

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4331148号
(P4331148)

(45) 発行日 平成21年9月16日 (2009. 9. 16)

(24) 登録日 平成21年6月26日 (2009. 6. 26)

(51) Int. Cl.	F I
B 8 1 C 3/00 (2006. 01)	B 8 1 C 3/00
B 8 1 B 3/00 (2006. 01)	B 8 1 B 3/00
G O 2 B 26/00 (2006. 01)	G O 2 B 26/00
H O 1 L 23/02 (2006. 01)	H O 1 L 23/02 C

請求項の数 60 外国語出願 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2005-236246 (P2005-236246)	(73) 特許権者	505258472
(22) 出願日	平成17年8月17日 (2005. 8. 17)		アイディーシー、エルエルシー
(65) 公開番号	特開2006-95673 (P2006-95673A)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 4
(43) 公開日	平成18年4月13日 (2006. 4. 13)		5 6 6、プレゼントン、バッジャー・ドラ
審査請求日	平成17年8月17日 (2005. 8. 17)		イブ 3 0 5 5
(31) 優先権主張番号	60/613, 569	(74) 代理人	100058479
(32) 優先日	平成16年9月27日 (2004. 9. 27)		弁理士 鈴江 武彦
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100091351
(31) 優先権主張番号	11/089, 769		弁理士 河野 哲
(32) 優先日	平成17年3月16日 (2005. 3. 16)	(74) 代理人	100088683
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板を封止するための方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記を具備する、周囲条件から微小電気機械システム (MEMS) を封止する方法：

MEMS 装置を含む基板上に実質的に金属シールを形成することであって、前記実質的に金属シールを形成することは、前記基板上に絶縁体層を形成し、前記絶縁体層の上に金属シール壁を形成する；および

前記 MEMS 装置を周囲条件から封止するようにバックプレーンを前記金属シールに取り付ける。

【請求項 2】

前記実質的に金属シールを形成することは、さらに、前記絶縁体の上に 1 つ以上の金属層を堆積することを具備し、前記金属封止壁は、前記 1 つ以上の金属層の上に形成される、請求項 1 の方法。

【請求項 3】

前記 1 つまたは金属の層は、金属シード層および接着層の少なくとも 1 つを具備する、請求項 3 の方法。

【請求項 4】

前記バックプレーンを取り付けることは、はんだ付けを具備する、請求項 1 の方法。

【請求項 5】

前記 MEMS 装置は、犠牲層を具備し、前記方法はさらに、前記実質的に金属シールを形成した後で、前記 MEMS 装置から前記犠牲層を除去することをさらに具備する、請求

10

20

項 1 の方法。

【請求項 6】

前記実質的に金属シールを形成することは、前記基板の上に 1 つ以上のキャビティを有するマスクを形成することを具備し、前記キャビティは前記 MEMS 装置の回りの周囲を定義し、前記マスク内の前記 1 つ以上のキャビティ内に 1 つ以上の金属シール層を形成し、前記マスク層を除去して、前記 MEMS 装置の周囲に封止壁を形成する、請求項 1 の方法。

【請求項 7】

前記マスクはフォトレジストを具備し、前記マスクを形成することは、UV 光の使用を具備する、請求項 6 の方法。

10

【請求項 8】

前記実質的に金属シールを形成することは、電気めっきを具備する、請求項 1 の方法。

【請求項 9】

前記金属シールの上に 1 つ以上の接着金属層を形成することをさらに具備し、前記 1 つ以上の接着金属層は、前記バックプレーンに取り付けるように構成される、請求項 1 の方法。

【請求項 10】

前記 1 つ以上の接着層は、はんだを具備する、請求項 9 の方法。

【請求項 11】

前記バックプレーンは、前記金属シールに接着するように構成されたあらかじめ堆積された接着層を具備する、請求項 1 の方法。

20

【請求項 12】

前記バックプレーンを前記金属シールに取り付けることは、はんだ付けを具備する、請求項 1 の方法。

【請求項 13】

前記バックプレーンは、前記金属シールに取り付けるためのエリアに近接する接着層およびはんだ層を具備する、請求項 12 の方法。

【請求項 14】

前記接着層は、金属を具備する、請求項 13 の方法。

【請求項 15】

前記封止壁の上に 1 つの金属層を堆積する；
前記金属層の上に 1 つ以上のキャビティを有したマスクを形成する；
前記 1 つ以上のキャビティ内に 1 つ以上の金属シール層を形成する、それにより、前記 MEMS 装置の周囲に近接する実質的に溶接密閉を形成する；
前記マスク層、前記金属層、および前記絶縁体層を除去する；
前記 MEMS 装置から前記犠牲層を除去する；
ことをさらに具備する請求項 1 の方法。

30

【請求項 16】

前記金属シール層を形成することは、前記マスク層の上に電気めっきをすることを具備する、請求項 15 の方法。

40

【請求項 17】

前記金属シール層上に 1 つ以上の接着金属層を形成することをさらに具備し、前記 1 つ以上の接着金属層は、前記バックプレーンに取り付けるように構成される、請求項 15 の方法。

【請求項 18】

前記 1 つ以上の接着層は、はんだを具備する、請求項 17 の方法。

【請求項 19】

前記マスクは、フォトレジストを具備する、請求項 15 の方法。

【請求項 20】

前記金属層は、金属シード層および接着層の少なくとも 1 つを具備する、請求項 15 の

50

方法。

【請求項 2 1】

前記バックプレーンは、前記封止壁に接着するように構成されたあらかじめ堆積された接着層を具備する、請求項 1 5 の方法。

【請求項 2 2】

前記バックプレーンを前記封止壁に取り付けることは、はんだ付けを具備する、請求項 1 5 の方法。

【請求項 2 3】

前記バックプレーンは、前記封止壁に取り付けるためのエリアに近接する接着層およびはんだ層を具備する、請求項 2 2 の方法。

【請求項 2 4】

前記接着層は、金属を具備する、請求項 2 3 の方法。

【請求項 2 5】

下記を具備する、電子装置：

M E M S 装置を支持する手段；

前記支持手段上の M E M S 装置；

前記支持手段上の絶縁層；

前記絶縁層上であってかつ前記 M E M S 装置の周囲に近接した実質的に金属シール、それにより実質的に溶接密閉を形成する；および

前記実質的な金属シールに接触して前記 M E M S 装置を封止する手段、それにより、前記支持手段、前記実質的に金属シールおよび前記封止手段内に前記 M E M S 装置をカプセル化する。

【請求項 2 6】

前記支持手段は、透明な基板を具備する、請求項 2 5 の電子装置。

【請求項 2 7】

前記 M E M S 装置は、干渉変調器のアレイを具備する、請求項 2 5 または 2 6 の電子装置。

【請求項 2 8】

前記封止手段は、バックプレートを具備する、請求項 2 5、または 2 6、または 2 7 の電子装置。

【請求項 2 9】

前記実質的に金属シールは、はんだ層を具備する、請求項 2 5、または 2 6、または 2 7、または 2 8 の電子装置。

【請求項 3 0】

前記実質的に金属シールの上に 1 つ以上の接着金属層をさらに具備し、前記 1 つ以上の接着金属層は、バックプレーンに取り付けるように構成される、請求項 2 5 の電子装置。

【請求項 3 1】

前記 1 つ以上の接着層は、はんだを具備する、請求項 3 0 の電子装置。

【請求項 3 2】

前記実質的に金属シールは、金属シード層および接着層の少なくとも 1 つを具備する、請求項 2 5 の電子装置。

【請求項 3 3】

前記封止手段を前記実質的に金属シールに取り付ける手段をさらに具備する、請求項 2 5 の電子装置。

【請求項 3 4】

前記取り付け手段は、前記金属シールに接着するように構成されたあらかじめ堆積された接着層を具備する、請求項 3 3 の電子装置。

【請求項 3 5】

前記 M E M S 装置は、干渉変調器を具備する、請求項 2 5 の電子装置。

【請求項 3 6】

10

20

30

40

50

さらに下記を具備する、請求項 2 5 の装置：

前記 M E M S 装置と電気通信中にあるプロセッサ、前記プロセッサは、画像データを処理するように構成される；および

前記プロセッサと電気通信中のメモリ装置。

【請求項 3 7】

少なくとも 1 つの信号を前記 M E M S 装置に送信するように構成されるドライバー回路をさらに具備する、請求項 3 6 の装置。

【請求項 3 8】

前記画像データの少なくとも一部を前記ドライバー回路に送信するように構成されるコントローラをさらに具備する、請求項 3 7 の装置。

10

【請求項 3 9】

前記画像データを前記プロセッサに送信するように構成される画像ソースモジュールをさらに具備する、請求項 3 6 の装置。

【請求項 4 0】

前記画像ソースモジュールは、受信機、トランシーバー、および送信機の少なくとも 1 つを具備する、請求項 3 9 の装置。

【請求項 4 1】

入力データを受信するようにおよび前記入力データを前記プロセッサに通信するように構成された入力装置をさらに具備する、請求項 3 6 の装置。

【請求項 4 2】

20

請求項 1 5 のプロセスにより形成される M E M S 装置。

【請求項 4 3】

前記マスクを形成することは紫外線光の使用を具備する、請求項 7 または 1 5 の方法。

【請求項 4 4】

前記基板は透明である、請求項 1 乃至 1 5 の方法。

【請求項 4 5】

前記 M E M S 装置は干渉変調器のアレイを具備する、請求項 1 乃至 1 5 の方法。

【請求項 4 6】

前記バックプレーンは、ガラス、金属、アルミ箔、高分子化合物、プラスチック、セラミックおよびシリコンから構成されるグループから選択される物質を具備する、請求項 1 乃至 1 5 の方法。

