

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2006年1月5日 (05.01.2006)

PCT

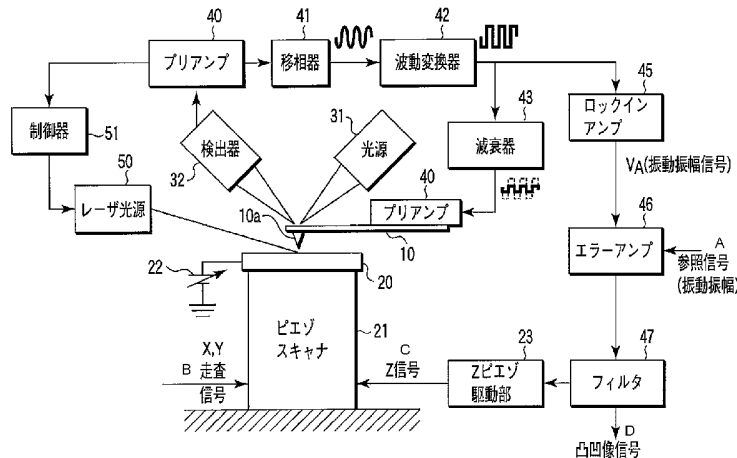
(10) 国際公開番号  
WO 2006/001108 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01N 13/16
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005583
- (22) 国際出願日: 2005年3月25日 (25.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-188360 2004年6月25日 (25.06.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒3320012 埼玉県川口市本町4丁目1番8号 Saitama (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松本 卓也 (MATSUMOTO, Takuya) [JP/JP]. 川合 知二 (KAWAI, Tomoji) [JP/JP].
- (74) 代理人: 鈴江 武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 鈴業特許総合事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

[ 続葉有 ]

(54) Title: PROBING DEVICE

(54) 発明の名称: 探針装置



- |   |                              |
|---|------------------------------|
| A... REFERENCE SIGNAL (OSCILLATION AMPLITUDE) | 40... PREAMPLIFIER           |
| B... SCANNING SIGNAL                          | 41... PHASE SHIFTER          |
| C... Z-SIGNAL                                 | 42... WAVE MOTION TRANSDUCER |
| D... CONVEXOCONCAVE IMAGE SIGNAL              | 43... ATTENUATOR             |
| VA... (OSCILLATION AMPLITUDE SIGNAL)          | 45... LOCK-IN AMPLIFIER      |
| 21... PIEZO SCANNER                           | 46... ERROR AMPLIFIER        |
| 23... Z-PIEZO DRIVING SECTION                 | 47... FILTER                 |
| 31... LIGHT SOURCE                            | 50... LASER LIGHT SOURCE     |
| 32... DETECTOR                                | 51... CONTROLLER             |

(57) Abstract: A probing device which applies, while causing a cantilever (10) provided with (a probe (10a)) disposed opposite to the surface of a sample (20) to perform self-excited oscillation at a predetermined frequency, excitation light intermittently to the sample (20) to observe the sample (20), wherein the excitation light is applied to the sample (20) at a predetermined timing when the distance between the probe (10a) and the sample (20) is not greater than a predetermined distance.

(57) 要約: 試料 (20) の表面に対向配置される (探針 10a) を備えたカンチレバー (10) を所定の周波数で自励振動させながら、間欠的に励起光を前記試料 (20) に照射して、前記試料 (20) を観察する探針装置において、前記探針 (10a) と前記試料 (20) との距離が所定の距離以下のときに、所定のタイミングで前記励起

[ 続葉有 ]

WO 2006/001108 A1



IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

## 探針装置

## 技術分野

[0001] 本発明は、原子力間顕微鏡(AFM)や走査トンネル顕微鏡(STM)等の探針装置に関する。

## 背景技術

[0002] 近年、非接触型原子力間顕微鏡が急速に進歩している。この顕微鏡は、プローブとなるカンチレバーを共振周波数で振動させて、カンチレバーと試料間の電荷移動力に起因する共振周波数の僅かなシフトを検出して、ナノスケールでの表面電子状態の測定可能としている(例えば、特許文献1参照)。この顕微鏡では周波数を検出しているので、ノイズに強くfN(フェムニュートン)レベルの力の検出が可能である。従って、単一原子はもちろん、単一電荷以下の僅かな帯電状態も容易に検出できる。

