

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 261**

51 Int. Cl.:

**A61M 16/00** (2006.01)  
**A61M 15/00** (2006.01)  
**A61M 16/20** (2006.01)  
**A63B 23/18** (2006.01)  
**A63B 21/00** (2006.01)  
**A61M 16/08** (2006.01)  
**A63B 71/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2012 E 18170142 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3415189**

54 Título: **Dispositivo de presión espiratoria positiva**

30 Prioridad:

**06.06.2011 US 201161493816 P**  
**09.09.2011 US 201161532951 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.09.2023**

73 Titular/es:

**TRUDELL MEDICAL INTERNATIONAL (100.0%)**  
**725 Baransway Drive**  
**London, Ontario N5V 5G4, CA**

72 Inventor/es:

**MEYER, ADAM y**  
**ENGELBRETH, DAN**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI, Peter**

ES 2 949 261 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

Dispositivo de presión espiratoria positiva

**Campo técnico**

La presente divulgación se refiere a un dispositivo de tratamiento respiratorio, y en particular, a un dispositivo de presión espiratoria positiva oscilante (*Oscillating Positive Expiratory Pressure*, "OPEP").

**Antecedentes**

- 5 Cada día, los seres humanos pueden producir más de 30 mililitros de esputo, que es un tipo de secreción bronquial. Normalmente, una tos productiva es suficiente para aflojar secreciones y extraerlas de las vías respiratorias del cuerpo. Sin embargo, para individuos que padecen de obstrucciones bronquiales más significativas, tales como vías respiratorias colapsadas, una simple tos puede ser insuficiente para eliminar las obstrucciones.
- 10 La terapia de OPEP representa una técnica de higiene bronquial eficaz para la extracción de secreciones bronquiales en el cuerpo humano y es un aspecto importante en el tratamiento y el cuidado continuo de pacientes con obstrucciones bronquiales, tales como aquellos que padecen una enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Se cree que la terapia de OPEP, o la oscilación de la presión de exhalación en la boca durante la exhalación, transmite eficazmente una contrapresión oscilante a los pulmones, abriendo de ese modo las vías respiratorias obstruidas y aflojando las secreciones que contribuyen a obstrucciones bronquiales.
- 15 La terapia de OPEP es una forma atractiva de tratamiento puesto que puede enseñarse fácilmente a la mayoría de pacientes, y tales pacientes pueden asumir la responsabilidad para la administración de la terapia de OPEP durante toda la hospitalización y también desde casa. Para ese fin, se han desarrollado varios dispositivos de OPEP portátiles.
- 20 El documento US 2006 / 090 753 A11 se refiere a un dispositivo de terapia respiratoria de presión espiratoria positiva oscilatoria, multiuso, manual y para un solo paciente, que se monta y desmonta fácilmente para su limpieza, y que no depende de la posición durante la terapia, sino que puede hacerse funcionar a través de una amplia variedad de orientación de dispositivo.
- 25 El documento US 2010 / 101 573 A1 se refiere a un aparato de presión espiratoria positiva oscilante que tiene un alojamiento que define una cámara, una entrada de cámara, una salida de cámara, un elemento de restricción deformable situado en una trayectoria de flujo de exhalación entre la entrada de cámara y la salida de cámara, y un elemento de oscilación dispuesto dentro de la cámara. El elemento de restricción deformable y el elemento de oscilación pueden moverse entre una posición enganchada, en la que el elemento de oscilación está en contacto con el elemento de restricción deformable, y una posición desenganchada, en la que el elemento de oscilación no está en contacto con el elemento de restricción deformable. El elemento de restricción deformable y el elemento de oscilación se mueven desde la posición enganchada hasta la desenganchada en respuesta a una primera presión de exhalación en la entrada de cámara, y se mueven desde la posición desenganchada hasta una posición enganchada en respuesta a una segunda presión de exhalación en la entrada de cámara.
- 30 El documento US 7 004 162 B1 se refiere a una mascarilla proporcionada para la inhalación de un medicamento, tal como un medicamento contra el asma. La mascarilla está moldeada de un material de plástico o caucho elástico y tiene una abertura pasante central e incluye una parte frontal abierta adaptada para recibir una cámara de conversión en aerosol que recibe el medicamento de un inhalador dosificador. Una pared lateral se expande hacia fuera desde la parte frontal abierta y está adaptada para ajustarse herméticamente en una cara que cubre la boca y la nariz. La pared lateral está dotada de una extensión para albergar la nariz. En la mascarilla está prevista una válvula de exhalación de una vía, preferiblemente en el extremo alejado de la extensión para albergar la nariz para transportar el aire exhalado hacia el exterior e impedir la entrada de aire exterior a su través al interior de dicha mascarilla.
- 35 El documento US 2005 / 016 533 A1 se refiere a sistemas y métodos proporcionados para la conversión en aerosol de una formulación farmacéutica. Según un método, se impide que los gases respiratorios fluyan hacia los pulmones cuando se intenta inhalar. Entonces, se permite bruscamente que los gases respiratorios fluyan hacia los pulmones. El flujo de gases respiratorios puede usarse entonces para extraer una formulación farmacéutica de un receptáculo y para colocar la formulación farmacéutica dentro del flujo de gases respiratorios para formar un aerosol.
- 40 El documento US 6 848 443 B2 se refiere a un aparato y a un método para realizar terapia de presión positiva (PP) sola o en combinación con un aparato de administración de aerosol. El aparato de presión positiva incluye una válvula de presión positiva que tiene una ventana respiratoria variable de manera continua. La válvula de PP puede asociarse con una interfaz de sistema respiratorio del paciente solo, tal como, pero sin limitarse a, una mascarilla o boquilla, o en combinación con un aparato de administración de aerosol.
- 45
- 50

