

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 934 701**

51 Int. Cl.:

B01F 25/431 (2012.01)
B01F 25/4314 (2012.01)
B01F 25/432 (2012.01)
B01F 25/433 (2012.01)
B01F 25/452 (2012.01)
B01F 33/81 (2012.01)
G01N 30/60 (2006.01)
B01D 15/12 (2006.01)
B33Y 80/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2017 PCT/US2017/044562**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2018 WO18044451**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2017 E 17751899 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2022 EP 3503985**

54 Título: **Mezclador estático de alto rendimiento**

30 Prioridad:

29.08.2016 US 201662380688 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.02.2023

73 Titular/es:

**MOTT CORPORATION (100.0%)
84 Spring Lane
Farmington, CT 06032, US**

72 Inventor/es:

**STEELE, JAMES, K.;
MARTINO, CHRISTOPHER;
SIOK, MATTHEW, C.;
ROMANO, ALFRED y
RUBOW, KENNETH, L.**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 934 701 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Mezclador estático de alto rendimiento

Referencia cruzada a la solicitud relacionada

5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos Número 62/380.688, presentada el 29 de agosto de 2016 y titulada "HIGH PERFORMANCE STATIC MIXER".

Antecedentes

10 Los mezcladores estáticos se usan en diversas aplicaciones de ingeniería para la mezcla, dispersión, reacción y/o calentamiento y enfriamiento continuos de materiales fluidos. Estos dispositivos son inmóviles (por lo tanto, "estáticos") y típicamente se usan como componentes en línea que funcionan a través de la energía de la corriente de flujo en la que se emplean. Los mezcladores estáticos se pueden usar para tratar líquidos, gases y mezclas de los mismos con viscosidades, caudales volumétricos y propiedades físicas variables.

15 Los mezcladores estáticos convencionales pueden comprender uno o más elementos mezcladores situados dentro de una carcasa tubular que se colocan dentro del camino de flujo que contiene el fluido o fluidos a ser mezclados. Por ejemplo, los mezcladores estáticos pueden comprender un elemento mezclador unitario de una forma adecuada, tal como una estructura helicoidal alargada como se describe en la Patente de EE. UU. Nº 7.325.970.

En otros ejemplos, los mezcladores estáticos comprenden elementos mezcladores individuales apilados en serie en ángulos variables, tales como los elementos mezcladores planos descritos en la patente de EE. UU. Nº 6.637.928.

20 Los mezcladores estáticos se usan a menudo en aplicaciones de cromatografía líquida de alto rendimiento ("HPLC"). La HPLC es una forma de cromatografía en columna en la que una muestra se coloca dentro de un solvente y se bombea a alta presión a través de una columna que aloja material de relleno cromatográfico. La muestra se transporta por una corriente de fluido portador en movimiento, de manera que los compuestos dentro de la muestra se separen y, a partir de entonces, se puedan identificar y cuantificar. La HPLC a menudo hace uso de dos o más solventes diferentes en los que se inyecta la muestra a ser analizada. Debido a la alta precisión deseada de los procesos de HPLC, los solventes se deben mezclar minuciosamente y homogéneamente para obtener el máximo rendimiento del instrumento. Por ejemplo, la mezcla incompleta de solventes puede dar como resultado la degradación del cromatograma de la HPLC, lo que a su vez da como resultado un ruido de línea base excesivo (que se manifiesta por una ondulación periódica de la señal del detector frente al tiempo) y/o formas de pico deficientes (que se manifiesta por anchuras de pico anchas y/o asimétricas).

30 El documento WO 01/41916 A1 describe un dispositivo de mezcla según el preámbulo de la reivindicación 1.

Compendio de la invención

La presente invención proporciona un dispositivo de mezcla estático que proporciona ventajas sobre los mezcladores convencionales. Tales ventajas incluyen la facilidad de fabricación, el tamaño reducido del mezclador y la mezcla mejorada de fluidos variados.

35 En un aspecto, la presente invención comprende un dispositivo mezclador estático según la reivindicación 1 que comprende una carcasa que tiene un extremo proximal, un extremo distal y una abertura que se extiende entre los extremos proximal y distal. No abarcadas por la invención están realizaciones, en donde una pluralidad de fritas de metal se colocan dentro de la abertura de la carcasa, cada una de las fritas de metal que se extiende a través de una dimensión en sección transversal de la abertura y que tiene porosidad interconectada. Dentro del alcance de
40 la presente invención, uno o más elementos mezcladores fabricados usando tecnología de fabricación aditiva por láser y que tienen configuraciones novedosas se colocan dentro de la abertura de la carcasa. No abarcadas por la invención están realizaciones, en donde la carcasa comprende múltiples aberturas que tienen diferentes diámetros unas de otras, con cada abertura que se extiende o bien a través de la carcasa con un diámetro constante o bien con una o más de las aberturas que tienen un diámetro variable.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

45 No abarcadas por la invención están diversas realizaciones de un mezclador estático 100 que comprende una carcasa 110 con un extremo proximal 111, un extremo distal 112 y una abertura 115 que se extiende entre los extremos proximal y distal, como se muestra en la Figura 1. Una pluralidad de fritas de metal 120 se colocan dentro de la abertura 115, como se muestra en la vista en sección transversal del mezclador estático 100 en la
50 Figura 2.

Las carcasas 110 son de cualquier tamaño y forma adecuados. Aunque tales carcasas son típicamente cilíndricas y las aberturas en las mismas son típicamente circulares en sección transversal (y se ilustran como tales en la presente memoria), pueden ser de cualquier otra forma adecuada. Alternativamente, el exterior de la carcasa 110 y la abertura 115 pueden ser de diferentes formas de sección transversal. En ciertas realizaciones no abarcadas por

la presente invención, la abertura 115 se caracteriza por una dimensión sustancialmente constante en toda su longitud, como se ilustra en la Figura 2. En ciertas realizaciones no abarcadas por la presente invención, la abertura 115 es circular en sección transversal y tiene un diámetro sustancialmente constante de hasta alrededor de 1,524 mm (0,06"). En ciertas realizaciones, la abertura 115 tiene una longitud de hasta alrededor de 0,645 mm (0,025"). En otras realizaciones, la abertura 115 se caracteriza por más de una dimensión en sección transversal y/o formas a lo largo de su longitud, como se muestra para las realizaciones ejemplares en la presente memoria. En ciertas realizaciones, la abertura 115 es circular en sección transversal y tiene un diámetro de hasta alrededor de 1,524 mm (0,06") en una primera longitud, y un diámetro diferente de hasta alrededor de 0,762 mm (0,03") en una segunda longitud. Aunque las realizaciones descritas anteriormente hacen uso de aberturas que tienen un diámetro de hasta alrededor de 1,524 mm (0,06"), se debería reconocer que se pueden emplear carcasas con aberturas de cualquier tamaño adecuado. En ciertas realizaciones, la sección transversal de la abertura se caracteriza por una primera dimensión en cada uno de dichos extremos proximal y distal, y una segunda dimensión en una ubicación entre los extremos proximal y distal, en donde la segunda dimensión es menor que dicha primera dimensión.

Las fritas de metal porosas 120 se caracterizan por una porosidad interconectada. Generalmente, los poros dentro de las fritas de metal están dimensionados preferiblemente en la escala de micrómetros, decenas de micrómetros o cientos de micrómetros. En realizaciones preferidas, las fritas de metal se caracterizan por tamaños de poro nominales que oscilan de 0,2 a 100 micrómetros, y más preferiblemente de 2 a 10 micrómetros. En algunas realizaciones no abarcadas por la presente invención, los mezcladores estáticos comprenden múltiples fritas de metal en los que cada frita se caracteriza por un tamaño de poro nominal sustancialmente similar. En otras realizaciones no abarcadas por la presente invención, los mezcladores estáticos comprenden múltiples fritas de metal en las que al menos algunas de las fritas se caracterizan por diferentes tamaños de poro nominales. Las fritas de metal se fabrican usando técnicas adecuadas de sinterización de partículas metálicas de tamaño y composición adecuados.

En ciertas realizaciones no abarcadas por la presente invención, los mezcladores estáticos hacen uso de dos, tres, cuatro o más fritas de metal 120. Las fritas de metal están opcionalmente en contacto directo con cada frita adyacente, como se ilustra en la Figura 2. Alternativamente, al menos algunas de las fritas de metal pueden estar separadas de cualquier frita adyacente, de manera que se forme un hueco 310 entre las fritas como se muestra en la Figura 3. En algunas realizaciones no abarcadas por la presente invención, tales huecos tienen una longitud de hasta alrededor de 0,762 mm (0,03"). En ciertas realizaciones no abarcadas por la presente invención, se coloca particulado suelto dentro de uno o más huecos formados entre fritas de metal adyacentes. Ejemplos de material de particulado suelto adecuado están en forma de partículas de metal que tienen una dimensión promedio de hasta aproximadamente 100 micrómetros.

A continuación se describen ejemplos que hacen uso de fritas de metal. Generalmente, los diseños de mezcladores estáticos de los Ejemplos 1-13 no abarcados por la presente invención se basaron en utilizar una carcasa cilíndrica central (6,35 mm (0,25") de OD, 1,57 mm (0,062") de ID x 6,35 mm (0,25") de largo) en la que se colocaron fritas de metal porosas de diversos grados de medio en diversas combinaciones. Estas carcasas cilíndricas luego se soldaron a accesorios de compresión de HPLC estándar para ser capaces de probar el rendimiento de la mezcla usando un sistema de HPLC de la serie Agilent 1100.

Ejemplo 1

En este ejemplo, se insertaron cuatro fritas de metal porosas de grado de medio 2 de acero inoxidable 316L (es decir, que tienen un tamaño de poro medio nominal de 2 micrómetros) en una carcasa en forma de manguito central. Luego, las fritas se unieron sinterizadas al manguito de acero inoxidable y se soldó hardware de accesorios de compresión de HPLC al manguito para hacer el conjunto de mezclador estático como se muestra en la Figura 4. Para este ejemplo, la carcasa central es un cilindro de acero inoxidable 316L con un OD de 6,35 mm (0,25") y un ID de 1,57 mm (0,062") y 0,635 mm (0,025") de largo. Las fritas porosas prensadas en la carcasa fueron fritas de grado de medio 2 de Mott estándar con una dimensión de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de espesor. El hardware de HPLC soldado a la carcasa fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD.

Ejemplo 2

En este ejemplo, se usó la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 1, con el único cambio que es el grado de medio del medio poroso insertado en la carcasa central. Para este ejemplo, las fritas de metal porosas de izquierda a derecha fueron Mott de Grado de Medio 2, Grado de Medio 10 (es decir, que tiene un tamaño de poro medio nominal de 10 micrómetros), Grado de Medio 2 y Grado de Medio 10, siendo todas de composición de acero inoxidable 316L.

ES 2 934 701 T3

Ejemplo 3

En este ejemplo, se usó la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 1, con el único cambio que es el grado de medio del medio poroso insertado en la carcasa central. Para este ejemplo, las fritas de metal porosas de izquierda a derecha fueron Mott de Grado de Medio 2, Grado de Medio 2, Grado de Medio 10 y Grado de Medio 10, siendo todas de composición de acero inoxidable 316L.

5 Ejemplo 4

En este ejemplo, se usó la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 1, con el único cambio que es el grado de medio del medio poroso insertado en la carcasa central. Para este ejemplo, todas las cuatro fritas de metal porosas insertadas fueron Mott de Grado de Medio 10, de composición de acero inoxidable 316L.

Ejemplo 5

10 En este ejemplo, se insertaron tres fritas de metal porosas de grado de medio 2 de acero inoxidable 316L y se unieron sinterizadas en una carcasa de manguito central de acero inoxidable. A partir de entonces, se soldó el hardware de accesorios de compresión de HPLC al manguito para hacer el conjunto de mezclador estático como se muestra en la Figura 5. En contraste con el Ejemplo 1, una frita se centró en el manguito central y otras dos fritas se colocaron al ras de los extremos de la carcasa cilíndrica. Esta configuración dio como resultado una
15 pequeña charla abierta entre las fritas para mejorar la macromezcla. Para este ejemplo, la carcasa central es un cilindro de acero inoxidable 316L con un OD de 6,35 mm (0,25"), un ID de 1,57 mm (0,062") y una longitud de 0,635 mm (0,025"). Las fritas porosas prensadas en la carcasa fueron fritas de Mott de grado de medio 2 estándar con una dimensión de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de espesor y los huecos entre las fritas porosas fueron de 0,79 mm (1/32") de ancho. El hardware de HPLC soldado a la carcasa fueron accesorios de
20 compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD.

Ejemplo 6

En este ejemplo, se usó la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 5, con el único cambio que es el grado de medio del medio poroso insertado en la carcasa central. Para este ejemplo, las fritas de metal
25 porosas de izquierda a derecha fueron Mott de Grado de Medio 2, Grado de Medio 10 y Grado de Medio 2, siendo todas de composición de acero inoxidable 316L.

Ejemplo 7

En este ejemplo, se usó la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 5, con el único cambio que es el grado de medio del medio poroso insertado en la carcasa central. Para este ejemplo, las fritas de metal
30 porosas de izquierda a derecha fueron Mott de Grado de Medio 10, Grado de Medio 2 y Grado de Medio 10, siendo todas de composición de acero inoxidable 316L.

Ejemplo 8

En este ejemplo, se usó la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 5, con el único cambio que es el grado de medio del medio poroso insertado en la carcasa central. Para este ejemplo, las tres fritas de metal
35 porosas insertadas fueron Mott de Grado de Medio 10, de composición de acero inoxidable 316L.

Ejemplo 9

Este ejemplo es una variación del Ejemplo 5 en el que se colocaron tres fritas de metal porosas de grado de medio 2 de acero inoxidable 316L en una carcasa de manguito central que contenía dos diámetros diferentes a lo largo de su longitud, como se muestra en la Figura 6. Las fritas se unieron sinterizadas al manguito de acero inoxidable y el hardware de accesorios de compresión de HPLC se soldó al manguito para hacer el conjunto de mezclador estático. En este ejemplo, una frita de menor diámetro se centra en la sección de carcasa central de menor diámetro y las otras dos fritas se colocan en las secciones de mayor diámetro de los extremos del cilindro de la carcasa. La mezcla se realiza por los huecos entre las fritas y la región central de diámetro reducido. Para este ejemplo, la carcasa central es un cilindro de acero inoxidable 316L con un OD de 6,35 mm (0,25") y un ID de
40 1,57 mm (0,062") para las secciones exteriores y 0,79 mm (0,031") para la sección interior. Las fritas porosas prensadas en la carcasa fueron fritas Mott de grado de medio 2 estándar con una dimensión de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de espesor para las secciones exteriores y 0,79 mm (0,031") de diámetro x 0,79 mm (0,031") de espesor para la sección central. El hardware de HPLC soldado a la carcasa fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar para uso con
45 tubería de 1,59 mm (1/16") de OD.

Ejemplo 10

En este ejemplo, se usó la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 9, con el único cambio que es el grado de medio del medio poroso insertado en la carcasa central. Para este ejemplo, las fritas de metal

porosas de izquierda a derecha fueron Mott de Grado de Medio 2, Grado de Medio 10 y Grado de Medio 2, siendo todas de composición de acero inoxidable 316L.

Ejemplo 11

5 En este ejemplo, se usó la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 9, con el único cambio que es el grado de medio del medio poroso insertado en la carcasa central. Para este ejemplo, las fritas de metal porosas de izquierda a derecha fueron Mott de Grado de Medio 10, Grado de Medio 2 y Grado de Medio 10, siendo todas de composición de acero inoxidable 316L.

Ejemplo 12

10 En este ejemplo, se usó la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 9, con el único cambio que es el grado de medio del medio poroso insertado en la carcasa central. Para este ejemplo, todas de las 3 fritas de metal porosas insertadas fueron Mott de Grado de Medio 10, de composición de acero inoxidable 316L.

Ejemplo 13

15 Este ejemplo es similar al Ejemplo 9 en que una sección central de la abertura dentro de la carcasa de manguito central tiene un diámetro reducido en relación con sus partes extremas. En este ejemplo, no obstante, se colocó particulado de metal suelto dentro de la región central de la abertura en la carcasa y se insertaron dos fritas de metal porosas en los extremos de una carcasa de manguito central, como se muestra en la Figura 7. En este ejemplo, las fritas están hechas de acero inoxidable 316L y son de grado de medio 2. La carcasa central fue un cilindro de acero inoxidable 316L con un OD de 6,35 mm (0,25"), un ID de 0,79 mm (0,031") y una longitud de 19,1 mm (0,75"). Se mecanizaron cavidades de 1,57 mm (0,062") de diámetro y 1,57 mm (0,062") de profundidad en cada extremo de la carcasa central para expandir el diámetro de la abertura dentro de la carcasa en sus extremos, y para crear áreas en las que insertar las fritas de metal porosas. Las fritas porosas prensadas en la carcasa fueron fritas Mott de grado de medio 2 estándar con una dimensión de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de espesor. El polvo de metal colocado en la sección central fue acero inoxidable 316L conformado de manera irregular con dimensiones promedio de aproximadamente 100 micrómetros. En otras realizaciones, se puede usar polvo de metal esférico. El hardware de HPLC soldado a la carcasa fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar para usar con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD.

