

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4936112号
(P4936112)

(45) 発行日 平成24年5月23日 (2012.5.23)

(24) 登録日 平成24年3月2日 (2012.3.2)

(51) Int. Cl.

F 1

G 0 2 B 21/32 (2006.01)
B 2 5 J 7/00 (2006.01)G 0 2 B 21/32
B 2 5 J 7/00

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2006-219830 (P2006-219830)
(22) 出願日 平成18年8月11日 (2006.8.11)
(65) 公開番号 特開2008-46228 (P2008-46228A)
(43) 公開日 平成20年2月28日 (2008.2.28)
審査請求日 平成21年7月7日 (2009.7.7)

(73) 特許権者 000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎1丁目6番3号
(74) 代理人 100079108
弁理士 稲葉 良幸
(74) 代理人 100080953
弁理士 田中 克郎
(74) 代理人 100093861
弁理士 大賀 眞司
(72) 発明者 田中 伸明
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内

審査官 殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 細胞マニピュレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

細胞を挿入対象とするインジェクションピペットと、前記インジェクションピペットを駆動対象として前記インジェクションピペットに連結されたナノポジショナと、前記ナノポジショナを伴って三次元空間を移動して前記インジェクションピペットの位置を制御する三次元軸移動テーブルとを備え、

前記ナノポジショナは、

前記三次元軸移動テーブルのいずれかの軸の移動テーブルに配置されて、前記インジェクションピペットをその長手方向に沿って駆動させるものであり、更に、

前記インジェクションピペットに連結されたねじ軸と、前記ねじ軸を、その軸方向に対して回転可能に支持する第一軸受と、前記ねじ軸の軸方向に沿って、前記第一軸受に隣接して配置される間座と、

前記ねじ軸の軸方向に沿って、前記間座が配置された側とは反対側において前記第一軸受と隣接して配置された内輪間座と、

前記ねじ軸の軸方向に沿って、前記第一軸受が配置された側とは反対側において前記内輪間座と隣接して配置され、前記ねじ軸をその軸方向に対して回転可能に支持する第二軸受と、

前記間座を介して前記第一軸受に押圧力を加えることにより、前記ねじ軸をその軸方向に変移させる圧電アクチュエータと、を備えたものであることを特徴とする細胞マニピュレータ。

10

20

【請求項 2】

細胞を挿入対象とするインジェクションピペットと、前記インジェクションピペットを駆動対象として前記インジェクションピペットに連結されたナノボジショナと、前記ナノボジショナを支持する支持部材と、前記支持部材を伴って二次元空間を移動して前記インジェクションピペットの位置を制御する二次元軸テーブルとを備え、

前記ナノボジショナは、

前記インジェクションピペットをそのインジェクション方向に沿って駆動させるものであり、更に、

前記インジェクションピペットに連結されたねじ軸と、

前記ねじ軸を、その軸方向に対して回転可能に支持する第一軸受と、

前記ねじ軸の軸方向に沿って、前記第一軸受に隣接して配置される間座と、

前記ねじ軸の軸方向に沿って、前記間座が配置された側とは反対側において前記第一軸受と隣接して配置された内輪間座と、

前記ねじ軸の軸方向に沿って、前記第一軸受が配置された側とは反対側において前記内輪間座と隣接して配置され、前記ねじ軸をその軸方向に対して回転可能に支持する第二軸受と、

前記間座を介して前記第一軸受に押圧力を加えることにより、前記ねじ軸をその軸方向に変移させる圧電アクチュエータと、を備えたものであることを特徴とする細胞マニピュレータ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の細胞マニピュレータを用いて挿入対象へのインジェクションを行うインジェクション方法であって、

前記三次元軸移動テーブルを粗動駆動して、前記インジェクションピペットを前記挿入対象に近づける粗動工程と、

前記ナノボジショナを微動駆動して、前記インジェクションピペットを前記挿入対象への挿入位置に位置決めする微動工程と、

所定の電圧を前記圧電アクチュエータに対して所定時間印加し、前記挿入対象に対して前記インジェクションピペットの先端を挿入する挿入工程と、を有することを特徴とするインジェクション方法。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の細胞マニピュレータを用いて挿入対象へのインジェクションを行うインジェクション方法であって、

