

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 440**

51 Int. Cl.:

B01F 15/00 (2006.01)

G01N 31/00 (2006.01)

B01F 11/00 (2006.01)

G01N 35/00 (2006.01)

B01L 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.02.2008 PCT/US2008/052948**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2008 WO08097923**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2008 E 08728957 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 2109769**

54 Título: **Sistema para suspender las partículas con un tubo de mezcla de cartuchos de reactivo y su uso**

30 Prioridad:
08.02.2007 US 704001

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.03.2020

73 Titular/es:
**BIOKIT S.A. (100.0%)
Can Malé s/n Lliça d'Amunt
08186 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:
**VINCENT, KATHLEEN;
TALMER, MARK y
SCHROEDER, GERHARDT P.**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 745 440 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

Sistema para suspender las partículas con un tubo de mezcla de cartuchos de reactivo y su uso

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema analizador de instrumentos clínicos y específicamente a un tubo de mezcla de cartuchos de reactivo.

Antecedentes de la invención

10 La separación, el aislamiento y la concentración son etapas del proceso comunes a un análisis químico. A menudo, se llevan a cabo estas etapas para eliminar las sustancias interferentes para poder realizar un análisis químico posterior. Esta fase de separación se puede realizar de varias maneras, incluida la extracción con disolvente, la evaporación del disolvente y el intercambio de resina. La separación magnética, otra técnica para eliminar sustancias interferentes, es un proceso de separación, aislamiento y concentración donde la sustancia buscada se une o se adhiere a partículas magnéticas. Las partículas magnéticas ofrecen ventajas de manejo que incluyen velocidad, comodidad y bajo consumo de energía. Son particularmente adecuadas para manipular muestras pequeñas.

15 Para administrar una separación magnética, es necesario que haya un número umbral de partículas magnéticas en la solución a medir. Sin embargo, las partículas magnéticas son más densas que la mayoría de las otras partículas en las soluciones en las que se mezclan. Por lo tanto, las partículas magnéticas se acumularán en el fondo de sus receptáculos de contención. Los cartuchos de reactivo anteriores para contener soluciones o suspensiones de partículas magnéticas han utilizado una mezcla continua para garantizar que se distribuyan las concentraciones apropiadas de partículas magnéticas por toda la solución magnética. Sin embargo, la mezcla continua puede ser costosa, ineficiente y propensa a fallos mecánicos. El documento US 2003/044323A1 se refiere a un cartucho de reactivo. El documento US 4950082A se refiere a un aparato mezclador. La presente invención aborda estas deficiencias de los tubos de mezcla de partículas magnéticas de la técnica anterior.

Compendio de la invención

25 Para satisfacer las necesidades mencionadas anteriormente y otras, las presentes enseñanzas se relacionan con un sistema para suspender partículas magnéticas.

El sistema de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

En una forma de realización, las partículas son magnetizables.

30 En una forma de realización, el primer elemento agitador es opuesto al segundo elemento agitador. En otra forma de realización, el tubo de mezcla tiene tres elementos agitadores. El primer elemento agitador y dicho segundo elemento agitador pueden tener una sección transversal sustancialmente triangular, semicircular o rectangular. En otra forma de realización, el primer elemento agitador y el segundo elemento agitador son cuchillas.

En una forma de realización, el actuador lineal incluye un tercer pasador y el tubo de mezcla incluye una segunda ranura para enganchar el tercer pasador del actuador lineal.

El tubo de mezcla puede ser cilíndrico, troncocónico, sellado, desmontable del soporte y/o moldeado por extrusión.

35 En una forma de realización, el sistema incluye varios tubos de reactivo. Los tubos de reactivo pueden ser desmontables del soporte y/o pueden ser sustancialmente rectangulares en sección transversal o cilíndricos.

40 Otro aspecto de las presentes enseñanzas se refiere al uso del sistema de la reivindicación 1 para suspender partículas en solución, incluyendo la dispensación de la solución de partículas en un tubo de mezcla, en el que el tubo de mezcla comprende un cilindro con un primer elemento agitador y un segundo elemento agitador, que engancha el tubo de mezcla con un motor, girando el tubo de mezcla a través del motor de acuerdo con un protocolo de mezcla y desenganchando el motor del tubo de mezcla.

45 El protocolo de mezcla puede incluir girar el tubo de mezcla en una primera dirección durante un primer período de tiempo, y a continuación girar el tubo de mezcla en una segunda dirección durante un segundo período de tiempo. En otra forma de realización, el protocolo de mezcla puede incluir dos fases: una primera fase y una segunda fase. La primera fase puede incluir girar el tubo de mezcla un giro completo tanto en una primera dirección como en una segunda dirección. La segunda fase puede incluir alternar la dirección de giro quince veces.

Breve descripción de los dibujos

Estas formas de realización y otros aspectos de esta invención serán fácilmente evidentes a partir de la descripción detallada a continuación y los dibujos adjuntos, que pretenden ilustrar y no limitar la invención, y en los que:

50 La Figura 1A es una vista superior de un sistema analizador de instrumentos clínicos de acuerdo con una forma de

realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 1B es una vista en perspectiva de una estación de reactivos de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

5 La Figura 2A es una vista en perspectiva de un cartucho de reactivo de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 2B es una vista en perspectiva del cartucho de reactivo sin un conjunto de tapa perforadora y un soporte de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 2C es una vista en perspectiva de un conjunto de tapa perforadora de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

10 La Figura 2D es una vista en perspectiva de la tapa perforadora de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 2E es una vista en perspectiva del soporte del cartucho de reactivo de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

15 La Figura 2F es una vista en perspectiva de una corredera de acceso de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 3A ilustra una sección transversal del tubo de mezcla ilustrado en la Figura 3C tomada en 3A-3A de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 3B es una vista en perspectiva lateral de la superficie exterior de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

20 La Figura 3C es otra vista en perspectiva lateral del tubo de mezcla de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 3D es otra vista en perspectiva lateral del tubo de mezcla de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

25 La Figura 3E es otra vista en perspectiva lateral del tubo de mezcla de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 3F es otra vista en perspectiva lateral del tubo de mezcla de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 4 es una vista superior de un tubo de mezcla de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

30 La Figura 5 es una vista inferior de un tubo de mezcla de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

La Figura 6 es una vista en perspectiva de un motor y el cartucho de reactivo de acuerdo con una forma de realización de ejemplo de la presente invención.

Descripción

35 La presente invención se entenderá más completamente a través de la siguiente descripción, que debe leerse junto con los dibujos adjuntos. En esta descripción, números similares se refieren a elementos similares dentro de las diversas formas de realización de la presente invención. Dentro de esta descripción, la invención reivindicada se explicará con respecto a las formas de realización. El experto en la técnica apreciará fácilmente que los métodos y sistemas descritos en este documento son meramente de ejemplo y que se pueden realizar variaciones sin apartarse
40 del alcance de la invención.

Las formas de realización de la invención se refieren a un sistema analizador de instrumentos clínicos para el análisis automatizado de muestras de pacientes. En una forma de realización, el analizador puede usarse para analizar biomoléculas diana en muestras de fluidos corporales, tales como sangre, plasma, suero, orina o líquido cefalorraquídeo. El sistema analizador de instrumentos clínicos de acuerdo con la invención, por ejemplo, automatiza
45 los ensayos inmunoquímicos para la detección de una biomolécula diana en una muestra del paciente. Para detectar la biomolécula diana, un primer anticuerpo específico para la biomolécula diana se marca con un marcador luminométrico. Un marcador luminométrico es una sustancia que se puede detectar en un luminómetro. Un segundo anticuerpo específico para la biomolécula diana se une a una partícula magnética. Los anticuerpos unidos a las partículas magnéticas y los anticuerpos unidos al marcador luminométrico reconocen las biomoléculas diana y se unen
50 a ellas en una reacción inmunoquímica. Como resultado, se forman complejos específicos compuestos de partículas

magnéticas, marcadores luminométricos y biomoléculas diana. Estos complejos específicos se pueden examinar en un luminómetro.

5 Las formas de realización de la invención también se refieren a un aparato y método para suspender uniformemente partículas magnéticas en solución en un tubo de mezcla antes de aspirar una parte alícuota de la solución de partículas magnéticas en un vial que contiene una muestra del paciente. Posteriormente, la presencia y/o cantidad de biomolécula diana se determinará en un ensayo de diagnóstico. Las partículas magnéticas, debido a su peso, tienden a acumularse en el fondo del tubo de mezcla con el tiempo. Como se usa en el presente documento, suspender las partículas magnéticas en el tubo de mezcla se refiere a la eliminación de las partículas del fondo del tubo de mezcla y la suspensión de las partículas magnéticas en una solución en el tubo de mezcla. La dispersión uniforme de las partículas magnéticas en la solución es importante para el análisis clínico porque cualquier variabilidad en la distribución de las partículas magnéticas en la solución afectará la precisión del ensayo de diagnóstico.

10 La Figura 1A es una vista superior del sistema analizador de instrumentos clínicos. El sistema analizador de instrumentos clínicos ilustrado 20 contiene una o más estaciones o módulos para el tratamiento y análisis de muestras de pacientes contenidas en un vial (no mostrado en la Figura 1). El vial puede ser una cubeta, un tubo o cualquier otro recipiente adecuado para contener una muestra (no mostrado en la Figura 1). El sistema analizador de instrumentos clínicos 20 incluye al menos lo siguiente: un cargador de viales 22, una estación de muestras (no mostrada) para agregar una muestra a un vial, una estación de reactivos 23 para agregar uno o más reactivos al vial, varias pipetas 24 para proporcionar fluido de lavado y enjuague al vial, un carrusel 28 para recibir uno o más viales del cargador de viales y distribuir los viales, un módulo de lavado magnético 30, un luminómetro 32 y un módulo calentador 25 para incubar el vial.

15 El cargador de viales 22 contiene varios viales. El cargador de viales 22 puede, por ejemplo, cargar viales en el carrusel 28 como se describe en la solicitud de patente de EE.UU. presentada al mismo tiempo titulada "Apparatus and Methods for Dispensing Sample Holders" (N.º expediente INL-098). En algunas formas de realización, el cargador de viales 22 comprende un carrusel giratorio con ranuras verticales para sostener pilas de viales. Los viales se pueden apilar en una funda, por ejemplo, y la funda se puede insertar en el cargador de viales 22. El cargador de viales 22 expulsa un vial de la funda al carrusel 28.

20 Con referencia continua a la Figura 1A, el carrusel 28 retiene y/o distribuye varios viales a varias estaciones o módulos tales como, por ejemplo, la estación de muestras, la estación de reactivos 23, el módulo de lavado magnético 30, el módulo calentador, o el luminómetro 32 en el sistema analizador de instrumentos clínicos 20. El carrusel 28 de ejemplo está operativamente unido a un motor y gira, por ejemplo. Se puede presentar un vial en el carrusel 28 a una cualquiera de las varias estaciones o módulos próximos a él. En una forma de realización, un brazo de transferencia (no mostrado) permite el movimiento de viales desde el carrusel 28 a las diversas estaciones o módulos del sistema analizador de instrumentos clínicos 20.

Una estación de adición de muestras (no mostrada) deposita la muestra seleccionada en el vial.

