

(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 1	テーマコード (参考)
<b>F 1 6 K</b> 11/074 (2006.01)	F 1 6 K 11/074 Z	2 G 0 5 2
<b>F 1 6 K</b> 3/08 (2006.01)	F 1 6 K 3/08	3 H 0 5 3
<b>G 0 1 N</b> 30/26 (2006.01)	G 0 1 N 30/26 M	3 H 0 6 7
<b>G 0 1 N</b> 1/00 (2006.01)	G 0 1 N 1/00 1 O 1 L	

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)	(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 I D E X H E A L T H & S C I E N C E L L C 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
(22) 出願日	平成27年11月18日(2015.11.18)	(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	62/081, 256	(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
(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)		

最終頁に続く

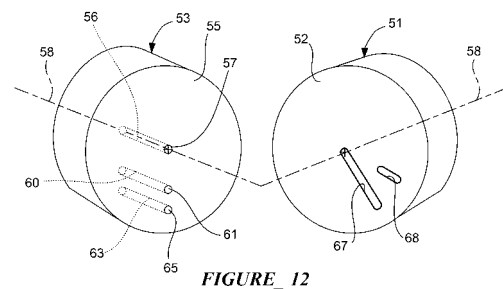
(54) 【発明の名称】 個別または複合の流れを可能にするように複数の半径方向溝を有する複数位置型のマイクロ流体弁アセンブリ

(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、そこを通過して延びる第 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、そこを通過して延びる第 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  $R_1$  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、そこを通過して延びる第 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  $R_2$  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  $R_2$  が半径  $R_1$  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  $R_2$  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、そこを通過す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、そこを通過す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、そこを通過す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、そこを通過す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、そこを通過す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、そこを通過す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  $R_1$  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  $R_2$  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】

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、そこを通過して延びる第 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、そこを通過して延びる第 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 の回転子チャンネルと第 2 の回転子チャンネルを有し、各チャンネルが、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 の回転子チャンネルと前記第 2 の回転子チャンネルがそれぞれ、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 の回転子チャンネルが、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 の回転子チャンネルが、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】

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、そこを通過して延びる第 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、そこを通過して延びる第 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、そこを通して延びる第 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、そこを通して延びる第 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  $R_2$  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  $R_2$  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

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、そこを通過して延びる第 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、そこを通過して延びる第 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 (例えば校正物質) 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、洗浄および校正物質液体の吸引および分注に専用のポンプ３３と組み合わせられ、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て回転される。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）。

#### 【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るが、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。

#### 【０００９】

さらに、回転式せん断分流器弁とセ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。

40

#### 【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、そこを通して延びる第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、そこを通して延びる第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して延びる第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

20

30

40

50

#### 【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校正をサポートするために1つまたは複数の校正物質をLCストリームと共に送給することができるので、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、校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にし、検体は、校正物質の $m/z$ 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。

#### 【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。

#### 【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。

#### 【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の回転子チャンネルを含み、第1の回転子チャンネルが、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の回転子チャンネルは、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



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、そこを通過して延びる第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、そこを通過して延びる第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の回転子チャンネルと第2の回転子チャンネルを有し、各チャンネルが、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の回転子チャンネルと第2の回転子チャンネルはそれぞれ、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の回転子チャンネルが、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の回転子チャンネルが、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、そこを通過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、そこを通過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の回転子チャンネルを含み、第3の回転子チャンネルは、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の回転子チャンネルは、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の回転子チャンネルが、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、そこを通過して延びる第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

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。

【 0 0 2 2 】

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して延び、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  $R_1$  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して延び、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  $R_2$  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。

【 0 0 2 3 】

1 つの特定の実施形態では、半径  $R_2$  は半径  $R_1$  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。

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

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。

【 0 0 2 6 】

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】

【 0 0 2 7 】

【図 1】分流器回転式せん断弁およびセ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 4 A 】 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 4 B 】 第 2 の回転子位置で示される図 4 A 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 1 0 】 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 1 1 】 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 1 2 】 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 1 3 】 第 1 の離散回転子位置での、図 1 0 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 1 1 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 1 4 】 第 2 の離散回転子位置で示される、図 1 3 の回転子 - 固定子界面の概略図である。
- 【 0 0 4 2 】
- 【 図 1 5 】 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 1 6 】 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 40
- 。 【 0 0 4 4 】
- 【 図 1 7 】 第 1 の離散回転子位置での、図 1 5 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 1 6 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 1 8 】 第 2 の離散回転子位置で示される、図 1 7 の回転子 - 固定子界面の概略図である。
- 【 0 0 4 6 】
- 【 図 1 9 】 第 3 の離散回転子位置での、図 1 7 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】

20

【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。

30

【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。

40

【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】

50

【図 3 7】第 9 の離散回転子位置で示される、図 2 9 の回転子 - 固定子界面の概略図である。

【0 0 6 5】

【図 3 8】第 1 0 の離散回転子位置で示される、図 2 9 の回転子 - 固定子界面の概略図である。

【0 0 6 6】

【図 3 9】第 1 0 の離散回転子位置で示される、図 2 9 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】

【0 0 6 7】

10

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。

【0 0 6 8】

ここで図 9 ~ 図 1 3 を見ると、回転式せん断弁アセンブリ 5 0 が提供され、この回転式せん断弁アセンブリ 5 0 は、実質的に平坦な回転子面 5 2 を有する回転子デバイス 5 1 ( 図 1 1 ) と、実質的に平坦な固定子面 5 5 を有する固定子デバイス 5 3 ( 図 1 0 ) とを有する。固定子デバイス 5 3 は、そこを通過して延びる第 1 の通路 5 6 ( 図 1 2 ) を画定し、通路 5 6 は、固定子面 5 5 にある中心ポート 5 7 で終端する。固定子デバイス 5 3 の中心ポート 5 7 は、回転子面 5 2 と固定子面 5 5 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 5 2 と固定子面 5 5 との両方の共通の中心回転軸 5 8 ( 図 1 2 ) に方向付けられる。固定子デバイス 5 3 は、さらに、そこを通過して延びる第 2 の通路 6 0 を画定し、通路 6 0 は、固定子面 5 5 にある第 2 の固定子ポート 6 1 で終端する。この第 2 のポート 6 1 は、( 図 1 0 に内側仮想円 6 2 に含まれて図示されているように ) 中心ポート 5 7 から半径  $R_1$  だけ半径方向に離隔される。固定子デバイス 5 3 は、さらに、そこを通過して延びる第 3 の通路 6 3 を画定し、通路 6 3 は、固定子面 5 5 にある第 3 の固定子ポート 6 5 で終端する。この第 3 のポートは、( 図 1 0 に外側仮想円 6 6 に含まれて図示されているように ) 中心ポートから半径  $R_2$  だけ半径方向に離隔され、さらに、中心ポート 5 7 および第 2 のポート 6 1 と概して直線状に整列し、ここで半径  $R_2$  は半径  $R_1$  よりも大きい。