[0003] しかし、ナノスケールの表面電子状態の測定に加え、短時間(例えば、ナノ秒)における電子状態の変化を測定することにより、光励起電子移動過程に対する画像観察を行うことが要求されている。ここにおいて、STMでは、高速信号検出が試みられたが、局所電荷が導体基板へ拡散するためSTMの時間分解能を生かせなかった。また、AFMは、静電気力により絶縁体上の単電荷を検出できるが、スキャン時間は10秒よりも長く、特殊な高速AFMでも0.1秒程度であるため、動的過程を追跡できなかった。

[0004] 自然界では、巧みな立体的ナノ構造が構築されており、光合成で見られる高効率の光励起電子移動では、ナノスケールの空間的配置が決定的に重要であることが明らかにされてきた。しかし、従来これらの解析を行う場合には、溶液系分子集団の速度論的研究とX線や放射光による結晶構造解析とを比較するなどの間接的な方法しかなかった。

特許文献1:特願2002-245810号公報

## 発明の開示

[0005] 本発明は、光照射によって励起された分子(或いは原子)の電子状態の変化(電子

移動)を高時間分解能かつ高空間分解能で観察可能な探針装置を提供することを目的とする。なお、本発明の探針装置により、

1) ドナー-アクセプタ分子間における光励起電荷移動過程の画像観測により、分子間距離や分子配向と電荷移動速度の関係を画像から直接明らかにする。

2) 光合成など、タンパクを介した酸化・還元サイト間の長距離電子移動を観測することにより、タンパク分子のコンフォメーションとサイト間の電子的結合の関係を実験的に調べる。

ことが可能になることが期待される。

[0006] 本発明は、機械的運動と電子的過程の同期に着目したものであって、試料の表面に対向配置される探針を備えたカンチレバーを共振周波数で自励振動させながら、間欠的に励起光を前記試料に照射して、前記試料を観察する探針装置において、前記探針と前記試料との距離が所定の距離以下のときに、前記励起光を前記試料に照射するようにしたことを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、本発明に係る探針装置の概略構成を示す図である。

[図2]図2は、カンチレバーが試料表面に最近接した場合におけるレーザ照射の遅延時間とカンチレバーに掛かる力(実際には、周波数の変位を測定)との関係を示したグラフである。

[図3]図3は、カンチレバーの位置と光励起用レーザ光の照射が同期したときに静電気力が検出されることを説明するための図である。

[図4]図4は、アンテナ型巨大分子における電荷移動の画像化の例を示す図である。

[図5]図5は、ヘムタンパクからの光励起電子移動を説明するための図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0008] 図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

非接触型原子力間顕微鏡では、前述したようにプローブ(探針)に働く微弱な力によるカンチレバーの共振周波数変位を測定することによって、表面の電子状態を測定することができる。従って、プローブで表面をスキャンすれば、この共振周波数が常に変動することになる。このような条件では、光励起用のレーザを所定の繰り返し周

波数で試料に照射したのでは、光照射のタイミングとカンチレバーの振動(運動)との同期を取ることができないのは明らかである。そこで、カンチレバーの振動に係る1往復ごとのストロークや1往復に係る時間(すなわち、振動の周期)を検出して、これに合わせて、光励起用のレーザ光を照射するシステムを構成することが必要になる。図1は、本発明に係る探針装置の概略構成を示す図である。

[0009] 探針装置として、探針10aを有する導電性のカンチレバー10を用いたものを利用する。なお、図1に示すように、探針10aに対向した位置には、試料20が3軸移動可能なようにピエゾスキャナ21上に配置されている。また、試料20には、印加電圧が可変なバイアス22により、所望の電圧が印加可能となっている。なお、本明細書においては、バイアスを試料に印加する実施の形態を説明するが、バイアスは、探針に印加しても良い。

[0010] ピエゾスキャナ21は、X-Y走査信号により、X-Y平面に沿って移動可能になっており、所望の位置における表面状態の測定が可能となっている。これにより、試料20を走査しながら観測することが可能になっている。また、ピエゾスキャナ21は、詳細は後述するZピエゾ駆動部23からのZ信号を入力して、Z方向に移動可能になっており、このZ信号により試料20と探針10aとの距離が一定に保たれる。