35 Con referencia continua a la Figura 1A, el módulo de lavado magnético 30 está configurado para permitir el lavado de las partículas magnéticas presentes en el vial. El módulo de lavado magnético 30 incluye una o más estaciones magnéticas, que contienen conjuntos magnéticos. Se puede realizar un lavado magnético de las partículas en el vial asegurando el vial próximo al conjunto magnético. El campo magnético del conjunto de imanes en la estación magnética penetra en la pared del vial y atrae las partículas magnéticas presentes en los complejos específicos hacia el uno o más conjuntos magnéticos. Por lo tanto, los complejos específicos se agrupan juntos en la pared de la pared del vial próxima a los conjuntos de imanes, formando un gránulo de complejos específicos. Mientras las partículas son atraídas a los conjuntos magnéticos, el vial puede inyectarse y/o aspirarse con una solución de lavado o enjuague mediante el uso de una o más pipetas para enjuagar y eliminar las partículas no complejas y la solución en el vial, excepto los complejos específicos. El gránulo de complejos específicos se analiza en el luminómetro 32 para determinar la magnitud de la luminiscencia. La magnitud de la luminiscencia es indicativa de la concentración de la molécula diana en la muestra del paciente.

40 Con referencia continua a la Figura 1A, dependiendo del análisis a realizar en la muestra del paciente y qué biomolécula diana se analizará, la estación de reactivos 23 agrega, por ejemplo, un líquido de enjuague, uno o más anticuerpos contra la biomolécula diana, reactivos para desencadenar una reacción quimioluminiscente, tampones, otros reactivos, una sustancia marcadora luminométrica que contenga luminógenos y/o partículas magnetizables.

45 Las partículas magnetizables están hechas de hierro o cualquier otro material magnético o magnetizable. Las partículas magnéticas pueden ser paramagnéticas, de modo que cuando se eliminan los imanes, las partículas exhiben cero magnetización. Las partículas magnéticas pueden tener un diámetro sustancialmente uniforme y pueden tener un tamaño de grano, por ejemplo, en el rango de 1-10 µm, 1,0 µm, 8,0 µm o 4,7 µm, preferiblemente. Por ejemplo, el exterior de las partículas magnetizables está recubierto con una capa de látex que contiene el anticuerpo específico contra la biomolécula diana. Las partículas magnetizables se mantienen en una solución en un tubo de mezcla de reactivos descrito con mayor detalle a continuación. La solución puede contener agua, líquidos de enjuague o cualquier otro líquido necesario para el análisis.

La Figura 1B es una vista en perspectiva de la estación de reactivos 23. La estación de reactivos 23 incluye una carcasa de estación de reactivos 33, un escáner de códigos de barras 37 y uno o más cartuchos de reactivo 75, en donde cada cartucho de reactivo tiene un código de barras 82. El alojamiento de la estación de reactivos 33 puede ser, por ejemplo, un recipiente en forma de cuenco hecho de metal fundido o plástico. Uno o más cartuchos de reactivo 75 se almacenan dentro del cuenco de la estación de reactivos 33. Por ejemplo, los cartuchos de reactivo 75 pueden estar distribuidos radialmente desde el centro del alojamiento 33 en forma de cuenco. Los cartuchos de reactivo 75 pueden insertarse en un carrusel giratorio (no mostrado) colocado en la carcasa de la estación de reactivos 33. La carcasa de la estación de reactivos 33 puede estar controlado por temperatura y/o humedad.

El cartucho de reactivo 75 contiene uno o más reactivos que se inyectan en un vial. En una forma de realización, el cartucho de reactivo 75 tiene forma de cuña o pastel de tal manera que varios cartuchos de reactivo 75 pueden encajar en la carcasa de la estación de reactivos en forma de cuenco 33. Por ejemplo, se pueden colocar de cinco a treinta y cinco cartuchos de reactivo 75, o más específicamente, diez, veinte o treinta, o más cartuchos de reactivo 75 en la carcasa de la estación de reactivos 33 a la vez, dependiendo del tamaño de la carcasa de la estación de reactivos 33.

Con referencia continua a la Figura 1B, el escáner de códigos de barras 37 permite a un usuario indexar y rastrear los diversos cartuchos de reactivo 75 en la carcasa de la estación de reactivos 33. El escáner de códigos de barras 37 puede leer el código de barras 82 colocado en el lado del cartucho de reactivo 75 frente al escáner de códigos de barras 37. La lectura del código de barras se transmite a un procesador informático que alerta al usuario del sistema analizador de instrumentos clínicos 20 (no mostrado) de la ubicación de los diversos cartuchos de reactivo 75 en la carcasa de la estación de reactivos 33. Además, el escáner de códigos de barras 37 permite al usuario seleccionar electrónicamente varios cartuchos de reactivo 75 y los reactivos contenidos en los mismos para el análisis de la biomolécula diana deseada de la muestra del paciente. El usuario puede solicitar reactivos específicos y el escáner de códigos de barras 37 identifica el cartucho de reactivo 75 correspondiente que contiene esos reactivos. Por lo tanto, la etiqueta de código de barras 82 puede usarse para distinguir entre diferentes reactivos en los cartuchos de reactivo 75 y puede ayudar a un usuario a determinar la ubicación de ciertos reactivos dentro de la estación de reactivos 23.

El cartucho de reactivo se describirá ahora con más detalle con referencia a las Figuras 2A-2C. La Figura 2A es una vista en perspectiva de un cartucho de reactivo de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. El cartucho de reactivo 75 ilustrado incluye, por ejemplo, un canal 68, un soporte 76, una base 77, un tubo de mezcla 78, uno o más tubos de reactivo 80, la etiqueta de código de barras 82 y un conjunto de tapa perforadora 84. El conjunto de tapa perforadora 84 incluye una tapa deslizante 69, una tapa perforadora 71, una corredera de acceso 72, que incluye un resorte 70, una cubierta de evaporación 81 (no mostrada) y una pata 79. El conjunto de tapa perforadora 84 y sus componentes se describirán con más detalle a continuación. En algunas formas de realización, el cartucho de reactivo 75 es un paquete desechable con uno o más, preferiblemente cuatro tubos sellados que contienen reactivo o partículas magnéticas en una solución. Una vez que los cartuchos de reactivo 75 se colocan dentro de la estación de reactivos 23 (no mostrada), los cartuchos de reactivo 75 pueden enfriarse, por ejemplo, a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 4-8 °C, más particularmente a aproximadamente seis grados centígrados. El enfriamiento de los cartuchos de reactivo 75 puede mejorar la vida útil del reactivo.

La Figura 2B es una vista en perspectiva del cartucho de reactivo 75 que ilustra, la base 77, el tubo de mezcla 78 y los tubos de reactivo 80, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

Con referencia a la Figura 2B, los tubos de reactivo 80 se cierran en el extremo inferior con una tapa abierta y sellable y contienen los reactivos necesarios para realizar ciertos análisis clínicos. La forma de la sección transversal a través del eje corto de los tubos de reactivo 80 puede tener cualquier forma para facilitar el almacenamiento de reactivos, tales como rectangular, cuadrada, circular, ovalada o sustancialmente circular. Los tubos de reactivo 80 están dimensionados para encajar en el cartucho de reactivo 75 dentro de la estación de reactivos 23 (véase la Figura 1). Los tubos de reactivo 80 pueden estar hechos de cualquier sustancia relativamente inerte para almacenar reactivos, por ejemplo, polipropileno moldeado, plástico, metal o cerámica. La capacidad de los tubos de reactivo 80 varía dependiendo de su tamaño, pero puede variar desde aproximadamente 1 mililitro hasta aproximadamente 100 mililitros. Una vez que se introducen los reactivos apropiados en los tubos de reactivo 80, en una forma de realización, la parte superior de los tubos de reactivo 80 se sella, por ejemplo, con una membrana de aluminio y poliéster. Los tubos de reactivo 80 mostrados en la Figura 2B están sellados. El sello puede ser frágil. Varios salientes 85 (véase la Figura 2C) del conjunto de tapa perforadora 84, descrita a continuación, se colocan en el conjunto de tapa perforadora 84 para permitir al usuario romper el sello cuando lo desee.

Con referencia continua a la Figura 2B, los tubos de reactivo 80 y el tubo de mezcla 78 se insertan en la base 77 antes o después de que los reactivos se agreguen al tubo. La base 77 puede ser de plástico moldeado, por ejemplo, ABS, dimensionada para sostener los tubos de reactivo 80 requeridos. En una forma de realización, las muescas o rebajes 67, dimensionados y conformados para enganchar la base de los tubos de reactivo 80 y el tubo de mezcla 78 en la base 77, sostienen los tubos de reactivo 80 y el tubo de mezcla 78 en la base 77. Los tubos de reactivo 80 pueden bloquearse en la base 77. El bloqueo puede ser, por ejemplo, un bloqueo a presión. Los tubos de reactivo 80 y el tubo de mezcla 78 también pueden ser desmontables de la base 77.

Todavía con referencia a la Figura 2B, en una forma de realización de acuerdo con la invención, el tubo de mezcla 78 contiene la solución de partículas magnéticas. El tubo de mezcla 78 descrito con mayor detalle a continuación, puede

dimensionarse y estar hecho de material similar a los tubos de reactivo 80. Alternativamente, se pueden usar otros materiales para fabricar el tubo de mezcla 78. La solución de partículas magnéticas se introduce en el tubo de mezcla 78 antes o después de insertar el tubo de mezcla en la base 77 del cartucho de reactivo 75. Una vez que se alcanza un volumen suficiente de solución de partículas magnéticas en el tubo de mezcla 78, la parte superior del tubo de mezcla 78 puede entonces sellarse. El tubo de mezcla 78 que se muestra en la Figura 2B está sellado. El sello puede ser frágil. Los varios salientes 85 (véase la Figura 2C) del conjunto de tapa perforadora 84, que se describe a continuación, pueden romper el sello. En una forma de realización, el sello es una membrana de poliéster y aluminio.

El tubo de mezcla 78 está montado de forma giratoria, es decir, el tubo de mezcla 78 puede girar mientras está unido a la base 77, en una muesca o rebaje. En el sistema de la invención, el tubo de mezcla 78 está conectado operativamente a un elemento giratorio unido operativamente a un motor. El elemento giratorio gira el tubo de mezcla 78 en sentido horario o antihorario para suspender las partículas magnéticas en solución.

La Figura 2C es una vista en perspectiva superior del conjunto de tapa perforadora 84. Como se indicó anteriormente, el conjunto de tapa perforadora 84 incluye la tapa perforadora 71, la tapa deslizante 69 y la corredera de acceso 72, que incluye la cubierta de evaporación 81, el resorte 70 y la pata 79. La corredera de acceso 72 se intercala entre la tapa perforadora 71 y la tapa deslizante 69. La tapa deslizante 69 es una sección plana de plástico con orificios de acceso para permitir al usuario acceder al tubo de mezcla 78 y los tubos de reactivo 80. La tapa deslizante 69 está dimensionada para ajustarse de manera segura sobre la tapa perforadora 71 a través, por ejemplo, de soldadura ultrasónica o apuntalamiento térmico. El apuntalamiento térmico es un método para conectar componentes separados usando un perno de plástico que sobresale de un componente que encaja en los orificios de un segundo componente. El perno se deforma a través del reblandecimiento del plástico para formar una cabeza que bloquee mecánicamente los dos componentes juntos.

La corredera de acceso 72, que incluye la cubierta de evaporación 81, el resorte 70 y la pata 79 se desliza sobre la tapa perforadora 71 para permitir el acceso al tubo de mezcla 78 y los tubos de reactivo 80 (no mostrados). La cubierta de evaporación 81 es una sección rectangular plana de plástico con orificios de acceso para permitir el acceso selectivo al tubo de mezcla 78 y los tubos de reactivo 80. Cuando la cubierta de evaporación 81 está en una primera posición con sus agujeros alineados sobre el tubo de mezcla 78 y los tubos de reactivo 80 y los agujeros de acceso de la tapa deslizante 69, la cubierta de evaporación 81 permite al usuario acceder al tubo de mezcla 78 y a los tubos de reactivo 80. Cuando está en su segunda posición, los orificios de acceso en la cubierta de evaporación 81 no están alineados con el tubo de mezcla 78 y los tubos de reactivo 80, sellando por lo tanto el tubo de mezcla 78 y los tubos de reactivo 80 del aire exterior y dificultando la evaporación de las soluciones contenidas en el tubo de mezcla 78 y los reactivos en los tubos de reactivo 80.