前記二次元軸テーブルを粗動駆動して、前記インジェクションピペットを前記挿入対象に近づける粗動工程と、

前記ナノボジショナを微動駆動して、前記インジェクションピペットを前記挿入対象への挿入位置に位置決めする微動工程と、

所定の電圧を前記圧電アクチュエータに対して所定時間印加し、前記挿入対象に対して前記インジェクションピペットの先端を挿入する挿入工程と、を有することを特徴とするインジェクション方法。

【請求項 5】

前記微動工程において、前記インジェクションピペットの微動変位量に対して前記圧電アクチュエータの伸縮量が二倍となるように、前記圧電アクチュエータに電圧を印加することを特徴とする、請求項 3 又は請求項 4 に記載のインジェクション方法。

【請求項 6】

前記挿入工程において前記圧電アクチュエータに対して印加される電圧は、矩形波状の電圧であることを特徴とする、請求項 3 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載のインジェクション方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、細胞マニピュレータに係り、特に、顕微鏡観察下で細胞に針を挿入して、細胞に核などを注入する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

バイオテクノロジーの分野において、顕微鏡観察下で細胞に針を挿入して、細胞に核などを注入する細胞マニピュレータとして、マイクロマニピュレータシステムが知られている（特許文献1参照）。このマイクロマニピュレータシステムにおいては、マニピュレータ用微小器具を細胞に挿入する際に、細胞が大きく変形して、細胞にダメージを与えるのを防止するために、マニピュレータ用微小器具を固定状態で保持する保持部材を移動体に固定するとともに、保持部材に圧電・電歪素子を直接取り付け付ける構成が採用されている。

10

【特許文献1】特開2004-325836号公報（第3頁から第5頁、図1、図2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

特許文献1に記載されているマイクロマニピュレータシステムでは、マニピュレータ用微小器具を保持する保持部材を移動体に固定するとともに、保持部材に圧電・電歪素子を直接取り付け付けるようにしているので、マニピュレータ用微小器具を細胞に挿入する際に、細胞にダメージを与えるのを防止することができる。

【0004】

しかし、保持部材に圧電アクチュエータとしての圧電・電歪素子が取り付けられているが、マニピュレータ用微小器具を微動駆動する構成が採用されていないので、マニピュレータ用微小器具を高精度に位置決めするための微動機構を別に設けたのでは、制御軸数が増加するとともに、配線処理が困難となる。

20

【0005】

本発明は、前記従来技術の課題に鑑みて為されてものであり、その目的は、インジェクションピペットに対する微動動作とインジェクション動作を同一の手段で実施することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決するために、本発明は、細胞を挿入対象とするインジェクションピペットと、前記インジェクションピペットを駆動対象として、前記細胞を含む三次元空間を移動領域として前記インジェクションピペットの位置を制御する三次元軸移動テーブルとを備え、前記ナノポジショナは、前記三次元軸移動テーブルのいずれかの軸の移動テーブルに配置されて、印加電圧に応じて前記インジェクション方向に沿って伸縮する圧電アクチュエータと、前記圧電アクチュエータに対する印加電圧を制御する制御回路を含み、前記圧電アクチュエータは、前記制御回路の印加電圧に応じて前記インジェクションピペットに対してインジェクション動作または微動動作をさせてなる細胞マニピュレータを構成したものである。

30

【0007】

本発明によれば、ナノポジショナに支持された圧電アクチュエータに対する印加電圧を調整することで、インジェクションピペットに対してインジェクション動作または微動動作をさせることができ、構成の簡素化を図ることができるとともに、インジェクションピペットに対する位置決めを高精度に行うことができる。

40

【0008】

また、細胞マニピュレータを構成するに際しては、細胞を挿入対象とするインジェクションピペットと、前記インジェクションピペットを駆動対象として前記インジェクションピペットに連結されたナノポジショナと、前記ナノポジショナを支持する支持部材と、前記支持部材を伴って二次元空間を移動して前記インジェクションピペットの位置を制御する二次元軸テーブルとを備え、前記ナノポジショナは、印加電圧に応じて前記インジェクションピペットの長手方向に沿って伸縮する圧電アクチュエータと、前記圧電アクチュエ

50

ータに対する印加電圧を制御する制御回路を含み、前記圧電アクチュエータは、前記制御回路からの印加電圧に応じて前記インジェクションピペットに対してインジェクション動作または微動動作をさせることができる。この場合、前記支持部材は、前記ナノポジションナを前記インジェクションピペットの設置角度と平行に配置することができる。

