基板 5310 は、溶剤の乾燥を促進するために、加熱することができる。次に、溶剤が除去されているとき、ブラックマスク材料 5320a の表面張力が、材料 5320a のかなりの部分を支持構造 5313 に近い領域に追いやる。したがって、黒色顔料のかなりの部分が、支持構造 5313 の近く (例えば支柱 5313 から約  $1\mu\text{m}$  から約  $10\mu\text{m}$  以内) に残り、それによって、図 53B に示されるように、ブラックマスク 5320b を形成する。その後、図 53C に示されるように、光学スタック 5314 が、前面基板 5310 上に重ねて形成される。別の実施形態では、ブラックマスク 5320b は、図 53D に示されるように、光学スタック 5314 が成形前面基板 5310 上に形成された後で、図 53A および図 53B に示されたのと類似したやり方で形成することができる。図 53A - 図 53D に示されるやり方で形成されたブラックマスクは、本文献との関連では、部分湿潤ブラックマスクと呼ばれることがある。部分湿潤ブラックマスクは、成形前面基板または支持体事前形成基板が使用される実施形態に適用することができる。当業者であ

40

50

れば、部分湿潤ブラックマスクは上で説明された様々な実施形態で使用されるように適合できることを理解されよう。図示された実施形態では、支持構造 5 3 1 3 上の光学スタック 5 3 1 4 および光学スタック 5 3 1 4 上にのった可動電極（図示されず）は一緒に、図 5 2 A に示されたものと類似したブラックマスクとして機能する。

【0276】

#### VII. 静的干渉ディスプレイ

上で説明された干渉変調器の実施形態は、可動電極を有する干渉変調器に関するが、他の実施形態が可能であることが理解されよう。特に、空気または光透過材料によって定められる干渉ギャップによって隔てられた、第 1 の部分反射層と、少なくとも部分的に光を反射する第 2 の層とを含む、静的干渉ディスプレイ (static interferometric display) を提供することができる。「静的干渉ディスプレイ」という用語は、干渉効果を使用して静止画像を表示するように構成されたデバイスを指す。静止画像は、白黒画像および/またはカラー画像を含むことができ、単一の干渉ギャップ上にパターンを含むことができる。

【0277】

第 2 の反射層は、実施形態に応じて、部分的に光を反射することができ、または完全に光を反射することができることが理解されよう。便宜的に、部分的な透過が機能的に重要である第 1 の部分反射層は、本明細書では部分反射層と呼ばれることがあり、第 2 の反射層は、反射層と呼ばれることがあり、2 つの層は、まとめて一括して反射層と呼ばれることがあるが、反射層という用語の使用は、部分反射層を除外することを意図していないことが理解されよう。同様に、部分反射層は、代替的に吸収体と呼ばれることもある。

【0278】

そのような静的干渉ディスプレイでは、静的干渉ディスプレイは静電的に作動可能であることを意図していないので、電極として使用される導電性材料を選択するまたは含む必要がない。同様に、（作動状態からの移動も緩和もないため）2 つの層の間に電圧を印加する必要がないので、反射層は、互いに電氣的に絶縁される必要がない。したがって、反射層を形成するために、非導電性材料を使用することができ、導電性材料は、干渉ギャップを定めるために使用することができる。静的干渉ディスプレイは、光透過層の代わりに、空隙を含むことができる。さらなる実施形態では、静的干渉ディスプレイは、作動可能な干渉変調器と同様であり、単に作動しないようにすることができる。空隙を定めるための固体材料の使用は付加的な安定性を提供することができるが、それに加えて、以下で説明されるさらなる可能な利点も存在することが理解されよう。

【0279】

いくつかの実施形態では、静的干渉ディスプレイは、2 つの基板を結合することによって形成することができ、その各々は、図 9 を参照して上で説明された MEMS デバイスと同様に、事前形成された構成要素を有する。そのような実施形態では、先に説明された実施形態の場合と同様に、基板上に構成要素（例えばキャビティ）を事前形成するための犠牲材料は必要とされない。2 つの基板を結合する際、任意の適切な技法（例えば、積層、接合など）が使用できる。

【0280】

一実施形態では、静的干渉ディスプレイは、前面基板を背面板に結合することによって形成することができる。本明細書で使用される「前面基板」は一般に、透明であり、見る者に面している。前面基板および背面板の少なくとも一方は、干渉変調のための選択された深さのキャビティを形成するために成形することができる。キャビティは、例えば、型押し、フォトリソグラフィおよびエッチング、ならびにインスクライブなど、任意の適切なプロセスによって形成することができる。

【0281】

#### 1. 成形前面基板または支持体事前形成前面基板を有する静的干渉ディスプレイ

図 5 4 は、一実施形態による、静的干渉ディスプレイ 5 4 0 0 の事前積層状態を示している。静的干渉ディスプレイ 5 4 0 0 は、前面基板 5 4 1 0 と、背面板 5 4 2 0 とを含む

10

20

30

40

50

。前面基板 5 4 1 0 は、複数のレール 5 4 1 1 と、レール 5 4 1 1 によって定められた複数のキャビティまたはリセス 5 4 3 0 とを含む。本文献との関連では、レール 5 4 1 1 は、「支持体」または「指示構造」と呼ばれることもある。前面基板 5 4 1 0 はまた、レール 5 4 1 1 の頂上に光学層または光学スタック 5 4 1 4 a を、キャビティ 5 4 3 0 の底上に同じ光学層またはスタック 5 4 1 4 b を含む。図 1 1 A を参照して上で説明されたように、レール 5 4 1 1 の頂上の光学層またはスタック 5 4 1 4 a は、干渉ディスプレイの設計に応じて、光学層またはスタック 5 4 1 4 a の光学的厚さによって決定される黒色または白色を提供することができる。背面板 5 4 2 0 は、前面基板 5 4 1 0 に面する反射層（またはミラー）5 4 2 1 を含む。

#### 【0282】

前面基板 5 4 1 0 は、実質的に透明な材料から形成することができる。透明な材料の例は、限定することなく、ガラスおよび透明な高分子材料を含む。前面基板 5 4 1 0 は、前面基板 5 4 1 0 の部分を除去もしくは成形するのに、または基板 5 4 1 0 の面内にリセスを形成するのに適した任意の方法によって成形することができる。成形方法の例は、限定することなく、型押し（例えば図 1 2 A - 図 1 2 C を参照して説明された方法）、フォトリソグラフィ（またはスクリーン印刷）およびエッチング、ならびにインスクライブを含む。基板 5 4 1 0 は、上で説明された方法の少なくともいくつかでは付加的な材料を基板 5 4 1 0 に追加することなく、成形することができるので、レール 5 4 1 1 の形を取る支持体は、前面基板 5 4 1 0 の材料と同じ材料から、前面基板 5 4 1 0 と一体形成することができる。他の実施形態では、支持構造は、支持体事前形成前面基板に関して上で説明されたように、付加的な材料の付着およびパターン形成によって、実質的に平坦な前面基板上に形成することができる。

#### 【0283】

レール 5 4 1 1 の各々は、図 5 6 に示されるように、行方向または列方向のどちらかに互いに平行に延びる。図示されたレール 5 4 1 1 は、格子または行列の形に配列された正方形のキャビティを定める。他の実施形態では、キャビティは、上から見たときに、例えば、長方形、三角形、円、楕円など、他の様々な形状を有することができ、格子は、直交する必要はない。実際のところ、ピクセルを電氣的にアドレス指定することに関する問題はないので、画像は任意の所望のパターンを有することができる。レール 5 4 1 1 は、実質的に同じレベル、すなわち単一の平面内にある上面を有する。

#### 【0284】

キャビティ 5 4 3 0 は、結果として得られるディスプレイにおいてキャビティ 5 4 3 0 が生じさせるように設計された色に応じて、多数の深さ 5 4 5 0 a - 5 4 5 0 e を有するように定められる。色の最適な鮮明度 (clarity) および鮮鋭度 (sharpness) のため、深さ 5 4 5 0 a - 5 4 5 0 e は、約 5 0 0 から約 5, 0 0 0 の範囲内にある。干渉効果はより大きな光学的深さによっても得ることができるが、当業者であれば、光学的距離は様々な波長の倍数 (multiples of a variety of wavelengths) に対応するので、深さが大きくなるにつれて色が不鮮明になり始めることを理解されよう。フィラが使用される他の実施形態（例えば、図 5 7、図 5 8、図 6 0、および図 6 1）では、フィラは異なる光学濃度（屈折率）を有することができるので、空気に対して与えられたキャビティの深さは、そのようなフィラに対して調整することができる。静的干渉ディスプレイ 5 4 0 0 は静止画像を表示するだけなので、キャビティの深さは、所望の静止画像のパターンに従って選択される。当業者であれば、干渉効果を使用して所望の色およびパターンを生じさせるのに適した深さ 5 4 5 0 a - 5 4 5 0 e を理解されよう。

#### 【0285】

光学スタック 5 4 1 4 a、5 4 1 4 b は、単一の層とすることができ、またはいくつかの融合層を含むことができる。一実施形態では、光学スタック 5 4 1 4 a、5 4 1 4 b は、干渉効果に適した吸収係数 (absorption coefficient) を有する誘電体材料から形成することができる。誘電体材料の例は、限定することなく、二酸化

10

20

30

40

50

ケイ素および酸化アルミニウムを含む。別の実施形態では、光学スタック 5 4 1 4 a、5 4 1 4 b は、上側副層および下側副層を含む、2 層構造を有することができる。上側副層は、酸化アルミニウムから形成することができる。下側副層は、二酸化ケイ素から形成することができる。

#### 【0286】

一実施形態では、光学スタック 5 4 1 4 a、5 4 1 4 b は、約 100 から約 1,600 の間の厚さを有することができる。光学スタック 5 4 1 4 a、5 4 1 4 b が上側副層および下側副層を有する実施形態では、上側副層は、例えば約 50 の厚さを有することができ、下側副層は、例えば約 450 の厚さを有することができる。図示された実施形態では、光学スタック 5 4 1 4 a、5 4 1 4 b は、スパッタリングなど方向性をもった付着のために、キャビティ 5 4 3 0 の底とレーン 5 4 1 1 の頂上との間で途切れている。

10

#### 【0287】

ある実施形態では、光学スタック 5 4 1 4 a、5 4 1 4 b は、金属の吸収体層（または部分反射層）も含むことができる。吸収体層は、クロム（Cr）またはゲルマニウム（Ge）など、半透明な厚さの金属から形成することができる。吸収体層は、約 1 から約 100 の間、特に約 50 から約 100 の間の厚さを有することができる。

#### 【0288】

ある実施形態では、前面基板 5 4 1 0 自体が、干渉効果に適した光学分散（屈折率および吸収係数）を有する材料から形成できる。そのような実施形態では、前面基板 5 4 1 0 は、光学スタックを含まないことがある。

20

#### 【0289】

背面板 5 4 2 0 は、任意の適切な材料（例えば、高分子化合物、金属、およびガラス）から形成することができる。背面板 5 4 2 0 の反射層 5 4 2 1 は、例えば、Al、Au、Ag、またはそれらの合金など、鏡のようなまたは光を反射する金属から形成することができ、好ましくは、干渉効果のために前面基板 5 4 1 0 に入射した可視光の実質的にすべてを反射するのに十分な厚さを有する。例示的な一実施形態では、反射層 5 4 2 1 は、約 300 の厚さを有する。反射層 5 4 2 1 の厚さは、他の実施形態では、幅広く変化に富み得る。ある実施形態では、背面板 5 4 2 0 自体が、アルミニウム箔などの反射材料から形成できる。そのような実施形態では、背面板 5 4 2 0 は、別個の反射層を含まない。

#### 【0290】

30

図示された実施形態では、背面板 5 4 2 0 は、矢印によって示されるように、反射層 5 4 2 1 がレーン 5 4 1 1 上の光学スタック 5 4 1 4 a の上面に接触するように、前面基板 5 4 1 0 に取り付けられる。結果として得られる静的干渉ディスプレイ 5 4 0 0 は、反射層 5 4 2 1 とレーン 5 4 1 1 上の光学スタック 5 4 1 4 a の上面との間に実質的にギャップを有することができない。

#### 【0291】

##### 2. 成形背面板または事前形成背面板を有する静的干渉ディスプレイ

図 5 5 は、別の実施形態による、静的干渉ディスプレイ 5 5 0 0 の事前積層状態を示している。静的干渉ディスプレイ 5 5 0 0 は、前面基板 5 5 1 0 と、背面板 5 5 2 0 とを含む。前面基板 5 5 1 0 は、実質的に平坦な面 5 5 1 1 と、面 5 5 1 1 上に形成された光学層またはスタック 5 5 1 4 とを含む。背面板 5 5 2 0 は、複数のレーン 5 5 2 3 と、レーン 5 5 2 3 によって定められた複数のキャビティまたはリセス 5 5 3 0 とを含む。本文献との関連では、レーン 5 5 2 3 は、「支持体」または「指示構造」と呼ばれることもある。背面板 5 5 2 0 は、前面基板 5 5 1 0 に面する反射層（またはミラー）5 5 2 1 も含む。

40

#### 【0292】

前面基板 5 5 1 0 の構成は、図 5 5 の前面基板 5 5 1 0 が実質的に平坦であることを除いて、図 5 4 の前面基板 5 4 1 0 の構成に関して上で説明されたようなものとすることができる。光学層またはスタック 5 5 1 4 の構成は、図 5 5 の光学層またはスタック 5 5 1 4 が前面基板 5 5 1 0 の面上に実質的に連続して形成されることを除いて、図 5 4 の光学

50

層またはスタック 5 4 1 4 a、5 4 1 4 b の構成に関して上で説明されたようなものとすることができる。ある実施形態では、前面基板 5 5 1 0 自体が、干渉効果に適した吸収係数を有する材料から形成できる。そのような実施形態では、前面基板 5 5 1 0 は、光学スタックを省くことができる。

#### 【0293】

背面板 5 5 2 0 は、成形に適した材料から形成することができる。材料の例は、限定することなく、ガラス、金属、および高分子化合物を含む。背面板 5 5 2 0 は、背面板 5 5 2 0 の部分を除去もしくは成形するのに、または背面板 5 5 2 0 の面内にリセスを形成するのに適した任意の方法によって成形することができる。成形方法の例は、限定することなく、型押し（例えば図 1 2 A - 図 1 2 C を参照して説明された方法）、フォトリソグラフィ（またはスクリーン印刷）およびエッチング、ならびにインスクライブを含む。背面板 5 5 2 0 は、上で説明された方法では付加的な材料を背面板 5 5 2 0 に追加することなく、成形されるので、レール 5 5 2 3 の形を取る支持体は、背面板 5 5 2 0 の材料と同じ材料から、背面板 5 5 2 0 と一体形成することができる。他の実施形態では、支持構造は、支持体事前形成前面基板に関して上で説明されたように、付加的な材料の付着およびパターン形成によって、実質的に平坦な背面板上に形成することができる。

#### 【0294】

レール 5 5 2 3 は、図 5 6 に示されるパターンと同様に、行方向または列方向のどちらかに互いに平行に延びる。レール 5 5 2 3 は、実質的に同じレベル、すなわち単一の平面内にある（前面基板に面する）底面を有する。

#### 【0295】

キャビティ 5 5 3 0 は、結果として得られるディスプレイにおいてキャビティ 5 5 3 0 が生じさせるように設計された色に応じて、多数の深さ 5 5 5 0 a - 5 5 5 0 e を有するように成形または事前形成される。静的干渉ディスプレイ 5 5 0 0 は静止画像を表示するだけなので、キャビティの深さは、所望の静止画像のパターンに従って選択される。当業者であれば、干渉効果を使用して所望の色およびパターンを生じさせるのに適した深さ 5 5 5 0 a - 5 5 5 0 e を理解されよう。

#### 【0296】

背面板 5 5 2 0 の反射層 5 5 2 1 は、例えば、Al、Au、Ag、またはそれらの合金など、鏡のようなまたは光を反射する金属から形成することができ、干渉効果のために前面基板 5 5 1 0 に入射した可視光の実質的にすべてを反射するのに十分な厚さを有する。例示的な一実施形態では、反射層 5 5 2 1 は、約 300 の厚さを有する。反射層 5 5 2 1 の厚さは、他の実施形態では、幅広く変化に富み得る。ある実施形態では、背面板が、アルミニウムなどの反射材料から形成できる。そのような背面板は、支持構造を形成するために、エッチングすることができる。そのような実施形態では、背面板は、別個の反射層を含まないことがある。図示された実施形態では、反射層 5 5 2 1 は、背面板 5 5 2 0 の面上に連続して形成される。他の実施形態では、反射層 5 5 2 1 は、レール 5 5 2 3 とキャビティ 5 5 3 0 の間で途切れることができる。

#### 【0297】

図示された実施形態では、背面板 5 5 2 0 は、矢印によって示されるように、反射層 5 5 2 1 の最下面（レール 5 5 2 3 の下にあり、前面基板 5 5 1 0 に面する、反射層 5 5 2 1 の底面）が前面基板 5 5 1 0 の光学スタック 5 5 1 4 の上面に接触するように、前面基板 5 5 1 0 に取り付けられる。結果として得られる静的干渉ディスプレイ 5 5 0 0 は、反射層 5 5 2 1 の最下面と前面基板 5 5 1 0 の光学スタック 5 5 1 4 の上面との間に実質的にギャップを有することができない。

#### 【0298】

### 3. キャビティフィラを有する静的干渉ディスプレイ

図 5 7 は、別の実施形態による、静的干渉ディスプレイ 5 7 0 0 の事前積層状態を示している。静的干渉ディスプレイ 5 7 0 0 は、前面基板 5 7 1 0 と、背面板 5 7 2 0 とを含む。前面基板 5 7 1 0 の構成は、図 5 4 の前面基板 5 4 1 0 の構成に関して上で説明され

10

20

30

40

50



たようなものとすることができる。背面板 5720 の構成は、図 54 の背面板 5420 の構成に関して上で説明されたようなものとすることができる。静的干渉ディスプレイ 5700 の上面図は、図 56 を参照して上で説明されたようなものとすることができる。

#### 【0299】

静的干渉ディスプレイ 5700 は、前面基板 5710 のキャビティ内にフィラ 5760 をさらに含む。フィラ 5760 は、実質的に透明な材料から形成することができる。実質的に透明な材料は、干渉効果に適した屈折率を有することができる。実質的に透明な材料の例は、限定することなく、酸化物（例えば、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ ）、窒化物（例えば、 $\text{SiN}_3$ 、 $\text{SiN}_4$ ）、透明なフォトレジスト、および透明な高分子化合物を含む。フィラ 5760 は、光学スタック 5714a、5714b が形成された前面基板 5710 上にフィラ材料を全面付着し、その後、フィラ材料の上面を平坦化することによって、形成することができる。ある実施形態では、フィラは、ルール 5711 上の光学スタック 5714a の上面も覆うことができる。

