

(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2017-148037
(P2017-148037A)

(43) 公開日 平成29年8月31日(2017.8.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 1 2 M 1/26 (2006.01)	C 1 2 M 1/26	2 G 0 5 2
G O 1 N 35/10 (2006.01)	G O 1 N 35/10 A	2 G 0 5 8
G O 1 N 1/00 (2006.01)	G O 1 N 1/00 1 O 1 K	4 B 0 2 9
B O 1 L 3/02 (2006.01)	B O 1 L 3/02 D	4 G 0 5 7

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2017-24421 (P2017-24421)	(71) 出願人	000010076 ヤマハ発動機株式会社 静岡県磐田市新貝2500番地
(22) 出願日	平成29年2月13日 (2017. 2. 13)	(74) 代理人	100067828 弁理士 小谷 悦司
(62) 分割の表示	特願2016-528678 (P2016-528678) の分割	(74) 代理人	100115381 弁理士 小谷 昌崇
原出願日	平成26年6月17日 (2014. 6. 17)	(74) 代理人	100127797 弁理士 平田 晴洋
		(72) 発明者	伊藤 三郎 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発 動機株式会社内
		(72) 発明者	長田 行正 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発 動機株式会社内

最終頁に続く

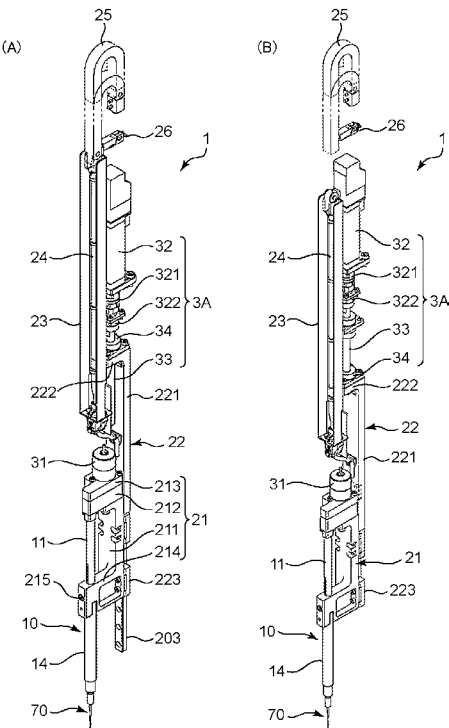
(54) 【発明の名称】 ヘッド装置及び移動装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 吸引口を有するチップを用いた対象物の吸引及び吐出の作業を高度に自動化する。

【解決手段】 対象物の吸引、及び吸引された対象物の吐出を行う吸引口を有するチップが装着されるチップ装着部と、上下方向への移動によって吸引口に吸引力又は吐出力を発生させる軸部材11と、を備えたヘッド10と、軸部材11を上下方向へ移動させる駆動力を発生する第1モータ31と、ヘッド10及び第1モータ31を保持するフレーム部材21と、フレーム部材21を上下方向へ移動させる駆動力を発生する第2モータ32と、第1モータ31の駆動を制御することによって軸部材11の上下方向の移動を制御すると共に、第2モータ32の駆動を制御することによってヘッド10の高さ位置を制御する制御部と、を備えるヘッド装置1。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象物の吸引、及び吸引された前記対象物の吐出を行う吸引口を有するチップが装着されるチップ装着部と、上下方向への移動によって前記吸引口に吸引力又は吐出力を発生させる軸部材と、を備えたヘッドと、

前記軸部材を上下方向へ移動させる駆動力を発生する第 1 モータと、

前記ヘッド及び前記第 1 モータを保持するフレーム部材と、

前記フレーム部材を上下方向へ移動させる駆動力を発生する第 2 モータと、

前記第 1 モータの駆動を制御することによって前記軸部材の上下方向の移動を制御すると共に、前記第 2 モータの駆動を制御することによって前記ヘッドの高さ位置を制御する制御部と、

を備えるヘッド装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のヘッド装置において、

前記チップは、対象物の吸引経路となる管状通路を内部に備えるシリンジを含むシリンダチップであり、

前記ヘッドは、

前記軸部材の下端に取り付けられ、前記軸部材と一体的に上下方向に移動する第 1 筒状ロッドと、

前記第 1 筒状ロッドを上下方向に移動可能に収容する収容空間と、前記チップ装着部として前記シリンジの基端部が嵌め込まれるシリンジ装着部と、を備えた不動の第 2 筒状ロッドと、を備え、

前記軸部材の上下方向の移動に前記第 1 筒状ロッドが連動することによって、前記対象物の管状通路内への吸引、及び吸引された前記対象物の吐出が行われる、ヘッド装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のヘッド装置において、

前記チップは、対象物の吸引経路となる管状通路を内部に備えるシリンジと、前記管状通路内を進退移動するプランジャとを含むシリンダチップであり、

前記ヘッドは、

前記軸部材の下端に取り付けられ、前記軸部材と一体的に上下方向に移動し、内部に筒状空間を備えた第 1 筒状ロッドと、

前記第 1 筒状ロッドを上下方向に移動可能に収容する収容空間と、前記チップ装着部として前記シリンジの基端部が嵌め込まれるシリンジ装着部と、を備えた不動の第 2 筒状ロッドと、

前記第 1 筒状ロッドの前記筒状空間内に収容され、下端に前記プランジャの基端部が嵌め込まれるプランジャ装着部を備えた吐出ロッドと、を備え、

前記軸部材の上下方向の移動に前記吐出ロッドが連動することによって、前記吐出ロッドに装着された前記プランジャが前記シリンジの前記管状通路内を進退移動し、前記対象物の管状通路内への吸引、及び吸引された前記対象物の吐出が行われる、ヘッド装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のヘッド装置と、

対象物を貯留する第 1 容器と、

対象物を受け入れる第 2 容器と、

前記ヘッド装置を前記第 1 容器と前記第 2 容器との間において水平方向に移動させるヘッド移動機構と、を備える移動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば細胞凝集塊のような対象物の吸引、及び前記吸引した対象物の吐出を

10

20

30

40

50

行うシリンダチップが装着されるヘッドを用いたヘッド装置及び対象物の移動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ある対象物を、一の容器から他の容器へ移動させる移動装置は、各種の技術分野において必要とされている。例えば、多数個の移動対象物、例えば小型部品、有機又は無機の破砕片や粒子、細胞等を貯留する第1容器と、前記移動対象物を受け入れる第2容器とが有る場合に、前記第1容器からいくつかの前記移動対象物を抽出し、これを前記第2容器に移動させる装置が挙げられる。このような移動装置には、前記第1容器からの対象物の吸引、及び前記吸引した対象物の前記第2容器への吐出を行う吸引チップが必要となる。

10

【0003】

特許文献1には、細胞凝集塊を移動対象物とし、吸引チップ（マイクロピペット）を用いて分注用ウェルから前記細胞凝集塊を吸引し、これを細胞シャーレに吐出させる技術が開示されている。細胞凝集塊は、液体中に保持されており、前記吸引の際には前記吸引チップの先端開口部が前記液体中に浸漬される。このため、吸引チップは、1回の吸引及び吐出を終えた後、廃棄処分とせねばならない場合がある。

【0004】

対象物の移動作業において、前記吸引チップを用いた対象物の吸引及び吐出を含む一連の動作を高度に自動化する要請がある。しかし、現状では、上記吸引チップを手動操作するか、或いは吸引力の発生機構だけを吸引チップに付設する程度の自動化しか進んでいない。従って、上記移動作業の作業効率は、現状において良いと言うことはできない。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-34013号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、吸引口を有するチップを用いた対象物の吸引、及び前記吸引した対象物の吐出の作業を高度に自動化できるヘッドを用いたヘッド装置及び対象物の移動装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一局面に係るヘッド装置は、対象物の吸引、及び吸引された前記対象物の吐出を行う吸引口を有するチップが装着されるチップ装着部と、上下方向への移動によって前記吸引口に吸引力又は吐出力を発生させる軸部材と、を備えたヘッドと、前記軸部材を上下方向へ移動させる駆動力を発生する第1モータと、前記ヘッド及び前記第1モータを保持するフレーム部材と、前記フレーム部材を上下方向へ移動させる駆動力を発生する第2モータと、前記第1モータの駆動を制御することによって前記軸部材の上下方向の移動を制御すると共に、前記第2モータの駆動を制御することによって前記ヘッドの高さ位置を制御する制御部と、を備える。

40

【0008】

本発明の他の局面に係る移動装置は、上記のヘッド装置と、対象物を貯留する第1容器と、対象物を受け入れる第2容器と、前記ヘッド装置を前記第1容器と前記第2容器との間において水平方向に移動させるヘッド移動機構と、を備える。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、対象物の吸引及び吐出を行うチップを有するヘッドに、吸引力及び吐出力を発生させるための第1モータと、ヘッド自体を上下動させるための第2モータとが備えられているので、ヘッド単体での機能性を高めることができ、対象物の吸引及び吐出

50

の作業における高度の自動化に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係るヘッド装置の外観を、ユニットフレームに組み付けられた状態で示す斜視図である。

【図2】図2（A）及び図2（B）は、前記ヘッド装置の斜視図であって、図2（A）はヘッドがZ軸方向に上昇している状態を、図2（B）はZ軸方向に下降している状態を各々示す図である。

【図3】図3は、ヘッド装置の側断面図である。

【図4】図4は、シリンダチップの断面図である。

10

【図5】図5は、シリンダチップの分解斜視図である。

【図6】図6（A）～（E）は、前記シリンダチップによる細胞凝集塊の吸引及び吐出動作を示す模式図である。

【図7】図7は、ヘッド及びその近傍の断面図である。

【図8】図8は、ヘッドの分解斜視図である。

【図9】図9は、ヘッドにおいて吐出ロッドが上昇している状態を示す斜視図である。

【図10】図10は、図9の状態のヘッドの要部断面図である。

【図11】図11は、ヘッドにおいて吐出ロッドが下降している状態を示す斜視図である。

【図12】図12は、図11の状態のヘッドの要部断面図である。

20

【図13】図13は、第1筒状ロッドが下降し、シリンダチップが取り外される状態を示す断面図である。

【図14】図14は、ヘッド装置の制御構成を示すブロック図である。

【図15】図15は、上記ヘッド装置が適用される、細胞移動装置の斜視図である。

【図16】図16は、ヘッドユニットの斜視図である。

【図17】図17は、前記細胞移動装置における、細胞移動ラインの構成要素を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明に係るシリンダチップ装着用ヘッド及び該ヘッドを用いたヘッド装置の実施形態を、図面に基づいて詳細に説明する。

30

【0012】

この実施形態においては、シリンダチップによる吸引及び吐出の対象物が生体由来の細胞、特に細胞凝集塊である場合について説明する。なお、対象物は細胞凝集塊に限られるものではなく、小型の電子部品や機械部品、有機又は無機の破碎片や粒子、ペレット等であっても良い。

【0013】

図1は、本発明の実施形態に係るヘッド装置1の外観を、ユニットフレーム20に組み付けられた状態で示す斜視図である。図2（A）及び図2（B）は、ヘッド装置1の単体の斜視図、図3は、ヘッド装置1の側断面図である。ヘッド装置1は、シリンダチップ70が装着されるヘッド10と、ヘッド10を保持する第1フレーム21（フレーム部材）と、第1フレーム21が取り付けられ上下方向（Z方向）に移動する第2フレーム22と、第1フレーム21に搭載されヘッド10を駆動する第1モータ31（モータ）と、第2フレーム22をZ方向に移動させるボールねじ装置3Aとを備えている。このようなヘッド装置1の複数がユニットフレーム20に組み付けられることで、ヘッドユニットが構成される。

40

【0014】

ヘッド10は、その下端にシリンダチップ70が取り付けられ、該シリンダチップ70に対象物の吸引及び吐出動作を行わせる。ヘッド10は、上下方向に移動する軸部材11と、軸部材11（第2ねじ軸12）の下端に取り付けられ軸部材11と一体的に上下方向

50

に移動する第1筒状ロッド13と、第1筒状ロッド13を上下方向に移動可能に収容する不動の第2筒状ロッド14と、第1筒状ロッド13内に収容される吐出ロッド15とを含む。ヘッド10の詳細構造については、図7及び図8に基づき、後記で詳述する。