20 Según la presente invención, los elementos mezcladores estáticos se fabrican usando tecnología de fabricación aditiva por láser ("LAMT"). Como se usa en la presente memoria, la fabricación aditiva se refiere a un proceso de impresión 3D por el cual se forman capas sucesivas de material para crear un objeto de una forma deseada. La fabricación aditiva por láser o LAMT se refiere a las técnicas de fabricación aditiva que emplean un láser para derretir, ablandar, sinterizar o afectar de otro modo al material usado en el objeto que se fabrica. Variando las especificaciones y condiciones del material y del proceso de fabricación, se pueden producir un tamaño de poro, una morfología y una distribución deseados y personalizados. La estructura porosa resultante se puede usar como está, o se puede unir o fabricar de otro modo con un componente sólido de densidad completa para completar un producto terminado.

25 El tipo de fabricación aditiva por láser usado en la presente invención es cualquier técnica aplicable, tal como fusión selectiva por láser, sinterización selectiva por láser y sinterización directa por láser de metal. Como se sabe en la técnica, la fusión selectiva por láser da como resultado la fusión completa o casi completa de partículas usando un láser de alta energía; mientras que la sinterización selectiva por láser y la sinterización directa por láser de metal dan como resultado la sinterización de material particulado, uniendo el material entre sí para formar una estructura. Generalmente, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, las técnicas de fabricación aditiva por láser que dan como resultado la sinterización de partículas se prefieren sobre las que dan como resultado la fusión de partículas porque las técnicas de fusión pueden dar como resultado una estructura menos porosa que las preferidas para su uso en la presente invención. Los láseres usados en la presente invención incluyen cualquier láser adecuado, tal como dióxido de carbono pulsado. Como se sabe en la técnica, el láser escanea a lo largo de la superficie de una primera capa de un lecho de partículas colocado sobre una placa de construcción (es decir, una estructura de soporte subyacente de cualquier tamaño, forma y composición adecuados) para fundir o sinterizar las partículas, seguido de la aplicación de otra capa de partículas para su posterior escaneado láser y fusión o sinterización. Se crean múltiples capas posteriores a medida que el láser escanea a través del lecho y se aplican capas de particulado según sea necesario para crear un producto con el tamaño y la forma deseados, a menudo de acuerdo con los datos de CAD correspondientes a una descripción 3D del producto. El producto se separa opcionalmente de la placa de construcción para formar un producto final adecuado para su uso, a menos que la placa de construcción esté destinada a ser un componente integral del producto final. Como se usa en la presente memoria, "sinterizar" se refiere a cualquier proceso en el que las partículas se unen entre sí mediante calor sin la fusión completa de las partículas.

Junto con parámetros de procesamiento tales como la potencia de láser y la velocidad de trama, y tamaño, forma, rugosidad y composición de las partículas, los inventores han descubierto que el ángulo de construcción (es decir,

el ángulo en el que se forma el producto de LAMT en relación con el plano horizontal de la placa de construcción) es significativo para la producción de los productos de la presente invención. Específicamente, los inventores han descubierto que la construcción de capas de material particulado usando técnicas LAMT para formar estructuras a no menos de 30° con respecto a la placa de construcción es suficiente para evitar el deterioro dentro de la estructura de LAMT. Las realizaciones ejemplares de la presente invención forman estructuras de LAMT a 30°, 45° y 60° con respecto a la placa de construcción. Formar el producto de LAMT con un ángulo de construcción, en contraste con formar el producto de LAMT sin ningún ángulo de construcción, de manera que esté en contacto con la placa de construcción en todas las ubicaciones a lo largo de su sección transversal, tiene el resultado ventajoso de reducir la parte del producto de LAMT fabricado que permanece en contacto con (y posiblemente unido a) la placa de construcción después de la terminación del proceso de LAMT. Por lo tanto, los productos de LAMT que se imprimen en un ángulo de construcción pueden ser más fáciles de separar de las placas de construcción subyacentes, en caso de que se desee tal separación. No obstante, ángulos de construcción menores que 30°, generalmente, pueden no dar como resultado una base suficiente para la deposición de capas posterior. Con un soporte insuficiente de la capa o capas base que puede resultar de ángulos de construcción menores que 30°, los componentes porosos resultantes pueden perder la integridad del producto a través de múltiples capas de construcción.

Los materiales usados en la presente invención son cualquier material proporcionado en forma de particulado que se pueda sinterizar, fundir parcialmente o fundir completamente mediante un láser usado en técnicas de fabricación aditiva por láser. Como se usa en la presente memoria, "particulado", "partículas" y "polvo" se usan como sinónimos para referirse a partículas que se dimensionan en el orden de milímetros, micrómetros o nanómetros, y tienen cualquier forma adecuada, tal como esférica, sustancialmente esférica (por ejemplo, que tiene una relación de aspecto mayor que 0,6, 0,7 o 0,8) e irregulares, y mezclas de los mismos. Un rango de tamaño de partícula preferido para usar en la presente invención es menor que 10 a 500 micrómetros. El borde o bordes de la superficie de partícula pueden ser lisos, afilados o una mezcla de los mismos. Los materiales preferidos para usar en la presente invención incluyen materiales tales como, por ejemplo, níquel, cobalto, hierro, cobre, aluminio, paladio, titanio, tungsteno, platino, plata, oro y aleaciones y óxidos de los mismos, incluyendo aceros inoxidables y aceros a base de níquel, tales como Hastelloy® (Haynes Stellite Company, Kokomo, Indiana). También se pueden usar diversos materiales poliméricos.

Las técnicas LAMT que se describen en la presente memoria se pueden usar para fabricar elementos mezcladores estáticos con formas complejas que son altamente eficaces pero de forma pequeña. Generalmente, y sin desear que se limite a la teoría, las formas complejas pequeñas y únicas de la presente invención que se pueden fabricar usando LAMT producen patrones de flujo de fluido complejos que, cuando se comparan con los mezcladores convencionales, dan como resultado una mezcla más minuciosa en volúmenes internos más pequeños. El resultado es un mezclador de tamaño más pequeño que se puede usar para la mezcla minuciosa de múltiples fluidos. Como tales, los mezcladores estáticos de la presente invención son particularmente adecuados para aplicaciones tales como HPLC.

Ejemplos que hacen uso de elementos mezcladores estáticos fabricados usando técnicas LAMT se describen a continuación con referencia a los Ejemplos 14-114.

Los ejemplos 14-31 no abarcados por la presente invención se basaron en utilizar LAMT para crear caminos de flujo que inducen turbulencia y/o plegamiento del fluido para promover la mezcla a caudales bajos como se ve típicamente en aplicaciones de HPLC/UPLC. Estos diseños utilizan diseños de impulsor que inducen la rotación del fluido en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj para promover la mezcla. Las cavidades que rodean los impulsores internos se dejaron o bien abiertas (es decir, vacías de material poroso) o bien se llenaron con medios porosos para promover la micromezcla. Se crearon cavidades cilíndricas en los extremos de entrada y salida de cada dispositivo para la instalación opcional de fritas de metal porosas de Mott a ser usadas para filtración y/o micromezcla.

Ejemplo 14

Este ejemplo hace uso de un diseño de impulsor fijo interno con cuatro segmentos, como se muestra en las Figuras 8 y 9. El primer segmento induce la rotación en el sentido de las agujas del reloj, el segundo invierte la dirección en el sentido contrario a las agujas del reloj, el tercer segmento gira en el sentido de las agujas del reloj y el 4º segmento gira en el sentido contrario a las agujas del reloj. Para este ejemplo, el diámetro del impulsor fue de 3,18 mm (1/8") y cada segmento de flujo inverso fue de 3,18 mm (1/8") de longitud. El impulsor se construyó en el centro de un cilindro sólido de 12,7 mm (1/2") de OD y los extremos se taparon con un orificio de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de profundidad. Los medios de metal porosos de grado de medio 2 de Mott se presionaron dentro de las cavidades de los extremos. Soldados a ambos extremos de estas carcasas de mezcla están accesorios de interfaz de HPLC estándar que se pueden personalizar a casi cualquier dimensión y configuración. La carcasa de mezcla central completa tiene un total de cuatro inversiones de flujo. El hardware de HPLC soldado a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 75 microlitros con un total de 4 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 15

Este ejemplo hace uso de la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 14 con el único cambio que es la región central de la carcasa de mezcla. Se duplicó el número de inversiones de flujo (en comparación con el Ejemplo 14), manteniendo todas las demás dimensiones constantes excepto la longitud total del conjunto. El volumen interno es de aproximadamente 150 microlitros con un total de 8 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 16

Este ejemplo hace uso de la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 14 con el único cambio que es la región central de la carcasa de mezcla. Aquí triplicamos el número de inversiones de flujo manteniendo todas las demás dimensiones constantes, excepto la longitud total del conjunto. El volumen interno es de aproximadamente 225 microlitros con un total de 12 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 17

Para este ejemplo, usamos la misma configuración que el Ejemplo 14 con el único cambio que está en las cavidades internas para el camino de flujo. Aquí, las cavidades internas están completamente llenas de medios de metal porosos con un tamaño medio de poro de alrededor de 2 micrómetros para promover la micromezcla. El volumen interno es de aproximadamente 25 microlitros con un total de 4 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 18

Para este ejemplo, usamos la misma configuración que el Ejemplo 14 con el único cambio que está en las cavidades internas para el camino de flujo. Aquí, las cavidades internas están completamente llenas de medios de metal porosos con un tamaño medio de poro de alrededor de 10 micrómetros para promover la micromezcla. El volumen interno es de aproximadamente 30 microlitros con un total de 4 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 19

Para este ejemplo, usamos la misma configuración que el Ejemplo 15 con el único cambio que está en las cavidades internas para el camino de flujo. Aquí las cavidades internas están completamente llenas de medios de metal porosos con un tamaño medio de poro de alrededor de 2 micrómetros para promover la micromezcla. El volumen interno es de aproximadamente 50 microlitros con un total de 8 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 20

Para este ejemplo, usamos la misma configuración que el Ejemplo 15 con el único cambio que está en las cavidades internas para el camino de flujo. Aquí, las cavidades internas están completamente llenas de medios de metal porosos con un tamaño medio de poro de alrededor de 10 micrómetros para promover la micromezcla. El volumen interno es de aproximadamente 30 microlitros con un total de 8 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 21

Para este ejemplo, usamos la misma configuración que el Ejemplo 16 con el único cambio que está en las cavidades internas para el camino de flujo. Aquí, las cavidades internas están completamente llenas de medios de metal porosos con un tamaño medio de poro de alrededor de 2 micrómetros para promover la micromezcla. El volumen interno es de aproximadamente 75 microlitros con un total de 12 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 22

Para este ejemplo, usamos la misma configuración que el Ejemplo 16 con el único cambio que está en las cavidades internas para el camino de flujo. Aquí, las cavidades internas están completamente llenas de medios de metal porosos con un tamaño medio de poro de alrededor de 10 micrómetros para promover la micromezcla. El volumen interno es de aproximadamente 90 microlitros con un total de 12 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 23

Para este ejemplo, usamos la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 14 con el único cambio que es el paso de los impulsores de mezcla internos. Aquí, cada inversión de flujo ocurre cada 1,59 mm (1/16"), duplicando el número de inversiones de flujo en el mismo tamaño de paquete. El volumen interno es de aproximadamente 40 microlitros con un total de 8 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 24

Para este ejemplo, usamos la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 15 con el único cambio que es el paso de los impulsores de mezcla internos. Aquí, cada inversión de flujo ocurre cada 1,59 mm (1/16"), duplicando el número de inversiones de flujo en el mismo tamaño de paquete. El volumen interno es de aproximadamente 80 microlitros con un total de 16 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 25

5 Para este ejemplo, usamos la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 16 con el único cambio que es el paso de los impulsores de mezcla internos. Aquí, cada inversión de flujo ocurre cada 1,59 mm (1/16"), duplicando el número de inversiones de flujo en el mismo tamaño de paquete. El volumen interno es de aproximadamente 160 microlitros con un total de 24 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 26

Para este ejemplo, usamos la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 14 con el único cambio que es el diámetro de los impulsores de mezcla internos reducidos a 1,59 mm (1/16"). El volumen interno es de aproximadamente 20 microlitros con un total de 4 inversiones de flujo para el conjunto.

10 Ejemplo 27

Para este ejemplo, usamos la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 15 con el único cambio que es el diámetro de los impulsores de mezcla internos reducidos a 1,59 mm (1/16"). El volumen interno es de aproximadamente 40 microlitros con un total de 8 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 28

15 Para este ejemplo, usamos la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 16 con el único cambio que es el diámetro de los impulsores de mezcla internos reducidos a 1,59 mm (1/16"). El volumen interno es de aproximadamente 60 microlitros con un total de 12 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 29

20 Para este ejemplo, usamos la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 14 con cambios en el diámetro del impulsor interno y el número de inversiones de flujo. Los diámetros de los impulsores de mezcla internos se redujeron a 1,59 mm (1/16") y la inversión del flujo que ocurrió cada 1,59 mm (1/16"). El volumen interno es de aproximadamente 15 microlitros con un total de 8 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 30

25 Para este ejemplo, usamos la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 15 con cambios en el diámetro del impulsor interno y el número de inversiones de flujo. Los diámetros de los impulsores de mezcla internos se redujeron a 1,59 mm (1/16") y la inversión del flujo que ocurrió cada 1,59 mm (1/16"). El volumen interno es de aproximadamente 30 microlitros con un total de 16 inversiones de flujo para el conjunto.

Ejemplo 31

30 Para este ejemplo, usamos la misma configuración externa que se describió en el Ejemplo 15 con cambios en el diámetro del impulsor interno y el número de inversiones de flujo. Los diámetros de los impulsores de mezcla internos se redujeron a 1,59 mm (1/16") y la inversión del flujo que ocurrió cada 1,59 mm (1/16"). El volumen interno es de aproximadamente 45 microlitros con un total de 24 inversiones de flujo para el conjunto.

35 Los ejemplos 32-76 no abarcados por la presente invención fueron específicamente para abordar la válvula de mezcla en la mayoría de sistemas de HPLC, que producen gotas de fluido alternas que se desplazan por la tubería variando el volumen de cada gota para lograr la relación de mezcla deseada de los solventes. Los ejemplos 32-76 crean caminos de flujo de fluido de diferentes longitudes y luego recombinan estos caminos de flujo múltiples veces para mezclar minuciosamente estas gotas de fluido produciendo una mezcla homogeneizada de solventes. Como se muestra en los ejemplos anteriores, se crearon cavidades cilíndricas en los extremos de entrada y de salida de cada dispositivo para la instalación opcional de fritas de metal porosas a ser usadas para filtración y/o micromezcla.

40 Los ejemplos 32-46 utilizan a lo que los solicitantes se refieren como diseños de rombo, que crean caminos de flujo que siguen una variedad de direcciones y longitudes que comienzan desde una ubicación y recombinándose en una ubicación aguas abajo del dispositivo de mezcla. En estos diseños, el camino de flujo se divide en cuatro caminos de flujo separados, siendo cada uno de alrededor de 0,25 mm (0,010") a 1,524 mm (0,060") de diámetro, preferiblemente de 0,762 mm (0,030") de diámetro, y luego volver a combinarse con la periferia de un volumen en forma de disco cerca del extremo de salida del dispositivo. Cada uno de los cuatro caminos de flujo iniciales hace una curva pronunciada y cada una tiene una longitud total ligeramente diferente, ayudando de este modo a crear cambios de fase en el proceso de mezcla. Dentro de cada uno de estos cuatro caminos de flujo iniciales están dos ramas de flujo de diámetros similares que también contienen curvas pronunciadas y diferentes longitudes de flujo que se conectan a unos caminos de flujo adyacentes del dispositivo de mezcla. El fluido sale del dispositivo de mezcla a través del centro del disco también a través de un canal de flujo de 0,762 mm (0,030") de diámetro. En los siguientes ejemplos, uno, dos o tres de estos dispositivos se colocaron en serie en conjuntos, con y sin medios porosos con propósitos de prueba. Todos los materiales usados para el diseño de mezclador de rombo fueron

acero inoxidable 316L y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio.

Ejemplo 32

5 En este ejemplo, como se muestra en la Figura 10, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón de rombo con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos lados que se dejaron abiertas intencionalmente. La Figura 10a muestra el detalle del elemento mezclador, y la Figura 10b muestra el uso de este elemento mezclador como parte de un conjunto de mezclador estático de ejemplo. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 30 microlitros.

Ejemplo 33

15 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 32 con la excepción de las cavidades a cada lado del patrón de flujo de rombo. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 25 microlitros.

Ejemplo 34

20 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 32 con la excepción de las cavidades a cada lado del patrón de flujo de rombo. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente de 25 microlitros.

Ejemplo 35

25 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 33 con la excepción del patrón de flujo de rombo. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 20 microlitros.

Ejemplo 36

30 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 33 con la excepción del patrón de flujo de rombo. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 20 microlitros.

Ejemplo 37

35 En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón de rombo, como se muestra en la Figura 11, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para usar con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 60 microlitros.

Ejemplo 38

45 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 37, con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de rombo. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 55 microlitros.

Ejemplo 39

50 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 37, con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de rombo. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 55 microlitros.

Ejemplo 40

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 38, con la excepción del patrón de flujo de rombo. Aquí hemos llenado el canal de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 45 microlitros.

5 Ejemplo 41

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 38 con la excepción del patrón de flujo de rombo. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 45 microlitros.

10 Ejemplo 42

En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón de rombo, como se muestra en la Figura 12, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 90 microlitros.

Ejemplo 43

20 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 42 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de rombo. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 85 microlitros.

Ejemplo 44

25 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 42, con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de rombo. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 85 microlitros.

Ejemplo 45

30 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 43 con la excepción del patrón de flujo de rombo. Aquí hemos llenado el canal de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 75 microlitros.

Ejemplo 46

35 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo rombo y hardware que en el Ejemplo 43 con la excepción del patrón de flujo de rombo. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 75 microlitros.

