(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5419194号
(P5419194)

(45)発行日　平成26年2月19日(2014.2.19)　(24)登録日　平成25年11月29日(2013.11.29)

(51)Int.Cl.　　F I
B01L 3/02 (2006.01)　　B01L 3/02 D
G01N 1/00 (2006.01)　　G01N 1/00 101K

請求項の数 15　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2013-509174 (P2013-509174)
(86)(22)出願日　平成23年5月3日(2011.5.3)
(65)公表番号　特表2013-530818 (P2013-530818A)
(43)公表日　平成25年8月1日(2013.8.1)
(86)国際出願番号　PCT/US2011/034961
(87)国際公開番号　WO2011/140063
(87)国際公開日　平成23年11月10日(2011.11.10)
審査請求日　平成25年4月29日(2013.4.29)
(31)優先権主張番号　61/330,541
(32)優先日　平成22年5月3日(2010.5.3)
(33)優先権主張国　米国(US)

早期審査対象出願

(73)特許権者　512285270
インテグラ　バイオサイエンシズ　コープ.
アメリカ合衆国　０３０５１　ニューハンプシャー州　ハドソン　ウェントワース・ドライブ　２
(74)代理人　100082072
弁理士　清原　義博
(72)発明者　ウォーハースト，ジュリアン
アメリカ合衆国　０１７２１　マサチューセッツ州　アッシュランド　フランクランド・ロード　２３

最終頁に続く

(54)【発明の名称】手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電子式のマルチチャネルピペットシステムであって、
該システムは、
列とカラムの２次元アレイにおいて配置される複数のピペットチャネルを有するマルチチャネルピペットヘッド、
吸引および分注するように前記マルチチャネルピペットヘッドを駆動するピペットモーター、
列とカラムの２次元アレイにおいて配置される複数のウェルを有する少なくとも１つのマルチウェルプレート、チューブラック又はリザーバーを保持するためのデッキ、
前記デッキに対して前記マルチチャネルピペットヘッドを動かすための少なくとも１つのモーターを含む駆動機構、
前記電子式のマルチチャネルピペットシステムのユーザーによって操作される制御ハンドル、および、
前記ユーザーによって前記制御ハンドルに適用される力の方向に応じて前記デッキに対して、水平、垂直、又は、その両方で移動する前記マルチチャネルピペットヘッドの動作を制御するための電子式動作制御システムを含むことを特徴とする、システム。
【請求項２】
前記ピペットヘッドのためのキャリッジをさらに含み、
前記制御ハンドルは、前記ピペットヘッドのためのキャリッジに取り付けられることを

特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項３】
前記制御ハンドルは、ユーザーの手のひらのなかで保持されるのに適していることを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項４】
前記駆動機構は、前記制御ハンドルに適用される横の力に応じて前記マルチチャネルピペットヘッドを横方向に動かすためのモーターを含むＸ軸駆動機構をさらに含むことを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項５】
前記駆動機構は、前記デッキ上に充填されたマルチウェルプレートのウェルの中に又は該ウェルの上に、前記マルチチャネルピペットヘッドのチップ付属品上に取り付けられるピペットチップの下端部を配するために、前記マルチチャネルピペットヘッドを前記デッキの方へ垂直に下に動かし、及び、前記デッキから離れて垂直に上に動かすためのモーターを含むＺ軸駆動機構を含むことを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項６】
タワーをさらに含み、
前記マルチチャネルピペットヘッドは、前記タワーに対する垂直動作のために前記タワーに取り付けられ、
前記駆動機構は、
前記制御ハンドルに適用される横方向の力に応じて前記タワーを横に動かすためのモーターを含む横方向駆動機構；及び
前記デッキ上に充填されたマルチウェルプレートのウェルの中に又は該ウェルの上に、前記マルチチャネルピペットヘッドの前記チップ付属品上に取り付けられるピペットチップの下端部を配するために、前記マルチチャネルピペットヘッドを前記デッキの方へ前記タワーに対して垂直に動かし、及び、前記デッキから離れて垂直に上に動かすためのモーターを含む垂直駆動機構を含むことを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項７】
前記電子式のマルチチャネルピペットシステムは、吸引および分注を行うように前記システムに指示を出す、前記制御ハンドル上に位置する起動ボタンをさらに含むことを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項８】
前記マルチチャネルピペットヘッドは、８×１２のアレイにおいて配置される９６－チップ付属品、又は、１６×２４のアレイにおいて配置される３８４－チップ付属品を有することを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項９】
前記マルチチャネルピペットヘッドに取り付けられたピペットチップを取り出すための剥離プレートと、
前記制御ハンドルの前側に位置するユーザーインターフェイス表示装置；
前記制御ハンドルに位置する取り出しボタン；
マイクロプロセッサー；及び
前記ユーザーインターフェイス表示装置上に表示される情報を制御し、前記システムを操作するために前記マイクロプロセッサーをプログラム化するためのソフトウェアをさらに含み；
ここで、一度前記取り出しボタンが起動され、チップの取り出しが所望されるとユーザーが確認した後にのみ、前記剥離プレートを移動させて前記マルチチャネルピペットヘッドに取り付けられたピペットチップを取り出すための制御信号が生成されると、取り出し確認の要求が前記表示装置上に表示されることを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。

【請求項１０】
移動可能なキャリッジと、前記デッキ上の少なくとも１つのマルチウェルプレートレセプタクルをさらに含み、
ここで、前記マルチチャネルピペットヘッドは、前記移動可能なキャリッジで運ばれる取り外し可能なマルチチャネルピペットヘッドであり、及び、
前記移動可能なキャリッジは、前記取り外し可能なピペットヘッドを前記キャリッジに固定するための長手方向のくさび状表面を含み、前記システムはさらに、前記デッキ上の少なくとも１つのマルチウェルプレート組み込みレセプタクルに対して前記取り外し可能なピペットヘッドのための外側のオフセット位置を設定するための手段を含むことを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項１１】
前記デッキは、少なくとも２つのマルチウェルプレート、２つのチューブラック又はリザーバーを保持することを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項１２】
ロードセルをさらに含み、
前記制御ハンドルは、前記ロードセルがユーザーによって前記制御ハンドルに適用される力の方向及び強さを検出するように、前記ロードセル上に取り付けられ、
前記電子式動作制御システムは、前記ロードセルによって検出される力の方向及び強さに一般的に比例して前記マルチチャネルピペットヘッドの動作を制御することを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項１３】
前記電子式動作制御システムは、あらかじめ選択された動作制限内に前記ピペットヘッドの動作の範囲を制限することを特徴とする、請求項１２に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項１４】
前記電子式動作制御システムは、たとえ前記ロードセルが相反する力を検出しても、あらかじめ選択された動作制限に近づくように、前記ピペットヘッドを減速させることを特徴とする、請求項１３に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【請求項１５】
前記電子式のマルチチャネルピペットシステムは、
前記ユーザーによって操作される前記制御ハンドルの本体の前側に位置するタッチホイール制御；及び
前記タッチホイール制御上の前記制御ハンドルの本体の前側に位置づけられるドットマトリックスユーザーインターフェイス表示装置、
１以上のマイクロプロセッサー；及び
前記ドットマトリックスユーザーインターフェイス表示装置上に表示される情報を制御し、前記システムを操作するために１以上のマイクロプロセッサーをプログラム化するためのメニュー方式のソフトウェアを含み、ここで、少なくとも幾つかの情報は選択肢のメニューとして表示され；及び
前記タッチホイールは、前記メニュー方式のソフトウェアをナビゲートするために、親指又は指の回転動作を前記表示装置上のカーソル動作に変換する環状のタッチパッドを含むことを特徴とする、請求項１に記載の電子式のマルチチャネルピペットシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、アレイ又は列と行に配置される複数のピペットチャネルを有するマルチチャネルピペットヘッドを含む、手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステムに関する。
【背景技術】

【０００２】
微量定量プレート又はマイクロウェルプレートとしても知られる、マルチウェルプレートは、臨床研究所及び研究室における標準製品である。マルチウェルプレートは、個々の試験管として使用される複数のウェルを有する平らなプレートである。最も一般的なマルチウェルプレートは、長方形マトリックスに配置される９６－ウェル又は３８４－ウェルを含む。ＡＮＳＩは、ウェルプレートのため標準化された寸法及びＳＢＳフットプリントを設定した。例えば、９６－ウェルプレートは、８列と１２行の、中心間隔を９ミリメートルにされた中心を持つウェルを有する。典型的な３８４－ウェルプレートは、１６列と２４行の、４．５ミリメートルの中心間隔を有するウェルを含む。１５３６以上のウェルを有するマルチウェルプレートも利用可能である。幾つかのマルチウェルプレートは、標準のマルチチャネルより多くの量を保持するように設計されるが、標準中心線間の寸法を維持する。これらウェルプレートはより高く、一般にディープウェルプレートと呼ばれる。

