

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 849 183**

51 Int. Cl.:

A61M 5/14 (2006.01)

A61M 5/36 (2006.01)

A61M 5/38 (2006.01)

A61M 5/44 (2006.01)

B01D 53/62 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2016** **PCT/US2016/024065**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016** **WO16154462**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2016** **E 16716102 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2020** **EP 3274015**

54 Título: **Membrana antisecado mejorada**

30 Prioridad:

26.03.2015 US 201562138706 P

23.03.2016 US 201615078709

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
16.08.2021

73 Titular/es:

BECTON, DICKINSON AND COMPANY (100.0%)

1 Becton Drive, Mail Code 110

Franklin Lakes, NJ 07417-1880, US

72 Inventor/es:

STALEY, SHAUN;

WHITAKER, WESTON O. y

LARSEN, JON

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 849 183 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

Membrana antisecado mejorada

Antecedentes

- La presente invención se dirige generalmente a un sistema para entrega intravenosa ("IV"), por el que se pueden administrar fluidos directamente a un paciente. Más particularmente, la presente invención se dirige a membranas antisecado (ARD, anti-run-dry) que se pueden incluir dentro de sistemas de administración intravenosa para restringir el flujo de aire a la entubación del sistema de administración intravenosa. Un sistema de administración intravenosa según la invención se usa ampliamente en esta memoria para describir componentes usados para entregar el fluido al paciente, para uso en administración arterial, intravenosa, intravascular, peritoneal y/o no vascular de fluido. Por supuesto, el experto en la técnica puede usar un sistema de administración intravenosa para administrar fluidos a otras ubicaciones dentro del cuerpo de un paciente.
- Un método común para administrar fluidos en el flujo sanguíneo de un paciente es a través de un sistema de administración intravenosa. En muchas implementaciones comunes, un sistema de administración intravenosa puede incluir una fuente de líquido tal como una bolsa de líquido, una cámara de goteo usada para determinar el caudal de fluido desde la bolsa de líquido, entubación para proporcionar una conexión entre la bolsa de líquido y el paciente, y una unidad de acceso intravenoso, tal como un catéter, que se puede posicionar intravenosamente en un paciente. Un sistema de administración intravenosa también puede incluir un conector en Y que permite poner encima sistemas de administración intravenosa y la administración de medicina desde una jeringa a la entubación del sistema de administración intravenosa.
- Generalmente es una buena práctica retirar el aire de los sistemas de administración intravenosa que acceden al flujo sanguíneo de un paciente. Si bien esta preocupación es crítica cuando sea accede a sangre arterial, también es una preocupación cuando se accede al lado venoso. Específicamente, si se permite que entren burbujas de aire al torrente sanguíneo de un paciente mientras se recibe la administración intravenosa de fluidos, las burbujas de aire pueden formar una embolia de aire y provocar lesiones graves a un paciente.
- Normalmente, en una mayoría de adultos, la aurícula derecha y la aurícula izquierda están completamente separadas entre sí de modo que la sangre y las burbujas de aire se mueven desde la aurícula derecha al ventrículo derecho, y entonces a los pulmones donde las burbujas de aire pueden ser descargadas con seguridad. La sangre libre de burbujas es devuelta entonces a la aurícula izquierda, donde la sangre es movida al ventrículo izquierdo y entonces enviada por todo el cuerpo.
- Sin embargo, en bebés y en una pequeña parte de la población adulta, la aurícula derecha y la aurícula izquierda no están completamente separadas. En consecuencia, las burbujas de aire se pueden mover directamente desde la aurícula derecha a la aurícula izquierda y entonces ser dispersadas por todo el cuerpo. Como resultado, estas burbujas de aire pueden provocar infartos, daño tisular y/o la muerte. Por lo tanto, es importante impedir que entren burbujas de aire al torrente sanguíneo de un paciente.
- A pesar de la importancia de retirar burbujas de aire mientras se ceba un sistema de administración intravenosa para usar en la administración intravenosa de fluidos, la retirada completa de burbujas de aire puede ser un proceso que consume mucho tiempo. El proceso también puede llevar a contaminación del sistema de administración intravenosa al tocar inadvertidamente un extremo estéril del sistema de administración intravenosa. Típicamente, cuando se ceba un sistema de administración intravenosa, se cierra una pinza para impedir que se mueva fluido desde una cámara de goteo a través de la entubación. El sistema de administración intravenosa puede entonces ser conectado a una botella o bolsa IV. Una vez conectada, la cámara de goteo, que típicamente se hace de un plástico flexible claro, puede ser apretada para atraer el fluido afuera de la botella o bolsa IV y a la cámara de goteo. Se puede permitir que la cámara de goteo se llene aproximadamente de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ cuando se abre la pinza para permitir que fluya fluido a través del tubo a un extremo del sistema de administración intravenosa.
- Este proceso inicial, sin embargo, típicamente atrapa aire en la entubación que debe ser retirado. Por ejemplo, el flujo del fluido a través de la entubación del sistema de administración intravenosa puede ser turbulento y puede atrapar aire dentro del tubo conforme se cizalla la capa límite entre el fluido y la entubación. El caudal afuera de la cámara de goteo puede ser más alto que el caudal de fluido que entra a la cámara de goteo. Esto puede provocar que se forme una escalera de burbujas conforme se succiona aire de la cámara de goteo a la entubación.
- Adicionalmente, se pueden generar burbujas de aire conforme gotitas de fluido golpean la superficie de la acumulación de fluido dentro de la cámara de goteo. Estas burbujas de aire pueden ser atraídas a la entubación del set IV desde la cámara de goteo. Este problema puede ser agravado en aplicaciones pediátricas donde el orificio de goteo puede ser más pequeño, que puede tener como resultado un aumento de la turbulencia.
- Para retirar burbujas de aire del sistema de administración intravenosa, se puede permitir que fluido de la botella o bolsa IV fluya a través de la entubación mientras un ayudante deriva la entubación para fomentar que las burbujas de aire salgan del extremo del sistema de administración intravenosa. Como se permite al fluido salir del sistema de administración intravenosa para eliminar burbujas de aire de la entubación, se permite al fluido fluir entrando a un cubo

de basura u otro receptáculo. Durante este procedimiento, el extremo de la entubación puede contactar en el cubo de basura o ser tocado por el ayudante y así, contaminarse. Un defecto adicional de este proceso de eliminación de burbujas es que requiere atención y tiempo que podrían ser usados para realizar otras tareas que pueden ser valiosas para el paciente.

- 5 Otro método para eliminar burbujas es retirar directamente las burbujas de aire del sistema de administración intravenosa. Más específicamente, si el sistema de administración intravenosa incluye un conector en Y, las burbujas de aire pueden ser retiradas en el conector en Y con una jeringa. Este método todavía requiere tiempo y atención adicionales, y puede también conllevar el riesgo de contaminación del líquido a entregar.

- 10 Para abordar las dificultades de retirar burbujas de un sistema de administración intravenosa, diversos sistemas de administración intravenosa de la técnica anterior han empleado una membrana para filtrar aire del fluido conforme fluye a través del sistema de administración intravenosa. Por ejemplo, a veces se puede colocar una membrana en la parte inferior de la cámara de goteo de modo que fluido que fluye saliendo de la cámara de goteo debe pasar a través de la membrana. La membrana se puede configurar para permitir el paso de fluido mientras se bloquea el paso de aire. De esta manera, se impide que pasen burbujas a la entubación que lleva al paciente. De manera similar, se puede
- 15 incluir una membrana en el conector que acopla la entubación a un catéter para bloquear cualquier aire presente en la entubación para que no pase al sistema vascular del paciente.

- El uso de membranas de filtrado de aire en estos diseños de sistema de administración intravenosa de la técnica anterior ha sido beneficioso. Sin embargo, incluso con el uso de estas membranas, todavía existen diversos inconvenientes. Por ejemplo, si se deja que se vacíe una bolsa de fluido, todo el fluido dentro del sistema de administración intravenosa pasará a través del sistema de administración intravenosa y al paciente, dejando el sistema de administración intravenosa lleno de aire. Una vez ocurre esto, el sistema de administración intravenosa tendrá que ser cebado otra vez para retirar el aire del sistema de administración intravenosa antes de poder administrar una nueva
- 20 bolsa de fluido. Para evitar tener que volver a cebar el sistema de administración intravenosa, los clínicos por lo tanto tendrán que estar presentes conforme la bolsa de fluido se vacía para asegurar que la bolsa de fluido pueda ser sustituida antes de que la cámara de goteo se vacíe.
- 25

- También, si el clínico no aprecia que se ha introducido aire en la entubación, puede fallar al volver a cebar el sistema de administración intravenosa cuando se conecta una nueva bolsa de fluido. Esto puede tener como resultado aire que pasa al paciente una vez se administra la nueva bolsa de fluido. Además, si la membrana no soporta una columna de fluido suficientemente larga, las capacidades de filtración de aire de la membrana pueden ser superadas por el
- 30 continuo flujo de fluido a la entubación aguas abajo de la membrana.

El documento US 2011/276010 A1 describe un dispositivo para cebar y descargar un fármaco peligroso dentro de un set de administración intravenosa.

La patente europea EP 2500051 A1 describe dispositivos de filtro de fluido intravenoso que incluyen un filtro que comprende elementos de filtro primero y segundo espaciados.

- 35 El documento US 4 013 072 A describe una cámara de goteo IV que tiene un cartucho de filtro que lleva una membrana hidrófila de forma tubular para retención de aire del líquido que fluye saliendo.

Breve compendio de la invención

La materia de asunto de la invención se define en la reivindicación independiente 1.

- 40 Realizaciones de la siguiente divulgación generalmente se dirigen a un sistema de administración intravenosa con un componente de subida de punto de burbuja que mejora el funcionamiento de una membrana antisecado. El sistema de administración intravenosa puede tener una fuente de líquido que contiene un líquido a entregar a un paciente, una unidad de goteo que contiene la membrana antisecado, entubación y el componente de subida de punto de burbuja. La entubación puede tener un primer extremo conectable a la fuente de líquido, y un segundo extremo conectable a un capuchón de descarga y/o una unidad de administración intravenosa.

- 45 La membrana antisecado se forma de un material hidrófilo, y puede tener una superficie rugosa que aumenta el punto de burbuja de la membrana antisecado. La membrana antisecado puede tener una pluralidad de poros que permiten al líquido fluir a través de la membrana antisecado, mientras resisten el paso de aire a través de la membrana antisecado. Los poros pueden ser relativamente pequeños, por ejemplo, menos de aproximadamente 3 micrómetros en diámetro efectivo. Además, la membrana antisecado puede tener un grosor relativamente pequeño, por ejemplo,
- 50 menos de aproximadamente 90 micrómetros.

- El componente de subida de punto de burbuja puede incluir un aditivo de energía superficial alta que se añade al material base de la membrana antisecado durante la fabricación de la membrana antisecado para aumentar la energía superficial de la membrana antisecado. Adicionalmente o como alternativa, el componente de subida de punto de burbuja puede incluir un recubrimiento de energía superficial alta aplicado al exterior de la membrana antisecado
- 55 después de la formación de la membrana antisecado. Adicionalmente o como alternativa, el componente de subida de punto de burbuja puede ser un dispositivo de enfriamiento aplicado al líquido que fluirá a través de la membrana

antisechado para enfriar el líquido, subiendo de ese modo el punto de burbuja de la membrana antisechado.

