

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-109298  
(P2016-109298A)

(43) 公開日 平成28年6月20日(2016.6.20)

(51) Int.Cl.

**F 16 K 11/074** (2006.01)  
**F 16 K 3/08** (2006.01)  
**G 01 N 30/26** (2006.01)  
**G 01 N 1/00** (2006.01)

F 1

F 16 K 11/074  
F 16 K 3/08  
G 01 N 30/26  
G 01 N 1/00

Z  
3 H 053  
M  
1 O 1 L

テーマコード(参考)

2 G 052

3 H 053

3 H 067

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L 外国語出願 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2015-225478 (P2015-225478)  
(22) 出願日 平成27年11月18日 (2015.11.18)  
(31) 優先権主張番号 62/081,256  
(32) 優先日 平成26年11月18日 (2014.11.18)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 512009528  
アイデックス・ヘルス・アンド・サイエンス・リミテッド ライアビリティ カンパニー  
1 DEX HEALTH & SCIENCE LLC  
アメリカ合衆国 イリノイ州60062  
ノースブルック, ダンディ・ロード, 630, スイート 400  
(74) 代理人 1100000028  
特許業務法人明成国際特許事務所  
(72) 発明者 ダニエル・エム. ハートマン  
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州02346 ミドルボロ, レオナ・ドライブ, 16

最終頁に続く

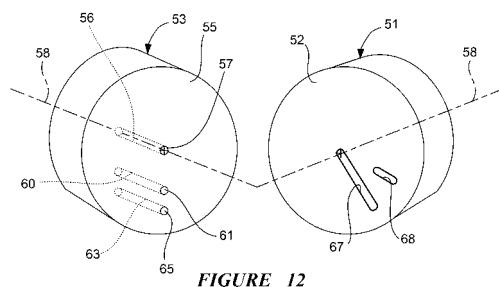
(54) 【発明の名称】個別または複合の流れを可能にするように複数の半径方向溝を有する複数位置型のマイクロ流体弁アセンブリ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】一度に複数の入力を、単一の出力に、選択的かつ任意に接続することができる弁を提供する

【解決手段】どちらも平坦な面を有する回転子デバイス51および固定子デバイス53を有する回転式せん断弁アセンブリ。固定子面55は、共通の回転軸58に位置された中心ポート57と、中心ポートから半径R1だけ半径方向に離隔された第2のポート61と、半径R2で離隔された第3のポート65とを含む。第2および第3のポートが、中心ポートと概して直線状に整列する。回転子面52は、共通の回転軸から、中心ポートから半径R2にある位置まで半径方向外側に延びる第1の回転子溝67を含む。回転子デバイスは、軸の周りで回転できるように固定子デバイスに回転可能に取り付けられ、2つ以上の離散回転子位置の間で、回転子デバイスと固定子デバイスとの液密の選択的な相対回転を提供する。

【選択図】図12



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

実質的に平坦な回転子面を有する回転子デバイスと、  
実質的に平坦な固定子面を有する固定子デバイスと、を備える回転式せん断弁アセンブリであって、

前記固定子デバイスが、そこを通って延びる第1の通路を画定し、前記第1の通路が、前記固定子面にある中心ポート、および前記回転子面と前記固定子面の両方の共通の中心回転軸で終端し、

前記固定子デバイスが、さらに、そこを通って延びる第2の通路を画定し、前記第2の通路が、前記固定子面にあり前記中心ポートから半径R1だけ半径方向に離隔された第2のポートで終端し、

前記固定子デバイスが、さらに、そこを通って延びる第3の通路を画定し、前記第3の通路が、前記固定子面にあり前記中心ポートから半径R2だけ半径方向に離隔された第3のポートで終端し、前記中心ポートおよび前記第2のポートと概して直線状に整列し、半径R2が半径R1よりも大きく、

前記回転子デバイスが、さらに、前記回転子面に画定され、前記共通の中心回転軸から、前記中心ポートから概して前記半径R2の位置まで半径方向外側に延びる第1の回転子溝を有し、

前記回転子デバイスが、回転子・固定子界面で、2つ以上の離散回転子位置の間で、前記回転子面と前記固定子面の間の液密の選択的な相対回転を可能にする様式で、前記回転軸の周りで回転できるように前記固定子デバイスに回転可能に取り付けられ、

前記回転子デバイスが第1の離散回転子位置にあるとき、前記第1の回転子溝が、前記中心ポート、前記第2のポート、および前記第3のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する、回転式せん断弁アセンブリ。

## 【請求項 2】

請求項1に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、

前記中心ポートおよび前記第2のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、前記第3のポートが、そこを通る前記それぞれの液体の出力のための出力ポートである、回転式せん断弁アセンブリ。

## 【請求項 3】

請求項1に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、

前記中心ポートおよび前記第3のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、前記第2のポートが、そこを通る前記それぞれの液体の出力のための出力ポートである、回転式せん断弁アセンブリ。

## 【請求項 4】

請求項1に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、

前記第2のポートおよび前記第3のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、前記中心ポートが、そこを通る前記それぞれの液体の出力のための出力ポートである、回転式せん断弁アセンブリ。

## 【請求項 5】

請求項2に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、

前記回転子デバイスが、さらに、前記回転子面に画定された第1の回転子チャネルを含み、前記第1の回転子チャネルが、前記共通の中心回転軸から半径方向外方向に延び、前記中心ポートから概して前記半径R1にある第1の半径方向位置から始まって、前記中心ポートから概して前記半径R2にある第2の半径方向位置まで延び、

前記回転子デバイスが、前記第1の回転子位置から前記中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第2の離散回転子位置にあるとき、前記第1の回転子チャネルが、前記第2のポートおよび前記第3のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する、回転式せん断弁アセンブリ。

## 【請求項 6】

10

20

30

40

50

請求項 5 に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、

前記回転子デバイスが、さらに、第 1 の円弧長さを有し、前記回転子面に画定され、半径 R 2 を有する仮想円に沿って前記中心回転軸の周りで円周方向に延びる円周方向回転子溝を含み、

前記固定子面が、さらに、第 2 の円弧長さを有し、やはり前記仮想円の周りで円周方向に延びる円周方向固定子溝を含み、

前記回転子デバイスが、前記第 1 の回転子位置と前記第 2 の回転子位置との両方から前記中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第 3 の離散回転子位置にあるとき、前記第 1 の回転子溝が、前記円周方向固定子溝の一端と流体連絡するように方向付けられ、前記円周方向固定子溝の反対側の端部が、前記円周方向回転子溝の一端と流体連絡するように方向付けられ、前記円周方向回転子溝の反対側の端部が、前記第 3 のポートと流体連絡するように方向付けられ、それにより前記中心ポートが前記第 3 のポートのみと流体連絡する、回転式せん断弁アセンブリ。

#### 【請求項 7】

請求項 6 に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、

前記円周方向回転子溝の前記第 1 の円弧長さと、前記円周方向固定子溝の前記第 2 の円弧長さとの和が、少なくとも、回転子面が回転方向で回転して第 1 の回転子位置から第 3 の回転子位置に移動するときの半径 R 2 での第 3 の円弧長さである、回転式せん断弁アセンブリ。

#### 【請求項 8】

実質的に平坦な回転子面を有する回転子デバイスと、

実質的に平坦な固定子面を有する固定子デバイスと、を備える回転式せん断弁アセンブリであって、

回転子 - 固定子界面で、複数の離散回転子位置間で、前記回転子面と前記固定子面との間の液密の選択的な相対回転を可能にする様式で、前記回転子デバイスが前記固定子デバイスに回転可能に取り付けられるときに、前記回転子面および前記固定子面が共通の中心回転軸を有し、

前記固定子デバイスが、さらに、そこを通って延びる第 2 の通路を画定し、前記第 2 の通路が、前記固定子面にある第 2 のポートで終端し、前記第 2 のポートが、前記中心回転軸を中心とする半径 R 1 を有する第 1 の仮想円上に含まれ、

前記固定子デバイスが、さらに、そこを通って延びる第 3 の通路を画定し、前記第 3 の通路が、前記固定子面にある第 3 のポートで終端し、前記第 3 のポートが、前記中心回転軸を中心とする半径 R 2 を有する第 2 の仮想円上に含まれ、前記第 3 のポートおよび前記第 2 のポートが、前記中心回転軸と概して直線状に整列するように方向付けられ、

前記回転子デバイスが、さらに、第 1 の回転子チャネルと第 2 の回転子チャネルを有し、各チャネルが、前記回転子面に画定され、前記中心回転軸から半径方向外側へのそれぞれの方向に延び、前記第 1 の回転子チャネルと前記第 2 の回転子チャネルがそれぞれ、前記第 1 の仮想円上に含まれるそれぞれの部分と、前記第 2 の仮想円上に含まれる反対側の部分とを有し、

前記回転子デバイスが第 1 の離散回転子位置にあるとき、前記第 1 の回転子チャネルが、前記第 2 のポートおよび前記第 3 のポートと整列するように方向付けられて流体接続し、

前記回転子デバイスが、前記第 1 の回転子位置に直に隣接し、そこから前記中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第 2 の離散回転子位置にあるとき、前記第 2 の回転子チャネルが、前記第 2 のポートおよび前記第 3 のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続し、それにより、前記回転子デバイスが前記第 1 の回転子位置と前記第 2 の回転子位置との間で迅速に切り替えられるとき、前記第 2 のポートから前記第 3 のポートへのほぼ連続的な液体流れを維持することができる回転式せん断弁アセンブリ。

#### 【請求項 9】

10

20

30

40

50

請求項 8 に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、  
 半径 R 2 が半径 R 1 よりも大きく、  
 前記第 1 の仮想円が内側仮想円であり、  
 前記第 2 の仮想円が外側仮想円である、回転式せん断弁アセンブリ。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、  
 前記第 2 のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、前記第 3 のポートが、そこを通るそれぞれの液体の出力のための出力ポートである、回転式せん断弁アセンブリ。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、  
 前記回転子デバイスが、さらに、前記回転子面内に画定され、前記中心回転軸から半径方向外方向に延びる第 3 の回転子チャネルを有し、前記第 3 の回転子チャネルが、前記内側仮想円上に含まれる内側部分と、前記外側仮想円上に含まれる反対側の外側部分とを有し、

前記回転子デバイスが、前記第 2 の回転子位置に直に隣接し、そこから前記中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第 3 の離散回転子位置にあるとき、前記第 3 の回転子チャネルが、前記第 2 のポートおよび前記第 3 のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続し、それにより、前記回転子デバイスが前記第 2 の回転子位置と前記第 3 の回転子位置との間で迅速に切り替えられるとき、前記第 2 のポートから前記第 3 のポートへのほぼ連続的な液体流れを維持することができる、回転式せん断弁アセンブリ。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、  
 前記固定子デバイスが、そこを通って延びる第 1 の通路を画定し、前記第 1 の通路が、前記固定子面にある中心ポートで終端し、前記中心ポートが、前記共通の中心回転軸と同軸に位置決めされ、

前記回転子デバイスが、さらに、細長い第 1 の回転子溝を有し、前記第 1 の回転子溝が、前記回転子面に画定され、前記中心回転軸で前記中心ポートと一致して流体連絡する一端を有し、前記第 1 の回転子溝が、そこから半径方向外側に延び、前記外側仮想円上に含まれるその反対側の端部で終端し、

前記回転子デバイスが第 4 の離散回転子位置にあるとき、前記第 1 の回転子溝が、前記中心ポート、前記第 2 のポート、および前記第 3 のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する、回転式せん断弁アセンブリ。

【請求項 13】

請求項 9 に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、  
 前記固定子デバイスが、さらに、そこを通って延びる第 4 の通路を画定し、前記第 4 の通路が、前記固定子面にある第 4 のポートで終端し、前記第 4 のポートが、前記外側仮想円上に含まれ、

前記固定子デバイスが、さらに、半径方向固定子溝を画定し、前記半径方向固定子溝が、前記中心回転軸および前記第 4 のポートと概して直線状に整列するように延び、前記半径方向固定子溝の内側部分が前記内側仮想円に位置決めされ、反対側の外側部分が前記外側仮想円に位置決めされ、前記第 4 のポートと連続的に流体連絡し、

前記回転子デバイスが、さらに、前記回転子面に画定され、前記内側仮想円上で前記中心回転軸の周りで円周方向に延びる内側円周方向内側回転子チャネルを有し、前記内側回転子チャネルが、少なくとも 2 つの連続して隣接する離散回転子位置に延びる円弧長さを有し、

前記回転子デバイスが第 6 の離散回転子位置にあるとき、前記内側円周方向回転子溝が、前記第 2 のポートおよび前記固定子溝の前記内側部分と円周方向で整列するように方向付けられて流体接続し、それにより、前記第 2 のポートが前記第 4 のポートと流体連絡し、

10

20

30

40

50

前記回転子デバイスが、前記第6の回転子位置に直に隣接し、そこから前記中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第7の離散回転子位置にあるとき、前記内側円周方向回転子溝が、前記第2のポートおよび前記固定子溝の前記内側部分と連続的に円周方向で整列するように方向付けられて連続的に流体接続し、それにより、前記回転子デバイスが前記第6の回転子位置と前記第7の回転子位置との間で迅速に切り替えられるとき、前記第2のポートから前記第4のポートへのほぼ連続的な液体流れを維持することができる、回転式せん断弁アセンブリ。

【請求項14】

実質的に平坦な回転子面を有する回転子デバイスと、  
実質的に平坦な固定子面を有する固定子デバイスと、を備える回転式せん断弁アセンブリであって、

回転子・固定子界面で、複数の離散回転子位置間で、前記回転子面と前記固定子面との間の液密の選択的な相対回転を可能にする様式で前記回転子デバイスが前記固定子デバイスに回転可能に取り付けられるときに、前記回転子面と前記固定子面が共通の中心回転軸を有し、

前記固定子デバイスが、さらに、そこを通って延びる第2の通路を画定し、前記第2の通路が、前記固定子面にある第2のポートで終端し、前記第2のポートが、前記中心回転軸を中心とする半径R1を有する第1の仮想円上に含まれ、