La Figura 2D es una vista en perspectiva de la parte inferior de la tapa perforadora 71. La tapa perforadora 71, una tapa de plástico dimensionada para ajustarse sobre el tubo de mezcla 78 y los tubos de reactivo 80, incluye una tapa 83, una primera muesca 73 y una segunda muesca 73A, y uno o más salientes 85. Los salientes 85 pueden extenderse hacia abajo desde la tapa 83 de la tapa perforadora 71 hacia los tubos de reactivo 80 y el tubo de mezcla 78 (no mostrado). Los salientes 85 pueden ser cilindros huecos con un extremo libre biselado 66 para permitir la perforación del sello frágil del tubo de mezcla 78 o el tubo de reactivo 80.

La Figura 2E es una vista en perspectiva del soporte 76. El soporte 76, compuesto de plástico, tiene una primera ranura 74 y una segunda ranura (no mostrada) en el interior del soporte 76 para enganchar con la tapa perforadora (no mostrada). La primera ranura 74 se corresponde con la primera muesca 73 (no mostrada) de la tapa perforadora y la segunda ranura (no mostrada) corresponde a la segunda muesca 73A (no mostrada) de la tapa perforadora. La interacción de la primera muesca 73 y la segunda muesca 73A con la primera ranura 74 y la segunda ranura se describirá con más detalle a continuación.

Con referencia nuevamente a la Figura 2A, en la operación típica, el conjunto de tapa perforadora 84 se coloca sobre la parte superior de los tubos de reactivo 80 y el tubo de mezcla 78. En una forma de realización, el conjunto de tapa perforadora 84 está conectado al soporte 76. El conjunto de tapa perforadora 84 puede montarse en la base 77 enganchando la pata 79 del resorte 70 en el canal 68 en la parte delantera de la base 77. La pata 79 puede deslizarse a continuación en el canal 68, permitiendo que la corredera de acceso 72 se mueva y permita el acceso al tubo de mezcla 78 y a los tubos de reactivo 80. Alternativamente, el conjunto de tapa perforadora 84 puede ser separable del soporte 76.

Con referencia a la Figura 2D, los salientes 85 en el conjunto de la tapa perforadora 84 pueden ser huecos o el conjunto de la tapa perforadora 84 puede incluir una o más perforaciones para permitir que una pipeta pase a través del saliente 85 para aspirar reactivos y solución de partículas magnéticas de los tubos de reactivo 80 (no mostrados) y el tubo de mezcla 78 (no mostrado) sin requerir la extracción del conjunto de tapa perforadora 84. Cuando se presionan, por ejemplo, por parte de un usuario, los salientes 85 del conjunto de tapa perforadora 84 perforan el sello en los tubos de reactivo 80 y el tubo de mezcla 78. La tapa perforadora 71 permanece presionada a través de la primera muesca 73 y la segunda muesca 73A, ubicadas en la tapa perforadora 71, acopladas con la primera ranura 74 y la segunda ranura (no mostradas) ubicadas en el soporte 76 (mostrado en la Figura 2E). Una vez perforado, se pueden insertar varias pipetas a través de uno o más salientes 85 para aspirar reactivos de los tubos de reactivo 80 y la solución de partículas magnéticas del tubo de mezcla 78.

La Figura 2F es una vista en perspectiva de la corredera de acceso, compuesta de plástico, del conjunto de tapa perforadora. El resorte 70 de la corredera de acceso 72 es, por ejemplo, un resorte laminar que se fuerza para mantener cerrado el cartucho de reactivo 75 cuando no está en uso. Esta corredera de acceso 72 se fuerza cerrada para minimizar la evaporación y la contaminación. Por lo tanto, una vez que los tubos de reactivo 80 y el tubo de mezcla 78 han sido perforados por los salientes 85 de la tapa perforadora, se puede evitar la evaporación de los reactivos y la solución del tubo de mezcla sellando el cartucho de reactivo 75 con la cubierta de evaporación 81 de la corredera de acceso 72.

Como se muestra en la Figura 2A, para abrir el cartucho de reactivo 75, el resorte 70 puede ser desviado por un motor paso a paso adjunto (no mostrado). A continuación, la pata 79 de la corredera de acceso 72 se desliza en el canal 68 de la base 77, deslizando por lo tanto la tapa de evaporación 81 (no mostrada) para permitir el acceso del usuario a los tubos de reactivo 80 y al tubo de mezcla 78.

Las Figuras 3A-3F representan un tubo de mezcla 78 con más detalle de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. Con referencia a las Figuras 3A-3F, en algunas formas de realización, el tubo de mezcla 78 es generalmente un cilindro que incluye una pared 98, una superficie interior 95, una abertura en el extremo superior 92, una sección inferior 96, una sección superior 87, un piso 94 y una base 89. La sección superior 87 se extiende desde el extremo superior 92 hasta el piso 94 del tubo de mezcla 78. La sección inferior 96 se extiende desde el piso 94 hasta la base 89, que está en el extremo opuesto del tubo 78 desde el extremo superior 92.

Con referencia a la Figura 3A, una sección transversal del tubo de mezcla a través del plano 3A-3A' como se muestra en la Figura 3C, el piso del tubo 94 es la parte más inferior del tubo de mezcla 78 que contiene la solución de partículas magnéticas. El piso del tubo 94 puede ser, por ejemplo, plano, convexo o cóncavo.

La sección inferior 96 del tubo de mezcla 78, como se muestra en las Figuras 3A, 3C y 3E, es la sección del tubo de mezcla 78 entre el piso 94 y la base 89 del tubo. Con referencia a la Figura 3E, la sección inferior 96 del tubo de mezcla 78 contiene un elemento cilíndrico 99 colocado longitudinalmente, una primera ranura 100, una segunda ranura 101, una primera pestaña 102 y una segunda pestaña 103. La sección inferior 96 puede extenderse aproximadamente de 5 a 25 milímetros más allá del piso del tubo 94. En una forma de realización, un elemento giratorio puede enganchar la sección inferior 96 para girar el tubo de mezcla 78.

Con referencia continua a las Figuras 3A-F, la pared 98 del tubo de mezcla 78 puede estar compuesta de polipropileno, plástico, cerámica, metal o cualquier otro material inerte moldeado capaz de almacenar una solución con partículas magnéticas. La capacidad del tubo de mezcla 78 varía dependiendo de su tamaño, pero puede variar de aproximadamente desde 1 mililitro hasta aproximadamente 100 mililitros. La forma de la sección transversal de eje corto de la pared 98 puede ser circular. En una forma de realización, el tubo de mezcla 78 tiene un diámetro o ancho constante desde la abertura 92 hasta la base 89 del tubo de mezcla 78. En una forma de realización particular, el tubo de mezcla es troncocónico, es decir, tal que la abertura 92 tiene un diámetro mayor que la base 89.

Con referencia a las Figuras 3A-F, la base 89 del tubo de mezcla 78 puede ser sustancialmente plana para evitar oscilaciones no deseadas del tubo de mezcla 78 durante la mezcla y el almacenamiento.

Con referencia a la Figura 3A, se ilustra una sección transversal del tubo de mezcla a través del plano 3A-3A' como se muestra en la Figura 3C de un tubo de mezcla 78 de ejemplo que incluye un primer elemento agitador 86 y un segundo elemento agitador 88. El primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 agitan las partículas magnéticas en solución en el tubo de mezcla 78. El primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 sobresalen en el lumen 97 del tubo de mezcla 78 y pueden extenderse desde el piso 94 del tubo de mezcla hasta el extremo superior 92 del tubo de mezcla. Alternativamente, el primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 pueden extenderse desde el piso 94 del tubo de mezcla a cualquier punto debajo del extremo superior 92 del tubo de mezcla.

Con referencia a la Figura 3A, la forma del primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 pueden tener cualquier forma conocida por un experto en la técnica que cree turbulencia en el lumen 97 del tubo de mezcla 78 al girar el tubo de mezcla 78. Por ejemplo, la sección transversal del primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 puede ser triangular, circular, sustancialmente circular, rectangular, cuadrada o cualquier otra forma de sección transversal que cree turbulencia en una solución contenida dentro del tubo de mezcla 78. Un primer elemento agitador 86 de ejemplo y un segundo elemento agitador 88 de ejemplo pueden ser planos o en forma de cuchilla. Aunque solo se muestran un primer elemento agitador 86 y un segundo elemento agitador 88, pueden usarse múltiples elementos agitadores, tales como tres, cuatro, cinco o más, y la invención no se limita a las formas de realización ilustradas.

En algunas formas de realización, el primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 pueden conformarse moldeando la superficie interna 95 de la pared 98 del tubo de mezcla 78. Tal como se usa en el presente documento formado moldeando la superficie interna 95 de la pared 98 significa que el primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 no están fijados al tubo 78, sino que se forman cuando la pared 98 del tubo de mezcla 78 se moldea, por ejemplo, mediante moldeo por extrusión.

Cuando el tubo de mezcla 78 se construye mediante un proceso de moldeo, el primer elemento agitador 86 y el

segundo elemento agitador 88 se forman forzando la pared interna 95 del tubo de mezcla 78 dentro del lumen 97 en ciertas secciones de la pared externa. Cuando se ve desde el exterior del tubo de mezcla 78, las secciones de la pared interna 95 que se extienden dentro del lumen 97 aparecen como ranuras en la pared externa 98. Una primera ranura 90 y una segunda ranura 91 se representan en las Figuras 3B, 3C, 3E y 3F. La primera ranura 90 y la segunda ranura 91 corresponden a un primer elemento agitador 86 y un segundo elemento agitador 88, vistos desde el lumen 97. Como no se agrega material adicional al tubo de mezcla 78 para conformar el primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88, la pared 98 tiene un espesor constante a lo largo de la longitud del tubo de mezcla 78, es decir, la pared 98 no es más gruesa donde se sitúan el primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88. Un grosor constante garantiza un enfriamiento y una conformación uniformes durante la fabricación.

Alternativamente, el tubo de mezcla 78 puede conformarse sin la primera ranura 90 y la segunda ranura 91 (no mostradas). En esta forma de realización, el primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 están unidos a la superficie interior 95 de la pared 98 mediante un adhesivo, unión térmica o un mecanismo de bloqueo mecánico tal como una junta de bloqueo a presión, por ejemplo.

Con referencia a las Figuras 3A, 3B, 3D, 3E y 3F, en una forma de realización, la primera ranura 90 y la segunda ranura 91 se originan en la base 89 del tubo de mezcla 78 como la primera ranura 100 y la segunda ranura 101 en la parte inferior 96 del tubo de mezcla 78 como se muestra en las Figuras 3E y 3F, respectivamente, y se extienden a lo largo de la longitud del tubo de mezcla 78 hasta o casi hasta el extremo superior 92. En una forma de realización, la primera ranura 90 y la segunda ranura 91 se extienden aproximadamente dos tercios de la longitud del tubo de mezcla 78 desde la base 89 hacia el extremo superior 92 del tubo de mezcla 78.

La Figura 4 es una vista superior del tubo de mezcla de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. Esta vista muestra el primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 que sobresalen en el lumen 97 del tubo de mezcla.

La Figura 5 es una vista inferior del tubo de mezcla de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. La pared 98 de la sección inferior 96 puede no ser una sección continua. Más bien, en una forma de realización, la pared 98 tiene una o más ranuras, por ejemplo, la primera ranura 100 y la segunda ranura 101, que eventualmente pueden formar la primera ranura 90 y la segunda ranura 91 (mostradas en las Figuras 3E y 3F). La Figura 5 también representa el elemento cilíndrico 99 colocado longitudinalmente, la primera pestaña 102 y la segunda pestaña 103 pueden ayudar con el enganche del tubo de mezcla 78 por un motor. El giro del tubo de mezcla 78 a través de un motor conectado se describirá con más detalle a continuación.

