

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-517696
(P2025-517696A)

(43)公表日 令和7年6月10日(2025.6.10)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 N 35/10 (2006.01)	G 0 1 N 35/10	D 2 G 0 5 8
B 0 1 L 3/02 (2006.01)	B 0 1 L 3/02	D 4 G 0 5 7
	G 0 1 N 35/10	G

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全137頁)			
(21)出願番号	特願2024-566655(P2024-566655)	(71)出願人	523464820
(86)(22)出願日	令和5年4月20日(2023.4.20)		レビティ・ヘルス・サイエンシズ, イン
(85)翻訳文提出日	令和6年12月18日(2024.12.18)		コーポレーテッド
(86)国際出願番号	PCT/US2023/065982		REVVITY HEALTH SCIE
(87)国際公開番号	WO2023/220517		NCES, INC.
(87)国際公開日	令和5年11月16日(2023.11.16)		アメリカ合衆国, マサチューセッツ州,
(31)優先権主張番号	17/741,647		ウォルサム, 4ス・アヴェニュー 77
(32)優先日	令和4年5月11日(2022.5.11)	(74)代理人	100099623
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 奥山 尚一
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV	(74)代理人	100125380
	最終頁に続く		弁理士 中村 綾子
		(74)代理人	100142996
			弁理士 森本 聡二
		(74)代理人	100166268
			弁理士 田中 祐
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 分注装置および方法

(57)【要約】
自動分注システムは、分注器を備える。分注器は、分注チャンネルと、分注チャンネル中の圧力を変化させて液体を吸引または分配するように動作可能な第1のプランジャ機構と、分注チャンネル中の圧力を変化させて液体を吸引または分配するように動作可能な第2のプランジャ機構と、を含む。

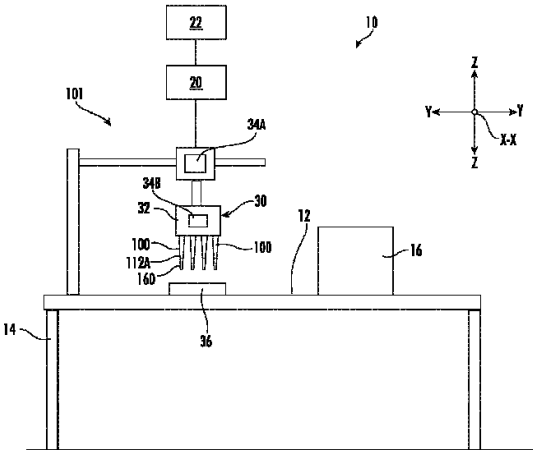


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

分注チャンネルと、

前記分注チャンネル中の圧力を変化させて液体を吸引または分配するように動作可能な第 1 のプランジャ機構と、

前記分注チャンネル中の前記圧力を変化させて前記液体を吸引または分配するように動作可能な第 2 のプランジャ機構と、

を含む分注器

を備える自動分注システム。

【請求項 2】

前記第 1 のプランジャ機構および前記第 2 のプランジャ機構が、前記分注チャンネル中の空気ボリュームを変位させるように動作可能である、請求項 1 に記載の自動分注システム。

【請求項 3】

前記第 1 のプランジャ機構および前記第 2 のプランジャ機構が、前記分注チャンネル中の前記圧力を変化させるように相互に独立して動作可能である、請求項 1 に記載の自動分注システム。

【請求項 4】

当該分注システムが、分注オリフィスおよび液体収集ボリュームを含み、

前記第 1 のプランジャ機構および前記第 2 のプランジャ機構が、前記分注チャンネル中の前記圧力を変化させて、前記分注オリフィスを通じた前記液体収集ボリュームに前記液体を吸引または前記分注オリフィスを通じた前記液体収集ボリュームから前記液体を分配するように動作可能である、請求項 1 に記載の自動分注システム。

【請求項 5】

前記分注器に取り外し可能に結合されているピペットチップを含み、前記ピペットチップが、前記液体収集ボリュームおよび前記分注オリフィスを含む、請求項 4 に記載の自動分注システム。

【請求項 6】

前記分注器が、前記分注器から前記ピペットチップを押し出すように動作可能な排出機構を含む、請求項 5 に記載の自動分注システム。

【請求項 7】

前記第 1 のプランジャ機構が、第 1 のチャンバおよび第 1 のプランジャを含み、前記第 1 のプランジャ機構が、前記第 1 のプランジャを前記第 1 のチャンバで移動させて、前記分注チャンネル中の前記圧力を変化させるように動作可能であり、

前記第 2 のプランジャ機構が、第 2 のチャンバおよび第 2 のプランジャを含み、前記第 2 のプランジャ機構が、前記第 2 のプランジャを前記第 2 のチャンバで移動させて、前記分注チャンネル中の前記圧力を変化させるように動作可能である、請求項 1 に記載の自動分注システム。

【請求項 8】

前記第 1 のプランジャ機構が、前記第 1 のプランジャを前記第 1 のチャンバで移動させるように動作可能な第 1 のプランジャアクチュエータを含み、

前記第 2 のプランジャ機構が、前記第 2 のプランジャを前記第 2 のチャンバで移動させるように動作可能な第 2 のプランジャアクチュエータを含み、

当該自動分注システムが、前記第 1 のプランジャアクチュエータおよび前記第 2 のプランジャアクチュエータを自動的にプログラムで制御するように構成されているコントローラを含む、請求項 7 に記載の自動分注システム。

【請求項 9】

前記第 1 のプランジャアクチュエータおよび前記第 2 のプランジャアクチュエータが、線形アクチュエータである、請求項 8 に記載の自動分注システム。

【請求項 10】

前記第 1 のプランジャ機構が、前記第 1 のプランジャを第 1 のプランジャ軸に沿って平行移動させるように構成され、

前記第 2 のプランジャ機構が、前記第 2 のプランジャを第 2 のプランジャ軸に沿って平行移動させるように構成され、

前記第 1 のプランジャが、前記第 1 のプランジャ軸と直交する平面に第 1 の断面積を有し、

前記第 2 のプランジャが、前記第 2 のプランジャ軸と直交する平面に第 2 の断面積を有し、

前記第 2 の断面積が、前記第 1 の断面積よりも大きい、請求項 7 に記載の自動分注システム。

10

【請求項 1 1】

前記第 2 の断面積が、前記第 1 の断面積の少なくとも 3 倍である、請求項 1 0 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 2】

前記第 1 のプランジャ機構が、前記第 1 のプランジャを前記第 1 のチャンバで平行移動させるように構成され、

前記第 2 のプランジャ機構が、前記第 2 のプランジャを前記第 2 のチャンバで平行移動させるように構成され、

前記第 1 のプランジャが、前記第 1 のチャンバ中の空気ボリュームを第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、

20

前記第 2 のプランジャが、前記第 2 のチャンバ中の空気ボリュームを第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、

前記第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率が、前記第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率よりも大きい、請求項 7 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 3】

前記第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率が、前記第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率の少なくとも 3 倍である、請求項 1 2 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 4】

前記第 1 のプランジャ機構が、第 1 の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、

30

前記第 2 のプランジャ機構が、第 2 の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、

前記第 2 の最大空気ボリューム変位が、前記第 1 の最大空気ボリューム変位よりも大きい、請求項 7 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 5】

前記第 2 の最大空気ボリューム変位が、前記第 1 の最大空気ボリューム変位の少なくとも 1 0 倍である、請求項 1 4 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 6】

前記第 1 のチャンバが、第 1 のチャンバボリュームを有し、

40

前記第 2 のチャンバが、前記第 1 のチャンバボリュームよりも大きな第 2 のチャンバボリュームを有する、請求項 7 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 7】

前記第 2 のチャンバボリュームが、前記第 1 のチャンバボリュームの少なくとも 1 0 倍である、請求項 1 6 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 8】

前記分注器が、前記第 2 のチャンバと大気へのポートとの間の流体連通を選択的に制御するバルブを含む、請求項 7 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 9】

前記分注器が、前記第 2 のチャンバと前記分注チャンネルとの間の流体連通を選択的に制

50

御する少なくとも１つのバルブを含む、請求項 7 に記載の自動分注システム。

【請求項 20】

前記第 1 のプランジャが、前記分注チャンネル中に配設されている、請求項 19 に記載の自動分注システム。

【請求項 21】

前記第 1 のプランジャが、前記分注チャンネル中に配設されている、請求項 7 に記載の自動分注システム。

【請求項 22】

前記第 1 のプランジャ機構および前記第 2 のプランジャ機構を自動的にプログラムで制御するように構成されているコントローラを含む、請求項 1 に記載の自動分注システム。

【請求項 23】

前記分注チャンネルに結合されている圧力センサを含み、前記コントローラが、前記分注チャンネル中の前記圧力を示す前記圧力センサからの分注チャンネル圧力信号を受信するように構成されている、請求項 22 に記載の自動分注システム。

【請求項 24】

前記分注器が、前記第 2 のプランジャ機構と前記分注チャンネルとの間の流体連通を選択的に制御するバルブを含み、

前記コントローラが、前記バルブを自動的にプログラムで制御するように構成されている、請求項 22 に記載の自動分注システム。

【請求項 25】

自動分注システムを動作させるための方法であって、
少なくとも１つの制御回路により、

前記自動分注システムの分注器の分注チャンネル中の圧力を変化させて液体を吸引または分配するように、前記分注器の第 1 のプランジャ機構を動作させることと、

前記分注チャンネル中の前記圧力を変化させて前記液体を吸引または分配するように、前記分注器の第 2 のプランジャ機構を動作させることと、
を含む動作を実行すること、を含む、方法。

【請求項 26】

前記分注チャンネル中の空気ボリュームを変位させるように、前記第 1 のプランジャ機構および前記第 2 のプランジャ機構を動作させることを含む、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 27】

前記分注チャンネル中の前記圧力を変化させるように、前記第 1 のプランジャ機構および前記第 2 のプランジャ機構を相互に独立して動作させることを含む、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 28】

分注オリフィスを通じた液体収集ボリュームに前記液体を吸引または前記分注オリフィスを通じた前記液体収集ボリュームから前記液体を分配するように、前記第 1 のプランジャ機構および前記第 2 のプランジャ機構を動作させることを含む、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 29】

ピペットチップを前記分注器に取り外し可能に結合されていること含み、前記ピペットチップが、前記液体収集ボリュームおよび前記分注オリフィスを含む、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 30】

前記分注器から前記ピペットチップを押し出すように、排出機構を動作させることを含む、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 31】

前記第 1 のプランジャ機構が、第 1 のチャンバおよび第 1 のプランジャを含み、

前記第 2 のプランジャ機構が、第 2 のチャンバおよび第 2 のプランジャを含み、

当該方法が、前記第 1 のプランジャを前記第 1 のチャンバで移動させて前記分注チャネ

10

20

30

40

50

ル中の前記圧力を変化させるように、前記第 1 のプランジャ機構を動作させることを含み、

当該方法が、前記第 2 のプランジャを前記第 2 のチャンバで移動させて前記分注チャンネル中の前記圧力を変化させるように、前記第 2 のプランジャ機構を動作させることを含む、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 32】

前記第 1 のプランジャ機構が、前記第 1 のプランジャを前記第 1 のチャンバで移動させるように動作可能な第 1 のプランジャアクチュエータを含み、

前記第 2 のプランジャ機構が、前記第 2 のプランジャを前記第 2 のチャンバで移動させるように動作可能な第 2 のプランジャアクチュエータを含み、

当該方法が、コントローラを使用して、前記第 1 のプランジャアクチュエータおよび前記第 2 のプランジャアクチュエータを自動的にプログラムで制御することを含む、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 33】

前記第 1 のプランジャアクチュエータおよび前記第 2 のプランジャアクチュエータが、線形アクチュエータである、請求項 32 に記載の方法。

【請求項 34】

前記第 1 のプランジャ機構が、前記第 1 のプランジャを第 1 のプランジャ軸に沿って平行移動させるように構成され、

前記第 2 のプランジャ機構が、前記第 2 のプランジャを第 2 のプランジャ軸に沿って平行移動させるように構成され、

前記第 1 のプランジャが、前記第 1 のプランジャ軸と直交する平面に第 1 の断面積を有し、

前記第 2 のプランジャが、前記第 2 のプランジャ軸と直交する平面に第 2 の断面積を有し、

前記第 2 の断面積が、前記第 1 の断面積よりも大きい、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 35】

前記第 2 の断面積が、前記第 1 の断面積の少なくとも 3 倍である、請求項 34 に記載の方法。

【請求項 36】

前記第 1 のプランジャ機構が、前記第 1 のプランジャを前記第 1 のチャンバで平行移動させるように構成され、

前記第 2 のプランジャ機構が、前記第 2 のプランジャを前記第 2 のチャンバで平行移動させるように構成され、

前記第 1 のプランジャが、前記第 1 のチャンバ中の空気ボリュームを第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、

前記第 2 のプランジャが、前記第 2 のチャンバ中の空気ボリュームを第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、

前記第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率が、前記第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率よりも大きい、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 37】

前記第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率が、前記第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率の少なくとも 3 倍である、請求項 36 に記載の方法。

【請求項 38】

前記第 1 のプランジャ機構が、第 1 の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、

前記第 2 のプランジャ機構が、第 2 の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、

前記第 2 の最大空気ボリューム変位が、前記第 1 の最大空気ボリューム変位よりも大きい、請求項 31 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 39】

前記第2の最大空気ボリューム変位が、前記第1の最大空気ボリューム変位の少なくとも10倍である、請求項38に記載の方法

【請求項 40】

前記第1のチャンバが、第1のチャンバボリュームを有し、

前記第2のチャンバが、前記第1のチャンバボリュームよりも大きな第2のチャンバボリュームを有する、請求項31に記載の方法。

【請求項 41】

前記第2のチャンバボリュームが、前記第1のチャンバボリュームの少なくとも10倍である、請求項40に記載の方法。

【請求項 42】

前記分注器の一部を形成するバルブを使用して、前記第2のチャンバと前記分注チャンネルとの間の流体連通を選択的に制御することを含む、請求項31に記載の方法。

【請求項 43】

前記第1のプランジャが、前記分注チャンネル中に配設されている、請求項42に記載の方法。

【請求項 44】

前記第1のプランジャが、前記分注チャンネル中に配設されている、請求項31に記載の方法。

【請求項 45】

コントローラを使用して、前記第1のプランジャ機構および前記第2のプランジャ機構を自動的にプログラムで制御することを含む、請求項25に記載の方法。

【請求項 46】

前記分注器が、前記分注チャンネルに結合されている圧力センサを含み、

前記コントローラが、前記分注チャンネル中の前記圧力を示す前記圧力センサからの分注チャンネル圧力信号を受信する、請求項45に記載の方法。

【請求項 47】

前記分注器が、前記第2のプランジャ機構と前記分注チャンネルとの間の流体連通を選択的に制御するバルブを含み、

前記方法が、前記コントローラを使用して、前記バルブを自動的にプログラムで制御することを含む、請求項45に記載の方法。

【請求項 48】

バレルと、

分注チャンネルと、

前記バレル中に規定され、前記分注チャンネルと流体連通する通路であり、リヤチャンバおよび前記リヤチャンバと前記分注チャンネルとの間のフロントチャンバを含む、通路と、

フロントプランジャストロークで前記通路に対して平行移動するように、前記フロントチャンバ中に取り付けられているフロントプランジャと、

リヤプランジャストロークで前記通路に対して平行移動するように、前記リヤチャンバ中に取り付けられているリヤプランジャと、

前記フロントプランジャ周りのフロントシールと、

を含む分注器を備え、

前記フロントプランジャストロークの第1の部分において、前記フロントチャンバが、前記フロントシールによって前記リヤチャンバから流体封止されており、前記フロントチャンバ中の前記フロントプランジャの平行移動によって、液体を吸引または分配するような前記分注チャンネル中の圧力の変化が生じ、

前記フロントプランジャストロークの第2の部分において、前記フロントチャンバが、前記リヤチャンバに流体結合されており、前記リヤプランジャストロークに沿う前記リヤチャンバ中の前記リヤプランジャの平行移動によって、前記液体を吸引または分配するよ

10

20

30

40

50

うな前記分注チャンネル中の前記圧力の変化が生じる、分注システム。

【請求項 49】

前記分注器が、前記フロントプランジャおよび前記リヤプランジャの両方を含むプランジャ部材を含み、

前記プランジャ部材が、前記フロントプランジャストロークおよび前記リヤプランジャストロークを含むプランジャ部材ストロークで平行移動するように、前記通路中に取り付けられている、請求項 48 に記載の分注システム。

【請求項 50】

前記フロントチャンバ中の前記フロントプランジャの前記平行移動および前記リヤチャンバ中の前記リヤチャンバの前記平行移動によって、前記分注チャンネル中の空気クッションが変位する、請求項 48 に記載の分注システム。

10

【請求項 51】

前記フロントプランジャストロークの前記第 1 の部分において、前記フロントチャンバと前記リヤチャンバとの間の接続開口が前記フロントプランジャにより塞がれ、

前記フロントプランジャストロークの前記第 2 の部分において、前記接続開口が、前記フロントプランジャにより塞がれず、前記フロントチャンバが、前記接続開口を通じて前記リヤチャンバに流体結合されている、請求項 48 に記載の分注システム。

【請求項 52】

前記フロントシールが、前記フロントプランジャまたは前記バレルに摺動可能に係合する環状シール部材を含む、請求項 48 に記載の分注システム。

20

【請求項 53】

前記リヤプランジャ周りのリヤシールを含む、請求項 48 に記載の分注システム。

【請求項 54】

前記リヤシールが、前記リヤプランジャまたは前記バレルに摺動可能に係合する環状シール部材を含む、請求項 53 に記載の分注システム。

【請求項 55】

前記リヤチャンバが、前記フロントシールと前記リヤシールとの間に規定されている、請求項 53 に記載の分注システム。

【請求項 56】

前記フロントプランジャストロークの前記第 1 の部分において、前記リヤチャンバ中の圧力を逃すように配置および構成されている圧力逃しバルブを含む、請求項 48 に記載の分注システム。

30

【請求項 57】

前記分注チャンネル中の前記圧力を検出するように配置および構成されている圧力センサを含む、請求項 48 に記載の分注システム。

【請求項 58】

前記フロントプランジャが前記フロントプランジャストロークの前記第 2 の部分ではない場合、前記リヤチャンバを前記フロントチャンバと流体連通させるように選択的に動作可能な開放機構を含む、請求項 48 に記載の分注システム。

【請求項 59】

前記開放機構が、前記フロントプランジャが前記フロントプランジャストロークの前記第 2 の部分ではない場合、前記リヤチャンバを前記フロントチャンバと流体連通させるように選択的に動作可能なバルブを含む、請求項 58 に記載の分注システム。

40

【請求項 60】

前記バルブが、前記リヤチャンバを大気へのポートと流体連通させるように選択的に動作可能である、請求項 59 に記載の分注システム。

【請求項 61】

当該分注システムが、前記フロントプランジャストロークの前記第 1 の部分および前記フロントプランジャストロークの前記第 2 の部分の全体を通して、前記フロントシールが前記フロントプランジャ周りのシールを形成するように構成されている、請求項 58 に記

50

載の分注システム。

【請求項 6 2】

前記バレルに取り外し可能に結合されているピペットチップを含み、前記ピペットチップが、前記分注チャンネルに流体結合されている液体収集ボリュームおよび前記液体収集ボリュームと流体連通するチップオリフィスを含む、請求項 4 8 に記載の分注システム。

【請求項 6 3】

前記フロントプランジャおよび前記リヤプランジャを前記フロントプランジャストロークおよび前記リヤプランジャストロークで駆動する少なくとも 1 つのアクチュエータと、前記少なくとも 1 つのアクチュエータを自動的にプログラムで動作させるように構成されているコントローラと、

を含む、請求項 4 8 に記載の分注システム。

【請求項 6 4】

前記フロントプランジャストロークおよび前記リヤプランジャストロークが、プランジャ軸に沿って延び、

前記フロントプランジャが、前記プランジャ軸と直交する平面に第 1 の断面積を有し、

前記リヤプランジャが、前記プランジャ軸と直交する平面に第 2 の断面積を有し、

前記第 2 の断面積が、前記第 1 の断面積よりも大きい、請求項 4 8 に記載の分注システム。

【請求項 6 5】

前記第 2 の断面積が、前記第 1 の断面積の少なくとも 3 倍である、請求項 6 4 に記載の分注システム。

【請求項 6 6】

前記フロントプランジャが、前記フロントチャンバ中の空気ボリュームを第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、

前記リヤプランジャが、前記リヤチャンバ中の空気ボリュームを第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、

前記第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率が、前記第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率よりも大きい、請求項 4 8 に記載の分注システム。

【請求項 6 7】

前記第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率が、前記第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率の少なくとも 3 倍である、請求項 6 6 に記載の分注システム。

【請求項 6 8】

前記フロントプランジャが、前記フロントチャンバにおける第 1 の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、

前記リヤプランジャが、前記リヤチャンバにおける第 2 の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、

前記第 2 の最大空気ボリューム変位が、前記第 1 の最大空気ボリューム変位よりも大きい、請求項 4 8 に記載の分注システム。

【請求項 6 9】

前記第 2 の最大空気ボリューム変位が、前記第 1 の最大空気ボリューム変位の少なくとも 10 倍である、請求項 6 8 に記載の分注システム。

【請求項 7 0】

前記フロントチャンバが、フロントチャンバボリュームを有し、

前記リヤチャンバが、前記フロントチャンバボリュームよりも大きなリヤチャンバボリュームを有する、請求項 4 8 に記載の分注システム。

【請求項 7 1】

前記リヤチャンバボリュームが、前記フロントチャンバボリュームの少なくとも 10 倍である、請求項 7 0 に記載の分注システム。

【請求項 7 2】

液体を分注するための方法であって、

10

20

30

40

50

バレルと、

分注チャンネルと、

前記バレル中に規定され、前記分注チャンネルと流体連通する通路であり、リヤチャンバおよび前記リヤチャンバと前記分注チャンネルとの間のフロントチャンバを含む、通路と、

フロントプランジャストロークを移動するように、前記フロントチャンバ中に取り付けられているフロントプランジャと、

リヤプランジャストロークを移動するように、前記リヤチャンバ中に取り付けられているリヤプランジャと、

前記フロントプランジャ周りのフロントシールと、

を含む分注器を用意することと、

前記フロントプランジャを前記フロントプランジャストロークで平行移動させることおよび前記リヤプランジャを前記リヤプランジャストロークで平行移動させることによって、液体を吸引または分配することと、

を含み、

前記フロントプランジャストロークの第 1 の部分において、前記フロントチャンバが、前記フロントシールによって前記リヤチャンバから流体封止されており、前記フロントチャンバ中の前記フロントプランジャの平行移動によって、液体を吸引または分配するような前記分注チャンネル中の圧力の変化が生じ、

前記フロントプランジャストロークの第 2 の部分において、前記フロントチャンバが、前記リヤチャンバに流体結合されており、前記リヤプランジャストロークに沿う前記リヤチャンバ中の前記リヤプランジャの平行移動によって、前記液体を吸引または分配するような前記分注チャンネル中の前記圧力の第 2 の変化が生じる、方法。

【請求項 7 3】

前記分注器が、前記フロントプランジャおよび前記リヤプランジャの両方を含むプランジャ部材を含み、

前記プランジャ部材が、前記フロントプランジャストロークおよび前記リヤプランジャストロークを含むプランジャ部材ストロークを平行移動させるように、前記通路中に取り付けられており、

前記フロントプランジャを前記フロントプランジャストロークで平行移動させることおよび前記リヤプランジャを前記リヤプランジャストロークで平行移動させることが、前記プランジャ部材を前記プランジャ部材ストロークで平行移動させることにより実行される、請求項 7 2 に記載の方法。

【請求項 7 4】

前記フロントチャンバ中の前記フロントプランジャの前記平行移動および前記リヤチャンバ中の前記リヤチャンバの前記平行移動によって、前記分注チャンネル中の空気ボリュームが変位する、請求項 7 2 に記載の方法。

【請求項 7 5】

前記フロントプランジャストロークの前記第 1 の部分において、前記フロントチャンバと前記リヤチャンバとの間の接続開口が前記フロントプランジャにより塞がれ、

前記フロントプランジャストロークの前記第 2 の部分において、前記接続開口が、前記フロントプランジャにより塞がれず、前記フロントチャンバが、前記接続開口を通じて前記リヤチャンバに流体結合されている、請求項 7 2 に記載の方法。

【請求項 7 6】

前記フロントプランジャを前記フロントプランジャストロークの前記第 1 の部分で第 1 の方向に平行移動させて、前記液体を吸引することと、

その後、前記フロントプランジャを前記フロントプランジャストロークの前記第 1 の部分で前記第 1 の方向と反対の第 2 の方向に平行移動させて、前記液体を分配することと、を含み、

前記フロントプランジャが、当該フロントプランジャの前記第 1 の方向の平行移動と当

10

20

30

40

50

該フロントプランジャの前記第 2 の方向の平行移動との間に、前記フロントプランジャストロークの前記第 2 の部分で平行移動しない、請求項 7 2 に記載の方法。

【請求項 7 7】

前記フロントプランジャを前記フロントプランジャストロークの前記第 1 の部分および前記第 2 の部分で第 1 の方向に平行移動させ、前記フロントプランジャおよび前記リヤプランジャを使用して前記液体を吸引することと、

その後、前記フロントプランジャを前記プランジャストロークの前記第 1 の部分および前記第 2 の部分で前記第 1 の方向と反対の第 2 の方向に平行移動させ、前記フロントプランジャおよび前記リヤプランジャを使用して前記液体を分配することと、

を含む、請求項 7 2 に記載の方法。

10

【請求項 7 8】

前記フロントプランジャが前記フロントプランジャストロークの前記第 1 の部分にある状態で、開放機構を動作させて、前記リヤチャンバを前記フロントチャンバと流体連通させることと、

その後、前記リヤチャンバが前記フロントチャンバと流体連通する状態で、前記リヤプランジャを前記リヤプランジャストロークに沿って平行移動させて、前記液体を吸引することと、

を含む、請求項 7 2 に記載の方法。

【請求項 7 9】

前記フロントシールが、前記フロントプランジャストロークおよび前記リヤプランジャストロークの全体を通して、前記フロントプランジャ周りでシールを形成する、請求項 7 8 に記載の方法。

20

【請求項 8 0】

バレルと、

分注チャンネルと、

前記バレル中に規定され、前記分注チャンネルと流体連通する通路であり、リヤチャンバおよび前記リヤチャンバと前記分注チャンネルとの間のフロントチャンバを含む、通路と、

プランジャ軸に沿って前記通路に対して平行移動するように、前記フロントチャンバ中に取り付けられているフロントプランジャと、

30

前記プランジャ軸に沿って前記通路に対して平行移動するように、前記リヤチャンバ中に取り付けられているリヤプランジャと、

を含む分注器を備え、

前記プランジャ軸に沿う前記フロントチャンバ中の前記フロントプランジャの平行移動によって、液体を吸引または分配するような前記分注チャンネル中の圧力の変化が生じ、

前記プランジャ軸に沿う前記リヤチャンバ中の前記リヤプランジャの平行移動によって、前記液体を吸引または分配するような前記分注チャンネル中の前記圧力の変化が生じ、

前記フロントプランジャが、前記プランジャ軸と直交する平面に第 1 の断面積を有し、

前記リヤプランジャが、前記プランジャ軸と直交する平面に第 2 の断面積を有し、

前記第 2 の断面積が、前記第 1 の断面積よりも大きい、分注システム。

40

【請求項 8 1】

前記分注器が、前記フロントプランジャおよび前記リヤプランジャの両方を含むプランジャ部材を含み、

前記プランジャ部材が、前記プランジャ軸に沿って平行移動するように、前記通路中に取り付けられている、請求項 8 0 に記載の分注システム。

【請求項 8 2】

分注器と、

空気変位ピペットチップと、

正変位ピペットチップと、

を備え、

50

前記空気変位ピペットチップおよび前記正変位ピペットチップが、選択的かつ取り外し可能に前記分注器に搭載可能であり、

前記分注器が、前記空気変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、液体を前記空気変位ピペットチップに吸引するように動作可能であり、

前記分注器が、前記正変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、液体を前記正変位ピペットチップに吸引するように動作可能である、分注システム。

【請求項 8 3】

前記分注器が、前記空気変位ピペットチップおよび前記正変位ピペットチップに係合して、当該分注器に対して解除可能に固定するように構成されているチップ取り付けインターフェースを含む、請求項 8 2 に記載の分注システム。

10

【請求項 8 4】

前記チップ取り付けインターフェースが、前記空気変位ピペットチップが前記分注器に搭載されている場合に、前記空気変位ピペットチップと気密嵌合を形成するように構成されている、請求項 8 3 に記載の分注システム。

【請求項 8 5】

前記空気変位ピペットチップが、

空気変位チップオリフィスと、

前記空気変位チップオリフィスと流体連通する液体収集ボリュームと、

を含み、

前記正変位ピペットチップが、

正変位チップオリフィスと、

前記正変位チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、

前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、

を含み、

前記正変位ピペットチップが、前記ピストンが前記正変位チップオリフィスから遠ざかるように平行移動する場合に、前記正変位チップオリフィスで負圧を生成して前記液体を吸引するように動作する、請求項 8 2 に記載の分注システム。

20

【請求項 8 6】

前記分注器が、前記空気変位ピペットチップ中の空気ボリュームを変位させて前記空気変位チップオリフィスで負圧を生成するように動作可能である、請求項 8 5 に記載の分注システム。

30

【請求項 8 7】

前記分注器が、前記空気変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、前記空気変位チップオリフィスで負圧を生成して前記液体を吸引するように平行移動可能なプランジャを含む、請求項 8 5 に記載の分注システム。

【請求項 8 8】

前記分注器が、前記正変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、前記ピストンに係合して、前記チップ通路で平行移動させるように構成されているプランジャを含む、請求項 8 5 に記載の分注システム。

【請求項 8 9】

40

前記分注器が、プランジャを含み、

前記プランジャが、前記空気変位ピペットチップが前記分注器に搭載されている場合に、前記空気変位チップオリフィスで負圧を生成して前記液体を吸引するように平行移動可能であり、

前記プランジャが、前記正変位ピペットチップが前記分注器に搭載されている場合に、前記ピストンに係合して、前記チップ通路で平行移動させるように構成されている、請求項 8 5 に記載の分注システム。

【請求項 9 0】

前記分注器が、チャンバおよび分注チャネルを含み、

前記分注チャネルが、前記空気変位ピペットチップが前記分注器に搭載されている場合

50

に、前記液体収集ボリュームに流体結合されており、

前記プランジャが、前記チャンバ中で平行移動して前記分注チャンネル中に負圧を生成するように取り付けられている、請求項 89 に記載の分注システム。

【請求項 91】

前記分注器が、前記空気変位ピペットチップが当該分注器に搭載される状態での空気変位モードおよび代替として前記正変位ピペットチップが当該分注器に搭載される状態での正変位モードのそれぞれにおいて動作可能であり、

前記チャンバが、前記空気変位モードにおいては封止され、前記正変位モードにおいては封止されない、請求項 90 に記載の分注システム。

【請求項 92】

前記分注器が、

前記チャンバを規定するバレルと、

前記プランジャと前記バレルとの間の前記プランジャ周りの環状シールと、

を含み、

前記環状シールが、前記空気変位モードにおいては前記チャンバを封止し、前記正変位モードにおいては前記チャンバを封止しない、請求項 91 に記載の分注システム。

【請求項 93】

前記分注器が、前記チャンバ中の圧力を示す検出信号を出力するように配置および構成されている圧力センサを含む、請求項 91 に記載の分注システム。

【請求項 94】

前記分注器が、

前記プランジャを駆動する少なくとも 1 つのプランジャアクチュエータと、

前記少なくとも 1 つのアクチュエータを自動的にプログラムで動作させるように構成されているコントローラと、

を含む、請求項 89 に記載の分注システム。

【請求項 95】

前記少なくとも 1 つのプランジャアクチュエータが、線形アクチュエータを含む、請求項 94 に記載の分注システム。

【請求項 96】

前記正変位ピペットチップが、

前記チップ通路を規定するチップ本体と、

前記ピストンと前記分注器との間の前記チップ通路中の圧力を逃す前記チップ本体中の通気ポートと、

を含む、請求項 85 に記載の分注システム。

【請求項 97】

空気変位機構と、

正変位機構と、

を備え、

空気変位ピペットチップおよび代替として正変位ピペットチップを搭載するように構成されている分注器であって、

前記空気変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、前記空気変位機構が、前記空気変位ピペットチップ中に負圧を生成して液体を前記空気変位ピペットチップに吸引するように動作可能であり、

前記正変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、前記正変位機構が、前記正変位ピペットチップのピストンを変位させて液体を前記正変位ピペットチップに吸引するように動作可能である、分注器。

【請求項 98】

前記分注器が、プランジャを含み、

前記プランジャが、前記空気変位ピペットチップが前記分注器に搭載されている場合に、前記空気変位ピペットチップ中に前記負圧を生成して前記液体を吸引するように平行移

10

20

30

40

50

動可能であり、

前記プランジャが、前記正変位ピペットチップが前記分注器に搭載されている場合に、前記ピストンに係合して、前記正変位ピペットチップのチップ通路で平行移動させるように構成されている、請求項 97 に記載の分注器。

【請求項 99】

液体を分注するための方法であって、

空気変位ピペットチップが分注器に搭載されている状態で、液体を前記空気変位ピペットチップに吸引するように前記分注器を動作させることと、

その後、正変位ピペットチップが前記分注器に搭載されている状態で、液体を前記正変位ピペットチップに吸引するように前記分注器を動作させることと、

を含む、方法。

【請求項 100】

少なくとも 1 つのアクチュエータを制御する少なくとも 1 つの制御回路により、

前記分注器に搭載されている前記空気変位ピペットチップを取り付けることと、

前記分注器から前記空気変位ピペットチップを取り外すことと、

前記分注器に搭載されている前記正変位ピペットチップを取り付けることと、

前記分注器から前記正変位ピペットチップを取り外すことと、

を含む動作を実行することを含む、請求項 99 に記載の方法。

【請求項 101】

液体の吸引および／または分配用の開口を有する第 1 の端部と、分注器への接続用の前記第 1 の端部と反対の第 2 の端部と、を備えるチップ部材と、

前記液体との接触に応じた信号を出力するように構成されている、前記チップ部材上の導電性電極と、

を備え、

前記チップ部材の前記第 1 の端部が、前記開口に隣り合う非導電性チップ底部を備える、ピペットチップ。

【請求項 102】

前記導電性電極が、前記第 1 の端部と前記第 2 の端部との間の前記チップ部材の外面上にある、請求項 101 に記載のピペットチップ。

【請求項 103】

前記導電性電極が、前記チップ部材の表面内に少なくとも部分的に埋め込まれている、請求項 101 に記載のピペットチップ。

【請求項 104】

前記導電性電極が、前記非導電性チップ底部に存在しない、請求項 101 に記載のピペットチップ。

【請求項 105】

前記非導電性チップ底部が、非導電性被膜を有する前記導電性電極の部分を備える、請求項 101 に記載のピペットチップ。

【請求項 106】

前記チップ部材の前記第 2 の端部の導電性要素と、

前記チップ部材に沿って延び、前記導電性電極を前記導電性要素に電氣的に接続する導電性接続部と、

をさらに備える、請求項 101 に記載のピペットチップ。

【請求項 107】

前記導電性接続部が、前記チップ部材の前記外面に沿って延びている、請求項 106 に記載のピペットチップ。

【請求項 108】

前記導電性接続部が、前記チップ部材内に少なくとも部分的に埋め込まれている、請求項 106 に記載のピペットチップ。

【請求項 109】

前記導電性電極が、前記チップ部材の内面に存在しない、請求項 101 に記載のピペットチップ。

【請求項 110】

前記チップ部材の前記内面が、非導電性であり、前記導電性電極が、単一の電極である、請求項 109 に記載のピペットチップ。

【請求項 111】

前記非導電性チップ底部が、約 2 ミリメートル (mm) 以上の長さを有する、請求項 101 に記載のピペットチップ。

【請求項 112】

前記導電性電極の形状が、前記開口からの距離とともに変動する表面積を規定する、請求項 101 に記載のピペットチップ。

【請求項 113】

前記導電性電極が、当該導電性電極から出力される前記信号により示されるキャパシタンスの変化に基づいて、前記液体のレベルを動的に検出および／または当該ピペットチップと前記液体との間の接触喪失を予測するように構成されているコントローラ回路に結合されるように構成されている、請求項 101 に記載のピペットチップ。

【請求項 114】

分注器を保持するように構成されているアーム部材と、制御信号に応じて前記アーム部材を少なくとも 1 つの軸に沿って移動させるように構成されているアクチュエータ機構と、を備えるロボットアームアセンブリと、

前記ロボットアームアセンブリに結合され、

ピペットチップ上の導電性電極からの信号を受信することであり、前記導電性電極が、液体の吸引および／または分配用の開口を有する前記ピペットチップの第 1 の端部と前記分注器に接続されている前記第 1 の端部と反対の前記ピペットチップの第 2 の端部との間にある、ことと、

前記導電性電極からの前記信号に応じて、前記少なくとも 1 つの軸に沿って前記アーム部材を前記液体の表面に接近または離隔させる前記制御信号を前記アクチュエータ機構に送信することと、

を含む動作を実行するように構成されているコントローラ回路と、

を備える自動分注システム。

【請求項 115】

前記動作が、任意選択として前記液体のコンテナの形状またはサイズに依存しないで、前記導電性電極からの前記信号により示されるキャパシタンスの変化に基づいて前記液体のレベルを動的に検出することをさらに含む、請求項 114 に記載の自動分注システム。

【請求項 116】

前記液体の前記レベルを動的に検出することが、前記導電性電極からの前記信号により示される前記キャパシタンスの前記変化に基づいて前記ピペットチップと前記液体との間の接触喪失を予測することを含み、

前記制御信号を前記アクチュエータ機構に送信することが、前記接触喪失の予測に応じたものである、請求項 115 に記載の自動分注システム。

【請求項 117】

前記制御信号が、キャパシタンスの前記変化に基づいて、前記ピペットチップと前記液体との間の接触を維持しつつ、前記少なくとも 1 つの軸に沿って前記アーム部材を前記液体の前記表面に接近または離隔させるように変動する、請求項 115 に記載の自動分注システム。

【請求項 118】

前記ピペットチップの前記第 1 の端部が、前記開口に隣り合う非導電性チップ底部を備える、請求項 114 に記載の自動分注システム。

【請求項 119】

前記導電性電極が、前記第 1 の端部と前記第 2 の端部との間の前記ピペットチップの外

10

20

30

40

50

面上にある、請求項 1 1 8 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 2 0】

前記導電性電極が、前記ピペットチップの表面内に少なくとも部分的に埋め込まれている、請求項 1 1 8 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 2 1】

前記導電性電極が、前記非導電性チップ底部に存在しない、請求項 1 1 8 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 2 2】

前記非導電性チップ底部が、非導電性被膜を有する前記導電性電極の部分を備える、請求項 1 1 8 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 2 3】

前記導電性電極が、前記ピペットチップの内面に存在しない、請求項 1 1 8 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 2 4】

前記ピペットチップの前記内面が、非導電性であり、前記導電性電極が、単一の電極である、請求項 1 2 3 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 2 5】

前記アクチュエータ機構が、前記吸引時に前記少なくとも 1 つの軸に沿って前記液体の前記表面に近づく運動に前記アーム部材が制限される第 1 の動作モードと、前記分配時に前記少なくとも 1 つの軸に沿って前記液体の前記表面から離れる運動に前記アーム部材が制限される第 2 の動作モードと、を有する、請求項 1 1 4 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 2 6】

前記動作が、

前記少なくとも 1 つの軸に沿う前記アーム部材の移動距離に基づいて、前記液体の吸引または分配ボリュームを計算することと、

計算した前記吸引または分配ボリュームに基づいて、前記少なくとも 1 つの軸に沿う前記アーム部材の後続の運動を制御することと、

をさらに含む、請求項 1 1 4 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 2 7】

自動分注システムを動作させる方法であって、

コントローラ回路により、非一時的記憶媒体に格納されているコンピュータ可読命令を実行して、

ピペットチップ上の導電性電極からの信号を受信することであり、前記導電性電極が、液体の吸引および／または分配用の開口を有する前記ピペットチップの第 1 の端部と分注器に接続されている前記第 1 の端部と反対の前記ピペットチップの第 2 の端部との間にある、ことと、

前記導電性電極からの前記信号に応じて、前記少なくとも 1 つの軸に沿って前記分注器を保持するように構成されているアーム部材を前記液体の表面に対して接近または離隔させる制御信号をロボットアームアセンブリのアクチュエータ機構に送信することと、

を含む動作を実行することを含む、方法。

【請求項 1 2 8】

前記動作が、任意選択として前記液体のコンテナの形状またはサイズに依存しないで、前記導電性電極からの前記信号により示されるキャパシタンスの変化に基づいて前記液体のレベルを動的に検出することをさらに含む、請求項 1 2 7 に記載の方法。

【請求項 1 2 9】

前記液体の前記レベルを動的に検出することが、前記導電性電極からの前記信号により示される前記キャパシタンスの前記変化に基づいて前記ピペットチップと前記液体との間の接触喪失を予測することを含み、

前記制御信号を前記アクチュエータ機構に送信することが、前記接触喪失の予測に応じたものである、請求項 1 2 8 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 130】

前記制御信号が、キャパシタンスの前記変化に基づいて、前記ピペットチップと前記液体との間の接触を維持しつつ、前記少なくとも1つの軸に沿って前記アーム部材を前記液体の前記表面に対して接近または離隔させるように変動する、請求項128に記載の方法。

【請求項 131】

前記ピペットチップの前記第1の端部が、前記導電性電極を越えて延びる非導電性チップ底部を備える、請求項127に記載の方法。

【請求項 132】

前記導電性電極が、前記第1の端部と前記第2の端部との間の前記ピペットチップの外面上にある、請求項131に記載の方法。

10

【請求項 133】

前記導電性電極が、前記ピペットチップの表面内に少なくとも部分的に埋め込まれている、請求項131に記載の方法。

【請求項 134】

前記導電性電極が、前記非導電性チップ底部に存在しない、請求項131に記載の方法。

【請求項 135】

前記導電性電極が、前記ピペットチップの内面に存在しない、請求項131に記載の方法。

20

【請求項 136】

前記ピペットチップの前記内面が、非導電性であり、前記導電性電極が、単一の電極である、請求項135に記載の方法。

【請求項 137】

前記動作が、

前記吸引時に前記少なくとも1つの軸に沿って前記液体の前記表面に近づく運動に前記アーム部材を制限することと、

前記分配時に前記少なくとも1つの軸に沿って前記液体の前記表面から離れる運動に前記アーム部材を制限することと、

をさらに含む、請求項127に記載の方法。

30

【請求項 138】

前記動作が、

前記少なくとも1つの軸に沿う前記アーム部材の運動距離に基づいて、前記液体の吸引または分配ボリュームを計算することと、

計算した前記吸引または分配ボリュームに基づいて、前記少なくとも1つの軸に沿う前記アーム部材の後続の運動を制御することと、

をさらに含む、請求項127に記載の方法。

【請求項 139】

チャンネルを備える分注器と、

前記チャンネルに結合されている圧力センサと、

前記圧力センサから、前記分注器の前記チャンネル中の圧力を示す信号を受信することと、

40

前記信号により示される前記圧力に基づいて、

前記チャンネル中の液体の蒸発を検出すること、または、

1つもしくは複数の補償動作を自動的に実行すること

の少なくとも一方を実行することと、

を含む動作を実行するように構成されている少なくとも1つのコントローラ回路と、

を備える自動分注システム。

【請求項 140】

前記分注器が、前記液体の吸引用の開口を有するピペットチップを備え、前記蒸発を検

50

出することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後に実行される、請求項 139 に記載の自動分注システム。

【請求項 141】

前記蒸発を検出することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後に前記信号により示される前記圧力の変化に基づいて蒸発率を計算することをさらに含む、請求項 140 に記載の自動分注システム。

【請求項 142】

前記蒸発率を計算することが、前記液体の表面張力または種類に依存しない、請求項 141 に記載の自動分注システム。

【請求項 143】

前記蒸発率が、時間の経過に伴って前記信号により示される前記圧力の前記変化に比例して計算される、請求項 141 に記載の自動分注システム。

【請求項 144】

前記蒸発を検出することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後の前記チャンネル中のプランジャの移動を制御することをさらに含み、

前記蒸発率を計算することが、前記プランジャの前記移動に応じて前記信号により示される前記圧力の前記変化に基づく、請求項 141 に記載の自動分注システム。

【請求項 145】

前記蒸発を検出することが、

前記信号により示される前記圧力が時間の経過に伴って実質的に一定を維持するように、前記分注器の前記チャンネル中のプランジャの位置を継続的に制御することと、

時間の経過に伴う前記プランジャの変位に基づいて蒸発率を計算することと、

をさらに含む、請求項 139 に記載の自動分注システム。

【請求項 146】

前記 1 つまたは複数の補償動作を自動的に実行することが、閾値に対する比較に基づいて、前記チャンネル中の前記液体の前記蒸発の検出に応じて 1 つまたは複数の蒸発補償動作を実行することを含む、請求項 140 に記載の自動分注システム。

【請求項 147】

前記 1 つまたは複数の蒸発補償動作を実行することが、

前記液体の前記吸引に先立って予備湿潤動作を実行すること、

前記液体の前記吸引に対して 1 つまたは複数の吸引パラメータを適応させること、および／または

前記チャンネル中のプランジャの移動を制御すること、

を含む、請求項 146 に記載の自動分注システム。

【請求項 148】

前記動作が、前記蒸発率および前記液体の前記吸引の継続時間に基づいて蒸発ボリュームを推定することであり、前記閾値が、ボリュームベースである、ことをさらに含む、請求項 147 に記載の自動分注システム。

【請求項 149】

前記蒸発ボリュームが、過小吸引量を示し、

前記 1 つまたは複数の蒸発補償動作が、

前記過小吸引量に基づいて、前記液体の別の量を吸引するように、前記 1 つまたは複数の吸引パラメータを適応させることと、

適応させた前記 1 つまたは複数の吸引パラメータに基づいて、前記液体の前記別の量を吸引することと、

を含む、請求項 148 に記載の自動分注システム。

【請求項 150】

前記 1 つまたは複数の蒸発補償動作を実行することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後、空気を吸引して前記ピペットチップからの前記液体の滴りを抑制または回避するように、前記プランジャの前記移動を制御することを含む、請求項 147 に記

10

20

30

40

50

載の自動分注システム。

【請求項 1 5 1】

前記 1 つまたは複数の蒸発補償動作を実行することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後、前記ピペットチップ中の実質的に一定の圧力を維持するように、前記プランジャの前記移動を制御することを含む、請求項 1 4 7 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 5 2】

前記実質的に一定の圧力が、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後に前記信号により示される前記圧力に基づく、請求項 1 5 1 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 5 3】

前記実質的に一定の圧力が、所定の圧力である、請求項 1 5 1 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 5 4】

前記動作が、前記信号により示される前記圧力の変化に基づいて前記液体の吸引ボリュームを計算することをさらに含む、請求項 1 3 9 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 5 5】

前記 1 つまたは複数の補償動作を自動的に実行することが、
目標ボリュームに対する前記吸引ボリュームの比較に基づいて 1 つまたは複数の吸引パラメータを適応させることと、
適応させた前記 1 つまたは複数の吸引パラメータに基づいて前記液体を吸引することと、

を含む、請求項 1 5 4 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 5 6】

前記 1 つまたは複数の補償動作を自動的に実行することが、
圧力変化閾値に対する前記信号により示される前記圧力の変化に基づいて吸引速度を適応させること、および／または
温度閾値に対する前記液体の温度に基づいて予備湿潤動作を実行すること、
を含む、請求項 1 3 9 に記載の自動分注システム。

【請求項 1 5 7】

自動分注システムを動作させる方法であって、
少なくとも 1 つのコントローラ回路により、非一時的記憶媒体に格納されているコンピュータ可読命令を実行して、
圧力センサから、分注器のチャネル中の圧力を示す信号を受信することと、
前記信号により示される前記圧力に基づいて、
前記チャネル中の液体の蒸発を検出すること、または、
1 つもしくは複数の補償動作を自動的に実行すること
の少なくとも一方を実行することと、
を含む動作を実行すること、を含む、方法。

【請求項 1 5 8】

前記分注器が、前記液体の吸引用の開口を有するピペットチップを備え、前記蒸発を検出することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後に実行される、請求項 1 5 7 に記載の方法。

【請求項 1 5 9】

前記蒸発を検出することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後に前記信号により示される空気圧力の変化に基づいて蒸発率を計算することをさらに含む、請求項 1 5 8 に記載の方法。

【請求項 1 6 0】

前記蒸発率を計算することが、前記液体の表面張力または種類に依存しない、請求項 1 5 9 に記載の方法。

【請求項 1 6 1】

前記蒸発率が、時間の経過に伴って前記信号により示される前記圧力の前記変化に比例

10

20

30

40

50

して計算される、請求項 1 5 9 に記載の方法。

【請求項 1 6 2】

前記蒸発を検出することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後の前記チャンネル中のプランジャの移動を制御することをさらに含み、

前記蒸発率を計算することが、前記プランジャの前記移動に応じて前記信号により示される前記圧力の前記変化に基づく、請求項 1 5 9 に記載の方法。

【請求項 1 6 3】

前記蒸発を検出することが、

前記信号により示される前記圧力が時間の経過に伴って実質的に一定を維持するように、前記分注器の前記チャンネル中のプランジャの位置を継続的に制御することと、

時間の経過に伴う前記プランジャの変位に基づいて蒸発率を計算することと、

をさらに含む、請求項 1 5 7 に記載の方法。

10

【請求項 1 6 4】

前記 1 つまたは複数の補償動作を自動的に実行することが、閾値に対する比較に基づいて、前記チャンネル中の前記液体の前記蒸発の検出に応じて 1 つまたは複数の蒸発補償動作を実行することを含む、請求項 1 5 8 に記載の方法。

【請求項 1 6 5】

前記 1 つまたは複数の蒸発補償動作を実行することが、

前記液体の前記吸引に先立って予備湿潤動作を実行すること、

前記液体の前記吸引に対して 1 つまたは複数の吸引パラメータを適応させること、および／または

20

前記チャンネル中のプランジャの移動を制御すること、

を含む、請求項 1 6 4 に記載の方法。

【請求項 1 6 6】

前記動作が、前記蒸発率および前記液体の前記吸引の継続時間に基づいて蒸発ボリュームを推定することであり、前記閾値が、ボリュームベースである、ことをさらに含む、請求項 1 6 5 に記載の方法。

【請求項 1 6 7】

前記蒸発ボリュームが、過小吸引量を示し、

前記 1 つまたは複数の蒸発補償動作が、

前記過小吸引量に基づいて、前記液体の別の量を吸引するように、前記 1 つまたは複数の吸引パラメータを適応させることと、

30

適応させた前記 1 つまたは複数の吸引パラメータに基づいて、前記液体の前記別の量を吸引することと、

を含む、請求項 1 6 6 に記載の方法。

【請求項 1 6 8】

前記 1 つまたは複数の蒸発補償動作を実行することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後、空気を吸引して前記ピペットチップからの前記液体の滴りを抑制または回避するように、前記プランジャの前記移動を制御することを含む、請求項 1 6 5 に記載の方法。

40

【請求項 1 6 9】

前記 1 つまたは複数の蒸発補償動作を実行することが、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後、前記ピペットチップ中の実質的に一定の圧力を維持するように、前記プランジャの前記移動を制御することを含む、請求項 1 6 5 に記載の方法。

【請求項 1 7 0】

前記実質的に一定の圧力が、前記液体からの前記ピペットチップの取り出し後に前記信号により示される前記圧力に基づく、請求項 1 6 9 に記載の方法。

【請求項 1 7 1】

前記実質的に一定の圧力が、所定の圧力である、請求項 1 6 9 に記載の方法。

【請求項 1 7 2】

50

前記動作が、前記信号により示される前記圧力の変化に基づいて前記液体の吸引ボリュームを計算することをさらに含む、請求項 157 に記載の方法。

【請求項 173】

前記 1 つまたは複数の補償動作を実行することが、
目標ボリュームに対する前記吸引ボリュームの比較に基づいて 1 つまたは複数の吸引パラメータを適応させることと、
適応させた前記 1 つまたは複数の吸引パラメータに基づいて前記液体を吸引することと、
を含む、請求項 172 に記載の方法。

【請求項 174】

前記 1 つまたは複数の補償動作を自動的に実行することが、
圧力変化閾値に対する前記信号により示される前記圧力の変化に基づいて吸引速度を適応させること、および／または
温度閾値に対する前記液体の温度に基づいて予備湿潤動作を実行すること、
を含む、請求項 157 に記載の方法。

