

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4080933号
(P4080933)

(45) 発行日 平成20年4月23日(2008.4.23)

(24) 登録日 平成20年2月15日(2008.2.15)

(51) Int.Cl.

G O 1 N 13/10 (2006.01)

F 1

G O 1 N 13/10 1 O 1 C

請求項の数 18 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-99183 (P2003-99183)
 (22) 出願日 平成15年4月2日 (2003.4.2)
 (65) 公開番号 特開2004-4026 (P2004-4026A)
 (43) 公開日 平成16年1月8日 (2004.1.8)
 審査請求日 平成18年1月6日 (2006.1.6)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-102866 (P2002-102866)
 (32) 優先日 平成14年4月4日 (2002.4.4)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成13年度新エネルギー・産業技術総合開発機構ナノメータ制御光ディスクシステムの研究開発委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(73) 特許権者 000002325
 セイコーインスツル株式会社
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
 (74) 代理人 100079212
 弁理士 松下 義治
 (72) 発明者 宮谷 龍也
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内
 (72) 発明者 江川 明
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内
 審査官 ▲高▼見 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プローブ位置補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料表面に略平行な第一の走査軸と、試料表面に略平行かつ前記第一の走査軸に垂直な第二の走査軸からなる平面内をプローブでラスタ走査をすると同時に、前記試料表面の凹凸に沿うように前記プローブを前記第一の走査軸および前記第二の走査軸双方に垂直な第三の走査軸方向に、相対的に移動させることによって試料表面の微小な構造を観察する走査型プローブ顕微鏡のプローブ位置を補正するプローブ位置補正方法であり、

前記走査型プローブ顕微鏡は、

前記第三の走査軸方向に沿って配置された筒状の第一電極と、前記第一電極の外側に配置された筒状の第二電極と、前記第一電極と前記第二電極とにより狭持され、前記第一電極と前記第二電極とに電圧が印加されることにより前記第三の走査軸方向に前記プローブを移動する圧電体とを備える第三軸駆動部であり、前記平面において前記第一電極と前記第二電極との距離のそれぞれが異なる大きさを有する前記第三軸駆動部と、

前記第一の走査軸方向及び前記第二の走査軸方向に前記プローブを移動する他軸駆動部とを備えており、

前記プローブの前記第三の走査軸方向の移動にともなって生じる前記プローブの前記平面内の移動量を測定する段階と、

前記移動量に基づき前記プローブ位置を補正する段階とを含み、

前記移動量を測定する段階は、断面形状が既知の凹凸パターンを有する試料を測定し観察像を得る段階と、前記観察像から得られる前記平面に対して垂直な断面像を得る段階と

、前記断面像と前記凹凸パターンの断面形状とを比較する段階とを含むことを特徴とするプローブ位置補正方法。

【請求項 2】

前記移動量を測定する段階は、変位計測器によって前記移動量を測定することを特徴とする請求項 1 記載のプローブ位置補正方法。

【請求項 3】

前記断面像と前記断面形状とを比較する段階は、前記断面像から断面形状を表す関数を求める段階と、前記関数と前記凹凸パターンの断面形状を表す関数とを比較する段階からなることを特徴とする請求項 1 記載のプローブ位置補正方法。

【請求項 4】

前記断面像と前記断面形状とを比較する段階は、前記断面像から側壁角度を求める段階と、前記側壁角度と前記凹凸パターンの側壁角度を比較する段階からなることを特徴とする請求項 1 記載のプローブ位置補正方法。

【請求項 5】

前記断面像と前記断面形状とを比較する段階は、前記断面像および前記凹凸パターンの断面形状の同一の高さにおける傾きを比較することを特徴とする請求項 1 記載のプローブ位置補正方法。

【請求項 6】

前記断面像と前記断面形状とを比較する段階は、前記断面像および前記凹凸パターンの断面形状の同一の高さにおける任意の基準点からの距離を比較することを特徴とする請求項 1 記載のプローブ位置補正方法。

【請求項 7】

前記変位計測手段は、光学的变化、電気的变化、磁気的变化、力学的变化の少なくとも一つを利用した変位センサーであることを特徴とする請求項 2 記載のプローブ位置補正方法。

