

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 659**

51 Int. Cl.:

G21G 1/00 (2006.01)

A61J 1/05 (2006.01)

A61J 1/14 (2013.01)

B04C 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.08.2021** **PCT/US2021/047564**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2022** **WO22046915**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2021** **E 21773230 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2024** **EP 4205145**

54 Título: **Cierre de recipiente que incluye una característica de generación de vórtices**

30 Prioridad:

31.08.2020 US 202063072641 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2024

73 Titular/es:

CURIUM US LLC (100.0%)
111 Westport Plaza, Suite 800
St. Louis, MO 63146, US

72 Inventor/es:

RADFORD, LAUREN;
SHAHANOV, VALERY y
MICKA, ALEX

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 989 659 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

Cierre de recipiente que incluye una característica de generación de vórtices

5 Referencia cruzada con solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional de EE. UU. con número de serie 63/072.641, presentada el lunes, 31 de agosto de 2020.

10 Campo

El campo de la divulgación se refiere en general a la producción de radionucleidos y, más particularmente, a un cierre de recipiente para su uso en sistemas y métodos para preparar soluciones de radionucleidos.

15 Antecedentes

Los radiofármacos, fármacos que incorporan un elemento radiactivo (es decir, un radionucleido), se usan en medicina nuclear para fines de diagnóstico y/o terapéuticos. Los radionucleidos que se usan habitualmente en medicina nuclear incluyen tecnecio-99m (Tc-99m), indio-111 (In-111), talio-201 (Tl-201), flúor-18 (F-18) y cobre-64 ("Cu -64"), entre otros. Los radionucleidos pueden producirse de forma natural, o mediante la desintegración de un padre de larga duración (es decir, un generador de radionucleidos), o mediante producción directa (por ejemplo, reacción inducida por protones o neutrones). En la producción de al menos algunos radionucleidos y radiofármacos, es deseable concentrar una solución de precursor de radionucleido hasta sequedad o casi sequedad. En los métodos de producción en los que se aísla un precursor de radionucleido en un ácido fuerte o en un disolvente orgánico, a menudo se usa la evaporación del disolvente como penúltima etapa antes de la reconstitución final del precursor en un disolvente biocompatible, ya sea para inyección directa o incorporación en una biomolécula (por ejemplo, anticuerpo monoclonal). En el caso de la producción de radiofármacos, la purificación de un agente radiofarmacéutico usando una columna C18 de fase inversa puede requerir la eliminación posterior de un disolvente orgánico no biocompatible (por ejemplo, acetonitrilo). En consecuencia, existe una necesidad de procesos y aparatos que faciliten la concentración de soluciones líquidas de precursores de radionucleidos hasta la sequedad o casi sequedad.

Esta sección de Antecedentes pretende introducir al lector a diferentes aspectos de la técnica que pueden estar relacionados con diferentes aspectos de la presente divulgación, que se describen y/o reivindican a continuación. Se cree que esta explicación es útil para proporcionar al lector información de los antecedentes para facilitar una mejor comprensión de los diferentes aspectos de la presente divulgación. En consecuencia, deberá entenderse que estas declaraciones deben leerse en este sentido, y no como admisiones de la técnica anterior. Ejemplos de recipientes y cierres de la técnica anterior se pueden encontrar en el documento de patente EP 3.682.920 A1 o WO 2020/117524 A1.

40

Breve resumen

En un aspecto, un cierre incluye un cuerpo que se extiende longitudinalmente a lo largo de un eje longitudinal central desde una primera superficie superior hasta una segunda superficie inferior. El cuerpo define una cavidad que se extiende hacia el interior del cuerpo desde la superficie inferior hasta una tercera superficie interior. La cavidad tiene un tamaño y está conformada para recibir una porción de un recipiente en su interior. El cuerpo incluye una cubierta que se extiende desde la superficie interior hasta la superficie inferior, y un inserto de recipiente que depende de la superficie interior y se coloca dentro de la cavidad. El inserto de recipiente tiene un tamaño y está conformado para encajar dentro de una abertura del recipiente. El cuerpo incluye además una trayectoria de flujo de salida en comunicación fluida con la cavidad, y al menos una trayectoria de flujo de entrada en comunicación fluida con la cavidad. La al menos una trayectoria de flujo de entrada está posicionada y orientada para generar un flujo de gas de vórtice dentro del recipiente cuando se conecta al mismo. Cada una de la al menos una trayectoria de flujo de entrada está orientada en un ángulo oblicuo con respecto al eje longitudinal central del cuerpo, y desplazada radialmente del eje longitudinal central.

55

En otro aspecto, un sistema incluye una cámara de contención de radiación, un manipulador remoto conectado a la cámara de contención de radiación, un recipiente colocado dentro de un interior de la cámara de contención de radiación, un cierre, como se define en la reivindicación 1, conectado al recipiente y que incluye un cuerpo que incluye una trayectoria de flujo de salida y al menos una trayectoria de flujo de entrada, una estación de evaporación colocada dentro del interior de la cámara de contención de radiación y que incluye al menos un elemento de calentamiento para aplicar calor al recipiente, y un sistema de manejo de gas que incluye una línea de succión conectada a una salida de la trayectoria de flujo de salida. La al menos una trayectoria de flujo de entrada del cierre genera un flujo de gas de vórtice dentro del recipiente cuando la línea de succión aplica succión al recipiente.

60

En otro aspecto adicional, proporcionar, dentro de una cámara de contención de radiación, un recipiente que tiene un líquido radiactivo dispuesto en el mismo, y conectar, usando un manipulador remoto, un cierre, como se define en

65

la reivindicación 1, al recipiente de tal manera que el cierre se selle contra el recipiente. El cierre incluye al menos una trayectoria de flujo de entrada y una trayectoria de flujo de salida. El método incluye además dirigir un flujo de gas a través de la al menos una trayectoria de flujo de entrada del cierre para generar un flujo de gas de vórtice dentro del recipiente.

5 Existen diferentes perfeccionamientos de las características indicadas en relación con los aspectos mencionados anteriormente. También pueden incorporarse características adicionales en los aspectos mencionados anteriormente. Estos perfeccionamientos y características adicionales pueden existir individualmente o en cualquier combinación. Por ejemplo, pueden incorporarse diferentes características analizadas a continuación en relación con
10 cualquiera de las realizaciones ilustradas en cualquiera de los aspectos descritos anteriormente, solos o en cualquier combinación.

Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 es una vista esquemática de un ejemplo de sistema para la preparación de soluciones de radionucleidos.

La figura 2 es una vista en sección transversal de un ejemplo de conjunto de recipiente adecuado para usarse con el sistema de la figura 1

20 La figura 3 es una vista en perspectiva en sección del ejemplo de cierre mostrado en la figura 2.

La figura 4 es una vista en sección transversal del cierre mostrado en la figura 2, tomada a lo largo de la línea "4-4" en la figura 3.

25 La figura 5 es otra vista en sección transversal del cierre mostrado en la figura 2, tomada a lo largo del mismo plano que la vista en sección de la figura 3.

30 La figura 6 es una vista en planta inferior del cierre mostrado en la figura 2.

Los caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes a lo largo de las varias vistas de los dibujos.

Descripción detallada

35 La figura 1 es una vista esquemática de un sistema 100 para la preparación de soluciones de radionucleidos. El sistema 100 mostrado en la figura 1 puede usarse para preparar o procesar de otro modo diferentes soluciones radiactivas, incluidas, por ejemplo y sin limitación, soluciones que contienen especies no volátiles o complejos de F-18, Sc-43, Sc-44, Sc-47, Ti-44, Ti-45, Co-55, Cu-64, Cu-67, Ge-68, Ga-68, Rb-82, Sr-82, Sr-89, Sr-87m, Zr-89, Y-86, Y-90, Mo-99, Tc-99m, In-111, I-123, I-125, I-131, Sm-153, Lu-177, Re-186, Re-188, Au-198, Tl-201, Pb-203, At-211, Ra-223 y Ac-225. El sistema 100 generalmente incluye una cámara de contención de radiación nuclear 102, también denominada en el presente documento "celda caliente", una estación de evaporación 104 encerrada dentro
40 de la cámara de contención de radiación 102, un sistema de manejo de gas 106, un manipulador remoto 108 y un conjunto de recipiente 110 que tiene un líquido radiactivo 112 contenido en el mismo. Ejemplos de líquidos radiactivos 112 que pueden usarse en el sistema 100 incluyen líquidos usados en la preparación de radionucleidos (por ejemplo, una solución radiactiva o solución de precursor de radionucleidos), u otros líquidos radiactivos, tales como compuestos radiomarcados (por ejemplo, agentes radiofarmacéuticos o compuestos radiactivos complejados precursores).

