

(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2009-58931  
(P2009-58931A)

(43) 公開日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int.Cl.  
G02B 21/32 (2006.01)

F 1  
G02B 21/32

テーマコード(参考)  
2H052

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-127277 (P2008-127277)  
(22) 出願日 平成20年5月14日(2008.5.14)  
(31) 優先権主張番号 特願2007-202770 (P2007-202770)  
(32) 優先日 平成19年8月3日(2007.8.3)  
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 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 100107272  
弁理士 田村 敬二郎  
(74) 代理人 100109140  
弁理士 小林 研一  
(72) 発明者 田中 伸明  
神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号  
日本精工株式会社内  
Fターム(参考) 2H052 AD31 AF01 AF19

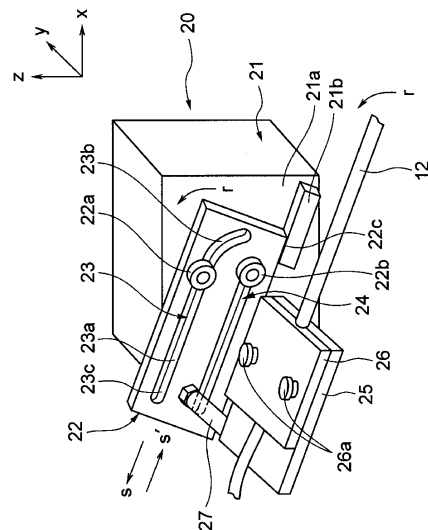
(54) 【発明の名称】 マニピュレータ及びマニピュレータシステム

(57) 【要約】

【課題】キャピラリの交換を容易に行うことができ、ピペットを容易に安定した位置にセッティング可能なマニピュレータ及びマニピュレータシステムを提供する。

【解決手段】このマニピュレータは、キャピラリを着脱可能にピペット先端側に取り付けて移動させ操作するものであって、ピペットを保持する保持手段25、26と、保持手段をマニピュレータ側に連結する連結手段22、27と、保持手段をマニピュレータによる移動とは別に移動可能にする手段22、22a、22bと、マニピュレータによる移動とは別の移動のときに保持手段を所定方向に案内する案内手段23、24、22a、22bと、を備える。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

キャピラリを着脱可能にピペット先端側に取り付けて移動させ操作するマニピュレータであって、

前記ピペットを保持する保持手段と、

前記保持手段をマニピュレータ側に連結する連結手段と、

前記保持手段を前記マニピュレータによる移動とは別に移動可能にする手段と、

前記マニピュレータによる移動とは別の移動のときに前記保持手段を所定方向に案内する案内手段と、を備えることを特徴とするマニピュレータ。

**【請求項 2】**

前記連結手段は、前記マニピュレータ側に着脱可能に固定された案内部材と、前記案内部材を前記保持手段側に連結する連結部材と、を有し、

前記案内手段は、前記案内部材に設けられた案内溝と、前記案内部材を前記マニピュレータ側に緩めることが可能に固定する固定部材と、を有し、

前記固定部材による固定を緩めることで、前記保持手段を前記案内部材とともに前記案内溝に沿って前記マニピュレータ側に対してスライド可能にする請求項 1 に記載のマニピュレータ。

**【請求項 3】**

前記案内溝を前記案内部材に少なくとも 2 つ設置し、前記各案内溝の延びる方向が前記保持手段を移動させる所定方向とほぼ一致する請求項 2 に記載のマニピュレータ。

**【請求項 4】**

前記案内溝の一端部で前記固定部材により前記案内部材を前記マニピュレータ側に固定する請求項 3 に記載のマニピュレータ。

**【請求項 5】**

前記案内溝の一方が他端部側に円弧状溝を有し、その円弧状溝に沿って前記案内部材が回動可能である請求項 3 または 4 に記載のマニピュレータ。

**【請求項 6】**

前記保持手段を移動させる所定方向は、前記キャピラリによる操作を行う位置から遠ざかる方向である請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のマニピュレータ。

**【請求項 7】**

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のマニピュレータ対と、

前記キャピラリによる操作及び操作対象物を観察する顕微鏡と、

前記顕微鏡の視野を照射する光源と、を備え、

前記キャピラリの交換のとき前記ピペットの保持手段を所定方向に案内して移動可能であることを特徴とするマニピュレータシステム。

**【請求項 8】**

微小対象物に対する操作を行うキャピラリが着脱可能でありかつ電動駆動可能な 3 軸マニピュレータと、

前記キャピラリの着脱のために前記マニピュレータを原点位置に復帰させる際に予め設定されたオフセット移動量分移動させるオフセット移動手段と、を備えることを特徴とするマニピュレータシステム。

**【請求項 9】**

前記マニピュレータは、前記キャピラリをその軸方向に駆動可能なアクチュエータを備え、前記アクチュエータが前記キャピラリを前記オフセット移動量分移動させる請求項 8 に記載のマニピュレータシステム。

**【請求項 10】**

微小対象物に対する操作を行うキャピラリが着脱可能でありかつ電動駆動可能な 3 軸マニピュレータと、

前記マニピュレータの各軸方向の位置を検出するように配置された位置センサと、

前記キャピラリの着脱のために前記位置センサが所定位置を検出するまで前記マニピュ

10

20

30

40

50

レータを移動させる手段と、を備え、

前記所定位置から前記マニピュレータを移動させて前記キャピラリを所定位置にセットすることを特徴とするマニピュレータシステム。

【請求項 11】

前記マニピュレータは、前記キャピラリをその軸方向に駆動可能なアクチュエータを備え、前記アクチュエータが前記キャピラリを移動させて前記所定位置にセットする請求項 10 に記載のマニピュレータシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、細胞等の微小な対象物を扱うキャピラリを移動させて微小な対象物を操作するマニピュレータ及びマニピュレータシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

バイオテクノロジー分野において顕微鏡観察下で卵細胞に核や精子を注入するなどのように細胞等の微小な対象物に操作を行うマイクロマニピュレータが知られている（例えば、下記特許文献 1 参照）。特許文献 1 に開示のマイクロマニピュレータ 1000 は、図 4 に示すように、ホルダブロック 1300 と、移動テーブル 1400 と、移動ステージ 1600 と、ステッピングモータ 1700 と、を有する。細胞等の微小な対象物を操作するピペット 1100 がピペットホルダ 1200 に装着されている。クランプ板 1800 がホルダブロック 1300 にボルト 1810 により着脱自在に取り付けられ、ホルダブロック 1300 とクランプ板 1800 との間にピペットホルダ 1200 が挟持されることで、ピペット 1100 がピペットホルダ 1200 を介しホルダブロック 1300 に固定状態で保持される。ピペット 1100 の先端側には例えばガラスキャピラリ 1110 が取り付け固定されている。

【0003】

ホルダブロック 1300 は移動テーブル 1400 にボルト 1310 により固定して取り付けられる。移動テーブル 1400 は、移動ステージ 1600 に設けられたガイドレール 1900 に沿って直線移動可能である。移動ステージ 1600 にはステッピングモータ 1700 が取り付けられ、ステッピングモータ 1700 の駆動力が図示しないネジ機構等を介して移動テーブル 1400 へ伝達される。これにより、移動テーブル 1400 は、ガイドレール 1900 に沿って直線移動されてホルダブロック 1300 を移動させ、このホルダブロック 1300 及びピペットホルダ 1200 を介して、ピペット 1100 を所望位置まで直線移動させる。

【0004】

また、非特許文献 1 には、油圧駆動の 3 次元マニピュレータに手動で大きなストロークを有するステージが装着され、そのストロークを使用してマニピュレータのセット位置を調整することが開示されている。

【特許文献 1】特開 2004 - 325836 号公報

【非特許文献 1】株式会社ナリシゲのマニピュレータカタログ

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、上述の従来技術によれば、ピペット 1100 を取付けるホルダブロック 1300 に移動の自由度がなく、ガラスキャピラリ 1110 を交換するとき、マニピュレータ 1000 自体を大きく移動したり、ボルト 1810 を緩めクランプ板 1800 の挟持を解除してピペット 1100 をホルダブロック 1300 から外す必要があった。このように、ガラスキャピラリ 1110 の交換の度にピペット 1100 を外し、再度セッティングしなければならず、また、その際にピペット 1100 を常に安定した位置に繰り返しセッティングすることは困難であるため、面倒で非効率的な作業となっていた。

10

20

30

40

50

## 【0006】

本発明は、上述のような従来技術の問題に鑑み、キャピラリの交換を容易に行うことができ、ピペットを容易に安定した位置にセッティング可能なマニピュレータ及びマニピュレータシステムを提供することを第1の目的とする。

## 【0007】

上述のような液圧（空圧）の圧力調整で駆動するマニピュレータの多くには、圧力調整で駆動するマニピュレータ以外に手動で粗動が可能なアクチュエータが装着されており、使用者は操作する前に、この手動アクチュエータを駆動し、ガラスキャピラリを最適位置にセットする作業が必要になる。このとき、ガラスキャピラリの先端は細く、折損の可能性があるため、慎重な作業となり、さらに、ガラスキャピラリの先端位置を目視し、接眼レンズで確認しながら調整する必要があり、面倒な作業であった。

