

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-78388

(P2010-78388A)

(43) 公開日 平成22年4月8日 (2010. 4. 8)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
GO 1 Q 60/26 (2010.01)		GO 1 N	13/16	1 O 1 A	2 GO 6 1
HO 1 L 21/027 (2006.01)		HO 1 L	21/30	5 O 2 V	2 HO 9 5
GO 3 F 1/08 (2006.01)		GO 3 F	1/08	S	5 FO 4 6
GO 1 N 3/00 (2006.01)		GO 1 N	3/00	P	
		HO 1 L	21/30	5 1 4 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)					

(21) 出願番号 特願2008-245128 (P2008-245128)
 (22) 出願日 平成20年9月25日 (2008. 9. 25)

(71) 出願人 000002897
 大日本印刷株式会社
 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
 (74) 代理人 100111659
 弁理士 金山 聡
 (74) 代理人 100135954
 弁理士 深町 圭子
 (74) 代理人 100119057
 弁理士 伊藤 英生
 (74) 代理人 100122529
 弁理士 藤枿 裕実
 (74) 代理人 100131369
 弁理士 後藤 直樹

最終頁に続く

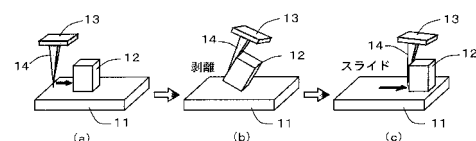
(54) 【発明の名称】 パターンの密着性評価方法

(57) 【要約】

【課題】半導体製造などに用いられるレジストパターンやフォトマスクの遮光膜パターンなどの微細パターンとパターンが形成された下地の基板との密着性の評価において、たとえ微細パターンの残渣が基板上に残ったとしても、定量的にパターンの密着性を容易に測定することができるパターンの密着性評価方法を提供する。

【解決手段】走査型プローブ顕微鏡のカンチレバーに設けられた探針を基板表面から離して非接触で走査し、前記基板表面に形成されたパターンの側面と前記探針とを接触させ、前記探針の水平方向の力でパターンを基板から剥離して密着性を計測するパターンの密着性評価方法において、前記パターンを基板から剥離した後、該剥離したパターンを前記探針で基板上の所定の距離をスライドさせ、前記スライド時における前記カンチレバーの変位から前記パターンの密着性を評価することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走査型プローブ顕微鏡のカンチレバーに設けられた探針を基板表面から離して非接触で走査し、前記基板表面に形成されたパターンの側面と前記探針とを接触させ、前記探針の水平方向の力でパターンを基板から剥離して密着性を計測するパターンの密着性評価方法において、

前記パターンを基板から剥離した後、該剥離したパターンを前記探針で基板上の所定の距離をスライドさせ、前記スライド時における前記カンチレバーの変位から前記パターンの密着性を評価することを特徴とするパターンの密着性評価方法。

【請求項 2】

前記スライド時における前記カンチレバーの変位から前記基板と前記パターンとの間に働く摩擦力を計測して前記パターンの密着性を評価することを特徴とする請求項 1 に記載のパターンの密着性評価方法。

【請求項 3】

前記カンチレバーの変位が、ねじれ変位および／またはたわみ変位であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のパターンの密着性評価方法。

【請求項 4】

前記走査型プローブ顕微鏡が、原子間力顕微鏡であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれか 1 項に記載のパターンの密着性評価方法。

【請求項 5】

前記パターンが、レジストのドットパターンあるいはラインパターンであることを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれか 1 項に記載のパターンの密着性評価方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体やフォトマスクの製造に用いられる微細なレジストパターンやフォトマスクの遮光膜パターンなどの数 10 nm ～ 数 100 nm 幅の微細なパターンと、それらのパターンを設けた基板との密着性を定量的に測定するパターンの密着性評価方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ハーフピッチ 65 nm から 45 nm へと進展する半導体素子の高集積化・超微細化を実現するために、フォトリソグラフィにおいては、露光装置での高解像技術として、投影レンズの開口数を高くした高 NA 化技術、投影レンズと露光対象の間に高屈折率媒体を介在させて露光を行なう液浸露光技術、変形照明搭載露光技術などの開発が急速に進められており、半導体やその製造に用いるフォトマスクにおいては、レジストや薄膜のますます微細なパターンが求められている。高品質の半導体やフォトマスクを得るために、これらの微細パターンは、そのパターンを形成する基板への密着性が重要となり、定量的で直接的な微細パターンの密着性の評価方法が必要とされている。