【0015】

ユニットフレーム20は、YZ方向に延びる保持平面20Sを備えた平板状の金属フレームである。図1では、1個のヘッド装置1が組み付けられている状態を示しているが、本実施形態のユニットフレーム20は、4個のヘッド装置1をY方向に並列に並べて保持することが可能である。保持平面20Sの+Z方向の端部付近（上端付近）には、Y方向に延びるホルダー部201が突設されている。ホルダー部201は、Z方向に当該ホルダー部201を貫通する4個の貫通孔202を備える。この貫通孔202には、次述のねじ軸33の上端軸受け322が嵌め込まれ、且つ、上端軸受け322がビス止めにてホルダー部201に固定される。保持平面20Sの中央から-Z方向の端部付近（下端付近）には、Z方向に延びるガイドレール203が取り付けられている。ガイドレール203は、第1フレーム21のZ方向の移動をガイドするために配置されている。

【0016】

ボールねじ装置3Aは、Z方向に配置された、第2モータ32、カップリング321、上端軸受け322、ねじ軸33及びナット部材34を含む。第2モータ32は、ねじ軸322を軸回りに正回転及び逆回転させる回転駆動力を発生するモータである。カップリング321は、第2モータの出力軸とねじ軸322の上端を連結する部材である。上端軸受け322は、ねじ軸33の上端を回転自在に支持する。上端軸受け322は、筒状部とフランジ部とを備え、前記筒状部が上述の貫通孔202に嵌め込まれ、前記フランジ部がホルダー部201の上面で保持される。ねじ軸33は、Z方向に延び、周面に雄ねじが刻まれている。ナット部材34は、雌ねじを内面に有し、ねじ軸33に螺合されている。ねじ軸33が正回転又は逆回転することで、ナット部材34は上方（+Z）又は下方（-Z）に移動する。

【0017】

第1フレーム21は、第1モータ31を保持する役目、軸部材11の上端側軸受けを保持する役目、及び、第2筒状ロッド14を固定的に保持する役目を果たす。この第1フレーム21の詳細構造については、図7に基づき、後記で詳述する。

【0018】

第2フレーム22は、Z方向に延びる垂直部221と、この垂直部221の上端から-X方向に突出する水平部222とを備えるL字型のフレームである。垂直部221の下端付近には、第1フレーム21が固定されている。水平部222にはZ方向の貫通孔が備えられ、ボールねじ装置3Aのナット部材34が、前記貫通孔に嵌め込まれた状態で水平部222に固定されている。従って、ねじ軸33が回転駆動され、ナット部材34が上方又は下方に移動すると、第2フレーム22及びこれに連結されている第1フレーム21も連動して上方又は下方に移動する。図2（A）は第1、第2フレーム21、22が上昇している状態を、図2（B）は下降している状態を各々示している。

【0019】

水平部222の-X側端面には、ケーブルトレイ23が取り付けられている。ケーブルトレイ23は、第1モータ31の給電ケーブル24を保持している。給電ケーブル24の上端付近は、屈曲保護部材25で保護されている。屈曲保護部材25は上方に向けて凸に湾曲した部分であり、第2フレーム22の上下動に追従して変形する。この屈曲保護部材25の下端付近の垂直部分に対向して、Z軸センサ26が配置されている。Z軸センサ26は、第2フレーム22のZ方向位置、ひいてはヘッド10のZ方向位置を検知するためのセンサである。

【0020】

続いて、本実施形態のヘッド10に装着されるシリンダチップ70について説明する。図4は、シリンダチップ70の断面図、図5は、シリンダチップ70の分解斜視図である。シリンダチップ70は、細胞凝集塊（対象物）の吸引経路となる管状通路71Pを内部

10

20

30

40

50

に備えるシリンジ 7 1 と、管状通路 7 1 P を画定するシリンジ 7 1 の内周壁と摺接しつつ管状通路 7 1 P 内を進退移動するプランジャ 7 2 とを備える。

【0021】

シリンジ 7 1 は、大径の円筒体からなるシリンジ基端部 7 1 1 と、細径で長尺の円筒体からなるシリンジ本体部 7 1 2 と、基端部 7 1 1 と本体部 7 1 2 とを繋ぐテーパ筒部 7 1 3 とを含む。管状通路 7 1 P は、シリンジ本体部 7 1 2 に形成されている。シリンジ本体部 7 1 2 の先端には、吸引口 7 1 T (吐出口でもある) が設けられている。プランジャ 7 2 は、円筒体からなるプランジャ基端部 7 2 1 と、針状のプランジャ本体部 7 2 2 と、基端部 7 2 1 と本体部 7 2 2 とを繋ぐ半球部 7 2 3 とを含む。

【0022】

シリンジ基端部 7 1 1 は、円筒型の中空部 7 1 H を備えている。プランジャ基端部 7 2 1 の外径は、中空部 7 1 H の内径よりも所定長だけ小さく設定されている。プランジャ本体部 7 2 2 の外径は、管状通路 7 1 P の内径よりも僅かに小さく設定されている。また、テーパ筒部 7 1 3 の内周面の形状は、半球部 7 2 3 の外周面の曲面形状に合致している。プランジャ基端部 7 2 1 が中空部 7 1 H 内に収容され、プランジャ本体部 7 2 2 がシリンジ本体部 7 1 2 の管状通路 7 1 P に挿通される態様で、シリンジ 7 1 に対してプランジャ 7 2 が組み付けられている。

【0023】

図 5 では、プランジャ 7 2 がシリンジ 7 1 から抜き出された状態を示しているが、図 4 では、プランジャ本体部 7 2 2 がシリンジ本体部 7 1 2 に最も深く挿通されている状態、つまりプランジャ 7 2 が最も下降した状態を示している。このとき、テーパ筒部 7 1 3 のキャビティに、半球部 7 2 3 が完全に受容された状態となる。プランジャ本体部 7 2 2 の長さは、シリンジ本体部 7 1 2 よりもやや長く、図 4 の状態では、吸引口 7 1 T から先端部 7 2 4 が突出している。また、シリンジ基端部 7 1 1 の内周面とプランジャ基端部 7 2 1 の外周面との間にはギャップが存在している。

【0024】

プランジャ 7 2 は、図 4 の状態から、シリンジ 7 1 に対して +Z 方向 (上方向) へ移動することができる。所定長だけ +Z 方向にプランジャ 7 2 が移動すると、プランジャ本体部 7 2 2 の先端部 7 2 4 は管状通路 7 1 P の内部に没する。この際、吸引口 7 1 T に吸引力を発生させ、該吸引口 7 1 T の周囲の液体 (本実施形態では細胞培養液) を管状通路 7 1 P 内へ吸引することができる。この吸引の後、プランジャ 7 2 を -Z 方向 (下側) へ移動させると、前記管状通路 7 1 P 内へ吸引された液体を吸引口 7 1 T から吐出させることができる。

【0025】

プランジャ基端部 7 2 1 には、+Z 方向の端面に開口を有する、円筒状の中空空間からなる装着孔 7 2 H が備えられている。この装着孔 7 2 H には、後述する吐出ロッド 1 5 のプランジャ装着部 1 5 2 が圧入される。該圧入によって、吐出ロッド 1 5 とプランジャ 7 2 とが一体化される。プランジャ基端部 7 2 1 の +Z 方向端面は、第 1 筒状ロッド 1 3 の -Z 方向端面と対向している。シリンジ基端部 7 1 1 の中空部 7 1 H には、不動の第 2 筒状ロッド 1 4 のシリンジ装着部 1 4 2 が圧入される。

【0026】

続いて、図 6 (A) ~ (E) を参照して、シリンダチップ 7 0 による細胞凝集塊 C の吸引及び吐出動作を説明する。ここでは、シリンダチップ 7 0 にて、第 1 容器 C 1 に貯留されている細胞培養液 L m 1 中に存在する細胞凝集塊 C を吸引し、第 2 容器 C 2 に貯留されている細胞培養液 L m 1 中に当該細胞凝集塊 C を吐出する場合について説明する。

【0027】

シリンダチップ 7 0 による細胞凝集塊 C の吸引乃至吐出動作は、次のステップ 1 ~ 6 からなる。

[ステップ 1] 図 6 (A) に示すように、シリンダチップ 7 0 を吸引対象とする細胞凝集塊 C の真上に移動させる。

10

20

30

40

50

〔ステップ２〕プランジャ７２がシリンジ７１に対して相対的に上方（＋Ｚ方向）に移動しており、プランジャ本体部７２２の先端部７２４がシリンジ本体部７１２内に没入した状態であるときは、図６（Ｂ）に示すように、プランジャ７２を最も下方（－Ｚ方向）に移動させ、先端部７２４を吸引口７１Ｔから突出させる。つまり、シリンジ本体部７１２の管状通路７１Ｐ内に空気が存在しない状態とする。

〔ステップ３〕その後、図６（Ｃ）に示すように、シリンダチップ７０を全体的に下降させ、吸引口７１Ｔを第１容器Ｃ１の細胞培養液Ｌｍ１中に突入させる。このとき、なるべく吸引口７１Ｔを細胞凝集塊Ｃに接近させる。

〔ステップ４〕続いて、図６（Ｄ）に示すように、プランジャ７２を所定高さだけ上方へ移動させる。この動作により、吸引口７１Ｔには吸引力が発生し、細胞凝集塊Ｃと一部の細胞培養液Ｌｍ１とがシリンジ本体部７１２内に吸引される。この状態で、シリンダチップ７０は全体的に上昇され、第２容器Ｃ２の配置位置まで移動される。

〔ステップ５〕そして、図６（Ｅ）に示すように、吸引口７１Ｔが第２容器Ｃ２の細胞培養液Ｌｍ２中に突入するまで、シリンダチップ７０が全体的に下降される。しかる後、所定高さ位置にあるプランジャ７２を、先端部７２４が吸引口７１Ｔから突出するまで下降させる。この下降動作により、細胞凝集塊Ｃは第２容器Ｃ２の細胞培養液Ｌｍ２中に吐出される。

〔ステップ６〕図示は省略しているが、シリンダチップ７０をヘッド１０から離脱させる。これは、一度細胞培養液に浸漬されたシリンダチップ７０は再利用できないケースが多く、新たなシリンダチップ７０をヘッド１０に再装着できるようにするためである。勿論、１回の使用毎にシリンダチップ７０を交換せず、細胞の成分による汚濁で使用に支障が出るまでの複数回（例えば２０～３０回の吸引及び吐出）だけ同一のシリンダチップ７０を使用し、その後に当該シリンダチップ７０をヘッド１０から離脱させるようにしても良い。

【００２８】

以上のシリンダチップ７０を用いたステップ１～６を自動的に実行させる機能を、本実施形態のヘッド装置１（ヘッド１０）は備えている。以下、ヘッド１０の詳細構造について説明する。図７は、ヘッド１０及びその近傍（第１フレーム２１）の断面図、図８は、ヘッド１０の分解斜視図である。

【００２９】

ヘッド１０は、Ｚ方向に配置された、軸部材１１、第１筒状ロッド１３、第２筒状ロッド１４と、吐出ロッド１５、連結片１６、連結ピン１７、コイルバネ１８（弾性部材）及びストッパ１９を備えている。第１フレーム２１は、上下方向（Ｚ方向）に延びる垂直フレーム２１１と、垂直フレーム２１１の上端に組み付けられ－Ｘ方向に突出する保持フレーム２１２と、保持フレーム２１２の上に組み付けられたモータ支持フレーム２１３と、垂直フレーム２１１の下端から－Ｘ方向に突出するロッド保持フレーム２１４とを備えている。

【００３０】

軸部材１１は、外周面に雄ねじが刻まれたねじ軸であって、回転駆動力が与えられる第１ねじ軸１１Ａと、第１ねじ軸１１Ａに螺合される筒状の第２ねじ軸１２とを含む。第２ねじ軸１２は、第１ねじ軸１１Ａの前記雄ねじと係合する雌ねじが刻まれている上端部分１２１と、連結片１６を介して第１筒状ロッド１３が取り付けられる下端部１２２とを備える。第１ねじ軸１１Ａが軸回りに正回転又は逆回転することで、第２ねじ軸１２は下方（－Ｚ方向）又は上方（＋Ｚ方向）に移動する。第１ねじ軸１１Ａの上端部１１１は、軸受け３１１で回転自在に支持されている。また、第１ねじ軸１１Ａの最上端には、入力ギア３１２が取り付けられている。

【００３１】

第１モータ３１は、第１ねじ軸１１Ａを軸回りに正回転又は逆回転させる回転駆動力を発生するモータであり、モータ支持フレーム２１３に搭載されている。第１モータ３１の出力軸と入力ギア３１２との間には、ギアユニット３１３（伝達機構）が介在されている

。前記回転駆動力は、ギアユニット 3 1 3 を通して入力ギア 3 1 2 に伝達され、第 1 ねじ軸 1 1 A を回転させる。軸受け 3 1 1 及びギアユニット 3 1 3 は、保持フレーム 2 1 2 によって保持されている。

