

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5126675号
(P5126675)

(45) 発行日 平成25年1月23日(2013.1.23)

(24) 登録日 平成24年11月9日(2012.11.9)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 21/32 (2006.01)

G O 2 B 21/32

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-161909 (P2008-161909)	(73) 特許権者	000004204
(22) 出願日	平成20年6月20日(2008.6.20)		日本精工株式会社
(65) 公開番号	特開2009-211031 (P2009-211031A)		東京都品川区大崎1丁目6番3号
(43) 公開日	平成21年9月17日(2009.9.17)	(74) 代理人	100107272
審査請求日	平成23年6月6日(2011.6.6)		弁理士 田村 敬二郎
(31) 優先権主張番号	特願2007-228837 (P2007-228837)	(74) 代理人	100109140
(32) 優先日	平成19年9月4日(2007.9.4)		弁理士 小林 研一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	田中 伸明
(31) 優先権主張番号	特願2008-26483 (P2008-26483)		神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
(32) 優先日	平成20年2月6日(2008.2.6)		日本精工株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
		審査官	堀井 康司
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

微小な操作対象物を観察する顕微鏡と、前記顕微鏡による顕微鏡画像を撮像するカメラと、前記顕微鏡に取り付けられて前記微小な操作対象物を操作するマニピュレータと、前記マニピュレータの駆動を制御するコントローラと、操作されることで前記コントローラを介して前記マニピュレータを駆動する操作部と、前記カメラによる顕微鏡画像を表示する表示部と、を備え、

前記マニピュレータは、

先端に前記微小な操作対象物を操作するためのキャピラリが装着され、

前記キャピラリがその先端側に装着される回転軸と、前記回転軸を回転可能に支持する2つの軸受と、前記2つの軸受の内輪間に配置される内輪間座と、前記2つの軸受とともに前記回転軸の軸方向に沿った押圧力による予圧が付与され、かつ、前記2つの軸受の一方において伸縮することで前記内輪間座と前記2つの軸受の他方とを介して前記回転軸をその軸方向に微動させて前記キャピラリの位置を微調整する圧電素子と、を有するナノポジショナを備え、

前記表示部及び前記操作部をそれぞれ複数設置し、そのうちの少なくとも各1台ずつを前記顕微鏡の近くに配置することを特徴とするマニピュレータシステム。

【請求項2】

前記複数の表示部には同一のコントローラ画面を表示し、前記複数の操作部で前記コントローラを制御可能である請求項1に記載のマニピュレータシステム。

10

20

【請求項 3】

前記操作部はマウスであり、前記表示部に表示されたコントローラ画面を前記マウスで操作可能である請求項 1 または 2 に記載のマニピュレータシステム。

【請求項 4】

前記表示部の画面を分割し、各分割された画面に前記顕微鏡画像を表示する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項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、マニピュレータを用いて細胞や卵等の微小な対象物に微細な操作を行うマニピュレータシステムに関する。 10

【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や細胞に精子や DNA 溶液を注入（インジェクション）するなどのように卵等の微小な対象物に微細な操作を行うマイクロマニピュレーションシステムが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。顕微鏡の視野内でマイクロマニピュレータを用いて微小針（キャピラリ）を操作することにより被検体に対して遺伝子組み換え操作や顕微受精操作等の微細操作が行われる。

【0003】

特許文献 2 は、電動マニピュレータを顕微鏡に設置し、マウスから入力されたマイクロマニピュレータ用微小器具に対する駆動指令に基づいてマイクロマニピュレータ用微小器具に対して駆動制御を実行するシステムを開示する。 20

【特許文献 1】特開 2005-258413 号公報

【特許文献 2】特許第 3888429 号公報（[0012] 参照）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来、顕微鏡に取り付けられた電動マニピュレータには、電動マニピュレータをコントロールするためのジョイスティック等のインターフェイスの近傍にディスプレイを設置している。この場合、ガラスキャピラリをマニピュレータに装着する作業時に、コントローラ、ディスプレイ及びインターフェイスがマニピュレータを設置した作業場所から離れて設置されているため、マニピュレータ設置場所とコントローラ設置場所とを行き来しなければならず非効率的であった。 30

【0005】

また、顕微鏡側部にコントローラのディスプレイ及び操作のためのインターフェイスを設置すると、実際の操作時に、作業員から顕微鏡（マニピュレータ）へ伝わる振動が作業の障害になるおそれがあった。