【0003】

従来、半導体基板やフォトマスク基板上に設けられたレジストパターンや薄膜パターンの基板への密着性評価方法としては、一般的には、クロスカット法やスクラッチ法が知られているが、これらの方法はミクロンメートル以下の微細パターンの密着性を評価するには適していない。

【0004】

微細パターンの密着性に関連して、カンチレバーと称する片持ち梁の一端に探針を設けたプローブを有する原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope : 以後、AFM と記す) を用い、プローブに一定の荷重をかけて、試料表面を探針で走査して試料欠陥部をスクラッチにより除去する方法が提案されている (例えば、特許文献 1 参照)。近年では、AFM のプローブ探針を基板面から離して非接触で走査し、基板上の

10

20

30

40

50

レジストのパターンの側面と探針とを接触させ、探針の水平方向の力（水平荷重）でレジストを剥離し、密着性を調べるD P A T（Direct Peeling method with Atomic force microscope Tip）法と称される密着性評価方法が提案されている（非特許文献1、非特許文献2参照）。図6は、上記のD P A T法の説明図であり、図6（a）に示すように、基板61上にレジストパターン62を形成し、カンチレバー63の探針64で水平方向の力を加えることにより、図6（b）に示すように、レジストパターン62を基板から剥離して剥離荷重を求め、パターンの密着性を評価する方法である。

【特許文献1】特開平6-148870号公報

【非特許文献1】A. Kawai, et al., Microelectronic Engineering, 57-58 (2001) 683-692 10

【非特許文献2】A. Kawai, et al., Microelectronic Engineering, 83 (2006) 659-662

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記の非特許文献1、非特許文献2に記載されたD A P T法は、探針でレジストに水平方向の力を加えたときに、レジストと基板との界面でうまくレジストが剥離するとは限らず、探針によりレジストパターンがせん断されたり、あるいはレジストの種類により、特にポジ型レジストを用いた場合などでは、しばしば剥離後に基板上にレジスト残渣が残ってしまうという問題があった。 20

【0006】

図7は、本発明者による上記のD A P T法を用いたときのテスト結果で、基板上のレジストのドットパターンのA F M写真像（平面図）であり、図7（a）は剥離前で図の下方から上方が探針の走査方向であり、図7（b）は剥離後を示す。図7（b）の円形破線内に示されるように、探針走査後にレジストは剥離しているがレジスト残渣が残っている。上記のようにレジスト残渣が残る系において、レジストの密着性を議論する際には、非特許文献2に示されるように、非常に複雑な解析が必要となり、到底製造現場では用いることが困難であり、実用上の問題があった。

【0007】

そこで、本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明の目的は、半導体製造などに用いられるレジストパターンやフォトマスクの遮光膜パターンなどの微細パターンとパターンが形成された下地の基板との密着性の評価において、たとえ微細パターンの残渣が基板上に残ったとしても、定量的にパターンの密着性を容易に測定することができるパターンの密着性評価方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するために、請求項1の発明に係るパターンの密着性評価方法は、走査型プローブ顕微鏡のカンチレバーに設けられた探針を基板表面から離して非接触で走査し、前記基板表面に形成されたパターンの側面と前記探針とを接触させ、前記探針の水平方向の力でパターンを基板から剥離して密着性を計測するパターンの密着性評価方法において、前記パターンを基板から剥離した後、該剥離したパターンを前記探針で基板上の所定の距離をスライドさせ、前記スライド時における前記カンチレバーの変位から前記パターンの密着性を評価することを特徴とするものである。 40

【0009】

請求項2の発明に係るパターンの密着性評価方法は、請求項1に記載のパターンの密着性評価方法において、前記スライド時における前記カンチレバーの変位から前記基板と前記パターンとの間に働く摩擦力を計測して前記パターンの密着性を評価することを特徴とするものである。