【請求項 175】

チャンネルを備える分注器と、
前記チャンネルに結合されているセンサと、
前記センサから、前記チャンネル中の圧力変化を示すセンサ信号を受信することと、
前記センサ信号に基づいて、前記チャンネル中の変位空気ボリュームを決定することと、
、
前記変位空気ボリュームに基づいて前記チャンネル中の圧力を制御する少なくとも 1 つの制御信号を送信することと、
を含む動作を実行するように構成されている少なくとも 1 つのコントローラ回路と、
を備える自動分注システム。

【請求項 176】

前記動作が、前記圧力変化に基づいて前記チャンネル中の空気流量を特定することをさらに含み、前記変位空気ボリュームを決定することが、前記空気流量に基づく、請求項 175 に記載の自動分注システム。

【請求項 177】

前記少なくとも 1 つの制御信号が、流量制限制御信号を含み、
前記チャンネルに結合され、前記流量制限制御信号に応じて異なる流量を与える各状態間で切り替えられるように構成されている流量制限機構をさらに備える、請求項 176 に記載の自動分注システム。

【請求項 178】

前記センサが、デュアルセンサを含み、前記センサ信号が、第 1 の流量および第 2 の流量をそれぞれ示す第 1 の圧力データおよび第 2 の圧力データを含む、請求項 177 に記載の自動分注システム。

【請求項 179】

前記デュアルセンサが、前記第 1 の圧力データおよび前記第 2 の圧力データをそれぞれ与える並列配置の第 1 の圧力センサおよび第 2 の圧力センサを含み、前記第 2 の圧力センサの測定範囲が前記第 1 の圧力センサの測定範囲よりも大きい、請求項 178 に記載の自動分注システム。

【請求項 180】

前記第 2 の圧力センサの前記測定範囲が、前記第 1 の圧力センサの前記測定範囲よりも 2 桁以上大きい、請求項 179 に記載の自動分注システム。

【請求項 181】

前記少なくとも 1 つの制御信号が、前記チャンネル中の前記空気流量により示される前記変位空気ボリュームの変化に基づいて変動するプランジャアクチュエータ制御信号を含み、
、

10

20

30

40

50

前記プランジャアクチュエータ制御信号に応じて前記チャンネル中のプランジャの位置および／または運動速度を動的に制御するように構成されているプランジャアクチュエータをさらに備える、請求項 176 に記載の自動分注システム。

【請求項 182】

前記プランジャアクチュエータ制御信号が、前記チャンネル中の前記プランジャの過去の位置または運動距離の決定に依存しないで生成される、請求項 181 に記載の自動分注システム。

【請求項 183】

前記少なくとも 1 つの制御信号が、バルブ制御信号を含み、

前記バルブ制御信号に応じて前記チャンネルを圧力源に結合するように動作可能な空気バルブをさらに備える、請求項 177 に記載の自動分注システム。

【請求項 184】

前記圧力源が、負圧源および正圧源を含み、前記負圧源または前記正圧源の一方の選択によって前記チャンネル中の空気流の方向を制御するように構成されている、請求項 183 に記載の自動分注システム。

【請求項 185】

前記動作が、

前記分注器に結合されているピペットチップ中の圧力センサからの圧力信号を受信することと、

前記圧力信号に基づいて前記ピペットチップ中の液体のボリュームを決定することと

をさらに含み、

前記少なくとも 1 つの制御信号が、前記ピペットチップ中の前記液体の前記ボリュームに基づいてプランジャの位置を制御するために送信される、請求項 175 に記載の自動分注システム。

【請求項 186】

前記チャンネルをピペットチップに結合するように構成されている複数の通路を備えるマイクロ流体マニホールドであり、前記通路のうちの 1 つまたは複数が、約 0.2 ～ 0.8 mm の直径を有する、マイクロ流体マニホールドをさらに備える、請求項 175 に記載の自動分注システム。

【請求項 187】

自動分注システムを動作させる方法であって、

少なくとも 1 つのコントローラ回路により、非一時的記憶媒体に格納されているコンピュータ可読命令を実行して、

分注器のチャンネルに結合されているセンサから、前記チャンネル中の圧力変化を示すセンサ信号を受信することと、

前記センサ信号に基づいて、前記チャンネル中の変位空気ボリュームを決定することと

前記変位空気ボリュームに基づいて前記チャンネル中の圧力を制御する少なくとも 1 つの制御信号を送信することと、

を含む動作を実行することを含む、方法。

【請求項 188】

前記動作が、前記センサ信号により示される前記圧力変化に基づいて前記チャンネル中の空気流量を特定することをさらに含み、

前記変位空気ボリュームを決定することが、前記空気流量に基づく、請求項 187 に記載の方法。

【請求項 189】

前記少なくとも 1 つの制御信号が、流量制限制御信号をさらに含み、

前記動作が、前記チャンネルに結合されている流量制限機構を前記流量制限制御信号に応じて異なる空気流量を与える各状態間で切り替えることをさらに含む、請求項 188 に記

10

20

30

40

50

載の方法。

【請求項 190】

前記センサが、デュアルセンサを含み、前記センサ信号が、第1の流量および第2の流量をそれぞれ示す第1の圧力データおよび第2の圧力データを含む、請求項189に記載の方法。

【請求項 191】

前記デュアルセンサが、前記第1の圧力データおよび前記第2の圧力データをそれぞれ与える並列配置の第1の圧力センサおよび第2の圧力センサを含み、前記第2の圧力センサの測定範囲が前記第1の圧力センサの測定範囲よりも大きい、請求項190に記載の方法。

10

【請求項 192】

前記第2の圧力センサの前記測定範囲が、前記第1の圧力センサの前記測定範囲よりも2桁以上大きい、請求項191に記載の方法。

【請求項 193】

前記少なくとも1つの制御信号が、前記チャンネル中の前記空気流量により示される前記変位空気ボリュームの変化に基づいて変動するプランジャアクチュエータ制御信号を含み、

前記動作が、前記プランジャアクチュエータ制御信号に応じて前記チャンネル中のプランジャの位置および／または運動速度を動的に制御することをさらに含む、請求項188に記載の方法。

20

【請求項 194】

前記プランジャアクチュエータ制御信号が、前記チャンネル中の前記プランジャの過去の位置または運動距離の決定に依存しないで生成される、請求項193に記載の方法。

【請求項 195】

前記少なくとも1つの制御信号が、バルブ制御信号を含み、

前記動作が、前記バルブ制御信号に応じて前記チャンネルを圧力源に結合するように空気バルブを動作させることをさらに含む、請求項189に記載の方法。

【請求項 196】

前記圧力源が、負圧源および正圧源を含み、

前記動作が、前記負圧源または前記正圧源の一方の選択によって前記チャンネル中の空気流の方向を制御することをさらに含む、請求項195に記載の方法。

30

【請求項 197】

前記動作が、

前記分注器に結合されているピペットチップ中の圧力センサからの圧力信号を受信することと、

前記圧力信号に基づいて前記ピペットチップ中の液体のボリュームを決定することと、

をさらに含み、

前記少なくとも1つの制御信号が、前記ピペットチップ中の前記液体の前記ボリュームに基づいてプランジャの位置を制御するために送信される、請求項187に記載の方法。

40

【請求項 198】

前記センサが、前記チャンネルをピペットチップに結合するように構成されているマイクロ流体マニホールドの少なくとも1つの通路に結合されており、前記少なくとも1つの通路が、約0.2～0.8mmの直径を有する、請求項187に記載の方法。

【請求項 199】

正変位ピペットチップであって、

チップオリフィスと、

リヤチャンバと、

前記チップオリフィスと前記リヤチャンバとの間で前記チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、

50

前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、
を備え、

前記ピストンが、前記リヤチャンバ中の負圧に応じて、前記チップオリフィスから後方に遠ざかるように平行移動することにより、前記チップオリフィスで負圧を生成して液体を当該正変位ピペットチップに吸引する、正変位ピペットチップ。

【請求項 200】

前記リヤチャンバを規定する本体と、

前記ピストンと前記本体との間の摺動シールと、
を含み、

前記シールが、前記チップ通路から前記リヤチャンバを分離し、

前記シールが、前記ピストンとともに前記本体で平行移動する、請求項 199 に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 201】

前記本体が、本体キャビティを含み、

前記シールが、前記本体キャビティを前記リヤチャンバおよび前記リヤチャンバと前記チップ通路との間の中間チャンバに分割する、請求項 200 に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 202】

前記中間チャンバと流体連通する圧力逃しポートを含む、請求項 201 に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 203】

本体と、

前記本体上の少なくとも 1 つの第 1 のインデックスフィーチャと、

前記ピストン上の少なくとも 1 つの第 2 のインデックスフィーチャと、

を含み、前記第 1 のインデックスフィーチャおよび前記第 2 のインデックスフィーチャが、前記ピストンの変位を規定の位置で停止させるように協働する、インデックス機構と、

を含む、請求項 199 に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 204】

前記ピストン上のシールを含み、前記シールが、前記ピストンとともに前記本体で平行移動する、請求項 203 に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 205】

分注器と、

前記分注器に搭載され、

チップオリフィスと、

リヤチャンバと、

前記チップオリフィスと前記リヤチャンバとの間で前記チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、

前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、

を含む正変位ピペットチップと、

を備え、

前記分注器が、前記リヤチャンバにおいて、前記ピストンを前記チップオリフィスから後方に遠ざけるように平行移動させることにより、前記ピストンが前記チップオリフィスで負圧を生成して液体を前記正変位ピペットチップに吸引する負圧を生成するように動作可能である、ピペット。

【請求項 206】

前記分注器が、空気クッションによって前記ピストンに結合されており、

前記空気クッションが、前記ピストンが平行移動する場合に、前記分注器および／または前記正変位ピペットチップ内で変位する、請求項 205 に記載のピペット。

【請求項 207】

液体を分注するための方法であって、
正変位ピペットチップを分注器に搭載することであり、前記正変位ピペットチップが、
チップオリフィスと、
リヤチャンバと、
前記チップオリフィスと前記リヤチャンバとの間で前記チップオリフィスと流体連通
するチップ通路と、

前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、
を含む、ことと、
前記分注器を使用して、前記リヤチャンバにおいて、前記ピストンを前記チップオリフ
イスから後方に遠ざけるように平行移動させることにより、前記ピストンが前記チップオ
リフィスで負圧を生成して液体を前記正変位ピペットチップに吸引する負圧を生成するこ
とと、

を含む、方法。

【請求項 208】

チップオリフィスと、
前記チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、
前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、
本体と、
前記本体上の少なくとも 1 つの第 1 のインデックスフィーチャと、
前記ピストン上の少なくとも 1 つの第 2 のインデックスフィーチャと、
を含み、前記第 1 のインデックスフィーチャおよび前記第 2 のインデックスフィーチャ
が、前記ピストンの変位を規定の位置で停止させるように協働する、インデックス機構と
、

を備える正変位ピペットチップ。

【請求項 209】

前記少なくとも 1 つの第 1 のインデックスフィーチャが、当該正変位ピペットチップの
長手軸に沿って軸方向に分布する一連の第 1 のインデックスフィーチャを含む、請求項 2
08 に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 210】

分注器と、
前記分注器に搭載され、
チップオリフィスと、
前記チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、
前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、
本体と、
前記本体上の少なくとも 1 つの第 1 のインデックスフィーチャと、
前記ピストン上の少なくとも 1 つの第 2 のインデックスフィーチャと、
を含み、前記第 1 のインデックスフィーチャおよび前記第 2 のインデックスフィーチャ
が、前記ピストンの変位を規定の位置で停止させるように協働する、インデックス機構
と、

を含む正変位ピペットチップと、

を備えるピペット。

【請求項 211】

液体を分注するための方法であって、
正変位ピペットチップを分注器に搭載することであり、前記正変位ピペットチップが、
チップオリフィスと、
前記チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、
前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、
本体と、

前記本体上の少なくとも 1 つの第 1 のインデックスフィーチャと、

前記ピストン上の少なくとも１つの第２のインデックスフィーチャと、
を含み、前記第１のインデックスフィーチャおよび前記第２のインデックスフィーチャが、前記ピストンの変位を規定の位置で停止させるように協働する、インデックス機構と、

を含む、ことと、

前記分注器を使用して、前記ピストンを前記チップオリフィスから後方に遠ざけるように平行移動させることにより、前記ピストンが前記チップオリフィスで負圧を生成して液体を前記正変位ピペットチップに吸引することと、

を含む、方法。

【請求項 ２ １ ２】

10

分注器とともに使用する正変位ピペットチップであって、

チップ通路を規定する遠位チップ部を含むチップ本体と、

前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられ、液体を当該正変位ピペットチップに吸引するように変位可能なピストンと、

前記ピストンと前記チップ本体との間の移動を制限するように動作可能な一体型ピストン拘束機構と、

を備える、正変位ピペットチップ。

【請求項 ２ １ ３】

前記ピストン拘束機構が、前記チップ本体に対する規定位置を越える前記ピストンの後退を防止する拘束構成および前記規定位置を越える前記ピストンの後退を防止しない解除構成のそれぞれに配置可能である、請求項 ２ １ ２ に記載の正変位ピペットチップ。

20

【請求項 ２ １ ４】

前記ピストン拘束機構が、前記解除構成の場合に、前記ピストンと前記チップ本体との間の移動を制限しない、請求項 ２ １ ３ に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 ２ １ ５】

前記ピストン拘束機構が、前記ピストンに係合するラッチ位置と前記ピストンに係合しない非ラッチ位置との間で移動可能なラッチを含む、請求項 ２ １ ３ に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 ２ １ ６】

前記ラッチが、変位可能なスリーブまたはタブを含む、請求項 ２ １ ５ に記載の正変位ピペットチップ。

30

【請求項 ２ １ ７】

前記チップ本体に搭載されているインターロックインサートを含み、前記ラッチが、前記インターロックインサートの一部を形成する、請求項 ２ １ ５ に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 ２ １ ８】

前記ピストン拘束機構が、前記ピストン上の一体型インターロックフィーチャを含み、

前記インターロックフィーチャが、前記ピストン拘束機構が拘束構成である場合に前記ラッチと連動して、前記ピストンと前記チップ本体との間の移動を制限するように構成されている、請求項 ２ １ ５ に記載の正変位ピペットチップ。

40

【請求項 ２ １ ９】

前記ピストンが、前記分注器の一部を形成するドライバに当該ピストンを固定するように構成されている一体型結合フィーチャを含む、請求項 ２ １ ２ に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 ２ ２ ０】

前記チップ本体が、前記分注器に係合して、当該正変位ピペットチップを前記分注器に取り外し可能に固定するように構成されている取り付け部を含む、請求項 ２ １ ２ に記載の正変位ピペットチップ。

【請求項 ２ ２ １】

分注器と、

50

前記分注器に搭載されている正変位ピペットチップであり、
チップ通路を規定する遠位チップ部を含むチップ本体と、
前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられ、液体を当該正変位ピペットチップに吸引するように変位可能なピストンと、
前記ピストンと前記チップ本体との間の移動を制限するように動作可能な一体型ピストン拘束機構と、
含む、正変位ピペットチップと、
を備える分注システム。

【請求項 2 2 2】

液体を分注するための方法であって、
正変位ピペットチップを分注器に搭載することであり、前記正変位ピペットチップが、
チップ通路を規定する遠位チップ部を含むチップ本体と、
前記チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、
前記ピストンと前記チップ本体との間の移動を制限するように動作可能な一体型ピストン拘束機構と、
含む、ことと、
前記分注器を使用して、前記ピストンを前記チップ通路で平行移動させて液体を前記正変位ピペットチップに吸引することと、
前記ピストン拘束機構が前記ピストンと前記チップ本体との間の移動を制限する間に、
前記分注器から前記正変位ピペットチップを排出することと、
を含む、方法。

【請求項 2 2 3】

前記正変位ピペットチップを前記分注器に搭載することが、前記分注器のドライバを前記ピストンに結合することを含み、
前記ピストンを前記チップ通路で平行移動させることが、前記ドライバを使用して前記ピストンを平行移動させることを含む、請求項 2 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 2 4】

前記ピストン拘束機構が、前記チップ本体に対する規定位置を越える前記ピストンの後退を防止する拘束構成および前記規定位置を越える前記ピストンの後退を防止しない解除構成のそれぞれに配置可能であり、
前記ピストンを前記チップ通路で平行移動させることが、前記ピストン拘束機構が前記解除構成である間に、前記ドライバを使用して前記ピストンを平行移動させることを含む、
前記分注器から前記正変位ピペットチップを排出することが、前記ピストン拘束機構が前記拘束構成である間に、前記ドライバおよび前記ピストンを相対的に変位させることを含む、請求項 2 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 2 5】

前記分注器から前記正変位ピペットチップを排出することが、前記ピストン拘束機構が前記拘束構成である間に、前記分注器の一部を形成する排出器を使用して、前記分注器から前記チップ本体を押し出すことを含む、請求項 2 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 2 6】

前記ピストン拘束機構が、前記ピストン上の一体型インターロックフィーチャを含み、
前記ピストン拘束機構が、前記チップ本体の一部を形成するラッチを含み、
前記ラッチが、前記インターロックフィーチャと連動するラッチ位置および前記インターロックフィーチャと連動しない非ラッチ位置のそれぞれに配置可能であり、
前記正変位ピペットチップを前記分注器に搭載することが、前記分注器のシャフトを前記チップ本体に挿入することで前記ラッチを前記非ラッチ位置へと偏向させることを含む、
前記分注器から前記正変位ピペットチップを排出することが、前記シャフトから前記チップ本体を押し出すことを含む、これに応じて、前記ラッチが前記ラッチ位置へと弾性的

に戻る、請求項 2 2 4 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、自動液体処理システムに関し、より詳細には、分注器を用いて液体を吸引および／または分配するための装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

実験室液体処理システムは、大量の液体の輸送および操作に用いられる。液体処理システムは、液体サンプルの一部の吸引および／または液体サンプルの分配に用いられる 1 つまたは複数の分注器を具備する場合がある。液体サンプルの吸引および分配は、ロボット制御で行われる場合もあるし、自動的にプログラムで行われる場合もある。

10

【発明の概要】

【0003】

いくつかの実施形態によれば、自動分注システムは、分注器を備える。分注器は、分注チャンネルと、分注チャンネル中の圧力を変化させて液体を吸引または分配するように動作可能な第 1 のプランジャ機構と、分注チャンネル中の圧力を変化させて液体を吸引または分配するように動作可能な第 2 のプランジャ機構と、を含む。

【0004】

いくつかの実施形態によれば、第 1 のプランジャ機構および第 2 のプランジャ機構は、分注チャンネル中の空気ボリュームを変位させるように動作可能である。

20

【0005】

いくつかの実施形態によれば、第 1 のプランジャ機構および第 2 のプランジャ機構は、分注チャンネル中の圧力を変化させるように相互に独立して動作可能である。

【0006】

いくつかの実施形態において、この分注システムは、分注オリフィスおよび液体収集ボリュームを含み、第 1 のプランジャ機構および第 2 のプランジャ機構は、分注チャンネル中の圧力を変化させて、分注オリフィスを通じた液体収集ボリュームに液体を吸引するまたは分注オリフィスを通じた液体収集ボリュームから液体を分配するように動作可能である。

30

【0007】

この自動分注システムは、分注器に対して取り外し可能に結合されているピペットチップを含んでいてもよく、ピペットチップは、液体収集ボリュームおよび分注オリフィスを含む。

【0008】

いくつかの実施形態において、分注器は、ピペットチップを押し出すように動作可能な排出機構を含む。

【0009】

いくつかの実施形態によれば、第 1 のプランジャ機構は、第 1 のチャンバおよび第 1 のプランジャを含み、第 1 のプランジャ機構は、第 1 のプランジャを第 1 のチャンバで移動させて、分注チャンネル中の圧力を変化させるように動作可能であり、第 2 のプランジャ機構は、第 2 のチャンバおよび第 2 のプランジャを含み、第 2 のプランジャ機構は、第 2 のプランジャを第 2 のチャンバで移動させて、分注チャンネル中の圧力を変化させるように動作可能である。

40

【0010】

いくつかの実施形態において、第 1 のプランジャ機構は、第 1 のプランジャを第 1 のチャンバで移動させるように動作可能な第 1 のプランジャアクチュエータを含み、第 2 のプランジャ機構は、第 2 のプランジャを第 2 のチャンバで移動させるように動作可能な第 2 のプランジャアクチュエータを含み、この自動分注システムは、第 1 のプランジャアクチュエータおよび第 2 のプランジャアクチュエータを自動的にプログラムで制御するように

50

構成されているコントローラを含む。

【0011】

第1のプランジャアクチュエータおよび第2のプランジャアクチュエータは、線形アクチュエータであってもよい。

【0012】

いくつかの実施形態において、第1のプランジャ機構は、第1のプランジャを第1のプランジャ軸に沿って平行移動させるように構成され、第2のプランジャ機構は、第2のプランジャを第2のプランジャ軸に沿って平行移動させるように構成され、第1のプランジャは、第1のプランジャ軸と直交する平面に第1の断面積を有し、第2のプランジャは、第2のプランジャ軸と直交する平面に第2の断面積を有し、第2の断面積は、第1の断面積よりも大きい。

10

【0013】

いくつかの実施形態において、第2の断面積は、第1の断面積の少なくとも3倍である。

【0014】

いくつかの実施形態によれば、第1のプランジャ機構は、第1のプランジャを第1のチャンバで平行移動させるように構成され、第2のプランジャ機構は、第2のプランジャを第2のチャンバで平行移動させるように構成され、第1のプランジャは、第1のチャンバ中の空気ボリュームを第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、第2のプランジャは、第2のチャンバ中の空気ボリュームを第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率よりも大きい。

20

【0015】

いくつかの実施形態において、第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率の少なくとも3倍である。

【0016】

いくつかの実施形態において、第1のプランジャ機構は、第1の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、第2のプランジャ機構は、第2の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、第2の最大空気ボリューム変位は、第1の最大空気ボリューム変位よりも大きい。

30

【0017】

いくつかの実施形態において、第2の最大空気ボリューム変位は、第1の最大空気ボリューム変位の少なくとも10倍である。

【0018】

いくつかの実施形態において、第1のチャンバは、第1のチャンバボリュームを有し、第2のチャンバは、第1のチャンバボリュームよりも大きな第2のチャンバボリュームを有する。

【0019】

いくつかの実施形態において、第2のチャンバボリュームは、第1のチャンバボリュームの少なくとも10倍である。

40

【0020】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、第2のチャンバと大気へのポートとの間の流体連通を選択的に制御するバルブを含む。

【0021】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、第2のチャンバと分注チャンネルとの間の流体連通を選択的に制御する少なくとも1つのバルブを含む。いくつかの実施形態において、第1のプランジャは、分注チャンネル中に配設されている。

【0022】

いくつかの実施形態によれば、第1のプランジャは、分注チャンネル中に配設されている。

50

【0023】

この自動分注システムは、第1のプランジャ機構および第2のプランジャ機構を自動的にプログラムで制御するように構成されているコントローラを含んでいてもよい。

【0024】

この自動分注システムは、分注チャンネルに結合されている圧力センサを含んでいてもよく、コントローラは、分注チャンネル中の圧力を示す圧力センサからの分注チャンネル圧力信号を受信するように構成されている。

【0025】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、第2のプランジャ機構と分注チャンネルとの間の流体連通を選択的に制御するバルブを含み、コントローラは、バルブを自動的にプログラムで制御するように構成されている。

10

【0026】

いくつかの実施形態によれば、自動分注システムを動作させるための方法は、少なくとも1つの制御回路により、自動分注システムの分注器の分注チャンネル中の圧力を変化させて液体を吸引または分配するように、分注器の第1のプランジャ機構を動作させることと、分注チャンネル中の圧力を変化させて液体を吸引または分配するように、分注器の第2のプランジャ機構を動作させることと、を含む動作を実行することを含む。

【0027】

いくつかの実施形態によれば、この方法は、分注チャンネル中の空気ボリュームを変位させるように、第1のプランジャ機構および第2のプランジャ機構を動作させることを含む。

20

【0028】

いくつかの実施形態によれば、この方法は、分注チャンネル中の圧力を変化させるように、第1のプランジャ機構および第2のプランジャ機構を相互に独立して動作させることを含む。

【0029】

いくつかの実施形態によれば、この方法は、分注オリフィスを通じた液体収集ボリュームに液体を吸引するまたは分注オリフィスを通じた液体収集ボリュームから液体を分配するように、第1のプランジャ機構および第2のプランジャ機構を動作させることを含む。

【0030】

いくつかの実施形態において、この方法は、ピペットチップを分注器に取り外し可能に結合すること含み、ピペットチップは、液体収集ボリュームおよび分注オリフィスを含む。

30

【0031】

いくつかの実施形態において、この方法は、分注器からピペットチップを押し出すように、排出機構を動作させることを含む。

【0032】

いくつかの実施形態によれば、第1のプランジャ機構は、第1のチャンバおよび第1のプランジャを含み、第2のプランジャ機構は、第2のチャンバおよび第2のプランジャを含み、この方法は、第1のプランジャを第1のチャンバで移動させて分注チャンネル中の圧力を変化させるように、第1のプランジャ機構を動作させることを含み、この方法は、第2のプランジャを第2のチャンバで移動させて分注チャンネル中の圧力を変化させるように、第2のプランジャ機構を動作させることを含む。

40

【0033】

いくつかの実施形態において、第1のプランジャ機構は、第1のプランジャを第1のチャンバで移動させるように動作可能な第1のプランジャアクチュエータを含み、第2のプランジャ機構は、第2のプランジャを第2のチャンバで移動させるように動作可能な第2のプランジャアクチュエータを含み、この方法は、コントローラを使用して、第1のプランジャアクチュエータおよび第2のプランジャアクチュエータを自動的にプログラムで制御することを含む。

50

【0034】

第1のプランジャアクチュエータおよび第2のプランジャアクチュエータは、線形アクチュエータであってもよい。

【0035】

いくつかの実施形態によれば、第1のプランジャ機構は、第1のプランジャを第1のプランジャ軸に沿って平行移動させるように構成され、第2のプランジャ機構は、第2のプランジャを第2のプランジャ軸に沿って平行移動させるように構成され、第1のプランジャは、第1のプランジャ軸と直交する平面に第1の断面積を有し、第2のプランジャは、第2のプランジャ軸と直交する平面に第2の断面積を有し、第2の断面積は、第1の断面積よりも大きい。

10

【0036】

いくつかの実施形態において、第2の断面積は、第1の断面積の少なくとも3倍である。

【0037】

いくつかの実施形態において、第1のプランジャ機構は、第1のプランジャを第1のチャンバで平行移動させるように構成され、第2のプランジャ機構は、第2のプランジャを第2のチャンバで平行移動させるように構成され、第1のプランジャは、第1のチャンバ中の空気ボリュームを第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、第2のプランジャは、第2のチャンバ中の空気ボリュームを第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率よりも大きい。

20

【0038】

いくつかの実施形態において、第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率の少なくとも3倍である。

【0039】

いくつかの実施形態によれば、第1のプランジャ機構は、第1の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、第2のプランジャ機構は、第2の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、第2の最大空気ボリューム変位は、第1の最大空気ボリューム変位よりも大きい。

【0040】

いくつかの実施形態において、第2の最大空気ボリューム変位は、第1の最大空気ボリューム変位の少なくとも10倍である。

30

【0041】

いくつかの実施形態によれば、第1のチャンバは、第1のチャンバボリュームを有し、第2のチャンバは、第1のチャンバボリュームよりも大きな第2のチャンバボリュームを有する。

【0042】

いくつかの実施形態において、第2のチャンバボリュームは、第1のチャンバボリュームの少なくとも10倍である。

【0043】

この方法は、分注器の一部を形成するバルブを使用して、第2のチャンバと分注チャンネルとの間の流体連通を選択的に制御することを含んでいてもよい。いくつかの実施形態において、第1のプランジャは、分注チャンネル中に配設されている。

40

【0044】

いくつかの実施形態によれば、第1のプランジャは、分注チャンネル中に配設されている。

【0045】

この方法は、コントローラを使用して、第1のプランジャ機構および第2のプランジャ機構を自動的にプログラムで制御することを含んでいてもよい。

【0046】

50

いくつかの実施形態によれば、分注器は、分注チャンネルに結合されている圧力センサを含み、コントローラは、分注チャンネル中の圧力を示す圧力センサからの分注チャンネル圧力信号を受信する。

【0047】

いくつかの実施形態において、分注器は、第2のプランジャ機構と分注チャンネルとの間の流体連通を選択的に制御するバルブを含み、この方法は、コントローラを使用して、バルブを自動的にプログラムで制御することを含む。

【0048】

いくつかの実施形態によれば、分注システムは、バレルと、分注チャンネルと、バレル中に規定され、分注チャンネルと流体連通する通路であり、リヤチャンバおよびリヤチャンバと分注チャンネルとの間のフロントチャンバを含む、通路と、フロントプランジャストロークで通路に対して平行移動するように、フロントチャンバ中に取り付けられているフロントプランジャと、リヤプランジャストロークで通路に対して平行移動するように、リヤチャンバ中に取り付けられているリヤプランジャと、フロントプランジャ周りのフロントシールと、を含む分注器を備える。フロントプランジャストロークの第1の部分においては、フロントチャンバは、フロントシールによってリヤチャンバから流体封止されており、フロントチャンバ中のフロントプランジャの平行移動によって、液体を吸引または分配するような分注チャンネル中の圧力の変化が生じる。フロントプランジャストロークの第2の部分において、フロントチャンバは、リヤチャンバに流体結合されており、リヤプランジャストロークに沿うリヤチャンバ中のリヤプランジャの平行移動によって、液体を吸引または分配するような分注チャンネル中の圧力の変化が生じる。

【0049】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、フロントプランジャおよびリヤプランジャの両方を含むプランジャ部材を含み、プランジャ部材は、フロントプランジャストロークおよびリヤプランジャストロークを含むプランジャ部材ストロークで平行移動するように、通路中に取り付けられている。

【0050】

いくつかの実施形態において、フロントチャンバ中のフロントプランジャの平行移動およびリヤチャンバ中のリヤチャンバの平行移動によって、分注チャンネル中の空気クッションが変位する。

【0051】

いくつかの実施形態において、フロントプランジャストロークの第1の部分においては、フロントチャンバとリヤチャンバとの間の接続開口がフロントプランジャにより塞がれ、フロントプランジャストロークの第2の部分においては、接続開口がフロントプランジャにより塞がれず、フロントチャンバは、接続開口を通じてリヤチャンバに流体結合されている。

【0052】

いくつかの実施形態において、フロントシールは、フロントプランジャまたはバレルに摺動可能に係合する環状シール部材を含む。

【0053】

いくつかの実施形態によれば、この分注システムは、リヤプランジャ周りのリヤシールを含む。

【0054】

リヤシールは、リヤプランジャまたはバレルに摺動可能に係合する環状シール部材を含んでいてもよい。

【0055】

いくつかの実施形態によれば、リヤチャンバは、フロントシールとリヤシールとの間に規定されている。

【0056】

この分注システムは、フロントプランジャストロークの第1の部分において、リヤチャ

10

20

30

40

50

ンバ中の圧力を逃すように配置および構成されている圧力逃しバルブを含んでいてもよい。

【0057】

いくつかの実施形態によれば、この分注システムは、分注チャンネル中の圧力を検出するように配置および構成されている圧力センサを含む。

【0058】

いくつかの実施形態において、この分注システムは、フロントプランジャがフロントプランジャストロークの第2の部分ではない場合、リヤチャンバをフロントチャンバと流体連通させるように選択的に動作可能な開放機構を含む。

【0059】

いくつかの実施形態において、開放機構は、フロントプランジャがフロントプランジャストロークの第2の部分ではない場合、リヤチャンバをフロントチャンバと流体連通させるように選択的に動作可能なバルブを含む。

【0060】

いくつかの実施形態によれば、バルブは、リヤチャンバを大気へのポートと流体連通させるように選択的に動作可能である。

【0061】

いくつかの実施形態において、この分注システムは、フロントプランジャストロークの第1の部分およびフロントプランジャストロークの第2の部分の全体を通して、フロントシールがフロントプランジャ周りのシールを形成するように構成されている。

【0062】

この分注システムは、バレルに取り外し可能に結合されているピペットチップを含んでいてもよい。ピペットチップは、分注チャンネルに流体結合されている液体収集ボリュームおよび液体収集ボリュームと流体連通するチップオリフィスを含む。

【0063】

いくつかの実施形態によれば、この分注システムは、フロントプランジャおよびリヤプランジャをフロントプランジャストロークおよびリヤプランジャストロークで駆動する少なくとも1つのアクチュエータと、少なくとも1つのアクチュエータを自動的にプログラムで動作させるように構成されているコントローラと、を含む。

【0064】

いくつかの実施形態において、フロントプランジャストロークおよびリヤプランジャストロークは、プランジャ軸に沿って延び、フロントプランジャは、プランジャ軸と直交する平面に第1の断面積を有し、リヤプランジャは、プランジャ軸と直交する平面に第2の断面積を有し、第2の断面積は、第1の断面積よりも大きい。

【0065】

いくつかの実施形態において、第2の断面積は、第1の断面積の少なくとも3倍である。

【0066】

いくつかの実施形態によれば、フロントプランジャは、フロントチャンバ中の空気ボリュームを第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、リヤプランジャは、リヤチャンバ中の空気ボリュームを第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させ、第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率よりも大きい。

【0067】

いくつかの実施形態において、第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率の少なくとも3倍である。

【0068】

いくつかの実施形態によれば、フロントプランジャは、フロントチャンバにおける第1の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、リヤプランジャは、リヤチャンバにおける第2の最大空気ボリューム変位を与えるように構成され、第2の最大空気ボリュー

10

20

30

40

50

ム変位は、第 1 の最大空気ボリューム変位よりも大きい。

【 0 0 6 9 】

いくつかの実施形態において、第 2 の最大空気ボリューム変位は、第 1 の最大空気ボリューム変位の少なくとも 1 0 倍である。

【 0 0 7 0 】

いくつかの実施形態によれば、フロントチャンバは、フロントチャンバボリュームを有し、リヤチャンバは、フロントチャンバボリュームよりも大きなリヤチャンバボリュームを有する。

【 0 0 7 1 】

いくつかの実施形態において、リヤチャンバボリュームは、フロントチャンバボリュームの少なくとも 1 0 倍である。

【 0 0 7 2 】

いくつかの実施形態によれば、液体を分注するための方法は、バレルと、分注チャンネルと、バレル中に規定され、分注チャンネルと流体連通する通路であり、リヤチャンバおよびリヤチャンバと分注チャンネルとの間のフロントチャンバを含む、通路と、フロントプランジャストロークを移動するように、フロントチャンバ中に取り付けられているフロントプランジャと、リヤプランジャストロークを移動するように、リヤチャンバ中に取り付けられているリヤプランジャと、フロントプランジャ周りのフロントシールと、を含む分注器を用意することを含む。この方法は、フロントプランジャをフロントプランジャストロークで平行移動させることおよびリヤプランジャをリヤプランジャストロークで平行移動させることによって、液体を吸引または分配することをさらに含む。フロントプランジャストロークの第 1 の部分において、フロントチャンバは、フロントシールによってリヤチャンバから流体封止されており、フロントチャンバ中のフロントプランジャの平行移動によって、液体を吸引または分配するような分注チャンネル中の圧力の変化が生じる。フロントプランジャストロークの第 2 の部分において、フロントチャンバは、リヤチャンバに流体結合されており、リヤプランジャストロークに沿うリヤチャンバ中のリヤプランジャの平行移動によって、液体を吸引または分配するような分注チャンネル中の圧力の第 2 の変化が生じる。

【 0 0 7 3 】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、フロントプランジャおよびリヤプランジャの両方を含むプランジャ部材を含み、プランジャ部材は、フロントプランジャストロークおよびリヤプランジャストロークを含むプランジャ部材ストロークを平行移動させるように、通路中に取り付けられており、フロントプランジャをフロントプランジャストロークで平行移動させることおよびリヤプランジャをリヤプランジャストロークで平行移動させることは、プランジャ部材をプランジャ部材ストロークで平行移動させることにより実行される。

【 0 0 7 4 】

いくつかの実施形態においては、フロントチャンバ中のフロントプランジャの平行移動およびリヤチャンバ中のリヤチャンバの平行移動によって、分注チャンネル中の空気ボリュームが変位する。

【 0 0 7 5 】

いくつかの実施形態において、フロントプランジャストロークの第 1 の部分においては、フロントチャンバとリヤチャンバとの間の接続開口がフロントプランジャにより塞がれ、フロントプランジャストロークの第 2 の部分においては、接続開口がフロントプランジャにより塞がれず、フロントチャンバは、接続開口を通じてリヤチャンバに流体結合されている。

【 0 0 7 6 】

いくつかの実施形態によれば、この方法は、フロントプランジャをフロントプランジャストロークの第 1 の部分で第 1 の方向に平行移動させて、液体を吸引することと、その後、フロントプランジャをフロントプランジャストロークの第 1 の部分で第 1 の方向と反対

10

20

30

40

50

の第2の方向に平行移動させて、液体を分配することと、を含む。フロントプランジャは、当該フロントプランジャの第1の方向の平行移動と当該フロントプランジャの第2の方向の平行移動との間に、フロントプランジャストロークの第2の部分で平行移動しない。

【0077】

いくつかの実施形態において、この方法は、フロントプランジャをフロントプランジャストロークの第1の部分および第2の部分で第1の方向に平行移動させ、フロントプランジャおよびリヤプランジャを使用して液体を吸引することと、その後、フロントプランジャをフロントプランジャストロークの第1の部分および第2の部分で第1の方向と反対の第2の方向に平行移動させ、フロントプランジャおよびリヤプランジャを使用して液体を分配することと、を含む。

【0078】

いくつかの実施形態によれば、この方法は、フロントプランジャがフロントプランジャストロークの前第1の部分にある状態で、開放機構を動作させて、リヤチャンバをフロントチャンバと流体連通させることと、その後、リヤチャンバがフロントチャンバと流体連通する状態で、リヤプランジャをリヤプランジャストロークに沿って平行移動させて、液体を吸引することと、を含む。

【0079】

いくつかの実施形態において、フロントシールは、フロントプランジャストロークおよびリヤプランジャストロークの全体を通して、フロントプランジャ周りでシールを形成する。

【0080】

いくつかの実施形態によれば、分注システムは、バレルと、分注チャンネルと、バレル中に規定され、分注チャンネルと流体連通する通路であり、リヤチャンバおよびリヤチャンバと分注チャンネルとの間のフロントチャンバを含む、通路と、プランジャ軸に沿って通路に対して平行移動するように、フロントチャンバ中に取り付けられているフロントプランジャと、プランジャ軸に沿って通路に対して平行移動するように、リヤチャンバ中に取り付けられているリヤプランジャと、を含む分注器を備える。プランジャ軸に沿うフロントチャンバ中のフロントプランジャの平行移動によって、液体を吸引または分配するような分注チャンネル中の圧力の変化が生じる。プランジャ軸に沿うリヤチャンバ中のリヤプランジャの平行移動によって、液体を吸引または分配するような分注チャンネル中の圧力の変化が生じる。フロントプランジャは、プランジャ軸と直交する平面に第1の断面積を有する。リヤプランジャは、プランジャ軸と直交する平面に第2の断面積を有する。第2の断面積は、第1の断面積よりも大きい。

【0081】

いくつかの実施形態において、分注器は、フロントプランジャおよびリヤプランジャの両方を含むプランジャ部材を含み、プランジャ部材は、プランジャ軸に沿って平行移動するように、通路中に取り付けられている。

【0082】

いくつかの実施形態によれば、分注システムは、分注器と、空気変位ピペットチップと、正変位ピペットチップと、を備える。空気変位ピペットチップおよび正変位ピペットチップは、選択的かつ取り外し可能に分注器に搭載可能である。分注器は、空気変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、液体を空気変位ピペットチップに吸引するように動作可能である。分注器は、正変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、液体を正変位ピペットチップに吸引するように動作可能である。

【0083】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、空気変位ピペットチップおよび正変位ピペットチップに係合して、当該分注器に対して解除可能に固定するように構成されているチップ取り付けインターフェースを含む。

【0084】

いくつかの実施形態において、チップ取り付けインターフェースは、空気変位ピペット

10

20

30

40

50

チップが分注器に搭載されている場合に、空気変位ピペットチップと気密嵌合を形成するように構成されている。

【0085】

いくつかの実施形態によれば、空気変位ピペットチップは、空気変位チップオリフィスと、空気変位チップオリフィスと流体連通する液体収集ボリュームと、を含み、正変位ピペットチップは、正変位チップオリフィスと、正変位チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、を含む。正変位ピペットチップは、ピストンが正変位チップオリフィスから遠ざかるように平行移動する場合に、正変位チップオリフィスで負圧を生成して液体を吸引するように動作する。

【0086】

いくつかの実施形態において、分注器は、空気変位ピペットチップ中の空気ボリュームを変位させて空気変位チップオリフィスで負圧を生成するように動作可能である。

【0087】

いくつかの実施形態において、分注器は、空気変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、空気変位チップオリフィスで負圧を生成して液体を吸引するように平行移動可能なプランジャを含む。

【0088】

いくつかの実施形態において、分注器は、正変位ピペットチップが当該分注器に搭載されている場合に、ピストンに係合して、チップ通路で平行移動させるように構成されているプランジャを含む。

【0089】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、プランジャを含み、プランジャは、空気変位ピペットチップが分注器に搭載されている場合に、空気変位チップオリフィスで負圧を生成して液体を吸引するように平行移動可能であり、プランジャは、正変位ピペットチップが分注器に搭載されている場合に、ピストンに係合して、チップ通路で平行移動させるように構成されている。

【0090】

いくつかの実施形態において、分注器は、チャンバおよび分注チャンネルを含み、分注チャンネルは、空気変位ピペットチップが分注器に搭載されている場合に、液体収集ボリュームに流体結合されており、プランジャは、チャンバ中で平行移動して分注チャンネル中に負圧を生成するように取り付けられている。

【0091】

いくつかの実施形態において、分注器は、空気変位ピペットチップが当該分注器に搭載される空気変位モードおよび代替として正変位ピペットチップが当該分注器に搭載される正変位モードのそれぞれにおいて動作可能であり、チャンバは、空気変位モードにおいては封止され、正変位モードにおいては封止されない。

【0092】

いくつかの実施形態において、分注器は、チャンバを規定するバレルと、プランジャとバレルとの間のプランジャ周りの環状シールと、を含む。環状シールは、空気変位モードにおいてはチャンバを封止し、正変位モードにおいてはチャンバを封止しない。

【0093】

分注器は、チャンバ中の圧力を示す検出信号を出力するように配置および構成されている圧力センサを含んでいてもよい。

【0094】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、プランジャを駆動する少なくとも1つのプランジャアクチュエータと、少なくとも1つのアクチュエータを自動的にプログラムで動作させるように構成されているコントローラと、を含む。

【0095】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つのプランジャアクチュエータは、線形アクチュエータを含む。

10

20

30

40

50

【0096】

いくつかの実施形態によれば、正変位ピペットチップは、チップ通路を規定するチップ本体と、ピストンと分注器との間のチップ通路中の圧力を逃すチップ本体中の通気ポートと、を含む。

【0097】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、空気変位機構と、正変位機構と、を備える。この分注器は、空気変位ピペットチップおよび代替として正変位ピペットチップを搭載するように構成されている。空気変位ピペットチップが分注器に搭載されている場合に、空気変位機構は、空気変位ピペットチップ中に負圧を生成して液体を空気変位ピペットチップに吸引するように動作可能である。正変位ピペットチップが分注器に搭載されている場合に、正変位機構は、正変位ピペットチップのピストンを変位させて液体を正変位ピペットチップに吸引するように動作可能である。

10

【0098】

いくつかの実施形態によれば、この分注器は、プランジャを含み、プランジャは、空気変位ピペットチップが分注器に搭載されている場合に、空気変位ピペットチップ中に負圧を生成して液体を吸引するように平行移動可能であり、プランジャは、正変位ピペットチップが分注器に搭載されている場合に、ピストンに係合して、正変位ピペットチップのチップ通路で平行移動させるように構成されている。

【0099】

いくつかの実施形態によれば、液体を分注するための方法は、空気変位ピペットチップが分注器に搭載されている状態で、液体を空気変位ピペットチップに吸引するように分注器を動作させることと、その後、正変位ピペットチップが分注器に搭載されている状態で、液体を正変位ピペットチップに吸引するように分注器を動作させることと、を含む。

20

【0100】

いくつかの実施形態によれば、この方法は、少なくとも1つのアクチュエータを制御する少なくとも1つの制御回路により、分注器に搭載された空気変位ピペットチップを取り付けることと、分注器から空気変位ピペットチップを取り外すことと、分注器に搭載された正変位ピペットチップを取り付けることと、分注器から正変位ピペットチップを取り外すことと、を含む動作を実行することを含む。

【0101】

いくつかの実施形態によれば、ピペットチップは、液体の吸引および／または分配用の開口を有する第1の端部と、分注器への接続用の第1の端部と反対の第2の端部と、を備えるチップ部材を備える。チップ部材上に、導電性電極が設けられ、液体との接触に応じた信号を出力するように構成されている。チップ部材の第1の端部は、開口に隣り合う非導電性チップ底部を備える。

30

【0102】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、第1の端部と第2の端部との間のチップ部材の外面上にある。

【0103】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、チップ部材の表面内に少なくとも部分的に埋め込まれている。

40

【0104】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、非導電性チップ底部に存在しない。

【0105】

いくつかの実施形態において、非導電性チップ底部は、非導電性被膜を有する導電性電極の部分を備える。

【0106】

いくつかの実施形態においては、チップ部材の第2の端部に導電性要素が設けられ、導電性接続部がチップ部材に沿って延び、導電性電極を導電性要素に電気的に接続する。

【0107】

50

いくつかの実施形態において、導電性接続部は、チップ部材の外面に沿って延びている。

【0108】

いくつかの実施形態において、導電性要素は、チップ部材内に少なくとも部分的に埋め込まれている。

【0109】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、チップ部材の内面に存在しない。

【0110】

いくつかの実施形態において、チップ部材の内面は、非導電性であり、導電性電極は、単一の電極である。

【0111】

いくつかの実施形態において、非導電性チップ底部は、約2ミリメートル（mm）以上の長さを有する。

【0112】

いくつかの実施形態において、導電性電極の形状は、開口からの距離とともに変動する表面積を規定する。

【0113】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、当該導電性電極から出力される信号により示されるキャパシタンスの変化に基づいて、液体のレベルを動的に検出および／またはピペットチップと液体との間の接触喪失を予測するように構成されているコントローラ回路に結合されるように構成されている。

【0114】

いくつかの実施形態によれば、自動分注システムは、分注器を保持するように構成されているアーム部材と、制御信号に応じてアーム部材を少なくとも1つの軸に沿って移動させるように構成されているアクチュエータ機構と、を備えるロボットアームアセンブリと、ロボットアームアセンブリに結合されているコントローラ回路と、を備える。コントローラ回路は、ピペットチップ上の導電性電極からの信号を受信することであり、導電性電極が、液体の吸引および／または分配用の開口を有するピペットチップの第1の端部と分注器に接続され第1の端部と反対のピペットチップの第2の端部との間にある、ことと、導電性電極からの信号に応じて、少なくとも1つの軸に沿ってアーム部材を液体の表面に対して接近または離隔させるように制御信号をアクチュエータ機構に送信することと、を含む動作を実行するように構成されている。

【0115】

いくつかの実施形態において、動作は、任意選択として液体のコンテナの形状またはサイズに依存しないで、導電性電極からの信号により示されるキャパシタンスの変化に基づいて液体のレベルを動的に検出することをさらに含む。

【0116】

いくつかの実施形態において、液体のレベルを動的に検出することは、導電性電極からの信号により示されるキャパシタンスの変化に基づいてピペットチップと液体との間の接触喪失を予測することを含み、制御信号をアクチュエータ機構に送信することは、接触喪失の予測に応じたものである。

【0117】

いくつかの実施形態において、制御信号は、キャパシタンスの変化に基づいて、ピペットチップと液体との間の接触を維持しつつ、少なくとも1つの軸に沿ってアーム部材を液体の表面に対して接近または離隔させるように変動する。

【0118】

いくつかの実施形態において、ピペットチップの第1の端部は、開口に隣り合う非導電性チップ底部を備える。

【0119】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、第1の端部と第2の端部との間のピペッ

10

20

30

40

50

トチップの外面上にある。

【0120】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、ピペットチップの表面内に少なくとも部分的に埋め込まれている。

【0121】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、非導電性チップ底部に存在しない。

【0122】

いくつかの実施形態において、非導電性チップ底部は、非導電性被膜を有する導電性電極の部分を備える。

【0123】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、ピペットチップの内面に存在しない。

【0124】

いくつかの実施形態において、チップ部材の内面は、非導電性であり、導電性電極は、単一の電極である。

【0125】

いくつかの実施形態において、アクチュエータ機構は、吸引時に少なくとも1つの軸に沿って液体の表面に近づく運動にアーム部材が制限される第1の動作モードと、分配時に少なくとも1つの軸に沿って液体の表面から離れる運動にアーム部材が制限される第2の動作モードと、を含む。

【0126】

いくつかの実施形態において、動作は、少なくとも1つの軸に沿うアーム部材の移動距離に基づいて、液体の吸引または分配ボリュームを計算することと、計算した吸引または分配ボリュームに基づいて、少なくとも1つの軸に沿うアーム部材の後続の運動を制御することと、をさらに含む。

【0127】

いくつかの実施形態によれば、自動分注システムを動作させる方法は、コントローラ回路により、非一時的記憶媒体に格納されているコンピュータ可読命令を実行して、ピペットチップ上の導電性電極からの信号を受信することであり、導電性電極が、液体の吸引および／または分配用の開口を有するピペットチップの第1の端部と分注器に接続される第1の端部と反対のピペットチップの第2の端部との間にある、ことと、導電性電極からの信号に応じて、少なくとも1つの軸に沿って分注器を保持するように構成されているアーム部材を液体の表面に対して接近または離隔させる制御信号をロボットアームアセンブリのアクチュエータ機構に送信することと、を含む動作を実行することを含む。

【0128】

いくつかの実施形態において、動作は、任意選択として液体のコンテナの形状またはサイズに依存しないで、導電性電極からの信号により示されるキャパシタンスの変化に基づいて液体のレベルを動的に検出することをさらに含む。

【0129】

いくつかの実施形態において、液体のレベルを動的に検出することは、導電性電極からの信号により示されるキャパシタンスの変化に基づいてピペットチップと液体との間の接触喪失を予測することを含み、制御信号をアクチュエータ機構に送信することは、接触喪失の予測に応じたものである。

【0130】

いくつかの実施形態において、制御信号は、キャパシタンスの変化に基づいて、ピペットチップと液体との間の接触を維持しつつ、少なくとも1つの軸に沿ってアーム部材を液体の表面に対して接近または離隔させるように変動する。

【0131】

いくつかの実施形態において、ピペットチップの第1の端部は、導電性電極を越えて延びる非導電性チップ底部を備える。

【0132】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態において、導電性電極は、第1の端部と第2の端部との間のピペットチップの外面上にある。

【0133】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、ピペットチップの表面内に少なくとも部分的に埋め込まれている。

【0134】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、非導電性チップ底部に存在しない。

【0135】

いくつかの実施形態において、導電性電極は、ピペットチップの内面に存在しない。

【0136】

いくつかの実施形態において、チップ部材の内面は、非導電性であり、導電性電極は、単一の電極である。

【0137】

いくつかの実施形態において、動作は、吸引時に少なくとも1つの軸に沿って液体の表面に近づく運動にアーム部材を制限することと、分配時に少なくとも1つの軸に沿って液体の表面から離れる運動にアーム部材を制限することと、をさらに含む。

【0138】

いくつかの実施形態において、動作は、少なくとも1つの軸に沿うアーム部材の運動距離に基づいて、液体の吸引または分配ボリュームを計算することと、計算した吸引または分配ボリュームに基づいて、少なくとも1つの軸に沿うアーム部材の後続の運動を制御することと、をさらに含む。

【0139】

いくつかの実施形態によれば、自動分注システムは、チャンネルを備える分注器と、チャンネルに結合されている圧力センサと、少なくとも1つのコントローラ回路と、を備える。少なくとも1つのコントローラ回路は、圧力センサから、分注器のチャンネル中の圧力を示す信号を受信することと、信号により示される圧力に基づいて、チャンネル中の液体の蒸発を検出すること、または、1つもしくは複数の補償動作を自動的に実行することの少なくとも一方を実行することと、を含む動作を実行するように構成されている。