【0006】

本発明は、上述のような従来技術の問題に鑑み、マニピュレータを取り付けた顕微鏡とコントローラとが離れて設置されている場合でもキャピラリ等の装着作業を操作者が移動することなく行うことが可能であり、かつ、操作者のマニピュレータ操作に起因する振動が顕微鏡観察に悪影響を及ぼさないようにしたマニピュレータシステムを提供することを目的とする。 40

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本実施形態によるマニピュレータシステムは、微小な操作対象物を観察する顕微鏡と、前記顕微鏡による顕微鏡画像を撮像するカメラと、前記顕微鏡に取り付けられて前記微小な操作対象物を操作するマニピュレータと、前記マニピュレータの駆動を制御するコントローラと、操作されることで前記コントローラを介して前記マニピュレータを駆動する操作部と、前記カメラによる顕微鏡画像を表示する表示部と 50

、を備え、

前記マニピュレータは、先端に前記微小な操作対象物を操作するためのキャピラリが装着され、前記キャピラリがその先端側に装着される回転軸と、前記回転軸を回転可能に支持する2つの軸受と、前記2つの軸受の内輪間に配置される内輪間座と、前記2つの軸受とともに前記回転軸の軸方向に沿った押圧力による予圧が付与され、かつ、前記2つの軸受の一方において伸縮することで前記内輪間座と前記2つの軸受の他方とを介して前記回転軸をその軸方向に微動させて前記キャピラリの位置を微調整する圧電素子と、を有するナノポジショナを備え、

前記表示部及び前記操作部をそれぞれ複数設置し、そのうちの少なくとも各1台ずつを前記顕微鏡の近くに配置することを特徴とする。

10

【0008】

このマニピュレータシステムによれば、複数の表示部と複数の操作部をそれぞれ設置し、そのうちの少なくとも表示部1台と操作部1台とを顕微鏡側部等の顕微鏡近くに配置することで、マニピュレータにキャピラリを装着する等の場合、顕微鏡近くに設置した表示部と操作部とを用いてキャピラリの装着等の作業を行うことができる。このため、マニピュレータが取り付けられた顕微鏡とコントローラとが離れて設置されていても、キャピラリの装着作業等を操作者が移動することなく行うことが可能となる。

【0009】

また、操作者が顕微鏡に取り付けられたマニピュレータで細胞や卵等の微小な操作対象物を操作するときは、顕微鏡から離れたコントローラ近くに設置した別の表示部と操作部とを用いて微小な操作対象物の操作を行うことができるので、操作者のマニピュレータ操作に起因する振動が顕微鏡やマニピュレータに悪影響を及ぼすことはない。

20

【0010】

上記マニピュレータシステムにおいて前記複数の表示部には同一のコントローラ画面を表示し、前記複数の操作部で前記コントローラを制御可能である。顕微鏡近くに設置の表示部にもコントローラ画面を表示し、その中に映し出されている顕微鏡画像をみながらキャピラリ装着等の操作をすることができ、接眼レンズをのぞきながら操作する必要がなくなり、キャピラリ装着等の作業が容易となり、作業への負担を軽減できる。

【0011】

また、前記操作部はマウスであり、前記表示部に表示されたコントローラ画面を前記マウスで操作可能である。

30

【0012】

また、前記表示部の画面を分割し、各分割された画面に前記顕微鏡画像を表示することが好ましい。この場合、前記表示部に分割して表示される各顕微鏡画像は表示倍率が異なるようにすることが好ましい。

【0013】

また、前記マニピュレータは先端に前記微小な操作対象物を操作するためのキャピラリが装着されて使用される。なお、一对のマニピュレータを備える場合、一方のマニピュレータにインジェクタが設けられ、その先端にインジェクションキャピラリが装着され、もう一方のマニピュレータに微小な操作対象物を保持するホールディングキャピラリが装着される。また、インジェクション用のマニピュレータには、インジェクタを直線往復駆動するためにモータと圧電素子による駆動機構を有することが好ましい。

40

【発明の効果】

【0014】

本発明のマニピュレータシステムによれば、マニピュレータを取り付けた顕微鏡とコントローラとが離れて設置されている場合でもキャピラリ等の装着作業を操作者が移動することなく行うことができるとともに、操作者のマニピュレータ操作に起因する振動が顕微鏡観察に悪影響を及ぼさないようにできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

