

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5754830号
(P5754830)

(45) 発行日 平成27年7月29日 (2015. 7. 29)

(24) 登録日 平成27年6月5日 (2015. 6. 5)

(51) Int. Cl. F I
 H O 1 L 41/047 (2006. 01) H O 1 L 41/047
 H O 1 L 41/09 (2006. 01) H O 1 L 41/09

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-513054 (P2014-513054)	(73) 特許権者	513300831
(86) (22) 出願日	平成23年6月28日 (2011. 6. 28)		ボテムキン、アレクサンダー
(65) 公表番号	特表2014-524137 (P2014-524137A)		ドイツ連邦共和国、デー 2 2 8 8 5
(43) 公表日	平成26年9月18日 (2014. 9. 18)		ールスビュッテル、ツーム アーレンヘイ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2011/003173		ン 1 5
(87) 国際公開番号	W02012/163378	(73) 特許権者	513300842
(87) 国際公開日	平成24年12月6日 (2012. 12. 6)		ルスキノヴィッチ、ペトル ニコラエヴィ
審査請求日	平成26年4月4日 (2014. 4. 4)		ッチ
(31) 優先権主張番号	PCT/EP2011/002706		ロシア連邦、1 2 7 5 6 2
(32) 優先日	平成23年6月1日 (2011. 6. 1)		モスクワ、ケ
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		イダブリュ 1 0 8、コル 2、デー6、
			ウル、デカプリストウ

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 精密運動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電材料のプレート(2)と、プレートの互いに対向する複数の面に平行に設けられ、かつ制御された電圧の電圧源に接続自在な電極(3)とを備え、電圧によりプレート(2)の形状もしくはサイズを変化させ、少なくとも1個の電極(3)が弾性であるように構成されているベースモジュール(10)を備え、

プレート(2)は、多結晶材料に比べ、低ヒステリシスでかつ低クリープ歪みの材料により単結晶状に構成され、

プレートのサイズもしくは形状が、電極に対し直角、もしくは平行に、あるいはこれらの重ね合わせとして変化するように、結晶格子の軸に基づく結晶の軸(結晶軸)の配向が、電極を含む面に関して選択され、

保護あるいは読み取り用の層もしくは面(4)が、非弾性電極(3.1)を介して、ベースモジュール(10)の上部自由面に固定され、

かつ保護あるいは読み取り用の層もしくは面(4)が、ベースモジュール(10)の上部自由面から遠ざかる底面に、非弾性電極(3.2)を介して取り付けられていることを特徴とする、精密運動装置。

【請求項 2】

同一のプレート(2)及びまたはベースモジュール(10)が複数重ねられて、プレート(2)を構成し、それらの間に電極(3)が設けられ、各電極(3)は弾性で、同方向で同じ値の電圧(U)が各電極(3)に加えられることを特徴とする、請求項1の精密運動装置。

10

20

【請求項 3】

圧電材料のプレート(2)と、プレートの互いに対向する複数の面に平行に設けられ、かつ制御された電圧の電圧源に接続自在な電極(3)とを備え、電圧によりプレート(2)の形状もしくはサイズを変化させ、少なくとも1個の電極(3)が弾性であるように構成された、ベースモジュール(10)を備え、

プレート(2)は、多結晶材料に比べ、低ヒステリシスでかつ低クリープ歪みの材料により単結晶状に構成され、プレートのサイズもしくは形状が、電極に対し直角、もしくは平行に、あるいはこれらの重ね合わせとして変化するように、結晶格子の軸に基づく結晶の軸(結晶軸)の配向が、電極を含む面に関して選択され、

ボトム(1)と、少なくともボトム(1)に直角に延びる第1の面(6)を備える第1のコンソールと、

保護あるいは読み取り用の層もしくは面(4)を有するクロスビームと、それに直角な境界ウェブを中央部に有するT-字状の第2のコンソール(5)が設けられ、

ベースモジュール(10)は第2のコンソール(5)のウェブと第1のコンソールの面(6)の間に設けられ、前記の面はボトム(1)に直角に延びることを特徴とする、精密運動装置。

【請求項 4】

ボトム(1)に属する第1のコンソールがU-字状に設けられて、ボトム(1)に直角に延びる第2の面を有し、第1のベースモジュールと、結晶格子の軸に基づく、結晶軸の方向に関しても同一のさらに他のベースモジュール(10)が、第2の面と第2のコンソール(5)の間に設けられ、電圧を加えると、各プレートが同方向に運動することを特徴とする、請求項3の精密運動装置。

【請求項 5】

圧電材料のプレート(2)と、プレートの互いに対向する複数の面に平行に設けられ、かつ制御された電圧の電圧源に接続自在な電極(3)とを備え、電圧によりプレート(2)の形状もしくはサイズを変化させ、少なくとも1個の電極(3)が弾性であるように構成されているベースモジュール(10)を備え、