10

## 【0008】

本発明は、上述のような従来技術の問題に鑑み、マニピュレータにキャピラリを最適位置にセットする際の作業を容易にできるマニピュレータシステムを提供する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

上記第1の目的を達成するために、本実施形態のマニピュレータは、キャピラリを着脱可能にピペット先端側に取り付けて移動させ操作するマニピュレータであって、前記ピペットを保持する保持手段と、前記保持手段をマニピュレータ側に連結する連結手段と、前記保持手段を前記マニピュレータによる移動とは別に移動可能にする手段と、前記マニピュレータによる移動とは別の移動のときに前記保持手段を所定方向に案内する案内手段と、を備えることを特徴とする。

20

## 【0010】

このマニピュレータによれば、マニピュレータによる移動とは別の移動のときにピペットの保持手段を所定方向に案内手段により案内することができるので、例えば、キャピラリの交換のとき、キャピラリとピペットを交換し易い位置まで移動でき、キャピラリの交換が容易となる。また、案内手段によりピペットを所定位置まで移動させることができるので、ピペットを容易に安定した位置にセッティングすることができる。

## 【0011】

上記マニピュレータにおいて、前記連結手段は、前記マニピュレータ側に着脱可能に固定された案内材と、前記案内材を前記保持手段側に連結する連結部材と、を有し、前記案内手段は、前記案内材に設けられた案内溝と、前記案内材を前記マニピュレータ側に緩めることが可能に固定する固定部材と、を有し、前記固定部材による固定を緩めることで、前記保持手段を前記案内材とともに前記案内溝に沿って前記マニピュレータ側に対してスライド可能にするように構成することが好ましい。

30

## 【0012】

この場合、前記案内溝を前記案内材に少なくとも2つ設置し、前記各案内溝の延びる方向が前記保持手段を移動させる所定方向とほぼ一致するように構成することが好ましい。これによりピペットの保持手段を安定して所定方向に移動させることができる。

## 【0013】

また、前記案内溝の一端部で前記固定部材により前記案内材を前記マニピュレータ側に固定することで、ピペットの保持手段を所定位置に確実に固定することができる。

40

## 【0014】

また、前記案内溝の一方が他端部側に円弧状溝を有し、その円弧状溝に沿って前記案内材が回転可能であることで、ピペット先端のキャピラリの方向を変えることができ、例えば上向きにすることができる。

## 【0015】

また、前記保持手段を移動させる所定方向は、前記キャピラリによる操作を行う位置から遠ざかる方向であることで、キャピラリの交換が容易になる。

## 【0016】

50

本実施形態のマニピュレータシステムは、上述のマニピュレータと、前記キャピラリによる操作及び操作対象物を観察する顕微鏡と、前記顕微鏡の視野を照射する光源と、を備え、前記キャピラリの交換のとき前記ピペットの保持手段を所定方向に案内して移動可能であることを特徴とする。

【0017】

このマニピュレータシステムによれば、キャピラリの交換のとき、キャピラリとピペットを交換し易い位置まで移動でき、キャピラリの交換が容易となる。また、案内手段によりピペットを所定位置まで移動させることができるので、ピペットを容易に安定した位置にセッティングすることができる。

【0018】

上記第2の目的を達成するために、本実施形態のマニピュレータシステムは、微小対象物に対する操作を行うキャピラリが着脱可能でありかつ電動駆動可能な3軸マニピュレータと、前記キャピラリの着脱のために前記マニピュレータを原点位置に復帰させる際に予め設定されたオフセット移動量分移動させるオフセット移動手段と、を備えることを特徴とする。

【0019】

このマニピュレータシステムによれば、マニピュレータを原点位置に復帰させる際に予め設定されたオフセット移動量分移動させ、その移動後、マニピュレータにキャピラリを取り付けてから、マニピュレータをオフセット移動量分移動させて戻すことで、キャピラリを最適位置に容易にセットできる。これにより、キャピラリを最適位置にセットする際の作業が容易となる。

【0020】

上記マニピュレータシステムにおいて前記マニピュレータは、前記キャピラリをその軸方向に駆動可能なアクチュエータを備え、前記アクチュエータが前記キャピラリを前記オフセット移動量分移動させるようにできる。

【0021】

上記第2の目的を達成するために、本実施形態のもう1つのマニピュレータシステムは、微小対象物に対する操作を行うキャピラリが着脱可能でありかつ電動駆動可能な3軸マニピュレータと、前記マニピュレータの各軸方向の位置を検出するように配置された位置センサと、前記キャピラリの着脱のために前記位置センサが所定位置を検出するまで前記マニピュレータを移動させる手段と、を備え、前記所定位置から前記マニピュレータを移動させて前記キャピラリを所定位置にセットすることを特徴とする。

【0022】

このマニピュレータシステムによれば、位置センサが所定位置を検出するまでマニピュレータを移動させてマニピュレータにキャピラリを取り付け、その後、所定位置からマニピュレータを移動させてキャピラリを最適位置にセットできる。これにより、キャピラリを最適位置にセットする際の作業が容易となる。

【0023】

上記マニピュレータシステムにおいて前記マニピュレータが前記キャピラリをその軸方向に駆動可能なアクチュエータを備え、前記アクチュエータが前記キャピラリを所定位置にセットするように移動させることができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明のマニピュレータ及びマニピュレータシステムによれば、キャピラリの交換を容易に行うことができ、ピペットを容易に安定した位置にセッティング可能である。

【0025】

また、本発明のマニピュレータシステムによれば、マニピュレータにキャピラリを最適位置にセットする際の作業を容易にできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

10

20

30

40

50

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を用いて説明する。

【0027】

第1の実施形態

図1は第1の実施形態によるマニピュレータシステムの要部を示す斜視図である。図2は図1のマニピュレータの要部を概略的に示す斜視図である。図3は図1のピペットとキャピラリのガラス板上での位置関係を概略的に示す図である。

【0028】

図1に示すマニピュレータシステム10は、ガラス板18上で溶液中の卵子等の細胞などに核や精子や試薬などを注入するためのインジェクションキャピラリ11を操作する第1マニピュレータ20と、ガラス板18上で溶液中の卵子等の細胞などを吸引等により保持するためのホールディングキャピラリ13を操作する第2マニピュレータ30と、を備える。

10

【0029】

マニピュレータ20, 30は、それぞれブロック部21, 31を備え、ブロック部21, 31の主平面21a, 31aに取り付けられた各キャピラリ11, 13が図1, 図2のxyzの3軸方向に移動可能に構成されている。

【0030】

インジェクションキャピラリ11及びホールディングキャピラリ13は、それぞれガラスからなり、各ピペットに着脱可能に連結されている。各ピペットは、円筒状のピペットホルダ12, 14内に保持されており、各ピペットホルダ12, 14がマニピュレータ20, 30に連結されている。

20

【0031】

マニピュレータシステム10は、さらに、ガラス板18の上方に配置された顕微鏡17と、ガラス板18の上方に配置され顕微鏡17の視野を照射する光源部19と、を備える。光源部19からの光がインジェクションキャピラリ11及びホールディングキャピラリ13の先端及びガラス板18上の溶液ドロップD(図3)を照射し、顕微鏡17でキャピラリ11, 13の先端及び細胞等の操作対象物を観察可能になっている。

【0032】

マニピュレータ20, 30は、光源部19を挟んで互いに対向するようにガラス板18の上方であってその左右に配置されており、キャピラリ11, 13とピペットホルダ12, 14は、それぞれガラス板18に向けて斜め方向下向きに延びている。

30

【0033】

次に、図1の第1及び第2マニピュレータ20, 30について図1, 図2を参照して説明する。なお、マニピュレータ20, 30はほぼ同一の構造であるので、マニピュレータ20を例にして説明する。

【0034】

図2のように、マニピュレータ20は、ボルト22a, 22bによりブロック部21の主平面21aに取り付け固定されるとともに案内溝23, 24を有する板状の案内部材22と、円筒状のピペットホルダ12を間に挟んでボルト26aで固定されて一体になって保持する板状の保持部材25, 26と、保持部材25と案内部材22との間に配置されて保持部材25と案内部材22とを連結する棒状の連結部材27と、を備える。

40

【0035】

なお、連結部材27は、保持部材25及び案内部材22に対して着脱自在に構成されているが、図2ではその構成の図示を省略している。

【0036】

案内部材22は、案内溝23, 24が板厚方向に貫通しており、ボルト22a, 22bを案内溝23, 24を通してブロック部21側にねじ込むことで固定されている。また、ボルト22a, 22bを緩めることで、案内部材22は、ブロック部21に固定されたガイド部21bにほぼ沿ってスライド方向S, S'(ピペットホルダ12が延びる方向)にブロック部21に対しスライド可能になっている。

50

## 【0037】

案内部材22の案内溝23は、図2のように、スライド方向S、S'に延びた直線状溝部23aと、直線状溝部23aの図の右端側に設けられた円弧状溝部23bとを有する。案内溝24は、直線状溝部23aとほぼ平行な直線状溝部からなる。