【０００３】
研究所において、マルチウェルプレートは、様々な液体サンプルを充填され、アッセイを実行する又は複製のサンプルを保存するために、１つのマルチウェルプレートから別のものへ、液体サンプルの移送が繰り返される。また、一般的なリザーバーから標準の多抗弁プレート又はディープウェルプレートの何れかへの、液体の試薬又はサンプルの移送が繰り返される。幾つかの場合において、携帯型のマルチチャネルピペット、例えば、８又は１２のチャネルは、ウェルプレートにおける１セットのウェルから幾つか又は全ての液体を抜き、同じウェルプレート又は別のウェルプレートの上の別のセットのウェルアリコートを伝送するために使用される。高量の調製されたマルチウェルプレートを作るために、自動液体ハンドリングマシン（ａｕｔｏｍａｔｅｄ　ｌｉｑｕｉｄ　ｈａｎｄｌｉｎｇ　ｍａｃｈｉｎｅ）は、技術者よりも高く、マルチチャネルと同等のスループットを提供するために発展されてきた。当該技術分野において、マルチウェルプレートを自動的に満たす自動液体ハンドリングマシンがある。そのような自動液体ハンドリングマシンは、典型的に、シリンジ及び／又はピペットチップの位置を決めるため、同様にウェルプレートを貯蔵位置から液体移送のための位置に動かすための、洗練されたＣａｒｔｅｓｉａｎロボットを使用する。ほとんどのこれら自動液体ハンドリングマシンは、かなり高価であり、またかなり大きい。その多くが、セットアップとプログラミングと同様に広範囲な訓練を必要とする、精巧な計算機制御を含む。

【０００４】
そのような自動高スループットシステムは、幾つかの適用に実用的ではない。この必要性を取り組むために、先行技術分野はまた、商品名Ｌｉｑｕｉｄａｔｏｒ９６の名で販売される、同時の９６－ウェル自動ピペットシステムを含む。この十分に手動式のシステムは、標準の９６－ウェルプレートの寸法に一致する、多くのピペットチップ付属品を含む。使い捨てのピペットチップは、９６－付属品に取り付けられる。システムは、９６－ピペットチップから同時に液体を同時に吸引して分注する。システムが十分に手動であるため、それは、正確なプロトコル及び液体の移送量をプログラムする能力を欠く。例えば、電子式の携帯型ピペット、又は自動液体ハンドリングシステムは、液体試薬又はサンプルの正確な量を吸引し、次に、時々連続の分注操作において一連の等量のアリコートとして、吸引された量を分注するようにプログラム化され得る。自動液体ハンドリングシステムと同様にプログラム可能な電子式の携帯型ピペットも、混合、繰り返しのピペット操作、希釈などのかなり複雑なピペット操作の作業を行うように構成され得る。

【０００５】
プログラム可能な自動液体ハンドリングシステムは完全手動の９６－ウェル液体移送システムにわたり多くの望ましい特徴を有する一方で、それらは、特定の研究所の適用において使用するには一般的に大きすぎて高価である。それ故、多くの適用において、検査技師は、かなりの時間の消費となり得る、マルチチャネルの携帯型ピペットの使用をあきらめている。

【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明は、標準のマルチウェルプレート、ディープウェルプレート、サンプルチューブのラック又はリザーバーから別のマルチウェルプレートに、流体を移送するための、手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステムに関する標準から液体を伝送するための手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステムである。本明細書で使用されるように、用語「ウェルプレート（ｗｅｌｌｐｌａｔｅ）」は、標準のウェルプレート及びディープウェルプレートの両方を指す。
【０００７】
本発明に従って構築された電子式のマルチチャネルピペットシステムは、チャネルが列と行の２寸法配列において配置される、マルチチャネルピペットヘッドを含む。典型的な実施形態において、ピペットヘッドは、多くの９６－チャネルに相当する、多くの９６－チップ付属品を含む。ピペットモーターは、ピペットヘッドのためのキャリッジ内に含まれ、吸引および分注するためピペットヘッドを動かす。使い捨てのピペットチップは、１つのマルチウェルプレート又はリザーバーから別のマルチウェルプレートに液体サンプル又は試薬を移送するために、チップ付属品のアレイ上に取り付けられる。あるいは、ピペットチップは、マガジンを使用して取り付けられ得る。
【０００８】
システムは、マルチウェルプレート又は試薬のリザーバーを保持するための、少なくとも１つ、好ましくは２以上のウェルプレート組み込みレセプタクル（ｎｅｓｔｉｎｇ ｒｅｃｅｐｔａｃｌｅｓ）を含む。システムはまた、制御ハンドルを含む。好ましくは、制御ハンドルは、ピペットヘッドのためのキャリッジに取り付けられ、携帯型の電子式ピペットのためのハンドルに類似する。好ましい制御ハンドルは、本出願人の譲受人に譲渡され、引用により本明細書に組み込まれる、２００９年６月２日公表の米国特許第７，５４０，２０５号、表題「Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｐｉｐｅｔｔｅｒ」、２００７年９月１７日出願のＧａｒｙ Ｅ. Ｎｅｌｓｏｎ, Ｇｅｏｒｇｅ Ｐ. Ｋａｌｍａｋｉｓ, Ｋｅｎｎｅｔｈ Ｓｔｅｉｎｅｒ, Ｊｏｅｌ Ｎｏｖａｋ, Ｊｏｎａｔｈｏｎ Ｆｉｎｇｅｒ，及びＲｉｃｈａｒｄ Ｃｏｔｅによる米国特許出願第１１／８５６，２３１号に開示されるものと同じ、又はかなり類似する。制御ハンドルは、ピペットヘッドのためのキャリッジに取り付けられるロードセルに好ましくは取り付けられる。ロードセルは、ユーザーがハンドルに圧力をかけ、電子式モーター制御システムに相当する信号を出力する時、制御ハンドルに及ぼされた力を検出する。使用において、ユーザーは、携帯型の電子式ピペットを使用するときと同様の方法で制御ハンドルをつかみ、デッキ上のウェルプレート又はリザーバーに対してピペットヘッドを動かすため制御ハンドルに圧力をかける。ロードセルは、ユーザーが制御ハンドルに及ぼす力の方向及びその量を検出するための複数の歪みゲージを好ましくは含む。制御システムは、デッキに対してマルチチャネルピペットヘッドを動かし、従ってその結果、ユーザーは、デッキ上の適切なウェルプレート又はリザーバーによりピペットチップを配列することができる。
【０００９】
本発明の典型的な実施形態において、キャリッジは、ウェルプレートデッキに対してピペットヘッドを上昇及び下降するための、モーター付きの垂直駆動機構を含むタワーに取り付けられる。電動水平駆動機構は、制御ハンドルに及ぼされる感知された横力に応じて、タワー及びピペットヘッドを横に動かす。例えば、ユーザーが左から右へと制御ハンドルを押すと、ピペットヘッドに沿ってタワーは左から右へ移動する。ユーザーが制御ハンドルを上方へ引っ張る、又は制御ハンドルを下方へ押すと、垂直駆動機構は、従ってピペットヘッドを上昇又は下降させる。ピペットヘッドの二次元の動作の速度（すなわちＸ軸とＺ軸）は、電子式動作制御システムによって制御される。好ましくは、速度は、ロードセルによって検出された力の量に通常は比例している。しかしながら、電子式動作制御システムは、それが機械的置換制限に接近するように、ピペットヘッドを減速させる。制御

ハンドルに及ぼされる検出された力に応じてタワー及びピペットヘッドを横に動かすことの代替案として、固定された横方向の位置でタワーを維持し、ユーザーの制御ハンドルの使用に応じて左又は右にデッキを横に動かすことが、本発明の精神の中で可能である。