50 La estación de evaporación 104 y el conjunto de recipiente 110 están encerrados dentro de la cámara de contención 102 para proteger a los operarios de la radiación nuclear emitida por los materiales radiactivos dentro de la cámara de contención 102 (por ejemplo, el líquido radiactivo 112). La cámara de contención 102 generalmente incluye un recinto 114 construido de material de protección contra la radiación nuclear diseñado para proteger el entorno circundante de la radiación nuclear. El recinto 114 define un interior 116 en el que se coloca la estación de evaporación 104. Los materiales de protección adecuados a partir de los que se puede construir la cámara de contención 102 incluyen, por ejemplo y sin limitación, plomo, uranio empobrecido y tungsteno. En algunas realizaciones, la cámara de contención 102 está construida con paredes de plomo recubiertas de acero que forman un prisma paralelepípedo o rectangular. Además, en algunas realizaciones, la cámara de contención 102 puede incluir una ventana de visualización construida de un material de protección transparente. Los materiales adecuados
55 a partir de los que se pueden construir ventanas de visualización incluyen, por ejemplo y sin limitación, vidrio de plomo.

La estación de evaporación 104 incluye uno o más dispositivos para evaporar el líquido radiactivo 112. Los dispositivos adecuados para usarse en la estación de evaporación 104 incluyen, por ejemplo y sin limitación,
65 elementos de calentamiento, tales como placas calientes, calentadores resistivos, calentadores a base de fluido o intercambiadores de calor y calentadores de gas. En la realización ilustrada, la estación de evaporación 104 incluye

una placa caliente 118 que tiene una temperatura ajustable de manera selectiva que permite que un operario establezca una temperatura deseada a la que se calientan el conjunto de recipiente 110 y el líquido radiactivo 112 durante un proceso de evaporación.

- 5 El sistema de manejo de gas 106 puede operarse para suministrar y eliminar gas de la cámara de contención 102, tal como desde dentro de la estación de evaporación 104. En algunas realizaciones, el sistema de manejo de gas 106 está configurado para eliminar gases y compuestos volátiles generados durante un proceso de evaporación en la estación de evaporación 104. El sistema de manejo de gas 106 puede incluir cualquier componente adecuado que permita que el sistema de manejo de gas 106 funcione como se describe en el presente documento, incluyendo, por ejemplo y sin limitación, conductos de fluido, bombas, suministros de gas presurizado, filtros, trampas y combinaciones de los mismos.

En la realización ilustrada, el sistema de manejo de gas 106 incluye una bomba 120, una línea de succión 122 conectada a una entrada 124 de la bomba 120 y una o más líneas de suministro de gas 126. La bomba 120 y la electrónica y los controles asociados se colocan fuera de la cámara de contención de radiación 102 para proteger los componentes de la radiación. La bomba 120 puede incluir generalmente cualquier bomba adecuada que permita que el sistema de manejo de gas 106 funcione como se describe en el presente documento, incluyendo, por ejemplo y sin limitación, una bomba alternante, una bomba rotatoria, una bomba centrífuga, una bomba de desplazamiento positivo y combinaciones de las mismas. La línea de succión 122 está conectada a la entrada 124 de la bomba 120 e incluye un extremo de entrada 128 que se conecta al conjunto de recipiente 110 para proporcionar succión al mismo. Cada línea de suministro de gas 126 está conectada a una fuente de gas presurizado 130 (por ejemplo, compresor, tanques de suministro de gas inerte presurizado, etc.), e incluye un extremo de salida 132 que se conecta al conjunto de recipiente 110 para proporcionar un flujo de gas al mismo. La línea de succión 122 y las líneas de suministro de gas 126 pueden incluir, en general, cualquier conducto de fluido adecuado que permita que el sistema de manejo de gas 106 funcione como se describe en el presente documento, incluyendo, por ejemplo y sin limitación, tubos, mangueras, tuberías y combinaciones de los mismos. Además, la línea de succión 122 y las líneas de suministro de gas 126 pueden incluir conductos rígidos, conductos flexibles y combinaciones de los mismos. El extremo de entrada 128 de la línea de succión 122 y el extremo de salida 132 de cada una de las líneas de suministro de gas 126 pueden incluir acopladores y/o adaptadores de fluido adecuados para facilitar la conexión al conjunto de recipiente 110. Los acopladores y adaptadores de fluido adecuados incluyen, por ejemplo y sin limitación, accesorios Luer, accesorios roscados, accesorios de compresión y combinaciones de los mismos.

El sistema de manejo de gas 106 ilustrado también incluye una trampa 134 conectada a la línea de succión 122 aguas arriba de la entrada de la bomba 124. La trampa 134 recoge especies volátiles (por ejemplo, gas de HCl) y/o vapor de agua (por ejemplo, usando un desecante) evaporado del líquido radiactivo 112 durante el proceso de evaporación, así como pequeñas partículas arrastradas en el flujo de gas a través de la línea de succión 122.

El manipulador remoto 108 está conectado a la cámara de contención de radiación 102 y permite la manipulación de objetos (por ejemplo, el conjunto de recipiente 110) dentro de la cámara de contención 102 desde una ubicación remota, tal como fuera de la cámara de contención 102. Los ejemplos de manipuladores remotos adecuados para su uso con el sistema 100 incluyen telemanipuladores, sistemas autónomos o semiautónomos (por ejemplo, brazos robóticos) e instrumentos manuales que extienden el alcance de un operario (por ejemplo, pinzas largas). En el ejemplo de realización, el manipulador remoto 108 se ilustra en forma de un telemanipulador que permite que un operario fuera de la cámara de contención 102 manipule objetos (por ejemplo, el conjunto de recipiente 110) dentro de la cámara de contención 102. El telemanipulador puede tener cualquier configuración de telemanipulador adecuada que permita que el sistema 100 funcione como se describe en el presente documento. En la realización ilustrada, el telemanipulador incluye un mango de operario o controlador 136 colocado fuera de la cámara de contención de radiación 102, un brazo articulado 138 conectado al controlador 136 y colocado dentro de la cámara de contención 102, y un efector final 140 colocado en un extremo distal del brazo articulado 138. El controlador de operario 136 puede usarse, por ejemplo, para controlar una posición, orientación y/o estado (por ejemplo, abierto o cerrado) del efector final 140. En algunas realizaciones, el efector final 140 incluye dedos o abrazaderas mecánicas que permiten que un operario agarre o sujete objetos (por ejemplo, el conjunto de recipiente 110) dentro de la cámara de contención de radiación 102. Aunque en la figura 1 solo se muestra un telemanipulador, el sistema 100 puede incluir más de un telemanipulador. En algunas realizaciones, por ejemplo, el sistema 100 incluye dos telemanipuladores de manera que un operario puede controlar un telemanipulador con su mano izquierda y otro telemanipulador con su mano derecha. En otras realizaciones más, el sistema 100 puede incluir una combinación de manipuladores remotos 108 (por ejemplo, un telemanipulador y un brazo robótico autónomo).

El conjunto de recipiente 110 incluye un recipiente 142 y una tapa o cierre 144 conectado al recipiente 142. El recipiente 142 generalmente está configurado para contener un volumen de líquido en su interior. El recipiente 142 puede tener un tamaño que le permite contener cualquier volumen adecuado del líquido radiactivo 112 en su interior. En algunas realizaciones, el recipiente 142 tiene un tamaño que le permite contener un volumen relativamente pequeño del líquido radiactivo 112 en su interior, tal como menos de 100 ml, menos de 80 ml, menos de 60 ml, menos de 40 ml, menos de 30 ml, menos de 20 ml, o incluso menos de 10 ml. En otras realizaciones, el recipiente 142 puede tener un tamaño que le permite contener un volumen del líquido radiactivo 112 mayor de 100 ml. El recipiente 142 está construido de un material inerte químicamente, que incluye, por ejemplo y sin limitación, vidrio

(vidrio de borosilicato, Pyrex®), cuarzo, polioximetileno (por ejemplo, Delrin®), policarbonato, politetrafluoroetileno (por ejemplo, Teflon™), polipropileno y otros plásticos compatibles con el disolvente que se está evaporando.