40 Los ejemplos 47-61 no abarcados por la presente invención usan a lo que los solicitantes se refieren como un diseño de bobina helicoidal para el proceso de mezcla. Para este diseño, hay dos bobinas: una bobina exterior con rotación en el sentido de las agujas del reloj y una bobina interior con rotación en el sentido contrario a las agujas del reloj. El paso de las bobinas interior y exterior puede ser el mismo, diferente o variable a lo largo de la longitud del mezclador. Las dos bobinas se superponen en una cantidad predeterminada tal como 10-90 %, más preferiblemente 10-75 % y más preferiblemente 40-75 % de modo que ocurra una transferencia de fluido entre las bobinas interior y exterior induciendo la mezcla. Debido a la rotación en sentido de las agujas del reloj y sentido contrario a las agujas del reloj de las bobinas, cuando el fluido hace contacto de una bobina a la otra, el movimiento entre estos fluidos es casi frontal, lo que aumenta la eficiencia del proceso de mezcla. Ambas de las bobinas interna y externa son de alrededor de 0,635 mm (0,025") de diámetro y comienzan y terminan en lados opuestos de colectores de pequeño volumen en cada extremo del dispositivo de mezcla. En los siguientes ejemplos, se colocaron uno, dos o tres de estos dispositivos en serie en conjuntos con y sin medios porosos con propósitos de prueba. Todos los materiales usados para el diseño de bobina helicoidal fueron acero inoxidable 316L y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio. Aunque no se describe en los siguientes ejemplos, cualquiera de tales ejemplos puede incluir opcionalmente una obstrucción en la intersección de las bobinas interior y exterior para inducir una mezcla adicional.

Ejemplo 47

En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón de bobina, como se muestra en la Figura 13, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. La Figura 13a muestra el detalle del elemento mezclador de patrón de bobina, y la Figura 13b muestra el uso de este elemento mezclador como parte de un conjunto de mezclador estático de ejemplo. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 30 microlitros.

Ejemplo 48

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 47 con la excepción de las cavidades a cada lado del patrón de flujo de bobina. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 25 microlitros.

Ejemplo 49

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 47 con la excepción de las cavidades a cada lado del patrón de flujo de bobina. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 25 microlitros.

Ejemplo 50

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 48 con la excepción del patrón de flujo de bobina. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 20 microlitros.

Ejemplo 51

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el ejemplo 48 con la excepción del patrón de flujo de bobina. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 20 microlitros.

Ejemplo 52

En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón de bobina, como se muestra en la Figura 14, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 60 microlitros.

Ejemplo 53

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 52 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de bobina. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 55 microlitros.

Ejemplo 54

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 52 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de bobina. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 55 microlitros.

Ejemplo 55

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 52 con la excepción del patrón de flujo de bobina. Aquí hemos llenado el canal de flujo con acero inoxidable poroso con un

tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 45 microlitros.

Ejemplo 56

5 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 53, con la excepción del patrón de flujo de bobina. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 45 microlitros.

Ejemplo 57

10 En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón de bobina, como se muestra en la Figura 15, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 90 microlitros.

Ejemplo 58

20 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 57 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de bobina. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 85 microlitros.

Ejemplo 59

25 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 57 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de bobina. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 85 microlitros.

Ejemplo 60

30 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 58 con la excepción del patrón de flujo de bobina. Aquí hemos llenado el canal de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 75 microlitros.

Ejemplo 61

35 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo bobina y hardware que en el Ejemplo 58 con la excepción del patrón de flujo de bobina. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 75 microlitros.

40 Los ejemplos 62-76 no abarcados por la presente invención usan a lo que los solicitantes se refieren como un diseño cilíndrico para el proceso de mezcla. Este diseño emplea un cilindro con conos en cada extremo con un camino de flujo cilíndrico corto en la punta de cada extremo. Las puntas cilíndricas en cada extremo del dispositivo son la entrada y salidas del flujo de fluido. Se forman una variedad de formas a través del cilindro perpendicular a la dirección de flujo nominal, cuyas formas actúan para formar obstrucciones que impiden el flujo y crean una mezcla. Estas formas incluyen cuadrados, rectángulos, triángulos, círculos, rombos, estrellas y cualquier otra geometría deseada. El tamaño y la separación de algunas de las formas se varían intencionalmente para hacer que el caudal a través del dispositivo no sea simétrico, para ayudar en el cambio de fase del fluido durante el proceso de mezcla. Las obstrucciones que se desplazan a través del dispositivo con forma de cono cilíndrico se repiten con una rotación de 90 grados del cilindro de modo que el flujo ocurra en dos dimensiones mientras que fluye longitudinalmente a través del dispositivo. Se debería apreciar que las figuras que corresponden a los Ejemplos 62-76 están dibujadas para facilitar la ilustración para representar las obstrucciones como espacio vacío y para representar además el espacio abierto como material sólido. En la interfaz entre las secciones cilíndrica y de cono, se inserta una placa delgada con numerosos orificios paralelos a la dirección de flujo para una mezcla adicional (como un tamiz). Las formas de estos orificios pueden ser redondas, cuadradas y de cualquier geometría deseada y, típicamente, son menores que 0,51 mm (0,020") en dimensiones laterales. En los siguientes ejemplos, uno, dos o tres de estos dispositivos se colocaron en serie en conjuntos con y sin medios porosos con propósitos de prueba. Todos los materiales usados para el diseño de mezclador de cilindro fueron de acero inoxidable 316L y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio, así como que se pueden usar polímeros y cerámicas.

50

55

Ejemplo 62

En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón de cilindro, como se muestra en la Figura 16, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Las Figuras 16a-16c muestran detalles del elemento mezclador de patrón de cilindro, y la Figura 16d muestra el uso de este elemento mezclador como parte de un conjunto de mezclador estático de ejemplo. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 60 microlitros.

Ejemplo 63

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el Ejemplo 62 con la excepción de las cavidades a cada lado del patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 55 microlitros.

Ejemplo 64

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el Ejemplo 62 con la excepción de las cavidades a cada lado del patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 55 microlitros.

Ejemplo 65

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el ejemplo 63 con la excepción del patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos llenado el camino de flujo con acero inoxidable con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 50 microlitros.

Ejemplo 66

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el ejemplo 63 con la excepción del patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos llenado el camino de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 50 microlitros.

Ejemplo 67

En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón de cilindro, como se muestra en la Figura 17, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 120 microlitros.

Ejemplo 68

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el Ejemplo 67 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 115 microlitros.

Ejemplo 69

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el Ejemplo 67 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 115 microlitros.

Ejemplo 70

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el Ejemplo 68 con la excepción del patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos llenado el camino de flujo con acero inoxidable poroso con un

tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 110 microlitros.

Ejemplo 71

5 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el Ejemplo 68 con la excepción del patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos llenado el camino de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 110 microlitros.

Ejemplo 72

10 En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón de cilindro, como se muestra en la Figura 18, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 180 microlitros.

Ejemplo 73

20 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el ejemplo 72 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 175 microlitros.

Ejemplo 74

25 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el Ejemplo 72 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 175 microlitros.

Ejemplo 75

30 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el Ejemplo 73 con la excepción del patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos llenado el canal de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 165 microlitros.

Ejemplo 76

35 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo cilindro y hardware que en el Ejemplo 73 con la excepción del patrón de flujo de cilindro. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 165 microlitros.

40 En los Ejemplos 77-91 no abarcados por la presente invención, los elementos mezcladores estático hacen uso de a lo que los solicitantes se refieren como diseño de prisma para el proceso de mezclado. Este diseño hace uso de una placa delgada con extremos en ángulo con conos unidos en cada extremo con un camino de flujo cilíndrico corto en la punta de cada extremo. Las puntas cilíndricas en cada extremo del dispositivo son la entrada y salidas del flujo de fluido. Una variedad de formas se colocan a través de la plataforma plana perpendicular a la dirección de flujo nominal para impedir el flujo y crear una mezcla. Estas formas incluyen cuadrados, rectángulos, triángulos, círculos, rombos, estrellas y cualquier otra geometría deseada. El tamaño y la separación de algunas de las formas se varían intencionalmente para hacer que el caudal a través del dispositivo no sea simétrico para ayudar en el cambio de fase del fluido durante el proceso de mezcla. En la interfaz entre las secciones rectangular y triangular de la placa, se inserta una rejilla delgada con numerosos orificios paralelos a la dirección de flujo para una mezcla adicional (como un tamiz). Las formas de estos orificios pueden ser redondas, cuadradas y de cualquier geometría deseada y típicamente son menores que 0,51 mm en dimensiones laterales. Uno, dos o tres de estos dispositivos se colocaron en serie en conjuntos con y sin medios porosos con propósitos de prueba. Todos los materiales usados para el diseño de mezclador de prisma fueron acero inoxidable 316L y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio, así como que se pueden usar polímeros y cerámicas. Se debería apreciar que las figuras que corresponden a los Ejemplos 77-91 están dibujadas para facilitar la ilustración para representar las obstrucciones como espacio vacío y para representar además el espacio abierto como material sólido.

Ejemplo 77

Este ejemplo comprende una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón de prisma, como se muestra en la Figura 19, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. La Figura 19a muestra el detalle del elemento mezclador de patrón de prisma, y la Figura 19b muestra el uso de este elemento mezclador como parte de un conjunto de mezclador estático de ejemplo. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 30 microlitros.

5

10 Ejemplo 78

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 76 con la excepción de las cavidades a cada lado del patrón de flujo de prisma. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 25 microlitros.

15 Ejemplo 79

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 77 con la excepción de las cavidades a cada lado del patrón de flujo de prisma. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 25 microlitros.

20 Ejemplo 80

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 78 con la excepción del patrón de flujo de prisma. Aquí hemos llenado el camino de flujo con acero inoxidable con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 20 microlitros.

25 Ejemplo 81

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 78, con la excepción del patrón de flujo de prisma. Aquí hemos llenado el camino de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 20 microlitros.

30 Ejemplo 82

En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón de prisma, como se muestra en la Figura 20, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 60 microlitros.

35

Ejemplo 83

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 82 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de prisma. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 55 microlitros.

40

Ejemplo 84

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 82 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de prisma. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 55 microlitros.

45

Ejemplo 85

Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 83 con la excepción del patrón de flujo de prisma. Aquí hemos llenado el camino de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 55 microlitros.

50

Ejemplo 86

5 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 83 con la excepción del patrón de flujo de prisma. Aquí hemos llenado el camino de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 50 microlitros.

Ejemplo 87

10 En este ejemplo, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón de prisma, como se muestra en la Figura 21, con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 90 microlitros.

Ejemplo 88

15 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 87 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de prisma. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 2 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 85 microlitros.

Ejemplo 89

20 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 87 con la excepción de las cavidades a cada lado de los mezcladores de patrón de flujo de prisma. Aquí hemos prensado fritas de acero inoxidable de grado de medio 10 de Mott estándar para filtración y micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 85 microlitros.

Ejemplo 90

25 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 88 con la excepción del patrón de flujo de prisma. Aquí hemos llenado el canal de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 2 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 80 microlitros.

Ejemplo 91

30 Para este ejemplo, tenemos el mismo dispositivo de mezcla de tipo prisma y hardware que en el Ejemplo 88 con la excepción del patrón de flujo de prisma. Aquí hemos llenado los canales de flujo con acero inoxidable poroso con un tamaño de poro promedio de 10 micrómetros para micromezcla mejorada. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 80 microlitros.

35 Los Ejemplos 77-91 no están abarcados por la invención. No obstante, una variación de los mezcladores estáticos descritos en los Ejemplos 77-91 que se abarcan por la invención se muestra de manera general en la Figura 25 y se describe en los Ejemplos 92-96. Aquí tenemos espacios vacíos en forma de prisma similares a los descritos en los Ejemplos 77-91, pero en lugar de un solo camino de flujo de canal con una variedad de obstrucciones geométricas de flujo, tenemos múltiples caminos de flujo paralelos con obstrucciones que se extienden a través de los mismos. Los caminos de flujo están conectados entre sí por colectores comunes y los extremos de entrada y salida del dispositivo. Aunque las realizaciones descritas en la Figura 25 y los Ejemplos 92-96 hacen uso de cuatro caminos de flujo paralelos (representados como un espacio sólido en las figuras), se debería apreciar que se puede usar cualquier número adecuado de caminos de flujo paralelos, tal como dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve o diez o más. Además, aunque la forma de los espacios vacíos descritos en la Figura 25 y los Ejemplos 92-96 es octogonal, se debe apreciar que se puede emplear cualquier espacio de forma adecuada, tal como triangular, cuadrado, rectangular u otro polígono regular o irregular. En cualquier realización, los espacios vacíos pueden tener la misma forma o una forma diferente, y las obstrucciones en los mismos pueden ser iguales o diferentes a las usadas en otros espacios vacíos. En diversas realizaciones, el espesor de cada camino de flujo varía de 0,15 mm (0,006 pulgadas) a 0,30 mm (0,012 pulgadas), y pueden ser iguales o diferentes unos de otros. En algunos casos, estos caminos de flujo paralelos se pueden fabricar todos con el mismo espesor con un objetivo de 0,23 mm (0,009") para un mezclador con un volumen interno de 50 microlitros si se desea. En ciertas realizaciones, el volumen interno es de aproximadamente 40 microlitros. Si uno tiene la necesidad de reducir el volumen interno, entonces se podría reducir el espesor de las placas de flujo paralelo o se podrían quitar una o más de las placas, dando como resultado un módulo de mezcla con volúmenes internos que se acercan aproximadamente a 5 microlitros. En los casos en que se deseen volúmenes internos más grandes, se puede aumentar el espesor de los caminos de flujo paralelos y/o se podrían añadir caminos de flujo paralelos adicionales proporcionando volúmenes internos para este diseño que superen fácilmente los 250 microlitros. Como se

55

presentó en ejemplos anteriores, los mezcladores estáticos se pueden fabricar usando 1 o más de estos módulos de mezcla en serie ampliando el rango de volúmenes internos para mezcladores estáticos desde 5 microlitros (un módulo con espesor de placa y cantidades reducidos) hasta, por ejemplo, 1250 microlitros (seis caminos de flujo paralelos, mayor espesor de placa y cinco módulos en serie).

- 5 En ciertas realizaciones, el espesor de estos caminos de flujo individuales puede ser tan bajo como 0,025 mm (0,001 pulgadas) y tan alto como 2,5 mm (0,1 pulgadas) con un espesor preferido que oscila desde alrededor de 0,15 mm (0,006 pulgadas) hasta 0,30 mm (0,012 pulgadas) para este diseño. Como fue el caso en los ejemplos anteriores, los espacios vacíos internos se pueden dejar abiertos o llenar con metal poroso para mejorar la micromezcla y reducir el volumen interno del dispositivo. Además, los orificios avellanados de 1,57 mm (0,062") en los extremos de entrada y salida se pueden llenar con fritas de metal estándar para actuar como filtros para evitar que los desechos en la corriente de fluido entren o salgan del dispositivo. Estas fritas de entrada/salida y medios porosos dentro de las cavidades internas pueden ser de cualquier grado de medio de Mott desde 0,1 hasta 40, con los valores preferidos que son los grados de Mott estándar o 2 o 10. La instalación de fritas de entrada y/o salida también puede reducir el volumen interno del dispositivo y proporcionar una micromezcla mejorada.
- 10
- 15 En los siguientes ejemplos, 1-5 de estos dispositivos se colocaron en serie en conjuntos y medios porosos con propósitos de prueba. Todos los materiales usados para el diseño de mezclador de prisma fueron o bien acero inoxidable 316L o bien titanio y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio, así como polímeros y cerámicas. Se debería apreciar que las figuras que corresponden a los Ejemplos 92-96 están dibujadas para facilitar la ilustración para representar las obstrucciones como espacio vacío y para representar además el espacio abierto como material sólido.
- 20

Ejemplo 92

- En este ejemplo mostrado en la Figura 26, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón de prisma de placas paralelas con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 40 microlitros.
- 25

Ejemplo 93

- En este ejemplo mostrado en la Figura 27, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón de prisma de placas paralelas en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 40 microlitros.
- 30
- 35

Ejemplo 94

- En este ejemplo mostrado en la Figura 28, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón de prisma de placas paralelas en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de las cámaras de mezcla en ambos extremos tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 120 microlitros.
- 40
- 45

Ejemplo 95

- En este ejemplo mostrado en la Figura 29, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene cuatro mezcladores de patrón de prisma de placas paralelas en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 160 microlitros.
- 50
- 55

Ejemplo 96

En este ejemplo mostrado en la Figura 30, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene cinco mezcladores de patrón de prisma de placas paralelas en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para usar con tubería de 1/16" de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 200 microlitros.