La combinación de la geometría de la membrana antisechado y el funcionamiento del componente de subida de punto de burbuja puede tender a restringir el flujo del líquido a través de la membrana antisechado. A fin de compensar esto y asegurar que la membrana antisechado proporciona un caudal adecuado del líquido, la membrana antisechado puede tener una forma no plana que aumenta eficazmente el área de superficie de la membrana antisechado a través de la que puede fluir el líquido. Tales formas no planas pueden incluir, pero no tienen que estar limitadas a estas, formas tubulares, formas abovedadas y/o formas plegadas o plisadas. Una forma plegada puede incluir al menos un pliegue entre dos superficies adyacentes de la membrana antisechado, definiendo el pliegue un agudo ángulo entre superficies adyacentes.

Según un método no reivindicado, un sistema de administración intravenosa se puede usar, primero, al conectar juntos los diversos componentes del sistema de administración intravenosa. Esto puede conllevar conectar juntas la fuente de líquido, la unidad de goteo y la entubación. El sistema de administración intravenosa puede entonces ser cebado por gravedad introduciendo líquido desde la fuente de líquido al capuchón de descarga a través de la entubación. En respuesta a cebar el sistema de administración intravenosa, el capuchón de descarga puede descargar aire afuera del sistema de administración intravenosa. La unidad de acceso intravenoso se puede conectar entonces al segundo extremo de la entubación y usarse para entregar el líquido al paciente.

El flujo de líquido al paciente puede ser detenido, por ejemplo, debido a agotamiento del líquido en la fuente de líquido. Entonces se puede desarrollar una columna del líquido por debajo de la membrana antisechado, en la zona inferior de la unidad de goteo y en la entubación, próxima al primer extremo. El componente de subida de punto de burbuja puede servir para subir el punto de burbuja de la membrana antisechado a un nivel suficiente para permitir a la membrana antisechado soportar la columna de líquido sin permitir la entrada de una cantidad significativa de aire a la columna. La invención está definida por las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de las varias vistas de los dibujos

La Figura 1 es una vista en alzado delantero de un sistema de administración intravenosa según una realización;

La Figura 2 es un diagrama de una parte de la entubación que ilustra, generalmente, el mantenimiento de una columna de fluido dentro de la entubación;

La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método para usar un sistema de administración intravenosa, según una realización;

La Figura 4 es una vista en alzado delantero de la fuente de líquido de la Figura 1, con un componente de subida de punto de burbuja en forma de dispositivo de enfriamiento;

Las Figuras 5A y 5B son vistas en planta y de alzado delantero, respectivamente, de una membrana antisechado según una realización;

Las Figuras 5C y 5D son vistas en planta y de alzado delantero, respectivamente, de una membrana antisechado según otra realización;

La Figura 6 es una vista en sección de alzado delantero, de una unidad de goteo según una realización;

La Figura 7 es una vista en sección de alzado delantero, de una unidad de goteo según una realización alternativa;

La Figura 8 es una vista en sección de alzado delantero, de una unidad de goteo según otra realización alternativa;

La Figura 9 es una vista en sección de alzado delantero, de una unidad de goteo según incluso otra realización alternativa;

Las Figuras 10A y 10B son vistas en sección de alzado delantero de una unidad de goteo según todavía otra realización alternativa, antes y después de dar forma a la membrana antisechado, respectivamente; y

Las Figuras 11A y 11B son vistas en sección de alzado delantero de una unidad de goteo según todavía otra realización alternativa, sin flujo de líquido significativo, y con flujo de líquido incidente para cebado o uso del sistema de administración intravenosa, respectivamente.

Descripción detallada de la invención

Únicamente la realización según la Figura 6 es parte de la invención, mientras que las realizaciones restantes son meramente ejemplos, que no son parte de la invención.

Las realizaciones actualmente preferidas de la presente invención se pueden entender por referencia a los dibujos, en donde números de referencia semejantes indican elementos idénticos o funcionalmente similares. Se entenderá fácilmente que los componentes de la presente invención, tal como se describen e ilustran generalmente en las figuras

de esta memoria, podrían disponerse y diseñarse con una gran variedad de configuraciones diferentes. Así, la siguiente descripción más detallada, tal como se representa en las figuras, no está pensada para limitar el alcance de la invención tal como se reivindica, sino que meramente es representativa de realizaciones preferidas actualmente de la invención.

Además, las Figuras pueden mostrar vistas simplificadas o parciales, y las dimensiones de elementos en las figuras pueden estar exageradas o de otro modo no en proporción por claridad. Adicionalmente, las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyen referentes plurales a menos que el contexto claramente lo dicte de otro modo. Así, por ejemplo, referencia a un terminal incluye referencia a uno o más terminales. Adicionalmente, donde se hace referencia a una lista de elementos (p. ej., elementos a, b, c), tal referencia pretende incluir uno cualquiera de los elementos enumerados por sí mismo, cualquier combinación de menos de todos los elementos enumerados y/o una combinación de todos los elementos enumerados.

El término "sustancialmente" significa que la característica, parámetro o valor mencionados no tienen que lograrse exactamente, sino que pueden ocurrir desviaciones o variaciones, incluidas por ejemplo, tolerancias, error de medición, limitaciones de precisión de medición y otros factores conocidos por los expertos en la técnica, en cantidades que no impiden el efecto de la característica que se pretendía proporcionar.

Como se emplea en esta memoria, el término "proximal", "parte superior", "arriba" o "hacia arriba" se refiere a una ubicación en el dispositivo que está la más cercana del clínico que utiliza el dispositivo y la más alejada del paciente en conexión con para quien se usa el dispositivo cuando el dispositivo se usa en su funcionamiento normal. Por el contrario, los términos "distal", "parte inferior", "abajo" o "hacia abajo" se refieren a una ubicación en el dispositivo que está más alejado del clínico que utiliza el dispositivo y está más cerca del paciente en conexión con para quien se usa el dispositivo cuando el dispositivo se usa en su funcionamiento normal.

Como se emplea en esta memoria, los términos "en" o "hacia dentro" se refieren a una ubicación con respecto al dispositivo que, durante uso normal, está hacia el interior del dispositivo. Por el contrario, como se emplea en esta memoria, el término "fuera" o "hacia fuera" se refiere a una ubicación con respecto al dispositivo que, durante uso normal, está hacia el exterior del dispositivo.

Haciendo referencia a la Figura 1, una vista en alzado delantero ilustra un sistema de administración intravenosa según una realización. Como se muestra, el sistema de administración intravenosa puede tener varios componentes, que pueden incluir una fuente de líquido, una unidad de goteo, entubación, una unidad de retención, un capuchón de descarga, y una unidad de acceso intravenoso. La manera en la que estos componentes se ilustran en la Figura 1 es meramente ejemplar; los expertos en la técnica identificarán que existe una gran variedad de sistemas de administración intravenosa. Así, los diversos componentes del sistema de administración intravenosa pueden ser omitidos, sustituidos y/o suplementados con componentes diferentes a los ilustrados.

La fuente de líquido puede tener un recipiente que contiene un líquido a entregar intravenosamente a un paciente. La fuente de líquido, por ejemplo, puede tener una bolsa, que se puede formar de un polímero traslúcido y flexible o algo semejante. La bolsa puede así tener una configuración semejante a bolsa. La bolsa puede se puede formar para contener el líquido.

La unidad de goteo se puede diseñar para recibir el líquido desde la bolsa en una tasa medida, por ejemplo, como serie de gotas que ocurren en una tasa predecible, consistente. La unidad de goteo se puede posicionar por debajo de la bolsa para recibir el líquido por medio de alimentación por gravedad. La unidad de goteo puede tener un dispositivo de recepción que recibe el líquido de la fuente de líquido, un rasgo de goteo que determina la tasa a la que el líquido es recibido por la unidad de goteo, y una cámara de goteo en la que se recoge el líquido. Dentro de la cámara de goteo se puede posicionar una membrana antisecado para permitir mantener una columna de fluido de longitud significativa dentro de la entubación tras el cese de flujo del líquido a la entubación, sin permitir que fluya significativo aire entrando a la entubación a través de la membrana antisecado.

La entubación puede ser entubación estándar de calidad médica. La entubación se puede formar de un material flexible y traslúcido, tal como un caucho de silicona. La entubación puede tener un primer extremo y un segundo extremo. El primer extremo se puede acoplar a la unidad de goteo, y el segundo extremo se puede acoplar al capuchón de descarga, de manera que el líquido fluye desde la unidad de goteo al capuchón de descarga, a través de la entubación.

La unidad de retención se puede usar para retener otros diversos componentes del sistema de administración intravenosa. Como se muestra, la unidad de retención puede tener un cuerpo principal y una extensión. Generalmente, la entubación se puede conectar al cuerpo principal próxima al primer extremo, y a la extensión próxima el segundo extremo. Además o en lugar de la unidad de retención se pueden usar diversas cremalleras, escuadras y/u otros rasgos.

El capuchón de descarga se puede acoplar al segundo extremo de la entubación. El capuchón de descarga puede tener un respiradero, tal como una membrana hidrófoba que es sustancialmente permeable a aire, pero no al líquido. Así, aire de dentro del capuchón de descarga se puede descargar desde el sistema

de administración intravenosa 100, con fuga limitada del líquido 122 desde el sistema de administración intravenosa 100.

La unidad de acceso intravenoso 112 se puede usar para suministrar el líquido 122 al sistema vascular del paciente. La unidad de acceso intravenoso 112 puede tener un primer extremo 170 y un extremo de acceso 172. El primer extremo 170 puede ser conectable al segundo extremo 142 de la entubación 106 en lugar del capuchón de descarga 110. Así, cuando el sistema de administración intravenosa 100 está totalmente cebado, la unidad de acceso intravenoso 112 se puede acoplar al segundo extremo 142 de la entubación 106 en lugar del capuchón de descarga 110. En realizaciones alternativas (no se muestra), se pueden usar diversos conectores tales como adaptadores-Y para conectar el primer extremo 170 de la unidad de acceso intravenoso 112 a la entubación 106 sin desconectar el capuchón de descarga 110 del segundo extremo 142 de la entubación 106.

El sistema de administración intravenosa 100 puede ser cebado al conectar juntos los componentes (excepto por la unidad de acceso intravenoso 112) como se ilustra en la Figura 1, y entonces permitir que el líquido 122 sea alimentado por gravedad a través de la unidad de goteo 104 y la entubación 106 al capuchón de descarga 110. Si se desea, la unidad de goteo 104 puede ser apretado o presurizada de otro modo para acelerar el flujo del líquido 122 a través de la entubación 106.