【0140】

いくつかの実施形態において、分注器は、液体の吸引用の開口を有するピペットチップを備え、蒸発を検出することは、液体からのピペットチップの取り出し後に実行される。

【0141】

いくつかの実施形態において、蒸発を検出することは、液体からのピペットチップの取り出し後に信号により示される圧力の変化に基づいて蒸発率を計算することをさらに含む。

【0142】

いくつかの実施形態において、蒸発率を計算することは、液体の表面張力または種類に依存しない。

【0143】

いくつかの実施形態において、蒸発率は、時間の経過に伴って信号により示される圧力の変化に比例して計算される。

【0144】

いくつかの実施形態において、蒸発を検出することは、液体からのピペットチップの取り出し後のチャンネル中のプランジャの移動を制御することをさらに含む。蒸発率を計算することは、プランジャの移動に応じて信号により示される圧力の変化に基づく。

【0145】

いくつかの実施形態において、蒸発を検出することは、信号により示される圧力が時間の経過に伴って実質的に一定を維持するように、分注器のチャンネル中のプランジャの位置を継続的に制御することと、時間の経過に伴うプランジャの変位に基づいて蒸発率を計算することと、をさらに含む。

10

20

30

40

50

【0146】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の補償動作を自動的に実行することは、閾値に対する比較に基づいて、チャンネル中の液体の蒸発の検出に応じて1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することを含む。

【0147】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することは、液体の吸引に先立って予備湿潤動作を実行すること、液体の吸引に対して1つまたは複数の吸引パラメータを適応させること、および／またはチャンネル中のプランジャの移動を制御すること、を含む。

【0148】

いくつかの実施形態において、動作は、蒸発率および液体の吸引の継続時間に基づいて蒸発ボリュームを推定することであり、閾値が、ボリュームベースである、ことをさらに含む。

【0149】

いくつかの実施形態において、蒸発ボリュームは、過小吸引量を示す。1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することは、過小吸引量に基づいて、液体の別の量を吸引するように、1つまたは複数の吸引パラメータを適応させることと、適応させた1つまたは複数の吸引パラメータに基づいて、液体の別の量を吸引することと、を含む。

【0150】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することは、液体からのピペットチップの取り出し後、空気を吸引してピペットチップからの液体の滴りを抑制または回避するように、プランジャの移動を制御することを含む。

【0151】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することは、液体からのピペットチップの取り出し後、ピペットチップ中の実質的に一定の圧力を維持するように、プランジャの移動を制御することを含む。

【0152】

いくつかの実施形態において、実質的に一定の圧力は、液体からのピペットチップの取り出し後に信号により示される圧力に基づく。

【0153】

いくつかの実施形態において、実質的に一定の圧力は、所定の圧力である。

【0154】

いくつかの実施形態において、動作は、信号により示される圧力の変化に基づいて液体の吸引ボリュームを計算することをさらに含む。

【0155】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の補償動作を自動的に実行することは、目標ボリュームに対する吸引ボリュームの比較に基づいて1つまたは複数の吸引パラメータを適応させることと、適応させた1つまたは複数の吸引パラメータに基づいて液体を吸引することと、を含む。

【0156】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の補償動作を自動的に実行することは、圧力変化閾値に対する信号により示される圧力の変化に基づいて吸引速度を適応させること、および／または、温度閾値に対する液体の温度に基づいて予備湿潤動作を実行すること、を含む。

【0157】

いくつかの実施形態によれば、自動分注システムを動作させる方法は、少なくとも1つのコントローラ回路により、非一時的記憶媒体に格納されているコンピュータ可読命令を実行して、圧力センサから、分注器のチャンネル中の圧力を示す信号を受信することと、信号により示される圧力に基づいて、チャンネル中の液体の蒸発を検出すること、または、1つもしくは複数の補償動作を自動的に実行することの少なくとも一方を実行することと、

10

20

30

40

50

を含む動作を実行することを含む。

【0158】

いくつかの実施形態において、分注器は、液体の吸引用の開口を有するピペットチップを備え、蒸発を検出することは、液体からのピペットチップの取り出し後に実行される。

【0159】

いくつかの実施形態において、蒸発を検出することは、液体からのピペットチップの取り出し後に信号により示される空気圧力の変化に基づいて蒸発率を計算することをさらに含む。

【0160】

いくつかの実施形態において、蒸発率を計算することは、液体の表面張力または種類に依存しない。

【0161】

いくつかの実施形態において、蒸発率は、時間の経過に伴って信号により示される圧力の変化に比例して計算される。

【0162】

いくつかの実施形態において、蒸発を検出することは、液体からのピペットチップの取り出し後のチャンネル中のプランジャの移動を制御することをさらに含み、蒸発率を計算することは、プランジャの移動に応じて信号により示される圧力の変化に基づく。

【0163】

いくつかの実施形態において、蒸発を検出することは、信号により示される圧力が時間の経過に伴って実質的に一定を維持するように、分注器のチャンネル中のプランジャの位置を継続的に制御することと、時間の経過に伴うプランジャの変位に基づいて蒸発率を計算することと、をさらに含む。

【0164】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の補償動作を自動的に実行することは、閾値に対する比較に基づいて、チャンネル中の液体の蒸発の検出に応じて1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することを含む。

【0165】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することは、液体の吸引に先立って予備湿潤動作を実行すること、液体の吸引に対して1つまたは複数の吸引パラメータを適応させること、および／またはチャンネル中のプランジャの移動を制御すること、を含む。

【0166】

いくつかの実施形態において、動作は、蒸発率および液体の吸引の継続時間に基づいて蒸発ボリュームを推定することであり、閾値が、ボリュームベースである、ことをさらに含む。

【0167】

いくつかの実施形態において、蒸発ボリュームは、過小吸引量を示す。1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することは、過小吸引量に基づいて、液体の別の量を吸引するように、1つまたは複数の吸引パラメータを適応させることと、適応させた1つまたは複数の吸引パラメータに基づいて、液体の別の量を吸引することと、を含む。

【0168】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することは、液体からのピペットチップの取り出し後、空気を吸引してピペットチップからの液体の滴りを抑制または回避するように、プランジャの移動を制御することを含む。

【0169】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の蒸発補償動作を実行することは、液体からのピペットチップの取り出し後、ピペットチップ中の実質的に一定の圧力を維持するように、プランジャの移動を制御することを含む。

【0170】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態において、実質的に一定の圧力は、液体からのピペットチップの取り出し後に信号により示される圧力に基づく。

【0171】

いくつかの実施形態において、実質的に一定の圧力は、所定の圧力である。

【0172】

いくつかの実施形態において、動作は、信号により示される圧力の変化に基づいて液体の吸引ボリュームを計算することをさらに含む。

【0173】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の補償動作を実行することは、目標ボリュームに対する吸引ボリュームの比較に基づいて1つまたは複数の吸引パラメータを適応させることと、適応させた1つまたは複数の吸引パラメータに基づいて液体を吸引することと、を含む。

【0174】

いくつかの実施形態において、1つまたは複数の補償動作を自動的に実行することは、圧力変化閾値に対する信号により示される圧力の変化に基づいて吸引速度を適応させること、および／または、温度閾値に対する液体の温度に基づいて予備湿潤動作を実行すること、を含む。

【0175】

いくつかの実施形態によれば、自動分注システムは、チャンネルを備える分注器と、チャンネルに結合されているセンサと、少なくとも1つのコントローラ回路と、を備える。コントローラ回路は、センサから、チャンネル中の圧力変化を示すセンサ信号を受信することと、センサ信号に基づいて、チャンネル中の変位空気ボリュームを決定することと、変位空気ボリュームに基づいてチャンネル中の圧力を制御する少なくとも1つの制御信号を送信することと、を含む動作を実行するように構成されている。

【0176】

いくつかの実施形態において、動作は、圧力変化に基づいてチャンネル中の空気流量を特定することをさらに含み、変位空気ボリュームを決定することは、空気流量に基づく。

【0177】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つの制御信号は、流量制限制御信号を含む。チャンネルには、流量制限機構が結合され、流量制限制御信号に応じて異なる流量を与えるそれぞれの状態間で切り替えられるように構成されている。

【0178】

いくつかの実施形態において、センサは、デュアルセンサであり、センサ信号は、第1の流量および第2の流量をそれぞれ示す第1の圧力データおよび第2の圧力データを含む。

【0179】

いくつかの実施形態において、デュアルセンサは、第1の圧力データおよび第2の圧力データをそれぞれ与える並列配置の第1の圧力センサおよび第2の圧力センサを含む。第2の圧力センサの測定範囲は、第1の圧力センサの測定範囲よりも大きい。

【0180】

いくつかの実施形態において、第2の圧力センサの測定範囲は、第1の圧力センサの測定範囲よりも2桁以上大きい。

【0181】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つの制御信号は、チャンネル中の空気流量により示される変位空気ボリュームの変化に基づいて変動するプランジャアクチュエータ制御信号を含む。プランジャアクチュエータは、プランジャアクチュエータ制御信号に応じてチャンネル中のプランジャの位置および／または運動速度を動的に制御するように構成されている。

【0182】

いくつかの実施形態において、プランジャアクチュエータ制御信号は、チャンネル中のプ

10

20

30

40

50

ランジャの過去の位置または運動距離の決定に依存しないで生成される。

【0183】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つの制御信号は、バルブ制御信号を含む。空気バルブは、バルブ制御信号に応じてチャンネルを圧力源に結合するように動作可能である。

【0184】

いくつかの実施形態において、圧力源は、負圧源および正圧源を含む。負圧源または正圧源の一方の選択によってチャンネル中の空気流の方向を制御するように構成されている。

【0185】

いくつかの実施形態において、動作は、分注器に結合されているピペットチップ中の圧力センサからの圧力信号を受信することと、圧力信号に基づいてピペットチップ中の液体のボリュームを決定することと、をさらに含む。少なくとも1つの制御信号は、ピペットチップ中の液体のボリュームに基づいてプランジャの位置を制御するために送信される。

【0186】

いくつかの実施形態においては、複数の通路を備えるマイクロ流体マニホールドがチャンネルをピペットチップに結合するように構成されている。通路のうちの1つまたは複数は、約0.2～0.8mmの直径を有する。

【0187】

いくつかの実施形態によれば、自動分注システムを動作させる方法は、少なくとも1つのコントローラ回路により、非一時的記憶媒体に格納されているコンピュータ可読命令を実行して、分注器のチャンネルに結合されているセンサから、チャンネル中の圧力変化を示すセンサ信号を受信することと、センサ信号に基づいて、チャンネル中の変位空気ボリュームを決定することと、変位空気ボリュームに基づいてチャンネル中の圧力を制御する少なくとも1つの制御信号を送信することと、を含む動作を実行することを含む。

【0188】

いくつかの実施形態において、動作は、センサ信号により示される圧力変化に基づいてチャンネル中の空気流量を特定することをさらに含み、変位空気ボリュームを決定することは、空気流量に基づく。

【0189】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つの制御信号は、流量制限制御信号を含み、動作は、チャンネルに結合されている流量制限機構を流量制限制御信号に応じて異なる空気流量を与えるそれぞれの状態間で切り替えることをさらに含む。

【0190】

いくつかの実施形態において、センサは、デュアルセンサであり、センサ信号は、第1の流量および第2の流量をそれぞれ示す第1の圧力データおよび第2の圧力データを含む。

【0191】

いくつかの実施形態において、デュアルセンサは、第1の圧力データおよび第2の圧力データをそれぞれ与える並列配置の第1の圧力センサおよび第2の圧力センサを含む。第2の圧力センサの測定範囲は、第1の圧力センサの測定範囲よりも大きい。

【0192】

いくつかの実施形態において、第2の圧力センサの測定範囲は、第1の圧力センサの測定範囲よりも2桁以上大きい。

【0193】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つの制御信号は、チャンネル中の空気流量により示される変位空気ボリュームの変化に基づいて変動するプランジャアクチュエータ制御信号を含み、動作は、プランジャアクチュエータ制御信号に応じてチャンネル中のプランジャの位置および／または運動速度を動的に制御することをさらに含む。

【0194】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態において、プランジャアクチュエータ制御信号は、チャンネル中のプランジャの過去の位置または運動距離の決定に依存しないで生成される。

【0195】

いくつかの実施形態において、少なくとも1つの制御信号は、バルブ制御信号を含み、動作は、バルブ制御信号に応じてチャンネルを圧力源に結合するように空気バルブを動作させることをさらに含む。

【0196】

いくつかの実施形態において、圧力源は、負圧源および正圧源を含み、動作は、負圧源または正圧源の一方の選択によってチャンネル中の空気流の方向を制御することをさらに含む。

10

【0197】

いくつかの実施形態において、動作は、分注器に結合されているピペットチップ中の圧力センサからの圧力信号を受信することと、圧力信号に基づいてピペットチップ中の液体のボリュームを決定することと、をさらに含む。少なくとも1つの制御信号は、ピペットチップ中の液体のボリュームに基づいてプランジャの位置を制御するために送信される。

【0198】

いくつかの実施形態において、センサは、チャンネルをピペットチップに結合するように構成されているマイクロ流体マニホールドの少なくとも1つの通路に結合されている。少なくとも1つの通路は、約0.2~0.8mmの直径を有する。

【0199】

20

いくつかの実施形態によれば、正変位ピペットチップは、チップオリフィスと、リヤチャンバと、チップオリフィスとリヤチャンバとの間でチップオリフィスと流体連通するチップ通路と、チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、を備える。ピストンは、リヤチャンバ中の負圧に応じて、チップオリフィスから後方に遠ざかるように平行移動することにより、チップオリフィスで負圧を生成して液体を正変位ピペットチップに吸引する。

【0200】

いくつかの実施形態によれば、この正変位ピペットチップは、リヤチャンバを規定する本体と、ピストンと本体との間の摺動シールと、を含む。シールは、チップ通路からリヤチャンバを分離する。シールは、ピストンとともに本体で平行移動する。

30

【0201】

いくつかの実施形態において、本体は、本体キャビティを含み、シールは、本体キャビティをリヤチャンバおよびリヤチャンバとチップ通路との間の中間チャンバに分割する。

【0202】

この正変位ピペットチップは、中間チャンバと流体連通する圧力逃しポートを含んでもよい。

【0203】

いくつかの実施形態によれば、この正変位ピペットチップは、本体およびインデックス機構を含む。インデックス機構は、本体上の少なくとも1つの第1のインデックスフィーチャと、ピストン上の少なくとも1つの第2のインデックスフィーチャと、を含む。第1のインデックスフィーチャおよび第2のインデックスフィーチャは、ピストンの変位を規定の位置で停止させるように協働する。

40

【0204】

この正変位ピペットチップは、ピストンとともに本体で平行移動するピストン上のシールを含んでもよい。

【0205】

いくつかの実施形態によれば、ピペットは、分注器と、分注器に搭載されている正変位ピペットチップと、を備える。正変位ピペットチップは、チップオリフィスと、リヤチャンバと、チップオリフィスとリヤチャンバとの間でチップオリフィスと流体連通するチップ通路と、チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、を備える。分注器

50

は、リヤチャンバにおいて、ピストンをチップオリフィスから後方に遠ざけるように平行移動させることにより、ピストンがチップオリフィスで負圧を生成して液体を正変位ピペットチップに吸引する負圧を生成するように動作可能である。

【0206】

いくつかの実施形態によれば、分注器は、空気クッションによってピストンに結合されており、空気クッションは、ピストンが平行移動する場合に、分注器および／または正変位ピペットチップ内で変位する。

【0207】

いくつかの実施形態によれば、液体を分注する方法は、正変位ピペットチップを分注器に搭載することを含む。正変位ピペットチップは、チップオリフィスと、リヤチャンバと、チップオリフィスとリヤチャンバとの間でチップオリフィスと流体連通するチップ通路と、チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、を備える。この方法は、分注器を使用して、リヤチャンバにおいて、ピストンをチップオリフィスから後方に遠ざけるように平行移動させることにより、ピストンがチップオリフィスで負圧を生成して液体を正変位ピペットチップに吸引する負圧を生成することをさらに含む。

【0208】

いくつかの実施形態によれば、正変位ピペットチップは、チップオリフィスと、チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、本体と、インデックス機構と、を備える。インデックス機構は、本体上の少なくとも1つの第1のインデックスフィーチャと、ピストン上の少なくとも1つの第2のインデックスフィーチャと、を含む。第1のインデックスフィーチャおよび第2のインデックスフィーチャは、ピストンの変位を規定の位置で停止させるように協働する。

【0209】

いくつかの実施形態によれば、少なくとも1つの第1のインデックスフィーチャは、正変位ピペットチップの長手軸に沿って軸方向に分布する一連の第1のインデックスフィーチャを含む。

【0210】

いくつかの実施形態によれば、ピペットは、分注器と、分注器に搭載されている正変位ピペットチップと、を備える。正変位ピペットチップは、チップオリフィスと、チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、本体と、インデックス機構と、を備える。インデックス機構は、本体上の少なくとも1つの第1のインデックスフィーチャと、ピストン上の少なくとも1つの第2のインデックスフィーチャと、を含む。第1のインデックスフィーチャおよび第2のインデックスフィーチャは、ピストンの変位を規定の位置で停止させるように協働する。

【0211】

いくつかの実施形態によれば、液体を分注する方法は、正変位ピペットチップを分注器に搭載することを含む。正変位ピペットチップは、チップオリフィスと、チップオリフィスと流体連通するチップ通路と、チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、本体と、インデックス機構と、を備える。インデックス機構は、本体上の少なくとも1つの第1のインデックスフィーチャと、ピストン上の少なくとも1つの第2のインデックスフィーチャと、を含む。第1のインデックスフィーチャおよび第2のインデックスフィーチャは、ピストンの変位を規定の位置で停止させるように協働する。分注器は、ピストンをチップオリフィスから後方に遠ざけるように平行移動させ、これにより、ピストンがチップオリフィスで負圧を生成して液体を正変位ピペットチップに吸引する。

【0212】

いくつかの実施形態によれば、分注器とともに使用する正変位ピペットチップは、チップ本体、ピストン、および一体型ピストン拘束機構を備える。チップ本体は、遠位チップ部を含む。遠位チップ部は、チップ通路を規定する。ピストンは、チップ通路中に摺動可能に取り付けられている。ピストンは、液体を正変位ピペットチップに吸引するように変位可能である。一体型ピストン拘束機構は、ピストンとチップ本体との間の移動を制限す

10

20

30

40

50

るように動作可能である。

【0213】

いくつかの実施形態によれば、ピストン拘束機構は、チップ本体に対する規定位置を越えるピストンの後退を防止する拘束構成および規定位置を越えるピストンの後退を防止しない解除構成それぞれに配置可能である。

【0214】

いくつかの実施形態において、ピストン拘束機構は、解除構成の場合に、ピストンとチップ本体との間の移動を制限しない。

【0215】

いくつかの実施形態によれば、ピストン拘束機構は、ピストンに係合するラッチ位置とピストンに係合しない非ラッチ位置との間で移動可能なラッチを含む。

10

【0216】

いくつかの実施形態において、ラッチは、変位可能なスリーブまたはタブを含む。

【0217】

いくつかの実施形態において、このピペットチップは、チップ本体に搭載されているインターロックインサートを含み、ラッチは、インターロックインサートの一部を形成する。

【0218】

いくつかの実施形態において、ピストン拘束機構は、ピストン上の一体型インターロックフィーチャを含み、インターロックフィーチャは、ピストン拘束機構が拘束構成である場合にラッチと連動して、ピストンとチップ本体との間の移動を制限するように構成されている。

20

【0219】

いくつかの実施形態によれば、ピストンは、分注器の一部を形成するドライバに当該ピストンを固定するように構成されている一体型結合フィーチャを含む。

【0220】

いくつかの実施形態によれば、チップ本体は、分注器に係合して、正変位ピペットチップを分注器に取り外し可能に固定するように構成されている取り付け部を含む。

【0221】

いくつかの実施形態によれば、分注システムは、分注器と、分注器に搭載されている正変位ピペットチップと、を備える。正変位ピペットチップは、チップ本体、ピストン、および一体型ピストン拘束機構を備える。チップ本体は、遠位チップ部を含む。遠位チップ部は、チップ通路を規定する。ピストンは、チップ通路中に摺動可能に取り付けられている。ピストンは、液体を正変位ピペットチップに吸引するように変位可能である。一体型ピストン拘束機構は、ピストンとチップ本体との間の移動を制限するように動作可能である。

30

【0222】

いくつかの実施形態によれば、液体を分注するための方法は、正変位ピペットチップを分注器に搭載することを含む。正変位ピペットチップは、チップ通路を規定する遠位チップ部を含むチップ本体と、チップ通路中に摺動可能に取り付けられているピストンと、ピストンとチップ本体との間の移動を制限するように動作可能な一体型ピストン拘束機構と、を含む。この方法は、分注器を使用して、ピストンをチップ通路で平行移動させて液体を正変位ピペットチップに吸引することと、ピストン拘束機構がピストンとチップ本体との間の移動を制限する間に、分注器から正変位ピペットチップを排出することと、を含む。

40

【0223】

いくつかの実施形態によれば、正変位ピペットチップを分注器に搭載することは、分注器のドライバをピストンに結合することを含み、ピストンをチップ通路で平行移動させることは、ドライバを使用してピストンを平行移動させることを含む。

【0224】

50

いくつかの実施形態において、ピストン拘束機構は、チップ本体に対する規定位置を越えるピストンの後退を防止する拘束構成および規定位置を越えるピストンの後退を防止しない解除構成それぞれに配置可能であり、ピストンをチップ通路で平行移動させることは、ピストン拘束機構が解除構成である間に、ドライバを使用してピストンを平行移動させることを含み、分注器から正変位ピペットチップを排出することは、ピストン拘束機構が拘束構成である間に、ドライバおよびピストンを相対的に変位させることを含む。

【0225】

いくつかの実施形態において、分注器から正変位ピペットチップを排出することは、ピストン拘束機構が拘束構成である間に、分注器の一部を形成する排出器を使用して、分注器からチップ本体を押し出すことを含む。

10

【0226】

いくつかの実施形態によれば、ピストン拘束機構は、ピストン上の一体型インターロックフィーチャを含み、ピストン拘束機構は、チップ本体の一部を形成するラッチを含み、ラッチは、インターロックフィーチャと連動するラッチ位置およびインターロックフィーチャと連動しない非ラッチ位置のそれぞれに配置可能であり、正変位ピペットチップを分注器に搭載することは、分注器のシャフトをチップ本体に挿入することでラッチを非ラッチ位置へと偏向させることを含み、分注器から正変位ピペットチップを排出することは、シャフトからチップ本体を押し出すことを含み、これに応じて、ラッチがラッチ位置へと弾性的に戻る。

【0227】

20

本明細書の一部を形成する添付の図面によって、本技術の実施形態を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0228】

【図1】本技術の実施形態に係る、分注システムを具備する例示的な実験室液体処理システムの正面図である。

【図2】図1の分注システムの分注器の斜視図である。

【図3】図2の線3-3に沿う図2の分注器の断面図である。

【図4】図2の分注器の拡大部分断面図である。

【図5】図2の分注器の拡大部分断面図である。

【図6】図4の線6-6に沿う図2の分注器の断面図である。

30

【図7】図3の線7-7に沿う図2の分注器の断面図である。

【図8】図2の分注器とともに使用するピペットチップの断面図である。

【図9】分注器の動作を示す図2の分注器の部分断面図である。

【図10】分注器の動作を示す図2の分注器の部分断面図である。

【図11】分注器の動作を示す図2の分注器の部分断面図である。

【図12】分注器の動作を示す図2の分注器の部分断面図である。

【図13】分注器の動作を示す図2の分注器の部分断面図である。

【図14】他の実施形態に係る、分注システムの部分断面図である。

【図15】図14の分注システムの分解部分断面図である。

【図16】プランジャ部材がある位置に配設されている図14の分注システムの部分断面図である。

40

【図17】プランジャ部材が別の位置に配設されている図14の分注システムの部分断面図である。

【図18】図14の線18-18に沿う図14の分注システムの断面図である。

【図19】図14の線19-19に沿う図14の分注システムの断面図である。

【図20】他の実施形態に係る、分注システムの部分断面図である。

【図21】チャンバ間バルブが開放位置にある図20の分注システムの拡大部分断面図である。

【図22】チャンバ間バルブが閉鎖位置にある図20の分注システムの拡大部分断面図である。

50

【図 2 3】 ブランジャ部材がある位置に配設されている図 2 0 の分注システムの部分断面図である。

【図 2 4】 ブランジャ部材が別の位置に配設されている図 2 0 の分注システムの部分断面図である。

【図 2 5】 他の実施形態に係る、分注システムの部分断面図である。

【図 2 6】 分注システムの動作を示す図 2 5 の分注システムの拡大部分断面図である。

【図 2 7】 分注システムの動作を示す図 2 5 の分注システムの拡大部分断面図である。

【図 2 8】 本技術の他の実施形態に係る、分注システムの断面図である。

【図 2 9】 分注システムの動作を示す図 2 8 の分注システムの分注器の断面図である。

【図 3 0】 分注システムの動作を示す図 2 8 の分注システムの分注器の断面図である。

10

【図 3 1】 分注システムの動作を示す図 2 8 の分注システムの分注器の断面図である。

【図 3 2】 分注システムの動作を示す図 2 8 の分注システムの分注器の断面図である。

【図 3 3】 図 2 8 の分注器の分解断面図である。

【図 3 4】 図 2 8 の分注システムとともに使用する空気変位チップの断面図である。

【図 3 5】 図 2 8 の分注システムとともに使用する正変位チップの分解断面図である。

【図 3 6】 本技術の他の実施形態に係る、分注システムの断面図である。

【図 3 7】 いくつかの実施形態に係る、自動液体処理システムの別の例を示す模式斜視図である。

【図 3 8】 いくつかの実施形態に係る、導電性ピペットチップを示す拡大側面図である。

【図 3 9 A】 図 3 8 のチップ部材の一実施形態を示す断面図である。

20

【図 3 9 B】 図 3 8 のチップ部材の一実施形態を示す断面図である。

【図 3 9 C】 図 3 8 のチップ部材の一実施形態を示す断面図である。

【図 4 0 A】 ある「王冠」形状の導電性電極の一実施形態を示す断面図である。

【図 4 0 B】 別の「王冠」形状の導電性電極の一実施形態を示す断面図である。

【図 4 0 C】 さらに別の「王冠」形状の導電性電極の一実施形態を示す断面図である。

【図 4 1】 いくつかの実施形態に係る、導電性電極および非導電性チップ底部を含むピペットチップの鉛直位置に伴うキャパシタンスの変化を示す図である。

【図 4 2】 いくつかの実施形態に係る、蒸発検出および補償に対して構成されている自動分注システムを示す模式図である。

【図 4 3 A】 いくつかの実施形態に係る、蒸発検出を示す模式図である。

30

【図 4 3 B】 蒸発による液体ビーズの形成を示す図 4 3 A のピペットチップのオリフィスの拡大図である。

【図 4 4 A】 いくつかの実施形態に係る、蒸発検出動作における圧力および変位ボリュームの変化を示すグラフである。

【図 4 4 B】 他の実施形態に係る、蒸発検出動作における圧力および変位ボリュームの変化を示すグラフである。

【図 4 5】 いくつかの実施形態に係る、ピペットチップ中の蒸発検出の動作を示すフローチャート図である。

【図 4 6 A】 いくつかの実施形態に係る、ピペットチップ中の蒸発補償の動作を示すフローチャート図である。

40

【図 4 6 B】 いくつかの実施形態に係る、ピペットチップ中の蒸発補償の動作を示すフローチャート図である。

【図 4 7】 いくつかの実施形態に係る、自動分注システムにおいて使用可能なデュアル計量分注器を示す側面図である。

【図 4 8】 いくつかの実施形態に係る、デュアル計量分注器を示す拡大模式図である。

【図 4 9】 いくつかの実施形態に係る、デュアル計量分注器のプランジャおよびマニホールドアセンブリを示す簡易模式図である。

【図 5 0】 いくつかの実施形態に係る、図 4 9 のデュアル計量分注器のマニホールドおよび流量センサを示す拡大模式図である。

【図 5 1】 いくつかの実施形態に係る、マニホールドアセンブリをさらに示す拡大斜視図

50

である。

【図 5 2】いくつかの実施形態に係る、デュアル計量分注器中の圧力センサの接続を示す模式図である。

【図 5 3】いくつかの実施形態に係る、デュアル計量分注器の動作を示す模式図である。

【図 5 4】本技術の他の実施形態に係る、分注システムおよび延伸位置にある P D ピペットチップの断面図である。

【図 5 5】P D ピペットチップが後退位置にある図 5 4 の分注システムの断面図である。

【図 5 6】図 5 4 の P D ピペットチップの分解断面図である。

【図 5 7】P D ピペットチップのインデックス機構を示す図 5 4 の P D ピペットチップの拡大断面図である。

10

【図 5 8】図 5 4 の線 5 8 - 5 8 に沿う P D ピペットチップの断面図である。

【図 5 9】図 5 7 の線 5 9 - 5 9 に沿う P D ピペットチップの断面図である。

【図 6 0】いくつかの実施形態に係る、正変位ピペットチップを含む分注システムの分解図である。

【図 6 1】図 6 0 の正変位ピペットチップの分解底面斜視図である。

【図 6 2】図 6 0 の線 6 2 - 6 2 に沿う図 6 0 の正変位ピペットチップの断面斜視図である。

【図 6 3】図 6 0 の線 6 2 - 6 2 に沿う図 6 0 の正変位ピペットチップの一部を形成するチップ本体の断面図である。

【図 6 4】図 6 0 の正変位ピペットチップの一部を形成するピストンの側面図である。

20

【図 6 5】図 6 0 の線 6 2 - 6 2 に沿う図 6 0 の正変位ピペットチップの一部を形成するインターロックインサートの断面図である。

【図 6 6】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

【図 6 7】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

【図 6 8】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

【図 6 9】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

30

【図 7 0】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

【図 7 1】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

【図 7 2】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

【図 7 3】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

【図 7 4】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

40

【図 7 5】図 6 0 の分注システムを使用する動作を示す分注システムの模式断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0 2 2 9】

図 1 ～図 1 3 を参照して、これらは、本技術の特定の実施形態に係る、例示的な分注システム 1 0 1 を示している。分注システム 1 0 1 は、本技術の図示の実施形態に係る、自動液体処理システム 1 0 (図 1) の一部を形成している。ただし、開示の方法、システム、および装置は、液体処理システム 1 0 にもその中での使用にも限定されず、本開示は、液体ボリュームの吸引および／または分配が望まれる他のシステムおよび用途にも適用可能であることが了解されるものとする。分注システム 1 0 1 は、液体処理システム 1 0 内

50

の液体ボリュームを吸引および分配する。

【0230】

図1を参照して、例示的な液体処理システム10は、プラットフォームもしくはデッキ12、フレーム14、コントローラ20、分析装置16、分注モジュール30、分注モジュールポジショナ34A、ならびに分注システム101を具備する。分注システム101は、1つまたは複数の分注器100を具備する。液体処理システム10には、液体サンプルを保持する1つまたは複数のレセプタクル、リザーバ、またはコンテナ36が設けられていてもよい。

【0231】

詳解を目的として、図1および図3に示すように、液体処理システム10は、鉛直に対応するZ軸と、一体的に水平面を規定する直交X・Y軸と、を規定するワークスペースを含む。

【0232】

分注モジュール30は、ハウジング、支持部、または基部32を具備していてもよい。図示の実施形態においては、複数の分注器100が基部32に搭載されている。ただし、他の実施形態において、分注モジュール30は、単一の分注器100しか搭載していてもよい。分注器100は、たとえば単一の行に配置されていてもよいし、規定のX-Yアレイに配置されていてもよい。分注モジュールポジショナ34Aは、デッキ12に関して分注モジュール30を移動させるように動作可能である。分注モジュール30は、基部32に対する分注器100の選択的な下げ上げ（延伸および後退）ならびに／またはデッキ12に対する基部32の上げ下げを行う1つまたは複数の分注器アクチュエータ34Bを具備していてもよい。分注モジュール配置システム34Aおよびアクチュエータ34Bは、コントローラ20により制御されるようになっていてもよい。

【0233】

図3を参照して、本明細書により詳しく論じる通り、各分注器100は、長手軸A-Aおよび遠位端部112Aを有することが了解され得る。各分注器100は、遠位端部112Aで終端するシャフト112を具備する。使用時、図1に係るシステムによれば、各分注器100は、分注器アクチュエータ34Bにより長手軸A-Aに沿って上下可能である。いくつかの実施形態において、軸A-Aは、鉛直軸Z-Zと実質的に平行である。

【0234】

本明細書に記載の動作は、コントローラ20による実行またはコントローラ20を通じた実行が可能である。アクチュエータ34A、34Bおよび後述のアクチュエータ128A、148A、ならびに液体処理システム10の他の機器は、電子的に制御可能である。いくつかの実施形態によれば、コントローラ20は、記載のステップの一部、およびいくつかの実施形態においては全部をプログラムで実行する。いくつかの実施形態によれば、アクチュエータ34A、34Bの移動は、コントローラ20によって完全自動のプログラムで実行される。コントローラ20には、ユーザコマンドを受信するHMI22が設けられていてもよい。コントローラ20は、1つまたは複数のコントローラを含んでいてもよい。

【0235】

分注システム101は、分注器100ならびに1つもしくは複数のピペットチップ160を具備する。例示的な実施形態において、各ピペットチップ160は、以下に論じるように、分注器100のそれぞれの1つに搭載されている。いくつかの実施形態において、ピペットチップ160は、分注器100に対して取り外しおよび交換可能であり、また、分注システム101の事実上の使い捨てまたは消耗部品であってもよい。ただし、他の実施形態においては、ピペットチップ160が省略され、ピペットチップ160の構造および機能が分注器100の一体型部品として設けられていてもよい。

【0236】

分注システム101は、分注モジュール30上に1つまたは複数の分注器100を具備していてもよい。各分注器100は、同じように構成されて動作するようになっていても

10

20

30

40

50

よく、当然のことながら、分注器 100 のうちの代表的な 1 つに関する以下の説明は、分注器 100 それぞれに等しく該当し得る。複数の分注器 100 が設けられている場合、これらの分注器 100 は、相互に独立して動作するようになっていてもよいし、連携して動作するようになっていてもよい。

【0237】

図 2～図 4 を参照して、分注器 100 は、フレーム 108、インターフェース 109、分注チャンネル 102、分注器オリフィス 104、圧力制御システム 106、シャフト 112、排出機構 151、チップ取り付けフィーチャもしくはアダプタ 156、ならびにマニホールド 175 を具備する。圧力制御システム 106 は、第 1 のプランジャ機構 110、第 2 のプランジャ機構 130、および空気流制御システム 171 を具備する。例示的な実施形態において、ピペットチップ 160 は、分注チャンネル 102 と流体連通する分注オリフィス 162 および液体収集ボリューム 165 を具備する。シャフト 112 は、長手軸または主軸 A-A を有する。本明細書に論じる通り、分注器 100 は、分注チャンネル 102 中の圧力を変化させて液体ボリュームを吸引または分配するように、第 1 のプランジャ機構 110 もしくは第 2 のプランジャ機構 130、または、第 1 のプランジャ機構 110 および第 2 のプランジャ機構 130 を選択的に動作させるように動作する。第 1 のプランジャ機構 110 および第 2 のプランジャ機構 130 は、分注チャンネル 102 中の圧力を変化させて液体ボリュームを吸引または分配するように、相互に独立かつ並行に動作可能であることが了解され得る。

10

【0238】

分注器 100 の構成要素は、フレーム 108 に搭載されていてもよく、フレーム 108 は、同様に分注器モジュール基部 32 に搭載されている。電氣的インターフェース 109 は、分注器モジュール基部 30 または液体処理システム 10 の別の構成要素の電氣的インターフェースに対して動作可能に接続されることにより、分注器 100 への電力を供給し、分注器 100 と液体処理システム 10 の他の構成要素（たとえば、分析装置 16 および／またはリモートコントローラ）との間の制御またはデータ通信相互接続するものであってもよい。電氣的インターフェース 109 は、プリント配線板（PCB）を含んでいてもよい。

20

【0239】

上述の通り、コントローラ 20 は、1 つまたは複数のコントローラを含んでいてもよく、これらが液体処理システム 10 内に分散していてもよい。いくつかの実施形態において、コントローラ 20 は、分注器 100 との一体化または分注器 100 中の具現化がなされ、本明細書に記載の分注器制御機能の一部または全部を実行するように動作する 1 つまたは複数のコントローラを含む。いくつかの実施形態において、これら 1 つまたは複数のコントローラは、PCB 109 中および／または PCB 109 上に具現化されている。

30

【0240】

図 2～図 5 を参照して、第 1 のプランジャ機構 110 は、シャフト 112、ガイドスリーブ 118、プランジャアセンブリ 122（第 1 のプランジャを含む）、第 1 の環状シール（たとえば、Oリング）126、第 2 の環状シール（たとえば、Oリング）127、および第 1 の線形駆動機構 128 を具備する。

40

【0241】

シャフト 112 は、第 1 のプランジャ 120 のバレルとして機能する。シャフト 112 は、軸 A-A と一致し、第 1 の端部 114 A から反対の第 2 の端部 114 B まで延びるバレルボア 114 を規定する（図 4）。第 2 の端部 114 B には、頂部開口またはポート 114 D が規定され、ボア 114 と流体連通している。分注器オリフィス 104 は、第 1 の端部 114 A に規定され、ボア 114 と流体連通している。

【0242】

プランジャアセンブリ 122（図 5）は、上側スリーブ 124 と、上側スリーブ 124 の先端において上側スリーブ 124 に固定されている第 1 のプランジャ 120 と、を具備する。上側スリーブ 124 には、ボア 124 A が規定されている。第 1 のプランジャ 12

50

0は、先端120Aを有する（図4）。第1のプランジャ120は、第1のプランジャ軸P1-P1に沿って延伸方向E1および反対の後退方向E2に、シャフト112に対して摺動可能に平行移動可能となるように、ガイドスリーブ118およびバレルボア114中に取り付けられている。いくつかの実施形態において、第1のプランジャ軸P1-P1は、シャフト軸A-Aと実質的に一致する。

【0243】

第1のリング126（図4）は、第1のプランジャ120の外径とマニホールド175との間の気密シールを形成する。第1のプランジャ120は、リング126を通して摺動可能である。第2のリング127は、シャフト112の外径とマニホールド175との間の気密シールを形成する。

【0244】

第1のプランジャ120およびボア114Aがそれぞれの長さに沿って半径方向に離隔するように、第1のプランジャ120の外径D1（図6）はボア114の内径D2（図6）よりも小さい。この間隔は、第1のプランジャ120の外径とボア114の内径との間に管状または環状の空気通路またはチャネル103（図4および図6）を規定する。チャネル103は、リング126から分注器オリフィス104まで延びている。

【0245】

線形駆動機構128は、アクチュエータ128A、スピンドル128B、スピンドルナット128C、および第1のプランジャ位置センサ129を具備する（図3）。アクチュエータ128Aは、電気モータであってもよい。スピンドル128Bは、モータ128Aの出力に結合され、これにより回転駆動される。少なくともいくつかの実施形態において、スピンドル128Bは、遊星ギアボックス（図示せず）を介してモータ128Aの出力に動作結合されている。スピンドルナット128Cは、上側スリーブ124の上端に固定されている。

【0246】

モータ128Aは、第1の方向（たとえば、時計回り）および反対の第2の方向（たとえば、反時計回り）のそれぞれにおいてスピンドル128Bを駆動するように動作可能である。モータ128Aがスピンドル128Bを第1の方向に駆動した場合は、これによりスピンドルナット128C、上側スリーブ124、および第1のプランジャ120がボア114に対して後退方向E2に引っ張られる。モータ128Aがスピンドル128Bを第2の方向に駆動した場合は、これによりスピンドルナット128C、上側スリーブ124、および第1のプランジャ120がボア114に対して延伸方向E1に押される。スピンドル128Bは、プランジャ120の移動とともに平行移動して、上側スリーブボア124Aに対して入出する。

【0247】

第1のプランジャ位置センサ129は、コントローラ20に接続され、ボア114中の第1のプランジャ120の位置を検出およびモニタリングする。第1のプランジャ位置センサ129は、たとえばエンコーダであってもよい。第1のプランジャセンサ129は、PCB109に電氣的に接続されていてもよい。PCB109は、モータ128Aを誘導するコントローラ（コントローラ20のうちの1つまたは複数を形成する）を含んでい

【0248】

使用時、バレルボア114においては、実質的に第1のプランジャ120の先端120Aとバレルボア114の第1の端部114Aとの間に第1のチャンバ115（図4）が規定されている。第1のプランジャ120が方向E1に駆動されると、第1のチャンバ115から空気ボリュームが変位して、第1のチャンバ115の有効ボリュームが減る。第1のプランジャ120が方向E2に駆動されると、空気ボリュームが第1のチャンバ115に復位して、第1のチャンバ115の有効ボリュームが増える。

【0249】

第1のプランジャ120は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実

10

20

30

40

50

施形態において、第1のプランジャ120は、ステンレス鋼で形成されている。

【0250】

シャフト112は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、シャフト112は、ステンレス鋼で形成されている。

【0251】

スピンドル128Bおよびスピンドルナット128Cは、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態においては、スピンドル128Bがセラミックで形成され、スピンドルナット128Cが真ちゅうで形成されている。

【0252】

第2のプランジャ機構130（図3および図5）は、バレル132、エンドプラグ136、第2のプランジャ140、第1の環状シール（たとえば、Oリング）146、第2の環状シール（たとえば、Oリング）147、および第2の線形駆動機構148を具備する。（たとえば、図示のような）いくつかの実施形態においては、以下により詳しく論じる通り、第2のプランジャ140が第1のプランジャ120よりも大きい。

【0253】

バレル132は、バレルボア134を規定する。バレルボア134は、軸A-Aから横方向にオフセットしていてもよい。バレルボア134は、第1の端部134Aから反対の第2の端部134Bまで延びている。エンドプラグ136は、第1の端部134Aに配置されている。エンドプラグ136には、流体チャンネル136Aが規定されている。

【0254】

第2のプランジャ140は、先端140Aを有する。プランジャ140には、軸方向に延びるプランジャボア142が規定され、端部140Aで閉じている。Oリング146（図5および図7）は、プランジャ140の先端140Aに搭載されている。Oリング146は、第2のプランジャ140の外径とバレル132との間の摺動シールを形成し、第2のプランジャ140とともに平行移動する。

【0255】

第2のプランジャ140は、第2のプランジャ軸P2-P2に沿って延伸方向E3および反対の後退方向E4に、バレルボア134に対して摺動可能に平行移動可能となるように、バレルボア134中に取り付けられている。いくつかの実施形態において、第2のプランジャ軸P2-P2は、シャフト軸A-Aから横方向にオフセットしている。

【0256】

第2の線形駆動機構148（図3）は、アクチュエータ148A、スピンドル148B、スピンドルナット148C、および第1のプランジャ位置センサ149を具備する。アクチュエータ148Aは、電気モータであってもよい。スピンドル148Bは、モータ148Aの出力に結合され、これにより回転駆動される。スピンドルナット148Cは、第2のプランジャ140の上端に固定されている。

【0257】

モータ148Aは、第1の方向（たとえば、時計回り）および反対の第2の方向（たとえば、反時計回り）それぞれにおいてスピンドル148Bを駆動するように動作可能である。モータ148Aがスピンドル148Bを第1の方向に駆動した場合は、これによりスピンドルナット148Cおよび第2のプランジャ140がボア134に対して後退方向E4に引っ張られる。モータ148Aがスピンドル148Bを第2の方向に駆動した場合は、これによりスピンドルナット148Cおよび第2のプランジャ140がボア134に対して延伸方向E3に押される。スピンドル148Bは、プランジャ140の移動とともに平行移動して、プランジャボア142に対して入出する。

【0258】

第2のプランジャ位置センサ149は、コントローラ140に接続され、ボア134中の第1のプランジャ140の位置を検出およびモニタリングする。第2のプランジャ位置センサ149は、たとえばエンコーダであってもよい。第2のプランジャ位置センサ149は、PCB109に電氣的に接続されていてもよい。PCB109は、モータ148A

10

20

30

40

50

を誘導するコントローラ（コントローラ 20 のうちの 1 つまたは複数を形成する）を含んでいてもよい。

【0259】

図示の第 1 および第 2 の線形駆動機構 128、148 はそれぞれ、回転モータ、スピンドル、およびスピンドルナットの構成を含むが、いくつかの実施形態においては、他種の線形駆動機構が代替として用いられるようになっていてもよい。たとえば、直流リニアモータが上げられるが、これに限定されない。

【0260】

使用時、バレルボア 134 においては、実質的に第 2 のプランジャ 140 の先端 140 A とバレルボア 134 の第 1 の端部 134 A との間に第 2 のチャンバ 135（図 5）が規定されている。第 1 のプランジャ 140 が方向 E3 に駆動されると、第 2 のチャンバ 135 から空気ボリュームが変位して、第 2 のチャンバ 135 の有効ボリュームが減る。第 2 のプランジャ 140 が方向 E4 に駆動されると、空気ボリュームが第 2 のチャンバ 135 に復位して、第 2 のチャンバ 135 の有効ボリュームが増える。

【0261】

第 2 のプランジャ 140 は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、第 2 のプランジャ 140 は、アルミニウムで形成されている。

【0262】

バレル 132 は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、バレル 132 は、アルミニウムで形成されている。

【0263】

スピンドル 148 B およびスピンドルナット 148 C は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、スピンドル 148 B は、セラミックまたはステンレス鋼で形成されていてもよく、スピンドルナット 148 C は、プラスチックまたは耐熱性熱可塑性樹脂（たとえば、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK））で形成されていてもよい。

【0264】

チップアダプタ 156 は、ピペットチップ 160（および、好適に構成された交換用ピペットチップ）をシャフト 112 の端部 112 A に取り外し可能に固定するように構成されている。いくつかの実施形態において、チップアダプタ 156 は、取り付け部 166 とシャフト 112 との間の気密・圧密シールを形成する。図示の実施形態において、チップアダプタ 156 は、ピペットチップの取り付け部 166 との確実な摩擦嵌合を形成するように構成されている環状リブ 156 A のほか、取り付け部 166 とシャフト 112 との間の気密・圧密シールを含む。ただし、他の好適なピペットチップ取り付け構造が与えられていても良い。たとえば、チップアダプタおよびピペットチップは、インターロックフィーチャを含んでいてもよい。チップアダプタ 156 は、シャフトと一体的に形成されていてもよいし、別個の構成要素として形成されていてもよい。

【0265】

排出機構 151（図 5 および図 13）は、ガイドロッド 152 に摺動可能に搭載されている排出部材またはスリーブ 150 を具備する。ばね 154 が排出スリーブ 150 を下方方向 E6 にシャフトの端部 112 A の方へと付勢する。ピペットチップ 160 が装着される場合、排出スリーブ 150 は、上方（方向 E5）に押される。この上方の移動およびスリーブの配置には、スリーブ 150 上の磁石およびホール効果センサを使用して、ピペットチップ 160 の存在を検出するようにしてもよい。排出スリーブ 150 の上端 150 B は、上側スリーブ 124 の下端に係合するように構成されている。排出スリーブ 150 の下端 150 A は、以下に論じる通り、ピペットチップ 160 に係合するように構成されている。使用時、プランジャアセンブリ 122 は、第 1 の線形駆動機構 128 によって十分に下方（方向 E1）に駆動された場合、上端 114 B に当接して、排出スリーブ 150 を排出方向 E6 に駆動することにより、シャフト 112 からピペットチップ 160 を押し出すことになる。

10

20

30

40

50

【0266】

ピペットチップ160（図8）は、分注器100とともに使用可能なピペットチップの一例である。ただし、当然のことながら、他の設計のピペットチップが代替として用いられるようになっていてもよい。

【0267】

ピペットチップ160は、遠位端160Aおよび近位端160Bを有する管状体である。ピペットチップ160は、（遠位端160Aの）分注オリフィス162から（近位端160Bの）インターフェース開口163まで延びるチップボリュームまたは通路164を規定する。取り付け部166は、近位端160Bに設けられている。本明細書に論じる通り、チップ通路164の部分（一部または全部）が使用時に液体収集ボリューム165として機能するようになっていてもよい。

10

【0268】

図5を参照して、空気流制御システム171は、バルブ178、第1のチャンネル172、第2のチャンネル174、および第3のチャンネル176を具備する。

【0269】

第1のチャンネル172は、（エンドプラグ136中のチャンネル136Aを介して）第2のチャンバ135をバルブ178に流体接続または結合する。

【0270】

第2のチャンネル174は、バルブ178を環境大気へのポート174Aに流体接続または結合する。

20

【0271】

図4を参照して、第3のチャンネル176は、バルブ178を第1のバレルボア114に流体接続または結合する。より詳細に、例示的な実施形態において、第3のチャンネル176は、Oリング126、127間のポート176Aで終端する。ポート176Aは、バレルポート114Dと流体連通しており、バレルポート114Dは、同様に第1のプランジャ120とシャフト112との間の環状チャンネル103と流体連通している。チャンネル103は、バレルポート114Dから分注器オリフィス104まで、空気流を分注チャンネル102（すなわち、ボア114）に通すことができる。

【0272】

チャンネル172、174、176の一部または全部がマニホールド175の全体または一部に形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、各チャンネル172、174、176は、約0.2～1mmの範囲の直径を有する。

30

【0273】

また、圧力制御システム106は、チャンネル176を介して分注チャンネル102に流体結合されている分注チャンネル圧力センサ179（図5）を具備していてもよい。

【0274】

コントローラ20は、第1、第2、および第3のバルブ状態へとバルブ178を制御するように動作する。チャンネル176は、3つのバルブ状態のいずれにおいても、大気ポート174Aに流体接続されない。第2のチャンバ135は、第1のボア114に流体接続されている場合、第1のボア114を介して、分注チャンネル102および分注器オリフィス104に流体接続されている。

40

【0275】

第1のバルブ状態において、バルブ178は、チャンネル174、176からチャンネル172を閉鎖する。結果として、第2のチャンバ135は、第1のボア114（ひいては、分注チャンネル102）にも大気ポート174Aにも流体接続されない。

【0276】

第2のバルブ状態において、バルブ178は、チャンネル176からチャンネル172を閉鎖するとともに、チャンネル172をチャンネル174に開放する。結果として、第2のチャンバ135は、第1のボア114（ひいては、分注チャンネル102）には流体接続されず、大気ポート174Aには流体接続される。

50

【0277】

第3のバルブ状態において、バルブ178は、チャンネル174からチャンネル172を閉鎖するとともに、チャンネル172をチャンネル176に開放する。結果として、第2のチャンバ135は、第1のポア114（ひいては、分注チャンネル102）には流体接続され、大気ポート174Aには流体接続されない。

【0278】

液体処理システム10および分注システム101は、いくつかの方法に従って以下のよう
に用いられることにより、1つまたは複数の液体サンプルを吸引および／または分配す
るようにしてもよい。一般的には、第1および第2のプランジャ機構110、130の使用
によって、それぞれのチャンバ115、135中の空気ボリュームを変位させることによ
り、これに対応して分注チャンネル102中の圧力を変化させて、液体サンプルを液体収
集ボリューム165に吸引または液体収集ボリューム165から分配する。

10

【0279】

分注器100は、数個の異なる動作モードのそれぞれにおいて動作可能である。オペレ
ータまたはコントローラ20は、吸引または分配タスクの条件またはパラメータに応じて
、動作モードを選択および実行するようにしてもよい。

【0280】

通常、分注器100は最初、図9に示すように、（たとえば、コントローラ20によっ
て）開始位置に設定されることになる。開始位置において、第1のプランジャ120は、
その最下位置に配置される。いくつかの実施形態においては、図示のように、この第1の
プランジャ120の最下開始位置において、第1のプランジャ120の先端120Aは、
分注器オリフィス104と実質的に同一平面にあるか、または、軸方向に一致している。
開始位置において、第2のプランジャ140は、その最下位置に配置される。いくつかの
実施形態においては、図示のように、この第2のプランジャ140の最下開始位置におい
て、第2のプランジャ140の先端140Aは、エンドプラグ136と実質的に同一平面
にあるか、または、軸方向に一致している。

20

【0281】

図9に示すように、ピペットチップ160は、チップアダプタ156に搭載されている
。

【0282】

その後、コントローラ20は、アクチュエータ34A、34Bを動作させて、たとえば
ピペットチップ160を液体サンプルLSの上方に配置するようにしてもよい。サンプル
LSは、たとえばコンテナ36に配設されていてもよい。その後、コントローラ20は、
アクチュエータ34Bを動作させて、たとえば遠位端160Aひいては分注オリフィス1
62をサンプルLS中へと降下させるようにしてもよい。いくつかの実施形態においては
、吸引中に分注オリフィス162がサンプルLSに沈められたままとなるように、遠位端
160Aひいては分注オリフィス162が少なくとも規定の深さまでサンプルに沈められ
ている。