**Breve resumen**

Con el fin de proporcionar un medio eficaz para administrar terapia de OPEP, se da a conocer un dispositivo de OPEP para administrar terapia de OPEP. Según la invención, un dispositivo de OPEP comprende un alojamiento que encierra al menos una cámara, una entrada de cámara configurada para recibir aire exhalado al interior de la al menos una cámara, una primera salida de cámara y una segunda salida de cámara configuradas para permitir que salga aire exhalado de la al menos una cámara, y una trayectoria de flujo de exhalación definida entre la entrada de cámara y la primera salida de cámara. Un elemento de restricción está situado en la trayectoria de flujo de exhalación, pudiendo moverse el elemento de restricción en respuesta a un flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación entre una posición cerrada, donde se restringe el flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación a través de la entrada de cámara y el flujo de aire exhalado se dirige hacia la primera salida de cámara, y una posición abierta, donde se restringe menos el flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación a través de la entrada de cámara y el flujo de aire exhalado se dirige hacia la segunda salida de cámara. Una embocadura variable está situada en la trayectoria de flujo de exhalación de manera que la trayectoria de flujo de exhalación pasa a través de un orificio de la embocadura variable. Un álabe está situado adyacente al orificio, pudiendo estar conectado operativamente el álabe al elemento de restricción y estando configurado para mover el elemento de restricción entre la posición cerrada y la posición abierta en respuesta a una presión aumentada adyacente al álabe, en el que el tamaño del orificio está configurado para aumentar en respuesta al flujo de aire exhalado a través del orificio.

**Breve descripción de los dibujos**

- La figura 1 es una vista en perspectiva frontal de un dispositivo de OPEP;
- la figura 2 es una vista en perspectiva posterior del dispositivo de OPEP de la figura 1;
- la figura 3 es una vista en perspectiva en sección transversal tomada a lo largo de la línea III en la figura 1 del dispositivo de OPEP mostrado sin los componentes internos del dispositivo de OPEP;
- la figura 4 es una vista en despiece ordenado del dispositivo de OPEP de la figura 1, mostrado con los componentes internos del dispositivo de OPEP;
- la figura 5 es una vista en perspectiva en sección transversal tomada a lo largo de la línea III en la figura 1 del dispositivo de OPEP mostrado con los componentes internos del dispositivo de OPEP;
- la figura 6 es una vista en perspectiva en sección transversal diferente tomada a lo largo de la línea VI en la figura 1 del dispositivo de OPEP mostrado con los componentes internos del dispositivo de OPEP;
- la figura 7 es una vista en perspectiva en sección transversal diferente tomada a lo largo de la línea VII en la figura 1 del dispositivo de OPEP mostrado con los componentes internos del dispositivo de OPEP;
- la figura 8 es una vista en perspectiva frontal de un elemento de restricción conectado operativamente a un álabe;
- la figura 9 es una vista en perspectiva posterior del elemento de restricción conectado operativamente al álabe mostrado en la figura 8;
- la figura 10 es una vista frontal del elemento de restricción conectado operativamente al álabe mostrado en la figura 8;
- la figura 11 es una vista desde arriba del elemento de restricción conectado operativamente al álabe mostrado en la figura 8;
- la figura 12 es una vista en perspectiva frontal de una embocadura variable mostrada sin el flujo de aire exhalado a través de la misma;
- la figura 13 es una vista en perspectiva posterior de la embocadura variable de la figura 12 mostrada sin el flujo de aire exhalado a través de la misma;
- la figura 14 es una vista en perspectiva frontal de la embocadura variable de la figura 12 mostrada con un alto flujo de aire exhalado a través de la misma;
- las figuras 15A-C son vistas imaginarias desde arriba del dispositivo de OPEP de la figura 1 que muestran una ilustración a modo de ejemplo del funcionamiento del dispositivo de OPEP de la figura 1;
- la figura 16 es una vista en perspectiva frontal de una realización diferente de una embocadura variable mostrada sin el flujo de aire exhalado a través de la misma;
- la figura 17 es una vista en perspectiva posterior de la embocadura variable de la figura 16 mostrada sin el flujo de aire exhalado a través de la misma;
- la figura 18 es una vista en perspectiva frontal de una segunda realización de un dispositivo de OPEP;