Conforme el líquido 122 fluye a través de la entubación 106, se puede arrastrar aire en el líquido 122. Este aire puede moverse desde el primer extremo 140 de la entubación 106, hacia el segundo extremo 142 de la entubación 106, junto con la columna de líquido 122. Este aire arrastrado puede reunirse en burbujas próximas al segundo extremo 142 de la entubación 106. El capuchón de descarga 110 se puede diseñar para recibir el líquido 122 para permitir que tales burbujas de aire sean descargadas del sistema de administración intravenosa 100 a través del capuchón de descarga 110.

Una vez el líquido 122 deja de fluir al líquido 122, por ejemplo, debido a agotamiento del líquido 122 en la fuente de líquido 102, la membrana antisecado 136 puede actuar para restringir el movimiento de aire a la entubación 106. La membrana antisecado 136 puede tener una pluralidad de poros 138, cada uno de los cuales tiene un tamaño que provoca la formación de un menisco del líquido 122 debajo de la membrana antisecado 136. Cada menisco puede contribuir, por medio de acción capilar, al soporte de una columna del líquido 122 en la entubación 106. La membrana antisecado 136 se puede diseñar para facilitar el soporte de una columna del líquido 122 de longitud significativa antes de permitir que entre aire a la columna. Cuanto más larga es la columna que puede ser soportada, más robusto será el sistema de administración intravenosa 100 en diferentes condiciones de funcionamiento.

A fin de mejorar la longitud de la columna del líquido 122 que puede ser soportada por la membrana antisecado 136, el sistema de administración intravenosa 100 también puede incluir un componente de subida de punto de burbuja. Esto no se muestra en la Figura 1; sin embargo, diversos componentes de subida de punto de burbuja se mostrarán y describirán en conexión con las siguientes figuras. Generalmente, un "componente de subida de punto de burbuja" puede ser cualquier rasgo de un sistema de administración intravenosa que aumente el punto de burbuja de una membrana antisecado. El "punto de burbuja" es la presión a la que una corriente continua de burbujas se ve inicialmente aguas abajo de un filtro mojado bajo presión de gas. Subir el punto de burbuja de la membrana antisecado 136 aumentará la longitud de la columna de rasgo de goteo 132 que puede ser soportada por la membrana antisecado 136 sin entrada de una cantidad significativa de aire en la columna. Algunos principios relacionados se mostrarán y describirán en conexión con la Figura 2.

Haciendo referencia a la Figura 2, un diagrama 200 de una parte de pared de tubo 210, generalmente, ilustra el mantenimiento de una columna del líquido 220 dentro de la pared de tubo 210. La pared de tubo 210 de la Figura 2 es representativa de cualquier estructura que define una interfaz líquido/gas, tal como un poro individual de una membrana (tal como uno de los poros 138 de la membrana antisecado de la Figura 1). La pared de tubo 210 (o poros 138) puede tener un radio r , como se muestra. La columna del líquido 220 a soportar dentro de la pared de tubo 210 puede tener una altura h , como también se muestra.

Como se muestra, puede existir un menisco 240 en la frontera entre el líquido 220 y el aire 230 aguas arriba del líquido 220. La pared de tubo 210 se puede formar de un material hidrófilo; así, el menisco 240 puede curvarse hacia arriba en los extremos, donde el menisco 240 encuentra la pared de tubo 210. El menisco 240 puede así formar un ángulo de contacto θ respecto a la pared de tubo 210. La fuerza de tensión superficial ejercida por el menisco 240 contra la pared de tubo 210 es paralela al ángulo de contacto del menisco 240 al líquido 220, y por lo tanto es indicado por un vector etiquetado γ . La altura h de la columna del líquido 122 que se puede soportada se puede obtener por la ecuación:

$$h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

donde ρ es la densidad del líquido 122, y g es la constante gravitacional.

De la ecuación referenciada anteriormente, se puede ver que h puede ser aumentada al aumentar γ y/o reducir θ . Esto se puede conseguir opcionalmente de diversas maneras según la presente divulgación. En algunas realizaciones, γ puede ser aumentado, y θ puede ser disminuido, al aumentar la energía superficial del material de la pared de tubo 210. Con referencia de nuevo a la realización de la Figura 1, esto puede conllevar aumentar la energía superficial de la membrana antisecado 136 dentro de la unidad de goteo 104.

Aumentar la energía superficial de la membrana antisecado 136 se puede conseguir, por ejemplo, al aplicar un recubrimiento o un aditivo a la membrana antisecado 136. El recubrimiento o aditivo puede incluir un material con energía superficial más alta que la del material base usado para formar la membrana antisecado 136. En caso del aditivo, un aditivo de energía superficial alta puede ser aplicado durante la fabricación de la membrana antisecado 136, por ejemplo al mezclar el aditivo con el material base del que se va a formar la membrana antisecado 136, antes de la formación de la membrana antisecado 136 en su forma final. Se pueden usar diversos métodos conocidos de mezcla, y opcionalmente puede implicar el uso de enlaces químicos. En caso de un recubrimiento, se puede aplicar un recubrimiento de energía superficial alta al exterior de la membrana antisecado 136 después de haber formado la membrana antisecado 136. Esto puede ser llevado a cabo mediante el uso de cualquier método de recubrimiento conocido.

El uso de un recubrimiento o aditivo de energía superficial alta representa únicamente algunas de muchas maneras posibles de aumentar el punto de burbuja de la membrana antisecado 136. Posteriormente se describirán otras realizaciones. Un método generalizado para usar el sistema de administración intravenosa 100 se mostrará y describirá en conexión con la Figura 3.

Haciendo referencia a la Figura 3, un diagrama de flujo ilustra un método 300 para preparar un sistema de administración intravenosa para su uso, según una realización. El método 300 se describirá con referencia al sistema de administración intravenosa 100 de la Figura 1. Sin embargo, los expertos en la técnica identificarán que el método 300 puede ser llevado a cabo con diferentes sistemas de administración intravenosa. De manera similar, el sistema de administración intravenosa 100 puede ser preparado para uso mediante el uso de métodos distintos al de la Figura 3.

El método 300 puede iniciarse 310 con una etapa 320 en la que los diversos componentes del sistema de administración intravenosa 100 se conectan juntos, excepto por la unidad de acceso intravenoso 112. Algunos de los componentes del sistema de administración intravenosa 100, tal como la entubación 106 y el capuchón de descarga 110, puede ser empaquetado, vendido y/o proporcionado al usuario final en una condición en la que ya están conectados juntos. La etapa 320 puede incluir únicamente interconexión de componentes del sistema de administración intravenosa 100 que todavía no han sido conectados juntos.

En una etapa 330, el sistema de administración intravenosa 100 puede ser cebado. Como se indica previamente, esto se puede hacer simplemente dejando que el líquido 122 fluya a través de la entubación 106 al capuchón de descarga 110 por medio de gravedad, o apretando o presurizando de otro modo la unidad de goteo 104.

En una etapa 340, el líquido 122 puede ser entregado al paciente, por ejemplo, mediante el uso de la unidad de acceso intravenoso 112. En una etapa 350, se puede detener la entrega del líquido 122. Esto puede ocurrir debido a agotamiento del líquido 122 dentro de la fuente de líquido 102, y/o diversas acciones tomadas por clínicos para detener el flujo del líquido 122 a través del sistema de administración intravenosa 100, tal como desconexión de la fuente de líquido 102 del resto del sistema de administración intravenosa 100.

En una etapa 360, por debajo de la membrana antisecado 136 se puede desarrollar una columna del líquido 122. Esto puede ocurrir conforme cantidades residuales del líquido 122 (por ejemplo, desde la parte de la cámara de goteo 134 por encima de la membrana antisecado 136) pasan a través de la membrana antisecado 136 y a la entubación 106. Puede ser deseable impedir la entrada de aire a la columna de modo que el sistema de administración intravenosa 100 se pueda usar para entrega adicional del líquido 122 (o un líquido diferente) al paciente, sin necesidad de repetir la etapa 330 al volver a cebar el sistema de administración intravenosa 100.

Por tanto, en una etapa 370, el componente de subida de punto de burbuja se puede usar para impedir sustancialmente el paso de aire a la columna del líquido 122 a través de la membrana antisecado 136. En esta divulgación, las frases "impedir sustancialmente el paso de aire" y "resistir el paso de aire" se refieren a sistemas y métodos por los que la entrada de aire en la columna está restringida a niveles suficientemente seguros como para permitir la entrega de la columna de líquido a un paciente a través del uso adicional del sistema de administración intravenosa. El método 300 puede entonces finalizar 390.

Como se ha mencionado previamente, muchos tipos diferentes de componentes de subida de punto de burbuja se pueden usar dentro del alcance de la presente divulgación. Aparte de subir la energía superficial de la membrana antisecado 136, otros componentes de subida de punto de burbuja pueden incluir componentes diseñados para modificar otras propiedades de la membrana antisecado 136 y/o el líquido 122. En algunas realizaciones, la rugosidad superficial de la membrana antisecado 136 puede ser aumentada para disminuir el ángulo de contacto aparente, θ , por ecuación de Wenzel, entre la membrana antisecado 136 y el líquido 122. En otras realizaciones, se puede mejorar la limpieza y/o la homogeneidad de la membrana antisecado 136. En incluso otras realizaciones, se puede reducir la

temperatura del líquido 122. Un componente de subida de punto de burbuja según la presente divulgación se puede diseñar para conseguir cualquiera de estos objetivos además o en lugar de aumentar la energía superficial de la membrana antisecado 136. Un ejemplo de un componente de subida de punto de burbuja que enfría el líquido 122 se mostrará y describirá en conexión con la Figura 4.

- 5 Haciendo referencia a la Figura 4, una vista en alzado delantero ilustra la fuente de líquido 102 de la Figura 1, con un componente de subida de punto de burbuja, en forma de dispositivo de enfriamiento 400. El dispositivo de enfriamiento 400 se puede posicionar sobre o cerca de la fuente de líquido 102, y puede absorber calor del líquido 122. El dispositivo de enfriamiento 400 puede así ser un recipiente de un líquido, sólido o gas de enfriamiento, tal como un paquete de hielo, o algo semejante. Adicionalmente o como alternativa, el dispositivo de enfriamiento 400 puede usar el ciclo de refrigeración para recibir continuamente calor, del líquido 122. Por ejemplo, el dispositivo de enfriamiento 400 puede incluir un compresor, una válvula de expansión, un evaporador y/o un condensador que se interconectan mediante conductos. Un refrigerante de cualquier tipo conocido puede circular a través de los conductos para transportar continuamente calor desde el líquido 122 dentro de la fuente de líquido 102 a un disipador de calor, tal como el aire ambiente.
- 10 El dispositivo de enfriamiento 400 puede mejorar la capacidad de la membrana antisecado 136 para resistir el paso de humedad a través al fortalecer la adherencia del líquido 122 a la membrana antisecado 136. Esto se puede hacer al enfriar el líquido 122, que aumenta la tensión superficial y.
- 15 El dispositivo de enfriamiento 400 puede mejorar la capacidad de la membrana antisecado 136 para resistir el paso de humedad a través al fortalecer la adherencia del líquido 122 a la membrana antisecado 136. Esto se puede hacer al enfriar el líquido 122, que aumenta la tensión superficial y.