En otro aspecto, la invención está dirigida a un uso del sistema de la reivindicación 1 para suspender uniformemente las partículas magnéticas en una solución en un tubo de mezcla 78. De acuerdo con una forma de realización del método de la invención, antes de que una sonda de muestreo aspire la solución de partículas magnéticas del tubo de mezcla 78 en un vial de muestra, las partículas magnéticas se suspenden en el tubo de mezcla 78. Las partículas magnéticas se suspenden mediante el primer elemento agitador 86 y el segundo elemento agitador 88 girando u oscilando para crear turbulencia en la solución. La turbulencia agita las partículas magnéticas y las suspende en solución.

Como se muestra en la Figura 6, para girar u oscilar el tubo de mezcla 78 para crear la turbulencia, se usa un motor 105. El motor 105 combina un motor paso a paso 107 para girar y un actuador lineal 104 para movimiento en la dirección Z, mostrado por las líneas de puntos en la Figura 6, en relación con el motor. El actuador lineal 104 puede funcionar, por ejemplo, en el rango de 10 a 25 mm de recorrido, tal como 10 mm, 15 mm, 20 mm o 25 mm, en la dirección Z. En una forma de realización particular, el motor paso a paso 107 puede girar bidireccionalmente.

En funcionamiento, el actuador lineal 104 se eleva primero para enganchar el tubo de mezcla 78. A continuación, el motor paso a paso 107 gira el tubo de mezcla de acuerdo con un protocolo de mezcla, es decir, una serie de giros utilizados para suspender las partículas magnéticas, y a continuación el elemento giratorio se baja para desengancharse del tubo de mezcla 78.

Con referencia a la Figura 6, de acuerdo con la invención, el actuador lineal 104 tiene dos o más pasadores, por ejemplo, un primer pasador 106 y un segundo pasador 108. El segundo pasador 108 se engancha a la primera ranura 100 del tubo de mezcla 78 como se indica mediante las flechas 110. El primer pasador 106 se engancha al elemento cilíndrico 99 situado en la sección inferior 96 del tubo de mezcla 78.

En un ejemplo que no forma parte de la presente invención, la sección inferior 96 del tubo de mezcla 78 puede incluir varios elementos cilíndricos 99 dispuestos longitudinalmente. Pasadores adicionales (no mostrados) pueden entonces enganchar cada elemento cilíndrico separado para girar el tubo de mezcla en sentido horario y antihorario de manera oscilante. Se puede fijar un engranaje a la base 89 del tubo de mezcla 78. El elemento giratorio puede entonces enganchar el engranaje para hacer girar el tubo de mezcla 78 tanto en sentido horario como antihorario.

De acuerdo con una forma de realización del uso del sistema de la invención, el tubo de mezcla 78 gira en una o más direcciones para agitar las partículas magnéticas. En una forma de realización particular, el tubo de mezcla 78 se gira primero en una dirección, por ejemplo en sentido horario, durante un primer período de tiempo y a continuación se

5 gira en la dirección opuesta, por ejemplo en sentido antihorario, durante un segundo período de tiempo. En otra forma de realización, la mezcla puede implicar fases separadas, tales como dos fases, tres fases, cuatro fases o más. Cada fase puede estar compuesta de un giro en una dirección de un número predeterminado de giros completos o parciales, seguido de un giro de un número predeterminado de giros completos o parciales en otra dirección. La serie de giros se repite varias veces. Por lo tanto, las variables asociadas con el proceso de mezcla incluyen (1) dirección de giro, (2) amplitud de giro o grados/ángulo de giro y (3) número de giros. La primera fase y las segundas fases hacen girar el tubo de mezcla 78 a través de diferentes ángulos y el tubo de mezcla 78 gira un número diferente de veces para cada fase.

10 Por ejemplo, en un protocolo de mezcla de ejemplo, la primera fase, puede incluir un giro completo en cada dirección y alternar la dirección de giro quince veces acto seguido. La primera fase de mezcla puede durar hasta aproximadamente 6,8 segundos y puede implicar un tiempo de oscilación de aproximadamente 0,452 segundos. La segunda fase, puede implicar cuatro giros completos en cada dirección y alternar la dirección de giro tres veces. La mezcla de la segunda fase puede ser de hasta aproximadamente 3,0 segundos y el tiempo de oscilación puede ser de aproximadamente 1,01 segundos. El tiempo total de mezcla de ambas fases puede ser de aproximadamente 10,6 segundos, incluyendo subir y bajar el elemento giratorio y mezclar tanto en la primera fase como en la segunda fase. Dependiendo del nivel de mezcla requerido, el protocolo de mezcla puede repetirse dos, tres o más veces para obtener la suspensión deseada de partículas magnéticas. Además, la secuencia descrita anteriormente puede repetirse dos veces por ciclo de instrumento para lograr la cantidad deseada de resuspensión de partículas magnéticas. El proceso y método de mezclar y suspender las partículas magnéticas no se limita a los ejemplos descritos en el presente documento, sino que se puede lograr a través de cualquier protocolo de mezcla que asegure una suspensión uniforme de la solución de partículas magnéticas.

25 Otro aspecto de las presentes enseñanzas que no forma parte de la presente invención se refiere a un método de fabricación del tubo de mezcla 78. El tubo de mezcla puede fabricarse por moldeo, por ejemplo, moldeo por extrusión o moldeo por inyección. El moldeo por inyección, como lo conoce un experto en la técnica, implica inyectar material fundido en un molde para conformar la forma deseada. El moldeo por extrusión, como lo conoce un experto en la técnica, implica forzar el material fundido a través de una matriz para conformar la forma deseada. En un método de fabricación de moldeo por extrusión, la fabricación del tubo de mezcla 78 en una forma troncocónica es ventajosa porque facilita la extracción del tubo de mezcla 78 de una matriz en la que se moldeó.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (20) para suspender partículas, comprendiendo dicho sistema (20):
 un cartucho de reactivo (75) que comprende varios tubos y un soporte de reactivo (76) para sostener dichos varios tubos (78, 80), comprendiendo dichos varios tubos (78, 80):
 - 5 un tubo de mezcla (78) para contener partículas, dicho tubo de mezcla (78) montado de forma giratoria en dicho soporte (76), que comprende un lumen (97), un extremo superior (92) y una sección inferior (96) colocada en un extremo opuesto a dicho extremo superior (92), una superficie interior (95), una superficie exterior (98), al menos dos elementos agitadores (86, 88), dichos al menos dos elementos agitadores (86, 88) formados extendiendo dicha superficie interior (95) de dicho tubo de mezcla (78) dentro del lumen (97) de dicho tubo de mezcla (78), las dimensiones y posicionamiento de dichos al menos dos elementos agitadores (86, 88) correspondientes a al menos dos ranuras longitudinales (90, 91) en dicha superficie exterior (98) de dicho tubo de mezcla (78), dicho tubo de mezcla (78) comprende además al menos una ranura (100, 101) y un elemento cilíndrico (99) colocado longitudinalmente en dicha sección inferior (96) de dicho tubo de mezcla (78); y
 - 15 un motor (105) que puede conectarse operativamente a dicha ranura (100, 101) y dicho elemento cilíndrico (99), dicho motor (105) combina un motor paso a paso (107) para girar y un actuador lineal (104) que puede moverse verticalmente para enganchar dicho elemento cilíndrico (99) de dicho tubo (78) a través de al menos dos pasadores (106, 108) en un conjunto de pasadores (106, 108), en donde un primer pasador (106) en el conjunto de pasadores (106, 108) puede enganchar el elemento cilíndrico (99) y un segundo pasador (108) en el conjunto de pasadores (106, 108) puede enganchar dicha al menos una ranura (100, 101) para que el giro del motor paso a paso (107) gire el actuador lineal (104) y el tubo de mezcla (78).
2. El sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichas partículas son magnetizables.
3. El sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además al menos tres elementos agitadores.
- 25 4. El sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además al menos cuatro elementos agitadores.
5. El sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dichos elementos agitadores son:
 - a) sustancialmente triangulares en sección transversal; o
 - b) sustancialmente semicirculares en sección transversal; o
 - 30 c) o bien como sustancialmente rectangulares en sección transversal; o bien
 - d) cuchillas.
6. El sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho actuador lineal (104) comprende además un tercer pasador y dicho tubo de mezcla (78) comprende además una segunda ranura (100, 101) para enganchar con dicho tercer pasador de dicho actuador lineal (104).
- 35 7. El sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho tubo de mezcla (78) es:
 - cilíndrico; o
 - truncocónico; o
 - sellado; o
 - moldeado por extrusión; o
 - 40 desmontable de dicho soporte.
8. El sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos varios tubos (78, 80) comprenden varios tubos de reactivo (80).
9. El sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 8, en donde:
 - a) cada uno de dichos varios tubos de reactivo (80) es desmontable de dicho soporte (76); o
 - 45 b) al menos uno de dichos varios tubos de reactivo (80) tiene una sección transversal sustancialmente rectangular; o

c) al menos uno de dichos varios tubos de reactivo (80) es sustancialmente cilíndrico.

10. El sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un conjunto de tapa perforadora (84) colocado sobre los varios tubos (78, 80), comprendiendo el conjunto de tapa perforadora (84) una tapa perforadora (71) que tiene uno o más salientes (85) que se extienden desde la tapa perforadora (71), cada saliente (85) comprende un cilindro hueco y se alinea con uno de dichos varios tubos (78, 80); el sistema comprende además varias partículas posicionadas en el lumen (97) de dicho tubo de mezcla (78).

11. Un uso del sistema (20) de acuerdo con la reivindicación 1 para suspender partículas en una solución que comprende:

dispensar una solución de partículas magnéticas en el tubo de mezcla (78) para contener partículas, dicho tubo de mezcla (78) montado de forma giratoria en dicho soporte (76), que comprende un lumen (97), un extremo superior (92) y una sección inferior (96) colocado en un extremo opuesto a dicho extremo superior (92), una superficie interior (95), una superficie exterior (98), al menos dos elementos agitadores (86, 88), dichos al menos dos elementos agitadores (86, 88) formados extendiendo dicha superficie interior (95) de dicho tubo de mezcla (78) dentro del lumen (97) de dicho tubo de mezcla (78), las dimensiones y colocación de dichos al menos dos elementos agitadores (86, 88) correspondientes al menos a dos ranuras longitudinales (90, 91) en dicha superficie exterior (98) de dicho tubo de mezcla (78), comprendiendo dicho tubo de mezcla (78) además al menos una ranura (100, 101) y un elemento cilíndrico (99) colocado longitudinalmente en dicha sección inferior (96) de dicho tubo de mezcla (78); y, un motor (105) que puede conectarse operativamente a dicha ranura (100, 101) y dicho elemento cilíndrico (99), dicho motor (105) combina un motor paso a paso (107) para girar y un actuador lineal (104) que puede moverse verticalmente para enganchar dicho elemento cilíndrico (99) de dicho tubo (78) a través de al menos dos pasadores (106, 108) en un conjunto de pasadores (106, 108), en donde un primer pasador (106) en el conjunto de pasadores (106, 108) puede enganchar el elemento cilíndrico (99) y un segundo pasador (108) en el conjunto de pasadores (106, 108) puede enganchar dicha al menos una ranura (100, 101) para que el giro del motor paso a paso (107) gire el actuador lineal (104) y el tubo de mezcla (78);

girar dicho tubo de mezcla (78) a través de dicho motor paso a paso (107) de acuerdo con un protocolo de mezcla; y desenganchar dicho motor paso a paso (107) de dicho tubo de mezcla (78).