- la figura 19 es una vista en perspectiva posterior del dispositivo de OPEP de la figura 18;
- la figura 20 es una vista en despiece ordenado del dispositivo de OPEP de la figura 18, mostrado con los componentes internos del dispositivo de OPEP;
- 5 la figura 21 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 18 del dispositivo de OPEP, mostrado con los componentes internos del dispositivo de OPEP;
- la figura 22 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II en la figura 18 del dispositivo de OPEP, mostrado con los componentes internos del dispositivo de OPEP;
- la figura 23 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea III en la figura 18 del dispositivo de OPEP, mostrado con los componentes internos del dispositivo de OPEP;
- 10 la figura 24 es una vista en perspectiva frontal de un mecanismo de ajuste del dispositivo de OPEP de la figura 18;
- la figura 25 es una vista en perspectiva posterior del mecanismo de ajuste de la figura 24;
- la figura 26 es una vista en perspectiva frontal de un elemento de restricción conectado operativamente a un álabe para su uso en el dispositivo de OPEP de la figura 18;
- 15 la figura 27 es una vista en perspectiva frontal del mecanismo de ajuste de la figura 24 ensamblado con el elemento de restricción y el álabe de la figura 26;
- la figura 28 es una vista en sección transversal parcial del conjunto de la figura 27 dentro del dispositivo de OPEP de la figura 18;
- las figuras 29A-B son vistas en sección transversal parciales que ilustran la instalación del conjunto de la figura 27 dentro del dispositivo de OPEP de la figura 18;
- 20 la figura 30 es una vista frontal del dispositivo de OPEP de la figura 18 que ilustra un aspecto de la capacidad de ajuste del dispositivo de OPEP;
- la figura 31 es una vista en sección transversal parcial del conjunto de la figura 27 dentro del dispositivo de OPEP de la figura 18;
- 25 las figuras 32A-B son vistas en sección transversal parciales tomadas a lo largo de la línea III en la figura 18 del dispositivo de OPEP, que ilustra posibles configuraciones del dispositivo de OPEP;
- las figuras 33A-B son vistas imaginarias desde arriba que ilustran la capacidad de ajuste del dispositivo de OPEP de la figura 18;
- las figuras 34A-B son vistas imaginarias desde arriba del dispositivo de OPEP de la figura 18, que ilustran la capacidad de ajuste del dispositivo de OPEP;
- 30 la figura 35 es una vista en perspectiva frontal de una tercera realización de un dispositivo de OPEP;
- la figura 36 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 35 del dispositivo de OPEP;
- la figura 37 es una vista en perspectiva frontal de un mecanismo de ajuste del dispositivo de OPEP de la figura 35 ensamblado con un elemento de restricción y un álabe;
- 35 la figura 38 es una vista en perspectiva posterior del conjunto de la figura 37;
- la figura 39 es una vista en perspectiva frontal de una cuarta realización de un dispositivo de OPEP;
- la figura 40 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 39 del dispositivo de OPEP;
- 40 las figuras 41A-B son vistas imaginarias desde arriba del dispositivo de OPEP de la figura 39, que ilustran la capacidad de ajuste del dispositivo de OPEP;
- la figura 42 es una vista en perspectiva frontal de una realización alternativa del dispositivo de OPEP de la figura 1;
- la figura 43 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 42 del dispositivo de OPEP;
- la figura 44 es una vista en perspectiva frontal de otra realización alternativa del dispositivo de OPEP de la figura 1;
- 45 la figura 45 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 44 del dispositivo de

OPEP;

la figura 46 es una vista en perspectiva frontal de aún otra realización alternativa del dispositivo de OPEP de la figura 1;