プレート(2)は、多結晶材料に比べ、低ヒステリシスでかつ低クリープ歪みの材料により単結晶状に構成され、

プレートのサイズもしくは形状が、電極に対し直角、もしくは平行に、あるいはこれらの重ね合わせとして変化するように、結晶格子の軸に基づく結晶の軸(結晶軸)の配向が、電極を含む面に関して選択され、

ボトム(1)に面しかつそれに平行に延びる、少なくとも1個の第1の面(6.1)を有する第1のL-字状のコンソールと、

U-字状のウェブにより接続された2個のU-字状の脚を有する、U-字状の第3のコンソール(7)を備え、

ボトム(1)に面する第1のU-字状の脚は、第1の面(6.1)に面し、かつそれに平行に延びる第2の面(7.2)を備え、

第2のU-字状の脚は、ボトムから遠ざかりかつ第1及び第2の面と平行に延びる第3の面(7.3)を備え、

結晶格子の軸に基づく、結晶軸の方向に関しても同一のベースモジュール(10)が、第1(6.1)及び第2の面(7.2)の間と、第3の面(7.3)及び保護あるいは読み取り用の層もしくは面の間(4)に設けられ、

第1～第3の面(6.1,7.2,7.3)に対するプレート(2)の運動が、電圧を加えると、同方向及びそれに直角な方向及び逆方向に生じることを特徴とする、精密運動装置。

【請求項 6】

圧電材料のプレート(2)と、プレートの互いに対向する複数の面に平行に設けられ、かつ制御された電圧の電圧源に接続自在な電極(3)とを備え、電圧によりプレート(2)の形状もしくはサイズを変化させ、少なくとも1個の電極(3)が弾性であるように構成されているベースモジュール(10)を備え、

プレート(2)は、多結晶材料に比べ、低ヒステリシスでかつ低クリープ歪みの材料によ

10

20

30

40

50

り単結晶状に構成され、

プレートのサイズもしくは形状が、電極に対し直角、もしくは平行に、あるいはこれらの重ね合わせとして変化するように、結晶格子の軸に基づく結晶の軸（結晶軸）の配向が、電極を含む面に関して選択され、

互いに平行な複数のカバー層を有する中間層(8)が、保護あるいは読み取り用の層もしくは面(4)、とベースモジュール(10)の電極(3)の上部との間に設けられ、

上部電極は保護あるいは読み取り用の層もしくは面に面してかつそれに隣接し、

ボトム(1)の材料の熱膨張率と中間層(8)の熱膨張率とが、結晶格子の軸に基づく、結晶軸の方向に関しても同一で、

同一の複数のベースモジュール(10)がボトム(1)と中間層(8)との間に、中間に間隔(11)を置いて配置されていることを特徴とする、精密運動装置。

10

【請求項7】

物質の1原子～数百ナノメートル厚のマーク(9.1)が、保護あるいは読み取り用の層もしくは面(4)に取り付けられていることを特徴とする、請求項6の精密運動装置。

【請求項8】

複数の同一のベースモジュール(10)間の中間スペース(11)のエリアで、中間層(8)及び保護あるいは読み取り用の層もしくは面(4)が互いに分離されて、ギャップ(12)を形成していることを特徴とする、請求項6または7の精密運動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

この発明は、一般的には精密運動装置に関する。この発明は、精密装置工学の分野に属し、ナノメートル領域での精密な（方向性のある）変位と直線移動のために用い、またプロファイロメータ（profilometer）のキャリブレーション標準として用い得る。

【背景技術】

【0002】

ナノスケールでの直線変位を保証する精密運動装置が知られている（U.S.4,787,148）。本質的には、公知の装置は公知のマイクロメータの改良で、2段階のメカニカルな減速機構を介して、対応する送り量が供給される。

30

この装置の問題は、入力された変位への精度がかなり低いことと、結果の再現性が低いこととにあり、これはヒステリシスと材料のクリープ歪みに起因する。

プロファイロメータと走査プローブ顕微鏡をテストするために用いられる、より精密に動作する装置が知られている。この装置は、マイクロエレクトロニクスによる、階段状のリセスを有する単結晶プレートを備え、各ステップは同一の高さである（U.S.6,028,008）。

この装置にもいくつかの問題がある。この装置では、一方向の線形変位、即ち深さ、のみが計測可能である。製造にエッチングを用いると、ステップ高さの現実の精度は数原子層程度となり、シリコンの結晶格子パラメータが0.5nmであることを考えると、ステップ高さの不定性は5-7nmとなり、一群の応用には不適當である。