- Adicionalmente o como alternativa, los poros 138 de la membrana antisecado 136 se pueden hacer relativamente pequeños. En algunas realizaciones, los poros 138 de la membrana antisecado 136 pueden tener un tamaño de menos de 3 micrómetros (es decir, un diámetro de menos de 3 micrómetros, en caso de poros circulares). Incluso aún más, los poros 138 pueden tener un tamaño de menos de 2,5 micrómetros cada uno, menos de 2 micrómetros, o incluso menos de 1,5 micrómetros. Además, la membrana antisecado 136 puede tener un grosor relativamente pequeño. En algunas realizaciones, la membrana antisecado 136 puede tener un grosor de menos de 90 micrómetros. Incluso aún más, la membrana antisecado 136 puede tener un grosor de menos de 75 micrómetros, menos de 60 micrómetros, o incluso menos de 45 micrómetros.
- 20
- 25

- Tales tamaños pequeños de poro pueden tender a limitar el caudal del líquido 122 a través de la membrana antisecado 136. Así, puede ser deseable compensar esto aumentando el área superficial de la membrana antisecado 136. Específicamente, en diversas realizaciones que se mostrarán y describirán posteriormente, una membrana antisecado puede tener una forma no plana, al menos durante el flujo del líquido 122 a través de la membrana antisecado. Tales formas no planas pueden incluir, aunque sin quedar limitadas a ellas, formas abovedadas, formas plegadas o plisadas, formas cilíndricas y combinaciones de las mismas.
- 30

- Haciendo referencia a las Figuras 5A y 5B, vistas en planta y de alzado delantero, respectivamente, ilustran una membrana antisecado 500 según una realización. Como se muestra, la membrana antisecado 500 puede tener una pared tubular 510 que define una forma generalmente tubular. La forma generalmente tubular puede permitir un área de superficie más grande dentro de un factor de forma dado. En algunos ejemplos, la membrana antisecado 500 puede ser orientada paralela al flujo del líquido 122 de modo que la membrana antisecado 500 encaja dentro de un espacio que tiene un área en sección transversal relativamente compacta.
- 35

- Haciendo referencia a las Figuras 5C y 5D, vistas en planta y de alzado delantero, respectivamente, ilustran una membrana antisecado 550 según otra realización. Como se muestra, la membrana antisecado 550 puede tener una pared tubular 510 que define una forma generalmente tubular generalmente similar a la de la membrana antisecado 500 de las Figuras 5A y 5B. Sin embargo, además de una forma generalmente tubular, la pared tubular 560 puede tener una pluralidad de pliegues 570 que aumentan aún más el área de superficie de la pared tubular 560. Cada uno del pliegue 570 puede proporcionar una intersección entre una primera superficie de membrana 580 y una segunda superficie de membrana 590, intersección que opcionalmente puede ocurrir en un ángulo agudo 595. Como la membrana antisecado 500, la membrana antisecado 550 se puede orientar paralela al flujo del líquido 122 de modo que la membrana antisecado 550 encaja dentro de un espacio que tiene un área en sección transversal relativamente compacta.
- 40
- 45

- La membrana antisecado 500 y la membrana antisecado 550 pueden tener poros o poros como los poros 138 de la membrana antisecado 136 de la Figura 1. La membrana antisecado 500 y la membrana antisecado 550 son meramente ejemplos de formas no planas que se pueden usar en la construcción de una membrana antisecado según la presente divulgación. Tales membranas no planas pueden ser soportadas y usadas en diversos componentes de un sistema de administración intravenosa. En algunos ejemplos, este tipo de membrana antisecado no plana se puede posicionar dentro de una unidad de goteo, tal como la unidad de goteo 104 de la Figura 1. Las Figuras 6-11 ilustran diversas configuraciones diferentes de unidad de goteo que se pueden usar como alternativa para alojar una membrana antisecado no plana.
- 50
- 55

Haciendo referencia a la Figura 6, una vista en sección de alzado delantero ilustra una unidad de goteo 604 según una realización. La unidad de goteo 604 puede tener un rasgo de goteo 132 como el de la Figura 1. La unidad de goteo 604 puede tener una pared exterior 620 que define generalmente una cámara de goteo 634 para contener el líquido 122. La pared exterior 620 puede tener una parte periférica 622 con una forma generalmente tubular y/o

truncocónica, y una interfaz de entubación 624 posicionada por debajo de la parte periférica 622 y diseñada para ser conectada al primer extremo 140 de la entubación 106. La pared exterior 620 puede tener una repisa 626 posicionada para definir una frontera entre la parte periférica 622 y la interfaz de entubación 624.

La unidad de goteo 604 de la Figura 6 puede contener una membrana antisecado 636 con una forma generalmente tubular, que puede tener una configuración similar a la de la membrana antisecado 500 de las Figuras 5A y 5B y/o la de la membrana antisecado 550 de las Figuras 5C y 5D. La membrana antisecado 636 puede ser retenida en un cartucho 640, que se puede formar por separado de la pared exterior 620 e instalar para reposar sobre la repisa 626 de la pared exterior 620. El cartucho 640 puede tener una pared exterior 642 con una pluralidad de ranuras 644 que se extienden longitudinalmente a lo largo de su longitud. La pared exterior 642 puede tener una base sólida 646 que es sustancialmente impermeable al líquido 122. Como alternativa, la base sólida 646 puede ser sustituida por una membrana antisecado (no se muestra) como la de la membrana antisecado 636, pero con una forma que tiene una periferia generalmente circular (tal como una forma generalmente circular o abovedada).

El cartucho 640 también puede tener una pared interior 652 con una pluralidad de ranuras 654 que se extienden longitudinalmente a lo largo de su longitud. La pared interior 652 puede tener una base sólida 656 que sea sustancialmente impermeable al líquido 122. Como alternativa, como la base sólida 646, la base sólida 656 puede ser sustituida por una membrana antisecado (no se muestra) como la de la membrana antisecado 636, pero con una forma que tiene una periferia generalmente circular (tal como una forma generalmente circular o abovedada).

En la configuración mostrada en la Figura 6, el líquido 122 puede fluir a través del cartucho 640 para llegar a la entubación 106 por medio de la interfaz de entubación 624. El flujo del líquido 122 puede ser como el indicado por la flechas 670. El líquido 122 puede fluir desde la cámara de goteo 634, hacia abajo a través de la parte superior del cartucho 640 para llegar al interior del cartucho 640. Entonces, el líquido 122 puede fluir a través de las ranuras 654 de la pared interior 652 para llegar a la membrana antisecado 636. El líquido 122 puede entonces pasar a través de la membrana antisecado 636, y salir del cartucho 640 a través de las ranuras 644 de la pared exterior 642.

La membrana antisecado 636 puede funcionar para atrapar cualquier aire en el interior del cartucho 640, en vez de permitirle pasar a la interfaz de entubación 624. Por el contrario, después de que el líquido 122 ha pasado a través de la membrana antisecado 636, el líquido 122 puede continuar moviéndose hacia abajo a la interfaz de entubación 624, y de ahí a la entubación 106.

En realizaciones alternativas, en vez de tener una membrana antisecado dispuesto dentro de un cartucho en una unidad de goteo, se puede usar una unidad de goteo en dos piezas. Una pieza de la unidad de goteo puede actuar eficazmente como cartucho al contener una membrana antisecado. Un ejemplo de este tipo de realización se mostrará y describirá en conexión con la Figura 7.

Haciendo referencia a la Figura 7, una vista en sección de alzado delantero ilustra una unidad de goteo 704 según una realización alternativa. La unidad de goteo 704 puede tener un rasgo de goteo 132 como el de la Figura 1. La unidad de goteo 704 puede tener una pared exterior 720 que define generalmente una cámara de goteo 734 para contener el líquido 122. La pared exterior 720 puede tener una parte periférica 722 con una forma generalmente tubular y/o truncocónica, y una repisa 726 posicionada en la parte inferior de la parte periférica 722. La repisa 726 puede definir una abertura en la que se puede posicionar un cartucho 740. El cartucho 740 puede contener una membrana antisecado 736 con una forma generalmente tubular, que puede tener una configuración similar a la de la membrana antisecado 500 de las Figuras 5A y 5B y/o la de la membrana antisecado 550 de las Figuras 5C y 5D.

El cartucho 740 se puede diseñar para caer en la abertura definida por la repisa 726 a fin de actuar como segunda pieza de la unidad de goteo 704, en cooperación con la pared exterior 720. El cartucho 740 puede tener una pared exterior 742, que puede retener la membrana antisecado 736. La pared exterior 742 puede tener una pluralidad de ranuras 744 que se extienden longitudinalmente a lo largo de su longitud. La pared exterior 742 puede tener una parte superior sólida 746 que es sustancialmente impermeable al líquido 122. Como alternativa, la base sólida 746 puede ser sustituida por una membrana antisecado (no se muestra) como la de la membrana antisecado 736, pero con una forma que tiene una periferia generalmente circular (tal como una forma generalmente circular o abovedada). El cartucho 740 también puede tener una interfaz de entubación 748 diseñada para ser conectada al primer extremo 140 de la entubación 106.

En la configuración mostrada en la Figura 7, el líquido 122 puede fluir a través del cartucho 740 para llegar a la entubación 106 por medio de la interfaz de entubación 748. El flujo del líquido 122 puede ser como el indicado por la flechas 770. El líquido 122 puede fluir desde la cámara de goteo 734, hacia abajo a través de las ranuras 744 del cartucho 740 para llegar a la membrana antisecado 736. El líquido 122 puede entonces pasar a través de la membrana antisecado 736, y al interior del cartucho 740. El líquido 122 puede entonces fluir saliendo del cartucho 740 a través de la interfaz de entubación 748 para llegar al primer extremo 140 de la entubación 106.

En incluso otras realizaciones alternativas, una membrana antisecado puede ser retenida dentro de una unidad de goteo sin necesidad de un cartucho. En tal caso, la membrana antisecado puede ser retenida directamente por diversos rasgos en el interior de la cámara de goteo. Una realización de este tipo se mostrará y describirá en conexión con la Figura 8.

Haciendo referencia a la Figura 8, una vista en sección de alzado delantero ilustra una unidad de goteo 804 según otra realización alternativa. La unidad de goteo 804 puede tener un rasgo de goteo 832 que entrega el líquido 122 al interior de la unidad de goteo 804, por ejemplo, en forma de gotitas. La unidad de goteo 804 puede tener una pared exterior 820 que define generalmente una cámara de goteo 834 para contener el líquido 122. La pared exterior 820 puede tener una parte periférica 822 con una forma generalmente tubular y/o troncocónica, y una interfaz de entubación 824 posicionada en la parte inferior de la parte periférica 822 y unida a la parte periférica 822 por una parte inferior 826.