【0010】

請求項 3 の発明に係るパターンの密着性評価方法は、請求項 1 または請求項 2 に記載のパターンの密着性評価方法において、前記カンチレバーの変位が、ねじれ変位および／またはたわみ変位であることを特徴とするものである。

【0011】

請求項 4 の発明に係るパターンの密着性評価方法は、請求項 1 ～請求項 3 のいずれか 1 項に記載のパターンの密着性評価方法において、前記走査型プローブ顕微鏡が、原子間力顕微鏡であることを特徴とするものである。

【0012】

請求項 5 の発明に係るパターンの密着性評価方法は、請求項 1 ～請求項 4 のいずれか 1 項に記載のパターンの密着性評価方法において、前記パターンが、レジストのドットパターンあるいはラインパターンであることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0013】

本発明のパターンの密着性評価方法は、剥離したパターンを基板上スライドさせ、スライド時におけるカンチレバーの変位からパターンと基板との密着性を評価するものであり、従来技術のように、パターンの残渣が残ってしまうような系においても、スライドさせるパターンのサイズさえわかれば、定量的な比較を行うことが可能である。本発明のパターンの密着性評価方法によれば、レジストパターンなどの微細パターンの基板への密着性が定量的に容易に計測できるようになり、パターン形成やパターン形成前の洗浄などのプロセス条件を改善して製造条件を最適化することが簡便にできるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面に基づいて、本発明の実施形態に係る微細なパターンの密着性評価方法について説明する。

【0015】

本発明のパターンの密着性評価方法は、走査型プローブ顕微鏡（不図示。Scanning Probe Microscope；以下、S P Mとも記す）によって測定される。走査型プローブ顕微鏡は、片持ち梁の自由端に探針を設けたカンチレバーと称するプローブで試料表面を走査し、試料表面のパターンの寸法や形状を計測する顕微鏡が用いられ、最も利用度の高い A F M がより好ましいが、例えば、走査型トンネル顕微鏡（Scanning Tunneling Microscope；S T M）などのカンチレバータイプの走査型プローブ顕微鏡として総称されている他の S P M でも用いることが可能である。

【0016】

図 1 は、本発明のパターンの密着性評価方法を説明する模式図である。図 1（a）に示すように、走査型プローブ顕微鏡のカンチレバー 1 3 に設けられた探針 1 4 を基板表面から離して基板に非接触でカンチレバーの長手軸に対して直交する方向に走査し、次いで図 1（b）に示すように、基板 1 1 表面に形成されたパターン 1 2 の側面と探針 1 4 とを接触させ、走査する探針 1 4 の水平方向の力でパターン 1 2 を基板から剥離する。次に、図 1（c）に示すように、剥離したパターン 1 2 を探針 1 4 で基板 1 1 上を所定の距離までスライドさせる。カンチレバー 1 3 は、探針 1 4 がパターン 1 2 に近接し接触することにより、カンチレバー 1 3 の自由端が変位する。

本発明のパターンの密着性評価方法は、パターン 1 2 が基板 1 1 から剥離後、上記のスライド時に生じるカンチレバー 1 3 の変位からパターンの密着性を評価するものである。

【0017】

カンチレバーの変位の検出方法としては、光学的に検出する方法と直接電氣的に検出する方法とが挙げられる。光学的に検出する方法は、カンチレバーの変位を光路の変化として検出する光てこ方式や光波干渉を用いた方法があり、直接検出する方法としては自己検知方式が挙げられ、いずれの方法も用いることができるが、これら変位検出方法のうち、走査型プローブ顕微鏡においては光てこ方式が特に有効で実用されており、より好ましい。以下に光てこ方式による変位検出方法について説明する。

【0018】

光てこ方式を用いた走査型プローブ顕微鏡によるカンチレバーの変位検出方法は、測定試料のパターン側面とカンチレバーとの間に働く力を、カンチレバーの微小なバネで変位に変え、この変位を4分割の光検出器で光学的に検出する。精度よく検出するためには、バネの変位量が一定になるように検出系に用いているピエゾ素子をフィードバック制御すればよく、この制御信号が変位の信号となる。本発明において、カンチレバーの変位の信号としては、4分割された光検出器の左右領域に入る光量に対応する信号の差分であるカンチレバーの横方向の変位（ねじれ変位を検出）に対応した信号（FFM信号と称する）と、光検出器の上下領域に入る光量に対応する信号の差分であるカンチレバーの上下方向の変位（たわみ変位を検出）に対応した信号（DIF信号と称する）とが用いられる。