12. El uso del sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el protocolo de mezcla comprende:

a) girar dicho tubo de mezcla (78) en una primera dirección durante un primer período de tiempo; y girar dicho tubo de mezcla (78) en una segunda dirección durante un segundo período de tiempo; o

b) girar dicho tubo de mezcla (78) en una primera fase y una segunda fase.

13. El uso del sistema de acuerdo con la reivindicación 12b), en donde dicha primera fase comprende girar dicho tubo de mezcla (78) un giro completo tanto en una primera dirección como en una segunda dirección; o en donde dicha segunda fase comprende alternar la dirección de giro quince veces.

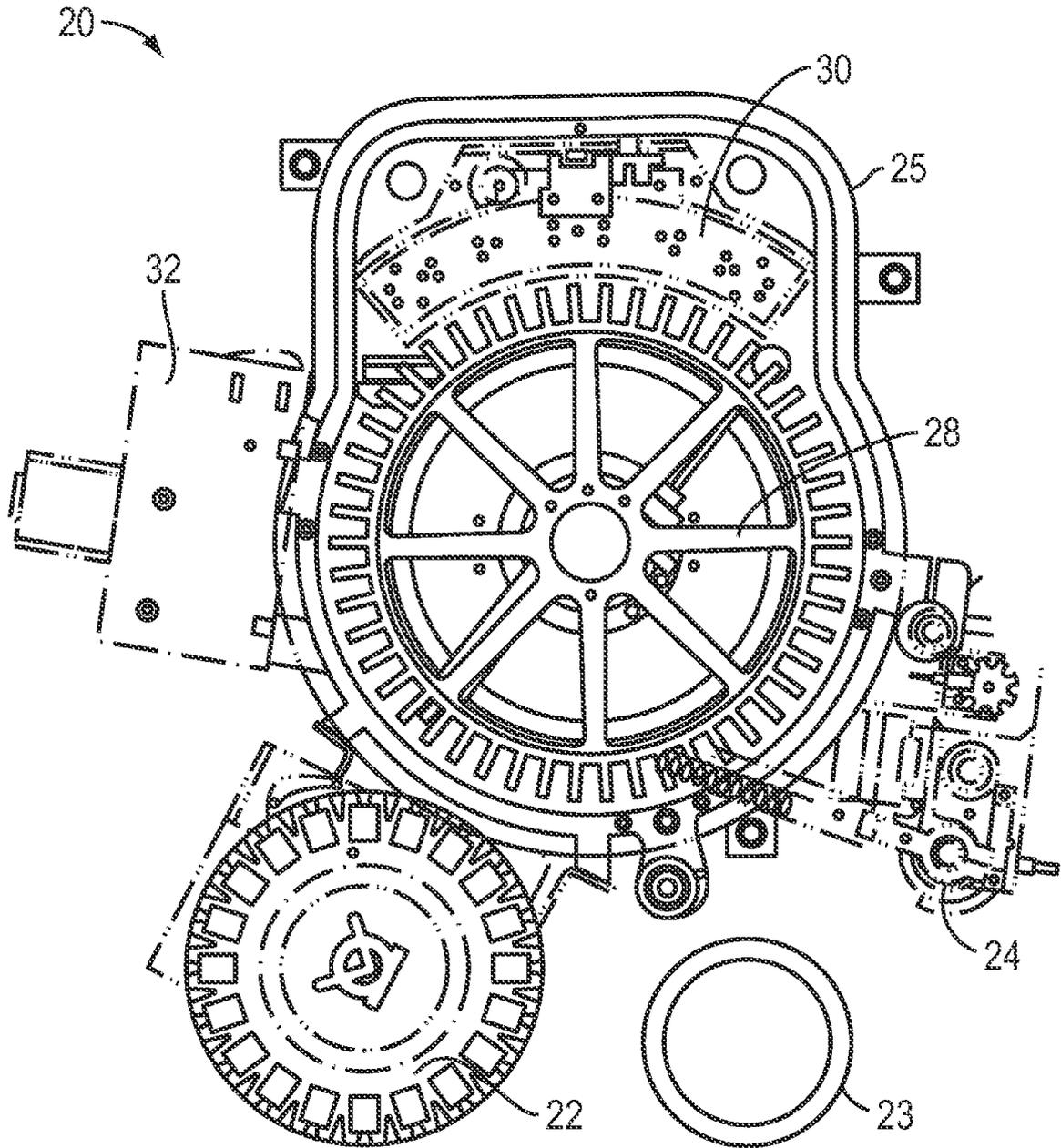


FIG. 1A