【請求項 8】

前記プローブ位置を補正する段階において、前記移動量に基づいて、試料の観察像を構成する画素の座標を補正することを特徴とする請求項 1 記載のプローブ位置補正方法。

【請求項 9】

前記プローブ位置を補正する段階において、観察像を得るとともに前記移動量を補正するように、前記第一の走査軸方向および前記第二の走査軸方向へプローブを移動させることを特徴とする請求項 1 記載のプローブ位置補正方法。

【請求項 10】

試料表面に略平行な第一の走査軸と、試料表面に略平行かつ前記第一の走査軸に垂直な第二の走査軸からなる平面内をプローブでラスタ走査をすると同時に、前記試料表面の凹凸に沿うように前記プローブを前記第一の走査軸および前記第二の走査軸双方に垂直な第三の走査軸方向に、相対的に移動させることによって試料表面の微小な構造を観察する走査型プローブ顕微鏡のプローブ位置を補正するプローブ位置補正装置であり、

前記走査型プローブ顕微鏡は、

前記第三の走査軸方向に沿って配置された筒状の第一電極と、前記第一電極の外側に配置された筒状の第二電極と、前記第一電極と前記第二電極とにより狭持され、前記第一電極と前記第二電極とに電圧が印加されることにより前記第三の走査軸方向に前記プローブを移動する圧電体とを備える第三軸駆動部であり、前記平面において前記第一電極と前記第二電極との距離のそれぞれが異なる大きさを有する前記第三軸駆動部と、

前記第一の走査軸方向及び前記第二の走査軸方向に前記プローブを移動する他軸駆動部とを備えており、

前記走査型プローブ顕微鏡は、前記プローブの前記第三の走査軸方向の移動にともなって生じる前記プローブの前記平面内の移動量を測定し、前記移動量に基づき前記プローブ位置を補正し、

前記走査型プローブ顕微鏡は、断面形状が既知の凹凸パターンを有する試料を測定し観

10

20

30

40

50

察像を取得し、前記観察像から得られる前記平面に対して垂直な断面像を取得し、前記断面像と前記凹凸パターンの断面形状とを比較することにより、前記移動量を測定することを特徴とすることを特徴とするプローブ位置補正装置。

【請求項 1 1】

前記走査型プローブ顕微鏡は、変位計測器によって前記移動量を測定することを特徴とする請求項 1 0 記載のプローブ位置補正装置。

【請求項 1 2】

前記走査型プローブ顕微鏡は、前記断面像から断面形状を表す関数を算出し、前記関数と前記凹凸パターンの断面形状を表す関数とを比較することを特徴とする請求項 1 0 記載のプローブ位置補正装置。 10

【請求項 1 3】

前記走査型プローブ顕微鏡は、前記断面像から側壁角度を算出し、前記側壁角度と前記凹凸パターンの側壁角度を比較することを特徴とする請求項 1 0 記載のプローブ位置補正装置。

【請求項 1 4】

前記走査型プローブ顕微鏡は、前記断面像および前記凹凸パターンの断面形状の同一の高さにおける傾きを比較することを特徴とする請求項 1 0 記載のプローブ位置補正装置。

【請求項 1 5】

前記走査型プローブ顕微鏡は、前記断面像および前記凹凸パターンの断面形状の同一の高さにおける任意の基準点からの距離を比較することを特徴とする請求項 1 0 記載のプローブ位置補正装置。 20

【請求項 1 6】

前記走査型プローブ顕微鏡は、前記変位計測手段は、光学的変化、電気的変化、磁気的変化、力学的変化の少なくとも一つを利用した変位センサーであることを特徴とする請求項 1 1 記載のプローブ位置補正装置。

【請求項 1 7】

前記走査型プローブ顕微鏡は、前記プローブ位置を補正する段階において、前記移動量に基づいて、試料の観察像を構成する画素の座標を補正することを特徴とする請求項 1 0 記載のプローブ位置補正装置。

【請求項 1 8】

前記走査型プローブ顕微鏡は、前記プローブ位置を補正する段階において、観察像を得るとともに前記移動量を補正するように、前記第一の走査軸方向および前記第二の走査軸方向へプローブを移動させることを特徴とする請求項 1 0 記載のプローブ位置補正装置。 30

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、走査型プローブ顕微鏡のプローブ位置を補正するプローブ位置補正方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 9 は従来の走査型プローブ顕微鏡(SPM)の一つである原子間力顕微鏡(AFM)の概略図であり、カンチレバー 9 0 1、カンチレバーのたわみ検出器 9 0 2、XYZトランスレータ 9 0 3、試料 9 0 4、試料ステージ 9 0 5、コントローラ 9 0 6、コンピュータ 9 0 7 からなる。 40