前記固定子デバイスが、さらに、そこを通って延びる第4の通路を画定し、前記第4の通路が、前記固定子面にある第4のポートで終端し、前記第4のポートが、前記中心回転軸を中心とする半径R2を有する第2の仮想円上に含まれ、

前記固定子デバイスが、さらに、前記中心回転軸および前記第4のポートと概して直線状に整列するように延びる半径方向固定子溝を画定し、前記固定子溝の一部分が前記第1の仮想円に位置決めされ、反対側の部分が前記第2の仮想円に位置決めされて、前記第4のポートと連続的に流体連絡し、

前記回転子デバイスが、さらに、前記回転子面に画定され、前記第1の仮想円上で前記中心回転軸の周りで円周方向に延びる第1の円周方向回転子溝を有し、前記第1の円周方向回転子チャネルが、少なくとも2つの連続して隣接する離散回転子位置に延びる円弧長さを有し、

前記回転子デバイスが第1の離散回転子位置にあるとき、前記第1の円周方向回転子溝が、前記第2のポートおよび前記固定子溝の前記内側部分と円周方向で整列するように方向付けられて流体接続し、それにより、前記第2のポートが前記第4のポートと流体連絡し、

前記回転子デバイスが、前記第1の回転子位置に直に隣接し、そこから前記中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第2の離散回転子位置にあるとき、前記第1の円周方向回転子溝が、前記第2のポートおよび前記固定子溝の前記内側部分と連続的に円周方向で整列するように方向付けられて連続的に流体接続し、それにより、前記回転子デバイスが前記第1の回転子位置と前記第2の回転子位置との間で迅速に切り替えられるとき、前記第2のポートから前記第4のポートへのほぼ連続的な液体流れを維持することができる回転式せん断弁アセンブリ。

【請求項15】

半径R2が半径R1よりも大きく、  
前記第1の仮想円が内側仮想円であり、  
前記第2の仮想円が外側仮想円である  
請求項14に記載の回転式せん断弁アセンブリ。

【請求項16】

請求項15に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、  
前記第2のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、前記第3のポートが、そこを通るそれぞれの液体の出力のための出力ポートである、回転式せん断弁アセンブリ。

10

20

30

40

50

## 【請求項 17】

請求項 15 に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、

前記第 1 の円周方向回転子溝が、前記第 1 の離散回転子位置から第 3 の離散回転子位置まで少なくとも 3 つの連続する隣接する離散固定子位置に延びる円弧長さを有し、

前記回転子デバイスが、前記第 2 の回転子位置に直に隣接し、そこから前記中心回転軸の周りで回転方向にずらされた前記第 3 の離散回転子位置にあるとき、前記第 1 の円周方向回転子溝が、前記第 2 のポートおよび前記固定子溝の前記内側部分と連続的に円周方向で整列するように方向付けられて連続的に流体接続し、それにより、前記回転子デバイスが前記第 1 の回転子位置、前記第 2 の回転子位置、および前記第 3 の回転子位置の任意のものの間で迅速に切り替えられるとき、前記第 2 のポートから前記第 4 のポートへのほぼ連続的な液体流れを維持することができる、回転式せん断弁アセンブリ。

10

## 【請求項 18】

請求項 15 に記載の回転式せん断弁アセンブリであって、

前記固定子デバイスが、そこを通って延びる第 1 の通路を画定し、前記第 1 の通路が、前記固定子面にある中心ポートで終端し、前記中心ポートが、前記共通の中心回転軸と同軸に位置決めされ、

前記固定子デバイスが、さらに、そこを通って延びる第 3 の通路を画定し、前記第 3 の通路が、前記固定子面にある第 3 のポートで終端し、前記第 3 のポートが、前記外側仮想円上に含まれ、前記第 3 のポートが、前記中心回転軸および前記第 2 のポートと概して直線状に整列するように方向付けられ、

20

前記回転子デバイスが、さらに、細長い第 1 の半径方向回転子溝を有し、前記細長い第 1 の半径方向回転子溝が、前記回転子面に画定され、前記中心回転軸で前記中心ポートと一致して流体連絡する一端を有し、前記第 1 の回転子溝が、そこから半径方向外側に延び、前記外側仮想円上に含まれるその反対側の端部で終端し、

前記回転子デバイスが第 4 の離散回転子位置にあるとき、前記第 1 の回転子溝が、前記中心ポート、前記第 2 のポート、および前記第 3 のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する、回転式せん断弁アセンブリ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

30

## (関連出願)

本願は、米国特許法 119 条 (e) の下で、本願と同時係属中の「SELECTOR VALVE FLOWS WITH MULTIPLE RADIAL GROOVES TO ENABLE INDIVIDUAL OR COMBINED」という名称の 2014 年 11 月 18 日出願の米国仮特許出願第 62/081,256 号からの優先権を主張するものである。

## 【0002】

本発明は、一般に、複数位置型のマイクロ流体弁アセンブリに関し、より詳細には、代替経路に沿って流体をフローストリームへと送る、液体クロマトグラフィ (LC) および他の分析方法で利用される回転式せん断弁アセンブリに関する。

40

## 【背景技術】

## 【0003】

従来の液体クロマトグラフィ (LC) 送給システム 30 は、典型的には 2 つの回転式せん断弁を利用する。すなわち、図 1 に示されるように、回転式せん断分流器弁 31 と、回転式せん断セレクタ弁 32 である。分流器弁 31 は、LC の流れを、質量分析計供給源 (図 1 に「供給源」として示された出力デバイス) などの分析システムまたは廃棄物容器に送るように切り替えられ、セレクタ弁 31 からの出力が分析システムに供給されるようにする。セレクタ弁 31 が、(図 1 の位置で示される) 分流器弁 32 を通して液体反応物 (例えば較正物質) および洗浄剤を分析システムに向けて送るとき、分流器弁は、LC ストリームを廃棄物容器または捕捉部に送る。2 つの弁は、LC の流れの最小限の中断を保証

50

するように同期される。2つの弁は、洗浄および較正物質液体の吸引および分注に専用のポンプ33と組み合わされ、構成要素間の距離は、分散および廃棄を減少するように最小限にされる。

#### 【0004】

回転式せん断弁、例えば回転式せん断分流器弁31(図2～図4)および回転式せん断セレクタ弁31(図5～図8)は、典型的には、ポートを有する固定子デバイス34、35と、溝を有する回転子デバイス36、37とを採用し、それらは、液密封止のために、回転子・固定子界面で一体に押し合わされ、ポート間の切替えのために互いに対し回転される。例えば、図2～図4に最も良く示されるように、回転式せん断分流器弁が図示されており、これは、一般に、固定子デバイスの平坦な固定子面39に複数の対向穴すなわちポート38を含むディスク形状の固定子デバイス34(図2)と、平坦な回転子面41にある円周方向回転子溝40を有するディスク形状の回転子デバイス36(図3)とを含む。

10

#### 【0005】

簡単に述べると、回転子面41は、平坦な固定子面39に対して押し合わされ、液密シールを形成する。回転子デバイス36は、ドライブシャフトに結合され、ドライブシャフトは、モータデバイスとドライブシャフト(どちらも図示せず)の間に位置決めされたギアアセンブリに結合される。したがって、ドライブシャフトが、モータデバイスによってその共通の中心回転軸42の周りで選択的に回転するとき、回転子面41は、固定された固定子面39に対して回転される。

20

#### 【0006】

さらに、固定子面のポート38の上に回転子溝40が重ね合わされた回転子/固定子界面を示す図4Aに示されるように、溝40は、弁の位置に応じて異なるポートを互いに接続させる。基本的な切替弁では、2つのみの代替経路に選択が限定されることがあり、これらの経路が、弁状態に応じて、複数の入力を第1または第2の出力に接続する(図4Aおよび図4B)。

20

#### 【0007】

図5～図8は、複数の外側ポート45によって取り囲まれた固定子面44に形成された追加の中心ポート43を有する固定子デバイス35を有する別のタイプのマイクロ流体回転式せん断弁(すなわちセレクタ弁)を示す。回転子デバイス37に関して、その回転子面46は、半径方向に延びる溝47を提供する。回転子デバイス37を共通の中心回転軸48の周りで回転させることによって、任意の数の半径方向ポート45への中心ポート43の接続を交互に行うことができる。

30

#### 【0008】

これらの弁は、信頼性が高く、効率的であり、非常に有効であるが、それらは、切替えオプションを限定しており、それらの用途を制限している。特に、制限は、各位置で、これらの弁が1対1対応でポートを接続することである。したがって、追加の機能を有する単一の弁を提供する必要があり、特に、一度に複数の入力を、単一の出力に、選択的かつ任意に接続することができる弁が必要である。

40

#### 【0009】

さらに、回転式せん断分流器弁とセレクタ弁の機能を一構成要素の回転式せん断弁に組み合わせることを可能にする必要もあり、これは、サブシステムのコストを減少させ、システムの流路体積および全体の構成要素のフットプリントを最小限にし、反応物とLCストリームの同時送給を可能にする。

#### 【発明の概要】

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

本発明は、実質的に平坦な回転子面を有する回転子デバイスと、やはり実質的に平坦な固定子面を有する固定子デバイスとを有する回転式せん断弁アセンブリを提供する。固定子デバイスは、そこを通って延びる第1の通路を画定し、この通路は、固定子面にある中

50

心ポートで終端する。中心ポートは、回転子面と固定子面の両方の共通の中心回転軸と一致する。固定子デバイスは、さらに、そこを通って延びる第2の通路を画定し、この通路は、固定子面にある第2のポートで終端する。この第2のポートは、中心ポートから半径R1だけ半径方向に離隔される。固定子デバイスを通って延びる第3の通路が含まれ、この通路は、中心ポートから半径R2だけ半径方向に離隔された固定子面にある第3のポートで終端する。第3のポートおよび第2のポートは、中心ポートおよび互いに概して直線状に整列し、ここで、半径R2は半径R1よりも大きい。回転子デバイスは、第1の回転子溝を含み、第1の回転子溝は、回転子面に画定され、共通の中心回転軸から、中心ポートから概して半径R2にある位置まで半径方向外側に延びる。回転子デバイスは、回転子-固定子界面で、2つ以上の離散回転子位置間で、回転子面と固定子面との間の液密の選択的な相対回転を可能にする様式で、回転軸の周りで回転できるように固定子デバイスに回転可能に取り付けられる。本発明によれば、回転子デバイスが第1の回転子位置にあるとき、第1の回転子溝は、中心ポート、第2のポート、および第3のポートと半径方向で整列するように方向付けられて互いに流体接続する。

10

## 【0011】

したがって、2つ以上の流体入力ポートからの液体を混合して、単一の出力ポートを通して流すことができる。これは、質量分析計のような分析システムの内部較正をサポートするために1つまたは複数の較正物質をLCストリームと共に送給することができる、例えば液体クロマトグラフィ(LC)の分野で有利である。これは、例えば操作者が、較正物質イオンを対象の検出スケールの上下で用いることができるよう、検体は、較正物質のm/z比によって定められるm/z範囲の中のどこかに現れると予想される。

20

## 【0012】

本発明の1つの特定の実施形態では、中心ポートおよび第2のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、第3のポートが、そこを通るそれぞれの液体の出力のための出力ポートである。

## 【0013】

別の構成では、中心ポートおよび第3のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、第2のポートが、そこを通るそれぞれの液体の出力のための出力ポートである。

30

## 【0014】

さらなる別の特定の実施形態では、第2のポートおよび第3のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、中心ポートが、そこを通るそれぞれの液体の出力のための出力ポートである。

40

## 【0015】

さらなる別の構成は、回転子デバイスは、さらに、回転子面に画定された第1の回転子チャネルを含み、第1の回転子チャネルが、共通の中心回転軸から半径方向外方向に延びることを提供する。第2の回転子は、中心ポートから概して半径R1にある第1の半径方向位置から始まって、中心ポートから概して半径R2にある第2の半径方向位置で終端する。回転子デバイスが、第1の回転子位置から中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第2の離散回転子位置にあるとき、第1の回転子チャネルは、第2のポートおよび第3のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する。

## 【0016】

別の特定の実施形態では、回転子デバイスは、さらに、回転子面に画定された第1の円弧長さを有する円周方向回転子溝を含む。円周方向回転子溝が、半径R2を有する仮想円に沿って、中心回転軸の周りで円周方向に延びる。また、固定子面は、第2の円弧長さを有し、その仮想円の周りで円周方向に延びる円周方向固定子溝を含む。回転子デバイスが、第1の回転子位置と第2の回転子位置との両方から中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第3の離散回転子位置にあるとき、第1の回転子溝は、円周方向固定子溝の一端と流体連絡するように方向付けられる。円周方向固定子溝の反対側の端部は、円周方向回転子溝の一端と流体連絡するように方向付けられ、円周方向回転子溝の反対側の端部は、第

50

3のポートと流体連絡するように方向付けられる。したがって、中心ポートは、第3のポートのみと流体連絡する。円周方向回転子溝の第1の円弧長さと、円周方向固定子溝の第2の円弧長さとの和は、少なくとも、回転子面が回転方向で回転して第1の回転子位置から第3の回転子位置に移動するときの半径R2での第3の円弧長さである。