## 【0038】

ピペットホルダ12は、案内部材22がボルト22a、22bでブロック部21に固定された状態で、保持部材25、26と連結部材27とを介してブロック部21に連結され、ブロック部21の主平面21aにおけるxyzの3軸方向への移動に連動して移動可能になっている。このときの案内部材22の位置は、図1のように、案内溝23の図2の左端23c（円弧状溝部23bの反対側）でボルト22aにより固定される位置である。なお、このとき、図1には示されていないが、図2のボルト22bが案内溝24の図の左端に位置している。

10

## 【0039】

案内部材22を、図1の位置で、ボルト22a、22bを緩めてから、スライド方向Sにブロック部21に対しスライドさせると、案内部材22は案内溝23、24でボルト22a、22bにガイドされながらスライド方向Sにほぼ直線的に移動し、ピペットホルダ12がインジェクションキャピラリ11とともにガラス板18から離れるように斜めにほぼ直線的に移動する。このとき、案内部材22は、その下方端部22cがガイド部21bに沿ってガイドされることで、安定してスライドさせることができる。

## 【0040】

そして、図2のようにボルト22bが案内溝24の図の右端に位置した状態で、案内部材22を回動方向rに回動させると、案内部材22は、ボルト22bを中心として、円弧状溝部23bに沿ってボルト22aにガイドされながら回動方向rに回動する。これにより、ピペットホルダ12がインジェクションキャピラリ11とともに図2の回動方向rに回動する。

20

## 【0041】

次に、図1、図2のマニピュレータシステム10の動作を説明する。図3のように、光源部19から光を照射して顕微鏡17で観察しながら、マニピュレータ20、30を操作し、ガラス板18の表面18a上の溶液ドロップDに対しキャピラリ11、13を進入させて、例えば、ホールディングキャピラリ13でドロップD内の細胞を保持しながら、インジェクションキャピラリ11で細胞に核や精子や試薬等を注入する。

30

## 【0042】

上述のような操作のとき、案内部材22は図1の位置でボルト22a、22bによりブロック部21の主平面21aに固定されており、主平面21a側の微小な動きが、案内部材22、連結部材27、保持部材25、26、ピペットホルダ12、ピペット等を介してキャピラリ11に伝達し、キャピラリ11を3軸方向に微小に移動させることができる。なお、マニピュレータ30においても同様である。

## 【0043】

次に、所定の作業終了後に、キャピラリ11を交換する際には、図1、図2のボルト22a、22bを緩め、案内部材22を手動でスライド方向Sにスライドさせると、このスライドに連動してキャピラリ11がピペットホルダ12とともに図3の斜め方向Tに移動し、例えば、図3の破線の位置まで移動する。これにより、ピペットに取付けているキャピラリ11が図1の光源部19の下側領域から外れ、キャピラリ11の交換等の作業が可能な状態になる。

40

## 【0044】

次に、案内部材22を図2の位置で回動方向rに回動させると、この回動に連動してキャピラリ11がピペットホルダ12とともに図3の回動方向Rに回動し、図3の一点鎖線の位置まで移動し、上向きになる。これにより、ピペットは作業状態時の設置位置から光源部19の傾域の外に移動することができ、キャピラリ11の交換がさらにし易くなる。なお、キャピラリ11の交換のときには、ボルト22a、22bを締めて案内部材22を

50

固定してから行うようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

以上のようにして、キャピラリ 1 1 をガラス板 1 8 の表面 1 8 a から離し、光源部 1 9 の下側領域から外すことができ、キャピラリ 1 1 の図 3 の破線の位置や一点鎖線の位置で、ピペットホルダ 1 2 を保持部材 2 5 , 2 6 により挟持した状態で容易にキャピラリ 1 1 を交換することができる。このようにして、常時、安定した交換作業が可能となる。なお、マニピュレータ 3 0 においても同様にして図 3 の方向 T ' に移動させて容易にキャピラリ 1 3 を交換できる。

【 0 0 4 6 】

また、キャピラリ 1 1 の交換後、案内部材 2 2 を図 2 のスライド方向 S ' にスライドさせ、ボルト 2 2 a が案内溝 2 3 の端部 2 3 c に、ボルト 2 2 b が案内溝 2 4 の端部に、それぞれ当接させ、図 1 の位置でボルト 2 2 a 、 2 2 b により案内部材 2 2 をブロック部 2 1 側に固定することで、通常の作業可能な状態になる。これにより、キャピラリ 1 1 を交換しても、常に繰返し安定した位置にピペット及びキャピラリ 1 1 をセッティングすることが可能となる。

10

【 0 0 4 7 】

また、キャピラリの交換は、ボルト 2 6 a を緩めて保持部材 2 5 , 2 6 からピペットホルダ 1 2 を取り外すこと、または、保持部材 2 5 , 2 6 をブロック部 2 1 から取り外すことが、いずれも不要になり作業の効率化が可能になる。

【 0 0 4 8 】

また、案内部材 2 2 を回動させて図 3 の一点鎖線のように、ピペットホルダ 1 2 を上向き状態にしてキャピラリ 1 1 の交換作業をすることで、キャピラリ 1 1 の再装着後、キャピラリ 1 1 内に試薬等を入れる際に圧力調整を行うとき、キャピラリ 1 1 が操作者の方に向いていないため、作業の誤り等のためキャピラリ 1 1 が圧力により飛び出した場合でも安全を確保することができる。

20

【 0 0 4 9 】

図 4 のような従来のマニピュレータによれば、ピペットを取付ける部品に移動させる自由度がなく、ピペットとキャピラリをセッティングする際、マニピュレータを大きく移動したり、ピペットを保持部材から外す必要があったのに対し、本実施形態によれば、ブロック部 2 1 に対する案内部材 2 2 の固定を緩めることで、ピペットを保持する保持部材 2 5 , 2 6 に移動の自由度を付加することができ、案内部材 2 2 の案内溝 2 3 , 2 4 でキャピラリを交換し易い位置まで安定して移動させることができ、キャピラリ交換のため保持部材 2 5 , 2 6 からピペットを取り外す（または保持部材 2 5 , 2 6 をブロック部 2 1 から取り外す）必要がなく、また、キャピラリの交換後に、ピペットとキャピラリを元の位置に安定してセッティングできる。

30

【 0 0 5 0 】

以上のように本発明を実施するための最良の形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で各種の変形が可能である。例えば、図 2 では、案内部材に案内要素として案内溝を設置し、手動でスライドさせる案内機構としたが、例えば、リニアガイド（クロスローラガイド）、ボールねじ、モータを組み合わせた機構を設置し自動的に駆動するようにしてもよく、さらに、リニアガイド（クロスローラガイド）とリニアモータの組み合わせでもよい。

40

【 0 0 5 1 】

第 2 の実施形態

図 5 は第 2 の実施形態によるマニピュレータシステムの概略的構成を示す斜視図である。図 6 は図 5 のインジェクション用電動 3 軸マニピュレータの概略的構成を示す斜視図である。

【 0 0 5 2 】

図 5 に示すように、本実施形態によるマニピュレータシステム 5 0 0 は、ホールディング用の電動 3 軸 ( X Y Z ) マニピュレータ 1 4 0 と、インジェクション用の電動 3 軸 ( X

50

YZ) マニピュレータ160と、倒立顕微鏡120と、電動の試料ステージ110と、を備え、各電動3軸マニピュレータ140, 160は倒立顕微鏡120と一体になるように取り付けられている。なお、電動3軸マニピュレータ140, 160は、試料ステージ110と一体構造となるように取り付けてもよく、これにより外部からの振動等の影響が受け難くなる。

【0053】

インジェクション用の電動3軸マニピュレータ160には、電動で圧力調整可能なインジェクタ340を設置軸方向に往復運動するようにモータ駆動及び圧電素子駆動が可能なナット回転型アクチュエータ170が取り付けられている。ホールディング用の電動3軸マニピュレータ140にも同様のナット回転型アクチュエータ191が取り付けられている。

10

【0054】

倒立顕微鏡120は電動焦点合わせアクチュエータ、対物レンズを切り替えるレボルバ部及び観察対象物への光照射のための光源を有する。

【0055】

また、各電動3軸マニピュレータ140, 160の設置時の安定性を向上するため、各電動3軸マニピュレータ140, 160を重力方向に支持するための脚149, 169を設置している。各脚149, 169は、図5では各電動3軸マニピュレータ140, 160に対しそれぞれ1箇所しか配置していないが、複数でもよい。

【0056】

図6のように、電動3軸マニピュレータ160は、3つの1軸アクチュエータ161, 162, 163を3軸(XYZ)方向に組み合わせて構成されている。各1軸アクチュエータ161~163は、ステッピングモータとカップリングとBS(ボールねじ)と案内要素とスライダとから構成され、オーバーストロークを防止するために駆動軸方向の両端にリミットスイッチ(図16参照)が設置されている。また、各1軸アクチュエータ161~163のステッピングモータの励磁を切ることにより、各1軸アクチュエータ161~163の各手動ノブ161a, 162a, 163aによりマニピュレータ160を各軸方向に手動操作することも可能な構成となっている。電動3軸マニピュレータ140も同様に構成されている。