20

30

【0 0 6 9】

図 1 1 および図 1 2 に最も良く示されるように、回転子デバイス 5 1 は、さらに第 1 の回転子溝 6 7 を含み、第 1 の回転子溝 6 7 は、平坦な回転子面 5 2 に画定され、共通の中心回転軸 5 8 から半径方向外側に延び、中心ポート 5 7 から半径  $R_2$  を有する外側仮想円 6 6 上に概して含まれる位置で終端する。回転子デバイス 5 1 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 5 2 と固定子面 5 5 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 5 8 の周りで回転できるように固定子デバイス 5 3 に回転可能に取り付けられる。

【0 0 7 0】

40

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。

【0 0 7 1】

本発明によれば、図 1 3 に示されるように、回転子デバイス 5 1 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 6 7 は、中心ポート 5 7、第 2 のポート 6 1、および第 3 のポート 6 5 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、LC ストリームと校正物質など 2 つの異なる液体を混合することができ、残り

50

のポートが、例えば質量分析計への出口となる。

【0072】

好ましくは、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校正をサポートするために1つまたは複数の校正物質を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、校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、検体は、校正物質の $m/z$ 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。

【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の例示的实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、その例示的实施形態が図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の回転子チャンネル68も含む。この第1の回転子チャンネルは、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の回転子チャンネル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に、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

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 の回転子チャンネル 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 の回転子チャンネル 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 の出力と組み合わせられて、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  $R_2$  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 5 2 が、(図 1 3 に示される実施形態のものに対応する)図 1 7 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 1 8 に示される第 3 の回転子位置に)回転軸 5 8 の周りで時計方向に回転されるとき、第 1 の回転子溝 6 7 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 7 7 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 7 8 は、円周方向回転子溝の一端が円周方向固定子溝 7 7 の他端と重なり合っ

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 5 7 から、第 1 の半径方向回転子溝 6 7、円周方向固定子溝 7 7、円周方向回転子溝 7 8 を通り、第 3 のポート 6 5 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 7 0 から外部配管 7 1 を通った液体は、外部配管 7 6 を通して出力デバイス 7 5 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 7 7 と回転子溝 7 8 の円弧長さは、合わさって、第 1 の離散回転子位置(図 1 7)から第 3 の回転子位置(図 1 8)への外側仮想円 6 6 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 1 8 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 1 7 および図 1 9 に示されるように、この実施形態では、図 1 7 の第 1 の離散回転子位置は、図 1 3 の位置に対応し、図 1 9 の第 2 の離散回転子位置は、図 1 4 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 1 7)において、流体は、中心ポート 5 7 および第 2 のポート 6 1 から、長い第 1 の半径方向回転子溝 6 7 によって第 3 のポート 6 5 に搬送され、第 2 の離散回転子位置(図 1 9)では、流体は、第 2 のポート 6 1 の入力から第 3 のポート 6 5 の出力にのみ、短い第 1 の半径方向回転子チャンネル 6 8 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 7 5 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 7 0 または第 2 の流体リザーバ 7 2 からの流体をそれぞれ独立して第 3 のポート 6 5 の出力に送ることができることが分かる。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 6 5 を通して出力と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 7 6 を通して出力デバイス 7 5 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ワイプされる、すなわち、汚染、キャリーオーバー、またはパブルトラップをもたらすことがあ

40

【0090】

次に図 2 0 ~ 図 2 6 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 8 0 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 8 0 は、固定子デバイス 5 3 の半径 R 2 を有する中央の同心仮想円 8 1 に沿って位置される。簡潔には、図 2 0 および図 2 2 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 5 7、第 2 の固定子入力ポート 6 1、第 3 の固定子入力ポート 8 0、および固定子出力ポート 6 5 を含む。中心入力ポート 5 7 は、外部配管 7 1 を通して第 1 の流体リザーバ 7 0 に流体

50



結合される。第 2 の入力ポート 6 1 は、半径 R 1 を有する内側仮想円 6 2 に沿って方向付けられ、外部配管 7 3 を通して第 2 の流体リザーバ 7 2 に流体結合される。同様に、中央の仮想円 8 1 に沿って方向付けられた第 3 の入力ポート 8 0 は、外部配管 8 3 を通して第 3 の流体リザーバ 8 2 に流体結合される。最後に、固定子出力ポート 6 5 は、半径 R 3 を有する外側仮想円 6 6 に沿って方向付けられ、外部配管 7 6 を通して出力デバイス 7 5 に流体結合される。

#### 【 0 0 9 1 】

図 1 0 ~ 図 1 9 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 6 5 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 2 0 の固定子デバイス 5 3 で最も良く示されるように、中心ポート 5 7、第 2 の入力ポート 6 1、第 3 の入力ポート 8 0、および固定子出力ポート 6 5 は全て直線状に整列し、中心回転軸 5 8 を通って延びる。ここでも同様に、図 2 1 の回転子デバイス 5 1 に示されるように、回転子面 5 2 は、第 1 の半径方向回転子溝 6 7 を画定し、これは、中心回転軸から外側仮想円 6 6 に半径方向に延び、外側仮想円 6 6 の距離は実質的に半径 R 3 である。