[0011] 具体的な、動作について、図1を参照して説明する。

例えば、雑音などによりエネルギーが与えられたカンチレバー10は、振動を開始する。このカンチレバー10の動きは、光源31と4分割フォトダイオードで構成される検出器32とからなる光学系(この光学系を、「光テコ」と称する)によって検出され、電気信号に変換されて、プリアンプ40に出力される。プリアンプ40から出力された周期信号は、移送器41と制御器51に出力される。移送器41に出力された同期信号は、電気測定系の遅延が補償される。移送器41から出力された信号は、波形変換器42で矩形波信号に変換される。波形変換器42から出力された矩形波信号は減衰器43とロックインアンプ45に入力する。

[0012] 減衰器43は、入力した矩形波信号を所定の割合で減衰する。この減衰後の矩形波信号は、カンチレバー10のピエゾに入力して、カンチレバー10が所定の振動振幅で自動的に振動を継続するように制御する。これにより、カンチレバー10が自励振動

を行う。

[0013] ロックインアンプ45に入力した矩形波信号によって、カンチレバー10の振動振幅値に係る信号が出力されて、エラーアンプ46で参照信号との差が求められる。そして、エラーアンプ46からの出力信号はフィルタ47を介して凹凸像信号として、図示しない表示部(出力部)に出力される。また、フィルタ47からの信号は、Zピエゾ駆動部23にも出力されて、試料20のZ方向の移動を制御する。

[0014] そして、バイアス22による印加電圧を変化させて、探針10aと試料20の間の電位差を制御することにより、それぞれの設定電圧での局所状態での周波数シフトの検出が行われる。

[0015] また、プリアンプ40から制御器51に出力された周期信号に基づいて、制御器51は、レーザ光源50からの励起用の照射光の出射タイミングを制御する。具体的な制御方法は、以下の通りである。

光テコを構成している検出器32の出力をモニターし、カンチレバーの運動を追跡する。この出力を利用して、励起用のパルス状のレーザ光(以下、単に「レーザ光」と称する)の出射タイミングを決定することになる。この決定方法を、図2を用いて説明する。図2は、カンチレバーが試料表面に最近接した場合におけるレーザ照射の遅延時間とカンチレバーに掛かる力(実際には、周波数の変位を測定)との関係を示したグラフである。図2において、横軸はカンチレバーが表面に最近接した時からレーザ光を照射するまでの遅延時間を示し、縦軸は、フィードバックの変位を示す。なお、試料は、シリコン基板上に形成した、フタロシアニンの膜である。

[0016] 図2に示す測定は、カンチレバーを表面上の一定位置に固定して行っているが、試料を走査しながら時間分解画像を得るときには、走査によってカンチレバーの共振周波数が常に変化する。このため、励起光が探針装置の光テコに混入すると、見かけの周波数変調を与えてしまう。従って、光照射で安定な走査を行うためには、レーザ光の光テコ制御系への混入をできるだけ低減する必要があり、このために、次のような方法が考えられている。

第1の方法は、資料表面に対して、光テコ系のレーザビームと垂直であって、1〜2度の極めて浅い角度で励起光を導入する。このようにすると、光テコ系の検出器であ

る4分割フォトダイオードへの迷光は、細かいカンチレバー先端からの散乱光だけになる。この方法は入射角が浅いので、十分な励起光の強度を得ることが難しいのが欠点である。

第2の方法は、透明基板を用いた試料に対して基板の裏側から垂直に光を導入する方法である。この方法を用いると、光テコ系への干渉を避けながら、十分な強度の励起光を試料に照射することができる。しかし、サファイアなど透明基板を用いた試料のみに研究対象が限られるのが欠点である。

以上のように、光照射の2つの方法には、それぞれ、利点・欠点があるので、これらの両方の方式を実現できる資料ステージが必要である。浅い角度から励起光を照射する第1の方式では、光路を精密に制御できる光学系が必要である。また、試料裏側から照射する第2の方式では、中心に穴が貫通している円筒型のピエゾを採用し、光路を確保する必要がある。これらの条件を満たしたAFMのステージを新たに設計する必要がある。