【0017】

本発明の別の態様では、実質的に平坦な回転子面を有する回転子デバイスと、やはり実質的に平坦な固定子面を有する固定子デバイスとを有する別の回転式せん断弁アセンブリが提供される。回転子・固定子界面で、複数の離散回転子位置の間で、回転子面と固定子面との液密の選択的な相対回転を可能にするように回転子デバイスが固定子デバイスに回転可能に取り付けられるときに、回転子面と固定子面は共通の中心回転軸を有する。固定子デバイスは、さらに、そこを通って延びる第2の通路を画定し、この通路は、固定子面にある第2のポートで終端する。第2のポートは、中心回転軸を中心とする半径R1を有する第1の仮想円上に含まれる。固定子デバイスは、さらに、そこを通って延びる第3の通路を画定し、この通路は、固定子面にある第3のポートで終端する。第3のポートは、中心回転軸を中心とする半径R2を有する第2の仮想円上に含まれる。第3のポートと第2のポートは、中心回転軸と概して直線状に整列するように方向付けられる。回転子デバイスは、第1の回転子チャネルと第2の回転子チャネルを有し、各チャネルが、回転子面に画定され、中心回転軸から半径方向外側へのそれぞれの方向に延びる。第1の回転子チャネルと第2の回転子チャネルはそれぞれ、第1の仮想円上に含まれるそれぞれの部分と、第2の仮想円上に含まれる反対側の部分とを含む。回転子デバイスが第1の離散回転子位置にあるとき、第1の回転子チャネルが、第2のポートおよび第3のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する。同様に、回転子デバイスが、第1の位置に直に隣接し、そこから中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第2の離散回転子位置にあるとき、第2の回転子チャネルが、第2のポートおよび前記第3のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する。したがって、回転子デバイスが第1の回転子位置と第2の回転子位置との間で迅速に切り替えられるとき、第2のポートから第3のポートへのほぼ連続的な液体の流れを維持することができる。

【0018】

1つの特定の実施形態では、半径R2は半径R1よりも大きく、第1の仮想円が内側仮想円であり、第2の仮想円が外側仮想円である。

【0019】

別の特定の実施形態では、第2のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、第3のポートが、そこを通るそれぞれの液体の出力のための出力ポートである。

【0020】

さらに別の実施形態では、回転子デバイスが、さらに、第3の回転子チャネルを含み、第3の回転子チャネルは、回転子面に画定され、中心回転軸から半径方向外側の方向に延びる。第3の回転子チャネルは、第1の仮想円上に含まれる内側部分と、第2の仮想円上に含まれる反対側の外側部分とを含む。さらに、回転子デバイスが、第2の位置に直に隣接し、そこから中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第3の離散回転子位置にあるとき、第3の回転子チャネルが、第2のポートおよび前記第3のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する。回転子デバイスが第1の回転子位置と第2の回転子位置との間で迅速に切り替えられるとき、第2のポートから第3のポートへのほぼ連続的な液体の流れを維持することができる。

【0021】

さらに別の構成では、固定子デバイスは、そこを通って延びる第1の通路を画定し、この通路は、固定子面にある中心ポートで終端する。中心ポートは、共通の中心回転軸と同軸に位置決めされる。回転子デバイスは、さらに、細長い第1の回転子溝を含み、この溝は、回転子面に画定され、中心回転軸で中心ポートと一致して流体連絡する一端を有する。第1の回転子溝は、そこから半径方向外側に延び、外側仮想円上に含まれるその反対側

10

20

30

40

50

の端部で終端する。したがって、回転子デバイスが第4の離散回転子位置にあるとき、第1の回転子溝は、中心ポート、前記第2のポート、および前記第3のポートと半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する。

【0022】

本発明のさらに別の態様では、実質的に平坦な回転子面を有する回転子デバイスと、実質的に平坦な固定子面を有する固定子デバイスとを有する回転式せん断弁アセンブリが提供される。固定子デバイスは、第2の通路を画定し、この通路は、固定子デバイスを通って延び、固定子面にある第2のポートで終端する。第2のポートは、中心回転軸を中心とする半径R1を有する第1の仮想円上に含まれる。固定子デバイスは、さらに第4の通路を画定し、前記第4の通路は、固定子デバイスを通って延び、固定子面にある第4のポートで終端する。第4のポートは、中心回転軸を中心とする半径R2を有する第2の仮想円上に含まれる。固定子デバイスは、さらに半径方向固定子溝を含み、この固定子溝は、中心回転軸および第4のポートと概して直線状に整列するように延びる。固定子溝の一部分が第1の仮想円に位置決めされ、反対側の部分が第2の仮想円に位置決めされて、第4のポートと連続的に流体連絡する。回転子デバイスは、さらに第1の円周方向回転子溝を含み、この回転子溝は、回転子面に画定され、第1の仮想円上で中心回転軸の周りで円周方向に延びる。第1の円周方向回転子溝は、少なくとも2つの連続して隣接する離散回転子位置に延びる円弧長さを有する。回転子デバイスが第1の離散回転子位置にあるとき、前記第1の円周方向回転子溝が、第2のポートおよび固定子溝の内側部分と円周方向で整列するように方向付けられて流体接続し、それにより、第2のポートが第4のポートと流体連絡する。さらに、回転子デバイスが、第1の回転子位置に直に隣接し、そこから中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第2の離散回転子位置にあるとき、第1の円周方向回転子溝が、第2のポートおよび固定子溝の内側部分と連続的に円周方向で整列するように方向付けられて連続的に流体接続する。したがって、回転子デバイスを第1の回転子位置と第2の回転子位置との間で迅速に切り替えると、第2のポートから第4のポートへの連続的な液体の流れを維持することができる。

【0023】

1つの特定の実施形態では、半径R2は半径R1よりも大きく、第1の仮想円が内側仮想円であり、第2の仮想円が外側仮想円である。

【0024】

別の特定の実施形態では、第2のポートが、そこを通るそれぞれの液体の入力のための入力ポートであり、第4のポートが、そこを通るそれぞれの液体の出力のための出力ポートである。

【0025】

さらに別の構成では、第1の円周方向回転子溝は、第1の離散回転子位置から第3の離散回転子位置まで少なくとも3つの連続して隣接する離散回転子位置に延びる円弧長さを有する。回転子デバイスが、第2の回転子位置に直に隣接し、そこから中心回転軸の周りで回転方向にずらされた第3の離散回転子位置にあるとき、第1の円周方向回転子溝が、第2のポートおよび固定子溝の内側部分と連続的に円周方向で整列するように方向付けられて連続的に流体接続する。したがって、回転子デバイスが第1の回転子位置、第2の回転子位置、および第3の回転子位置の任意のものの間で迅速に切り替えられるとき、第2のポートから第4のポートへの連続的な液体の流れを維持することができる。

【0026】

本発明のアセンブリは、添付図面に関連付けて述べる、本発明を実施する最良の形態の以下の説明、および特許請求の範囲からより容易に明らかになる他の目的および有利な特徴を有する。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】分流器回転式せん断弁およびセレクタ回転式せん断弁を利用する従来の液体クロマトグラフィ（LC）送給システムの概略図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

【図2】固定子デバイスの従来技術の固定子面の上面図である。

【 0 0 2 9 】

【図3】回転子デバイスの従来技術の回転子面の底面図である。

【 0 0 3 0 】

【図4A】第1の回転子位置での、図1の従来技術の固定子デバイスと、回転子・固定子界面でそこに重ね合わされた図2の回転子デバイスの回転子面との上面図である。

【 0 0 3 1 】

【図4B】第2の回転子位置で示される図4Aの回転子・固定子界面を示す図である。

【 0 0 3 2 】

10

【図5】固定子デバイスの別の従来技術固定子面の上面図である。

【 0 0 3 3 】

【図6】回転子デバイスの別の従来技術回転子面の底面図である。

【 0 0 3 4 】

【図7】第1の回転子位置での、図4の従来技術の固定子デバイスと、回転子・固定子界面でそこに重ね合わされた図6の回転子デバイスの回転子面との、回転子・固定子界面の上面図である。

【 0 0 3 5 】

【図8】第2の回転子位置で示される図7の回転子・固定子界面を示す図である。

【 0 0 3 6 】

20

【図9】本発明に従って構成された回転式せん断弁アセンブリを組み込むマイクロ流体弁システムの上面斜視図である。

【 0 0 3 7 】

【図10】本発明に従って構成された固定子デバイスの固定子面の上面図である。

【 0 0 3 8 】

【図11】本発明に従って構成された回転子デバイスの回転子面の鏡像底面図である。

【 0 0 3 9 】

【図12】本発明に従って構成された回転子デバイスの回転子面と固定子デバイスの固定子面との分解上面斜視図である。

【 0 0 4 0 】

30

【図13】第1の離散回転子位置での、図10の固定子デバイスと、回転子・固定子界面でそこに重ね合わされた図11の回転子デバイスの回転子面との概略上面図である。

【 0 0 4 1 】

【図14】第2の離散回転子位置で示される、図13の回転子・固定子界面の概略図である。

【 0 0 4 2 】

【図15】本発明に従って構成された代替実施形態の固定子デバイスの固定子面の上面図である。

【 0 0 4 3 】

【図16】本発明に従って構成された代替回転子デバイスの回転子面の鏡像底面図である。

【 0 0 4 4 】

【図17】第1の離散回転子位置での、図15の固定子デバイスと、回転子・固定子界面でそこに重ね合わされた図16の回転子デバイスの回転子面との概略上面図である。

【 0 0 4 5 】

【図18】第2の離散回転子位置で示される、図17の回転子・固定子界面の概略図である。

【 0 0 4 6 】

【図19】第3の離散回転子位置での、図17の回転子・固定子界面の概略図である。

【 0 0 4 7 】

50

【図20】本発明に従って構成された代替実施形態の固定子デバイスの固定子面の上面図である。

【0048】

【図21】本発明に従って構成された代替回転子デバイスの回転子面の鏡像底面図である。

【0049】

【図22】第1の離散回転子位置での、図20の固定子デバイスと、回転子・固定子界面でそこに重ね合わされた図21の回転子デバイスの回転子面との概略上面図である。

【0050】

【図23】第2の離散回転子位置で示される、図22の回転子・固定子界面の概略図である。

10  
【0051】

【図24】第3の離散回転子位置での、図22の回転子・固定子界面の概略図である。

【0052】

【図25】第4の離散回転子位置で示される、図22の回転子・固定子界面の概略図である。

【0053】

【図26】第5の離散回転子位置で示される、図22の回転子・固定子界面の概略図である。

【0054】

【図27】本発明に従って構成された代替実施形態の固定子デバイスの固定子面の上面図である。

【0055】

【図28】本発明に従って構成された代替回転子デバイスの回転子面の鏡像底面図である。

【0056】

【図29】第1の離散回転子位置での、図27の固定子デバイスと、回転子・固定子界面でそこに重ね合わされた図28の回転子デバイスの回転子面との概略上面図である。

【0057】

【図30】第2の離散回転子位置で示される、図29の回転子・固定子界面の概略図である。

【0058】

【図31】第3の離散回転子位置で示される、図29の回転子・固定子界面の概略図である。

【0059】

【図32】第4の離散回転子位置で示される、図29の回転子・固定子界面の概略図である。

【0060】

【図33】第5の離散回転子位置で示される、図29の回転子・固定子界面の概略図である。

【0061】

【図34】第6の離散回転子位置で示される、図29の回転子・固定子界面の概略図である。

【0062】

【図35】第7の離散回転子位置で示される、図29の回転子・固定子界面の概略図である。

【0063】

【図36】第8の離散回転子位置で示される、図29の回転子・固定子界面の概略図である。

【0064】

10

20

30

40

50

【図37】第9の離散回転子位置で示される、図29の回転子-固定子界面の概略図である。

【0065】

【図38】第10の離散回転子位置で示される、図29の回転子-固定子界面の概略図である。

【0066】

【図39】第10の離散回転子位置で示される、図29の代替実施形態の回転子-固定子界面の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0067】

いくつかの特定の実施形態を参照して本発明を説明するが、説明は、本発明の例示であり、本発明を限定するものと解釈すべきではない。当業者は、添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の真の精神および範囲から逸脱することなく、好ましい実施形態に本発明に対する様々な変形を施すことができる。より良く理解できるように、様々な図を通じて、同様の構成要素は同様の参照番号で表されていることに留意されたい。

【0068】

ここで図9～図13を見ると、回転式せん断弁アセンブリ50が提供され、この回転式せん断弁アセンブリ50は、実質的に平坦な回転子面52を有する回転子デバイス51(図11)と、実質的に平坦な固定子面55を有する固定子デバイス53(図10)とを有する。固定子デバイス53は、そこを通って延びる第1の通路56(図12)を画定し、通路56は、固定子面55にある中心ポート57で終端する。固定子デバイス53の中心ポート57は、回転子面52と固定子面55とが互いに隣接して動作可能に接触するときに、回転子面52と固定子面55との両方の共通の中心回転軸58(図12)に方向付けられる。固定子デバイス53は、さらに、そこを通って延びる第2の通路60を画定し、通路60は、固定子面55にある第2の固定子ポート61で終端する。この第2のポート61は、(図10に内側仮想円62に含まれて図示されているように)中心ポート57から半径R1だけ半径方向に離隔される。固定子デバイス53は、さらに、そこを通って延びる第3の通路63を画定し、通路63は、固定子面55にある第3の固定子ポート65で終端する。この第3のポートは、(図10に外側仮想円66に含まれて図示されているように)中心ポートから半径R2だけ半径方向に離隔され、さらに、中心ポート57および第2のポート61と概して直線状に整列し、ここで半径R2は半径R1よりも大きい。

【0069】

図11および図12に最も良く示されるように、回転子デバイス51は、さらに第1の回転子溝67を含み、第1の回転子溝67は、平坦な回転子面52に画定され、共通の中心回転軸58から半径方向外側に延び、中心ポート57から半径R2を有する外側仮想円66上に概して含まれる位置で終端する。回転子デバイス51は、回転子-固定子界面で、2つ以上の離散回転子位置間で、回転子面52と固定子面55との間の液密の選択的な相対回転を可能にする様式で、回転軸58の周りで回転できるように固定子デバイス53に回転可能に取り付けられる。

【0070】

簡潔に、用語「含まれる」は、ポートの位置または溝もしくはチャネルの部分の位置が、液体の流れを可能にするように十分な流体連絡が間に提供されるようなものであることを表す。したがって、溝またはチャネルは、それと整列されるべきポートを越えて延びることもある。