30

【請求項 4 7】

前記絶縁層は S i O₂ を具備する、請求項 1 乃至 1 5 の方法。

【請求項 4 8】

前記金属シール層は 1 0 0 Å と 5 0 0 Å との間の厚みを具備する、請求項 1 5 の方法。

【請求項 4 9】

前記接着層は、5 0 Å と 1 0 0 Å との間の厚みを具備する、請求項 1 7 または 2 0 の方法。

【請求項 5 0】

前記接着層は T i または C r を具備する、請求項 1 7、または請求項 2 0、又は請求項 4 9 の方法。

40

【請求項 5 1】

前記シード層は、5 0 0 Å と 2 0 0 0 Å との間の厚みを具備する、請求項 2 0 の方法。

【請求項 5 2】

前記実質的に溶接密閉は、1 0 μ m および 7 0 μ m との間の高さを具備する、請求項 1 5 の方法。

【請求項 5 3】

前記 M E M S 装置は、干渉変調器のアレイを具備する、請求項 2 5 の電子装置。

【請求項 5 4】

前記封止する手段は、ガラス、金属、アルミ箔、高分子化合物、プラスチック、セラミ

50

ック、シリコンから構成されるグループから選択される少なくとも1つの物質を具備する、請求項25の電子装置。

【請求項55】

前記絶縁層は、SiO₂を具備する、請求項25の電子装置。

【請求項56】

前記実質的に溶接密閉は、100 Åと500 Åとの間の厚みを具備する、請求項25の電子装置。

【請求項57】

前記接着層は、50 Åと100 Åとの間の厚みを具備する、請求項32または請求項34の電子装置。

【請求項58】

前記接着層は、TiまたはCrを具備する、請求項32または34または57の電子装置。

【請求項59】

前記シード層は、500 Åと2000 Åとの間の厚みを具備する、請求項32の電子装置。

【請求項60】

前記実質的に金属シールは10 μmと70 μmとの間の高さを具備する、請求項25の電子装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の分野は、微小電気機械システム(microelectromechanical systems) (MEMS) に関し、特に、周囲条件からMEMS装置を封止する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

微小電気機械システム(MEMS)は、微小機械素子、アクチュエータ、及び電子機器を含む。微小機械素子は、堆積、エッチング、及び、または、基板及び／又は堆積された材料の一部分をエッチングして取り除く、若しくは電子装置及び電子機械装置を形成するために複数の層を付加する、その他のマイクロマシニング・プロセスを使用して創り出されることができる。MEMS装置の1つのタイプは、干渉変調器と呼ばれる。干渉変調器は、1対の導電性プレートを具備し、その一方又は両方が、全体あるいは一部分が透明である及び／又は反射でき、そして適切な電子信号の印加により相対的動きが可能である。一方のプレートは、基板上に堆積された静止層を具備し、他方のプレートは、エアー・ギャップにより静止層から分離された金属膜を具備することができる。そのような装置は、広範囲のアプリケーションを有し、これらのタイプの装置の特性を利用すること及び／又は変形することは、この技術において有益であり、その結果、自身の特徴は、既存の製品を改善することに活用されることができ、未だ開発されていない新たな製品を創り出すことに活用されることができる。

【発明の概要】

【0003】

本発明のシステム、方法、及び装置は、それぞれ複数の態様を有し、そのいずれもが、その好ましい特性に単独で寄与するのではない。本発明の範囲を制限することなく、自身のより卓越した特徴が、ここに簡単に説明される。

【0004】

本明細書を熟考した後で、特に"特定の実施形態の詳細な説明"の項を読んだ後で、本発明の特徴が、その他のディスプレイ装置に対する利点をどのようにして提供するかを、理解するであろう。

【0005】

周囲条件から微小電気機械システム(MEMS)を封止する方法の一実施形態は、ME

10

20

30

40

50

M S 装置を含む基板上に実質的な金属シールを形成し、M E M S 装置を周囲条件から封止するようにバックプレーンを金属シールに取り付けることを含む。

【0006】

金属シールを実質的に形成することは、基板上に絶縁層を形成し、絶縁層上に金属封止壁を形成しを含んでいてもよく、およびこの方法は、さらにバックプレーンの取り付けのために金属シール上に接着層を形成することを含む。いくつかの実施形態において、バックプレーンを取り付けることははんだ付けを含む。

【0007】

周囲条件からM E M S 装置を封止する方法の他の実施形態は、基板上にM E M S 装置を形成することを含む。この場合、M E M S 装置は、犠牲層を含み、M E M S 装置と基板上に絶縁層を堆積し、絶縁層の上に1つ以上の金属層を堆積し、1つ以上の金属層に1つ以上のキャビティを有したマスクを形成する。この場合、キャビティは、M E M S 装置の回りの周囲を定義する。この方法はさらにマスク内の1つ以上のキャビティに1つ以上の金属シール層を形成することを含み、それにより、M E M S 装置の周囲に近接する実質的に溶接密閉を形成し、マスク層、1つ以上の金属層、および絶縁層を除去して、M E M S 装置の周囲の回りに封止壁を形成し、M E M S 装置から犠牲層を除去し、バックプレーンを封止壁に取り付けて、周囲条件からM E M S 装置を封止する。

【0008】

いくつかの実施形態において、1つ以上の金属封止層はマスク層上に電気めっきを含む。ある実施形態において、フォトレジストを含む。この場合、マスクを形成することは、U V 光の使用を含む。

【0009】

この方法は、さらに、1つ以上の金属封止層上に1つ以上の接着金属層を形成することを含み、この場合、1つ以上の接着金属層は、バックプレーンに取り付けるために構成される。例えば、1つ以上の接着層は、はんだを含むかもしれない。

【0010】

いくつかの実施形態において、絶縁層上に堆積された1つまたは金属層は、金属シード(seed)層および接着層の少なくとも1つを含む。いくつかの実施形態において、バックプレーンは、封止壁に接着するように構成された、あらかじめ堆積された接着層を含む。

【0011】

例えば、封止壁にバックプレーンを取り付けることは、はんだ付けを含み、バックプレーンは、封止壁に取り付けるためのエリアに近接する接着層およびはんだ層を含んでいてもよい。

【0012】

M E M S 装置をパッケージにする方法の別の実施形態は、基板上に形成されたM E M S 装置上に絶縁層を堆積することを含む。この場合、M E M S 装置は、犠牲層を含み、絶縁層上に1つ以上の金属層を堆積し、金属層上に、1つ以上のキャビティを有するマスクを形成することを含む。この方法はさらに1つ以上のキャビティに1つ以上の金属封止層を形成することを含む。それにより、M E M S 装置の周囲に近接する実質的に溶接密閉を形成し、マスク層、1つ以上の金属層、および絶縁層を除去し、M E M S 装置から犠牲層を除去し、M E M S 装置を周囲条件から封止するように、封止と接触してバックプレーンを堆積する。

【0013】

いくつかの実施形態において、1つ以上の封止層を形成することは、マスク層上に電気めっきをすることを含み、マスクはフォトレジスタを含んでいてもよく、この場合、マスクを形成することは、U V 光の使用を含む。

【0014】

この方法さらに1つ以上の金属封止層上に1つ以上の接着金属層を形成することを含み、この場合、1つ以上の接着層は、バックプレーンに取り付けるように構成され、1つ以上の接着層は、例えば、はんだを含む。