5 la figura 47 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 46 del dispositivo de OPEP;

la figura 48 es una vista en perspectiva frontal de otra realización de un dispositivo de OPEP;

la figura 49 es una vista en perspectiva posterior del dispositivo de OPEP de la figura 48;

la figura 50 es una vista en perspectiva de la parte inferior del dispositivo de OPEP de la figura 48;

la figura 51 es una vista en despiece ordenado del dispositivo de OPEP de la figura 48;

10 la figura 52 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 48, mostrada sin los componentes internos del dispositivo de OPEP;

la figura 53 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 48, mostrada con los componentes internos del dispositivo de OPEP;

la figura 54 es una vista en perspectiva frontal de una carcasa interior del dispositivo de OPEP de la figura 48;

15 la figura 55 es una vista en sección transversal de la carcasa interior tomada a lo largo de la línea I en la figura 54;

la figura 56 es una vista en perspectiva de un álabe del dispositivo de OPEP de la figura 48;

la figura 57 es una vista en perspectiva frontal de un elemento de restricción del dispositivo de OPEP de la figura 48;

la figura 58 es una vista en perspectiva posterior del elemento de restricción de la figura 57;

la figura 59 es una vista frontal del elemento de restricción de la figura 57;

20 la figura 60 es una vista en perspectiva frontal de un mecanismo de ajuste del dispositivo de OPEP de la figura 48;

la figura 61 es una vista en perspectiva posterior del mecanismo de ajuste de la figura 60;

la figura 62 es una vista en perspectiva frontal del mecanismo de ajuste de las figuras 60-61 ensamblado con el elemento de restricción de las figuras 57-59 y el álabe de la figura 56;

la figura 63 es una vista en perspectiva frontal de una embocadura variable del dispositivo de OPEP de la figura 48;

25 la figura 64 es una vista en perspectiva posterior de la embocadura variable de la figura 63;

la figura 65 es una vista en perspectiva frontal de la válvula unidireccional del dispositivo de OPEP de la figura 48;

la figura 66 es una vista en perspectiva de otra realización de un dispositivo de tratamiento respiratorio;

la figura 67 es una vista en despiece ordenado del dispositivo de tratamiento respiratorio de la figura 66;

30 la figura 68 es una vista en perspectiva en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 66 del dispositivo de tratamiento respiratorio mostrado con los componentes internos del dispositivo;

la figura 69 es una vista en perspectiva en sección transversal tomada a lo largo de la línea II en la figura 66 del dispositivo de tratamiento respiratorio mostrado con los componentes internos del dispositivo;

35 la figura 70 es una vista en perspectiva en sección transversal diferente tomada a lo largo de la línea I en la figura 66 del dispositivo de tratamiento respiratorio, que muestra una parte de una trayectoria de flujo de exhalación a modo de ejemplo;

la figura 71 es una vista en perspectiva en sección transversal diferente tomada a lo largo de la línea II en la figura 66, que muestra una parte de una trayectoria de flujo de exhalación a modo de ejemplo;

la figura 72 es otra vista en perspectiva en sección transversal tomada a lo largo de la línea I en la figura 66, que muestra una parte de una trayectoria de flujo de inhalación a modo de ejemplo;

40 la figura 73 es otra vista en perspectiva en sección transversal tomada a lo largo de la línea II en la figura 66, que muestra una parte de una trayectoria de flujo de inhalación a modo de ejemplo; y,

la figura 74 es una vista en perspectiva frontal del dispositivo de OPEP de la figura 48, conectado con un dispositivo

de administración de aerosol a modo de ejemplo en forma de un nebulizador.

### Descripción detallada

La terapia de OPEP es eficaz dentro de un intervalo de condiciones de funcionamiento. Por ejemplo, un ser humano adulto puede tener una velocidad de flujo de exhalación que oscila entre 10 y 60 litros por minuto, y puede mantener una presión de exhalación estática en el intervalo de 8 a 18 cm de H<sub>2</sub>O. Dentro de estos parámetros, se cree que la terapia de OPEP es más eficaz cuando los cambios en la presión de exhalación (es decir, la amplitud) oscilan entre 5 y 20 cm de H<sub>2</sub>O, oscilando a una frecuencia de 10 a 40 Hz. En cambio, un adolescente puede tener una velocidad de flujo de exhalación mucho menor, y puede mantener una presión de exhalación estática menor, alterando de ese modo las condiciones de funcionamiento más eficaces para la administración de la terapia de OPEP. Asimismo, las condiciones de funcionamiento ideales para alguien que padezca una enfermedad respiratoria, o en cambio, para un atleta sano, pueden ser diferentes de las de un adulto medio. Tal como se describe a continuación, los componentes de los dispositivos de OPEP dados a conocer pueden seleccionarse y/o ajustarse de modo que pueden identificarse y mantenerse las condiciones de funcionamiento ideales (por ejemplo, amplitud y frecuencia de presión oscilante). Cada una de las diversas realizaciones descritas en el presente documento logra intervalos de frecuencia y amplitud que se encuentran dentro de los intervalos deseados expuestos anteriormente. Cada una de las diversas realizaciones descritas en el presente documento también puede configurarse para lograr frecuencias y amplitudes que se excluyen de los intervalos expuestos anteriormente.