10

【0019】

次に、カンチレバーの変位と基板とパターンとの間に働く摩擦力との関係について、ねじれ変位の場合を例に説明する。

FFM信号とカンチレバーの微小な変位との間には下記の数式（1）の関係があることが知られている。

$$FFM(mV) = S_{FFM}(mV/nm) \times \Delta X(nm) \quad \cdots (1)$$

式中、FFMは微小変位 ΔX を生じた場合の電圧値、 S_{FFM} はねじれ感度で $\Delta X = 1 nm$ のねじれ変位に対する検出器の水平方向の信号差、 ΔX はカンチレバーの微小変位を表す。

20

【0020】

一方、微小領域の摩擦力 $F_t(N)$ は下記の数式（2）で表される。

$$F_t(N) = C_t(N/m) \times \Delta X(nm) \times 10^{-9} \quad \cdots (2)$$

式中、 C_t はねじれのバネ定数を表す。

【0021】

上記の数式（1）および数式（2）より、FFM信号と微小領域の摩擦力 $F_t(N)$ との関係は、下記の数式（3）で示すことができる。

$$F_t(N) = C_t(N/m) / S_{FFM}(mV/nm) \times FFM(mV) \times 10^{-9} \quad \cdots (3)$$

【0022】

ここで、バネ定数 C_t とねじれ感度 S_{FFM} は、カンチレバーや装置の固有の定数であるので、微小領域の摩擦力とFFM信号差とは比例関係が成立していることは明らかである。したがって、バネ定数、ねじれ感度を正確に見積もり、測定により得られたFFM信号を用いることにより、基板とパターンとの間に働く摩擦力を推算することが可能となる。

30

【0023】

本発明のパターンの密着性評価方法は、必ずしも絶対的な精度の摩擦力が必要とされるわけではなく、測定試料系の相対的な比較を行う場合などでは、摩擦力 $F_t(N)$ を求めなくても、FFM信号の測定値であるねじれ変位（ボルト表示）を求めることで十分実用することが可能である。また、たわみ変位を示すDIF信号の測定値であるたわみ変位（ボルト表示またはメートル表示）もパターンの密着性評価方法として用いることができ、さらにはねじれ変位とたわみ変位の両方を用いることもできる。

40

【0024】

図2は、図1に示すカンチレバー13の探針14で微細パターン12を剥離し、基板11上を所定の距離スライドさせたときのカンチレバー13のねじれ変位を計測した結果の一例を示す図であり、縦軸はねじれ変位（電圧：V）、横軸は探針14の走査距離（ μm ）を表す。図2の曲線1はパターンを基板から剥離し、そのまま基板上をスライドさせた場合（1回目のスライド）、曲線2は、曲線1のパターンを再度スライドさせた場合（2回目のスライド）の結果を示している。曲線1のピーク値は、パターンの剥離に要した力を示す。図2の楕円形の破線内は、パターンを基板上スライドさせた領域であり、このスライド領域においては、曲線1と曲線2のねじれ変位はほぼ同じである。なお、パターンを3回目以上スライドさせても、曲線2とほぼ同じ結果が得られるが、本発明のパターン

50

の密着性評価方法では、測定値として選定するスライド時のカンチレバーの変位の値を1回目のスライド時の値とするか、あるいは2回目のスライド時の値とするかをあらかじめ決めておけば、測定値間の比較の精度がより高くなり好ましい。

【0025】

本発明において、パターンを基板から剥離し、基板上をスライドさせる際の走査方向は、カンチレバーの長手軸に対して直交する方向、あるいは、カンチレバーの長手軸と平行する方向に走査することが好ましい。