20

【0057】

1軸アクチュエータ163をZ軸方向の駆動用とし、そのZ軸スライダ163b上にはステージ164が配置され、さらにステージ164上にはナット回転型アクチュエータ170が配置されている。ステージ164は、ナット回転型アクチュエータ170の設置角度を調整するためのものであり、手動タイプであるが、電動タイプに構成してもよい。ステージ164の設置角度は、インジェクタ340に装着されるガラス製のインジェクションキャピラリ341の折れ曲がり角度またはインジェクション角度と一致するよう設定される。

30

【0058】

次に、図5, 図6のナット回転型アクチュエータ170について図7, 図8を参照して説明する。図7は図6のナット回転型アクチュエータ170をステージ164の平面と平行な方向に切断してみた断面図である。図8は図6, 図7のナット回転型アクチュエータ170の斜視図である。

40

【0059】

図7, 図8に示すように、ナット回転型アクチュエータ170は、圧電アクチュエータとしての本体を構成するハウジング480を備えており、ほぼ筒状に形成されたハウジング480内には、ピペット状のインジェクタ340を駆動対象として、外周側にねじ部を有するねじ軸520と、ねじ軸520を囲む中空状の回転軸540が挿通されている。ハウジング480はその底部がベース560に固定されており、微動機構、ナノポジションとして構成されている。

【0060】

50

ねじ軸 5 2 0 の先端側には、治具 5 8 0 を介してピペット状のインジェクタ 3 4 0 の根元側が連結されており、ねじ軸 5 2 0 の中程には、ねじ軸 5 2 0 外周のねじ部とねじ結合されるねじ要素としてのボールねじナット ( B S ナット ) 6 0 0 が装着され、治具 5 8 0 とねじ軸 5 2 0 との間にはスライダ 6 2 0 が連結されている。スライダ 6 2 0 はベース 5 6 0 とほぼ直交する方向に配置され、切り欠き 6 4 0 を間にしリニアガイド 6 6 0 に連結されている。リニアガイド 6 6 0 はベース 5 6 0 底部側に配置され、ベアリング 6 8 0 を介して、ねじ軸 5 2 0 の軸方向に沿って移動自在にベース 5 6 0 に連結されている。

【 0 0 6 1 】

すなわち、リニアガイド 6 6 0 は、ねじ軸 5 2 0 の軸方向の移動に合わせて、ねじ軸 5 2 0 の先端側を支持したスライダ 6 2 0 を、ベース 5 6 0 に沿って往復動させるようになっている。この際、ねじ軸 5 2 0 のうちボールねじナット 6 0 0 よりもインジェクタ 3 4 0 側の部位が、スライダ 6 2 0 を介してリニアガイド 6 6 0 でスライド自在に支持されるので、ねじ軸 5 2 0 の直線運動をインジェクタ 3 4 0 へ伝達することができる。

10

【 0 0 6 2 】

ボールねじナット 6 0 0 は、回転軸 5 4 0 の軸方向一端側 ( 先端側 ) の段部 5 4 0 a に固定されているとともに、ねじ軸 5 2 0 外周のねじ部とねじ結合され、ねじ軸 5 2 0 がその軸方向に沿って往復動 ( 直線運動 ) するのを自在に支持するようになっている。すなわち、ボールねじナット 6 0 0 は、回転軸 5 4 0 の回転運動をねじ軸 5 2 0 の直線運動に変換するための要素として構成されている。

【 0 0 6 3 】

回転軸 5 4 0 の軸方向他端側は、中空モータ 7 0 0 内の回転部に連結している。中空モータ 7 0 0 のハウジング 7 4 0 は、その底部側がベース 5 6 0 に弾性体としてのゴムワッシャ 7 6 0 を介してボルト 7 8 0 が固定されている。中空モータ 7 0 0 が駆動されると回転軸 5 4 0 が回転し、回転軸 5 4 0 の回転運動がボールねじナット 6 0 0 を介してねじ軸 5 2 0 に伝達され、ねじ軸 5 2 0 がその軸方向に沿って直線運動するようになっている。

20

【 0 0 6 4 】

一方、回転軸 5 4 0 の段部 5 4 0 a に隣接して、軸受 8 0 0、8 2 0 が内輪間座 8 4 0 を間にし収納されている。軸受 8 0 0、8 2 0 は、それぞれ内輪 8 0 0 a、8 2 0 a と、外輪 8 0 0 b、8 2 0 b と、内輪と外輪間に挿入されたボール 8 0 0 c、8 2 0 c を備え、各内輪 8 0 0 a、8 2 0 a が回転軸 5 4 0 の外周面に嵌合され、各外輪 8 0 0 b、8 2 0 b がハウジング 4 8 0 の内周面に嵌合され、回転軸 5 4 0 を回転自在に支持するようになっている。軸受 8 0 0、8 2 0 は、内輪間座 8 4 0 を間にし、回転軸 5 4 0 にロックナット 8 6 0 により固定されている。軸受 8 0 0 は、ハウジング 4 8 0 内の段部 5 4 0 a と円環状のスペーサ 9 0 0 と当接することにより、回転軸 5 4 0 の軸方向への移動が規制されるようになっている。軸受 8 2 0 の外輪 8 2 0 b とハウジング 4 8 0 の蓋 8 8 0 との間に、円環状の圧電素子 9 2 0 と円環状のスペーサ 9 0 0 が圧入されている。

30

【 0 0 6 5 】

また、各軸受 8 0 0、8 2 0、圧電素子 9 2 0 には、スペーサ 9 0 0 の長さを調節し、蓋 8 8 0 を閉めることにより、予圧が付与される。具体的には、スペーサ 9 0 0 の長さを調整し、蓋 8 8 0 を閉めると、その位置に応じた締結力が軸受 8 2 0 と軸受 8 0 0 の外輪 8 2 0 b、8 0 0 b に、軸方向に沿った押圧力として予圧が付与されるとともに、同時に圧電素子 9 2 0 にも予圧が付与される。これにより、軸受 8 0 0、8 2 0 および圧電素子 9 2 0 に所定の予圧が付与され、軸受 8 0 0、8 2 0 の外輪間に軸方向間の距離としての間隙 9 4 0 が形成される。

40

【 0 0 6 6 】

圧電素子 9 2 0 は、リード線 ( 図示せず ) を介してコントローラとしてのパソコン ( P C ) 4 3 0 ( 図 1 0 参照 ) に接続されており、パソコン 4 3 0 からの電圧に応じて回転軸 5 4 0 の長手方向 ( 軸方向 ) 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。すなわち、圧電素子 9 2 0 は、パソコン 4 3 0 からの印加電圧に 응답して、回転軸 5 4 0 の軸方向に沿って伸縮し、回転軸 5 4 0 をその軸方向に沿って微動させるよう

50

になっている。回転軸 5 4 0 が軸方向に沿って微動すると、この微動がねじ軸 5 2 0 を介してインジェクタ 3 4 0 に伝達され、インジェクタ 3 4 0 の位置が微調整されることになる。

#### 【 0 0 6 7 】

上述のように、ナット回転型アクチュエータ 1 7 0 は、中空モータ 7 0 0 によりボールねじナット 6 0 0 の回転運動をねじ軸 5 2 0 の直線運動に変換しねじ軸 5 2 0 を直動するが、ねじ軸 5 2 0 取り付けられたインジェクタ 3 4 0 は、中空モータ 7 0 0 の駆動時にリニアガイド 6 6 0 により回転せず、回り止めの機能を有している。このため、中空モータ 7 0 0 の駆動によりインジェクタ 3 4 0 が直線往復運動できる。

#### 【 0 0 6 8 】

図 7 , 図 8 のナット回転型アクチュエータ 1 7 0 は、中空モータ 7 0 0 を駆動することで、インジェクタ 3 4 0 を駆動し顕微鏡視野中心部へセットし、また、顕微鏡視野中心部から退避する機能を有し、圧電素子 9 2 0 を駆動することで、インジェクタ 3 4 0 の先端に取り付けたガラスキャピラリ 3 4 1 ( 図 6 ) による細胞 ( 卵 ) に対する穿孔動作をアシストすることができる。

#### 【 0 0 6 9 】

次に、図 5 の試料ステージ 1 1 0 について図 9 を参照して説明する。図 9 は、図 5 の試料ステージ 1 1 0 を示す斜視図である。図 9 のように、試料ステージ 1 1 0 は、2 つの 1 軸アクチュエータ 1 1 1 , 1 1 2 が 2 軸方向に配置され、試料台 1 1 3 を 2 軸方向に移動させるように構成され、図 5 の倒立顕微鏡 1 2 0 に取り付けられている。試料ステージ 1 1 0 を駆動する各アクチュエータ 1 1 1 , 1 1 2 の各モータの軸端には手動ノブ 1 1 1 a , 1 1 2 a がそれぞれ取り付けられており、各モータの励磁を切ることにより手動操作も可能となっている。