La cámara de goteo 834 puede contener una membrana antisecado 836 con una forma generalmente tubular, que puede tener una configuración similar a la de la membrana antisecado 500 de las Figuras 5A y 5B y/o la de la membrana antisecado 550 de las Figuras 5C y 5D. La membrana antisecado 836 puede ser retenida directamente por los componentes que definen la cámara de goteo 834. Por ejemplo, la membrana antisecado 836 puede ser retenida en su extremo inferior por la parte inferior 826 de la pared exterior 820, y en su extremo superior por el rasgo de goteo 832. El rasgo de goteo 832 puede tener un retenedor superior de membrana 842 en forma de collarín tubular o algo semejante, que retiene el extremo superior de la membrana antisecado 836. De manera similar, la parte inferior 826 puede tener un retenedor inferior de membrana 844 en forma de un collarín tubular o algo semejante, que retiene el extremo inferior de la membrana antisecado 836.

Si se desea, el retenedor superior de membrana 842 puede ser desviado del eje central de la unidad de goteo 804 como se muestra, de modo que el rasgo de goteo 832 se puede configurar para entregar el líquido 122 próximo al eje central. En realizaciones alternativas (no se muestra), el rasgo de goteo 832 se puede configurar para entregar el líquido 122 en una ubicación desviada del eje central, y el retenedor superior de membrana 842 puede entonces ser alineado con el retenedor inferior de membrana 844, a lo largo del eje central. Como alternativa, el retenedor superior de membrana 842 y el retenedor inferior de membrana 844 pueden estar alineados entre sí, pero ambos pueden estar desplazados del eje central. Tales configuraciones alternativas pueden posicionar la membrana antisecado 836 paralela al eje central de la unidad de goteo 804, en vez de en el ángulo oblicuo ilustrado en la Figura 8.

En cualquiera de esas configuraciones, como en la configuración mostrada en la Figura 8, el líquido 122 puede fluir desde la cámara de goteo 834 a través de la membrana antisecado 836 para llegar al interior de la membrana antisecado 836. Desde el interior de la membrana antisecado 836, el líquido 122 puede fluir hacia abajo y salir de la unidad de goteo 804 por medio de la interfaz de entubación 824. El líquido 122 puede entonces pasar al primer extremo 140 de la entubación 106. Este movimiento del líquido 122 es indicado por la flecha 870 en la Figura 8.

En incluso otras realizaciones alternativas, un cartucho se puede usar de nuevo para retener la membrana antisecado, pero este tipo de cartucho se puede asegurar a un elemento dentro del interior de la cámara de goteo de la unidad de goteo. Un ejemplo de este tipo de configuración se mostrará y describirá en conexión con la Figura 9.

Haciendo referencia a la Figura 9, una vista en sección de alzado delantero ilustra una unidad de goteo 904 según incluso otra realización alternativa. La unidad de goteo 904 puede tener un rasgo de goteo 132 como el de la Figura 1. La unidad de goteo 904 puede tener una pared exterior 920 que define generalmente una cámara de goteo 934 para contener el líquido 122. La pared exterior 920 puede tener una parte periférica 922 con una forma generalmente tubular y/o troncocónica, y una interfaz de entubación 924 posicionada por debajo de la parte periférica 922 y diseñada para ser conectada al primer extremo 140 de la entubación 106. La pared exterior 920 puede tener una parte inferior 926 posicionada para definir un empalme entre la parte periférica 922 y la interfaz de entubación 924. La parte inferior 926 se puede formar para definir un rasgo de retención 928.

La unidad de goteo 904 de la Figura 9 puede contener una membrana antisecado 936 con una forma generalmente tubular, que puede tener una configuración similar a la de la membrana antisecado 500 de las Figuras 5A y 5B y/o la de la membrana antisecado 550 de las Figuras 5C y 5D. La membrana antisecado 936 puede ser retenida en un cartucho 940, que se puede formar por separado de la pared exterior 920 e instalar para reposar sobre la parte inferior 926 de la pared exterior 920. El cartucho 940 puede tener una pared exterior 942 con una pluralidad de ranuras 944 que se extienden longitudinalmente a lo largo de su longitud. La pared exterior 942 puede tener una parte superior sólida 946 que es sustancialmente impermeable al líquido 122. Como alternativa, la parte superior sólida 946 puede ser sustituida por una membrana antisecado (no se muestra) como la de la membrana antisecado 936, pero con una forma que tiene una periferia generalmente circular (tal como una forma generalmente circular o abovedada).

El cartucho 940 también puede tener una parte inferior 948 con un rasgo de retención 950 que se empareja con el rasgo de retención 928 de la parte inferior 926 de la pared exterior 920. En la realización ejemplar de la Figura 9, el rasgo de retención 928 y el rasgo de retención 950 tienen ambas formas troncocónicas que simplemente pueden encajar juntas, permitiendo al cartucho 940 ser alineado de manera retirable en la parte inferior 926 de la pared exterior 920. Si se desea, se pueden usar diversos métodos de conexión, tales como soldadura, soldadura RF, enlace químico, cohesión con adhesivo, aplicación de uno o más sujetadores mecánicos y/o algo semejante para asegurar el cartucho 940 a la parte inferior 926.

En la configuración mostrada en la Figura 9, el líquido 122 puede fluir a través del cartucho 940 para llegar a la entubación 106 por medio de la interfaz de entubación 924. El flujo del líquido 122 puede ser como el indicado por la flechas 970. El líquido 122 puede fluir desde la cámara de goteo 934, a través de la membrana antisecado 936, y al

cartucho 940 a través de las ranuras 944 de la pared exterior 942. Desde el interior del cartucho 940, el líquido 122 puede fluir hacia abajo a la pared exterior 942, y de ahí al primer extremo 140 de la entubación 106.

En incluso otras realizaciones alternativas, una membrana antisecado puede tener una forma no plana que no es una forma tubular. En algunas realizaciones, una membrana antisecado puede tener una forma formada por deformación de la membrana antisecado. Por ejemplo, una membrana antisecado puede inicialmente estar en una configuración plana, pero se puede deformar a través de la aplicación de uno o más procesos de fabricación, para adoptar una forma de cúpula u otra forma no plana. Un ejemplo de este tipo de realización se mostrará y describirá en conexión con las Figuras 10A y 10B.

Haciendo referencia a las Figuras 10A y 10B, vistas de sección en alzado delantero ilustran una unidad de goteo 1004 con una membrana antisecado 1036 según todavía otra realización alternativa, antes y después de dar forma de la membrana antisecado 1036, respectivamente. La unidad de goteo 1004 puede tener un rasgo de goteo 132 como el de la Figura 1. La unidad de goteo 1004 puede tener una pared exterior 1020 que define generalmente una cámara de goteo 1034 para contener el líquido 122. La pared exterior 1020 puede tener una parte periférica 1022 con una forma generalmente tubular y/o troncocónica, y una interfaz de entubación 1024 posicionada por debajo de la parte periférica 1022 y diseñada para ser conectada al primer extremo 140 de la entubación 106. La pared exterior 1020 puede tener una repisa 1026 posicionada para definir un empalme entre la parte periférica 1022 y la interfaz de entubación 1024. Una pluralidad de espaciadores 1042 se pueden posicionar por debajo e interiores a la repisa 1026.

Haciendo referencia específicamente a la Figura 10A, la membrana antisecado 1036 puede tener inicialmente una forma circular, generalmente plana, como se muestra. Se puede usar un proceso de fabricación para aumentar el área de superficie de la membrana antisecado 1036 al estirar la membrana antisecado 1036 desde su forma plana a una forma no plana. La membrana antisecado 1036 se puede deformar opcionalmente in situ al aplicar el proceso de fabricación con la membrana antisecado 1036 en el sitio dentro de la cámara de goteo 1034. A la membrana antisecado 1036 se pueden aplicar diversos procesos, tales como estampación, termoformación y similares para estirla hasta la configuración mostrada en la Figura 10B.

Haciendo referencia ahora a la Figura 10B, la membrana antisecado 1036 se ilustra tras la aplicación del proceso de fabricación para estirla. Como se muestra, la membrana antisecado 1036 puede tener una configuración generalmente abovedada, con un perfil limitado por los espaciadores 1042. Los espaciadores 1042 pueden ayudar a asegurar que la membrana antisecado 1036 está suficientemente desplazada de la interfaz de entubación 1024 adyacente a la membrana antisecado 1036, para permitir al líquido 122 fluir de manera relativamente libre a través de la interfaz de entubación 1024 y asegurar que la gran mayoría del área de superficie de la membrana antisecado 1036 no está ocluida por ninguna parte de la pared exterior 1020.

La membrana antisecado 1036 puede tener poros (no se muestran) como los poros 138 de la membrana antisecado 136 de la Figura 1. Si se desea, la membrana antisecado 1036 puede ser formada inicialmente con poros más pequeños que los que van a existir en la membrana antisecado 1036 en su forma estirada final. Así, en la configuración de la Figura 10A, la membrana antisecado 1036 puede tener poros que son más pequeños que lo deseado. Entonces, conforme el proceso de fabricación se aplica para estirar la membrana antisecado 1036, los poros también pueden estirarse hasta el tamaño deseado. Por tanto, en la Figura 10B, la membrana antisecado 1036 puede tener poros con el tamaño deseado. En particular, tal estiramiento puede estirar los poros hasta una forma diferente a la que estaban formados originalmente. Por ejemplo, poros inicialmente formados con una forma de sección transversal circular pueden ser estirados para que tengan formas elíptica y/u ovalada o se puede aumentar la tortuosidad de la forma de poro.

En algunas realizaciones, una membrana antisecado puede ser estirada, no por un proceso de fabricación, sino por el flujo del líquido 122 a través de la membrana antisecado o el peso de la columna de líquido. Un ejemplo de este tipo de realización se mostrará y describirá en conexión con las Figuras 11A y 11B.

Haciendo referencia a las Figuras 11A y 11B, las vistas en sección de alzado delantero que ilustran una unidad de goteo 1104 según todavía otra realización alternativa, sin flujo de líquido significativo, y con flujo de líquido incidente para cebado o uso del sistema de administración intravenosa, respectivamente. La unidad de goteo 1104 puede tener un rasgo de goteo 132 como el de la Figura 1. La unidad de goteo 1104 puede tener una pared exterior 1120 que define generalmente una cámara de goteo 1134 para contener el líquido 122. La pared exterior 1120 puede tener una parte periférica 1122 con una forma generalmente tubular y/o troncocónica, y una interfaz de entubación 1124 posicionada por debajo de la parte periférica 1122 y diseñada para ser conectada al primer extremo 140 de la entubación 106. La pared exterior 1120 puede tener una repisa 1126 posicionada para definir un empalme entre la parte periférica 1122 y la interfaz de entubación 1124.

Haciendo referencia específicamente a la Figura 11A, la membrana antisecado 1136 tiene inicialmente una forma circular generalmente plana, como se muestra, en ausencia de flujo significativo del líquido 122 a través de la membrana antisecado 1136. La membrana antisecado 1136 puede tener un grosor relativamente bajo que permite a la membrana antisecado 1136 estirarse de manera relativamente fácil en respuesta a la aplicación de un gradiente de presión a través de la membrana antisecado 1136. Este tipo de gradiente de presión existirá cuando el líquido 122 comience a fluir a través de la membrana antisecado 1136. Por tanto, cuando el líquido 122 fluye, como durante el cebado del sistema de administración intravenosa 100 y/o el uso del sistema de administración intravenosa 100 para

entregar el líquido 122 al paciente, la membrana antisecado 1136 puede estirarse y expandirse en la cavidad definida dentro de la interfaz de entubación 1124, que puede ser dimensionada para acomodar la membrana antisecado 1136. Si se desea, opcionalmente se pueden usar espaciadores (no se muestra) como el espaciador 1042 de las Figuras 10A y 10B.