30

【0283】

分注器100が開始位置にあり、分注オリフィス162が沈められた状態で、分注シス
テム101は、第1の吸引モードで動作して、サンプルLSの一部を吸引するようにして
もよい。第1の吸引モードにおいて、バルブ178は、分注チャンネル102が第2のチャ
ンバ135から流体封止されるように、第1のバルブ状態に設定される。その後、第1の
駆動機構128が作動して、たとえば図10に示すように、分注器オリフィス104から
後退方向E2に第1のプランジャ120を引き離す。第1のプランジャ120の後退によ
って、第1のチャンバ115の有効空気ボリュームが膨張するため、分注器オリフィス1
04に負圧が発生する。この負圧によって、液体サンプルLSの液体サンプルボリューム
LVがピペットチップ160の（チップ通路164中の）液体収集ボリューム165に引
き入れられる。液体サンプルボリュームLVの近位端と第1のプランジャ120の先端1
20Aとの間のチップ通路164および第1のチャンバ115には、空気ボリュームまた

40

50

は空気クッション A C が残留し得る。

【0284】

その後、分注器 100 の使用により、第 1 の分配モードにおいて液体サンプルボリューム L V を分配するようにしてもよい。液体サンプルボリューム L V を分配するため、バルブ 178 が第 1 のバルブ状態に設定または保持される。第 1 の駆動機構 128 が作動して、第 1 のプランジャ 120 を分注器オリフィス 104 に向かって延伸方向 E 1 に押す。第 1 のプランジャ 120 の延伸によって、第 1 のチャンバ 115 から空気ボリュームが変位するため、液体サンプルボリューム L V の近位端に正圧が発生する。この正圧により、液体収集ボリューム 165 から分注オリフィス 162 を通って液体サンプルボリューム L V が追い出される。液体サンプルボリューム L V が完全に分配されるまで、液体サンプルボ

10

【0285】

あるいは、分注システム 101 は、第 2 の吸引モードで動作して、液体サンプル L S の一部を吸引するようにしてもよい。第 2 の吸引モードにおいて、バルブ 178 は、第 2 のチャンバ 135 が分注チャンネル 102 に流体接続されるとともに大気ポート 174 A から流体封止されるように、第 3 のバルブ状態に設定される。分注器 100 が開始位置にあり、分注オリフィス 162 が沈められた状態で、第 2 の駆動機構 148 が作動して、たとえば図 11 に示すように、エンドプラグ 136 から後退方向 E 4 に第 2 のプランジャ 140 を引き離す。第 2 のプランジャ 140 の後退によって、第 2 のチャンバ 135 の有効空気

20

【0286】

その後、分注器 100 の使用により、第 2 の分配モードにおいて液体サンプルボリューム L V を分配するようにしてもよい。液体サンプルボリューム L V を分配するため、バルブ 178 が第 3 のバルブ状態に設定または保持される。第 2 の駆動機構 148 が作動して、第 2 のプランジャ 140 をエンドプラグ 136 に向かって延伸方向 E 3 に押す。第 2 のプランジャ 140 の延伸によって、第 2 のチャンバ 135 から空気ボリュームが変位するため、(チャンネル 172、バルブ 178、チャンネル 176、およびボア 114 を介して) 分注器オリフィス 104 に負圧が発生する。この負圧によって、液体サンプル L S の液体サンプルボリューム L V がピペットチップ 160 の (チップ通路 164 中の) 液体収集ボリューム 165 に引き入れられる。液体サンプルボリューム L V の近位端と第 1 のプランジャ 120 の先端 120 A との間のチップ通路 164 には、空気ボ

30

【0287】

あるいは、分注システム 101 は、第 3 の吸引モードで動作して、液体サンプル L S の一部を吸引するようにしてもよい。第 3 の吸引モードにおいて、バルブ 178 は、第 2 のチャンバ 135 が分注チャンネル 102 に流体接続されるとともに大気ポート 174 A から流体封止されるように、第 3 のバルブ状態に設定される。その後、第 1 の駆動機構 128 が作動して、たとえば図 12 に示すように、分注器オリフィス 104 から後退方向 E 2 に第 1 のプランジャ 120 を引き離す。第 1 のプランジャ 120 の後退によって、第 1 のチャンバ 115 の有効空気ボリュームが膨張するため、分注器オリフィス 104 に負圧が発生する。また、第 1 のプランジャ 120 の後退と同時に、第 2 の駆動機構 148 が作動して、同じく図 12 に示すように、エンドプラグ 136 から後退方向 E 4 に第 2 のプランジャ 140 を引き離す。第 2 のプランジャ 140 の後退によって、第 2 のチャンバ 135 の有効空気ボリュームが膨張するため、同じく分注器オリフィス 104 に負圧が発生する。

40

50

結果として、２つのプランジャ１２０、１４０の変位のいずれによっても負圧が発生し、これによって、液体サンプルＬＳの液体サンプルボリュームＬＶがピペットチップ１６０の（チップ通路１６４中の）液体収集ボリューム１６５に引き入れられる。液体サンプルボリュームＬＶの近位端と第１のプランジャ１２０の先端１２０Ａとの間のチップ通路１６４には、空気ボリュームまたは空気クッションＡＣが残留し得る。

【０２８８】

その後、分注器１００の使用により、第３の分配モードにおいて液体サンプルボリュームＬＶを分配するようにしてもよい。液体サンプルボリュームＬＶを分配するため、バルブ１７８が第３のバルブ状態に設定または保持される。第１の駆動機構１２８が作動して、第１のプランジャ１２０を分注器オリフィス１０４に向かって延伸方向Ｅ１に押す。第１のプランジャ１２０の延伸によって、第１のチャンバ１１５から空気ボリュームが変位するため、液体サンプルボリュームＬＶの近位端に正圧が発生する。また、第１のプランジャ１２０の延伸と同時に、第２の駆動機構１４８が作動して第２のプランジャ１４０をエンドプラグ１３６に向かって延伸方向Ｅ３に押すことにより、第２のチャンバ１３５から空気ボリュームが変位するため、（チャンネル１７２、バルブ１７８、チャンネル１７６、およびボア１１４を介して）液体サンプルボリュームＬＶの近位端に正圧が発生する。結果として、２つのプランジャ１２０、１４０の変位のいずれによっても正圧が発生し、これによって、液体収集ボリューム１６５から分注オリフィス１６２を通して液体サンプルボリュームＬＶが追い出される。液体サンプルボリュームＬＶが完全に分配されるまで、液体サンプルボリュームＬＶの近位端と第１のプランジャ１２０の先端１２０Ａとの間には、空気クッションＡＣが残留し得る。

【０２８９】

あるいは、分注システム１０１は、第４の吸引モードで動作して、液体サンプルＬＳの一部を吸引するようにしてもよい。第４の吸引モードにおいても、バルブ１７８は第３のバルブ状態に設定され、第１および第２の駆動機構１２８、１４８が動作することにより、第３の吸引モードに関して上述したようにプランジャ１２０、１４０を後退させる。ただし、第４の吸引モードにおいて、第１のプランジャ１２０および第２のプランジャ１４０は、相互に同時ではなく異なる時間（たとえば、順次または交互）に後退する。

【０２９０】

同様に、分注システム１０１は、第４の分配モードで動作して、液体サンプルＬＳの一部を分配するようにしてもよい。第４の分配モードにおいても、バルブ１７８は第３のバルブ状態に設定され、第１および第２の駆動機構１２８、１４８が動作することにより、第３の分配モードに関して上述したようにプランジャ１２０、１４０を延伸させる。ただし、第４の分配モードにおいて、第１のプランジャ１２０および第２のプランジャ１４０は、相互に同時ではなく異なる時間（たとえば、順次または交互）に延伸する。

【０２９１】

いくつかの動作において、バルブ１７８は、第２のバルブ状態に設定されて、第２のチャンバ１３５を大気ポート１７４Ａに接続する。その後、第２の駆動機構１４８は、第２のプランジャ１４０をその開始位置に配置するように動作する。第２のプランジャ１４０によってチャンバ１３５から変位した空気は、大気ポート１７４Ａを通じて追い出されるため、チャンバ１３５中の空気ボリュームは加圧されない。その後は、吸引または分配動作のため、バルブ１７８が第１のバルブ状態または第２のバルブ状態に設定され、大気ポート１７４Ａに対して第２のチャンバ１３５を再封止するようにしてもよい。

【０２９２】

いくつかの実施形態に係る動作において、第２のプランジャ１４０およびバルブ１７８では、たとえば、より大きなボリュームを吸引して分配するために反復または循環ポンプが協調動作する。この場合、バルブ１７８は、第２のプランジャ１４０の移動の間に、その第２および第３のバルブ状態間で切り替えられる。より詳細に、バルブ１７８および第２のプランジャ１４０は、以下のように動作し得る。バルブ１７８が第３のバルブ状態（第２のチャンバ１３５を分注チャンネル１０２に流体接続し、大気ポート１７４Ａから第２

のチャンバ135を閉鎖する)では、第2のプランジャ140が後退して(方向E4)、液体サンプルボリュームLVをピペットチップ160に引き入れる。その後、バルブ178は、第2のバルブ状態(第2のチャンバ135を大気ポート174Aに流体接続し、分注チャンネル102から第2のチャンバ135を閉鎖する)に置かれる。バルブ178が第2の状態では、第2のプランジャ140が延伸して(方向E3)、第2のチャンバ135から空気を追い出し、第2のプランジャ140がその開始位置まで、または、その開始位置に向かって戻る。バルブ178が第2のバルブ状態にあることから、吸引された液体サンプルボリュームLVは、ピペットチップ160に残留する(すなわち、第2のプランジャ140に延伸によっては分配されない)。その後、バルブ178は再び第3のバルブ状態に置かれるが、バルブ178がこの第3のバルブ状態では、第2のプランジャ140が再び後退(方向E4)して、付加的な液体サンプルボリュームLVをピペットチップ160に引き入れる。このシーケンスの複数回の繰り返しによって、液体サンプルボリュームLVをピペットチップ160へと漸増的に吸引するようにしてもよい。たとえば、このシーケンスの5回の繰り返しによって、各吸引につき1mしずつ、合計5mしをピペットチップ160に吸引するようにしてもよい。また、この動作の反転によって、ピペットチップ160からより大きなボリュームの増分を分配する(たとえば、5mしの液体サンプルを含むピペットチップ160から一連の5つの1mし液体ボリュームを分配する)ようにしてもよい。

10

【0293】

上述の通り、分注システム101は、分注チャンネル102中の圧力を低くすることにより液体サンプルを吸引し、分注チャンネル中の圧力を高くすることにより液体サンプルを分配する。ただし、分注チャンネル102中の圧力は、この手順における他の動作または状態に応じて変動する場合がある。たとえば、吸引のためのいくつかの実施形態において、分注チャンネル102中の圧力は、プランジャ120または140の後退とともに高くなる。プランジャ120、140が停止した後は、ピペットチップ160への流入も停止し、プランジャの移動と関連付けられている圧力降下がゼロになる。ただし、分注チャンネル102中の圧力は、ピペットチップ160中の液体サンプルの重量によって、負圧を維持し得る。液体サンプルの供給からピペットチップ160が外された後は、浮力の低下によって、分注チャンネル102中の圧力がさらに少しだけ低下し得る。その後、ピペットチップ160中の液体サンプルの蒸発によって、分注チャンネル102中の圧力がゆっくりと上昇する場合がある。したがって、当然のことながら、分注チャンネル102の圧力変化は、プランジャ120、140の移動以外の追加の現象が原因または要因となり得る。

20

30

【0294】

上述の吸引モードおよび分配モードは、必要により異なる組み合わせにて実行され得る。たとえば、液体サンプルボリュームの吸引に第3の吸引モード(プランジャの同時後退)が用いられ、液体サンプルボリュームの分配に第4の分配モード(プランジャの順次延伸)が用いられるようになっていてもよい。

【0295】

分注器100は、必要に応じて、吸引および分配のステップ間に再配置されるようになっていてもよい。吸引手順には、単一の液体サンプルソースまたは複数の液体サンプルソースから液体ボリュームを吸引することを含んでいてもよい。分配手順には、液体ボリュームを単一の場所または複数の場所に分配することを含んでいてもよい。たとえば、ある量の液体サンプルが単一のソースから吸引された後、これよりも少量の吸引液体サンプルがそれぞれ異なる場所(たとえば、ウェルプレートのウェル)に分配されるようになっていてもよい。いくつかの実施形態において、液体サンプルボリュームLV(または、その一部)は、分注器100によって分析装置16に分配される。

40

【0296】

いくつかの実施形態において、コントローラ20は、本明細書に記載の通り、バルブ状態を設定するとともにプランジャ120、140を延伸および後退させるように、バルブ178およびアクチュエータ128A、148Aを自動的にプログラムで動作させる。

50

【0297】

いくつかの実施形態において、コントローラ20は、分注チャンネル圧力センサ179から、分注チャンネル102中の空気圧力を示す圧力信号を受信する。コントローラ20は、分注チャンネル102中の圧力を継続的にモニタリングするようにしてもよい。

【0298】

図13を参照して、分注システム101は、排出機構151を使用して、分注器100からピペットチップ160を自動的に取り外すように動作し得る。ピペットチップ160を排出するため、コントローラ20は、プランジャアセンブリ122を延伸方向E6に押すように第1の駆動機構128を動作させる。第1の駆動機構128がプランジャアセンブリ122を駆動し続けると、プランジャスリーブ122の先端124Bが排出スリーブ150の上端部150Bに係合して、排出スリーブ150を方向E6に押すことになる。排出スリーブ150の下端150Aは、ピペットチップ160の取り付け部166に係合して、チップアダプタ156からピペットチップ160を押し出す。いくつかの実施形態において、コントローラ20は、ピペットチップ160を排出するように、アクチュエータ128Aを自動的にプログラムで動作させる。

【0299】

本明細書に記載の通り、第1および第2のプランジャ機構110、130は、液体サンプルボリュームを吸引および分配するように、相互に独立して動作することも可能であるし、一体的に動作することも可能である。所与の吸引または分配手順に対して動作させるプランジャ機構110、130の選定は、吸引または分配手順の条件またはパラメータの関数とすることも可能であるし、条件またはパラメータに適合させることも可能である。デュアルプランジャ機構を採用することによって、分注器100のボリューム範囲を拡大可能であるとともに、複数の分注チャンネルの必要なく、プロセス固有のボリューム精度および正確度に対応可能である。

【0300】

たとえば、相対的に少量の液体サンプルしか吸引または分配されない場合、分注器100は、第1の吸引モードまたは第1の分配モードで動作するようになっていてもよい。より小さなプランジャ120を使用すると、分解能がより高くなるため、精度および正確度の向上が可能である。

【0301】

相対的に多量の液体サンプルが吸引または分配される場合、分注器100は、第2の吸引モードまたは第2の分配モードで動作するようになっていてもよい。より大きなプランジャ140を使用すると、分注器100は、一度により多くの量の液体サンプルを引き入れて保持することが可能となり得る。より大きなプランジャ140を使用すると、分注器100は、液体サンプルをより高速に吸引または分配することが可能となり得る。

【0302】

また、相対的に多量の液体サンプルが吸引または分配される場合、分注器100は、第3の吸引モードまたは第3の分配モードのほか、第4の吸引モードまたは第4の分配モードで動作するようになっていてもよい。より小さなプランジャ120およびより大きなプランジャ140を併用すると、分注器100は、一度にさらに多くの量の液体サンプルを引き入れて保持することが可能となり得る。より小さなプランジャ120およびより大きなプランジャ140を同時に変位させると、分注器100は、液体サンプルをさらに高速に吸引または分配することが可能となり得る。

【0303】

たとえば、例示的な一実施形態において、第1のプランジャ120は、ストローク距離L1（図12）が25mm、直径D1（図6）が2mmであるため、第1のプランジャ機構110は、最大55マイクロリットルの空気を変位させることができる。例示的な実施形態において、第2のプランジャ140は、ストローク距離L5（図12）が45mm、直径D5（図7）が6mmであるため、第2のプランジャ機構130は、最大1100マイクロリットルの空気を変位させることができる。第1の吸引モードでの動作の場合、分

注器 100 は、最大 55 マイクロリットルの液体サンプルを吸引することができる。第 2 の吸引モードでの動作の場合、分注器 100 は、最大 1100 マイクロリットルの液体サンプルを吸引することができる。第 3 または第 4 の吸引モードでの動作の場合、分注器 100 は、最大 1155 マイクロリットルの液体サンプルを吸引することができる。

【0304】

いくつかの実施形態において、コントローラ 20 は、プランジャ 120、140 を延伸および後退させ、ピペットチップ 160 を排出するようにアクチュエータ 128A、148A を動作させるステップを自動的にプログラムで実行する。

【0305】

いくつかの実施形態において、コントローラ 20 は、分注器 100 を配置するようにアクチュエータ 34A、34B を動作させるステップを自動的にプログラムで実行する。

【0306】

前述の通り、いくつかの実施形態において、第 2 のプランジャ 140 は、第 1 のプランジャ 120 よりも大きい。第 1 のプランジャ 120 は、第 1 のプランジャ軸 P1-P1（すなわち、第 1 のプランジャが平行移動して吸引および分配を行う際に沿う軸）と直交する断面平面に断面積 A1（図 6）を有する。第 2 のプランジャ 140 は、第 2 のプランジャ軸 P2-P2（すなわち、第 2 のプランジャが平行移動して吸引および分配を行う際に沿う軸）と直交する断面平面に断面積 A2（図 7）を有する。（たとえば、図示のような）いくつかの実施形態において、第 2 のプランジャ 140 の断面積 A2 は、第 1 のプランジャ 120 の断面積 A1 よりも大きい。いくつかの実施形態において、断面積 A2 は、断面積 A1 の少なくとも 3 倍である。

【0307】

いくつかの実施形態において、断面積 A1 は、約 0.1~4 mm² の範囲であり、断面積 A2 は、約 1.25~50 mm² の範囲である。

【0308】

より小さな第 1 のプランジャ 120 は、第 1 のチャンバ 115 中の空気ボリュームを第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させる。より大きな第 2 のプランジャは、第 2 のチャンバ 135 中の空気ボリュームを第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させる。より大きなプランジャ 120 の方が断面積も大きいことから、第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率よりも大きい。いくつかの実施形態において、第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率の少なくとも 3 倍である。

【0309】

いくつかの実施形態において、第 1 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、約 0.01 マイクロリットル/s~100 マイクロリットル/s の範囲であり、第 2 の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、約 0.1 マイクロリットル/s~2500 マイクロリットル/s の範囲である。

【0310】

いくつかの実施形態において、分注器は、（第 2 のプランジャ 140 がその全ストロークで平行移動する際に）第 2 のプランジャ 140 により変位可能な最大空気ボリュームが（第 1 のプランジャ 120 がその全ストロークで平行移動する際に）第 1 のプランジャ 120 により変位可能な最大空気ボリュームよりも大きくなるように構成されている。いくつかの実施形態において、第 2 のプランジャ 140 により変位可能な最大空気ボリュームは、第 1 のプランジャ 120 により変位可能な最大空気ボリュームの少なくとも 10 倍である。

【0311】

いくつかの実施形態において、第 2 のプランジャ 140 により変位可能な最大空気ボリュームは、約 10 マイクロリットル~5000 マイクロリットルの範囲であり、第 1 のプランジャ 120 により変位可能な最大空気ボリュームは、約 1 マイクロリットル~100

10

20

30

40

50

マイクロリットルの範囲である。

【0312】

いくつかの実施形態において、（第2のプランジャ140がその完全後退位置にある場合の）第2のチャンバ135の最大空気ボリュームは、（第1のプランジャ120がその完全後退位置にある場合の）第1のチャンバ115の最大空気ボリュームの少なくとも10倍である。いくつかの実施形態において、第2のチャンバ135の最大空気ボリュームは、約11マイクロリットル～5500マイクロリットルの範囲であり、第1のチャンバ115の最大空気ボリュームは、約1.5マイクロリットル～110マイクロリットルの範囲である。

【0313】

いくつかの実施形態において、図2～図7の例示的な実施形態に示すように、第1のチャンバ115（図4（すなわち、平行移動に際して第1のプランジャ120により変位する空気ボリュームを含むチャンバ））は、分注チャンネル102の一部を占有する。したがって、第1のプランジャ120は、分注チャンネル102に配設され、分注チャンネル102を通して移動し得る。いくつかの実施形態において、第1のプランジャ120の遠位端120Aは、第1のプランジャ120が完全延伸である場合に、分注器オリフィス104と一致するか、または、分注器オリフィス104を越えて延びる。第1のプランジャ120をシャフト112中に設け、遠位端120Aを開始位置に配置することは、分注チャンネル102中の無効ボリュームを最小化するのに役立ち、よりコンパクトな分注器を可能にし得る。また、第1のプランジャ機構110、シャフト112、および排出機構151を配置することは、単一の駆動機構の使用によって、吸引／分配機能およびチップ排出機能を実行することを可能にする。

【0314】

図14～図19を参照して、これらは、本技術の他の実施形態に係る、例示的な分注システム201を示している。分注システム201は、液体処理システム内の液体ボリュームを吸引および分配可能である。分注システム201は、たとえば自動液体処理システム10（図1）において、分注システム101の代わりに用いられるようになっていてもよい。ただし、開示の方法、システム、および装置は、液体処理システム10にもその中での使用にも限定されず、本開示は、液体ボリュームの吸引および／または分配が望まれる他のシステムおよび用途にも適用可能であることが了解されるものとする。分注システム201は、分注器200を具備する。

【0315】

分注システム201は、1つまたは複数の分注器200を具備する。分注器は、分注モジュール30に搭載されていてもよい。各分注器200は、同じように構成されて動作するようになっていてもよく、当然のことながら、分注器200のうちの代表的な1つに関する以下の説明は、分注器200のそれぞれに等しく該当し得る。複数の分注器200が設けられている場合、これらの分注器200は、相互に独立して動作するようになっていてもよいし、連携して動作するようになっていてもよい。

【0316】

分注システム201は、分注器200、コントローラ20、ならびに（図8を参照して本明細書に記載のような）1つもしくは複数のピペットチップ160を具備する。いくつかの実施形態において、ピペットチップ160は、分注器200に対して取り外しおよび交換可能であり、また、分注システム201の事実上の使い捨てまたは消耗部品であってもよい。ただし、他の実施形態においては、ピペットチップ160が省略され、ピペットチップ160の構造および機能が分注器200の一体型部品として設けられていてもよい。ピペットチップ160には、フィルタ媒体169が設けられていてもよい（図15）。

【0317】

図14および図15を参照して、本明細書により詳しく論じる通り、分注器200は、長手軸A-Aおよび遠位端部212Aを有することが了解され得る。分注器200は、管状バレル210、圧力制御システム206、分注チャンネル202、分注器オリフィス20

4、およびチップアダプタ 214 を具備する。バレル 210 は、遠位端 210 A から近位端 210 B まで延びている。バレル 210 は、遠位端 210 A で終端するシャフト 212 を具備する。分注器オリフィス 204 は、遠位端 210 A に配置され、分注チャンネル 202 と流体連通している。

【0318】

圧力制御システム 206 は、バレルボアもしくは通路 220、大気への圧力逃しポート 228、プランジャ部材 240（フロントプランジャ 242 およびリヤプランジャ 244 を含む）、フロントシール 252、リヤシール 254、プランジャ駆動機構 258、圧力逃しバルブ 255、ならびに圧力センサ 256 を具備する。

【0319】

通路 220 は、軸 A-A と長手に一致し、前端 220 A から反対の後端 220 B まで延びている。図 15 を参照して、通路 220 は、フロント部 222 D およびリヤ部 224 D を含む。フロントシール 252 は、フロント部 222 D とリヤ部 224 D との間で軸方向に配置されている。リヤシール 254 は、リヤ部 224 D と後端 210 B のリヤ開口 220 E との間で軸方向に配置されている。フロントシール 252 と分注チャンネル 202 との間には、フロント部 222 D およびフロントシール 252 によってフロントチャンバ 222 が規定されている。フロントシール 252 とリヤシール 254 との間には、リヤ部 224 D、フロントシール 252、およびリヤシール 254 によってリヤチャンバ 224 が規定されている。

【0320】

フロントおよびリヤシール 252、254 はそれぞれ、環状シール（たとえば、オリング）であってもよい。フロントオリング 252（または、他種のシール）は、その中にシール開口 252 A を規定する。

【0321】

プランジャ部材 240 は、前端もしくは先端 240 A、反対の後端 240 B、ならびに中間遷移部 246 を有する。フロントプランジャ 242 は、（前端 240 A における）先端 242 A から（遷移部 246 における）後端 242 B まで延びている。リヤプランジャ 244 は、（遷移部 246 における）先端 244 A から（後端 246 における）後端 244 B まで延びている。

【0322】

フロントプランジャ 242 およびリヤプランジャ 244 は、遷移部 246 において接合、統合、または接続されている。いくつかの実施形態において、フロントプランジャ 242 およびリヤプランジャ 244 は、一体的に単一部材を形成する。いくつかの実施形態において、プランジャ 242、244 は、剛性の単一部材を形成する。いくつかの実施形態において、フロントプランジャ 242 およびリヤプランジャ 244 は、互いに一体的な部材を形成する。

【0323】

プランジャ部材 240 は、プランジャ軸 P4-P4 に沿って延伸方向 E8 および反対の後退方向 E9 に、バレル 210 に対して摺動可能に平行移動可能となるように、通路 220 中に取り付けられている。いくつかの実施形態において、プランジャ軸 P4-P4 は、シャフト軸 A-A と実質的に一致する。

【0324】

プランジャ部材 240 は、図 14 に示すような開始または完全延伸位置と図 17 に示すような完全後退位置との間で（通路 220 に対してプランジャ部材ストロークで）平行移動するように摺動可能である。完全延伸位置において、フロントプランジャ 242 は、その先端 242 A を分注チャンネル 202 に近接させた状態でフロントチャンバ 222 中に存在し、リヤプランジャ 244 は、その先端 244 A をフロントオリング 252 に近接させた状態でリヤチャンバ 224 中に存在し、フロントプランジャ 242 は、フロントオリング 252 中の開口 252 A を通って延びている。フロントオリング 252 は、当該フロントオリング 252 とバレル 210 との間に静的な気密・圧密シールを形成するとともに、

10

20

30

40

50

フロントプランジャ 242 の外径と当該フロントオリング 252 の内径との間に気密・圧密シールを形成する。フロントプランジャ 242 は、気密・圧密シールを維持しつつ、フロントオリング 252 を通って摺動可能である。リヤオリング 254 は、リヤプランジャ 244 の外径とバレル 210 との間に気密・圧密シールを形成する。リヤプランジャ 244 は、気密・圧密シールを維持しつつ、リヤオリング 254 を通って摺動可能である。

【0325】

例示的な分注器 200 において、プランジャ部材 240 のストロークは、フロントプランジャ 242 およびリヤプランジャ 244 のストロークに対応する。図 17 を参照して、フロントプランジャ 242 は、フロントプランジャストローク S F で通路 220 に対して平行移動可能である。リヤプランジャ 244 は、リヤプランジャストローク S R で通路 220 に対して平行移動可能である。フロントプランジャストローク S F の第 1 の部分 S F 1 において、フロントチャンバ 222 は、フロントシール 252 によってリヤチャンバ 224 から流体封止されている。フロントプランジャストローク S F の第 2 の部分 S F 2 において、フロントチャンバ 222 は、フロントシール 252 の開口 252 A を通じてリヤプランジャ 244 に流体結合または接続されている。

【0326】

プランジャ駆動機構 258 は、延伸方向 E 8 および後退方向 E 9 のそれぞれにおいてプランジャ部材 240 を駆動するように、選択的に動作可能である。プランジャ駆動機構 258 は、線形駆動機構であってもよい。プランジャ駆動機構 258 は、アクチュエータを具備していてもよく、また、任意の好適な種類の線形駆動機構であってもよい。いくつかの実施形態において、アクチュエータは、電気モータを含む。いくつかの実施形態において、線形駆動機構 258 は、電気モータによって駆動されるスピンドルおよびスピンドルナットリンク機構を含む。いくつかの実施形態において、プランジャ駆動機構 258 は、手動での動作が可能であり、動力駆動アクチュエータを含まない。たとえば、プランジャ部材 240 は、手動の延伸部、レバー、ノブ、または他のフィーチャを使用して押し引きされるようになっていてもよい。

【0327】

使用時、フロントプランジャ 242 が延伸方向 E 8 に駆動されると、フロントチャンバ 222 から空気ボリュームが変位して、フロントチャンバ 222 の有効ボリュームが減る。フロントプランジャ 242 が後退方向 E 9 に駆動されると、空気ボリュームがフロントチャンバ 222 に復位して、フロントチャンバ 222 の有効ボリュームが増える。

【0328】

同様に、使用時、リヤプランジャ 244 が延伸方向 E 8 に駆動されると、リヤチャンバ 224 から空気ボリュームが変位して、リヤチャンバ 224 の有効ボリュームが減る。リヤプランジャ 244 が後退方向 E 9 に駆動されると、空気ボリュームがリヤチャンバ 224 に復位して、リヤチャンバ 224 の有効ボリュームが増える。

【0329】

プランジャ部材 240 は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、プランジャ部材 240 は、ステンレス鋼で形成されている。

【0330】

バレル 210 は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、バレル 210 は、アルミニウムで形成されている。

【0331】

チップアダプタ 214 は、チップアダプタ 156 に関して上述したものと同様に、ピペットチップ 160（および、好適に構成された交換用ピペットチップ）をシャフト 212 の端部 212 A に対して取り外し可能に固定するように構成されている。

【0332】

ピペットチップ 160（図 8）は、分注器 100 とともに使用可能なピペットチップの一例である。ただし、当然のことながら、他の設計のピペットチップが代替として用いられるようになっていてもよい。

10

20

30

40

50

【0333】

圧力センサ256は、分注チャンネル202に流体結合されている。いくつかの実施形態において、圧力センサ256は、分注チャンネル202中または分注チャンネル202に沿って配置されているインライン圧力センサである。

【0334】

コントローラ20は、バルブ開放状態およびバルブ閉鎖状態へと圧力逃しバルブ255を制御するように動作する。バルブ開放状態において、リヤチャンバ224は、逃しポート228を通じて環境大気に流体接続される。バルブ閉鎖状態において、リヤチャンバ224は、逃しポート228を通じて環境大気に流体接続されない。

【0335】

液体処理システム10および分注システム201は、いくつかの方法に従って以下のように用いられることにより、1つまたは複数の液体サンプルを吸引および／または分配するようにしてもよい。一般的には、フロントおよびリヤプランジャ242、244の使用によって、それぞれのチャンバ222、224中の空気ボリュームを変位させることにより、これに対応して分注チャンネル202中の圧力を変化させて、液体サンプルを液体収集ボリューム165に吸引または液体収集ボリューム165から分配する。

【0336】

分注器200は、数個の異なる動作モードそれぞれにおいて動作可能である。オペレータまたはコントローラ20は、吸引または分配タスクの条件またはパラメータに応じて、動作モードを選択および実行するようにしてもよい。

【0337】

通常、分注器200は最初、（たとえば、コントローラ20によって）第1の開始位置に設定されることになる。開始位置は、たとえば図14のような最下位置であってもよい。他の実施形態において、開始位置は、図14の最下完全延伸位置からいくらか上昇または後退する（すなわち、プランジャ部材240は、図14に示す位置に対して一部分後退する）。このオフセットで吸引を開始することは、分配動作によってピペットチップを完全に空にするのに役立ち得る。たとえば、フロントチャンバの遠位端222Dからのプランジャ部材遠位端242Aのオフセットは、分注ボリュームの約10～20%の範囲であってもよい。

【0338】

図14に示すように、ピペットチップ160は、チップアダプタ214に搭載されている。

【0339】

その後、コントローラ20は、アクチュエータ34A、34Bを動作させて、たとえばピペットチップ160を液体サンプルLSの上方に配置するようにしてもよい。サンプルLSは、たとえばコンテナ36に配設されていてもよい。その後、コントローラ20は、アクチュエータ34Bを動作させて、たとえば遠位端160Aひいては分注オリフィス162をサンプルLS中へと降下させるようにしてもよい。いくつかの実施形態においては、吸引中に分注オリフィス162がサンプルLSに沈められたままとなるように、遠位端160Aひいては分注オリフィス162が少なくとも規定の深さまでサンプルに沈められる。

【0340】

分注器200が第1の開始位置にあり、分注オリフィス162が沈められた状態で、分注システム201は、第1の吸引モードで動作して、サンプルLSの一部を吸引するようにしてもよい。第1の吸引モードにおいて、圧力逃しバルブ255は、リヤチャンバ224が逃しポート228に流体接続されるように、バルブ開放状態に設定される。第1の吸引モードにおいて、分注チャンネル202は、フロントシール252によってリヤチャンバ224から流体封止される。より詳細に、フロントプランジャ242は、フロントシール252中の接続開口252Aを塞ぐ（気密にする）。

【0341】

10

20

30

40

50

その後、駆動機構 258 が作動して、プランジャ部材 240 を後退方向 E9 に変位させることにより、分注器オリフィス 204 からフロントプランジャ 242 を引き離す。これにより、フロントプランジャ 242 は、図 16 に示すように、その第 1 のストローク S F 1 の一部で平行移動するが、そのストロークの第 2 の部分 S F 2 には入らない。フロントチャンバ 222 は、フロントシール 252 によってリヤチャンバ 224 から封止された状態を維持する。フロントプランジャ 242 の後退によって、フロントチャンバ 222 の有効空気ボリュームが膨張するため、分注器オリフィス 204 に負圧が発生する。この負圧によって、液体サンプル L S の液体サンプルボリューム L V がピペットチップ 160 の（チップ通路 164 中の）液体収集ボリューム 165 に引き入れられる。液体サンプルボリューム L V の近位端とフロントチャンバ 222 の先端 220 A との間のチップ通路 164 およびフロントチャンバ 222 には、空気ボリュームまたは空気クッション A C が残留し得る。

10

【0342】

その後、分注器 200 の使用により、第 1 の分配モードにおいて液体サンプルボリューム L V を分配するようにしてもよい。フロントプランジャ 242 がそのストロークの第 1 の部分 S F 1 にあるため、フロントチャンバ 222 は、フロントシール 252 によってリヤチャンバ 224 から封止された状態を維持する。圧力逃しバルブ 255 は、バルブ開放状態に設定または保持される。その後、駆動機構 258 が作動して、プランジャ部材 240 を延伸方向 E8 に変位させることにより、フロントプランジャ 242 を分注器オリフィス 204 に向かって延伸方向 E8 に押す。フロントプランジャ 242 の延伸によって、フロントチャンバ 222 から空気ボリュームが変位するため、液体サンプルボリューム L V の近位端に正圧が発生する。この正圧により、液体収集ボリューム 165 から分注オリフィス 162 を通って液体サンプルボリューム L V が追い出される。液体サンプルボリューム L V が完全に分配されるまで、液体サンプルボリューム L V の近位端とフロントプランジャ 242 の先端 242 A との間には、空気クッション A C が残留し得る。

20

【0343】

あるいは、分注システム 101 は、第 2 の吸引モードで動作して、液体サンプル L S の一部を吸引するようにしてもよい。圧力逃しバルブ 255 は最初、リヤチャンバ 224 が逃しポート 228 に流体接続されるように、バルブ開放状態に設定される。プランジャ部材 240 は、第 2 の開始位置に置かれる。第 2 の開始位置において、プランジャ部材 240 の遠位端 242 A は、プランジャ部材 242 およびフロントシール 252 がリヤチャンバ 224 からフロントチャンバ 222 を封止しないように、フロントシール 252 の後方（たとえば、フロントシール 252 のやや後方）に配置されている。その後、コントローラ 20 は、リヤチャンバ 224 が逃しポート 228 から流体封止されるように、圧力逃しバルブ 255 をバルブ閉鎖状態に設定する。分注器 200 が第 2 の開始位置にあり、分注オリフィス 162 が沈められた状態で、駆動機構 258 が作動して、プランジャ部材 240 を後退方向 E9 に引き入れる。これにより、フロントプランジャ 242 は、図 17 に示すように、そのストロークの第 2 の部分 S F 2 の一部または全部で平行移動する。リヤプランジャ 244 の後退によって、リヤチャンバ 224 の有効空気ボリュームが膨張するため、分注器オリフィス 204 に負圧が発生する。この負圧によって、液体サンプル L S の付加的な液体サンプルボリューム L V がピペットチップ 160 の液体収集ボリューム 165 に引き入れられる。液体サンプルボリューム L V の近位端と第 1 のプランジャ 242 の先端 242 A との間のチップ通路 164 には、空気ボリュームまたは空気クッション A C が残留し得る。

30

40

【0344】

同様に、その後、分注器 200 の使用により、第 2 の分配モードにおいて液体サンプルボリューム L V を分配するようにしてもよい。圧力逃しバルブ 255 は、バルブ閉鎖状態に設定または保持される。駆動機構 258 が作動して、プランジャ部材 240 を延伸方向 E8 に押す。プランジャ部材 240 の延伸平行移動によって、リヤチャンバ 224 から空気ボリュームが変位するため、液体サンプルボリューム L V の近位端に正圧が発生する。

50

この正圧により、液体収集ボリューム 165 から分注オリフィス 162 を通って液体サンプルボリューム LV が追い出される。

【0345】

プランジャ部材 240 は、フロントシール 252 を越えて延伸可能である。この場合、フロントプランジャ 242 の先端 242A がフロントシール 252 の開口 252A に達してこれを閉鎖すると、コントローラ 20 は、圧力逃しバルブ 255 を開放するようにしてもよい。その後、駆動機構 258 は、プランジャ部材 240 を延伸方向 E8 に押し続ける。プランジャ部材 240 の継続的な延伸によって、フロントチャンバ 222 から空気ボリュームが変位するため、液体サンプルボリューム LV の近位端に正圧が発生する。この正圧により、液体収集ボリューム 165 から分注オリフィス 162 を通って付加的な液体サンプルボリューム LV が追い出される。

10

【0346】

上記動作においては、リヤプランジャ 244 の変位によってチャンバ 224 中の空気ボリュームが過度に（負または正に）加圧されることのないように、バルブ 255 が特定の時間に開放され、リヤチャンバ 224 から逃しポート 228 を通じて空気が追い出され得る。圧力逃しバルブ 255 が閉鎖された場合は、リヤプランジャ 244 の変位によって吸引または分配動作のための圧力変化がリヤチャンバ 224 に発生し得るように、リヤチャンバ 224 が大気から封止される。

【0347】

上述の通り、分注システム 201 は、分注チャンネル 202 中の圧力を低くすることにより液体サンプルを吸引し、分注チャンネル中の圧力を高くすることにより液体サンプルを分配する。ただし、分注チャンネル 202 中の圧力は、たとえば分注システム 101 に関して上述した通り、この手順における他の動作または状態に応じて変動する場合がある。

20

【0348】

いくつかの実施形態において、コントローラ 20 は、本明細書に記載の通り、バルブ 255 を開放および閉鎖するとともにプランジャ部材 240 を延伸および後退させるように、圧力逃しバルブ 255 および線形駆動機構 258 のアクチュエータを自動的にプログラムで動作させる。

【0349】

いくつかの実施形態において、コントローラ 20 は、分注チャンネル圧力センサ 256 から、分注チャンネル 202 中の空気圧力を示す圧力信号を受信する。コントローラ 20 は、分注チャンネル 202 中の圧力を継続的にモニタリングするようにしてもよい。

30

【0350】

所与の吸引または分配手順に対して使用する吸引または分配モードの選定は、吸引または分配手順の条件またはパラメータの関数とすることも可能であるし、条件またはパラメータに適合させることも可能である。異なるサイズのシリアルプランジャを採用することによって、分注器 200 のボリューム範囲を拡大可能であるとともに、複数の分注チャンネルの必要なく、プロセス固有のボリューム精度および正確度に対応可能である。

【0351】

たとえば、相対的に少量の液体サンプルしか吸引または分配されない場合、分注器 200 は、第 1 の吸引モードまたは第 1 の分配モードで動作するようになっていてもよい。より小さなフロントプランジャ 242 を使用すると、分解能がより高くなるため、精度および正確度の向上が可能である。

40

【0352】

相対的に多量の液体サンプルが吸引または分配される場合、分注器 200 は、第 2 の吸引モードまたは第 2 の分配モードで動作するようになっていてもよい。より大きなリヤプランジャ 244 を使用すると、分注器 200 は、一度により多くの量の液体サンプルを引き入れて保持することが可能となり得る。より大きなリヤプランジャ 244 を使用すると、分注器 200 は、液体サンプルをより高速に吸引または分配することが可能となり得る。

50

【0353】

たとえば、例示的な一実施形態において、フロントプランジャ242のストロークの第1の部分SF1は、ストローク距離L6（図17）が25mmであり、フロントプランジャ242は、直径D6（図18）が2mmであるため、最大78.5マイクロリットルの空気を変位させることができる。例示的な実施形態において、リヤプランジャ244は、ストローク距離L7（図17）が50mm、直径D7（図19）が6mmであるため、最大1413マイクロリットルの空気を変位させることができる。第1の吸引モードでの動作の場合、分注器200は、最大60マイクロリットルの液体サンプルを吸引することができる。第2の吸引モードでの動作の場合、分注器200は、最大1300マイクロリットルの液体サンプルを吸引することができる。

10

【0354】

前述の通り、いくつかの実施形態において、リヤプランジャ244は、フロントプランジャ242よりも大きい。フロントプランジャ242は、プランジャ軸P4-P4（すなわち、第1のプランジャが平行移動して吸引および分配を行う際に沿う軸）と直交する断面平面に断面積A6（図18）を有する。リヤプランジャ244は、プランジャ軸P4-P4（すなわち、リヤプランジャ244が平行移動して吸引および分配を行う際に沿う軸）と直交する断面平面に断面積A7（図19）を有する。（たとえば、図示のような）いくつかの実施形態において、リヤプランジャ244の断面積A7は、フロントプランジャ242の断面積A6よりも大きい。いくつかの実施形態において、断面積A7は、断面積A6の少なくとも3倍である。いくつかの実施形態において、断面積A7は、断面積A6の約3～64倍の範囲である。

20

【0355】

いくつかの実施形態において、断面積A6は、約0.5～5mm²の範囲であり、断面積A7は、約5～85mm²の範囲である。

【0356】

より小さなフロントプランジャ242は、フロントチャンバ222中の空気ボリュームを第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させる。より大きなリヤプランジャ244は、リヤチャンバ224中の空気ボリュームを第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率で変位させる。より大きなリヤプランジャ244の方が断面積も大きいことから、第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率よりも大きい。いくつかの実施形態において、第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率の少なくとも3倍である。

30

【0357】

いくつかの実施形態において、第1の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、約0.1マイクロリットル／秒～100マイクロリットル／秒の範囲であり、第2の単位平行移動当たり空気ボリューム変位率は、約1マイクロリットル／秒～2500マイクロリットル／秒の範囲である。

【0358】

いくつかの実施形態において、分注器200は、（リヤプランジャ244がその全ストロークで平行移動する際に）リヤプランジャ244により変位可能な最大空気ボリュームが（フロントプランジャ242がその全ストロークで平行移動する際に）フロントプランジャ242により変位可能な最大空気ボリュームよりも大きくなるように構成されている。いくつかの実施形態において、リヤプランジャ244により変位可能な最大空気ボリュームは、フロントプランジャ242により変位可能な最大空気ボリュームの少なくとも10倍である。

40

【0359】

いくつかの実施形態において、リヤプランジャ244により変位可能な最大空気ボリュームは、約100マイクロリットル～5000マイクロリットルの範囲であり、フロントプランジャ242により変位可能な最大空気ボリュームは、約10マイクロリットル～2

50

00マイクロリットルの範囲である。

【0360】

いくつかの実施形態において、リヤチャンバ224のボリュームは、フロントチャンバ222のボリュームよりも大きい。いくつかの実施形態において、リヤチャンバ224のボリュームは、フロントチャンバ222のボリュームの少なくとも10倍である。

【0361】

図20～図24を参照して、これらは、他の実施形態に係る分注システム301を示している。分注システム301は、以下に論じる点を除いて、分注システム201と同様に構成され、用いられるようになっていてもよい。

【0362】

分注システム301は、分注器200の代わりに分注器300を具備する。分注器300は、以下を除いて、分注器200と同様に構成され、用いられるようになっていてもよい。分注器300は、チャンバ間バルブ360の形態の開放機構をさらに具備する。チャンバ間バルブ360は、接続通路362およびバルブ制御機構364を具備する。接続通路362は、バレル310に形成されていてもよく、リヤチャンバ324をフロントチャンバ322に流体結合する。バルブ制御機構364は、アクチュエータ364A（たとえば、ソレノイド）およびバルブ部材366を具備する。

【0363】

アクチュエータ364Aは、バルブ部材366を閉鎖位置（図20、図22、および図23）ならびに開放位置（図21および図24）のそれぞれに置くように、選択的に動作可能である。閉鎖位置において、バルブ部材366は、リヤチャンバ324が接続通路362を通じてフロントチャンバ322に流体接続されることのないように、接続通路362を遮断する。開放位置において、バルブ部材366は、リヤチャンバ324が接続通路362を通じてフロントチャンバ322に流体接続されるように、接続通路362を遮断しない。

【0364】

使用時、分注器200に関して上述したような第1の吸引モードまたは第1の分配モードでの吸引または分配（すなわち、図23に示すように、フロントプランジャ342を使用し、リヤプランジャ344を使用しない吸引および分配）の場合は、バルブ部材366が閉鎖される。したがって、これらの手順においては、接続通路362がバルブ部材366により封止され、フロントシール352の開口がフロントプランジャ342により封止されるため、フロントチャンバ322がリヤチャンバ324から流体封止される。上述の通り、これらの手順においては、圧力逃しバルブ355が開放されている。

【0365】

また、分注器300の使用により、分注器200に関して上述したような第2の吸引モードまたは第2の分配モードに類似する第2の吸引モードまたは第2の分配モードでの吸引または分配を行うことができる。

【0366】

第2の吸引モードでの吸引（すなわち、図24に示すように、フロントプランジャ342およびリヤプランジャ344の両方を使用する吸引）の場合は、バルブ部材366が開放され、圧力逃しバルブ355が閉鎖される。本実施形態において、プランジャ部材340は、吸引ステップの最初に第1の開始位置に配置される。すなわち、プランジャ部材340は、フロントプランジャ342がフロントシール352を通過して延び、フロントチャンバ322を占有するように配置される。第1の開始位置において、プランジャ部材340の遠位端は、分注器200に関して上述した通り、最下位置にあってもよいし、最下位置からオフセットしていてもよい。プランジャ部材340がこの第1の開始位置にあり、バルブ部材366が開放され、圧力逃しバルブ355が閉鎖された状態で、プランジャ部材340はその後、後退方向E9に平行移動して吸引を行う。プランジャ部材340は、フロントプランジャ342がそのストロークの第1の部分SF1で移動し、そのストロークの第2の部分SF2に入るように平行移動する。この場合、リヤチャンバ324は、両

10

20

30

40

50

ストローク部分 S F 1、S F 2 において（接続通路 3 6 2 を介して）フロントチャンバ 3 2 2 に流体接続されることになり、両プランジャ 3 4 2、3 4 4 は、プランジャ部材 3 4 0 のストローク全体にわたって吸引と並行に寄与することになる。

【0367】

第 2 の分配モードでの分配（すなわち、フロントプランジャ 3 4 2 およびリヤプランジャ 3 4 4 の両方を使用する分配）のため、プランジャ部材 3 4 0 は、バルブ部材 3 6 6 が開放され、圧力逃しバルブ 3 5 5 が閉鎖された状態で延伸方向 E 8 に平行移動する。プランジャ部材 3 4 0 は、フロントプランジャ 3 4 2 がそのストロークの第 2 の部分 S F 2 およびそのストロークの第 1 の部分 S F 1 で移動するように平行移動する。この場合、リヤチャンバ 3 2 4 は、両ストローク部分 S F 1、S F 2 において（接続通路 3 6 2 を介して）フロントチャンバ 3 2 2 に流体接続されることになり、両プランジャ 3 4 2、3 4 4 は、ストローク S F 全体にわたって分配と並行に寄与することになる。

10

【0368】

第 2 の吸引および分配モードにおいて、フロントチャンバ 3 2 2 およびリヤチャンバ 3 2 4 を流体接続することにより、分注器 3 0 0 は、フロント部 3 4 2 がフロントチャンバ 3 2 2 に配設され、フロントシール 3 5 2 がプランジャ部材 3 4 0 の周りで封止されている状態で、プランジャ部材 3 4 0 の吸引後退を開始することができる。結果として、分注器 3 0 0 は、リヤチャンバ 3 2 4 中のデッドボリウムを減らすことができる。

【0369】

図 2 5 ～図 2 7 を参照して、これらは、他の実施形態に係る分注システム 4 0 1 を示している。分注システム 4 0 1 は、以下に論じる点を除いて、分注システム 3 0 1 と同様に構成され、用いられるようになっていてもよい。

20

【0370】

分注システム 4 0 1 は、分注器 3 0 0 の代わりに分注器 4 0 0 を具備する。分注器 4 0 0 は、以下を除いて、分注器 3 0 0 と同様に構成され、用いられるようになっていてもよい。

【0371】

分注器 4 0 0 は、チャンバ間バルブ 3 6 0 および圧力逃しバルブ 3 5 5 の代わりに、接続バルブ 4 6 0 を具備する。接続バルブ 4 6 0 は、リヤチャンバ 4 2 4 を（フロントシール 4 5 2 の両側のチャンネル 4 6 8 A、4 6 8 B を介して）フロントチャンバ 4 2 2 に、（逃しポート 4 6 8 D へのチャンネル 4 6 8 C を介して）大気に流体接続するように、選択的に動作可能である。第 1 のバルブ状態において、接続バルブ 4 6 0 は、フロントチャンバ 4 2 2 からリヤチャンバ 4 2 4 を閉鎖し、リヤチャンバ 4 2 4 を大気への圧力逃しポート 4 6 8 D に開放する。第 2 のバルブ状態において、接続バルブ 4 6 0 は、リヤチャンバ 4 2 4 をフロントチャンバ 4 2 2 に開放し、圧力逃しポート 4 6 8 D からリヤチャンバ 4 2 4 を閉鎖する。接続バルブ 4 6 0 は、電子制御バルブであってもよい。

30

【0372】

使用時、分注器 2 0 0 に関して上述したような第 1 の吸引モードまたは第 1 の分配モードでの吸引または分配（すなわち、図 2 7 に示すように、フロントプランジャ 4 4 2 を使用し、リヤプランジャ 4 4 4 を使用しない吸引および分配）の場合は、接続バルブ 4 6 0 が第 1 のバルブ状態に設定される。

40

【0373】

第 2 の吸引モードでの吸引（すなわち、図 2 6 に示すように、フロントプランジャ 4 4 2 およびリヤプランジャ 4 4 4 の両方を使用する吸引）の場合は、接続バルブ 4 6 0 が第 2 のバルブ状態に設定される。その後は、接続バルブ 4 6 0 が第 2 のバルブ状態に設定された状態で、プランジャ部材 4 4 0 が後退方向 E 9 に平行移動して吸引を行う。プランジャ部材 4 4 0 は、フロントプランジャ 4 4 2 がそのストロークの第 1 の部分 S F 1 で移動し、そのストロークの第 2 の部分 S F 2 に入るように平行移動する。この場合、リヤチャンバ 4 2 4 は、両ストローク部分 S F 1、S F 2 において（接続バルブ 4 6 0 を介して）フロントチャンバ 4 2 2 に流体接続されることになり、両プランジャ 4 4 2、4 4 4 は、

50

プランジャ部材 440 のストローク全体にわたって吸引と並行に寄与することになる。

【0374】

第2の分配モードでの分配（すなわち、フロントプランジャ442およびリヤプランジャ444の両方を使用する分配）のため、プランジャ部材440は、接続バルブ460が第2のバルブ状態に設定された状態で延伸方向E8に平行移動する。プランジャ部材440は、フロントプランジャ442がそのストロークの第2の部分SF2およびそのストロークの第1の部分SF1で移動するように平行移動する。この場合、リヤチャンバ424は、両ストローク部分SF1、SF2において（接続バルブ460を介して）フロントチャンバ422に流体接続されることになり、両プランジャ442、444は、ストロークSF全体にわたって分配と並行に寄与することになる。

10

【0375】

分注器400は、リヤプランジャ444に搭載され、リヤプランジャ444とともにリヤチャンバ424を通して移動する環状シール（たとえば、Oリング）453をさらに具備する。シール453は、リヤプランジャ444の前端とリヤプランジャ444の前端の後方のリヤチャンバ424のボリウムとの間で摺動する気密・圧密シールを形成する。このように、シール453は、リヤプランジャ444の周りのリヤチャンバ424中の無効ボリウムを減らすことができる。他の実施形態に係る分注器（たとえば、分注器200および300）は、シール453に対応するシールを具備していてもよい。