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。図1は本実施形態のマニピュレータシステムの要部構成を概略的に示す斜視図である。図2は図1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。

【0016】

図1のように、本実施形態によるマニピュレータシステム500は、ホールディング用の電動3軸(XYZ)マニピュレータ140と、インジェクション用の電動3軸(XYZ)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に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。

10

【0017】

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。

【0018】

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。

20

【0019】

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1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。

【0020】

図2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。

30

【0021】

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θステージ164が配置され、さらにθ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。θ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。θ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に設定される。

40

【0022】

次に、図1、図2のナット回転型アクチュエータ170について図3、図4を参照して説明する。図4は図2のナット回転型アクチュエータ170をθ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3は図2のナット回転型アクチュエータ170の斜視図である。

【0023】

図3、図4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

50

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。

【００２４】

ねじ軸５２０の先端側には、治具５８０を介してピペット状のインジェクタ３４０の根元側が連結されており、ねじ軸５２０の中程には、ねじ軸５２０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（ＢＳナット）６００が装着され、治具５８０とねじ軸５２０との間にはスライダ６２０が連結されている。スライダ６２０はベース５６０とほぼ直交する方向に配置され、切り欠き６４０を間にしてリニアガイド６６０に連結されている。リニアガイド６６０はベース５６０底部側に配置され、ベアリング６８０を介して、ねじ軸５２０の軸方向に沿って移動自在にベース５６０に連結されている。

10

【００２５】

すなわち、リニアガイド６６０は、ねじ軸５２０の軸方向の移動に合わせて、ねじ軸５２０の先端側を支持したスライダ６２０を、ベース５６０に沿って往復動させるようになっている。この際、ねじ軸５２０のうちボールねじナット６００よりもインジェクタ３４０側の部位が、スライダ６２０を介してリニアガイド６６０でスライド自在に支持されるので、ねじ軸５２０の直線運動をインジェクタ３４０へ伝達することができる。

【００２６】

20

ボールねじナット６００は、回転軸５４０の軸方向一端側（先端側）の段部５４０ａに固定されているとともに、ねじ軸５２０外周のねじ部とねじ結合され、ねじ軸５２０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６００は、回転軸５４０の回転運動をねじ軸５２０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。

【００２７】

回転軸５４０の軸方向他端側は、中空モータ７００内の回転部に連結している。中空モータ７００のハウジング７４０は、その底部側がベース５６０に弾性体としてのゴムワッシャ７６０を介してボルト７８０が固定されている。中空モータ７００が駆動されると回転軸５４０が回転し、回転軸５４０の回転運動がボールねじナット６００を介してねじ軸５２０に伝達され、ねじ軸５２０がその軸方向に沿って直線運動するようになっている。

30

【００２８】

一方、回転軸５４０の段部５４０ａに隣接して、軸受８００、８２０が内輪間座８４０を間にして収納されている。軸受８００、８２０は、それぞれ内輪８００ａ、８２０ａと、外輪８００ｂ、８２０ｂと、内輪と外輪間に挿入されたボール８００ｃ、８２０ｃを備え、各内輪８００ａ、８２０ａが回転軸５４０の外周面に嵌合され、各外輪８００ｂ、８２０ｂがハウジング４８０の内周面に嵌合され、回転軸５４０を回転自在に支持するようになっている。軸受８００、８２０は、内輪間座８４０を間にし、回転軸５４０にロックナット８６０により固定されている。軸受８００は、ハウジング４８０内の段部５４０ａと円環状のスペーサ９００と当接することにより、回転軸５４０の軸方向への移動が規制されるようになっている。軸受８２０の外輪８２０ｂとハウジング４８０の蓋８８０との間に、円環状の圧電素子９２０と円環状のスペーサ９００が圧入されている。

40

【００２９】

また、各軸受８００、８２０、圧電素子９２０は、スペーサ９００の長さを調節し、蓋８８０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９００の長さを調整し、蓋８８０を閉めると、その位置に応じた締結力が軸受８２０と軸受８００の外輪８２０ｂ、８００ｂ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９２０にも予圧が付与される。これにより、軸受８００、８２０および圧電素子９２０に所定の予圧が付与され、軸受８００、８２０の外輪間に軸方向間の距離としての間隙９４０が形成される。