- 5 Haciendo referencia ahora a la Figura 11B, la membrana antisecado 1136 se ilustra durante flujo significativo del líquido 122 a través de la membrana antisecado 1136. Como se muestra, la membrana antisecado 1136 puede tener una configuración generalmente abovedada. La deformación de la membrana antisecado 1136 puede ser extrema. En algunas realizaciones, el material y la geometría de la membrana antisecado 1136 se pueden seleccionar de manera que la deformación de la membrana antisecado 1136 permanece dentro de los límites elásticos del material del que se forma la membrana antisecado 1136. Como alternativa, la membrana antisecado 1136 se puede hacer de manera que ocurra deformación plástica durante el flujo del líquido 122 a través de la membrana antisecado 1136.

- 10 La membrana antisecado 1136 puede tener poros (no se muestran) como los poros 138 de la membrana antisecado 136 de la Figura 1. Si se desea, la membrana antisecado 1136 puede tener, en la configuración generalmente no estirada de la Figura 11A, poros más pequeños que los que existen en la membrana antisecado 1136 durante el flujo del líquido 122 a través de la membrana antisecado 1136. Una vez el líquido 122 ha dejado de fluir a través de la membrana antisecado 1136, todavía puede existir algún gradiente de presión. Así, la membrana antisecado 1136 puede permanecer en la configuración de la Figura 11B, o en una configuración entre las de las Figuras 11A y 11B, reflejando la existencia de un gradiente de presión reducido. Los poros de la membrana antisecado 1136 se pueden dimensionar de manera que los poros se estiran al tamaño necesario para subir el punto de burbuja de la membrana antisecado 1136 al nivel necesario para restringir el flujo de aire a la columna del líquido 122 por debajo de la membrana antisecado 1136 cuando el líquido 122 ya no está fluyendo, pero todavía existe algún gradiente de presión.

El alcance de la invención es indicado, por lo tanto, por las reivindicaciones anexas, en lugar de por la descripción precedente.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de administración intravenosa que comprende:

una unidad de goteo (604) que tiene una pared exterior (620) y que contiene un líquido (122), la pared exterior (620) tiene una repisa (626), en donde la repisa se posiciona entre una parte periférica (622) de la pared exterior (620) y una interfaz de entubación (624) posicionada por debajo de la parte periférica (622), la unidad de goteo (604) comprende:

un cartucho (640) dispuesto sobre la repisa (626), el cartucho (640) tiene una pared exterior (642) y una pared interior (652), la pared exterior (642) tiene una primera pluralidad de ranuras longitudinales (644), la pared interior (652) tiene una segunda pluralidad de ranuras longitudinales (654); y

una membrana antisecado (636) que tiene una forma generalmente tubular retenida en el cartucho (640), la membrana antisecado (636) posicionada de manera que el líquido, que fluye a través de la segunda pluralidad de ranuras (654) de la pared interior (652), pasa a través la membrana antisecado y luego a través de la primera pluralidad de ranuras (644) de la pared exterior (642), en donde la membrana antisecado comprende una pluralidad de poros a través de los que fluye el líquido, en donde la membrana antisecado se forma de un material hidrófilo configurado para resistir el paso de aire a través de los poros.

2. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 1, que comprende además un componente de subida de punto de burbuja configurado para subir un punto de burbuja de la membrana antisecado (636), en donde la membrana antisecado (636) se forma de un material de membrana que tiene una energía superficial de membrana, en donde el componente de subida de punto de burbuja comprende un recubrimiento aplicado a la membrana antisecado (636), en donde el recubrimiento se forma de un material de recubrimiento que comprende una energía superficial de recubrimiento más alta que la energía superficial de membrana.

3. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 1, que comprende además un componente de subida de punto de burbuja configurado para subir un punto de burbuja de la membrana antisecado (636), en donde la membrana antisecado (636) se forma principalmente de un material de membrana que tiene una energía superficial de membrana, en donde el componente de subida de punto de burbuja comprende un aditivo añadido al material de membrana antes de la formación de la membrana antisecado, en donde el aditivo se forma de un material de aditivo que comprende una energía superficial de aditivo más alta que la energía superficial de membrana.

4. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 1, que comprende además un componente de subida de punto de burbuja configurado para subir un punto de burbuja de la membrana antisecado (636), en donde la membrana antisecado (636) comprende un acabado superficial rugoso que aumenta la humectabilidad de la membrana antisecado (636).

5. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 1, que comprende además un componente de subida de punto de burbuja configurado para subir un punto de burbuja de la membrana antisecado (636), en donde el componente de subida de punto de burbuja comprende una unidad de enfriamiento de líquido que enfría el líquido antes de que el líquido contacte en la membrana antisecado (636) para subir el punto de burbuja de la membrana antisecado (636).

6. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 1, en donde, durante el flujo del líquido a través de la membrana antisecado hacia una entubación (106) acoplada a la unidad de goteo (604) en la interfaz de entubación (624), la membrana antisecado (636) comprende una forma no plana.

7. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 6, en donde la forma no plana comprende una forma abovedada.

8. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 6, en donde la forma no plana comprende al menos un pliegue que define un ángulo entre dos superficies adyacentes de la membrana antisecado.

9. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 6, en donde la forma no plana comprende una forma generalmente tubular.

10. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 6, en donde la membrana antisecado (636) comprende un material de membrana que ha sido deformado plásticamente por aplicación de un proceso de fabricación configurado para estirar la membrana antisecado (636) hasta la forma no plana.

11. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 6, en donde, durante una condición en la que el líquido no está fluyendo a través de la membrana antisecado (636) en cualquier dirección particular, la membrana antisecado (636) está en una primera configuración en la que la membrana antisecado (636) tiene una primera área de superficie; en donde, durante el flujo del líquido a través de la membrana antisecado (636) hacia la entubación o cuando se soporta una columna de fluido, la membrana antisecado (636) está en una segunda configuración en la que la membrana antisecado (636) que comprende la forma no plana tiene una segunda área de superficie significativamente más grande que la primera área de superficie.

12. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 6, en donde el tamaño de poro efectivo es menos de 3 micrómetros.

13. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 12, en donde la membrana antisecado (636) comprende un grosor de menos de 90 micrómetros.

- 5 14. El sistema de administración intravenosa de la reivindicación 1, que comprende además una entubación (106), en donde la membrana antisecado se posiciona dentro de la cámara de goteo de manera que el líquido pasa a través la membrana antisecado antes de pasar a la interfaz de entubación.