【0015】

絶縁層上に堆積された1つまたは金属の層は、金属シード層および接着層の少なくとも1つを含み、バックプレーンは、封止壁に取り付けるように構成されたあらかじめ堆積された接着層を含んでいてもよい。

【0016】

いくつかの実施形態において、封止壁にバックプレーンを取り付けることははんだ付けを含む。バックプレーンは、例えば、封止壁に取り付けるためのエリアに近接する接着層とはんだ層を含んでいてもよく、接着層は、金属を含んでいてもよい。

【0017】

周囲条件からMEMS装置を封止するためのシステムの一実施形態は、基板上に形成されたMEMS装置、基板上に実質的な金属封止を供給するものであって、MEMS装置の周囲を近接する金属封止を供給する手段を含み、それにより、MEMS装置の周囲を近接する実質的な溶接密閉、および実質的な金属封止と接触するバックプレーンを形成し、それにより、基板、実質的な金属封止、およびバックプレーン内にMEMS装置をカプセル化する。

10

【0018】

このシステムは、さらに1つ以上の金属封止層上に1つ以上の接着金属層を形成する手段をさらに具備し、1つ以上の接着金属層は、バックプレーンに取り付けるように構成される。例えば、1つ以上の接着層ははんだを含むかもしれない。さらに、金属シールは、金属シード層および接着層の少なくとも1つを含んでいてもよい。

20

【0019】

ある実施形態において、システムは、さらにバックプレーンを金属シールに取り付ける手段を含む。バックプレーンを取り付ける手段は、金属シールに取り付けるように構成された、あらかじめ堆積された接着層を含んでいてもよい。バックプレーンを取り付けるための手段ははんだを含んでいてもよい。いくつかの実施形態において、バックプレーンを取り付けるための手段は、金属シールに取り付けるためのエリアに近接するバックプレーン上に接着層およびはんだ層を含む、接着層は、例えば、金属を含む。

【0020】

周囲条件から封止されたMEMS装置の一実施形態は、基板上に形成されたMEMS装置、MEMS装置の周囲に近接する基板上に形成された実質的な金属シール、実質的な金属シールに接触するバックプレーンを含み、それにより、MEMS装置を基板、実質的な金属シール、およびバックプレーン内にカプセル化する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

この発明の一実施形態は、基板上にMEMS装置を含むMEMSベースの装置パッケージである。シールは、MEMS装置の周囲に近接して位置し、バックプレーンは、MEMS装置をカプセル化するためにキャビティを作るようにシールに接合される。シールは、望ましくは、基板から絶縁された1つ以上の金属層を含む。シールは、水分がパッケージに入るのを防止するように構成される。

【0022】

40

以下の詳細な説明は、この発明のある特定の実施形態に向けられている。しかしながら、この発明は多くの異なる方法で具現化することができる。この明細書では、参照符合が、図面に与えられ、全体を通して同様の部分が類似の数字を用いて表される。下記の説明から明らかになるように、発明は、動画（例えば、ビデオ）であるか固定画面（例えば、静止画）であるかに係らず、及びテキストであるか画像であるかに係らず、画像を表示するために構成された任意の装置で実行されることができる。より詳しくは、本発明が種々の電子装置で実行される若しくは電子装置に関連付けられることができることが、予想される。電子装置は、携帯電話機、無線装置、パーソナルデジタルアシスタント（PDAs）、ハンダーヘルド又は携帯型コンピュータ、GPS受信機／ナビゲータ、カメラ、MP3プレーヤ、カムコーダ、ゲームコンソール、腕時計、時計、計算機、テレビモニタ、

50

フラットパネルディスプレイ、コンピュータ・モニタ、自動車ディスプレイ（例えば、走行距離計ディスプレイ、等）、コクピット制御装置及び／又はディスプレイ、カメラファインダのディスプレイ（例えば、自動車の後方監視カメラのディスプレイ）、電子写真、電子ビルボード又はサイン、プロジェクタ、建築上の構造、パッケージング、及び芸術的な構造（例えば、宝石１個の画像のディスプレイ）のようなものであるが、限定されない。ここに説明されたものに類似の構造のMEMS装置も、電子スイッチング装置のような、非ディスプレイ・アプリケーションで使用されることもできる。

【００２３】

干渉MEMSディスプレイ素子を具備する１つの干渉変調器ディスプレイの実施形態が、図１に図示される。これらの装置において、ピクセルは、明又は暗状態のいずれかである。明（"オン"又は"開路（open）"）状態では、ディスプレイ素子は、入射可視光の大部分をユーザーに反射する。暗（"オフ"又は"閉路（close）"）状態にある場合は、ディスプレイ素子は、入射可視光をユーザーに反射しない。実施形態に依存して、"オン"及び"オフ"状態の光反射率特性は、逆になることがある。MEMSピクセルは、選択された色を主に反射するように構成されることができ、白黒に加えてカラー表示を可能にする。

【００２４】

図１は、視覚によるディスプレイ装置の一連のピクセル中の２つの隣接するピクセルを図示する等測図であり、ここでは、各ピクセルは、MEMS干渉変調器を具備する。複数の実施形態では、干渉変調器ディスプレイは、これらの干渉変調器の行／列アレイを具備する。各干渉変調器は、互いに可変であり制御可能な距離に位置する１対の反射層を含み、少なくとも１つの可変の大きさを有する共鳴光学的キャビティを形成する。１つの実施形態において、反射層の１つは、２つの位置の間を移動することができる。第１の位置では、ここではリリース状態（released state）と呼ぶ、可動層は、固定された部分反射層から比較的離れた距離に位置する。第２の位置では、可動層は、部分反射層により近くに隣接して位置する。２つの層から反射する入射光は、可動反射層の位置に依存して、積極的に（constructively）又は消極的に（destructively）干渉して、各ピクセルに対して全体が反射状態又は非反射状態のいずれかを作る。

【００２５】

図１のピクセルアレイの図示された部分は、２つの隣接する干渉変調器１２a及び１２bを含む。左の干渉変調器１２aでは、可動かつ高反射層１４aは、固定された部分反射層１６aから所定の距離のリリースされた位置に図示される。右の干渉変調器１２bでは、可動高反射層１４bは、固定された部分反射層１６bに隣接するアクチュエートされた位置に図示される。

【００２６】

固定層１６a、１６bは、電気的に導電性であり、部分的に透明であり、部分的に反射する、そして、例えば、透明基板２０上にクロムとインジウムスズ酸化物のそれぞれの１又はそれより多くの層を堆積することにより製作されることができ。複数の層は、平行なストライプにパターンニングされ、下記にさらに説明されるようにディスプレイ装置中の行電極を形成できる。可動層１４a、１４bは、支柱１８の頂上及び複数の支柱１８の間に介在する犠牲材料上に堆積された（行電極１６a、１６bに直交する）１層の堆積された金属層又は複数の層の一連の平行なストライプとして形成されることができ。犠牲材料がエッチされて除去されるときに、変形可能な金属層は、決められたエアークラップ１９だけ固定金属層から分離される。アルミニウムのような非常に電導性があり反射する材料が、変形可能な層として使用されることができ、そして、これらのストライプは、ディスプレイ装置において列電極を形成できる。

【００２７】

印加電圧がないと、キャビティ１９は、２つの層１４a、１６aの間に維持され、変形可能な層は、図１のピクセル１２aに図示されたように機械的に弛緩（relax）した状態にある。しかしながら、電位差が選択された行及び列に印加されると、対応するピクセルにおいて行及び列電極の交差点に形成されたキャパシタは、充電され、静電力が電極を強制

10

20

30

40

50

的に引きつける。電圧が十分に高ければ、可動層は、変形され、図 1 に右のピクセル 1 2 b により図示されたように、固定層に対して押し付けられる（この図に図示されていない誘電材料が、固定層上に堆積されることがあり、短絡することを防止し、分離距離を制御する）。この動きは、印加される電位差の極性に拘わらず同じである。このようにして、反射対非反射ピクセル状態を制御できる行／列アクチュエーションは、従来の LCD 及びその他のディスプレイ技術において使用される多くの方法に類似している。