50

【0030】

圧電素子920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（PC）430（図6参照）に接続されており、パソコン430からの電圧に応じて回転軸540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920は、パソコン430からの印加電圧に応答して、回転軸540の軸方向に沿って伸縮し、回転軸540をその軸方向に沿って微動させるようになっている。回転軸540が軸方向に沿って微動すると、この微動がねじ軸520を介してインジェクタ340に伝達され、インジェクタ340の位置が微調整されることになる。

【0031】

10

上述のように、ナット回転型アクチュエータ170は、中空モータ700によりボールねじナット600の回転運動をねじ軸520の直線運動に変換しねじ軸520を直動するが、ねじ軸520に取り付けられたインジェクタ340は、中空モータ700の駆動時にリニアガイド660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700の駆動によりインジェクタ340が直線往復運動できる。

【0032】

図3、図4のナット回転型アクチュエータ170は、中空モータ700を駆動することで、インジェクタ340を駆動し顕微鏡視野中央部へセットし、また、顕微鏡視野中央部から退避する機能を有し、圧電素子920を駆動することで、インジェクタ340の先端に取り付けたインジェクションキャピラリ341（図2）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。

20

【0033】

次に、図1の試料ステージ110について図5を参照して説明する。図5は、図1の試料ステージ110を示す斜視図である。図5のように、試料ステージ110は、2つの1軸アクチュエータ111、112が2軸方向に配置され、試料台113を2軸方向に移動させるように構成され、図1の倒立顕微鏡120に取り付けられている。試料ステージ110を駆動する各アクチュエータ111、112の各モータの軸端には手動ノブ111a、112a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。

【0034】

30

次に、図1のマニピュレータシステム500を制御するコントローラとしてのパソコンによる制御系について図6を参照して説明する。図6は、図1～図5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。

【0035】

図6のパソコン（パーソナルコンピュータ）430は、各種制御を行うCPU（中央演算処理装置）431と、記憶装置に格納されておりマニピュレータシステム500の使用時に読み出されるプログラム432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430aと、を備え、液晶パネルやCRT等からなる第1表示部433がパソコン430の表示手段として接続され、また、操作者により操作されるジョイスティック470及び第1マウス571がパソコン430への入力手段（インターフェイス）として接続されている。パソコン430は、CPU431によりプログラム432の動作及びジョイスティック470やマウス571の各操作に基づいてマニピュレータシステム500の各部分を制御する。

40

【0036】

パソコン430には、さらに、液晶パネルやCRT等からなる第2表示部533がパソコン430の表示手段として接続され、また、操作者により操作される第2マウス572がパソコン430への入力手段（インターフェイス）として接続されている。第2表示部533及び第2マウス572は、図1の顕微鏡120の近くに配置される

【0037】

また、パソコン430は、信号発生器438を駆動し、その信号によりピエゾアンプ4

50

34を介してナット回転型アクチュエータ170のピエゾ素子からなる圧電素子920を駆動する。また、パソコン430は、端子台ボックス435を介してナット回転型アクチュエータ170と電動3軸マニピュレータ140、160と試料ステージ110と顕微鏡120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436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170の中空モータ700、電動3軸マニピュレータ160の各1軸アクチュエータ161～163、試料ステージ110の各1軸アクチュエータ111、112及び焦点合わせアクチュエータ436がそれぞれ駆動されるようになっている。また、顕微鏡120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してもよい。

【0038】

10

また、マニピュレータ160には、インジェクタ340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できる。また、顕微鏡120にはCCDやCMOS等からなる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の第1表示部433及び第2表示部533に表示される。

【0039】

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。

20

【0040】

次に、図6のジョイスティックについて図7を参照して説明する。図7は、図6のジョイスティックの例を示す斜視図である。

【0041】

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7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。

【0042】

図7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。

30

【0043】

【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

10

【0044】

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。

20

【0045】

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もよい（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6のマウス571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。

【0046】

次に、パソコン430の表示部433、533に表示されるコントローラ画面について図8を参照して説明する。図8は図6のパソコン430の表示部433、533に表示されるコントローラ画面の一例を示す図である。