10

#### 【 0 0 9 2 】

また、回転子面 5 2 は、第 1 の半径方向回転子チャネル 6 8 を含み、これは、中央仮想円 8 1 から外側仮想円 6 6 に半径方向で延びる。第 3 の回転子溝 8 5 が、内側仮想円 6 2 から外側仮想円 6 6 に半径方向で延びる。最後に、図 2 0 と図 2 1 の両方を見ると、外側円周方向固定子溝 8 6 と外側円周方向回転子溝 8 7 の対および内側円周方向固定子溝 9 0 と内側円周方向回転子溝 9 1 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 7 7 と外側円周方向回転子溝 7 8 の元の対に追加される。

20

#### 【 0 0 9 3 】

上述したように、第 1 の流体リザーバ 7 0 から出て外部配管 7 1 によって搬送される流体は、中心入力ポート 5 7 に向けて送られ、第 2 の流体リザーバ 7 2 から出て外部配管 7 3 によって搬送される流体は、第 2 の固定子入力ポート 6 1 に向けて送られる。最後に、第 3 の流体リザーバ 8 2 内に収容され、外部配管 8 3 によって搬送される流体は、第 3 の固定子入力ポート 8 0 に向けて送られる。

30

#### 【 0 0 9 4 】

次に図 2 2 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 6 7 が、中心入力ポート 5 7、第 2 の入力ポート 6 1、第 3 の入力ポート 8 0、および固定子出力ポート 6 5 と直線状に整列される。したがって、第 1 の流体リザーバ 7 0、第 2 の流体リザーバ 7 2、および第 3 の流体リザーバ 8 2 からの液体を混合して、第 1 の回転子溝 6 7 を通して固定子出力ポート 6 5 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 7 6 を通して出力デバイス 7 5 に向けて送られることがある。

#### 【 0 0 9 5 】

第 1 の離散回転子位置 (図 2 2) から第 2 の回転子位置 (図 2 3) に離散回転子位置 1 つ分だけ回転子デバイス 5 1 を反時計方向に回転させると、細長い第 1 の回転子溝 6 7 は、外側仮想円 6 6 に沿って、外側円周方向固定子溝 7 7 の片側と整列する。この位置で、外側円周方向回転子溝 7 8 は、対応する外側円周方向固定子溝 7 7 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 5 7 から、細長い第 1 の回転子溝 6 7、外側円周方向固定子溝 7 7、外側円周方向回転子溝 7 8 を通り、固定子出力ポート 6 5 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 7 6 を通して出力デバイス 7 5 に独立して流すことができる。

40

#### 【 0 0 9 6 】

図 2 3 に示されるように、第 2 の離散回転子位置 (図 2 3) から第 3 の離散回転子位置 (図 2 5) にさらに離散回転子位置 1 つ分だけ回転子デバイス 5 1 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を通過して第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】

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を通過し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。

【0098】

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の回転子チャンネル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を通過して出るように流すことができる。

【0099】

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る、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、キャリーオーバー、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】

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。液体が弁を通過して、より広範には流体システムを通過し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】

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、流体がポート65を通過して入り、弁位置に応じてポート57、61、お

10

20

30

40

50

よび 80 の 1 つまたは複数を通し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。

#### 【0104】

固定子デバイス 53 は、そこを通して延びる第 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、そこを通して延びる第 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、そこを通して延びる第 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。

#### 【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 の回転子チャンネル 68 と、第 2 の回転子チャンネル 95 とを含み、各チャンネルが回転子面 52 内に画定される。各半径方向回転子チャンネル 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 の回転子チャンネル 68 と第 2 の回転子チャンネル 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。

#### 【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 の回転子チャンネル 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 の回転子チャンネル 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。

#### 【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

10

20

30

40

50

によっては、高圧ＬＣポンプ９７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５１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に約２５０ｍｓ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６１および第１の回転子溝６７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。

#### 【０１０８】

したがって、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６２と外側仮想円６６との間の半径方向距離に渡って延び、かつそれらの円上に含まれるとき、第２のポート６１と第３のポート６５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６１から第３のポート６５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。

#### 【０１０９】

例えば、以下により詳細に論じるように、回転子面５２は、第３および第４の回転子チャネル９８、１００を画定し、回転子チャネル９８、１００は、内側仮想円６２と外側仮想円６６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１００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。したがって、回転子面５２を第２の離散回転子位置（図３０）から第３の離散位置（図３１）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３１）から第４の離散位置（図３２）に反時計方向に回転させることは、第２のポート６１と第３のポート６５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、ＬＣカラムから出力デバイス７５（例えば質量分析計）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５７または回転軸５８から外側仮想円６６に外方向へ延びる第１の主回転子溝６７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。

#### 【０１１０】

図２７および図２８を再び参照すると、固定子面５５および回転子面５２の溝パターンは、まず図１５および図１６の実施形態の固定子デバイス５３および回転子デバイス５１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５５は、中心回転軸５８上に位置された中心ポート５７を画定し、また、内側仮想円６２上に含まれる追加の固定子ポート６１と、外側仮想円６６上に含まれる第３の固定子ポート６５および第４のポート１０１～第９の固定子ポート１０６とを画定し、それらの円は、中心ポート５７から半径方向距離「Ｒ１」および「Ｒ２」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６１および第３のポート６５は、中心ポート５７と直線状に整列し、中心回転軸５８に交差する。

#### 【０１１１】

この実施形態の固定子デバイスの固定子面５５はまた、半径方向固定子溝１０８および第１の円周方向固定子溝１１０を画定する。半径方向固定子溝１０８は、内側仮想円６２上に含まれる内側部分と、第４のポート１０１と連絡し、半径「Ｒ２」を有する外側仮想円６６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１１０は、外側仮想円６６の周りに円周方向に延び、半径Ｒ２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２７に示されるように、円周方向固定子溝１１０は、第３の固定子ポート６５のすぐ時計方向にある。

#### 【０１１２】

図２８に示される回転子デバイス５１は、細長い第１の回転子溝６７を有し、溝６７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ンネル（すなわち、第 1 の回転子チャンネル 66、第 2 の回転子チャンネル 95、第 3 の回転子チャンネル 98、および第 4 の回転子チャンネル 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 사용할 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。