#### 【 0 0 7 0 】

次に、図 5 のマニピュレータシステム 5 0 0 を制御するコントローラとしてのパソコンについて図 1 0 を参照して説明する。図 1 0 は、図 5 ~ 図 9 のマニピュレータシステム 5 0 0 についてのパソコンによる制御系を説明するための要部ブロック図である。

#### 【 0 0 7 1 】

図 1 0 のパソコン ( パーソナルコンピュータ ) 4 3 0 は、各種制御を行う CPU ( 中央演算処理装置 ) 4 3 1 と、記憶装置に格納されておりマニピュレータシステム 5 0 0 の使用時に読み出されるプログラム 4 3 2 と、液晶パネルや CRT 等からなる表示部 4 3 3 と、ハードディスクや光ディスク等の記録媒体に顕微鏡画像等を保存可能な記憶部 4 3 0 a と、を備え、操作者により操作されるジョイスティック 4 7 0 及びマウス 4 7 0 a がパソコン 4 3 0 への入力手段として接続されている。パソコン 4 3 0 は、CPU 4 3 1 によりプログラム 4 3 2 の動作及びジョイスティック 4 7 0 やマウス 4 7 0 a の各操作に基づいてマニピュレータシステム 5 0 0 の各部分を制御する。

#### 【 0 0 7 2 】

すなわち、パソコン 4 3 0 は、信号発生器 4 3 8 を駆動し、その信号によりピエゾアンプ 4 3 4 を介してナット回転型アクチュエータ 1 7 0 のピエゾ素子からなる圧電素子 9 2 0 を駆動する。また、パソコン 4 3 0 は、端子台ボックス 4 3 5 を介してナット回転型アクチュエータ 1 7 0 と電動 3 軸マニピュレータ 1 4 0 , 1 6 0 と試料ステージ 1 1 0 と顕微鏡 1 2 0 のハンドルを電動で回転させる焦点合わせアクチュエータ 4 3 6 とにそれぞれ電氣的に接続されており、ナット回転型アクチュエータ 1 7 0 の中空モータ 7 0 0 、電動 3 軸マニピュレータ 1 6 0 の各 1 軸アクチュエータ 1 6 1 ~ 1 6 3 、試料ステージ 1 1 0 の各 1 軸アクチュエータ 1 1 1 , 1 1 2 及び焦点合わせアクチュエータ 4 3 6 がそれぞれ駆動されるようになっている。また、顕微鏡 1 2 0 に関し、対物レンズのレボルバ部や光源の光量調整も電動駆動するようによい。

#### 【 0 0 7 3 】

また、マニピュレータ 1 6 0 には、インジェクタ 3 4 0 の圧力調整を行うシリンジモータが含まれ、そのモータが同様に駆動制御されることでシリンジの圧力を調整することが

10

20

30

40

50

できる。また、顕微鏡 120 には撮像素子から構成されたカメラ 437 が配置されており、カメラ 437 により撮像された顕微鏡画像がパソコン 430 の表示部 433 に表示される。

【0074】

また、ホールディング用のマニピュレータ 140 も同様に駆動されるが、マニピュレータ 140 にはホールディングキャピラリの圧力（陰圧）調整を行うシリンジモータが含まれ、そのモータが同様に駆動制御されることでシリンジの圧力（陰圧）を調整することができる。

【0075】



次に、図 10 のジョイスティックについて図 11 を参照して説明する。図 11 は、図 10 のジョイスティックの例を示す斜視図である。

10

【0076】

上述のマニピュレータシステム 500 は、少なくとも 2 つのジョイスティック 470 を使用して操作される。ジョイスティック 470 は、一例として図 11 に示すようなハンドル 479 と複数のボタン 471 ~ 477 が配置されたものを使用する。

【0077】

図 11 のジョイスティック 470 のハンドル 479 と複数のボタン 471 ~ 477 によりマニピュレータシステム 500 において次の表 1 のような操作を実行できるようになっている。ハンドル 479 は、右方向 R、左方向 L に傾斜させる（倒す）ことでマニピュレータ 140、160 を X 軸方向、Y 軸方向に駆動でき、回転させる（ひねる）ことで Z 軸方向に駆動できる。なお、表 1 において、4 方向のハットスイッチ 477 の「」は、左右方向の 2 つのスイッチであり、同じく「」は、上下方向の 2 つのスイッチである。また、陰圧 +、圧力 + は各シリンジモータによる圧力絶対値の増加、陰圧 -、圧力 - は圧力絶対値の減少である。微動駆動 Z +、- は、Z 軸方向に対する移動量の増加、減少である。

20

【0078】

【表 1】

	ホールディング側	インジェクション側
XY軸駆動	ハンドルを倒す	ハンドルを倒す
Z軸駆動	ハンドルをひねる	ハンドルをひねる
ボタン471	XY操作ON/OFF	XY操作ON/OFF
ボタン472	卵交換操作	圧電素子駆動ON/OFF
ボタン473	ホールディング陰圧+	インジェクタ圧力+
ボタン474	ホールディング陰圧-	インジェクタ圧力-
ボタン475	微動駆動Z+	微動駆動Z+
ボタン476	微動駆動Z-	微動駆動Z-
ハットスイッチ477⇐	卵回転操作	X軸微動
ハットスイッチ477↓↑	顕微鏡焦点合わせ	Y軸微動

30

40

【0079】

なお、表 1 のようなハンドル 479 と複数のボタン 471 ~ 477 の各操作に対するレイアウトは、操作者が使い易いように適宜変更が可能である。また、細胞操作で圧電素子 920 を駆動する際、複数のパラメータで駆動する必要性が生じる可能性があるが、その場合は、同様のボタンを追加等することにより対応できる。

【0080】

また、使用するジョイスティック 470 は、ハンドル 479 を倒す（傾斜させる）度合いに応じて速度調整し、離すとマニピュレータ 140、160 の駆動を停止するタイプで

50

もよいし（速度指令型）、ハンドル 479 を倒した分だけマニピュレータ 140, 160 を駆動するタイプでもよい（位置制御型）。また、上述のような操作に用いるインターフェイスは、ジョイスティック以外に、例えば、図 10 のマウス 470 a として複数ボタンが存在する 2 次元または 3 次元マウスを使用してもよい。

#### 【0081】

次に、パソコン 430 の表示部 433 に表示されるコントローラ画面について図 12 を参照して説明する。図 12 は図 10 のパソコン 430 の表示部 433 に表示されるコントローラ画面の一例を示す図である。

#### 【0082】

パソコン 430 の表示部 433 のコントローラ画面上には、カメラ 437 による顕微鏡画像を少なくとも 2 画面で表示するようになっており、例えば、図 12 のように、顕微鏡画像を第 1 表示画面 433 a に標準倍率で、第 2 表示画面 433 b に拡大倍率でそれぞれ表示できるようになっている。図 12 の例では、マニピュレータシステム 500 で卵 D が操作され、ガラス製のホールディングキャピラリ 342 に陰圧で保持された卵 D に対しインジェクタ 340 の先端のインジェクションキャピラリ 341 が穿孔動作した状態を第 1 表示画面 433 a に標準倍率で表示し、第 2 表示画面 433 b に拡大倍率で表示している。これにより、図 10 と同様に低倍率の顕微鏡画像と高倍率の顕微鏡画像とを参照するとき、顕微鏡画像の表示倍率の変更の必要性がなくマニピュレータシステム 500 による迅速な操作処理が可能となるとともに、常に標準倍率の画像で顕微鏡下の細胞（卵）等の試料の状態を把握しながら、拡大倍率の画像で微細な操作を行うことができる。

10

20

#### 【0083】

表示部 433 のコントローラ画面には、図 12 に示すように、略中央左右に第 1, 第 2 表示画面 433 a, 433 b が配置されるとともに、その下側に動作状態表示パネル 433 c が配置され、その上側には、画像操作パネル 433 d, 試料ステージ操作パネル 433 e 及びマニピュレータ操作パネル 433 f が配置されており、マウス 470 a によりそれぞれ操作が可能になっている。

#### 【0084】

動作状態表示パネル 433 c には、マニピュレータ 140, 160 の実際の X Y Z 位置座標等が表示部 433 g に表示され、また、ジョイスティック 470 のボタン操作時に、どのボタンを押しているかを認識可能な表示部 433 h が配置されており、画像をみながら操作状態を把握することができ、さらに、マニピュレータ 140, 160 の電動・手動の切り替え部 433 i 及び休止ボタン 433 j が配置されている。なお、電動・手動の切り替え部は、別途スイッチを顕微鏡の周辺に設置して使用してもよい。

30

#### 【0085】

また、画像操作パネル 433 d には、第 1, 第 2 表示画面 433 a, 433 b における画像の倍率メニュー 433 k 及び画像の表示位置メニュー 433 m が配置されており、操作者が画像の倍率や表示位置を調整可能となっている。また、顕微鏡画像はコントローラ画面上でのマウス 470 a による操作で記憶部 430 a に保存でき、また、コントローラ画面上のボタンを押すことで、動画保存も可能である。