【0028】

図 2 から図 5 B は、ディスプレイ応用において干渉変調器のアレイを使用するための 1 つの具体例としてのプロセス及びシステムを説明する。図 2 は、本発明の態様を組み込むことができる電子装置の 1 実施形態を説明するシステムブロック図である。具体例として
10
の実施形態において、電子装置は、プロセッサ 2 1 を含む。そのプロセッサ 2 1 は、いずれかの汎用のシングルチップ又は複数チップマイクロプロセッサ、例えば、ARM、ペンティアム（登録商標）、ペンティアム II（登録商標）、ペンティアム III（登録商標）、ペンティアム IV（登録商標）、ペンティアム（登録商標）プロ、8051、MIPS（登録商標）、パワー PC（登録商標）、ALPHA（登録商標）、若しくはデジタルシグナルプロセッサ、マイクロコントローラ、又はプログラム可能なゲートアレイのようないずれかの特殊用途マイクロプロセッサ、であることができる。本技術において通常であるように、プロセッサ 2 1 は、1 若しくはそれより多くのソフトウェア
20
モジュールを実行するために構成されることができる。オペレーティングシステムを実行することに加えて、プロセッサは、ウェブブラウザ、電話アプリケーション、電子メールプログラム、若しくはいずれかのその他のソフトウェアアプリケーションを含む、1 若しくはそれより多くのソフトウェアアプリケーションを実行するように構成されることができる。

【0029】

1 実施形態では、プロセッサ 2 1 は、しかも、アレイコントローラ 2 2 と通信するように構成される。1 実施形態では、アレイコントローラ 2 2 は、ピクセルアレイ 3 0 に信号を供給する行ドライバー回路 2 4 及び列ドライバー回路 2 6 を含む。図 1 に図示されたアレイの断面は、図 2 に線 1-1 により示される。MEMS 干渉変調器に関して、行／列
30
アクチュエーションプロトコルは、図 3 に説明されたこれらの装置のヒステリシス特性を利用することができる。これは、例えば、可動層をリリースされた状態からアクチュエートされた状態へ変形させるために 10 ボルトの電位差を必要とすることがある。

【0030】

しかしながら、電圧がその値から減少される場合に、10 ボルトより下に電圧が降下して戻るとしても、可動層はその状態を維持する。図 3 の具体例としての実施形態では、可動層は、電圧が 2 ボルトより下に降下するまで完全にはリリースされない。そのようにして、図 3 に説明された例では、約 3 から 7 V の電圧の範囲があり、そこでは、その範囲内で装置がリリースされた状態又はアクチュエートされた状態のいずれかで安定である、印加電圧のウィンドウが存在する。これは、ここでは"ヒステリシスウィンドウ"又は"安定ウィンドウ"として呼ばれる。図 3 のヒステリシス特性を有するディスプレイアレイに関して、行／列アクチュエーションプロトコルは、行ストロベリング（strobing）の期間に、
40
アクチュエートされるべきストロブされた行のピクセルは、約 10 ボルトの電圧差を受け、そしてリリースされるべきピクセルは、零ボルトに近い電圧差を受ける。ストロブの後で、ピクセルは、約 5 ボルトの定常状態電圧差を受け、その結果、ピクセルは、行ストロブがピクセルを置いたどんな状態にでも留まる。書き込まれた後で、各ピクセルは、電位差がこの例では 3-7 ボルトの"安定ウィンドウ"の範囲内であると判断する。この特徴は、アクチュエートされた又はリリースされた事前に存在する状態のいずれかに同じ印加された電圧条件の下で、図 1 に説明されたピクセル設計を安定にさせる。アクチュエートされた状態又はリリースされた状態であるかに拘わらず、干渉変調器の各ピクセルが、基本的に固定反射層と移動反射層とにより形成されたキャパシタであるので、この安定状態は、ほとんど電力消費なしにヒステリシスウィンドウの範囲内の電圧に保持されるこ
50

とができる。印加された電位が一定であるならば、基本的に電流は、ピクセルに流れ込まない。

【0031】

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

10

【0032】

図4及び図5Aおよび5Bは、図2の3×3アレイでディスプレイフレームを創り出すための1つの可能性のあるアクチュエーションプロトコルを説明する。図4は、ピクセルが図3のヒステリシス曲線を表すために使用されることがある、列及び行電圧レベルの可能性のあるセットを説明する。図4の実施形態では、ピクセルをアクチュエートすることは、適切な列を $-V_{bias}$ に、そして適切な行を $+\Delta V$ に設定することを含む。これは、それぞれ $-5V$ 及び $+5V$ に対応することができる。ピクセルをリリースさせることは、適切な列を $+V_{bias}$ に、そして適切な行を同じ $+\Delta V$ に設定することにより達成され、ピクセル間で零ボルトの電位差を生成する。そこでは行電圧が零ボルトに保持されるこれらの行では、列が $+V_{bias}$ 又は $-V_{bias}$ であるかに拘らず、ピクセルが元々あった状態がどうであろうとも、ピクセルは、その状態で安定である。

20

【0033】

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

30

【0034】

図5Aのフレームでは、ピクセル(1, 1)、(1, 2)、(2, 2)、(3, 2)及び(3, 3)がアクチュエートされている。これを実現するために、行1に対する"ライン時間"の期間に、列1及び2は、 -5 ボルトに設定され、そして列3は、 $+5$ ボルトに設定される。全てのピクセルが3-7ボルトの安定ウィンドウの中に留まるため、これは、どのピクセルの状態も変化させない。行1は、その後、0から5ボルトまで上がり、零に戻るパルスでストロブされる。これは、(1, 1)及び(1, 2)ピクセルをアクチュエートし、(1, 3)ピクセルをリリースする。アレイ中のその他のピクセルは、影響されない。望まれるように行2を設定するために、列2は、 -5 ボルトに設定され、そして列1及び3は、 $+5$ ボルトに設定される。行2に印加された同じストロブは、その後、ピクセル(2, 2)をアクチュエートし、ピクセル(2, 1)及び(2, 3)をリリースする。再び、アレイのその他のピクセルは、影響されない。行3は、列2及び3を -5 ボルトに、そして列1を $+5$ ボルトに設定することより同様に設定される。行3ストロブは、図5Aに示されたように行3ピクセルを設定する。フレームを書き込んだ後、行電位は零に、そして列電位は $+5$ 又は -5 ボルトのいずれかに留まることができ、ディスプレイは、その後、図5Aの配列で安定である。同じ手順が数十から数百の行及び列のアレ

40

50

イに対して採用されることができ、理解される。しかも、行及び列アクチュエーションを実行するために使用された電圧のタイミング、シーケンス、及びレベルが、上記に概要を示された一般的な原理の範囲内で広範囲に変化されることができ、そして、上記の例は、具体的な例だけであり、任意のアクチュエーション電圧方法は、本発明とともに使用されることができる。

【0035】

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

【0036】

干渉変調器アレイのようなMEMS装置の可動部は、望ましくは、移動する保護された空間を有する。MEMS装置用のパッケージング技術はより詳細に以下に記述されるだろう。干渉変調器アレイのような、MEMS装置のための基本パッケージ構造の概略は、図7Aに図示される。図7Aに示されるように、基本パッケージ構造70は、基板72およびバックプレーンカバーまたは「キャップ」74を含み、干渉変調器アレイ76は、基板72上に形成される。このキャップ74も「バックプレーン」と呼ばれる。

【0037】

基板72およびバックプレーン74はパッケージ構造70を形成するためにシール78によって連結される。その結果、基板72、バックプレーン74およびシール78によって干渉変調器アレイ76がカプセル化される。これは、バックプレーン74と基板72の間にキャビティ79を形成する。シール78は、従来のエポキシ樹脂ベースの接着剤のような非溶接密閉かもしれない。他の実施形態では、シール78は、ポリイソブチレン(時々ブチルゴム、他の時には、PIBと呼ばれる)、Oリング、ポリウレタン、薄膜金属溶接、液体スピノン(spin-on)ガラス、はんだ、ポリマー、またはプラスチック、とりわけ1日におよそ0.2-4.7 g mm/m² kPaの水蒸気の浸透性のレンジを有するかもしれない他の種類のシールであってもよい。さらに、他の実施形態において、シール78は、溶接密閉であってもよい。いくつかの実施形態においては、パッケージ構造70は、キャビティ79内の水分を低減するように乾燥剤を含む。当業者は、溶接密閉されたパッケージに対しては、乾燥剤は必要ないかもしれないが、パッケージ内に存在する水分を制御するために望ましいかもしれないことを理解するであろう。一実施形態では、乾燥剤80は、干渉変調器アレイ76とバックプレーン74との間に位置する。乾燥剤は、溶接密閉または非溶接密閉のいずれかを有するパッケージのために使用してもよい。溶接密閉を有するパッケージにおいて、乾燥剤は典型的にパッケージ内部内に存在する水分を制御するために使用される。非溶接密閉を有したパッケージにおいて、乾燥剤は、周囲からパッケージに入り込んでくる水分を制御するために使用してもよい。一般的に、干渉変調器の光学的性質に干渉せずに、水分を吸着することができる任意の基板を乾燥剤80として用いてもよい。適切な乾燥剤材料は、これらに限定されないが、ゼオライト、モレキュラーシーブ(molecular sieves)、表面吸着剤、および化学反応体を含む。