【0032】

第 2 ねじ軸 1 2 の下端部 1 2 2 には、スリット 1 2 3 とピン孔 1 2 4 とが備えられている。スリット 1 2 3 は、筒状の周壁の一部を矩形状に切り欠くことにより形成されている。図 8 では、一つのスリット 1 2 3 だけが表れているが、該スリット 1 2 3 と対向する周壁にも同様なスリットが存在する。ピン孔 1 2 4 は、スリット 1 2 3 が形成されていない一对の周壁部分に、スリット 1 2 3 とは周方向に 90 度だけずれた位置に各々穿孔されている。ピン孔 1 2 4 には、第 2 ねじ軸 1 2 と連結片 1 6 とを機械的に連結する連結ピン 1 7 が挿通される。

10

【0033】

第 2 ねじ軸 1 2 の上下方向の中間部付近における周壁には、上下方向に延びる長溝 1 2 5 が形成されている。長溝 1 2 5 には、ガイドねじ 2 1 5 の先端部が嵌り込んでいる。ガイドねじ 2 1 5 は、ロッド保持フレーム 2 1 4 にねじ止めされる部分と、該部分に連設された前記先端部とを含む。上述の通り、第 1 ねじ軸 1 1 A が軸回りに回転すると、第 2 ねじ軸 1 2 が上下方向に移動する。この際、第 2 ねじ軸 1 2 は、長溝 1 2 5 に嵌り込んだガイドねじ 2 1 5 によって、軸回りには回転することなく、その上下方向の移動がガイドされる。長溝 1 2 5 の上下方向の長さは、第 2 ねじ軸 1 2 の移動範囲に相当する。

【0034】

20

連結片 1 6 は、上側に位置するフック部 1 6 1 と、下側に位置するねじ部 1 6 2 とを備える。フック部 1 6 1 はスリット 1 2 3 に収容可能な幅を有し、連結ピン 1 7 を挟持することができる受け溝 1 6 3 を有している。フック部 1 6 1 がスリット 1 2 3 に収容された状態で、連結ピン 1 7 が一对のピン孔 1 2 4 及び受け溝 1 6 3 を貫通することで、第 2 ねじ軸 1 2 の下端部 1 2 2 に連結片 1 6 が連結されることになる。

【0035】

第 1 筒状ロッド 1 3 は、吐出ロッド 1 5 及びコイルバネ 1 8 を収容する筒状空間 1 3 H を内部に備える円筒部材である。筒状空間 1 3 H を区画する内壁の上端付近には、ねじ溝が刻まれている。このねじ溝が連結片 1 6 のねじ部 1 6 2 に螺合されることによって、第 1 筒状ロッド 1 3 が、連結片 1 6 を介して第 2 ねじ軸 1 2 (軸部材 1 1) に接続される。その結果、第 1 筒状ロッド 1 3 は第 2 ねじ軸 1 2 と一体的に上下方向に移動することができる。

30

【0036】

第 1 筒状ロッド 1 3 は、下方から上方に向けて、その外径が 3 段階で拡張する形状を有している。第 1 筒状ロッド 1 3 は、最も下方に位置し最も外径が小さい第 1 筒部 1 3 1 と、第 1 筒部 1 3 1 の上方に連設され該第 1 筒部 1 3 1 よりも大径の第 2 筒部 1 3 2 と、第 2 筒部 1 3 2 の上方に連設され該第 2 筒部 1 3 2 よりも大径の第 3 筒部 1 3 3 とを備えている。第 2 筒部 1 3 2 の周壁には、上下方向に延びる長孔 1 3 4 が形成されている。

【0037】

吐出ロッド 1 5 は、プランジャ 7 2 を上下方向に動作させるための部材であり、第 1 筒状ロッド 1 3 の筒状空間 1 3 H 内に、第 1 筒状ロッド 1 3 に対して上下方向に相対移動可能に収容されている。吐出ロッド 1 5 もまた、下方から上方に向けて、その外径が 3 段階で拡張する形状を有している。吐出ロッド 1 5 は、最も下方に位置し最も小さい第 1 外径を有する第 1 円柱部 1 5 1 と、第 1 円柱部 1 5 1 の上方に連設され前記第 1 外径よりも大きい第 2 外径を有する第 2 円柱部 1 5 3 と、第 2 円柱部 1 5 3 の上方に連設され前記第 2 外径よりも大きい第 3 外径を有する第 3 円柱部 1 5 5 とを備えている。第 1 円柱部 1 5 1 の下端付近は、プランジャ 7 2 のプランジャ基端部 7 2 1 が外嵌されるプランジャ装着部 1 5 2 である。また、第 2 円柱部 1 5 3 の下端付近には、横方向に当該第 2 円柱部 1 5 3 を貫通するストッパ孔 1 5 4 が穿孔されている。

40

【0038】

50

ヘッド 10 の要部断面図を示す図 10 も参照して、第 1 筒状ロッド 13 の第 1 筒部 131 は、前記第 1 外径よりもやや大きい内径を有し、第 1 円柱部 151 を収容する。第 2 筒部 132 は、前記第 2 外径よりもやや大きい内径を有し、第 2 円柱部 153 を収容する。第 3 筒部 133 は、前記第 3 外径よりもやや大きい内径を有し、第 3 円柱部 155 を収容する。上下方向の長さにおいて、第 1 円柱部 151 は第 1 筒部 131 よりも長く、第 2 円柱部 153 は第 2 筒部 132 とほぼ同じである。第 3 円柱部 155 は、第 3 筒部 133 よりも十分短い円板状の部材である。

【0039】

ストッパ孔 154 は、円柱状のピン部材からなるストッパ 19 を挿通させるための孔である。ストッパ孔 154 は、第 1 筒状ロッド 13 に吐出ロッド 15 が収容された状態で、長孔 134 と位置合わせされる。ストッパ 19 は、位置合わせされた長孔 134 及びストッパ孔 154 を貫通するように、第 1 筒状ロッド 13 及び吐出ロッド 15 に対して組み付けられる。ストッパ 19 は、第 2 筒部 132 の外径よりも長い部材である。従って、長孔 134 に挿通された状態において、ストッパ 19 の両端部は第 2 筒部 132 の外周壁から側方に突出する。

【0040】

長孔 134 は、ストッパ 19 の上下方向の相対的な移動を許容する。このことは、ストッパ 19 がストッパ孔 154 に挿通された状態の吐出ロッド 15 の上下方向の移動範囲は、つまり第 1 筒状ロッド 13 に対する吐出ロッド 15 の相対的な移動範囲は、長孔 134 の上下方向の長さの範囲に規制されることを意味する。図 10 では、ストッパ 19 が長孔 134 の下端と接触している状態を示している。この状態では、第 1 円柱部 151 の下端、つまりプランジャ装着部 152 が第 1 筒部 131 から突出する状態となる。

【0041】

コイルバネ 18 は、上下方向に伸長する付勢力を発生するバネであり、第 1 筒状ロッド 13 の筒状空間 13H において、連結片 16 の下端面と第 3 円柱部 155 の上面との間（軸部材 11 と吐出ロッド 15 との間）に介在されている。連結片 16 は第 1 筒状ロッド 13 にねじ止めされているので、コイルバネ 18 は吐出ロッド 15 を下方に押圧する付勢力を発生する。この付勢力により、図 10 に示しているように、第 3 円柱部 155 の下面（吐出ロッド 15 一部）が、第 2 筒部 132 と第 3 筒部 133 との内径差に基づき形成される段差部 13A（第 1 筒状ロッド 13 の一部）に当止される。この付勢力を伴った当止より、吐出ロッド 15 は、第 2 ねじ軸 12（軸部材 11）の上下動に連動する状態となる。なお、ストッパ 19 が第 2 筒状ロッド 14 の係止部 145 と干渉すると、吐出ロッド 15 の上記連動が行われなくなり、コイルバネ 18 は圧縮される。この点については、後記で説明する。

【0042】

第 2 筒状ロッド 14 は、下方から上方に向けて、その外径が 3 段階で拡径する形状を有している。第 2 筒状ロッド 14 は、最も下方に位置し最も外径が小さい第 1 筒部 141 と、第 1 筒部 141 の上方に連設され該第 1 筒部 141 よりも大径の第 2 筒部 143 と、第 2 筒部 143 の上方に連設され該第 2 筒部 143 よりも大径の第 3 筒部 144 とを備えている。第 2 筒状ロッド 14 は、第 1 筒状ロッド 13 を上下方向に移動可能に収容する収容空間 14H を備えている。収容空間 14H の内径は、第 1、第 2、第 3 筒部 141、143、144 の外径に応じて、下方から上方に向けて拡径している。また、第 1 筒部 141 の下端付近は、シリンジ 71 のシリンジ基端部 711 が外嵌されるシリンジ装着部 142 である。

【0043】

第 2 筒状ロッド 14 の上端部分 14T は、ロッド保持フレーム 214 に固定的に保持されている。従って、第 2 筒状ロッド 14 は、第 1 フレーム 21 と一体的に上下動はするが、第 1 フレーム 21 に対しては相対的に移動しない。つまり、第 1 筒状ロッド 13 は第 2 ねじ軸 12 と連動するので、第 1 フレーム 21 に対して相対的に移動するのに対して、第 2 筒状ロッド 14 は不動である。

【0044】

第2筒状ロッド14の内部には、ストッパ19と干渉する係止部145が備えられている。係止部145は、第2筒部143と第3筒部144との境界部分の内面に設けられ、両者の内径差に基づき形成される段差部分である。吐出ロッド15のストッパ孔154に水平方向に挿通されたストッパ19は、第3筒部144の内径よりも短く、第2筒部143の内径よりも長い長さを有する。このため、ストッパ19を備えた吐出ロッド15が所定位置まで下降すると、ストッパ19の両端が係止部145に干渉する。

【0045】

以上の通り構成された装着用ヘッド10は、シリンダチップ70を動作させて、細胞凝集塊の吸引及び吐出を行わせる。すなわち、第2ねじ軸12（軸部材11）の上下方向の移動に吐出ロッド15が連動することによって、吐出ロッド15に装着されたプランジャ72がシリンジ71の管状通路71P内を進退移動し、吸引口71Tからの細胞凝集塊の管状通路71P内への吸引、及び吸引された前記細胞凝集塊の吸引口71Tからの吐出が行われる。この動作を、図9～図12に基づき説明する。

【0046】

図9は、ヘッド10において吐出ロッド15が上昇している状態を示す斜視図、図10は、図9の状態のヘッド10の要部断面図である。図9及び図10の状態は、上述のステップ4における細胞凝集塊の吸引動作が行われている状態（図6（D）参照）に相当する。この吸引動作時には、第2ねじ軸12が上方に移動するように第1ねじ軸11Aが回転駆動される。

【0047】

第2ねじ軸12が上昇すると、連結片16及び連結ピン17によって第2ねじ軸12に連結されている第1筒状ロッド13も一体的に上昇する。また、コイルバネ18の付勢力によって、吐出ロッド15の第3円柱部155の下面が第1筒状ロッド13の段差部13Aに当止した状態であるので、第2ねじ軸12の上昇に吐出ロッド15も連動する。このため、吐出ロッド15のプランジャ装着部152にプランジャ基端部721が嵌め込まれているプランジャ72は、不動の第2筒状ロッド14に装着されているシリンジ71に対して上方に移動する。

【0048】

図9及び図10では、第2ねじ軸12が、その移動可能範囲内において最も上方に移動している状態を示している。この状態では、第2ねじ軸12の長溝125の下端付近にガイドねじ215が位置している。プランジャ72のプランジャ本体部722は、シリンジ本体部712の管状通路71Pから殆ど離脱し、先端部724付近だけが管状通路71Pの上端付近に挿通された状態となっている。これにより、管状通路71P内に細胞凝集塊を吸引することができる。

【0049】

図11は、吐出ロッド15が下降している状態を示す斜視図、図12は、図11の状態のヘッド10の要部断面図である。図11及び図12の状態は、上述のステップ2における細胞凝集塊の吸引動作が行われる直前の状態（図6（B）参照）、及び、ステップ5の細胞凝集塊の吐出動作が行われている状態（図6（E）参照）に各々相当する。これらの動作時には、第2ねじ軸12が下方に移動するように第1ねじ軸11Aが回転駆動される。