[0017] そこで、図2に示すように、プローブが所定の位置にあるときにトリガーを発生し、これを基準として、ある遅延時間の後(すなわち、プローブの試料への略最近接時であって、図2の例では、約4.7マイクロ秒後)にレーザ光を照射する。なお、カンチレバーが表面に最近接する前にレーザを照射するには、1周期前のカンチレバーの振動周期を計測して、この周期を基準にタイミングを取ればよい。図2のグラフから、カンチレバーの位置と光励起用レーザ光の照射が同期したときに静電気力が検出されることがわかる。この原理を、図3を用いて説明する。図2に示すように、カンチレバーの振動周期は、マイクロ秒のオーダーである。しかし、相互作用による力(すなわち周波数のシフト)を検出するのは、カンチレバー先端が表面に近づいた瞬間だけであり、その有効作用時間は僅か10ns程度である。そこで、このカンチレバーが試料に最近接した瞬間とパルスレーザ光照射の同期を取ることで、数10nsの時間分解能と原子レベル(すなわち、ナノメートルオーダー)の空間分解能とを両立して、光励起により生成した過渡的電荷の計測が可能になる。なお、この測定では、時間分解能はマイクロ秒程度であるが、薄膜表面全体に電荷が生成する資料で測定しているためである。上記の構成により、光励起に用いるパルスレーザは、カンチレバーの運動に

完全に同期することになるので、励起光が光テコの系に混入したとしても、振幅の変化を与えるのみで、周波数は変化しないので、原子力間顕微鏡のフィードバックに影響を及ぼさない。

[0018] 上記のような探針装置を用いて、下記のような応用が可能である。

1) 表面状態の経時変化の画像化

例えば、5、10、15、20-テトラ-*p*-*N*-メチルピリジルポルフィナト亜鉛(ZnTMPyP)の励起三重項は、水溶液中でも1msに達する長い寿命を持つことが知られている。また、ベンゾキノン(BQ)は電子受容体として優れた能力を持つ。そこで、サファイア基板表面にBQを分散固定化し、その上に蒸着によりZnTMPyPの微粒子状凝集体を作る。このような試料では、光励起による帯電状態は時間と共に緩和し、電子とホールが再結合する。

BQの分散状態とZnTMPyP凝集体のサイズをコントロールすることで、電子移動と緩和の速度を調整することができるので、この系は表面状態の経時変化に係る画像化を行うのに最適である。従って、この系を用いて、さまざまな条件を持つ試料を作成し、トポグラフと光励起電子移動の関係を、画像から直接明らかにすることができる。

[0019] 2) アンテナ型巨大分子における電荷移動の画像化

アンテナ型巨大分子では、数多くの分子が協調的に励起され、特定の部位に向かってエネルギー移動が起こるため、高効率電子移動、長寿命電化分離状態、多光子的励起が実現される。このようなアンテナ効果は、光合成細菌が持つタンパク質中のヘム構造の配置と類似しているので、極めて興味深い。本発明に実施形態に係る探針装置は、平面アンテナ機能を持つ分子の電子移動ダイナミクスを画像化することができる。

例えば、図4に示すような、ポルフィリン21量体を考慮する。ここで、中心に金属を持たないポルフィリン環を配し、周辺部に亜鉛など長い励起寿命を持つポルフィリン環を配置しておけば、光照射後、極めて高い効率で電荷移動がおき、中心部と周辺部との間で電荷分離状態となる。