#### 【0300】

図示された実施形態では、背面板 5720 は、矢印によって示されるように、反射層 5721 の最下面（前面基板に面する）が前面基板 5710 上に形成されたフィラ 5760 の上面に接触するように、前面基板 5710 に取り付けられる。結果として得られる静的干渉ディスプレイ 5700 は、反射層 5721 の最下面とフィラ 5760 の上面との間に実質的にギャップを有することができない。ある実施形態では、反射層をフィラ 5760 上に直接被覆することができる。その場合、別個の背面板を積層する代わりに、反射層を保護するのに適した硬さを有する材料で、反射層の上面を被覆することができる。他の実施形態では、フィラ 5760 上に直接形成された反射層に背面板を結合することができる。

#### 【0301】

図 58 は、別の実施形態による、静的干渉ディスプレイ 5800 を示している。静的干渉ディスプレイ 5800 は、前面基板 5810 と、背面板 5820 とを含む。前面基板 5810 の構成は、図 58 の前面基板 5810 がルールを含まないことを除いて、図 57 の前面基板 5710 の構成に関して上で説明されたようなものとすることができる。前面基板 5810 は、段のついた面を形成する別個の深さを有するキャビティを含む。図示された前面基板 5810 は、図 57 のフィラ 5760 に類似したフィラ 5860 を含む。フィラ 5860 は、光学スタック 5814 が形成された前面基板 5810 上にフィラ材料を全面付着し、その後、フィラ材料の上面を平坦化することによって、形成することができる。背面板 5820 の構成は、図 57 の背面板 5720 の構成に関して上で説明されたようなものとすることができる。

#### 【0302】

図 59 は、図 58 の静的干渉ディスプレイ 5800 の部分の上面図を示している。静的干渉ディスプレイ 5800 はルールを含まないので、図 59 に示されるように、上から見たときに、仕切り壁を有さない。静的干渉ディスプレイ 5800 は、正方形のピクセル P1 - P15 を含む。当業者であれば、静的干渉ディスプレイが他の様々な形状のピクセルを有することができ、格子は直交する必要がないことを理解されよう。実際のところ、ピクセルは電氣的にアドレス指定される必要はないので、画像は任意の所望のパターンを有することができる。

#### 【0303】

図 60 は、別の実施形態による、静的干渉ディスプレイ 6000 を示している。静的干渉ディスプレイ 6000 は、前面基板 6010 と、背面板 6020 とを含む。前面基板 6010 の構成は、図 55 の前面基板 5510 の構成に関して上で説明されたようなものとすることができる。背面板 6020 の構成は、図 60 の背面板 6020 がルールを含まないことを除いて、図 55 の背面板 5520 の構成に関して上で説明されたようなものとすることができる。

#### 【0304】

図示された背面板 6 0 2 0 は、図 5 8 のフィラ 5 8 6 0 に類似したフィラ 6 0 6 0 を含む。フィラ 6 0 6 0 は、反射層 6 0 2 1 が形成された背面板 6 0 2 0 上にフィラ材料を全面付着し、その後、フィラ材料の上面を平坦化することによって、形成することができる。次に、フィラ 6 0 6 0 を有する背面板 6 0 2 0 は、光学スタック 6 0 1 4 を有する前面基板 6 0 1 0 に結合することができ、それによって、静的干渉ディスプレイを形成する。静的干渉ディスプレイ 6 0 0 0 の上面図は、図 5 9 を参照して上で説明されたようなものとしてすることができる。

#### 【 0 3 0 5 】

##### 4 . 連続深度キャビティを有する静的干渉ディスプレイ

図 6 1 は、別の実施形態による、静的干渉ディスプレイ 6 1 0 0 を示している。静的干渉ディスプレイ 6 1 0 0 は、前面基板 6 1 1 0 と、背面板 6 1 2 0 とを含む。前面基板 6 1 1 0 の構成は、図 6 1 の前面基板 6 1 1 0 が離散的ではなく連続的または滑らかに推移する深さを有するキャビティを含むことを除いて、図 5 8 の前面基板 5 8 1 0 の構成に関して上で説明されたようなものとしてすることができる。前面基板 6 0 1 0 は、図 5 8 のフィラ 5 8 6 0 に類似したフィラ 6 1 6 0 を含む。背面板 6 1 2 0 の構成は、図 5 8 の背面板 5 8 2 0 の構成に関して上で説明されたようなものとしてすることができる。別の実施形態では、背面板が、連続的または平滑に推移する深さを有するキャビティを有することができ、前面基板は、実質的に平坦である。当業者であれば、前面基板と背面板の他の様々な組合せも可能であることを理解されよう。

#### 【 0 3 0 6 】

上で説明された実施形態のいくつかでは、前面基板および/または(永続的もしくは除去可能な)保持体が成形され、その上で不連続な付着が実行される。この方法は、高価なマスキング工程を回避し、したがって、製造コストを低減する。加えて、背面保持体上に形成されるスペーサ、支持体、止め支柱は各々、より良い均一性および信頼性をもたらし、ギャップがより小さくなるのに伴い、圧力変化および湿気の影響を受け難くなる。

#### 【 0 3 0 7 】

実施形態は、干渉変調器表示デバイスに関して説明されたが、より一般に他の MEMS デバイス、特に相対運動が可能な電極を有する静電 MEMS にも適用可能である。

#### 【 0 3 0 8 】

上記の詳細な説明は、様々な実施形態に適用される本発明の新規な特徴を示し、説明し、指摘しているが、説明されたデバイスまたはプロセスの形態および細部における様々な省略、置き換え、および変更が、本発明の主旨から逸脱することなく、当業者によって行われ得ることが理解されよう。理解されるように、いくつかの特徴は他の特徴とは別個に使用または実施できるので、本明細書で説明された特徴および利点の必ずしもすべてを提供するわけではない形態内で、本発明を具現することができる。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 3 0 9 】

- 1 2 干渉変調器
- 1 4 可動反射層
- 1 6 光学スタック
- 1 8 支柱
- 1 9 キャビティ
- 2 0 基板
- 2 1 プロセッサ
- 2 2 アレイドライバ
- 2 4 行ドライバ回路
- 2 6 列ドライバ回路
- 2 7 ネットワークインタフェース
- 2 8 フレームバッファ
- 2 9 ドライバコントローラ

10

20

30

40

50

|           |                |    |
|-----------|----------------|----|
| 3 0       | 表示アレイ (ディスプレイ) |    |
| 3 2       | テザー            |    |
| 3 4       | 変形可能層          |    |
| 4 0       | 表示デバイス         |    |
| 4 1       | ハウジング          |    |
| 4 2       | 支持支柱ブラグ        |    |
| 4 3       | アンテナ           |    |
| 4 4       | バス構造           |    |
| 4 5       | スピーカ           |    |
| 4 6       | マイクロフォン        | 10 |
| 4 7       | トランシーバ         |    |
| 4 8       | 入力デバイス         |    |
| 5 0       | 電源             |    |
| 5 2       | 調整ハードウェア       |    |
| 8 0 0     | 干渉変調器表示デバイス    |    |
| 8 0 1     | 表示領域           |    |
| 8 0 2     | 周辺領域           |    |
| 8 1 1     | 行ドライバ          |    |
| 8 1 1 a   | 電気リード          | 20 |
| 8 1 2     | 列ドライバ          |    |
| 8 1 3     | 導電粒子           |    |
| 9 0 0     | 干渉変調器表示デバイス    |    |
| 9 0 1     | 表示領域           |    |
| 9 0 2     | 周辺領域           |    |
| 9 1 0     | 前面基板           |    |
| 9 5 0     | 保持体            |    |
| 1 0 0 0   | 前面基板           |    |
| 1 0 1 0   | 基板             |    |
| 1 0 1 1   | レール            |    |
| 1 0 1 2   | トラフ            | 30 |
| 1 0 1 3   | 支柱             |    |
| 1 0 1 4   | 光学スタック         |    |
| 1 2 1 0   | 基板             |    |
| 1 2 1 4   | 光学スタック         |    |
| 1 2 2 0   | 圧板             |    |
| 1 2 3 0   | 型押し板           |    |
| 1 3 0 0   | 干渉変調器表示デバイス    |    |
| 1 3 0 1   | 表示領域           |    |
| 1 3 0 2   | 周辺領域           |    |
| 1 3 0 3   | ドライバチップ領域      | 40 |
| 1 3 1 0   | 前面基板           |    |
| 1 3 1 1   | レール            |    |
| 1 3 1 2   | トラフ            |    |
| 1 3 1 3   | 支柱             |    |
| 1 3 1 4   | 光学スタック         |    |
| 1 3 1 5   | エッジスペーサ        |    |
| 1 3 1 6   | ルーティングトレンチ     |    |
| 1 3 1 7   | 接触トレンチ         |    |
| 1 3 6 0   | 可動電極           |    |
| 1 3 6 0 a | 反射層            | 50 |

|           |             |    |
|-----------|-------------|----|
| 1 3 6 0 b | 機械層         |    |
| 1 7 0 0   | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 1 7 0 1   | 表示領域        |    |
| 1 7 0 2   | 周辺領域        |    |
| 1 7 1 0   | 前面基板        |    |
| 1 7 1 1   | レール         |    |
| 1 7 1 2   | トラフ         |    |
| 1 7 1 4   | 光学スタック      |    |
| 1 7 1 6 C | 列絶縁トレレンチ    |    |
| 1 7 1 6 M | メサ          | 10 |
| 1 7 1 7   | ギャップフィラ     |    |
| 1 7 6 0   | 可動電極        |    |
| 1 8 0 0   | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 1 8 0 1   | 表示領域        |    |
| 1 8 0 2   | 周辺領域        |    |
| 1 8 1 0   | 前面基板        |    |
| 1 8 1 2   | トラフ         |    |
| 1 8 1 4   | 光学スタック      |    |
| 1 8 1 7   | ルーティングトレース  |    |
| 1 8 6 0   | 可動電極        | 20 |
| 1 9 1 7   | ルーティングトレース  |    |
| 1 9 5 0   | 保持体         |    |
| 1 9 6 0   | 可動電極        |    |
| 2 0 1 0   | 成形前面基板      |    |
| 2 0 2 0   | シャドウマスク     |    |
| 2 1 1 0   | 前面基板        |    |
| 2 1 2 0   | シャドウマスク     |    |
| 2 1 2 1   | 開口          |    |
| 2 2 0 0   | パターン形成前面基板  |    |
| 2 2 0 1   | 表示領域        | 30 |
| 2 2 0 2   | 周辺領域        |    |
| 2 2 1 0   | 前面基板        |    |
| 2 2 1 3   | 絶縁支柱        |    |
| 2 2 1 4   | 光学スタック      |    |
| 2 2 1 5   | スルーホール      |    |
| 2 2 1 6   | 導電支柱        |    |
| 2 2 2 0   | ルーティングトレース  |    |
| 2 3 0 0   | 支持体事前形成前面基板 |    |
| 2 3 0 1   | 表示領域        |    |
| 2 3 0 2   | 周辺領域        | 40 |
| 2 3 1 0   | 前面基板        |    |
| 2 3 1 3   | 絶縁支持体       |    |
| 2 3 1 4   | 光学スタック      |    |
| 2 3 1 6   | 導電支持体       |    |
| 2 3 2 0   | 境界面         |    |
| 2 4 0 1   | 表示領域        |    |
| 2 4 0 2   | 周辺領域        |    |
| 2 4 1 0   | 前面基板        |    |
| 2 4 1 3   | 絶縁支柱        |    |
| 2 4 1 6   | 導電支柱        | 50 |

|         |            |    |
|---------|------------|----|
| 2 4 2 0 | ルーティングトレース |    |
| 2 4 1 4 | 光学スタック     |    |
| 2 4 5 0 | 保持体        |    |
| 2 4 6 0 | 可動電極       |    |
| 2 5 0 0 | 成形保持体      |    |
| 2 5 0 1 | リセス        |    |
| 2 5 0 2 | メサ         |    |
| 2 5 1 0 | 可動電極       |    |
| 2 5 2 0 | 過剰可動電極材料   |    |
| 2 6 0 0 | 基板         | 10 |
| 2 6 0 1 | リセス        |    |
| 2 6 0 2 | メサ         |    |
| 2 6 1 0 | 可動電極材料     |    |
| 2 6 2 0 | 可動電極材料     |    |
| 2 6 5 0 | 圧板         |    |
| 2 6 5 1 | 型押し板       |    |
| 2 7 0 0 | 成形保持体背面板   |    |
| 2 7 0 1 | リセス        |    |
| 2 7 0 2 | エッジレール     |    |
| 2 7 0 3 | レールトレンチ    | 20 |
| 2 7 0 4 | 支柱         |    |
| 2 7 0 5 | エッチホール     |    |
| 2 7 0 6 | 底面         |    |
| 2 7 1 0 | 可動電極       |    |
| 2 7 2 0 | 過剰可動電極材料   |    |
| 2 8 0 0 | 成形保持体背面板   |    |
| 2 8 0 1 | リセス        |    |
| 2 8 0 2 | エッジレール     |    |
| 2 8 0 3 | レールトレンチ    |    |
| 2 8 0 4 | 支柱         | 30 |
| 2 8 1 0 | 可動電極       |    |
| 2 8 1 1 | スルーホール     |    |
| 2 8 2 0 | 過剰可動電極材料   |    |
| 2 9 0 0 | 成形保持体背面板   |    |
| 2 9 0 1 | リセス        |    |
| 2 9 0 2 | エッジレール     |    |
| 2 9 0 3 | レールトレンチ    |    |
| 2 9 0 4 | 支柱         |    |
| 2 9 0 8 | 犠牲材料       |    |
| 2 9 0 9 | メサ         | 40 |
| 2 9 1 0 | 可動電極       |    |
| 2 9 2 0 | 過剰可動電極材料   |    |
| 3 0 0 0 | 成形保持体背面板   |    |
| 3 0 0 1 | リセス        |    |
| 3 0 0 2 | エッジレール     |    |
| 3 0 0 3 | レールトレンチ    |    |
| 3 0 0 4 | 支柱         |    |
| 3 0 0 7 | シード層       |    |
| 3 0 0 8 | 犠牲材料       |    |
| 3 0 1 0 | 可動電極       | 50 |

|           |             |    |
|-----------|-------------|----|
| 3 0 2 0   | 過剰可動電極材料    |    |
| 3 1 0 0   | 成形保持体背面板    |    |
| 3 1 0 1   | リセス         |    |
| 3 1 0 2   | エッジレール      |    |
| 3 1 0 3   | レールトレレンチ    |    |
| 3 1 0 4   | 支柱          |    |
| 3 1 0 7   | ブロッキングマスク   |    |
| 3 1 0 8   | 犠牲材料        |    |
| 3 1 1 0   | 可動電極        |    |
| 3 1 2 0   | 過剰可動電極材料    | 10 |
| 3 2 0 0   | 成形保持体背面板    |    |
| 3 2 0 1   | リセス         |    |
| 3 2 0 2   | メサ          |    |
| 3 2 0 7 a | 犠牲材料        |    |
| 3 2 0 7 b | 犠牲材料        |    |
| 3 2 0 7   | 除去層         |    |
| 3 2 1 0   | 可動電極        |    |
| 3 2 2 0   | 過剰機械層       |    |
| 3 2 5 0   | 縁部          |    |
| 3 2 5 1   | 周囲リッジ       | 20 |
| 3 2 5 2   | リセス         |    |
| 3 3 0 0   | 保持体背面板      |    |
| 3 3 1 0   | 犠牲材料        |    |
| 3 3 2 0   | 可動電極        |    |
| 3 3 5 0   | 支柱          |    |
| 3 4 0 0   | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 3 4 1 0   | 成形前面基板      |    |
| 3 4 1 1   | レール         |    |
| 3 4 1 2   | トラフ         |    |
| 3 4 1 4   | 光学スタック      | 30 |
| 3 4 2 0   | 過剰機械層支持体    |    |
| 3 4 5 0   | 成形保持体背面板    |    |
| 3 4 5 1   | リセス         |    |
| 3 4 5 2   | メサ          |    |
| 3 4 6 1 a | 可動電極        |    |
| 3 4 6 1 b | 過剰機械層       |    |
| 3 4 6 2   | 犠牲層         |    |
| 3 5 0 0   | 成形除去可能保持体   |    |
| 3 5 0 1   | リセス         |    |
| 3 5 0 2   | メサ          | 40 |
| 3 5 1 0   | 可動電極        |    |
| 3 5 2 0   | 過剰機械層       |    |
| 3 5 3 0   | 除去層         |    |
| 3 5 7 0   | 前面基板        |    |
| 3 6 0 0   | 保持体背面板      |    |
| 3 6 1 0   | 犠牲材料        |    |
| 3 6 2 0   | 可動電極        |    |
| 3 6 3 0   | フォトレジスト層    |    |
| 3 7 0 0   | 保持体背面板      |    |
| 3 7 1 0   | 犠牲材料        | 50 |