【0050】

図9及び図10に示す状態から、第2ねじ軸12が下降すると、第2ねじ軸12に連結されている第1筒状ロッド13も一体的に下降する。また、コイルバネ18の付勢力による、上述の第3円柱部155と段差部13Aとの当止によって、第2ねじ軸12の下降に吐出ロッド15も連動する。このため、吐出ロッド15に装着されているプランジャ72は、シリンジ71内に挿通されるように下方へ移動する。

【0051】

図11及び図12では、第2ねじ軸12が、その移動可能範囲内において最も下方に移

10

20

30

40

50

動している状態を示している。この状態では、第2ねじ軸12の長溝125の上端付近にガイドねじ215が位置している。プランジャ72のプランジャ本体部722は、シリンジ本体部712の管状通路71Pに最も深く挿通され、先端部724が吸引口71Tから突出する状態となっている。これにより、管状通路71P内に空気が存在しない状態、若しくは、管状通路71Pに一旦吸引した細胞凝集塊を吐出する状態を形成することができる。

【0052】

以上は、第2ねじ軸12（軸部材11）の上下方向の移動に吐出ロッド15を連動させることにより、シリンダチップ70に対象物の吸引及び吐出を行わせる動作状態（第1状態という）である。本実施形態のヘッド10は、第2ねじ軸12の上下方向の移動に拘わらず吐出ロッド15を停止させる動作状態（第2状態という）を形成することが可能である。この第2状態は、専らヘッド10からシリンダチップ70を自動的に取り外すために用いられる。以下、この点について説明する。

【0053】

図13は、図12の状態からさらに第1筒状ロッド13が下降し、シリンダチップ70が取り外される状態を示す断面図である。上記の第1状態においては、吐出ロッド15のプランジャ装着部152は第1筒状ロッド13の下端（第1筒部131）から下方に突出しており、第2ねじ軸12の上下方向の移動によって、プランジャ72がシリンジ71の管状通路71P内を進退移動する。一方、前記第2状態においては、ねじ軸12の下方への移動によって、プランジャ装着部152は第1筒状ロッド13の筒状空間13H内に収容される。これにより、プランジャ装着部152に装着されたプランジャ72（プランジャ基端部721）の上端縁が、第1筒状ロッド13の下端131Tに押圧され、プランジャ72が吐出ロッド15から離脱する。このプランジャ72の離脱力に押圧されて、シリンジ71も第2筒状ロッド14から離脱する。

【0054】

上記の動作を詳述する。図12の状態（第1状態）から、ねじ軸12が下方に移動（第2状態への移行）すると、第1筒状ロッド13も一体的に下方へ移動する。これに対し、吐出ロッド15は、ストッパ19が第2筒状ロッド14の係止部145に干渉するので、これ以上は下方へ移動することが出来ない。つまり、第1状態では、コイルバネ18の付勢力によって、吐出ロッド15の第3円柱部155が第1筒状ロッド13の段差部13Aに当止され、ストッパ19が係止部145に干渉しない範囲でヘッド10の動作が行われるので、吐出ロッド15は第2ねじ軸12の上下動に連動する。しかし、第2状態へ至ると、ストッパ19と係止部145との干渉によって、もはや吐出ロッド15は第2ねじ軸12の上下動に連動しなくなる。本実施形態では、コイルバネ18、ストッパ19と係止及び部145が連動機構を構成している。

【0055】

第2状態では、ストッパ19と係止部145との干渉によって、コイルバネ18の付勢力に抗して吐出ロッド15が第1筒状ロッド13に対して相対的に上方へ移動する。つまり、コイルバネ18は圧縮される。この際、ストッパ19は長孔134内を相対的に上方へ移動することとなる。このような移動動作によって、吐出ロッド15のプランジャ装着部152が第1筒状ロッド13の第1筒部131内へ徐々に収容されるようになる。そして、第1筒状ロッド13の下端131Tが、プランジャ基端部721の上縁に突き当たり、プランジャ72を下方へ押し遣るようになる。

【0056】

図13は、第1筒状ロッド13が最下位置まで下降した状態を示している。この状態では、ストッパ19は長孔134の上端に位置し、第1筒部131はプランジャ装着部152を完全に覆い、下端131Tは吐出ロッド15の下端と略面一になっている。従って、この状態に至ると、プランジャ72はプランジャ装着部152から離脱する。

【0057】

さらに、本実施形態では、第1筒状ロッド13が最下位置まで下降したとき、下端13

10

20

30

40

50

1 Tと第2筒状ロッド14の下端もまた略面一になる。つまり、第1筒状ロッド13の筒状空間13H内に収容された状態の吐出ロッド15のプランジャ装着部152の高さ位置と、第2筒状ロッド14のシリンジ装着部142の高さ位置とが略同一となる。このため、プランジャ72が下端131Tに押圧されてプランジャ装着部152から離脱することに伴い、シリンジ71もまた、プランジャ72に押圧されてシリンジ装着部142から離脱する。これは、下端131Tの押圧によりプランジャ72がプランジャ装着部152から徐々に離脱してゆくに伴い、半球部723（図4）がシリンジ71のテーパ筒部713を押圧し、シリンジ71を徐々にシリンジ装着部142から離脱させて行くことによる。このように、本実施形態によれば、プランジャ72及びシリンジ71の双方のヘッド10から取り外しを、第2ねじ軸12の下方向への移動動作によって自動的に行わせることができる。なお、この動作は、上述のステップ6の動作に相当する。

10

【0058】

図14は、ヘッド装置1の制御構成を示すブロック図である。ヘッド装置1は、軸部材11（第2ねじ軸12）の上下方向の移動を制御するため、及び、ヘッド装置1自体のX方向、Y方向及びZ方向の移動を制御するための、軸制御部30（制御部）を備える。軸制御部30は、上述の第1モータ31及び第2モータ32（Z軸モータ；ヘッド10を全体的に上下方向に移動させる機構）と、上掲の図では不図示のX軸モータ302及びY軸モータ301（ヘッド装置1を水平方向に移動させるヘッド移動機構）とを制御する。

【0059】

第1モータ31は、第1ねじ軸11Aを回転させることで第2ねじ軸12を上下動させ、上述の通り、シリンダチップ70による細胞凝集塊（対象物）の吸引及び吐出、さらにはシリンダチップ70のヘッド10からの離脱を行わせる。第2モータ32は、ボールねじ装置3Aを動作させることで、ヘッド10が搭載された第1フレーム21をZ方向に移動させる。X軸モータ302は、ヘッド装置1のX方向への移動をガイドするXガイドフレーム（図略）に搭載され、ヘッド装置1をX方向に移動させる。Y軸モータ301は、ヘッド装置1のY方向への移動をガイドするYガイドフレーム（図略）に搭載され、ヘッド装置1をY方向に移動させる。

20

【0060】

軸制御部30は、第1モータ31の駆動を制御することによって、第2ねじ軸12の上下方向の動作を制御し、これにより細胞凝集塊の吸引及び吐出、さらにはシリンダチップ70の離脱動作を制御する。

30

【0061】

また、軸制御部30は、第2モータ32の駆動を制御することによって、ヘッド10のZ方向における高さ位置を制御する。例えば、上述のステップ3及びステップ5においてシリンダチップ70を全体的に下降させる動作（図6（C）及び図6（E）参照）、及びステップ4の吸引（図6（D））の後にシリンダチップ70を全体的に上昇させる動作の際に、軸制御部30は第2モータ32を制御し、前記下降及び上昇の動作を制御する。

【0062】

さらに、軸制御部30は、X軸モータ302及びY軸モータ301の駆動を制御することによって、ヘッド装置1のX方向及びY方向への移動を制御する。例えば、上述のステップ4からステップ5への移行の際に、ヘッド10（シリンダチップ70）が第1容器C1の上空から第2容器C2の上空に移動するよう、軸制御部30はX軸モータ302及びY軸モータ301を制御し、ヘッド装置1を移動させる。

40

【0063】

以上説明した通り、本実施形態のヘッド10によれば、軸部材11の第2ねじ軸12の上下方向の移動に連動する吐出ロッド15にシリンダチップ70のプランジャ72が嵌め込まれ、不動の第2筒状ロッド14にシリンジ71が嵌め込まれる。吐出ロッド15の上方向への移動によってプランジャ72がシリンジ71に対して相対的に上方へ移動し、シリンジ71の管状通路71P内に対象物としての細胞凝集塊が吸引される。その後、吐出ロッド15の下方向への移動によって、管状通路71P内に吸引された前記対象物は、シ

50

リンダチップ70から吐出される。従って、第2ねじ軸12を上下方向に移動させるだけで、シリンダチップ70内への前記対象物の吸引、及びシリンダチップ70からの前記対象物の吐出を実行させることができる。

【0064】

また、本実施形態のヘッド10によれば、上述の第1状態においては、第2ねじ軸12の上下方向に移動に吐出ロッド15が連動するので、第2ねじ軸12の上下動によって、シリンダチップ70内への前記吸引及び前記吐出を実行させることができる。一方、前記第2状態では、第2ねじ軸12の上下方向に移動に吐出ロッド15は連動せず、第2ねじ軸12が下方に移動すると第1筒状ロッド13だけが下降し、吐出ロッド15は筒状空間13H内に収容される。この際、プランジャ装着部152に装着されたプランジャ72が第1筒状ロッド13の下端131Tに押圧されて離脱する。また、プランジャ72の離脱に伴い、シリンジ71もシリンジ装着部142から離脱させることができる。従って、シリンダチップ70のヘッド10からの取り外しを、第2ねじ軸12の下方方向への移動動作によって自動的に行わせることができる。

【0065】

続いて、本実施形態に係るヘッド10及びヘッド装置1が好適に適用される細胞の移動装置4を例示する。図15は、移動装置4の斜視図、図16は、ヘッド10（ヘッド装置1）が組み込まれたヘッドユニット61の斜視図である。移動装置4は、支持フレーム41、支持フレーム41によって支持される基台42、基台42に組み付けられる細胞移動ライン50、基台42の上方に配置されるヘッドユニット61及び照明ユニット62、及び、基台42の下方に配置される撮像ユニット63を備えている。

【0066】

支持フレーム41は、基礎フレーム411と、一对のサイドフレーム412とを含む。基礎フレーム411は、X方向に長い直方体形状のフレーム組立体であり、矩形の下層フレーム枠411Aと、その上の上層フレーム枠411Bとを含む。上層フレーム枠411Bの上面には、撮像ユニット63をX方向に移動させるためのガイドレール413が備えられている。基台42は、所定の剛性を有し、その一部又は全部が透光性の材料で形成され、上面視において基礎フレーム411と略同じサイズの有する長方形の平板である。

【0067】

基台42の上には、フレーム架台43が立設されている。フレーム架台43は、X方向に延びる平板である上フレーム431及び中フレーム432を備える。上フレーム431の上面には、ヘッドユニット61をX方向に沿って移動させるための上ガイドレール433が組み付けられている。また、中フレーム432の上面には、照明ユニット62をX方向に沿って移動させるための中ガイドレール434が組み付けられている。

【0068】

細胞移動ライン50は、細胞含有液から所望の細胞凝集塊を抽出し、これを所定の容器へ移動させる一連の細胞移動工程の実施に必要なエレメントが、X方向に配列されてなる。細胞移動ライン50は、細胞含有液を貯留する対象物ストック部51、分注チップストック部52、細胞含有液が分注され細胞凝集塊を選別するための細胞選別部53、チップストック部54、チップ撮像部55、選別された細胞凝集塊を受け入れる細胞移載部56、ブラックカバー載置部57及びチップ廃棄部58を備えている。ここでは、細胞選別部53が、図6（A）～（D）に示した第1容器C1に相当する容器であり、細胞移載部56が、図6（E）に示した第2容器C2に相当する容器である。

【0069】

ヘッドユニット61は、ユニット本体611、ヘッド部612、Xスライダ613及びYスライダ614を含む。図16に示すように、ヘッド部612は、上記で説明した複数のヘッド10、第1ノズル615及び第2ノズル616を備えている。本実施形態では、8本のヘッド10がX方向に一行に配列されている例を示している。ヘッド10の本数は任意であり、またX-Y方向にマトリクス状に配列されていても良い。第1ノズル615及び吸盤617付きの第2ノズル616は、上下動が可能にユニット本体31に組み付け

られ、吸引力及び吐出力を発生するピストン機構を内部に備えている。ユニット本体 6 1 1 の内部には、図 1～図 3 に示したボールねじ装置 3 A などの、ヘッド 1 0 を Z 方向に移動させるための機構が内蔵されている。