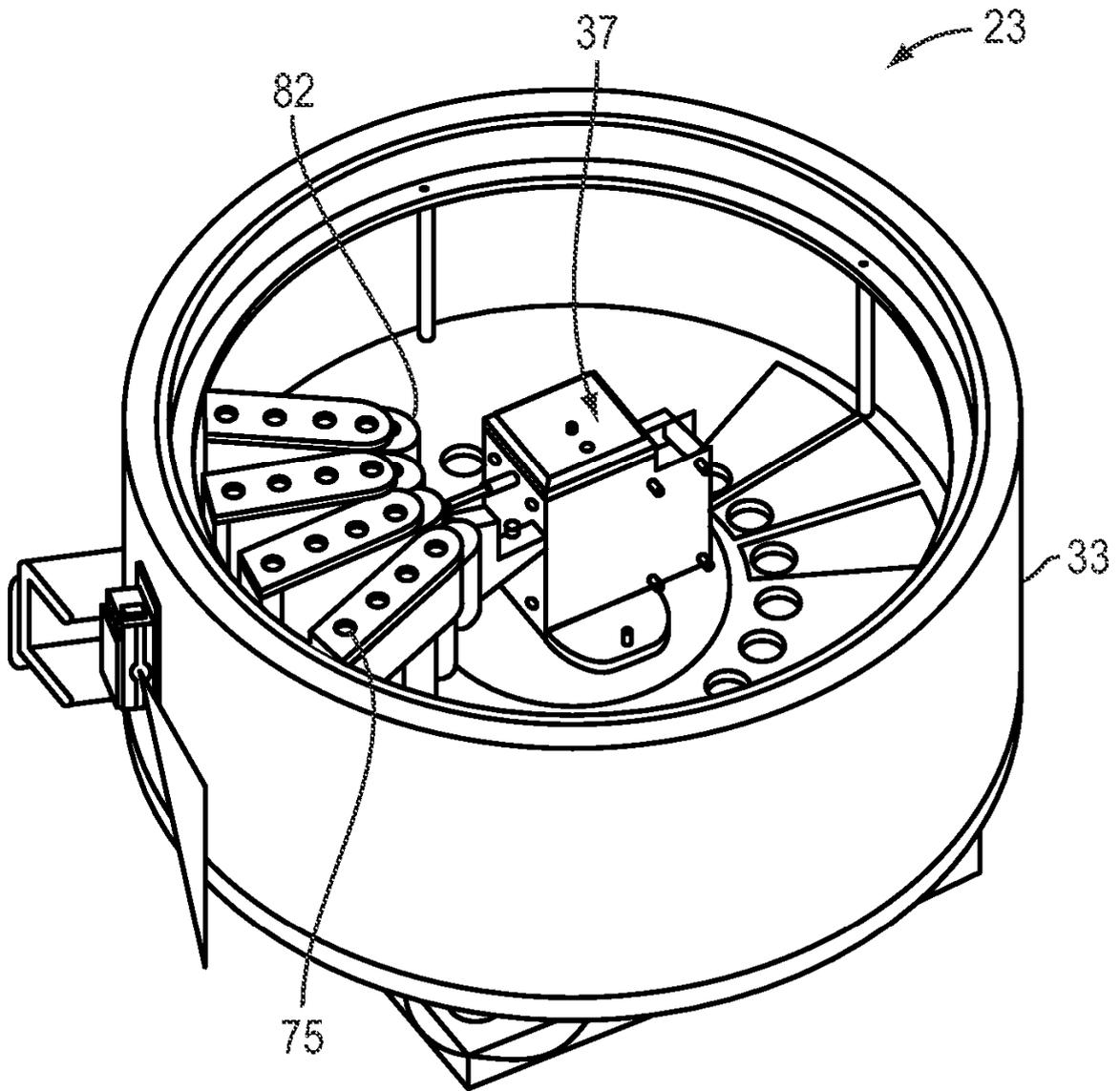


FIG. 1B

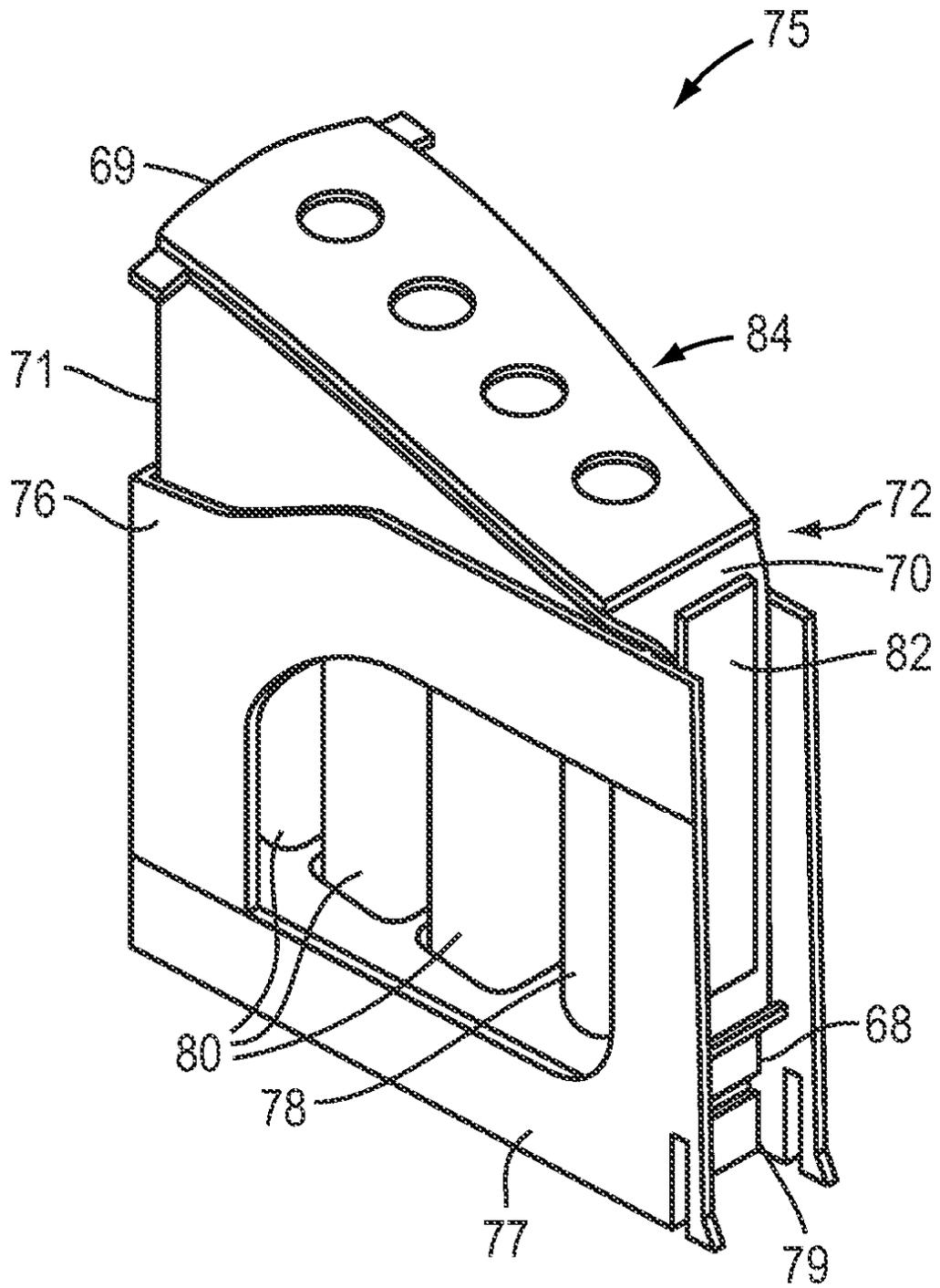


FIG. 2A

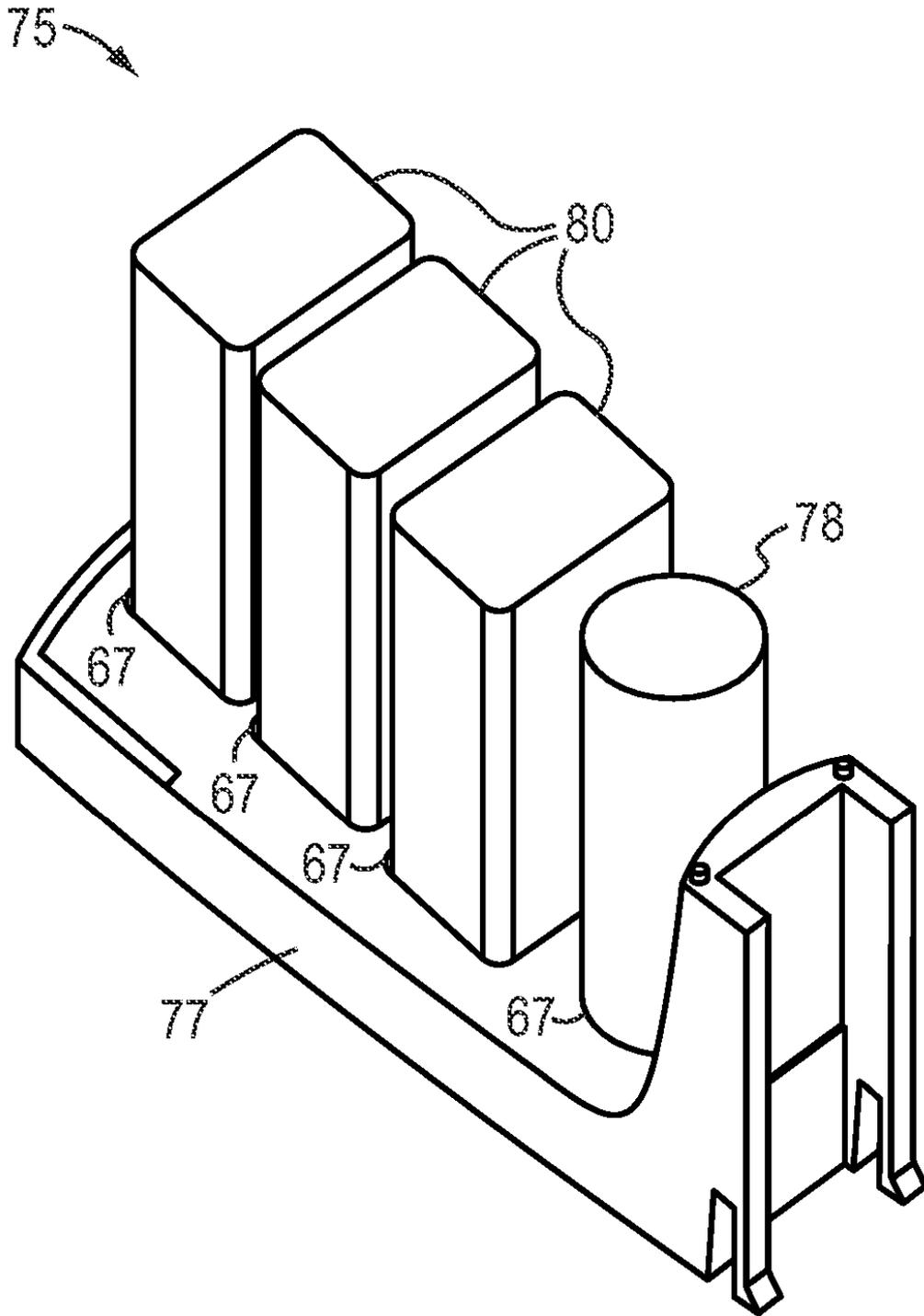


FIG. 2B

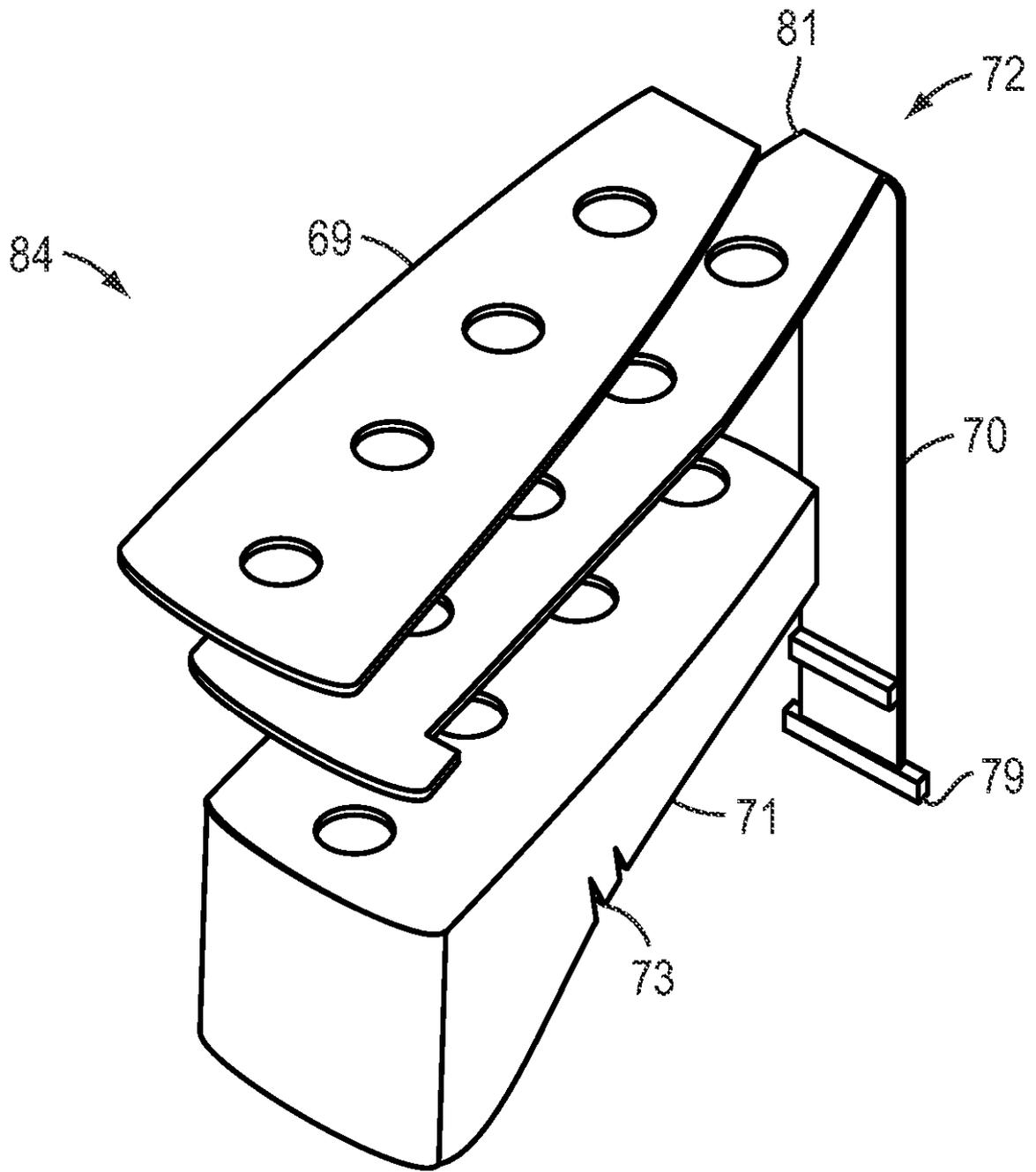


FIG. 2C

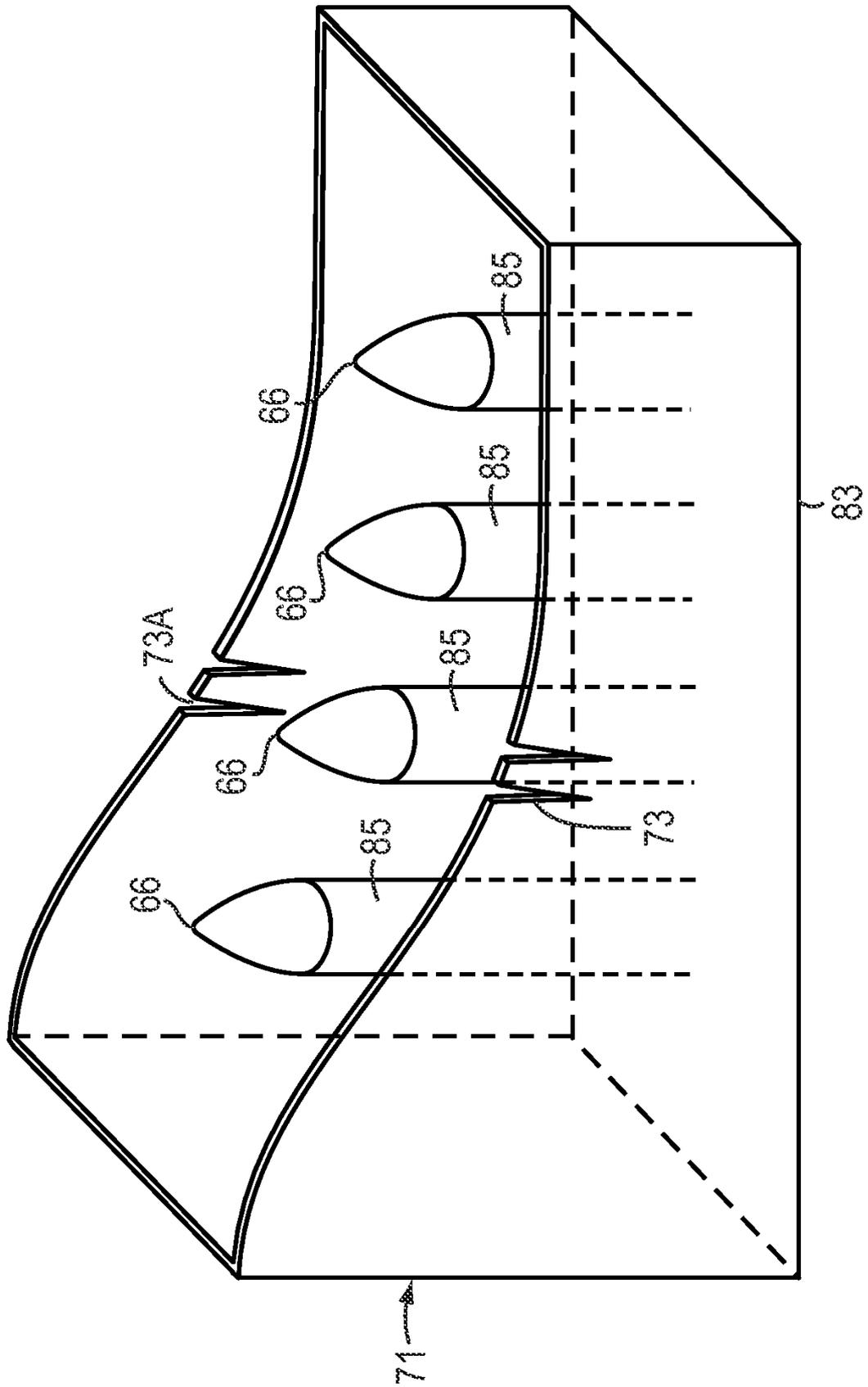


FIG. 2D

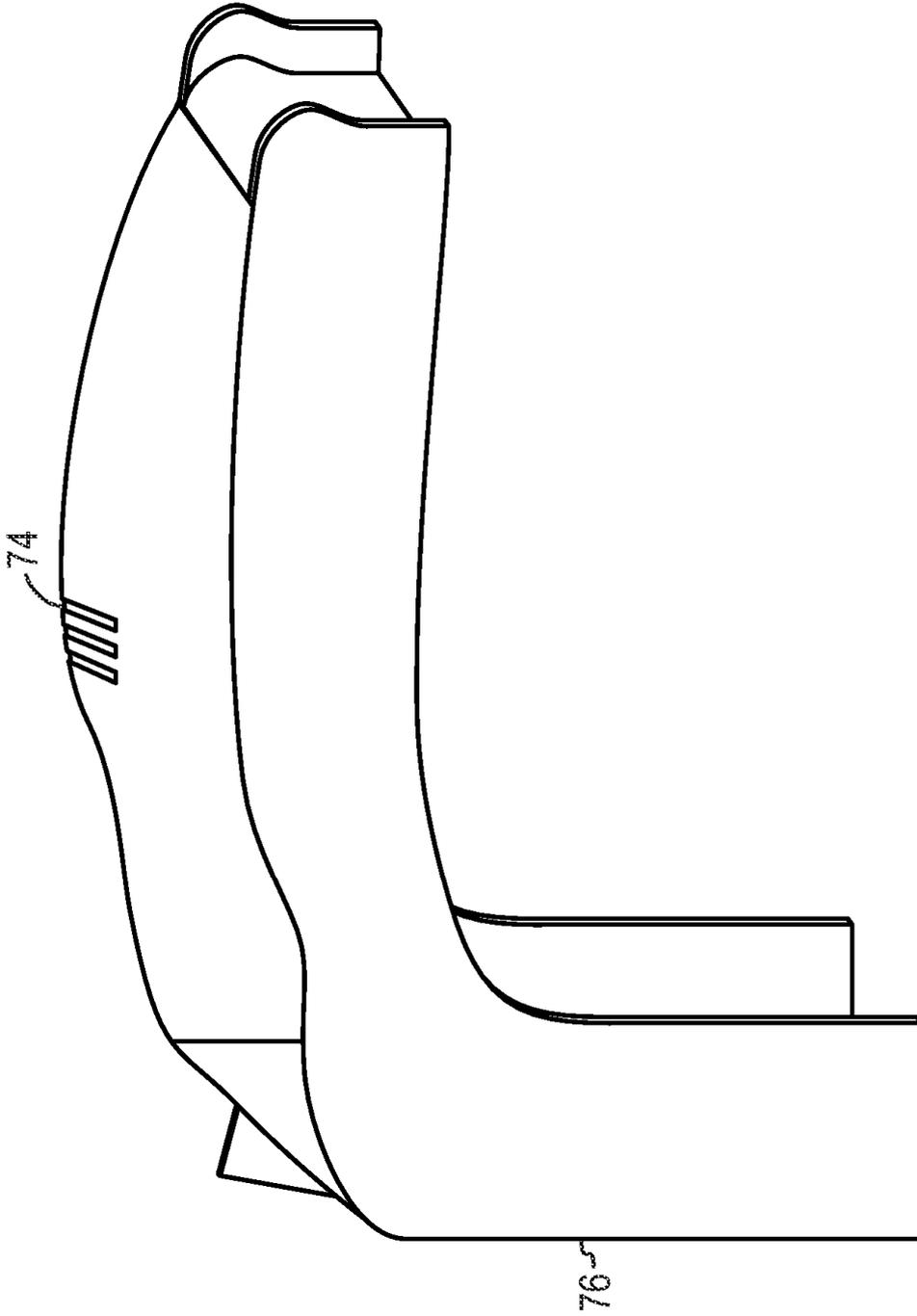


FIG. 2E

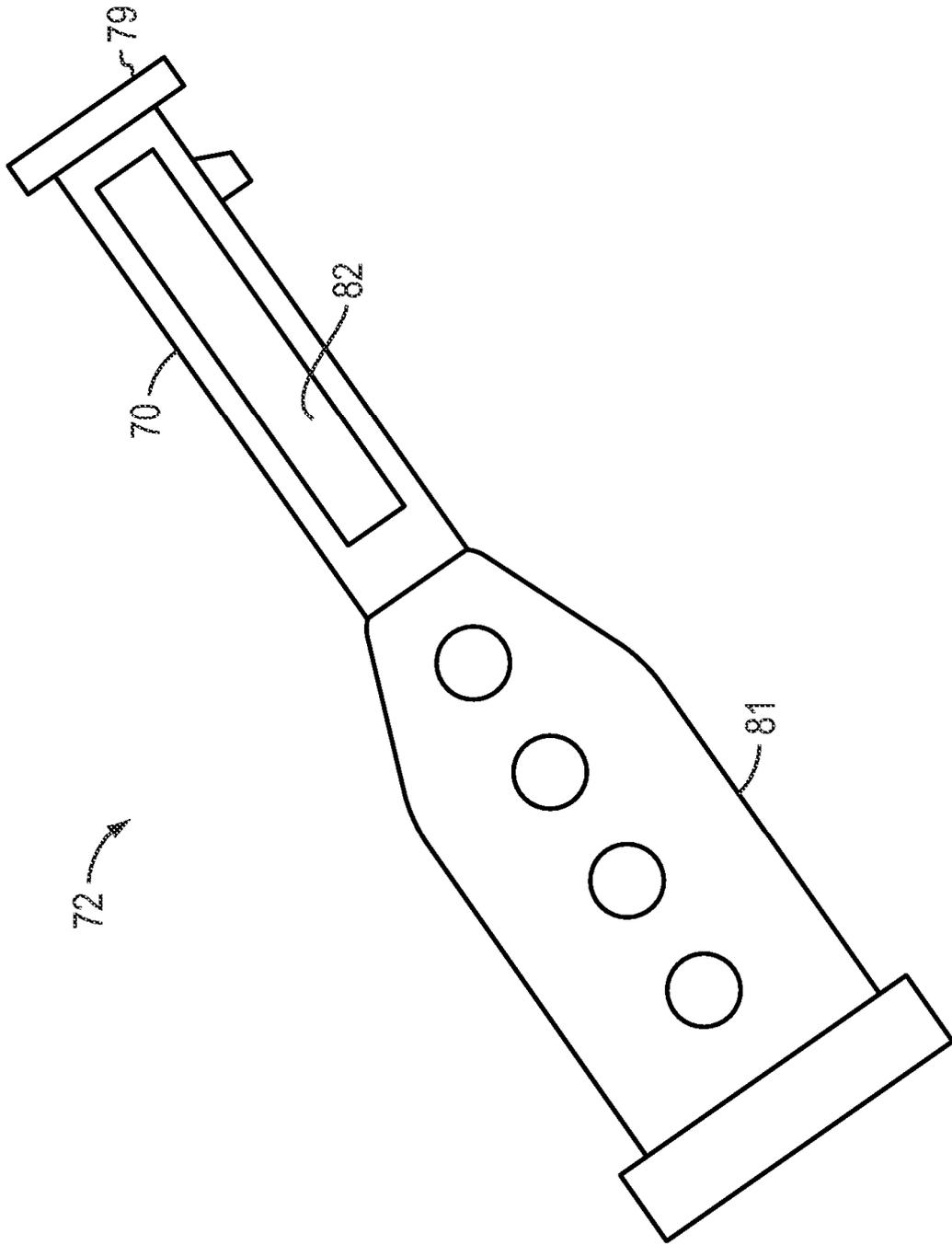


FIG. 2F