#### 【0086】

また、試料ステージ操作パネル 433 e には、試料ステージ 110 の駆動パラメータを調整するメニュー 433 n に加えて、X Y 駆動、原点復帰等操作が可能ボタンが配置されている。試料ステージ 110 は表示画面 433 a, 433 b 上の顕微鏡画像を見ながらボタン操作により駆動できる。例えば、ボタンを押している間だけ + X 方向に動かすことができる。

40

#### 【0087】

また、マニピュレータ操作パネル 433 f には、マニピュレータ 140, 160 の駆動パラメータを調整するメニュー 433 p, 433 s, 433 t があり、操作者が好みのパラメータに設定して使用することができる。また、マニピュレータ操作パネル 433 f には、図 6 ~ 図 8 のナット回転型アクチュエータ 170 を駆動する駆動ボタン 433 q が配

50

置されている。この駆動ボタン 4 3 3 q を押すことで、予め設定したストロークでナット回転型アクチュエータ 1 7 0 が駆動し、インジェクタ 3 4 0 を顕微鏡中心部へセットし、また、キャピラリ 3 4 1 の交換等のために退避させることができる。

【 0 0 8 8 】

なお、ナット回転型アクチュエータ 1 7 0 及び試料ステージ 1 1 0 は、上述のように図 1 2 のコントローラ画面上のボタン操作により行うことができるが、ジョイスティック 4 7 0 や別途設置したスイッチ等で行うようにしてもよい。

【 0 0 8 9 】

従来のマニピュレータシステムによれば、顕微鏡設置場所にジョイスティック等を設置し、接眼レンズを操作者がのぞきながら操作するが、このような操作では、ジョイスティックの操作を目視しないまま行わざるを得ないので、使用するには熟練した技術が必要となるのに対し、上述のマニピュレータシステム 5 0 0 によれば、表示部 4 3 3 のコントローラ画面をみながらジョイスティック 4 7 0 の操作も目視できるとともに、コントローラ画面にもジョイスティック 4 7 0 の操作状態が表示されるので、マニピュレータシステム 5 0 0 を簡単かつ確実に使用することができる。

【 0 0 9 0 】

上述のような構成のマニピュレータシステム 5 0 0 におけるインジェクタ 3 4 0 のキャピラリ 3 4 1 を交換する際のオフセット移動について図 1 3 , 図 1 4 を参照して説明する。図 1 3 は第 2 の実施形態を説明するための図であり、図 1 2 のコントローラ画面上のオフセット移動量設定画面 ( a ) 及びオフセット移動量選択画面 ( b ) の各例を示す図である。図 1 4 はマニピュレータシステム 5 0 0 においてインジェクタ 3 4 0 のキャピラリ 3 4 1 の顕微鏡中心位置 ( 実線 ) と退避位置 ( 破線 ) を示す図である。

【 0 0 9 1 】

図 1 2 のコントローラ画面上のマニピュレータ操作パネル 4 3 3 f のメニュー 4 3 3 s をクリックすると、図 1 3 ( a ) のようなオフセット移動量設定画面が表示され、このオフセット移動量設定画面上のオフセット移動量設定欄 4 3 3 u に設定するオフセット移動量を例えば、 $a a$  ( mm ) と入力し、設定者の欄 4 3 3 v に設定者名を入力し、設定ボタン 4 3 3 w をクリックすることでオフセット移動量が設定される。同様にして、別の操作者が独自のオフセット移動量を別に設定することができる。

【 0 0 9 2 】

また、オフセット移動操作を行う場合、図 1 2 のコントローラ画面上のマニピュレータ操作パネル 4 3 3 f のメニュー 4 3 3 t をクリックすると、図 1 3 ( b ) のようなオフセット移動量選択画面が表示され、このオフセット移動量選択画面上で、選択するオフセット移動量が例えば、「 $1 . a a$  ( mm ) 」である場合は、その選択ボタン 4 3 3 x をクリックすることで、そのオフセット移動量を選択することができる。

【 0 0 9 3 】

インジェクタ 3 4 0 のキャピラリ 3 4 1 が図 1 4 の実線のように顕微鏡視野中心部にあるとき、上述のオフセット移動量  $a a$  の選択後に、図 1 2 の駆動ボタン 4 3 3 q を押すと、図 6 ~ 図 8 のナット回転型アクチュエータ 1 7 0 を駆動し、インジェクタ 3 4 0 を選択したオフセット移動量 ( ストローク )  $a a$  分だけ移動させ、キャピラリ 3 4 1 が図 1 4 の破線のように後退し顕微鏡視野中心部から後退し、この破線位置でキャピラリ 3 4 1 を装着し交換することができる。そして、キャピラリ 3 4 1 の装着後、図 1 2 の駆動ボタン 4 3 3 q を押すと、ナット回転型アクチュエータ 1 7 0 を駆動し、オフセット移動量 ( ストローク )  $a a$  分だけ移動させ、キャピラリ 3 4 1 が図 1 4 の実線のように前進し顕微鏡視野中心部に位置する。

【 0 0 9 4 】

上述のように、オフセット移動量は、単にナット回転型アクチュエータ 1 7 0 を駆動してインジェクタ 3 4 0 を顕微鏡視野中心部から退避させキャピラリ 3 4 1 を装着し再度アクチュエータ 1 7 0 を駆動し顕微鏡視野中心部に位置するように設定する。

【 0 0 9 5 】

10

20

30

40

50

以上のように、マニピュレータシステム500の操作前にインジェクタ340にキャピラリ341を装着するために原点復帰操作をするとき、単にマニピュレータシステムの原点復帰操作をするのではなく、1台のマニピュレータシステムで複数の操作者が存在する場合、図13(a)、(b)のように操作者ごとに原点復帰動作時のオフセット移動量を設定する。各操作者は図12のコントローラ画面の図13(b)のようなオフセット移動量選択画面で自分の設定したオフセット移動量を選択してから原点復帰操作をする。これにより、インジェクタ340にキャピラリ341を設定する場合、マニピュレータを駆動し最適位置(顕微鏡視野中心部)にセットする作業が不要になり、キャピラリ341の交換(取り付け)作業が容易になる。特に、複数の操作者が存在し各操作者毎にキャピラリ341の最適位置が異なる場合でも、各操作者毎の作業が容易となる。また、操作者が複数いなくても、作業毎に使用するキャピラリの形状が異なる場合にも有効である。

10

#### 【0096】

なお、インジェクタ340のキャピラリ341の交換作業について説明したが、ホールディング用のキャピラリ342についても同様に原点復帰の際に設定したオフセット移動量でキャピラリ342を顕微鏡視野中心部から退避させ、キャピラリ342を交換してから再度顕微鏡視野中心部に位置させるようにできる。

#### 【0097】

次に、マニピュレータの各軸に位置センサを配置し、マニピュレータの退避位置を検知する例について図15を参照して説明する。図15は第2の実施形態の別の例を説明するための図であり、図12のコントローラ画面上でマニピュレータの位置センサによる検出位置を表示する例を示す図である。

20

#### 【0098】

図6のマニピュレータ160のXYZの各1軸アクチュエータ161~163に複数の位置センサ160a(図10)を配置し、マニピュレータ160の各軸方向位置を検出し、それらの検出信号は図10のパソコン430に入力する。各位置センサは予め各操作者が操作し易い位置を検出するように配置しておく。各位置センサ160aがマニピュレータ160の各軸方向位置を検出すると、図15のように、図10の表示部433の画面上で検出した位置センサに対応した数字1~4が各軸XYZ毎に点灯するようになっている。

#### 【0099】

図16に図6の各1軸アクチュエータ161~163に配置可能な位置センサの一例を概略的に示す。図16のように、各1軸アクチュエータ161~163の移動部160bの側端部に複数の被検出片1611, 1612, 1613, 1614を移動部160bの移動方向Wに離れて配置し、また、複数の光透過型の光センサ1601, 1602, 1603, 1604を有し断面コ字状の位置センサ160aを所定位置に配置する。被検出片1611~1614は移動方向Wと直交する方向に突き出ているが、その突き出し長さが順に長くなっている。位置センサ160aの光センサ1601~1604は移動方向Wと直交する方向に離れて並んでいる。

30

#### 【0100】

各1軸アクチュエータ161~163が駆動され、その移動部160bが移動方向Wに移動し、まず、被検出片1611が位置センサ160a内の空隙1610に入ると、光センサ1601が被検出片1611を検知することで移動部160bの位置を検出する。移動部160bがさらに移動方向Wに移動すると、各光センサ1602~1604が各被検出片1612~1614を検知することで移動部160bの各位置を検出できる。被検出片1611~1614の位置をそれぞれ変えることで、位置センサ160aによる検出位置を設定できる。

40

#### 【0101】

なお、位置センサ160aは、例えば被検出片1614の検出位置を移動部160bの移動限界位置とすることで上述のリミットスイッチの機能も果たすことができる。また、図16の反対の移動方向W'側にも位置センサを配置することで、移動部160bが移動