また、1次元的配列を持つポルフィリンアレイの中央にアクセプタ部を配置すれば、



励起光の偏光に依存した電荷移動が観測できると期待される。

[0020] 3) 電場勾配下におけるダイオード型ポルフィリンの電荷分離

ドナーとアクセプタが結合したダイオード型分子は、分子整流器として四半世紀も以前に提出されたアイデアであって、分子エレクトロニクスの中心概念である。本発明の実施形態では、ダイポール型ポルフィリン分子を強い電場勾配の中に置いて、光励起電子移動の速度を直接測定することが可能になる。マーカスの理論から、溶液中ではドナー-アクセプタ間の電子移動の速度は溶媒分子の再配向エネルギーに支配される。しかし、溶媒分子がなく、分子の移動も著しく抑制されている固体表面吸着状態では、ドナー-アクセプタ間の距離やイオン化ポテンシャルの差がどのようにトンネル速度に影響を与えるかは未知である。分子は多くの内部自由度を持ち、電子状態も離散的であるので、金属間の電子トンネリングのようなシンプルな理論が適用できるかどうか、等の基礎となる計測を直接行うことが可能になる。

[0021] 4) チトクロムcなどのヘムタンパクからの光励起電子移動

チトクロムcやアズリンなどのタンパクは、高効率の電子輸送を行うことが知られている。中心に酸化・還元可能な金属ポルフィリン骨格を有し、周りは絶縁的な有機分子層で覆われている。これを電子工学的立場から見ると、二重トンネル結合で隔てられた微小容量、すなわち、クーロンブロッケイドを示すナノサイズの電子部品として位置付けられる。溶液中では、分光学的方法で、タンパク内のポルフィリンからタンパクに結合したRu錯体への光励起電子移動速度が系統的に調べられている。しかし、固体デバイスとして表面に固定した場合は、タンパクの構造が歪み、コンフォメーション変化も抑制されるため、そのような電子物性を示すか容易に推測できない。

しかし、遺伝子操作により、タンパクにはスチジジンタグ(His)をさまざまな位置に導入することができる(図5)。そこで、金基板に自己組織化膜を形成し、自己組織化分子と選択的に結合するNi錯体でヒスチジンと結合すれば、タンパクを任意の配向と距離で金基板へ固定化することができる。

このような試料に対して、本発明に実施形態に係る探針装置を用いて光励起電子移動の実時間観測を行うことにより、タンパク分子の向きや構造と、タンパク-金属電極間の電子的接続状態を直接的に対応付けて明らかにできる。

[0022] 上記のように、本の実施形態に係る探針装置は、既存の探針装置の適用範囲を超えるナノ秒、ナノスケール分解能を持ったものであって、既存方法では難しい光励起電子移動における空間配置の問題を直接的かつ実験的に解明可能とするものである。すなわち、本発明の実施形態により、例えば、電子移動タンパクの電荷分離や巨大ポルフィリン、平面型 dendrimer など、アンテナ型分子の電荷集中を直接観測できる。このように、従来間接的に議論されていた光励起電子移動の立体効果を直接検証できる。

また、立体的視点で光励起電子移動の研究が可能になり、個別分子の空間配置の効果も直接画像化できる。自然界では、驚くべき高効率の電子輸送が実現しているが、マクロ分子系の大きな揺らぎの中で本質的重要性を担う立体配置を見つけることが可能になる。この結果を理論と比較し、人工系の設計指針とすれば、自然に学ぶことができるので、極めて意義深い。

[0023] 本発明は、上記各実施の形態に限ることなく、その他、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々の変形を実施し得ることが可能である。例えば、上記の実施形態では、探針装置として AFM を例にとったが、上記の実施形態のように、探針（プローブ）の連動と過渡的力学現象の同期を取る手法は、時間分解能を実現する方法として、各種ナノプローブ全般へ適用可能である。すなわち、近接プローブの振動と物理量の発生・変化を同期させることにより、広い範囲の走査プローブ顕微鏡に適用可能である。具体的には、時間分解近接場顕微鏡（光化学・生化学）や、時間分解磁気力顕微鏡（電磁場応答）や、時間分解静電気力顕微鏡（ナノ回路の過渡応答）などに適用可能である。また、本発明の実施形態に係る探針装置をポンププローブ法と組み合わせると、単一分子分解能とピコ秒程度の時間分解能を両立した計測が可能と考えられる。

また、カンチレバーに代えて、光ファイバを自励振動させて、間欠的にレーザ光を照射するようなシステムにも同様に適用可能である。この場合において、光ファイバの撓みを、AFM と同様に、光てこ又は光干渉方式で検出して、大まかな制御を行い、試料の計測は、光ファイバからの光（例えば近接場光）によって生成した光学現象（例えば試料からの光）を顕微鏡などの光学機器を用いて測定してもよい。