Se desarrolló una variación de los mezcladores estáticos descritos en los Ejemplos 62-76 no abarcados por la invención en los que se eliminó la sección cilíndrica central, dando como resultado una forma general similar a un rombo, como se muestra de manera general en la Figura 31 y se describe en los Ejemplos 97-99. Esta modificación se realizó para facilitar la fabricación y reducir el volumen interno. En ciertas realizaciones, tenemos dos conos unidos entre sí por sus bases con un camino de flujo cilíndrico corto en la punta de cada extremo. Las puntas cilíndricas en cada extremo del dispositivo son la entrada y salidas del flujo de fluido. Luego pasamos una variedad de formas a través de los conos perpendiculares a la dirección de flujo nominal para impedir el flujo y crear una mezcla. Estas formas incluyen cuadrados, rectángulos, triángulos, círculos, rombos, estrellas y pueden contener muchas otras geometrías si se desea. Variamos intencionalmente el tamaño y la separación de algunas de las obstrucciones para hacer que el caudal a través del dispositivo no fuera simétrico para ayudar en el cambio de fase del fluido durante el proceso de mezcla. Las obstrucciones que se desplazan a través del dispositivo con forma de cono cilíndrico se repiten con una rotación de 90 grados del cilindro de modo que el flujo ocurra en dos dimensiones mientras que fluye longitudinalmente a través del dispositivo. En la interfaz entre las dos secciones de cono, está una placa delgada con numerosos orificios paralelos a la dirección de flujo para una mezcla adicional (como un tamiz). Las formas de estos orificios pueden ser redondas, cuadradas y de cualquier geometría deseada y, típicamente, son menores que 0,51 mm (0,020") en dimensiones laterales. En los siguientes ejemplos, 1-3 de estos dispositivos se colocaron en serie en conjuntos con y sin medios porosos con propósitos de prueba. Todos los materiales usados para este diseño de mezclador de rombo fueron o bien acero inoxidable 316L o bien titanio y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio, así como que se pueden usar polímeros y cerámica. Se debería apreciar que las figuras que corresponden a los Ejemplos 97-99 están dibujadas para facilitar la ilustración para representar las obstrucciones como espacio vacío, y para representar además el espacio abierto como material sólido.

Ejemplo 97

En este ejemplo mostrado en la Figura 32, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón de rombo con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 45 microlitros.

Ejemplo 98

En este ejemplo mostrado en la Figura 33, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón de rombo en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 90 microlitros.

Ejemplo 99

En este ejemplo mostrado en la Figura 34, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón de rombo en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 135 microlitros.

En otra variación de los mezcladores estáticos descritos en los Ejemplos 62-76 no abarcados por la presente invención, se eliminó la sección cilíndrica central dando como resultado una sección central cilíndrica más pequeña, como se muestra de manera general en la Figura 35 y se describe en los Ejemplos 100-102. Este cambio se hizo para ayudar en la fabricación y reducir el volumen interno. En ciertas realizaciones, tenemos dos conos con una sección cilíndrica corta con obstrucciones de flujo rectangulares. Las puntas cilíndricas en cada extremo del dispositivo son la entrada y salidas del flujo de fluido. Luego pasamos una variedad de formas a través

de los conos y la sección central perpendicular a la dirección de flujo nominal para impedir el flujo y crear una mezcla. Estas formas incluyen cuadrados, rectángulos, triángulos, círculos, rombos, estrellas y pueden contener muchas otras geometrías si se desea. Variamos intencionalmente el tamaño y la separación de algunas de las obstrucciones para hacer que el caudal a través del dispositivo no fuera simétrico para ayudar en el cambio de fase del fluido durante el proceso de mezcla. Las obstrucciones que se desplazan a través del dispositivo con forma de cono cilíndrico se repiten con una rotación de 90 grados del cilindro de modo que el flujo ocurra en dos dimensiones mientras que fluye longitudinalmente a través del dispositivo. En la interfaz entre las secciones de cono y la sección cilíndrica central, hay placas delgadas con numerosos orificios paralelos a la dirección de flujo para una mezcla adicional (como un tamiz). Las formas de estos orificios pueden ser redondas, cuadradas y de cualquier geometría deseada y, típicamente, son menores que 0,51 mm (0,020") en dimensiones laterales. En los siguientes ejemplos, 1-3 de estos dispositivos se colocaron en serie en conjuntos con y sin medios porosos con propósitos de prueba. Todos los materiales usados para este diseño de mezclador fueron o bien acero inoxidable 316L o bien titanio y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio, así como que se pueden usar polímeros y cerámicas. Se debería apreciar que las figuras que corresponden a los Ejemplos 100-102 están dibujadas para facilitar la ilustración para representar las obstrucciones como espacio vacío y para representar además el espacio abierto como material sólido.

Ejemplo 100

En este ejemplo mostrado en la Figura 36, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón de rombo con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 50 microlitros.

Ejemplo 101

En este ejemplo mostrado en la Figura 37, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón de rombo en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 100 microlitros.

Ejemplo 102

En este ejemplo mostrado en la Figura 38, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón de rombo en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 150 microlitros.

En la Figura 39 se muestra de manera general una variación de los mezcladores estáticos descritos en los Ejemplos 77 hasta 91 y no abarcados en la presente invención y se describe en los Ejemplos 103-105. Aquí tenemos espacios vacíos en forma de prisma similares a los descritos en los Ejemplos 77-91, pero en lugar de solo un camino de flujo de canal con una variedad de obstrucciones geométricas de flujo, tenemos dos prismas en un patrón cruzado con entradas y salidas comunes. En ciertas realizaciones, el espesor de ambas placas de flujo es el mismo siendo de 0,762 mm (0,030") de espesor. En algunos casos, las placas de flujo pueden tener diferentes espesores para una mezcla mejorada. En este diseño, el volumen interno es de aproximadamente 50 microlitros Si uno tiene la necesidad de reducir el volumen interno, entonces el espesor de las placas de flujo se podría reducir dando como resultado un módulo de mezcla con volúmenes internos que se aproximan a aproximadamente 10 microlitros. En los casos en que se deseen volúmenes internos más grandes, se puede aumentar el espesor de las placas de flujo y/o se podrían añadir placas de flujo paralelas adicionales en diferentes ángulos de rotación proporcionando volúmenes internos para que este diseño supere fácilmente los 250 microlitros. Como se presentó en ejemplos anteriores, los mezcladores estáticos se pueden fabricar usando uno o más de estos módulos de mezcla en serie, ampliando el rango de volúmenes internos para mezcladores estáticos desde 10 microlitros (un módulo con espesor de placa y cantidades reducidos) hasta, por ejemplo, 1250 microlitros (cuatro caminos de flujo paralelos, mayor espesor de placa y cinco módulos en serie). Todos los materiales usados para el diseño de mezclador de placa cruzada fueron o bien acero inoxidable 316L o bien titanio y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio, así como que se puede usar polímeros y cerámicas. Se debería apreciar que las figuras que corresponden a los Ejemplos

103-105 están dibujadas para facilitar la ilustración para representar las obstrucciones como espacio vacío y para representar además el espacio abierto como material sólido.

Ejemplo 103

5 En este ejemplo mostrado en la Figura 40, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón cruzado con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 50 microlitros.

Ejemplo 104

15 En este ejemplo mostrado en la Figura 41, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón cruzado en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 100 microlitros.

Ejemplo 105

20 En este ejemplo mostrado en la Figura 42, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón cruzado en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 150 microlitros.

30 Una variación de los mezcladores estáticos descritos en los Ejemplos 32-46 y no abarcados por la presente invención se muestra de manera general en la Figura 43. En ciertas realizaciones, inicialmente los dividimos en cuatro caminos de flujo separados, siendo cada uno de alrededor de 0,762 mm (0,030") de diámetro y luego los combinamos de nuevo en un camino cerca del extremo de salida del dispositivo. Los caminos de flujo básicamente siguen los bordes, las caras y el centro de un cubo, dando como resultado una variedad de longitudes de camino de flujo para proporcionar una mezcla cuando se recombinan. En ciertas realizaciones, el volumen interno fue de aproximadamente 45 microlitros. Para disminuir el volumen interno, el diámetro de los caminos de flujo se puede reducir hasta alrededor de 0,13 mm (0,005"), dando como resultado un volumen interno de alrededor de 5 microlitros. Si uno desea volúmenes más grandes, los diámetros de camino de flujo se pueden aumentar hasta alrededor de 2,54 mm (0,1 pulgadas) dando un volumen de alrededor de 250 microlitros. En los siguientes ejemplos, 1-3 de estos dispositivos se colocaron en serie en conjuntos con y sin medios porosos con propósitos de prueba. Si se necesitan volúmenes más grandes, uno puede añadir simplemente más módulos en serie para lograr volúmenes más grandes, tales como 2000 microlitros, si se desea. Todos los materiales usados para el y el diseño del mezclador de granja fueron o bien acero inoxidable 316L o bien titanio y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC tal como Hastelloy y aleaciones de titanio, así como que se pueden usar polímeros y cerámicas.

Ejemplo 106

45 En este ejemplo mostrado en la Figura 44, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 45 microlitros.

Ejemplo 107

55 En este ejemplo mostrado en la Figura 45, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos)

estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 90 microlitros.

Ejemplo 108

5 En este ejemplo mostrado en la Figura 46, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 135 microlitros.

10 Otros mezcladores estáticos que no abarcados por la presente invención usan caminos de flujo de disco inclinado conectados a intervalos de 90 grados a lo largo de la longitud del dispositivo, como se muestra de manera general en la Figura 47. En ciertas realizaciones no abarcadas por la presente invención, el volumen interno fue de aproximadamente 40 microlitros. Para disminuir el volumen interno, el diámetro y el espesor de los caminos de flujo se pueden reducir hasta alrededor de 0,13 mm (0,005") de espesor y 2,5 mm (0,1") de diámetro, dando como resultado un volumen interno de alrededor de 5 microlitros. Si uno desea volúmenes mayores, se puede aumentar el camino de flujo, el espesor y los diámetros para lograr volúmenes que se acerquen a los 250 microlitros. En los siguientes ejemplos, 1-3 de estos dispositivos se colocaron en serie en conjuntos con y sin medios porosos con propósitos de prueba. Si se necesitan volúmenes más grandes, uno puede añadir simplemente más módulos en serie para lograr volúmenes más grandes, tales como 2000 microlitros, si se desea. Todos los materiales usados para este diseño de mezclador fueron o bien acero inoxidable 316L o bien titanio y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio, así como que se pueden usar polímeros y cerámicas.

Ejemplo 109

25 En este ejemplo mostrado en la Figura 48, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón de disco inclinado con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 40 microlitros.

Ejemplo 110

35 En este ejemplo mostrado en la Figura 49, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón de disco inclinado en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 80 microlitros.

Ejemplo 111

40 En este ejemplo mostrado en la Figura 50, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón de disco inclinado en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 120 microlitros.

45 En la Figura 51 se muestra de manera general una variación de los mezcladores estáticos descritos en los Ejemplos 47-61 y no abarcados por la presente invención y se hace referencia a ella como diseño de bobina de doble hélice para el proceso de mezcla. En ciertas realizaciones, tenemos dos bobinas, una con una rotación en el sentido de las agujas del reloj y la segunda bobina con una rotación en el sentido contrario a las agujas del reloj. El paso de las bobinas interior y exterior puede ser el mismo, diferente o variable a lo largo de la longitud del mezclador. Las dos bobinas se superponen hasta en un 100 %, de modo que ocurra una transferencia de fluido entre las bobinas interior y exterior, que induce a la mezcla. Debido a la rotación en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj de las bobinas, cuando el fluido hace contacto de una bobina a otra, el movimiento es casi frontal, lo que aumenta la eficiencia del proceso de mezcla. En ciertas realizaciones, ambas bobinas tienen caminos de flujo de 0,762 mm (0,030 pulgadas) de diámetro enrolladas a uno de 6,35 mm (0,25 pulgadas) de diámetro y comienzan y terminan en lados opuestos de colectores de volumen pequeño en

5 cada extremo del dispositivo de mezcla. En ciertas realizaciones, el volumen interno fue de 40 microlitros. En los siguientes ejemplos, 1-3 de estos dispositivos se colocaron en serie en conjuntos con y sin medios porosos con propósitos de prueba. El diámetro de los caminos de flujo se puede reducir hasta alrededor de 0,13 mm (0,005 pulgadas) o aumentar hasta alrededor de 1,0 mm (0,040 pulgadas) para reducir o aumentar el volumen interno del dispositivo. Además, el paso de los devanados se puede ajustar de nuevo para controlar el volumen interno. El rango de volumen para este diseño puede variar desde 10 microlitros hasta 200 microlitros para un solo módulo. Si se necesitan volúmenes más grandes, se pueden añadir más módulos en serie para alcanzar volúmenes totales que se acercan a los 2000 microlitros. Todos los materiales usados para este diseño de mezclador fueron o bien acero inoxidable 316L o bien titanio y se debería señalar que se puede usar cualquier aleación adecuada para aplicaciones de HPLC, tal como Hastelloy y aleaciones de titanio, así como que se pueden usar polímeros y cerámicas.

Ejemplo 112

15 En este ejemplo mostrado en la Figura 52, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene un mezclador de patrón de doble hélice con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con una superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 40 microlitros.

20 Ejemplo 113

25 En este ejemplo mostrado en la Figura 53, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene dos mezcladores de patrón de doble hélice en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por de 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 80 microlitros.

Ejemplo 114

30 En este ejemplo mostrado en la Figura 54, tenemos una carcasa de mezcla central que contiene tres mezcladores de patrón de doble hélice en serie con cámaras de 1,57 mm (0,062") de diámetro por 1,57 mm (0,062") de largo en ambos extremos que se dejaron abiertas intencionalmente. Unidos a los lados de entrada y salida de la cámara de mezcla tenemos adaptadores de interfaz de HPLC. El hardware de HPLC unido a la carcasa para este ejemplo fueron accesorios de compresión de rosca 10-32 de Volumen Muerto Cero de acero inoxidable hembra (internos) estándar con superficie externa de llave hexagonal externa de 19,1 mm (3/4") para uso con tubería de 1,59 mm (1/16") de OD. El volumen interno de este conjunto es de aproximadamente 120 microlitros.

35 El rendimiento de diversos Ejemplos de la presente invención enumerados anteriormente se midió en un entorno de HPLC bajo las siguientes condiciones de HPLC:

- Instrumento: Agilent 1100 HPLC con desgasificador electrónico, bomba cuaternaria, inyector de muestra automatizado, calentador de columna y detector de longitud de onda variable.
- 40 • Control de instrumento y recopilación de datos usando el software Chemstation.
- Solvente A: Solución 20 milimolar de acetato de amonio en DI H₂O
- Solvente B: 80% Acetonitrilo (ACN) / 20% DI H₂O
- Relación de mezcla: 20%A / 80%B
- Caudal: 0,5 ml/min
- 45 • Ubicación del mezclador: Aguas abajo de la bomba
- Contrapresión: 1000 psi (60 bares) utilizando un limitador de flujo capilar aguas abajo del mezclador
- Columna: Ninguna
- Temperatura: Ambiente
- Detector: Longitud de onda de 220 nanómetros
- 50 • Inyección: Ninguna

Usando este entorno, se midió la absorción de luz a través de mezclas de solventes mezcladas con diversos mezcladores estáticos, incluyendo Ejemplos de la presente invención y varios mezcladores disponibles comercialmente. La absorción se expresa en miliunidades de absorción o "mAU". De manera general, la absorción a lo largo del tiempo es de naturaleza sinusoidal cuando está presente una mezcla inadecuada y se hace referencia a ella como ondulación que tiene una amplitud. Una amplitud más baja refleja una mezcla de solventes que se mezcla de manera más homogénea y, por lo tanto, daría como resultado una señal menos ruidosa en una aplicación de HPLC. Además de las características de rendimiento, se midió el volumen interno de cada mezclador. De manera general, los mezcladores con volúmenes internos más altos son capaces de mezclar solventes de manera más minuciosa, pero degradan la forma y la resolución de los picos. Como tales, los mezcladores más preferidos tienen bajas amplitudes de ondulación (o en otras palabras, altos porcentajes de reducción en las amplitudes de ondulación en comparación con los entornos de HPLC que no incluyen un mezclador) y bajos volúmenes. Los datos de rendimiento correspondientes usando los métodos de prueba descritos previamente para diversos Ejemplos descritos anteriormente, y varios mezcladores estáticos comerciales, se enumeran en la Tabla I.

15 Tabla I: Amplitud de ondulación, reducción de la amplitud de ondulación en comparación con ningún mezclador y volumen interno de los mezcladores estáticos de la presente invención (correspondientes a los números de Ejemplo enumerados) y mezcladores estáticos disponibles comercialmente, en un entorno de HPLC descrito anteriormente.