【0 0 0 3】

AFMにはXYZトランスレータでカンチレバーを走査するカンチレバースキャン方式と、試料を走査する試料スキャン方式がある。図 9 はXYZトランスレータ 9 0 3 でカンチレバー 9 0 1 を走査するカンチレバースキャン方式である。

【0 0 0 4】

従来のAFMにおいては、XYZトランスレータ 9 0 3 の下端に取り付けられたカンチレ 50

バー 901 の先端にある先鋭化されたプローブを、試料ステージ 905 上の試料 904 へ接触させ、XYZ トランスレータ 903 で試料を X-Y 面内に走査する。このとき、カンチレバーのたわみをたわみ検出器 902 でモニターし一定のたわみになるようにコントローラ 906 がフィードバック制御を行い XYZ トランスレータ 903 でカンチレバー 901 の Z 方向の位置を調節する。試料表面上の各位置での調節量をコンピュータ 907 で画面上にマッピングすることによって試料表面の微細な構造を観察することができる。

【0005】

また、SPM の分野において、検出探針と試料表面間を高精度に位置決めしながら試料表面を高精度に走査する微動機構が開示されている（例えば、特許文献 1 参照。）。ここで、SPM は図 10 に示すように、チューブ型圧電体 1006 の内側と外側に電極 1008 および 1007 を形成したものを用いている。図 10 の(a)は X-Y 走査用トランスレータ、(b)は Z 方向の位置制御用トランスレータである。図 10 の(a)において、外側電極 1007 は 4 分割されている。それぞれ向かい合う外側電極 1007 に符号の異なる電圧を印加すると圧電体 1006 は湾曲し、これによって X-Y 面内の走査を行う。図 10 の(b)において、外側電極 1007 は内側電極 1008 と同様に圧電体 1006 全体を覆っている。外側電極 1007 と内側電極 1008 に電圧を印加すると圧電体 1006 は Z 方向に伸縮する。これにより、カンチレバーと試料間の距離を調節する。

【0006】

実際には、図 10 の(a)に示した構成で XYZ すべての機能を実現することも可能であり、X-Y 用電極、Z 用電極を分離する場合でも、1 本のチューブ型圧電体に XYZ の電極を形成したものと、X-Y 用電極を形成した圧電体と、Z 用電極を形成した圧電体を連結したものとがある。

【0007】

【特許文献 1】

特開平 2 - 81487 号公報（第 2 - 3 頁、第 1 図）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明が解決しようとする課題について、チューブ型圧電体を例として、図 11、図 12 および 13 に基づいて説明する。

【0009】

図 11 (a) はチューブ型の Z トランスレータの概略図であり、図 11 (b) はその断面図である。図 11 において、カンチレバー 1101、外側電極 1102、内側電極 1103、チューブ型圧電体 1104 である。チューブ型圧電体 1104 は、円柱型の圧電体の中心を機械加工でくりぬいて作製する。このため、機械加工時の精度不足により穴の中心位置がずれ、図 11 (b) に示すように圧電体の厚さに偏りが生じる。その結果、電圧に対する伸縮量が異なるため、圧電体 1104 は、まっすぐに伸縮せず、図 12 に示すように湾曲する。図 12 では、X 方向に厚さの偏りがある場合を示している。図 12 において、外側電極 1202、内側電極 1203、圧電体 1204、電圧印加しない場合のカンチレバーの Z 方向の位置 1205、電圧印加しない場合のカンチレバーの X 方向の位置 1207、電圧印加により伸張した場合のカンチレバーの Z 方向の位置 1206、電圧印加により伸張した場合のカンチレバーの X 方向の位置 1208 を示している。

【0010】

Z トランスレータを駆動する場合、内側電極 1203 と外側電極 1202 に電圧を印加するが、圧電体が薄い側では電場が強くなるため伸張量が大きく、厚い側では電場が弱くなるため伸張量が小さくなる。その結果、図 12 に示すようにカンチレバー 1201 が Z 方向に z 变位するのにともなって、X 方向の変位 x も生じてしまう。Z 方向に变位 z と X 方向の変位 x の比 x/z が大きいと特に、試料の断面計測において誤差が大きくなってしまう。