#### 【0115】

20

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不可欠である。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、およびそれらから廃棄物容器 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 の回転子チャンネル 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 の回転子チャンネル 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 3 1 および図 3 2 を見ると、回転子デバイス 5 1 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 3 1）では、第 3 の回転子チャンネル 9 8 が第 2 のポート 6 1 および第 3 のポート 6 5 と迅速に整列され、第 4 の離散回転子位置（図 3 2）では、第 4 の回転子チャンネル 1 0 0 がやはり第 2 のポート 6 1 および第 3 のポート 6 5 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 3 1）で、第 1 の回転子溝 6 7 は、第 7 の固定子ポート 1 0 4 と整列するように位置決めされ、吸引 / 分注ポンプ 1 2 3 が洗浄剤リザーバ 1 1 5 から洗浄剤を吸引できるようにし、第 4 の回転子位置（図 3 2）では、第 1 の回転子溝 6 7 は、第 8 の固定子ポート 1 0 5 と整列するように位置決めされ、吸引 / 分注ポンプ 1 2 3 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 1 2 1 を通して廃棄物容器 1 1 2 に分注する。

10

#### 【 0 1 1 9 】

第 5 の離散回転子位置（図 3 3）は、第 1 の回転子溝 6 7 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 1 2 3 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 1 1 1 に入るものの、第 2 のポート 6 1 を通る LC カラム 9 6 の出力も閉塞されており、高圧 LC ポンプ 9 7 をオフに切り替える必要がある。

#### 【 0 1 2 0 】

第 6 の離散回転子位置（図 3 4）を通る第 9 の回転子位置（図 3 7）では、図 2 7 および図 2 8 と同じ弁構成の固定子デバイス 5 3 および回転子デバイス 5 1 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 3 4 および図 3 5）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。

20

#### 【 0 1 2 1 】

ここで、目標は、高圧 LC ポンプデバイス 9 7 によって LC カラム 9 6 を通して廃棄物容器 1 1 2 に押し出される、第 2 のポート 6 1 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 5 3 はさらに、半径方向固定子溝 1 0 8 を画定し、半径方向固定子溝 1 0 8 は、中心回転軸および第 4 のポート 1 0 1 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 1 0 8 の内側部分は内側仮想円 6 2 上に含まれ、その反対側の外側部分は外側仮想円 6 6 上に含まれ、第 4 のポート 1 0 1（図 2 7）と連続的に流体連絡する。

30

#### 【 0 1 2 2 】

回転子デバイス 5 1 に関して、図 2 8 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 5 2 は、さらに内側円周方向回転子溝 1 1 1 を画定し、溝 1 1 1 は、内側仮想円 6 2 上で中心回転軸 5 8 の周りで円周方向に延びる。半径 R 1 での内側円周方向回転子溝 1 1 1 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 3 4）から第 9 の離散回転子位置（図 3 7）まで延びる。

#### 【 0 1 2 3 】

したがって、回転子デバイス 5 1 が、第 6 の離散回転子位置（図 3 4）にあるとき、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 6 1 が第 4 のポート 1 0 1 と流体連絡する。この例では、高圧 LC ポンプデバイス 9 7 および LC カラム 9 6 は、廃棄物容器 1 1 2 と液体流れ連絡する。

40

#### 【 0 1 2 4 】

回転子デバイス 5 1 が、第 6 の回転子位置に直に隣接し、そこから中心回転軸 5 8 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 3 5）に反時計方向に回転されるとき、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

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 に分注できるようにする。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単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。

10

20

30

40

【表 1】

【表 1】

離散回転子位置	第 2 のポート 6 1 の出力	中心ポート 5 7 の出力
1 (図 2 9)	質量分析計へ	反応物 A へ
2 (図 3 0)	質量分析計へ	反応物 B へ
3 (図 3 1)	質量分析計へ	洗浄剤リザーバへ
4 (図 3 2)	質量分析計へ	廃棄物容器へ
5 (図 3 3)	n / a	n / a
6 (図 3 4)	廃棄物容器へ	廃棄物容器へ
7 (図 3 5)	廃棄物容器へ	接続なし
8 (図 3 6)	廃棄物容器へ	質量分析計へ
9 (図 3 7)	質量分析計へ	質量分析計へ
1 0 (図 3 8)	n / a	n / a

## 【 0 1 3 1 】

図 2 7 および図 2 8 に示される弁の実施形態では、第 2 のポート 6 1 での LC 入力は、図 3 3 の第 5 の離散回転子位置および図 3 8 の第 1 0 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 9 7 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。

## 【 0 1 3 2 】

図 3 3 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 5 5 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 3 3 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 6 2 上に含まれ、第 2 の固定子ポート 6 1 と一致する他端とは反対側の内側円周方向回転子溝 1 1 1 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 6 6 で、第 9 の固定子ポート 1 0 6 と一致して、流体連絡する。この構成は、半径方向固定子溝 1 0 8 と第 4 の固定子ポート 1 0 1 との間の連続的な流体連絡の構成と同様である。

## 【 0 1 3 3 】

この修正により、図 3 3 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 1 1 1 を介して第 2 のポート 6 1 を第 9 の固定子ポート 1 0 6 に接続し、そこから廃棄物容器 1 1 2 に接続する。この実施形態はまた、外側円周方向溝 7 8 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。

## 【 0 1 3 4 】

同様に、図 3 8 の第 1 0 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 5 2 は、第 1 の回転子溝 6 7 と第 1 の回転子チャネル 6 8 との間に位置決めされた追加の第 5 の回転子チャネル 1 2 6（図 3 9）を含むように修正することができる。したがって、図 3 9 の第 1 0 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 1 2 6 の内側部分は、内側仮想円 6 2 上に含まれ、第 2 のポート 6 1 と流体連絡し、一方、その反対側の外側部分は、外側仮想円 6 6 上において、第 3 の固定子ポート 6 5 に含まれ、第 3 の固定子ポート 6 5 と流体連絡する。



## 【 0 1 3 5 】

この修正により、図 3 9 の第 1 0 の離散回転子位置で、さらなる第 5 の回転子溝 1 2 6 は、ここで、ＬＣカラム 9 6 の出力を、外部配管 1 2 5 を通して第 2 のポート 6 1 に、さらに第 3 の固定子ポート 6 5 を通して質量分析計 7 5 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。