El cierre 144 está configurado para sellarse contra una porción del recipiente 142 cuando se conecta al mismo para controlar el flujo de gas dentro del recipiente 142 durante un proceso de evaporación. En el ejemplo de realización, el cierre 144 está conectado directamente al recipiente 142. En otras realizaciones, el cierre 144 puede conectarse a o incluir de otro modo un adaptador o componente periférico para facilitar la conexión a recipientes de formas y tamaños variables (por ejemplo, recipientes con aberturas de diferentes tamaños y/o formas). En algunas realizaciones, por ejemplo, el cierre 144 se puede conectar a una pluralidad de adaptadores diferentes, cada uno que tiene un tamaño y está conformado para ajustarse a un recipiente diferente de tal manera que el cierre 144 se puede conectar y utilizar con una pluralidad de recipientes diferentes (por ejemplo, viales, tubos de centrifuga, matraces de fondo redondo, etc.). El cierre 144 de la realización ilustrada está diseñado para facilitar la evaporación del líquido radiactivo 112 dentro del recipiente 142. Por ejemplo, como se describe con más detalle en el presente documento, el cierre 144 incluye al menos una característica de generación de vórtice que genera un vórtice y fuerzas centrifugas asociadas dentro del recipiente 142 durante el proceso de evaporación, aumentando el área de superficie del líquido 112 y acelerando de este modo el proceso de evaporación.

La figura 2 es una vista en sección transversal de un ejemplo de conjunto de recipiente 200, que incluye un recipiente 202 y un cierre 204, adecuado para usarse con el sistema 100 de la figura 1. El recipiente 202 de la realización ilustrada generalmente incluye una parte inferior 206, una pared lateral 208 que se extiende hacia arriba desde la parte inferior 206 y un cuello 210 que define una abertura 212 en la parte superior del recipiente 202. En el ejemplo de realización, la pared lateral 208 se extiende desde la parte inferior 206 hasta el cuello 210, y se une al cuello 210 en una porción de hombro redondeada 214 donde el recipiente 202 pasa de un diámetro mayor a lo largo de la pared lateral 208 a un diámetro menor a lo largo del cuello 210. En otras realizaciones, la pared lateral 208 y el cuello 210 pueden tener el mismo diámetro, y el recipiente 202 puede no tener una porción de hombro 214.

Durante un proceso de evaporación, el recipiente 202 que tiene un volumen del líquido radiactivo 112 (mostrado en líneas discontinuas en la figura 2) contenido en el mismo se coloca dentro de la cámara de contención 102. El cierre 204 está conectado al recipiente 202, usando el manipulador remoto 108, para cubrir u ocluir la abertura de recipiente 212, y la línea de succión 122 y/o las líneas de suministro de gas 126 están conectadas al cierre 204. El recipiente 202 se coloca en la estación de evaporación 104 (por ejemplo, sobre y/o adyacente a la placa caliente 118), y se aplica calor al recipiente 202 mientras se alimenta y/o se evacua gas del recipiente 202 a través del sistema de manejo de gas 106.

El cierre 204 sella contra una porción del recipiente (por ejemplo, la pared lateral 208 y/o el cuello 210), proporcionando de este modo un sistema cerrado para bloquear o impedir la introducción de contaminantes ambientales (por ejemplo, trazas de contaminantes metálicos) en el recipiente 202. Además, el cierre 204 proporciona una trayectoria especializada para la recogida de gases y otras especies volátiles evaporadas durante los procesos de evaporación a través del sistema de manejo de gas 106. Los compuestos evaporados del líquido radiactivo 112 pueden ser altamente corrosivos (por ejemplo, HCl gaseoso y agua) y provocar la corrosión de los componentes dentro de la cámara de contención 102, y pueden acumularse y liberarse en áreas no deseadas si no se recogen y eliminan adecuadamente. Como se describe con mayor detalle en el presente documento, el cierre 204 también facilita el proceso de evaporación aumentando la velocidad de evaporación. En particular, las realizaciones de los cierres descritos en el presente documento están configuradas para introducir flujo de gas en el recipiente 202 de tal manera que el líquido 112 se agita en un movimiento de vórtice, aumentando de este modo el área de superficie del líquido 112 y acelerando la velocidad de evaporación.

El cierre 204 puede tener cualquier construcción adecuada que permita que el sistema 100 y el conjunto de recipiente 200 funcionen como se describe en el presente documento. Con referencia adicional a las figuras 3-6, el cierre 204 incluye generalmente un cuerpo 302 que tiene una superficie exterior 304, y al menos una trayectoria de flujo de entrada 306 y una trayectoria de flujo de salida 308 definidas en el mismo. En el ejemplo de realización, la trayectoria o trayectorias de flujo de entrada 306 son características de generación de vórtice. Más específicamente, las trayectorias de flujo de entrada 306 están configuradas (por ejemplo, posicionadas y orientadas) para generar un flujo de gas de vórtice (ilustrado por las flechas 216 en la figura 2) dentro del recipiente 202 cuando se conecta al mismo y el gas se dirige a través de las trayectorias de flujo de entrada 306 (por ejemplo, a través del sistema de manejo de gas 106). Las trayectorias de flujo de entrada 306 también ayudan a evitar el burbujeo del líquido contenido dentro del recipiente 202, por ejemplo, impidiendo o limitando que el recipiente 202 se coloque bajo alto vacío. La trayectoria de flujo de salida 308 proporciona una trayectoria de flujo de salida o escape para gases y compuestos volátiles generados durante un proceso de evaporación. Cada una de las trayectorias de flujo de entrada 306 incluye una entrada 310 definida en la superficie exterior del cuerpo 304 y una salida 312. La trayectoria de flujo de salida 308 incluye una salida 314 definida en la superficie exterior del cuerpo 304 y una entrada 316. Las salidas de trayectoria de flujo de entrada 312 y la entrada de trayectoria de flujo de salida 316 se colocan en el cierre 204 de tal manera que, cuando el cierre 204 está conectado al recipiente 202, las salidas de trayectoria de flujo de entrada 312 y la entrada de trayectoria de flujo de salida 316 están en comunicación fluida con el interior del recipiente.

En la realización ilustrada, el cuerpo 302 se extiende longitudinalmente a lo largo de un eje longitudinal central 318 desde una primera superficie superior 320 hasta una segunda superficie inferior 322. El cuerpo 302 incluye cuatro superficies laterales 324 que se extienden desde la superficie superior 320 hasta la superficie inferior 322. Cada una de las superficies laterales 324 tiene una forma rectangular y es generalmente plana o planar. La superficie superior 320, la superficie inferior 322 y las cuatro superficies laterales 324 definen la superficie exterior de la carrocería 304.

El cuerpo 302 define una cavidad 326 que se extiende dentro del cuerpo 302 desde la superficie inferior 322 hasta una tercera superficie interior 328. La cavidad 326 tiene un tamaño y está conformada para recibir una porción del recipiente 202 en su interior, tal como el cuello 210, la porción de hombro 214 y/o la pared lateral 208. En la realización ilustrada, la cavidad 326 tiene forma cilíndrica, aunque en otras realizaciones la cavidad 326 puede tener una forma diferente, tal como cuadrada, rectangular, poligonal, elipsoidal o cualquier otra forma que permita que el cierre 204 funcione como se describe en el presente documento.

El cuerpo 302 incluye una cubierta 330 que se extiende desde la superficie interior 328 hasta la superficie inferior 322. La cubierta 330 incluye una superficie interna radial 332 que define al menos parcialmente la cavidad 326. El cuerpo 302 también incluye un inserto de recipiente 334 que depende de la superficie interior 328 y se coloca dentro de la cavidad 326. El inserto de recipiente 334 tiene un tamaño y está conformado para encajar dentro de la abertura de recipiente 212 cuando el cierre 204 está conectado al recipiente 202. Como se muestra en las figuras 3-5, la cubierta 330 de la realización ilustrada se extiende axialmente más allá del inserto de recipiente 334 y, por lo tanto, puede funcionar como una guía para el cierre 204 cuando el cierre 204 está conectado al recipiente 202.