40

異なる幅のナノメートル領域のリセスを有する類似の装置が、面のキャリブレーションに用いられている。しかし製造にはナノテクノロジープロセスが必要である。

これらの装置の問題は、ダストの付着、表面への別の層の付着、マイグレーション、拡散、酸化等の物理化学的なプロセスの発生に伴う、サイズの不安定性である。

本発明に最も近い一般的な精密運動装置として、圧電材料のプレートのボトムに、プレ

50

ートの対向する２面に電極が取り付けられ、電極が電圧源に接続するものが知られている（WO 2006/083191A1）。

この装置の問題は、装置パラメータの不安定性、特に使用中の長期安定性の不足にある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

従って、本発明の目的は、使用中により安定な、一般的な種類の装置を提供することにある。この装置は特許請求の範囲に記載の主題により達成される。

10

この発明により表される精密運動装置は、使用中にパラメータに従って動作し、変位の程度の不確定性が小さい。

【課題を解決するための手段】

【０００４】

本発明の全ての精密運動用の装置は、電圧が加えられた際の、圧電材料製のプレートの幾何的サイズの変化が、物理的な原理により制御されることに基づく。電極は弾性で、ベースモジュールを構成し、干渉するあるいは妨害するメカニカルな応力が、電極と、ボトム、あるいは読み取りもしくは保護用の層あるいは面等の、取り付け対象との間に、発生しない。ベースモジュールは、この発明の種々の実施例に用いることができる。

20

この発明の各実施例は、１つの同じ技術的な結果を、再現性がありかつ正確に達成し、さらに使用中のパラメータを保証し、変位の不確定性を小さくすることを目的とする。

このことは、本発明による精密運動装置の第１の実施例により達成され、本発明の主題によれば、ボトムに接続された圧電材料のプレートの対向する両面に電極が設けられ、各電極は電圧源に接続され、dc電圧が電極に加えられると、サイズが変化しかつ電極面に平行な方向に沿って長方形のプレートの形状を変化させ、さらに複数枚の同一の圧電材料のプレートがボトムとの間に配置され、各プレート間に弾性電極が設けられて、同一の値で同方向の電圧が加えられる。

30

上記の結果は、圧電材料のプレートを低ヒステリシス材料で構成することによっても、達成される。

上記の結果は、圧電材料のプレートを低クリープ歪みの材料で構成することによっても、達成される。

【０００５】

40

本発明で提案される装置の第１の実施例に関する問題は、動作特性が不安定である点である。このことは、サイズが一定のボトムに取り付けられている、電極に電圧が加えられた際に、圧電材料製のプレートとその周囲のものの幾何的サイズが変化することにより説明される。プレートの幾何的サイズが変化し、これと同時に、ボトム等の接触する付帯物のサイズが変化しないことは、ボトムに対するプレートの変位に関して力を発生させ、その結果、弾性変形と非弾性変形とが生じ、動作特性を変化させる。

圧電材料製のプレートにより支持された精密運動装置の実施例では、各プレートに小さな電圧を加え、合計として必要な装置の変位を、電極の長方形の面の方向に、あるいは対応する向きの面の方向に、発生させることができる。

50

プレート間に弾性電極を配置すると、弾性電極は各プレートの幾何的サイズの変化に影響しないので、ボトムとの接触面あるいはプレート間にメカニカルな応力が発生なくなり、プレートに加わる力を実質的に0にできる。このようにすると、装置のパラメータが使用中に変化することが少なくなり、動作パラメータに従って装置が動作する時間が相当程度に延長されて、長期間の精度を得ることができる。

プレートを、（外部電界Eをサイクリックに変化させた際に、強誘電性分極がループ状に変化しない）低ヒステリシスで（制御電解の値が変化した際の応答が遅い）低クリープ歪みの材料で構成することが最も好ましい。

10

この場合、各プレートの幾何的サイズが制御値から外れることが少なくなり、かつパラメータの安定性が増す。低ヒステリシスでかつ低クリープ歪みの圧電性性のプレートと、プレートの対向する両面に取り付けられ、電圧源に接続された電極を備えている精密運動装置の開発により、電圧が電極に加えられた際の、圧電体プレートの小さく極めて極くかつ極く僅かな変位の再現性を保証できる。これに応じて、計測誤差の許容範囲が定まると、この範囲内に誤差が収まる範囲のヒステリシスの適当な材料を選択することができる。逆の圧電効果を有するため、単結晶はヒステリシスとクリープ歪みが最小であり、単結晶の圧電材料によりプレートを構成することがもっと好ましい。

20

【0006】

第2の実施例に関してこの発明の主題と関係する公知の装置の問題は、垂直方向（電極面に対し直角な方向）の変位の範囲が小さいことで、それは応用範囲を制限する。垂直面での変位の範囲を増すために、圧電材料製プレートの幾何的なサイズを増すことは、電極に加える電圧を増すことになる。このことは、多くの場合、特に好ましくなく、動作特性を不安定にすることがある。プレートの向き合った平行な2面に取り付けられ、電圧源に接続された電極を有する、圧電材料のプレートをを用い、電圧が加えられた際に、電極面に平行な方向でのプレートのサイズ変化を確保するようにすると、分布はさらに著しくなる。このようなプレートをボトムに取り付け、電極がプレートに垂直に延びるようにしても、電圧を加えて、プレートを直方体から傾斜した角錐状へ変化させた際に（図2）、プレートの幾何的サイズが変化する。