Ejemplo #	Modelo de Mezclador	Amplitud de Ondulación (mAU)			Reducción (%)	Volumen (uL)
		#1	#2	Promedio		
	Ninguno	0,2151	0,2272	0,22115	-	0
	Waters 250uL	0,0061	0,0061	0,00610	97,2	250
	Agilent Jetweaver V380	0,0071	0,0068	0,00695	96,9	380
	Agilent Jetweaver V100	0,016	0,0142	0,01510	93,2	100
	Agilent Jetweaver V35	0,1266	0,1174	0,12200	44,8	35
	ASI-250 uL	0,0176	0,0169	0,01725	92,2	250
	ASI-150 uL	0,0223	0,0222	0,02225	89,9	150
	ASI-50 uL	0,0758	0,0726	0,07420	66,4	50
	Gen3 Open 4R+8R+12R	0,0033	0,0029	0,00310	98,6	420
16	Gen3 Open 12R	0,0301	0,0308	0,03045	86,2	210
15	Gen3 Open 8R	0,0625	0,0592	0,06085	72,5	140
14	Gen3 Open 4R	0,0922	0,1051	0,09865	55,4	70
	Gen3 Open+Porous 12R	0,0392	0,0394	0,03930	82,2	205
	Gen3 Open+Porous 8R	0,0586	0,0571	0,05785	73,8	135
	Gen3 Open+Porous 4R	0,0916	0,0896	0,09060	59,0	65
	Gen3 Open+Porous 4R+8R	0,0288	0,0273	0,02805	87,3	200
22	Gen3 80-10 12R	0,1778	0,1766	0,17720	19,9	105
20	Gen3 80-10 8R	0,1809	0,1862	0,18355	17,0	50
18	Gen3 80-10 4R	0,182	0,1876	0,18480	16,4	35
9	PT2-D	0,1982	0,209	0,20360	7,9	
13	PT2-E	0,1765	0,168	0,17225	22,1	

ES 2 934 701 T3

1	PT1-2222	0,2123	0,2141	0,21320	3,6	
2	PT1-210210	0,2052	0,2115	0,20835	5,8	
3	PT1-221010	0,2146	0,2178	0,21620	2,2	
	Thermo 150uL	0,0178	0,0109	0,01435	93,5	150
	Thermo 350ul	0,0027	0,0021	0,00240	98,9	350
23	Gen4-07 1/8 - 8R- Open	0,0839	0,0829	0,08340	49,6	
24	Gen4-08 1/8 - 16R- Open	0,0424	0,0449	0,04365	73,6	
25	Gen4-09 1/8 - 24R- Open	0,0237	0,022	0,02285	86,2	
26	Gen4-10 1/16 - 4R- Open	0,1432	0,1545	0,14885	10,0	
27	Gen4-11 1/16 - 8R- Open		0,1402	0,14020	15,2	
28	Gen4-12 1/16 - 12R- Open	0,09889	0,1003	0,09960	39,8	
29	Gen4-13 1/16 - 8R- Open	0,1604	0,1574	0,15890	3,9	
30	Gen4-14 1/16 - 16R- Open	0,1297	0,1265	0,12810	22,6	
31	Gen4-15 1/16 - 24R- Open	0,0925	0,082	0,08725	47,2	
	Union	0,1633	0,1675	0,16540	-	
32	Gen5 Single (Rombo)	0,1202	0,1175	0,11885	46,3	30
37	Gen5 Double (Rombo)	0,082	0,1005	0,09125	58,7	90
42	Gen5 Triple (Rombo)	0,0398	0,0368	0,03830	82,7	130
47	Gen6 Single (Bobina)	0,1127	0,1045	0,10860	50,9	40
52	Gen6 Double (Bobina)	0,0758	0,08	0,07790	64,8	90
57	Gen6 Triple (Bobina)	0,0966	0,072	0,08430	61,9	160
62	Gen7 Single (Cilindro)	0,0752	0,0795	0,07735	65,0	40
67	Gen7 Double (Cilindro)	0,0179	0,0167	0,01730	92,2	80
72	Gen7 Triple (Cilindro)	0,0046	0,0039	0,00425	98,1	130
77	Gen8 Single (Prisma)	0,1385	0,1409	0,13970	36,8	35
82	Gen8 Double (Prisma)	0,0863	0,0921	0,08920	59,7	65
87	Gen8 Triple (Prisma)	0,0833	0,076	0,07965	64,0	190
92	Gen9 Single (Placas Paralelas)	-	-	-	39,7	40
93	Gen9 Double (Placas Paralelas)	-	-	-	63,9	66
94	Gen9 Triple (Placas Paralelas)	-	-	-	79,3	104
95	Gen9 Quad (Placas Paralelas)	-	-	-	87,6	144
96	Gen9 Quintuplet (Placas Paralelas)	-	-	-	91,4	169
99	Gen10 Triple (Rombo)	-	-	-	70,7	129
102	Gen11 Triple (Rombo Ampliado)	-	-	-	87,3	140
105	Gen12 Triple (Prisma Cruzado)	-	-	-	74,4	146

ES 2 934 701 T3

108	Gen13 Triple (Granja de Hormigas)	-	-	-	79,2	132
111	Gen14 Triple (Disco Inclinado)	-	-	-	74,0	126
114	Gen15 Triple (Doble Hélice)	-	-	-	67,6	114

Los datos enumerados en la Tabla I demuestran que los mezcladores estáticos que se describen en la presente memoria ofrecen las combinaciones deseadas de baja amplitud de ondulación (o alto porcentaje de reducción en la amplitud de ondulación en comparación con ningún mezclador) y bajo volumen interno. Por ejemplo, el mezclador estático del Ejemplo 72 dio como resultado una reducción del 98,1 % en la amplitud de ondulación mientras que tenía un volumen de 200 microlitros. Un mezclador disponible comercialmente comparable, enumerado como "Thermo 350ul" en la Tabla I, proporciona una reducción similar en la amplitud de ondulación (98,9%), pero tiene un volumen mucho mayor de 350 microlitros. Las mediciones de señal de detector de HPLC a lo largo del tiempo a través de solventes mezclados con mezcladores estáticos ejemplares se muestran en la Figura 22, que ilustran gráficamente los datos de amplitud de ondulación enumerados en la Tabla I.

En otras realizaciones no abarcadas por la presente invención, el mezclador estático comprende una carcasa con múltiples aberturas que tienen diferentes diámetros unos de otros, y con cada abertura que se extiende a través de la carcasa o bien con un diámetro constante o con una o más de las aberturas que tienen un diámetro variable. La abertura de diferente diámetro da como resultado diferentes caudales de fluido a través de las aberturas, dando como resultado de este modo fluidos de mezcla después del movimiento a través del mezclador. En una realización tal, como se muestra en la Figura 23 (con las Figuras 23a, b y c mostrando vistas superior, lateral y de sección transversal de una carcasa de mezclador), hay cinco aberturas paralelas a través de una sola carcasa, con cada paso que tiene un diámetro diferente. En una realización ejemplar, los diámetros de las aberturas oscilan de 0,38 mm (0,015") a 2,0 mm (0,078"), aunque se debería apreciar que sería aplicable cualquier diámetro adecuado. La diferencia en los diámetros da como resultado una diferencia en el volumen interno de cada paso de flujo, de manera que cuando los fluidos se recombinan después de moverse a través del mezclador, ocurre una mezcla de fases. En una realización alternativa, como se muestra en la Figura 24 (con las Figuras 24a, b y c que muestran vistas superior, lateral y de sección transversal de una carcasa de mezclador), también hay cinco aberturas pasantes, pero aquí, cuatro de las aberturas tienen diámetros variables como se puede ver en la Figura 24c. En esta realización particular, el paso central tiene un diámetro constante de alrededor de 0,76 mm (0,03") mientras que los otros pasos comienzan con un diámetro mayor de alrededor de 1,5 mm (0,06") y hacen una transición a diámetros más pequeños en diferentes puntos a lo largo de sus longitudes. Se debería apreciar que también son útiles otros diámetros adecuados. La transición a diámetros más pequeños puede ser gradual o paso a paso, como se muestra en la Figura 24c. En cualquiera de las realizaciones de la Figura 23 o la Figura 24, las aberturas pueden dejarse completamente abiertas o llenas con medios porosos en uno o ambos extremos, o en todo, para reducir el volumen interno total y para ayudar en la micromezcla. Aunque las realizaciones actuales se describen e ilustran como que tienen cinco aberturas, se debería señalar que el número de aberturas puede ser menor o mayor para influir en las características de mezcla. Además, estas realizaciones se pueden usar junto con el hardware de HPLC como se describe en la presente memoria para otras realizaciones y Ejemplos.

Aunque todos los Ejemplos descritos anteriormente se fabricaron usando materiales de acero inoxidable, se debería apreciar que también se pueden usar otros materiales metálicos tales como aleaciones basadas en titanio y níquel, así como polímeros, cerámicas y compuestos adecuados. Además, aunque todas las realizaciones y Ejemplos descritos en la presente memoria tienen un camino de fluido de entrada y uno de salida, se debería apreciar que, en algunos casos, los fluidos a ser mezclados por los mezcladores de la presente invención provienen de dos fuentes de flujo diferentes, que pueden requerir conjuntos de mezcladores que incluyen dos o más conexiones de HPLC estándar en el lado de entrada del conjunto de mezclador para combinar los fluidos antes de entrar en la parte de mezcla del dispositivo.

Las diversas realizaciones de mezclador estático descritas en la presente memoria se pueden usar como dispositivos independientes, singulares, o como múltiples unidades conectadas en serie para proporcionar niveles adicionales de mezcla. En este último caso, los conjuntos de mezcladores se pueden fabricar con accesorios de compresión de HPLC macho y hembra para que sea más conveniente conectar múltiples mezcladores entre sí, mientras que al mismo tiempo, se minimiza su huella lineal donde el espacio es una preocupación.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de mezcla estático (100) que comprende:

una carcasa (110) que tiene un extremo proximal (111), un extremo distal (112) y una abertura (115) que se extiende entre los extremos proximal (111) y distal (112);

5 uno o más elementos mezcladores que se colocan dentro de la abertura (115) de la carcasa (110);

dicho uno o más elementos mezcladores que comprende una pluralidad de caminos de flujo de canal, cada camino de flujo de canal que se extiende desde un extremo de entrada hasta un extremo de salida y que define una dirección de camino de flujo que se desplaza desde el extremo de entrada hasta el extremo de salida,

en donde la pluralidad de caminos de flujo de canal son en forma de espacios vacíos en forma de prisma; y

10 un colector de entrada en comunicación con cada extremo de entrada de cada camino de flujo de canal de la pluralidad de caminos de flujo de canal, y un colector de salida en comunicación con cada extremo de salida de cada camino de flujo de canal de la pluralidad de caminos de flujo de canal;

en donde las direcciones de camino de flujo de cada camino de flujo de canal de la pluralidad de caminos de flujo de canal son paralelas entre sí,

15 caracterizado por que

el uno o más elementos mezcladores se fabrican usando tecnología de fabricación aditiva por láser, y por que cada camino de flujo de canal comprende una pluralidad de obstrucciones de flujo geométricas variadas que se extienden a través de cada camino de flujo de canal perpendicular a la dirección de camino de flujo para impedir el flujo y crear una mezcla.