さらに、上記各実施形態には、種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組合せにより種々の発明が抽出され得る。

また、例えば各実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

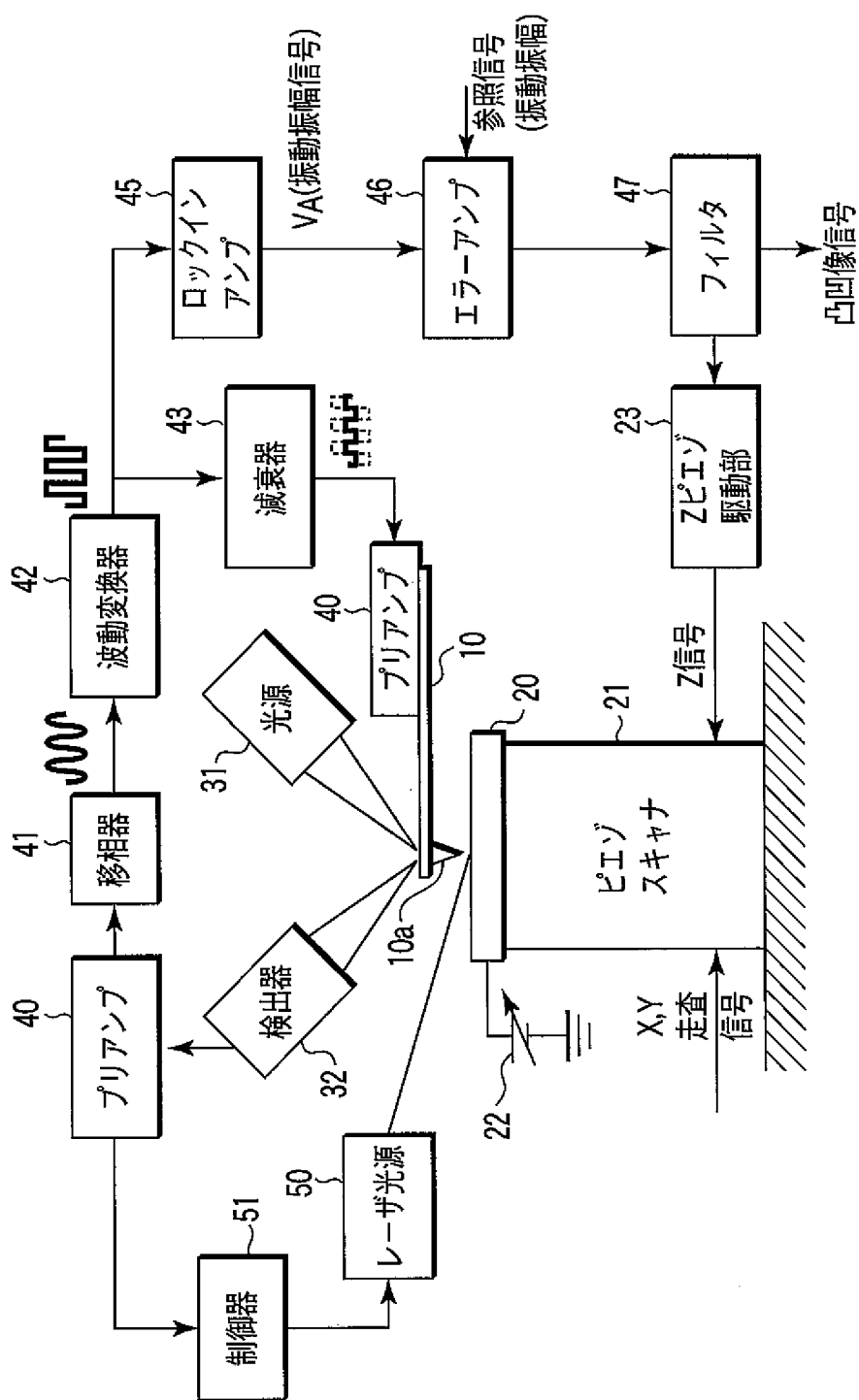
#### 産業上の利用可能性

[0024] 本発明によれば、光照射によって励起された分子(或いは原子)の電子状態の変化(電子移動)を高時間分解能かつ高空間分解能で観察可能になる。

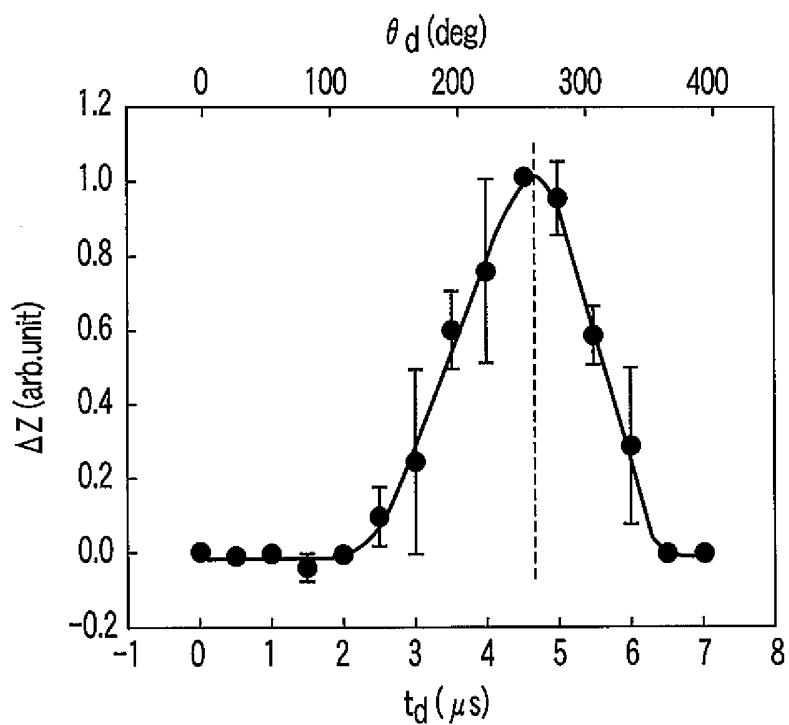
## 請求の範囲

- [1] 試料の表面に対向配置される探針を備えたカンチレバーを共振周波数で自励振動させながら、間欠的に励起光を前記試料に照射して、前記試料を観察する探針装置は、
- 前記探針と前記試料との距離が所定の距離以下のときに、前記励起光を前記試料に照射するようにした。
- [2] 請求項1に記載の探針装置において、前記励起光の照射タイミングは、前記探針の振動周期に応じて決定される。