【0376】

別の実施形態によれば、分注器400は、（フロントシール452がプランジャストロークの全体にわたってフロントプランジャ442の周りでシールを維持する状態で）ストロークの第1の部分SF1およびストロークの第2の部分SF2の両方の全体にわたってフロントプランジャ442がフロントシール452を通して延伸するような構成および／または動作が可能である。すなわち、（接続バルブ460が第2のバルブ状態に設定され、リヤチャンバ424をフロントチャンバ422に流体接続する場合の）第2の吸引モードにおいても、フロントシール452は、吸引ストロークSF1、SF2の全体にわたって、プランジャ部材440により塞がれた状態を維持する。このように、フロントプランジャ442は常に、フロントシール452内に係合することになる。これにより、フロントシール452の変形による如何なる圧力ジャンプも回避される。フロントシールは、機械的な力をほとんど受けないため、シールの安定性および信頼性が向上する。

20

30

【0377】

フロントシール452からフロントプランジャ442を開放も係合解除もしないこの効果または機能を達成するため、フロントプランジャ442は、図25に示すものと比較して延伸または延長されていてもよい。いくつかの実施形態において、フロントプランジャ442の長さは、プランジャストロークの第2の部分SF2と少なくとも同じ長さである。

【0378】

他の実施形態において、圧力センサ（たとえば、圧力センサ256）は、リヤチャンバ（たとえば、リヤチャンバ224）中の空気圧を検出するように配置および構成可能であり、コントローラ20は、フロント圧力センサに関して記載したものと同様に、リヤ圧力センサからの圧力検出データを使用して、分注器の動作を制御するようにしてもよい。

40

【0379】

図28～図35を参照して、これらは、本技術の他の実施形態に係る、例示的な分注システム601を示している。分注システム601は、液体処理システム内の液体ボリウムを吸引および分配可能である。分注システム601は、たとえば自動液体処理システム10（図1）において、分注システム101の代わりに用いられるようになっていてもよい。ただし、開示の方法、システム、および装置は、液体処理システム10にもその中の使用にも限定されず、本開示は、液体ボリウムの吸引および／または分配が望まれる他のシステムおよび用途にも適用可能であることが了解されるものとする。

【0380】

50

分注システム 601 は、空気変位 (AD) モードおよび代替変位 (PD) モードのそれぞれにおいて用いられるように構成されている。AD モードにおいて、分注システム 601 は、空気変位ピペットチップを使用して液体を吸引および／または分配するように動作する。PD モードにおいて、分注システム 601 は、正変位ピペットチップを使用して液体を吸引および／または分配するように動作する。

【0381】

分注システム 601 は、1 つまたは複数の分注器 600 を具備する。分注器は、分注モジュール 30 に搭載されていてもよい。分注器 600 は、同じように構成されて動作するようになっていてもよく、当然のことながら、分注器 600 のうちの代表的な 1 つに関する以下の説明は、分注器 600 のそれぞれに等しく該当し得る。複数の分注器 600 が設けられている場合、これらの分注器 600 は、相互に独立して動作するようになっていてもよいし、連携して動作するようになっていてもよい。詳解を目的として、以下では、単一の分注器についてのみ記載する。

10

【0382】

分注システム 601 は、分注器 600、コントローラ 20、1 つもしくは複数の空気変位 (AD) ピペットチップ 660 (図 34)、ならびに 1 つもしくは複数の正変位 (PD) ピペットチップ 670 (図 35) を具備する。ピペットチップ 660、670 は、分注器 600 に対して取り外しおよび交換可能であり、分注システム 601 の事実上の使い捨てまたは消耗部品であってもよい。

【0383】

20

図 28 および図 33 を参照して、本明細書により詳しく論じる通り、分注器 600 は、長手軸 A-A および遠位端 600A を有することが了解され得る。分注器 600 は、管状バレル 610、圧力制御システム 606、分注チャンネル 602、分注器オリフィス 604、およびチップアダプタ 614 を具備する。バレル 610 は、遠位端 610A から近位端 610B まで延びている。バレル 610 は、遠位端 610A で終端するシャフト 612 を具備する。チップアダプタ 614 は、遠位端 610A において取り付けまたは形成がなされている。分注器オリフィス 604 は、遠位端 600A に配置され、分注チャンネル 602 と流体連通している。

【0384】

圧力制御システム 606 は、バレル 610、プランジャ 640、リヤシール 654、プランジャ駆動機構 658、および圧力センサ 656 を具備する。

30

【0385】

図 33 を参照して、バレル 610 は、バレル通路 620 を含む。通路 620 は、軸 A-A と長手に一致し、前端 620A から反対の後端 620B まで延びている。通路 620 は、バレル 610 の近位端 610B のリヤ開口 620E で終端し、これと連通している。バレル通路 620 は、バレルチャンバ 621 を含む。リヤシール 654 は、バレルチャンバ 621 と近位端 610B のリヤ開口 620E との間で軸方向に配置されている。バレルチャンバ 621 は、センサポート 656A を介して、圧力センサ 656 と流体連通している。

【0386】

40

リヤシール 654 は、環状シール (たとえば、Oリング) であってもよい。

【0387】

プランジャ 640 は、前端もしくは先端 640A、反対の後端 640B、ならびにリヤプランジャ部 644 を有する。

【0388】

プランジャ 640 は、先端 640A に一体型ピストン係合フィーチャ 646 をさらに含む。いくつかの実施形態においては、図 33 に示すように、ピストン係合フィーチャ 646 がスロット 646A を含む。スロット 646A は、たとえば図示のように、止まり孔として構成されていてもよい。ピストン係合フィーチャは、任意の好適な構成を有していてもよく、スロットにも開口にも限定されない。

50

【0389】

プランジャ640は、プランジャ軸P5-P5に沿って延伸方向E10および反対の後退方向E11に、バレル610に対して摺動可能に平行移動可能となるように、通路620中に取り付けられている。いくつかの実施形態において、プランジャ軸P5-P5は、シャフト軸A-Aと実質的に一致する。

【0390】

プランジャ640は、図31に示すような完全延伸位置と図30に示すような完全後退位置との間で（通路620に対してプランジャストロークで）平行移動するように摺動可能である。また、以下に論じる通り、プランジャ640は、図28に示すようなADモード開始位置あるいは図31に示すようなPDモード開始位置へと摺動可能である。

10

【0391】

完全延伸位置（図31）においては、フロントプランジャ部642の一部が分注器600の遠位端600Aを越えて遠位方向に延伸している。プランジャ640の後端640Bは、通路620がリヤ開口620Eに対して開放されるように、（完全延伸位置を起点とする）後退ストロークの第1の部分SF1（図31）でリヤシール654の前方にある。

【0392】

プランジャ640の後端640Bは、プランジャリヤ部644がリヤシール654中に配設されるように、（第1の部分SF1に続く）後退ストロークの第2の部分SF2（図30）でリヤシール654の後方にある。このストロークの部分において、リヤリング654は、リヤプランジャ部644の外径とバレル610との間に気密・圧密シールを形成し、リヤ開口620Eから通路620を封止する。リヤプランジャ部644は、気密・圧密シールを維持しつつ、リヤリング654を通して摺動可能である。

20

【0393】

プランジャ駆動機構658は、延伸方向E10および後退方向E11のそれぞれにおいてプランジャ640を駆動するように、選択的に動作可能である。プランジャ駆動機構658は、線形駆動機構であってもよい。プランジャ駆動機構658は、アクチュエータを具備していてもよく、また、任意の好適な種類の線形駆動機構であってもよい。いくつかの実施形態において、アクチュエータは、電気モータを含む。いくつかの実施形態において、線形駆動機構658は、電気モータによって駆動されるスピンドルおよびスピンドルナットリンク機構を含む。いくつかの実施形態において、プランジャ駆動機構658は、手動での動作が可能であり、アクチュエータを含まない。たとえば、プランジャ部材640は、手動の延伸部、レバー、ノブ、または他のフィーチャを使用して押し引きされるようになっていてもよい。

30

【0394】

使用時、プランジャ640がストローク部分SF2で延伸方向E10に駆動されると、バレルチャンバ621から空気ボリュームが変位して、バレルチャンバ621の有効ボリュームが減る。プランジャ640が後退方向E11に駆動されると、空気ボリュームがバレルチャンバ621に復位して、バレルチャンバ621の有効ボリュームが増える。

【0395】

プランジャ640は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、プランジャ640は、ステンレス鋼で形成されている。

40

【0396】

バレル610は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、バレル610は、アルミニウムで形成されている。

【0397】

チップアダプタ614は、チップアダプタ156に関して上述したものと同様に、ピペットチップ660および670を分注器600の端部600Aに対して取り外し可能に固定するように構成されている。

【0398】

ADピペットチップ660（図28～図30および図34）は、ADモードでの吸引お

50

よび分配のために分注器 600 とともに使用可能なピペットチップの一例である。ただし、当然のことながら、他の設計のピペットチップが代替として用いられるようになっていてもよい。AD ピペットチップ 660 は、AD ピペットチップ 160 に関して記載したものと同様に構成されている管状体であってもよく、構成要素 160A、160B、164、162、163、166、ならびに 165 にそれぞれ対応する遠位端 660A、近位端 660B、チップボリュームもしくは通路 664、分注オリフィス 662、インターフェース開口 663、取り付け部 666、ならびに液体収集ボリューム 665 を具備する。

【0399】

PD ピペットチップ 670（図 31、図 32、および図 35）は、管状のチップ本体 678 と、チップ本体 678 中に摺動可能に取り付けられているピストン 680 と、を具備する。ピストン 680 は、延伸すなわち待機位置（図 31）と後退位置（たとえば、図 32）との間で摺動可能である。

【0400】

図 35 を参照して、チップ本体 678 は、遠位端 670A から近位端 670B まで延びている。チップ本体 678 は、チップボリュームまたは通路 674 を一体的に規定するフロント部 678A およびリヤ部 678B を具備する。フロント部 678A がフロントチャンバ 679A を規定し、リヤ部 678B がリヤチャンバ 679B を規定し、それぞれが通路 674 の一部を形成する。リヤ部 678B は、取り付け部 676 を含み、インターフェース開口 673 を規定する。遠位端 670A には、分注オリフィス 672 が規定されている。通路 674 は、インターフェース開口 673 および分注オリフィス 672 で終端する。

【0401】

ピストン 680 は、シャフト 682、基部 684、およびプランジャ係合フィーチャ 686 を具備する。いくつかの実施形態において、シャフト 682、基部 684、およびプランジャ係合フィーチャ 686 は、剛性の単一部材を形成する。いくつかの実施形態において、シャフト 682、基部 684、およびプランジャ係合フィーチャ 686 は、一体的に単一部材を形成する。

【0402】

シャフト 682 は、基部 684 に固定されている近位端 682B から反対の遠位端 682A まで延びている。いくつかの実施形態において、遠位端 682A は、ピストン 680 が待機位置にある場合に、分注オリフィス 672 にまたはその近傍に配置される。基部 684 のフロント側は、チップ本体 678 の対向プロファイルに適合するように、凸状あるいはその逆で起伏形状を有していてもよい。

【0403】

図示のプランジャ係合フィーチャ 686 は、2 つ以上の対向脚部 686A を含む。プランジャ係合フィーチャ 686 は、スロット 646A に受容され、ピストン係合フィーチャ 646A をプランジャ係合フィーチャ 686 に対して解除可能に固定するように構成されている。いくつかの実施形態において、脚部 686A は、スロット 646A の幅よりも大きな弛緩幅を有するとともに、弾性的に偏向可能である。

【0404】

液体処理システム 10 および分注システム 600 は、いくつかの方法に従って以下のように用いられることにより、1 つまたは複数の液体サンプルを吸引および／または分配するようにしてもよい。上述の通り、分注システム 601 は、空気変位（AD）モードおよび代替変位（PD）モードのそれぞれにおいて用いられるように構成されている。

【0405】

一般的に、AD モードにおいて、AD ピペットチップ 660 は、分注器 600 に搭載されている。プランジャ 640 の駆動によって、通路 620 中の空気ボリュームを変位させることにより、これに対応して分注チャンネル 602 中の圧力を変化させて、液体サンプルを液体収集ボリューム 665 に吸引または液体収集ボリューム 665 から分配する。AD モードにおいて、プランジャ 640 を変位させると、バレル 614 中の空気ボリュームが

変位または膨張して圧力変化が生じ、液体収集ボリューム 665 中の液体サンプルとプランジャ 640 の遠位端 640A との間に空気クッションが存在して維持される場合がある（通常は、存在して維持される）。

【0406】

一般的に、PD モードにおいて、PD ピペットチップ 660 は、分注器 600 に搭載されている。プランジャ 640 によるピストン 680 の駆動によって、フロントチャンバ 679A 中の空気ボリュームを変位させることにより、これに対応してフロントチャンバ 679A 中の圧力を変化させて、液体サンプルを液体収集ボリューム 675 に吸引または液体収集ボリューム 675 から分配する。PD モードにおいて、ピストン 680 を変位させると、フロントチャンバ 679A 中の空気ボリュームが変位または膨張して圧力変化が生じる。いくつかの実施形態において、ピストン 680 の遠位端 682A は、フロントチャンバ 679A 中の液体サンプルに接触する。

10

【0407】

オペレータまたはコントローラ 20 は、動作モード（AD モードまたは PD モード）を選択および実行するようにしてもよい。たとえば、オペレータは、HMI 22 を使用して、分注器 600 に装着されたピペットチップまたは分注器 600 に装着されるピペットチップが AD 型チップ 660 または PD 型チップ 670 であることをコントローラ 20 に指示するようにしてもよい。その後、コントローラ 20 は、（たとえば、後述の通り）ピペットチップの種類に対応するように分注システム 601 を自動的にプログラムで動作させるようにしてもよい。

20

【0408】

以下、AD モードでの分注システムの動作について、より詳しく説明する。図 28 に示すように、AD ピペットチップ 660 は、チップアダプタ 614 に搭載されている。たとえば、AD ピペットチップは、トレイに保持されていてもよく、コントローラ 20 は、アクチュエータ 34A、34B を動作させて、たとえば分注器 600 を AD ピペットチップ 660 の上方に配置し、次に分注器 600 を下方に駆動してチップアダプタ 614 を挿入した後、分注器 600 を持ち上げてトレイから AD ピペットチップ 660 を取り外すようにしてもよい。この装着動作において、プランジャ 640 は、AD モード開始位置にあってもよい。

【0409】

その後、コントローラ 20 は、アクチュエータ 34A、34B を動作させて、たとえばピペットチップ 660 を液体サンプル LS の上方に配置するようにしてもよい。サンプル LS は、たとえばコンテナ 36 に配設されていてもよい。プランジャ 640 は、AD モード開始位置にない場合、図 28 に示すように、AD モード開始位置に置かれる。その後、コントローラ 20 は、アクチュエータ 34B を動作させて、たとえば遠位端 660A ひいては分注オリフィス 662 をサンプル LS 中へと降下させるようにしてもよい。いくつかの実施形態においては、吸引中に分注オリフィス 662 がサンプル LS に沈められたままとなるように、遠位端 660A ひいては分注オリフィス 662 が少なくとも規定の深さまでサンプルに沈められる。

30

【0410】

プランジャ 640 が AD モード開始位置にあり、分注オリフィス 662 が沈められた状態で、駆動機構 658 は、ストローク部分 SF2 の一部または全部でプランジャ 640 を後退方向 E11 に変位させて、それにより分注器オリフィス 604 からプランジャ 640 を引き離すように動作する。後退ストロークのストローク部分 SF2 の全体を通して、分注チャンネル 602 は、リヤシール 654 とプランジャ 640 のリヤ部 644 との間の係合によって、（分注器オリフィス 604 を除いて）封止されている。

40

【0411】

プランジャ 640 の後退によって、バレルチャンバ 621 の有効空気ボリュームが膨張するため、分注器オリフィス 604 に負圧が発生する。この負圧によって、液体サンプル LS の液体サンプルボリューム LV がピペットチップ 660 の（チップ通路 664 中の）

50

液体収集ボリューム 665 に引き入れられる。プランジャ 640 は、所望量の液体サンプルボリューム LV が収集ボリューム 665 に吸引されるまで、さらに後退するようになっていてもよい。液体サンプルボリューム LV の近位端と分注器 600 との間のチップ通路 664 およびバレルチャンバ 621 には、空気ボリュームまたは空気クッション AC が残留し得る。

【0412】

その後、分注器 600 の使用により、AD ピペットチップ 660 から液体サンプルボリューム LV を分配するようにしてもよい。駆動機構 658 は、プランジャ 640 を延伸方向 E10 に変位させることにより、プランジャ 640 を分注器オリフィス 604 に向かって押すように動作する。延伸ストロークの全体を通して、分注チャンネル 602 は、リヤシール 654 とプランジャ 640 のリヤ部 644 との間の係合によって、（分注器オリフィス 604 を除いて）封止されている。プランジャ 640 の延伸によって、バレルチャンバ 621 から空気ボリュームが変位するため、液体サンプルボリューム LV の近位端に正圧が発生する。この正圧により、液体収集ボリューム 665 から分注オリフィス 662 を通って液体サンプルボリューム LV が追い出される。液体サンプルボリューム LV が完全に分配されるまで、液体サンプルボリューム LV の近位端とプランジャ 640 の先端 640A との間には、空気クッション AC が残留し得る。

【0413】

図示の実施形態において、分注器 600 には、フロントシール 252（図 17）に対応するフロントシールが設けられていない。したがって、バレルチャンバ 621 の前部は、バレルチャンバ 621 の後部から封止されていない。いくつかの実施形態または用途においては、PD チップ 670 がより小さなボリュームに使用され、AD チップ 660 がより相対的に大きなボリュームに使用される。ただし、他の実施形態において、分注器 600 は、たとえば分注器 200（図 14）に関して論じた通り、AD モードで動作するように構成されていてもよい。

【0414】

いくつかの実施形態において、吸引または分配動作を AD モードで実行する場合、コントローラ 20 は、圧力センサ 656 から、分注チャンネル 602 中の空気圧力を示す圧力信号を受信する。コントローラ 20 は、分注チャンネル 602 中の圧力を継続的にモニタリングするようにしてもよい。

【0415】

上述の通り、分注システム 601 は、分注チャンネル 602 中の圧力を低くすることにより液体サンプルを吸引し、分注チャンネル 602 中の圧力を高くすることにより液体サンプルを分配する。ただし、分注チャンネル 602 中の圧力は、たとえば分注システム 101 に関して上述した通り、この手順における他の動作または状態に応じて変動する場合がある。

【0416】

以下、PD モードでの分注システムの動作について、より詳しく説明する。図 31 に示すように、PD ピペットチップ 670 は、チップアダプタ 614 に搭載されている。たとえば、PD ピペットチップ 670 は、トレイに保持されていてもよく、コントローラ 20 は、アクチュエータ 34A、34B を動作させて、たとえば分注器 600 を PD ピペットチップ 670 の上方に配置し、次に分注器 600 を下方に駆動してチップアダプタ 614 を挿入した後、分注器 600 を持ち上げてトレイから PD ピペットチップ 670 を取り外すようにしてもよい。

【0417】

この装着動作において、プランジャ 640 は、PD モード開始位置に配設されている（図 31）。分注器 600 は、PD ピペットチップ 670 がチップアダプタ 614 に十分に搭載され、ピストン 680 がチップ本体 678 に対してその最も前方の位置にある場合、プランジャ係合フィーチャ 686 がプランジャ 640 のスロット 646A に受容されるように構成されている。このように、ピストン 680 は、プランジャ 640 の遠位端による

解除可能な捕捉または遠位端への解除可能な固定がなされている。

【0418】

その後、コントローラ20は、アクチュエータ34A、34Bを動作させて、たとえばPDピペットチップ670を液体サンプルLSの上方に配置するようにしてもよい。サンプルLSは、たとえばコンテナ36に配設されていてもよい。その後、コントローラ20は、アクチュエータ34Bを動作させて、たとえば遠位端670Aひいては分注オリフィス672をサンプルLS中へと降下させるようにしてもよい。いくつかの実施形態においては、吸引中に分注オリフィス672がサンプルLSに沈められたままとなるように、遠位端670Aひいては分注オリフィス672が少なくとも規定の深さまでサンプルに沈められる。

10

【0419】

プランジャ640がPDモード開始位置にあり、分注オリフィス672が沈められた状態で、駆動機構658は、ストローク部分SF1の一部または全部でプランジャ640を後退方向E11に変位させて、それにより分注器オリフィス604からプランジャ640を引き離すように動作する。後退ストロークの全体を通して、リヤシール654がリヤ開口620Eからリヤ部644を封止しないことから、分注チャンネル602は封止されない。

【0420】

プランジャ640が後退すると、たとえば図32に示すように、ピストン680も後退方向E11に後退する。ピストン680の後退によって、フロントチャンバ679Aの有効流体ボリュームが膨張するため、分注オリフィス672に負圧が発生する。この負圧によって、液体サンプルLSの液体サンプルボリュームLVがPDピペットチップ670の（フロントチャンバ679A中の）液体収集ボリューム675に引き入れられる。プランジャ640は、所望量の液体サンプルボリュームLVが収集ボリューム675に吸引されるまで、さらに後退するようになっていてもよい。いくつかの実施形態においては、ピストン680の遠位端682Aと液体サンプルボリュームLVとの間に空気クッションも空気ボリュームも存在しない。

20

【0421】

その後、分注器600の使用により、PDピペットチップ670から液体サンプルボリュームLVを分配するようにしてもよい。駆動機構658は、プランジャ640を延伸方向E10に変位させることにより、プランジャ640を分注器オリフィス604に向かって押すように動作する。延伸ストロークの全体を通して、リヤシール654がリヤ開口620Eからリヤ部644を封止しないことから、分注チャンネル602は封止されない。

30

【0422】

プランジャ640が延伸すると、ピストン680も延伸方向E10に延伸する。ピストン680の延伸によって、フロントチャンバ679Aから流体ボリュームが変位することにより、液体収集ボリューム675から分注オリフィス672を通して液体サンプルボリュームLVが追い出される。

【0423】

分注システム601および分注器600の使用により、ADピペットチップ660およびPDピペットチップ670の選択的かつ交換可能な使用によって、上述のような吸引および分配手順を実行可能である。

40

【0424】

たとえば、分注器600にADピペットチップ660が搭載され、ADモードでの吸引および分配に用いられるようになっていてもよい。その後、分注器600からADピペットチップ660が取り外された（たとえば、排出された）後、分注器600にPDピペットチップ670が搭載され、PDモードでの吸引および分配に用いられるようになっていてもよい。同様に、分注器600にPDピペットチップ670が搭載され、PDモードでの吸引および分配に用いられた後に取り外され、ADモードでの吸引および分配に用いられるADピペットチップ660と交換され得る。

50

【0425】

任意の数の各種のピペットチップが一連の手順で用いられるようになっていてもよい（たとえば、分注システム601は、1つまたは複数のPDピペットチップ670を使用するPDモード（または、ADモード）での吸引および分配に切り替える前に、一連のADピペットチップ660を使用するADモード（あるいは、PDモード）での吸引および分配を行うようにしてもよい）。

【0426】

ユーザは、ADピペットチップ660およびPDピペットチップ670の両方を備える分注システム601および分注器600を使用する必要がない。

【0427】

ピペットチップ660、670は、任意の好適な技術およびハードウェアを使用して、分注器600から取り外されるようになっていてもよい。いくつかの実施形態において、分注器600は、チップアダプタ614からピペットチップ660、670を押し出す排出器（図28～図33には示さないが、たとえば排出スリーブ）を具備する。分注器600は、たとえば分注器100の排出機構151に対応する排出機構を具備していてもよい。

【0428】

いくつかの実施形態において、PDピペットチップ670は、以下のように分注器600から取り外される。ピストン680の基部684がチップアダプタ614に当接するまで、プランジャ640が方向E11に後退する。また、ピストン係合フィーチャ646がプランジャ係合フィーチャ686から分離または係合解除され、それによりピストン680が解除されるまで、プランジャ640が方向E11に後退する。その後、チップアダプタ614からチップ本体678を取り外すための任意の好適な技術または機構を使用して、PDピペットチップ670が取り外される。

【0429】

当然のことながら、記載のような分注システムおよび分注器（たとえば、分注システム601および分注器600）は、単一の分注チャンネルにおける正変位分注および空気変位分注の両方に対応する。1つの装置で両種のチップの使用が必要な場合でも、器具の変更は不要である。

【0430】

図36を参照して、これらは、他の実施形態に係る分注システム701を示している。分注システム701は、以下に論じる点を除いて、分注システム601に対応し、これと同様に構成されるとともに動作する。分注システム701は、1つまたは複数のADピペットチップ660（図36には示さず）と、以下に論じる点を除いて、分注器600およびPDピペットチップ670に対応し、これらと同様に構成されるとともに動作する分注器700ならびに1つもしくは複数のピペットチップ770と、を具備する。

【0431】

分注器700において、プランジャ740は、（図36に示すように）完全延伸の場合であっても、そのADおよびPD吸引および分配手順における分注器700の動作の全体にわたって、プランジャ740の後部がリヤシール754との気密シールを維持するように、（プランジャ640と比較して）延長または延伸されている。また、PDピペットチップ770のチップ本体778は、チップ通路774のリヤチャンバ779Bを環境大気に流体接続する通気ポート779Cを含む。通気ポート779Cは、ピストン780と分注器700との間のチップ通路774からの圧力逃しポートまたは通路として機能する。このように、通気ポート779Cは、（チップ本体778中の）ピストン780および（バレル710中の）プランジャ740の平行移動によって、ピストン780の制御を妨げ得る負圧または正圧がリヤチャンバ779Bに発生することを防止することができる。

【0432】

上述の通り、自動液体処理システムは、指定のコンテナ間での試薬またはサンプル等の特定量の液体の移送に用いられるようになっていてもよい。このようなシステムは、液体

10

20

30

40

50

の吸引および分配の両方に分注器を使用するようにしてもよい。自動液体処理プロセスの利点として、動作のスループットおよび効率の向上ならびに人的エラーの排除が挙げられるが、これらは、分注動作の精度および再現性に左右される場合がある。

【0433】

図37は、いくつかの実施形態に係る、自動液体処理システム901の別の例を示す模式斜視図である。システム901は、上述の分注システム101および自動液体処理システム10に類似する要素を含むが、類似要素の説明は、簡素化のため省略する場合がある。

【0434】

図37を参照して、自動液体処理システム901は、1つまたは複数の分注器900（分注器100またはその他の任意の好適な分注器のうちの1つまたは複数を含んでもよい）を保持するように構成されているアーム部材912と、アクチュエータ機構934（図1の分注モジュール配置システム34Aおよびアクチュエータ34Bを含んでもよい）と、を備えるロボットアームアセンブリ914を具備する。アクチュエータ機構934は、制御回路920（図1のコントローラ20を含んでもよい）からの制御信号に応答して、アーム部材912を少なくとも1つの軸に沿って移動させるように構成されている。図36の例において、ロボットアーム914は、第1の水平移動軸（X方向（たとえば、前後））、第2の水平移動軸（Y方向（たとえば、左右））、および鉛直移動軸（Z方向（たとえば、上下））を有する。制御回路920は、少なくとも1つの軸に沿って液体サンプルLSの表面に近づく方向または表面から離れる方向にアーム部材912を移動させる制御信号を生成してアクチュエータ機構934に送信するように動作可能な少なくとも1つのプロセッサ925、メモリ910、および入出力（I/O）回路915を具備していてもよい。より一般的に、メモリ910は、コンピュータ可読命令を格納するように構成されている非一時的記憶媒体であってもよく、制御回路920は、メモリ910に格納されているコンピュータ可読命令を実行して、本明細書に記載のような動作を実行するように構成されていてもよい。

【0435】

図37は、ピペットチップ960が取り付けられている分注器900それぞれを示している。ピペットチップ960は、いくつかの態様において本明細書に記載のピペットチップ160に類似していてもよい。たとえば、ピペットチップ960は、チップ960を通して分注器900に至り、液体サンプル収集ボリュームとして機能し得る通路を提供する分注オリフィスまたは開口962を含んでもよい。ピペットチップ960は、本明細書に記載のような空気変位型チップであってもよいし、正変位型チップであってもよい。ピペットチップ960は、制御回路920の制御下で自動的に、ピペットチップホルダーから取り出され、ロボットアームアセンブリ914によって鉛直上方に移動するようになっていてもよい。

【0436】

（液体処理システム901または独立型分注器900中の）分注器900による液体の吸引に際しては、コンテナ中の液体のボリュームが少なくなっている旨の認識から、本明細書に記載の他の実施形態が想起され得る。たとえば、コンテナが未知のサイズである場合、ピペットチップ160を配置することは、正確な量の液体が分注器900へと効果的に吸引されているかに影響を及ぼし得る（すなわち、ピペットチップ160が液体のレベルに対して高すぎる位置にある場合は、所望量の液体が吸引されない可能性もある）。このため、効果的な分注では、液体が吸引されるコンテナ、液体の種類、液体が移送されるコンテナ等の変数を把握することが必要となり得る。

【0437】

サンプル液体への沈漬とサンプル液体からの引揚との間のレベル差の決定には、容量性液体レベル検出（LLD）を使用可能である。装置がレベルを把握していない場合には、液体レベル検出の使用によって、吸引または分配の開始時の充填レベルを検出するようにしてもよい。吸引または分配ボリュームは、レベル差および容器の断面積から計算可能で

ある。ただし、これらの方法は、ボリュームが小さく、断面積が大きい場合には精度が低すぎる場合もある。寄生容量についても、処理サンプル量または液体ボリュームの決定精度の低下を引き起こす原因となり得る。

【0438】

本明細書に記載の実施形態は、分注器100の軸方向移動のための制御ウィンドウを提供するように構成されている導電性ピペットチップ960を提供する。液体と接触している場合に液体の表面を検出し得る導電性チップを使用可能ないくつかの既存の技術とは対照的に、本明細書に記載の実施形態は、ピペットチップ960上の導電性電極1002からの信号により示される容量の変化に基づいて、動的な液体レベル検出を可能にするものであり、いくつかの実施形態において、液体のコンテナの形状および／またはサイズに依存しない。

10

【0439】

導電性ピペットチップ960は、導電性エリア1002および非導電性エリア1001の配列を含む。図38は、本明細書に記載のいくつかの実施形態に係る、導電性ピペットチップ960を示す拡大側面図である。ピペットチップ960は、液体の吸引および／または分配を行うようにサイズ規定および構成されている開口またはオリフィス962を有する遠位端960Aと、分注器900を端部に接続するように構成されている反対の近位端960Bと、を有するチップ部材1000を具備する。そして、導電性電極1002がピペットチップ960の表面に沿って延びている（たとえば、チップ部材1000の外面上、および／または、チップ部材1000の側壁に一体化された部分を含む）。チップ部材1000は、分注オリフィスまたは開口962と導電性電極1002との間のピペットチップ960の端部960Aに非導電性または電氣的に絶縁されたチップ「底部」または「ポッド」1001を具備する。また、（たとえば、吸引される液体のZ軸または深さ方向に沿う）分注器900の軸方向移動を制御する制御回路920によって、学習回路が実装されていてもよい（あるいは、学習回路が制御回路920と連通していてもよい）。学習回路は、本明細書に記載の通り、導電性電極1002と液体との接触による容量の変化を検出して、継続的にモニタリングするように構成されていてもよい。チップ部材1000の内面は、ピペットチップ960を通る通路を規定し、液体サンプル収集ボリュームとして機能し得る。チップ部材1000の内面は、非導電性であってもよく、いくつかの実施形態において、導電性電極1002は、単一の電極として構成されていてもよい。

20

30

【0440】

図38を参照して、絶縁されたチップ底部1001は、導電性電極1002から突き出ているか、あるいは、導電性電極1002の導電性または機能的部分とピペットチップ960の端部960Aの開口962との間にある。絶縁されたチップ底部1001の外面には、導電性電極1002を形成する導電性材料または層が存在していてもよい。たとえば、いくつかの実施形態においては、開口962に隣り合う導電性電極1002の下部がその上に非導電性材料被膜を含み、絶縁されたチップ底部1001を提供していてもよい。いくつかの実施形態において、絶縁されたチップ底部1001は、導電性電極1002を越えて延びているチップ部材1000の非導電性の部分により与えられていてもよい。絶縁されたチップ底部1001は、約2ミリメートル（mm）以上の長さまたは距離Dだけ延びていてもよい。チップ部材1000の反対の端部960Bは、導電性相互接続部1003に接続されている電氣的インターフェース（導電性要素1004として示す）と、分注器900（たとえば、本明細書に記載の分注器100の端部112A）に接続するための機械的インターフェースと、を含む。

40

【0441】

導電性相互接続部1003は、チップ部材1000に沿って延び、信号送信のため（たとえば、導電性電極1002からコントローラ回路920に信号を送信するため）、導電性電極1002を導電性要素1004に電氣的に接続している。チップ部材1000の導電性の部分1002、1003、1004は、銅（Cu）であってもよいし、任意の好適な導電性材料であってもよい。

50

【0442】

図39A、図39B、および図39Cは、図38のチップ部材1000の実施形態1000a、1000b、1000cを示す断面図である。図39Aの実施形態に示すように、導電性電極1002および導電性相互接続部1003は、チップ部材1000aの両端960Aおよび960B間で外面に沿って延び、チップ部材1000aの導電性「壁」を規定するが、いくつかの実施形態においては、チップ部材1000aの対向する側壁あるいは側壁全周上で延びていてもよい。いくつかの実施形態において、図39Bに示すように、導電性相互接続部1003は、チップ部材1000bの外面に沿って延びるのではなく、射出成型されたものであってもよいし、あるいは、チップ部材1000bの側壁に少なくとも部分的に統合または埋設されていてもよい。いくつかの実施形態において、図38および図39Cに示すように、導電性電極1002および／または導電性相互接続部1003は、チップ部材1000cの外周または円周全体に延びていなくてもよい。より一般的に、チップ部材1000は、底部もしくは遠位端960Aの1つの導電性エリア1002、頂部もしくは近位端960Bの（たとえば、チップ部材1000の内側の）1つの導電性エリア1004、ならびに導電性相互接続部1003（チップ部材1000の外側の表面に埋め込まれていてもよいし、外面上に存在していてもよい）を含む。

10

【0443】

チップ部材1000の端部960Aに隣り合う導電性電極1002は、さまざまな異なる形状で設けられていてもよい。図40A、図40B、および図40Cは、さまざまな「王冠」形状の導電性電極1002の実施形態1002a、1002b、1002cを示す断面図である。導電性電極1002a、1002b、1002cの王冠形状は、分配される液体に沈められた場合に、導電性表面積が沈漬深さとともに増加し得るように、非導電性のチップ底部1001に向かって突き出る複数の端部を含む。より一般的に、導電性電極1002の形状は、開口962からの距離とともに変動する表面積を規定していてもよい。この特徴は、以下の例において別途記載する通り、導電性液体における動的LLD比例調節に対応し得る。

20

【0444】

吸引される液体と導電性電極1002との間の接触は、導電性電極1002から受信される信号に基づいて、コントローラ回路920によりキャパシタンスとして検出されるようになっていてもよい。図41は、いくつかの実施形態に係る、液体LSの表面に対して、導電性電極1002および非導電性チップ底部1001を含むピペットチップ960の鉛直位置912Zに伴うキャパシタンス900Cの変化を示す図である。

30

【0445】

図41を参照して、導電性電極1002からの信号により示されるキャパシタンス900Cは、チップ部材1000の端部960Aが液体LSの表面に向かって移動する時（鉛直位置912Zで示す）、実質的に一定である。非導電性チップ底部1001が（（1）で示すように）時間 $t=1$ で液体表面と接触した場合、キャパシタンス900Cは、実質的に不変の状態を維持する。チップ部材1000の導電性電極1002が（（2）で示すように）時間 $t=2$ で液体LSの表面と接触するまで、キャパシタンス900Cは実質的に一定を維持するが、この時点では、キャパシタンス900Cの略瞬間的な増加が電極1002からの信号により示される。キャパシタンス900Cの増加は、液体LSの表面の下側の導電性電極1002の沈漬深さが（（3）で示すように）時間 $t=3$ で増しているにもかかわらず、実質的に一定を維持する。

40

【0446】

さらに図41を参照して、導電性電極1002と液体LSの表面との間の接触が時間 $t=6$ で失われた場合（たとえば、（4）で示すように、吸引または分配により液体のレベルが上下するのに伴い、ロボットアーム912の運動が導電電極1002と液体との間の接触を維持するのに不十分であることから、液体レベルが導電電極1002を下回る場合）は、キャパシタンス900Cの略瞬間的な減少が電極1002からの信号により示される。すなわち、導電性電極1002と液体LSの表面との間の接触（または、非接触）は

50

、検出されるキャパシタンスの急激な変化またはジャンプとして示され得る。検出キャパシタンスは、数ピコファラド（ pF ）の範囲にわたって変化または変動し得る。たとえば、導電性電極 1002 と液体 LS の表面との間の接触および接触喪失間の検出キャパシタンスの変化または差は、約 0.1 ～ 15 pF （たとえば、約 0.5 ～ 10 pF または約 1 ～ 3 pF ）の範囲にわたって変動し得る。図 40 の例において、検出キャパシタンスの変動は、導電性電極 1002 と液体 LS との間の接触対接触喪失に関して、約 1.4 pF である。

【0447】

いくつかの実施形態において、電極 1002 からの信号により示されるキャパシタンスは、（時間 $t = 3$ と $t = 6$ との間の実質的に一定のキャパシタンス 900C により示されるように）液体 LS の表面の下側に導電性電極 1002 が沈漬する深さに基づいて変動しない場合もある。すなわち、検出キャパシタンスが導電性電極 1002 と液体 LS との間の接触面積に実質的に依存しないことから、測定または指示キャパシタンスは、沈漬深さの変動によって変化し得ない。

【0448】

他の実施形態において、導電性電極 1002 からの信号により示されるキャパシタンスは、たとえば図 40A ～ 図 40C の例に示すような沈漬深さとともに表面積が増加する導電性電極の形状 1002a、1002b、1002c により、液体の表面の下側に導電性電極 1002 が沈漬する深さに基づいて、より緩やかに変化または変動し得る。

【0449】

したがって、本明細書に記載の例示的なチップ部材 1000 における導電性電極 1002 および非導電性チップ底部 1001 の構成は、ピペットチップ 960 に接続されている集積回路として容量センサを実現し得る。たとえば、容量センサは、（たとえば、同様にコントローラ回路 920 および関連するモータ駆動回路、読み出し回路等を含み得る）プリント配線板上に集積されていてもよく、また、単一の導電性ワイヤまたはケーブルを介したピペットチップ 960 の導電性接点 1004 への接続のため、分注器 900 のチップアダプタへと取り回されていてもよい。いくつかの実施形態において、容量センサは、所望のデータ取得速度（たとえば、約 1000 サンプル／秒）において、最大約 1 フェムトファラド（ fF ）の解像度でキャパシタンスを示すように構成されていてもよい。振幅および時間解像度は、液体レベルの正確な検出を可能にするものであってもよい。

【0450】

このように、コントローラ回路 920 は、導電性電極 1002 と液体との間の接触（または、接触喪失）による検出キャパシタンスの変化に基づいて、液体のレベルの変化を動的に検出し、継続的にモニタリングするようにしてもよい。チップ部材 1000 上の導電性電極 1002 からの検出キャパシタンスは、ピペットチップ 960 の分注オリフィス 962 と液体との間の接触を失うことなく、動的な液体レベル検出および液体レベル追従をもたらすフィードバック信号または制御ループとして用いられるようになっていてもよい。特に、導電性電極 1002 からの信号により示されるキャパシタンスに基づいて、コントローラ回路 920 は、制御信号を生成し、ロボットアームアセンブリ 914 のアクチュエータ機構 934 に送信するように構成されていてもよい。制御信号は、導電性電極 1002 からの信号により示される検出キャパシタンスの変化に基づいて変動することにより、少なくとも 1 つの軸（たとえば、Z 軸）に沿って、分注器 100 を保持するアーム部材 912 を液体の表面に近づく方向または表面から離れる方向に移動させることで、液体レベルの変化に関わらず、チップ部材 1000 の非導電性チップ底部 1001 が一定の沈漬となり得るように、ピペットチップ 960 と液体との間の接触を維持するようにしてもよい。

【0451】

動的な液体レベル検出（LLD）および追従をもたらすため、チップ部材 1000 の非導電性チップ底部 1001 は、所望の制御ウィンドウよりも大きくなるようにサイズ規定され、たとえば約 2 mm 以上の長さまたは寸法 D だけ延びている。これにより、絶縁され

10

20

30

40

50

たチップ底部 1001 は、導電性電極 1002 と吸引される液体の表面との間のバッファとして機能するため、導電性電極 1002 が液体の表面と接触する前に沈められる。このため、絶縁されたチップ底部 1001 は、(図 40 において (1) で示すような) チップ底部 1001 の初期の沈漬を越えて、(図 40 において (2) で示すような) 導電性電極 1002 の沈漬または導電性電極 1002 との接触へとキャパシタンス 900C のジャンプをシフトさせる。

【0452】

非導電性チップ底部 1001 の突起の距離 D に起因するキャパシタンス 900C の変化の遅れは、液体内でピペットチップ 960 の沈漬の維持に使用可能である。コンテナ中の液体レベルが低下すると、開口 962 と液体表面との間の接触が失われる前に、検出キャパシタンス 900C の変化に基づいて、液体と導電性電極 1002 との間の接触の喪失が識別される。これに応答して、アーム部材 912 は、開口 962 の液体への沈漬状態を維持しつつ、ピペットチップ 960 が吸引または分配中の液体レベルに追従するように、Z 軸に沿って分注器 100 を移動させるように制御される。

10

【0453】

このため、アクチュエータ機構 934 に与えられる制御信号は、導電性電極 1002 からの信号により示される検出キャパシタンスの変化に基づいて変動し得る。いくつかの実施形態において、アーム部材 912 の移動としては、段階的も可能であるし、連続的も可能である。たとえば、Z 軸に沿う過去の移動に基づいて、コントローラ回路 920 は、Z 軸に沿う運動がより連続的または円滑となるように制御可能である。

20

【0454】

いくつかの実施形態において、Z 軸に沿うアーム部材 912 の移動の方向は、モードによって決まり、これによって振動がさらに抑えられるとともに移動が滑らかとなり得る。たとえば、吸引モードにおいて、アーム部材 912 は、液体に向かう下方のみのピペットチップ 960 の移動を許可するように制約されていてもよい。一方、分配モードにおいて、アーム部材 912 は、液体から離れる上方のみのピペットチップ 960 の移動を許可するように制約されていてもよい。すなわち、アクチュエータ機構 934 は、吸引時に少なくとも 1 つの軸に沿って液体の表面に近づく運動にアーム部材 912 が制限される第 1 の動作モードと、分配時に少なくとも 1 つの軸に沿って液体の表面から離れる運動にアーム部材 912 が制限される第 2 の動作モードと、有していてもよい。

30

【0455】

いくつかの実施形態において、コントローラ回路 920 は、Z 軸に沿うアーム部材 912 の運動距離に基づいて、液体の吸引または分配ボリュームを計算または推定するようにしてもよく、また、計算または推定した吸引または分配ボリュームに基づいて、Z 軸に沿うアーム部材 912 のその後の運動を制御するようにしてもよい。すなわち、コントローラ回路 920 は、Z 軸に沿うアーム部材 912 の過去の移動と併せてキャパシタンスの変動を利用することにより、分配または吸引された液体の量を推定するようにしてもよく、これに応答して、アクチュエータ機構 934 への制御信号を生成することにより、アーム部材 912 を予測的に移動させるようにしてもよい。

【0456】

このように、コントローラ回路 920 は、導電性電極 1002 からの信号を使用して、キャパシタンスを測定または決定するとともに、キャパシタンスの変動をモニタリングして、(たとえば、導電性電極 1002 と液体との間の接触の喪失による検出キャパシタンスのジャンプまたは急激な変化から) ピペットチップ 960 の非導電性チップ底部 1001 が間もなく液体との接触を失うものと予測することにより、変化する液体レベルを継続的かつ動的にモニタリングする。これに応答して、コントローラ回路 920 は、制御信号をアクチュエータ機構 934 に送信して、分注器 100 を保持するアーム部材 912 を Z 軸に沿って(たとえば、吸引モードにおける下方/液体に向かう方向、または、分配モードにおける上方/液体から離れる方向に)移動させることにより、動的な液体レベル追従を可能にする。

40

50

【0457】

キャパシタンス検出のための信号を与える導電性電極1002の部分を下回る、または、越える非導電性チップ底部1001の延伸によれば、コントローラは、（導電性電極1002と非導電性チップ底部1001の反対の端部との間の距離Dにより与えられるバッファによって）ピペットチップ960の開口962が液体への沈漬状態を維持しつつ、アーム部材912を移動させて液体レベルに追従することが可能となり得る。

【0458】

本明細書に記載のような動的液体レベル検出および追従は、液体のコンテナの形状またはサイズに依存しないで、さまざまな液体溶液（導電性および非導電性液体を含む）とともに用いられるようになっていてもよい。たとえば、本明細書に記載の実施形態は、エタノール、ミリQ水、および塩化緩衝液とともに用いられるようになっていてもよい（ただし、これらに限定されない）。アクチュエータ機構934に与えられる制御信号は、（たとえば、非導電性液体では）継続的に調節されるようになっていてもよいし、（たとえば、高導電性液体の場合は）段階的に調節されるようになっていてもよい。

【0459】

分注または他の液体処理システムにおける液体の吸引中または吸引後は、液体の一部がチャンネルにおいて蒸発するため、取り込まれる空気のパリュームが増大して、吸引される液体が意図した量よりも少なくなる可能性がある旨の認識から、本明細書に記載の他の実施形態が想起され得る。分注性能の正確度および精度を確保することは、蒸発の補償なしには不可能と考えられる。

【0460】

したがって、本明細書に記載の実施形態は、たとえば液体の吸引中または吸引後、分注チャンネルで蒸発が発生しているかを検出するための方法を提供する。チャンネル中の圧力の増大が検出された場合、本明細書に記載のシステムは、蒸発を防止する（または、蒸発率を抑える）ための対策を自動的に展開するように構成されている。いくつかの従来技術においては、液体クラスの分析および開発が必要となる場合もあり、開発された各液体クラスについて、ソフトウェアにおける補償パラメータの決定および更新が必要となり得る。これに対して、本明細書に記載のいくつかの実施形態では、蒸発の定量化および／または補償のために、液体クラスの区別および／または液体クラスごとに予想される蒸発量を必要としない。

【0461】

図42、図43A、および図43Bは、本明細書に記載のいくつかの実施形態に係る、自動分注システム1101のピペットチップにおける蒸発検出を模式的に示している。システム1101は、上述の分注システム101、901および自動液体処理システム10に類似する要素を含むが、類似要素の説明は、簡素化のため省略する場合がある。

【0462】

図42および図43Aを参照して、システム1101は、分注器1100、分注器1100のチャンネル1102に結合されている1つもしくは複数の圧力センサ1156、ならびにコントローラもしくは制御回路1120を具備する。コントローラ回路1120は、本明細書に記載のコントローラ20、920および関連するプロセッサ925、メモリ910、ならびにI/O回路915を具備していてもよい。圧力センサ1156は、分注チャンネル1102に流体結合されている。いくつかの実施形態において、圧力センサ1156は、分注チャンネル1102中または分注チャンネル1102に沿って配置されているインライン圧力センサ（図14の圧力センサ256と同様もしくはこれを含む）、または、分注器1100の遠位端に取り付けられているピペットチップ1160中に配置されているインライン圧力センサである。他の実施形態において、チャンネル1102は、センサポートを介して、圧力センサ1156と流体連通している。ピペットチップ1160は、（本明細書に記載のピペットチップ160、960のように）取り外しまたは交換可能であってもよいし、分注器1100に統合されていてもよい。より一般的に、分注器1100は、任意の好適な種類または設計であってもよく、また、任意の好適なプランジャ構成を含

10

20

30

40

50

んでいてもよい（本明細書に記載の分注器およびプランジャ構成のいずれかを含んでいてもよい）。（１つまたは複数のアクチュエータを含む）駆動機構１１２８が動作してプランジャ１１４０を駆動することにより、コントローラ回路１１２０からの制御信号に応答して、本明細書に記載のような吸引、分配、および／または補償動作を実行するようにしてもよい。駆動機構１１２８は、本明細書に記載の駆動機構（たとえば、１２８、１４８）のいずれかであってもよいし、および／または、これと同様に動作するものであってもよい。

【０４６３】

本明細書に記載の動作は、コントローラ回路１１２０による実行またはコントローラ回路１１２０を通じた実行が可能である。コントローラ回路１１２０は、圧力センサ１１５６から、分注チャンネル１１０２中の圧力を示す圧力信号を受信する。特に、圧力センサ１１５６からの圧力信号に基づいて、コントローラ回路１１２０は、チャンネル１１０２中の圧力（または、圧力差）の定量的測定値を決定するようにしてもよい。圧力測定結果は、空気圧力またはチャンネル１１０２中の１つもしくは複数の他のガスの圧力を示し得る。コントローラ回路１１２０は、駆動機構１１２８を動作させることにより、（たとえば、フィードバックループ１１５０を介する）圧力センサ１１５６からの信号に応答して、プランジャ１１４０の移動を制御することにより本明細書に記載の吸引、分配、および／または補償動作を実行するようにしてもよい。

【０４６４】

図４３Ａを参照して、コントローラ回路１１２０は、圧力センサ１１５６からの信号により示される圧力に基づいて、チャンネル中の液体の蒸発を検出することができる。たとえば、液体の吸引後は、チャンネル１１０２中の初期圧力 P_1 で、分注器１１００の遠位端に取り付けられているピペットチップ１１６０中のボリウム V_1 （充填レベル h_1 とともに）を液体サンプル LS が占有し得る。コントローラ回路１１２０は、たとえば本明細書に記載の通り、アクチュエータ機構９３４を介して、液体ボリウムのコンテナから離れる方向にアーム部材９１２の移動を制御することにより、液体ボリウムを含むコンテナからピペットチップ１１６０を取り出す。蒸発が発生すると、チャンネル１１０２中の気相（および、プランジャ１１４０と液体サンプル LS との間のボリウム）の分子数が増える。結果として、液体サンプル LS の一部がピペットチップ１１６０の開口１１６２を通るように押され、ビーズ LB を形成する結果、ピペットチップ１１６０において液体サンプル LS が占有するボリウム V_2 （および、充填レベル h_2 ）が減少する。また、ビーズ LB の表面の表面張力によって、チャンネル１１０２中の内圧 P_2 が高くなる。

【０４６５】

図４３Ｂは、 $10\mu\text{l}$ のチップボリウムで $1\mu\text{l}$ の目標ボリウムの場合について、 EtOH 溶液 LS の蒸発によるビーズ LB 形成の一例を示している。図４３Ｂに示すように、液体ボリウムからのピペットチップ１１６０の取り出し後、ただし蒸発が発生する前には、液体サンプル LS がピペットチップ１１６０に完全に含まれる。液体ボリウムからピペットチップ１１６０が取り出された状態で、表面張力の効果によって開口１１６２が封止されるため、チャンネル１１０２中の圧力の変化は蒸発が原因となり得る。蒸発が発生すると、チャンネル１１０２中の圧力が高くなり得るため、チップ１１６０の開口１１６２から液体サンプル LS が押し出され、ビーズの半径が小さくなる限りビーズ LB が形成される。蒸発が続くと、ビーズが（半径 r_1 で示す）半球の形状に達し、この時点では、ビーズ半径が大きくなり始める（半径 r_2 で示す）とともに、チャンネル１１０２の内側の圧力が再び低下する。

【０４６６】

コントローラ回路１１２０は、圧力センサ１１５６からの信号を利用して、チャンネルの内側の圧力および変位ボリウムを測定する。より詳細には、圧力センサ１１５６からの信号の使用によって、吸引後のチャンネル１１０２の内側の圧力変化をモニタリング可能であるが、これは、蒸発およびビーズ形成によるボリウムの変化（たとえば、蒸発前のボリウム V_1 から蒸発がしばらく続いた後のボリウム V_2 まで）に起因する。

【0467】

以下、図44Aおよび図44Bのグラフならびに図45のフローチャートを参照して、分注器1100の位置および吸引を制御するとともに、チャンネル1102中の圧力の変化を検出して蒸発を検出するためにコントローラ回路1120が実行し得る動作を説明する。図44Aおよび図44Bのグラフにおいて、線4401は、圧力センサ1156からの信号により決定されるゲージ圧（パスカル（Pa））を示し、線4402は、プランジャ1140が変位させるボリューム（マイクロリットル（ μL ））を示している。