【００１０】

言及されるように、制御ハンドルは、上述のように組み込まれた米国特許第７，５４０，２０５号、表題「Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ　Ｐｉｐｅｔｔｏｒ」に開示されるものに好ましくは類似する。それ故、制御ハンドルは、ユーザーの手で保持されるように適用される、伸長した本体を好ましくは含む。その前側にて、前記本体は、ユーザーによって操作されるタッチホイール制御、同様に、タッチホイール制御上に位置づけられるドットマトリックスユーザーインターフェイス表示装置（ｄｏｔ　ｍａｔｒｉｘ　ｕｓｅｒ　ｉｎｔｅｒｆａｃｅ　ｄｉｓｐｌａｙ）を有する。好ましいシステムはまた、様々なマイクロプロセッサーを含む。本発明の典型的な実施形態において、マイクロプロセッサーの１つは、制御ハンドル内で位置付けられるが、制御ハンドル内にマイクロプロセッサーを位置づけることは、本発明を実行するのに必要なものではない。好ましいシステムは、ユーザーインターフェイス表示装置上に表示された情報を制御するため、及びシステムを操作する１以上のマイクロプロセッサーのプログラム化のための、メニュー方式のソフトウェア（ｍｅｎｕ－ｄｒｉｖｅｎ　ｓｏｆｔｗａｒｅ）を含む。タッチホイール制御における環状のタッチパッドは、メニュー方式のソフトウェアをナビゲートするために、ユーザーの親指又は指の回転動作を、表示装置上のカーソル動作に変換する。メニュー方式のソフトウェアは、多くの点において、本出願の譲受人に譲渡され、引用により本明細書に組み込まれる、Ｇａｒｙ　Ｎｅｌｓｏｎ，　Ｇｅｏｒｇｅ　Ｐ．　Ｋａｌｍａｋｉｓ，　Ｇｒｅｇｏｒｙ　Ｍａｔｈｕｓ，　Ｊｏｅｌ　Ｎｏｖａｋ，　Ｋｅｎｎｅｔｈ　Ｓｔｅｉｎｅｒ及びＪｏｎａｔｈｏｎ　Ｆｉｎｇｅｒによる、２００７年９月１７日出願の米国特許出願第１１／８５６，２３２号、同時係属出願の表題「Ｐｉｐｅｔｔｏｒ　Ｓｏｆｔｗａｒｅ　Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ」にて開示されるソフトウェアに類似する。例えば、ソフトウェアは、様々なプログラム化されたピペット処理に関する容量、相対的なピペット操作速度、ペース及び数値を調節するためグラフィックディスプレイを提供する。ソフトウェアはまた、好ましくは、ピペット、繰り返しのピペット、サンプルの希釈、ピペット／混合、手動ピペット、逆のピペット、可変性の分注、可変性の吸引、サンプルの希釈／混合、及び連続希釈などの、所定のアルゴリズムに基づいた複数のプログラム可能なピペット操作形態を提供する。これらの機能的な形態は、各々周知のピペット操作手順を実行するソフトウェアに埋め込まれる所定のアルゴリズムに基づくが、容量、速度、ペース、数値、方向、及び混合などの様々なパラメータは、ユーザーがプログラム化して編集するために利用可能である。加えて、好ましいソフトウェアは、ユーザーが、吸引、混合、分注、及びパージの工程に基づいたカスタムピペット処理を作ることができる、カスタムプログラミング形態を含む。好ましいソフトウェアはまた、同様に他の特徴を含む。

【００１１】

本発明の別の態様は、チップ取り出し機構に向けられる。好ましくは、取り出しボタンは、単一チャネル又はマルチチャネルの、携帯型ピペットにおけるものに類似した制御ハンドルに位置付けられる。制御ハンドル上のセンサーは、取り出しボタンが起動されたことを検出し、マルチウェルピペットヘッド上の自動化されたチップ剥離機構を起動する、電子制御システムへ信号を中継する。好ましくは、吸引及び分注するようにピペットヘッド上のピストンを動かす基となる同じモーターは、チップ付属品から使い捨てのピペットチップを取り出す、段階的な剥離プレートを動かすために、過剰に拡張した状態へと動かされる。段階的な剥離プレートの使用は、チップのグループをチップ付属品から連続して取り除き、それによりモーター上の瞬間のトルク負荷を低減することを可能にする。好ましい実施形態において、制御ハンドル上のユーザーインターフェイス上に表示されたメニュー方式のソフトウェアは、取り出しボタンが起動された後、しかしピペットチップを剥離するため制御信号を送信する前に、取り出しの確認要求を提供する。

【００１２】

本発明の別の実施形態において、システムは、デッキ上の１つだけのマルチウェルプレート又はリザーバーを保持するように設計される。この実施形態において、システムは水平駆動機構を必要とせず、ピペットヘッドは、デッキに対して横に移動しない。しかしながら、垂直駆動機構は、制御ハンドルに及ぼされた上方及び下方の圧力に応じて、ピペットヘッドを垂直に上方及び下方へ動かす。この実施形態において、ユーザーは、デッキ上のレセプタクルの組み込みから個々のマルチウェルプレート及びリザーバーを置き、取り除く必要がある。別の類似した実施形態において、ピペットヘッドに対するデッキの側位は、手動で移動させることができる。

【００１３】

また別の実施形態において、ピペットヘッドは、例えば、制御ハンドルに応じてＹ軸駆動機構を含むことにより、Ｘ方向に垂直な方角に動くことができる。本発明のこの実施形態において、ピペットヘッドためのキャリッジはタワーよりもむしろガントリに取り付けられることが好ましい。本発明のこの実施形態の利点のうちの１つは、デッキ上の２列のウェルプレートへのアクセスを可能にするということである。別の利点は、３８４－ウェルプレートへ分注するときに役立つ、Ｙ軸方向にピペットチップの電動で正確な位置決めを可能にするということである。

【００１４】

所望の場合、Ｘ軸の外側の駆動、又はＸ軸とＹ軸の水平駆動の組み合わせは、回転軸水平方向により、及び恐らくは放射状の拡張駆動により交換され得る。

【００１５】

また別の実施形態において、片手の上にあるキャリッジ及びピペットヘッドと、もう片方の手にあるデッキとの間の、相対的な垂直及び水平方向の動作、又は垂直のみの動作は、手動の方法で実施される。この実施形態において、ピペット操作は、電子式の方法でまだ実施され、制御ハンドル上のユーザーインターフェイスを使用することにより好ましくは制御される。本発明に対する他の利点及び修正は、以下の図面及びその説明の検討に関し、当該技術分野における当業者に明らかとされ得る。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】図１は、本発明の例示的な実施形態に従って構築された、手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステムの斜視図である。

【図２】図２は、図１で示されたマルチチャネルピペットシステムの正面図である。

【図３】図３は、図１及び２で示された、手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステムの側面図である。

【図４】図４は、チップ取り付けを示す図１に類似する図である。

【図５】図５は、制御ハンドル、及び図１－４に示される手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステムにおけるロードセル及びキャリッジへのその取り付けの図である。

【図６】図６は、図１－５に示される手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステムの、ピペットヘッド及びピペットモーターの下方の斜視図である。

【図７】図７は、図１－６に示される手動で配向された電子式マルチチャネルピペットシステムの内部構成要素を示す、後部下方の斜視図である。

【図８】図８は、図７における８－８列に沿って得られた図である。

【図９】図９は、図７における９－９列に沿って得られた断面図である。図９は左手側の容器の位置にあるタワーを示す。

【図１０】図１０は、右手側の容器の位置のタワーを示す、図９に類似する図である。

【図１１】図１１は、タワーにおけるＺ軸垂直駆動機構を概略的に示す側面正方図である。

【図１２】図１２は、図１１における１２－１２列に沿って得られた詳細な図である。

【図１３】図１３は、図１２における１３－１３列に沿って得られた詳細な図である。

【図１４】図１４は、本発明の１つの実施形態に従って使用される電気機械とソフトウェ

ア制御ループを示すブロック線図である。
【図１５】図１５は、手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステムがデッキ上にほんの１つのマルチウェルプレート又はリザーバーを保持するように設計される、本発明の別の実施形態を示す。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
本発明に従って構築された、手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステム（１０）の第１の実施形態は、図１－１４で示される。図１－３を参照すると、手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステム（１０）は、列と行の２寸法のアレイで配列される多数のピペットチャネルを有する、マルチチャネルピペットヘッド（１２）を含む。通常は、ピペットヘッド（１２）は、多くの９６－チップ付属品を含むであろう。ピペットチップ（１４）のアレイは、マルチチャネルピペットヘッド（１２）に付けられる。手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステム（１０）は、右側組み込みレセプタクル（１８）及び左側組み込みレセプタクル（２０）を支持するフラットデッキ（１６）を含む。組み込みレセプタクル（１８）と（２０）は、デッキ（１６）状の既知の位置にある、マルチウェルプレート、保存チューブのラック及びリザーバーを保持するように設計される。組み込みレセプタクル（１８）及び（２０）は、デッキ（１６）へ付けられる、又はデッキ（１６）と共に不可欠とされ得る。
【００１８】
ピペットヘッド（１２）は、キャリッジ（２２）に取り外し可能に取り付けられ、当該キャリッジ（２２）は次にタワー（２４）に取り付けられる。キャリッジ（２２）内に位置するピペットモーターは、吸引及び分注するようにマルチチャネルピペットヘッド（１２）を駆動する。より詳細に以下に記載されるように、Ｚ軸駆動機構は、タワー（２４）及びデッキ（１６）に対して垂直に、キャリッジ（２２）及びマルチチャネルピペット（１２）を動かす。Ｘ軸駆動機構は、Ｘ軸に水平方向に沿ってタワー（２４）及びキャリッジ（２２）を動かし、その結果、ピペットヘッド（１２）及びチップ（１４）のアレイは、デッキ（１６）上の第１組み込みレセプタクル（１８）におけるウェルプレート（２６）に相当する位置から、左側の組み込みレセプタクル（２０）に存在するウェルプレート（２８）に相当する位置へと移動され得る。
【００１９】
システム（１０）は、好ましくはキャリッジ（２２）に取り付けられる制御ハンドル（３０）を含み、以前に言及されたように、好ましくは携帯型の電子式ピペットのためのハンドルに類似する。より具体的には、制御ハンドル（３０）は、好ましくは、キャリッジ（２２）に付けられるロードセル（３２）に取り付けられる。使用において、ユーザーは、携帯型ピペットを使用する場合に類似する方法で、制御ハンドル（３０）をつかみ、キャリッジ（２２）及びピペットヘッド（１２）を動かす制御ハンドル（３０）に圧力をかける。以下に説明されるように、垂直方向のＺ軸動作及び水平方向のＸ軸動作は、サーボ制御下で独立したモーターによって駆動される。制御ハンドル（３０）はまた、より詳細に以下に考察されるように、吸引及び分注などのピペット機能の制御のために、好ましくはユーザーインターフェイスを含む。
【００２０】
言及されるように、システム（１０）の全体的な動作と同様にコントローラー（３０）の使用も、従来の携帯型ピペットを使用するユーザーの自然な手の動作を複製するように意図される。しかしながら、従来の携帯型ピペットにより、ユーザーは、整列と重量の問題のため、９６－チャネルのピペットヘッドを確実に使用することができない。取り外した携帯型のピペットにより適切に９６－ピペットチップをすべて配列することは、極端に難しい。直線的な整列及び角の整列のエラーの両方は、そのようなシステムを非実用的にするだろう。更に、そのようなシステムは、比較的重く、恐らく５－１０１ｂｓであり、それは非実用的でもある。図１－１４で示された、手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステム（１０）は、ピペットチップ（１４）の信頼できる機械的な整列を提