30

【0047】

パソコン430の第1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8のように、顕微鏡画像を第1表示画面433aに標準倍率で、第2表示画面433bに拡大倍率でそれぞれ表示できるようになっている。図8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433aに標準倍率で表示し、第2表示画面433bに拡大倍率で表示している。これにより、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。また、インジェクタ340の先端にインジェクションキャピラリ341を取り付けるときにも、低倍率の画像と高倍率の画像とを参照しながら取り付け作業を行うことができ、取り付け作業を行い易くなる。

40

【0048】

図6の第1表示部433のコントローラ画面には、図8に示すように、略中央左右に第1、第2表示画面433a、433bが配置されるとともに、その下側に動作状態表示パ

50

ネル433cが配置され、その上側には、画像操作パネル433d、試料ステージ操作パネル433e及びマニピュレータ操作パネル433fが配置されており、第1マウス571によりそれぞれ操作が可能になっている。

【0049】

動作状態表示パネル433cには、マニピュレータ140、160の実際のXYZ位置座標等が表示部433g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433h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433i及び休止ボタン433jが配置されている。

【0050】

また、画像操作パネル433dには、第1、第2表示画面433a、433bにおける画像の倍率メニュー433k及び画像の表示位置メニュー433m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571、572による操作で記憶部430a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。

【0051】

また、試料ステージ操作パネル433e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433nに加えて、XY駆動、原点復帰等操作が可能なボタンが配置されている。試料ステージ110は表示画面433a、433b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。

【0052】

また、マニピュレータ操作パネル433f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433p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433fには、図2～図4のナット回転型アクチュエータ170を駆動するボタン433qが配置されている。このボタン433q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170が駆動し、インジェクタ340を顕微鏡中心部へセットし、また、退避させることができる。

【0053】

また、第2表示部533にも図8と同様の画面が表示され、第2マウス571により同様に操作が可能である。すなわち、第2表示部533は、第2マウス572とともに、マニピュレータ140、160の取り付けられた顕微鏡側部に設置される。第2マウス572は、図1～図4のインジェクタ340が取り付けられているナット回転型アクチュエータ170を駆動し、キャピラリ341を顕微鏡視野下へセッティングし、退避する際の操作をコントローラ画面上でクリック操作するために使用する。さらに、第2マウス572のクリック操作でマニピュレータ140、160の各機能を駆動可能となっており、キャピラリ341の装着作業のとき、パソコン430（コントローラ）の本体、ジョイスティック470が操作者から離れて設置されていても作業が可能となる。

【0054】

なお、ナット回転型アクチュエータ170及び試料ステージ110の駆動は、上述のように図8のコントローラ画面上のマウス571、572による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470や別途設置したスイッチ等で行うようにしてもよい。

【0055】

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500によれば、表示部433のコントローラ画面をみながらジョイスティック470の操作も目視できるとともに、コントローラ

10

20

30

40

50

画面にもジョイスティック４７０の操作状態が表示されるので、マニピュレータシステム５００を簡単かつ確実に使用することができる。

【００５６】

次に、図１～８で説明したマニピュレータシステム５００の配置例について図９を参照して説明する。図９は本実施形態によるマニピュレータシステム５００の配置例を概略的に示す斜視図である。

【００５７】

マニピュレータシステム５００は、図６のように、表示手段としてパソコン４３０に接続された第１表示部４３３と第２表示部５３３とを有し、さらに、インターフェイスとしてパソコン４３０に接続された第１マウス５７１と第２マウス５７２とを有するが、これらは試験室内において図９のように配置されている。

10

【００５８】

すなわち、図９に示すように、パソコン４３０の本体と、第１表示部４３３と、第１マウス５７１と、一対のジョイスティック４７０とが第１テーブルＴＡ１上に配置されている。また、マニピュレータシステム５００のマニピュレータ１４０、１６０等が取り付けられた顕微鏡１２０と、第２表示部５３３と、第２マウス５７２とが第２テーブルＴＡ２上に配置されている。

【００５９】

第２表示部５３３は顕微鏡１２０の側部に配置され、顕微鏡１２０、マニピュレータ１４０、１６０に近い位置にある。第２マウス５７２は操作者の扱い易い位置におかれる。第１テーブルＴＡ１と第２テーブルＴＡ２とは試験室内において離れて設置されている。