### PRIMERA REALIZACIÓN

En referencia en primer lugar a las figuras 1-4, se muestran una vista en perspectiva frontal, una vista en perspectiva posterior, una vista en perspectiva frontal en sección transversal y una vista en despiece ordenado de un dispositivo de OPEP 100. Para fines de ilustración, en la figura 3 se omiten los componentes internos del dispositivo de OPEP 100. El dispositivo de OPEP 100 comprende generalmente un alojamiento 102, una entrada de cámara 104, una primera salida de cámara 106, una segunda salida de cámara 108 (observados mejor en las figuras 2 y 7), y una boquilla 109 en comunicación de fluido con la entrada de cámara 104. Aunque la boquilla 109 se muestra en las figuras 1-4 formada de manera solidaria con el alojamiento 102, se prevé que la boquilla 109 puede extraerse y reemplazarse por una boquilla 109 de un tamaño o forma diferente, según se requiera para mantener condiciones de funcionamiento ideales. En general, el alojamiento 102 y la boquilla 109 pueden estar contruidos de cualquier material duradero, tal como un polímero. Un material de este tipo es polipropileno. Alternativamente, puede usarse acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS).

Alternativamente, otras interfaces o interfaces adicionales, tales como tubos de respiración o máscaras antigás (no mostradas) pueden unirse en comunicación de fluido con la boquilla 109 y/o asociarse con el alojamiento 102. Por ejemplo, el alojamiento 102 puede incluir un acceso de inhalación (no mostrado) que tiene una válvula de inhalación unidireccional independiente (no mostrada) en comunicación de fluido con la boquilla 109 para permitir que un usuario del dispositivo de OPEP 100 tanto inhale el aire circundante a través de la válvula unidireccional, como exhale a través de la entrada de cámara 104 sin retirar la boquilla 109 del dispositivo de OPEP 100 entre periodos de inhalación y exhalación. Además, puede conectarse cualquier número de dispositivos de administración de aerosol al dispositivo de OPEP 100, por ejemplo, a través del acceso de inhalación mencionado anteriormente, para la administración simultánea de terapias de OPEP y aerosol. Como tal, el acceso de inhalación puede incluir, por ejemplo, un adaptador elastomérico, u otro adaptador flexible, que puede albergar las diferentes boquillas o salidas del dispositivo de administración de aerosol particular que un usuario se propone usar con el dispositivo de OPEP 100. Tal como se usa en el presente documento, debe entenderse que el término dispositivos de administración de aerosol incluye, por ejemplo, sin limitación, cualquier nebulizador, inhalador de niebla fina, inhalador dosificador presurizado, inhalador de polvo seco, combinación de una cámara de contención e inhalador dosificador presurizado, o similares. Los dispositivos de administración de aerosol disponibles comercialmente adecuados incluyen, sin limitación, el nebulizador AEROECLIPSE, el inhalador de niebla fina RESPIMAT, el nebulizador LC Sprint, las cámaras de contención AEROCHAMBER PLUS, el nebulizador MICRO MIST, los nebulizadores SIDESTREAM, los nebulizadores Inspiration Elite, el pMDI FLOVENT, el pMDI VENTOLIN, el pMDI AZMACORT, el pMDI BECLOVENT, el pMDI QVAR y el pMDI AEROBID, el pMDI XOPENEX, el pMDI PROAIR, el pMDI PROVENT, el pMDI SYMBICORT, el DPI TURBOHALER y el DPI DISKHALER. Descripciones de dispositivos de administración de aerosol adecuados incluyen, sin limitación, dispositivos de administración de aerosol encontrados en las patentes estadounidenses n.ºs 4.566.452; 5.012.803; 5.012.804; 5.312.046; 5.497.944; 5.622.162; 5.823.179; 6.293.279; 6.435.177; 6.484.717; 6.848.443; 7.360.537; 7.568.480; y 7.905.228.