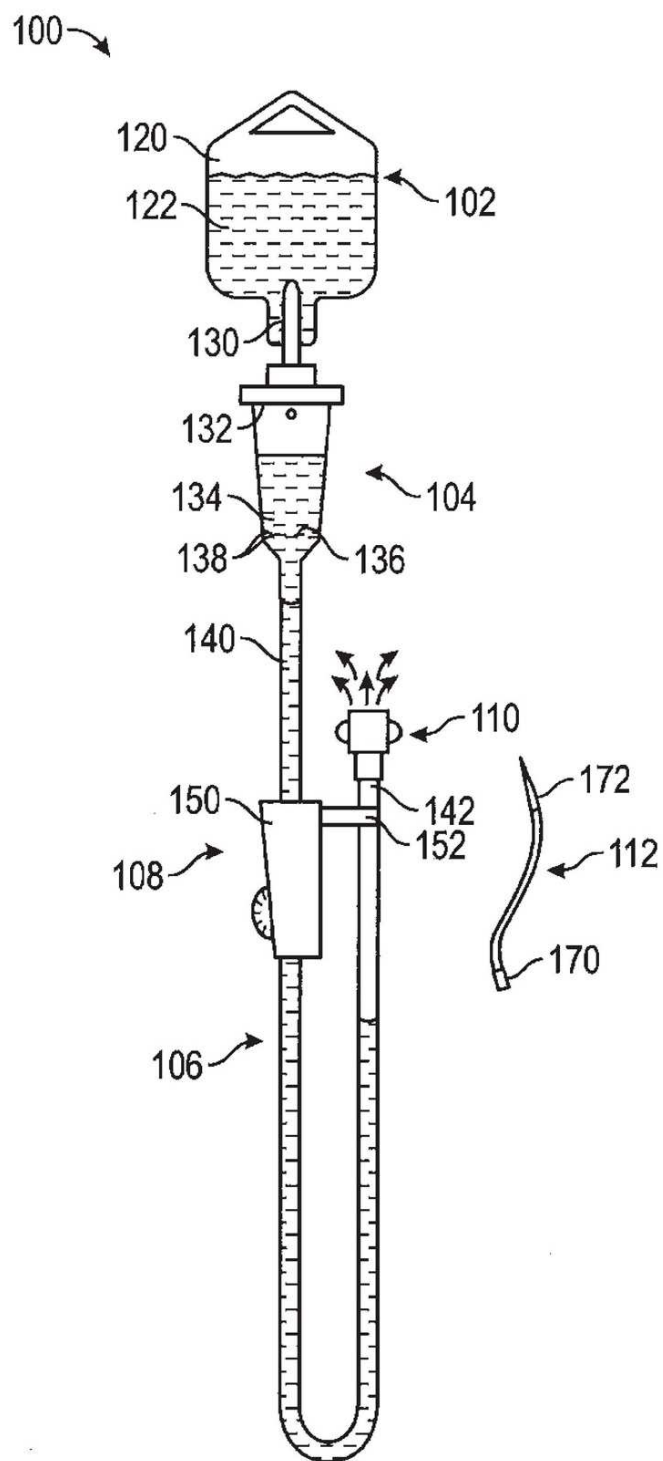


FIG. 1

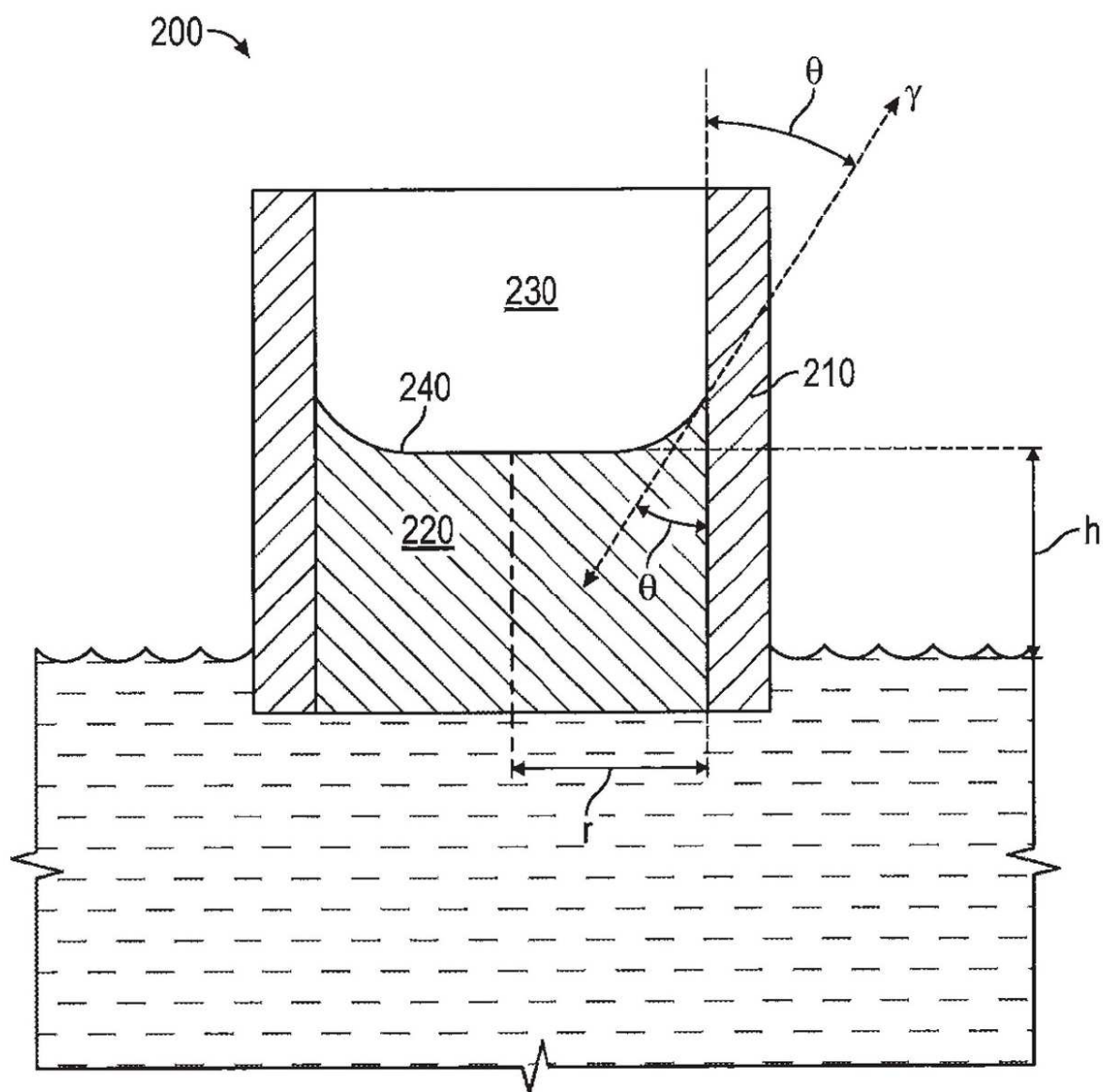


FIG. 2

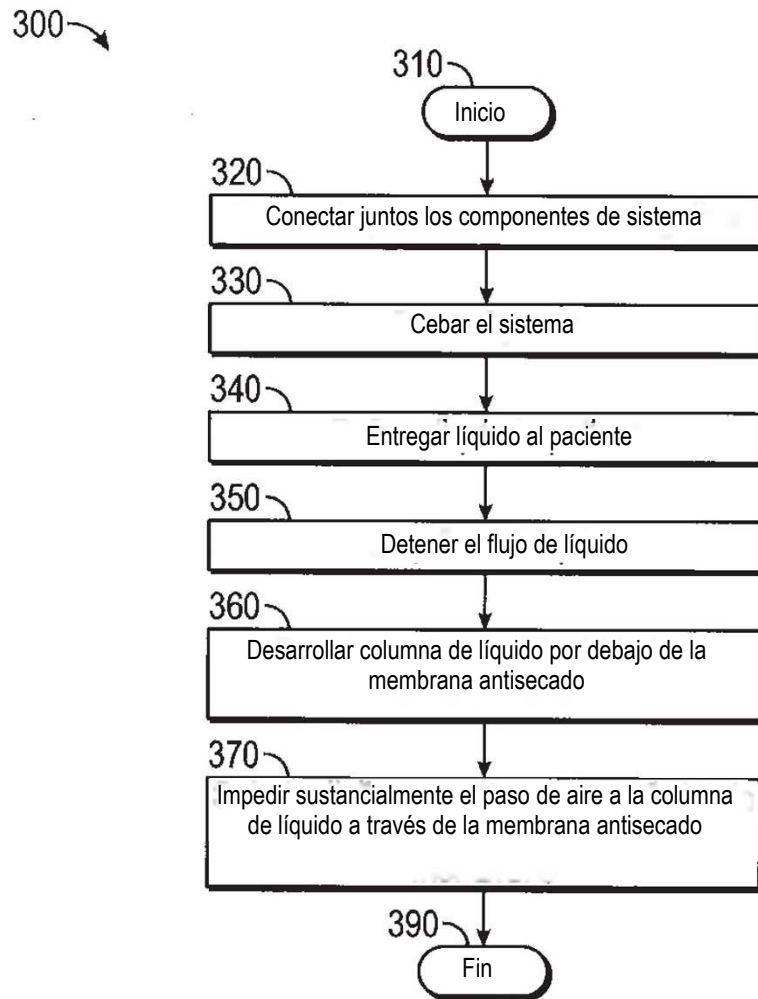


FIG. 3

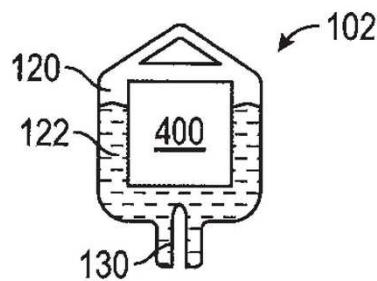


FIG. 4

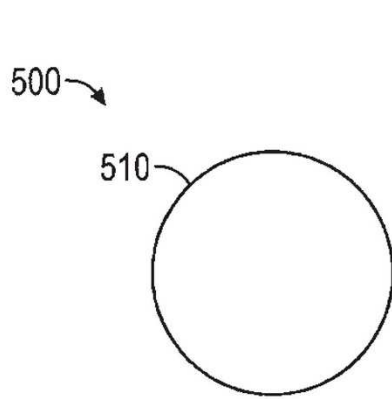


FIG. 5A

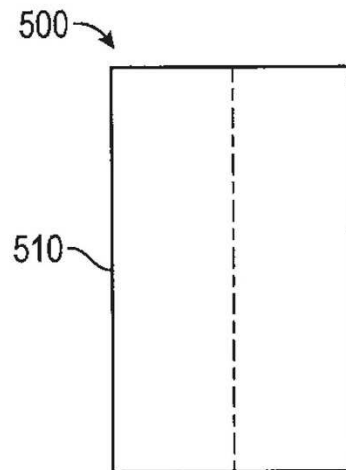


FIG. 5B

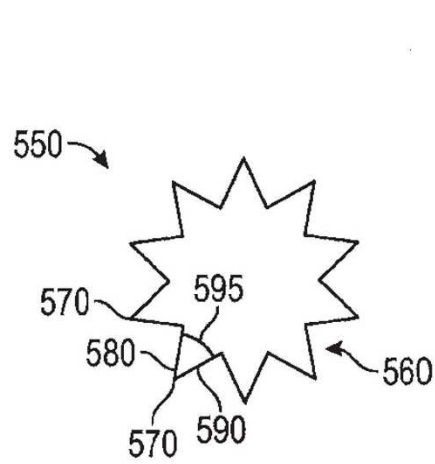


FIG. 5C

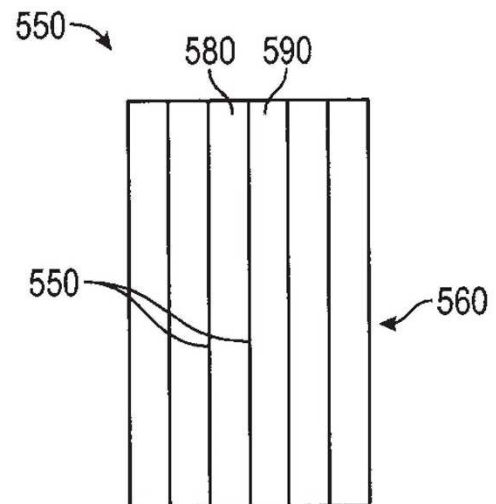