20

【００６０】

細胞や卵等の微小な操作対象物に対するインジェクション操作前に、そのための準備工程の１つとして、インジェクション用マニピュレータ１６０の図３、図４のインジェクタ３４０の先端に図２のインジェクションキャピラリ３４１を装着し、その位置等を微調整する必要がある。インジェクションキャピラリ３４１を取り付け、インジェクションキャピラリ３４１の向きの微調整、焦点合わせの微調整を行う際に、操作者は、顕微鏡１２０の側部に設置された第２表示部５３３上に映し出された図８のようなコントローラ画面上の顕微鏡画像をみながら第２マウス５７２を操作することができる。

【００６１】

30

例えば、キャピラリ３４１の取り付け操作において、操作者は第２表示部５３３に表示された図８のコントローラ画面のボタン４３３ｑを第２マウス５７２を操作して押す（クリックする）ことで、ナット回転型アクチュエータ１７０を駆動してインジェクタ３４０を顕微鏡中心部から退避させてから、インジェクタ３４０の先端にインジェクションキャピラリ３４１を取り付け、その後、第２マウス５７２を操作してボタン４３３ｑ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１７０が駆動し、インジェクタ３４０を顕微鏡中心部へセットする操作を顕微鏡１２０等が設置された第１テーブルＴＡ１で行うことができる。

【００６２】

上述のように、パソコン４３０（コントローラ）の本体とマニピュレータ１４０、１６０が取り付けられた顕微鏡１２０とが図９のように離れて設置されている場合でも、キャピラリ３４１の取り付け作業を操作者がパソコン４３０の本体が設置されている第１テーブルＴＡ１へ移動することなく行うことができる。このように、キャピラリ３４１のセッティング作業のとき、顕微鏡設置場所とコントローラ設置場所とを行き来する必要がなくなり、キャピラリ３４１のセッティング作業を効率的に行うことができる。

40

【００６３】

また、操作者は、顕微鏡１２０の側部に設置された第２表示部５３３上に映し出された第１表示部４３３と同じコントローラ画面の顕微鏡画像をみながらマニピュレータを操作できるので、顕微鏡１２０の接眼レンズ１２０ａをみながらマニピュレータを操作する必要がなくなり、このため、操作が容易となり、作業の負担が軽減できる。

50

【0064】

上述のような準備工程が済むと、操作者は図9の第2テーブルTA2から離れて第1テーブルTA1に移り、第1表示部433に表示された図8のような顕微鏡画像をみながら、第1マウス571や一对のジョイスティック470を操作しながら卵D等に対するインジェクション操作を行うことができる。

【0065】

また、図9において顕微鏡120を設置した第2テーブルTA2に、パソコン430の本体やジョイスティック470を設置することが考えられるが、そのように設置すると、本来のインジェクション操作のとき、操作者がジョイスティック470を操作すること等に起因する振動が顕微鏡120やマニピュレータ140、160に伝わり作業の障害になり易いので、好ましくない。図9のように、例えば顕微鏡120を設置した第2テーブルTA2から離れて設置された第1テーブルにパソコン430の本体や第1マウス571やジョイスティック470を配置することで、顕微鏡120から第1マウス571やジョイスティック470等を離して設置する。これにより、操作者によるジョイスティック470等のマニピュレータ操作に起因する振動が顕微鏡120やマニピュレータ140、160に悪影響を及ぼすことはない。

【0066】

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8では、第1表示画面433aと第2表示画面433bとによる2画面表示を示したが、第1表示部433及び第2表示部533において画面全体がより大きくなる1画面表示も表示可能である。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】本実施形態のマニピュレータシステムの要部構成を概略的に示す斜視図である。

【図2】図1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。

【図3】図2のナット回転型アクチュエータ170の斜視図である。

【図4】図2のナット回転型アクチュエータ170をθ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5】図1の試料ステージ110を示す斜視図である。

【図6】図1～図5のマニピュレータシステム500についてのパソコン（コントローラ）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7】図6のジョイスティックの例を示す斜視図である。