【0070】

X スライダ 6 1 3 は、上ガイドレール 4 3 3 に対して組み付けられている。上ガイドレール 4 3 3 には、図 1 4 の X 軸モータ 3 0 2 に相当する X 駆動モータ 4 4 1 が付設されている。X 駆動モータ 4 4 1 の動作によって、X スライダ 6 1 3 は上ガイドレール 4 3 3 上を X 方向に移動する。Y スライダ 6 1 4 は、Y 方向の一端（前端）においてユニット本体 6 1 1 を支持している。Y スライダ 6 1 4 は、X スライダ 6 1 3 の上面に配置された Y レール（図 1 5 には現れていない）に対して組み付けられている。前記 Y レールに付設された図略の駆動モータ（図 1 4 の Y 軸モータ 3 0 1 に相当）が動作することで、Y スライダ 6 1 4 及びユニット本体 6 1 1 は Y 方向に移動する。つまり、ヘッド部 6 1 2 は、ユニット本体 6 1 1 が上ガイドレール 4 3 3 及び前記 Y レールに沿って移動することで、X 方向及び Y 方向に移動自在である。従って、ヘッド部 6 1 2 は、基台 4 2 の上方において、細胞移動ライン 5 0 上を所定の移動経路に沿って移動することができる。

【0071】

照明ユニット 6 2 は、専ら細胞選別部 5 3 及び細胞移載部 5 6 を上方から照明するために、基台 4 2 の上方に移動可能に配置されている。前記照明は、細胞選別部 5 3 又は細胞移載部 5 6 に保持されている細胞凝集塊を撮像ユニット 6 3 にて撮像する際に、透過照明として使用される。照明ユニット 6 2 は、照明光を発する照明器 6 2 1、X スライダ 6 2 2 及びホルダー 6 2 3 を含む。X スライダ 6 2 2 は、中ガイドレール 4 3 4 に対して組み付けられている。中ガイドレール 4 3 4 には、照明ユニット駆動モータ 4 4 3 が付設されている。駆動モータ 4 4 3 の動作によって、X スライダ 6 2 2 は中ガイドレール 4 3 4 上を X 方向に移動する。ホルダー 6 2 3 は、照明器 6 2 1 を保持すると共に、図略の駆動装置によって X スライダ 6 2 2 に対して Y 方向に短距離だけ移動可能に組み付けられている。従って、照明器 6 2 1 は、基台 4 2 の上方において、X 方向及び Y 方向に移動可能である。

【0072】

撮像ユニット 6 3 は、細胞選別部 5 3 及び細胞移載部 5 6 に保持されている細胞凝集塊を基台 4 2 の下方から撮像するために、基台 4 2 の下方に移動可能に配置されている。さらに、本実施形態では、撮像ユニット 6 3 は、チップ撮像部 5 5 においてシリンダチップ 7 0 のヘッド 1 0 への装着状態を観察するためにも用いられる。撮像ユニット 6 3 は、カメラ 6 3 1、落射照明器 6 3 2、X スライダ 6 3 3 及びホルダー 6 3 4 を含む。

【0073】

カメラ 6 3 1 は、CCD イメージセンサと、該 CCD イメージセンサの受光面に光像を結像させる光学系とを含む。落射照明器 6 3 2 は、カメラ 6 3 1 の撮像対象物が光の透過体でない場合や蛍光染色されている場合等に用いられる光源である。X スライダ 6 3 3 は、支持フレーム 4 1 のガイドレール 4 1 3 に対して組み付けられている。ガイドレール 4 1 3 には、撮像ユニット駆動モータ 4 4 4 が付設されている。駆動モータ 4 4 4 の動作によって、X スライダ 6 3 3 はガイドレール 4 1 3 上を X 方向に移動する。ホルダー 6 3 4 は、カメラ 6 3 1 及び落射照明器 6 3 2 を保持すると共に、図略の駆動装置によって X スライダ 6 3 3 に対して Y 方向に短距離だけ移動可能に組み付けられている。従って、カメラ 6 3 1 は、基台 4 2 の下方において、X 方向及び Y 方向に移動可能である。

【0074】

図 1 7 は、基台 4 2 の図示を省き、細胞移動ライン 5 0 の構成要素を抜き出して示す斜視図である。図 1 7 には、上述のヘッドユニット 6 1、照明ユニット 6 2 及び撮像ユニット 6 3 の配置位置も模式的に付記している。細胞移動ライン 5 0 は、X 方向の上流側（図 1 7 の左端側）から順に、分注チップストック部 5 2、対象物ストック部 5 1、チップストック部 5 4、チップ撮像部 5 5、細胞選別部 5 3、ブラックカバー載置部 5 7、細胞移載部 5 6 及びチップ廃棄部 5 8 が一列に配列されてなる。これらの各部は、位置決め部材

10

20

30

40

50

4 2 Sによって、基台4 2上の位置が定められている。ここに示した細胞移動ライン5 0の配列は一例であり、作業効率等を考慮して各部の配置位置を適宜設定することができる。例えば、ブラックカバー載置部5 7を、細胞選別部5 3、細胞移載部5 6の前方側（+Y）又は後方側（-Y）に配置しても良い。

【0075】

対象物ストック部5 1は、分注元となる、多量の細胞凝集塊（対象物）が分散された細胞培養液（液体）を貯留する部位である。対象物ストック部5 1は、基台4 2上の所定位置に配置されたボックス5 1 1と、このボックス5 1 1で保持されたチューブ5 1 2と、ボックス5 1 1上に載置された蓋部材5 1 3とを備える。チューブ5 1 2は、上面が開いた円筒状容器であり、細胞凝集塊や夾雑物を含む細胞培養液を貯留する。蓋部材5 1 3は、チューブ5 1 2の開口を塞ぐための部材である。

10

【0076】

分注チップストック部5 2は、複数の分注チップ8 0を保管する部位である。分注チップ8 0は、細長いチューブ状の部材であり、第1ノズル6 1 5に嵌め込まれる上端部と、細胞培養液を吸引及び吐出する開口を端縁に備えた下端部とを備える。分注チップ8 0は、第1ノズル6 1 5に対して装着及び取り外しが可能である。分注チップ8 0は、第1ノズル6 1 5から吸引力が与えられることで、細胞培養液を吸引する一方、前記吐出力を与えられることで吸引した細胞培養液を吐出する。分注チップストック部5 2は、立設状態でマトリクス状に整列された分注チップ8 0を保持する保持ボックス5 2 1と、ボックス蓋部材5 2 3とを備えている。保持ボックス5 2 1の内部には、分注チップ8 0を整列保持するためのホルダー部材5 2 2が配置されている。

20

【0077】

細胞選別部5 3は、各種サイズの細胞凝集塊や夾雑物を含む細胞培養液から、所望のサイズの細胞凝集塊を選別するための部位である。細胞選別部5 3は、ディッシュ6 4、保持テーブル5 3 1及びテーブル蓋部材5 3 2を含む。ディッシュ6 4は、分注チップ8 0によって細胞凝集塊を含む細胞培養液が分注され、該細胞培養液を貯留することができる上面開口の容器である。保持テーブル5 3 1は、ディッシュ6 4を位置決めして保持する。テーブル蓋部材5 3 2は、ディッシュ6 4及び保持テーブル5 3 1の上面を覆い隠すための蓋部材である。

【0078】

30

ディッシュ6 4は、上面側に細胞凝集塊を担持するための複数の凹部を備えたウェルプレートを含む。前記凹部の底部には貫通孔が設けられており、抽出対象となる細胞凝集塊は前記凹部で保持され、夾雑物等は前記貫通孔から落下する。このように細胞凝集塊と夾雑物との選別が行われるので、前記ウェルプレート上には細胞凝集塊だけが残存ようになる。前記凹部に担持された状態の細胞凝集塊の画像が、照明ユニット6 2の点灯下でカメラ6 3 1にて撮像される。これにより、吸引すべき細胞凝集塊の位置が特定される。

【0079】

チップストック部5 4は、上述したシリンダチップ7 0の多数個を保持する部位である。シリンダチップ7 0は、ヘッド1 0に対して装着及び取り外しが可能である。シリンダチップ7 0は、上述のウェルプレートの凹部に担持された細胞凝集塊を吸引し、ヘッドユニット6 1の移動に伴い該細胞凝集塊を運搬し、これを細胞移載部5 6へ吐出する機能を果たす。

40

【0080】

チップストック部5 4は、保持ボックス5 4 1と、ボックス蓋部材5 4 3とを備えている。保持ボックス5 4 1は、立設状態でマトリクス状に整列されたシリンダチップ7 0を保持する。保持ボックス5 4 1の内部には、シリンダチップ7 0を整列保持するためのホルダー部材5 4 2が配置されている。シリンダチップ7 0は、その上端部分が保持ボックス5 4 1の上端面から上方に突出した状態で、保持ボックス5 4 1に保持されている。つまり、Z方向に移動するヘッド1 0に対して装着が容易に行い得る状態で、シリンダチップ7 0は、保持ボックス5 4 1に保持されている。ボックス蓋部材5 4 3は、保持ボック

50

ス 5 4 1 の上端面の上に被せられ、シリンダチップ 7 0 を覆い隠すための蓋部材である。

【0081】

チップ撮像部 5 5 は、ヘッド 1 0 に装着されたシリンダチップ 7 0 の画像が撮像される位置を提供するピットである。前記撮像は、撮像ユニット 6 3 によって行われる。前記撮像が行われる際、撮像ユニット 6 3 のカメラ 6 3 1 は、チップ撮像部 5 5 の直下に移動され、落射照明器 6 3 2 の照明下において、各シリンダチップ 7 0 の画像を撮像する。シリンダチップ 7 0 の画像並びに撮像時における焦点位置情報に基づき、シリンダチップ 7 0 の吸引口 7 1 T の X Y Z 座標位置が求められる。当該座標位置と、予め定められた基準位置との差分から補正值が導出される。当該補正值は、ヘッド 1 0 の移動制御の際の補正值として利用される。なお、落射照明器 6 3 2 に代えて、チップ撮像部 5 5 自体に L E D 照明具のような照明器具を装備させ、該照明器具の照明下で前記撮像を行うようにしても良い。

10

【0082】

細胞移載部 5 6 は、細胞移動ライン 5 0 において X 方向の下流側端部付近に配置され、細胞選別部 5 3 のディッシュ 6 4 から吸引された細胞凝集塊の移動先となる部位である。細胞移載部 5 6 は、マイクロプレート 6 5、保持テーブル 5 6 1 及びテーブル蓋部材 5 6 2 を含む。なお、マイクロプレート 6 5 に代えて、ディッシュ 6 4 と同様な容器を細胞移載部 5 6 に具備させても良い。

【0083】

マイクロプレート 6 5 は、上面が開口した多数の小さなウェル 6 6 が、マトリクス状に配列されたプレートである。マイクロプレート 6 5 は、透光性の部材、例えば透明プラスチックで形成されている。一般に、1 のウェル 6 6 には、1 の細胞凝集塊が収容される。従って、各ウェル 6 6 に収容された状態の細胞凝集塊を、カメラ 6 3 1 によって撮像することができる。また、ウェル 6 6 の配列ピッチは、一列に並んだヘッド 1 0 に装着されたシリンダチップ 7 0 群の配列ピッチと略同一に設定されている。これにより、一群のシリンダチップ 7 0 から同時にウェル 6 6 に細胞凝集塊を吐出させることが可能である。なお、1 のウェル 6 6 に、指定個数の細胞凝集塊を収容させたり、指定量（総体積又は総面積）の細胞凝集塊を収容させたりすることもできる。保持テーブル 5 6 1 は、マイクロプレート 6 5 を位置決めして保持する。テーブル蓋部材 5 6 2 は、マイクロプレート 6 5 及び保持テーブル 5 6 1 の上面を覆い隠すための蓋部材である。

20

30

【0084】

ブラックカバー載置部 5 7 は、細胞移載部 5 6 に被せられる第 1 ブラックカバー 5 7 1 と、細胞選別部 5 3 に被せられる第 2 ブラックカバー 5 7 2 とが載置される部位である。第 1、第 2 ブラックカバー 5 7 1、5 7 2 は、遮光された状態で、ディッシュ 6 4 又はマイクロプレート 6 5 に担持された細胞凝集塊を撮像する際に用いられる遮光体である。例えば、細胞培養液に蛍光剤を添加し、細胞凝集塊を蛍光観察する際に、第 1、第 2 ブラックカバー 5 7 1、5 7 2 は、保持テーブル 5 3 1、5 6 1 を覆い隠すように被せられる。