【0026】

本発明において、剥離したパターンをスライドさせる距離は、測定するパターンの寸法や周辺パターンの有無、パターン密度などにも影響されるが、スライド時にカンチレバーの変位の値がほぼ一定となる領域が得られればよいので、通常、数100nm～数 μ mの範囲をパターンをスライドさせる所定の距離とするのが好ましい。数100nm未満ではデータの信頼性が劣ることがあり、一方、数 μ mを超えると他のパターンが障害になるおそれが高くなるからである。

【0027】

上記のように、本発明のパターンの密着性評価方法は、パターンを剥離した後、剥離したパターンを基板上スライドさせ、スライド時に剥離したパターンと基板との間に生じる摩擦力がカンチレバーの変位として現れるのを計測することによりパターンと基板との密着性を評価するものである。したがって、たとえ剥離時にパターンの残渣が残ってしまうような系においても、スライドさせるパターンのサイズさえわかれば、定量的な比較を行うことが可能である。

【0028】

本発明のパターンの密着性評価方法は、評価するパターンとして、有機化合物よりなるレジストパターンあるいは無機化合物薄膜よりなる微細なマスクパターンなどに適用できるが、パターンがレジストのドットパターンあるいはラインパターンのように、従来の測定法では探針の荷重によりパターン残渣を生じ易いパターンの測定に用いるのにより効果的である。有機化合物よりなるレジストパターンをせん断するおそれがあるときには、パターンと接する探針先端の接触面積が大きい円柱状やフレアー形の探針などを用いるのが好ましい。

以下、実施例により本発明をさらに詳しく説明する。

【実施例】

【0029】

(実施例1)

<評価用試料>

合成石英基板上にクロム(Cr)のスパッタ膜を成膜してクロムブランクス基板とし、洗浄後、その上にネガ型電子線レジストを膜厚400nmで塗布形成し、次に電子線パターン描画を行い、現像し、一辺が300nmの正方形ドット状のレジストパターンを複数形成し、レジストパターンの密着性評価用試料とした。

【0030】

<パターン密着性の評価>

パターンの密着性を評価する走査型プローブ顕微鏡として、AFM装置L-t r a c e (エスアイアイ・ナノテクノロジー(株)製)を用いた。このAFM装置のカンチレバーには、円柱状の探針先端部形状を有するシリコン製の探針を用いた。

【0031】

次に、AFMによりレジストパターンの拡大像を観察し、密着性評価を行うレジストパターンの形状像を取得した。

【0032】

続いて、上記レジストパターンのエッジから少し離れた位置に探針先端部を移動し、下記条件により、探針をクロムブランクス基板表面から離して非接触で走査し、クロムブランクス基板表面に形成されたレジストパターンの側面と探針先端部とを接触させ、探針の

水平方向の力でレジストパターンを基板から剥離した後、剥離したパターンを所定の距離まで基板上をスライドさせた。次に、A F M観察を行い、剥離、スライド後のレジストパターンの形状像を取得した。

走査距離：2 μ m

走査速度：400 nm / s e c

走査角度（パターン側面に対し）：90度

探針先端部と基板表面との距離：30 nm

【0033】

図3は、A F Mのカンチレバーの探針でレジストパターンを剥離し基板上をスライドする前後の状態を示すA F Mで撮影したクロムブランクス上のレジストパターンの平面拡大写真である。図3（a）は、紙面上方向に探針を走査する前のパターンの状態であり、レジストパターン剥離前の状態を示す。図3（b）は、探針を2 μ m走査した後の平面写真であり、レジストは剥離し元の位置から1 μ m以上基板上をスライドした状態が示されている。

【0034】

図4は、図3に示すレジストが剥離する前後のカンチレバーの変位を示す図であり、縦軸はカンチレバーの変位を力（n N）として示しており、横軸にカンチレバーの探針の走査距離（ μ m）を示す。図4において、探針がパターンと接触する前の領域（a）においてはパターンへの負荷はなく、パターンと接触する領域（b）においてはパターンへの荷重が急激に大きくなり、ピーク値を経た後、荷重は再び低下し、パターンをスライドさせる領域（c）ではパターンへの荷重は約250 n Nでほぼ一定となる。ピーク値（850 n N）が本実施例におけるパターンの剥離荷重となる。スライド領域（c）におけるパターンへの荷重250 n Nはパターンと基板との摩擦力を示している。本発明の密着性評価方法を用いることにより、カンチレバーの変位がほぼ一定となるスライド領域（c）においてパターンの密着性を評価することにより、安定した密着性のデータを得ることができた。