50

方向 W' 側に移動する場合の位置を検知できる。

【0102】

インジェクタ340にキャピラリ341を交換し装着する際に、予め各操作者が操作し易い位置に配置した位置センサが図15の画面上で点灯する位置までマニピュレータ160を駆動しインジェクタ340のガラスキャピラリ341を退避させる。このときのマニピュレータ160の駆動はステップモータによる自動駆動でよいが、マニピュレータ160に装着している手動ノブ161a~163aを回しながらセンサからの信号を操作者が確認し操作するようにしてもよい。

【0103】

その後、ナット回転型アクチュエータ170に取り付けられているインジェクタ340のガラスキャピラリ341の取り付け治具を外し、ガラスキャピラリを挿入し、再度インジェクタ340に取り付ける。このとき、ガラスキャピラリは限界となる奥まで挿入し、インジェクタ内周内の限界部に当たるまで挿入することが望ましい。なお、限界部がない場合は操作者が決めた量だけ挿入するようにする。次に、パソコン430を操作し、上述と同様にして図13(b)のように予め設定したオフセット移動量を選択し、ナット回転型アクチュエータ170を駆動しキャピラリ341を所定量移動させ、顕微鏡視野中心部へセットする。

10

【0104】

以上のように、1台のマニピュレータシステム500に対し操作者が複数存在し、使用するキャピラリ341の設置位置が操作者毎に異なる場合でも、マニピュレータに各操作者毎に配置した位置センサによりキャピラリ341の退避配置(図14のキャピラリ341の破線位置)を検出し、この退避位置でキャピラリ341の交換作業を行った後、ナット回転型アクチュエータ170を駆動しキャピラリ341を所定量移動させることで顕微鏡視野中心部(図14のキャピラリ341の実線位置)へセットすることができる。

20

【0105】

なお、ホールディング用のキャピラリ342についても同様に動作させることでキャピラリ342を顕微鏡視野中心部から退避させ、キャピラリ342を交換してから再度顕微鏡視野中心部に位置させることができる。

【0106】

以上のように、本実施の形態によれば、マニピュレータ160の位置情報(図12の動作状態表示パネル433cに表示されるマニピュレータ160のXYZ位置座標)をみながら操作してキャピラリ341をセットする必要がなくなり、また、パソコン430ではエンコーダ等の位置情報を認識しながら複数の操作者に対する位置調整が必要なくなる。さらに、ガラス製のキャピラリ341をセッティングする難しい作業を画像処理技術等を使用せず容易に行うことができる。

30

【0107】

また、位置情報をコントローラ(パソコン)に記憶させて複数の操作者のセッティング操作をアシストすることも考えられるが、マニピュレータシステムの電源をOFFにする場合や、コントローラ(パソコン)を再起動すると、記憶した位置情報があいまいになる可能性が高いのに対し、本実施形態の構成を適用することで、複数の操作者がいる場合も確実に容易にガラス製のキャピラリのセッティング操作が可能となる。

40

【0108】

なお、ある操作者が使用するキャピラリが他の操作者のものと比べて長かったり特殊な形状である場合、キャピラリ取り付け治具にキャピラリを装着し易いように顕微鏡視野中心部から退避するとき、ナット回転型アクチュエータ170以外にマニピュレータ160の各1軸アクチュエータ161~163を操作者が設定した移動量を連動させて駆動するようにして対応することができる。この場合、ナット回転型アクチュエータ170のみの駆動で対応するか、あるいはマニピュレータ160のいずれかの軸を駆動しアシストさせるかはコントローラ画面上に切り替えボタンを設置し、操作者が選択して駆動することで対応できる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0109】

【図1】本実施形態によるマニピュレータシステムの要部を示す斜視図である。

【図2】図1のマニピュレータの要部を概略的に示す斜視図である。

【図3】図1のピベットとキャピラリのガラス板上での位置関係を概略的に示す図である。

【図4】従来のマニピュレータの要部を概略的に示す斜視図である。

【図5】第2の実施形態によるマニピュレータシステムの概略的構成を示す斜視図である。

【図6】図5のインジェクション用電動3軸マニピュレータの概略的構成を示す斜視図である。 10

【図7】図6のナット回転型アクチュエータ170をステージ164の平面と平行な面で切断してみた断面図である。

【図8】図6, 図7のナット回転型アクチュエータ170の斜視図である。

【図9】図5の試料ステージ110を示す斜視図である。

【図10】図5～図9のマニピュレータシステム500についてのパソコンによる制御系を説明するための要部ブロック図である。

【図11】図10のジョイスティックの例を示す斜視図である。

【図12】図10のパソコン430の表示部433に表示されるコントローラ画面の一例を示す図である。 20

【図13】図13は第2の実施形態を説明するための図であり、図12のコントローラ画面上のオフセット移動量設定画面(a)及びオフセット移動量選択画面(b)の各例を示す図である。

【図14】図5のマニピュレータシステム500においてインジェクタ340のキャピラリー341の顕微鏡中心位置(実線)と退避位置(破線)を示す図である。

【図15】第2の実施形態の別の例を説明するための図であり、図12のコントローラ画面上でマニピュレータの位置センサによる検出位置を表示する例を示す図である。

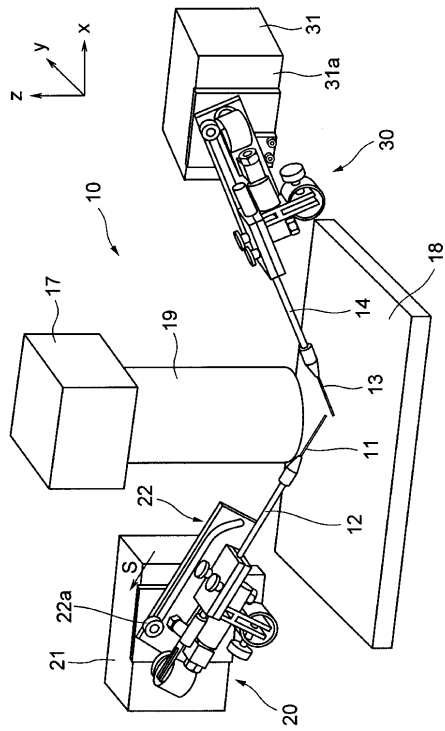
【図16】図6の各1軸アクチュエータ161～163に配置可能な位置センサの例を概略的に示す要部斜視図である。

## 【符号の説明】 30

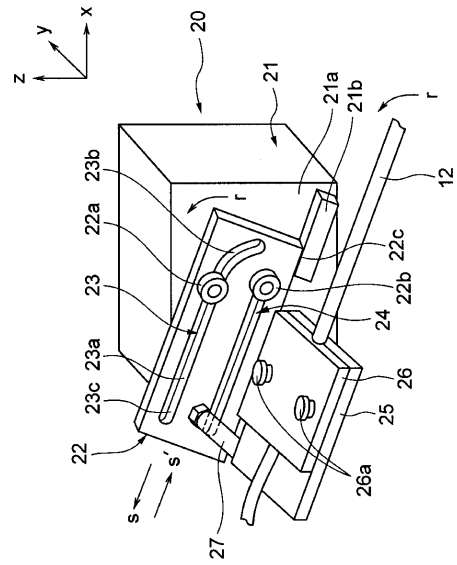
【0110】

10 マニピュレータシステム、11 インジェクションキャピラリー、キャピラリー12, 14 ピベットホルダ、13 ホールディングキャピラリー、キャピラリー、17 顕微鏡、18 ガラス板、18a 表面、19 光源部、20 第1マニピュレータ、21 ブロック部、21a ブロック部の主平面、21b ガイド部、22 案内部材、22a, 22b ボルト、22c 下方端部、23 案内溝、23a 直線状溝部、23b 円弧状溝部、24 案内溝、25, 26 保持部材、26a ボルト、27 連結部材、30 第2マニピュレータ、D 溶液ドロップ、R、r 回動方向、S スライド方向、140, 160 マニピュレータ、170, 191 ナット回転型アクチュエータ、340 インジェクタ、341 キャピラリー、500 マニピュレータシステム 40