【0011】

図 13 は凹凸パターンを持った試料の断面の概略図であり、実際のパターン形状 1301

10

20

30

40

50

、図11および図12に示したチューブ型圧電体による計測結果から得られる形状1302を示す。図に示すように、圧電体がX方向に湾曲しながらZ方向に伸縮するため断面形状を正確に計測することができない。

【0012】

以上発明が解決しようとする課題についてチューブ型圧電体を例として説明を行ったが、チューブ型圧電体に限らず、走査型プローブ顕微鏡に搭載されるすべてのスキャナに同様の課題が生じる。そして、本発明は、プローブがZ方向に移動するのにともなって生じるXY面内のプローブの移動による誤差を補正し、高精度な観察像を得るためにプローブ位置補正方法を提供することを目的とするものである。

【0013】

10

【課題を解決するための手段】

以上のような課題を解決する本発明の第1の態様は、試料表面を、試料表面にほぼ平行な第一の走査軸と、試料表面にほぼ平行かつ第一の走査軸に垂直な第二の走査軸からなる平面内を微少なプローブでラスター走査をすると同時に、試料表面の凹凸に沿うようにプローブを第一の走査軸および第二の走査軸双方に垂直な第三の走査軸方向に、相対的に移動させることによって試料表面の微小な構造を観察する走査型プローブ顕微鏡のプローブ位置を補正するプローブ位置補正方法であり、第三の走査軸方向へのプローブの移動にともなって生じるプローブの平面の面内方向への移動量を測定する段階と、移動量を測定する段階において得られた移動量に基づきプローブ位置を補正する段階を含むことを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

20

【0014】

また、本発明の第2の態様は、第1の態様において、変位計測器によって移動量を測定することを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

【0015】

また、本発明の第3の態様は、第1の態様において、移動量を測定する段階が、断面形状が既知の凹凸パターンを有する試料を測定し観察像を得る段階と、観察像から得られる平面に対して垂直な断面像を得る段階と、断面像と凹凸パターンの断面形状とを比較する段階からなることを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

【0016】

30

また、本発明の第4の態様は、第3の態様において、断面像と断面形状とを比較する段階が、断面像から断面形状を表す関数を求める段階と、関数と凹凸パターンの断面形状を表す関数とを比較する段階からなることを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

【0017】

また、本発明の第5の態様は、第3の態様において、断面像と断面形状とを比較する段階が、断面像から側壁角度を求める段階と、側壁角度と凹凸パターンの側壁角度を比較する段階からなることを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

【0018】

また、本発明の第6の態様は、第3の態様において、断面像と断面形状とを比較する段階は、断面像および凹凸パターンの断面形状の同一の高さにおける傾きを比較することを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

40

【0019】

また、本発明の第7の態様は、第3の態様において、前記断面像と前記断面形状とを比較する段階は、前記断面像および前記凹凸パターンの断面形状の同一の高さにおける任意の基準点からの距離を比較することを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

【0020】

また、本発明の第8の態様は、第2の態様において、前記変位計測手段は、光学的变化、電気的变化、磁気的变化、力学的变化の少なくとも一つを利用した変位センサーであることを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

【0021】

また、本発明の第9の態様は、第1の態様において、プローブ位置を補正する段階で、移

50

動量に基づいて、試料の観察像を構成する画素の座標を補正することを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

【0022】

また、本発明の第10の態様は、第1の態様において、プローブ位置を補正する段階で、観察像を得るとともに移動量を補正するよう、第一の走査軸方向および第二の走査軸方向へプローブを移動させることを特徴とするプローブ位置補正方法にある。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。ここでは、試料表面に対しほぼ平行かつ互いに垂直な座標軸をX軸およびY軸とし、その双方に対し垂直な座標軸をZ軸とする。10

【0024】

図1は、本発明に関わる位置補正方法のフローチャートである。まず、プローブがZ軸方向へ相対的に移動する際に、プローブの軌跡が完全には直線でないために生じる、XY平面内の移動量を測定する。次に測定されたプローブのXY面内方向の移動量に基づきプローブ位置を補正する。これによってプローブのXY面内方向への移動による影響を取り除いた高精度な観察像を得ることができる。