【0038】

乾燥剤80は異なる形式、形状およびサイズであってもよい。固体の形式であることに加えて、乾燥剤80は、もうひとつの方法として、パウダーの形式であってもよい。これ

らのパウダーは、パッケージに直接挿入してもよいし、または塗布のために接着剤と混合してもよい。他の実施例では、乾燥剤 80 はパッケージの内部に塗布される前に、シリンダーまたはシートのような異なる形に形成してもよい。

【0039】

熟練した職人は、異なる方法で乾燥剤 80 を塗布することができるかと理解するだろう。一実施形態では、乾燥剤 80 は、干渉変調器アレイ 76 の一部として堆積される。別の実施形態では、乾燥剤 80 はスプレーあるいは浸漬被覆としてパッケージ 70 内部に塗布される。

【0040】

基板 72 は薄膜を有することができる、半透明または透明な物質であってもよく、その上に MEMS 装置が構築される。そのような透明物質は、これらに限定されないが、ガラス、プラスチック、および透明ポリマーを含む。干渉変調器アレイ 76 は、計測定のモジュレータ配列 76 は、薄膜変調器または分離可能なタイプの変調器を含んでいてもよい。熟練した職人は、バックプレーン 74 は、ガラス、金属、箔、ポリマー、プラスチック、セラミック、または半導体材料（例えば、シリコン）のような任意の適切な材料で形成してもよいことを理解するであろう。

【0041】

パッケージングプロセスは、真空、真空以下でかつ周囲圧力を含む間の圧力、または周囲圧力よりも高い圧力で遂行してもよい。パッケージングプロセスは、封止プロセスの期間に変化され制御される高いまたは低い圧力の環境で遂行してもよい。完全に乾燥した環境で干渉変調器アレイ 76 をパッケージングすることに利点があるかもしれないが、それは必要ではない。同様に、パッケージング環境は周囲条件における不活性ガスの環境であるかもしれない。周囲条件におけるパッケージングは、より低いコストプロセスを可能にし、機器選択における多様性に対してより多くの可能性を許容する。なぜなら、装置は、装置の動作に影響を与えることなく周囲条件を介して運ばれるかもしれないからである。

【0042】

一般に、パッケージ構造の中への水蒸気の浸透を最小化し、したがって、パッケージ構造 70 内部の環境を制御し、溶接密閉して環境が一定のままであることを保証することは望ましい。パッケージ内の湿度が、水分からの表面張力が干渉変調器 10 内の可動素子（図示せず）の復元力より高くなると、可動素子は、表面に永久的に張り付くようになるかもしれない。

【0043】

上述したように、乾燥剤を用いて、パッケージ構造 70 内部に存在する水分を制御してもよい。しかしながら、乾燥剤の必要性は、大気からの水分がパッケージ構造 70 内部に移動するのを防止するために、溶接密閉 78 の実施により、低減または消去することができる。

【0044】

パッケージ構造 70 内部に乾燥剤 80 を置くためのエリアが少ないので、ディスプレイデバイス寸法を連続的に低減することは、パッケージ構造 70 内部の環境を管理するための利用可能な方法を制限する。水蒸気の流入の影響を受けやすいパッケージング構造のエリアは、パッケージ構造のサイズが減少することに応じて同じかわずかに減少するかもしれないが、乾燥剤のために利用可能なエリアは、相対的に劇的に減少される。乾燥剤の必要性を消去することは、また、パッケージ構造 70 をさらに薄くすることを可能にする。これは、いくつかの実施形態において望ましい。典型的には、乾燥剤を含むパッケージにおいて、パッケージ化された装置の寿命期待値は、乾燥剤の寿命に依存するかもしれない。乾燥剤が完全に消費されると、十分な水分がパッケージ構造に入り、干渉変調器装置が機能しなくなるかもしれない、そして干渉変調器アレイを損傷する。

【0045】

一実施形態において、シール 78 は、水分の流れを禁止するかまたは防止する環境障壁として動作するように構成された障壁を形成するめっきした金属を含む。図 7 B は、金属

10

20

30

40

50

シール 78 を持ったパッケージング構造 70 の等角図である。

【0046】

一実施形態において、シール 78 は、シール 78 を介した空気と水蒸気の流れを防止する溶接密閉である。金属シール 78 は、望ましくは、フォトリソグラフィープロセスに従って形成され、所望の位置の $\pm 1 \mu\text{m}$ 内にシール 78 を位置づけすることを可能にする。

【0047】

図 8A-E は、図 7B において示されたシール 78 を形成し、干渉変調器アレイ 76 のような MEMS 装置をパッケージング化する方法の一実施形態の異なる段階を図示する断面図である。

【0048】

図 8A は、基板 72 上で形成された干渉変調器アレイ 76 を図示する断面図である。一実施形態において、干渉変調器アレイ 76 は、アレイ 76 の干渉変調器素子の、図 1 に示した導電部材 14、16 のような、導電部材間の犠牲層（図示せず）を依然として含む。例えば、犠牲層はモリブデンを含むかもしれない。図 8B を参照すると、基板 72 上の導電リード線 801 は、基板 72 の上に絶縁体 802 を堆積することによりシールから電気的に絶縁される。ある実施形態において、図 8B に示すように、絶縁体 802 は、干渉変調器アレイ 76 上にも堆積される。いくつかの実施形態において、絶縁体 802 は、シール 78 が形成されることになっている基板 72 上のある位置に貼り付けてもよい。しかしながら、図 8B に示すように、基板 72 および干渉変調器アレイ 76 の上に堆積し、その次に、絶縁体 802 の不要な部分を除去することにより絶縁体を形成することはより実用的かもしれない。絶縁体は、例えば、スパッタリングまたは化学蒸着法（CVD）のような薄膜蒸着方法によって形成することができる。一実施形態において、絶縁体は SiO_2 あるいは他の絶縁する酸化物か、窒化物であり、約 $2000 \text{ \AA}$ または約 $1000 \text{ \AA}$ の厚みを有する。技術に熟練している人々によって理解されるように、絶縁体および代替絶縁体の材料の堆積の他の方法は、この発明の範囲内である。

【0049】

絶縁体 802 の堆積に続いて、電気めっきのための 1 つ以上の金属層 804 は、絶縁体 802 の上に直接堆積される。金属層 804 は複数の層を含んでもよい。そして一実施形態において、金属層 804 は、接着層と金属シード層を含む。接着層は望ましくは、絶縁体と金属シード層との間の接着を促進する。ある実施形態において、金属シード層は、導電性のめっきベースであり、その上に、電着物が形成され、電着物と同じ材料である必要がない。一実施形態において、金属シード層の厚さは約 $500 - 2000 \text{ \AA}$ であり、接着層は、約 $50 - 100 \text{ \AA}$ の厚みを有する。一実施形態において、接着層と金属シード層を結合した厚みは、約 $100 - 500 \text{ \AA}$ である。いくつかの実施形態において、接着層は、チタン（Ti）あるいはクロミウム（Cr）のような異なるタイプの金属を含む。熟練した職人は、さらに、例えば、金属シード層が付けられることになっている表面が荒い場合、接着層を省くことも可能であると理解するだろう。

【0050】

図 8C に示すように、マスク 806 が金属層 804 の上にパターンが付けられ、干渉変調器アレイ 76 の周囲を近接する封止壁の形成のために 1 つ以上のキャビティ 808 を定義する。周囲キャビティ 808 は正方形であってもよいし、または長方形であってもよい。または、他のジオメトリーを持ってもよい。1 つ以上の干渉変調器アレイ 76 を含むパッケージング構造 70 の一実施形態において、シール 78 は、複数の干渉変調器アレイの合計周囲の周りに位置される。一実施形態において、金属層 804 がキャビティ 808 内のみの絶縁体 802 上に堆積されるように、金属層 804 は、マスク 806 をパターン化した後に堆積される。