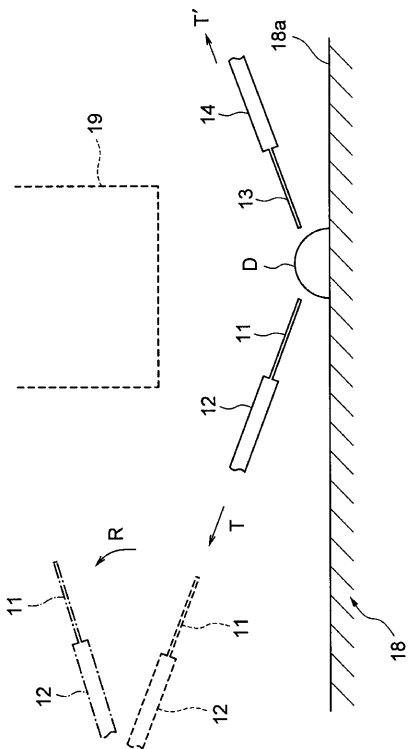
【 図 1 】



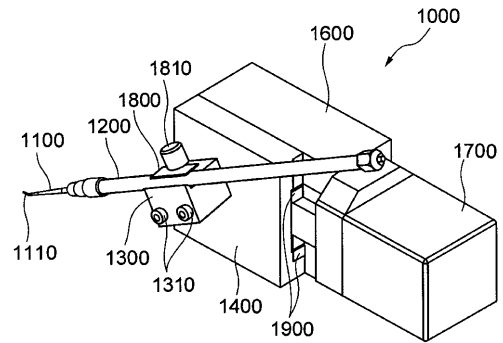
【 図 2 】



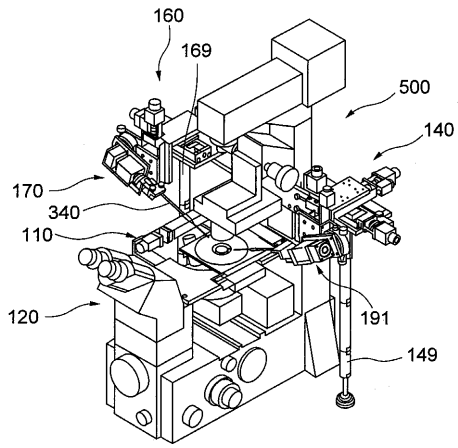
【 図 3 】



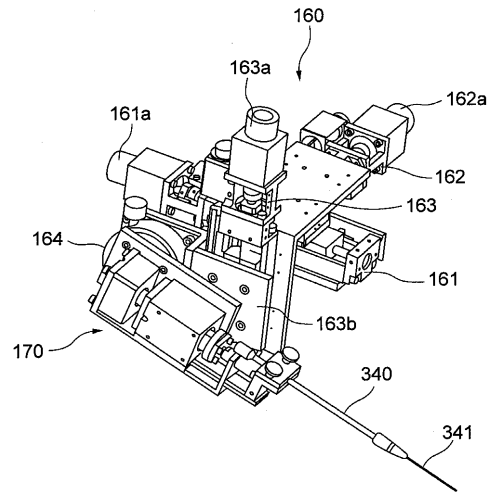
【 図 4 】



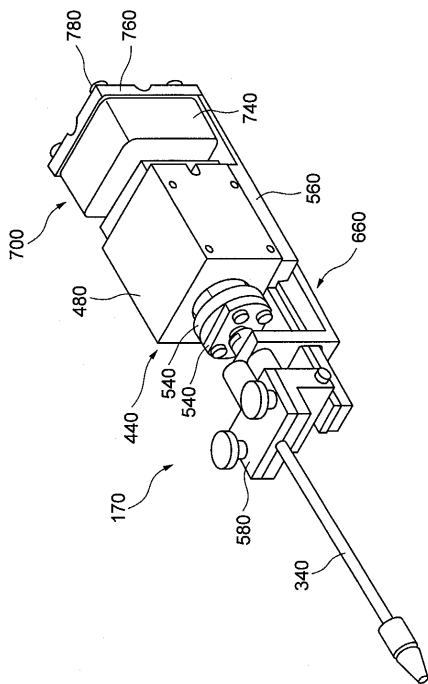
【 図 5 】



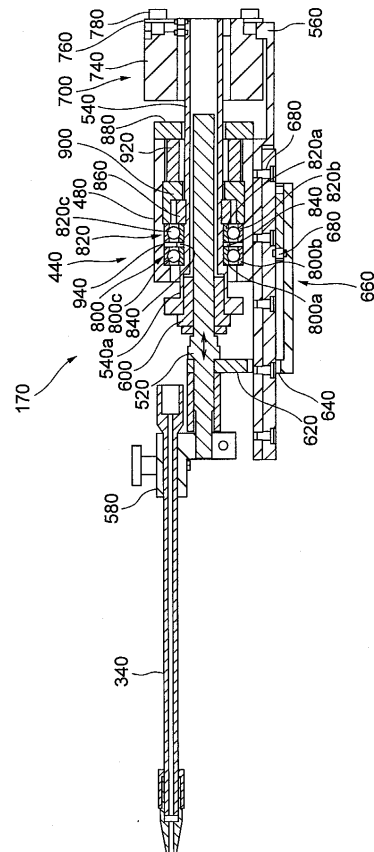
【 図 6 】



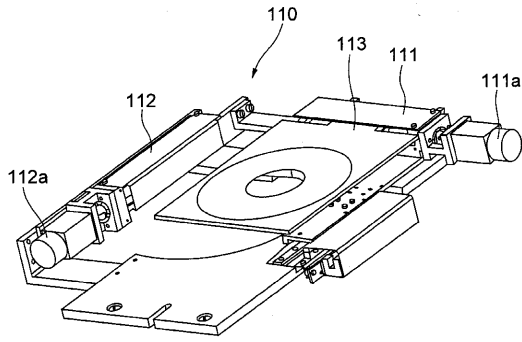
【 図 7 】



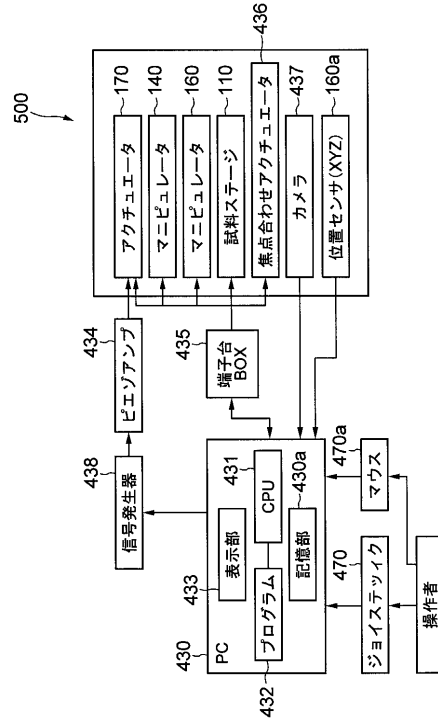
【 図 8 】



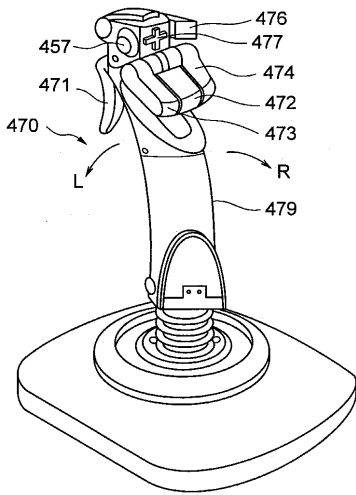
【 図 9 】



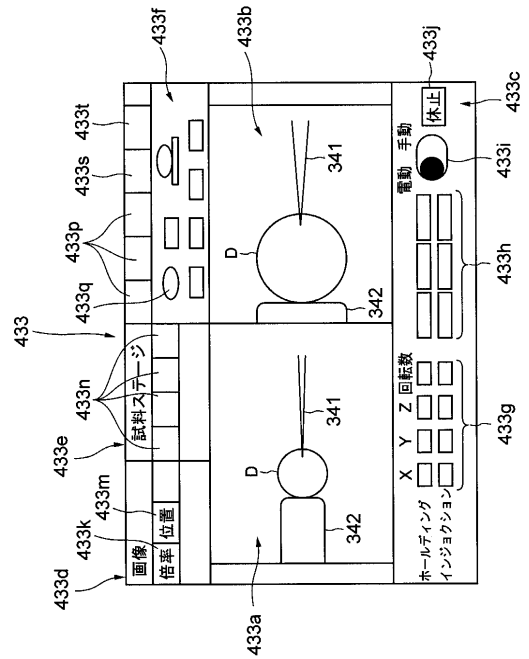
【 図 10 】



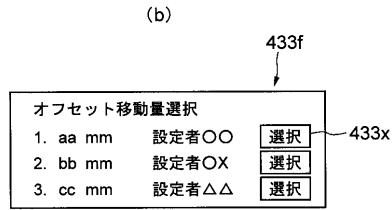
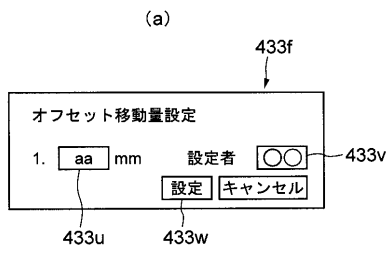
【 図 11 】



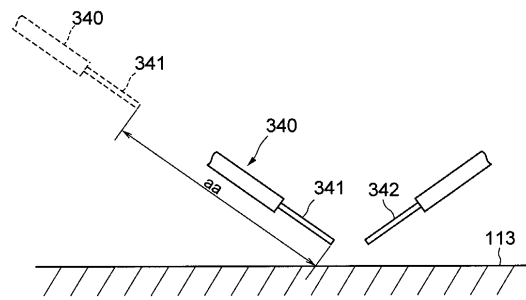
【 図 12 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

433

検出位置		
X	Y	Z
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4

【 図 1 6 】