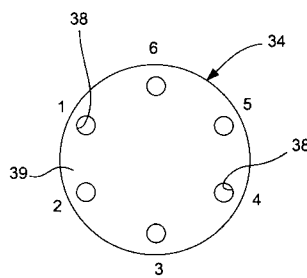
## 【 0 1 3 6 】

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、外側仮想円 6 6 に位置された固定子ポートが内側仮想円 6 2 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 1 1 1 を外側仮想円 6 6 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「R 2」で中心ポート 5 7 を外側固定子ポートと接続させる第 1 の回転子溝 6 7 は、より広い直径でもよく、したがって、吸引 / 分注ポンプ 1 2 3 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 9 6 の出力を質量分析計 7 5 に連絡する、半径「R 1」から半径「R 2」まで延びる短い第 1 ~ 第 4 の半径方向回転子チャネル 6 8、9 5、9 8、および 1 0 0 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。

## 【 0 1 3 7 】

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。

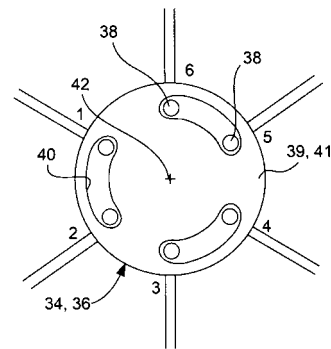
## 【 図 2 】



(従来技術)

FIGURE\_2

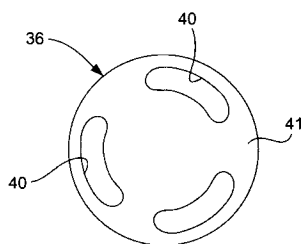
## 【 図 4 A 】



(従来技術)

FIGURE\_4A

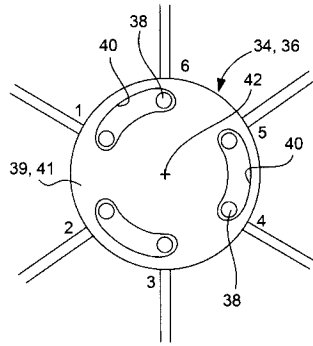
## 【 図 3 】



(従来技術)

FIGURE\_3

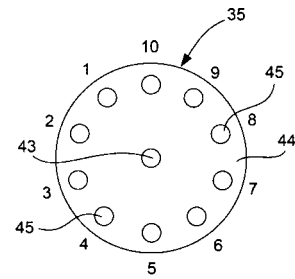
【 図 4 B 】



(従来技術)

FIGURE\_4B

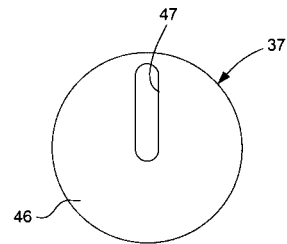
【 図 5 】



(従来技術)

FIGURE\_5

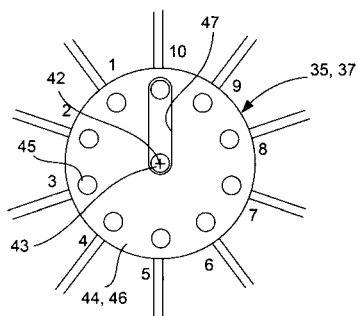
【 図 6 】



(従来技術)

FIGURE\_6

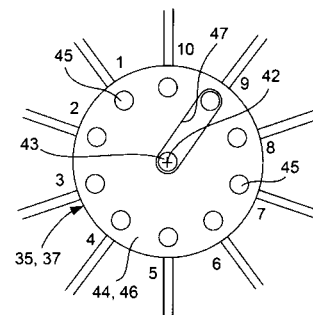
【 図 7 】



(従来技術)

FIGURE\_7

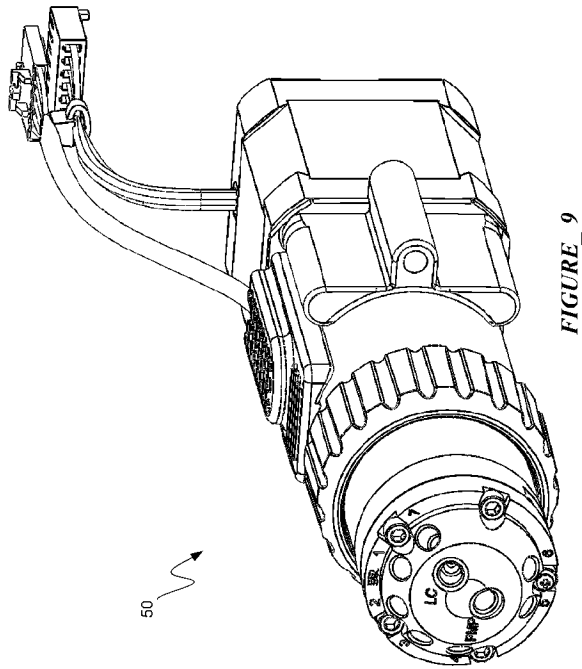
【 図 8 】



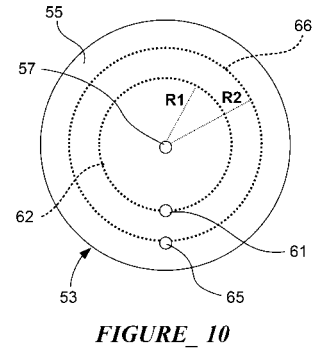
(従来技術)