【 0 0 0 9 】

前記各細胞マニピュレータを構成するに際しては、以下の要素を付加することができる。(1) 前記圧電アクチュエータは、インジェクション用電圧の印加にตอบสนองして、前記細胞に針を挿入するための押圧力を前記インジェクションピペットに付与してなる。(2) 前記圧電アクチュエータは、前記制御回路からの微動用電圧の印加にตอบสนองして前記インジェクションピペットを微動駆動してなる。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、構成の簡素化を図ることができるとともに、インジェクションピペットに対する位置決めを高精度に行うことができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 は、本発明の一実施形態を示す細胞マニピュレータの構成図である。図 1 において、マニピュレータシステム 1 0 は、顕微鏡観察下で細胞等の対象物に人工操作を実施するためのシステムとして、顕微鏡ユニット 1 2 と、ホールディング用マニピュレータ 1 4 と、インジェクション用マニピュレータ 1 6 とを備えており、顕微鏡ユニット 1 2 の両側にマニピュレータ 1 2、1 4 が分かれて配置されている。

20

【 0 0 1 2 】

顕微鏡ユニット 1 2 は、カメラ 1 8、顕微鏡 2 0、ベース 2 2 を備えており、ベース 2 2 の上方に顕微鏡 2 0 が配置され、顕微鏡 2 0 にはカメラ 1 8 が連結されている。ベース 2 2 上には細胞等の対象物が載置されるようになっており、ベース 2 2 上の細胞 (図示せず) に顕微鏡 2 0 から光が照射されるようになっている。ベース 2 2 上の細胞で反射した光が顕微鏡 2 0 に入射すると、細胞に関する光学像は、顕微鏡 2 0 で拡大された後カメラ 1 8 で撮像されるようになっており、カメラ 1 8 の撮像による画像を基に細胞を観察することができる。

30

【 0 0 1 3 】

ホールディング用マニピュレータ 1 4 は、直交 3 軸構成のマニピュレータとして、ホールディングピペット 2 4、X Y 軸テーブル 2 6、Z 軸テーブル 2 8、X Y 軸テーブル 2 6 を駆動する駆動装置 3 0、Z 軸テーブル 2 8 を駆動する駆動装置 3 2 を備えて構成されており、ホールディングピペット 2 4 は、Z 軸テーブル 2 8 に連結され、Z 軸テーブル 2 8 は X Y 軸テーブル 2 6 上に上下動自在に配置されている。X Y 軸テーブル 2 6 は、駆動装置 3 0 の駆動により、X 軸または Y 軸に沿って移動するように構成され、Z 軸テーブル 2 8 は、駆動装置 3 2 の駆動により、Z 軸に沿って (鉛直軸方向に沿って) 移動するように構成されている。Z 軸テーブル 2 8 に連結されたホールディングピペット 2 4 は、X Y 軸テーブル 2 6 と Z 軸テーブル 2 8 の移動に従って三次元空間を移動領域として移動し、ベース 2 2 上の細胞等を保持するように構成されている。

40

【 0 0 1 4 】

インジェクション用マニピュレータ 1 6 は、直交 3 軸構成のマニピュレータとして、インジェクションピペット 3 4、X Y 軸テーブル 3 6、Z 軸テーブル 3 8、X Y 軸テーブル 3 6 を駆動する駆動装置 4 0、Z 軸テーブル 3 8 を駆動する駆動装置 4 2 を備えて構成されており、インジェクションピペット 3 4 は、Z 軸テーブル 3 8 に連結され、Z 軸テーブル 3 8 は X Y 軸テーブル 3 6 上に上下動自在に配置されている。X Y 軸テーブル 3 6 は、駆動装置 4 0 の駆動により、X 軸または Y 軸に沿って移動するように構成され、Z 軸テーブル 3 8 は、駆動装置 4 2 の駆動により、Z 軸に沿って (鉛直軸方向に沿って) 移動するように構成されているとともに、ベース 2 2 上の細胞等を、針を挿入するための挿入対象

50

とするインジェクションピペット34に連結されている。すなわち、XY軸テーブル36とZ軸テーブル38は、駆動装置40、42の駆動により、ベース22上の細胞等を含む三次元空間を移動領域として移動し、インジェクションピペット34の位置、例えば、インジェクションピペット34の先端側からベース22上の細胞に対して、針を挿入するための挿入位置を制御する三次元軸移動テーブルとして構成されている。