【0035】

（実施例2）

<評価用試料>

実施例1と同様に、クロムブランクス基板を洗浄後、その上にネガ型電子線レジストを膜厚400 nmで塗布形成し、次に電子線パターン描画を行い、現像し、一辺が300 nm、400 nm、500 nmのパターンサイズの異なる3種類の正方形ドット状のレジストパターンを複数形成し、レジストパターンの密着性評価用試料とした。

【0036】

<パターン密着性の評価>

パターンの密着性を評価する走査型プローブ顕微鏡として、実施例1と同様に、円柱状の探針先端部形状を有するシリコン製の探針を設けたカンチレバーを備えたA F M装置L - t r a c e（エスアイアイ・ナノテクノロジー（株）製）を用いた。

【0037】

次に、A F Mによりレジストパターンの拡大像を観察し、密着性評価を行うレジストパターンの形状像を取得した。

【0038】

続いて、上記3種類の各レジストパターンのエッジから約2.5 μ m程度離れた位置に探針先端部を移動し、下記条件により、探針をクロムブランクス基板表面から離して非接触で走査し、クロムブランクス基板表面に形成されたレジストパターンの側面と探針先端部とを接触させ、探針の水平方向の力でレジストパターンを剥離した後、剥離したパターンを約1.5 μ m基板上をスライドさせた。次に、A F M観察を行い、剥離、スライド後のレジストパターンの形状像を取得した。

走査距離：4 μ m

走査速度：400 nm / s e c

走査角度（パターン側面に対し）：90度

探針先端部と基板表面との距離：30nm

【0039】

図5は、上記3種類の各レジストパターンをカンチレバーの探針により剥離し、基板上をスライドさせた場合のカンチレバーの変位を示す図である。図5の縦軸にカンチレバー変位（nN）を示し、横軸に走査距離（nm）を示す。図5では、300nm、400nm、500nmのレジストパターンについて、各々のカンチレバーの変位が図示されている。

【0040】

図5に示すFFM信号では、各パターン寸法のレジストパターンの剥離位置と剥離強度が明確に示されており、スライド領域におけるカンチレバー変位は各レジストパターンのサイズにほぼ比例した変位の値を示している。上記のように、本発明の密着性評価方法を用いることにより、カンチレバーの変位がほぼ一定となるパターンのスライド領域においてパターンの密着性を評価することにより、安定した密着性のデータを得ることができた。

。

【0041】

以上、本発明の密着性評価方法を適用するパターンとして半導体やフォトマスクの微細なレジストパターンを例に説明したが、もとより本発明の密着性評価方法は上記の例に限定されず、光学素子、ナノインプリント、マイクロマシンなど、微細パターンの密着性の評価が必要とされる他の分野へも適用できるものである。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明のパターンの密着性評価方法を説明する模式図である。

【図2】カンチレバーの探針で微細パターンを剥離したときのカンチレバーのねじれ変位を計測した結果である。

【図3】AFMのカンチレバーの探針でレジストパターンを剥離しスライドする前後の状態を示すレジストパターンの平面拡大写真である。

【図4】図3に示すレジストが剥離する前後のカンチレバーの変位を示す図である。

【図5】サイズの異なる3種類のレジストパターンをカンチレバーの探針により剥離し、スライドさせた場合のカンチレバーの変位を示す図である。

【図6】従来のパターンの密着性評価方法（DPAT法）の説明図である。

【図7】従来のパターンの密着性評価方法（DPAT法）を適用したときのレジストパターンのAFM平面写真像である。

【符号の説明】

【0043】

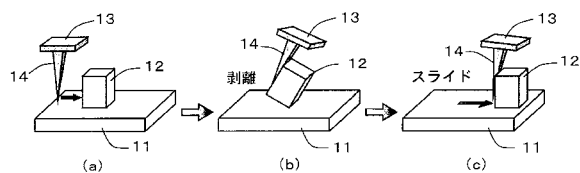
- 11、61 基板
- 12、62 パターン
- 13、63 カンチレバー
- 14、64 探針