|         |             |    |
|---------|-------------|----|
| 3 7 2 0 | 可動電極        |    |
| 3 7 3 0 | フォトレジスト層    |    |
| 3 8 0 0 | 保持体背面板      |    |
| 3 8 1 0 | 犠牲材料        |    |
| 3 8 2 0 | 可動電極        |    |
| 3 8 5 0 | コネクタ        |    |
| 3 9 0 0 | 保持体背面板      |    |
| 3 9 1 1 | リセス         |    |
| 3 9 1 0 | 犠牲層         |    |
| 3 9 2 0 | リベット支持構造    | 10 |
| 3 9 3 0 | 可動電極        |    |
| 3 9 4 0 | リベット        |    |
| 3 9 5 0 | 前面基板        |    |
| 3 9 5 1 | レール         |    |
| 3 9 5 2 | トラフ         |    |
| 3 9 5 3 | 光学スタック      |    |
| 4 0 1 0 | 前面基板        |    |
| 4 0 2 0 | ドライバ        |    |
| 4 0 5 0 | 背面板         |    |
| 4 1 0 0 | 干渉変調器表示デバイス | 20 |
| 4 1 0 1 | 表示領域        |    |
| 4 1 1 0 | 前面基板        |    |
| 4 1 3 0 | 列ドライバ       |    |
| 4 1 3 1 | 列ルーティング構造   |    |
| 4 1 4 0 | 行ドライバ       |    |
| 4 1 4 1 | 行ルーティング構造   |    |
| 4 1 5 0 | 背面板         |    |
| 4 2 0 1 | 表示領域        |    |
| 4 2 0 2 | 周辺領域        |    |
| 4 2 1 0 | 前面基板        | 30 |
| 4 2 3 0 | 列ドライバ       |    |
| 4 2 3 1 | 列ルーティングトレース |    |
| 4 2 4 0 | 行ドライバ       |    |
| 4 2 4 1 | 行ルーティング構造   |    |
| 4 2 5 0 | 保持体背面板      |    |
| 4 3 0 1 | 表示領域        |    |
| 4 3 1 0 | 前面基板        |    |
| 4 3 2 0 | 接触パッド領域     |    |
| 4 3 5 0 | 保持体背面板      |    |
| 4 3 6 0 | 可動電極        | 40 |
| 4 3 7 0 | シール剤        |    |
| 4 4 0 1 | 表示領域        |    |
| 4 4 0 2 | 導電層         |    |
| 4 4 1 0 | 前面基板        |    |
| 4 4 2 0 | シャドウマスク     |    |
| 4 4 2 1 | シャドウマスクコネクタ |    |
| 4 4 3 0 | トレンチ        |    |
| 4 4 7 0 | シーリング領域     |    |
| 4 4 7 1 | シール剤        |    |
| 4 5 1 0 | 前面基板        | 50 |

|         |             |    |
|---------|-------------|----|
| 4 5 5 0 | 保持体         |    |
| 4 5 6 0 | 可動電極        |    |
| 4 5 7 0 | シール剤        |    |
| 4 5 8 0 | 背面板         |    |
| 4 6 0 0 | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 4 6 1 0 | 前面基板        |    |
| 4 6 1 2 | トラフ         |    |
| 4 6 1 3 | 支柱          |    |
| 4 6 3 0 | スペーサ        |    |
| 4 6 3 5 | スペーサ        | 10 |
| 4 6 5 0 | 背面板         |    |
| 4 6 6 0 | 可動電極        |    |
| 4 7 0 0 | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 4 7 1 3 | 支柱          |    |
| 4 7 3 1 | スペーサ        |    |
| 4 7 6 0 | 可動電極        |    |
| 4 7 6 1 | 開口          |    |
| 4 8 0 0 | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 4 8 1 0 | 前面基板        |    |
| 4 8 1 1 | レール         | 20 |
| 4 8 1 2 | トラフ         |    |
| 4 8 3 2 | 第 1 のスペーサ   |    |
| 4 8 3 3 | 第 2 のスペーサ   |    |
| 4 8 6 0 | 可動電極        |    |
| 4 8 6 1 | 開口          |    |
| 4 9 0 0 | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 4 9 1 0 | 前面基板        |    |
| 4 9 1 3 | 支持構造        |    |
| 4 9 3 0 | スペーサ        |    |
| 4 9 3 4 | 止め支柱        | 30 |
| 4 9 3 5 | スペーサ        |    |
| 4 9 5 0 | 背面板         |    |
| 4 9 6 0 | 可動電極        |    |
| 5 0 0 0 | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 5 0 0 1 | 表示領域        |    |
| 5 0 0 2 | 周辺領域        |    |
| 5 0 1 0 | 前面基板        |    |
| 5 0 1 3 | レール         |    |
| 5 0 1 4 | 光学スタック      |    |
| 5 0 2 0 | ランド         | 40 |
| 5 0 3 0 | 支柱          |    |
| 5 0 5 0 | 背面板         |    |
| 5 0 6 0 | 可動電極        |    |
| 5 0 7 0 | シール剤        |    |
| 5 1 0 0 | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 5 1 1 0 | 前面基板        |    |
| 5 1 1 4 | 静止電極        |    |
| 5 1 3 0 | 支柱          |    |
| 5 1 6 0 | 可動電極        |    |
| 5 1 7 0 | 背面板         | 50 |



|           |             |    |
|-----------|-------------|----|
| 5 1 7 1   | 支持体         |    |
| 5 2 0 0   | 干渉変調器表示デバイス |    |
| 5 2 1 0   | 前面基板        |    |
| 5 2 1 2   | キャビティ       |    |
| 5 2 1 2 a | ギャップ        |    |
| 5 2 1 3   | 支柱          |    |
| 5 2 1 4   | 光学スタック      |    |
| 5 2 2 0   | ブラックマスク     |    |
| 5 2 6 0   | 可動電極        |    |
| 5 3 0 0   | 干渉変調器表示デバイス | 10 |
| 5 3 1 0   | 前面基板        |    |
| 5 3 1 2   | キャビティ       |    |
| 5 3 1 3   | 支持構造        |    |
| 5 3 1 4   | 光学スタック      |    |
| 5 3 2 0 a | ブラックマスク材料   |    |
| 5 3 2 0 b | ブラックマスク     |    |
| 5 4 0 0   | 静的干渉ディスプレイ  |    |
| 5 4 1 0   | 前面基板        |    |
| 5 4 1 1   | レール         |    |
| 5 4 1 4   | 光学スタック      | 20 |
| 5 4 2 0   | 背面板         |    |
| 5 4 2 1   | 反射層         |    |
| 5 4 3 0   | キャビティ       |    |
| 5 5 0 0   | 静的干渉ディスプレイ  |    |
| 5 5 1 0   | 前面基板        |    |
| 5 5 2 0   | 背面板         |    |
| 5 5 1 1   | 面           |    |
| 5 5 1 4   | 光学スタック      |    |
| 5 5 2 1   | 反射層         |    |
| 5 5 2 3   | レール         | 30 |
| 5 5 3 0   | キャビティ       |    |
| 5 7 0 0   | 静的干渉ディスプレイ  |    |
| 5 7 1 0   | 前面基板        |    |
| 5 7 1 1   | レール         |    |
| 5 7 1 4   | 光学スタック      |    |
| 5 7 2 0   | 背面板         |    |
| 5 7 2 1   | 反射層         |    |
| 5 7 6 0   | フィラ         |    |
| 5 8 0 0   | 静的干渉ディスプレイ  |    |
| 5 8 1 0   | 前面基板        | 40 |
| 5 8 1 4   | 光学スタック      |    |
| 5 8 2 0   | 背面板         |    |
| 5 8 6 0   | フィラ         |    |
| 6 0 0 0   | 静的干渉ディスプレイ  |    |
| 6 0 1 0   | 前面基板        |    |
| 6 0 1 4   | 光学スタック      |    |
| 6 0 2 0   | 背面板         |    |
| 6 0 2 1   | 反射層         |    |
| 6 0 6 0   | フィラ         |    |
| 6 1 0 0   | 静的干渉ディスプレイ  | 50 |

6 1 1 0 前面基板  
 6 1 1 4 光学スタック  
 6 1 2 0 背面板  
 6 1 2 1 反射層  
 6 1 6 0 フィラ

【図 1】

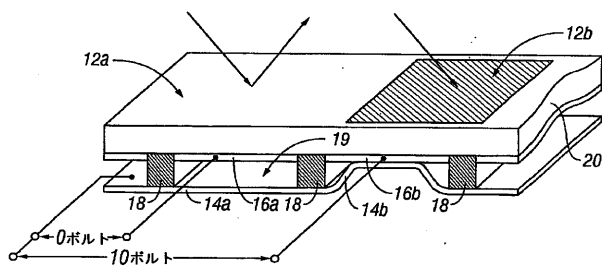


FIG. 1

【図 2】

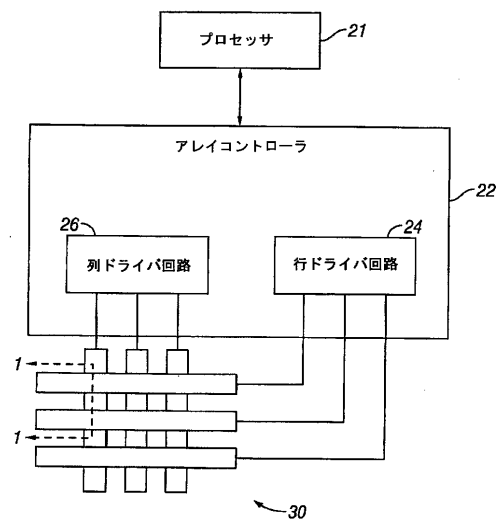


FIG. 2

【図 3】

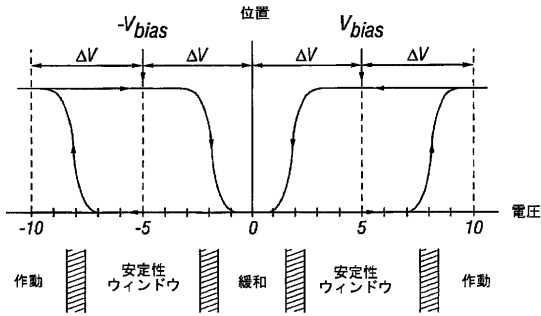


FIG. 3

【図 4】

| 行出力<br>信号   | 列出力<br>信号   |             |
|-------------|-------------|-------------|
|             | $+V_{bias}$ | $-V_{bias}$ |
| 0           | 安定          | 安定          |
| $+\Delta V$ | 緩和          | 作動          |
| $-\Delta V$ | 作動          | 緩和          |

FIG. 4

【図 5 A】

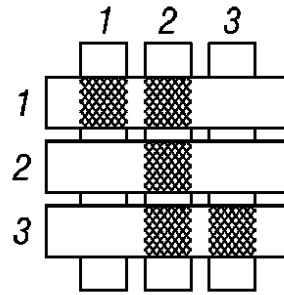


FIG. 5A

【図 5 B】

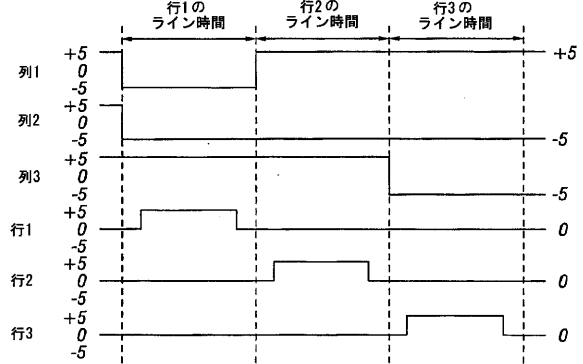


FIG. 5B

【図 6 A】

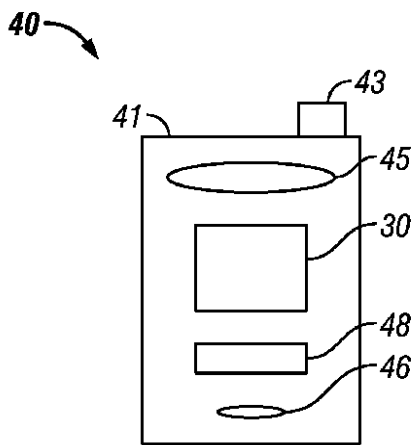


FIG. 6A

【図 6 B】

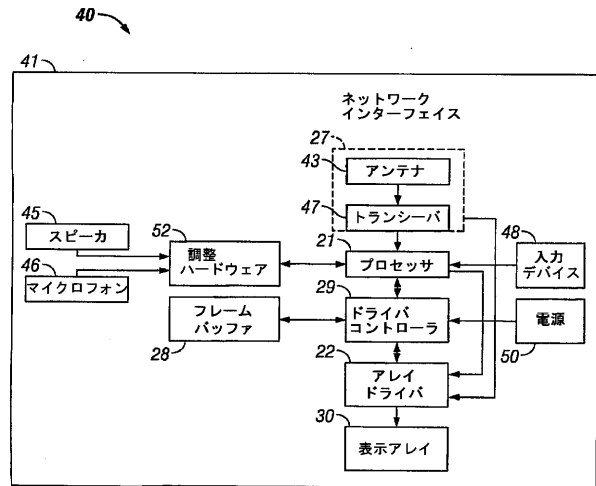


FIG. 6B

【図 7 A】

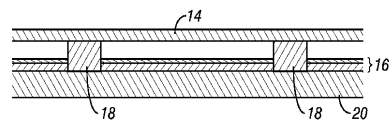


FIG. 7A

【図 7 B】

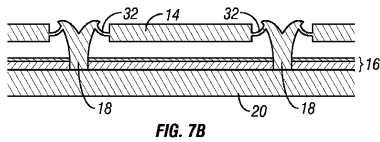


FIG. 7B

【図 7 C】

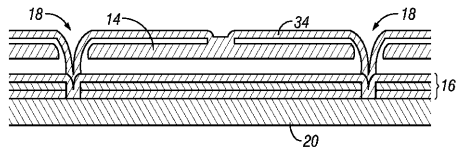


FIG. 7C

【図 7 D】

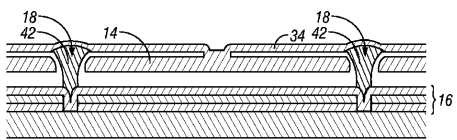


FIG. 7D

【図 7 E】

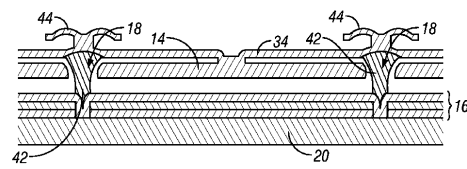


FIG. 7E

【図 8】

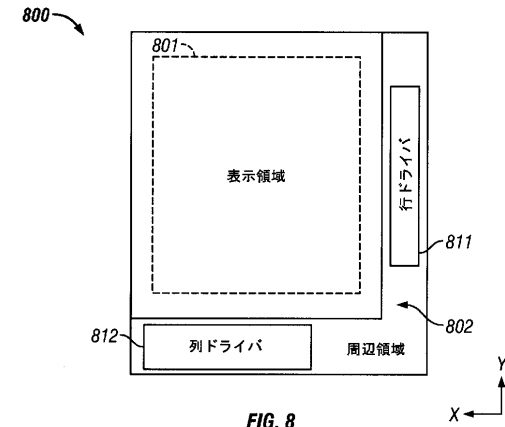


FIG. 8

【図 9】

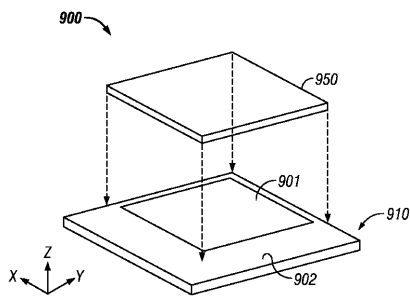


FIG. 9

【図 10】

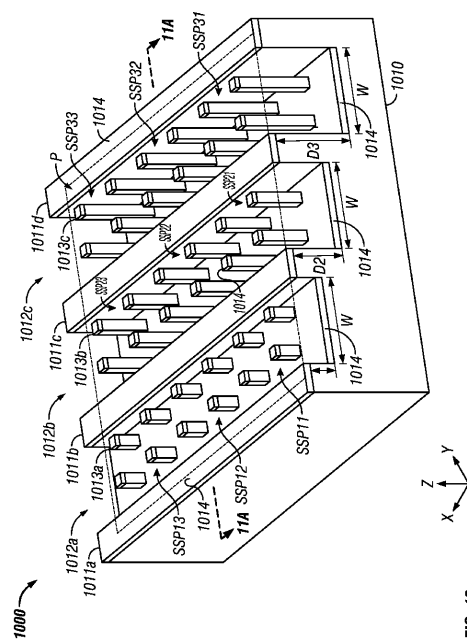


FIG. 10

【図 1 1 A】

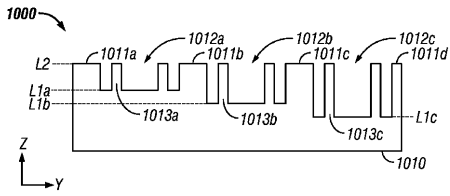


FIG. 11A

【図 1 1 B】

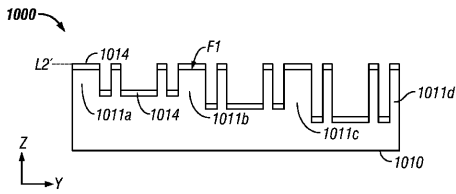


FIG. 11B

【図 1 2 A】

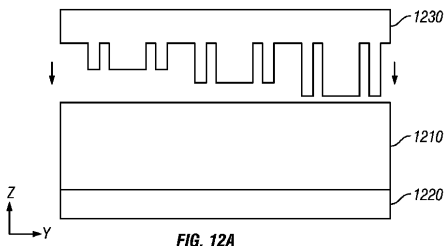


FIG. 12A

【図 1 2 B】

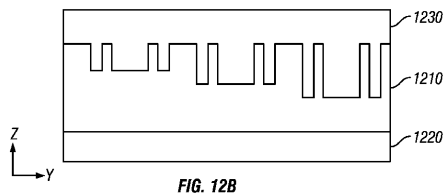


FIG. 12B

【図 1 2 C】

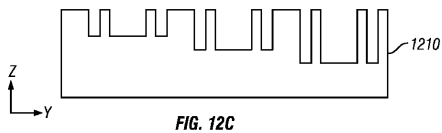


FIG. 12C

【図 1 2 D】

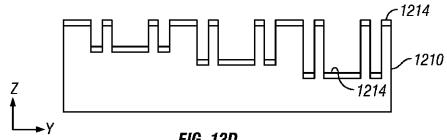


FIG. 12D

【図 1 3】

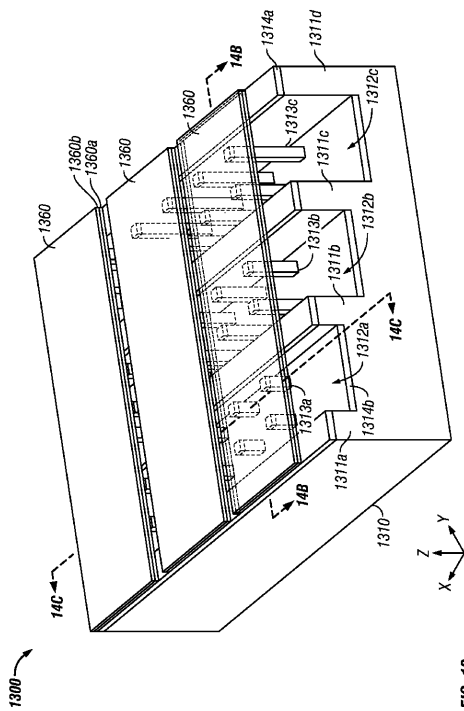


FIG. 13

【図 1 4 A】

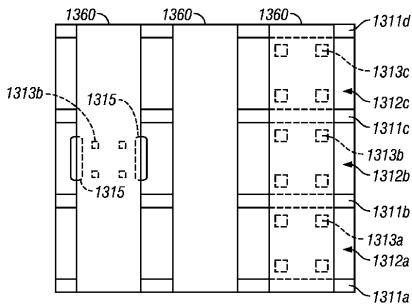


FIG. 14A

【図 1 4 B】

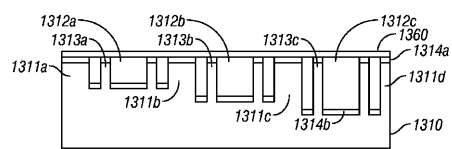


FIG. 1 is a schematic cross-sectional view of a semiconductor device 1300. The device includes a substrate 1301. A top layer 1360 is formed on the substrate 1301. A bottom layer 1360 is formed on the substrate 1301. A central region 1312 is defined by the top layer 1360 and the bottom layer 1360. On the right side of the central region 1312, there is a stack of layers including 1310, 1316R, and 1303a. On the left side of the central region 1312, there is a stack of layers including 1316c and 1303b. A coordinate system with X and Y axes is shown at the bottom right.