【0085】

チップ廃棄部 5 8 は、細胞移動ライン 5 0 において X 方向の最も下流側端部に配置され、上述の吸引及び吐出動作を終えた使用後のシリンダチップ 7 0 及び分注チップ 8 0 が廃棄される部位である。チップ廃棄部 5 8 は、使用後のシリンダチップ 7 0 及び分注チップ 8 0 を収容するための回収ボックス 5 8 1 を含む。前記廃棄の際、シリンダチップ 7 0 又は分注チップ 8 0 を装備したヘッドユニット 6 1 が回収ボックス 5 8 1 の開口部 5 8 2 上に移動され、シリンダチップ 7 0 又は分注チップ 8 0 のヘッド部 6 1 2 からの取り外し動作が実行される。この取り外し動作により、シリンダチップ 7 0 又は分注チップ 8 0 は、開口部 5 8 2 を通して回収ボックス 5 8 1 に落下する。

40

【0086】

上記の通り構成された移動装置 4 は、図 1 4 の軸制御部 3 0 に相当する制御部（移動装置 4 に接続されたパーソナルコンピュータ等）によって、その動作が制御される。前記制御部は、大別して分注動作と、本実施形態に係るヘッド 1 0 を用いた細胞移動動作とを移

50

動装置 4 に実行させる。まず、前記分注動作において、前記制御部は、順次、

〔制御 1〕ヘッドユニット 6 1 を分注チップストック部 5 2 上に移動させ、第 1 ノズル 6 1 5 に分注チップ 8 0 を装着させる制御、

〔制御 2〕ヘッドユニット 6 1 を対象物ストック部 5 1 上に移動させ、チューブ 5 1 2 に貯留された、細胞凝集塊を含む細胞培養液を所定の分注量だけ分注チップ 8 0 内に吸引させる制御、

〔制御 3〕ヘッドユニット 6 1 を細胞選別部 5 3 上に移動させ、分注チップ 8 0 内の前記細胞培養液をディッシュ 6 4 に吐出させる制御、及び、

〔制御 4〕ヘッドユニット 6 1 をチップ廃棄部 5 8 上に移動させ、使用済みの分注チップ 8 0 を第 1 ノズル 6 1 5 から取り外し、回収ボックス 5 8 1 内に廃棄させる制御、
を移動装置 4 に実行させる。

10

【0087】

前記細胞移動動作において、前記制御部は、順次、

〔制御 5〕ヘッドユニット 6 1 をチップストック部 5 4 上に移動させ、ヘッド 1 0 にシリンダチップ 7 0 を装着させる制御、

〔制御 6〕ヘッドユニット 6 1 を細胞選別部 5 3 上に移動させ、ディッシュ 6 4 に貯留された細胞凝集塊をシリンダチップ 7 0 内に吸引させる制御、

〔制御 7〕ヘッドユニット 6 1 を細胞移載部 5 6 上に移動させ、シリンダチップ 7 0 内の細胞凝集塊をマイクロプレート 6 5 に吐出させる制御、及び、

〔制御 8〕ヘッドユニット 6 1 をチップ廃棄部 5 8 上に移動させ、使用済みのシリンダチップ 7 0 をヘッド 1 0 から取り外し、回収ボックス 5 8 1 内に廃棄させる制御、
を移動装置 4 に実行させる。

20

【0088】

上記制御 5 は、先に説明した図 6 (A) のステップ 1 の前に行われる制御である。本実施形態の移動装置 4 では、ヘッド 1 0 にシリンダチップ 7 0 を装着させる動作も自動化されている。ヘッドユニット 6 1 がチップストック部 5 4 上に移動された後、1 のシリンダチップ 7 0 に対して位置合わせられた 1 のヘッド 1 0 が降下される。このとき、図 4 に示しているように、吐出ロッド 1 5 の下端面と第 2 筒状ロッド 1 4 の下端面とは略面一に設定される一方で、これら下端面に対して第 1 筒状ロッド 1 3 の下端面は上方に没入した状態とされる。その没入長さは、吐出ロッド 1 5 のプランジャ装着部 1 5 2 が露出する長さ（装着孔 7 2 H の深さ）である。この状態のヘッド 1 0 が下降することで、プランジャ装着部 1 5 2 はプランジャ基端部 7 2 1 の装着孔 7 2 H に圧入され、また、第 2 筒状ロッド 1 4 のシリンジ装着部 1 4 2 はシリンジ基端部 7 1 1 の中空部 7 1 H に圧入される。これにより、シリンダチップ 7 0 のヘッド 1 0 への装着が完了する。

30

【0089】

この装着の後、ヘッドユニット 6 1 はチップ撮像部 5 5 へ移動され、ヘッド 1 0 に装着されたシリンダチップ 7 0 の撮像が行われる。該撮像によって、各シリンダチップ 7 0 のヘッド 1 0 への装着状態が検知され、シリンダチップ 7 0 の吸引口 7 1 T の X Y Z 座標位置（ヘッド 1 0 の先端の X Y Z 座標に対する補正值）が求められる。

【0090】

上記制御 6 は、図 6 (A) ～図 6 (D) に示すステップ 1 ～ 4 の動作を行わせるための制御である。細胞凝集塊をシリンダチップ 7 0 内に吸引させる動作は、吐出ロッド 1 5 が下降している状態（図 1 2）から、軸部材 1 1 の駆動によって上昇状態（図 1 0）に移動されることによって実現される。この点は、先に説明した通りである。

40

【0091】

上記制御 7 は、図 6 (E) に示すステップ 5 の動作を行わせるための制御である。シリンダチップ 7 0 内の細胞凝集塊をマイクロプレート 6 5 に吐出させる動作は、上記制御 6 とは逆に、上昇状態の吐出ロッド 1 5（図 1 0）を、軸部材 1 1 の駆動によって下降状態（図 1 2）とすることにより実現される。

【0092】

50

上記制御 8 は、上述したステップ 6 の動作を行わせるための制御である。使用済みのシリンダチップ 70 をヘッド 10 から取り外す動作は、先に図 13 に基づき説明した通り、第 1 筒状ロッド 13 を最下位置まで下降させることによって実現される。

【0093】

以上説明した移動装置 4 によれば、本発明の実施形態に係るヘッド 10（ヘッド装置 1）を適用することで、シリンダチップ 70 のヘッド 10 への装着、シリンダチップ 70 によるディッシュ 64（第 1 容器 C1）からの細胞凝集塊の吸引、当該細胞凝集塊のマイクロプレート 65（第 2 容器 C2）への吐出、及び、チップ廃棄部 58 へのシリンダチップ 70 の廃棄までの一連の作業を、上記制御部による制御下で自動化することができる。従って、細胞凝集塊の移動作業効率を格段に高めることができる。

10

【0094】

なお、上述した具体的実施形態には以下の構成を有する発明が主に含まれている。

【0095】

本発明の一の局面に係るヘッド装置は、対象物の吸引、及び吸引された前記対象物の吐出を行う吸引口を有するチップが装着されるチップ装着部と、上下方向への移動によって前記吸引口に吸引力又は吐出力を発生させる軸部材と、を備えたヘッドと、前記軸部材を上下方向へ移動させる駆動力を発生する第 1 モータと、前記ヘッド及び前記第 1 モータを保持するフレーム部材と、前記フレーム部材を上下方向へ移動させる駆動力を発生する第 2 モータと、前記第 1 モータの駆動を制御することによって前記軸部材の上下方向の移動を制御すると共に、前記第 2 モータの駆動を制御することによって前記ヘッドの高さ位置を制御する制御部と、を備える。

20

【0096】

上記のヘッド装置において、前記チップは、対象物の吸引経路となる管状通路を内部に備えるシリンジを含むシリンダチップであり、前記ヘッドは、前記軸部材の下端に取り付けられ、前記軸部材と一体的に上下方向に移動する第 1 筒状ロッドと、前記第 1 筒状ロッドを上下方向に移動可能に収容する収容空間と、前記チップ装着部として前記シリンジの基端部が嵌め込まれるシリンジ装着部と、を備えた不動の第 2 筒状ロッドと、を備え、前記軸部材の上下方向の移動に前記第 1 筒状ロッドが連動することによって、前記対象物の管状通路内への吸引、及び吸引された前記対象物の吐出が行われることが望ましい。

【0097】

上記のヘッド装置において、前記チップは、対象物の吸引経路となる管状通路を内部に備えるシリンジと、前記管状通路内を進退移動するプランジャとを含むシリンダチップであり、前記ヘッドは、前記軸部材の下端に取り付けられ、前記軸部材と一体的に上下方向に移動し、内部に筒状空間を備えた第 1 筒状ロッドと、前記第 1 筒状ロッドを上下方向に移動可能に収容する収容空間と、前記チップ装着部として前記シリンジの基端部が嵌め込まれるシリンジ装着部と、を備えた不動の第 2 筒状ロッドと、前記第 1 筒状ロッドの前記筒状空間内に収容され、下端に前記プランジャの基端部が嵌め込まれるプランジャ装着部を備えた吐出ロッドと、を備え、前記軸部材の上下方向の移動に前記吐出ロッドが連動することによって、前記吐出ロッドに装着された前記プランジャが前記シリンジの前記管状通路内を進退移動し、前記対象物の管状通路内への吸引、及び吸引された前記対象物の吐出が行われることが望ましい。

30

40

【0098】

本発明の他の局面に係るシリンダチップ装着用ヘッドは、対象物の吸引経路となる管状通路を内部に備えるシリンジと、前記管状通路内を進退移動するプランジャとを含むシリンダチップが装着されるヘッドであって、上下方向に移動する軸部材と、前記軸部材の下端に取り付けられ、前記軸部材と一体的に上下方向に移動し、内部に筒状空間を備えた第 1 筒状ロッドと、前記第 1 筒状ロッドを上下方向に移動可能に収容する収容空間を有し、下端に前記シリンジの基端部が嵌め込まれるシリンジ装着部を備えた不動の第 2 筒状ロッドと、前記第 1 筒状ロッドの前記筒状空間内に収容され、下端に前記プランジャの基端部が嵌め込まれるプランジャ装着部を備えた吐出ロッドと、を備え、前記軸部材の上下方向

50

の移動に前記吐出ロッドが連動することによって、前記吐出ロッドに装着された前記プランジャが前記シリンジの前記管状通路内を進退移動し、前記対象物の管状通路内への吸引、及び吸引された前記対象物の吐出が行われる。

【0099】

上記のヘッドによれば、軸部材の上下方向の移動に連動する吐出ロッドにプランジャの基端部が嵌め込まれ、不動の第2筒状ロッドにシリンジの基端部が嵌め込まれる。前記吐出ロッドの上方向への移動によって前記プランジャが前記シリンジに対して相対的に上方へ移動し、シリンダチップ内（前記管状通路内）に前記対象物が吸引される。その後、前記吐出ロッドの下方向への移動によって、前記管状通路内に吸引された前記対象物は、シリンダチップから吐出される。従って、軸部材を上下方向に移動させるだけで、シリンダチップ内への前記対象物の吸引、及びシリンダチップからの前記対象物の吐出を実行させることができる。

10

【0100】

上記のシリンダチップ装着用ヘッドにおいて、前記吐出ロッドは、前記筒状空間内に、前記第1筒状ロッドに対して相対移動可能に収容され、前記軸部材の上下方向の移動に前記吐出ロッドを連動させる第1状態と、前記の上下方向の移動に拘わらず前記吐出ロッドを停止させる第2状態とを形成するための連動機構をさらに備え、前記第1状態において、前記吐出ロッドの前記プランジャ装着部は前記第1筒状ロッドの下端から下方に突出し、前記軸部材の上下方向の移動によって、前記プランジャが前記管状通路内を進退移動し、前記第2状態において、前記軸部材の下方向への移動によって、前記吐出ロッドの前記プランジャ装着部は前記第1筒状ロッドの前記筒状空間内に収容され、前記プランジャ装着部に装着された前記プランジャが前記第1筒状ロッドの下端に押圧されて離脱することが望ましい。

20

【0101】

上記のヘッドによれば、前記第1状態においては、軸部材の上下方向に移動に吐出ロッドが連動するので、軸部材の上下動によって、シリンダチップ内への前記対象物の吸引、及びシリンダチップからの前記対象物の吐出を実行させることができる。一方、前記第2状態では、軸部材の上下方向に移動に吐出ロッドは連動せず、軸部材が下方に移動すると第1筒状ロッドだけが下降し、前記吐出ロッドは前記筒状空間内に収容される。この際、プランジャ装着部に装着された前記プランジャが前記第1筒状ロッドの下端に押圧されて離脱する。従って、前記プランジャのプランジャ装着部からの取り外しを、軸部材の下方向への移動動作によって自動的に行わせることができる。