【0051】

マスク 806 は、望ましくは、フォトレジストを含み、例えば、UV 光を使用してパターン化することができる。フォトレジストは、紫外線光にさらされた時可溶になり、それ

10

20

30

40

50

がカバーする（これはレジストとしても知られている）エリアのエッチングあるいはめっきを防ぐ有機ポリマーを含むことができる。フォトリソグラフィおよびその使用は半導体、生物医学工学、ホログラフィー、エレクトロニクス、および超微細製作技術のような種々の産業においてよく知られている。ある実施形態において、マスクとしてフォトリソグラフィを使用することは、正確に厚み層を定義するように望ましい。

【0052】

図8Dに図示するように、金属の1つ以上の層は、キャビティ808内の露出した金属シード層804上に堆積され、それにより、封止壁810を形成する。1つ以上の金属層の堆積は、望ましくは、電気めっき槽を使用して電気めっきを行うことを含む。メタル層を堆積するか形成する他の方法は（例えば）無電解めっきを含めて熟考される。

10

【0053】

一実施形態において、マスク806の厚さは、封止壁810の所望の厚さか高さに依存する、マスク806の厚さは、封止壁810の所望の厚さか高さを実質的に同じかがそれよりわずかに大きい。ある実施形態において、マスク806は、封止壁810の所望の厚さより厚いまたは封止壁810の所望の高さより厚みが少ない。一実施形態では、封止壁810の高さは約10—70 μm である。いくつかの実施形態において、封止壁810の高さは約30—50 μm である。封止壁810のための他の高さが熟考される。

【0054】

図8Eに示されるように、マスク806、金属層804および絶縁体802は、湿式化学エッチングのような方法により、電気めっきした金属808によってカバーされないエリアで除去される。あるいは、金属層804および絶縁体802は各々個別のステップで除去してもよい。金属シード層がマスク806の上に堆積される実施形態において、金属シード層はマスク806で除去される。シール78にバックプレーン74を接合する前に、干渉変調器アレイ76の中にある犠牲層は、例えば、XeF₂ガスを使用してエッチングされ、アレイの干渉変調器素子の薄膜または導電部材を解除する。

20

【0055】

犠牲層が干渉変調器アレイ76から取り除かれた後、バックプレーン74は、シール78に接合される。これは、絶縁体802と封止壁810を含み、パッケージ構造70を形成する。熟練した職人は、バックプレーン74がガラス、金属、箔、ポリマー、プラスチック、セラミックあるいは半導体（例えばシリコン）のような任意の適切な材料からつくってもよいことを理解するであろう。

30

【0056】

図7Aを参照すると、技術における通常の熟練の人は、シール78の高さおよびバックプレーン74の特徴を選択することができる。それは、乾燥剤80が干渉変調器アレイ76から十分に引き離されるようにするためである。シール78の高さは、封止壁810の高さに正比例する。ある実施形態において、シール78は、望ましくは、約100—300 μm の高さである。他の実施形態において、シール78は、約400 μm 未満の高さに形成されることが望ましい。他の実施形態において、シール78は、約50 μm より大きな厚さに形成されることが望ましい。熟練した職人は、シール78の厚さは、干渉変調器アレイ76の所望の寿命、シール78の材料、アレイ76の寿命の期間にパッケージ構造70に浸透するように推定される混入物質および水分の量、周囲環境の湿度、および／または乾燥剤80がパッケージ構造70内に含まれているかどうかのような、種々の要因に依存してもよい。

40

【0057】

図9は、メタルシールを形成し、MEMS装置をパッケージ化する方法の一実施形態を図示するプロセスフローである。いくつかの実施形態において、図8Aに図示された構造は、ステップ902で始まる図9の方法900の動作のための開始構造である。方法900は、ステップ902に進む。ここでは、シールは、図8Bに示すように、基板および干渉変調器アレイの上に絶縁体を堆積することにより基板上に位置する導電リード線から、電氣的に絶縁されている。

50

【0058】

ステップ904における絶縁体の堆積に続いて、ステップ906において、電気めっきのための1つ以上の金属層が絶縁体の上に直接堆積される。図8Bを参照して上で議論したように、1つ以上の金属層は、複数の層を含み、一実施形態において、金属層は、接着層および金属シード層を含む。ステップ908において、マスクは、干渉変調器アレイの周囲に近接する封止へ行きの形成のために、1つ以上のキャビティ808を定義するように、ステップ906において、形成された金属層の上にマスクがパターン化される。

【0059】

ステップ910において、電気めっきは、電気めっき槽を用いて行われ、金属の1つ以上の層を、ステップ908において形成されたキャビティ内の露出した金属シード層上に堆積し、それにより、封止壁を形成する。電気めっきは、周期表の要素の半分を介して堆積することができる。一実施形態において、好適電気めっき金属はニッケルである。しかし、銅と錫も使用されてもよい。電気めっきはシールの所望厚さを達成する効率的な方法である。それは数十ミクロンから数百ミクロンのオーダーである。例えば、電気めっき以外の方法を使用して、例えば、無電解めっき、蒸発およびスパッタリングを含む封止壁のために金属を堆積してもよい。

10

【0060】

ステップ910はさらに封止壁へのバックプレーン接着層に電気めっきを施すことを含んでもよい。この場合、バックプレーン接着層は、PbSn、InSb、SnBiあるいはめっきすることができる他のはんだのようなはんだを含む。いくつかの実施形態において、バックプレーン接着層は、湿潤性の金属層およびハンダ層のような複数の層を含む。

20

【0061】

ステップ912において、マスク、メタル層および絶縁体は、湿式化学エッチングのような方法によって電気めっきした金属によってカバーされないエリアで除去される。あるいは、金属層804および絶縁体802は各々個別のステップで除去してもよい。例えば、金属シード層はイオンミリング(ion milling)によって除去してもよい。金属シード層がマスク806の上に堆積される実施形態において、金属シード層はマスク806で除去される。

【0062】

30

ステップ914において、封止壁にバックプレーン結合する前に、干渉変調器アレイ内にある犠牲層は、例えばXeF₂ガスを使用してエッチングされ、アレイの干渉変調器素子の薄膜または導電部材を解放する。シール形成工程900を通じて犠牲層を保存することは、シール形成方法900の任意のステップの間に生じることができる損害からアレイを保護するのに望ましいかもしれない。しかしながら、犠牲のモリブデンは、組み立てプロセスの任意の他の時間に除去することができる。

【0063】

犠牲層がステップ914で削除された後、ステップ916において、バックプレーンはパッケージ構造を形成するために封止壁に結合される。一実施形態では、バックプレーンは気密継ぎ目を形成するためにはんだによって封止壁に結合される。はんだは、ステップ910を参照して述べられるように封止壁の上に堆積することができ、ステップ912および/または914の後に塗布することができ、またはバックプレーンに塗布することができる。はんだは、望ましくは、干渉変調器アレイ76への熱損傷を回避するように、約250℃未満で熔融し流れる。

40

【0064】

バックプレーンは、封止壁、または湿潤性の金属および/または封止壁に堆積されたはんだのために1つ以上のバックプレーン接着層をその上に堆積してもよい。一実施形態において、バックプレーンは、CrまたはTiのような薄い金属のような接着層またははんだ付け温度に耐えるように構成された他の材料を含む。また、はんだは、シーラント壁へのバックプレーンを封止壁に取り付けるために接着層上に堆積される。一実施形態におい

50

て、バックプレーンは、容易にはんだ付けすることができる金属を含む。別の実施形態において、バックプレーンは金属の薄膜、または封止壁にはんだ付けされたまたはシームシール(seamseal)を用いて結合された金属のパスを含む。シール78の形成は、アレイプロセスのシール部の形成を行うことによりパッケージングプロセスの複雑さを低減する。

【0065】

図10Aおよび10Bは、ディスプレイデバイス2040の一実施形態を図示するシステムブロック図である。ディスプレイデバイス2040は、例えば、セルラー式の形態無線電話または携帯電話であってよい。しかしながら、さらに、ディスプレイデバイス2040またはそのわずかな変化の同じコンポーネントは、テレビおよびポータブルメディア・プレイヤーのような様々なタイプのディスプレイデバイスの例証となる。