[illegible]

**FIG. 16C**

FIG. 10 is a cross-sectional view of a device 1300. The device 1300 includes a substrate 1310. A layer 1312 is formed on the substrate 1310. A region 1316R is formed in the layer 1312. A distance D1 is indicated between the substrate 1310 and the layer 1312, and a distance D2 is indicated between the substrate 1310 and the region 1316R.

**FIG. 16B**

【図 16 F】

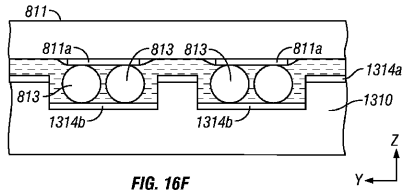


FIG. 16F

【図 17 A】

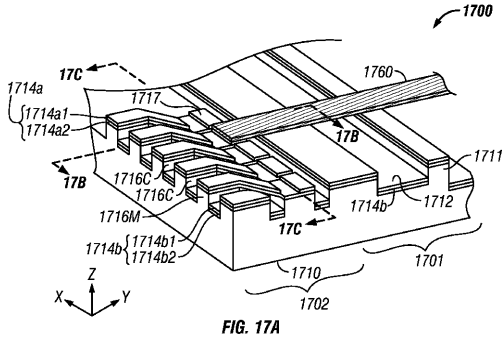


FIG. 17A

【図 17 B】

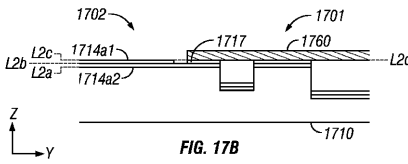


FIG. 17B

【図 18 C】

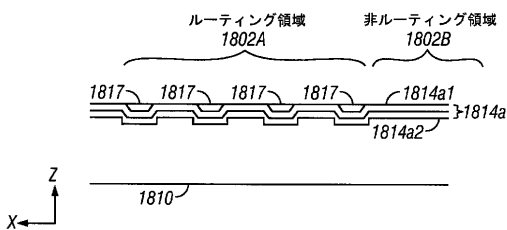


FIG. 18C

【図 19】

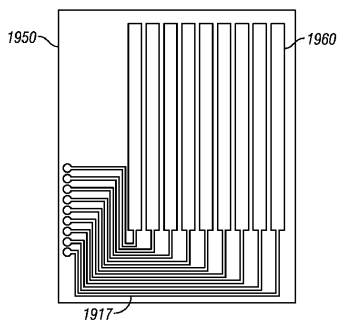


FIG. 19

【図 17 C】

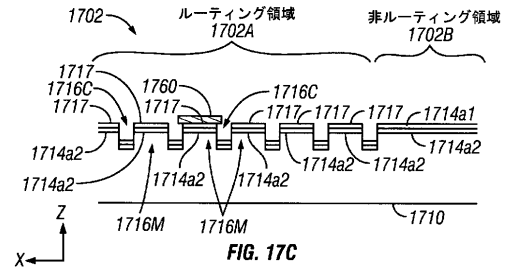


FIG. 17C

【図 18 A】

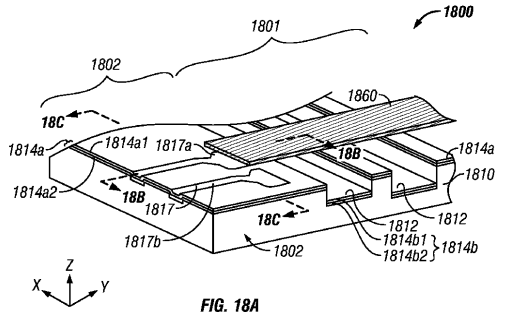


FIG. 18A

【図 18 B】

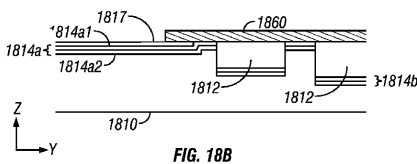


FIG. 18B

【図 20】

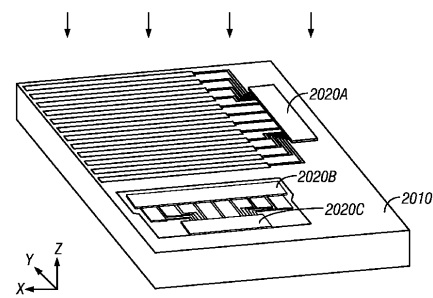


FIG. 20

【図 21】

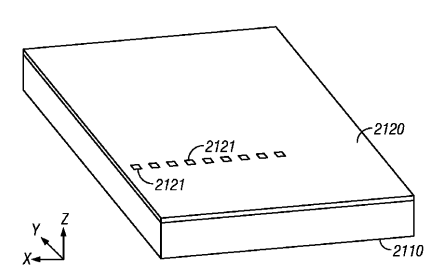


FIG. 21

【図 22 A】

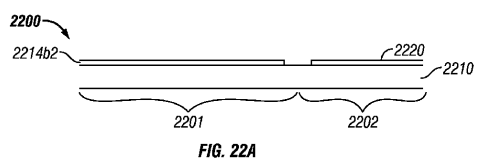
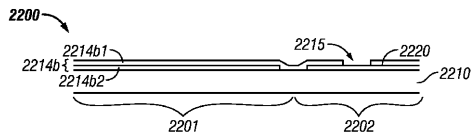


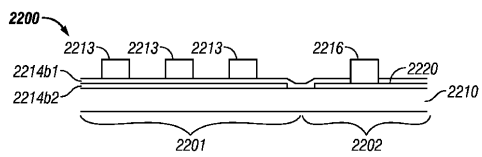
FIG. 22A

【 図 2 2 B 】



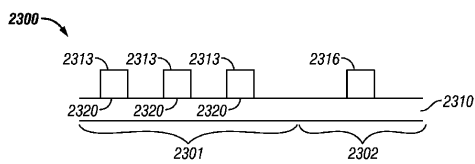
**FIG. 22B**

【 図 2 2 C 】



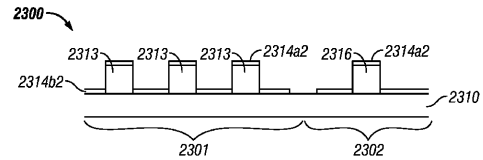
**FIG. 22C**

【 図 2 3 A 】



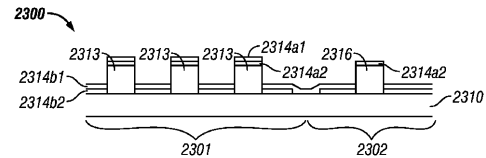
**FIG. 23A**

【 図 2 3 B 】



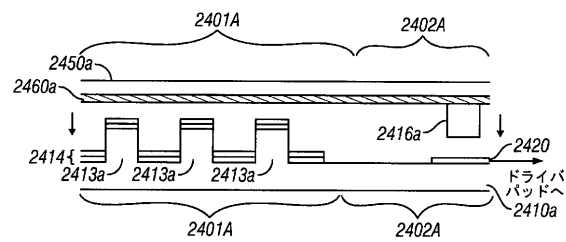
**FIG. 23B**

【 図 2 3 C 】



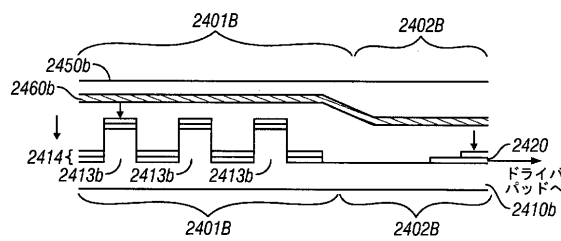
**FIG. 23C**

【 図 2 4 A 】



**FIG. 24A**

【 図 2 4 B 】



**FIG. 24B**

【 図 2 5 】

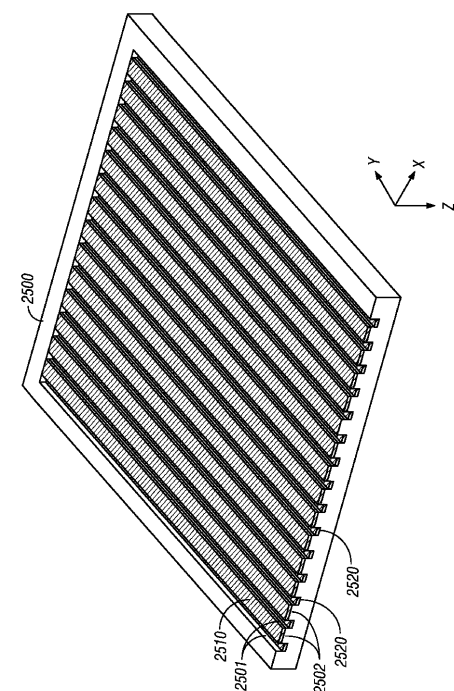


FIG. 25

【 図 2 6 A 】

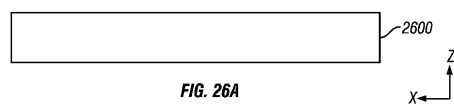
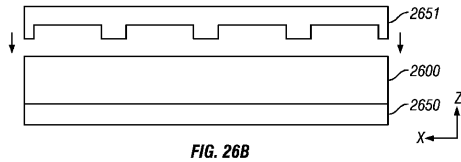


FIG. 26A

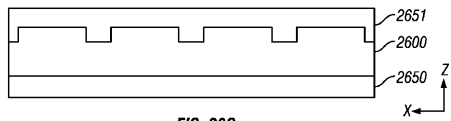


【 図 2 6 B 】



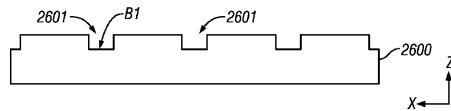
**FIG. 26B**

【 図 2 6 C 】



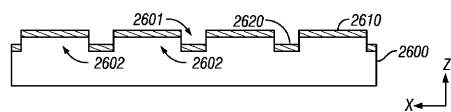
**FIG. 26C**

【 図 2 6 D 】



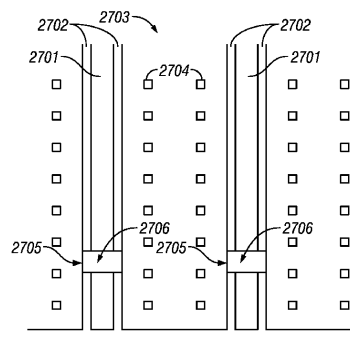
**FIG. 26D**

【 図 2 6 E 】



**FIG. 26E**

【 図 2 7 D 】



**FIG. 27D**

【圖 28】

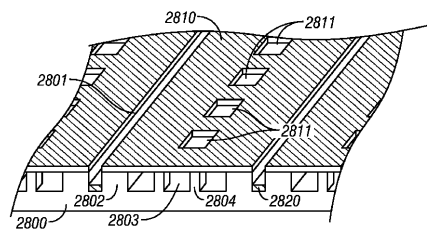
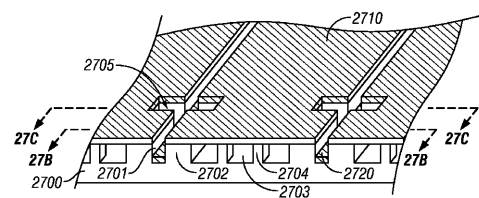


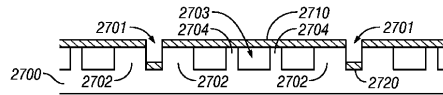
FIG. 28

【 図 2 7 A 】



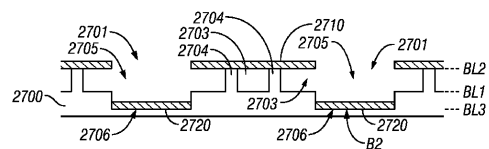
**FIG. 27A**

【 図 2 7 B 】



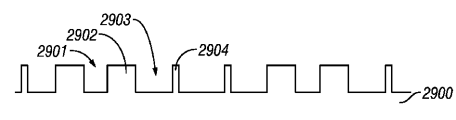
**FIG. 27B**

【 図 2 7 C 】



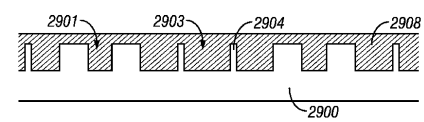
**FIG. 27C**

【 図 2 9 A 】



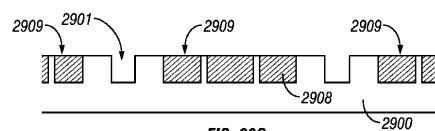
**FIG. 29A**

【 図 2 9 B 】



**FIG. 29B**

【 図 2 9 C 】



**FIG. 29C**

【 図 2 9 D 】

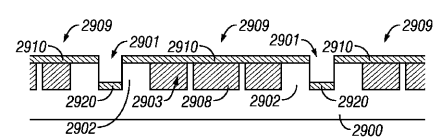


FIG. 29D

【図 30 A】

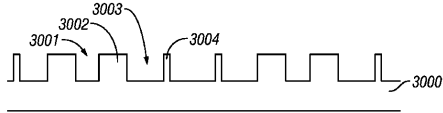


FIG. 30A

【図 30 B】

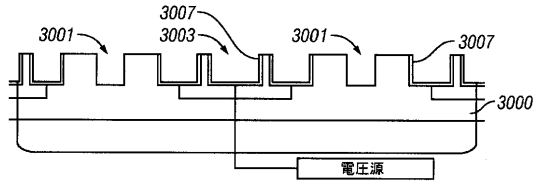


FIG. 30B

【図 30 C】

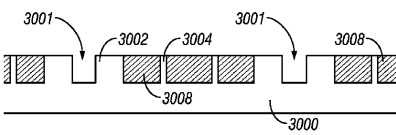


FIG. 30C

【図 30 D】

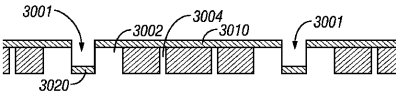


FIG. 30D

【図 32 A】

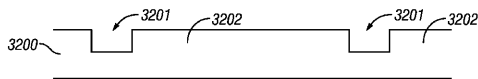


FIG. 32A

【図 32 B】

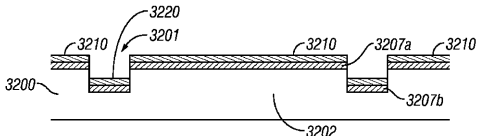


FIG. 32B

【図 32 C】

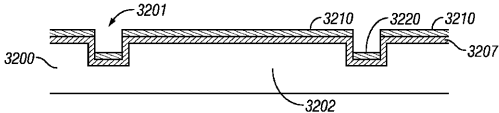


FIG. 32C

【図 31 A】

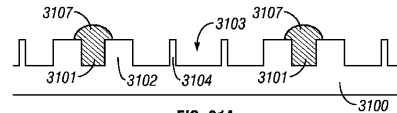


FIG. 31A

【図 31 B】

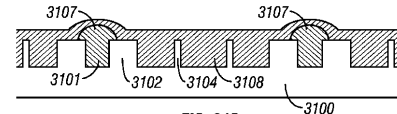


FIG. 31B

【図 31 C】

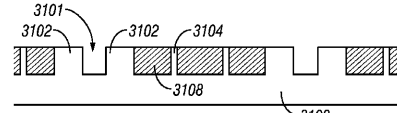


FIG. 31C

【図 31 D】

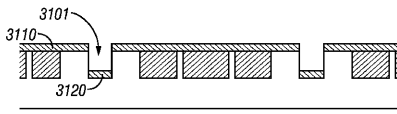


FIG. 31D

【図 32 D】

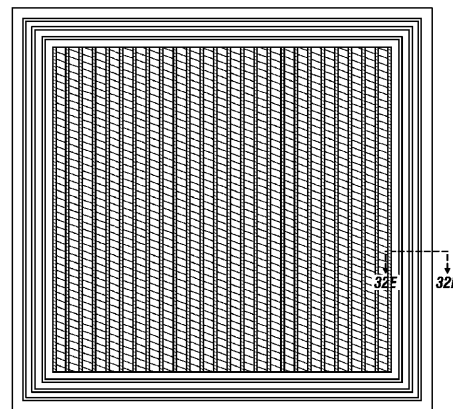


FIG. 32D

【図 32 E】

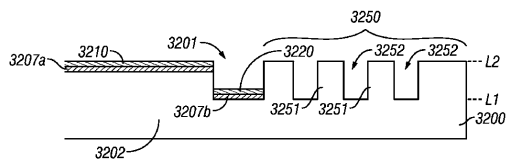
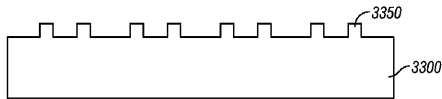