供し、また、ピペットの実際の重量からユーザーを分離させる。

【００２１】

キャリッジ（２２）及びタワー（２４）は、ピペットヘッド（１２）を機械的に支持し、垂直のＺ軸及び水平方向のＸ軸に沿ったピペットヘッド（１２）の動作を可能にするが、不要なＹ軸動作又は回転を防ぐ。他の機械的配列は、ガントリシステムなどの、同様の方法においてピペットヘッドを支持して動かすため、本発明に従って使用され得るが、タワー（２４）及びキャリッジ（２２）の機構は実用的であると見出された。

【００２２】

手動で配向されるマルチチャネル電子式ピペットシステム（１０）は、選択された位置から及びその場所へと流体を伝送することができるだけでなく、ピペットチップの実用的で好都合な取り付け及び取り出しを提供しなければならない。図４は、ピペットヘッド（１２）への取り付けを用意する右側組み込みレセプタクル（１８）に位置付けられたピペットチップの箱（３４）を示す。好ましいピペットヘッドは、多くの９６－チップ付属品を含み、例えば、図６の参照番号（３６）を参照する。しかしながら、チップを取り付けるための当該技術分野における既知の他の方法は、マガジンを使用するなど、本発明に従って使用され得る。好ましいチップ取り付け及び取り出し機構は、本出願の譲受人に譲渡され、引用により本明細書に組み込まれる、２０１０年５月３日出願の、米国特許出願第６１／３３０，５４５号の優先権を主張する、同時係属出願の表題「Ｕｎｉｎｔｅｎｄｅｄ Ｍｏｔｉｏｎ Ｃｏｎｔｒｏｌ ｆｏｒ Ｍａｎｕａｌｌｙ Ｄｉｒｅｃｔｅｄ Ｍｕｌｔｉ－Ｗｅｌｌ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｐｉｐｅｔｔｏｒ」に詳しく開示される。簡潔に、チップ付属品（３６）のアレイを備えたピペットヘッド（１２）は、Ｘ軸水平方向で駆動する機構を使用して、チップ容器（３４）上に正確に整列される。その後、Ｚ軸垂直駆動機構は、ピペットチップ（１４）のアレイを付けるのに十分な力で、キャリッジ（２２）及びチップ付属品（３６）を下降するために使用される。その後、キャリッジ（２２）及びピペットヘッド（１２）は、チップ容器（３４）からチップ（１４）を取り除くためにＺ軸水平駆動機構を使用して上昇される。チップ容器（３４）は、組み込みレセプタクル（１８）から取り除かれ、液体を伝送するためにウェルプレート又はリザーバーと交換される。規則的な動作制御でのチップ取り付けのため、キャリッジ（２２）及びピペットヘッド（１２）の一般的な水平及び垂直方向の動作は、手のひらにコントローラー（３０）を保持し、ピペットチップ（１４）のトレー（３４）上にピペットヘッド（１２）位置づけるのに適切な方向に圧力を加えることにより、ユーザーによって制御される。チップ取り付けに必要な正確な整列は、もちろん全く困難である；しかしながら、動作制御ソフトウェアは、正確な整列を促進する。

【００２３】

電気機械及びソフトウェアは、ピペットヘッドの動作及び滑らかな操作を制御し、正確な整列を助長し、及び駆動システムなどによって及ぼされた力を促進する。動作制御システムの一般的な態様は、図１４と組み合わせて下記に述べられる。好ましくは、本出願の譲受人に譲渡され、引用により本明細書に組み込まれる、２０１０年５月３日出願の米国仮特許出願第６１／３３０，５５１号の優先権を主張する、本出願と同日付に出願された、Ｊｕｌｉａｎ Ｗａｒｈｕｒｓｔによる、同時係属出願の表題「Ｐｉｐｅｔｔｅ Ｔｉｐ Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ ｆｏｒ Ｍａｎｕａｌｌｙ－Ｄｉｒｅｃｔｅｄ, Ｍｕｌｔｉ－Ｃｈａｎｎｅｌ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｐｉｐｅｔｔｏｒ」に開示されるようなバイアスソフトウェアは、チップ取り付けのためピペットヘッド（１２）の適切な水平方向の整列を促進するために使用される。加えて、システム（１０）はまた、好ましくは、上記の組み込まれた特許出願、表題「Ｕｎｉｎｔｅｎｄｅｄ Ｍｏｔｉｏｎ Ｃｏｎｔｒｏｌ ｆｏｒ Ｍａｎｕａｌｌｙ Ｄｉｒｅｃｔｅｄ Ｍｕｌｔｉ－Ｃｈａｎｎｅｌ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｐｉｐｅｔｔｏｒ」に開示されるように、チップ取り付け機能を実行する前にピペットヘッドの適切な配列を確実にする、ソフトウェアチェックを含む。簡潔に、チップ取り付けに必要な下方への力の量は、正常操作の間に望ましい下方への力の量よりも実質的に大きい。ピペットチップをあまりにも多くの力でウェルプレートに衝突

させることを可能にすると、試薬とサンプルなどの損傷、同様にそれらの喪失を引き起こし得る。システム（１０）は、好ましくは、チップ取り付けのための十分な下方への垂直な力を及ぼすシステム（１０）のために押す必要がある、キャリッジ（２２）の頂部にあるチップ取り付けボタン（３８）を含む。例えば、ユーザーは、左手でボタン（３８）を押し、右手でコントローラー（３０）を保持し、ピペットヘッド（１２）にチップを付けるためキャリッジ（２２）を下方へ動かすために、コントローラー（３０）を押し下げる。安全目的のためにユーザーの両手を占めることが望ましいが、キャリッジ（２２）の頂部にあるチップ取り付けボタン（３８）を位置付ける必要はない。例えば、システム（１０）、又は研究所の作業台の表面上の異なる位置に、チップ取り付けボタン（３８）を置くことが望ましい。

【００２４】

サンプル及び／又は試薬がピペットで移された後、チップは、チップトレー（３４）、又は緩くビン（ｂｉｎ）へ典型的に取り出される。現在図５に関して、制御ハンドル（３０）はロードセル（３２）上のカンチレバー（４０）に付けられる。カンチレバー（４０）は、キャリッジ（２２）の枠に付けられるロードセル（３２）のベース（４２）から一般に水平に前方へと伸びる。１対の歪みゲージ（４４）はロードセルベース（４２）の頂部表面に付けられる。この対の歪みゲージ（４４）は、Ｘ軸水平全方向にあるロードセル（３２）上の制御ハンドル（３０）によって加えられた力又は圧力の量を検出するために使用される。別の対の歪みゲージ（４６）は、ロードセル（３２）のベース（４２）の側壁に付けられる。この対の歪みゲージ（４６）は、制御ハンドル（３０）が垂直のＺ軸方向へロードセル（３２）に及ぼす力又は圧力の量を検出するために使用される。力の入力の構成要素（ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ）が個々のそれぞれの対の歪みゲージ（４６）によって測定されるとき、Ｘ軸駆動及びＺ軸駆動は、独立して同時に作動する。導線（４８）は、キャリッジ（２２）内に位置する入力端子（５０）に歪みゲージ（４４）及び（４６）をつなぐ。端子（５０）は、図１４で概略的に示される動作制御システムに電気接続を提供し、好ましくはキャリッジ（２２）内のプリント回路基盤に位置付けられる。