En la realización ilustrada, el inserto de recipiente 334 incluye una extensión de salida 336 que depende de una superficie inferior 338 del inserto de recipiente 334. La extensión de salida 336 define la entrada de trayectoria de flujo de salida 316. Además, las salidas de trayectoria de flujo de entrada 312 se definen adyacentes a la superficie inferior 338 del inserto de recipiente 334. La entrada de trayectoria de flujo de salida 316 está desplazada axialmente de cada una de las salidas de trayectoria de flujo de entrada 312 para reducir o minimizar la interferencia entre el flujo de gas entrante y el flujo de gas saliente. En la realización ilustrada, la entrada de trayectoria de flujo de salida 316 está situada más baja (es decir, más cerca de la segunda superficie inferior 322 del cuerpo 302) que las salidas de trayectoria de flujo de entrada 312. En otras realizaciones, las salidas de trayectoria de flujo de entrada 312 pueden colocarse más bajas (es decir, más cerca de la segunda superficie inferior 322) que la entrada de trayectoria de flujo de salida 316. En la realización ilustrada, el inserto de recipiente 334 y la extensión de salida 336 tienen forma cilíndrica, donde la extensión de salida 336 tiene un diámetro más pequeño que el resto del inserto de recipiente 334. En otras realizaciones, el inserto de recipiente 334 puede tener una forma distinta a la cilíndrica.

El ejemplo de cierre 204 incluye dos trayectorias de flujo de entrada 306 y una única trayectoria de flujo de salida 308. En otras realizaciones, el cierre 204 puede tener menos de dos trayectorias de flujo de entrada 306 (por ejemplo, una trayectoria de flujo de entrada), o más de dos trayectorias de flujo de entrada 306 (por ejemplo, tres trayectorias de flujo de entrada, cuatro trayectorias de flujo de entrada, etc.). Además, el cierre 204 puede tener más de una trayectoria de flujo de salida 308 en otras realizaciones.

Como se muestra en las figuras 3 y 5, cada una de las trayectorias de flujo de entrada 306 se extiende desde la superficie exterior del cuerpo 304, a través del cuerpo 302, en comunicación con la cavidad 326. En la realización ilustrada, las entradas de trayectoria de flujo de entrada 310 se definen en la superficie superior 320, y las salidas de trayectoria de flujo de entrada 312 se definen a lo largo de la superficie inferior 338 del inserto de recipiente 334. En otras realizaciones, las entradas 310 y las salidas 312 de trayectoria de flujo de entrada pueden definirse a lo largo de cualquier otra porción adecuada del cuerpo 302 que permita que el cierre 204 funcione como se describe en el presente documento.

Como se ha indicado anteriormente, las trayectorias de flujo de entrada 306 están configuradas como características de generación de vórtices para facilitar la evaporación de un líquido dentro del recipiente 202. Más específicamente, las trayectorias de flujo de entrada 306 están orientadas en ángulos adecuados y se colocan en ubicaciones adecuadas en el cierre 204 de tal manera que el flujo de gas dirigido a través de las trayectorias de flujo de entrada 306 crea un flujo de aire o gas de vórtice dentro del recipiente 202. En la realización ilustrada, cada trayectoria de flujo de entrada 306 está orientada en un ángulo oblicuo 340 (figura 5) con respecto al eje longitudinal central 318, y está desplazada radialmente del eje longitudinal central 318. Cada trayectoria de flujo de entrada 306 está orientada en un ángulo 340 de aproximadamente 30° con respecto al eje longitudinal central 318 en la realización ilustrada, aunque las trayectorias de flujo de entrada 306 pueden orientarse en un ángulo distinto de 30° en otras realizaciones. Por ejemplo, cada trayectoria de flujo de entrada 306 puede orientarse con respecto al eje longitudinal central 318 en un ángulo de entre 5° y 75°, entre 5° y 60°, entre 15° y 70°, entre 5° y 45°, entre 15° y 55°, entre 25° y 65°, entre 5° y 35°, entre 15° y 45°, entre 25° y 55°, entre 35° y 65°, entre 10° y 30°, entre 20° y 40°, entre 30° y 50°, o entre 40° y 60°. Además, cada trayectoria de flujo de entrada 306 se extiende linealmente desde la entrada de trayectoria de flujo de entrada 310 hasta la salida de trayectoria de flujo de entrada 312. En otras realizaciones, una o más de las trayectorias de flujo de entrada 306 pueden extenderse de manera no lineal, tal como en una configuración curvilínea o en espiral. Las trayectorias de flujo de entrada 306 también están espaciadas uniformemente alrededor del eje longitudinal central 318 en una dirección circunferencial para proporcionar un flujo de gas equilibrado en el recipiente 202. Por ejemplo, como se muestra en las figuras 3 y 6, las entradas 310 y las

salidas 312 de la trayectoria de flujo de entrada están separadas uniformemente alrededor del eje longitudinal central 318 en la dirección circunferencial. La realización ilustrada incluye dos trayectorias de flujo de entrada 306, por lo que las trayectorias de flujo de entrada 306 y sus entradas 310 y salidas 312 asociadas se colocan diametralmente opuestas entre sí.

5

La trayectoria de flujo de salida 308 es paralela y coaxial con el eje longitudinal central 318 en el ejemplo de realización. En otras realizaciones, la trayectoria de flujo de salida 308 puede ser distinta de paralela y/o coaxial con el eje longitudinal central 318.

10 Cuando el cierre 204 está conectado a un recipiente, tal como el recipiente 202, y el gas se dirige a través de las trayectorias de flujo de entrada 306 y la trayectoria de flujo de salida 308, se genera un vórtice dentro del recipiente 202, como se ilustra mediante las flechas 216 en la figura 2. El vórtice crea fuerzas centrífugas dentro del recipiente 202, lo que aumenta el área de superficie del líquido radiactivo y, por lo tanto, acelera el proceso de evaporación.

15 El flujo de gas puede dirigirse a través de las trayectorias de flujo de entrada 306 y la trayectoria de flujo de salida 308 usando el sistema de manejo de gas 106 (mostrado en la figura 1). En algunas realizaciones, por ejemplo, la línea de succión 122 está conectada a la salida de trayectoria de flujo de salida 316, y las líneas de suministro de gas 126 están conectadas a las entradas de trayectoria de flujo de entrada 310. En otras realizaciones, solo la línea de succión 122 está conectada al cierre 204, y el gas del ambiente (por ejemplo, dentro de la cámara de contención 102) fluye a través de las trayectorias de flujo de entrada 306 como resultado de una diferencia de presión negativo generado dentro del recipiente 202 por el línea de succión 122. En dichas realizaciones, las líneas de suministro de gas 126 pueden omitirse. Las entradas de trayectoria de flujo de entrada 310 y la salida de trayectoria de flujo de salida 316 pueden incluir adaptadores adecuados, acopladores o configurarse de otro modo para acoplarse a las líneas de suministro de gas 126 y la línea de succión 122, respectivamente. Por ejemplo, una o más de las entradas de trayectoria de flujo de entrada 310 y la salida de trayectoria de flujo de salida 316 pueden estar roscadas (por ejemplo, con una rosca de tipo 10-32 o 10-24) para facilitar el acoplamiento roscado de un adaptador a la entrada o salida respectiva. Además, la trayectoria de flujo de entrada 306 puede incluir uno o más filtros colocados en la misma para filtrar el flujo de gas entrante. Los filtros se pueden conectar a las entradas de trayectoria de flujo de entrada 310 con adaptadores o acopladores adecuados, tal como un adaptador Luer.