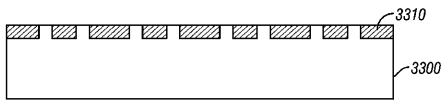
FIG. 32E

【 図 3 3 A 】



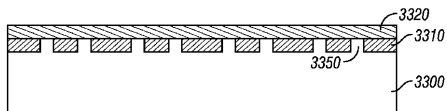
**FIG. 33A**

【 図 3 3 B 】



**FIG. 33B**

【 図 3 3 C 】



**FIG. 33C**

【 図 3 3 D 】

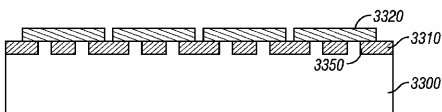
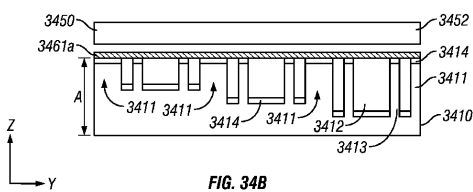


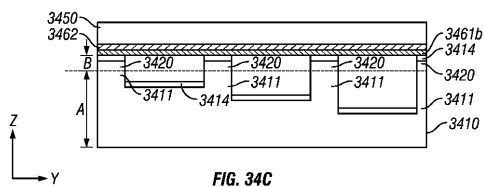
FIG. 33D

【 図 3 4 B 】



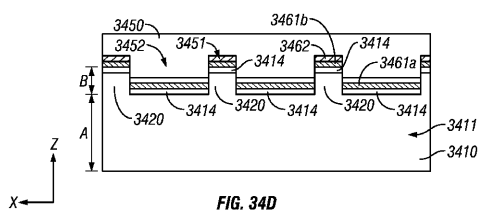
**FIG. 34B**

【 ㊦ 3 4 C 】



**FIG. 34C**

【 図 3 4 D 】



**FIG. 34D**

【 図 3 4 A 】

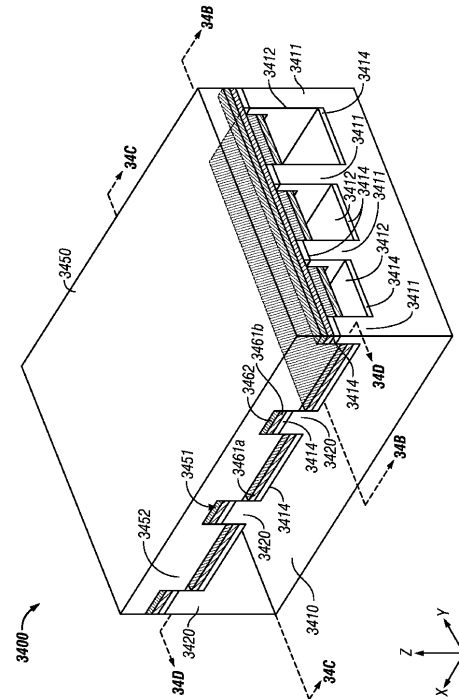
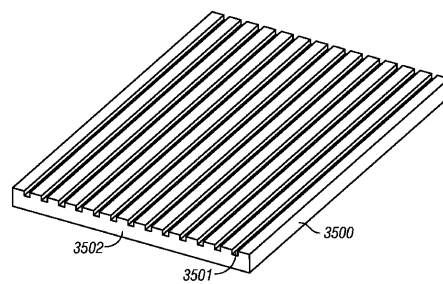