【0468】

図44A、図44B、および図45を参照して、分注器1100は、ステップ1111に示すように、（たとえば、アクチュエータ934に与えられた制御信号に応答して、アーム部材912により）ピペットチップ1160が吸引される液体ボリュームと接触するように移動する。接触に応答して、毛管効果により、液体が分注オリフィス1162に押し込まれ得る（これにより、ステップ1112に示すように、分注チャンネル1102中の圧力が高くなる）。ステップ1112aに示すように、コントローラ回路1120からの制御信号に応答してプランジャ1140を駆動することにより、液体サンプルLSが分注器1100に吸引される。ステップ1113においては、吸引が完了となり、ステップ1114においては、液体ボリュームから（たとえば、アーム部材912およびアクチュエータ934によって）ピペットチップ1160が取り出される。ピペットチップ1160が空気中にある場合、オリフィス1162は、液体サンプルLSの表面張力によって実質的に封止され得るため、チャンネル1102中の圧力の変化は蒸発が原因となり得る。チップ1160が空気中にある状態あるいは液体ボリュームから取り出された状態で、ステップ1115に示すように、圧力センサ1156からの信号に基づいて、時間の経過に伴う圧力変化 dp/dt がモニタリングされる。また、ステップ1116においては、（たとえば、コントローラ1120からの制御信号に応答して、駆動機構1128により）相対的に小さな距離または変位 ΔV_{Dis} だけプランジャ1140がチャンネル1102中で移動することにより、システムの弾力性（たとえば、空気クッション弾性および表面張力の組み合わせ）を探るようにしてもよい。プランジャ1140の変位によるボリュームの変化 ΔV_{Dis} は、チップ1160からの液体ビーズLBの滴りを回避するのに十分小さいと考えられる。

【0469】

圧力センサ1156からの信号が時間の経過（たとえば、1114から1116）に伴う圧力の増大を示している場合は、液体サンプルLSの蒸発が検出され得る。この圧力は、精度を保証するため、液体ボリュームからのチップ1160の取り出し直後（すなわち、ビーズ形成LBの前）にステップ1115でモニタリングされるようになっていてもよい。

【0470】

蒸発の検出のほか、ステップ1118において、いくつかの実施形態においては蒸発による吸引エラーの推定とともに、蒸発率が計算される。たとえば、蒸発率は、ステップ1115でモニタリングされるような時間の経過に伴う圧力信号により示される圧力の変化（すなわち、線4401の傾斜）に基づいて計算されるようになっていてもよく、いくつかの実施形態においては、ステップ1116におけるプランジャ1140の移動の結果としての圧力変化の測定結果を伴う。蒸発率は、時間の経過に伴う圧力の変化 dp/dt に比例していてもよい。図44Aに示すように、圧力変化率の測定結果（ひいては、蒸発率）は、ステップ1114における液体ボリュームからのピペットチップ1160の取り出しとステップ1116におけるピストンまたはプランジャの変位との間の圧力曲線に適合する線によって決まり得る。

【0471】

上述の通り、いくつかの実施形態において、蒸発率は、ステップ1116におけるプランジャ1140の移動の結果としての圧力変化の測定結果を追加で使用して計算されるようになっていてもよい。特に、ステップ1117においては、ステップ1116における

プランジャ変位の結果としてのボリューム変化 ΔV_{Dis} による（圧力センサ 1156 からの圧力信号により示される）圧力変化 ΔP_{Dis} が測定され、ステップ 1118 における蒸発率の計算に用いられる。すなわち、図 44B に示すように、チャンネル 1102 中のプランジャ 1140 の移動に応じた小さなボリューム変化 ΔV_{Dis} に起因する圧力応答 ΔP_{Dis} の使用によって、以下の式を使用して、圧力変化率の測定結果から蒸発率 $E = dV_e / dt$ を計算するようにしてもよい。

【数 1】

$$\frac{dV_e}{dt} = \frac{\Delta V_{Dis}}{\Delta p_{Dis}} \frac{dp_e}{dt}$$

10

なお、記載の方法では、蒸発率の決定に対して、吸引液体クラスを事前に把握しておく必要はない。液体クラスの依存状態が消されるのは、提案の式において、 $\Delta V_{Dis} / \Delta P_{Dis}$ 項および dP_e / dt 項の表面張力依存性が互いに打ち消し合うからである。

【0472】

蒸発率は、チャンネル 1102 中の圧力が実質的に一定に維持されるように、圧力信号により示される圧力に基づいてチャンネル 1102 中のプランジャ 1140 の位置または変位を継続的に制御することにより決定されるようになっていてもよい。一定圧力の条件下において、蒸発率は、以下の式が示すように、プランジャ 1140 の変位率により直接与えられる。

20

【数 2】

$$\frac{dV_e}{dt} = \frac{dV_{Dis}}{dt}$$

【0473】

このため、システム 1101 は、圧力センサ 1156 からの信号により示される通り、チャンネル 1102 またはチップ 1160 中の圧力（または、圧力変化）に基づいて、蒸発が発生したことを検出可能である。図 44A および図 44B のグラフは、E t O H を液体サンプル L S として使用した実験データから、例示的な動作を示しているが、検出される圧力変化（および、計算される蒸発率）は、液体サンプル L S の材料に基づいて大幅に異なり得ることが了解される。たとえば、H₂O を液体サンプル L S として使用すると、図 45 の動作に応答して、圧力変化および計算される蒸発率が大幅に小さくなる可能性がある。いくつかの実施形態においては、ピペットチップ 1160 中の液体サンプル L S の識別に、圧力変化および／または蒸発率の差の比較が用いられるようになっていてもよい。ただし、本明細書に記載の例示的な動作において、蒸発率は、吸引された液体サンプル L S の液体の表面張力または種類に依存しないで計算され得る。すなわち、本明細書に記載のような蒸発検出および蒸発率の計算は、液体サンプル L S の表面張力を決定することも、液体サンプル L S の液体クラスを事前に把握することも識別することなく、圧力変化率の測定結果に基づいて実行され得る。

30

【0474】

（ステップ 1118 において計算された）蒸発率 E および吸引時間（すなわち、ステップ 1112 および 1113 間の吸引の継続時間）の使用により、吸引時の蒸発により生成される付加的なガスまたは蒸気ボリューム（本明細書においては、蒸発ボリューム（V e v a p）とも称する）を推定することができる。蒸発ボリューム V e v a p は、蒸発による過少吸引量に等しくてもよいし、あるいは、これを示していてもよい。したがって、本明細書に記載の実施形態では、推定された蒸発ボリューム V e v a p を関連パラメータとして使用することにより、蒸発率が許容できるほど低いか、または、蒸発がその低減または補償のための所定の閾値（T H）よりも大きいかを決定することができる。このような決定の閾値は、所望の精度に基づいて変動し得る。たとえば、特定の分配用途に関して、5%の精度が許容範囲にある場合、目標ボリュームの 5%未満の蒸発ボリュームは許容さ

40

50

れ得るが、目標ボリュームの 5 % を超える蒸発ボリュームは補償を要する場合がある。

【0475】

図 4 2 を再び参照して、たとえば、圧力信号からの蒸発率の計算および蒸発率の閾値に対する比較に基づいて補償動作を自動的にまたはプログラムで実行するには、フィードバックループ 1150 が用いられるようになっていてもよい。たとえば、蒸発率 E が閾値 TH を上回る場合は、検出された蒸発を補償するため、コントローラ回路 1120 によって（たとえば、吸引の繰り返しおよび駆動機構 1128 の動作によりプランジャ 1140 による吸引を適応させることによって）1 つまたは複数の対策が開始されるようになっていてもよい。

【0476】

図 4 6 A および図 4 6 B は、いくつかの実施形態に係る、吸引中（たとえば、図 4 5 のブロック 1112 と 1113 との間）ならびにチップ取り出し後（たとえば、図 4 5 のブロック 1114 の後）それぞれの蒸発補償動作を示すフローチャートである。補償には、蒸発を補償するために圧力センサ 1156 からの圧力信号に基づいてコントローラ回路 1120 により実行される複数の動作を含んでいてもよい。たとえば、蒸発補償動作には、（送達に対して液体の吸引に先立って、ある量の液体が吸引および分配される）予備湿润動作を実行すること、（たとえば、別の量の液体ボリュームを過大吸引して、蒸発による過少吸引を補償するため）1 つもしくは複数の吸引パラメータを適応させること、ならびに／または（たとえば、分注チャンネル 1102 および／もしくはピペットチップ 1160 中の規定もしくは所定の一定圧力を維持して滴りを回避するため）分注チャンネル 1102 中のプランジャ 1140 の移動を制御すること、を含んでいてもよい。

【0477】

図 4 6 A を参照して、（たとえば、図 4 5 のステップ 1112 の時点または最中の）吸引には、ステップ 1119 a において、液体サンプル LS の吸引ボリューム（ V_a ）を計算することを含んでいてもよい。ステップ 1119 a における吸引ボリューム V_a の計算では、空気クッション（図 1 6 の AC ）の膨張を考慮するようにしてもよい。たとえば、吸引ボリューム V_a は、空気クッションボリュームの変化に等しい量だけまたは変化に比例して変化するようになっていてもよい。いくつかの実施形態において、吸引ボリューム V_a は、以下のように計算され得る。

$$V_a = (P_i - P_a) V_0 / P_a + A \Delta x$$

ここで、 P_i / P_a は、チャンネルの内側／外側の圧力を表し、 V_0 は、初期空気クッションボリュームを表し、 A は、プランジャの断面積であり、 Δx は、プランジャの移動距離を表す。

【0478】

ステップ 1121 においては、計算された吸引ボリューム V_a が所望または目標ボリューム（ V_{target} ）と比較される。いくつかの実施形態においては、制御ループの使用によって、吸引ボリューム V_a と目標ボリューム V_{target} との間の差を縮小または最小化するようにしてもよい。たとえば、コントローラ回路 1120 は、フィードバックを採用する制御ループメカニズムを使用し、所望の目標ボリューム V_{target} と吸引ボリューム V_a との間の差としてエラー値を継続的に計算するとともに、補正をプランジャ移動に適用する比例・積分・微分コントローラ（PID コントローラ）を含んでいてもよい。特に、目標ボリューム V_{target} に対する吸引ボリューム V_a の比較が所望のエラー閾値を越える場合（すなわち、 $V_a - V_{target} > error_{TH}$ の場合）、ステップ 1123 a において補償動作が実行されるようになっていてもよい。たとえば、1 つまたは複数の吸引パラメータが吸引エラーを抑えるように適応されてもよく、また、適応させたパラメータに基づいて、吸引が変更されたり繰り返されたりするようになっていてもよい。ステップ 1119 a で吸引ボリューム V_a を計算し、ブロック 1121 a で吸引ボリューム V_a を目標ボリューム V_{target} と比較し、プランジャ移動を制御または補正するための制御ループへの入力として比較結果（ $V_a - V_{target}$ ）を使用するための図 4 6 A の動作は、計算した吸引ボリューム V_a と目標ボリューム V_{target}

10

20

30

40

50

g e tとの間の差を縮小または最小化するため、吸引中に継続的に実行されるようになっていてもよい。図46Aの動作は、（たとえば、図45のステップ1114の前に）チップが沈漬された状態で実行される。ステップ1119aにおける計算は、既知のプランジャ位置と、測定したゲージ圧から導出される空気ボリュームの膨張（または、収縮）と、に基づく。図46Aの動作は、蒸発に依存しないでもよく、このため、過去の分注ステップにおいて蒸発率が評価されなかった場合でも実行され得る。

【0479】

この追加または代替として、図46Bにおいては、（たとえば、図45のステップ1114において）液体ボリュームからピペットチップ1160を取り出した後、圧力センサ1156からの信号により示される圧力の変化に基づいて、吸引ボリュームV_aがステップ1119bで計算される（または、図46Aの動作が過去に実行済みの場合は再計算される）ようになっていてもよい。この時点では、表面張力の効果によると考えられるチップの引き出し時の意図しない液体流入の影響が吸引ボリュームV_aに反映される。ステップ1121bにおいて、（再）計算吸引ボリュームV_aが十分なマージンで目標ボリュームV_{t a r g e t}未満の場合は、ステップ1123bにおいて1つまたは複数の吸引パラメータが適応され、吸引が繰り返される。たとえば、（計算または推定された蒸発率に基づく）別の量の液体の過大吸引によって、蒸発による最初の過少吸引を補償することにより、所望量の液体が送達されるようにしてもよい。場合によっては、吸引エラー（V_a - V_{t a r g e t}）を報告または記録するだけで十分と考えられる。

【0480】

ステップ1122においては、計算された蒸発率E（または、蒸発ボリュームV_{e v a p}）が閾値T_Hと比較される。たとえば、閾値T_Hは、計算された蒸発ボリュームV_{e v a p}との比較のため、ボリュームベースであってもよい。蒸発ボリュームまたは蒸発率が閾値T_Hを下回る場合は、何ら措置が講じられなくてもよい。蒸発率または蒸発ボリュームが閾値T_Hを超える場合は、ステップ1123bにおいて1つまたは複数の補償動作が実行され、ステップ1119bにおいて吸引ボリュームV_aが再計算される。このため、V_aの計算には、蒸発率が考慮され得る。ステップ1119bにおいて再計算された吸引ボリュームV_aに基づいて、このシステムは、ステップ1123bで補償措置を決定して実行することにより、精度を向上させることができる（たとえば、分注ステップの繰り返し、予備湿潤、パラメータの適応、または単に、目標ボリュームV_{t a r g e t}からの逸脱の記録もしくは報告を行う）。

【0481】

図46Aおよび図46Bに示す動作は、組み合わせにて実行されるようになっていてもよいし、相互に独立して実行されるようになっていてもよい。すなわち、図46Aおよび図46Bの動作が順次実行されるようになっていてもよいし、チップ取り出し後の図46Bの動作の別途実行を伴わず、図46Aの動作が吸引中に実行されるようになっていてもよいし、吸引中の図46Aの動作の実行を伴わず、図46Bの動作がチップ取り出し後に実行されるようになっていてもよい。

【0482】

上述の通り、ステップ1123a、1123bにおける蒸発補償動作には、予備湿潤、吸引パラメータの適応、および／またはプランジャ移動の制御を含んでいてもよいが、これらに限定されない。たとえば、ステップ1123a、1123bにおいては、予備湿潤動作の実行によって、チップ1160中の蒸発を抑制または防止するようにしてもよい。予備湿潤は、ピペットチップ1160内の湿度を高くすることにより、チップ空域中の蒸発を抑制または防止するとともに、吸引の精度を向上させることができる。このため、ピペットチップの予備湿潤によれば、圧力センサ1156からの信号により示される圧力変化を抑制または排除することができる。

【0483】

この追加または代替として、上述の通り、ステップ1123a、1123bにおいては、（たとえば、過少吸引を補償する過大吸引またはその逆のため）1つまたは複数の吸引

パラメータが適応されるようになっていてもよい。たとえば、水の吸引に際しては、ステップ 1 1 1 4 における引き出し中に、水の表面張力によって測定可能なチップ 1 1 6 0 への流入が発生し得るものの、吸引量を抑えることでこれを補正することができる。

【0484】

上記の追加または代替として、ステップ 1 1 2 3 b においては、ピペットチップ 1 1 6 0 および／または分注チャンネル 1 1 0 2 中の規定または所定の一定圧力を維持するのに十分な距離だけ移動するように、チャンネル 1 1 0 2 中のプランジャ 1 1 4 0 が制御されるようになっていてもよい。たとえば、上述の通り、チャンネル 1 1 0 2 中のプランジャ 1 1 4 0 の位置または変位は、チャンネル 1 1 0 2 および／またはチップ 1 1 6 0 中の圧力が実質的に一定に維持されるように、圧力信号により示される圧力に基づいて継続的に制御されるようになっていてもよい。この一定圧力は、所定の圧力であってもよいし、（たとえば、ステップ 1 1 1 4 における）液体ボリュームからのピペットチップの取り出し直後のチャンネル中の測定圧力に基づいていてもよい。このように、（液体吸引および液体ボリュームからのチップ 1 1 6 0 の取り出し後に）圧力を一定に保つことまたはプランジャ 1 1 4 0 を移動させて少量の空気を吸引することにより、ピペットチップ 1 1 6 0 のオリフィス 1 1 6 2 でのビーズ形成 L B からの滴りを抑制または回避するようにしてもよい。圧力センサ 1 1 5 6 は、たとえばデュアルプランジャ分注器（たとえば、分注器 1 0 0）、シリアルプランジャ分注器（たとえば、分注器 2 0 0）、および／またはデュアル計量分注器（たとえば、分注器 1 2 0 0）の実施形態を参照して本明細書に記載の通り、取り込まれる空気が少量であっても、（チップビーズ形成 L B に対処するのに十分）高いレベルの正確度で圧力信号を提供するように、チャンネル 1 1 0 2 またはピペットチップ 1 1 6 0 に設けられていてもよい。

【0485】

ステップ 1 1 2 3 a、1 1 2 3 b における分注パラメータおよび／または他の補償動作の適応は、蒸発補償に限定されないことが了解される。たとえば、上述の通り、計算された吸引ボリューム V_a と目標ボリューム V_{target} との間の差に基づいて吸引を適応させることは、静水圧および毛管圧の補償も可能にする。また、これらの補償動作には、（たとえば、目標圧力変化 ΔP_{target} に対して、圧力センサ 1 1 5 6 からの信号により示される圧力変化 ΔP に基づいて吸引速度を適応させることによる）粘度依存分注速度および／または（たとえば、液体の温度が最低温度を下回る場合に予備湿潤を開始することによる）熱伝達補償を提供することを含んでいてもよい。このような動作の使用によって、液体サンプル L S の液体密度、表面張力、湿潤性、および／または粘性の差に効果的に補償することができる。

【0486】

従来の分注または他の液体処理システムにおいては、空気の変位の制御に通常、正確なピストンまたはプランジャ制御システムが使用される旨の認識から、本明細書に記載の他の実施形態が想起され得る。たとえば、いくつかの分注システムでは、液体サンプル L S と分注チャンネルとの間の空気クッション A C を伴って、液体を使い捨てチップに吸引し、別のコンテナに分配するが、これを空気変位ピペットまたはピペットチップとも称する。これにより、異なる液体サンプルによる分注器の交差汚染を回避することができる。分注性能は主として、プランジャを動作させるプランジャ制御モータの形状（すなわち、ピペットの内部ボリュームもしくはボア内のピストンもしくはプランジャの移動もしくはストロークの距離に基づく）ならびに正確度および／もしくは精度に由来し得るが、（たとえば、過大吸引または過少吸引に関しては）配置の正確度および精度が高いほど、分注性能は高くなる。したがって、従来の分注性能は、プランジャ制御モータのエンコーダの分解能に制限される場合がある。

【0487】

本明細書に記載の実施形態は、（たとえば、分注チャンネルに結合されている流量センサからの出力としての）センサ信号からの決定としての、分注チャンネル中の変位空気量に基づいてプランジャ位置を制御するように構成されているデュアル計量分注システムを提供

する。また、このシステムは、バルブおよび／または流量制限機構に結合されている負圧源または正圧源を具備していてもよい。チャンネル中で変位した空気の量（すなわち、変位空気ボリューム）は、センサ信号により示される時間の経過に伴う空気流（流量）の使用によって決定することができる。流量センサは、従来のエンコーダおよびプランジャ制御モータでは実現が困難と考えられる広範な（たとえば、一桁以上の測定範囲にわたる）流量の広範囲の測定に十分な感度を有していてもよい。

【0488】

いくつかの実施形態において、流量センサは、チャンネル圧力／空気変位ボリュームを制御するためのフィードバックループを提供するのに十分な感度の圧力センサにより実現され得る。たとえば、流量センサは、流量制限機構を跨ぐ並列配置の2つの圧力センサ（本明細書においては、デュアル計量センサまたはデュアル流量センサとも称する）により実現され得る。こうして、流量センサ、バルブ、および圧力源は、分注チャンネルの内側の液体流を制御する制御ループを提供し得るが、流量センサによってインライン測定がもたらされるため、液体流の正確かつ精密な制御が可能になる。流量または圧力変化の測定結果から計算される空気変位ボリュームに基づいてプランジャ位置が決定され得るため、プランジャの移動をそれほど正確にする必要がなく、ひいてはプランジャ制御モータおよび／またはエンコーダに対する正確度要件が緩和され得る。

【0489】

図47は、いくつかの実施形態に係る、自動分注システムにおいて使用可能なデュアル計量分注器を示す側面図である。図48は、ピペットチップが取り外された状態の図47のデュアル計量分注器を示す拡大模式図である。自動分注システム（たとえば、101、901、1101）は、図示の分注器1200のうちの1つまたは複数を具備していてもよい。複数の分注器1200が設けられている場合、これらの分注器1200は、相互に独立して動作するようになっていてもよいし、連携して動作するようになっていてもよい。詳解を目的として、以下では、単一の分注器についてのみ記載する。

【0490】

図47および図48を参照して、分注器1200は、機械的インターフェース1207、フレーム1208、（プリント配線板として示す）電氣的インターフェース1209、圧力制御システム1206、チップ取り付けフィーチャもしくはアダプタ1276、ならびにマニホールド1275を具備する。圧力制御システム1206は、センサ1279A、1279B、1280と、駆動機構1228により制御される分注チャンネル1202中のプランジャ1240と、バルブ1278およびチャンネル1202を圧力源に結合するように動作可能な切り替え式流量制限機構1277（図53参照）を含む空気流制御システム1271と、を具備する。チップアダプタ1276にはピペットチップ1260を取り付け可能であるが、これは、マニホールド1275中の通路1274を介して分注チャンネル1202と流体連通する分注オリフィス1262および液体収集ボリュームLVを具備する。本明細書に使用される、分注チャンネル1202は一般的に、チップ1260／アダプタ1276とプランジャ1240を含むチャンバまたはバレルとの間で連通するフィーチャを含んでいてもよい。

【0491】

プランジャ機構は、駆動機構1228に与えられる制御信号に応答して、プランジャ21240を平行移動させて分注チャンネル1202中の圧力を変化させることにより液体ボリュームを吸引または分配するように動作可能である。駆動機構1228は、プランジャアクチュエータおよびエンコーダを具備する線形駆動システムであってもよい。また、容器の側壁に接触するチップ1260による偏向を（たとえば、分解能が約1 μ mの）線形センサ1229が測定するように構成されていてもよい。

【0492】

分注器1200の構成要素は、フレーム1208に搭載されていてもよい。機械的インターフェース1207は、分注器1200を本明細書に記載のような自動分注システム（たとえば、101、1101）に結合するようにしてもよい。たとえば、機械的インター

10

20

30

40

50

フェース 1207 は、（分注器 1200 の構成要素を含む）フレーム 1208 とロボットアームアセンブリ（たとえば、914）のアーム部材（たとえば、912）との間を機械的に結合して、本明細書に記載のような、1 つまたは複数の軸（たとえば、Z 軸）に沿って分注器 1200 の移動を制御するようにしてもよい。

【0493】

電氣的インターフェース 1209 は、入出力（I/O）回路（たとえば、915）、メモリ（たとえば、910）、プロセッサ／マイクロコントローラ（たとえば、925）、およびモータ／駆動機構 1228 の駆動回路を含む 1 つまたは複数の制御回路 1220（本明細書に記載の制御回路 20、920、1120 のいずれかを含んでいてもよい）を具備していてもよい。また、電氣的インターフェース 1209 によって、センサ 1279、1280 の読み出しおよび前処理機能が実行されるようになっていてもよい。より一般的に、メモリは、コンピュータ可読命令を格納するように構成されている非一時的記憶媒体であってもよく、コントローラ回路 1220 は、メモリに格納されているコンピュータ可読命令を実行して、本明細書に記載のような動作を実行するように構成されていてもよい。

10

【0494】

したがって、本明細書に記載の分注制御動作は、コントローラ回路 1220 による実行またはコントローラ 20 を通じた実行が可能である。コントローラ回路 1220 は、分注チャンネル 1202 に結合されているセンサ 1279A、1279B、1280 のうちの 1 つまたは複数からのセンサ信号を受信する。これらのセンサには、分注チャンネル圧力センサ 1279A、1279B（本明細書に記載の圧力センサ 179 を含んでいてもよい）と、チャンネル 1202 中の空気変位を決定し得るセンサ信号を出力するように構成され、本明細書においては主として、流量センサ 1280 を参照して記載するセンサ 1280 と、を含む。分注チャンネル圧力センサ 1279A、1279B は、本明細書に記載の圧力センサ 179 を含んでいてもよい。流量センサ 1280 は、たとえばチャンネル 1202 中の空気（または、他のガス）の圧力変化データに基づいて検出あるいは識別されるようなチャンネル 1202 中の流量を示すセンサ信号を出力するように構成されていてもよい。

20

【0495】

センサ 1280 からのセンサ信号に基づいて、コントローラ回路 1220 は、チャンネル 1202 中の変位空気ボリュームを決定するようにしてもよい。コントローラ回路 1120 は、チャンネル 1202 中の変位空気ボリュームに基づいて、あるいは、圧力センサ 1279A、1279B、1280 からの信号に応答して、チャンネル 1202 中のプランジャ 1240 の位置を制御することにより、本明細書に記載の吸引および／または分配動作を実行するための 1 つまたは複数の制御信号を（たとえば、圧力源に）送信するようにしてもよい。制御信号には、駆動機構 1228 を直接動作させるプランジャアクチュエータ信号、流量または制限機構 1277（図 53 参照）の動作状態を操作もしくは制御する流量制限制御信号等の関連する制御信号、ならびに／またはバルブ 1278 の動作状態を操作もしくは制御するバルブ制御信号を含み得るが、これらに限定されない。したがって、流れを駆動する圧力差をもたらす圧力源としては、プランジャ 1240／アクチュエータ 1228、圧力リザーバ 1290（図 53 参照）、または他のポンプ機構が可能である。

30

40

【0496】

バルブ 1278 は、コントローラ回路 1220 からのバルブ制御信号に応答して、チップアダプタ 1276 に搭載されているピペットチップ 1260 および／または圧力源（図 53 参照）にチャンネル 1202 を結合するように動作可能である。以下により詳しく説明するように、圧力源は、負圧源および正圧源を含み得るが、これらは、チャンネル 1202 中の空気流の方向を制御するように（バルブ 1278 および切り替え式流量制限 1277 の動作に応答して）選択され得る。

【0497】

図 49 は、図 48 のデュアル計量分注器のプランジャ 1240 およびマニホールドアセンブリ 1275 を示す簡易模式図である。図 50 は、図 49 中のエリア L の拡大図であっ

50

て、マイクロ流体マニホールド1275および流量センサ1280をより詳しく示している。図49および図50を参照して、マニホールド1275は、分注チャンネル1202およびプランジャ1240を圧力センサ1279、1280およびバルブ1278と相互接続する。マニホールド1275は、バルブ1278の動作に応答して、チャンネル1202をチップアダプタ1276に結合するように構成されている複数のマイクロ流体通路1274を含む。エリアF内には、たとえばマイクロ流体通路1274および／またはセンサボリュームが与える接続部から生じるものとして、デッドボリュームまたは無効ボリューム（すなわち、廃棄物として失われ得る吸引液体の残留ボリューム）が規定されていてもよい。

【0498】

マニホールド1275は、プランジャ1240と動作可能に結合されている分注チャンネル1274、センサ1279A、1279B、1280、およびバルブ1278をコンパクトに統合することによって、相互接続されたすべての流体チャンネルの距離を短くする。このようにいくつかの実施形態において、マニホールド1275は、内部のマイクロ流体通路またはチャンネル1274の1つまたは複数の寸法に基づいて、デッドボリュームを縮小または最小化する（たとえば、無効ボリュームを約120 μ l未満にする）ように構成されていてもよい。たとえば、マイクロ流体マニホールド1275中の各通路1274は、約0.2mm～0.8mmの範囲の直径を有していてもよい。図示の実施形態において、流量センサ1280は、マイクロ流体通路1274に結合されて、本明細書に記載の圧力変化測定結果を提供する。本明細書に記載のいくつかの実施形態では、約50 μ l未満の無効ボリュームまたは約50 μ l～100 μ lのボリューム範囲によって、正確な圧力変化の測定結果を提供し得る。

【0499】

図51は、圧力センサ1279A、1279Bおよび流量センサ1280を含むPCB1209の一部に搭載されたマニホールド1275の斜視図であり、本明細書においては、マニホールドアセンブリとも称する。図51のマニホールドアセンブリに示すように、いくつかの実施形態においては、マイクロ流体通路1274がセンサ1279および／または1280に結合するためのPCB1209の下側および／または内部に取り回されている状態で、マニホールド1275およびセンサ1279、1280がPCB1209の両側に搭載されていてもよい。PCB1209は、湿気に曝された場合の膨潤を防止するため、金属化された孔を含んでいてもよい。いくつかの実施形態において、マイクロ流体通路1274が与える空気接続部および／またはセンサ接続部は、約50 μ l未満の無効ボリュームをもたらし得る。また、マニホールド1275は、流量センサ1280を伴わないいくつかの実施形態において（たとえば、図2～図13のデュアルプランジャの実施形態において）用いられるようになっていてもよく、無効ボリュームをさらに縮小する（たとえば、約20 μ l未満）。すなわち、本明細書に記載のようなマニホールド1275中の2つ以上の圧力センサ1279A、1279Bの統合に基づいて空気変位が正確に測定されることから、本明細書に記載のようなデュアル計量分注器は、シングルまたはデュアルプランジャの実施形態にて動作可能となり得ることが了解される。

【0500】

図52は、マニホールド1275中のセンサ1279、1280の接続部を示す模式回路図である。図52を参照して、バルブ1278は、チップアダプタ1276に搭載されているピペットチップ1260に（プランジャ1240を含む）チャンネル1202を結合するように動作可能である。マニホールド1275には、相対的に高い範囲の圧力測定結果（たとえば、最大約350ミリバール以上）を与えるように構成されている圧力センサ1279Bが搭載され、マイクロ流体通路1274を介してチャンネル1202に結合されているが、これは、（たとえば、相対的に大きな直径（約6mm）のプランジャ1240を含む）相対的に大きな行程ボリュームを規定し得る。マニホールド1275には、相対的に低い範囲の圧力測定結果（たとえば、最大約10ミリバール以上）を与えるように構成されている圧力センサ1279Aが搭載され、マイクロ流体通路1274を介してチッ

ブアダプタ 1 2 7 6 上のピペットチップ 1 2 6 0 に結合されている。いくつかの実施形態においては、（本明細書に記載の圧力センサ 2 5 6、1 1 5 6 のような）付加的な圧力センサ 1 2 5 6 がピペットチップ 1 2 6 0 に含まれていてもよいし、ピペットチップ 1 2 6 0 に結合されていてもよい。また、マイクロ流体通路 1 2 7 4 および／またはエリア F 内のセンサボリュームが与える接続部によって、相対的に小さな無効ボリュームが規定されていてもよい。

【0501】

流量センサ 1 2 8 0 は、（たとえば、分注チャンネル 1 2 0 2 とピペットチップ 1 2 6 0 またはチップアダプタ 1 2 7 6 との間で）分注チャンネル 1 2 0 2 に結合され、たとえば検出された圧力または圧力変化データに基づいて、チャンネル 1 2 0 2 中の空気流量を示すセンサ信号を出力するように構成されている。たとえば、流量センサ 1 2 8 0 は、マイクロ流体通路 1 2 7 4 を介して並列配置にてチャンネル 1 2 0 2 に結合されている第 1 および第 2 の圧力センサ 1 2 8 0 A および 1 2 8 0 B を含むデュアル計量センサまたは差圧センサであってもよい。第 1 および第 2 の圧力センサ 1 2 8 0 A および 1 2 8 0 B は、第 1 および第 2 の流量をそれぞれ示す第 1 および第 2 の圧力データを含む各信号を出力するようにしてもよい。いくつかの実施形態において、第 2 の圧力センサ 1 2 8 0 B の測定範囲は、たとえば一桁以上、第 1 の圧力センサ 1 2 8 0 A の測定範囲より広くてもよく、これにより、ダイナミックレンジを拡大した流量測定が可能になり得る。たとえば、ゼロに近い流量変化は、極小の圧力差となり得るため、チャンネル 1 2 0 2 中のより大きな圧力変動を検出するように構成されている圧力センサを使用して検出するのが困難または不可能と考えられる。

【0502】

このため、いくつかの実施形態において、第 1 の圧力センサ 1 2 8 0 A は、低圧（たとえば、約 5 0 P a 未満）でサブパスカル（P a）変動を検出するように、高感度なものであってもよい。一方、第 2 の圧力センサ 1 2 8 0 B は、高圧（たとえば、最大約 5 0 0 0 P a）で変動を検出するように、広い測定範囲を有していてもよい。第 1 および第 2 の圧力センサ 1 2 8 0 A および 1 2 8 0 B の各出力により示される第 1 および第 2 の圧力データは、コントローラ回路 1 2 2 0 により組み合わせられるようになっていてもよい。すなわち、コントローラ回路 1 2 2 0 は、第 1 および第 2 の圧力センサ 1 2 8 0 A および 1 2 8 0 B により与えられる各圧力データを併せて流量測定のダイナミックレンジを拡大する信号処理機能を含んでいてもよい。

【0503】

図 4 7 および図 4 8 を参照して、コントローラ回路 1 2 2 0 は、センサ 1 2 8 0 からの出力信号により示される（たとえば、圧力の変化により示される）チャンネル 1 2 0 2 中の流量に基づいてチャンネル 1 2 0 2 中の変位空気ボリュームを決定するように構成されていてもよく、また、この変位空気ボリュームに基づいて、プランジャアクチュエータ制御信号を駆動機構 1 2 2 8 に出力するようにしてもよく、これによって、吸引および／または分配の精度が向上し得る。プランジャアクチュエータ制御信号は、（センサ 1 2 8 0 からの変動出力により示されるように）チャンネル 1 2 0 2 中の変位空気ボリュームの変化に基づいて継続的に変動することにより、チャンネル 1 2 0 2 中のプランジャ 1 2 4 0 の運動の位置および／または速度を動的に制御するようにしてもよい。たとえば、コントローラ回路 1 2 2 0 は、制御ループを実行するようにしてもよく、これによって、（i）コントローラ回路 1 2 2 0 は、プランジャアクチュエータ制御信号を駆動機構 1 2 2 8 に送信し、チャンネル 1 2 0 2 中のプランジャ 1 2 4 0 を移動させて吸引または分配を行い、また、（i i）流量センサ 1 2 8 0 は、プランジャ 1 2 4 0 の移動の結果としての（たとえば、第 1 および第 2 の圧力センサ 1 2 8 0 A、1 2 8 0 B からのセンサ信号により示される第 1 および／または第 2 の圧力データに基づく）チャンネル 1 2 0 2 中の圧力変化を示す信号を出力し、（i i i）コントローラ回路 1 2 2 0 は、圧力変化（または、これが示す流量）からチャンネル 1 2 0 2 中の空気変位を決定し、別のプランジャアクチュエータ制御信号を駆動機構 1 2 2 8 に送信して、決定された空気変位に基づいてプランジャ 1 2 4 0 を移動

させる。このように、コントローラ回路 1220 は、分注チャンネル中のプランジャの移動距離の追跡に基づいて変位空気ボリュームを決定し得るいくつかの従来のモータ／エンコーダアセンブリとは対照的に、チャンネル 1202 中の圧力を連続的にモニタリングし、チャンネル 1202 中のプランジャ 1240 の過去の位置または移動の決定に依存しないで、センサ 1280 の出力に基づいてプランジャアクチュエータ制御信号を生成するようにしてもよい。

【0504】

図 52 を再び参照して、流量制限機構 1277 は、たとえばマニホールド 1275 のマイクロ流体通路 1274 を介して、チャンネル 1202 に結合されている。流量制限機構 1277 は、コントローラ回路 1220 からの流量制限制御信号に応答して、異なる範囲の流量を可能にし得る各状態間で切り替えられ、たとえばデュアル圧力センサ 1280 A および 1280 B の出力に基づいて、流量を増加または減少させるように構成されていてもよい。バルブ 1278 は、たとえば流量制限機構 1277 とチャンネル 1202 との間でチャンネル 1202 に結合されている。いくつかの実施形態において、流量制限機構 1277 およびバルブ 1278 は、図 53 の例を参照して説明する通り、チャンネル 1202 を圧力源 1290 に結合するように構成されていてもよい。

【0505】

図 53 は、いくつかの実施形態に係る、デュアル計量分注器 1200 のさまざまな構成要素の動作をより詳しく示す模式図である。図 53 を参照して、デュアル計量分注器 1200 は、図 52 を参照して上述した通り、インラインバルブ 1278 を介して分注チャンネル 1202 および切り替え式流量制限機構 1277 に結合されている流量センサ 1280 を含む。流量センサ 1280 は、第 1 および第 2 の圧力センサ 1280 A および 1280 B を含むデュアル計量センサにより実現され、たとえば可変流量制限機構 1277 を跨ぐ圧力差または変化に基づいて、分注チャンネル 1202 の内側の流量を測定する。第 1 の圧力センサ 1280 A は、低流量の場合の第 1 の狭い圧力範囲（たとえば、約 0 ~ 25 Pa または $\Delta P = \text{約 } 0.0036 \text{ psi}$ ）を測定するように構成されていてもよく、一方、第 2 の圧力センサ 1280 B は、高流量の場合の第 2 の広い圧力範囲（たとえば、約 0 ~ 500 Pa または $\Delta P = \text{約 } 0.0725 \text{ psi}$ ）を測定するように構成されていてもよい。いくつかの実施形態において、第 2 の広い圧力範囲は、第 1 の圧力範囲より二桁以上高くてもよい。流量制限機構 1277 を跨ぐ 2 つの並列の（狭い範囲および広い範囲の）圧力センサ 1280 A、1280 B を利用することにより、広範な流量を測定するのに十分な感度を有するデュアル計量分注器 1220 がもたらされる。たとえば、差圧センサ 1280 A、1280 B は、約 $1 \mu\text{l/s} \sim 1000 \mu\text{l/s}$ の流量測定範囲を与えるように動作可能であってもよい。

【0506】

流量制限機構 1277 は、たとえば約 $1 \mu\text{l/s} \sim 1000 \mu\text{l/s}$ の対応する範囲にわたって、チャンネル 1202 中の可変流量を提供するように構成されている。図 53 の実施形態において、流量制限機構 1277 は、チャンネル 1202 と圧力源 1290 との間に結合されている。圧力源 1290 は、正圧リザーバ 1290 A および負圧リザーバ 1290 B を具備していてもよい。正圧リザーバ 1290 A は、固定された正圧を与えるように構成されていてもよく、負圧リザーバ 1290 B は、固定された負圧を与えるように構成されていてもよい。流量制限機構 1277 および／またはバルブ 1278 は、正圧リザーバ 1290 A と負圧リザーバ 1290 B との間に結合され、これらを切り替えることにより、たとえば分配または吸引のそれぞれにおいて、チャンネル 1202 中に正圧または負圧を印加する（ひいては、空気流の方向を制御する）ように構成されていてもよい。

【0507】

図 53 を参照してより詳細に、流量制限機構 1277 は、コントローラ回路 1220 からの流量制限制御信号に応答して、異なる範囲の流量を提供する各流量制限状態間で切り替えられ、たとえばセンサ 1280 A および／または 1280 B の測定範囲に基づいて、流量を増加または減少させるように構成されている。たとえば、切り替え式流量制限機構

1277は、それぞれが流量制限を段階的に縮小する3つの流量制限状態A、B、Cを含んでいてもよい。すなわち、状態Bは、状態Aよりも流量制限が少なく、状態Cは、状態Bよりも流量制限が少ない。ただし、この段階的な流量制限機構は例として示しているに過ぎず、流量制限機構1277は、図示よりも流量制限状態が少なくてもよいし、多くてもよいし、（段階的ではなく）連続的に変動することを含んでもよいことが了解される。このように、切り替え式流量制限機構1277およびバルブ1278は、（i）（複数の流量制限状態A、B、Cにより与えられる）切り替え可能な流量と、（ii）（正圧および負圧リザーバ1290Aおよび1290Bにより与えられる）切り替え可能な流れ方向と、を提供するように動作可能であってもよい。

【0508】

10

いくつかの実施形態において、制御回路1220は、流量センサ1280により示される変位空気ボリュームが閾値空気変位ボリュームを超えた場合に、バルブ制御信号をバルブ1278に送信して流れを停止させるように構成されていてもよく、本明細書に記載の他の実施形態においてプランジャ1240の移動を停止させるように効果的に機能する。閾値空気変位ボリュームは、目標ボリュームから決定されるとともに、分注動作中のさまざまな副次的影響を補償するために計算されるようになっていてもよい。

【0509】

チャンネル1202中の流量の範囲は、圧力センサ1290により与えられる圧力および流量制限機構1277の切り替え可能な制限に基づいていてもよく（たとえば、低圧力源が約 $1\mu\text{l/s}$ ～ $100\mu\text{l/s}$ の範囲にわたる流量間の切り替えを可能にし得る一方、高圧力源が約 $10\mu\text{l/s}$ ～ $1000\mu\text{l/s}$ の範囲にわたる流量間の切り替えを可能にし得る）、これは、デュアル圧力センサ1280Aおよび1280Bにより与えられる流量測定のダイナミックレンジの範囲内である。いくつかの実施形態において、流量センサ1280の応答時間は、5ms未満であってもよく、インラインバルブ1278は、約1ms未満（たとえば、約 $200\mu\text{s}$ 以下）で開放状態と閉鎖状態との間を切り替え可能であってもよい。

20

【0510】

上述の通り、コントローラ回路1220は、圧力センサ1280A、1280Bからの圧力データに基づいて、制御機構またはループを実現することにより、過大吸引および／または過少吸引の精度を向上させるようにしてもよい。また、圧力センサ1280A、1280Bからの信号により示される圧力データの使用によって、速度またはプランジャ位置（すなわち、チャンネル1202中のプランジャ1240の端位置）を動的に制御することができる。このため、プランジャ1240の端位置は、プランジャの移動距離を追跡するのではなく、センサ1280により示される圧力データの変化に基づいて制御されるようになっていてもよい。すなわち、チャンネル1202中のプランジャ1240の位置は、プランジャ1240の過去の位置および／または移動距離に依存しないで、流量の変化あるいはセンサ1280からの信号により示されるようなチャンネル1202中の変位空気ボリュームに基づいて動的に制御されるようになっていてもよい。いくつかの実施形態においては、図53に示すように、圧力センサ1279A、1279Bがチャンネルに沿って分散しており、圧力センサ1279Aが（たとえば、本明細書に記載の圧力センサ256、1156の代わりに）ピペットチップ1260に含まれていてもよいし、ピペットチップ1260に結合されていてもよく、圧力センサ1279Bがチャンネルに沿ってさらに配置されていてもよい。チップ圧力センサ1279Aは、圧力信号を出力するようにしてもよく、コントローラ回路1220がこれを使用して、圧力信号に基づいてピペットチップ1260中の液体LVのボリュームを決定するとともに、ピペットチップ1260中の液体の決定したボリュームに基づいてプランジャ1240の位置を制御するようにしてもよい。

30

40

【0511】

図54～図59を参照して、これらは、本技術の他の実施形態に係る、例示的な正変位（PD）ピペットチップ1360を示している。PDピペットチップ1360は、分注器

50

と組み合わせた使用により、分注システムを形成し得る。本技術の実施形態に係る例示的な分注システム1301を図54～図59に示すが、これは、PDピペットチップ1360および分注器1300を具備する。

【0512】

分注システム1301は、液体処理システム内の液体ボリュームを吸引および分配可能である。分注システム1301は、たとえば自動液体処理システム10（図1）において、分注システム101の代わりに用いられるようになっていてもよい。ただし、開示の方法、システム、および装置は、液体処理システム10にもその中での使用にも限定されず、本開示は、液体ボリュームの吸引および／または分配が望まれる他のシステムおよび用途にも適用可能であることが了解されるものとする。

10

【0513】

PDピペットチップ1360は、分注器1300との使用に限定されない。PDピペットチップ1360は、任意の好適な空気変位型分注器とともに用いられるようになっていてもよい。PDピペットチップ1360は、たとえば空気変位ピペットチップ160の代わりに用いられるようになっていてもよい。

【0514】

分注システム1301は、1つまたは複数の分注器1300を具備する。分注器は、分注モジュール30に搭載されていてもよい（図1）。各分注器1300は、同じように構成されて動作するようになっていてもよく、当然のことながら、分注器1300のうちの代表的な1つに関する以下の説明は、分注器1300それぞれに等しく該当し得る。複数の分注器1300が設けられている場合、これらの分注器1300は、相互に独立して動作するようになっていてもよいし、連携して動作するようになっていてもよい。詳解を目的として、以下では、単一の分注器についてのみ説明する。

20

【0515】

分注システム1301は、分注器1300、コントローラ20、ならびにPDピペットチップ1360のうちの1つもしくは複数の分注器1300を具備する。ピペットチップ1360は、分注器1300に取り外しおよび交換可能であり、また、分注システム1301の事実上の使い捨てまたは消耗部品であってもよい。

【0516】

図54および図55を参照して、分注器1300は、長手軸A-Aおよび遠位端1300Aを有することが了解され得る。分注器1300は、管状バレル1310、圧力制御システム1306、分注チャネル1302、分注器オリフィス1304、およびチップアダプタ1314を具備する。バレル1310は、遠位端1300Aで終端するシャフト1313を具備する。チップアダプタ1314は、遠位端1300Aに搭載または形成されている。分注器オリフィス1304は、遠位端1300Aに配置され、分注チャネル1302と流体連通している。

30

【0517】

いくつかの実施形態において、圧力制御システム1306は、（たとえば、後述および図示のような）プランジャ機構を具備する。分注器1300は、たとえば分注器100、200、300、400、600のいずれか1つに関して本明細書に記載したものと同様に構成されるとともに動作可能であってもよい。

40

【0518】

ただし、圧力制御システム1306は、プランジャ機構に限定されず、本明細書に論じる通りチップ1360中の圧力を制御するための任意の好適な種類の機構を具備するとともに使用するようにしてもよい。たとえば、他種の好適な圧力制御機構としては、分注器1300に組み込まれるか、または、分注器1300から遠隔にあって、分注器1300に流体接続されている他の設計の1つまたは複数のポンプが挙げられる。

【0519】

例示的な圧力制御システム1306は、バレル1310、プランジャ1340、（図54および図55において模式的に示す）プランジャ駆動機構1358、および（図54お

50

よび図 5 5 において模式的に示す) 圧力センサ 1 3 5 6 を具備する。

【0 5 2 0】

図 5 5 を参照して、バレル 1 3 1 0 は、バレル通路 1 3 2 0 を含む。通路 1 3 2 0 は、軸 A - A と長手に一致し、前端 1 3 2 0 A から反対の後端まで後方に延びている。

【0 5 2 1】

プランジャ 1 3 4 0 は、プランジャ 1 3 4 0 がプランジャ軸 P 6 - P 6 に沿って延伸方向 E 1 2 および反対の後退方向 E 1 3 に、バレル 1 3 1 0 に対して摺動可能に平行移動可能となるように、通路 1 3 2 0 中に取り付けられている。

【0 5 2 2】

プランジャ駆動機構 1 3 5 8 は、延伸方向 E 1 2 および後退方向 E 1 3 のそれぞれにおいてプランジャ 1 3 4 0 を駆動するように、選択的に動作可能である。プランジャ駆動機構 1 3 5 8 は、線形駆動機構であってもよい。プランジャ駆動機構 1 3 5 8 は、アクチュエータを具備していてもよく、また、任意の好適な種類の線形駆動機構であってもよい。いくつかの実施形態において、アクチュエータは、電気モータを含む。いくつかの実施形態において、プランジャ駆動機構 1 3 5 8 は、手動での動作が可能であり、アクチュエータを含まない。たとえば、プランジャ部材 1 3 4 0 は、手動の延伸部、レバー、ノブ、または他のフィーチャを使用して押し引きされるようになっていてもよい。

【0 5 2 3】

チップアダプタ 1 3 1 4 は、チップアダプタ 1 5 6 に関して上述したものと同様に、ピペットチップ 1 3 6 0 を分注器 1 3 0 0 の端部 1 3 0 0 A に取り外し可能に固定するように構成されている。

【0 5 2 4】

図 5 4 および図 5 6 を参照して、PD ピペットチップ 1 3 6 0 は、管状のチップ本体 1 3 6 2 と、チップ本体 1 3 6 2 中に摺動可能に取り付けられているピストンユニット 1 3 8 0 と、を具備する。ピストンユニット 1 3 8 0 は、延伸すなわち待機位置 (図 5 4) と後退位置 (たとえば、図 5 5) との間で摺動可能である。いくつかの実施形態において、ピペットチップ 1 3 6 0 は、インデックス機構 1 3 7 5 をさらに具備する。

【0 5 2 5】

図 5 6 を参照して、チップ本体 1 3 6 2 は、遠位端 1 3 6 2 A から近位端 1 3 6 2 B まで延びている。チップ本体 1 3 6 2 は、組み合わせボリュウムまたは本体通路 1 3 7 0 を一体的に規定するフロント部 1 3 6 4 A およびリヤ部 1 3 6 4 B を具備する。フロント部 1 3 6 4 A は、フロントチャンバまたはチップ通路 1 3 7 0 A を規定する。リヤ部 1 3 6 4 B は、リヤチャンバ 1 3 7 0 B (図 5 4) と、チップ通路 1 3 7 0 A とリヤチャンバ 1 3 7 0 B との間の中間チャンバ 1 3 7 0 C (図 5 4) と、を規定する。チップ通路 1 3 7 0 A およびチャンバ 1 3 7 0 B、1 3 7 0 C はそれぞれ、通路 1 3 7 0 の一部を形成する。リヤ部 1 3 6 4 B は、取り付け部 1 3 6 4 D を含み、インターフェース開口 1 3 6 8 を規定する。遠位端 1 3 6 2 A には、チップまたは分注オリフィス 1 3 6 6 が規定されている。通路 1 3 7 0 は、インターフェース開口 1 3 6 8 および分注オリフィス 1 3 6 6 で終端する。

【0 5 2 6】

また、圧力逃しポート 1 3 7 2 が中間チャンバ 1 3 7 0 C と流体連通して設けられている。圧力逃しポート 1 3 7 2 は、環境大気との間で通気するようになっていてもよい。

【0 5 2 7】

ピストンユニット 1 3 8 0 は、ピストン 1 3 8 2 およびシール部材 1 3 8 8 を具備する。ピストン 1 3 8 2 およびシール部材 1 3 8 8 は、単一部材としてピストンユニット 1 3 8 0 を形成する単一の部材として構成されていてもよいし、部品のアセンブリとしてピストンユニット 1 3 8 0 を形成するよう接合されている別個の部品であってもよい。

【0 5 2 8】

ピストン 1 3 8 2 は、遠位端 1 3 8 2 A から近位端 1 3 8 2 B まで延びている。ピストン 1 3 8 0 は、基部 1 3 8 4、シャフト 1 3 8 5、およびリヤ延伸部 1 3 8 6 を具備する

10

20

30

40

50

。いくつかの実施形態において、基部 1384、シャフト 1385、およびリヤ延伸部 1386 は、剛性の単一部材を形成する。いくつかの実施形態において、基部 1384、シャフト 1385、およびリヤ延伸部 1386 は、一体的に単体部材を形成する。

【0529】

シャフト 1385 は、基部 1384 に固定されている近位端 1385B から反対の遠位端 1385A まで延びている。いくつかの実施形態において、遠位端 1385A は、ピストン 1382 が待機または延伸位置にある場合に、分注オリフィス 1366 またはその近傍に配置される。基部 1384 のフロント側は、チップ本体 1362 の対向プロファイルに適合するように、凸状あるいは起伏形状を有していてもよい。基部 1384 には、圧力逃し通路 1384A が規定されている。

10

【0530】

例示的なシール部材 1388 は、大略ディスク状の本体または部分である。シール部材 1388 は、延伸部 1386 の近位端 1382B において、ピストン 1382 に固定（すなわち、固着または一体化）されている。シール部材 1388 は、環状の外周封止縁部 1388A を有する。

【0531】

ピストン 1382 およびシール部材 1388 は、一体的に形成（たとえば、成型または共成型）されていてもよいし、別個に形成された後、相互に取り付けられていてもよい。いくつかの実施形態において、ピストン 1382 およびシール部材 1388 は、単一部材またはアセンブリを形成する。いくつかの実施形態において、ピストン 1382 およびシール部材 1388 は、一体的に単体部材を形成する。

20

【0532】

いくつかの実施形態において、ピストン 1382 およびシール部材 1388 は、同じ材料で形成されている。いくつかの実施形態において、ピストン 1382 およびシール部材 1388 は、相互に異なる材料で形成されている。いくつかの実施形態において、ピストン 1382 は、シール部材 1388 の材料よりも硬質の材料で形成されている。たとえば、シール部材 1388 がエラストマーまたは熱可塑性エラストマーで形成される一方、ピストン 1382 が熱可塑性樹脂で形成されていてもよい。ピストン 1382 に好適な材料としては、ポリエチレン（PE）が挙げられるが、これに限定されない。シール部材 1388 に好適な材料としては、シリコンが挙げられるが、これに限定されない。シール部材 1388 の代替または追加として、他種のシール（たとえば、Oリング）が用いられるようになっていてもよい。