30

El cierre 204 sella contra una porción del recipiente 202 de tal manera que el flujo de gas dentro y fuera del recipiente se permite solo a través de las trayectorias de flujo de entrada 306 y la trayectoria de flujo de salida 308. El cierre 204 puede incluir uno o más sellos o materiales de sellado para facilitar la formación de un sello contra el recipiente 202. En algunas realizaciones, por ejemplo, el cierre 204 puede incluir uno o más sellos elastoméricos (por ejemplo, juntas tóricas) que se acoplan a una porción del recipiente 202 para formar un sello con el mismo cuando el cierre 204 se inserta sobre la parte superior del recipiente 202. Los sellos elastoméricos pueden colocarse y mantenerse en su lugar dentro de ranuras definidas en el cuerpo de cierre 302. En algunas realizaciones, por ejemplo, el cuerpo 302 tiene una ranura definida a lo largo de la superficie interna radial 332 de la cubierta 330, y un sello elastomérico se coloca dentro de la ranura de tal manera que el sello se acopla a la porción de hombro 214 y/o a la pared lateral 208 del recipiente 202 para formar un sello contra el recipiente 202. Adicionalmente o como alternativa, la superficie interior 328 y/o una superficie exterior radial del inserto de recipiente 334 pueden incluir una ranura y un sello elastomérico colocado en la misma para facilitar la formación de un sello entre el cierre 204 y el recipiente 202.

35

40

45 El cierre 204 de la realización ilustrada es particularmente adecuado para usarse en un entorno radiactivo (por ejemplo, en la producción de radionucleidos y precursores de radionucleidos). Por ejemplo, el cierre 204 está construido con materiales resistentes tanto a la degradación por radiación como a los gases corrosivos evaporados durante un proceso de evaporación (por ejemplo, gas HCl y agua). Los materiales adecuados incluyen, por ejemplo y sin limitación, politetrafluoroetileno (por ejemplo, Teflon™), perfluoroalcoxi alcanos, polímeros fluorados, policarbonato, ácido poliláctico, poliéter éter cetona (PEEK), polioximetileno (por ejemplo, Delrin®), vidrio, aleaciones metálicas (por ejemplo, acero inoxidable), aleaciones chapadas o recubiertas (por ejemplo, acero inoxidable recubierto con etileno clorotrifluoroetileno [por ejemplo, Halar®]), y combinaciones de los mismos. El cierre 204 también puede estar libre de metales que si no podrían corroerse en presencia de gases evaporados durante un proceso de evaporación. El cierre 204 puede construirse usando diversos métodos, incluyendo, por ejemplo y sin limitación, mecanizado, colada, moldeo, fabricación aditiva (por ejemplo, impresión 3D) y combinaciones de los mismos. Además, el cierre 204 está diseñado para facilitar el movimiento por un manipulador remoto, tal como los telemanipuladores, que se usan en entornos de alta radiación (por ejemplo, la cámara de contención de radiación 102) para limitar la exposición de un operario a la radiación nuclear (por ejemplo, radiación gamma). Más específicamente, el cierre 204 incluye al menos un par de partes planas opuestas 342 (figura 3), es decir, superficies externas planas o planares del cuerpo 302 que están orientadas paralelas entre sí y ubicadas en lados opuestos del cuerpo 302. Las partes planas opuestas 342 facilitan agarrar firmemente el cierre 204 con dedos mecánicos o abrazaderas que se usan habitualmente con manipuladores remotos. Por lo tanto, el cierre 204 puede agarrarse fácilmente con un manipulador remoto y moverse a una ubicación deseada dentro de una celda caliente. En la realización ilustrada, el cierre 204 tiene una sección transversal sustancialmente rectangular (es decir, rectangular, pseudorectangular, cuadrada, pseudocuadrada) cuando se ve ortogonal al eje longitudinal central 318, e incluye dos pares de partes planas opuestas 342. En otras realizaciones, el cierre 204 puede tener una sección transversal

55

60

65

distinta de sustancialmente rectangular. Además, debido a que la cubierta 330 se extiende axialmente más allá del inserto de recipiente 334, la cubierta 330 funciona como una guía para el cierre 204, alineando el cierre 204 con el recipiente 202 cuando el cierre 204 está conectado al recipiente 202. La cubierta 330 facilita de este modo la inserción del inserto de recipiente 334 dentro de la abertura de recipiente 212 y la conexión del cierre 204 al recipiente 202 con el manipulador remoto 108.

Durante el uso, el cierre 204 se conecta al recipiente 202 durante un proceso de evaporación para facilitar la evaporación de un líquido (por ejemplo, el líquido radiactivo 112, mostrado en la figura 1) dentro del recipiente 202. Más específicamente, el recipiente 202 se coloca dentro de la cámara de contención de radiación 102, tal como dentro o adyacente a la estación de evaporación 104. El cierre 204 está conectado al recipiente 202, usando el manipulador remoto 108, de modo que el cierre 204 se sella contra el recipiente 202. Como se ha indicado anteriormente, las partes planas 342 del cierre 204 facilitan agarrar el cierre 204 con el manipulador remoto 108, y la cubierta 330 facilita guiar el cierre 204 sobre el recipiente 202. El cierre 204 puede sellarse contra el recipiente 202 a lo largo de la pared lateral 208, la porción de hombro 214, el cuello 210 y/o cualquier otra porción adecuada del recipiente 202. En algunas realizaciones, por ejemplo, una junta tórica colocada dentro de una ranura de la cubierta 330 se acopla de manera estanca a la pared lateral del recipiente 202. El cierre 204 proporciona de este modo un sistema cerrado para inhibir o evitar la introducción de contaminantes ambientales (por ejemplo, trazas de contaminantes metálicos) en el recipiente 202 y el líquido contenido en el mismo.

A continuación, el gas se dirige a través del recipiente 202 usando, por ejemplo, el sistema de manejo de gas 106. En particular, el gas fluye hacia el interior del recipiente 202 a través de las trayectorias de flujo de entrada 306, y sale del recipiente 202 a través de la trayectoria de flujo de salida 308. El flujo de gas se dirige a través de las trayectorias de flujo de entrada 306 de tal manera que se genera un flujo de fluido de vórtice dentro del recipiente 202. Como se ha indicado anteriormente, por ejemplo, las trayectorias de flujo de entrada 306 en la realización ilustrada están configuradas como características de generación de vórtice de tal manera que las trayectorias de flujo de entrada 306 generan un flujo de aire de vórtice (ilustrado por las flechas 216 en la figura 2) dentro del recipiente 202 cuando el cierre 204 está conectado al recipiente 202 y el gas se dirige a través de las trayectorias de flujo de entrada 306. El vórtice crea fuerzas centrífugas dentro del recipiente 202, lo que aumenta el área de superficie del líquido y, por lo tanto, acelera el proceso de evaporación. El gas que fluye hacia el recipiente 202 puede filtrarse, por ejemplo, por uno o más filtros colocados en y/o adyacentes a las trayectorias de flujo de entrada 306.

La línea de succión 122 y/o las líneas de suministro de gas 126 del sistema de manejo de gas 106 pueden conectarse al cierre 204 antes de que el cierre 204 se conecte al recipiente 202. Por ejemplo, las líneas de suministro de gas 126 y/o la línea de succión 122 pueden conectarse al cierre 204 manualmente por un operario humano, antes de que el cierre 204 se introduzca en la cámara de contención de radiación 102, y/o antes de la cámara de contención de radiación 102 que se exponen a material radiactivo. Como alternativa, la línea de succión 122 y/o las líneas de suministro de gas 126 pueden conectarse al cierre 204 mientras el cierre 204 está dentro de la cámara de contención de radiación 102 (por ejemplo, usando el manipulador remoto 108).

El líquido dentro del recipiente 202 se calienta (por ejemplo, usando la placa caliente 118) mientras el gas fluye a través del recipiente 202. El flujo de aire de vórtice generado por el cierre 204 dentro del recipiente 202 facilita la evaporación del líquido al aumentar el área de superficie del líquido durante el proceso de evaporación. Una vez que se ha evaporado una cantidad deseada de líquido del recipiente 202, el cierre 204 puede retirarse del recipiente 202 (por ejemplo, usando el manipulador remoto 108) y el recipiente 202 puede moverse a otra área de la cámara de contención de radiación 102 o a una cámara de contención de radiación separada para su procesamiento posterior.

Cuando se introducen elementos de la presente invención o la realización o realizaciones de la misma, los artículos "un", "una", "el" y "dicho" tienen por objeto indicar que hay uno o más de los elementos. Las expresiones "que comprende", "que incluye" y "que tiene" se destinan a ser inclusivos y significan que puede haber otros elementos distintos de los enumerados.