10

【0066】

ディスプレイデバイス2040は、ハウジング2041、ディスプレイ2030、アンテナ2043、スピーカー2045、入力装置2048およびマイクロフォン2046を含んでいる。ハウジング2041は、射出成形および真空成形を含む、当業者に良く知られた多種の製造プロセスのいずれかから一般的に形成される。さらに、ハウジング2041は、これらに限定されないが、プラスチック、金属、ガラス、ゴム、およびセラミックまたはそれらの組み合わせを含む多種の材料のいずれかから形成してもよい。一実施形態では、ハウジング2041は、異なる色または、異なるロゴ、絵、またはシンボルを含む他の除去可能な部分と交換してもよい除去可能な部分（図示せず）を含む。

【0067】

20

例示ディスプレイデバイス2040のディスプレイ2030は、ここに記載するように、双安定ディスプレイを含む多様なディスプレイのいずれかであってよい。他の実施形態において、当業者によく知られているように、ディスプレイ2030は、上述したように、プラズマ、EL、OLED、STN LCD、またはTFT LCDのようなフラットパネルディスプレイを含む。しかしながら、この実施形態を記載する目的のために、ディスプレイ2030は、ここに記載するように干渉変調器ディスプレイを含む。

【0068】

例示ディスプレイデバイス2040の一実施形態のコンポーネントは、概略的に図10Bに示される。図解される例示ディスプレイデバイス2040は、ハウジング2041を含み、少なくとも部分的にそのなかに囲まれたさらなるコンポーネントを含むことができる。例えば、一実施形態において、例示ディスプレイデバイス2040は、トランシーバー2047に接続されたアンテナ2043を含むネットワークインターフェース2027を含む。トランシーバー2047はプロセッサ2021に接続される。プロセッサ2021は調整ハードウェア2052に接続される。調整ハードウェア2052は信号（例えば、信号をろ過する）を条件付けする（例えば、信号をフィルターする）ように構成してもよい。調整ハードウェア2052は、スピーカー2045およびマイクロフォン2046に接続される。プロセッサ2021も、入力装置2048およびドライバーコントローラー2029に接続される。ドライバーコントローラー2029は、フレームバッファ2028およびアレイドライバー2022に接続される。アレイドライバー2022は、ディスプレイアレイ2030に接続される。電源2050は、特定の例示ディスプレイデバイス2040設計により必要とされるすべてのコンポーネントに電力を供給する。

30

40

【0069】

ネットワークインターフェース2027は、アンテナ2043およびトランシーバー2047を含んでいるので、例示ディスプレイデバイス2040は、ネットワークを介して1つ以上の装置と通信することができる。一実施形態において、ネットワークインターフェース2027は、さらにプロセッサ2021の要件を軽減するために多少の処理能力を持っていてもよい。アンテナ2043は、信号を送信し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。一実施形態において、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信号を送信し、受信する。他の実施形態において、アンテナはBLUETOOTH標準に従ってRF信

50

号を送信し受信する。携帯電話の場合には、アンテナは、無線携帯電話ネットワーク内に通信するために使用されるCDMA、GSM、AMPSあるいは他の既知信号を受信するように設計される。トランシーバー2047は、アンテナ2043から受信した信号をあらかじめ処理するので、それらの信号は、プロセッサ2021により受信され、さらに操作される。トランシーバー2047はまた、プロセッサ2021から受信した信号を処理するので、それらの信号は、アンテナ2043を介して例示ディスプレイデバイス2040から送信してもよい。

【0070】

他の実施例において、トランシーバー2047はレシーバーと交換することができる。

【0071】

さらに他の代替実施形態において、ネットワークインターフェース2027は、画像ソースを交換することができる。画像ソースは、プロセッサ2021に送信される画像データを記憶または発生することができる。例えば、画像ソースは、デジタルビデオディスク(DVD)、または画像データ、または画像データを発生するソフトウェアモジュールを含むハードディスクドライブであり得る。

【0072】

プロセッサ2021は、一般に例示ディスプレイデバイス2040の全体的な動作を制御する。プロセッサ2021は、ネットワークインターフェース2027または画像ソースから圧縮された画像データのようなデータを受信し、データを生の画像データまたは生の画像データに容易に処理されるフォーマットに処理する。次に、プロセッサ2021は処理したデータをドライバコントローラ2029または記憶のためにフレームバッファ2028に送信する。生データは、典型的には画像内の各場所で画像特性を識別する情報に言及する。例えば、そのような画像特性は色、飽和およびグレースケールレベルを含むことができる。

【0073】

一実施形態において、プロセッサ2021はマイクロコントローラ、CPUあるいは例示ディスプレイデバイス2040の動作を制御するための論理ユニットを含む。調整ハードウェア2052は、一般に信号をスピーカ2045に送信するために、およびマイクロフォン2046からの信号を受信するために、増幅器およびフィルタを含む。調整ハードウェア2052は、例示ディスプレイデバイス2040内のディスクリットコンポーネントであってもよいし、または、プロセッサ2021または他のコンポーネントに内蔵されていてもよい。

【0074】

ドライバコントローラ2029は、プロセッサ2021から直接にあるいはフレームバッファ2028から、プロセッサ2021によって生成された生の画像データを取り、アレイドライバ2022への高速送信のための適切に生画像データを再フォーマットする。具体的には、ドライバコントローラ2029は、ディスプレイアレイド2030にわたって走査するのに適した時間順を有するように、ラスタ状のフォーマットを有するデータフローに生の画像データを再フォーマットする。

【0075】

次に、ドライバコントローラ2029はフォーマット化された情報をアレイドライバ2022に送信する。LCDコントローラのようなドライバコントローラ2029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2021に関連する。そのようなコントローラは、多くの方法で実施してもよい。それらはハードウェアとしてプロセッサ2021に埋め込んでもよいし、またはソフトウェアとしてプロセッサ2021に埋め込んでもよいし、または、アレイドライバ2022と一緒に完全にハードウェアで集積してもよい。

【0076】

典型的には、アレイドライバ2022はドライバコントローラ2029からフォーマットされた情報を受信し、ディスプレイの画素のx-yマトリクスから来る数百およ

10

20

30

40

50

び時として数千のリード線に毎秒あたりの多くの回数が印加される並列セットの波形にビデオデータを再フォーマットする。

【0077】

一実施形態において、ドライバーコントローラー2029、アレイドライバー2022およびディスプレイアレイ2030は、ここに記述されたディスプレイのタイプのうちのどれにも適切である。例えば、一実施形態において、ドライバーコントローラー2029は、従来のディスプレイコントローラーまたは双安定ディスプレイコントローラー（例えば、干渉変調器コントローラー）である。他の実施形態において、アレイドライバー2022は、従来のドライバーあるいは双安定したディスプレイドライバー（例えば干渉変調器のディスプレイ）である。一実施形態において、ドライバーコントローラー2029はアレイドライバー2022に統合される。そのような実施形態は、携帯電話、時計、および他の小面積ディスプレイのような高度に集積されたシステムにおいて、一般的である。さらに他の実施形態において、ディスプレイアレイ2030は、典型的なディスプレイアレイあるいは双安定したディスプレイアレイ（例えば干渉変調器のアレイを含むディスプレイ）である。

10

【0078】

入力装置2048は、ユーザーが例示ディスプレイデバイス2040の動作を生後することを可能にする。一実施形態において、入力装置2048は、QWERTYキーボードあるいは電話キーパッド、ボタン、スイッチ、タッチセンシティブスクリーン、圧力または熱感知可能な薄膜のようなキーパッドを含んでいる。一実施形態において、マイクロフォン2046は例示ディスプレイデバイス2040のための入力装置である。マイクロフォン2046がデバイスへのデータを入力するために使用されるとき、例示ディスプレイデバイス2040の動作を制御するためにユーザーによって音声コマンドが供給されてもよい。

20

【0079】

電源2050は、技術的に良く知られている多種のエネルギー記憶装置を含むことができる。例えば、一実施形態において、電源2050は、ニッケル・カドミウム電池またはリチウムイオン電池のような充電式バッテリーである。他の実施形態において、電源2050は、プラスチック太陽電池および太陽電池ペイントを含む再生可能エネルギーソース、コンデンサーあるいは太陽電池である。他の実施形態において、電源2050は壁付コンセントから電力を受信するように構成される。

30

【0080】

いくつかの実施において、上述したように、制御プログラム可能性は、電子表示システムでいくつかの場所に位置することができるドライバーコントローラーに存在する。いくつかの場合には、制御プログラム可能性は、アレイドライバー2022に存在する。当業者は、上述した最適化は、任意の数のハードウェアおよび／またはソフトウェアコンポーネントでおよび種々の構成で実施してもよい。