【0025】

次に移動量を測定する段階について説明する。まず、XY面内の移動量を測定する段階において、その移動量の測定は、変位計測器による直接測定と、試料を測定することによって移動量を求める間接測定がある。直接測定においては、変位計測器は光干渉方式、静電容量方式等、その方式によらず用いることができる。20

【0026】

図2は、プローブのXY方向への移動量を測定する段階における間接測定方式のフローチャートである。まず、走査型プローブ顕微鏡によって断面形状が既知のパターンを有する試料の観察像を取得する。

【0027】

次に、観察像から断面像を得る。図3は、観察像の断面形状と凹凸パターンの断面形状を示している。301は凹凸パターンの断面形状、302は凹凸パターンの観察像から得た断面形状である。いずれもX軸方向の断面形状である。図3に示したように、断面形状を比較することで移動量xを求めることができる。30

【0028】

次に、断面形状を比較する段階について説明する。図4はX方向の断面を示している。401は断面形状が既知の凹凸パターンの断面形状、402は凹凸パターンの観察像から得られた断面形状である。断面形状402を表す関数g(x)を求め、断面形状401を表す関数f(x)と比較する。これによって、任意の高さでの移動量xを容易に求めることができる。

【0029】

図5は凹凸パターンおよびその観察像のX方向の断面を示しており、501は凹凸パターンの断面形状、502は観察像から得た断面形状である。凹凸パターンは断面形状が既知であり、側壁角度がである。このように、側壁角度が既知の凹凸パターンを測定し、観察像から得られる側壁角度と凹凸パターンの側壁角度とを比較することによって移動量xを求めることができる。ここで、側壁角度が既知の試料例として、シリコンの異方性エッチングによって形成された、側壁角度約55度のパターンがある。40

【0030】

図6は凹凸パターンおよびその観察像のX方向の断面を示しており、601は凹凸パターンの断面形状、602は観察像から得た断面形状である。図に示すように断面形状601および602において、同一の高さzにおける傾きx1/zおよびx2/zを比較することによりプローブの移動量xを求めることができる。

【0031】

10

20

30

40

50

図7は凹凸パターンおよびその観察像のX方向の断面を示しており、701は凹凸パターンの断面形状、702は観察像から得た断面形状である。703は高さzの断面形状701上の点であり、704は観察像を構成する画素である。画素704は断面形状701上の点703に対応し、その座標は(x1, z)となるはずであるが、プローブがZ方向の移動に伴ってXY面内に移動するために、画素704の座標は(x2, z)となる。ここで、すでに述べた方法で求めた移動量xに基づいて補正を行うと画素704の正しい座標を得ることができ、画素704をサンプリングした時のプローブの位置を補正することができる。ここでは、説明のため一つの画素について述べたが、観察像を構成する全ての画素に対して補正を行うことは言うまでもない。

【0032】

10

図8はXY走査用チューブアクチュエータとZ駆動用チューブアクチュエータを組み合わせたスキヤナを示している。801はXY走査用チューブアクチュエータ、802はZ駆動用チューブアクチュエータ、803はX走査用電極、804はY走査用電極、805はチューブ型圧電体、806は共通電極、807はZ駆動用電極、808はカンチレバー、809はプローブである。Z駆動用チューブアクチュエータ802の伸張に伴ってプローブの変位xが生じるが、すでに述べたような方法でxを求め、XY走査用チューブアクチュエータを制御して、プローブを反対方向へx移動させる。これによって、プローブの位置を補正することができる。ここでは、チューブ型アクチュエータを例に説明を行ったが、アクチュエータはこれに限らず、XYZ、3つの軸を持ったすべてのアクチュエータに対しても同等の効果がある。

20

【0033】

また、Z駆動用アクチュエータとしてアクチュエータ801と同じアクチュエータを用いて、電極803および804に印加する電圧を制御することで変位xを補正することができる。ここで、アクチュエータ801の電極は4分割となっているが電極が2つ以上あれば、変位xの補正は可能である。

【0034】

以上、本実施の形態においては、説明のため、プローブの位置補正について主に、X軸方向に関して述べたが、Y軸方向に関して同様に行う。また、これによって、移動量だけでなく移動方向も求めることができる。

【0035】

30

また、凹凸パターンは側壁の角度がプローブの側壁と試料表面とのなす角より小さく、プローブの先端以外が試料表面に接触しないようなものが望ましい。

【0036】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、プローブのZ軸方向の移動に伴って生じるXY面内のプローブの移動によるプローブの位置ずれを補正することができる。