FIG. 5D

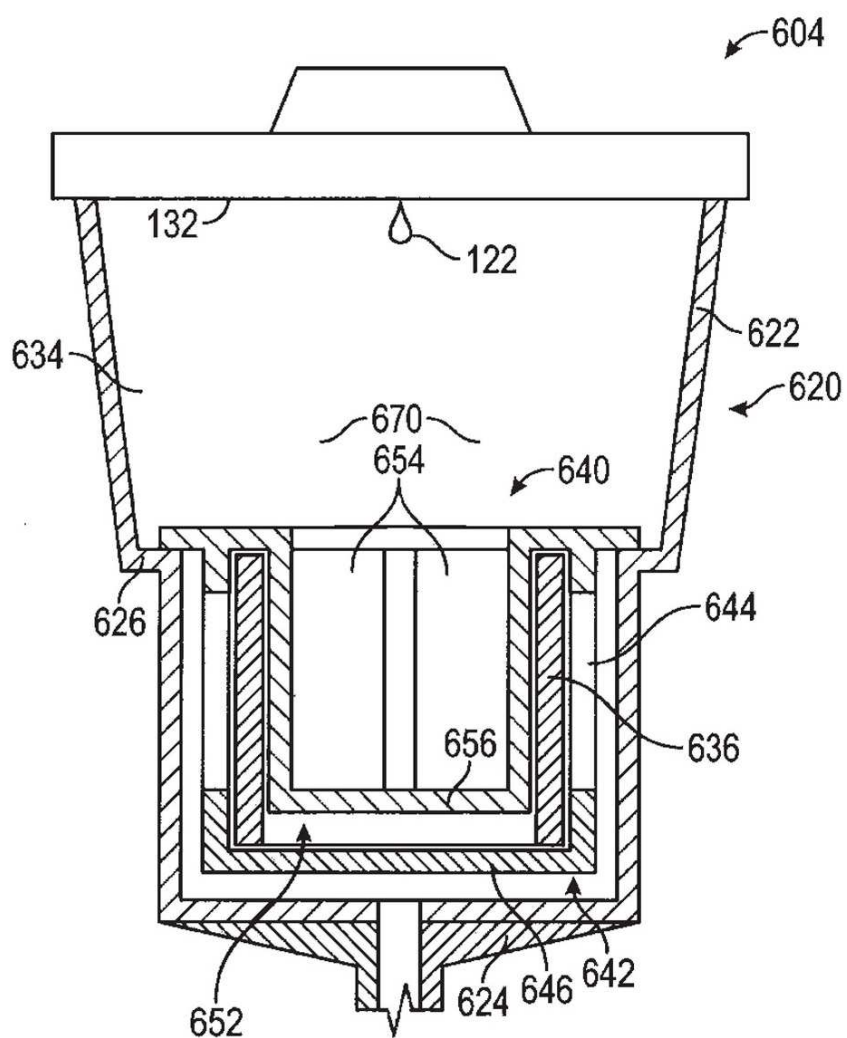


FIG. 6

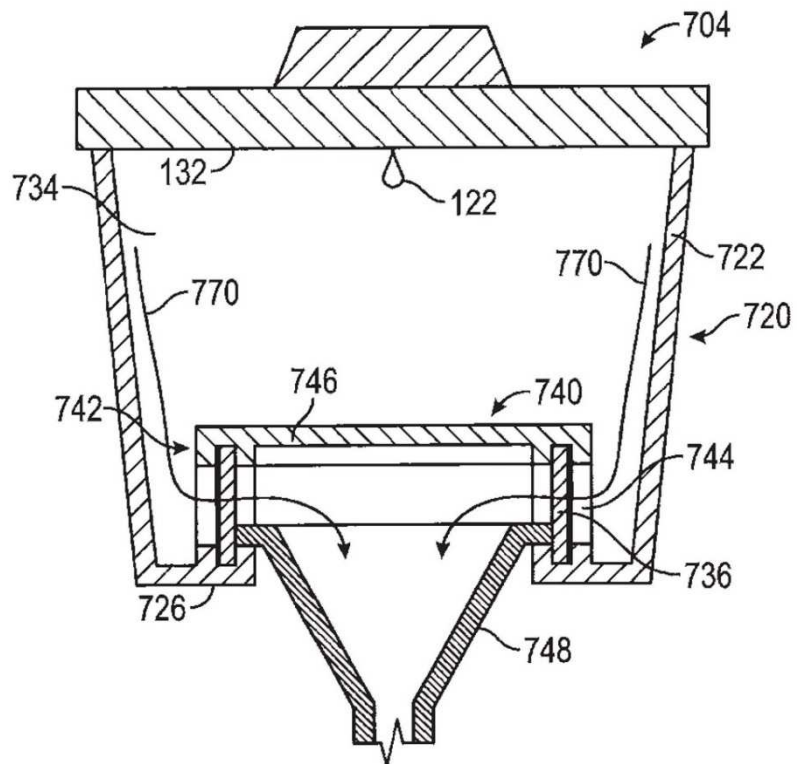


FIG. 7

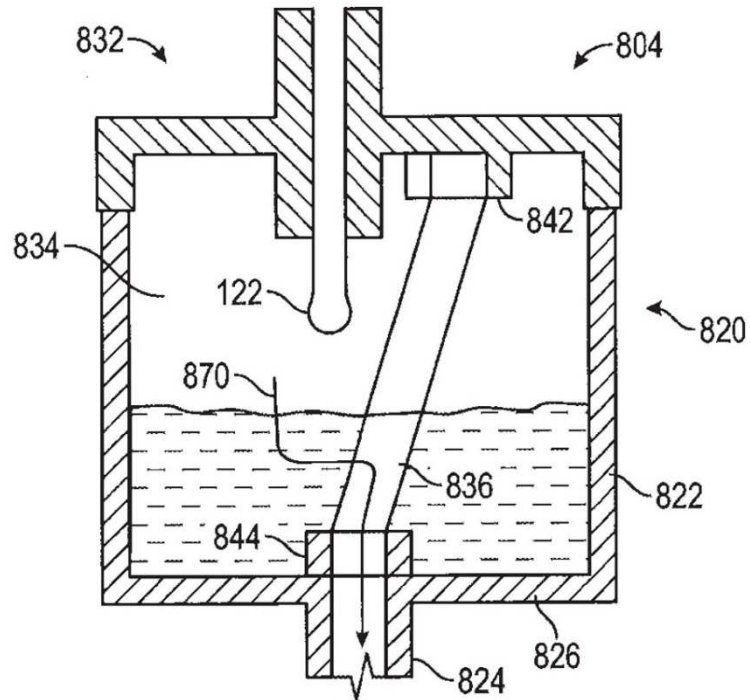


FIG. 8

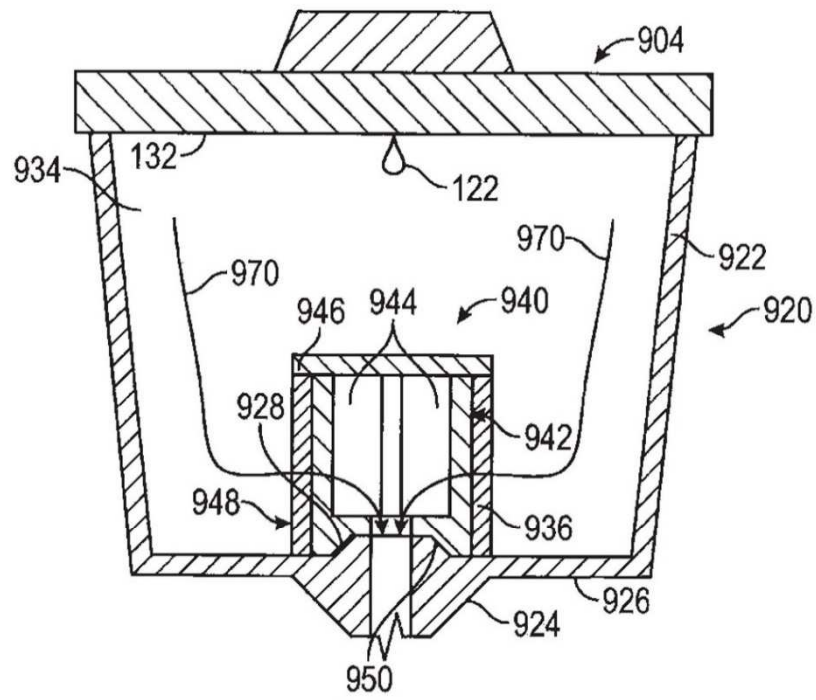


FIG. 9

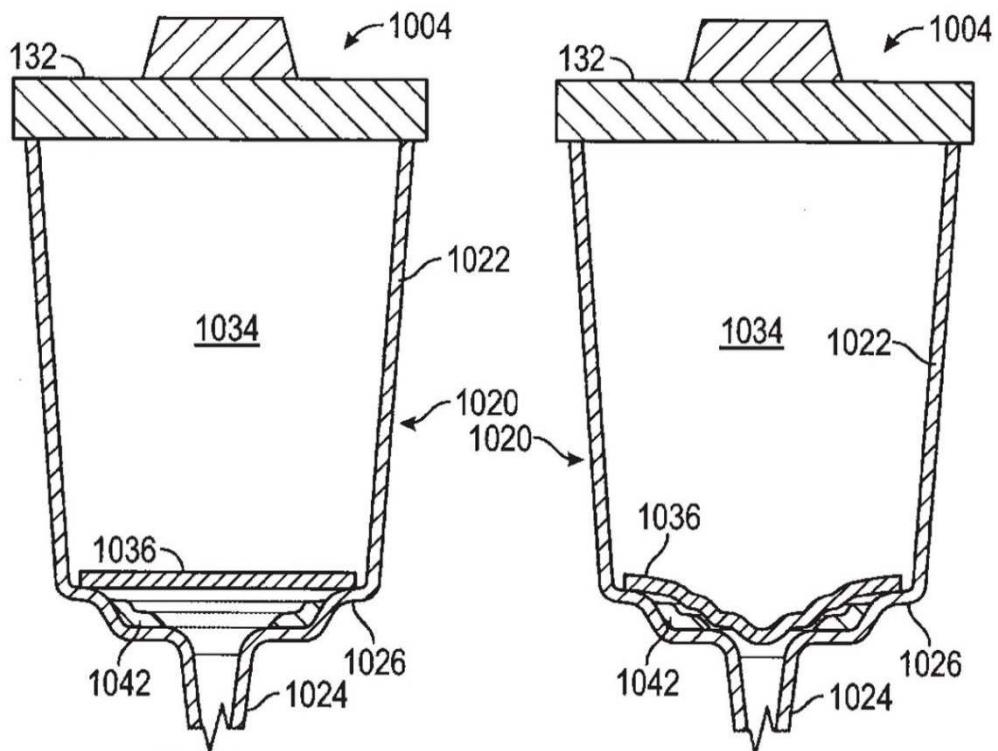


FIG. 10A

FIG. 10B

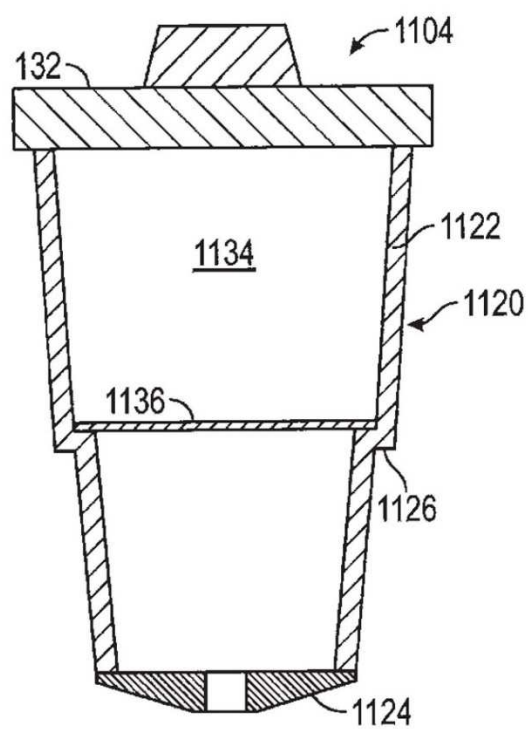


FIG. 11A

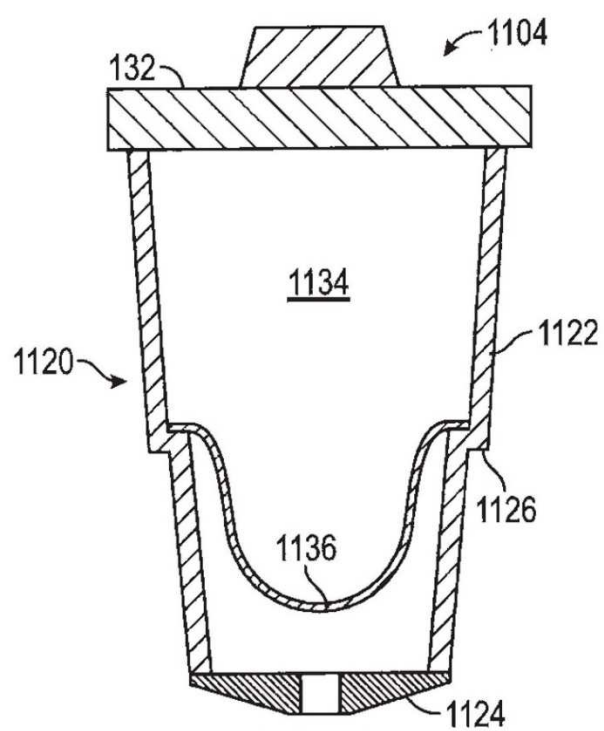


FIG. 11B