FIGURE\_8

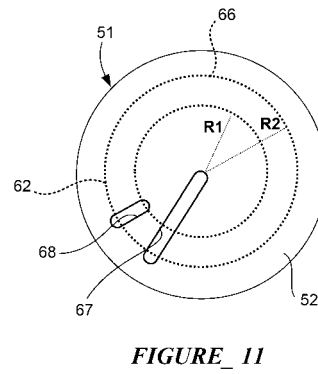
【図 9】



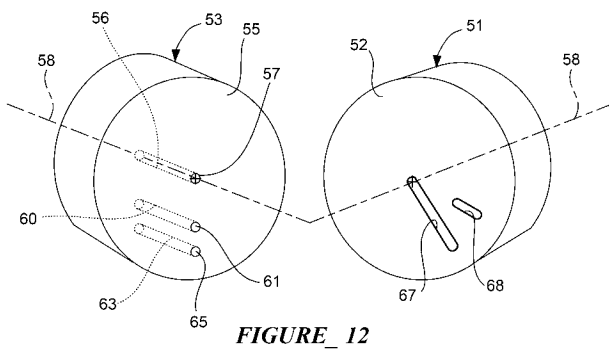
【図 10】



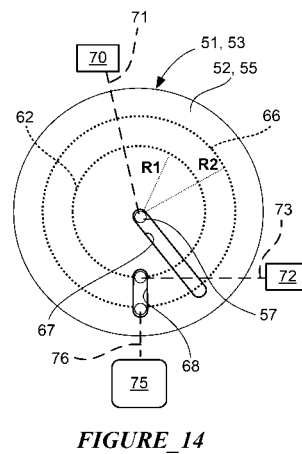
【図 11】



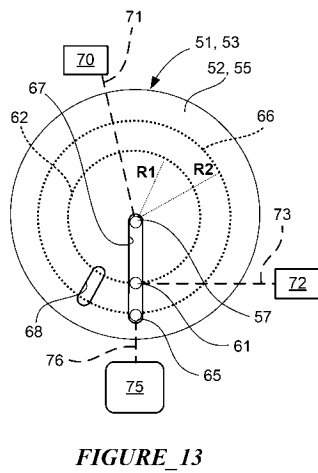
【図 12】



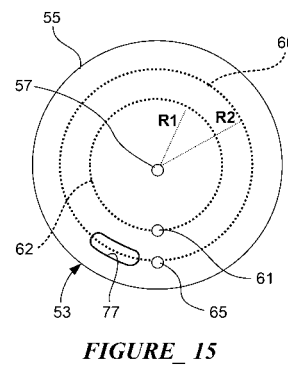
【図 14】



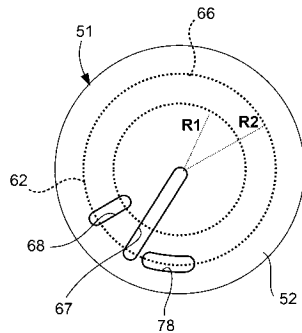
【図 13】



【図 15】

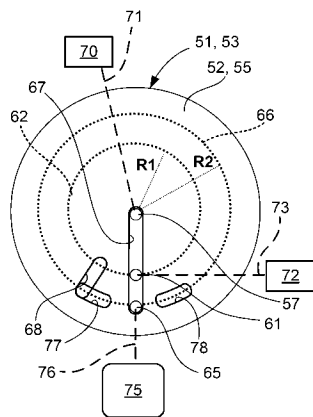


【図 16】



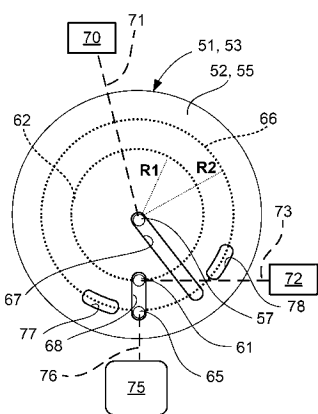
FIGURE\_16

【図 17】



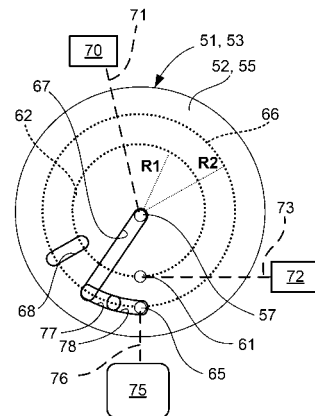
FIGURE\_17

【図 19】



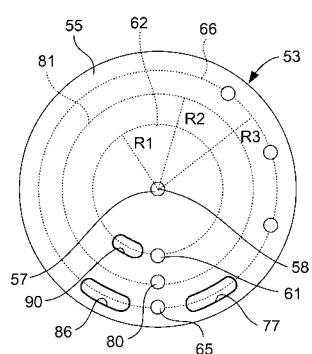
FIGURE\_19

【図 18】