30

【0102】

上記のシリンダチップ装着用ヘッドにおいて、前記連動機構は、前記筒状空間内において前記軸部材と前記吐出ロッドとの間に介在され、付勢力を発生する弾性部材と、前記吐出ロッドに備えられたストッパと、前記第2筒状ロッドに備えられ、前記ストッパと干渉する係止部と、を含み、前記第1状態において、前記付勢力によって前記吐出ロッドの一部が前記第1筒状ロッドの一部に当止することで、前記吐出ロッドは前記軸部材に連動する状態となり、前記第2状態において、前記ストッパと前記係止部との干渉によって、前記付勢力に抗して前記吐出ロッドが上方へ相対移動することで、前記プランジャ装着部が前記筒状空間内に収容される構成とすることができる。

40

【0103】

上記のヘッドによれば、前記弾性部材、前記ストッパ及び前記係止部による簡易な構成によって、前記第1状態では吐出ロッドが軸部材の上下動に連動し、前記第2状態では吐出ロッドが軸部材の上下動に連動せずに前記筒状空間内に収容される機構を実現することができる。

【0104】

上記のシリンダチップ装着用ヘッドにおいて、前記吐出ロッドは、前記プランジャ装着部を有し、第1外径を有する第1円柱部と、前記第1円柱部の上方に連設され、前記第1外径よりも大きい第2外径を有し、前記ストッパが形成される第2円柱部と、前記第2円

50

柱部の上方に連設され、前記第2外径よりも大きい第3外径を有する第3円柱部と、を含み、前記第1筒状ロッドは、前記第1外径よりもやや大きい内径を有し、前記第1円柱部を収容する第1筒部と、前記第1筒部の上方に連設され、前記第2外径よりもやや大きい内径を有し、前記第2円柱部を収容する第2筒部と、前記第2筒部の上方に連設され、前記第3外径よりもやや大きい内径を有し、前記第3円柱部を収容する第3筒部と、前記第2筒部の周壁に形成され、前記ストッパの相対移動を許容する上下方向に延びる長孔と、を含み、前記弾性部材は、前記軸部材の下端面と前記第3円柱部の上面との間に配置されるコイルバネであり、前記第1状態において、前記第3円柱部が、前記第2筒部と前記第3筒部との径差に基づく段差に当止され、前記第2状態において、前記ストッパが前記長孔内を相対移動しつつ、前記第1筒部の下端面が前記プランジャの基端部を押圧する構成とすることができる。

10

【0105】

上記のヘッドによれば、前記第1状態及び第2状態を、シンプルな形状の吐出ロッド及び第1筒状ロッドによって容易且つ確実に実現することができる。

【0106】

上記のシリンダチップ装着用ヘッドにおいて、前記第2状態において、前記第1筒状ロッドの前記筒状空間内に収容された状態の前記吐出ロッドの前記プランジャ装着部の高さ位置と、前記第2筒状ロッドの前記シリンジ装着部の高さ位置とが略同一であり、前記プランジャ装着部に装着された前記プランジャが前記第1筒状ロッドの下端に押圧されて離脱することに伴い、前記シリンジ装着部に装着された前記シリンジが前記プランジャに押圧されて離脱することが望ましい。

20

【0107】

上記のヘッドによれば、前記吐出ロッドの前記プランジャ装着部の高さ位置と、前記第2筒状ロッドの前記シリンジ装着部の高さ位置とが略同一とされる。このため、前記プランジャが前記プランジャ装着部から離脱されると、前記シリンジも前記プランジャに押圧されて前記シリンジ装着部から離脱する。従って、プランジャ及びシリンジの双方の取り外しを、軸部材の下方方向への移動動作によって自動的に行わせることができる。

【0108】

上記のシリンダチップ装着用ヘッドにおいて、前記軸部材は、ねじ軸であって、回転駆動力が与えられる第1ねじ軸と、前記第1ねじ軸に螺合される上端部と前記第1筒状ロッド

30

【0109】

このヘッドによれば、軸部材の上下動を、第1ねじ軸の軸回りの回転による第2ねじ軸の上下動によって実現することができ、軸部材の駆動系を簡素化することができる。

【0110】

本発明の他の局面に係るヘッド装置は、上記のシリンダチップ装着用ヘッドと、前記回転駆動力を発生するモータと、前記回転駆動力を前記軸部材に伝達する伝達機構と、前記モータ、前記伝達機構及び前記第2筒状ロッドを保持するフレーム部材と、前記モータの駆動を制御することによって、前記軸部材の上下方向の移動を制御する制御部と、を備える。

40

【0111】

本発明のさらに他の局面に係る移動装置は、前記シリンダチップ装着用ヘッドを全体的に上下方向に移動させる機構を備えた上記のヘッド装置と、対象物を貯留する第1容器と、前記対象物を受け入れる第2容器と、前記ヘッド装置を前記第1容器と前記第2容器との間において水平方向に移動させるヘッド移動機構と、を備える。

【0112】

以上説明した本発明によれば、シリンダチップを用いた対象物の吸引、前記吸引した対象物の吐出、さらにはヘッドへのシリンダチップの取り付け及び取り外しを自動化することができる。従って、シリンジとプランジャとを含むシリンダチップを用いた対象物の移動作業の作業効率を、格段に向上させることができる。

50

【符号の説明】

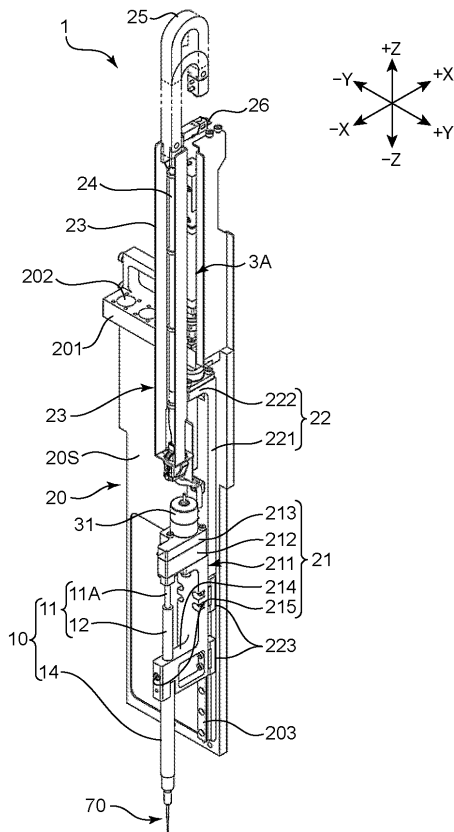
【0113】

- 1 ヘッド装置
- 10 ヘッド
- 11 軸部材
- 13 第1筒状ロッド
- 13H 筒状空間
- 14 第2筒状ロッド
- 14H 収容空間
- 142 チップ装着部
- 21 第1フレーム（フレーム部材）
- 30 軸制御部（制御部）
- 31 第1モータ
- 32 第2モータ
- 70 シリンダチップ
- 71 シリンジ
- 71T 吸引口
- 71P 管状通路
- 72 プランジャ