30

【0533】

図 54 および図 58 を参照して、外周封止縁部 1388A は、リヤ部 1364B の内壁面 1362D に摺動可能に係合して、ピストンユニット 1380 とチップ本体 1362 との間に摺動シール 1389 を形成する。摺動シール 1389 は、チップ本体 1362 に対して、軸 P6-P6 に沿って軸方向に摺動可能である。シール部材 1388 およびシール 1389 は、リヤチャンバ 1370B から中間チャンバ 1370C を分割、分離、および流体封止する。

【0534】

使用時、シール 1389 は、シール部材 1388 およびピストン 1382 とともに本体 1362 で平行移動する。当然のことながら、シール 1389 が本体 1362 に対して、軸 P6-P6 に沿って平行移動すると、これに対応して、中間チャンバ 1370C およびリヤチャンバ 1370B の境界およびボリュームが変化することになる。すなわち、ピストンユニット 1380 が方向 E12 に平行移動すると、リヤチャンバ 1370B のボリュームが増加し、中間チャンバ 1370C のボリュームが減少する。ピストンユニット 1380 が方向 E13 に平行移動すると、リヤチャンバ 1370B のボリュームが減少し、中間チャンバ 1370C のボリュームが増加する。

40

【0535】

図 57 を参照して、インデックス機構 1375 は、チップ本体 1362 の内壁 1362

50

C上の凹部または環状溝1377の集合1377Aの形態の第1のインデックスフィーチャと、基部1384上に形成されている突起または環状リブ1387の形態の第2のインデックスフィーチャと、を含む。溝1377およびリブ1387は、リブ1387が各溝1377に收容され、チップ本体1362に対して対応する軸方向位置にピストン1382を保持することができる一方、(十分な力の印加に際して)溝1377から外れ、チップ本体1362に対して軸方向にピストン1382を再配置することができるように、相対的に配置および構成されている。たとえば、チップ本体1362および/またはリブ1387は、弾性変形可能な材料で形成されていてもよい。

【0536】

溝1377は、軸P6-P6に沿って連続的に分布している。いくつかの実施形態において、溝1377は、隣り合う溝1377間のピッチW14(図57)が実質的に均一である。いくつかの実施形態において、溝1377は、0.05mm~0.5mmの範囲のピッチW14を有する。

【0537】

いくつかの実施形態において、溝の集合1377Aには、少なくとも10個の溝1377を含む。いくつかの実施形態において、集合1377Aにおける溝1377の数は、約10~400の範囲内である。

【0538】

当然のことながら、第1および第2のインデックスフィーチャは、他の形態であってもよい。たとえば、リブ1387の代わりに環状溝が基部1384に設けられるとともに、一連の環状リブがチップ本体1362に設けられ、基部1384の環状溝に收容されるようになっていてもよい。溝1377は、直立する環状リブ1377B間に規定されていてもよいし、内壁1362Cの内径と同一平面であってもよい。

【0539】

液体処理システム10および分注システム1301は、いくつかの方法に従って以下のように用いられることにより、1つまたは複数の液体サンプルを吸引および/または分配するようにしてもよい。

【0540】

一般的に、PDピペットチップ1360は、分注器1300に搭載されている。チップ本体1362は、リヤチャンバ1370Bが気密・圧密封止されるように、チップアダプタ1314と気密・圧密シールを形成する。

【0541】

プランジャ1340の駆動によって、分注器通路1320中の空気ボリュームを変位させることにより、これに対応して分注チャネル1302および(分注チャネル1302と流体連通している)リヤチャンバ1370B中の圧力を変化させる。リヤチャンバ1370B中の圧力の変化によって、(リヤチャンバ1370B中の負圧変化に応答して)ピストンユニット1380が後退方向E13に引っ張られるか、または、(リヤチャンバ1370B中の正圧変化に応答して)ピストンユニット1380が延伸方向E12に押される。ピストンアセンブリ1380は、図54においてはその待機または完全延伸位置で示し、図55においては後退位置で示している。

【0542】

ピストンユニット1380が後退方向E13に引っ張られると、シャフト1385がフロント部1364Aに対して方向E13に変位するため、チップ通路1370A中の流体ボリュームが膨張する。この膨張によって、チップ通路1370Aに負圧が発生し、オリフィス1366を通じて液体サンプルLSの液体ボリュームLVをチップ通路1370Aに吸引する。

【0543】

ピストンユニット1380が延伸方向E12に押されると、シャフト1385がフロント部1364Aに対して方向E12に変位するため、チップ通路1370A中の流体ボリュームが変位または収縮する。この収縮によって、チップ通路1370Aに正圧が発生し

10

20

30

40

50

、チップ通路 1 3 7 0 A からオリフィス 1 3 6 6 を通じて液体サンプル L S の液体ボリューム L V が追い出され、または分配される。

【 0 5 4 4 】

このため、ピストン 1 3 8 2 は、リヤチャンバ 1 3 7 0 B 中の負圧に応じて、チップオリフィス 1 3 6 6 から後方（方向 E 1 3）に遠ざかるように平行移動することにより、チップオリフィス 1 3 6 6 で負圧を生成して、チップオリフィス 1 3 6 6 を通じて液体を正変位ピペットチップ 1 3 6 0 に吸引する。

【 0 5 4 5 】

ピストン 1 3 8 2 は、リヤチャンバ 1 3 7 0 B 中の正圧に応じて、チップオリフィス 1 3 6 6 に向かって前方（方向 E 1 2）に平行移動することにより、チップ通路 1 3 7 0 A で正圧を生成して、正変位ピペットチップ 1 3 6 0 からチップオリフィス 1 3 6 6 を通じて液体を追い出す。

【 0 5 4 6 】

当然のことながら、ピストンユニット 1 3 8 0 は、プランジャとピストン 1 3 8 2 との間の直接的な機械的係合またはリンク結合ではなく、分注チャンネル 1 3 0 2 およびリヤチャンバ 1 3 7 0 B 中の空気クッション A C を介して、分注器 1 3 0 0 の駆動機構に動作可能に結合されている。この介在する空気クッション A C は、分注器 1 3 0 0 の遠位端 1 3 0 0 A とピストンユニット 1 3 8 0 との間に存在し、維持されている。

【 0 5 4 7 】

圧力逃し通路 1 3 8 4 A は、基部 1 3 8 4 が平行移動する際の基部 1 3 8 4 の前方における中間チャンバ 1 3 7 0 C に対する空気の出入りを可能にする。圧力逃しポート 1 3 7 2 は、シール 1 3 8 9 が平行移動する際の中間チャンバ 1 3 7 0 C に対する空気の出入りを可能にする。このように、中間チャンバ 1 3 7 0 C における圧力の変動がピストンユニット 1 3 8 0 の変位を妨げることをないように、中間チャンバ 1 3 7 0 C 中の圧力は実質的に一定（たとえば、環境圧力）に維持され得る。

【 0 5 4 8 】

動作時、インデックスシステム 1 3 7 5 は、チップ本体 1 3 6 2 に対する規定の軸方向離散位置でピストン 1 3 8 0 の変位を停止させるのに役立つ。すなわち、インデックスシステム 1 3 7 5 は、ある溝 1 3 7 7 から次の溝まで、ピストン 1 3 8 0 を軸 P 6 - P 6 に沿って段階的に移動させる。この段階的移動により、ピペットチップ 1 3 6 0 は、段階ごとに既知の離散ボリュームを分配または吸引することが可能または確実となり得る。分配されるボリュームの分解能または正確度は、設けられている段階（たとえば、溝）の数によって決まり得る。いくつかの実施形態において、溝 1 3 7 7 は、段階ごとの離散ボリュームが実質的に等しくなるように、等距離で離れている。

【 0 5 4 9 】

本明細書に開示のようなインデックスシステム 1 3 7 5 がピペットチップ 1 3 6 0 に設けられている場合、ピストン 1 3 8 2 を変位させるために分注器 1 3 0 0 が与える圧力変化は、インデックスフィーチャ（たとえば、リブ 1 3 8 7 およびリブ 1 3 8 7 が収容される溝 1 3 7 7）間の係合またはインターロックを解決するのに十分である必要がある。いくつかの実施形態において、コントローラ 2 0 は、それぞれがピストン 1 3 8 2 を 1 段階だけ移動させるのに十分な圧力パルスをリヤチャンバ 1 3 7 0 B に送達するように、分注器 1 3 0 0 を動作させる。

【 0 5 5 0 】

いくつかの実施形態において、吸引または分配動作を実行する場合、コントローラ 2 0 は、圧力センサ 1 3 5 6 から、分注チャンネル 1 3 0 2 中の空気圧力を示す圧力信号を受信する。コントローラ 2 0 は、分注チャンネル 1 3 0 2 中の圧力を継続的にモニタリングするようにしてもよい。いくつかの実施形態において、コントローラ 2 0 は、本明細書に記載のようなデュアル計量流量センサ（たとえば、デュアル計量流量センサ 1 2 8 0）を使用して、分注チャンネル 1 3 0 2 中の圧力をモニタリングする。

【 0 5 5 1 】

10

20

30

40

50

上述の通り、分注システム 1301 は、分注チャンネル 1302 中の圧力を低くすることにより液体サンプルを吸引し、分注チャンネル 1302 中の圧力を高くすることにより液体サンプルを分配する。ただし、分注チャンネル 1302 中の圧力は、たとえば分注システム 101 に関して上述した通り、この手順における他の動作または状態に応じて変動する場合がある。

【0552】

図 60～図 75 を参照して、これらは、本技術の他の実施形態に係る、例示的な正変位 (PD) ピペットチップ 1440 を示している。PD ピペットチップ 1440 は、分注器と組み合わせた使用により、分注システムを形成し得る。本技術の実施形態に係る例示的な分注システム 1401 を図 60～図 75 に示すが、これは、PD ピペットチップ 1440 および分注器 1400 を具備する。

10

【0553】

分注システム 1401 は、液体処理システム内の液体ボリュームを吸引および分配可能である。分注システム 1401 は、たとえば自動液体処理システム 10 (図 1) において、分注システム 101 の代わりに用いられるようになっていてもよい。ただし、開示の方法、システム、および装置は、液体処理システム 10 にもその中での使用にも限定されず、本開示は、液体ボリュームの吸引および／または分配が望まれる他のシステムおよび用途にも適用可能であることが了解されるものとする。

【0554】

PD ピペットチップ 1440 は、分注器 1400 との使用に限定されない。PD ピペットチップ 1440 は、任意の好適な正変位型分注器とともに用いられるようになっていてもよい。PD ピペットチップ 1440 は、たとえば空気変位ピペットチップ 160 の代わりに用いられるようになっていてもよい。

20

【0555】

図 60 を参照して、分注システム 1401 は、1 つまたは複数の分注器 1400 を具備する。分注器は、分注モジュール 30 に搭載されていてもよい (図 1)。分注器 1400 は、同じように構成されて動作するようになっていてもよく、当然のことながら、分注器 1400 のうちの代表的な 1 つに関する以下の説明は、分注器 1400 それぞれに等しく該当し得る。複数の分注器 1400 が設けられている場合、これらの分注器 1400 は、相互に独立して動作するようになっていてもよいし、連携して動作するようになっていてもよい。詳解を目的として、以下では、単一の分注器についてのみ説明する。

30

【0556】

分注システム 1401 は、分注器 1400、コントローラ 20、ならびに PD ピペットチップ 1440 のうち 1 つもしくは複数の分注器 1400 を具備する。ピペットチップ 1440 は、分注器 1400 に対して取り外しおよび交換可能であり、また、分注システム 1401 の事実上の使い捨てまたは消耗部品であってもよい。

【0557】

分注器 1400 は、たとえば分注器 600 に関して本明細書に記載したものと同様に構成されるとともに動作可能であってもよい。

【0558】

図 60 および図 66 を参照して、分注器 1400 は、長手軸 A-A および遠位端 1400A を有することが了解され得る。分注器 1400 は、分注器オリフィス 1404、管状バレル 1410、管状チップアダプタ 1416、(プランジャの形態の) ドライバ 1420、プランジャ駆動機構 1424、および排出システム 1431 を具備する。バレル 1410 は、遠位端 1400A で終端する分注器シャフト 1414 を具備する。チップアダプタ 1416 は、遠位端 1400A に搭載または形成されている。分注器オリフィス 1404 は、遠位端 1400A に配置されている。

40

【0559】

図 66 を参照して、バレル 1410 は、バレル通路 1414 を含む。通路 1412 は、軸 A-A と長手に一致し、遠位端 1400A から反対の後端まで後方に延びている。

50

【0560】

プランジャ1420は、ドライバとして機能し、プランジャ軸P7-P7に沿って延伸方向E14および反対の後退方向E16に、バレル1410に対して摺動可能に平行移動可能となるように、通路1412中に取り付けられている(図66)。

【0561】

プランジャ1420は、その先端1420Aに一体型ピストン係合または結合フィーチャ1422(図66)を含む。いくつかの実施形態においては、図示のように、ピストン結合フィーチャ1422がスロット1422Aを含む。ピストン結合フィーチャ1422は、たとえばピストン結合フィーチャ646に関して本明細書に記載したものと同様に構成されるとともに動作可能であってもよい。

10

【0562】

プランジャ駆動機構1424は、プランジャ1420が駆動して延伸方向E14および後退方向E16のそれぞれにおいて平行移動するように、選択的に動作可能である。プランジャ駆動機構1424は、線形駆動機構であってもよい。プランジャ駆動機構1424は、アクチュエータを具備していてもよく、また、任意の好適な種類の線形駆動機構であってもよい。いくつかの実施形態において、アクチュエータは、電気モータを含む。いくつかの実施形態において、プランジャ駆動機構1424は、手動での動作が可能であり、アクチュエータを含まない。たとえば、プランジャ部材1424は、手動の延伸部、レバー、ノブ、または他のフィーチャを使用して押し引きされるようになっていてもよい。

【0563】

チップアダプタ1416は、チップアダプタ156に関して上述したものと同様に、ピペットチップ1440を分注器1400の端部1400Aに取り外し可能に固定するように構成されている。

20

【0564】

図60および図66を参照して、排出システム1431は、排出部材もしくはスリーブ1430ならびに排出駆動機構1432を具備する。排出スリーブ1430は、排出軸P8-P8に沿って延伸方向E18および反対の後退方向E20に、バレル1410に対して摺動可能に平行移動可能となるように、バレル1410の周りに取り付けられている。排出軸P8-P8は、プランジャ軸P7-P7と同軸であってもよい。

【0565】

図61~図65を参照して、PDピペットチップ1440は、管状のチップ本体1450と、チップ本体1450中に摺動可能に取り付けられているピストン1460と、一体型ピストン拘束機構1471と、を具備する。ピストン拘束機構1471は、インターロックインサート1470を含む。

30

【0566】

図63を参照して、チップ本体1450は、遠位端1450Aから近位端1450Bまで延びている。チップ本体1450は、遠位チップ部もしくはフロント部1452A、中間部1452B、ならびにリヤ部1452Cを具備する。フロント部1452Aは、フロントチャンバまたはチップ通路1455Aを規定する。リヤ部1452Cは、リヤチャンバ1455Cを規定する。中間部1452Bは、チップ通路1455Aとリヤチャンバ1455Cとの間の中間チャンバ1455Bを規定する。チップ通路1455Aおよびチャンバ1455B、1455Cは一体的に、組み合わせボリュウムまたはチップ本体通路1455を形成する。

40

【0567】

リヤ部1452Cは、取り付け部1455Dを含み、インターフェース開口1458を規定する。遠位端1450Aには、チップまたは分注オリフィス1456が規定されている。通路1455は、インターフェース開口1458および分注オリフィス1456で終端する。

【0568】

チップ本体1450は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形

50

態において、チップ本体 1450 は、ポリマーで形成されている。いくつかの実施形態において、チップ本体 1450 は、熱可塑性樹脂で形成されている。チップ本体 1450 に好適な材料としては、ポリエチレン（PE）が挙げられるが、これに限定されない。いくつかの実施形態において、チップ本体 1450 は、剛性の単一部材である。いくつかの実施形態において、チップ本体 1450 は、単体部材である。

【0569】

ピストン 1460 は、延伸または待機位置（図 62 および図 66）と後退位置（たとえば、図 70）との間でピストン軸 P9-P9（図 62）に沿って延伸方向 E22 および反対の後退方向 E24 に、チップ本体 1450 に対して摺動可能である。

【0570】

ピストン 1460（図 64）は、遠位端 1460A から近位端 1460B まで延びている。ピストン 1460 は、ピストンシャフト 1462、封止フィーチャもしくはリブ 1462A、中間部 1463、リヤ延伸部 1464、インターロックフィーチャもしくはフランジ 1466、ならびに一体型プランジャ係合もしくは結合フィーチャ 1468 を具備する。

【0571】

ピストンシャフト 1462 は、遠位端 1460A から後方に延びている。環状の封止リブ 1462A は、遠位端 1460A に配置され、フロント通路 1455A の内径と移動シールを形成する。いくつかの実施形態において、遠位端 1460A は、ピストン 1460 が待機または延伸位置にある場合に、分注オリフィス 1456 またはその近傍に配置される。

【0572】

中間部 1463 は、ピストンシャフト 1462 の近位端から後方に延びている。いくつかの実施形態において、中間部 1463 の外径は、ピストンシャフト 1462 の外径よりも大きい。

【0573】

リヤ延伸部 1464 は、中間部 1463 の近位端から後方に延びている。いくつかの実施形態において、リヤ延伸部 1464 の外径は、中間部 1463 の外径よりも大きい。

【0574】

プランジャ結合フィーチャ 1468 は、リヤ延伸部 1464 の近位端に配置または形成されている。プランジャ係合フィーチャ 1468 は、スロット 1422A に受容され、ピストン結合フィーチャ 1422 をプランジャ結合フィーチャ 1468 に解除可能に固定するように構成されている。図示のプランジャ結合フィーチャ 1468 は、スロット 1422A に受容され、ピストン結合フィーチャ 1422 をプランジャ結合フィーチャ 1468 に解除可能に固定するように構成されている 2 つ以上の対向する弾性変形可能な脚部 1468A を含む。ただし、プランジャ結合フィーチャ 1468 には、ピストン結合フィーチャ 1422 に対するプランジャ結合フィーチャ 1468 の解除可能な結合を可能にする任意の好適な構造を使用可能である。

【0575】

たとえば、プランジャ結合フィーチャ 1468 は、スロット 1422A に受容され、ピストン結合フィーチャ 1422 をプランジャ結合フィーチャ 1468 に解除可能に固定するように構成されている 2 つ以上の対向する弾性変形可能な脚部 1468A を含んでいてもよい。

【0576】

フランジ 1466 は、環状であり、プランジャ結合フィーチャ 1468 と中間部 1463 との間で軸方向に配置されている。フランジ 1466 は、リヤ延伸部 1464 から半径方向外方に突出している。いくつかの実施形態において、フランジ 1466 は、軸 P9-P9 と実質的に同心である。いくつかの実施形態において、フランジ 1466 は、約 0.5 mm ~ 3 mm の範囲の幅 W20（図 64）を有する。

【0577】

ピストン１４６０は、任意の好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、ピストン１４６０は、ポリマーで形成されている。いくつかの実施形態において、ピストン１４６０は、熱可塑性樹脂で形成されている。ピストン１４６０に好適な材料としては、プラスチック、熱可塑性樹脂、または耐熱性熱可塑性樹脂（たとえば、ポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ））が挙げられ得る。いくつかの実施形態において、ピストンシャフト１４６２、中間部１４６３、リヤ延伸部１４６４、フランジ１４６６、およびプランジャ結合フィーチャ１４６８は、剛性の単一部材を形成する。いくつかの実施形態において、ピストンシャフト１４６２、中間部１４６３、リヤ延伸部１４６４、フランジ１４６６、およびプランジャ結合フィーチャ１４６８は、一体的に単体部材を形成する。

10

【０５７８】

図６２に示すように、インターロックインサート１４７０は、リヤチャンバ１４５５Ｃに収容されている。インターロックインサート１４７０は、リヤチャンバ１４５５Ｃにおいて固定され、当該インターロックインサート１４７０とチップ本体１４５０との間の相対的な軸方向変位を防止する。

【０５７９】

インターロックインサート１４７０（図６５）は、遠位端１４７０Ａおよび反対の近位端１４７０Ｂを有する。インターロックインサート１４７０は管状であり、フロント開口１４７４Ａを規定する（端部１４７０Ａの）フロント部１４７２Ａと、リヤ開口１４７４Ｂを規定する（端部１４７０Ｂの）リヤ部１４７２Ｂと、を含む。また、開口１４７４Ａから開口１４７４Ｂまで、通路１４７４が延びている。また、リヤ部１４７２Ｂから遠位端１４７０Ａに向かって、一対の対向スロット１４７５がフロント部１４７２Ａを通して延びている。

20

【０５８０】

インターロックインサート１４７０は、一対の対向ラッチ脚部１４７６の形態のラッチをさらに含む。各脚部１４７６は、脚部軸Ｐ１０－Ｐ１０を有し、近位端１４７６Ｂから遠位端１４７６Ａまで軸方向に延びている。また、脚部１４７６がリヤ部１４７２Ｂから片持ちとなるように、各近位端１４７６Ｂはリヤ部１４７２Ｂに接続され、各遠位端１４７６Ａは自由端である。脚部１４７６は、軸Ｐ９－Ｐ９の周りで相互に円周方向に離隔するとともに、スロット１４７５と円周方向に一致する。

30

【０５８１】

インターロックインサート１４７０は、任意好適な材料で形成されていてもよい。いくつかの実施形態において、インターロックインサート１４７０は、ポリマーおよび／または合成ポリマーで形成されている。いくつかの実施形態において、インターロックインサート１４７０は、熱可塑性樹脂で形成されている。インターロックインサート１４７０に好適な材料としては、ポリ塩化ビニル（ＰＶＣ）が挙げられるが、これに限定されない。いくつかの実施形態において、インターロックインサート１４７０は、剛性の単一部材である。いくつかの実施形態において、インターロックインサート１４７０は、単体部材である。

【０５８２】

インターロックインサート１４７０は、（たとえば、接着剤または共成型によって）チップ本体１４５０に締結または接合されていてもよい。他の実施形態において、インターロックインサート１４７０は、チップ本体１４５０と一体的に形成されている。いくつかの実施形態において、インターロックインサート１４７０およびチップ本体１４５０は、一体的に単一部材または単体部材を形成する。他の実施形態において、インターロックインサート１４７０は、当該インターロックインサート１４７０およびチップ本体１４５０上の機械的フィーチャを協働させることにより、チップ本体１４５０に固定されている。

40

【０５８３】

ピストン拘束機構１４７１は、ピストン１４６０とチップ本体１４５０との間の移動を選択的に制限するように動作可能である。ピストン拘束機構１４７１は、フランジ１４６

50

6 およびインターロックインサート 1 4 7 0 のラッチ脚部 1 4 7 6 を含む。ラッチ脚部 1 4 7 6 は、（図 6 2 および図 6 6 に示すような）ラッチ位置ならびに（図 6 8 に示すような）非ラッチ位置のそれぞれに配置可能である。ピストン拘束機構 1 4 7 1 は、（図 6 2 および図 6 6 に示すような）拘束構成ならびに（図 6 8 に示すような）解除構成のそれぞれに配置可能である。

【0584】

ピストン拘束機構 1 4 7 1 が拘束構成である場合は、ラッチ脚部 1 4 7 6 がラッチ位置にあり、フランジ 1 4 6 6 と連動して、チップ本体 1 4 5 0 に対して規定の位置を越える後退方向 E 2 4 のピストン 1 4 6 0 の軸方向変位を防止する。

【0585】

ピストン拘束機構 1 4 7 1 が解除構成である場合は、ラッチ脚部 1 4 7 6 がフランジ 1 4 6 6 と連動しないため、チップ本体 1 4 5 0 に対して規定の位置を越える後退方向 E 2 4 のピストン 1 4 6 0 の軸方向変位を許可する。いくつかの実施形態において、図示のように、ピストン拘束機構 1 4 7 1 は、解除構成にある場合に、ピストン 1 4 6 0 とチップ本体 1 4 5 0 との間の移動を制限しない。

【0586】

ラッチ位置において、脚部 1 4 7 6 は、それぞれ脚部 1 4 7 6 の軸 P 1 0 - P 1 0 がチップ軸 P 9 - P 9 に対して角度 A L（図 6 5）を成すように、半径方向内方に傾斜するか、先細りとなるか、または角度が付いている。ラッチ位置において、脚部 1 4 7 6 の遠位端 1 4 7 0 A は、フランジ 1 4 6 6 の一部と軸方向に一致する。いくつかの実施形態において、角度 A L は、約 2 ～ 3 0 度の範囲である。

【0587】

いくつかの実施形態において、インサート 1 4 7 0 は、ラッチ位置において、脚部 1 4 7 6 がそれらの弛緩位置から外方（すなわち、方向 E 2 8（図 6 5））へと弾性的に屈曲、折畳、または偏向されるように構成されている。結果として、脚部 1 4 7 6 は、ピストン 1 4 6 0 のリヤ部 1 4 6 4 に対して持続的に負荷となるため、脚部 1 4 7 6 の遠位端 1 4 7 0 A は、フランジ 1 4 6 6 との一致が維持される。

【0588】

いくつかの実施形態において、脚部 1 4 7 6 は、それらの長さに沿って弾性的であることにより、ラッチ位置から非ラッチ位置まで弾性的に屈曲、折畳、または偏向され得るようになっている。いくつかの実施形態において、近位端 1 4 7 6 B は、リヤ部 1 4 7 2 B に弾性的に接続されることにより、脚部 1 4 7 6 がラッチ位置から非ラッチ位置まで接続部の周りで弾性的に偏向され得るようになっている。

【0589】

液体処理システム 1 0 および分注システム 1 4 0 1 は、いくつかの方法に従って以下のように用いられることにより、1 つまたは複数の液体サンプルを吸引および／または分配するようにしてもよい。

【0590】

まず、図 6 2 および図 6 6 に示すように、P D ピペットチップ 1 4 4 0 が拘束構成にて配設される。チップ 1 4 4 0 は、たとえばピペットチップ供給ラックに保持されていてもよい。

【0591】

プランジャ 1 4 2 0 が未だ後退していない場合は、（図 6 6 に示すように）後退する。図 6 6 に示すように、分注器シャフト 1 4 1 4 は、挿入方向 I に移動して、分注器の遠位端 1 4 0 0 A を取り付け部 1 4 5 5 D に挿入する。図 6 7 に示すように、チップアダプタ 1 4 1 6 が脚部 1 4 7 6 に係合するまで、分注器シャフト 1 4 1 4 がチップ本体 1 4 5 0 へとさらに挿入される。図 6 8 に示すように、チップアダプタ 1 4 1 6 がリヤチャンバ 1 4 5 5 C 内の規定の深さに達するまで、分注器シャフト 1 4 1 4 が同様にさらに挿入される。図 6 8 に示すように、プランジャ 1 4 2 0 は、分注器シャフト 1 4 1 4 に対して後退することにより、ピストン 1 4 6 0 と当該プランジャ 1 4 2 0 の遠位端との間に隙間を与

10

20

30

40

50

えるようにしてもよい。チップアダプタ 1416 が規定の深さまで平行移動すると、チップアダプタ 1416 の外径によって、脚部 1476 がそれらの非ラッチ位置まで半径方向外方の反対方向 E28 に枢動、折畳、または偏向するように変位させるまたは押しやる。したがって、図 68 に示すように、チップ 1440 がその解除構成に置かれる。

【0592】

分注器シャフト 1414 の挿入中は、排出スリーブ 1430 が遠位端 1400A から遠くに配置されるか、または、バレル 1410 に対して後退方向 E20 に変位することにより、チップ本体 1450 のためのスペースを確保する。たとえば、排出スリーブ 1430 は、分注器シャフト 1414 の挿入に際して、チップ本体 1450 により後退方向 E20 に駆動されるようになっていてもよい。

10

【0593】

その後、図 69 に示すように、ピストン結合フィーチャ 1422 がプランジャ結合フィーチャ 1468 と連動または結合するまで、プランジャ駆動機構 1424 がプランジャ 1420 を駆動して延伸方向 E14 に平行移動させる。これにより、プランジャ 1420 は、ピストン 1460 に機械的に結合される。

【0594】

チップ 1440 が解除構成で、プランジャ 1420 およびピストン 1460 が結合された状態で、分注器 1400 およびチップ 1440 の使用により、たとえばピペットチップ 670 (図 32) に関して本明細書に記載したように吸引および分配を行うことができる。チップ 1440 が解除構成に維持されている間、プランジャ 1420 がプランジャ駆動機構 1424 によって方向 E14 および E16 に駆動されることにより、ピストン 1460 をチップ通路 1455A で平行移動させる。

20

【0595】

ピストン 1460 がプランジャ 1420 によって後退方向 E24 に引っ張られると、(たとえば、図 70 に示すように) ピストンシャフト 1462 がフロント部 1452A に対して方向 E24 に平行移動するため、チップ通路 1455A 中の流体ボリュームが膨張する。この膨張によって、チップ通路 1455A に負圧が発生し、オリフィス 1456 を通じて液体サンプル LS の液体ボリューム LV をチップ通路 1455A に吸引する。

【0596】

ピストン 1460 がプランジャ 1420 によって延伸方向 E22 に押されると、(たとえば、図 71 に示すように) ピストンシャフト 1462 がフロント部 1452A に対して方向 E22 に平行移動するため、チップ通路 1455A 中の流体ボリュームが変位または収縮する。この収縮によって、チップ通路 1455A に正圧が発生し、チップ通路 1455A からオリフィス 1456 を通じて液体サンプル LS の液体ボリューム LV が排出または分配される。

30

【0597】

ピペットチップ 1440 は、分注器 1400 での使用がそれ以上は必要なくなった場合、ピストン拘束機構 1471 の使用によって、以下のように分注器 1400 から取り外されるようになっていてもよい。

【0598】

解除構成のチップ 1440 ならびに図 71 に示すように結合されたプランジャ 1420 およびピストン 1460 を始点として、プランジャ駆動機構 1424 が分注器シャフト 1414 に対してプランジャ 1420 を方向 E14 に駆動している間、排出駆動機構 1432 は、分注器シャフト 1414 に対して排出スリーブ 1430 を延伸方向 E18 に平行移動させる。これによって、図 72 に示すように、チップ本体 1450 およびピストン 1460 が分注器シャフト 1414 に対して前方 F に押される。結果として、チップアダプタ 1416 が脚部 1476 間から滑り出すため、脚部 1476 は (図 72 および図 73 に示すように、屈曲、枢動、または折畳によって) 半径方向 E30 に弾性的に復帰可能となる。

40

【0599】

50

このように、チップ 1 4 4 0 および分注器 1 4 0 0 が図 7 3 に示す構成に達するまで、排出スリーブ 1 4 3 0 およびプランジャ 1 4 2 0 が駆動される。これにより、脚部 1 4 7 6 がそれらのラッチ位置に戻され、チップ 1 4 4 0 はその拘束構成となっている。いくつかの実施形態においては、脚部 1 4 7 6 の遠位端 1 4 7 6 A がフランジ 1 4 6 6 の後方でピストン 1 4 6 0 の周りを閉じるように、プランジャ 1 4 2 0 が排出スリーブ 1 4 3 0 とともに延伸方向 E 1 4 に平行移動して、フランジ 1 4 6 6 と遠位端 1 4 7 6 A との間の相対的な軸方向配置を維持する。

【0600】

チップ 1 4 4 0 が拘束構成で、プランジャ 1 4 2 0 およびピストン 1 4 6 0 が図 7 3 に示すように結合された状態で、プランジャ駆動機構 1 4 2 4 は、図 7 4 に示すように、プランジャ 1 4 2 0 を駆動して、分注器シャフト 1 4 1 4 およびチップ本体 1 4 5 0 に対して後退方向 E 1 6 に平行移動させる。脚部 1 4 7 6 とフランジ 1 4 6 6 との間の係合により、ピストン 1 4 6 0 がチップ本体に対して方向 E 2 4 (図 7 0) に平行移動するのを阻止する(すなわち、脚部 1 4 7 6 がピストン 1 4 6 0 を適所に保持する)。結果として、図 7 4 に示すように、ピストン結合フィーチャ 1 4 2 2 がプランジャ結合フィーチャ 1 4 6 8 から分離される(すなわち、プランジャ 1 4 2 0 がピストン 1 4 6 0 から切り離される)。

【0601】

その後、図 7 5 に示すように、排出駆動機構 1 4 3 2 が分注器シャフト 1 4 1 4 に対して排出スリーブ 1 4 3 0 を延伸方向 E 1 8 に平行移動させることにより、分注器 1 4 0 0 からチップ本体 1 4 5 0 (ひいては、チップ 1 4 4 0) を前方 F に押し出す。

【0602】

他の実施形態において、ラッチ脚部 1 4 7 6 は、チップ本体 1 4 5 0 と一体的に形成されている。いくつかの実施形態においては、ピストン 1 4 6 0 を選択的に拘束するため、ラッチ脚部 1 4 7 6 以外の一体型ラッチまたはラッチフィーチャがピペットチップに設けられている。各ラッチは、タブ、突起、またはスリーブとして構成されていてもよい。

【0603】

ピストンにプランジャを解除可能に接合するため、ピストン結合フィーチャ 1 4 2 2 およびプランジャ結合フィーチャ 1 4 6 8 の代わりに他の設計のピストン結合フィーチャおよびプランジャ結合フィーチャが用いられるようになっていてもよい。

【0604】

いくつかの実施形態において、インターロックフィーチャ 1 4 6 6、1 4 7 6 には、他の設計または構成が与えられていてもよい。

【0605】

いくつかの実施形態において、PDピペットチップ 1 4 4 0 には、分注器の動作の妨げまたは分注器(たとえば、圧力センサ)の損傷の原因となり得るリヤチャンバ 1 4 5 5 C 中の過圧(正圧または負圧)を防止するため、通気オリフィス 1 4 5 2 V (図 6 3) または他の通気用通路が設けられている。

【0606】

本明細書においては、本技術の例示的な実施形態を示す添付の図面を参照しつつ本技術を説明した。図面においては、明瞭化のため、領域または特徴の相対的サイズを誇張している場合がある。ただし、本技術は、多くの異なる形態で実施可能であり、本明細書に記載の実施形態に限定されるものと解釈すべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示が完璧かつ完全となり、当業者に対して本技術の範囲が完全に伝わるように提供している。

【0607】

本明細書においては、さまざまな要素、構成要素、領域、層、および／または区別の説明のため、第 1 (first)、第 2 (second) 等の用語を使用する場合があるが、これらの要素、構成要素、領域、層、および／または区分は、これらの用語により制限されるべきではないことが了解される。これらの用語は、ある要素、構成要素、領域、層

10

20

30

40

50

、または区分を別の領域、層、または区分から識別するのみに使用される。このため、後述の第1の要素、構成要素、領域、層、または区分は、本技術の教示内容から逸脱することなく、第2の要素、構成要素、領域、層、または区分と称することも可能である。

【0608】

本明細書において、「直下 (beneath)」、「下方 (below)」、「下側 (lower)」、「上方 (above)」、「上側 (upper)」等の空間的に相対的な用語は、図面に示すように、ある要素または特徴と別の要素または特徴との関係を説明するために説明を容易化するために使用する場合がある。空間的に相対的な用語は、図面に示す配向のほか、使用または動作中の機器の異なる配向を含む意図であることが了解される。たとえば、図面の機器がひっくり返されると、他の要素または特徴の「下方 (below)」または「直下 (beneath)」として記載された要素は、他の要素または特徴の「上方 (above)」に配向されることになる。このため、例示的な用語「下方 (below)」は、上方および下方の両配向を含み得る。本明細書においては、機器が異なる配向 (90°回転等の他の配向) となり、それに応じて、空間的に相対的な記述が解釈されるようになっていてもよい。

10

【0609】

本明細書に使用される、単数形「a」、「an」、および「the」は、別段の明確な記載のない限り、複数形も同様に含むことが意図される。本明細書において使用する場合の用語「含む (include および／または including)」ならびに／または「備える (comprise および／もしくは comprising)」は、記載の特徴、整数、ステップ、動作、要素、および／または構成要素の存在を指定するが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、および／またはその群の存在を除外するものでもなければ、追加を除外するものでもないことがさらに了解される。要素が別の要素に「接続」または「結合」されるという言及の場合、当該要素は、他方の要素に直接接続または結合することも可能であるし、介在要素が存在していてもよいことが了解される。本明細書に使用される、用語「および／または (and/or)」は、関連する一覧項目のうちの1つまたは複数のありとあらゆる組み合わせを含む。

20

【0610】

用語「自動的に (automatically)」は、人間または手動入力なしで動作が実質的に実行され、完全に実行されるようになっていてもよく、プログラムで指示または実行され得ることを意味する。

30

【0611】

用語「プログラムで (programmatically)」は、コンピュータプログラムモジュール、コード、および／または命令によって電子的に指示および／または主として実行される動作を表す。

【0612】

用語「電子的に (electronically)」は、コンポーネント間の無線および有線の両接続を含む。

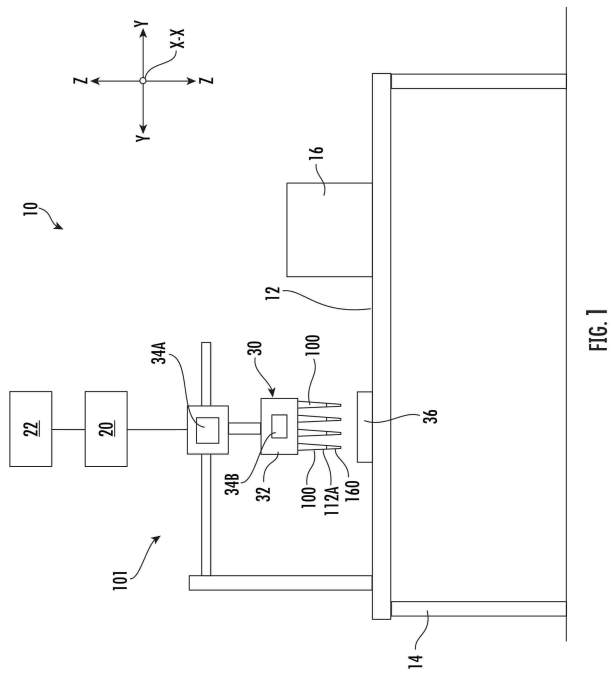
【0613】

当業者であれば、本開示の利益を所与として、本発明の思想および範囲から逸脱することなく、多くの変更および改良が可能となり得る。したがって、図示の実施形態は、例示を目的として記載しているに過ぎず、以下の特許請求の範囲による規定のように本発明を制限するものと捉えるべきではないことが了解される必要がある。このため、以下の特許請求の範囲は、逐語的に記載の要素の組み合わせのみならず、実質的に同じ機能を実質的に同じ方法で実行して実質的に同じ結果を得るためのすべての同等要素を含むものと解釈されるべきである。以上から、特許請求の範囲は、具体的に図示および上述したもの、概念的に同等のもののほか、本発明の本質的な考えを組み入れたものを含むことが了解されるものとする。

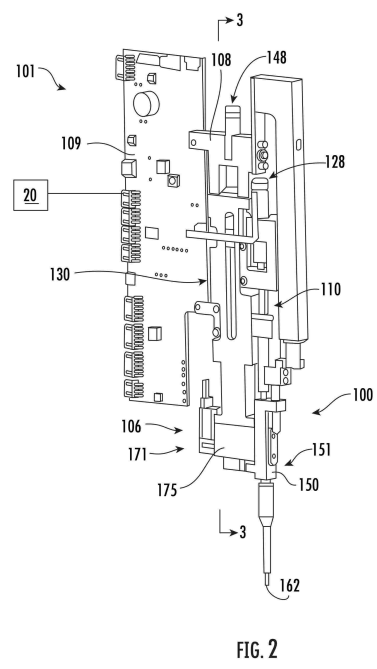
40

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

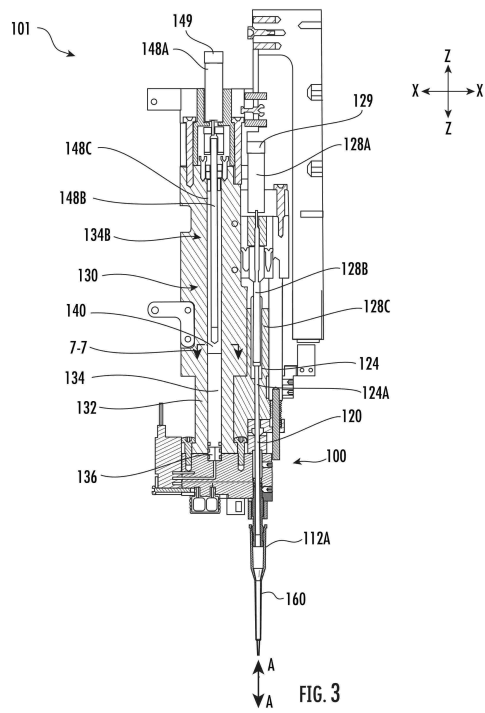
20

30

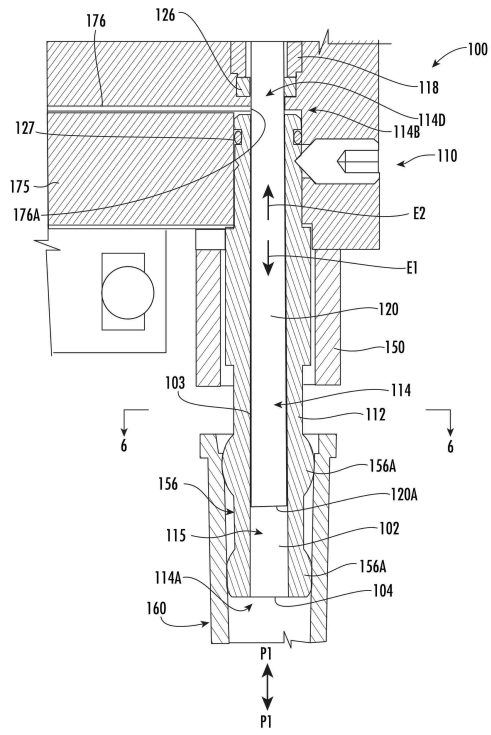
40

50

【図 3】



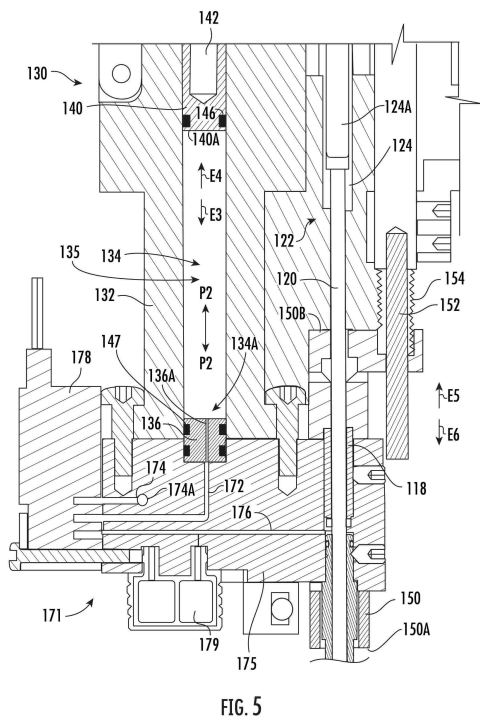
【図 4】



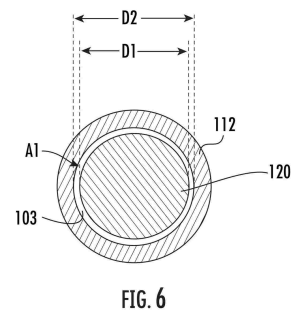
10

20

【図 5】



【図 6】



30

40

50

【図 7】

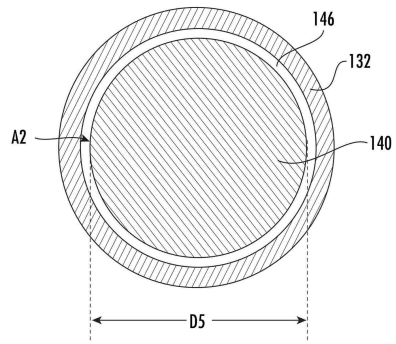


FIG. 7

【図 8】

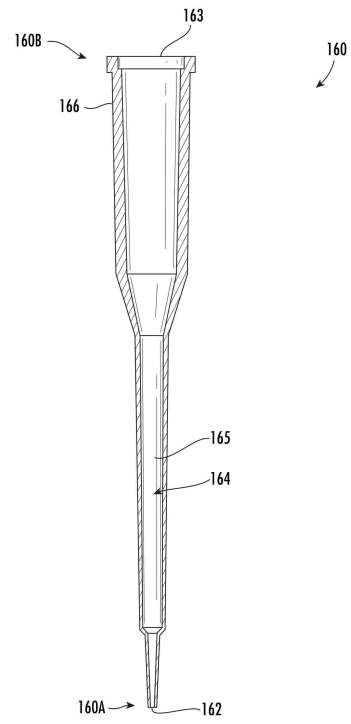


FIG. 8

10

20

【図 9】

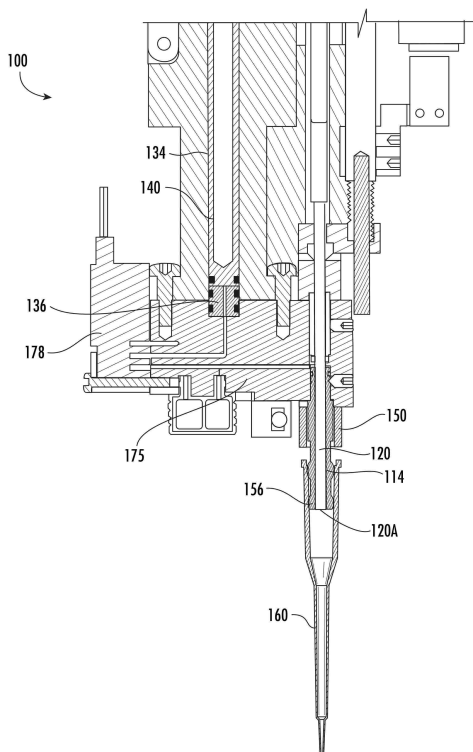


FIG. 9

【図 10】

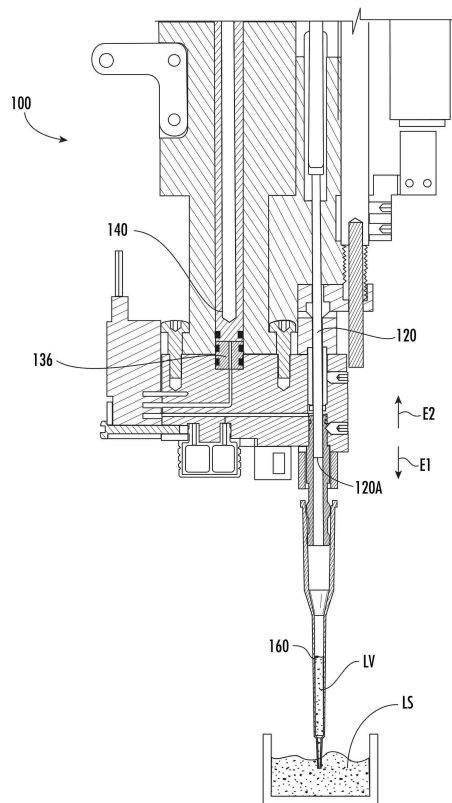


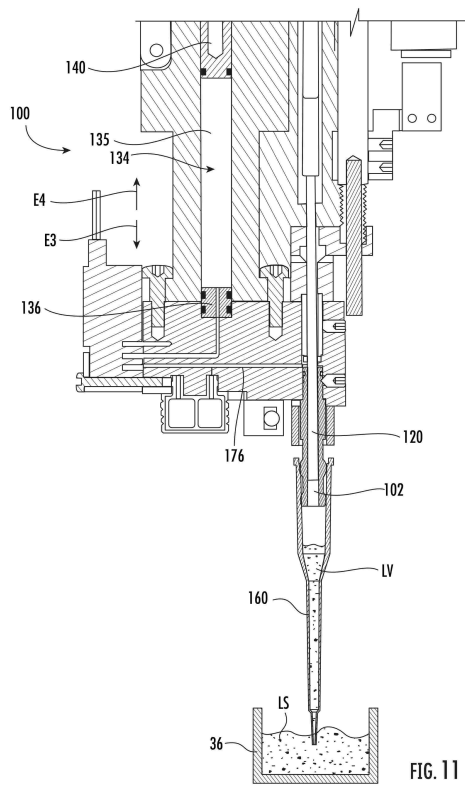
FIG. 10

30

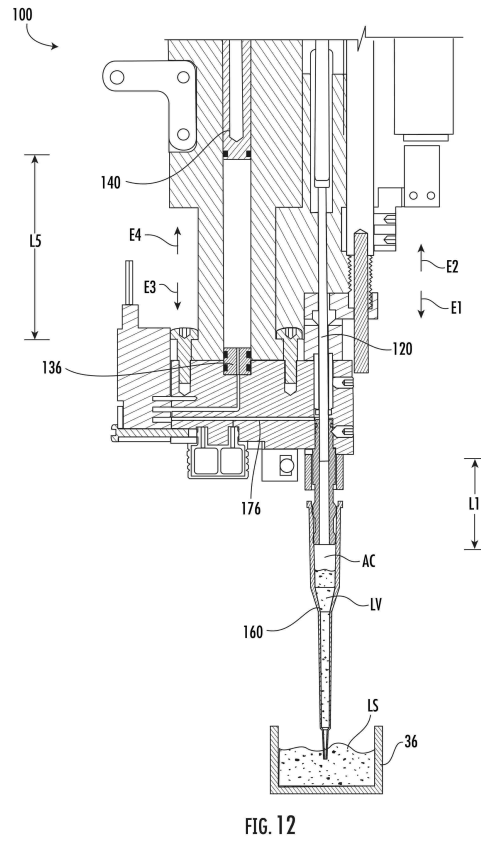
40

50

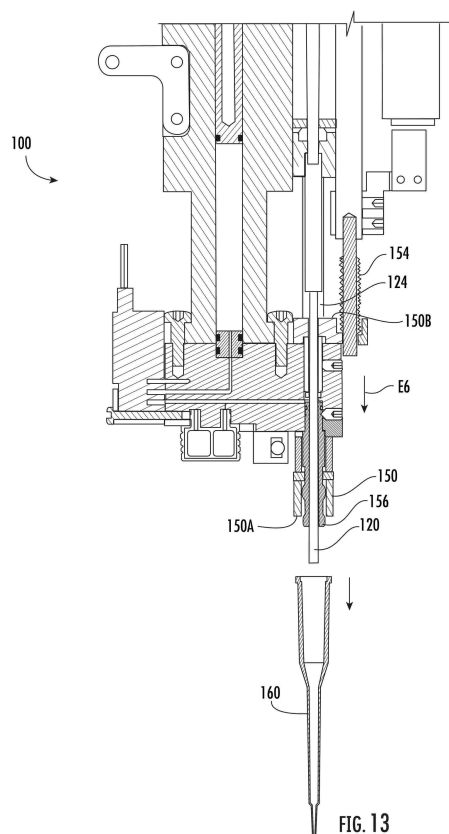
【図 1 1】



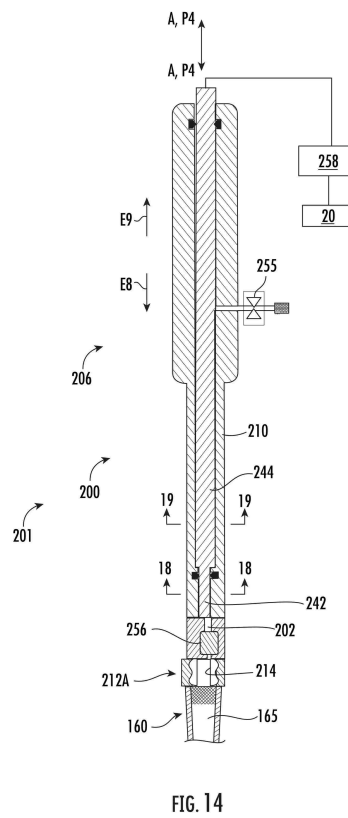
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