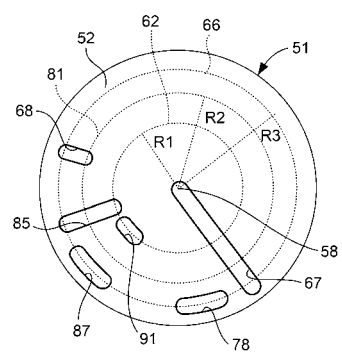
FIGURE\_18

【図 20】



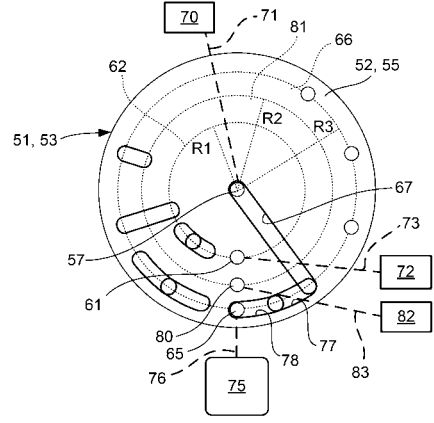
FIGURE\_20

【図 21】



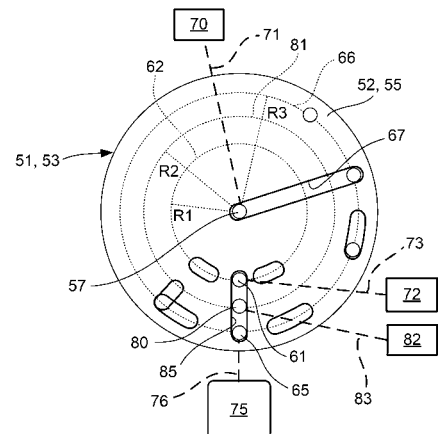
FIGURE\_21

【 図 2 3 】



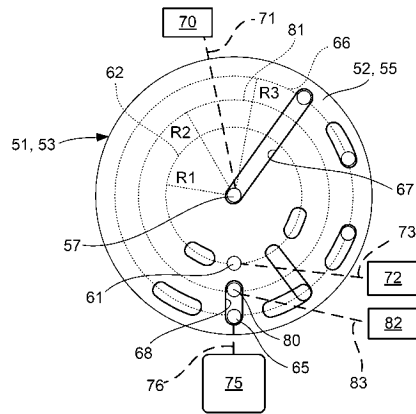
**FIGURE\_23**

【 ㄨ 2 5 】



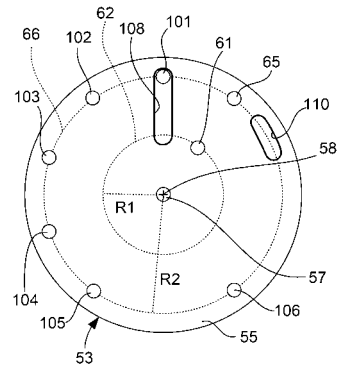
**FIGURE\_25**

【図 26】



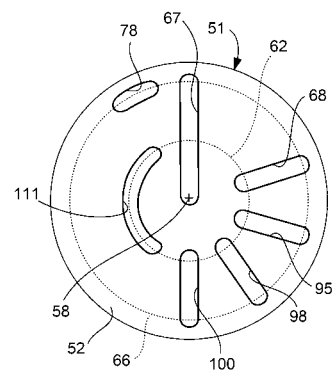
FIGURE\_26

【図 27】



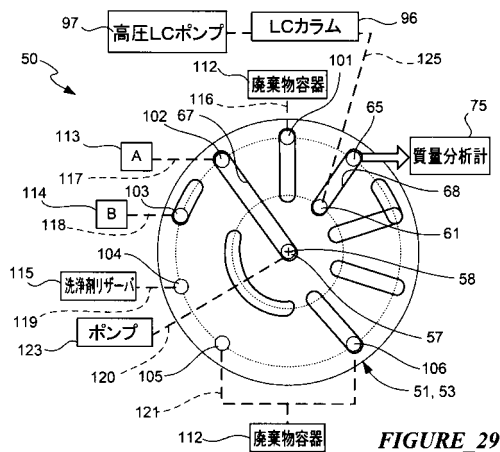
FIGURE\_27

【図 28】



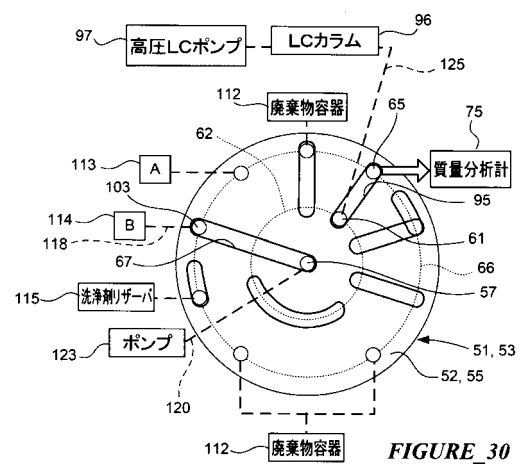
FIGURE\_28

【図 29】



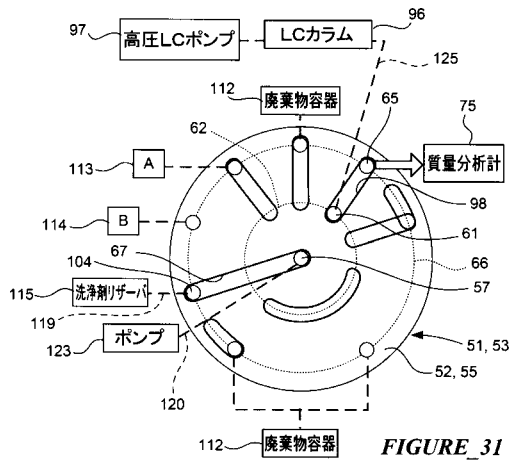
FIGURE\_29

【図 30】