En las figuras 1-4, el alojamiento 102 tiene generalmente forma de caja. Sin embargo, puede usarse un alojamiento 102 de cualquier forma. Además, la entrada de cámara 104, la primera salida de cámara 106 y la segunda salida de cámara 108 pueden ser de cualquier forma o serie de formas, tales como una pluralidad (es decir, más de uno) de conductos circulares o ranuras lineales. Y lo que es más importante, debe apreciarse que el área de sección transversal de la entrada de cámara 104, la primera salida de cámara 106 y la segunda salida de cámara 108 son sólo algunos de los factores que influyen en las condiciones de funcionamiento ideales descritas anteriormente.

Preferiblemente, el alojamiento 102 puede abrirse de modo que puede accederse a, limpiarse, reemplazarse o reconfigurarse periódicamente los componentes contenidos en el mismo, tal como se requiere para mantener las

condiciones de funcionamiento ideales. Como tal, se muestra que el alojamiento 102 en las figuras 1-4 comprende una sección frontal 101, una sección media 103 y una sección posterior 105. La sección frontal 101, la sección media 103 y la sección posterior 105 pueden conectarse de manera extraíble entre sí mediante cualquier medio adecuado, tal como un ajuste a presión, un ajuste por compresión, etc., de manera que se forma un sello entre las secciones relativas suficiente para permitir que el dispositivo de OPEP 100 administre apropiadamente la terapia de OPEP.

Tal como se muestra en la figura 3, una trayectoria de flujo de exhalación 110, identificada mediante una línea discontinua, está definida entre la boquilla 109 y al menos una de la primera salida de cámara 106 y la segunda salida de cámara 108 (observadas mejor en la figura 7). Más específicamente, la trayectoria de flujo de exhalación 110 comienza en la boquilla 109, pasa a través de la entrada de cámara 104 y entra en una primera cámara 114 o una cámara de entrada. En la primera cámara 114, la trayectoria de flujo de exhalación realiza un giro de 180 grados, pasa a través de un conducto de cámara 116 y entra en una segunda cámara 118 o una cámara de salida. En la segunda cámara 118, la trayectoria de flujo de exhalación 110 puede salir del dispositivo de OPEP 100 a través de al menos una de la primera salida de cámara 106 y la segunda salida de cámara 108. De este modo, la trayectoria de flujo de exhalación 110 se “dobla” sobre sí misma, es decir, invierte los sentidos longitudinales entre la entrada de cámara 104 y una de la primera salida de cámara 106 o la segunda salida de cámara 108. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que la trayectoria de flujo de exhalación 110 identificada mediante la línea discontinua es a modo de ejemplo, y que el aire exhalado al interior del dispositivo de OPEP 100 puede fluir en cualquier número de direcciones o trayectorias cuando atraviesa desde la boquilla 109 o la entrada de cámara 104 y la primera salida de cámara 106 o la segunda salida de cámara 108.

La figura 3 también muestra otras características diversas del dispositivo de OPEP 100 asociado con el alojamiento 102. Por ejemplo, un tope 122 impide que un elemento de restricción 130 (véase la figura 5), descrito a continuación, se abra en un sentido equivocado; un asiento 124 conformado para albergar el elemento de restricción 130 está formado alrededor de la entrada de cámara 104; y, un elemento de apoyo superior 126 y un elemento de apoyo inferior 128 están formados dentro del alojamiento 102 y configurados para albergar un árbol montado rotatoriamente entre ellos. Una o más paredes de guía 120 están situadas en la segunda cámara 118 para dirigir el aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación 110.

Pasando a las figuras 5-7, se muestran diversas vistas en perspectiva en sección transversal del dispositivo de OPEP 100 con sus componentes internos. Los componentes internos del dispositivo de OPEP 100 comprenden un elemento de restricción 130, un álabe 132 y una embocadura variable opcional 136. Tal como se muestra, el elemento de restricción 130 y el álabe 132 están conectados operativamente por medio de un árbol 134 montado rotatoriamente entre el elemento de apoyo superior 126 y el elemento de apoyo inferior 128, de manera que el elemento de restricción 130 y el álabe 132 pueden rotar a la vez alrededor del árbol 134. Tal como se describe a continuación en detalle adicional, la embocadura variable 136 incluye un orificio 138 configurado para aumentar en tamaño en respuesta al flujo de aire exhalado a través del mismo.