【0071】

本発明によれば、図13に示されるように、回転子デバイス51が、2つ以上の離散回転子位置のうちの第1の離散回転子位置にあるとき、第1の回転子溝67は、中心ポート57、第2のポート61、および第3のポート65と半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する。すなわち、液体の流れに関して、2つのポートを入力ポートとして利用して、L/Cストリームと較正物質など2つの異なる液体を混合することができ、残り

10

20

30

40

50

のポートが、例えば質量分析計への出口となる。

【0072】

好みしくは、中心ポート57と第2のポート61が入口ポートであり、第3のポート65は出口ポートである。しかし、出口ポートを第2のポート61に位置決めすることもでき、中心ポート57と第3のポート65が入口ポートとなること、または、中心ポートを出口ポートとすることもでき、2つの残りの外側ポートが入口ポートとなることも理解されよう。さらに、ポートのうち2つが出口ポートとなり、残りのポートが入口ポートとなる場合もあり得る。しかし、説明を容易にするために、この例では半径R2を有する外側仮想円66に沿った最外半径にあるただ1つの出力ポートを考察する。別段に示されない限り、残りのポートは入力ポートである。

10

【0073】

2つ以上の固定子入力ポート（以下に述べる）と、1つの固定子出力ポートとを提供するこの特定の実施形態は、質量分析計などの分析システムの内部較正をサポートするために1つまたは複数の較正物質をLCストリームと共に送給することができるので、上述したように液体クロマトグラフィ（LC）の分野で特に有用である。これは、例えば操作者が、較正物質イオンを対象の検出スケールの上端部および下端部で用いることができるようにして、検体は、較正物質のm/z比によって定められるm/z範囲の中のどこかに現れると予想される。

20

【0074】

図12～図14を再び参照すると、本発明の主題である弁アセンブリ50の動的要素を構成する固定子デバイス53と回転子デバイス51の例示的実施形態が示されている。前述した固定子デバイス53は、弁アセンブリ50の中心回転軸58と一致する中心ポート57（入力ポート）を含み、第2のポート61および第3の固定子ポート65は、中心ポートから半径方向距離「R1」および「R2」での少なくとも2つの同心リング上に位置される。上述したように、第2の固定子ポート61は入力ポートであり、第3の固定子ポート65は出口ポートである。半径の数は、2よりも大きいことがある。すなわち、固定子ポートの第3さらには第4の同心リングが、中心ポート57から半径方向距離「R3」（図20～図26）および「R4」に位置されることもある。

20

【0075】

さらに、ただ1つの固定子ポート61が、中心ポート57から半径方向距離「R1」に位置されるものとして示されているが、複数のポートが内側仮想円62上に含まれることもあることを理解されたい。同様に、複数の固定子ポートが外側仮想円66上に含まれることもある。

30

【0076】

前述した本発明の主題である回転式せん断弁アセンブリ50は、回転子デバイス51も含み、その例示的実施形態が図11に示される。回転子デバイス51の回転子面52は、細長い第1の回転子溝67を含み、溝67は、中心ポート57から少なくとも1つの固定子ポート（例えば第3のポート65）まで半径方向で延びて、この固定子ポートは、中心ポート57から半径R2を有する外側仮想円66に沿って方向付けられている。この特定の実施形態では、回転子面52は、共通の中心回転軸58から半径方向外側に延びるより短い第1の回転子チャネル68も含む。この第1の回転子チャネルは、回転軸58に沿って第1の回転子溝67から回転方向にずらされ、それらはどちらも、以下に述べるように、それぞれの離散回転子位置と整列される。中心ポートに最も近い第1の回転子チャネル68の一部分または一端は、半径R1を有する内側仮想円62上に含まれ、その反対側の部分または端部は、半径R2を有する外側仮想円66上に含まれる。

40

【0077】

図11に示される回転子面52の向きは、実際にはその逆像または鏡像であることを理解されたい（図12に正しく示されている）。説明を容易にするために、回転子面52はそのように逆向きで図示されており、回転子デバイス51と固定子デバイス53が回転子-固定子界面で互いに取り付けられるときの回転子面52と固定子面55の関係を示す。

50

さらに、そのような逆像または鏡像の向きは、図16、図21、および図28の実施形態にも適用されている。

【0078】

弁アセンブリ50の動作中、回転子デバイス51と固定子デバイス53とは、溝67、68を含む回転子面52が回転子-固定子界面で固定子面55と動的シールを形成するように位置決めされ、回転子溝は、弁が1つの離散位置から別の位置に切り替わるとき、別の固定子ポートと整列する。簡単に説明すると、用途に応じて、軸方向圧縮圧力を加えることが、広範囲の圧力印加（例えば、低圧から非常に高圧までのマイクロ流体液体の流れ）を可能にする。

【0079】

次に図13および図14を参照して、弁のこの実施形態の2つの離散回転位置の概略表現を図示および説明する。第1の離散回転子位置（図13）において、回転子デバイス51の細長い第1の回転子溝67は、中心ポート57、第2のポート61、および第3のポート65と直線状に整列するように方向付けられて流体結合する。本発明のこの態様によれば、整列された第1の回転子溝によって流体連絡が提供されるとき、液体は、第1の流体リザーバ70（例えば、ポンプデバイスでよい）から外部配管71を通して中心ポート57に搬送することができ、また、液体は、第2の流体リザーバ72から外部配管73を通して第2のポート61に、さらには第3の出力ポート65に搬送することができる。そこから、複合の液体の流れが、外部配管76を通して出力デバイス75に向けて送られることがある。用途に応じて、出力デバイス75は、例えば、フローセル、クロマトグラフカラム、または他の流体デバイスでよい。

10

20

【0080】

図14に最も良く示されるように、第2の離散回転子位置では、回転子面は、図13の第1の離散回転子位置から反時計方向に回転される。回転子デバイス51のより短い第1の回転子チャネル68は、第2の固定子ポート61および第3のポート65と整列するように位置決めされて互いに流体結合させる。したがって、第2の流体リザーバ72からの液体のみを、第2のポート61、第1の回転子チャネル68、および第3のポート65を通して出力デバイス75に搬送することができる。

【0081】

したがって、弁アセンブリの第1の回転子位置および第2の離散回転子位置によって、第2の流体リザーバ72からの液体は、出力デバイス75から独立して送られることがあり、または第1の流体リザーバ70の出力と組み合わされて、同じポートを通してそこから出力デバイス75に送られることがある。

30

【0082】

本発明の別の態様によれば、次に図15～図19を見ると、この弁アセンブリの代替実施形態が提供されており、この代替実施形態は、さらに、固定子デバイスの固定子面55に形成された短い円周方向固定子溝77と、回転子デバイス51の回転子面52に形成された短い外側円周方向回転子溝78とを含む。この構成では、図18の第3の離散回転子位置に示されるように、これらの短い円弧セグメントは、半径R2の外側仮想円66上に方向付けられ、互いに流体連絡するように構成される。したがって、第3の回転子位置では、円弧長さは、それらのそれぞれの端部で重なるように互いに十分に長い。

40

【0083】

次に図15の固定子面55、および図16の回転子面52の鏡像を参照すると、それらの間の相対向きは、図18の第3の離散回転子位置に対応する。例えば、図15において、円周方向固定子溝77の円弧セグメントは、外側仮想円66に沿って延びるように方向付けられ、第3の固定子ポート65から時計方向に位置決めされる。

【0084】

同様に、図16に示されるように、円周方向回転子溝78の円弧セグメントは、外側仮想円66に沿って延びるように方向付けられるが、第1の回転子溝67の最も外側の半径方向端部から反時計方向に位置決めされる。前述のように、回転子デバイスの回転子面5

50

2は、向かい合う回転子面と固定子面とが動作中に互いに取り付けられるときの関係を示すために、ここでは反転されている。

【0085】

回転子面52が、(図13に示される実施形態のものに対応する)図17の第1の離散回転子位置に方向付けられており、離散回転子位置1つ分だけ(すなわち、第1の回転子位置から図18に示される第3の回転子位置に)回転軸58の周りで時計方向に回転されるとき、第1の回転子溝67の最も外側の半径方向端部は、固定された円周方向固定子溝77の一端と流体連絡するように位置決めされる。同時に、時計方向に回転する円周方向回転子溝78は、円周方向回転子溝の一端が円周方向固定子溝77の他端と重なり合って流体連絡を成すように位置決めされるように方向付けられ、一方、円周方向回転子溝78の反対側の他端は、第3のポート65と流体連絡するように位置決めされる。

10

【0086】

この構成では、完全な連続的な流体経路が、中心ポート57から、第1の半径方向回転子溝67、円周方向固定子溝77、円周方向回転子溝78を通り、第3のポート65を通って外へ生成される。したがって、第1の流体リザーバ70から外部配管71を通った液体は、外部配管76を通して出力デバイス75に独立して送られて完了することができる。

【0087】

各円周方向固定子溝77と回転子溝78の円弧長さは、合わさって、第1の離散回転子位置(図17)から第3の回転子位置(図18)への外側仮想円66での距離に渡って延びる円弧セグメントの円弧長さよりもわずかに大きく延びていなければならないことを理解されたい。そのような協働は、(図18で見られるような)円周方向溝の重なり合った端部に関する十分な流体連絡を保証する。これらの円周方向溝の円弧長さは、好ましくは概して互いに等しいが、これは必須ではない。すなわち、円周方向溝の円弧長さの和が全体として前述の円弧長さに渡って延びる限り、それらの間の液体連絡が実現される。

20

【0088】

また図17および図19に示されるように、この実施形態では、図17の第1の離散回転子位置は、図13の位置に対応し、図19の第2の離散回転子位置は、図14の前述の実施形態の第2の回転子位置に対応する。すなわち、第1の回転子位置(図17)において、流体は、中心ポート57および第2のポート61から、長い第1の半径方向回転子溝67によって第3のポート65に搬送され、第2の離散回転子位置(図19)では、流体は、第2のポート61の入力から第3のポート65の出力にのみ、短い第1の半径方向回転子チャネル68を通して搬送される。両方の位置において、外部配管を通して、出力デバイス75への液体の流れを生成することができる。

30

【0089】

したがって、せん断弁アセンブリの3つの隣接する離散回転子位置を使用して、第1の流体リザーバ70または第2の流体リザーバ72からの流体をそれぞれ独立して第3のポート65の出力に送ることができる事が分かる。また、それぞれの液体リザーバからの2つの流体を混合して、第3のポート65を通して出力に一緒に送ることができる。そこから、複合の液体は、外部配管76を通して出力デバイス75に送られる。上の図において、弁が1つの位置から別の位置に切り替わるときに、各位置で流体経路が清浄にスイープされる、すなわち、汚染、キャリーオーバ、またはバブルトラップをもたらすことがある閉塞が存在しないことに留意されたい。

40

【0090】

次に図20～図26を参照すると、本発明の第3の実施形態は、第3の固定子入力ポート80を含むように弁アーキテクチャを拡張し、第3の入力ポート80は、固定子デバイス53の半径R2を有する中央の同心仮想円81に沿って位置される。簡潔には、図20および図22に最も良く示されるように、この実施形態も同様に、中心入力ポート57、第2の固定子入力ポート61、第3の固定子入力ポート80、および固定子出力ポート65を含む。中心入力ポート57は、外部配管71を通して第1の流体リザーバ70に流体

50

結合される。第2の入力ポート61は、半径R1を有する内側仮想円62に沿って方向付けられ、外部配管73を通して第2の流体リザーバ72に流体結合される。同様に、中央の仮想円81に沿って方向付けられた第3の入力ポート80は、外部配管83を通して第3の流体リザーバ82に流体結合される。最後に、固定子出力ポート65は、半径R3を有する外側仮想円66に沿って方向付けられ、外部配管76を通して出力デバイス75に流体結合される。

【0091】

図10～図19の実施形態で上述したのと同じ概念を適用して、固定子出力ポート65を通して出力される流体に関して、流体の流れの全ての入力ポート組合せを制御することができる。前述の実施形態と同様に、図20の固定子デバイス53で最も良く示されるように、中心ポート57、第2の入力ポート61、第3の入力ポート80、および固定子出力ポート65は全て直線状に整列し、中心回転軸58を通って延びる。ここでも同様に、図21の回転子デバイス51に示されるように、回転子面52は、第1の半径方向回転子溝67を画定し、これは、中心回転軸から外側仮想円66に半径方向に延び、外側仮想円66の距離は実質的に半径R3である。

10

【0092】

また、回転子面52は、第1の半径方向回転子チャネル68を含み、これは、中央仮想円81から外側仮想円66に半径方向で延びる。第3の回転子溝85が、内側仮想円62から外側仮想円66に半径方向で延びる。最後に、図20と図21の両方を見ると、外側円周方向固定子溝86と外側円周方向回転子溝87の対および内側円周方向固定子溝90と内側円周方向回転子溝91の対の追加は、以下に述べるように、入力される流体の流れの5つの組合せ全てを実現することができる。溝のこれらの組または対は、前の実施形態で述べたような外側円周方向固定子溝77と外側円周方向回転子溝78の元の対に追加される。

20

【0093】

上述したように、第1の流体リザーバ70から出て外部配管71によって搬送される流体は、中心入力ポート57に向けて送られ、第2の流体リザーバ72から出て外部配管73によって搬送される流体は、第2の固定子入力ポート61に向けて送られる。最後に、第3の流体リザーバ82内に収容され、外部配管83によって搬送される流体は、第3の固定子入力ポート80に向けて送られる。

30

【0094】

次に図22を参照すると、この実施形態の第1の離散回転子位置が示されており、細長い第1の回転子溝67が、中心入力ポート57、第2の入力ポート61、第3の入力ポート80、および固定子出力ポート65と直線状に整列される。したがって、第1の流体リザーバ70、第2の流体リザーバ72、および第3の流体リザーバ82からの液体を混合して、第1の回転子溝67を通して固定子出力ポート65を通って出るように流すことができる。そこから、流体は、外部配管76を通して出力デバイス75に向けて送られることがある。