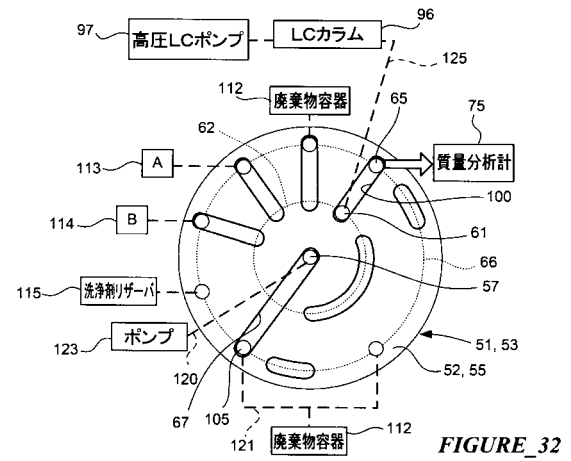


FIGURE\_30

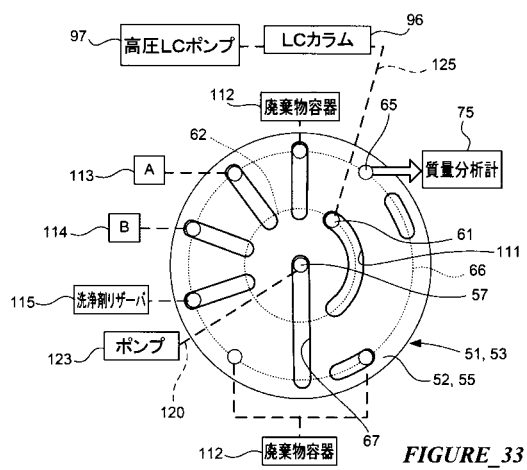
【図 3 1】



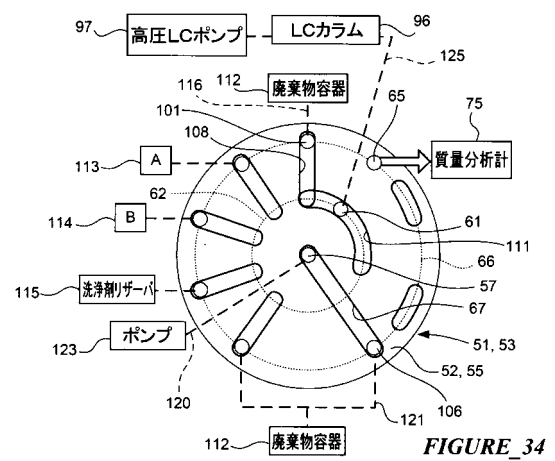
【図 3 2】



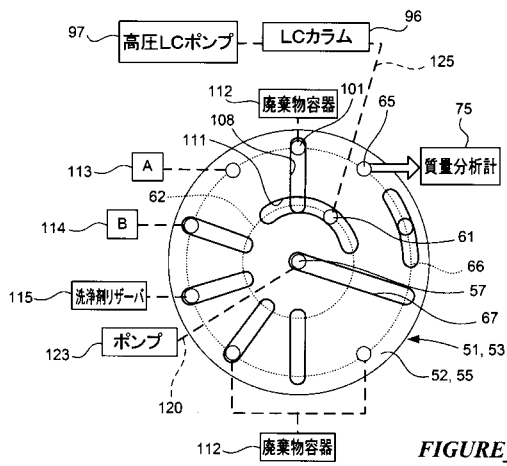
【図 3 3】



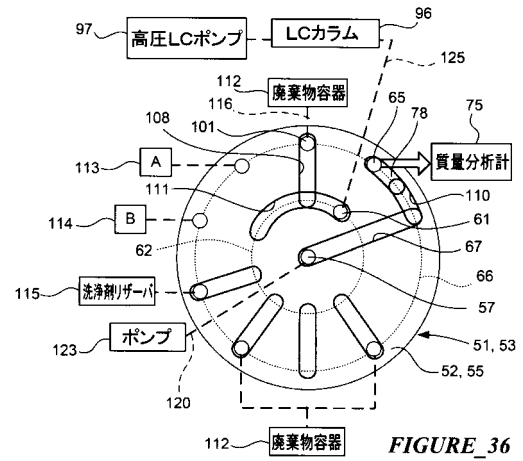
【図 3 4】



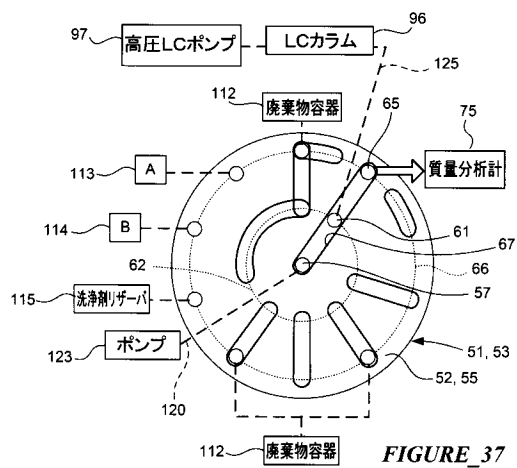
【図 3 5】



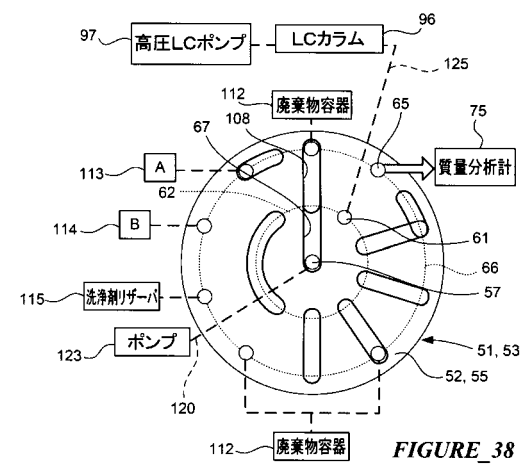
【図 3 6】



【図 3 7】

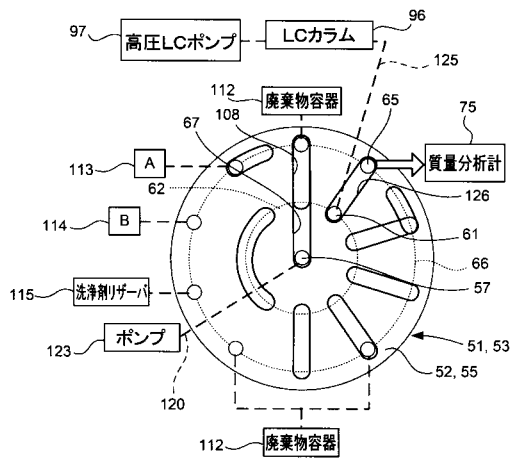


【図 3 8】



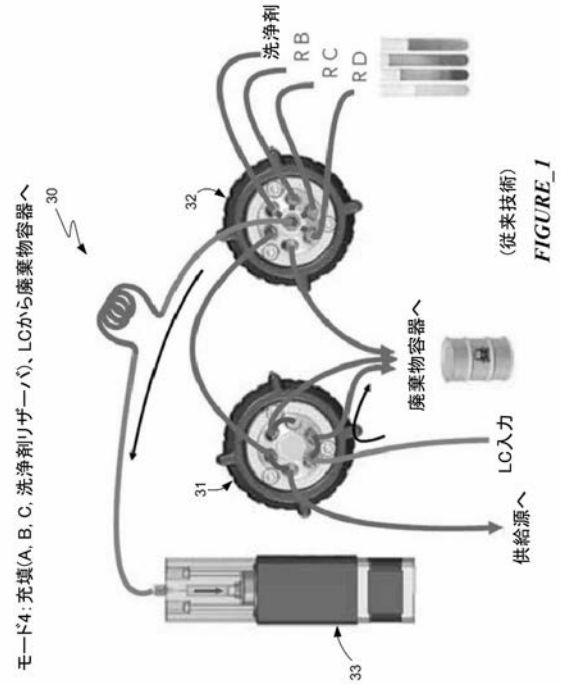


【図 39】



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

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