Las figuras 4-6 ilustran adicionalmente la división de la primera cámara 114 y la segunda cámara 118 dentro del alojamiento 102. Tal como se describió anteriormente, la entrada de cámara 104 define una entrada a la primera cámara 114. El elemento de restricción 130 está situado en la primera cámara 114 en relación con un asiento 124 alrededor de la entrada de cámara 104 de manera que puede moverse entre una posición cerrada, donde se restringe el flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación 110 a través de la entrada de cámara 104, y una posición abierta, donde se restringe menos el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 104. Asimismo, la embocadura variable 136, que es opcional, está montada alrededor de o situada en el conducto de cámara 116, de manera que el flujo de aire exhalado que entra en la primera cámara 114 sale de la primera cámara 114 a través del orificio 138 de la embocadura variable 136. El aire exhalado que sale de la primera cámara 114 a través del orificio 138 de la embocadura variable 136 entra en la segunda cámara, que está definida por el espacio dentro del alojamiento 102 ocupado por el álabe 132 y las paredes de guía 120. Dependiendo de la posición del álabe 132, el aire exhalado puede salir entonces de la segunda cámara 118 a través de al menos una de la primera salida de cámara 106 y la segunda salida de cámara 108.

Las figuras 8-14 muestran los componentes internos del dispositivo de OPEP 100 en mayor detalle. Pasando en primer lugar a las figuras 8-9, una vista en perspectiva frontal y una vista en perspectiva posterior muestran el elemento de restricción 130 conectado operativamente al álabe 132 mediante el árbol 134. Como tal, el elemento de restricción 130 y el álabe 132 pueden rotar alrededor del árbol 134 de manera que la rotación del elemento de restricción 130 da como resultado una rotación correspondiente del álabe 132, y viceversa. Al igual que el alojamiento 102, el elemento de restricción 130 y el álabe 132 pueden estar compuestos por o contruidos de cualquier material duradero, tal como un polímero. Preferiblemente, están contruidos de un plástico de baja fricción y baja contracción. Un material de este tipo es acetal.

Tal como se muestra, el elemento de restricción 130, el álabe 132 y el árbol 134 están formados como un componente unitario. El elemento de restricción 130 tiene generalmente forma de disco, y el álabe 132 es plano. El elemento de restricción 130 incluye una cara generalmente circular 140 desviada axialmente con respecto al árbol 134 y un borde biselado o achaflanado 142 conformado para engancharse al asiento 124 formado alrededor de la entrada de cámara 104. De este modo, el elemento de restricción 130 está adaptado para moverse en relación con

la entrada de cámara 104 alrededor de un eje de rotación definido por el árbol 134 de manera que el elemento de restricción 130 puede engancharse al asiento 124 en una posición cerrada para sellar y restringir sustancialmente el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 104. Sin embargo, se prevé que el elemento de restricción 130 y el álabe 132 pueden formarse como componentes independientes que pueden conectarse mediante cualquier medio adecuado de manera que siguen pudiendo reemplazarse independientemente con un elemento de restricción 130 o un álabe 132 de una forma, tamaño o peso diferente, cuando se seleccionan para mantener condiciones de funcionamiento ideales. Por ejemplo, el elemento de restricción 130 y/o el álabe 132 pueden incluir una o más superficies contorneadas. Alternativamente, el elemento de restricción 130 puede estar configurado como una válvula de mariposa.

Pasando a la figura 10, se muestra una vista frontal del elemento de restricción 130 y el álabe 132. Tal como se describió anteriormente, el elemento de restricción 130 comprende una cara generalmente circular 140 desviada axialmente con respecto al árbol 134. El elemento de restricción 130 comprende adicionalmente una segunda desviación diseñada para facilitar el movimiento del elemento de restricción 130 entre una posición cerrada y una posición abierta. Más específicamente, un centro 144 de la cara 140 del elemento de restricción 130 está desviado con respecto al plano definido por la desviación radial y el árbol 134, o el eje de rotación. En otras palabras, un área superficial mayor de la cara 140 del elemento de restricción 130 está situada en un lado del árbol 134 que en el otro lado del árbol 134. La presión en la entrada de cámara 104 derivada del aire exhalado produce una fuerza que actúa sobre la cara 140 del elemento de restricción 130. Puesto que el centro 144 de la cara 140 del elemento de restricción 130 está desviado tal como se describió anteriormente, un diferencial de fuerza resultante crea un par de torsión alrededor del árbol 134. Tal como se explica adicionalmente a continuación, este par de torsión facilita el movimiento del elemento de restricción 130 entre una posición cerrada y una posición abierta.