30

プレートの対向する平行な2面に電極が取り付けられ、電極は電圧源に接続され、電極に電圧を加える、誘電体のプレートをを用いる精密運動装置の開発により、電極に平行な面の方向でのプレートのサイズ変化に関して、プレートの垂直面に電極が取り付けられ、かつコンソールのボトムに取り付けられ、ボトムは電極に垂直な面のエリアを介して読み取り面に接続されているプレートの取り付けに関して、垂直面の方向での変位領域を著しく増すことが可能になる。事実、プレートの対向する両面に電極が取り付けられ、電極は電圧源に接続されて電極面に平行な方向にプレートのサイズを変化させ、電極に電圧を加えると、圧電材料製のプレートを有する実施例では、電極面の方向に沿って大きな変位が得られる。プレートの対向する両面に電極が取り付けられ、電極は電圧源に接続されている、圧電材料製のプレートを含む実施例では、電圧を電極に加えた際に、電極面に直角な方向にプレートのサイズを変化させることができる。

40

装置には圧電材料の第2のプレートが取り付けられ、第2のプレートは第1のものと同一で、電極がコンソールに固定され、コンソールは読み取りエリアに、即ち、その垂直面に取り付けられ、第1のプレートが取り付けられたものとは反対側にある。第2の電極は第3のコンソールの垂直なエリアに接続され、このコンソールはボトムに接続されている。このため、（等しくかつ逆向きの圧電プレートの平行な変位のために）、読み取りエリア付きのコンソールの平行な変位を補償できる。外部振動に関する、曲げ強度を増し、ク

50

リープ歪みを小さくできる。プレートは、低ヒステリシスで、クリープ歪みが小さい単結晶であることが、正確な変位を実現するために好ましい。

【0007】

開発した装置の更なる実施例では、精密運動装置が圧電材料製でボトムに接続されているプレートを備え、プレートの対応する平行な両面に電極が取り付けられ、電極は電圧源に接続されている。このため、電圧を加えると、電極面に直角な方向のプレートのサイズ変化が確保され、プレートはL-字型の第1のコンソールの下部にある上部電極に固定され、このエリアはボトムに関し水平に延びている。ベースモジュールの下部電極は、U-字状の第2のコンソールの下部領域（最初のU-字状の脚）に接続されている。更なるベースモジュールの下部電極が、第2のコンソールの水平にガイドされる第2のU-字状の脚の上部の、上部水平エリアに接続されている。そして読み取りエリアは、上部電極上に配置されている。

10

この効果は、プレートの材質を低ヒステリシスにすることによってのみ得られる。

この効果はまた、プレートの材質を低クリープ歪みにすることによってのみ得られる。

本発明の主題として選ばれたものに関して、公知の装置の問題は、環境温度の変化とプレートの横移動とにより、電圧が加えられた際に、プレートの幾何的サイズが変化することがあることである。このような状況は、使用中の装置のパラメータへの追従性に悪影響を及ぼし、かつ変位の不確定性をもたらす。

20

第1のコンソールの下部水平エリア上の上部電極と、水平に調整されたU-字状のコンソールの下部ヘッドピース（第2のコンソールのU-字状の下部の脚）の上部水平エリア上の下部電極への、第1のプレートの取り付け、及び、第1のプレートと同様に、第2のコンソールの上部ヘッドピース（第2のコンソールのU-字状の上部の脚）の上部エリアの下部電極への第2のプレートの取付は、プレートの幾何的サイズの変化の影響を除去する。即ち、制御電圧による横移動の結果として、環境温度の変化の影響が除去されるように、読み取りエリアが変位する。装置（とそれに伴って2枚のプレート）が温度変化する環境に実際に置かれ、あるいは制御電圧の影響を受け、第1の（下部）プレートが膨張すると、第1のプレートが取り付けられている、U-字状の第2のコンソールの下部ヘッドピースは、下向きに変位し、U-字状の第2のコンソールの上部ヘッドピースの変位を引き起こす。これに取り付けられた第2のプレートは、膨張して読み取りエリアを、P-字状のコンソールが下向きに変位する距離まで、上向きに引き上げ、第1の下部プレートは横向きに変位して、温度補償を行う。