【図8】図6のパソコン430の表示部433、533に表示されるコントローラ画面の一例を示す図である。

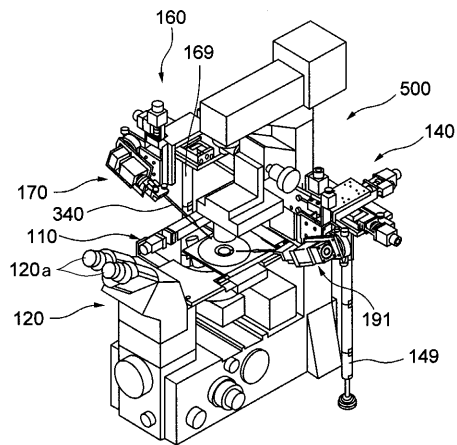
【図9】本実施形態によるマニピュレータシステムの配置例を概略的に示す斜視図である。

【符号の説明】

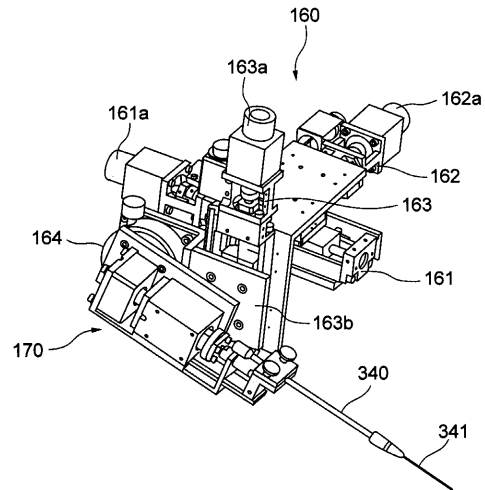
【0068】

500 マニピュレータシステム、120 顕微鏡、140 ホールディング用マニピュレータ、マニピュレータ、160 インジェクション用マニピュレータ、マニピュレータ、170 ナット回転型アクチュエータ、340 インジェクタ、341 インジェクションキャピラリ、キャピラリ、430 パソコン（コントローラ）、433 第1表示部、533 第2表示部、437 カメラ、470 ジョイスティック、571 第1マウス、572 第2マウス