20

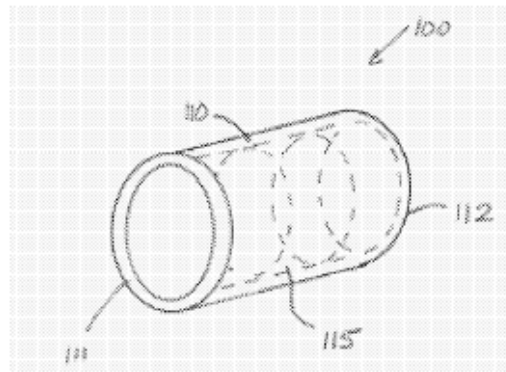


Figura 1

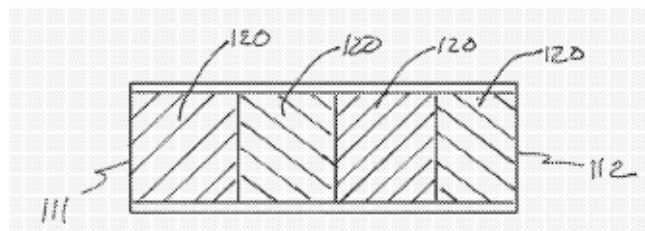


Figura 2

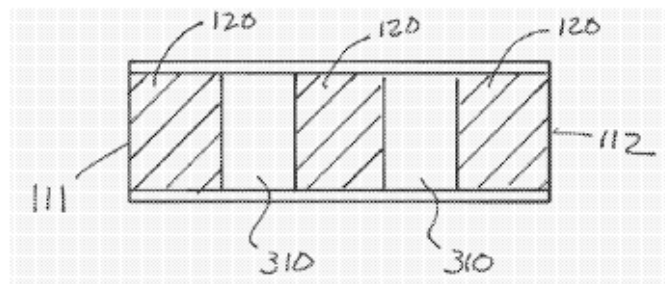


Figura 3

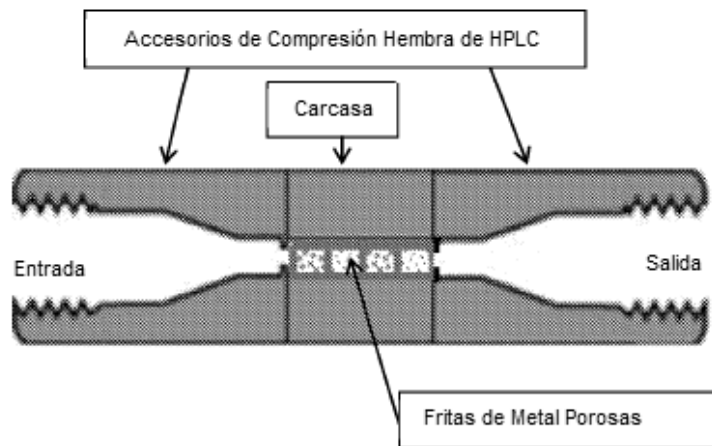


Figura 4

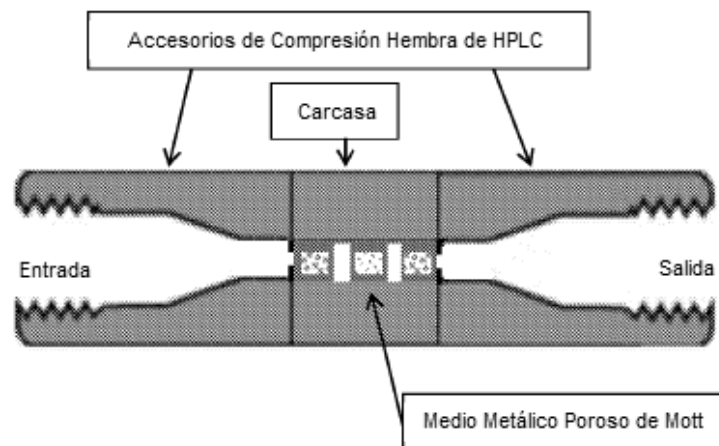


Figura 5

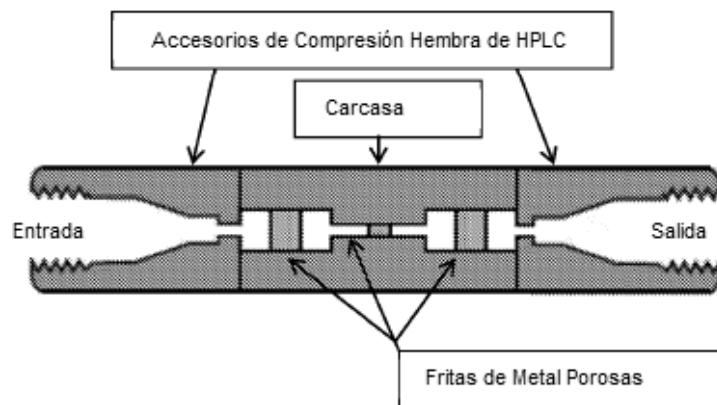


Figura 6

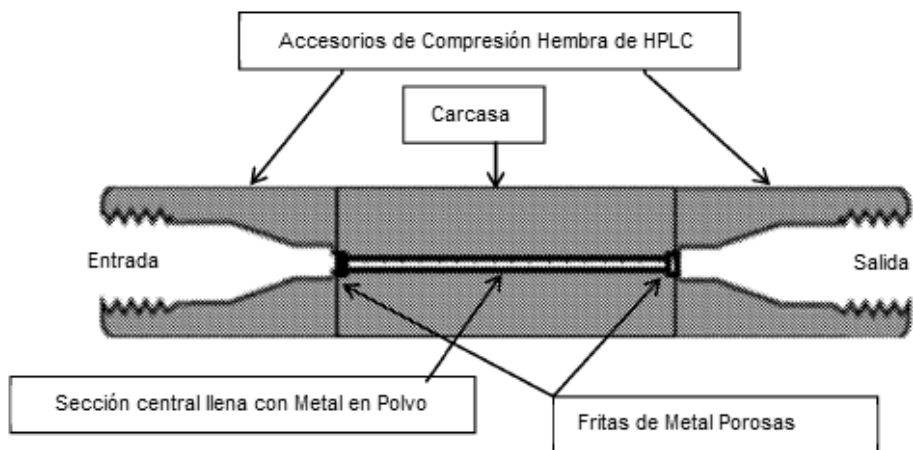


Figura 7

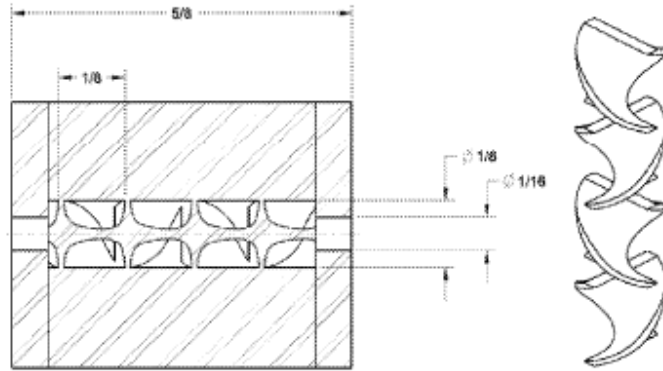


Figura 8

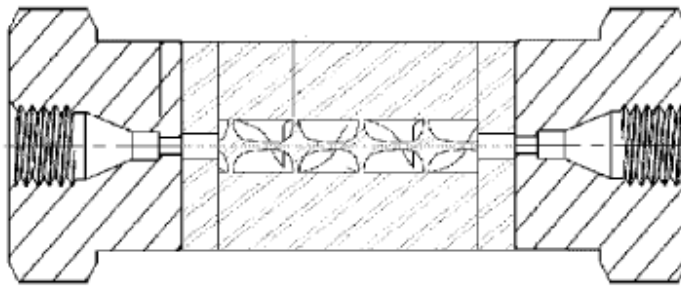


Figura 9

ES 2 934 701 T3

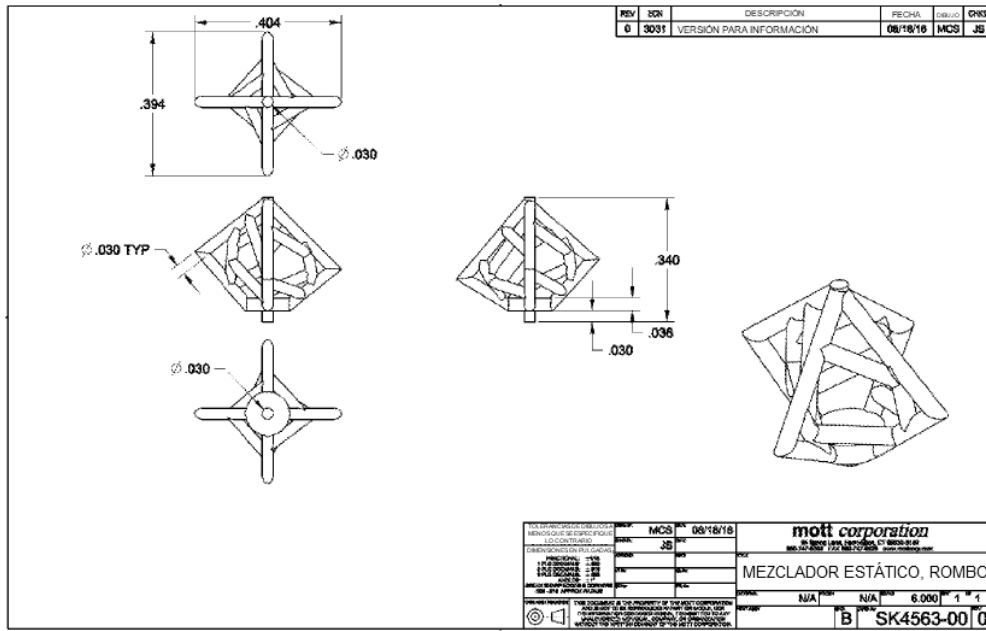


Figura 10a

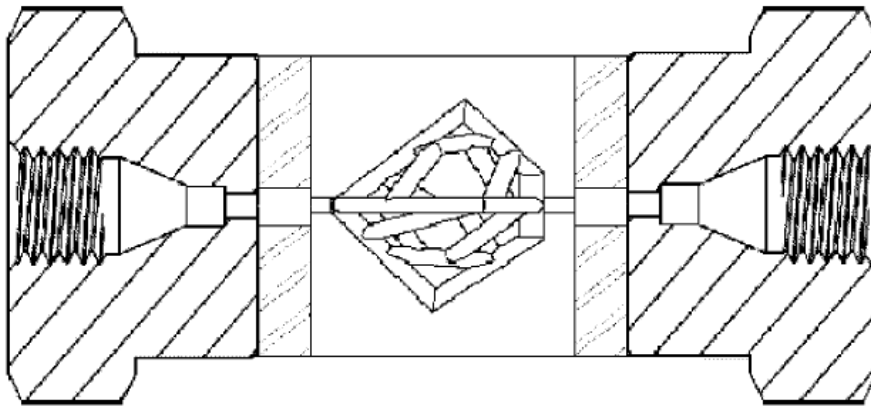


Figura 10b

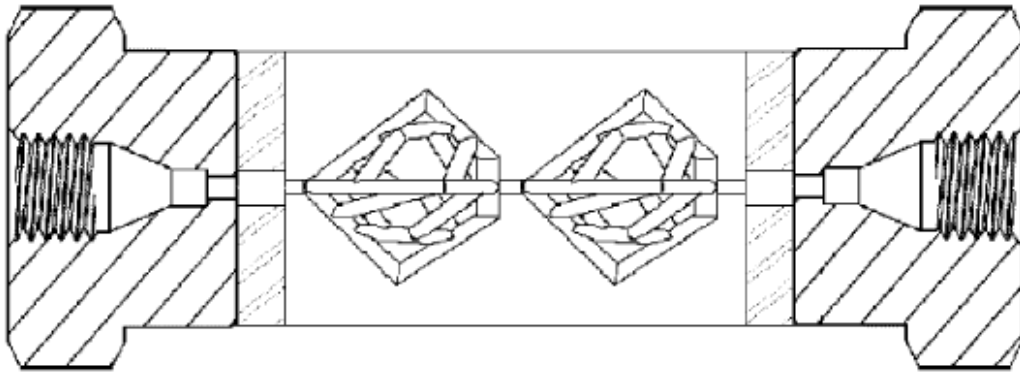


Figura 11

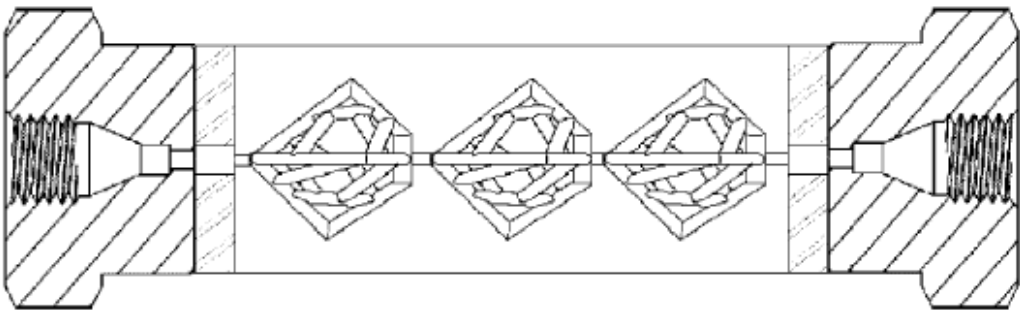


Figura 12

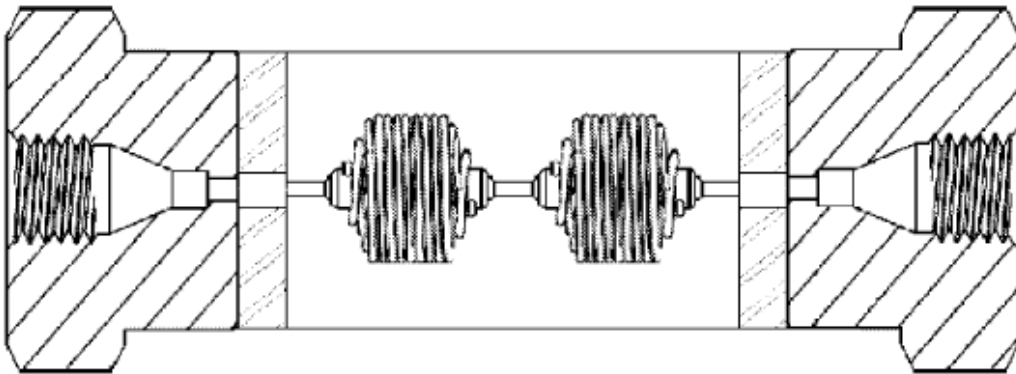


Figura 14

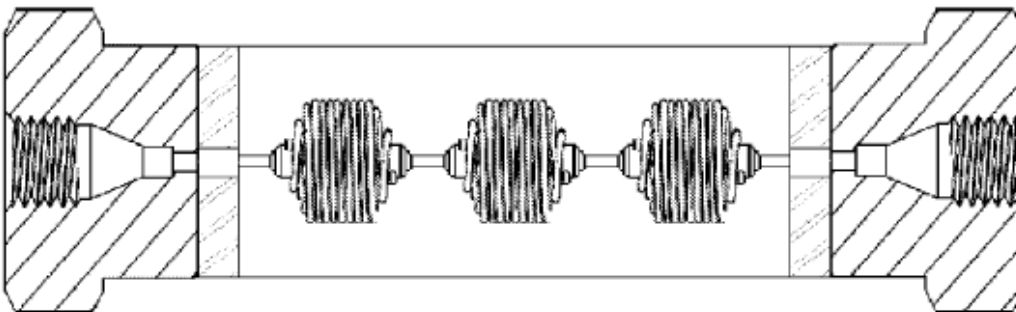


Figura 15

INCLINADOS HACIA DELANTE ALREDEDOR DEL EJE X

8	VERSION PARA	06/25/16	MCS
---	--------------	----------	-----



ROTACIÓN DE 0°
ESCALA 8.000



ROTACIÓN DE 22-1/2°
ESCALA 8.000



ROTACIÓN DE 45°
ESCALA 8.000



ROTACIÓN DE 67-1/2°
ESCALA 8.000



ROTACIÓN DE 90°
ESCALA 8.000

INCLINADOS HACIA ATRÁS ALREDEDOR DEL EJE Y



ROTACIÓN DE 0°
ESCALA 8.000



ROTACIÓN DE 22-1/2°
ESCALA 8.000



ROTACIÓN DE 45°
ESCALA 8.000

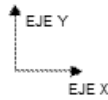


ROTACIÓN DE 67-1/2°
ESCALA 8.000



ROTACIÓN DE 90°
ESCALA 8.000

NOTAS:
1. LA ROTACIÓN ES ALREDEDOR DEL EJE Y



#Inventariados 703 20/04/2016 02/05/2016 08:00:00	MCS 06/25/16 JS 06/22/16	mott corporation MEZCLADOR ESTÁTICO, OBSTÁCULOS, CILINDRO NÚM. 800 500 0000 2 1/2
B SK4565-00		