【００２５】

言及されるように、好ましい制御ハンドル（３０）は、引用により本明細書に組み込まれる、２００９年６月２日に公表された、Ｇａｒｙ Ｎｅｌｓｏｎらによる米国特許第７，５４０，２０５号、表題「Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｐｉｐｅｔｔｏｒ」に開示されたものと同じ又はかなり類似している。好ましい制御ハンドル（３０）は、ピペットヘッドの動作を制御するためにロードセル（３２）への取り付けにハンドルを提供するだけでなく、好ましくはユーザー入力インターフェイスも提供する。図５に示される制御ハンドル（３０）は、ユーザーの手で保持されるのに適した伸長した本体を含む。タッチホイール制御（５２）は、ユーザーの親指によって操作されるように設計される。タッチホイール制御（５２）は、ドットマトリックスユーザーインターフェイス表示装置（５４）より下に位置する。好ましいコントローラー（３０）はまた、タッチホイール制御（５２）及び取り出しボタン（５８）より下に位置する起動ボタン（５６）を含む。この例示的な実施形態において、タワー（２４）は、追加の主要なマイクロプロセッサーを含む様々な取り付けられた電子構成要素を含む、より大きな主要なプリント回路基盤を含むが、専用のマイクロプロセッサーを備えたプリント回路基盤は、制御ハンドル（３０）内に位置づけられる。環状のタッチパッド（５２）は、メニュー方式のソフトウェアをナビゲートするために、ユーザーの親指（又は指）の回転動作を表示装置（５４）上のカーソル動作に変換する。メニュー方式のソフトウェアは、本出願の譲受人に譲渡され、引用により本明細書に組み込まれる、２００７年９月１７日に出願された、同時係属中の出願、表題「Ｐｉｐｅｔｔｏｒ Ｓｏｆｔｗａｒｅ Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ」である、Ｇｅｏｒｇｅ Ｋａｌｍａｋｉｓらによる米国特許出願第１１／８５６，２３２号に開示されるソフトウェアに、多くの点において類似する。前述されたように、ソフトウェアは、様々なプログラムピペット処理のための容量、相対的なピペット速度、ペース及び数値を調節するための、グラフィックディスプレイを提供する。ソフトウェアはまた、好ましくは、ピペット操作、繰り返

しのピペット操作、サンプルの希釈、ピペット操作／混合、手動のピペット操作、逆ピペット操作、可変性分注、サンプル希釈／混合、及び連続希釈などの、所定のアルゴリズムに基づいた、複数のプログラム可能なピペットモードを提供する。これらの機能的なモードは、各々周知のピペット処理を実行するソフトウェアに埋め込まれる所定のアルゴリズムに基づくが、容量、速度、ペース、数値、方向、及び混合などの様々なパラメータは、ユーザーがプログラム化して編集するために利用可能である。加えて、好ましいソフトウェアは、ユーザーが、吸引、混合、分注、及びパージの工程に基づいたカスタムピペット処理を作ることができる、カスタムプログラミングモードを含む。好ましいソフトウェアはまた、同様に他の特徴を含む。

【００２６】

タッチホイール制御（５２）及び表示装置（５４）は、ピペットシステムをプログラム化するために一般に使用されるが、表示装置（５４）も、実施されたピペット操作の繰り返しの間に進行又は状態を示すために使用される。この点において、起動ボタン（５６）は、表示装置（５４）上のピペット処理プロトコルに従って、吸引又は分注などを行うなど、システムを起動するために使用される。例えば、ピペットチップ（１４）が使用準備のためピペットヘッド（１２）に付けられ、試薬のリザーバーが組み込みレセプタクル（１８）内に配され、サンプルを伴うウェルプレートが組み込みレセプタクル（２０）の中に配され、及びプログラム化されたプロトコルに従って、２０ｍｌの試薬をリザーバーからウェルプレートにおける９６－ウェルプレートの各々に伝送するのが望ましいという状況を考慮する。制御ハンドル（３０）をつかむユーザーは、最初に、組み込みレセプタクル（１８）に位置づけられるリザーバー上に、キャリッジ（２２）、ピペットヘッド（１２）、及びピペットチップ１４を方向付ける。表示装置（５４）は、「２０ｍｌを吸引」などの指示を示し得る。その後、ユーザーは、制御ハンドル（３０）に下方に圧力を加えることにより、リザーバー中の液体へピペットチップ（１４）を下降させるであろう。その後、各々のピペットチップ（１４）へ２０ｍｌの試薬を吸引するために、ユーザーは、各々のピペットチップへ２０ｍｌの試薬を吸引する、ピペット操作ステップモーターを起動する起動ボタン（５６）を押す。その後、ユーザーは、制御ハンドル（３０）を上方へ引っ張ることにより、第１組み込みレセプタクル（１８）中の試薬のリザーバーから充填されたピペットチップ（１４）を上昇させる。表示装置（５４）上の次の指示は、「２０ｍｌを分注」であり得る。その後、ユーザーは、第２組み込みレセプタクル（２０）中のウェルプレート上に充填されたピペットチップを動かし、制御ハンドル（３０）に圧力を加えることにより、ウェルプレート内での適切なウェル上にピペットチップを配列する。その後、ユーザーは、ウェル上の充填されたチップを下降し、ピペットチップ中の液体を分注するようにピペット用ステップモーターに指示する起動ボタン（５６）を押す。

【００２７】

図６に関して、ステップモーター（５７）は、吸引及び分注するようにピペットヘッド（１２）における多くのピストンを駆動する。本発明は、示された型以外のシステムが本発明に従って使用されるように、ピペットモーターの一種、及び付随のマルチチャネルマニフォールドに限定されない。好ましくは、ピペットモーターは、本出願の譲受人に譲渡され、引用によって本明細書に組み込まれる、同時係属中の米国特許第７，５４０，２０５号に開示されるものに類似する電子工学的に制御されたステップモーターである。ピペットヘッド（１２）が、異なる大きさのピペットチップ（１４）の使用に順応させるために、取り外し可能であることが望ましい。図６に示される例示的な実施形態において、キャリッジ（２２）は、取り外し可能なピペットヘッド（１２）をキャリッジ（２２）に固定するために、長手方向のくさび状表面を含む。センサーは、ピペットヘッド（１２）が十分に取り付けられたとき、システムに信号を送るために提供される。システムは、ユーザーが、デッキ（１６）上のウェルプレート組み込みレセプタクル（１８）及び（２０）に対して取り外し可能なピペットヘッド（１２）のための外側のオフセット位置を設定することをさらに可能にする。

【００２８】

言及されるように、取り出しボタン（５８）は制御ハンドル（３０）に位置付けられる。制御ハンドル（３０）におけるセンサーは、取り出しボタン（５８）が起動されたかどうかを検出する。起動されれば、信号は、自動化されたチップ剥離手順を起動するために主要な電子制御システムに中継される。取り出しボタン（５８）が起動された後、しかしピペットチップ（１４）を剥離するため制御信号を送信する前に、制御ハンドル（３０）上のユーザーインターフェイス（５４）上に表示されたメニュー方式のソフトウェアが、取り出し確認の要求を提供することが望ましい。吸引及び分注するようにピペットヘッド（１２）のピストンを動かす基となる同じモーター（５７）は、チップ付属品（３６）から使い捨てのピペットチップ（１４）を取り出すための段階的な剥離プレート（５９）を動かすために、過剰な拡張された状態へと駆動される。段階的な剥離プレート（５９）の使用は、グループのチップ（１４）が、チップ付属品（３６）から連続して取り除かれ、それによりモーター（５７）上の瞬間のトルク負荷を低減することを可能にする。

【００２９】

図７に関して、Ｚ軸垂直駆動機構はタワー（２４）内に位置し、Ｘ軸垂直駆動機構はデッキ（１６）内に位置する。各々は独立しており、サーボ制御下でモーターによって駆動される。好ましいＺ軸垂直駆動は、単一段階のプーリー減少（ｐｕｌｌｅｙ　ｒｅｄｕｃｔｉｏｎ）を通じて駆動される親ねじを使用する。Ｘ軸水平駆動は、単一段階のプーリー減少を通じて再び駆動されるベルト駆動を使用する。プリント回路基盤（８６）及び付随の電子機器（８８）は、垂直支持プレート（７０）に取り付けられる。

【００３０】

また、図１１－１３に関して、Ｚ軸垂直駆動機構は、タワー（２４）において垂直に取り付けた親ねじ（６０）を含む。垂直のガイドレール（６２）も、タワー（２４）において垂直に取り付けられ、一般的に親ねじ（６０）と平行に垂直に取り付けられる。キャリッジ（２２）からの取り付けプレート（６４）はタワー（２４）へ伸びる。クロスプレート（６６）は、キャリッジ取り付けプレート（６４）の間に架かる。垂直のガイドレール（６２）に保管されたスライド可能な支持ブッシング（６８）は、クロスプレート（６６）に接続される。ガイドレール（６２）の位置は、タワー（２４）においてプレート（７０）を取り付けることによって安定される。ねじ式のフォロワー（ｔｈｒｅａｄｅｄ　ｆｏｌｌｏｗｅｒ）（７２）は、親ねじ（６０）に配置される。フォロワー（７２）は、クロスプレート（６６）に付けられ、次に、垂直レール（６２）上のブッシング（６８Ａ）及び（６８Ｂ）に付けられる。サーボモーター（７４）は、タワー（２４）におけるベースプレート（７６）に取り付けられる。図１１を参照する。サーボモーター（７４）はプーリー（７８）を駆動し、次にベルト駆動（８０）を通じてプーリー（８２）を駆動し、それは親ねじ（６０）に接続される。サーボモーター（７４）が親ねじ（６０）を回転するように起動されると、フォロワー（７２）、及びその結果キャリッジ（２２）は、親ねじ（６０）の回転方向に依存して、上下に垂直に移動する。