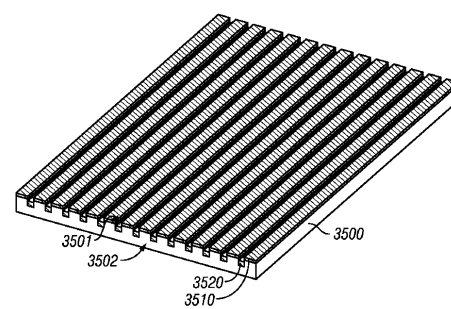
FIG. 34A

【 図 3 5 A 】



**FIG. 35A**

【 ㊦ 3 5 B 】



**FIG. 35B**

【図 35 C】

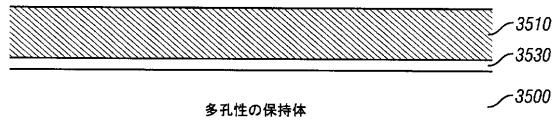


FIG. 35C

【図 35 D】

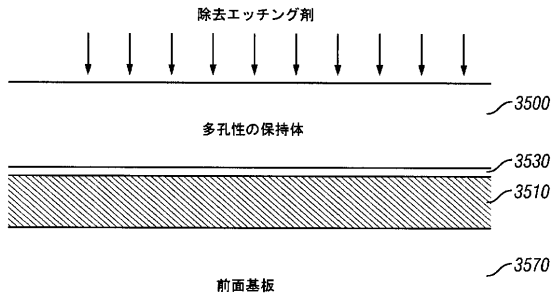


FIG. 35D

【図 36 A】

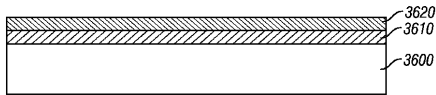


FIG. 36A

【図 37 A】

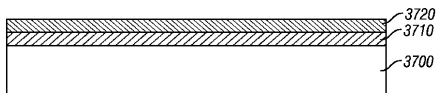


FIG. 37A

【図 37 B】

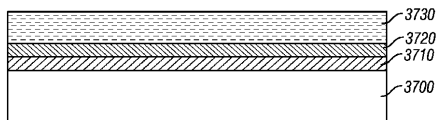


FIG. 37B

【図 37 C】

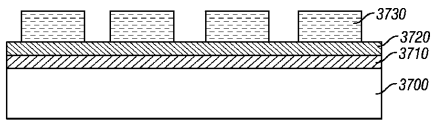


FIG. 37C

【図 37 D】

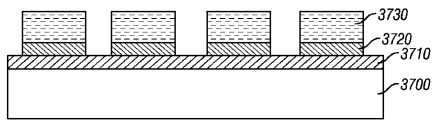


FIG. 37D

【図 36 B】

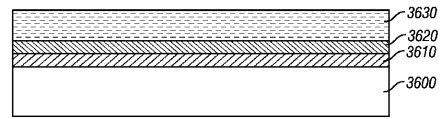


FIG. 36B

【図 36 C】

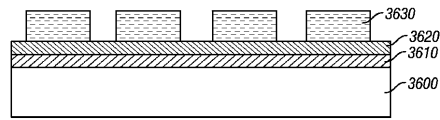


FIG. 36C

【図 36 D】

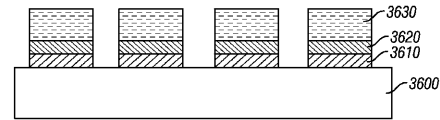


FIG. 36D

【図 36 E】

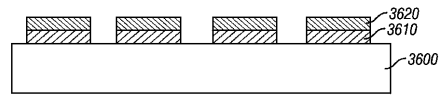


FIG. 36E

【図 37 E】

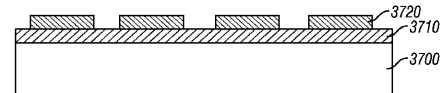


FIG. 37E

【図 38 A】

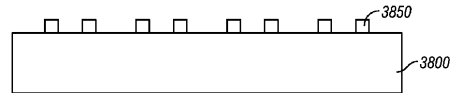


FIG. 38A

【図 38 B】

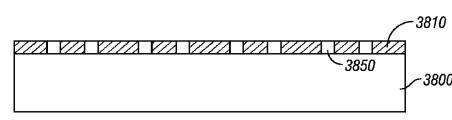


FIG. 38B

【図 38 C】

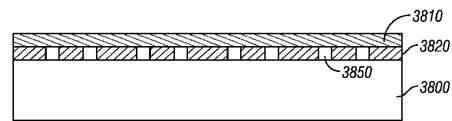


FIG. 38C

【図 38D】

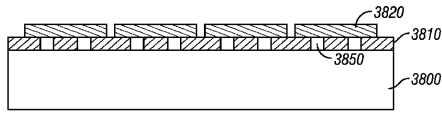


FIG. 38D

【図 39A】

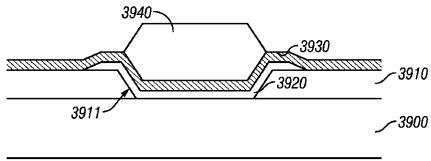


FIG. 39A

【図 39B】

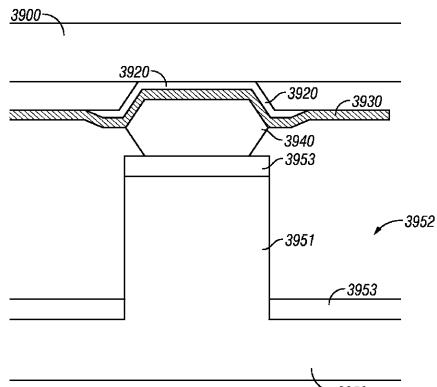


FIG. 39B

【図 41B】

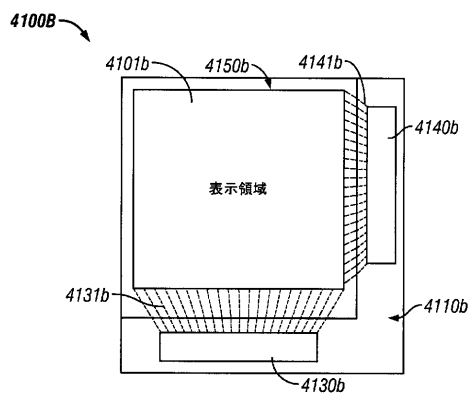


FIG. 41B

【図 40】

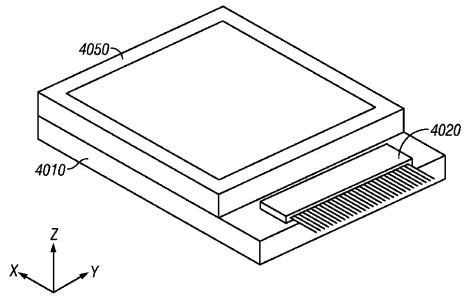


FIG. 40

【図 41A】

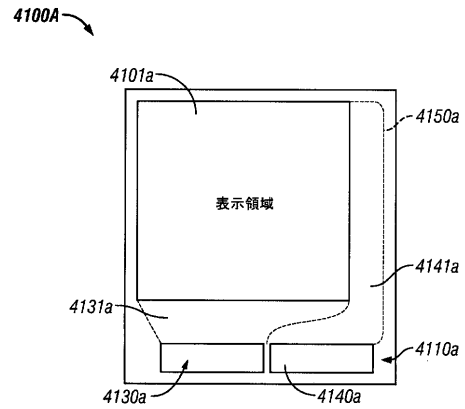


FIG. 41A

【図 41C】

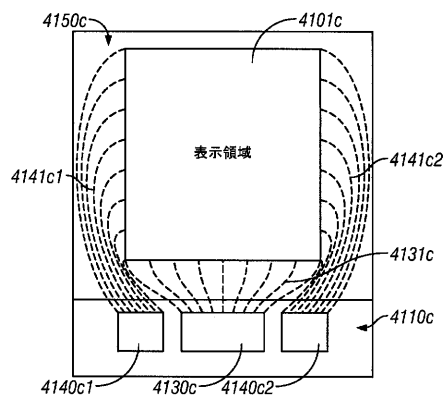


FIG. 41C

【図 42A】

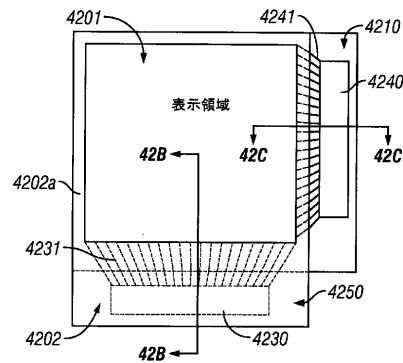


FIG. 42A

【図 4 2 B】

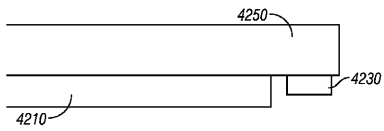


FIG. 42B

【図 4 2 C】

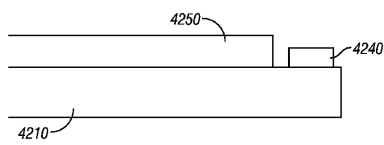


FIG. 42C

【図 4 3 A】

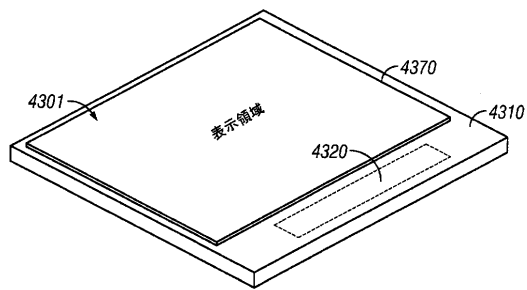


FIG. 43A

【図 4 3 B】

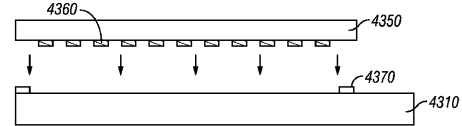


FIG. 43B

【図 4 3 C】

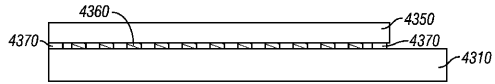


FIG. 43C

【図 4 4 A】

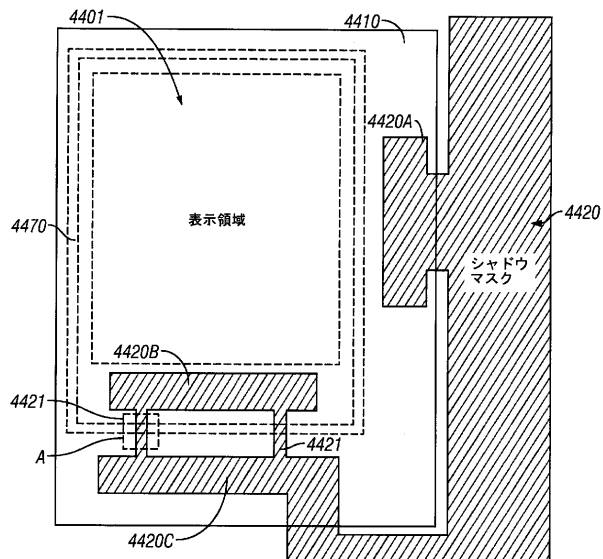


FIG. 44A

【図 4 4 B】

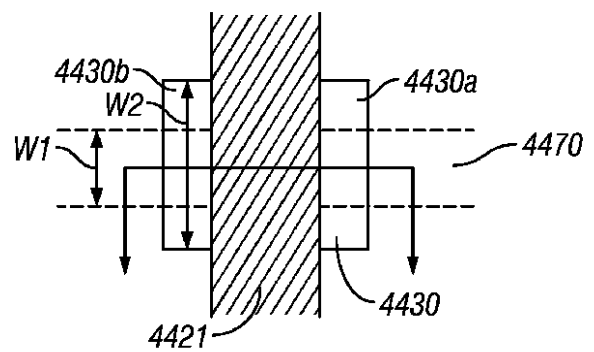


FIG. 44B

【図 4 4 C】

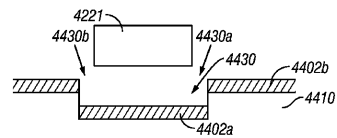


FIG. 44C

【図 4 4 D】

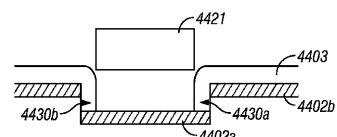


FIG. 44D

【図 4 4 E】

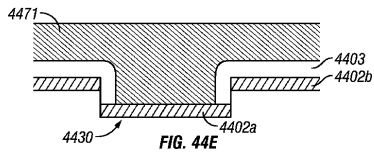


FIG. 44E

【図 4 5 A】

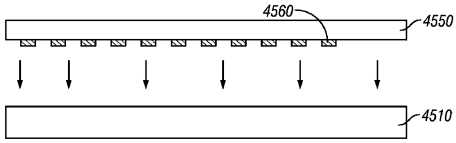


FIG. 45A

【図 4 5 B】

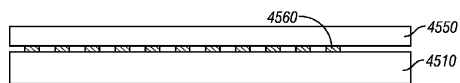


FIG. 45B

【図 4 5 C】

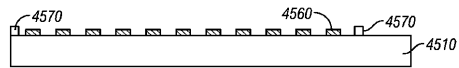


FIG. 45C

【図 4 6 B】

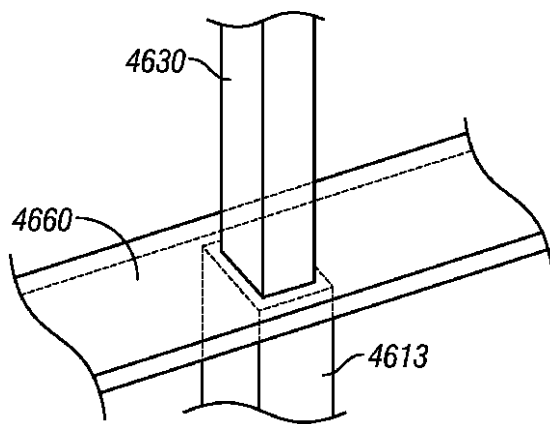


FIG. 46B

【図 4 5 D】

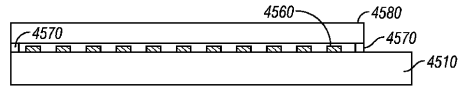


FIG. 45D

【図 4 6 A】

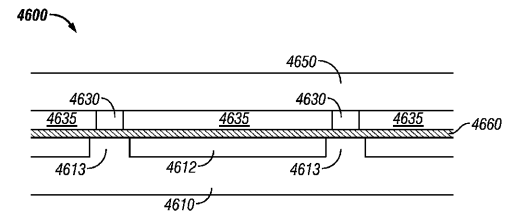


FIG. 46A

【図 4 7】

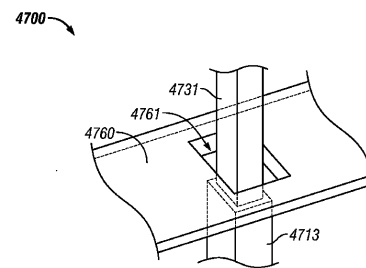


FIG. 47

【図 4 8】

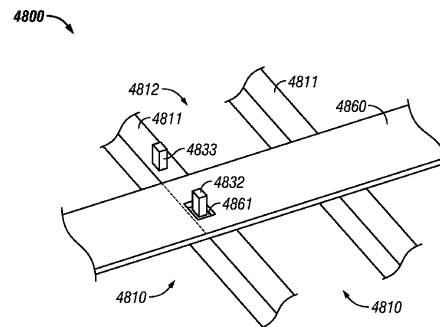


FIG. 48

【図 49 A】

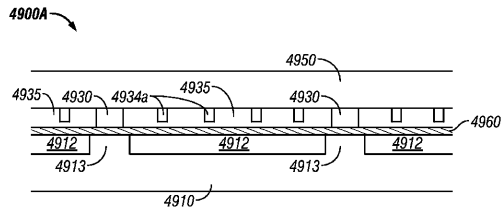


FIG. 49A

【図 49 B】

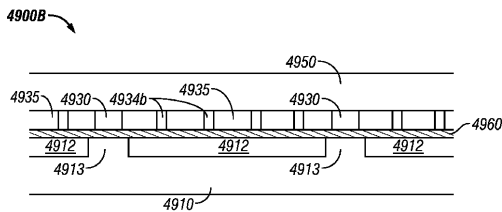


FIG. 49B

【図 49 C】

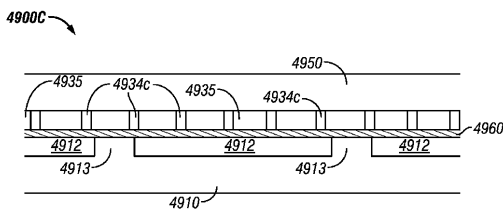


FIG. 49C

【図 52 A】

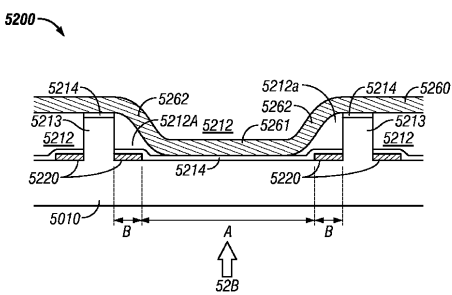


FIG. 52A

【図 52 B】

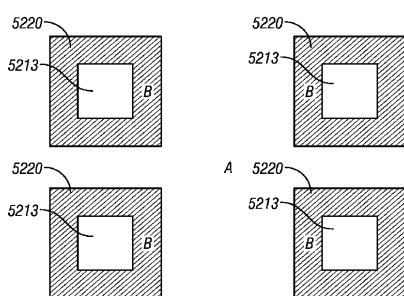


FIG. 52B

【図 50】

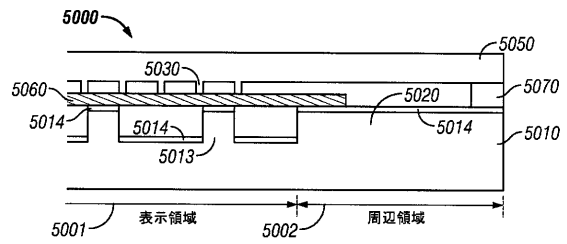


FIG. 50

【図 51】

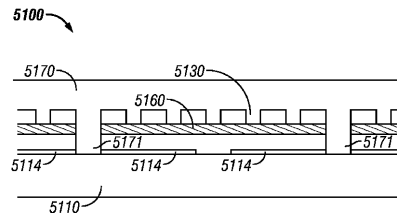


FIG. 51

【図 53 A】

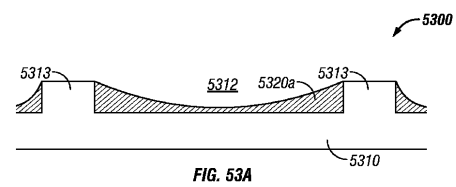


FIG. 53A

【図 53 B】

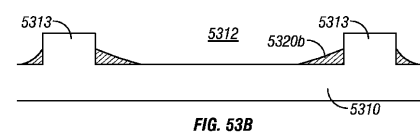


FIG. 53B

【図 53 C】

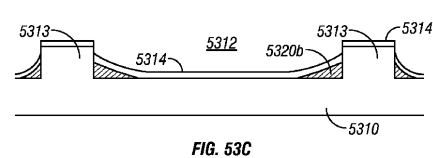


FIG. 53C

【図 53 D】

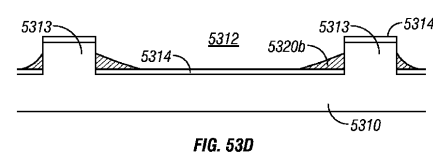


FIG. 53D



【図 5 4】

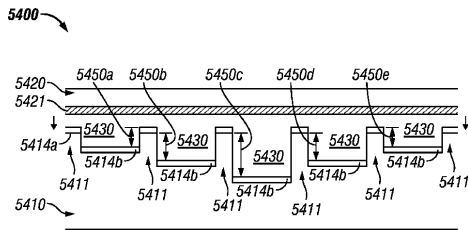


FIG. 54

【図 5 5】

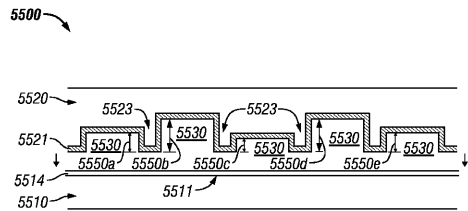


FIG. 55

【図 5 8】

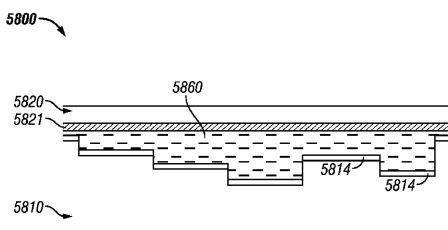


FIG. 58

【図 5 9】

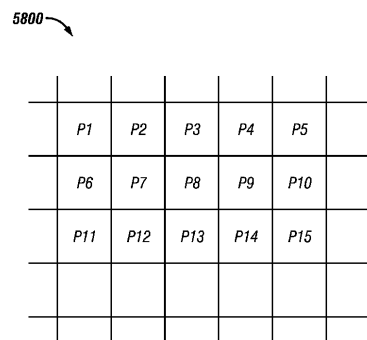


FIG. 59

【図 5 6】

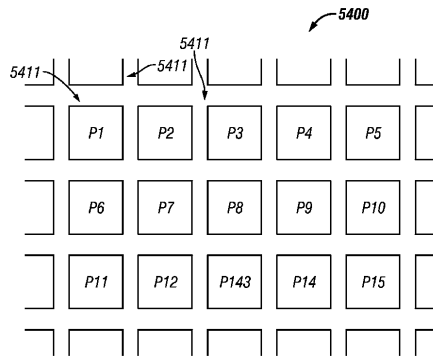


FIG. 56

【図 5 7】

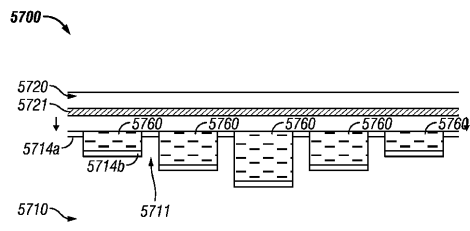


FIG. 57

【図 6 0】

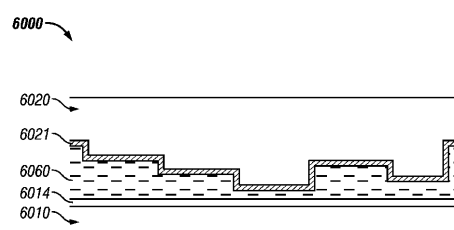


FIG. 60

【図 6 1】

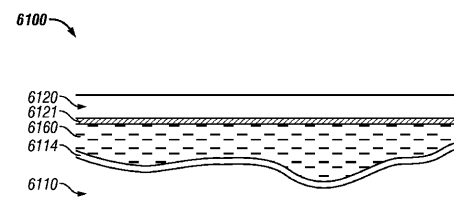


FIG. 61

## 【手続補正書】

【提出日】平成21年7月17日(2009.7.17)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

M E M S デバイスを作成する方法であって、

透明な基板と、前記透明な基板上に重ねて形成された少なくとも部分的に透明な電極とを含む、透明な電極アセンブリを提供するステップと、

保持体上に重ねて形成されたミラー電極を有する保持体を提供するステップと、

前記ミラー電極が前記少なくとも部分的に透明な電極に面して、それらの間にキャビティを形成するように、前記ミラー電極を有する前記保持体を提供した後で、前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップとを含む方法。

【請求項 2】

前記 M E M S デバイスが、干渉変調器であり、前記キャビティが、光を干渉的に変調するように構成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記少なくとも部分的に透明な電極および前記ミラー電極が、可変サイズのキャビティを定めるために相対運動を可能とするように構成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ミラー電極が、前記キャビティの中に向かって偏向可能である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

干渉デバイスアレイを作成する方法であって、

前面基板上にキャビティを定める支持体を含む、前面基板を提供するステップであって、前記前面基板が、前記キャビティ内に形成された前面電極をさらに含む、ステップと、

保持体上に重ねて形成された可動電極を有する保持体を提供するステップと、

前記可動電極が前記前面電極の少なくとも一部に面して、1 つまたは複数の干渉デバイスを形成するように、前記可動電極を有する前記保持体を提供した後で、前記前面基板を前記保持体に結合するステップとを含む方法。

【請求項 6】

前記前面電極および可動電極が、干渉キャビティを形成するために、離して配置される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記前面基板が、実質的に透明な材料から形成される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

前記前面電極が、少なくとも部分的に透明な材料から形成される少なくとも 1 つの層を含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 9】

前記前面電極の各々が、干渉デバイスのための静止電極として機能する、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 10】

前記支持体が、前記可動電極を前記前面電極から分離するように、前記前面基板が、前記保持体に結合される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 11】

前面基板の面上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板と、  
前記前面基板に対向する第２の基板と、  
前記支持体上に支持される複数の可動電極であって、前記可動電極の各々が、  
前記支持体上にのった前記可動電極の第１の部分であって、前記第１の部分が、第１  
の厚さを有し、前記可動電極の前記第１の部分が、前記第２の基板と前記前面基板の前記  
支持体との間に置かれ、それらの両方に接触する、第１の部分と、  
前記第１の部分に隣接し、前記第１の部分の間に延びる前記可動電極の第２の部分で  
あって、前記支持体上にのっておらず、第２の厚さを有する第２の部分と  
を含む複数の可動電極と  
を含む微小電子機械システム（ＭＥＭＳ）デバイス。

【請求項１２】

前記支持体が、前記前面基板と同じ材料から、前記前面基板と一体形成される、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１３】

前記支持体が、前記前面基板の材料とは異なる材料から形成される、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１４】

前記ＭＥＭＳデバイスが、干渉変調器を含み、前記前面基板が、実質的に透明な材料から形成される、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１５】

前記キャビティ内に形成された第１の複数の光学スタックと、前記支持体と前記可動電極の前記第１の部分の間に置かれた第２の複数の光学スタックとをさらに含む、請求項１４に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１６】

前記第１の複数の光学スタックが、前記第２の複数の光学スタックの厚さと実質的に同じ厚さを有する、請求項１５に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１７】

前記前面基板上に重ねて形成された複数の実質的に透明な電極をさらに含み、前記透明な電極と前記可動電極が、表示領域内にピクセルのアレイを定め、前記可動電極が、互いに平行に延びる導電ストリップを含み、前記導電ストリップの各々が、前記表示領域をまたぐ長さを有して、前記アレイの列内に多数のピクセルを定める、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１８】

前記複数の支持体が、前記可動電極と実質的に直交する横向きの方に延びるレールを含む、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項１９】

前記第２の基板が、複数のレールを含み、前記第２の基板の前記レールの各々が、前記前面基板の前記キャビティに面する面を有し、前記第２の基板の前記レールが、互いに実質的に平行に延び、前記複数の可動電極の各々が、前記前面基板と前記第２の基板の前記レールの１つとの間に置かれる、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項２０】

前記可動電極の各々の前記第１の部分が、前記前面基板の前記支持体に接合される、請求項１１に記載のＭＥＭＳデバイス。

【請求項２１】

前面基板上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板であって、前記キャビティの各々が、底面を有する、前面基板と、

前記前面基板と実質的に対向し、前記前面基板上に重なる背面板であって、前記前面基板の前記キャビティに面する、前記前面基板から最も隔たった面を有する背面板と、

前記支持体と前記背面板の前記面の間に置かれる複数の機械的ストリップであって、前記機械的ストリップの各々が、多数のＭＥＭＳデバイスのための移動電極として機能する

、複数の機械的ストリップとを含み、

前記キャピティの1つの前記底面と前記背面板の前記最も隔たった面の間の距離が、約6,500 から約20  $\mu\text{m}$ の間である、

微小電子機械システム(MEMS)デバイスのアレイ。

【請求項22】

前記背面板が、実質的に平面である、請求項21に記載のアレイ。

【請求項23】

前記背面板が、前記背面板に形成されたりセスを含み、前記リセスが、前記前面基板の前記キャピティに面するリセス面を含み、前記最も隔たった面が、前記リセス面の1つであり、前記背面板が、前記背面板から前記前面基板に向かって延びる複数の背面支持体をさらに含み、前記背面支持体が、その間に前記リセスを定める、請求項21に記載のアレイ。

【請求項24】

前記複数の背面支持体が、互いに実質的に平行に延びるレールを含み、前記レールが、複数のリセスを定め、前記デバイスが、前記複数のリセス内に過剰機械材料をさらに含む、請求項23に記載のアレイ。

【請求項25】

前記MEMSデバイスが、干渉変調器を含む、請求項21に記載のアレイ。

【請求項26】

前面基板から延びる第1の支持体を含む前面基板と、

前記第1の支持体が前記前面基板と背面板の面の間に置かれるように、前記前面基板と実質的に対向する面を有する背面板と、

前記前面基板と背面板の間に置かれた移動電極であって、前記第1の支持体上に支持された部分を含む移動電極と、

前記前面基板の前記第1の支持体および前記背面板の前記面の一方から延びる第2の支持体であって、前記前面基板の前記第1の支持体と前記背面板の前記面の間に配置される第2の支持体と

を含む微小電子機械システム(MEMS)デバイス。

【請求項27】

前記第1の支持体が、支柱およびレールの少なくとも一方を含む、請求項26に記載のデバイス。

【請求項28】

前記第2の支持体が、支柱を含む、請求項26に記載のデバイス。

【請求項29】

前記移動電極の前記部分が、前記第1の支持体と前記第2の支持体の間に置かれる、請求項26に記載のデバイス。

【請求項30】

前記移動電極の前記部分が、開口を含み、前記第2の支持体が、前記移動電極の前記部分の前記開口を通して延びる、請求項26に記載のデバイス。

【請求項31】

前記第2の支持体が、前記移動電極の前記部分から横方向に離れて配置される、請求項26に記載のデバイス。

【請求項32】

前記MEMSデバイスが、干渉変調器を含む、請求項26に記載のデバイス。

【請求項33】

第1の面を有する前面基板であって、前記第1の面上に重ねて形成された光学スタックを含む前面基板と、

前記前面基板と対向し、前記第1の面に面する第2の面を有する背面板であって、支柱の高さが前記第1の面と前記第2の面の間の距離を定めるような、前記第2の面から前記第1の面に向かって延びる支柱を含む背面板と、

互いに実質的に平行に延びる複数の可動電極ストリップであって、前記第 1 の面と前記第 2 の面の間に置かれる可動電極ストリップとを含む微小電子機械システム (MEMS) デバイス。

【請求項 34】

前記前面基板の前記第 1 の面が、前記可動電極ストリップがその内に配置されるアレイ領域を含み、前記前面基板が、前記第 1 の面の前記アレイ領域上に支柱を含まない、請求項 33に記載のデバイス。

【請求項 35】

前面基板と、

前記前面基板に対向し、前記前面基板に面する面を有する背面板と、

互いに実質的に平行に延びる複数の可動電極ストリップであって、前記ストリップが、前記前面基板と前記背面板の間に置かれ、前記ストリップの一部が、前記前面基板の方向に動くことができる、複数の可動電極ストリップと、

前記背面板の前記面から延びる複数の支柱であって、前記面の方向への前記ストリップの前記一部の運動を制限するように並べられる支柱とを含む微小電子機械システム (MEMS) デバイス。

【請求項 36】

前記複数の可動電極ストリップが、前記複数の支柱から吊り下げられる、請求項 35に記載のデバイス。

【請求項 37】

微小電子機械システム (MEMS) デバイスを作成する方法であって、

前面基板から延びる第 1 の支持体を含む前面基板を提供するステップと、

面を有する背面板を提供するステップと、

前記第 1 の支持体が前記前面基板と前記背面板の前記面の間に置かれるように、前記前面基板を前記背面板に結合するステップと、

前記第 2 の支持体が前記前面基板の前記第 1 の支持体および前記背面板の前記面の一方から延びるように、前記前面基板の前記第 1 の支持体と前記背面板の前記面の間に第 2 の支持体を形成するステップと

を含む方法。

【請求項 38】

前記第 1 の支持体が、支柱およびレールの少なくとも一方を含む、請求項 37に記載の方法。

【請求項 39】

前記第 2 の支持体が、支柱を含む、請求項 37に記載の方法。

【請求項 40】

移動電極の部分が、前記第 1 の支持体上に支持されるように、前記前面基板と前記背面板の間に移動電極を提供するステップをさらに含む、請求項 37に記載の方法。

【請求項 41】

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記移動電極の前記部分が、前記第 1 の支持体と前記第 2 の支持体の間に置かれるように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 40に記載の方法。

【請求項 42】

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記第 2 の支持体が前記移動電極の前記部分を貫通するように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 40に記載の方法。

【請求項 43】

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記第 2 の支持体が前記移動電極の前記部分から横方向に離れて配置されるように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 40に記載の方法。

【請求項 44】

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記前面基板を前記背面板に結合する前に、前記前面基板の前記第 1 の支持体上に前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 3 7に記載の方法。

【請求項 4 5】

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記前面基板を前記背面板に結合する前に、前記第 2 の支持体が前記第 1 の支持体と同じ材料から、前記第 1 の支持体と一体形成されるように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 3 7に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記前面基板を前記背面板に結合する前に、前記背面板の前記面上に前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 3 7に記載の方法。

【請求項 4 7】

前記第 2 の支持体を形成するステップが、前記前面基板を前記背面板に結合する前に、前記第 2 の支持体が前記背面板と同じ材料から、前記背面板と一体形成されるように、前記第 2 の支持体を形成するステップを含む、請求項 3 7に記載の方法。