【0081】

上記の詳細な記載は、種々の実施形態に適用されるこの発明の新規な特徴を図示し、記載し、指摘したけれども、図示した装置またはプロセスの形式および詳細において、種々の省略、置換、および変更は、この発明の精神から逸脱することなく、当業者により行ってもよい。さらに、ここに記載され、図示されるステップは、記載された行為の正確なシーケンスに限定されず、述べたすべての行為の実施に必ずしも限定されない。イベントまたは行為の他のシーケンス、またはすべてのイベントより少ないイベント、またはイベントの同時発生は、この発明の実施形態を実施する際に利用してもよい。認識されるように、いくつかの特徴は、他から別々に使用または実施してもよいので、本発明は、ここに記載されるすべての特徴および利点を提供しない形式内で具現化してもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】図1は、干渉変調器ディスプレイの1実施形態の一部分を図示する等測図であり

50

、そこでは、第1の干渉変調器の可動反射層は、リリースされた位置にあり、第2の干渉変調器の可動反射層は、アクチュエートされた位置にある。

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

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

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

【図5A】図5Aは、図2の 3×3 干渉変調器ディスプレイにおけるディスプレイデータの一例示フレームを図解する。

10

【図5B】図5Bは、図5Aのフレームを書くために使用してもよい行および列信号のための一例示タイミング図を図解する。

【図6A】図6Aは、図1の装置の断面図である。

【図6B】図6Bは、干渉変調器の代わりの実施形態の断面図である。

【図6C】図6Cは、干渉変調器の他の1つの代わりの実施形態の断面図である。

【図7A】図7Aは、干渉変調器装置のための基本パッケージ構造の断面図である。

【図7B】図7Bは、金属シールを備えた図7Aのパッケージ構造の等角図法である。

【図8A】図8Aは、金属シールを形成し、MEMS装置をパッケージ化する方法の一実施形態の連続的な段階を図解する断面図である。

【図8B】図8Bは、金属シールを形成し、MEMS装置をパッケージ化する方法の一実施形態の連続的な段階を図解する断面図である。

20

【図8C】図8Cは、金属シールを形成し、MEMS装置をパッケージ化する方法の一実施形態の連続的な段階を図解する断面図である。

【図8D】図8Dは、金属シールを形成し、MEMS装置をパッケージ化する方法の一実施形態の連続的な段階を図解する断面図である。

【図8E】図8Eは、金属シールを形成し、MEMS装置をパッケージ化する方法の一実施形態の連続的な段階を図解する断面図である。

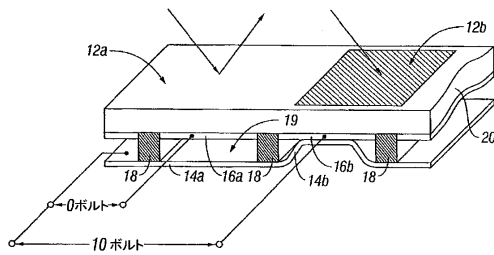
【図9】図9は、MEMSパッケージ構造のためのめっきした金属シールを形成する方法の一実施形態を図解するフローチャートである。

【図10A】図10Aは、複数の干渉変調器を含むビジュアルディスプレイデバイスの一実施形態を図解するシステムブロック図である。

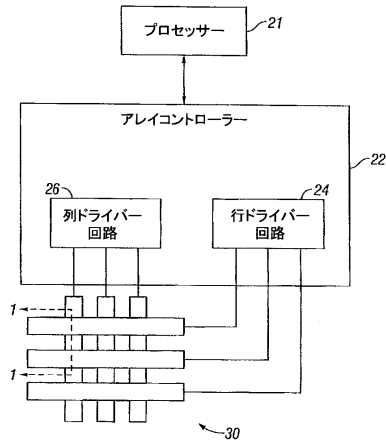
30

【図10B】図10Bは、複数の干渉変調器を含むビジュアルディスプレイデバイスの一実施形態を図解するシステムブロック図である。

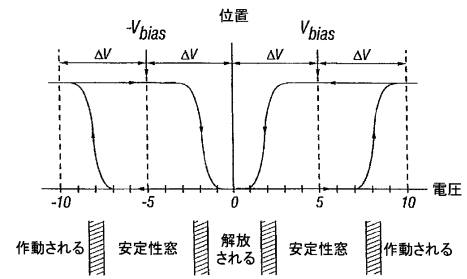
【図 1】



【図 2】



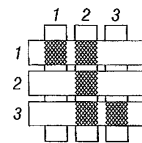
【図 3】



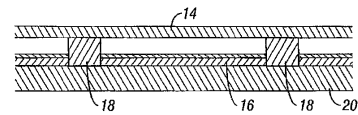
【図 4】

行出力 信号	列出力 信号	
	$+V_{bias}$	$-V_{bias}$
0	安定	安定
$+\Delta V$	解放	作動
ΔV	作動	解放

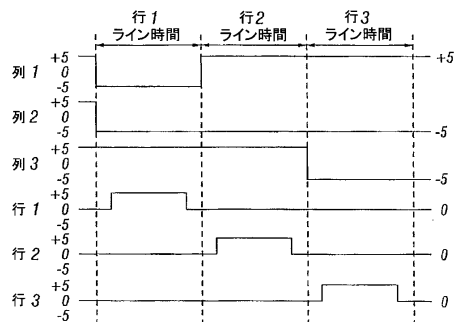
【図 5 A】



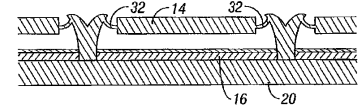
【図 6 A】



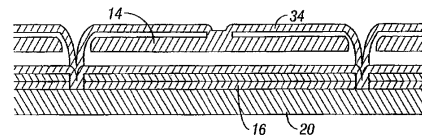
【図 5 B】



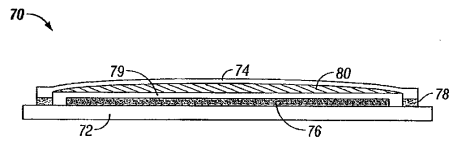
【図 6 B】



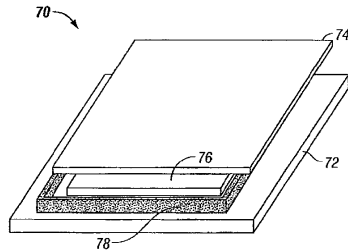
【図 6 C】



【図 7 A】



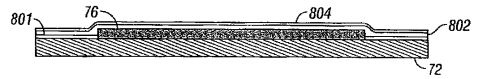
【図 7 B】



【図 8 A】



【図 8 B】



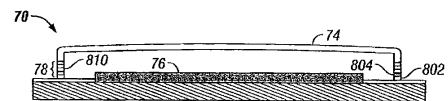
【図 8 C】



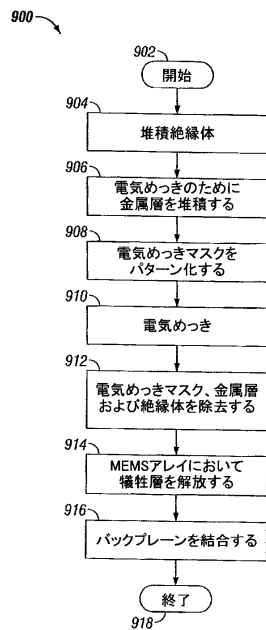
【图 8 D】



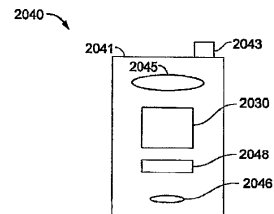
【図 8 E】



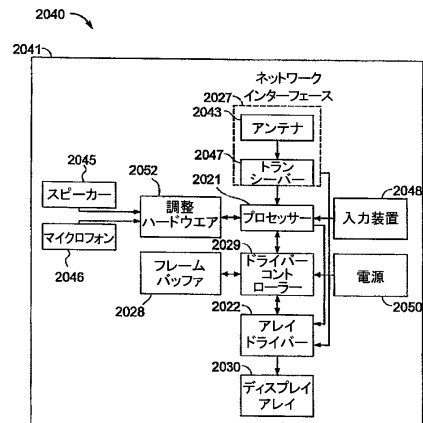
【图 9】



【図 10 A】



【図 10 B】



フロントページの続き

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(74)代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72)発明者 フィリップ・ディー・フロイド

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

審査官 川村 健一

(56)参考文献 特開2003-243550 (JP, A)

特開2002-365153 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B81B 1/00 - 7/04

B81C 1/00 - 5/00

H01L 23/02