【００３１】

図１２に最も良く示されるように、フォロワー（７２）が取り付けられるクロスプレート（６６）に振動ダンペニングスプリング（ｖｉｂｒａｔｉｏｎ　ｄａｍｐｅｎｉｎｇ　ｓｐｒｉｎｇｓ）（９０）を接続することが望ましいかもしれない。どんな場合も、システム（１０）は、好ましくは、Ｚ軸垂直ねじ駆動によって適用され得る垂直の力の量を制限するために使用される、トリップスイッチ（９２）及びスプリング（９１）を含む。図１２は、親ねじ（６０）の片側にわずか１つのスプリング（９１）しか示さないが、Ｚ軸垂直ねじ駆動によって適用され得る垂直の力の量を制限するときに負荷のバランスを保つために、親ねじ（６０）の反対側に別のスプリング（９１）を含むことが好ましい。操作のこの態様は、本出願と同日付に出願された、ＪｕｌｉａｎＷａｒｈｕｒｓｔとＲｉｃｈａｒｄ　Ｃｏｔｅによる、同時係属中の特許出願、表題「Ｕｎｉｎｔｅｎｄｅｄ　Ｍｏｔｉｏｎ　Ｃｏｎｔｒｏｌ　ｆｏｒ　Ｍａｎｕａｌｌｙ　Ｄｉｒｅｃｔｅｄ　Ｍｕｌｔｉ－Ｃｈａｎｎｅｌ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ　Ｐｉｐｅｔｔｏｒ」に詳しく記載される。一般に、Ｚ軸駆動によって及ぼされる力がスプリング（９１）（あるいは対のスプリング（

９１））のための閾値バネ力を超えれば、上方及び下方のトリップスイッチ（９２）の間の距離は調和せず、制御システムは、所望の方向でさらなるＺ軸動作を不能にするであろう。しかしながら、動作は、好ましくは逆方向で可能にされるだろう。

【００３２】

特に図７、８及び１１に関して、親ねじ（６０）の底部は、水平に移動可能な支持ブロック（９８）に位置付けられたベアリング（９７）に取り付けられる。水平に移動可能な支持ブロック（９８）はＸ軸水平駆動機構によって移動される。ブロック（９８）は図７における模型（ｐｈａｎｔｏｍ）において示される。タワー（２４）も、底部プレート（１０２）上を回転するホイール（１００）を介した水平移動のために支持される。ホイール（１００）は、タワーベースプレート（７６）に取り付けられる。あるいは、タワー（２４）は、ベアリング又はレール機構による水平移動のために支持され得る。この装置において、水平なガイドレールは底部プレート（１０２）に付けられる。

【００３３】

水平駆動機構のため、水平なガイドレール（９６）及び（９５）は、デッキ（１６）の頂部プレートに取り付けられる。あるいは、水平なガイドレールは底部プレート（１０２）に付けられ得る。再び図７、８及び１１を参照すると、レール（９６）及び（９５）のためのスライド可能なブッシング（１０４）及び（１０６）は、水平に移動可能な支持体（９８）に付けられる。サーボモーター（１０８）は、水平に移動可能な支持体（９８）に取り付けられるプレート（１１０）に取り付けられる。サーボモーター（１０８）、同様にそのプーリー駆動機構は、移動可能な支持体（９８）及びタワー（２４）により水平に移動する。ベルト（１１２）は、プーリー（１１４）にサーボモーター（１０８）の出力を接続する。図７を参照する。次に、プーリー（１１４）からの機械的出力は、ベルト駆動機構（１１６）を駆動させる。ベルト（１１６）は、ラック（１６）の表面に付けられる。ベルト（１１６）はまた、水平に移動可能な支持体（９８）上のベルト駆動のための１対のローラー（１２０）及び（１２２）の周囲に通される。ローラー（１２２）は、サーボモーター（１０８）に接続されるベルト（１１２）によって駆動されるプーリー（１１４）からの出力によって駆動される。電力は、連結した電気コネクタ（１２４）を介してサーボモーター（１０８）に供給される。

【００３４】

図９及び１０を参照すると、サーボモーター（１０８）がベルト駆動のローラー（１２２）を駆動するとき、水平に移動可能な支持体（９８）及びタワー（２４）は水平に移動する。言及されるように、水平移動は、図８及び７に示されるような水平ガイド（９５）及び（９６）によって誘導される。

【００３５】

水平動作用のサーボモーター（１０８）及び垂直動作用のサーボモーター（７４）は、好ましくは、同一の独立した制御ループにより操作されたエンコーダーを備えた、ブラシレスの３相モーターである。垂直動作と水平動作の両方は、制御ハンドル（３０）上で与えられた力に依存して同時に操作できる。図１４は、ユーザーが制御ハンドル（３０）上に力を与えるときの好ましい制御ループを示し、力の水平な構成要素、同様に力の垂直の構成要素は、図１４における参照番号（１２８）によって示されるような歪みゲージ対（４４）及び（４６）によって検出される。ロードセルの出力は、Ａ／Ｄ変換に適したレベルに対するプリ増幅器（１３０）により最初に増幅される、マイクロボルトレベル信号である。プリ増幅器（１３０）からの電圧信号は、好ましくは１００サンプル／秒の速度で、デジタル力の値に変換される。アナログ・デジタル変換器（１３２）からのデジタル出力信号は、その後零修正される。参照番号（１３４）。零修正の特徴は、ロードセル出力を時間経過に対してドリフトさせ及び／又は乏しい最初の零出力を有することを可能にする。零値（１３６）を決定するため、ユーザーは、制御ハンドル（３０）から手を取り除くように求められ、その後、零値（１３６）として保管される値が安定している場合、Ａ／Ｄ変換器出力（１３２）が測定される。正常操作中に、零値はＡ／Ｄ変換器出力（１３２）から引かれ、零減算（１３４）の出力は、零がユーザーからの入力がないことと対応

させながら、＋１２７乃至－１２７（２×１０８）の範囲にある。ロードセル（３２）が、その「零」値を変化させ得る誤用又は偶発的な衝撃により過負荷をかけられるとき、零修正の特徴は役立つ。好ましくは、システムが再初期化されるときは常に、零値はリセットされるだろう。

【００３６】

その後、零修正されたユーザーの力の値は、平均フィルター及び積分器（１３８）を通過する。平均フィルター及び積分器（１３８）は２つの機能を有する。最初に、ロードセルが正常操作中に幾つかの振動及び雑音にさらされるため、平均フィルター（１３８）は信号を平滑化する（ｓｍｏｏｔｈｅｓ　ｏｕｔ）。次に、積分器は、時間経過に従って力の入力を蓄積することにより、ユーザーが与えなければならない力を減少させる。これは、携帯型のコントローラー（３０）に軽い感覚を提供し、望ましいと見出された慣性の間隔を与える。平均フィルター及び積分器（１３８）からの出力は、要求された速度値、線（１４０）である。要求された速度値は、速度制限機能であり、それは図１４にブロック（１４２）として示される。速度制限機能（１４２）の目的は、移動範囲の末端での垂直または水平の方向における衝突を予防することである。衝突は、損傷を引き起こし、また望ましくない感覚を提供する。要求された速度値（１４０）は、機械的な移動範囲の末端で制限され、その結果、速度は、機械的な移動範囲の末端に達するように、零にまで直線的に減らされる。これを行うため、速度制限器（１４２）は、エンコーダー（１５６）、及びそれぞれのモーター（７４）、（１０８）のための位置カウンター（１５８）から、ピペットヘッドの実際の位置によりアップデートされる。線（１４３）は、速度制限器（１４２）にフィードバックされている実際の位置データを示す。水平軸について、総合的な移動は、移動のいずれかの一端にて最後の１０ｍｍの間に有効になる速度制限器により、およそ１５０ｍｍである。垂直軸については、総合的な移動はおよそ２５ｍｍである。制限器が有効になる距離は、使用されているピペットチップ（１４）の大きさに依存する。

【００３７】

その後、速度制限器（１４２）から調整された速度値は、目標位置を計算するために、例えば１ｋＨｚの割合で積分され、参考番号（１４４）および（１４６）を参照する。目標位置は、例えば１，０００回／秒でアップデートされ、それぞれのサーボモーター（７４）、（１０８）が達成することを試みるべき位置を表す、すなわち業界標準ＰＩＤコントローラーのための古典的な（ｃｌａｓｓｉｃ）目標位置を表わす。