30

【0095】

第1の離散回転子位置(図22)から第2の回転子位置(図23)に離散回転子位置1つ分だけ回転子デバイス51を反時計方向に回転させると、細長い第1の回転子溝67は、外側仮想円66に沿って、外側円周方向固定子溝77の片側と整列する。この位置で、外側円周方向回転子溝78は、対応する外側円周方向固定子溝77と流体連絡するように配置され、それにより、中心入力ポート57から、細長い第1の回転子溝67、外側円周方向固定子溝77、外側円周方向回転子溝78を通り、固定子出力ポート65を通って出る完全な連続的な流体経路を生成する。そこから、第1の流体リザーバからの液体を、外部配管76を通して出力デバイス75に独立して流すことができる。

40

【0096】

図23に示されるように、第2の離散回転子位置(図23)から第3の離散回転子位置(図25)にさらに離散回転子位置1つ分だけ回転子デバイス51を時計方向に回転させ

50

ると、第2の流体リザーバ72から出力デバイス75への独立した液体の流れを実現することができる。この第3の離散回転子位置では、内側円周方向回転子溝91は、半径R1の内側仮想円62上で内側円周方向固定子溝90と整列し、回転子デバイス51の外側円周方向回転子溝87は、半径R3の外側仮想円66に沿って、固定子デバイスの外側円周方向固定子溝86と整列する。動作時、これは、第2の入力ポートから固定子出力ポート65への完全な流体経路を提供する。図示されるように、液体は、第2の流体リザーバ72から外部配管73を通って第2の入力ポート61に進み、さらに、内側円周方向回転子溝91、内側円周方向固定子溝90、第3の回転子溝85、外側円周方向固定子溝86、外側円周方向回転子溝87を通り、最後に固定子出力ポート65へと順に進む。

## 【0097】

10

第3の離散回転子位置(図25)から第4の回転子位置(図26)にさらに離散回転子位置1つ分だけ回転子デバイス51を反時計方向に回転させると、第3の回転子溝85は、第2の入力ポート61、第3の入力ポート80、および固定子出力ポート65と整列する。したがって、第2の流体リザーバ72および第3の流体リザーバ82からの液体を混合して、第3の回転子溝85を通して固定子出力ポート65を通して出るように流すことができる。そこから、液体は、外部配管76を通して出力デバイス75に向けて送られることがある。

## 【0098】

20

最後に、第4の離散回転子位置(図26)から第5の回転子位置(図27)にさらに離散回転子位置1つ分だけ回転子デバイス51を反時計方向に回転させると、第1の回転子チャネル68は、第3の入力ポート80および固定子出力ポート65のみと整列する。したがって、第3の流体リザーバ82のみからの液体を、固定子出力ポート65を通って出るように流すことができる。

## 【0099】

30

したがって、せん断弁アセンブリ50の5つの隣接する位置を使用して、第1、第2、および第3の流体リザーバ70、72、および82からの液体流体を、それぞれ独立して固定子出力ポート65に送ることができることが分かる。さらに、第2の流体リザーバ72と第3の流体リザーバ82からの液体を混合して、固定子出力ポート65と一緒に送ることができ、さらなる離散回転子位置では、流体リザーバ70、72、および82からの全ての3つの液体を混合して、固定子出力ポート65と一緒に送ることができる。重要なことに、各位置で、流体経路がクリーンにスイープされる、すなわち、汚染、キャリーオーバ、またはバブルトラップをもたらすことがある閉塞が存在しない。

## 【0100】

40

示される図では、1つの場所から別の場所へ液体を搬送するポンピングメカニズムには触れていないことを理解されたい。これは、ポンプの位置が弁アセンブリから独立しており、ポンプが本開示の本質的な構成要素ではないからである。例えば、図22～図26の実施形態に関して、単一のポンプ(図示せず)を、外部配管76に沿って固定子出力ポート65と出力デバイス75との間に、またはさらには出力デバイス75の下流に位置決めすることができる。そのようなシステムでは、ポンプは、出力に交互に接続される任意の流体リザーバ70、72、および82から液体を吸引することができる。

## 【0101】

代替として、流体リザーバ70、72、および82の上流に配置されたいくつかのポンプを使用して、流体をそれぞれのリザーバから出力デバイス75に押し出すことができる。そのようなポンピングメカニズムの組合せも想定することができる。液体が弁を通って、より広範には流体システムを通ってポンプされる方法は、用途、および全体的な流体システムアーキテクチャを考慮して選択されなければならない。

## 【0102】

50

また、本発明は、弁の特定の指向性に限定されないことを理解すべきである。上で与えた例は、固定子ポート57、61、および80を入力として表し、固定子ポート65を出力として表すが、液体がポート65を通って入り、弁位置に応じてポート57、61、お

より 80 の 1 つまたは複数を通って出るように流れを逆にすることも容易にできる。さらに、本発明は、弁に含まれることがある回転子溝、固定子溝、および固定子ポートの数およびタイプに限定されないことを理解されたい。上述の実施形態は例示にすぎず、追加の溝およびポートが追加の機能を提供することもできる。例えば、弁アセンブリの流体アーキテクチャは、半径「R2」と「R3」に、この半径に既に提供されているポートから 180 度離して位置された 2 つの追加の固定子ポートを含むことによって二重化することができ、または残りの固定子ポートを使用して異なる機能を提供することができる。

#### 【0103】

次に図 27～図 38 を見ると、回転式せん断弁アセンブリの別の態様が提供される。この構成では、回転式せん断弁アセンブリ 50 は、実質的に平坦な回転子面 52 を有する回転子デバイス 51 と、実質的に平坦な固定子面 55 を有する固定子デバイス 53 とを含む。回転子 - 固定子界面で、複数の離散回転子位置（例えば図 29～図 38 参照）の間で、回転子面と固定子面との液密の選択的な相対回転を可能にするように回転子デバイス 51 が固定子デバイス 53 に回転可能に取り付けられるときに、回転子面 52 と固定子面 55 は共通の中心回転軸 58 を有する。

10

#### 【0104】

固定子デバイス 53 は、そこを通って延びる第 1 の通路 56（図 12 と同じ）を画定し、通路 56 は、固定子面 55 にある中心ポート 57 で終端する。中心ポート 57 は、共通の中心回転軸 58 と同軸に位置決めされる。固定子デバイス 53 は、さらに、そこを通って延びる第 2 の通路を画定し、この通路は、固定子面 55 にある第 2 の固定子ポート 61 で終端する。第 2 のポート 61 は、中心回転軸 58 を中心とする半径 R1 を有する仮想円 62 上に含まれる。さらに、固定子デバイスは、そこを通って延びる第 3 の通路 63 を画定し、通路 63 は、固定子面 55 にある第 3 のポート 65 で終端し、第 3 のポートは、中心回転軸 58 を中心とする半径 R2 を有する外側仮想円 66 に含まれ、ここで半径 R2 は半径 R1 よりも大きい。図 27 に明瞭に示されるように、および上述の前の実施形態と同様に、中心回転軸 58 の周りで回転されるものとして表されるが、第 3 のポート 65 は、中心回転軸 58 および第 2 のポート 61 と概して直線状に整列するように方向付けられる。

20

#### 【0105】

図 28 に示されるように、回転子デバイス 51 は、半径方向に延びる第 1 の回転子チャネル 68 と、第 2 の回転子チャネル 95 を含み、各チャネルが回転子面 52 内に画定される。各半径方向回転子チャネル 68、95 は、中心回転軸 58 から半径方向外側へのそれぞれの方向に延び、第 1 の回転子チャネル 68 と第 2 の回転子チャネル 95 はそれぞれ、内側仮想円 62 上に含まれるそれぞれの内側部分と、外側仮想円 66 上に含まれる反対側の外側部分とを有する。

30

#### 【0106】

回転子デバイス 51 が第 1 の離散回転子位置（図 29）にあるとき、第 1 の回転子チャネル 68 は、第 2 のポート 61 および第 3 のポート 65 と半径方向で整列するように方向付けられて流体接続する。さらに、回転子デバイス 51 が、第 1 の回転子位置（図 29）に直に隣接し、そこから中心回転軸 58 の周りで回転方向にずらされた第 2 の離散回転子位置（図 30）にあるとき、第 2 の回転子チャネル 95 は、第 2 のポート 61 および第 3 のポート 65 と半径方向で整列するように方向付けられて、それらのポートとの流体接続を保つ。本発明によれば、回転子デバイス 51 は、第 1 の回転子位置と第 2 の回転子位置を迅速に切り替え、それにより、第 2 のポート 61 から第 3 のポート 65 へのほぼ連続的なフローストリームを維持することができる。

40

#### 【0107】

したがって、これは、高圧 LC ポンプデバイス 97（図 29～図 32）によって LC カラム 96 を通る擬似連続フローストリームを維持することが重要である液体クロマトグラフィシステムに有利である。そのような連続的なフローストリームは必須である。なぜなら、第 2 のポート 61 による、LC カラム 96 を通るこの液体流れの任意の閉塞は、場合

50

によつては、高圧 L C ポンプ 9 7 が動作し続けるときに弁アセンブリを損壊する、またはカラムを通るクロマトグラフィ分離の品質に干渉するおそれがあるからである。弁アセンブリの回転子デバイス 5 1 を回転させる採用されるステップ式モータは、隣接する離散した回転子位置の間でわずか約 2 5 0 m s でいずれかの方向に回転子面を切り替えることが可能であるので、第 2 のポート 6 1 および第 1 の回転子溝 6 7 を通るフローストリームは、弁が 1 つまたは複数の隣接する離散した回転子位置に移動されるときでさえ、実質的にまたはほぼ連続的である。さらに、連続的またはほぼ連続的なフローストリームを維持しつつ様々な離散回転子位置の間で切り替えることが、クロマトグラフィの品質を維持する助けとなる。

## 【 0 1 0 8 】

したがつて、本発明によれば、複数の半径方向回転子チャネルが一連の隣接する離散回転子位置で提供され、各それぞれの回転子チャネルが、内側仮想円 6 2 と外側仮想円 6 6 との間の半径方向距離に渡つて延び、かつそれらの円上に含まれるとき、第 2 のポート 6 1 と第 3 のポート 6 5 の間または上記の任意の組合せの間で切り替えられるときに、第 2 のポート 6 1 から第 3 のポート 6 5 へのそのような実質的にほぼ連続的な液体フローストリームを維持することができる。

## 【 0 1 0 9 】

例えは、以下により詳細に論じるように、回転子面 5 2 は、第 3 および第 4 の回転子チャネル 9 8 、 1 0 0 を画定し、回転子チャネル 9 8 、 1 0 0 は、内側仮想円 6 2 と外側仮想円 6 6 の間で半径方向に延び、かつそれらの円上に含まれる。第 4 の回転子チャネル 1 0 0 を通る各第 1 の回転子チャネルの位置は、離散回転子位置に対応し、それと整列する。したがつて、回転子面 5 2 を第 2 の離散回転子位置（図 3 0 ）から第 3 の離散位置（図 3 1 ）に反時計方向に回転させること、および同様に第 3 の離散回転子位置（図 3 1 ）から第 4 の離散位置（図 3 2 ）に反時計方向に回転させることは、第 2 のポート 6 1 と第 3 のポート 6 5 との間で実質的にほぼ連続的な液体の流れを可能にする。これは、 L C カラムから出力デバイス 7 5 （例えは質量分析計）へのフローストリームをほぼ連続的に維持しながら、中心ポート 5 7 または回転軸 5 8 から外側仮想円 6 6 に外方向へ延びる第 1 の主回転子溝 6 7 が、最初の 4 つの回転子位置で他の複数の機能を果たすことができるので、有利である。

## 【 0 1 1 0 】

図 2 7 および図 2 8 を再び参照すると、固定子面 5 5 および回転子面 5 2 の溝パターンは、まず図 1 5 および図 1 6 の実施形態の固定子デバイス 5 3 および回転子デバイス 5 1 のパターンから、追加の溝およびポートを加えてパターン形成される。前の弁実施形態と同様に、固定子面 5 5 は、中心回転軸 5 8 上に位置された中心ポート 5 7 を画定し、また、内側仮想円 6 2 上に含まれる追加の固定子ポート 6 1 と、外側仮想円 6 6 上に含まれる第 3 の固定子ポート 6 5 および第 4 のポート 1 0 1 ～第 9 の固定子ポート 1 0 6 とを画定し、それらの円は、中心ポート 5 7 から半径方向距離「 R 1 」および「 R 2 」にある。外側固定子ポートは、それぞれの対応する離散回転子位置で整列するように円周方向で離隔されている。ここでも、前の弁構成と同様に、固定子の第 2 のポート 6 1 および第 3 のポート 6 5 は、中心ポート 5 7 と直線状に整列し、中心回転軸 5 8 に交差する。

## 【 0 1 1 1 】

この実施形態の固定子デバイスの固定子面 5 5 はまた、半径方向固定子溝 1 0 8 および第 1 の円周方向固定子溝 1 1 0 を画定する。半径方向固定子溝 1 0 8 は、内側仮想円 6 2 上に含まれる内側部分と、第 4 のポート 1 0 1 と連絡し、半径「 R 2 」を有する外側仮想円 6 6 上に含まれる外側部分とを有する半径方向に延びる溝である。対照的に、円周方向固定子溝 1 1 0 は、外側仮想円 6 6 の周りに円周方向に延び、半径 R 2 で、2 つの連続する離散回転子位置の間の円弧長さの約半分の距離の円弧長さを有する。図 2 7 に示されるように、円周方向固定子溝 1 1 0 は、第 3 の固定子ポート 6 5 のすぐ時計方向にある。