30

【0008】

この発明の他の実施例では、精密運動装置は圧電材料製のプレートを有し、プレートはボトム上に配置され、電極がプレートの2つの平行な両面に取り付けられ、電極は電圧源に接続され、電圧が電極に印加されると、プレートのサイズが電極に平行な長方形の面に沿って変化することを保証する。プレートの面は電極を含み、電極は複数のパーツに分割されて、中間スペースがあり、電極の各部は電圧源に接続されている。そしてプレート上には、読み取りエリアを有し電極を覆うキャリアがあり、プレートの熱膨張率はボトムの熱膨張率に等しい。

40

上記の結果は、低クリープ歪み材料のプレートを用いることによっても達成される。

この発明の他の実施例に比べ、上記の実施例は、ボトムと圧電材料製のプレートが等しい熱膨張率を持つ点にある。このため、温度変化はメカニカルな応力をもたらさない。こ

50

のような応力が生じると、ボトムに対するプレートの変位のため、取付部にメカニカルな応力が生じ、動作特性の変化とメカニカルな破断が生じる。プレートが複数の部分に分離されると、これらの条件で力が加わり、電極との接触エリアがプレート全面よりも狭くなることに加え、ボトムに対するプレートの変位に作用する。ボトムと圧電材料製のプレートの熱膨張率の相違が、上記の現象を引き起こす。このようにして、装置が動作特性に従って安定して動作する期間が延長される。

プレートをキャリアで被覆することは、外部からのメカニカルな影響に対する、使用中の安定性と精密運動に対するメカニカルな安定性を増し、かつ外部負荷を均一に分配し、保護効果がある。キャリアの熱膨張率はボトムの熱膨張率と等しくし、温度変化に対して、プレートの上部のエリアと下部のエリアの電極へのメカニカルな応力を避けるようにする。

10

【 0 0 0 9 】

この装置の最後の実施例では、精密運動装置は圧電材料製のプレートのボトムの両面に2個の電極を有し、電極は電圧源に接続され、電圧を加えると、長方形のあるいは電極に平行な面の方向に変位が生じる。プレートは、前記の面上で複数のパーツに分割されかつ中間スペースを有する電極を備え、電極の各部は共通の電圧源へ接続され、プレート上には、中間スペースによって読み取りエリアが分けられるように、2個のキャリアが設けられ、キャリアはプレートを覆い、ボトムと等しい熱膨張率を持つ。このことによって上記の結果が得られる。

20

上記の結果は、低ヒステリシスの材料でプレートを構成することによっても得られる。

上記の結果は、低クリープ歪みの材料でプレートを構成することによっても得られる。

上記の結果は、物質の1原子～数百ナノメートルの厚のマーキングが少なくとも1個、上部読み取りエリアに設けられることによっても得られる。

中間スペースを有する2個のキャリアによりプレートを被覆することにより、プレートの熱膨張の影響を排除し、上部読み取りエリアの制御された変位を計測する際に、計測時間を短縮できる。このことは、熱的なドリフト、メカニカルな緩和等のために、計測装置の位置が緩慢に変化する際の影響を小さくする。

30

精密運動装置の要旨を、具体例と添付の図面とにより説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図1】図1は、模式的にかつ単純化して、装置の全体構成を示す。

【図2】図2は、圧電材料製のプレートの操作ステージと、電極に平行な面の方向に変位させた際の、プレートの形状変化を示す。

40

【図3】図3は、模式的にかつ単純化して、実施例による装置の全体構成を示す。

【図4】図4は、2枚の圧電材料のプレートを有する、図3の実施例の装置の全体構成を、模式的にかつ単純化して示す。

【図5】図5は、他の実施例の装置の図である。

【図6】図6は、さらに他の実施例の装置の図である。

【図7】図7は、模式的にかつ単純化して、発明の最後の実施例の装置の全体構成を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

50

【実施例】

【0012】

例1. 精密運動装置(図1)はボトム1を含み、それには圧電材料2製の一群のプレートが取り付けられ、プレートは電極3で分離されベースモジュール10を形成している。読み取りあるいは保護用の、エリアもしくは面4を、上部のプレートの上部固定非弾性電極3.1に取り付けることができる。最下部のプレート2は同様に、固定の非弾性電極3.2を介してボトム1に固定されている。

圧電材料は任意の材料で良く、また多結晶でも良い。しかしヒステリシスとクリープ歪みの程度が小さい単結晶を用いることが、最も有効である。ニオブ酸リチウム、ニオブ酸ストロンチウム-バリウム、ニオブ酸バリウム-ソディウム、及び圧電効果を有する他の結晶を用いることができる。厚さ0.5 μ m未満の弾性電極3は、公知の方法により、プレート2の対向する2面に設けられる。電極材料には、Cr、Cu、またはInを用いることが、最も適している。サファイヤあるいはダイヤモンド状の材料製の、読み取りあるいは保護用の層あるいは面4が、最上部の電極の表面に設けられる。