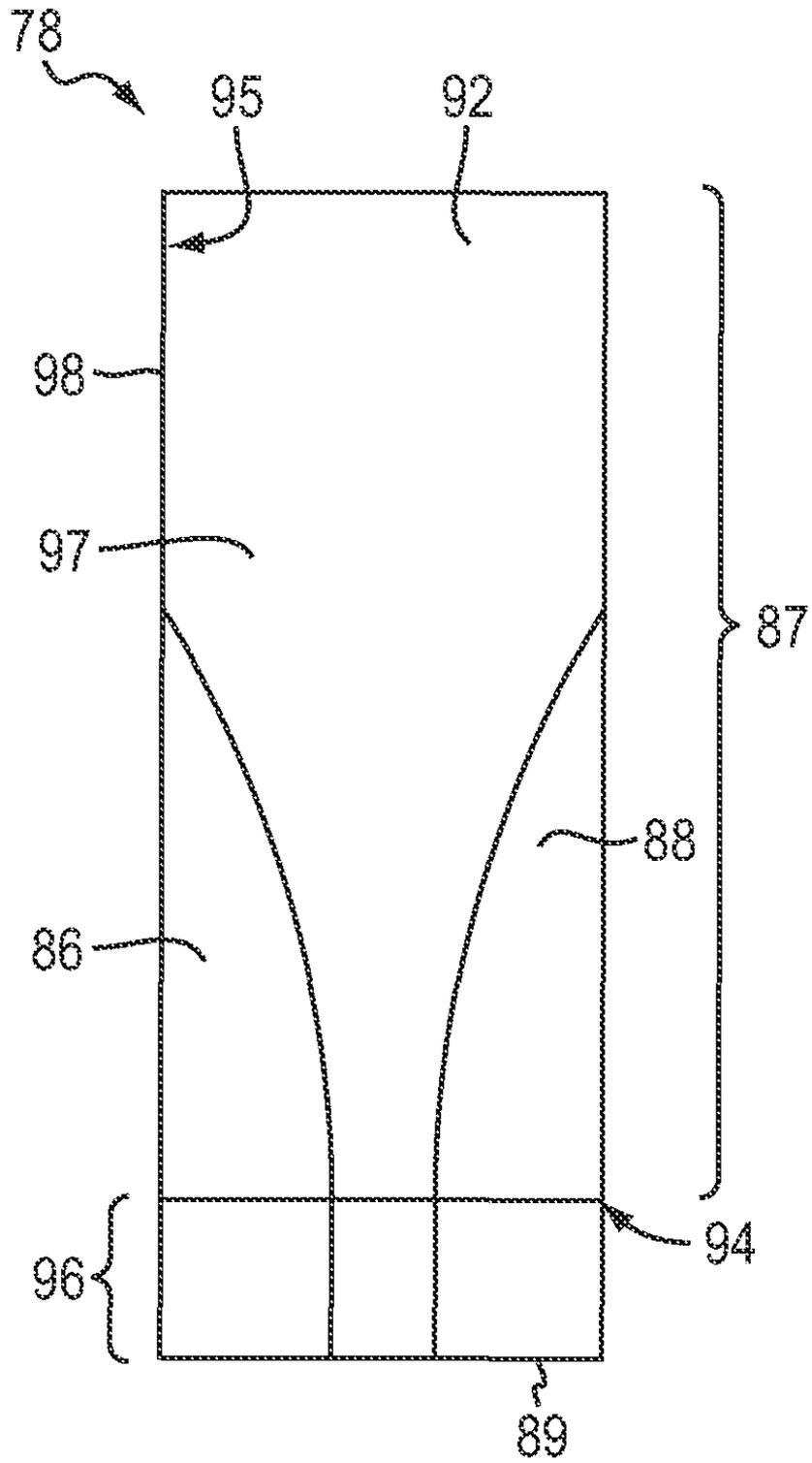


FIG. 3A

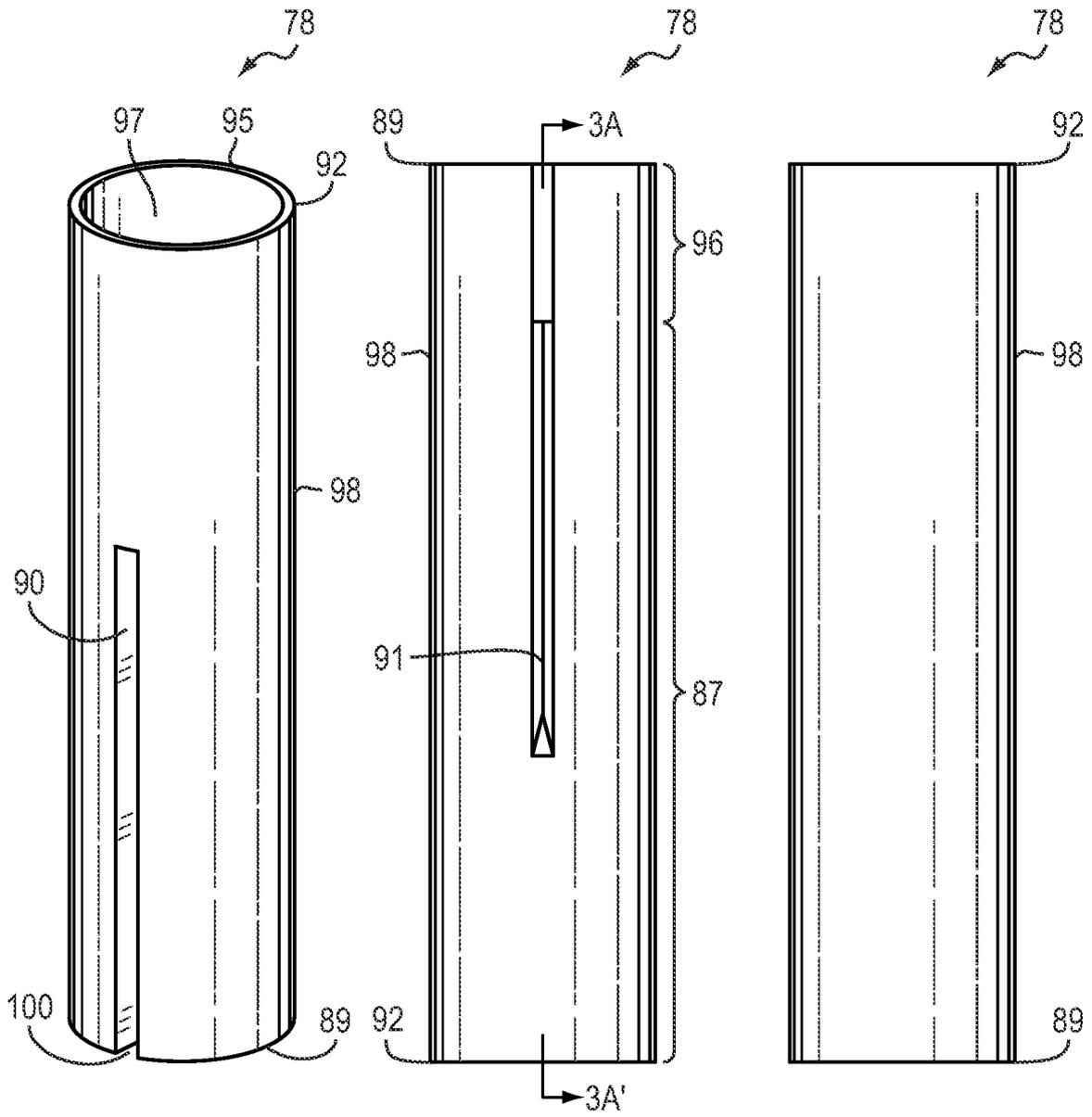


FIG. 3B

FIG. 3C

FIG. 3D

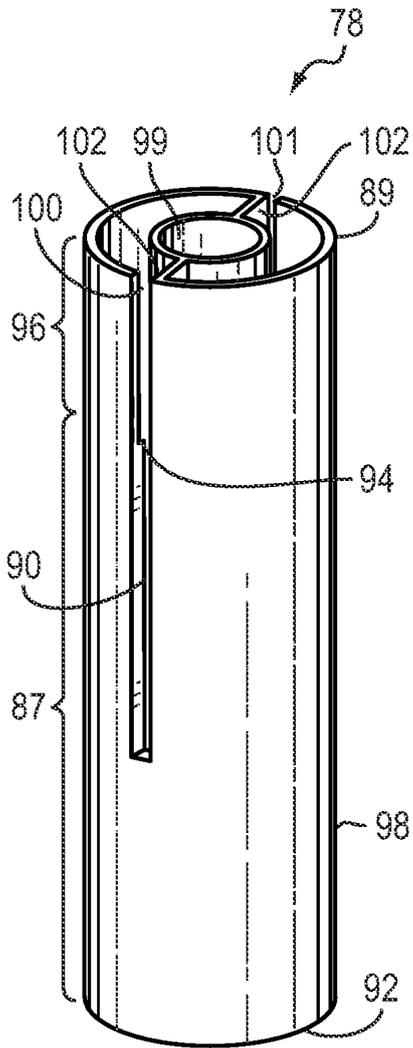


FIG. 3E

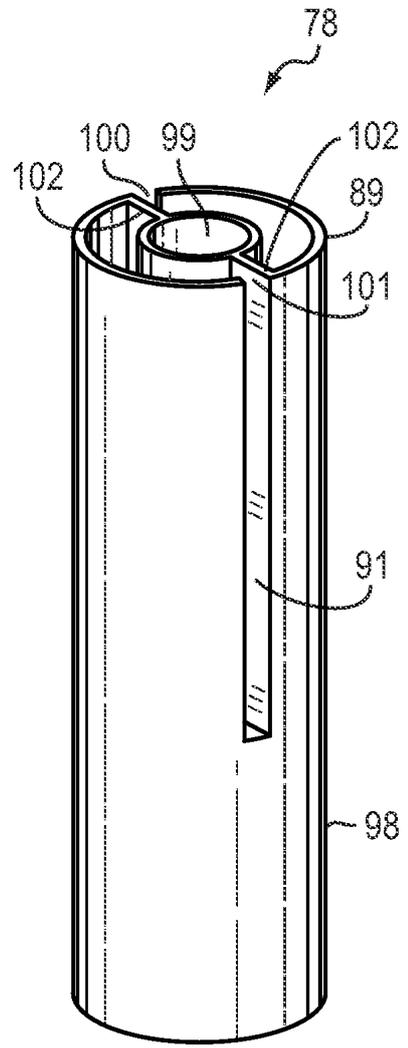


FIG. 3F

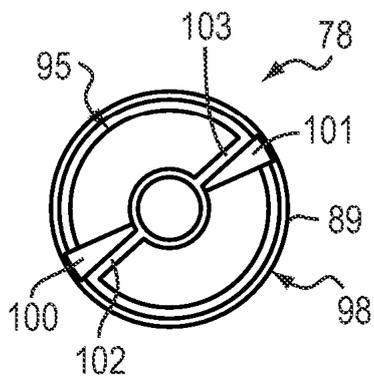


FIG. 5

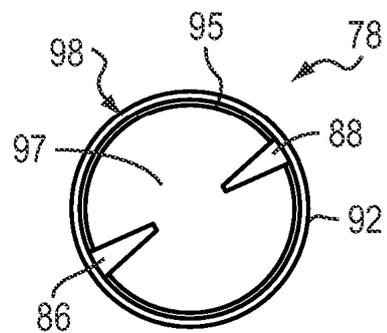


FIG. 4

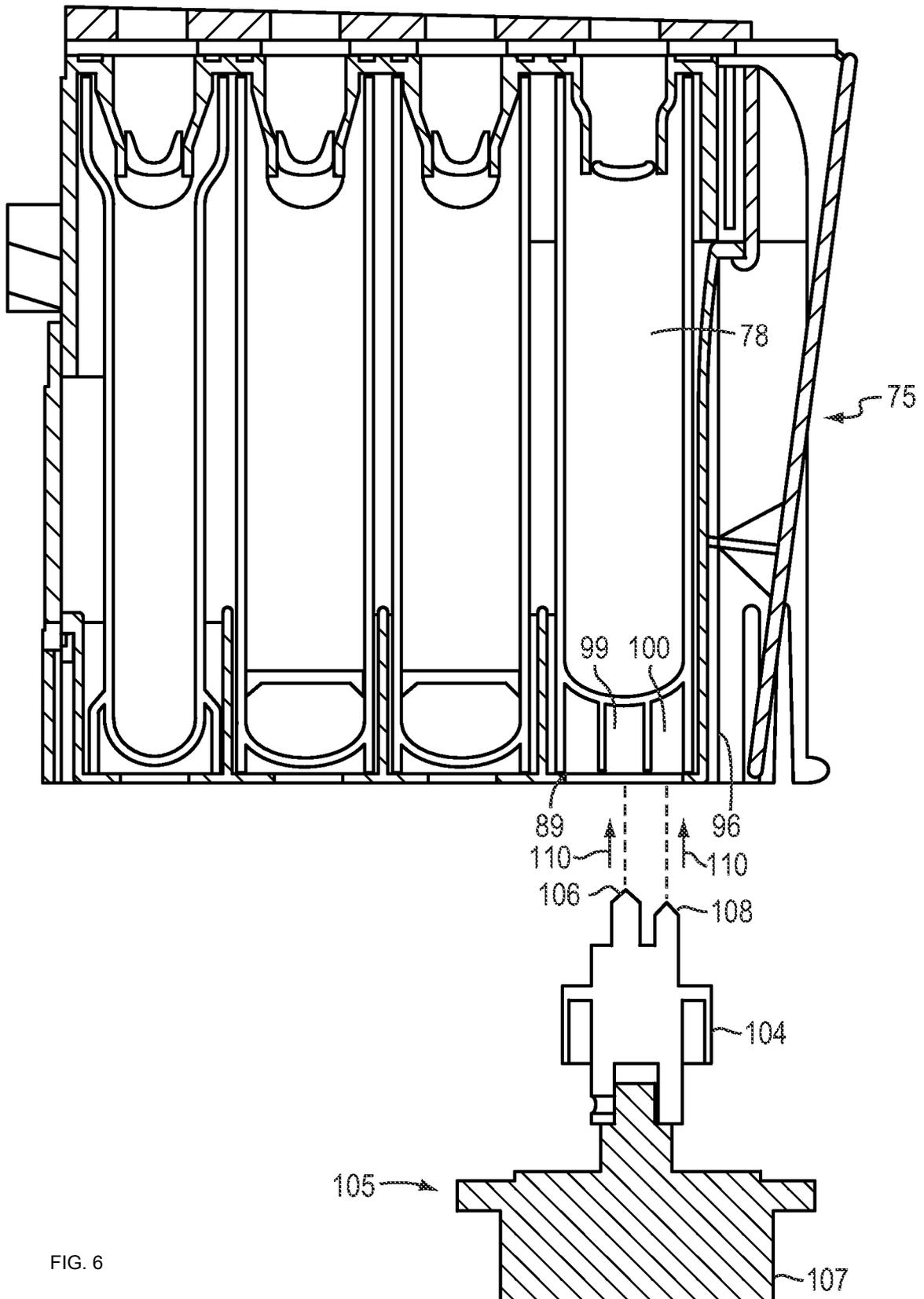


FIG. 6