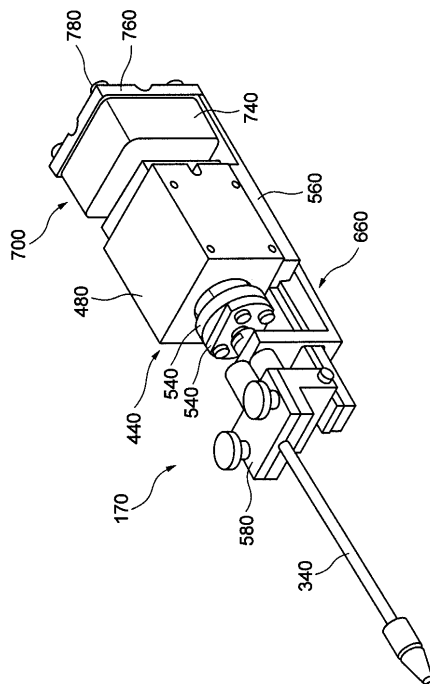
【図 1】



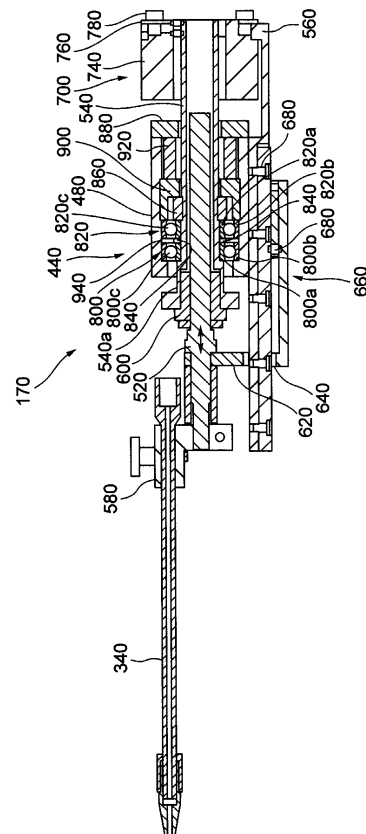
【図 2】



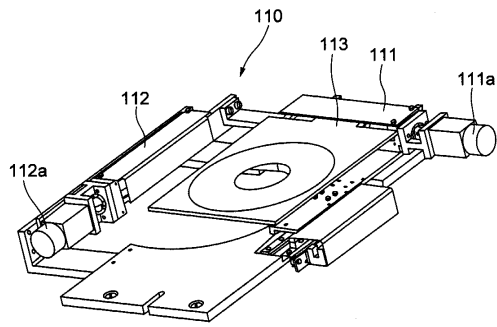
【図 3】



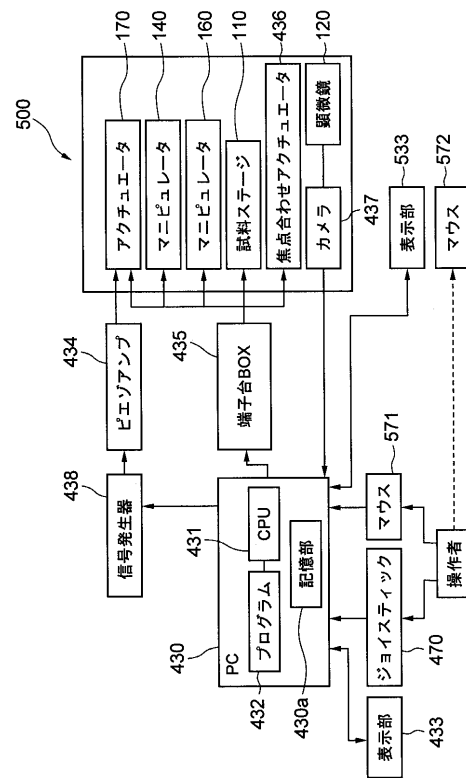
【図 4】



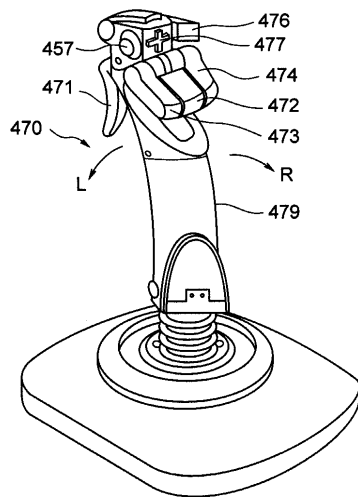
【図 5】



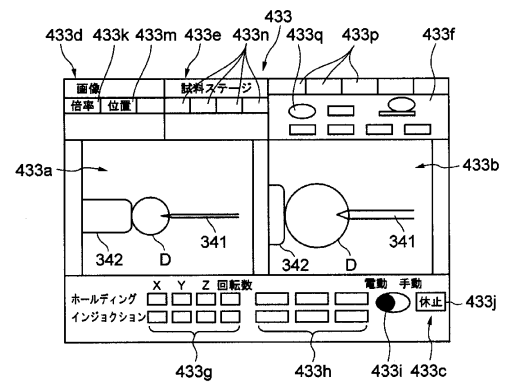
【図 6】



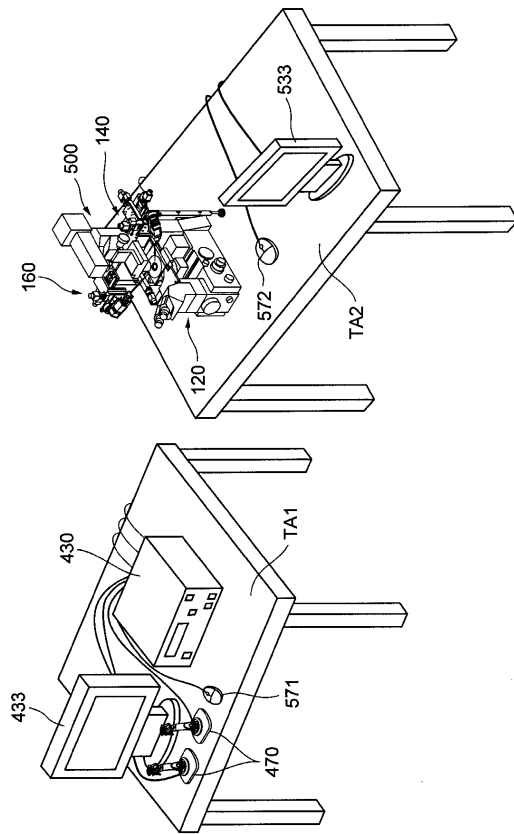
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-283795 (JP, A)
特開平07-333522 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 21/32