装置は以下のように用いられる。

最初に、電極間に加える電圧の極性を等しくしかつ値を同じにして、精密運動装置のサイズ変化が、電圧にどのように依存するかを測定し、較正図を作成する。較正図を作成するには、装置の電極間に定められた電圧を加え、ベースモジュールを成す一群の圧電プレートの、読み取りあるいは保護用の層あるいは面4の、対応する変位を計測する。

(原子間力顕微鏡と3つのレーザ干渉計とに基づく)3D領域でのレーザ支援干渉システムにより、ナノ運動を計測する公知の方法により、変位を計測する。

電極に対する長方形のエリアの変位を計測するため、装置をナノ運動の計測システムに取り付ける。顕微鏡のプロブを装置の表面に、安定化システムが作用する距離まで、接近させる。装置に電圧を加え、その際の変位により装置の面4が変位する距離を計測する必要がある。次いで、加える電圧の値を変化させ、装置表面の変位の値を再度測定する。

電圧値を変えて、変位を複数回測定すると、実験結果を示すテーブルが得られる。それに基づいて、較正図が得られる。較正図は、加えた電圧値に対する、電極の長方形のエリアでの、変位値の依存性を示す。

本発明の装置により、様々な計測装置を較正できる。

(例えばプロブ顕微鏡の)任意の群を、探索エリアに対する法線に沿って較正するため、精密測定用に推奨される実施例の装置をそこに配置する。例えば、走査型プロブ顕微鏡を較正する場合、実施例の装置を走査型プロブ顕微鏡の対応するテーブル上に配置し、上部プロブと表面との距離が安定化システムが動作する距離(0.5nmオーダー)で、装置の表面へのプロブのマーキングをプロットする必要がある。プロブの安定化は、(トンネリング顕微鏡条件で使用する場合)トンネル電流を安定化することによりなされ、(原子間力顕微鏡条件で使用する場合)プロブに作用する力の値を安定化することによりなされる。距離の安定化は電子制御システムによりなされ、それは計測装置の信号を所定の値に等しくするように、制御信号を発生する。

試験対象の計測装置を垂直方向に較正する場合、精密運動装置の電極に固定の電圧を加え、垂直方向の変位を起こさせる。ここで、装置のエリアを較正テーブルに従った値で変位させる。距離の安定化システムは、パターンのエリアが変位する距離に応じて、プロブ

ブを変位させる。プローブの変位量は、プローブ顕微鏡の計測装置により計測される。このようにして、プローブ顕微鏡の計測装置の変位量は、対応する距離と比較され、この距離は較正曲線から取り出され、かつ装置のエリアはこの距離に変位される。そして前記の計測装置は距離を計測し、計測装置上でプローブが変位させられる。次いで、装置に加える電圧を変え、計測操作を繰り返す。電圧値を変えて数回の測定を行うと、装置の変位とプローブの運動を計測するプローブ顕微鏡の変位との比を表すテーブルが得られる。

【 0 0 1 3 】

例 2 . 精密運動装置 (図 3) はボトム 1 を備え、ボトムに圧電材料製のプレート 2 が接続されている。この発明では、非弾性の固定電極 3 , 3 . 2 のみがプレートに設けられて、ベースモジュール 1 0 を構成する。プレート 2 はボトム 1 にコンソール 6 により接続される。固定の非弾性電極 3 . 2 はその垂直面に固定される。プレートの第 2 の電極 3 は第 2 のコンソール 5 (図では T - 字状) に取り付けられ、コンソールに読み取りエリア 4 が取り付けられる。

10

多結晶のものを含む、任意の公知の材料が圧電材料として用い得る。しかし、ヒステリシスとクリープ歪みとの程度が小さい単結晶を用いることが最適である。このように、ニオブ酸リチウム、タンタル - リチウム、ニオブ酸ストロンチウム - バリウム、ニオブ酸バリウム - ソディウム、その他圧電効果を示す材料の単結晶を用いることができる。Cr , Cu , または In の電極 3 は、公知の方法により 2 つの対向面に設けられる。

20

装置は以下のように動作する。電源からの電圧を電極 3 (不図示) に加え、圧電材料製のプレート 2 を図 2 に示すように変形させる。その結果、T - 字状のコンソール 5 は、ボトム 1 に対して、印加電圧に依存して、昇降する。

【 0 0 1 4 】

例 3 . 精密運動装置 (図 4) は、圧電材料製の 2 枚の同一のプレート 2 が接続されているボトム 1 を有している。この発明では、同様に非弾性の固定電極 3 , 3 . 2 がプレートに取り付けられる。ボトム 1 への各プレート 2 の接続は、同一で複数のコンソール 6 により決定される。各プレートは、第 2 のコンソール (図では T - 字状) に、プレート間に配置されている第 2 の電極を介して、接続されている。読み取りエリア 4 はコンソールに取り付けられている。