【００３８】

実際のモーターの位置は、それぞれのサーボモーター（７４）、（１０８）に付けられた、デジタルエンコーダー（１５６）の出力の蓄積により測定される。参照番号（１５８）を参照する。その後、実際の位置は目標位置と比較される。参照番号（１４８）を参照する。出力は線（１４９）における位置誤差値である。線（１４９）における位置誤差値は、所望のモーター出力の力を計算する、比例－積分－微分フィルター（１５０）を通る。その後、所望のモーター出力パワー信号は、三相モーター駆動器（１５２）に供給され、三相モーター駆動器（１５２）は、信号をパルス幅変調信号に変換し、パルス幅変調信号は三相ＦＥＴブリッジによって増幅され、その後サーボモーター（７４）および（１０８）に供給される。

【００３９】

このコントロールループの結果は、ピペットヘッド（１１２）の動作が、段階的な事柄（ｇｒａｄｕａｌ　ｍａｔｔｅｒ）において及ぼされる自然の感覚と末端移動制限をもって、制御ハンドル（３０）上でユーザーによって与えられる手の動きを追跡することである。さらに、システムは、時間にわたるロードセルの特徴の変化に寛容である。

【００４０】

言及されるように、本発明の典型的な実施形態は垂直のＺ軸直線駆動機構および水平方向のＸ軸水平駆動機構の使用を示しているが、他の構成は、水平動作のためのロータ駆動装置機構の使用など、本発明を実施するために使用することができる。図１５は、図１－

１４に記載される実施形態に類似している別の実施形態（２１０）を示すが、キャリッジ（２２２）の垂直移動を単に提供する。この実施形態におけるラック（２１６）がほんの１つの組み込みレセプタクル（２１８）を含み、その結果、液体の転送プロトコルを実施する間に、ユーザーが個々のウェルプレート、リザーバーおよびチップ容器を置く及び取り除く必要があることに注意する。

【００４１】

図１５におけるものに類似する別の実施形態において、ピペットヘッドに対するラックの外側の位置は、手動で移動され得る。本発明のまた別の実施形態において、システムは、Ｘ軸水平駆動機構に類似する制御ハンドルに反応する、水平方向のＹ軸駆動機構を含み得る。そのような実施形態において、ピペットヘッドのためのキャリッジがタワーではなくガントリに取り付けられることが好ましい。そのような実施形態の１つの利点は、システムがラック上のウェルプレートの２つ以上の列にアクセスすることを可能にすることである。別の利点は、３８４－ウェルプレートへ分注するときに有用なＹ軸方向にピペットチップのモーターによる正確な位置決めを可能にすることである。

【００４２】

典型的な実施形態において、制御ハンドル（３０）の力または動作は、ロードセルを使用して検出される事に注目すべきであり、ポテンシオメーター、光センサーまたはレーザセンサーなどの、制御ハンドル（３０）の圧力、力または動作を検出する他の検出器を使用することは、本発明の精神の中で可能である。さらに、それは、デッキ（１６）に対するキャリッジ（２２）およびピペットヘッド（１２）の相対的に垂直及び水平な動作を手動で実施する、又は総体的に垂直な動作のみを手動で実施するいくつかの状況において望ましいかもしれない。本発明のそのような実施形態において、ピペット操作機能は、以前に記載されたように電子式であり、好ましくは、本発明の他の実施形態に対して描かれるような操縦ハンドル（３０）上のユーザーインターフェイスによって制御される。