Figura 16c

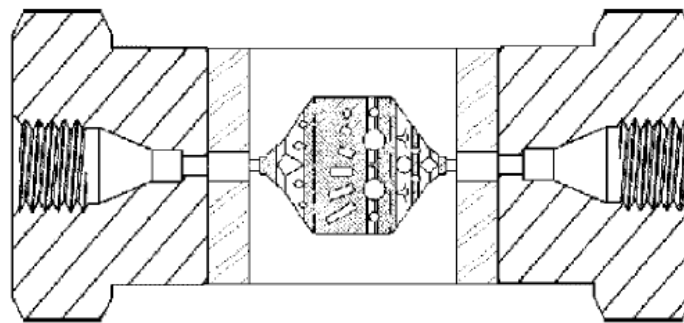


Figura 16d

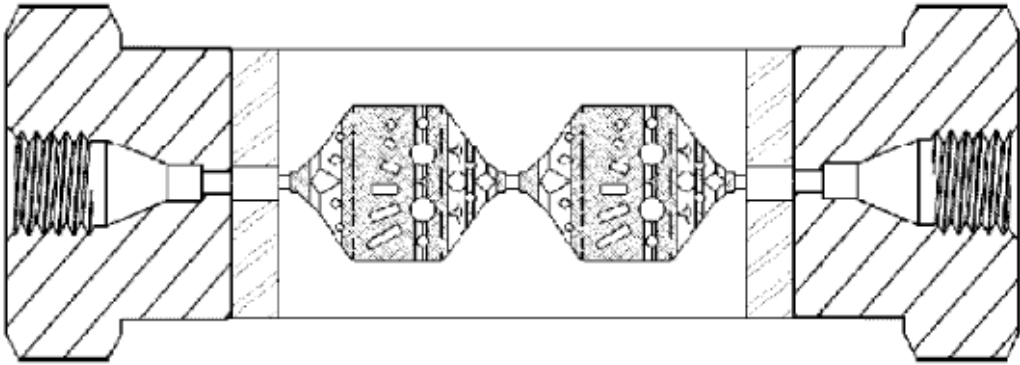


Figura 17

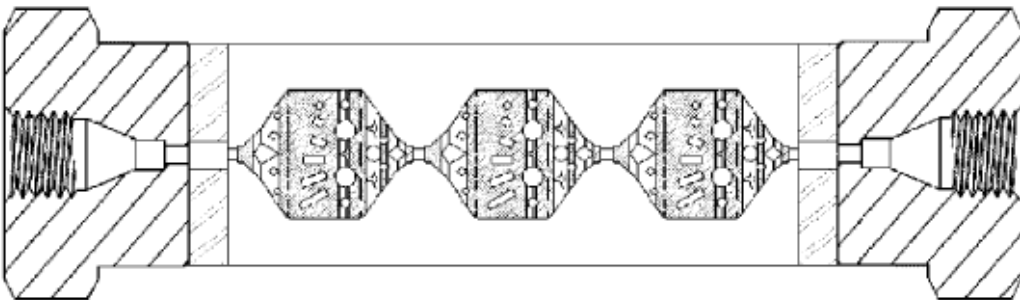


Figura 18

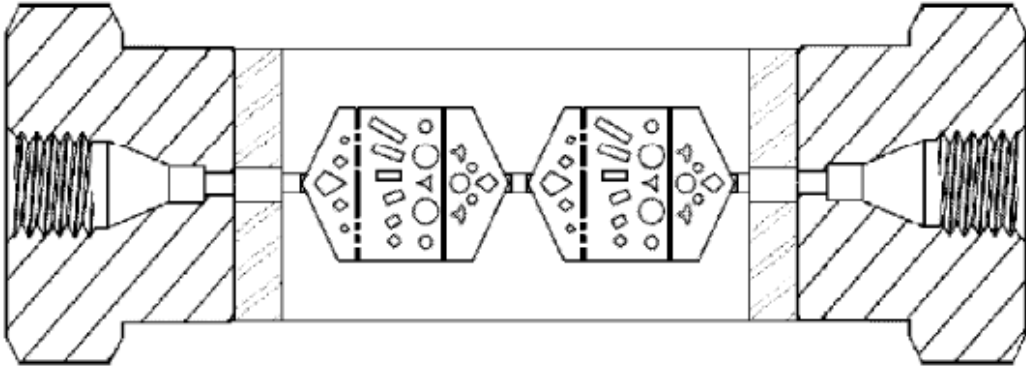


Figura 20

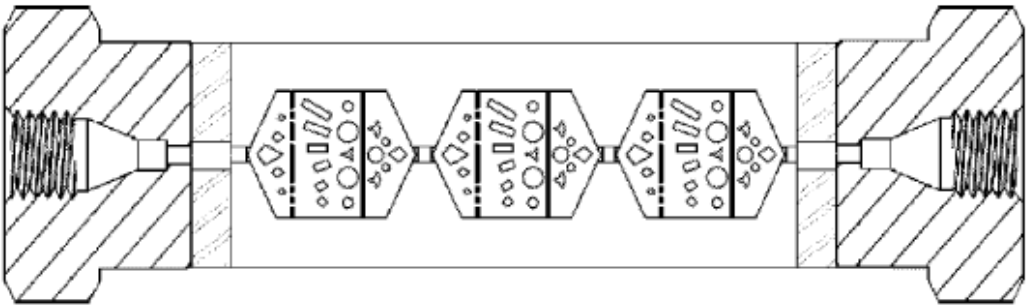


Figura 21

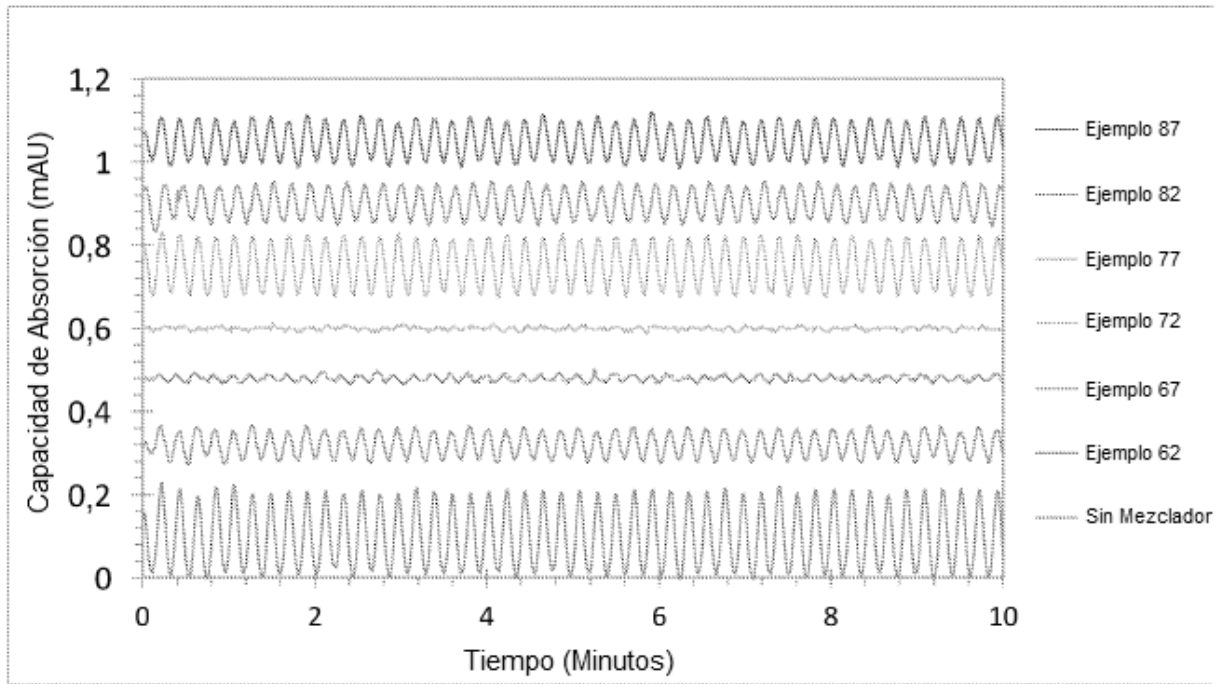


Figura 22

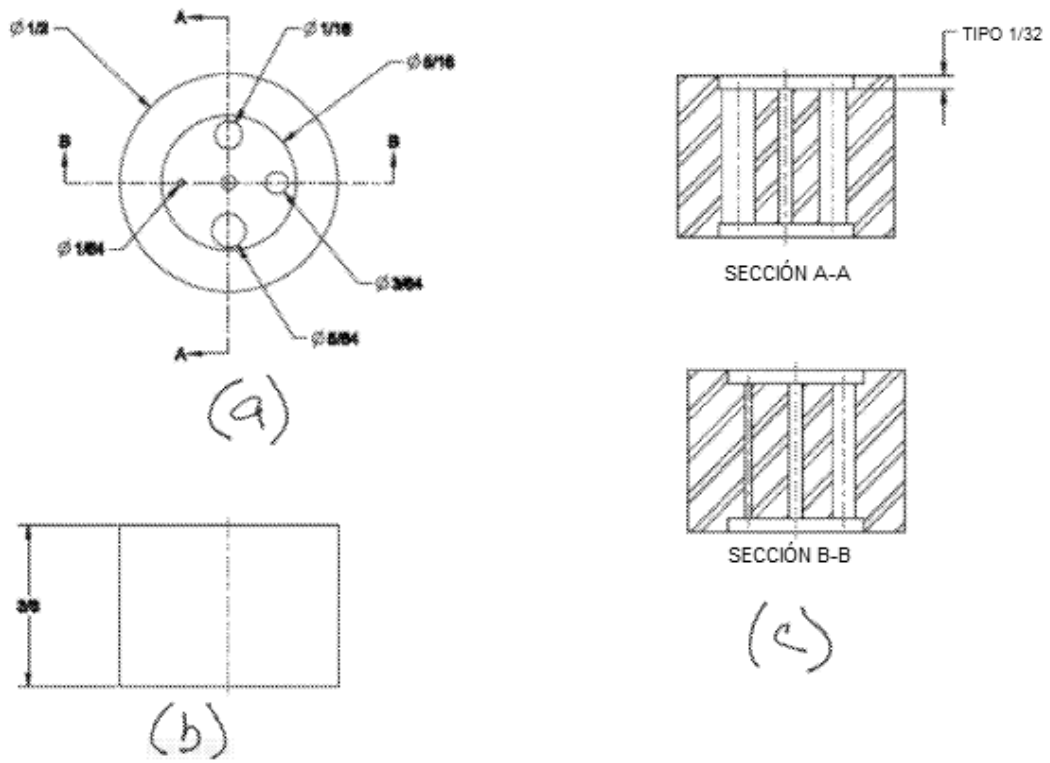


Figura 23

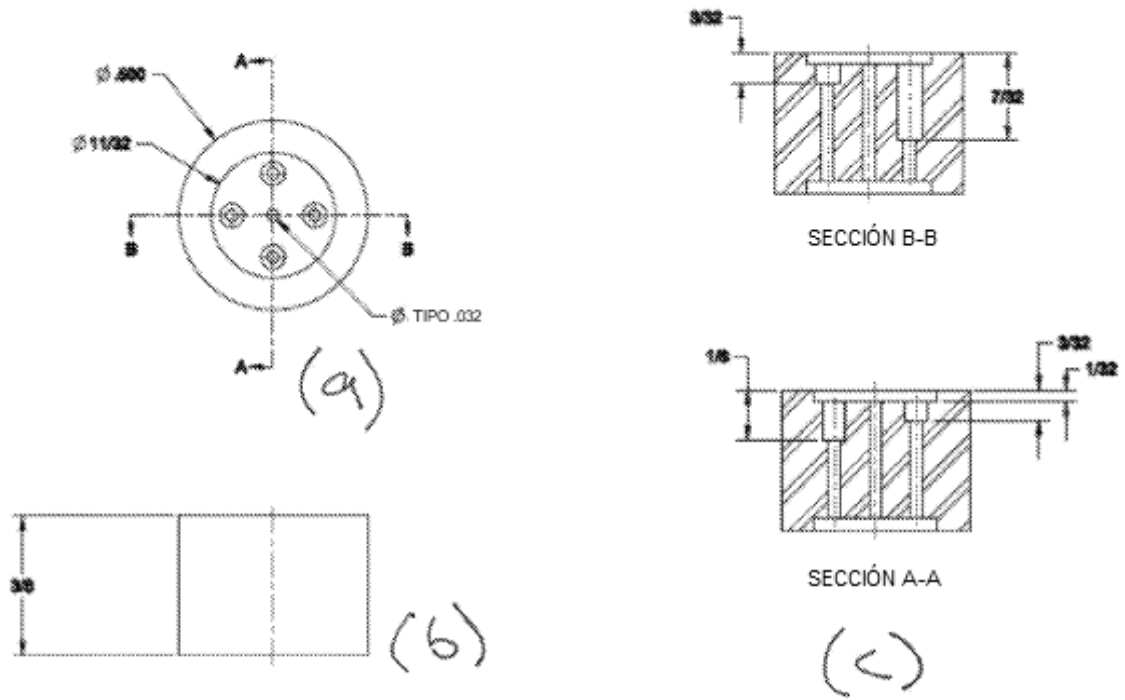


Figura 24

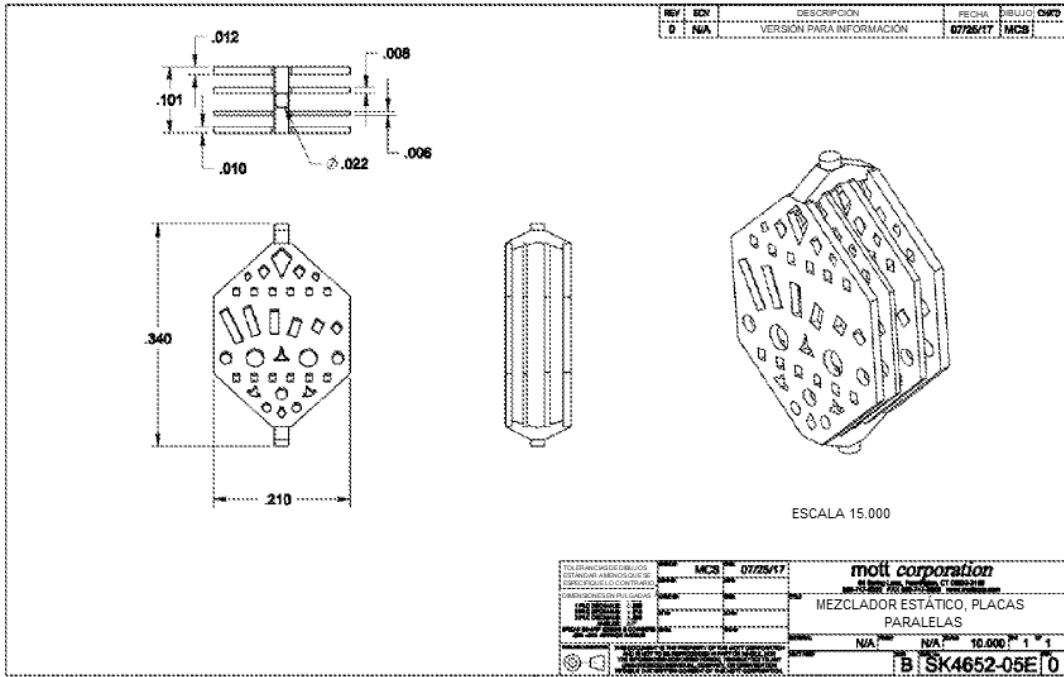


Figura 25

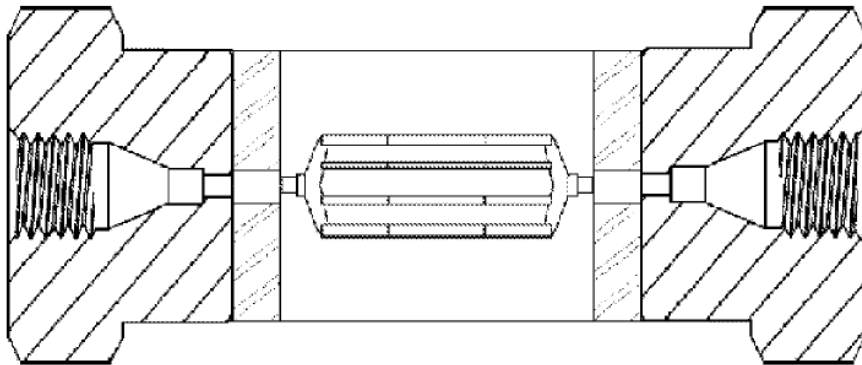


Figura 26

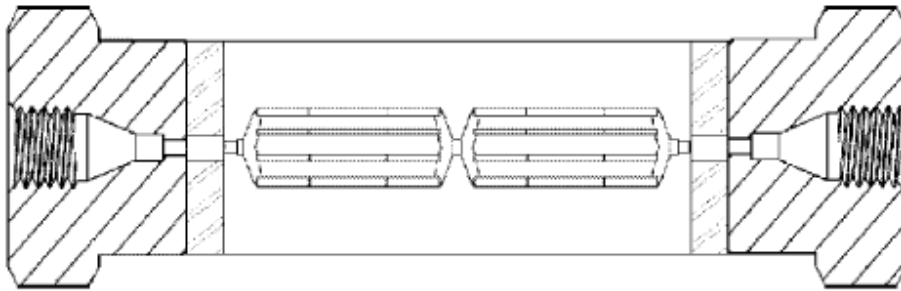


Figura 27

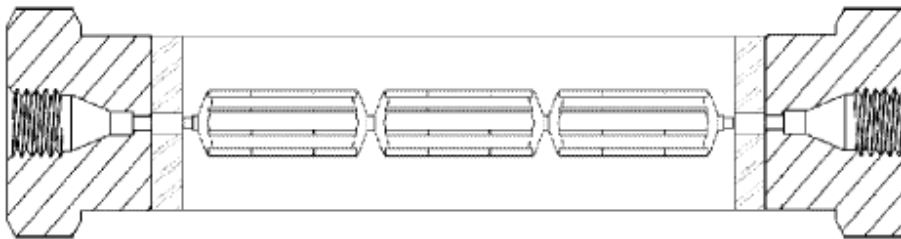


Figura 28

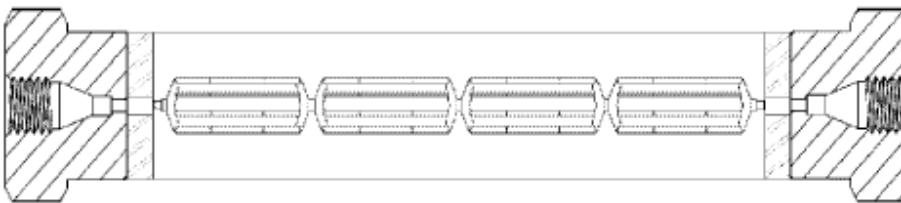


Figura 29

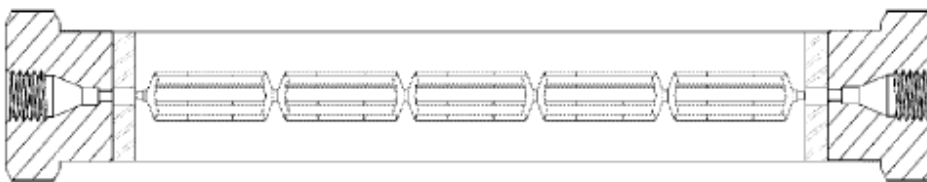


Figura 30

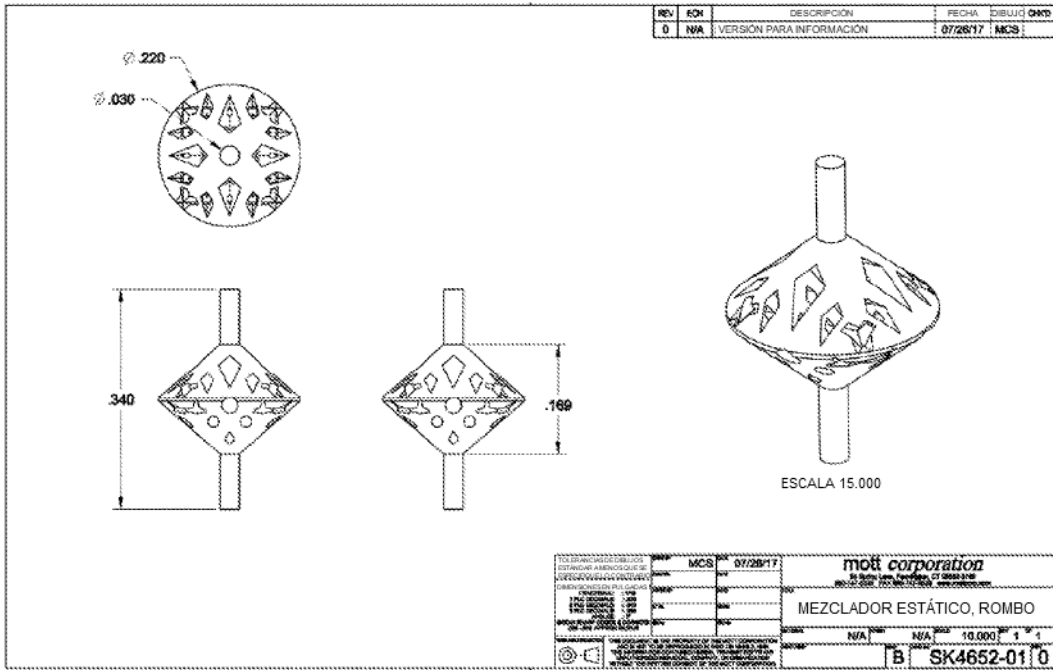


Figura 31

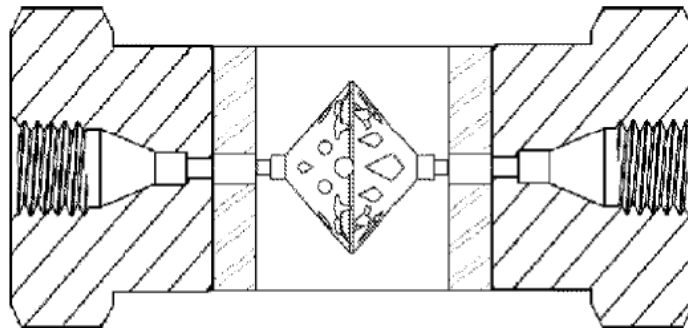


Figura 32

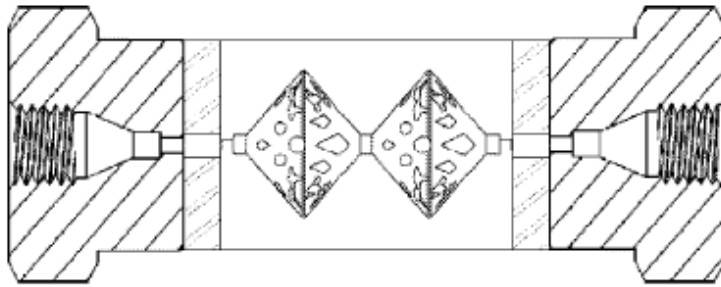


Figura 33