Como se podrían hacer varios cambios en las construcciones y métodos anteriores sin desviarse del alcance de la invención, se entenderá que toda la materia contenida en la descripción anterior y mostrada en los dibujos anexos se interpretará como ilustrativa y no en un sentido limitante. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un cierre (204) para un recipiente (202), comprendiendo el cierre:

5 un cuerpo (302) que se extiende longitudinalmente a lo largo de un eje longitudinal central (318) desde una primera superficie superior (320) hasta una segunda superficie inferior (322), definiendo el cuerpo una cavidad (326) que se extiende hacia el interior del cuerpo desde la superficie inferior a una tercera superficie interior (328), en donde la cavidad tiene un tamaño y está conformada para recibir una porción del recipiente en su interior, en donde el cuerpo incluye:

10 una cubierta (330) que se extiende desde la superficie interior hasta la superficie inferior;
un inserto de recipiente (334) que depende de la superficie interior y se coloca dentro de la cavidad, el inserto de recipiente tiene un tamaño y está conformado para encajar dentro de una abertura (212) del recipiente;
una trayectoria de flujo de salida (308) en comunicación fluida con la cavidad; y
15 al menos una trayectoria de flujo de entrada (306) en comunicación fluida con la cavidad, la al menos una trayectoria de flujo de entrada posicionada y orientada para generar un flujo de gas de vórtice dentro del recipiente cuando se conecta al mismo;
caracterizado por que
20 cada una de la al menos una trayectoria de flujo de entrada está orientada en un ángulo oblicuo con respecto al eje longitudinal central del cuerpo, y desplazada radialmente del eje longitudinal central.

2. El cierre de la reivindicación 1, en donde cada una de la al menos una trayectoria de flujo de entrada está orientada en un ángulo de entre 15° y 45° con respecto al eje longitudinal central.

25 3. El cierre de la reivindicación 1, en donde cada una de la al menos una trayectoria de flujo de entrada tiene una entrada (310) definida en la superficie superior y una salida (312) definida en el inserto de recipiente.

4. El cierre de la reivindicación 1, en donde el inserto de recipiente incluye una extensión de salida (336) que depende de una superficie inferior (338) del inserto de recipiente, en donde la extensión de salida define una entrada (316) de la trayectoria de flujo de salida, y en donde una salida (312) de cada una de la al menos una trayectoria de flujo de entrada se define adyacente a la superficie inferior del inserto de recipiente.

5. El cierre de la reivindicación 1, en donde la trayectoria de flujo de salida es paralela y coaxial con el eje longitudinal central.

35 6. El cierre de la reivindicación 1, en donde el cuerpo está construido de un polímero fluorado y tiene una sección transversal sustancialmente rectangular.

7. El cierre de la reivindicación 1, en donde el cuerpo incluye un par de partes planas opuestas (342) que se extienden desde la superficie superior (320) hasta la superficie inferior (322).

8. Un sistema (100) que comprende:

45 una cámara de contención de radiación (102);
un manipulador remoto (108) conectado a la cámara de contención de radiación;
un recipiente (202) colocado dentro de un interior (116) de la cámara de contención de radiación;
el cierre de la reivindicación 1 conectado al recipiente;
una estación de evaporación (104) situada dentro del interior de la cámara de contención de radiación y que comprende al menos un elemento de calentamiento (118) para aplicar calor al recipiente; y
50 un sistema de manejo de gas (106) que comprende una línea de succión (122) conectada a una salida (314) de la trayectoria de flujo de salida, en donde la al menos una trayectoria de flujo de entrada genera un flujo de gas de vórtice dentro del recipiente cuando se aplica succión al recipiente por la línea de succión.

9. El sistema de la reivindicación 8, en donde el recipiente tiene un líquido radiactivo (112) dispuesto en el mismo.

55 10. El sistema de la reivindicación 9, en donde el líquido radiactivo comprende uno de una solución de precursor de radionucleido y un compuesto radiomarcado.

11. El sistema de la reivindicación 8, en donde el manipulador remoto es un telemanipulador.

60 12. El sistema de la reivindicación 11, en donde el telemanipulador incluye:

un controlador de operario (136) colocado fuera de la cámara de contención de radiación; y
un efector final (140) colocado dentro de la cámara de contención de radiación, en donde el controlador de operario controla al menos uno de una posición, una orientación y un estado del efector final.

65

13. Un método que comprende:

proporcionar, dentro de una cámara de contención de radiación (102), un recipiente (202) que tiene un líquido radiactivo (112) dispuesto en su interior;

5 conectar, usando un manipulador remoto (108), el cierre de la reivindicación 1 al recipiente de manera que el cierre selle contra el recipiente; y
 dirigir un flujo de gas a través de la al menos una trayectoria de flujo de entrada del cierre para generar un flujo de gas de vórtice dentro del recipiente.

10 14. El método de la reivindicación 13, que comprende además calentar el líquido radiactivo.

15. El método de la reivindicación 13, en donde el líquido radiactivo comprende uno de una solución de precursor de radionucleido y un compuesto radiomarcado.