【図 19】

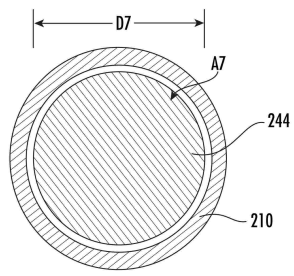


FIG. 19

【図 20】

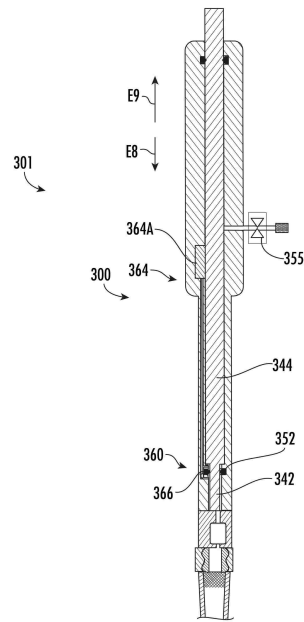


FIG. 20

10

20

【図 21】

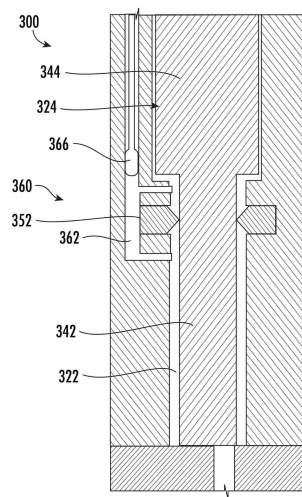


FIG. 21

【図 22】

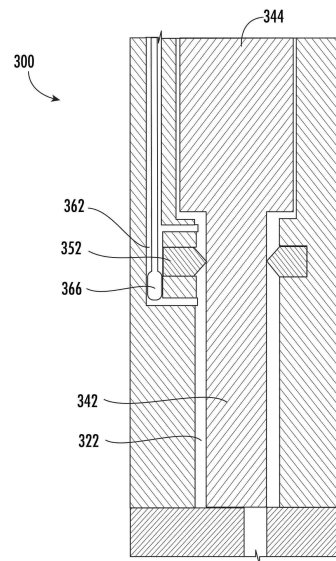


FIG. 22

30

40

50

【図 2 3】

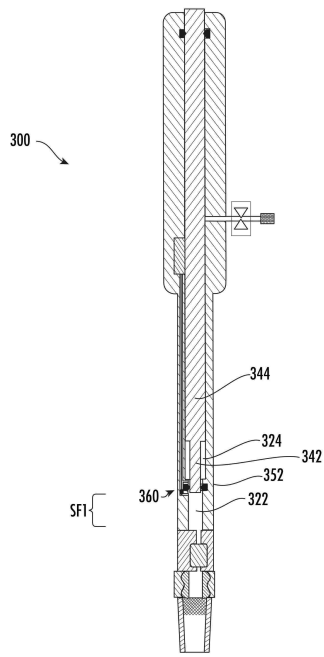


FIG. 23

【図 2 4】

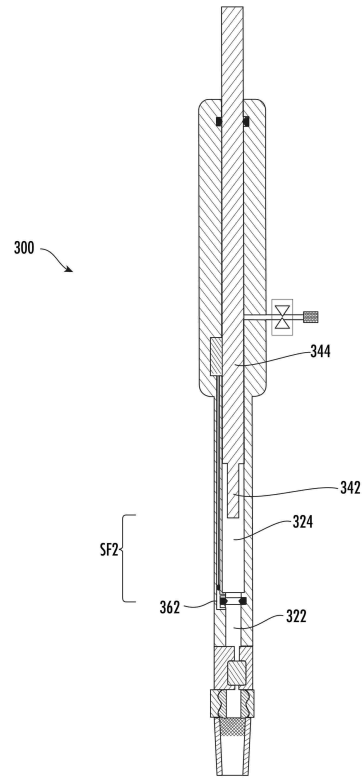


FIG. 24

【図 2 5】

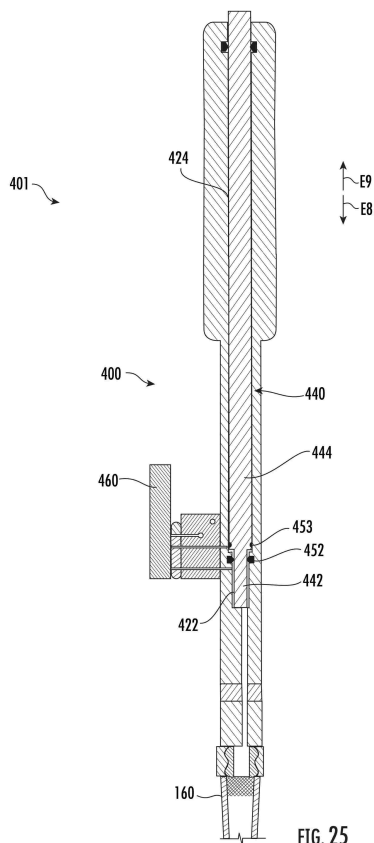


FIG. 25

【図 2 6】

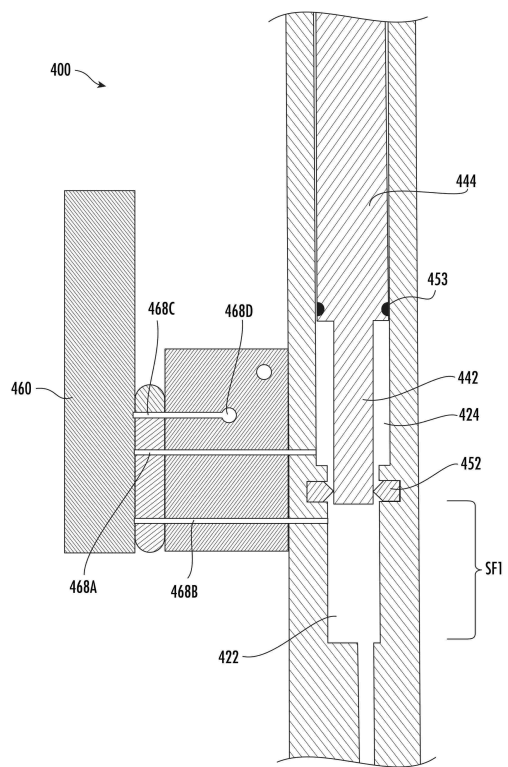


FIG. 26

10

20

30

40

50

【図 27】

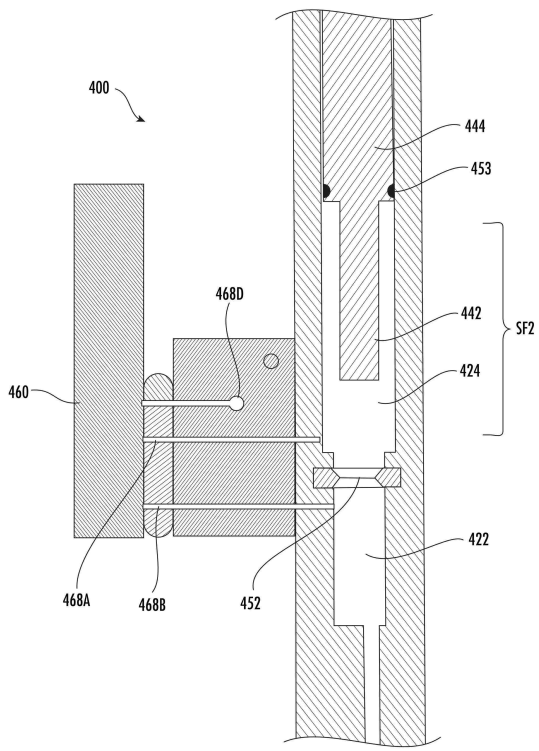


FIG. 27

【図 28】

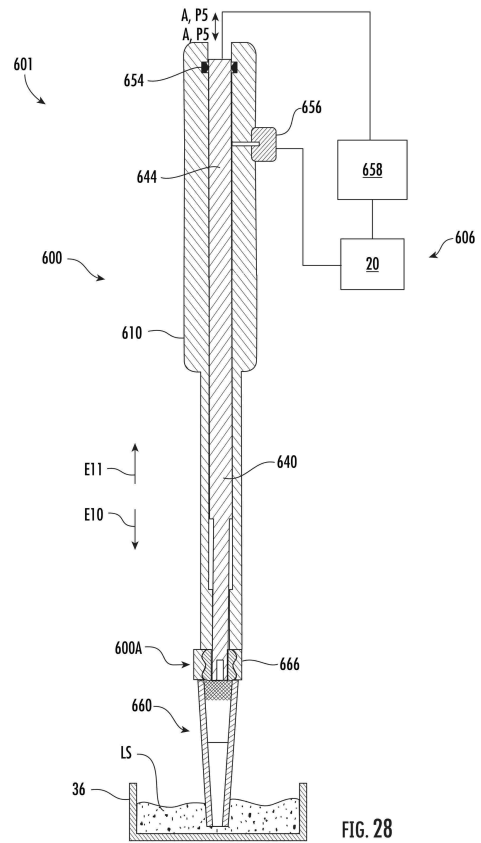


FIG. 28

【図 29】

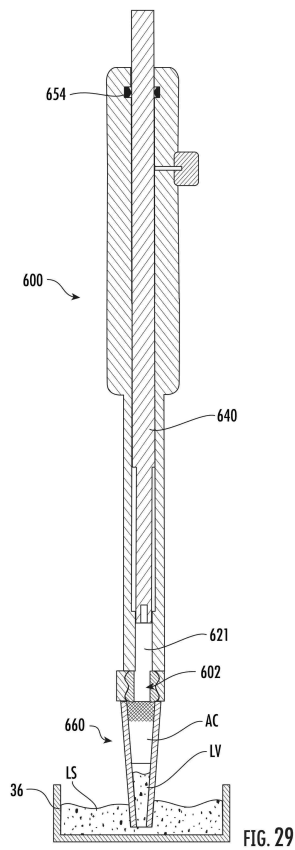


FIG. 29

【図 30】

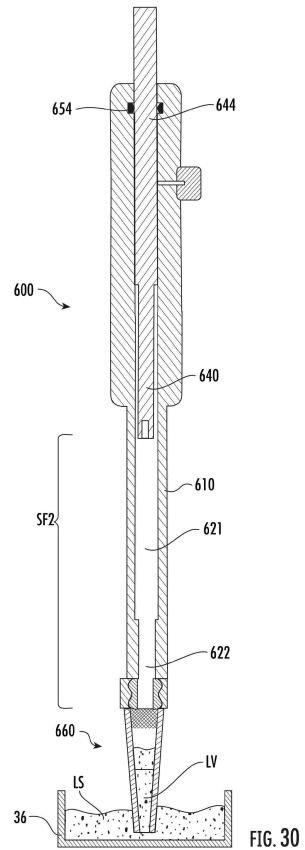


FIG. 30

10

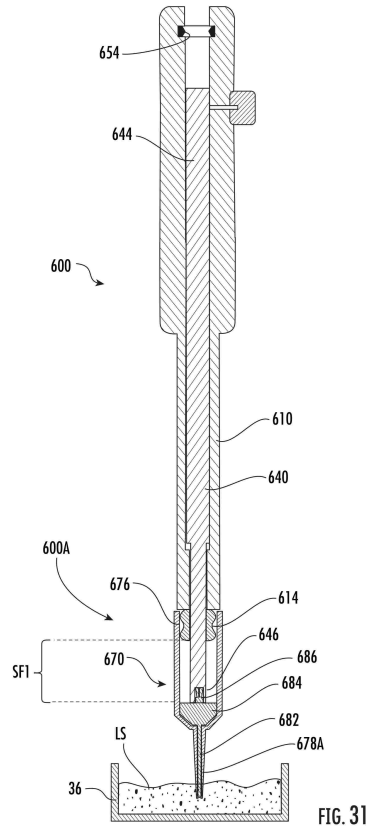
20

30

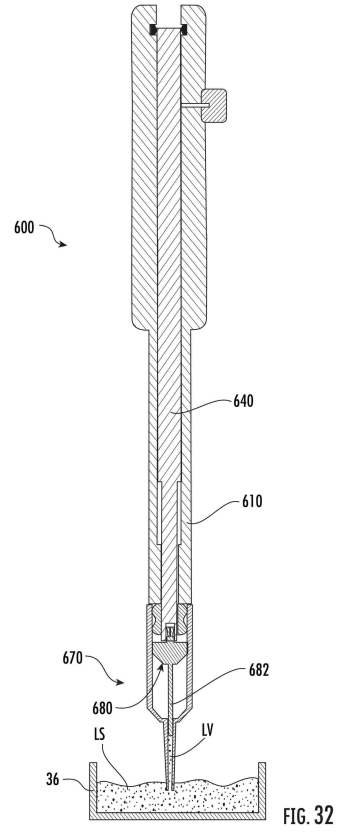
40

50

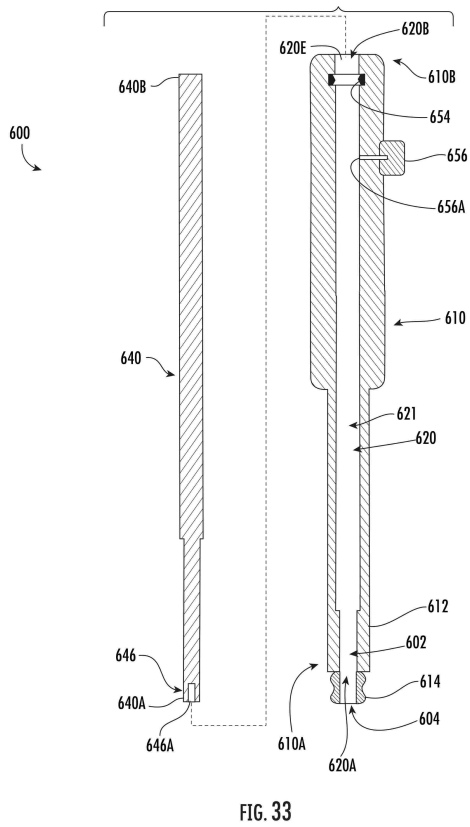
【図 3 1】



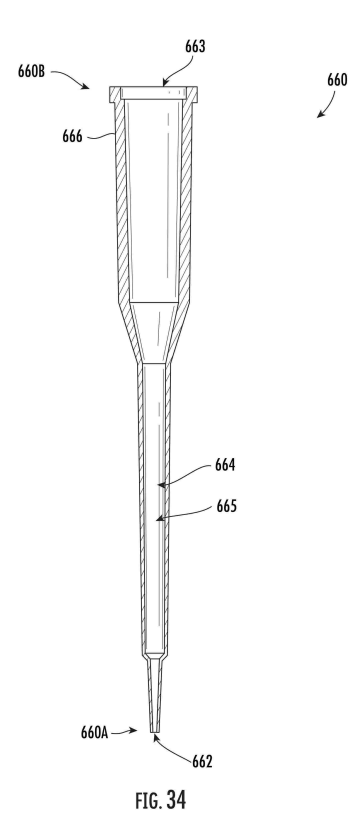
【図 3 2】



【図 3 3】



【図 3 4】



10

20

30

40

50

【図 35】

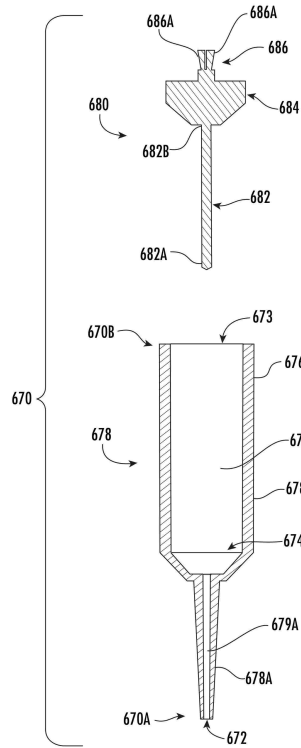


FIG. 35

【図 36】

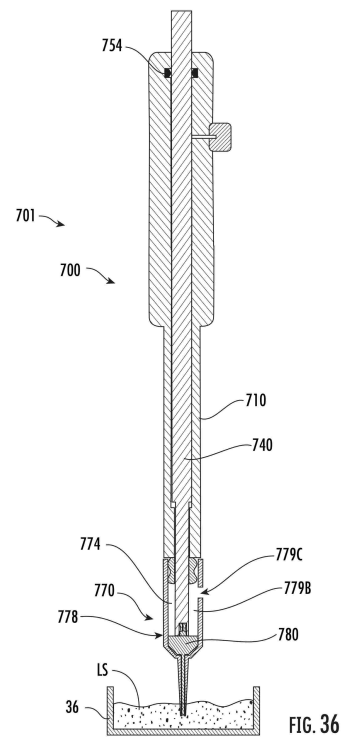


FIG. 36

【図 37】

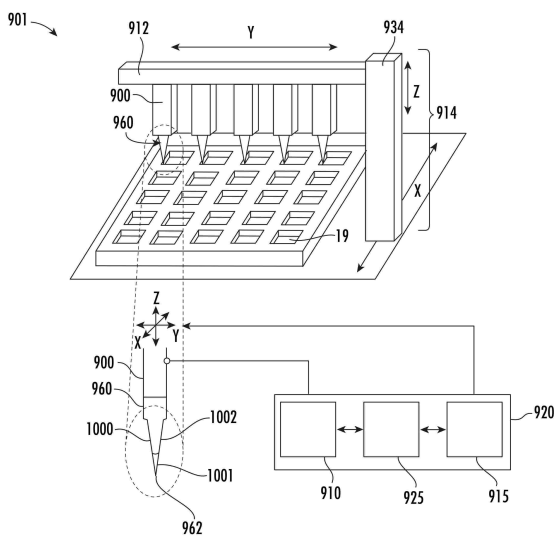


FIG. 37

【図 38】

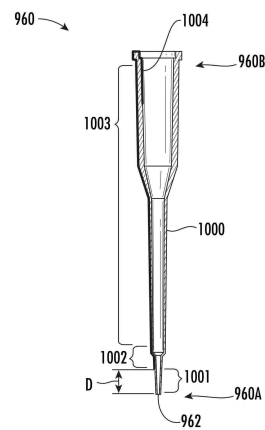


FIG. 38

10

20

30

40

50

【図 3 9 A】

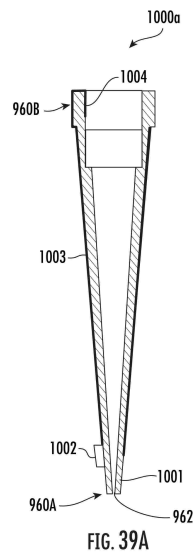


FIG. 39A

【図 3 9 B】

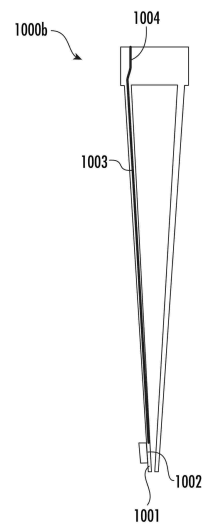


FIG. 39B

10

20

【図 3 9 C】

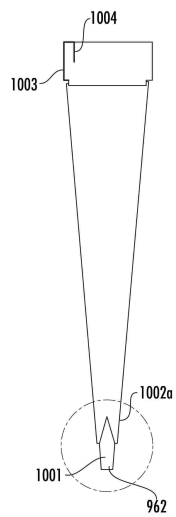


FIG. 40A

【図】

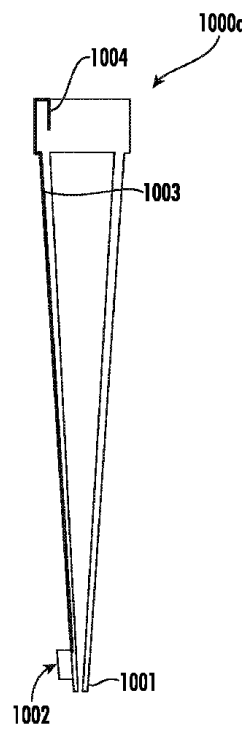


FIG. 39C

30

40

50

【図 40 A】

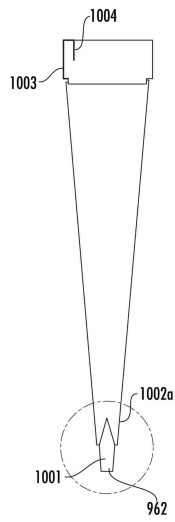


FIG. 40A

【図 40 B】

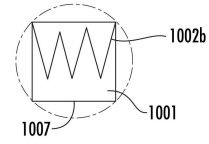


FIG. 40B

10

20

【図 40 C】

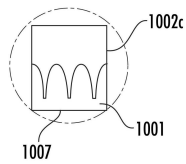


FIG. 40C

【図 41】

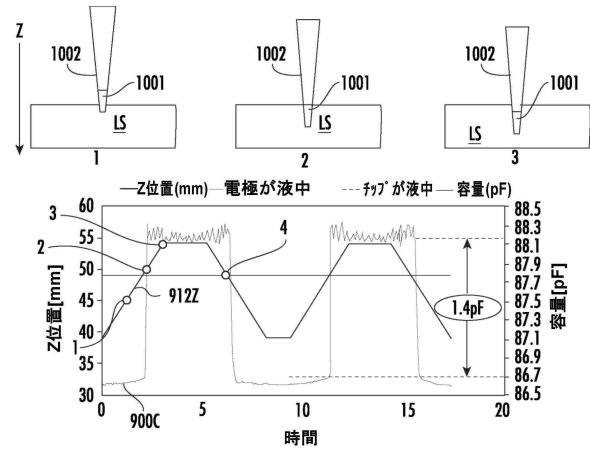


FIG. 41

30

40

50

【図 4 2】

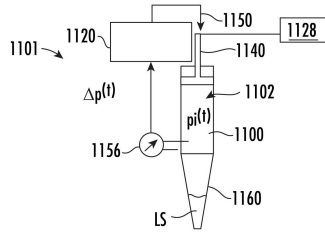


FIG. 42

【図 4 3 A】

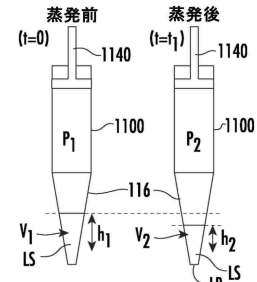


FIG. 43A

【図 4 3 B】

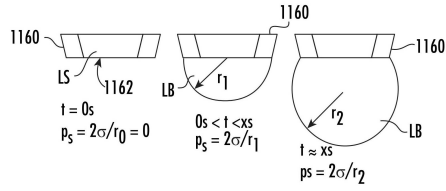


FIG. 43B

【図 4 4 A】

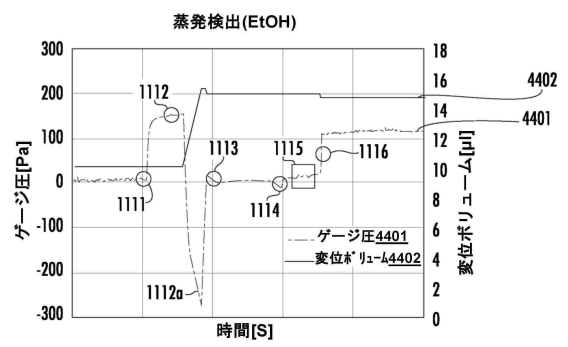


FIG. 44A

10

20

30

40

50

【図 4 4 B】

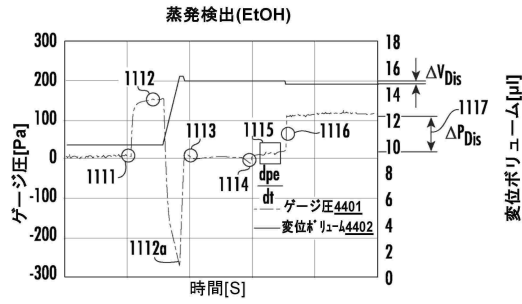


FIG. 44B

【図 4 5】

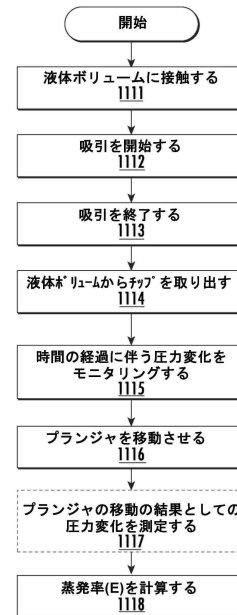


FIG. 45

【図 4 6 A】

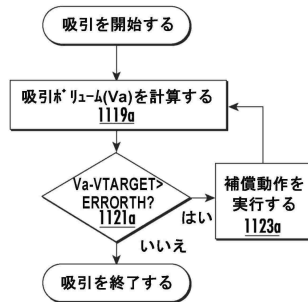


FIG. 46A

【図 4 6 B】

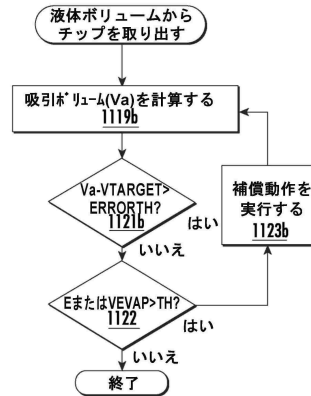


FIG. 46B

10

20

30

40

50

【図 4 7】

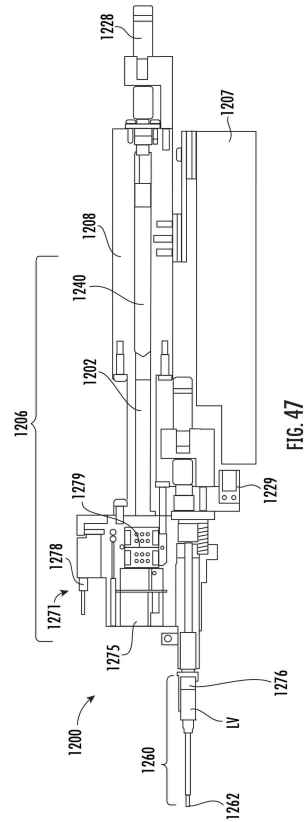


FIG. 47

【図 4 8】

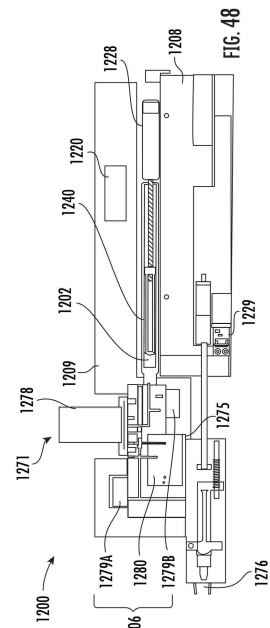


FIG. 48

【図 4 9】

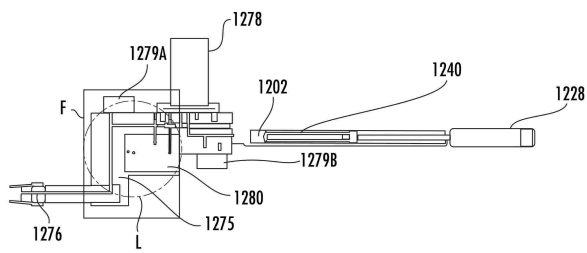


FIG. 49

【図 5 0】

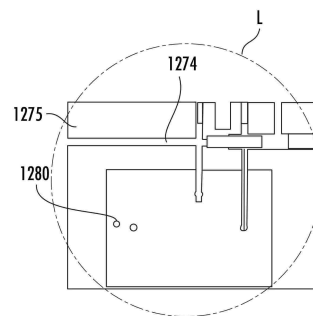


FIG. 50

10

20

30

40

50

【図 5 1】

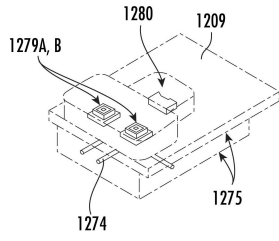


FIG. 51

【図 5 2】

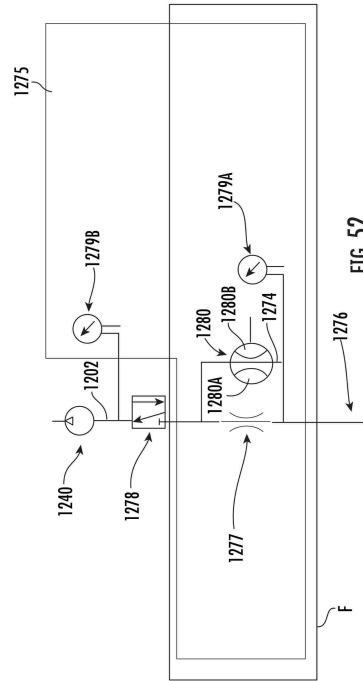


FIG. 52

【図 5 3】

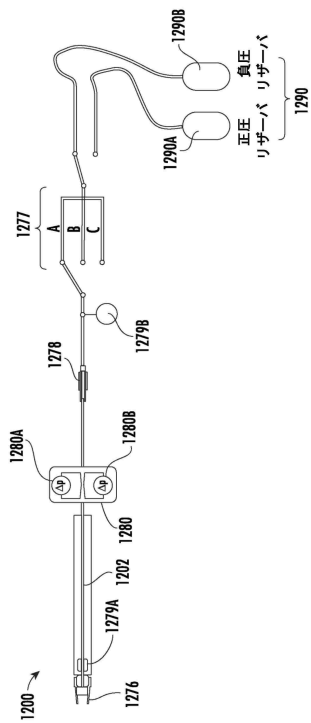


FIG. 53

【図 5 4】

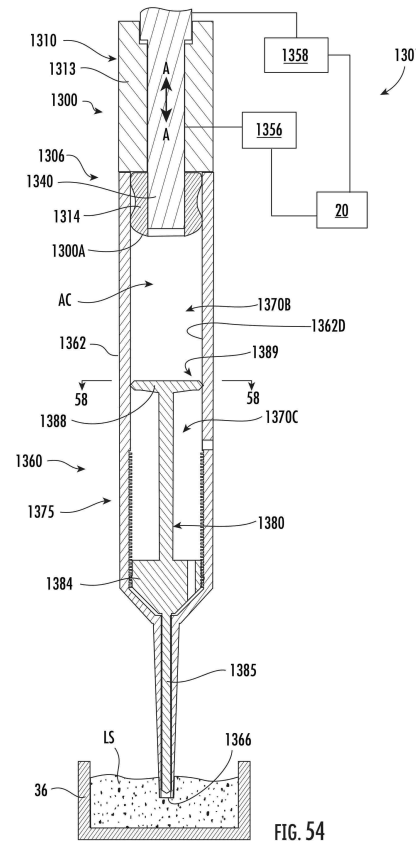


FIG. 54

10

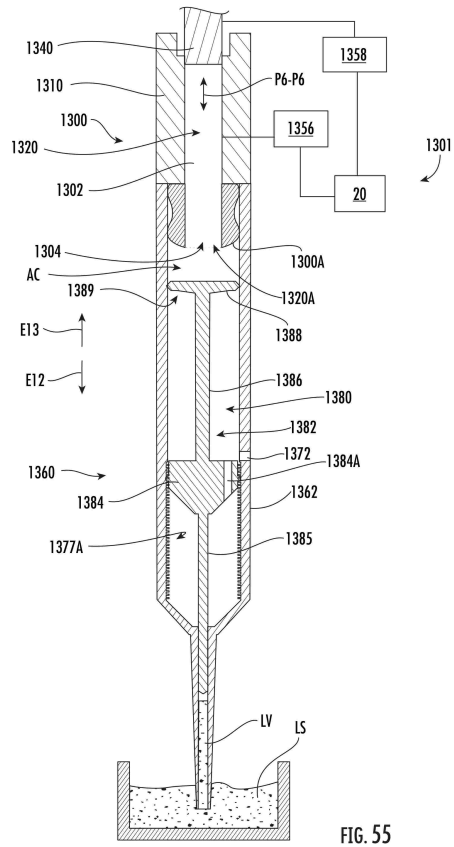
20

30

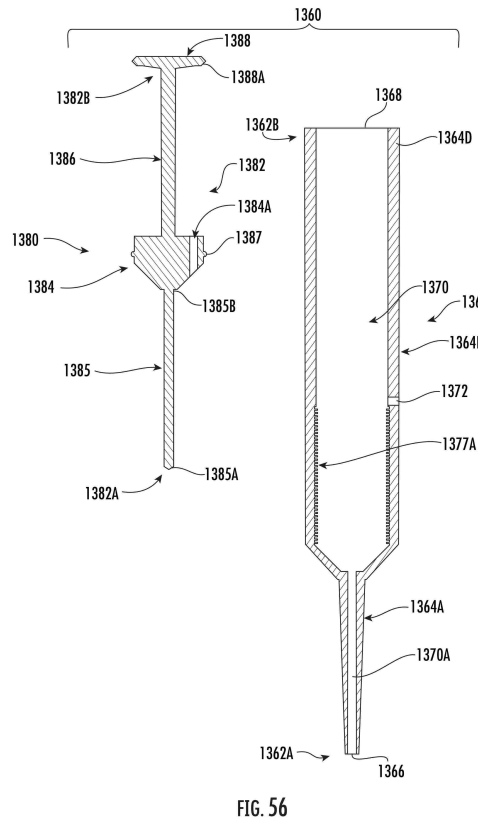
40

50

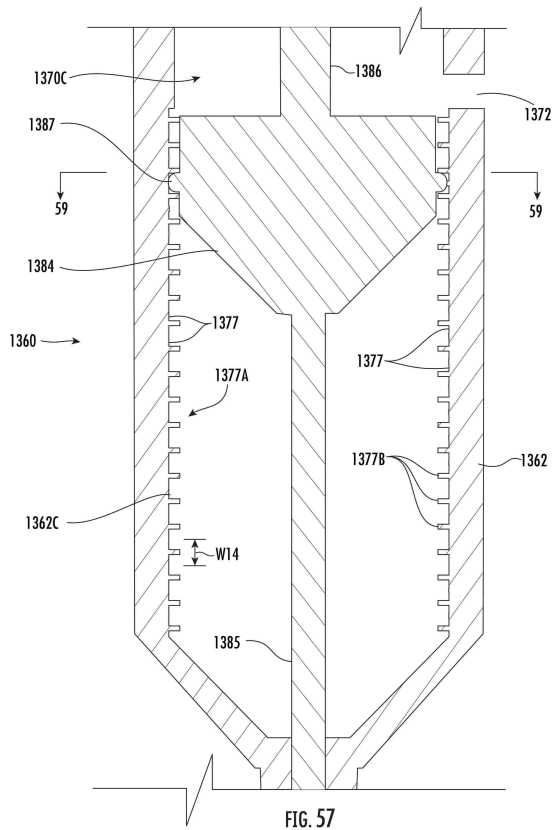
【図 5 5】



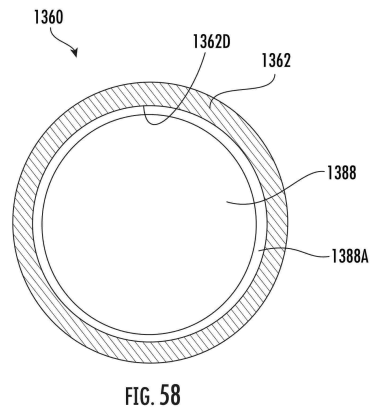
【図 5 6】



【図 5 7】



【図 5 8】



10

20

30

40

50

【図 59】

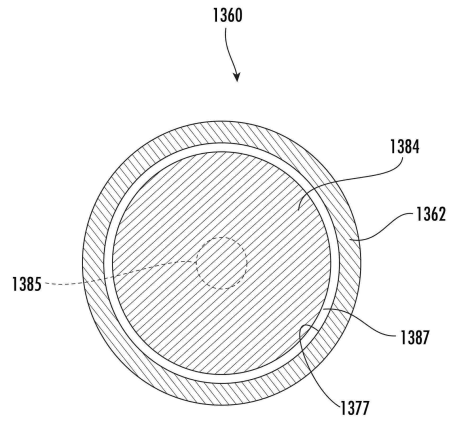


FIG. 59

【図 60】

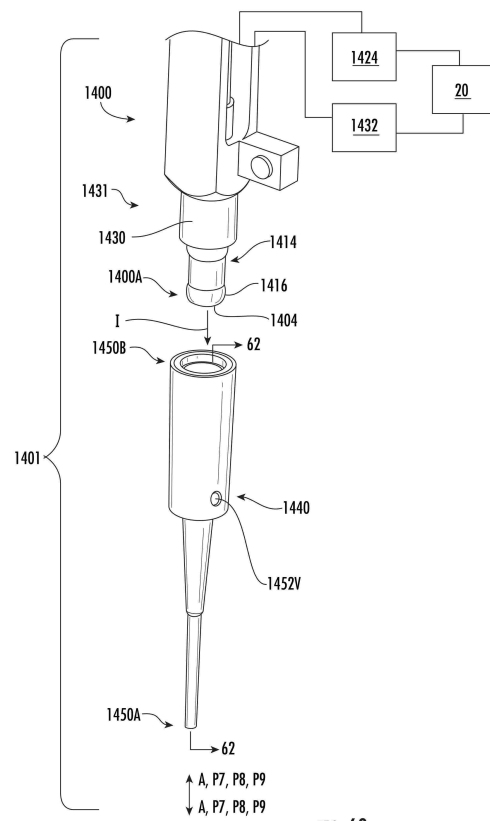


FIG. 60

10

20

【図 61】

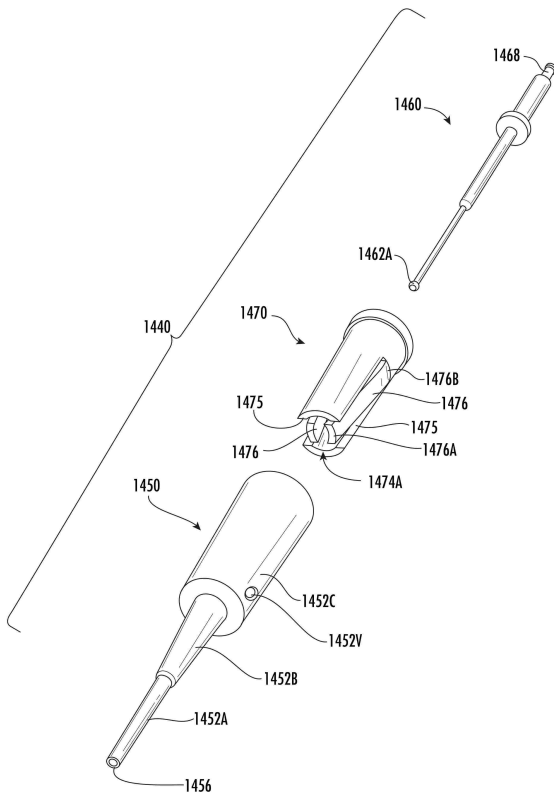


FIG. 61

【図 62】

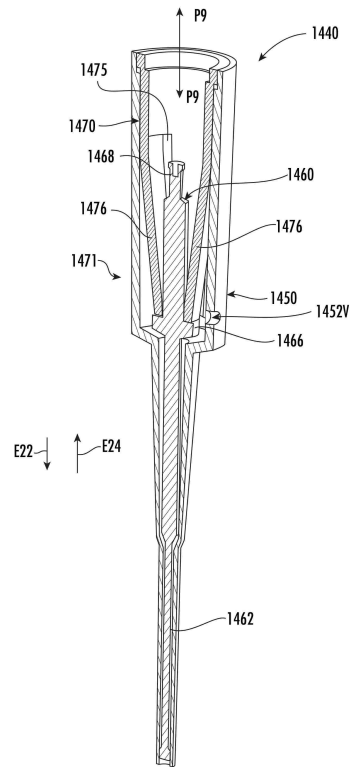


FIG. 62

30

40

50

【図 6 3】

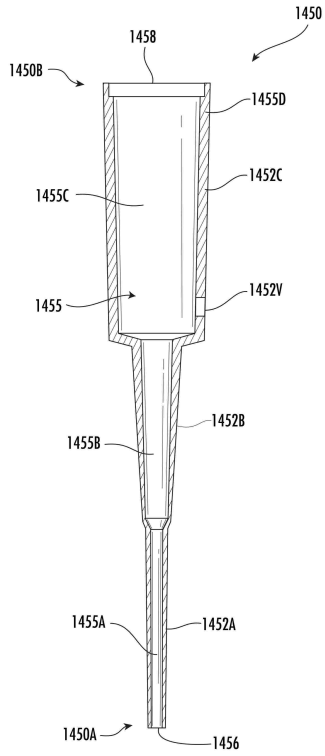


FIG. 63

【圖 6 4】

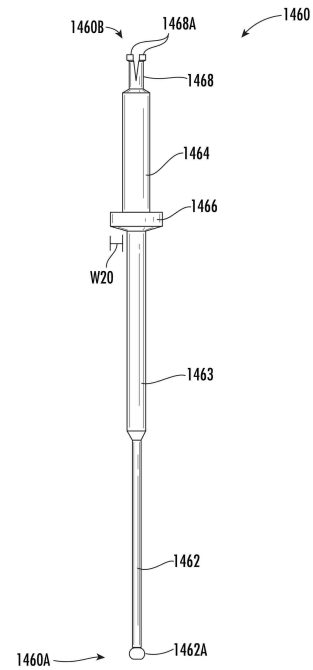


FIG. 64

10

20

【図 6 5】

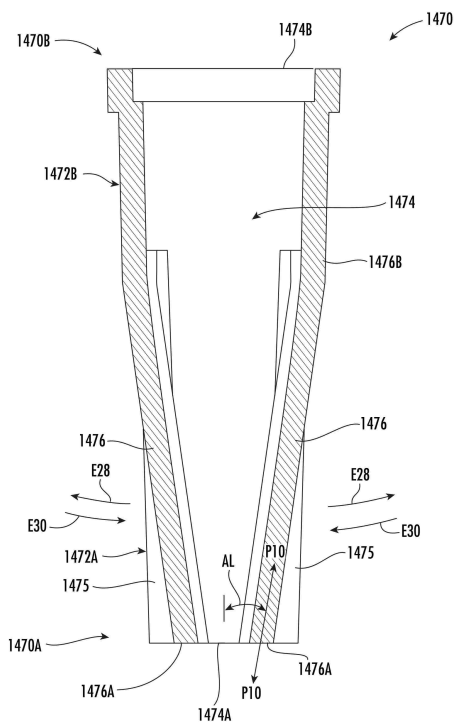


FIG. 65

【圖 6 6】

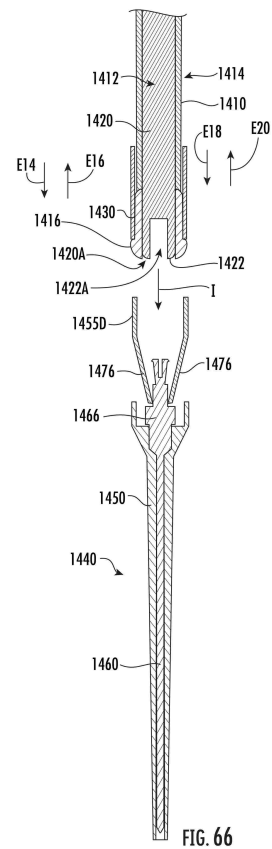


FIG. 66

30

40

50

【図 67】

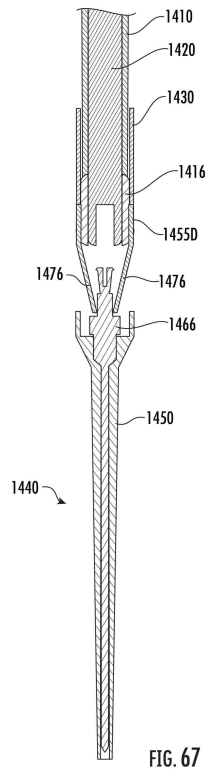


FIG. 67

【図 68】

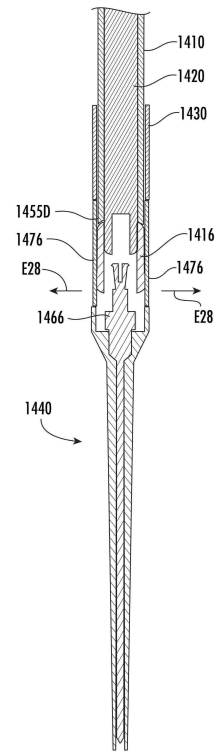


FIG. 68

【図 69】

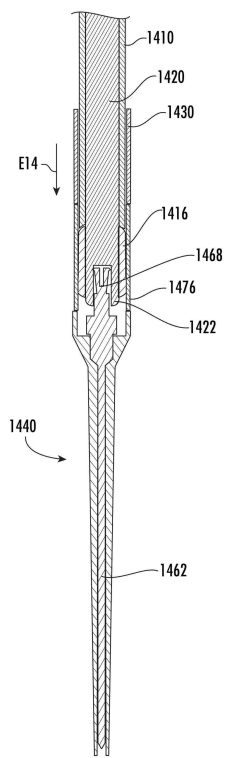


FIG. 69

【図 70】

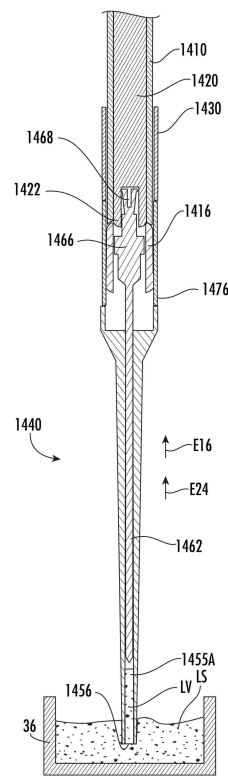


FIG. 70

10

20

30

40

50

【図 7 1】

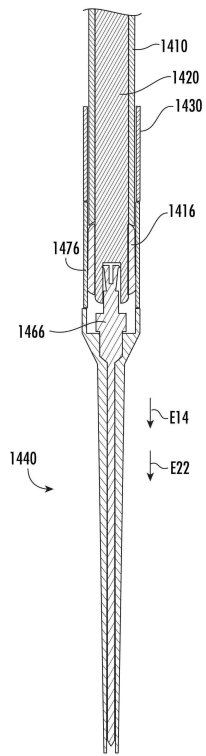


FIG. 71

【図 7 2】

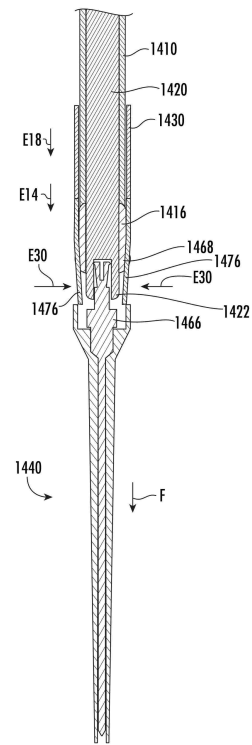


FIG. 72

【図 7 3】

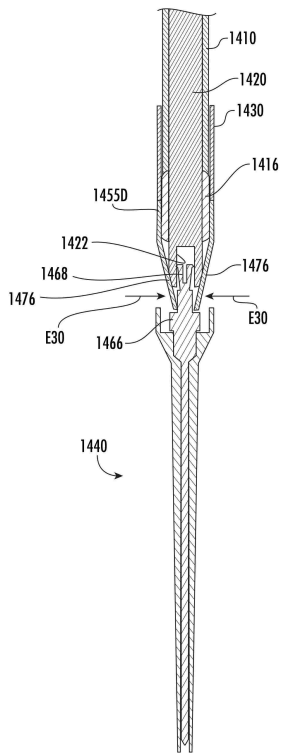


FIG. 73

【図 7 4】

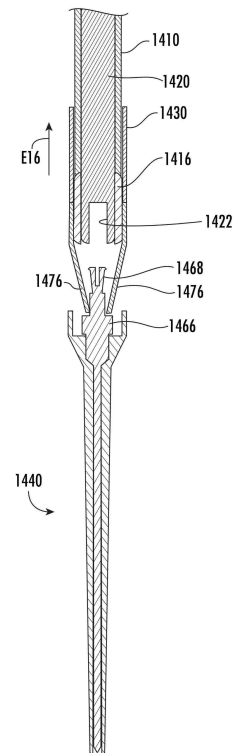


FIG. 74

10

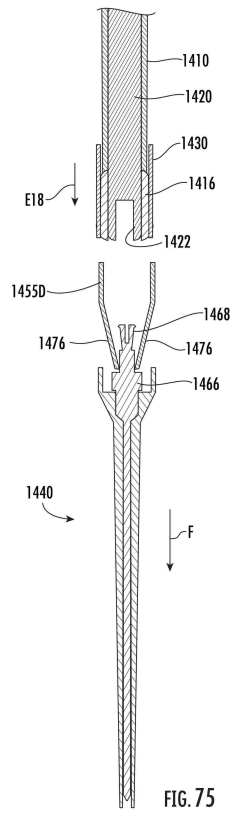
20

30

40

50

【図 7 5】



10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2023/065982

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B01L3/02 G01N35/10 G01F11/28 G01F11/02 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B01L G01N G01F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2021/163437 A1 (DENOVIX INC [US]) 19 August 2021 (2021-08-19)	1-17, 20-22, 25-41, 43-45, 80
Y	page 1 - page 18; figures 2, 4A, 8C-D -----	23, 46
X	GB 2 132 346 A (SHIMADZU CORP) 4 July 1984 (1984-07-04)	1, 3, 4, 7-10, 12, 16, 18-22, 24, 25, 27, 28, 31-34, 36, 40, 42-44, 47
Y	page 1 - page 3; figures 2, 8, 9 ----- -/--	23, 46
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 August 2023		Date of mailing of the international search report 25/10/2023
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Decaix, François

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2023/065982

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 973 662 B1 (GILSON SAS [FR]) 23 March 2016 (2016-03-23)	1, 2, 4, 10-22, 24-26, 28, 34-45, 47, 80, 81 23, 46
Y	paragraphs [0013] - [0016], [0020]; figures 1-3 -----	
Y	EP 2 359 932 A1 (TECAN TRADING AG [CH]) 24 August 2011 (2011-08-24) paragraph [0009]; figure 1A -----	23, 46
A	US 2016/067705 A1 (GEHRIG STEFAN [DE] ET AL) 10 March 2016 (2016-03-10) paragraphs [0004], [0052], [0054], [0056], [0058], [0090]; figures 1-7 -----	1-47

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2023/065982**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

10

20

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims;; it is covered by claims Nos.:
1-47, 80, 81

30

40

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2023/065982

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-47, 80, 81

how to render a pipetting system more robust

2. claims: 48-79

how to render a pipetting system covering multiple aspiration and dispensing ranges

3. claims: 82-100

how to render a pipetting system more flexible

4. claims: 101-113

how to improve a pipette tip to detect liquid

5. claims: 114-138

how to improve a robotic pipetting system for a higher accuracy of liquid volume aspiration

6. claims: 139-198

how to improve an automated pipetting system for a higher accuracy of liquid volume aspiration

7. claims: 199-204, 208, 209, 212-220

how to improve a pipette tip for more functionalities

8. claims: 205-207, 210, 211, 221-226

how to improve a pipette for a higher accuracy of liquid volume aspiration

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2023/065982

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2021163437 A1	19-08-2021	CA 3165085 A1	19-08-2021
		EP 4103327 A1	21-12-2022
		EP 4268960 A2	01-11-2023
		JP 2023515001 A	12-04-2023
		US 2021252496 A1	19-08-2021
		US 2022362759 A1	17-11-2022
		WO 2021163437 A1	19-08-2021
GB 2132346 A	04-07-1984	DE 3335641 A1	30-05-1984
		GB 2132346 A	04-07-1984
		JP S643061 Y2	26-01-1989
		JP S5984453 U	07-06-1984
EP 1973662 B1	23-03-2016	AU 2007203932 A1	12-07-2007
		CA 2633806 A1	12-07-2007
		CN 101365540 A	11-02-2009
		EP 1973662 A1	01-10-2008
		ES 2578279 T3	22-07-2016
		FR 2895920 A1	13-07-2007
		JP 5312044 B2	09-10-2013
		JP 2009531160 A	03-09-2009
		KR 20080092409 A	15-10-2008
		PL 1973662 T3	30-09-2016
		TW 200734056 A	16-09-2007
		US 2007169571 A1	26-07-2007
		WO 2007077527 A1	12-07-2007
EP 2359932 A1	24-08-2011	CN 102135084 A	27-07-2011
		EP 2359932 A1	24-08-2011
		JP 5475695 B2	16-04-2014
		JP 2011149937 A	04-08-2011
		US 2011182781 A1	28-07-2011
		US 2011182782 A1	28-07-2011
US 2016067705 A1	10-03-2016	DE 202013003390 U1	14-07-2014
		EP 2983826 A1	17-02-2016
		US 2016067705 A1	10-03-2016
		WO 2014166635 A1	16-10-2014

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,
ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,C
O,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,I
R,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,MW
,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL
,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100168642

弁理士 関谷 充司

(74)代理人 100169018

弁理士 網屋 美湖

(72)発明者 ペロウ, トーマス

アメリカ合衆国, マサチューセッツ州, ウォルサム, ウィンター・ストリート 940

(72)発明者 ローリンズ, トーマス

アメリカ合衆国, マサチューセッツ州, ウォルサム, ウィンター・ストリート 940

(72)発明者 ティートケ, ハンスーユルゲン

スイス連邦, ホンブレヒティコン, ガストリグヴェーク 6

(72)発明者 ハスラー, カイ

スイス連邦, ホンブレヒティコン, ガストリグヴェーク 6

F ターム (参考) 2G058 EA02 EA04 EA07 EB05 ED10 ED11 ED35

4G057 AB18 AB37 AF06