- [3] 請求項2に記載の探針装置において、前記励起光の照射タイミングは、前記探針の1周期前の振動周期に応じて決定される。
- [4] 請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の探針装置において、前記励起光は、前記探針が前記試料に最も近づいた時点から所定の時間経過後に照射される。
- [5] 請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の探針装置において、前記探針と前記試料は相対的に移動可能である。
- [6] 請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の探針装置において、前記所定の距離は、前記探針と前記試料との相互作用が検出可能な距離である。
- [7] 請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の探針装置において、前記カンチレバーを光ファイバに置き換えた。
- [8] 請求項7に記載の探針装置において、前記光ファイバからの光によって生成した光学現象を検出する手段を更に具備する。

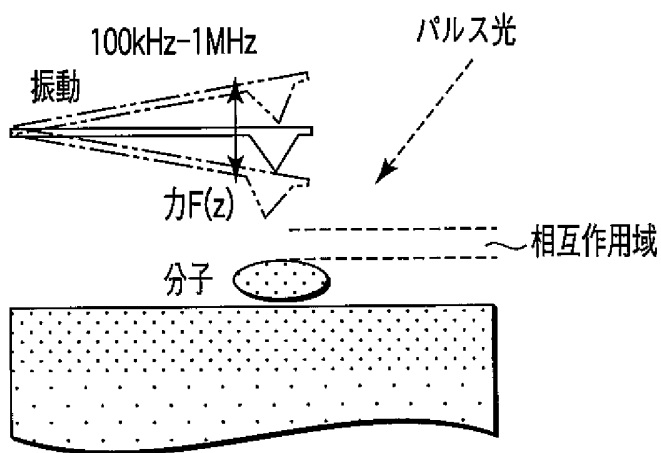
[図1]