【0037】

また、本発明によれば、変位計測器によって、プローブの移動量を測定することにより、高精度にプローブの位置を補正することができる。

【0038】

40

また、本発明によれば、断面形状が既知の凹凸パターンを有する試料を測定してえられる観察像から試料平面に対して垂直な断面像を生成し、凹凸パターンの断面形状とを比較することによってプローブの移動量を求めることができ、このようにすることで、変位センサー等の外部装置を用いることなく、簡便にプローブの移動量を測定することができる。

【0039】

また、本発明によれば、断面像と断面形状とを比較する段階において、断面像から断面形状を表す関数を求める段階と、関数と、凹凸パターンの断面形状を表す関数とを比較することで、プローブのZ方向の移動量に対するプローブのXY面内の移動量の詳細な変化を求めることができる。

【0040】

50

また、本発明によれば、観察像から得られた断面像における側壁角度を測定し、凹凸パターンの側壁角度とを比較することで、容易にプローブのX Y面内の移動量を求めることができる。

【0041】

また、本発明によれば、観察像から得られた断面像と凹凸パターンの断面形状の同一の高さにおける傾きを比較することで、側壁が平面でない凹凸パターンを用いても、簡単にプローブのX Y面内の移動量求めることができる。

【0042】

また、本発明によれば、すでに述べたような方法で求めたプローブのX Y面内の移動量に基づいて観察像を構成する画素の座標を補正する。このようにすることで、容易にプローブの位置補正を行うことができ、試料に対して正確な観察像を得ることができる。

10

【0043】

また、本発明によれば、観察像を得ると同時にプローブのX Y面内の移動を補正するようプローブを移動させることで、リアルタイムでプローブの位置補正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に関わるプローブ位置補正方法のフローチャートである。