【0015】

また、X軸テーブル38は、移動テーブルとしての機能の他に、ナノポジショナとしての機能を備え、インジェクションピペット34を往復動自在に支持するとともに、インジェクションピペット34をその長手方向（軸方向）に沿って微動駆動するように構成されている。

10

【0016】

具体的には、X軸テーブル38には、ナノポジショナとして、図2に示す微動機構44、または図3に示す微動機構46が付加（内蔵）されている。

【0017】

微動機構44は、圧電アクチュエータの本体を構成するハウジング48を備えており、略円筒状に形成されたハウジング48内には、ねじ軸50が挿通されているとともに、円筒状の圧電素子54、円筒状の間座56がねじ軸50の外周側に収納されており、軸受58、60が内輪間座62を間にしてねじ軸50にロックナット66により固定されて収納されている。

20

【0018】

軸受58、60は、それぞれ内輪58a、60aと、外輪58b、60bと、内輪58a、60aと外輪58b、60b間に挿入されたボール58c、60cを備え、各内輪58a、60aがねじ軸50の外周面に内輪間座62を介し嵌合され、各外輪58b、60bがハウジング48の内周面に嵌合され、ねじ軸50を回転可能に支持するようになっている。軸受58は、ハウジング48の内周面に嵌合された間座56との当接により、圧電素子を介してふた64を締めつけることによって予圧が付与される。ハウジング48の一端側には圧電素子に電圧を印加するための信号線を通すための孔48a、48bが形成されている。

【0019】

予圧調整は間座54の長さを調整することによって押圧力を調整させ軸受へ適切な予圧力を与える。これにより、軸受58、60に所定の予圧が付与され、軸受58、60の外輪間に軸方向間距離としての間隙63が形成される。

30

【0020】

圧電素子54は、孔48a、48b内にそれぞれ挿入されたリード線70、72を介して制御回路（図示せず）に接続されており、制御回路からの電圧に応じてインジェクションピペット34のインジェクション方向に沿って伸縮する圧電アクチュエータの一要素として構成されている。例えば、圧電素子54は、制御回路からインジェクション用電圧として、例えば、図4に示すような矩形波状の電圧V1が印加されたときには、この印加電圧V1にตอบสนองして、インジェクションピペット34の先端側からベース22上の細胞に対して、針を挿入するための押圧力をインジェクションピペット34に付与したり、あるいは、制御回路から微動用電圧が印加されたときには、この印加電圧にตอบสนองして、ねじ軸50をその長手方向（軸方向）に沿って微動させて、インジェクションピペット34の位置を微調整したりするようになっている。

40

【0021】

インジェクション用電圧としては、矩形波状の電圧V1の代わりに、図5(a)に示すように、時間勾配を有する台形波状の電圧V2を用いることができる。この場合、電圧V2を、初期値から最大印加電圧に達するまでの時間t1と最大電圧から初期値になるまでの時間t2がそれぞれ同じになるように設定することで、インジェクションの際に、細胞へ針を挿入するときの速度と細胞から針を抜くときの速度をそれぞれ同じにすることができる。また、電圧V2の代わりに、図5(b)に示すように、初期値から最大印加電圧に

50

達するまでの時間 t_3 と最大電圧から初期値になるまでの時間 t_4 がそれぞれ異なる電圧 V_3 を用い、インジェクションの際に、細胞へ針を挿入するときの速度と細胞から針を抜くときの速度をそれぞれ個別に設定することもできる。さらに、インジェクション用電圧としては、図 6 に示すように、三角波状の電圧 V_4 を用いることができる。この場合も、初期値から最大印加電圧に達するまでの時間 t_5 と最大電圧から初期値になるまでの時間 t_6 を任意に設定することができる。

【0022】

また、インジェクション用電圧を設定するに際しては、使用する細胞の性質に合わせて、電圧の振幅や電圧の波形を調整することが望ましい。

【0023】

微動機構 46 は、圧電アクチュエータの本体を構成するハウジング 74 を備えており、略円筒状に形成されたハウジング 74 内には、ねじ軸 76 の軸方向一端側と、圧電素子 80、間座 82、軸受 84、86 が収納されている。圧電素子 80 は、ねじ軸 76 の延長線上に、間座 82 を介してねじ軸 76 と直列になって配置されており、間座 82 は、ねじ軸 76 の軸方向端部に噛合されたロックナット 88 を囲むように配置されている。軸受 84 と軸受 86 は内輪間座 90 を間にしてねじ軸 76 の外周側に配置されている。