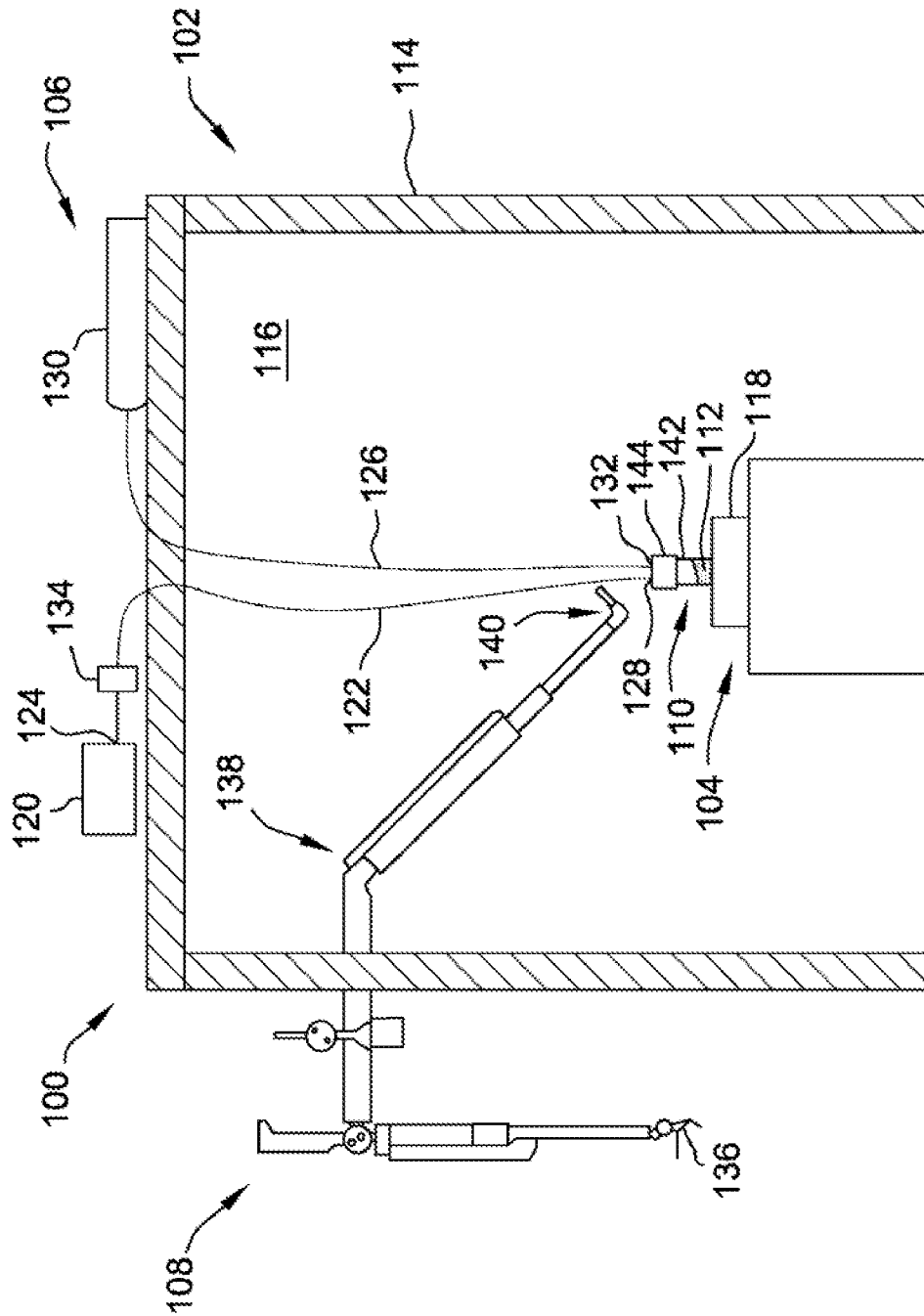


FIG. 1

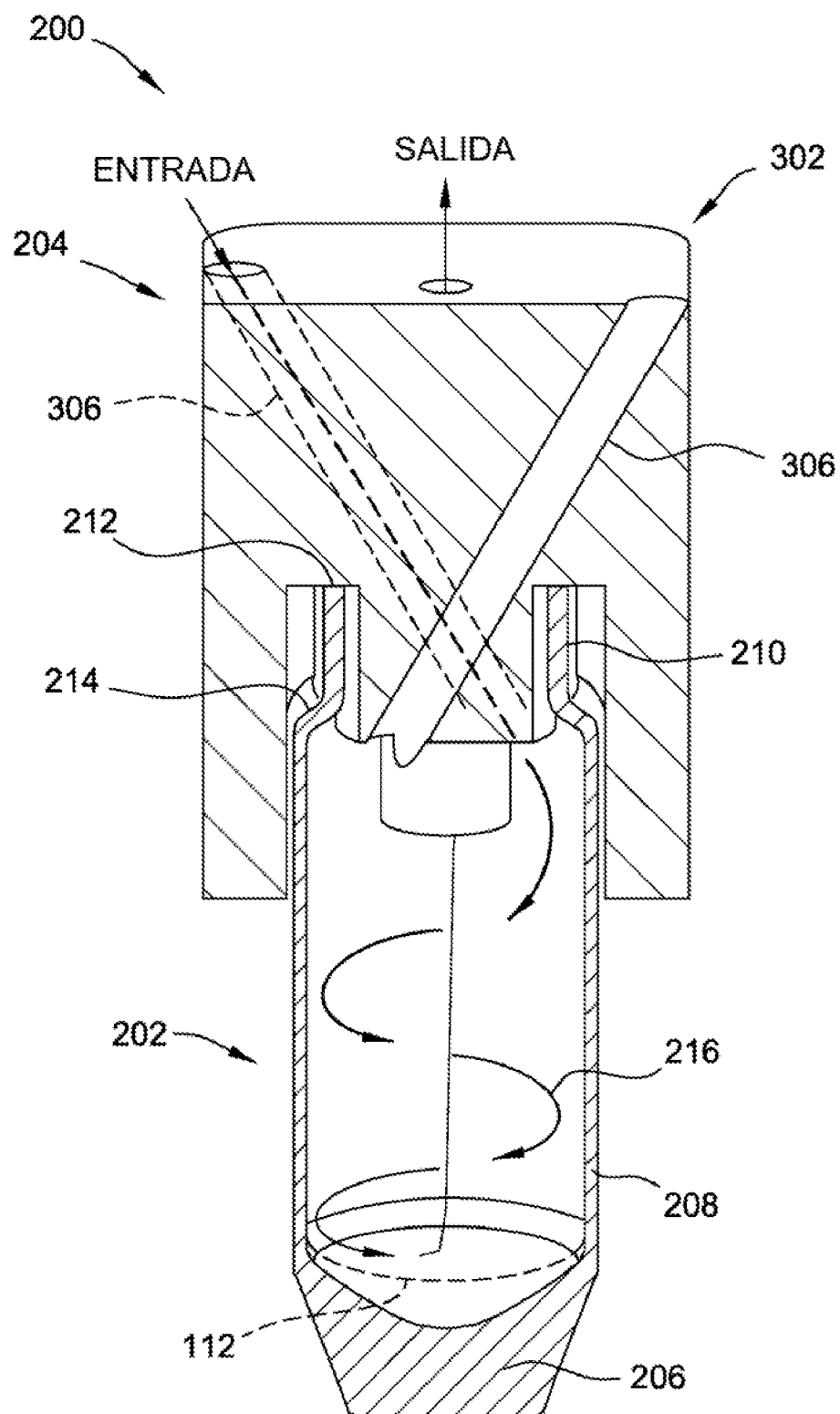


FIG. 2

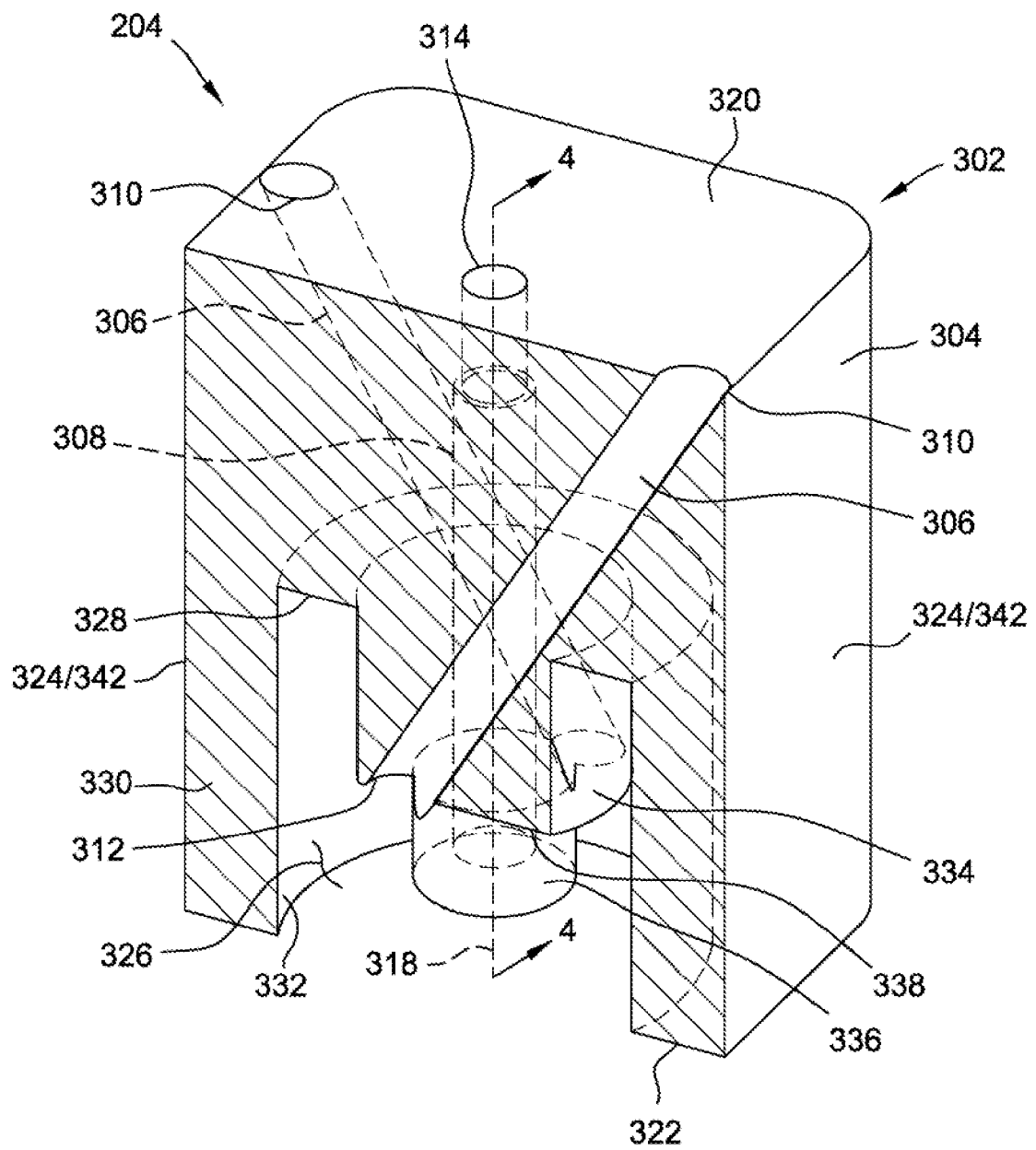


FIG. 3