30

装置は以下のように動作する。電源からの電圧を電極 3 (不図示) に加え、圧電材料製のプレート 2 を図 2 に示すように変形させる。その結果、T - 字状のコンソール 5 は、ボトム 1 に対して、印加電圧の極性に依存して、昇降する。

この装置は、例 1 で記載したように使用する。

【 0 0 1 5 】

40

例 4 . 精密運動装置 (図 5) は、圧電材料製の 2 以上の枚数の同一のプレート 2 が接続されているボトム 1 を有している。この発明では、同様に非弾性の固定電極がプレートに取り付けられ、各々 1 個のベースモジュールを構成している。ボトム 1 への各プレート 2 の接続は L - 字状のコンソール 6 により決定される。第 1 の (下部) プレート 2 は、第 1 のコンソールの下部水平エリア 3 . 1 に取り付けられた上部電極に接続されている。読み取りエリア 4 はコンソールに取り付けられている。下部電極は、下部のヘッドピース、即ち U - 字状のコンソール 7 の下部の第 1 U 字片の上部水平エリア 7 . 2 に接続されている。ここで、圧電材料製の第 2 の (上部) プレート 2 の下部電極は、上部ヘッドピース、即ち第 2 のコンソール 7 の上部の第 2 の U 字片に設けられている。プレートの圧電材料は、下部と上部のプレートが同じ一方向に、即ち、電圧が電極に加えられた際に、電極のエリア

50

の方向に変位するように、方向付けられている。

装置は以下のように動作する。電源からの電圧を電極 3（不図示）に加え、圧電材料製のプレート 2 を変形させる。その結果、読み取りエリア 4 は側方へ移動する。この装置は、例 1 で記載したように使用する。

【 0 0 1 6 】

例 5 . 精密運動装置（図 6）はボトム 1 を有し、それには圧電材料製の一群のプレート 2 が接続され、各プレートは互いに中間スペース 1 1 により隔てられている。この発明では、各プレートには同様に非弾性の固定電極 3 , 3 . 2 のみを取り付けられ、それによっ

10

てベースモジュール 1 0 を構成する。プレートの上部に中間層 8 が設けられ、中間層はボトム 1 の材料の熱膨張係数に相当する熱膨張係数の材料で構成されている。

装置は以下のように動作する。電源からの電圧を電極（不図示）に加え、圧電材料製のプレート 2 を変形させ、読み取りエリア 4 を、上下にあるいは水平に変位させる。この変位は、材料と結晶格子の軸の配向とに依存し、また電圧の極性に依存する。この装置は、例 1 で記載したように使用する。

【 0 0 1 7 】

例 6 . 精密運動装置（図 7）はボトム 1 を有し、それには圧電材料製の一群のプレート 2 が接続され、各プレートは互いに中間スペース 1 1 により隔てられている。この発明では、各プレートには同様に非弾性の固定電極 3 , 3 . 2 のみを取り付けられ、それによっ

20

てベースモジュール 1 0 を構成する。中間層 8 はプレートの上部に設けられて、ギャップ 1 2 により分離され、読み取りエリア 4 を支持する。中間層はボトム 1 の材料の熱膨張係数と等しい温度係数の材料から成る。

装置は以下のように動作する。

電源からの電圧をプレート 2 の電極に加え、読み取りエリア 4 をボトム 1 に対して異なる方向に変位させる。

30

圧電プレートは、各々のベースモジュール内に、互いに平行に配置されている。読み取りエリア 4 を互いに異なる方向に変位させることができる。2 つの群の読み取りエリアは、ボトム 1 の表面に対して直角に逆方向に変位するか、ボトムに平行に逆方向に変位する。各群の読み取りエリア 4 は、互いに直角な方向に（一方はボトムに平行に、他方はボトムに直角に）変位することができる。この装置は、例 1 で記載したように使用する。