【図2】本発明に関わるプローブのX Y面内の移動量測定のフローチャートである。

【図3】本発明に関わるプローブのX Y面内の移動量測定に関する説明図である。

【図4】本発明に関わるプローブのX Y面内の移動量測定に関する説明図である。

20

【図5】本発明に関わるプローブのX Y面内の移動量測定に関する説明図である。

【図6】本発明に関わるプローブのX Y面内の移動量測定に関する説明図である。

【図7】本発明に関わるプローブの位置補正方法に関する説明図である。

【図8】本発明に関わるプローブの位置補正方法に関する説明図である。

【図9】図9は、従来の走査型プローブ顕微鏡の一つである原子間力顕微鏡の概略図である。

【図10】図10は、チューブ型のX Y Zトランスレータを示す模式図である。

【図11】図11は、チューブ型のZトランスレータを示す模式図である。

【図12】図12は、X方向に厚さの偏りがあるチューブ型のZトランスレータを示す模式図である。

30

【図13】図13は、凹凸パターンを持った試料の断面を示す概略図である。

【符号の説明】

301 凹凸パターンの断面形状

302 観察像から得られる断面形状

401 凹凸パターンの断面形状

402 観察像から得られる断面形状

501 凹凸パターンの断面形状

502 観察像から得られる断面形状

601 凹凸パターンの断面形状

602 観察像から得られる断面形状

701 凹凸パターンの断面形状

702 観察像から得られる断面形状

703 凹凸パターン上の高さzの点

704 観察像を構成する画素

801 X Y走査用チューブ型アクチュエータ

40

802 Z駆動用チューブ型アクチュエータ

803 X走査用電極

804 Y走査用電極

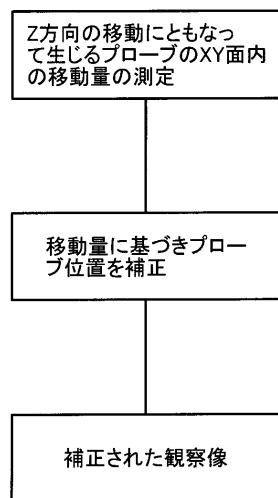
805 チューブ型圧電体

806 共通電極

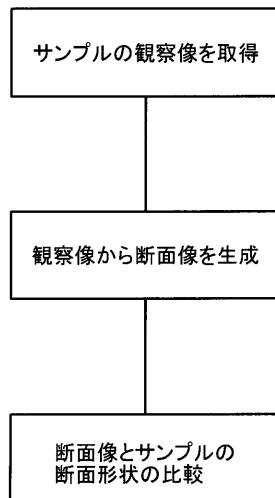
50

| | | |
|---------|-------------------------------|----|
| 8 0 7 | Z 駆動用電極 | |
| 8 0 8 | カンチレバー | |
| 8 0 9 | プローブ | |
| 9 0 1 | カンチレバー | |
| 9 0 2 | たわみ検出器 | |
| 9 0 3 | X Y Z トランスレータ | |
| 9 0 4 | 試料 | |
| 9 0 5 | 試料代 | |
| 9 0 6 | コントローラ | |
| 9 0 7 | コンピュータ | 10 |
| 1 0 0 6 | チューブ型圧電体 | |
| 1 0 0 7 | 電極 | |
| 1 0 0 8 | 電極 | |
| 1 1 0 1 | カンチレバー | |
| 1 1 0 2 | 外側電極 | |
| 1 1 0 3 | 内側電極 | |
| 1 1 0 4 | チューブ型圧電体 | |
| 1 2 0 1 | カンチレバー | |
| 1 2 0 2 | 外側電極 | |
| 1 2 0 3 | 内側電極 | 20 |
| 1 2 0 4 | チューブ型圧電体 | |
| 1 2 0 5 | 電圧印加しない場合のカンチレバーの Z 方向の位置 | |
| 1 2 0 6 | 電圧印加により伸張した場合のカンチレバーの Z 方向の位置 | |
| 1 2 0 7 | 電圧印加しない場合のカンチレバーの X 方向の位置 | |
| 1 2 0 8 | 電圧印加により伸張した場合のカンチレバーの X 方向の位置 | |
| 1 3 0 1 | 凹凸パターンの断面形状 | |
| 1 3 0 2 | 計測結果から得られる断面形状 | |