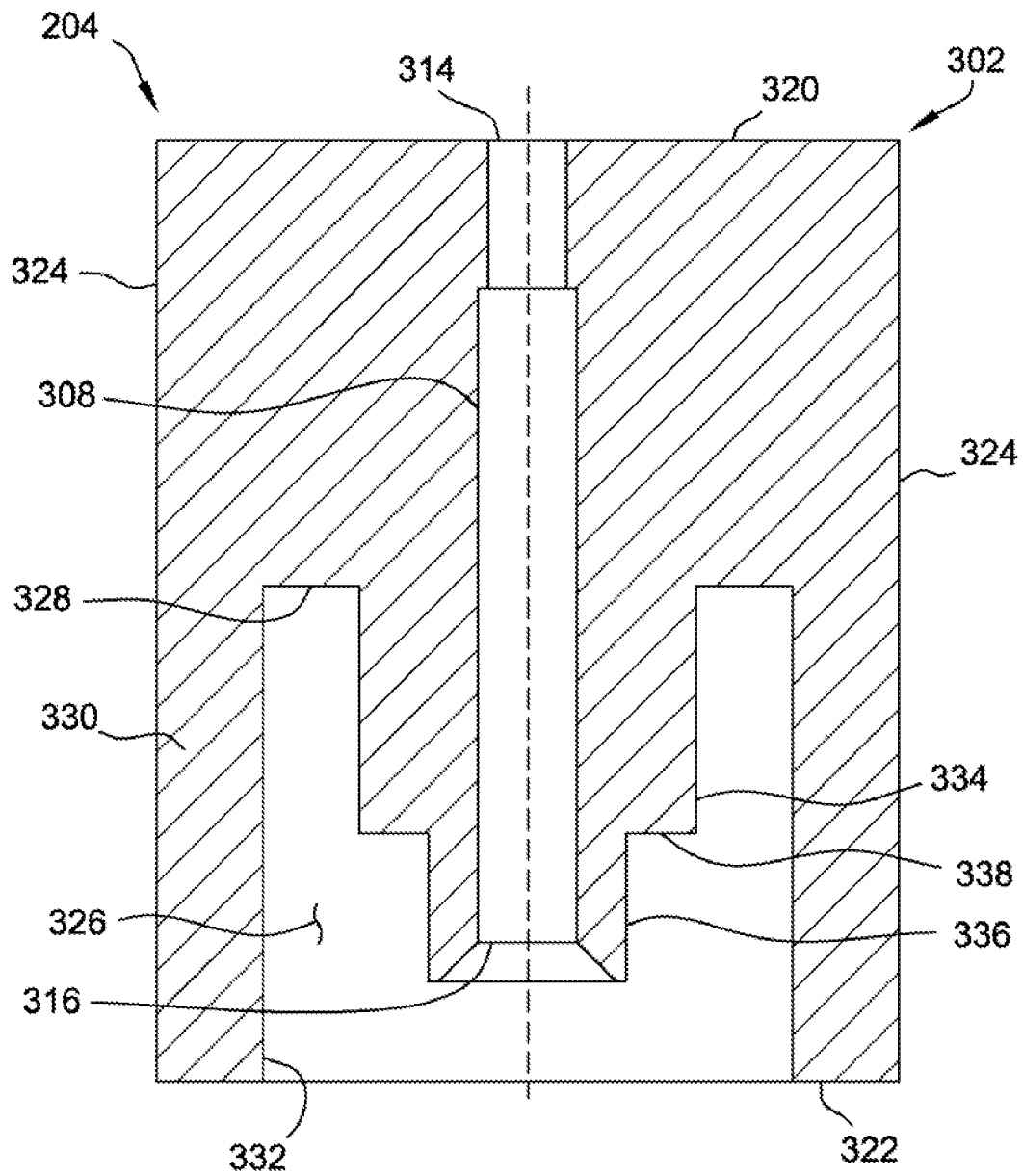


FIG. 4

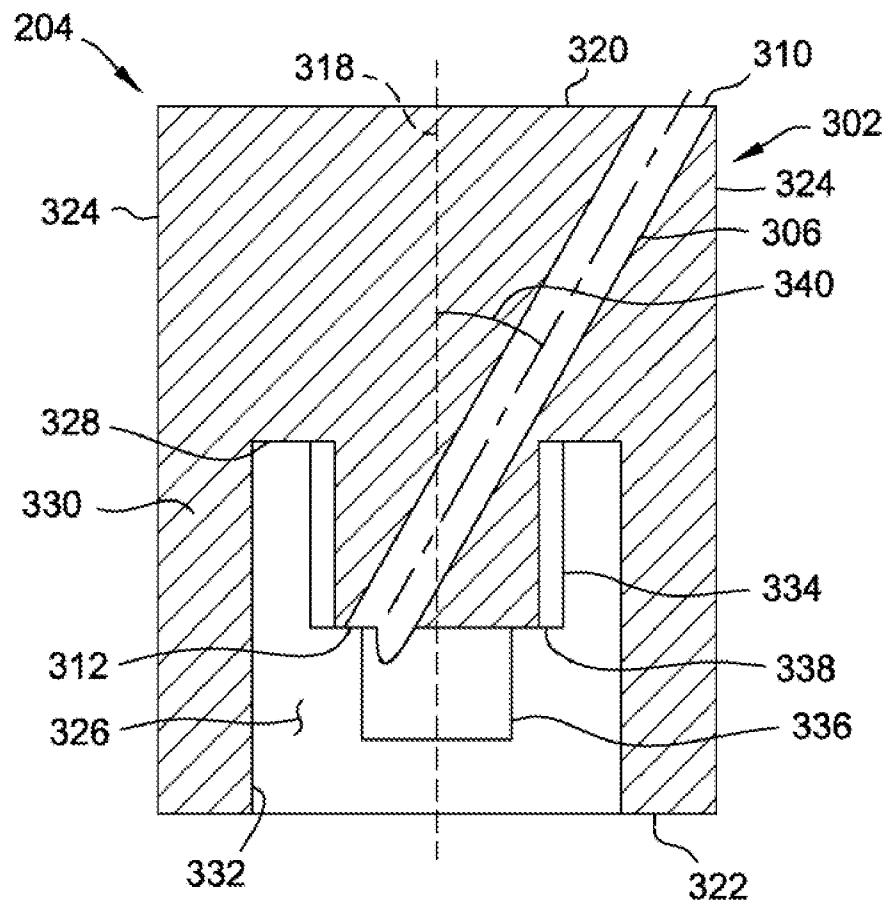


FIG. 5

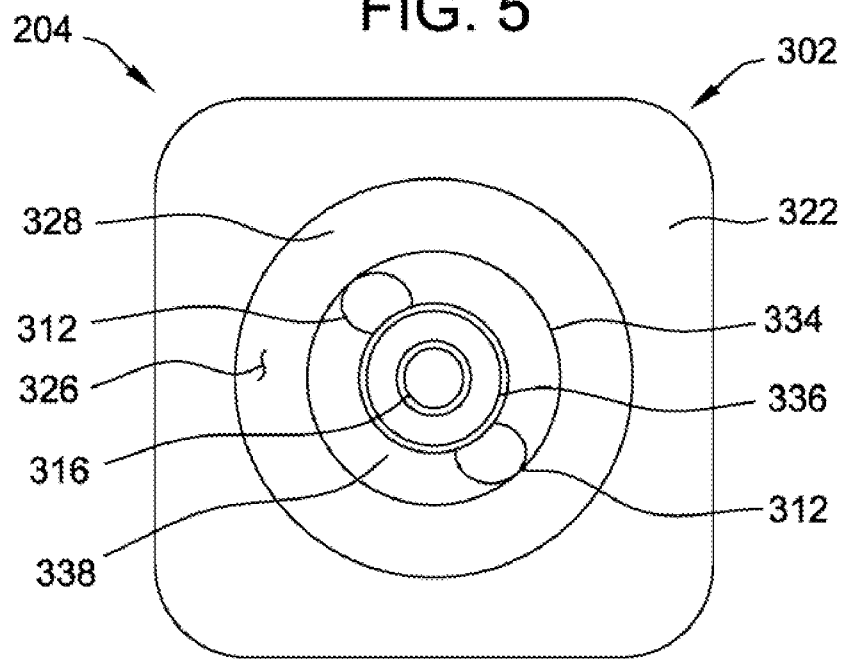


FIG. 6