【0024】

軸受 84、86 は、それぞれ内輪 84a、86a と、外輪 84b、86b と、内輪 84a、86a と外輪 84b、86b 間に挿入されたボール 84c、86c を備え、各内輪 84a、86a がねじ軸 76 の外周面に嵌合され、各外輪 84b、86b がハウジング 74 の内周面に嵌合され、ねじ軸 76 を回転可能に支持するようになっている。

【0025】

ハウジング 74 の一端側には、圧電素子 80 に対して、ねじ軸 76 の軸方向への移動を規制する蓋 94 が固定されている。蓋 94 には凹部 94a が形成されているとともに、孔 94b、94c が形成されており、蓋 94 の凹部 94a と間座 82 の凹部 82a との間に圧電素子 80 が挿入されている。

【0026】

予圧調整は間座 82 の長さを調整することによって押圧力を調整させ軸受へ適正な予圧力を与える。これにより、軸受 84、86 に所定の予圧が付与され、軸受 84、86 の外輪間に軸方向間距離としての間隙 93 が形成される。

【0027】

圧電素子 80 は、蓋 94 の孔 94b、94c 内にそれぞれ挿入されたリード線 96、98 を介して制御回路（図示せず）に接続されており、制御回路からの電圧に応じてインジェクションピペット 34 の長手方向に沿って伸縮する圧電アクチュエータとして構成されている。圧電素子 80 は、制御回路からインジェクション用電圧、例えば、図 4 に示す電圧 V_1 が印加されたときには、この印加電圧 V_1 に応答して、インジェクションピペット 34 の先端側からベース 22 上の細胞に対して、針を挿入するための押圧力をインジェクションピペット 34 に付与したり、あるいは、制御回路から微動用電圧が印加されたときには、この印加電圧に応答して、ねじ軸 76 をその長手方向（軸方向）に沿って微動させて、インジェクションピペット 34 の位置を微調整したりするようになっている。この場合も、インジェクション用電圧としては、電圧 V_1 の代わりに、図 5 または図 6 に示すように、電圧 V_2 、 V_3 、 V_4 を用いることができる。

【0028】

上記構成において、インジェクション用マニピュレータ 16 を駆動するに際しては、XY 軸テーブル 36 と Z 軸テーブル 38 を粗動駆動して、インジェクションピペット 34 をベース 22 上の細胞に近づけて位置決めした後、微動機構 44 または微動機構 46 を用いてインジェクションピペット 34 を微動駆動することとしている。

【0029】

具体的には、図 7 に示すように、駆動装置 40、42 に内蔵された粗動用モータに対して、粗動指令 200 としてパルス信号を印加すると、粗動用モータのうち X 軸用モータ、

10

20

30

40

50

Y軸用モータ、Z軸用モータがパルス信号に応答して回転駆動し、XY軸テーブル36がX軸またはY軸方向に沿って漸次ベース22に近づく方向に移動するとともに、Z軸テーブル38がZ軸に沿って漸次ベース22に近づく方向に移動する。この場合、粗動用モータとして、ステッピングモータが用いられたときには、粗動指令200は、X、Y、Z軸用モータを設定回転数で回転させるために必要な角度ステップ数に相当するパルス信号を出力することになる。また、微動機構44の圧電素子54または微動機構46の圧電素子80には、初期設定電圧Vsが印加されているだけであり、圧電素子54は、軸受58、60の予圧の反力による圧縮荷重が作用した状態に、圧電素子80は、軸受84、86の予圧の反力による圧縮荷重が作用した状態にある。

【0030】

10

XY軸テーブル36またはZ軸テーブル38の移動に伴ってインジェクションピペット34が粗動用目標位置に到達すると、XY軸テーブル36とZ軸テーブル38の駆動が停止され、その後、駆動装置42に微動指令202が印加される。駆動装置42に微動指令202が印加されると、微動機構44の圧電素子54または微動機構46の圧電素子80に、微動指令202に従った微動用電圧V0が印加され、インジェクションピペット34がその長手方向に沿って微動し、ベース22上の細胞に対する挿入位置に位置決めされる。