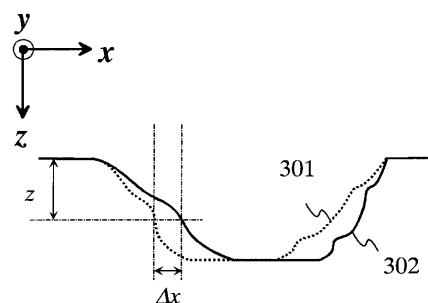
【図1】



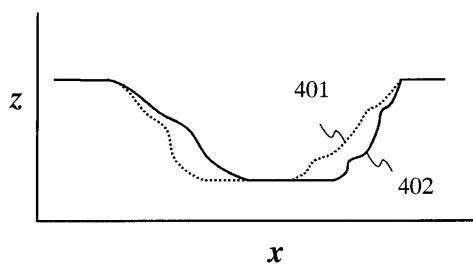
【図2】



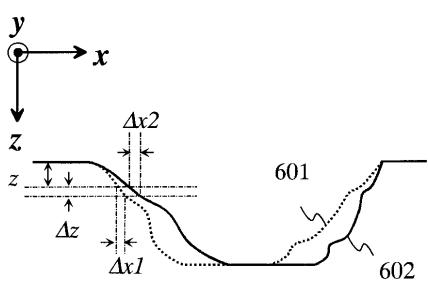
【図3】



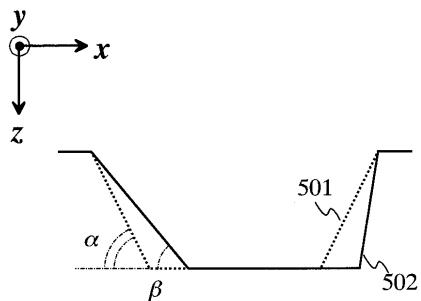
【図4】



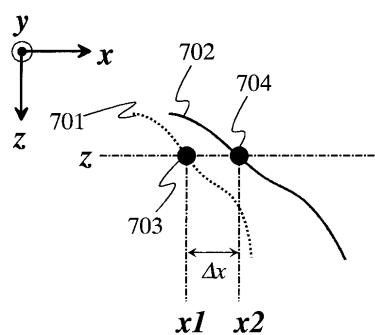
【図6】



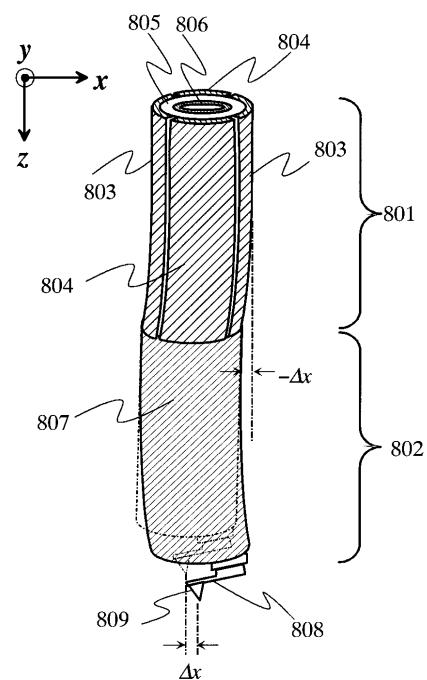
【図5】



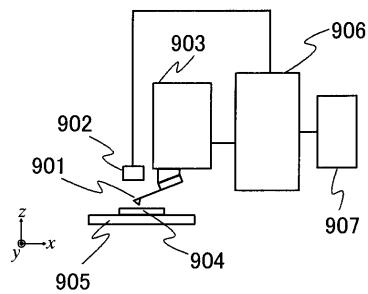
【図7】



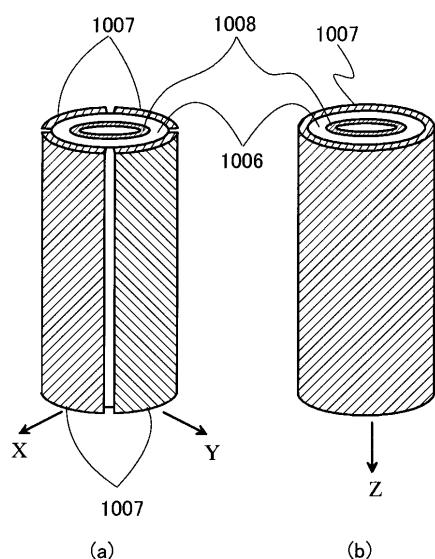
【図8】



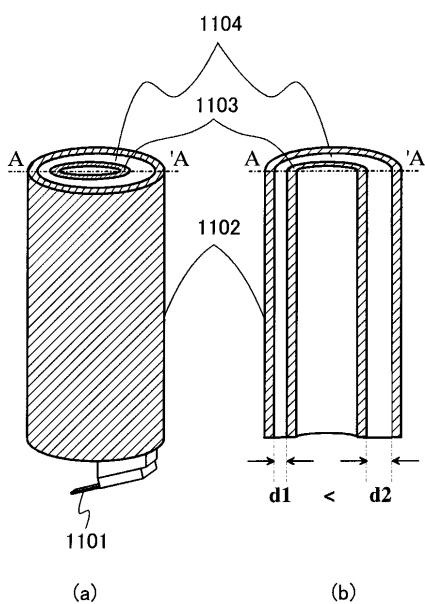
【図9】



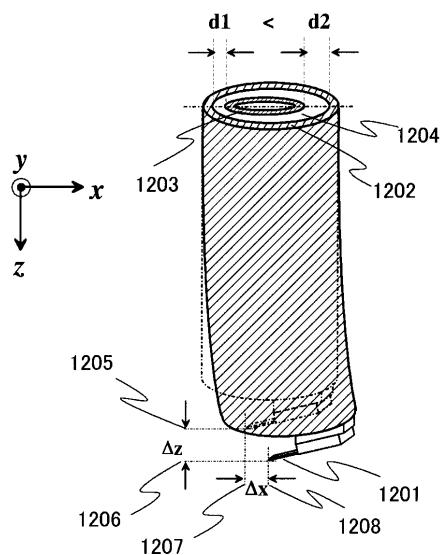
【図10】



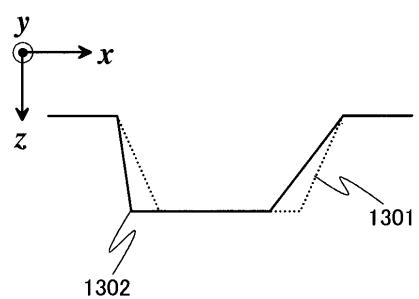
【図11】



【図1-2】



【図1-3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-296229(JP,A)
特開平07-083650(JP,A)
特開2000-356581(JP,A)
特開平02-081487(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 13/10