## 【 0 1 1 2 】

図 2 8 に示される回転子デバイス 5 1 は、細長い第 1 の回転子溝 6 7 を有し、溝 6 7 は

10

20

30

40

50

、中心ポート 57 から、外側半径 R2 での外側仮想円 66 内まで含まれる位置に半径方向外側に延びる。前述したように、回転子面 52 は、さらに、複数のより短い回転子チャネル（すなわち、第 1 の回転子チャネル 66、第 2 の回転子チャネル 95、第 3 の回転子チャネル 98、および第 4 の回転子チャネル 100）を画定し、それぞれが、内側仮想円 62 と外側仮想円 66 の間に延び、それらの円上に含まれる。回転子デバイス 51 は、同様に、より短い円弧長さの外側円周方向回転子溝 78 と、かなり長い円弧長さの内側円周方向回転子溝 111（その機能は以下により詳細に述べる）とを有する。

【0113】

図 27 および図 28 に示される本発明のこの実施形態を組み込む例示的な弁アセンブリは、図 29～図 38 を参照して以下に概略的に述べる構成要素に接続されるとき、液体クロマトグラフィ・質量分析法（LC-MS）用途で使用することができる。

10

【0114】

この構成において、LC システムは、液体クロマトグラフィ（LC）カラム 96、質量分析計 75、廃棄物容器 112、反応物ボトル A（113）、反応物ボトル B（114）、および洗浄剤リザーバ 115 を含み、これらはそれぞれ、外部配管 116～119 によって固定子の第 2 のポート 61、第 3 のポート 65、および第 4 のポート 101～第 7 のポート 104 に接続される。さらに、吸引／分注ポンプ 123 が外部配管 120 を介して中心ポート 57 に結合され、また、第 8 の固定子ポート 105 および第 9 のポート 106 が外部配管 121 を介して廃棄物容器 112 に結合される。

20

【0115】

簡潔には、動作中、高圧 LC デバイス 97 は、試料を、LC カラム 96 を通し、外部配管 125 を通して第 2 のポート 61 に連続的に押し出し、そこから、弁の離散回転子位置に応じて、質量分析計 75（図 29～図 32）または廃棄物容器 112（図 34～図 37）に向けて試料を送ることができる。前述したように、弁アセンブリを損壊しないように、およびクロマトグラフィ分離の品質を損なわないように、第 2 の固定子ポート 61 によって液体の流れを閉塞しないようにすることができる。同時に、吸引／分注ポンプ 123 は、反応物 A（113）、反応物 B（114）、または洗浄剤リザーバ 115 の任意のものから吸引すること、およびそれから廃棄物容器 112 または質量分析計 75 に、それぞれ独立して、または第 2 のポート 61 の出力と組み合わせて分注することができる。これらの操作は、様々な状態での弁を示す以下の図でより明瞭になる。

30

【0116】

次に特に図 29 を参照すると、回転子デバイス 51 は、第 1 の離散回転子位置に方向付けられる。図示されるように、第 1 の回転子溝 67 は、第 2 の固定子ポート 61 および第 3 のポート 65 と整列され、高圧 LC ポンプデバイス 97 が、LC カラム 96 を通し、外部配管 125 を通して第 2 のポート 61 に、次いで第 1 の回転子チャネル 68 を通して固定子の第 3 のポート 65 に試料を押し出すことを可能にする。そこから、液体の流れは、質量分析計 75 に進むことができる。同時に、第 1 の回転子溝 67 は、固定子の第 5 のポート 102 と整列し、吸引／分注ポンプ 123 は、反応物 A を、外部配管 117 および中心ポート 57 を通し、第 1 の回転子溝 67 を通し、外部配管 120 を通して吸引／分注ポンプ 123 に吸引することができる。

40

【0117】

回転子デバイス 51 を、第 1 の離散回転子位置（図 29）から第 2 の回転子位置（図 30）に離散回転子位置 1 つ分だけ時計方向に迅速に回転させると、第 2 の回転子チャネル 95 を第 2 のポート 61 および第 3 のポート 65 と迅速に整列させて、そこを通るほぼ連続的な自由な流れを保つことができる。したがって、高圧 LC ポンプ 97 は、擬似連続で動作することができ、弁アセンブリおよびクロマトグラフィに対する影響を最小限にする。同時に、第 1 の回転子溝 67 は、第 6 の固定子ポート 103 と整列するように位置決めされ、吸引／分注ポンプ 123 が、外部配管 118 を通して反応物 B を吸引できるようにする。

【0118】

50

次に図31および図32を見ると、回転子デバイス51は、それぞれ第3の離散回転子位置と第4の回転子位置に迅速に回転させることができる。先と同様に、第3の離散回転子位置(図31)では、第3の回転子チャネル98が第2のポート61および第3のポート65と迅速に整列され、第4の離散回転子位置(図32)では、第4の回転子チャネル100がやはり第2のポート61および第3のポート65と迅速に整列され、そこを通るほぼ連続的な自由な流れを維持する。ここでも、同時に、第3の回転子位置(図31)で、第1の回転子溝67は、第7の固定子ポート104と整列するように位置決めされ、吸引/分注ポンプ123が洗浄剤リザーバ115から洗浄剤を吸引できるようにし、第4の回転子位置(図32)では、第1の回転子溝67は、第8の固定子ポート105と整列するように位置決めされ、吸引/分注ポンプ123は、中に収容されている液体の種類を問わず、それを外部配管121を通して廃棄物容器112に分注する。

10

## 【0119】

第5の離散回転子位置(図33)は、第1の回転子溝67が閉塞されているので使用不能状態であり、吸引/分注ポンプ123をオフに切り替えなければならない。より重要なことには、液体の流れが内側円周方向回転子溝111に入るものの、第2のポート61を通るLCカラム96の出力も閉塞されており、高圧LCポンプ97をオフに切り替える必要がある。

20

## 【0120】

第6の離散回転子位置(図34)を通る第9の回転子位置(図37)では、図27および図28と同じ弁構成の固定子デバイス53および回転子デバイス51を使用して、本発明の別の態様が述べられている。簡潔には、ここまで述べた離散回転子位置は、特許請求の範囲を明瞭にするために、特許請求の範囲でのものと正確には一致しないことがあることを理解されたい。例えば、以下に述べる第6および第7の離散回転子位置(図34および図35)は、請求項のいくつかの第1および第2の回転子位置に一致する。

30

## 【0121】

ここで、目標は、高圧LCポンプデバイス97によってLCカラム96を通して廃棄物容器112に押し出される、第2のポート61を通る液体の連続的なフローストリームを維持することである。この構成では、固定子デバイス53はさらに、半径方向固定子溝108を画定し、半径方向固定子溝108は、中心回転軸および第4のポート101と概して直線状に整列するように延び、ここで、半径方向固定子溝108の内側部分は内側仮想円62上に含まれ、その反対側の外側部分は外側仮想円66上に含まれ、第4のポート101(図27)と連続的に流体連絡する。

30

## 【0122】

回転子デバイス51に関して、図28に示されるように、および全般的に述べるように、回転子面52は、さらに内側円周方向回転子溝111を画定し、溝111は、内側仮想円62上で中心回転軸58の周りで円周方向に延びる。半径R1での内側円周方向回転子溝111の円弧長さは、少なくとも2つの連続して隣接する離散回転子位置に延び、この特定の例では、第6の離散回転子位置(図34)から第9の離散回転子位置(図37)まで延びる。

40

## 【0123】

したがって、回転子デバイス51が、第6の離散回転子位置(図34)にあるとき、内側円周方向回転子溝111は、第2のポート61および半径方向固定子溝108の内側部分と円周方向で整列するように方向付けられて流体接続し、それにより第2のポート61が第4のポート101と流体連絡する。この例では、高圧LCポンプデバイス97およびLCカラム96は、廃棄物容器112と液体流れ連絡する。

## 【0124】

回転子デバイス51が、第6の回転子位置に直に隣接し、そこから中心回転軸58の周りで回転方向にずらされた第7の離散回転子位置(図35)に反時計方向に回転されるとき、内側円周方向回転子溝111は、第2のポート61および半径方向固定子溝108の内側部分と連続的に円周方向で整列するように方向付けられて連続的に流体接続する。し

50

たがって、回転子デバイス 5 1 が第 6 の回転子位置と第 7 の回転子位置との間で迅速に切り替えられるとき、第 2 のポート 6 1 から第 4 のポート 1 0 1 への連続的な液体フローストリームを維持することができる。

【 0 1 2 5 】

図 3 4 の第 6 の回転子位置において、さらに、第 1 の回転子溝 6 7 は、第 9 の固定子ポート 1 0 6 と整列するように位置決めされ、吸引 / 分注ポンプ 1 2 3 が、中に収容されている液体の種類を問わず、それを外部配管 1 2 1 を通して廃棄物容器 1 1 2 に分注できるようとする。図 3 5 の第 7 の回転子位置に関して、半径方向の第 1 の回転子溝 6 7 はやはり閉塞されており、吸引 / 分注ポンプ 1 2 3 をオフに切り替えなければならない。

【 0 1 2 6 】

回転子デバイス 5 1 を、後続の離散位置 2 つ分、すなわち第 8 の回転子位置（図 3 6 ）に、次いで第 9 の回転子位置（図 3 7 ）に反時計方向に回転させると、内側円周方向回転子溝 1 1 1 は、第 2 のポート 6 1 および半径方向固定子溝 1 0 8 の内側部分と連続的に円周方向で整列するように方向付けられて連続的に流体接続する。したがって、回転子デバイスを第 6 の回転子位置～第 9 の回転子位置の任意のものまたはそれらの組合せの間で迅速に切り替えられるとき、第 2 のポート 6 1 から第 4 のポート 1 0 1 への連続的な液体の流れを維持することができる。

【 0 1 2 7 】

第 8 の離散回転子位置（図 3 6 ）で、第 1 の半径方向回転子溝 6 7 は、外側円周方向固定子溝 1 1 0 と整列するように移動され、それによりそれと流体連絡する。外側円周方向回転子溝 7 8 は、同様に、円周方向固定子溝 1 1 0 の反対側の端部に重なるように回転され、一方、回転子溝 7 8 の反対側の端部は第 3 のポート 6 5 と連絡する。したがって、吸引 / 分注ポンプライン内に吸引されている液体の種類を問わず、それを質量分析計 7 5 を通して直接分注することができる。

【 0 1 2 8 】

図 3 7 の第 9 の回転子位置での半径方向の第 1 の回転子溝 6 7 に関して、細長い半径方向溝は、第 2 のポート 6 1 および第 3 のポート 6 5 と直線状に整列される。したがって、これは、図 1 3 および図 1 7 の前述の実施形態の第 1 の離散回転子位置と同一であり、2 つの入力ポート 5 7 、6 1 からの液体を混合して、1 つの出力ポート 6 5 を通して流すことができる。したがって、この特定の実施形態では、弁のこの位置は、質量分析計 7 5 内に注入する前に、吸引 / 分注ポンプ 1 2 3 と LC カラム 9 6 の液体出力を混合して单一の流体ストリームにすることができる手段を提供する。

【 0 1 2 9 】

第 1 0 の回転子位置（図 3 8 ）は、別の未使用状態であり、ここで、LC カラム 9 6 の出力は、第 2 のポート 6 1 で、回転子面 5 2 内で閉塞されている。この位置で、吸引 / 分注ポンプ 1 2 3 は、外部配管 1 2 0 、中心ポート 5 7 、半径方向の第 1 の回転子溝 6 7 、第 4 の固定子ポート 1 0 1 、および外部配管 1 1 6 を含む流体経路を通して廃棄物容器 2 8 に向けて送られる。

【 0 1 3 0 】

まとめると、弁アセンブリのこの実施形態を使用して、LC カラム 9 6 の出力を質量分析計 7 5 または廃棄物容器 1 1 2 に送ることができ、一方、それと同時に、個別に（図 3 6 の第 8 の離散回転子位置で）、または LC カラム 9 6 の出力を含む複合のフローストリームで（図 3 7 の第 9 の離散回転子位置で）、吸引 / 分注ポンプ 1 2 3 がいくつかの反応物ボトル A ( 1 1 3 ) 、B ( 1 1 4 ) の任意のものと連絡すること、廃棄物容器 1 2 に分注すること、または質量分析計 7 5 内に注入することを可能にする。これらの弁位置は、以下の表 1 にまとめられている。

【表1】

【表1】

離散回転子位置	第2のポート61の出力	中心ポート57の出力
1 (図29)	質量分析計へ	反応物Aへ
2 (図30)	質量分析計へ	反応物Bへ
3 (図31)	質量分析計へ	洗浄剤リザーバへ
4 (図32)	質量分析計へ	廃棄物容器へ
5 (図33)	n/a	n/a
6 (図34)	廃棄物容器へ	廃棄物容器へ
7 (図35)	廃棄物容器へ	接続なし
8 (図36)	廃棄物容器へ	質量分析計へ
9 (図37)	質量分析計へ	質量分析計へ
10 (図38)	n/a	n/a

10

20

【0131】

図27および図28に示される弁の実施形態では、第2のポート61でのLC入力は、図33の第5の離散回転子位置および図38の第10の離散回転子位置では接続されない（閉塞される）。前述したように、動作中、弁アセンブリがこれら2つの離散回転子位置の1つにある状態で高圧ポンプ97が引き続き圧力を加えた場合、弁アセンブリに伝達される高圧が弁の故障を引き起こすことがある。

【0132】

図33の第5の離散回転子位置に関して、このタイプの故障を防止するために、固定子面55は、追加の第2の半径方向固定子溝（図示せず）を含むように修正することができる。図33の第5の離散回転子位置を参照すると、この第2の半径方向固定子溝の内側端部は、内側仮想円62上に含まれ、第2の固定子ポート61と一致する他端とは反対側の内側円周方向回転子溝111の端部と流体連絡する。第2の半径方向固定子溝の反対側の外側端部は、外側仮想円66で、第9の固定子ポート106と一致して、流体連絡する。この構成は、半径方向固定子溝108と第4の固定子ポート101との間の連続的な流体連絡の構成と同様である。

30

【0133】

この修正により、図33の第5の離散回転子位置で、さらなる第2の固定子溝（図示せず）は、ここで、内側円周方向回転子溝111を介して第2のポート61を第9の固定子ポート106に接続し、そこから廃棄物容器112に接続する。この実施形態はまた、外側円周方向溝78をフラッシュすることを可能にし、これは、反応物が切り替えられるときに汚染を最小限にする一助となる。