10

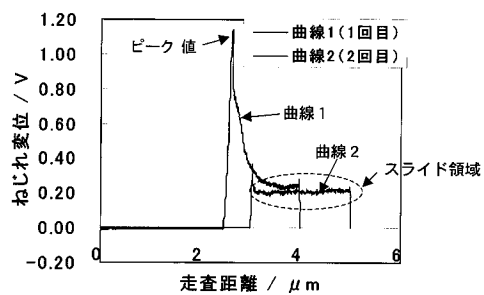
20

30

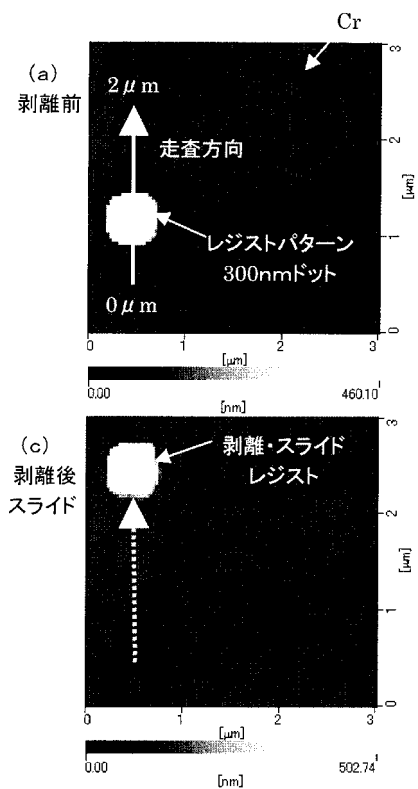
【図 1】



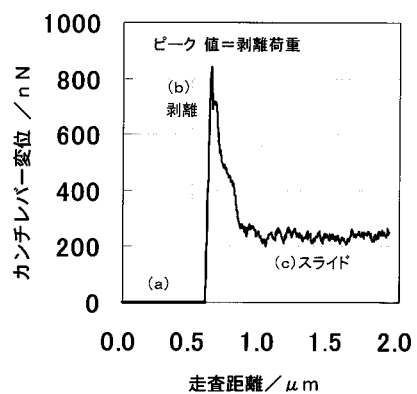
【図 2】



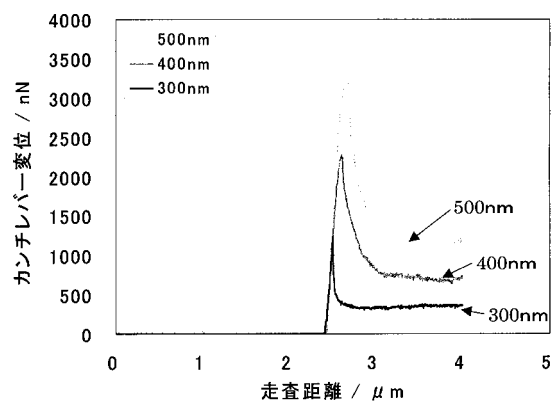
【図 3】



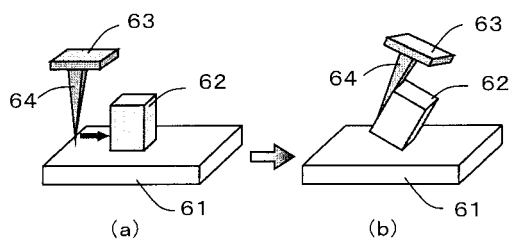
【図 4】



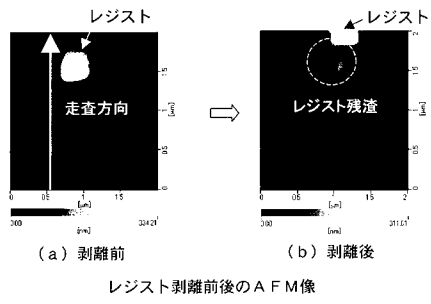
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 畠山 翔

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

(72)発明者 栗原 正彰

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

Fターム(参考) 2G061 AA11 AB01 BA20 CA20 CB18 DA01 EA02 EA04

2H095 BA01 BC01 BD02

5F046 AA18 DD03 HA07 LA19