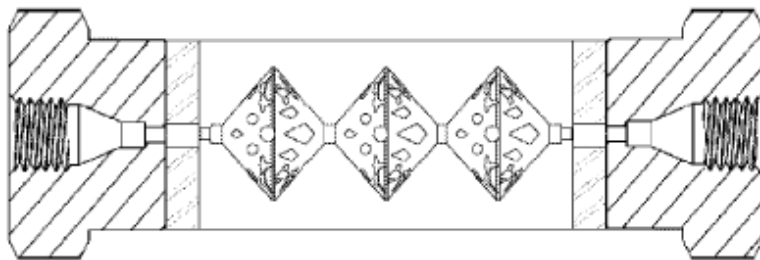


Figura 34

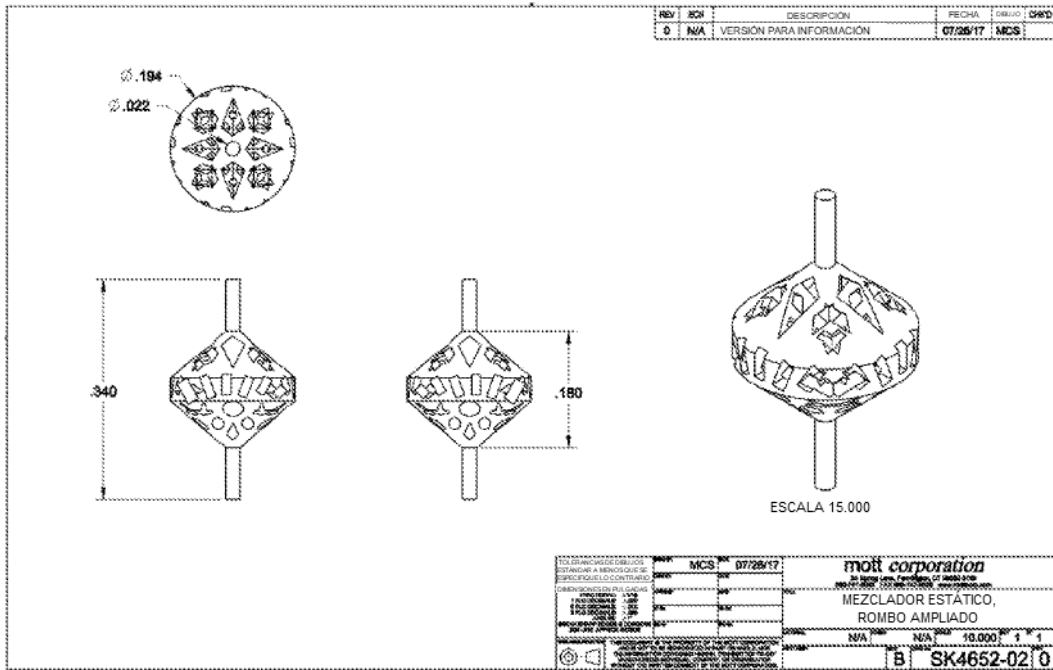


Figura 35

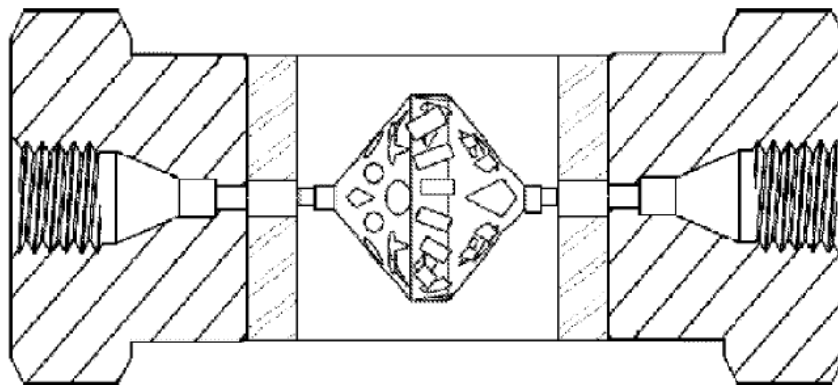


Figura 36

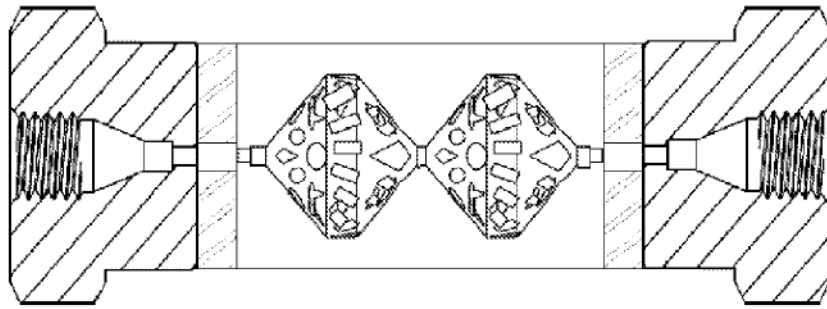


Figura 37

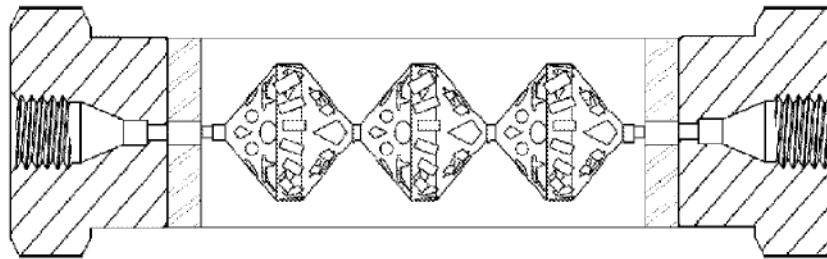


Figura 38

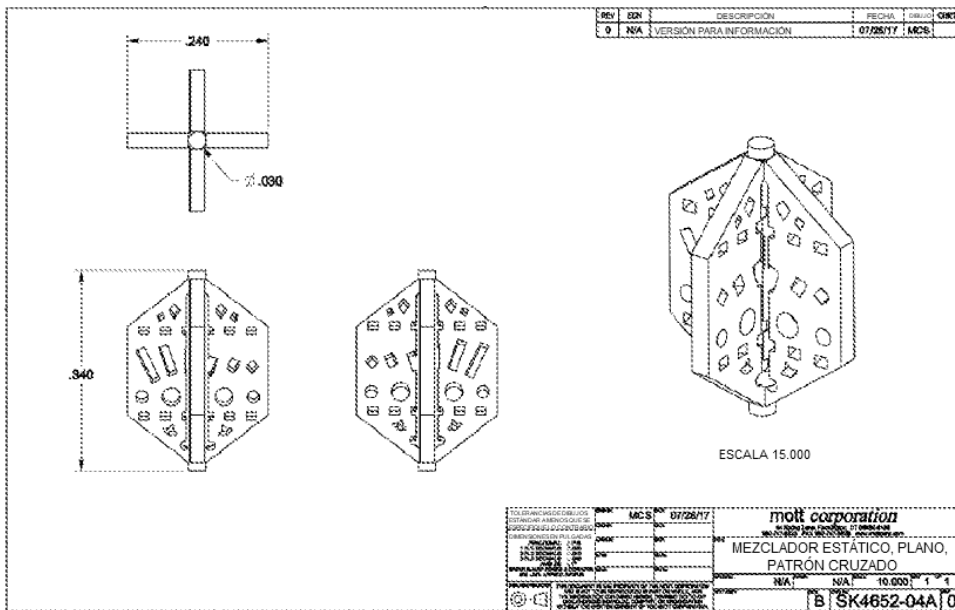


Figura 39

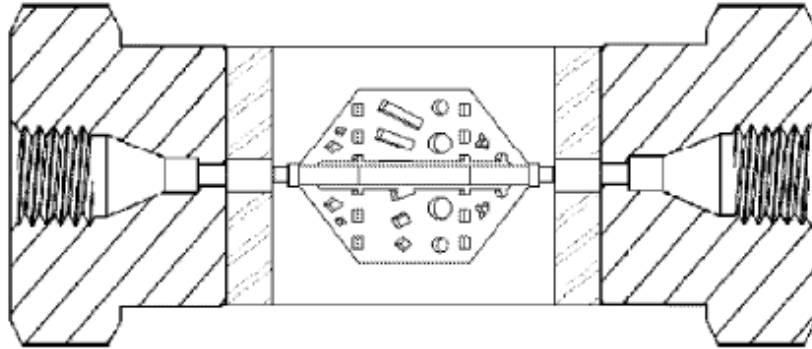


Figura 40

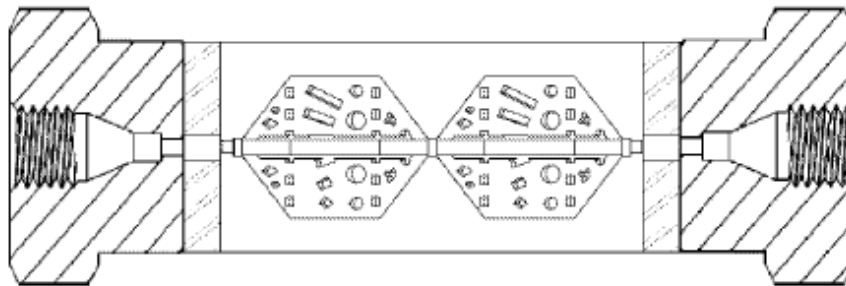


Figura 41

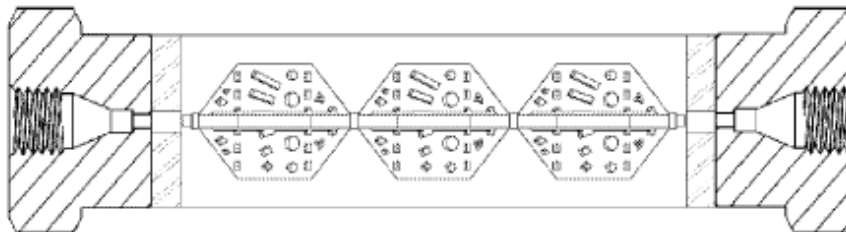


Figura 42

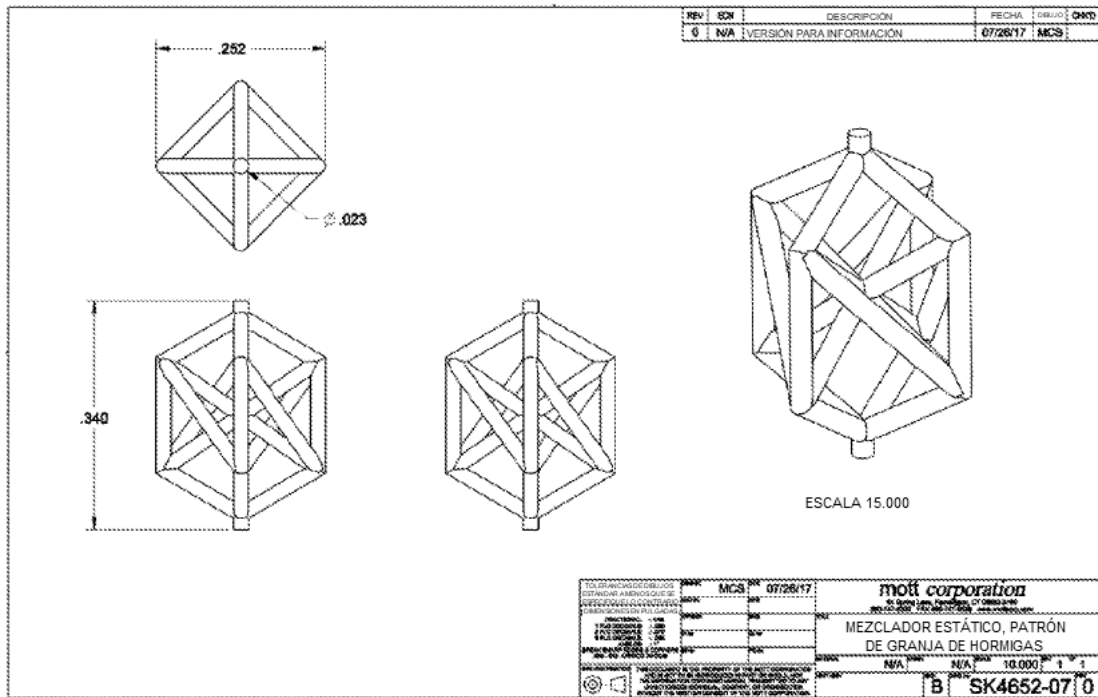


Figura 43

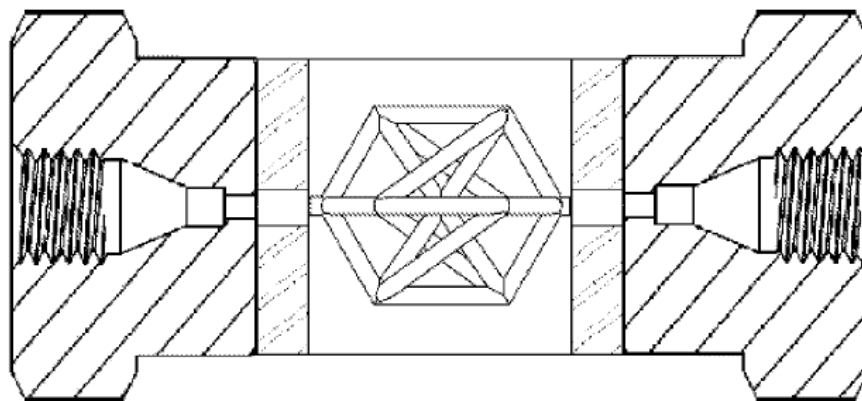


Figura 44

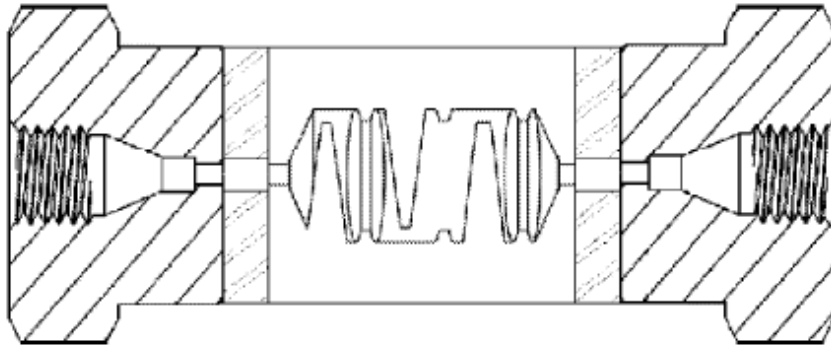


Figura 48

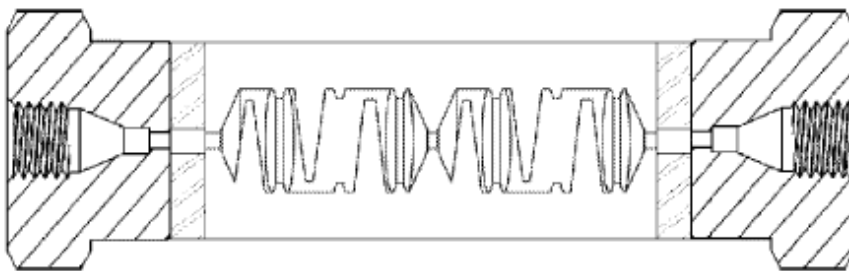


Figura 49



Figura 50

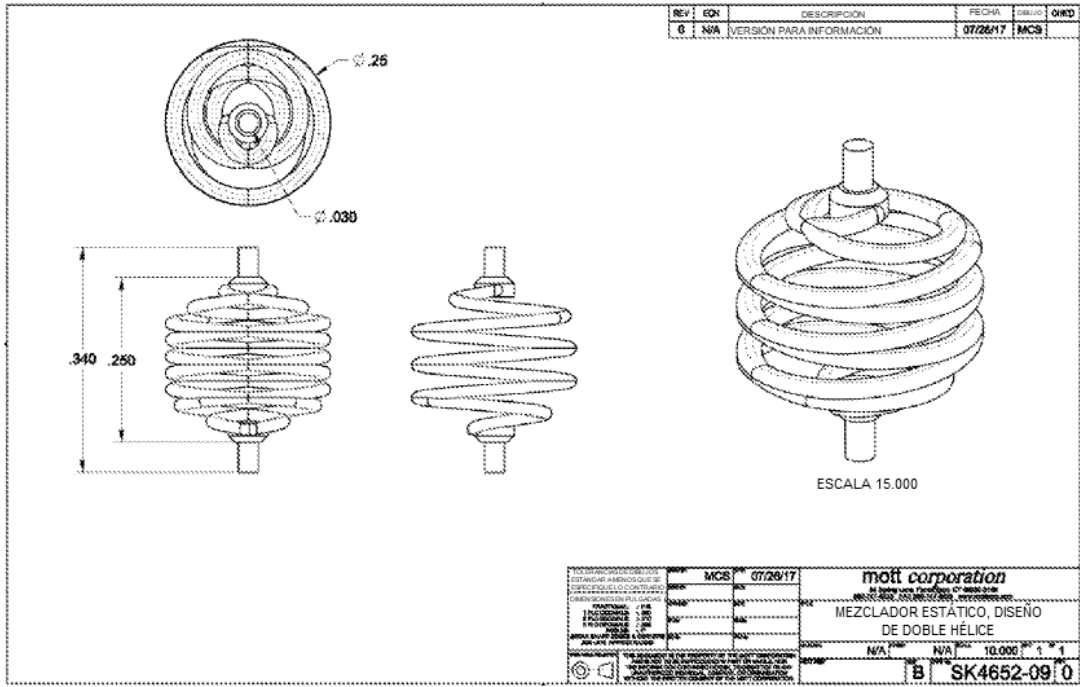


Figura 51

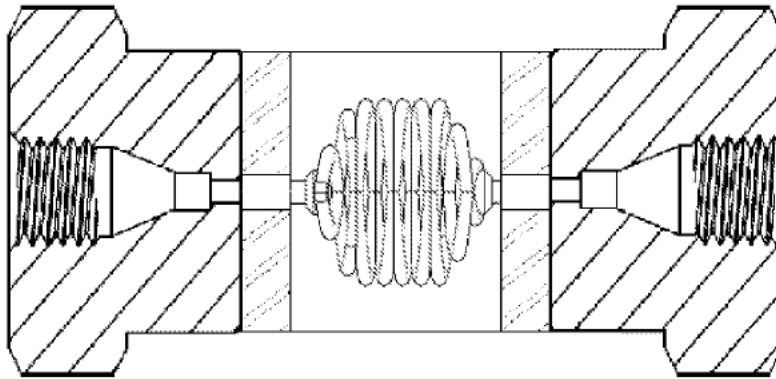


Figura 52

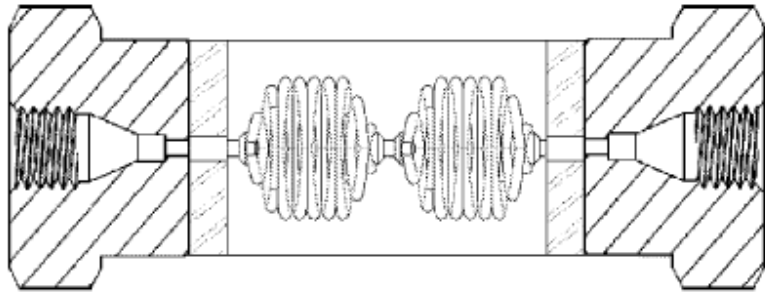


Figura 53

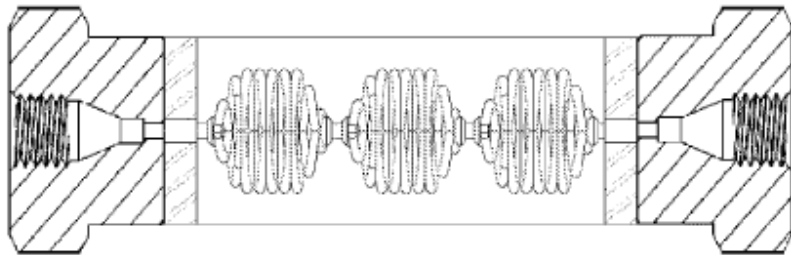


Figura 54