40

【0134】

同様に、図38の第10の離散回転子位置に関して、このタイプの故障を防止するために、回転子面52は、第1の回転子溝67と第1の回転子チャネル68との間に位置決めされた追加の第5の回転子チャネル126（図39）を含むように修正することができる。したがって、図39の第10の離散回転子位置を参照すると、この第5の回転子チャネル126の内側部分は、内側仮想円62上に含まれ、第2のポート61と流体連絡し、一方、その反対側の外側部分は、外側仮想円66上において、第3の固定子ポート65に含まれ、第3の固定子ポート65と流体連絡する。

50

## 【0135】

この修正により、図39の第10の離散回転子位置で、さらなる第5の回転子溝126は、ここで、LCカラム96の出力を、外部配管125を通して第2のポート61に、さらに第3の固定子ポート65を通して質量分析計75に接続し続ける。これら2つの追加は、弁が任意の他の位置にあるときには流体の流れに影響を及ぼさないことを理解されたい。

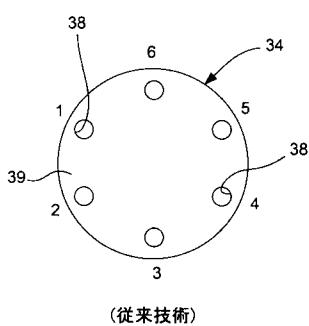
## 【0136】

前述の実施形態が、追加の固定子および回転子溝を使用して生成することができる多くの可能な実施形態の1つにすぎないことも理解されたい。他の流体チャネル構成を実装することもでき、異なる機能を提供する。例えば、対応する円周方向および半径方向回転子と固定子溝、ならびに対応するポートを逆にすることができる、外側仮想円66に位置された固定子ポートが内側仮想円62に移され、およびその逆にされ、円周方向回転子と固定子溝も逆にされる。例えば、内側円周方向回転子溝111を外側仮想円66に位置変更する。さらに、回転子および固定子の溝およびチャネルのサイズを用途に合わせることができる。例えば、半径「R2」で中心ポート57を外側固定子ポートと接続させる第1の回転子溝67は、より広い直径でもよく、したがって、吸引/分注ポンプ123は、大きな圧力低下を生み出すことなく、そこを通して反応物をより迅速に吸引および分注することができる。対照的に、LCカラム96の出力を質量分析計75に連絡する、半径「R1」から半径「R2」まで延びる短い第1～第4の半径方向回転子チャネル68、95、98、および100は、LCカラムから抽出されるピークの帯域の広がりを防止するようにより狭くすることができる。

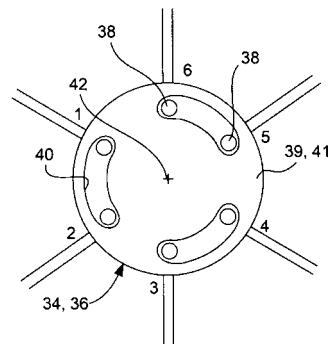
## 【0137】

さらに、多くの修正および変更が当業者には容易に想到されるので、図示および説明した正確な構造および動作に本発明を限定することは望まれず、したがって、全ての適切な修正および均等形態に依拠することもでき、それらも本発明の範囲内に入る。

## 【図2】



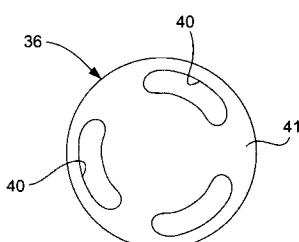
FIGURE\_2



(従来技術)

FIGURE\_4A

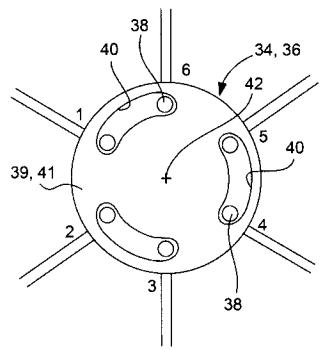
## 【図3】



(従来技術)

FIGURE\_3

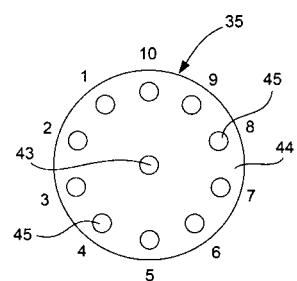
【図4B】



(従来技術)

FIGURE\_4B

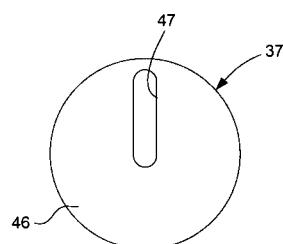
【図5】



(従来技術)

FIGURE\_5

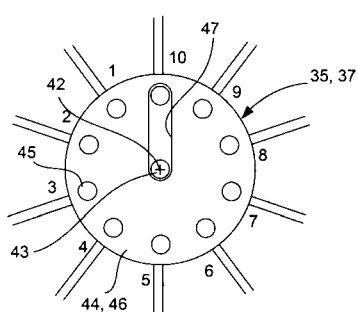
【図6】



(従来技術)

FIGURE\_6

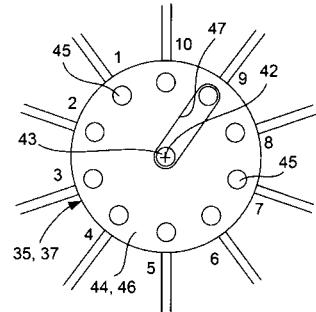
【図7】



(従来技術)

FIGURE\_7

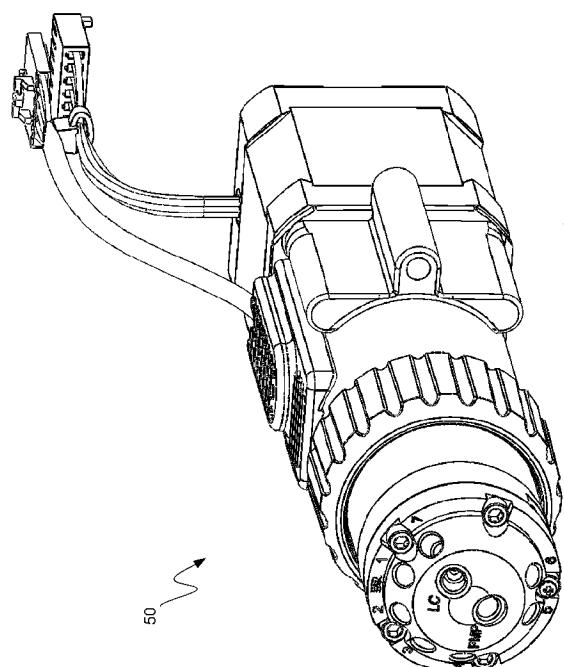
【図8】



(従来技術)