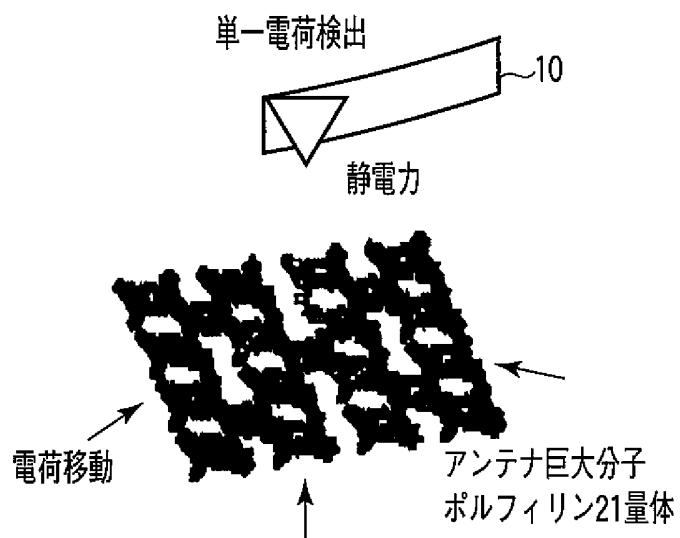
[図2]



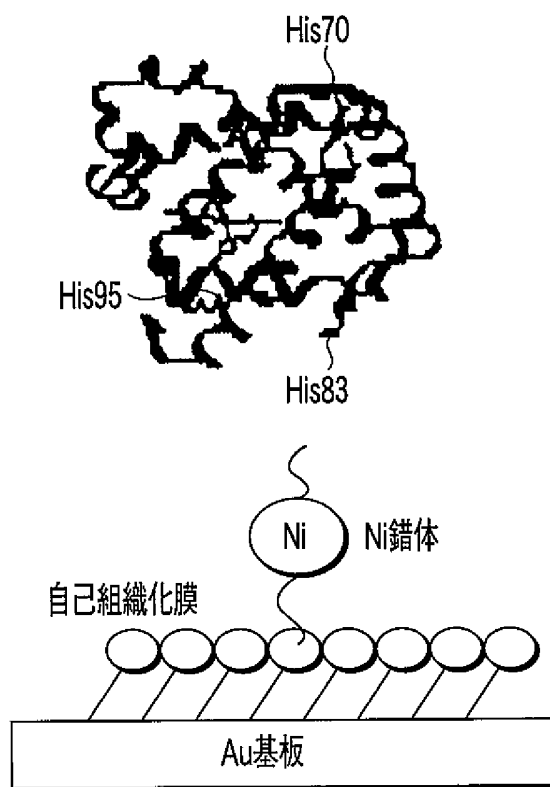
[図3]



[図4]



[図5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl. <sup>7</sup> G01N13/16		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int. Cl. <sup>7</sup> G01N13/10-13/24		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-260808 A (Seiko Instruments Inc.), 13 October, 1995 (13.10.95), Par. No. [0014]; Fig. 1 & US 5627365 A1 & EP 674200 A1	1-8
Y	JP 10-260190 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 29 September, 1998 (29.09.98), Par. No. [0038] & US 5986256 A1	1-8
Y	JP 2000-81382 A (Canon Inc.), 21 March, 2000 (21.03.00), Par. Nos. [0049], [0059] (Family: none)	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 01 June, 2005 (01.06.05)		Date of mailing of the international search report 28 June, 2005 (28.06.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G01N13/16

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> G01N13/10-13/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 7-260808 A (セイコー電子工業株式会社) 1995.10.13, 【0014】、【図1】 & US 5627365 A1 & EP 674200 A1	1-8
Y	JP 10-260190 A (オリンパス光学工業株式会社) 1998.09.29, 【0038】 & US 5986256 A1	1-8
Y	JP 2000-81382 A (キヤノン株式会社) 2000.03.21, 【0049】、【0059】 (ファミリーなし)	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.06.2005

国際調査報告の発送日

28.06.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野 忠悦

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

2J

3210