【0031】

例えば、微動機構44を用いた場合、微動機構44では、圧電素子54の変位の半分の変位量がインジェクションピペット34の微動変位量に設定されていることから、圧電素子54には、微動変位量の2倍の変位を与えるための制御電圧と初期設定電圧Vsとを加算した微動用電圧V0が印加されることになる。

20

【0032】

このとき、例えば、圧電素子54に2Xの伸びが生じたときには、この伸びによる押圧力は微動制御を行う前の予圧荷重に加えて軸受外輪を押圧し、軸受58、60の各外輪58b、60b間の間隙63が2X分更に狭くなってねじ軸がX変位する。

【0033】

逆に、圧電素子54が2X縮むと押圧力が減少し、軸受58、60の弾性変形がそれぞれXずつ減少し、間隙63が広がる方向に、2X変位することになり、ねじ軸がX変位する。

30

【0034】

このように、間隙63の変位2xを軸受58、60がxずつ分けて吸収するので、軸受58、60を互いに押圧する力がバランスしたときに、スペーサ52に嵌合している軸受58、60の内輪58a、60aがねじ軸50とともに軸方向にx変位する。これにより、ねじ軸50に連結されているインジェクションピペット34が軸方向にxだけ変位する。つまり、圧電素子54の2xの変位の半分の変位量がインジェクションピペット34の微動変位量となって、インジェクションピペット34が挿入位置に位置決めされる。

【0035】

インジェクションピペット34が挿入位置に位置決めされたときには、位置決めが完了したとして、微動機構44の圧電素子54または微動機構46の圧電素子80に、微動指令202に従ったインジェクション用電圧として、例えば、電圧V1が印加され、ベース22上の細胞に対して、インジェクションピペット34の先端側から針が挿入される。

40

【0036】

本実施形態によれば、微動機構44の圧電素子54または微動機構46の圧電素子80に対する印加電圧を調整することで、インジェクションピペット34に対してインジェクション動作または微動動作をさせることができ、構成の簡素化を図ることができる。また、インジェクションピペット34に対する位置決めを高精度に行うことができる。

【0037】

次に、本発明の他の実施形態を図8に従って説明する。本実施形態は、ホールディング用マニピュレータ14とインジェクション用マニピュレータ16を、直交3軸構成のマニ

50

ピュレータとして用いる代わりに、Z軸をピペット設置角度と平行に配置したマニピュレータとして用いたものであり、他の構成は、前記実施形態と同様である。

【0038】

具体的には、ホールディング用マニピュレータ14は、Z軸テーブル28の代わりに、角度調整治具100とナノポジショナ102を用いて構成されており、ナノポジショナ102は、駆動装置32に連結された状態で角度調整治具100に、Y軸に平行な軸に対して回動自在に固定され、ナノポジショナ102にはホールディングピペット24が固定されている。すなわち、ホールディングピペット24の延在する方向(長手方向)をZ軸としたときに、ナノポジショナ102がホールディングピペット24の設置角度と平行に配置されている。

10

【0039】

インジェクション用マニピュレータ16は、XY軸テーブル36を二次元軸テーブルとして用いるが、Z軸テーブル38の代わりに、角度調整治具(支持部材)104とナノポジショナ106を用いて構成されており、ナノポジショナ106は、駆動装置42に連結された状態で、Z軸と平行に配置された角度調整治具104に対して回動自在に固定され、ナノポジショナ106にはインジェクションピペット34が固定されている。すなわち、ナノポジショナ106は、インジェクションピペット34の設置角度と平行に配置された状態で角度調整治具104に支持されている。

【0040】

ナノポジショナ106としては、微動機構44または微動機構46を用いることができ、駆動装置40、42を微動機構44または微動機構46を駆動することで、すなわち、XY軸テーブル36を粗動駆動して、インジェクションピペット34をベース22上の細胞に近づけて位置決めした後、微動機構44または微動機構46を用いてインジェクションピペット34を微動駆動することで、インジェクションピペット34を、ベース22上の細胞に対する挿入位置に位置決めすることができる。インジェクションピペット34が挿入位置に位置決めされたときには、位置決めが完了したとして、微動機構44の圧電素子54または微動機構46の圧電素子80に、微動指令202に従ったインジェクション用電圧として、例えば、電圧V1を印加することで、ベース22上の細胞に対して、インジェクションピペット34の先端側から針を挿入することができる。