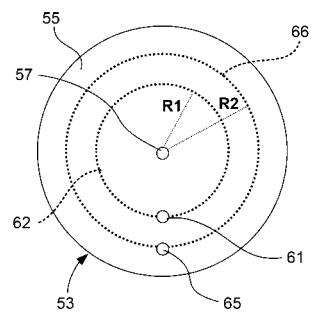
FIGURE\_8

【図 9】



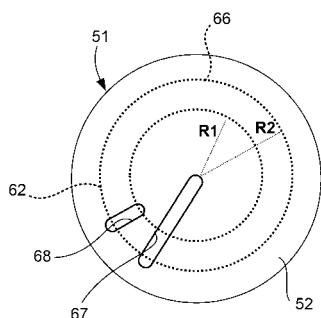
FIGURE\_9

【図 10】



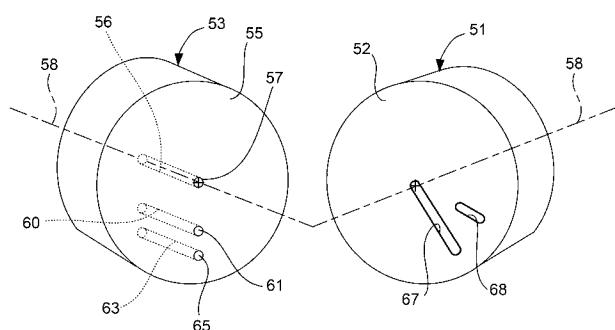
FIGURE\_10

【図 11】



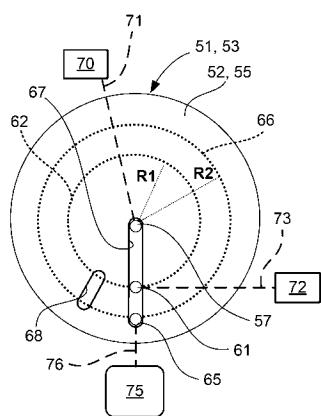
FIGURE\_11

【図 12】



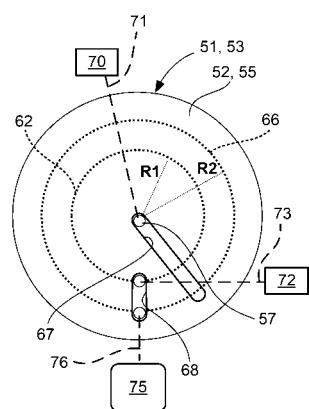
FIGURE\_12

【図 13】



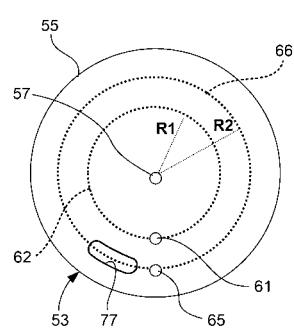
FIGURE\_13

【図 14】



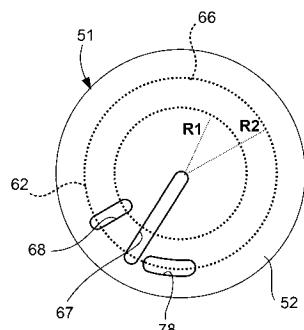
FIGURE\_14

【図 15】



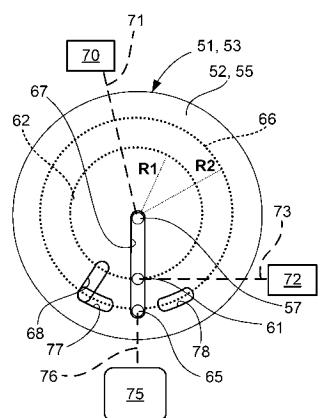
FIGURE\_15

【図 16】



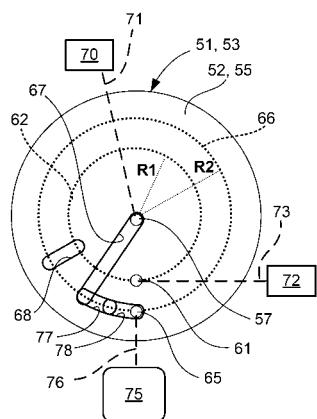
FIGURE\_16

【図 17】



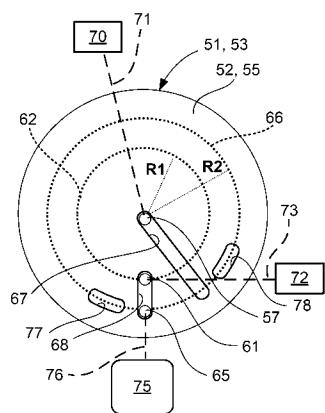
FIGURE\_17

【図 18】



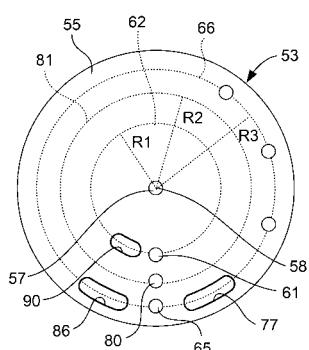
FIGURE\_18

【図 19】



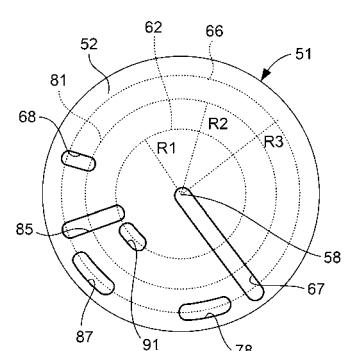
FIGURE\_19

【図 20】



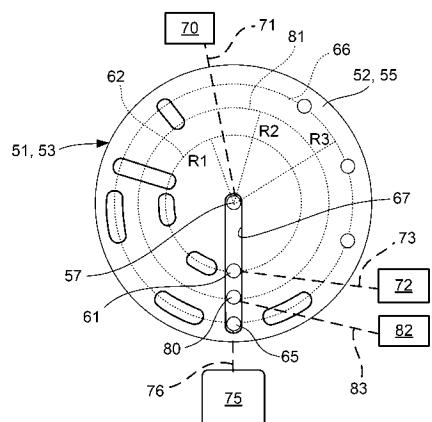
FIGURE\_20

【図 21】



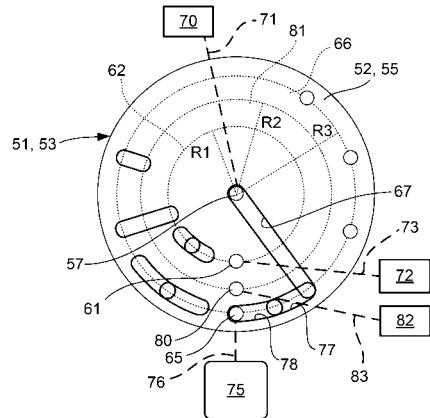
FIGURE\_21

【図 2 2】



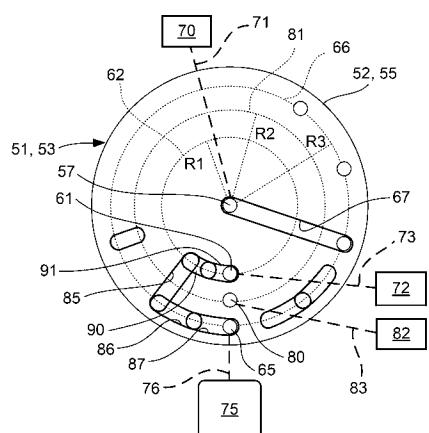
FIGURE\_22

【図 2 3】



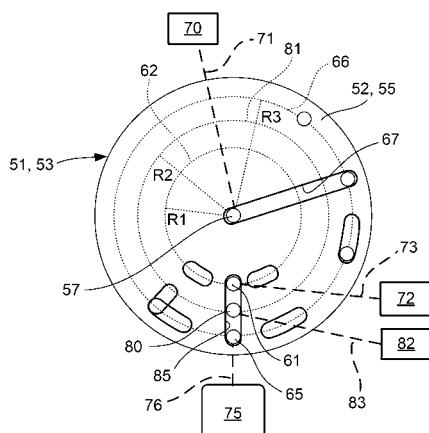
FIGURE\_23

【図 2 4】



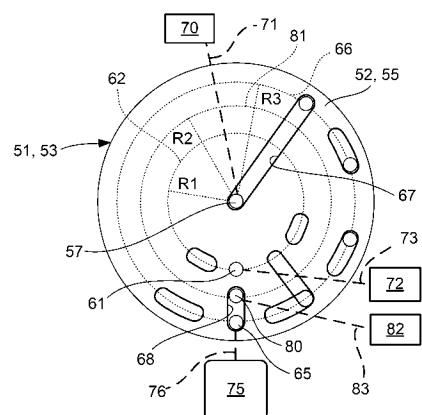
FIGURE\_24

【図 2 5】



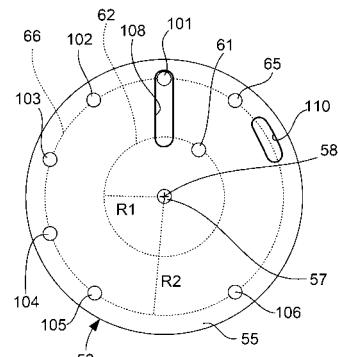
FIGURE\_25

【図 2 6】



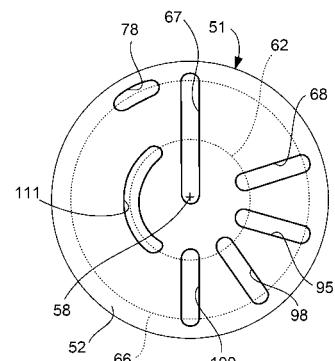
FIGURE\_26

【図 2 7】



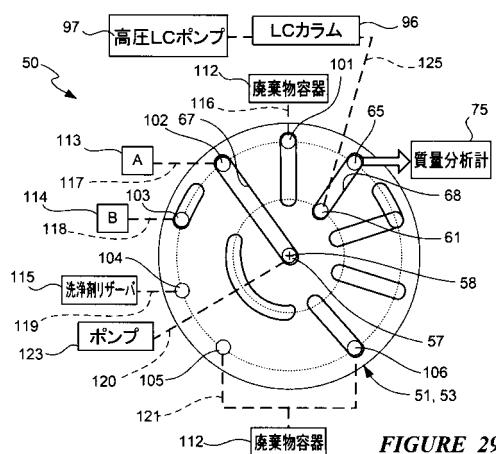
FIGURE\_27

【図 2 8】



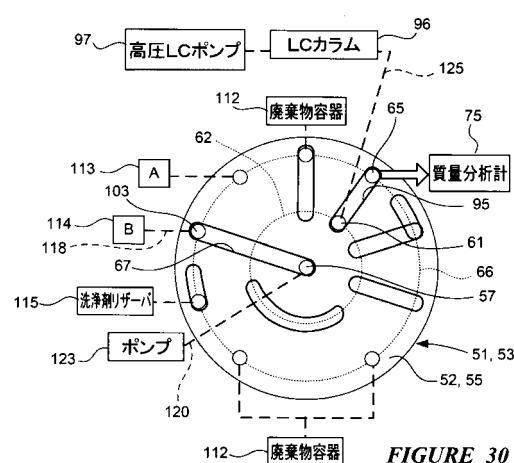
FIGURE\_28

【図 2 9】



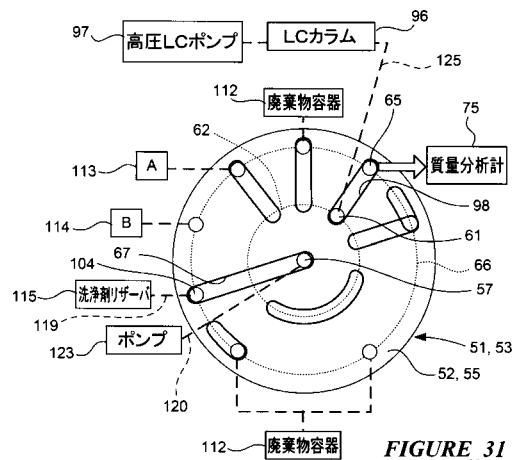
FIGURE\_29

【図 3 0】



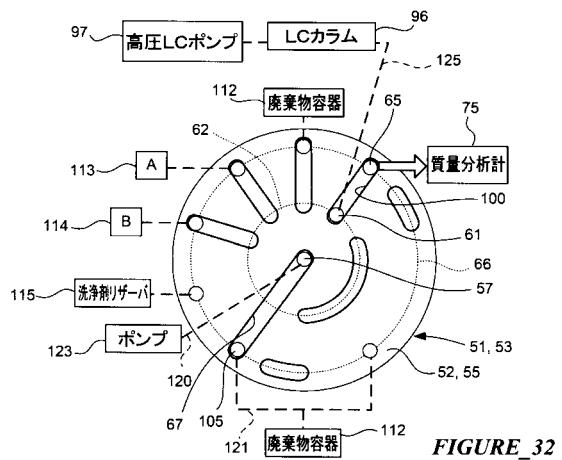
FIGURE\_30

【図31】



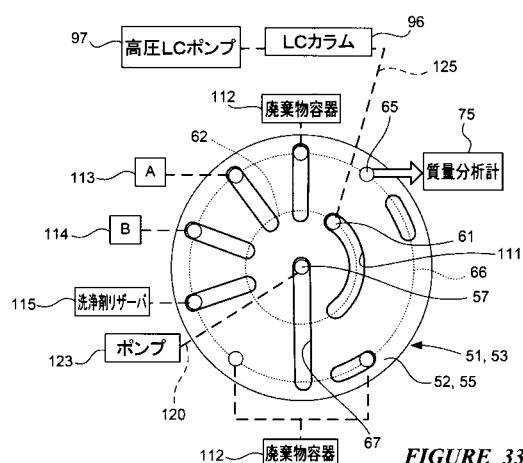
**FIGURE 31**

【 図 3 2 】



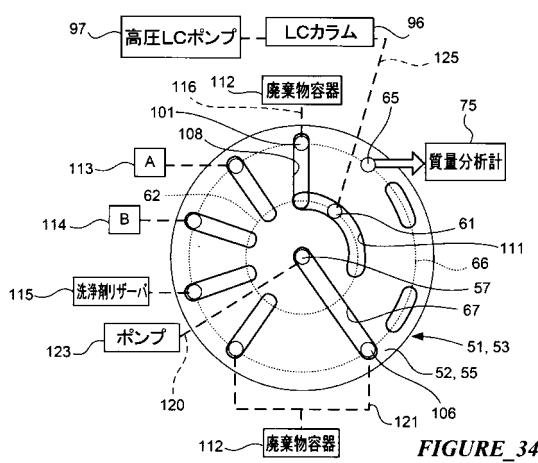
**FIGURE\_32**

【図33】



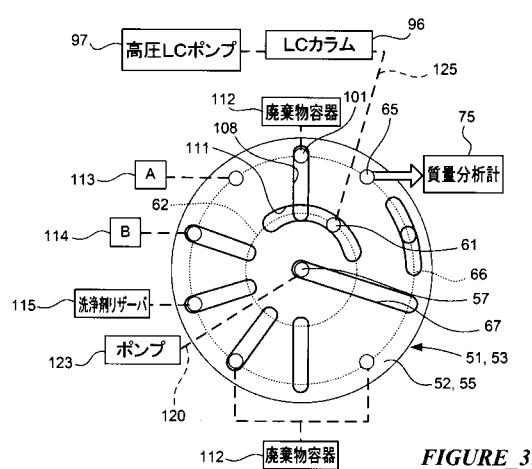
**FIGURE 33**

【 図 3 4 】



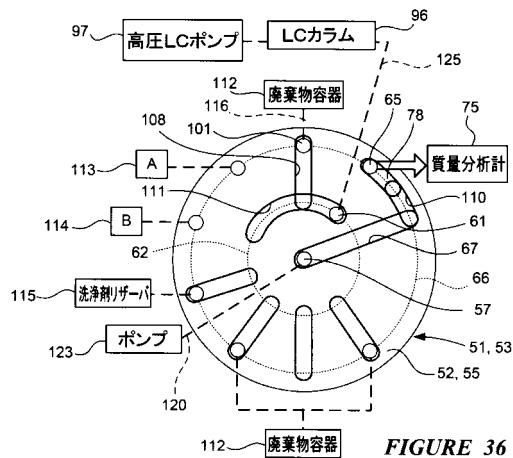
**FIGURE\_34**

【図35】



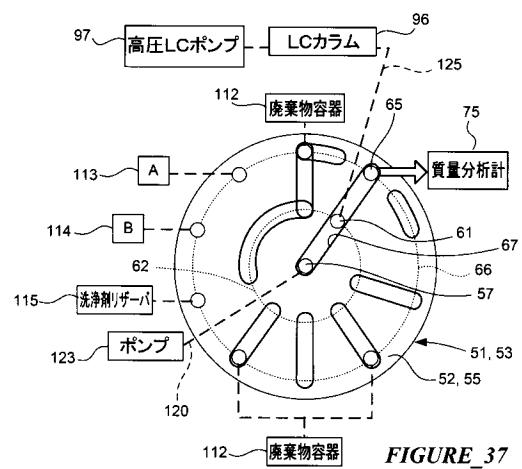
**FIGURE 35**

【図36】



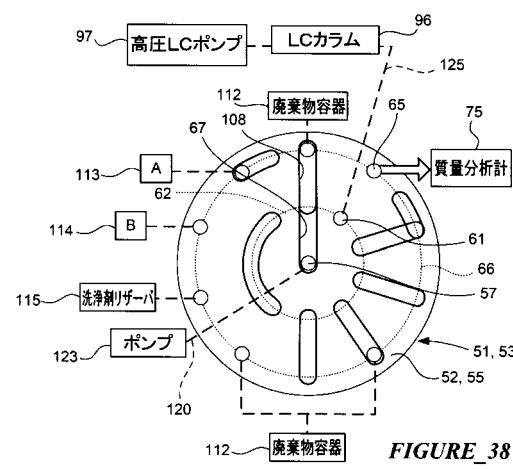
**FIGURE 36**

【図37】



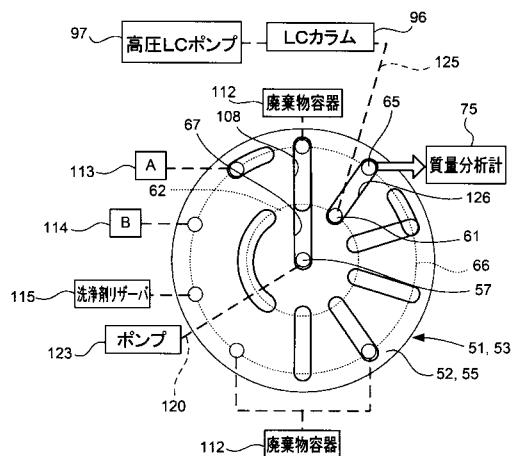
**FIGURE 37**

【 図 3 8 】



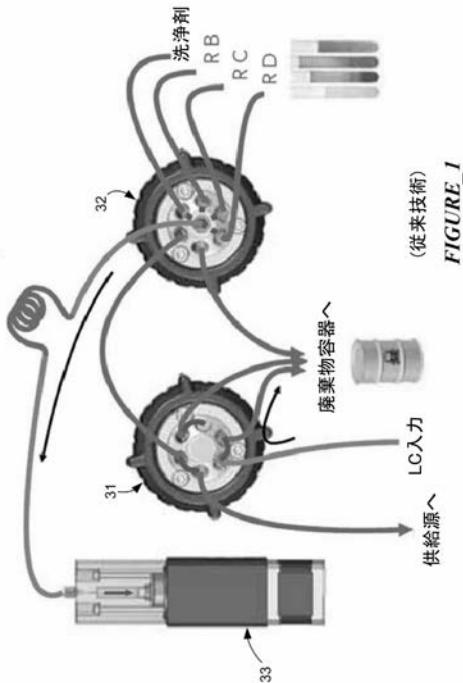
**FIGURE 38**

【図39】



FIGURE\_39

【図1】



モード4:充填(A, B, C, 洗浄剤リザーバ)、LCから廃棄物容器へ

(従来技術)  
FIGURE\_1

---

フロントページの続き

(72)発明者 ダレン・ルイス

アメリカ合衆国 ワシントン州 9 8 2 7 7 オーク・ハーバー, オーク・ストリート, 6 1 9

(72)発明者 ジョン・ニコルズ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 9 2 8 ロアート・パーク, パーク・コート, 6 0 0

(72)発明者 ジム・スミス

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 9 2 8 ロアート・パーク, パーク・コート, 6 0 0

F ターム(参考) 2G052 AD26 AD46 CA35 GA24 GA27 JA11

3H053 AA25 BA04 BB02 DA12

3H067 AA13 CC32 DD03 DD12 DD32 EA14 EA16 FF12 GG12 GG26

【外国語明細書】

2016109298000001.pdf