【図１】

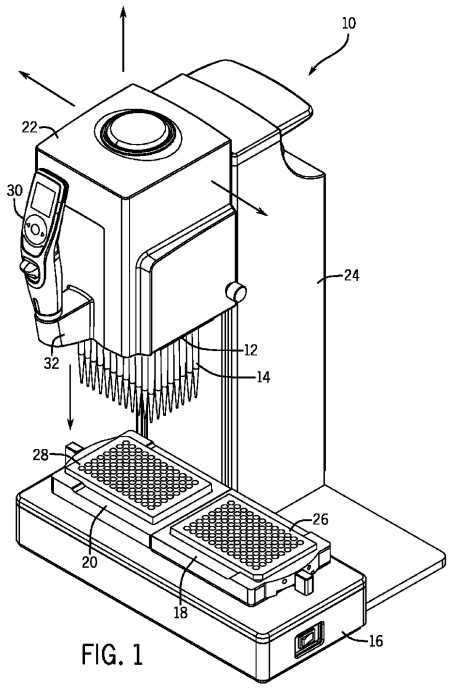


FIG. 1

【図２】

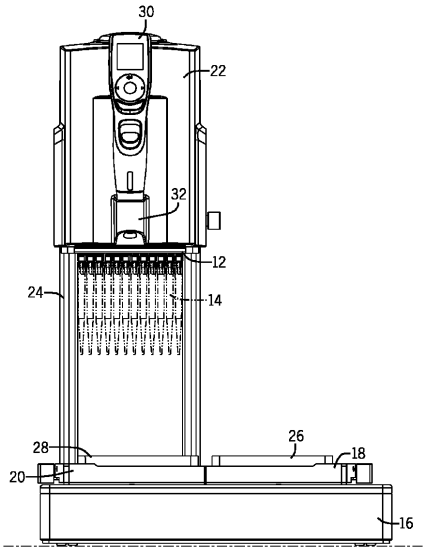


FIG. 2

【図３】

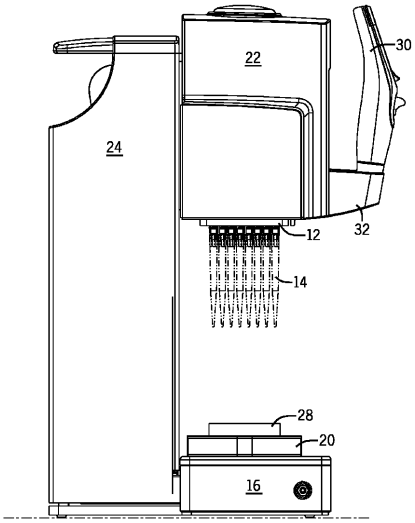


FIG. 3

【図４】

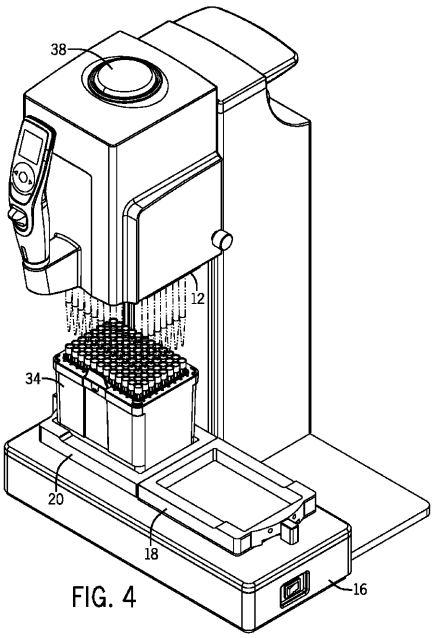


FIG. 4

【図５】

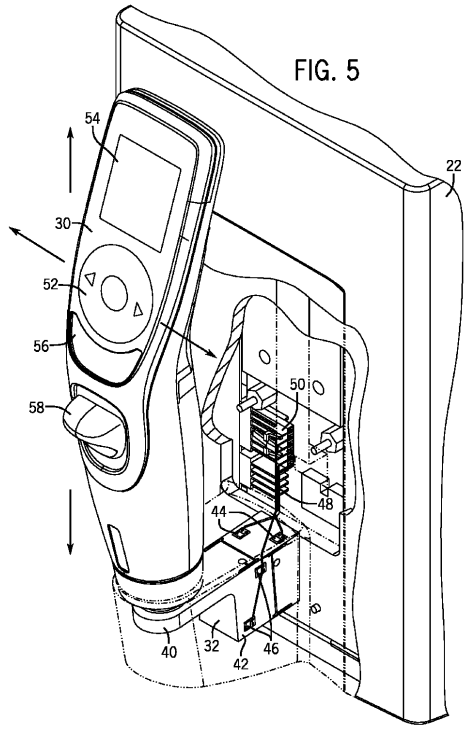


FIG. 5

【図６】

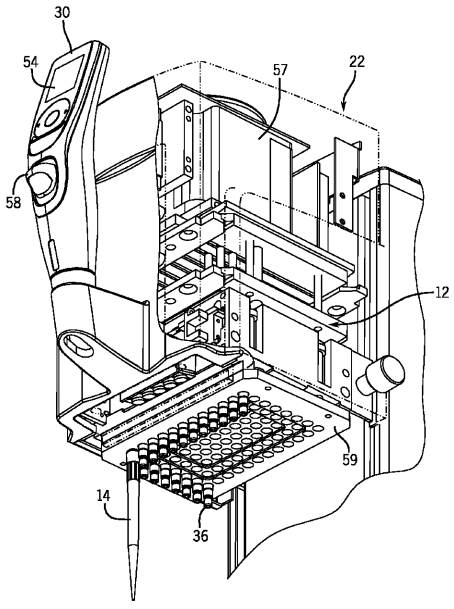


FIG. 6

【図７】

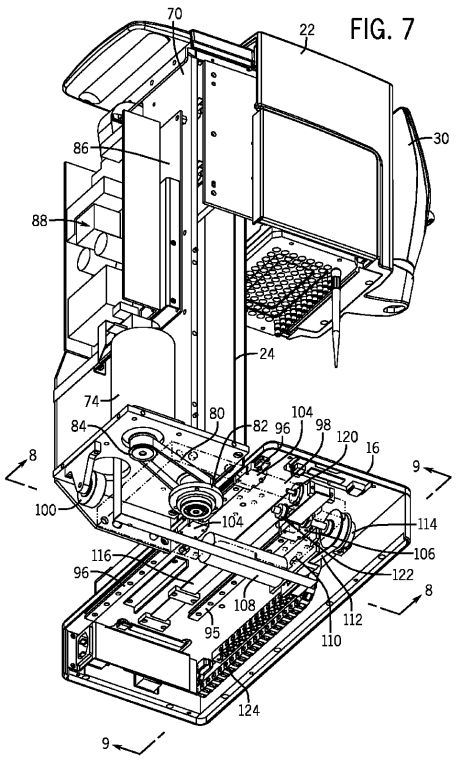


FIG. 7

【図８】

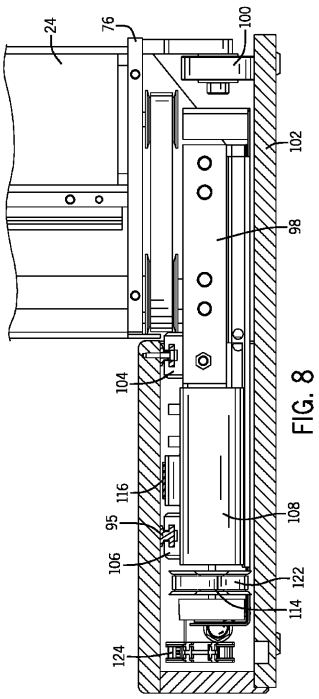


FIG. 8

【図９】

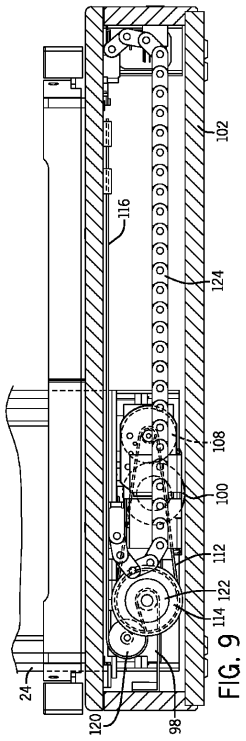


FIG. 9

【図１０】

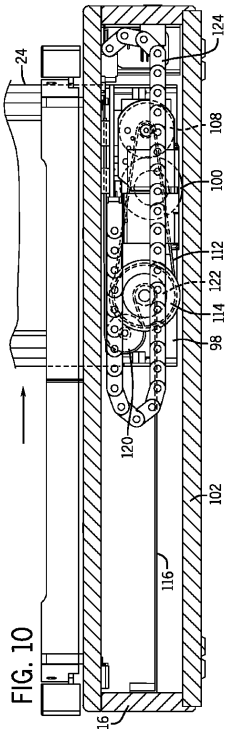


FIG. 10

【図１１】

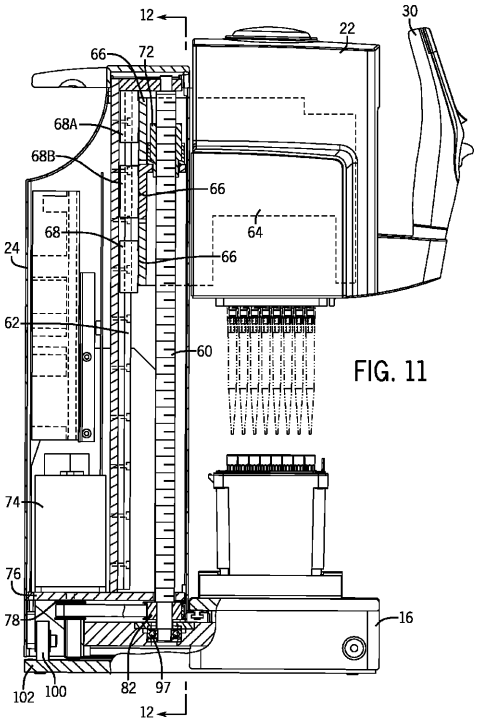
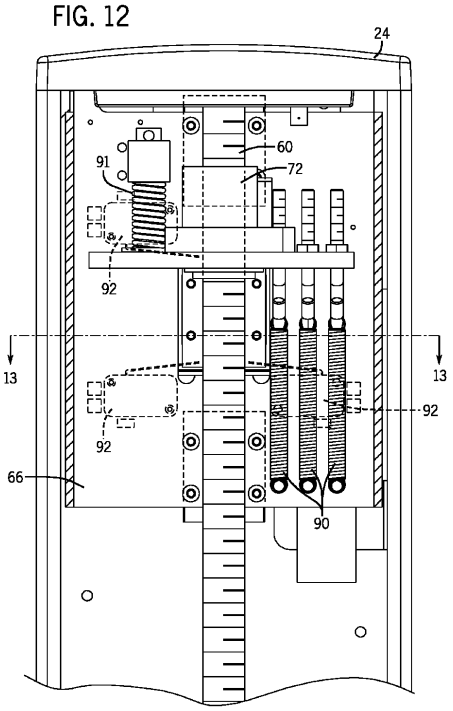


FIG. 11

【図１２】



【図１３】

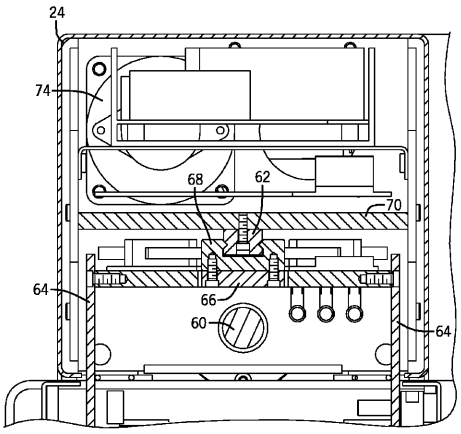
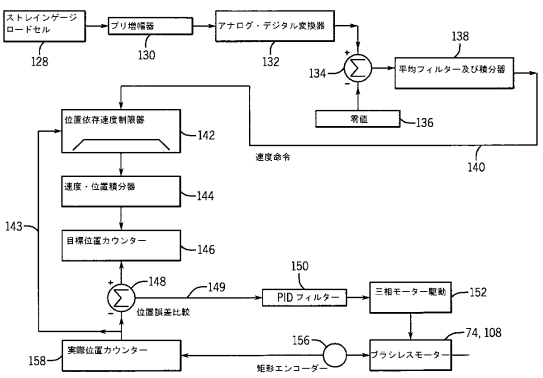


FIG. 13

【図１４】



【図１５】

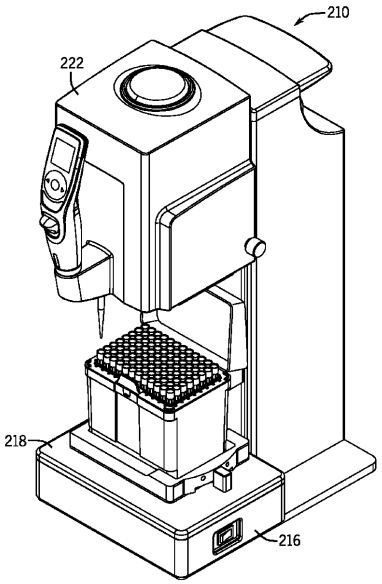


FIG. 15

フロントページの続き

(72)発明者　ネルソン，ゲイリー
アメリカ合衆国　０３０４９　ニューハンプシャー州　ホリス　アイリーン・ドライブ　９７
(72)発明者　コート，リチャード
アメリカ合衆国　０１７４０　マサチューセッツ州　ボルトン　ロッキー・ダンディー・ロード
２４

審査官　山本　吾一

(56)参考文献　特開２００５－５３４０１５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２９３０８９（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１５６１９６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－５１９０２９（ＪＰ，Ａ）
特表２０１１－５２４２４４（ＪＰ，Ａ）
特表２０１０－５３９４８９（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００５／０２４９６３５（ＵＳ，Ａ１）
米国特許第０５１１６１８０（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ０１Ｌ
Ｇ０１Ｎ