20

【0041】

本実施形態によれば、微動機構44の圧電素子54または微動機構46の圧電素子80に対する印加電圧を調整することで、インジェクションピペット34に対してインジェクション動作または微動動作をさせることができ、構成の簡素化を図ることができる。また、インジェクションピペット34に対する位置決めを高精度に行うことができる。

30

【0042】

また、本実施形態によれば、ナノポジショナ106をピペット設置角度(インジェクションピペット34を設置するための角度)と平行に配置したので、X軸とY軸による移動領域にXYテーブル36を用い、Z軸の移動領域のみにナノポジショナ106を用いることができる。

【0043】

前記各実施形態においては、Z軸にナノポジショナとしての微動機構44、46を適用したものについて述べたが、X軸、Y軸およびZ軸の全ての軸にナノポジショナ構造のサポート軸受を適用することができる。

40

【0044】

また、前記各実施形態において、微動機構44の圧電素子54または微動機構46の圧電素子80に基づいた微動動作が必要でないときには、圧電素子54または圧電素子80をインジェクションピペット34に対するインジェクション動作のみに使用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

50

【図 1】本発明の一実施形態を示す細胞マニピュレータのブロック構成図である。

【図 2】微動機構の一実施例を示す断面図である。

【図 3】微動機構の他の実施例を示す断面図である。

【図 4】インジェクション用電圧として矩形波状の電圧を用いたときの波形図である。

【図5】インジェクション用電圧として台形状の電圧を用いたときの波形図である。

【図 6】インジェクション用電圧として三角波状の電圧を用いたときの波形図である。

【図 7】インジェクション用マニピュレータの粗動時、微動時およびインジェクション時の動作を説明するための波形図である。

【図 8】本発明の他の実施形態を示す細胞マニピュレータのブロック構成図である。

【符号の説明】

10

【 0 0 4 6 】

10 マニピュレータシステム

1 2 顕微鏡ユニット

1 4 ホールディング用マニピュレータ

16 インジェクション用マニピュレータ

18 カメラ

20 顯微鏡

22 ベース

3 4 インジェクションピペット

3.6 X Y 軸テーブル

3 8 Z 軸 テーブル

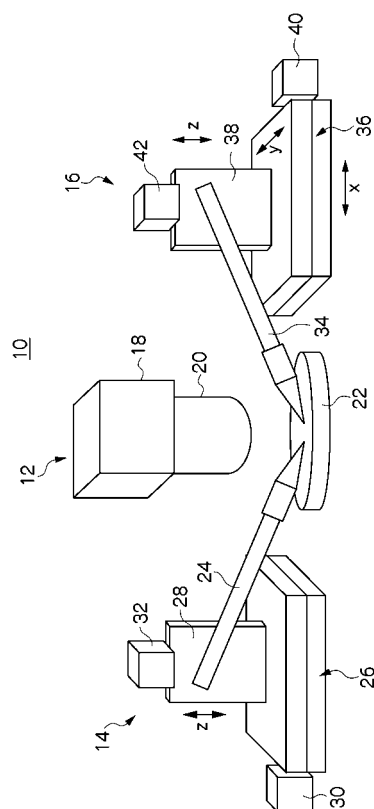
40、42 駆動装置

4 4、4 6 微動機構

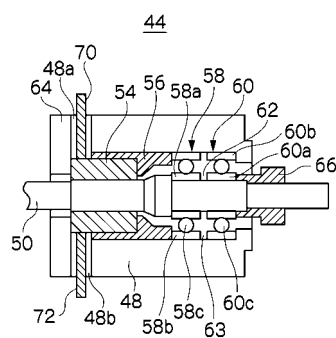
54、80 圧電素子

20

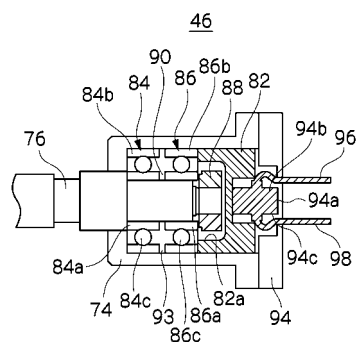
【图 1】



【图 2】



【图 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-145459(JP,A)
特開平06-090770(JP,A)
特開平03-166079(JP,A)
特開昭62-168207(JP,A)
特開平01-003560(JP,A)
特開2000-221409(JP,A)
特開平06-202004(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	21/00		
G02B	21/06	-	21/36
B25J	1/00	-	21/02