【請求項 4 8】

第 1 の面を有し、前記第 1 の面上にアレイ領域と周辺領域とを含む前面基板と、  
前記第 1 の面に面する第 2 の面を有する背面板であって、前記第 1 の面と前記第 2 の面がその間にギャップを有し、前記第 2 の面の上にアレイ領域と周辺領域とを含む背面板と、  
前記前面基板の前記周辺領域上を延びる導電ラインと、  
前記前面基板の前記周辺領域と前記背面板の前記周辺領域の間を延びる導電構造であって、前記導電ラインに接触する導電構造と  
を含む微小電子機械システム (MEMS) デバイス。

【請求項 4 9】

前記導電構造が、前記導電ラインの上に配置される、請求項 4 8に記載のデバイス。

【請求項 5 0】

前記導電構造が、前記導電ラインを通して貫通する、請求項 4 8に記載のデバイス。

【請求項 5 1】

干渉変調器表示デバイスを作成するための保持体アセンブリであって、前記干渉変調器表示デバイスが、前面基板と、前記前面基板上に重ねて形成された複数の実質的に透明な電極と、前記透明な電極上に重ねて形成された複数の可動電極とを含み、前記透明な電極と前記可動電極が、表示領域内にピクセルのアレイを定め、前記保持体アセンブリが、面を有する除去可能な構造と、  
前記面上に重ねて形成された複数の細長い導電ストリップであって、前記細長い導電ストリップが、互いに実質的に平行な方向に延びて、前記可動電極を定め、前記細長い導電ストリップの各々が、前記表示領域をまたぐ長さを有して、前記アレイの列内に多数のピクセルを定める、複数の細長い導電ストリップと  
を含む保持体アセンブリ。

【請求項 5 2】

前記除去可能な構造が、基板を含む、請求項 5 1に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 5 3】

前記除去可能な構造が、フィルムを含む、請求項 5 1に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 5 4】

前記細長い導電ストリップの各々が、長さ幅を有し、前記長さと前記幅の比が、約 10 : 1 から約 1 , 0 0 0 , 0 0 0 : 1 の間である、請求項 5 1に記載の保持体アセンブリ。

【請求項 5 5】

前記除去可能な構造が、モリブデンから形成される、請求項 5 1に記載の保持体アセンブリ。

**【請求項 5 6】**

前記除去可能な構造が、基板と前記複数の導電ストリップの間に置かれるように、前記除去可能な構造を支持する基板をさらに含む、請求項 5 1に記載の保持体アセンブリ。

**【請求項 5 7】**

前記除去可能な構造が、実質的に前記基板の全部分上に形成される除去層である、請求項 5 6に記載の保持体アセンブリ。

**【請求項 5 8】**

前記基板が、スルーホールを含む、請求項 5 6に記載の保持体アセンブリ。

**【請求項 5 9】**

前記基板が、多孔性の材料から形成される、請求項 5 6に記載の保持体アセンブリ。

**【請求項 6 0】**

前記基板が、エッチング、灰化、および前記前面基板を損傷することのない前記前面基板からの物理的な引きはがしの 1 つによって除去可能な材料から形成される、請求項 5 6に記載の保持体アセンブリ。

**【請求項 6 1】**

前記基板が、前記基板の面上に形成された少なくとも 1 つの支柱をさらに含み、前記支柱が、前記導電ストリップを支持し、前記少なくとも 1 つの支柱が、前記基板と同じ材料から、前記基板と一体形成される、請求項 5 6に記載の保持体アセンブリ。

**【請求項 6 2】**

前記除去可能な構造が、前記少なくとも 1 つの支柱を横方向に囲う犠牲層であり、前記犠牲層が、前記導電ストリップを部分的に支持する、請求項 6 1に記載の保持体アセンブリ。

**【請求項 6 3】**

請求項 5 1に記載の保持体アセンブリと、

複数の支持体と実質的に透明な電極とを含む前面基板であって、前記導電ストリップが前記支持体によって支持されるように、前記保持体アセンブリに結合される前面基板とを含む干渉変調器。

**【請求項 6 4】**

前面基板と、前記前面基板上に重ねて形成された複数の実質的に透明な電極と、前記透明な電極上に重ねて形成された複数の可動電極とを含む、干渉変調器表示デバイスを作成する方法であって、前記透明な電極と前記可動電極が、表示領域内にピクセルのアレイを定め、前記前面基板が、前記前面基板上にキャビティを定める複数の支持体を含み、前記方法が、

面を有する除去可能な構造を提供するステップと、

前記面上に重ねて可動電極材料を付着するステップと、

前記可動電極材料の部分を選択的に露出するために、前記可動電極材料上に重ねてマスクを提供するステップと、

前記マスクを使用して前記可動電極材料を選択的にエッチングし、それによって、複数の可動電極ストリップを形成するステップであって、前記可動電極ストリップが、互いに実質的に平行な方向に延びる、ステップと、

前記可動電極ストリップが前記前面基板の前記キャビティに面するように、前記除去可能な構造を前記前面基板上に重ねて配置するステップであって、前記可動電極ストリップの各々が、前記表示領域をまたぐ長さを有して、前記アレイの列内に多数のピクセルを定める、ステップと  
を含む方法。

**【請求項 6 5】**

前記除去可能な構造が、基板を含む、請求項 6 4に記載の方法。

**【請求項 6 6】**

前記除去可能な構造が、実質的に平坦な面であり、前記可動電極材料が、前記実質的に平坦な面上に付着される、請求項 6 4に記載の方法。

**【請求項 6 7】**

前記除去可能な構造を配置した後で、前記除去可能な構造を除去するステップをさらに含む、請求項 6 4に記載の方法。

**【請求項 6 8】**

前記除去可能な構造が、モリブデンから形成される、請求項 6 7に記載の方法。

**【請求項 6 9】**

前記除去可能な構造を除去するステップが、前記除去可能層を灰化するステップ、エッチングするステップ、および物理的に引きはがすステップの少なくとも1つを含む、請求項 6 7に記載の方法。

**【請求項 7 0】**

前記除去可能な構造が、高分子材料から形成される、請求項 6 7に記載の方法

**【請求項 7 1】**

前記除去可能な構造を提供する前に、基板を提供するステップをさらに含み、前記除去可能な構造を提供するステップが、前記基板上に前記除去可能な構造を形成するステップを含む、請求項 6 4に記載の方法。

**【請求項 7 2】**

前記除去可能な構造を提供する前に、前記基板上に支柱を形成するステップをさらに含み、

前記除去可能な構造を提供するステップが、除去可能層が前記支柱を横方向に囲い、前記支柱および除去可能層と一緒に実質的に平坦な面を形成するように、除去可能層を形成するステップを含み、

前記可動電極材料が、前記実質的に平坦な面上に付着される

請求項 7 1に記載の方法。

**【請求項 7 3】**

前記基板が、多孔性の材料から形成され、前記方法が、前記基板を通してエッチング剤を提供し、それによって、前記除去可能な構造を配置した後で、前記除去可能な構造を除去するステップをさらに含む、請求項 7 1に記載の方法。

**【請求項 7 4】**

前記基板が、スルーホールを含み、前記方法が、前記基板の前記スルーホールを通してエッチング剤を提供し、それによって、前記除去可能な構造を配置した後で、前記除去可能な構造を除去するステップをさらに含む、請求項 7 1に記載の方法。

**【請求項 7 5】**

アレイ領域と周辺領域とを含む前面基板であって、前記アレイ領域内に複数の下側領域をその間に定める複数の支持体を含み、前記周辺領域内にランドをさらに含み、前記ランドの少なくとも一部が、前記アレイ領域内の前記支持体と実質的に同じ高さを有する、前面基板と、

前記周辺領域内の前記ランド上に重ねて形成された複数の導体であって、前記導体が互いに電氣的に絶縁される、複数の導体と、

前記前面基板の前記下側領域上に形成された導電層とを含む微小電子機械システム(MEMS)デバイス。

**【請求項 7 6】**

前記導体が、ルーティングトレースおよび可動電極ストリップの少なくとも一方を含む、請求項 7 5に記載のデバイス。

**【請求項 7 7】**

前記複数の支持体が、前記前面基板の材料とは異なる材料から形成され、前記ランドが、前記前面基板の材料とは異なる材料から形成される、請求項 7 5に記載のデバイス。

**【請求項 7 8】**

前記複数の支持体が、前記前面基板と同じ材料から、前記前面基板と一体形成され、前記ランドが、前記前面基板と同じ材料から、前記前面基板と一体形成される、請求項 7 5に記載のデバイス。



**【請求項 79】**

前記前面基板が、前記周辺領域内に複数のトレンチをさらに含み、前記トレンチが、導電トレースを互いに電氣的に絶縁する、請求項 75に記載のデバイス。

**【請求項 80】**

前記複数の支持体が、前記アレイ領域内に複数のキャビティを定め、前記導電層が、前記キャビティ内に固定電極を形成する、請求項 75に記載のデバイス。

**【請求項 81】**

前記キャビティ内の前記導電層が、前記導電トレースの材料と同じ材料を含む、請求項 80に記載のデバイス。

**【請求項 82】**

前記複数の支持体上に導電層をさらに含み、前記複数の支持体上の前記導電層が、前記キャビティ内の前記導電層の材料と同じ材料を含む、請求項 80に記載のデバイス。

**【請求項 83】**

前記複数の支持体が、レールを含む、請求項 75に記載のデバイス。

**【請求項 84】**

複数の導電トレースが、前記ランド上に形成され、前記前面基板が、前記複数の導電トレースの部分上に形成された絶縁層をさらに含み、前記導電トレースが、前記前面基板の前記下側領域上に形成された前記導電層と実質的に同じ厚さを有し、前記導電トレースが、前記導電層の材料と同じ材料から形成される、請求項 75に記載のデバイス。

**【請求項 85】**

前記前面基板上に重ねて形成された複数の可動電極をさらに含み、前記可動電極の各々が、前記アレイ領域上から前記周辺領域上に延び、前記可動電極の各々の部分が、前記導電トレースの1つの部分に電氣的に接触する、請求項 75に記載のデバイス。

**【請求項 86】**

前記可動電極の各々の前記部分と前記導電トレースの1つの前記部分の間に置かれた導電接着材料をさらに含む、請求項 85に記載のデバイス。

**【請求項 87】**

干渉変調器の前面基板と組み合わせるための保持体であって、前記前面基板が、その上に形成された実質的に透明な電極を含み、

アレイ領域および周辺領域を含む基板と、

前記基板の前記アレイ領域上に重ねて形成された複数の可動電極ストリップであって、前記ストリップが、互いに実質的に平行に延びる、複数の可動電極ストリップと、

前記基板上に重ねて形成された複数のルーティングトレースであって、前記トレースの各々が、それぞれ1つの前記ストリップから前記周辺領域に延びる、複数のルーティングトレースと

を含む保持体。

**【請求項 88】**

アレイ領域と周辺領域とを含む前面基板であって、前記アレイ領域内に互いに平行に延びる複数のレールを含み、前記レールが前記アレイ領域内で複数のトラフを定め、前記周辺領域内にトレンチをさらに含み、前記トレンチの各々がそれぞれ1つの前記トラフから延びる、前面基板と、

前記トレンチ内に形成された行ルーティングトレースであって、前記アレイ領域内の前記トラフから前記周辺領域の少なくとも一部に延び、互いに電氣的に絶縁される、行ルーティングトレースと

を含む微小電子機械システム(MEMS)デバイス。

**【請求項 89】**

前記トレンチが、前記周辺領域内に下側領域を定め、前記下側領域が、前記アレイ領域から前記周辺領域の前記少なくとも一部に延びながら隆起する、請求項 88に記載のデバイス。

**【請求項 90】**

前記周辺領域の前記少なくとも一部上に配置された行ドライバをさらに含み、異法性導電フィルム（ＡＣＦ）が、前記行ドライバを前記行ルーティングトレースに電氣的に接続する、請求項 8 8 に記載のデバイス。

【請求項 9 1】

アレイ領域と、前記アレイ領域を囲む周辺領域とを含む、面を有する前面基板であって、

前記前面基板の前記面上の環状のシーリング領域であって、前記シーリング領域が、実質的に前記アレイ領域を囲み、前記アレイ領域に向かう方向に延びる第 1 の幅を有する、環状のシーリング領域と、

前記基板内に形成されたりセスであって、前記方向に延びる第 2 の幅を有し、前記第 2 の幅が前記第 1 の幅よりも大きく、前記シーリング領域の一部を横断して延び、前記前面基板の前記面の高さよりも低い高さを定めるリセスと、

前記前面基板の前記面上に形成された第 1 の導電層と、

前記リセス内に形成された第 2 の導電層であって、前記第 1 の導電層と前記第 2 の導電層が互いに途切れている、第 2 の導電層とを含む前面基板を含む微小電子機械システム（ＭＥＭＳ）デバイス。

【請求項 9 2】

前記第 1 の導電層上に絶縁層をさらに含み、前記リセスが、側壁を含み、前記絶縁層が、前記リセスの前記側壁に延びる部分をさらに含む、請求項 9 1 に記載のデバイス。

【請求項 9 3】

前記シーリング領域上の前記絶縁層上に形成された導電シール剤をさらに含み、前記シール剤が、前記リセスの前記側壁上の前記絶縁層の前記部分によって前記第 1 の導電層から電氣的に絶縁されながら、前記第 2 の導電層に接触する、請求項 9 2 に記載のデバイス。

【請求項 9 4】

微小電子機械システム（ＭＥＭＳ）デバイスを作成する方法であって、

アレイ領域およびルーティング領域を含む面を有する前面基板を提供するステップと、前記前面基板の前記面のルーティング領域内に絶縁トレンチを形成するステップであって、前記絶縁トレンチが、底面と、側壁とを含み、前記絶縁トレンチの底面が、前記前面基板の前記面の高さよりも低い高さを定める、ステップと、

導電層が前記基板の前記面と前記絶縁トレンチの間で途切れるように、前記基板の前記面上および前記絶縁トレンチの前記底面上に導電層を形成するステップとを含む方法。

【請求項 9 5】

導体が前記絶縁トレンチ上を横断するように、前記基板の前記面上に導体を形成するステップをさらに含む、請求項 9 4 に記載の方法。

【請求項 9 6】

前記導体を形成するステップが、前記絶縁トレンチの前記底面上の前記導電層と接触するように前記導体を形成するステップを含み、前記方法が、前記導体と前記基板の前記面上の前記導電層の間、および前記導体と前記絶縁トレンチの前記側壁の間に絶縁層を形成するステップをさらに含む、請求項 9 5 に記載の方法。

【請求項 9 7】

前記前面基板が、前記ルーティング領域と少なくとも部分的にオーバーラップする環状のシーリング領域をさらに含み、前記シーリング領域が、実質的に前記アレイ領域を囲み、前記アレイ領域に向かう方向に延びる第 1 の幅を有し、前記絶縁トレンチが、前記方向に延びる第 2 の幅を有し、前記第 2 の幅が前記第 1 の幅よりも大きく、前記絶縁トレンチが、前記シーリング領域の一部を横断して延びる、請求項 9 6 に記載の方法。

【請求項 9 8】

前記導電層を形成した後、前記絶縁層を形成する前に、シャドウマスクを用いて前記面

の少なくとも一部をマスキングするステップをさらに含み、前記シャドウマスクが、前記絶縁トレンチの部分上の前記シーリング領域を横断するコネクタを含み、前記絶縁層を形成するステップが、前記面上の前記シャドウマスクを用いて前記前面基板の前記面上に絶縁材料を付着するステップを含む、請求項 97 に記載の方法。

【請求項 99】

前記導体を形成するステップが、前記シーリング領域上の前記絶縁層上に導電シール剤を形成するステップを含む、請求項 98 に記載の方法。

【請求項 100】

静的干渉表示デバイスを作成する方法であって、

第 1 の基板上に形成された光学スタックを含む第 1 の基板を提供するステップであって、前記第 1 の基板が、実質的に透明な材料から形成されるステップと、

第 2 の基板上に形成されたミラー層を含む第 2 の基板を提供するステップであって、前記第 1 の基板および前記第 2 の基板の少なくとも一方が、前記静的干渉デバイスがそれを表示するように構成された画像に基づいてパターン形成されたキャビティを定める複数の支持構造を含む、ステップと、

前記第 1 の基板を前記第 2 の基板に結合するステップであって、前記光学スタックが、前記第 2 の基板に面し、前記ミラー層が、前記第 1 の基板に面し、一方の前記基板の前記キャビティが、他方の前記基板に面し、

前記第 1 の基板が、前記キャビティを定める前記複数の支持構造を含み、前記光学スタックが、前記支持構造の頂上および前記キャビティの底上に形成され、前記光学スタックが、前記支持構造の前記頂部と前記キャビティの前記底の間に途切れているか、または

前記第 2 の基板が、前記キャビティを定める前記複数の支持構造を含み、前記ミラー層が、前記支持構造の頂上および前記キャビティの底上に形成され、前記ミラー層が、前記支持構造の前記頂部と前記キャビティの前記底の間に途切れているか

のどちらかである、ステップと、  
を含む方法。

【請求項 101】

前記第 1 の基板が、前記キャビティを含み、前記第 2 の基板が、実質的に平坦である、請求項 100 に記載の方法。

【請求項 102】

前記第 1 の基板が、実質的に平坦であり、前記第 2 の基板が、前記キャビティを含む、請求項 100 に記載の方法。

【請求項 103】

前記キャビティが、多数の色を干渉的に発生させるように、多数の深さを有する、請求項 100 に記載の方法。

【請求項 104】

静的干渉表示デバイスを作成する方法であって、

複数のキャビティを定める支持構造を含む第 1 の面を含む、第 1 の基板を提供するステップであって、前記キャビティが、少なくとも 1 つの深さを有し、前記キャビティが、前記静的干渉表示デバイスがそれを表示するように構成された画像に少なくとも部分的に基づいてパターン形成される、ステップと、

光学スタックが前記支持構造の頂部と前記キャビティの底の間に途切れるように、前記支持構造の前記頂上および前記キャビティの前記底上に光学スタックを提供するステップと、

前記第 1 の面上に重ねてミラー層を提供するステップと  
を含む方法。

【請求項 105】

前記第 1 の基板を提供するステップが、型押しプロセス、フォトリソグラフィおよびエッチングプロセス、ならびにインスクライブプロセスの 1 つを使用して、前記第 1 の基板を成形するステップを含む、請求項 104 に記載の方法。