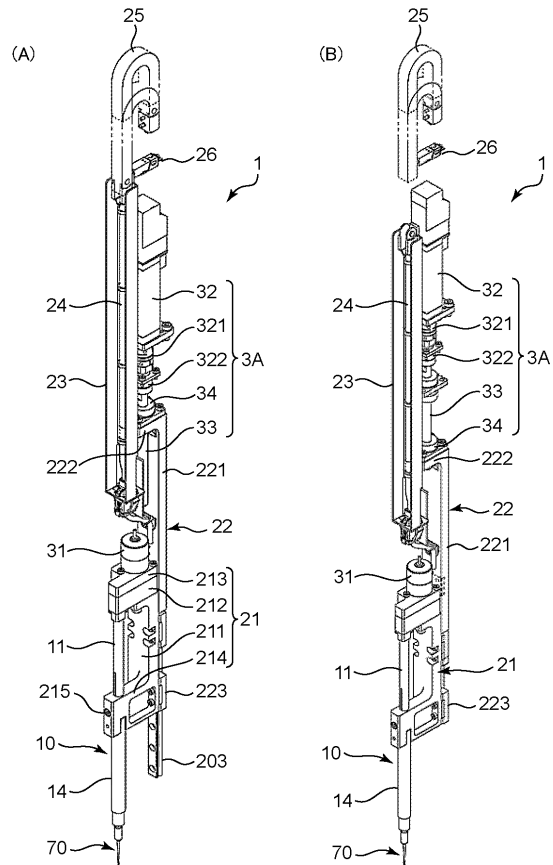
10

20

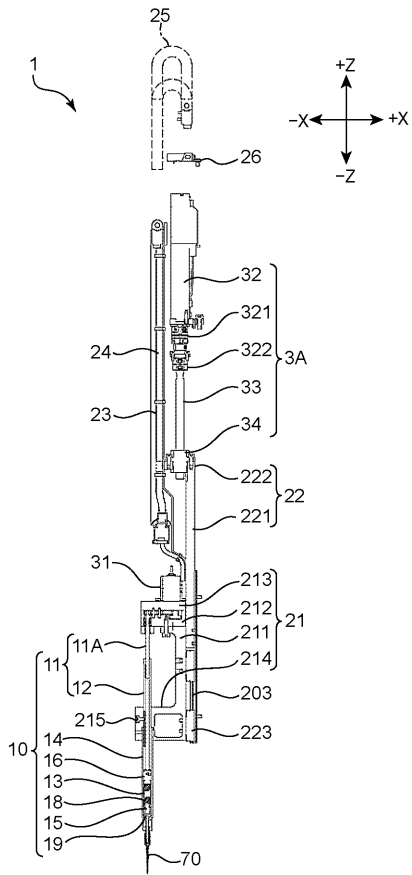
【図1】



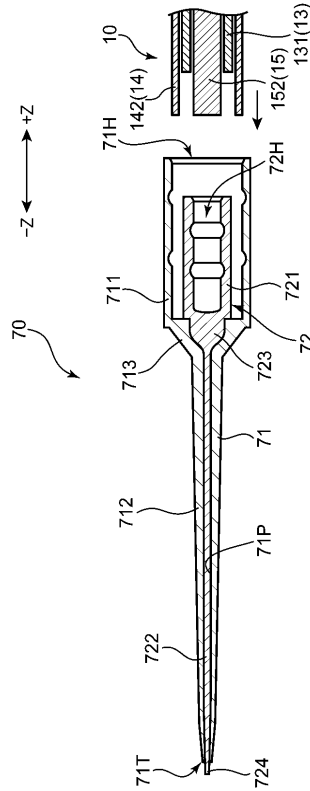
【図2】



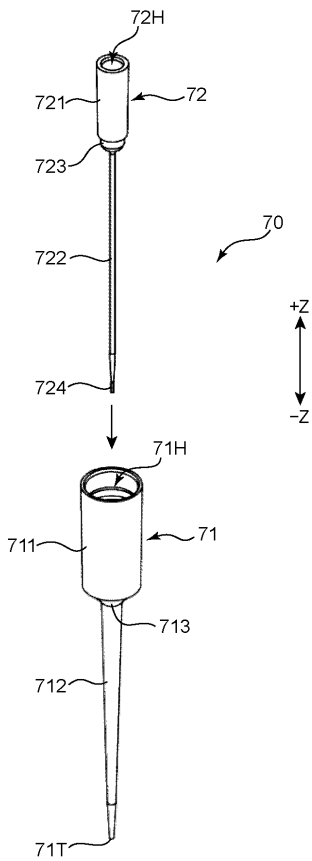
【図 3】



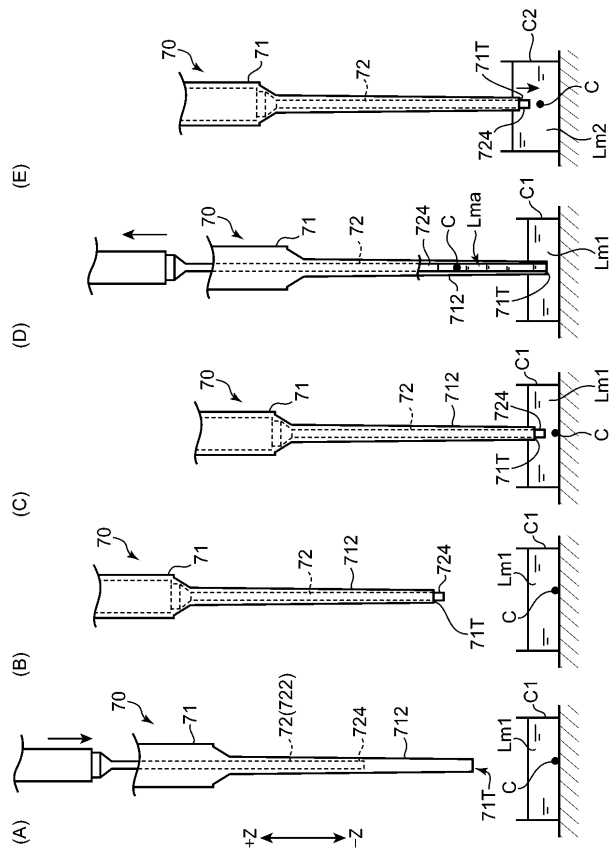
【図 4】



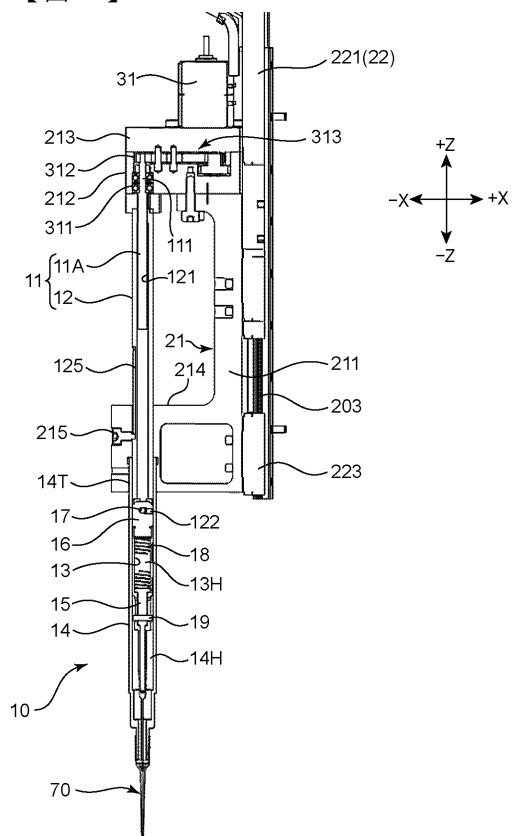
【図 5】



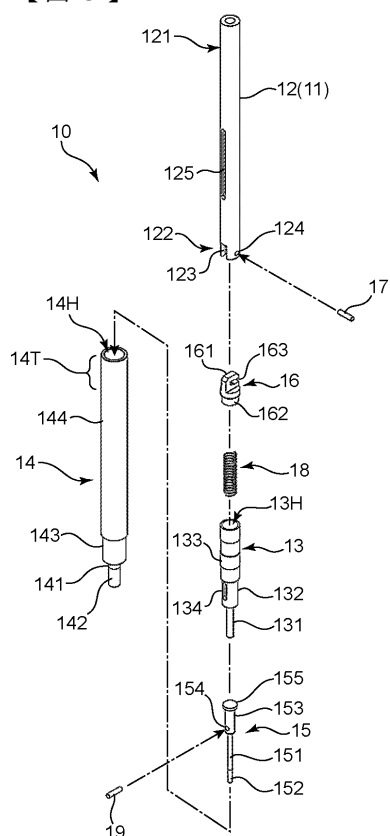
【図 6】



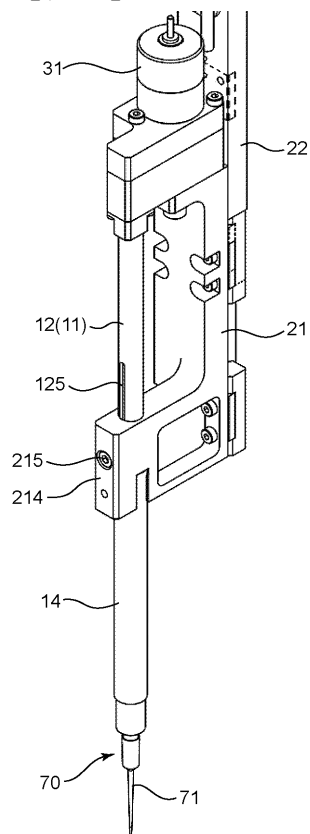
【図 7】



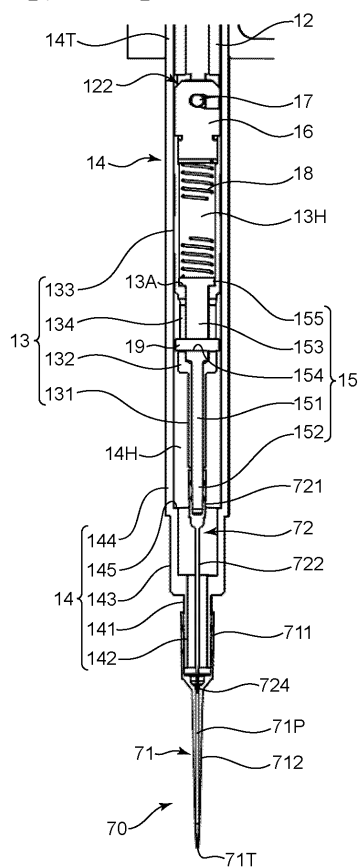
【图 8】



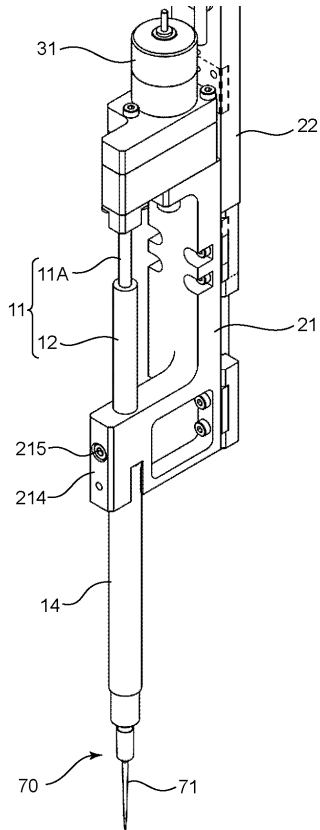
【图 9】



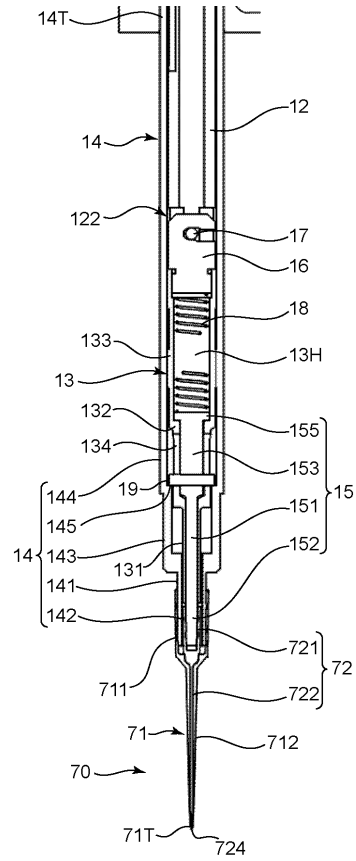
【図 10】



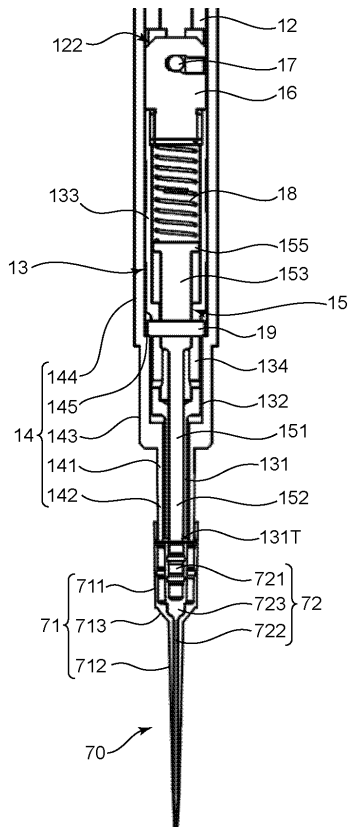
【図 1 1】



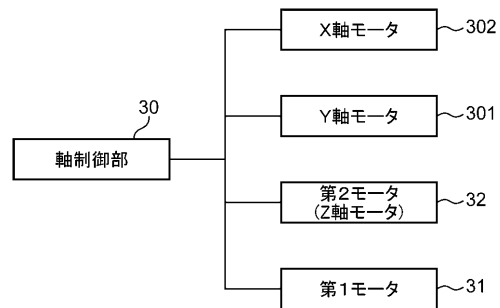
【図 1 2】



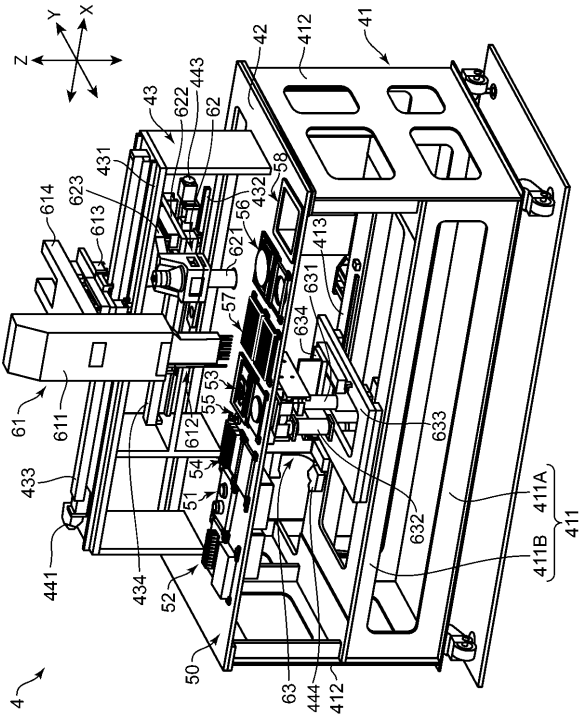
【図 1 3】



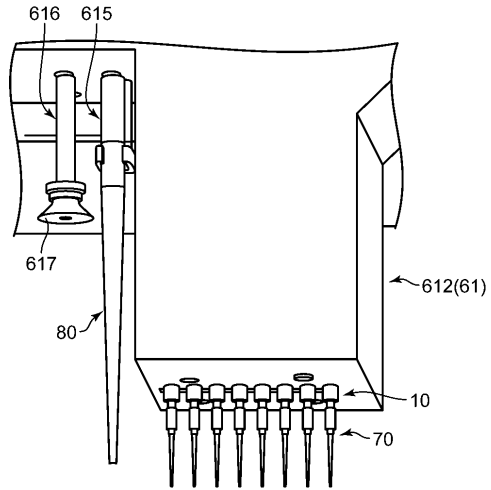
【図 1 4】



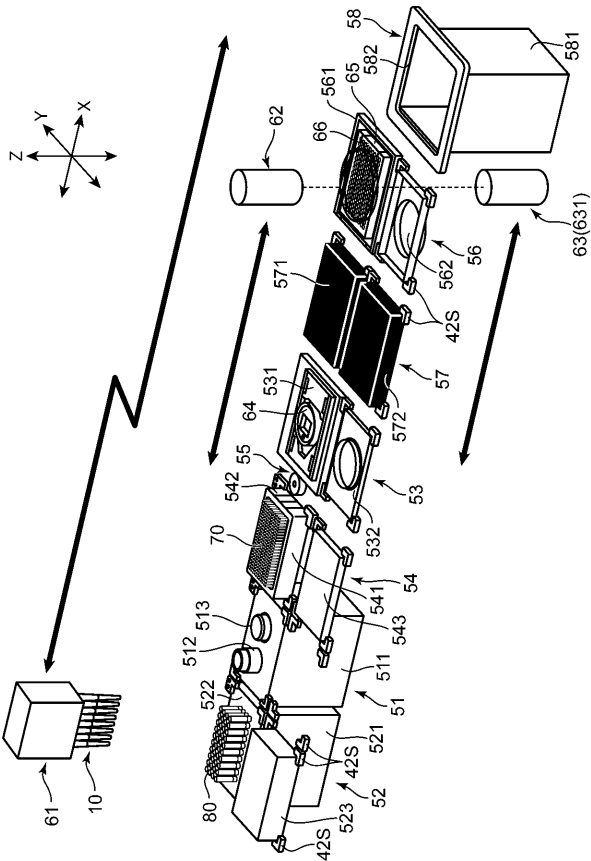
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 井爪 洋平

静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内

Fターム(参考) 2G052 AA33 AD29 AD49 CA18 GA29 JA06

2G058 EA02 ED03

4B029 AA09 BB11 CC02 CC08 HA01

4G057 AB18 AB34