【図 1】

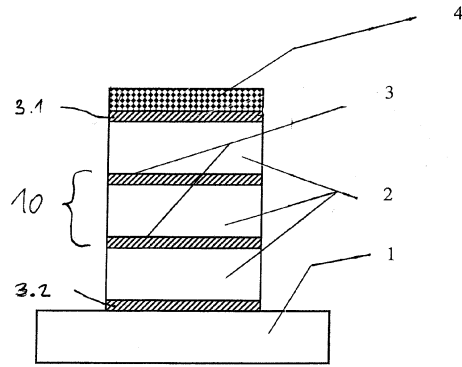


Figure 1

【図 2】

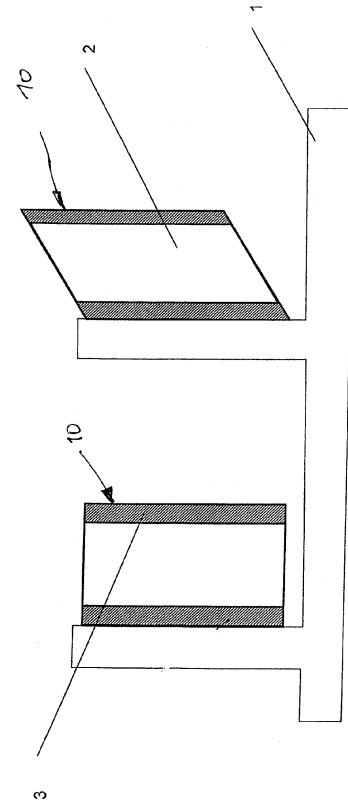


Figure 2

【図 3】

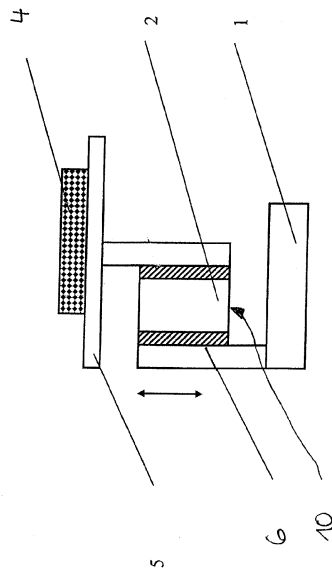


Figure 3

【図 4】

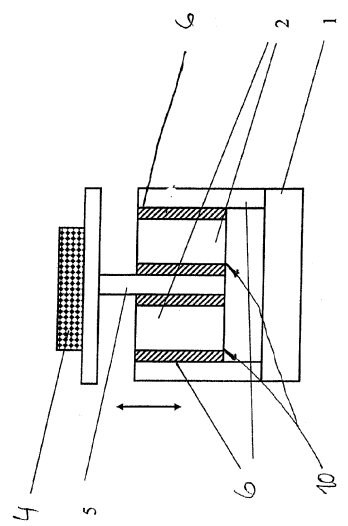


Figure 4

【 図 5 】

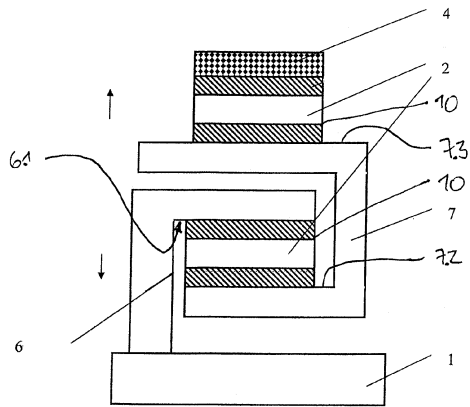


Figure 5

【 図 6 】

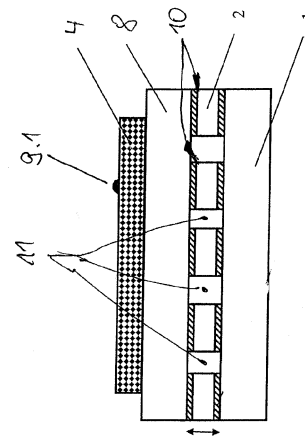


figure 6

【圖 7】

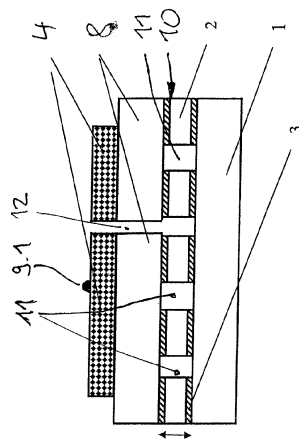


Figure 7

フロントページの続き

(73)特許権者 513300853

ザボティンスキー、ブラディミル、アレクサンドロヴィッチ
ロシア連邦、123098 モスクワ、ケイダブリュ 34、コル 1、デー19、ウル・ガマライ

(74)代理人 100086830

弁理士 塩入 明

(74)代理人 100096046

弁理士 塩入 みか

(72)発明者 ポテムキン、アレクサンダー

ドイツ連邦共和国、デ - - 22885 パールスビュッテル、ツーム アーレンヘイン 15

(72)発明者 ルスキノヴィッチ、ペトル ニコラエヴィッチ

ロシア連邦、127562 モスクワ、ケイダブリュ 108、コル 2、デー6、ウル・デカブリストウ

(72)発明者 ザボティンスキー、ブラディミル、アレクサンドロヴィッチ

ロシア連邦、123098 モスクワ、ケイダブリュ 34、コル 1、デー19、ウル・ガマライ

審査官 上田 智志

(56)参考文献 特開平06-261395(JP,A)

特開2011-009771(JP,A)

国際公開第2009/069379(WO,A1)

特開2010-286371(JP,A)

特開2002-134805(JP,A)

特表2010-522438(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 41/09, 41/047,

H04R 17/00