**【請求項 106】**

前記支持構造が、前記第1の基板と同じ材料から、前記第1の基板と一体形成される、  
請求項104に記載の方法。

**【請求項 107】**

前記ミラー層を提供するステップが、前記光学スタック上に重ねて前記ミラー層を付着するステップを含む、請求項104に記載の方法。

**【請求項 108】**

前記第1の基板が、実質的に透明な材料から形成される、請求項104に記載の方法。

**【請求項 109】**

前記第1の基板が、実質的に透明な材料から形成され、前記光学スタックを提供するステップが、前記第1の基板の前記キャビティ内に部分反射層を形成するステップを含み、前記ミラー層を提供するステップが、第2の基板を前記第1の基板に結合するステップを含み、前記第2の基板が、その上に形成された前記ミラー層を含む、請求項104に記載の方法。

**【請求項 110】**

前記第1の基板の前記キャビティの少なくとも一部を実質的に透明な材料で満たすステップをさらに含み、前記実質的に透明な材料が、前記光学スタック上に重ねて形成される、請求項104に記載の方法。

**【請求項 111】**

前記ミラー層を提供するステップが、前記キャビティの前記少なくとも一部を満たした後、前記実質的に透明な材料上に前記ミラー層を形成するステップを含む、請求項110に記載の方法。

**【請求項 112】**

静的干渉表示デバイスであって、

第1の面を含む第1の基板であって、前記第1の面上にキャビティを定める支持構造を含み、前記キャビティが、前記静的干渉表示デバイスがそれを表示するように構成された画像に少なくとも部分的に基づいてパターン形成される、第1の基板と、

前記第1の基板に結合される第2の基板であって、前記第1の面に面する第2の面を含む第2の基板と、

前記第1の面と前記第2の面の間に形成された部分透明層を含む光学スタックとを含み、

前記第1の基板が、前記支持構造の頂上に前記光学スタックまたはミラー層を、前記キャビティの底上に同じ光学スタックまたはミラー層を含み、

前記光学スタックまたはミラー層が、前記支持構造の前記頂部と前記キャビティの前記底の間に途切れている、

静的干渉表示デバイス。

**【請求項 113】**

前記支持構造が、前記第1の基板と同じ材料から、前記第1の基板と一体形成される、  
請求項112に記載のデバイス。

**【請求項 114】**

前記光学スタックが、前記支持構造の前記頂上および前記キャビティの前記底上に形成され、前記デバイスが、前記第2の基板の前記第2の面上に形成されるミラー層を含む、  
請求項112に記載のデバイス。

**【請求項 115】**

前記第2の基板が、反射材料から形成される、請求項112に記載のデバイス。

**【請求項 116】**

前記第2の基板が、鏡のような金属箔を含む、請求項115に記載のデバイス。

**【請求項 117】**

前記第1の基板の前記キャビティの少なくとも一部を満たす実質的に透明なフィラをさらに含む、請求項112に記載のデバイス。

**【請求項 1 1 8】**

前記光学スタックが、前記支持構造の前記頂上および前記キャビティの前記底上に形成され、前記デバイスが、前記実質的に透明なフィラ上にミラー層をさらに含み、前記ミラー層が、前記キャビティに面する、請求項 1 1 7 に記載のデバイス。

**【請求項 1 1 9】**

静的干渉表示デバイスであって、

第 1 の面を含む第 1 の基板であって、前記第 1 の面上にキャビティを定める支持構造を含み、前記キャビティが、前記静的干渉表示デバイスがそれを表示するように構成された画像に少なくとも部分的に基づいてパターン形成され、前記第 1 の基板が、前記支持構造の頂上および前記キャビティの底上に光学スタックをさらに含み、前記光学スタックが、部分反射層を含み、前記光学スタックが、前記支持構造の前記頂部と前記キャビティの前記底の間に途切れている、第 1 の基板と、

前記第 1 の面上に重ねて形成されたミラー層とを含む静的干渉表示デバイス。

**【請求項 1 2 0】**

前記第 1 の基板の前記キャビティの少なくとも一部を満たす実質的に透明なフィラをさらに含む、請求項 1 1 9 に記載のデバイス。

**【請求項 1 2 1】**

前記支持構造が、前記第 1 の基板と同じ材料から、前記第 1 の基板と一体形成される、請求項 1 1 9 に記載のデバイス。

**【請求項 1 2 2】**

前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記 MEMS デバイスのための静止電極として機能するように、前記少なくとも部分的に透明な電極を提供するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 1 2 3】**

前記透明な電極アセンブリを提供するステップが、前記透明な基板上に前記キャビティを定める支持体を提供するステップと、前記キャビティ内に前記少なくとも部分的に透明な電極を形成するステップとを含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 1 2 4】**

前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記支持体が反射電極を前記少なくとも部分的に透明な電極から分離するように、前記透明な基板を前記保持体に結合するステップを含む、請求項 1 2 3 に記載の方法。

**【請求項 1 2 5】**

前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記反射電極が、前記支持体によって支持されるように、また前記反射電極が、前記支持体上にのった第 1 の部分であって、第 1 の厚さを有する第 1 の部分と、前記第 1 の部分に隣接し、前記支持体上にのっていない第 2 の部分であって、第 2 の厚さを有する第 2 の部分とを含むように、前記保持体を前記透明な電極アセンブリに押し付けるステップを含む、請求項 1 2 3 に記載の方法。

**【請求項 1 2 6】**

前記第 2 の厚さが、前記第 1 の厚さよりも大きい、請求項 1 2 5 に記載の方法。

**【請求項 1 2 7】**

前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記反射電極の前記第 1 の部分を前記透明な電極アセンブリの前記支持体に接合するステップを含む、請求項 1 2 5 に記載の方法。

**【請求項 1 2 8】**

前記透明な電極アセンブリを提供するステップが、底面を含むように前記キャビティを形成するステップを含み、前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記透明な電極アセンブリの前記キャビティに面する面を含むように前記保持体を方向付けるステップであって、前記面が、前記透明な電極アセンブリから最も隔たった向き合

う面である、ステップを含み、前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記キャビティの前記底面と前記保持体の前記最も隔たった向き合う面の間の距離が、約 6,500 から約 20  $\mu\text{m}$ の間であるように、前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 129】

前記第 2 の厚さが、前記第 1 の厚さよりも大きい、請求項 11 に記載の MEMS デバイス。

【手続補正書】

【提出日】平成22年1月14日(2010.1.14)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

MEMS デバイスを作成する方法であって、

透明な基板と、前記透明な基板上に重ねて形成された少なくとも部分的に透明な電極とを含む、透明な電極アセンブリを提供するステップと、

保持体上に重ねて形成されたミラー電極を有する保持体を提供するステップと、

前記ミラー電極が前記少なくとも部分的に透明な電極に面して、それらの間にキャビティを形成するように、前記ミラー電極を有する前記保持体を提供した後で、前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップとを含む方法。

【請求項 2】

前記 MEMS デバイスが、干渉変調器であり、前記キャビティが、光を干渉的に変調するように構成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記少なくとも部分的に透明な電極および前記ミラー電極が、可変サイズのキャビティを定めるために相対運動を可能とするように構成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ミラー電極が、前記キャビティの中に向かって偏向可能である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記 MEMS デバイスのための静止電極として機能するように、前記少なくとも部分的に透明な電極を提供するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記透明な電極アセンブリを提供するステップが、前記透明な基板上に前記キャビティを定める支持体を提供するステップと、前記キャビティ内に前記少なくとも部分的に透明な電極を形成するステップとを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記支持体が反射電極を前記少なくとも部分的に透明な電極から分離するように、前記透明な基板を前記保持体に結合するステップを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記反射電極が、前記支持体によって支持されるように、また前記反射電極が、前記支持体上にのった第 1 の部分であって、第 1 の厚さを有する第 1 の部分と、前記第 1 の部分に隣接し、前記支持体上にのっていない第 2 の部分であって、第 2 の厚さを有する第 2 の部分とを含むように、前

記保持体を前記透明な電極アセンブリに押し付けるステップを含む、請求項6に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 2 の厚さが、前記第 1 の厚さよりも大きい、請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記反射電極の前記第 1 の部分を前記透明な電極アセンブリの前記支持体に接合するステップを含む、請求項8に記載の方法。

【請求項 11】

前記透明な電極アセンブリを提供するステップが、底面を含むように前記キャビティを形成するステップを含み、前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記透明な電極アセンブリの前記キャビティに面する面を含むように前記保持体を方向付けるステップであって、前記面が、前記透明な電極アセンブリから最も隔たった向き合う面である、ステップを含み、前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップが、前記キャビティの前記底面と前記保持体の前記最も隔たった向き合う面の間の距離が、約 6,500 から約 20  $\mu\text{m}$ の間であるように、前記透明な電極アセンブリを前記保持体に結合するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

干渉デバイスアレイを作成する方法であって、

前面基板上にキャビティを定める支持体を含む、前面基板を提供するステップであって、前記前面基板が、前記キャビティ内に形成された前面電極をさらに含む、ステップと、保持体上に重ねて形成された可動電極を有する保持体を提供するステップと、

前記可動電極が前記前面電極の少なくとも一部に面して、1つまたは複数の干渉デバイスを形成するように、前記可動電極を有する前記保持体を提供した後で、前記前面基板を前記保持体に結合するステップとを含む方法。

【請求項 13】

前記前面電極および可動電極が、干渉キャビティを形成するために、離して配置される、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

前記前面基板が、実質的に透明な材料から形成される、請求項12に記載の方法。

【請求項 15】

前記前面電極が、少なくとも部分的に透明な材料から形成される少なくとも 1 つの層を含む、請求項12に記載の方法。

【請求項 16】

前記前面電極の各々が、干渉デバイスのための静止電極として機能する、請求項12に記載の方法。

【請求項 17】

前記支持体が、前記可動電極を前記前面電極から分離するように、前記前面基板が、前記保持体に結合される、請求項12に記載の方法。

【請求項 18】

前面基板の面上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板と、

前記前面基板に対向する第 2 の基板と、

前記支持体上に支持される複数の可動電極であって、前記可動電極の各々が、

前記支持体上にのった前記可動電極の第 1 の部分であって、前記第 1 の部分が、第 1 の厚さを有し、前記可動電極の前記第 1 の部分が、前記第 2 の基板と前記前面基板の前記支持体との間に置かれ、それらの両方に接触する、第 1 の部分と、

前記第 1 の部分に隣接し、前記第 1 の部分の間に延びる前記可動電極の第 2 の部分であって、前記支持体上にのっておらず、第 2 の厚さを有する第 2 の部分とを含む複数の可動電極と

を含む微小電子機械システム（MEMS）デバイス。

【請求項 19】

前記支持体が、前記前面基板と同じ材料から、前記前面基板と一体形成される、請求項 18 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 20】

前記支持体が、前記前面基板の材料とは異なる材料から形成される、請求項 18 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 21】

前記 MEMS デバイスが、干渉変調器を含み、前記前面基板が、実質的に透明な材料から形成される、請求項 18 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 22】

前記キャビティ内に形成された第 1 の複数の光学スタックと、前記支持体と前記可動電極の前記第 1 の部分の間に置かれた第 2 の複数の光学スタックとをさらに含む、請求項 21 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 23】

前記第 1 の複数の光学スタックが、前記第 2 の複数の光学スタックの厚さと実質的に同じ厚さを有する、請求項 22 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 24】

前記前面基板上に重ねて形成された複数の実質的に透明な電極をさらに含み、前記透明な電極と前記可動電極が、表示領域内にピクセルのアレイを定め、前記可動電極が、互いに平行に延びる導電ストリップを含み、前記導電ストリップの各々が、前記表示領域をまたぐ長さを有して、前記アレイの列内に多数のピクセルを定める、請求項 18 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 25】

前記複数の支持体が、前記可動電極と実質的に直交する横向きの方に延びるレールを含む、請求項 18 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 26】

前記第 2 の基板が、複数のレールを含み、前記第 2 の基板の前記レールの各々が、前記前面基板の前記キャビティに面する面を有し、前記第 2 の基板の前記レールが、互いに実質的に平行に延び、前記複数の可動電極の各々が、前記前面基板と前記第 2 の基板の前記レールの 1 つとの間に置かれる、請求項 18 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 27】

前記可動電極の各々の前記第 1 の部分が、前記前面基板の前記支持体に接合される、請求項 18 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 28】

前記第 2 の厚さが、前記第 1 の厚さよりも大きい、請求項 18 に記載の MEMS デバイス。

【請求項 29】

前面基板上にキャビティを定める複数の支持体を含む前面基板であって、前記キャビティの各々が、底面を有する、前面基板と、

前記前面基板と実質的に対向し、前記前面基板上に重なる背面板であって、前記前面基板の前記キャビティに面する、前記前面基板から最も隔たった面を有する背面板と、

前記支持体と前記背面板の前記面の間に置かれる複数の機械的ストリップであって、前記機械的ストリップの各々が、多数の MEMS デバイスのための移動電極として機能する、複数の機械的ストリップとを含み、

前記キャビティの 1 つの前記底面と前記背面板の前記最も隔たった面の間の距離が、約 6,500 から約 20  $\mu\text{m}$ の間である、

微小電子機械システム（MEMS）デバイスのアレイ。

【請求項 30】

前記背面板が、実質的に平面である、請求項 29 に記載のアレイ。



**【請求項 3 1】**

前記背面板が、前記背面板に形成されたリセスを含み、前記リセスが、前記前面基板の前記キャビティに面するリセス面を含み、前記最も隔たった面が、前記リセス面の 1 つであり、前記背面板が、前記背面板から前記前面基板に向かって延びる複数の背面支持体をさらに含み、前記背面支持体が、その間に前記リセスを定める、請求項 2 9 に記載のアレイ。

**【請求項 3 2】**

前記複数の背面支持体が、互いに実質的に平行に延びるレールを含み、前記レールが、複数のリセスを定め、前記デバイスが、前記複数のリセス内に過剰機械材料をさらに含む、請求項 3 1 に記載のアレイ。

**【請求項 3 3】**

前記 M E M S デバイスが、干渉変調器を含む、請求項 2 9 に記載のアレイ。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2008/061812

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>INV. G02B26/00  |  |  |
|---|--|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |  |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>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 practical, search terms used)<br>EPO-Internal  |  |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |  |  |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No.  |
| X   | EP 1 640 770 A (IDC LLC [US])<br>29 March 2006 (2006-03-29)<br>figures 1,9-19      | 1-31   |
| X   | EP 1 640 767 A (IDC LLC [US])<br>29 March 2006 (2006-03-29)<br>figures 7,8         | 1-31   |
| X   | US 2005/068605 A1 (TSAI HSIUNG-KUANG [TW])<br>31 March 2005 (2005-03-31)           | 1-10,<br>21-31   |
| A   | figure 6   | 11-20  |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.  |  |  |
| * Special categories of cited documents :<br>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>*E* earlier document but published on or after the International filing date<br>*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)<br>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>*P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed<br>*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<br>*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<br>*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.<br>*&* document member of the same patent family |  |  |
| Date of the actual completion of the International search<br>14 April 2009  |  | Date of mailing of the International search report<br>20/04/2009 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel: (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |  | Authorized officer<br>McGinley, Colm                             |

International Application No. PCT/US2008/061812

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box II.2

Claims Nos.: 32-193

The present application contains 193 claims, of which 30 are independent. There is no clear distinction between the independent claims because of overlapping scope. There are so many claims, and they are drafted in such a way that the claims as a whole are not in compliance with the provisions of clarity and conciseness of Article 6 PCT, as it is particularly burdensome for a skilled person to establish the subject-matter for which protection is sought. The non-compliance with the substantive provisions is to such an extent, that the search was performed taking into consideration the non-compliance in determining the extent of the search (PCT Guidelines 9.19 and 9.25).

The search was based on the subject-matter that, as far as can be understood, could reasonably be expected to be claimed later in the procedure, and the corresponding claims, namely the embodiments of figures 8 to 15.

The applicant's attention is drawn to the fact that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established need not be the subject of an international preliminary examination (Rule 66.1(e) PCT). The applicant is advised that the EPO policy when acting as an International Preliminary Examining Authority is normally not to carry out a preliminary examination on matter which has not been searched. This is the case irrespective of whether or not the claims are amended following receipt of the search report or during any Chapter II procedure. If the application proceeds into the regional phase before the EPO, the applicant is reminded that a search may be carried out during examination before the EPO (see EPO Guideline C-VI, 8.2), should the problems which led to the Article 17(2)PCT declaration be overcome.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/US2008/061812**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.: 32-193  
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:  
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210
  
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:

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.:

**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 SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2008/061812

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 1640770                                | A  | 29-03-2006          | AU 2005205782 A1           | 13-04-2006          |
|   |    |                     | BR PI0503895 A             | 09-05-2006          |
|   |    |                     | CA 2519983 A1              | 27-03-2006          |
|   |    |                     | JP 2006099108 A            | 13-04-2006          |
|   |    |                     | KR 20060092911 A           | 23-08-2006          |
|   |    |                     | SG 121149 A1               | 26-04-2006          |
|   |    |                     | US 2006077516 A1           | 13-04-2006          |
|   |    |                     | US 2008055705 A1           | 06-03-2008          |
| EP 1640767                                | A  | 29-03-2006          | AU 2005203431 A1           | 13-04-2006          |
|   |    |                     | BR PI0503865 A             | 16-05-2006          |
|   |    |                     | CA 2516578 A1              | 27-03-2006          |
|   |    |                     | JP 2006099070 A            | 13-04-2006          |
|   |    |                     | KR 20060089611 A           | 09-08-2006          |
|   |    |                     | MX PA05009406 A            | 29-03-2006          |
|   |    |                     | US 2006077512 A1           | 13-04-2006          |
| US 2005068605                             | A1 | 31-03-2005          | US 2005068606 A1           | 31-03-2005          |

## フロントページの続き

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

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. Bluetooth
2. GSM

(72)発明者 ジェフリー・ブライアン・サンブセル

アメリカ合衆国・コロラド・81007・プエブロ・ウエスト・サウス・アルタ・ヴィスタ・レーン・233

(72)発明者 ブライアン・ジェームズ・ギャリー

アメリカ合衆国・カリフォルニア・95032・ロス・ガトス・ベラ・ヴィスタ・アヴェニュー・346

(72)発明者 フィリップ・ドン・フロイド

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

Fターム(参考) 2H141 MA04 MA05 MA21 MB26 MB28 MB63 MC06 MD02 MD04 MD40  
ME22 MF04 MF12 MF16 MF21 MG03 MZ03 MZ15 MZ16 MZ20  
MZ28 MZ30  
3C081 BA28 BA44 BA46 BA48 BA53 BA72 CA03 CA15 CA20 CA30  
CA32 EA08 EA11