Pasando a la figura 11, se muestra una vista desde arriba del elemento de restricción 130 y el álabe 132. Tal como se ilustra, el álabe 132 está conectado al árbol 134 formando un ángulo de 75° en relación con la cara 140 del elemento de restricción 130. Preferiblemente, el ángulo permanecerá entre 60° y 80°, aunque se prevé que el ángulo del álabe 132 pueda ajustarse selectivamente para mantener las condiciones de funcionamiento ideales, tal como se indicó anteriormente. También es preferible que el álabe 132 y el elemento de restricción 130 estén configurados de manera que cuando el dispositivo de OPEP 100 esté ensamblado completamente, el ángulo entre una línea central de la embocadura variable 136 y el álabe 132 esté entre 10° y 25° cuando el elemento de restricción 130 está en una posición cerrada. Además, independientemente de la configuración, es preferible que la combinación del elemento de restricción 130 y el álabe 132 tenga un centro de gravedad alineado con el árbol 134, o el eje de rotación. A la vista de la presente divulgación, debe resultar evidente para los expertos en la técnica que el ángulo del álabe 132 puede estar limitado por el tamaño o la forma del alojamiento 102, y generalmente será menor que la mitad de la rotación total del álabe 132 y el elemento de restricción 130.

Pasando a las figuras 12 y 13, se muestra una vista en perspectiva frontal y una vista en perspectiva posterior de la embocadura variable 136 sin el flujo de aire exhalado a través de la misma. En general, la embocadura variable 136 incluye paredes superior e inferior 146, paredes laterales 148 y rendijas en forma de V 150 formadas entre ellas. Tal como se muestra, la embocadura variable está conformada generalmente como una válvula de tipo de pico de pato. Sin embargo, debe apreciarse que también pueden usarse embocaduras o válvulas de otras formas y tamaños. La embocadura variable 136 también puede incluir un reborde 152 configurado para montar la embocadura variable 136 dentro del alojamiento 102 entre la primera cámara 114 y la segunda cámara 118. La embocadura variable 136 puede estar construida o moldeada de cualquier material que tenga una flexibilidad adecuada, tal como silicona, y preferiblemente con un grosor de pared de entre 0,50 y 2,00 milímetros, y una anchura de orificio de entre 0,25 y 1,00 milímetros, o más pequeña dependiendo de las capacidades de fabricación.

Tal como se describió anteriormente, la embocadura variable 136 es opcional en el funcionamiento del dispositivo de OPEP 100. También debe apreciarse que el dispositivo de OPEP 100 podría omitir alternativamente tanto el conducto de cámara 116 como la embocadura variable 136, y por tanto comprender una realización de una sola cámara. Aunque funcional sin la embocadura variable 136, el rendimiento del dispositivo de OPEP 100 a lo largo de un intervalo más amplio de velocidades de flujo de exhalación se mejora cuando el dispositivo de OPEP 100 se hace funcionar con la embocadura variable 136. El conducto de cámara 116, cuando se usa sin la embocadura variable 136, o el orificio 138 de la embocadura variable 136, cuando se incluye la embocadura variable 136, sirve para crear un chorro de aire exhalado que tiene una velocidad aumentada. Tal como se explica en más detalle a continuación, la velocidad aumentada del aire exhalado que entra en la segunda cámara 118 da como resultado un aumento proporcional en la fuerza aplicada por el aire exhalado al álabe 132, y a su vez, un par de torsión aumentado alrededor del árbol 134, afectando todo ello a las condiciones de funcionamiento ideales.

Sin la embocadura variable 136, el orificio entre la primera cámara 114 y la segunda cámara 118 se fija según el tamaño, la forma y el área de sección transversal del conducto de cámara 116, que puede ajustarse selectivamente mediante cualquier medio adecuado, tal como reemplazo de la sección media 103 o la sección posterior 105 del alojamiento. Por otro lado, cuando se incluye la embocadura variable 136 en el dispositivo de OPEP 100, el orificio entre la primera cámara 114 y la segunda cámara 118 se define por el tamaño, la forma y el área de sección transversal del orificio 138 de la embocadura variable 136, que puede variar según la velocidad de flujo del aire exhalado y/o la presión en la primera cámara 114.

Pasando a la figura 14, se muestra una vista en perspectiva frontal de la embocadura variable 136 con un flujo de aire exhalado a través de la misma. Un aspecto de la embocadura variable 136 mostrada en la figura 14 es que, cuando el orificio 138 se abre en respuesta al flujo de aire exhalado a través de la misma, la forma en sección transversal del orificio 138 permanece generalmente rectangular, lo que durante la administración de la terapia de OPEP da como resultado una menor caída en la presión a través de la embocadura variable 136 desde la primera cámara 114 (véanse las figuras 3 y 5) hasta la segunda cámara 118. La forma rectangular generalmente constante del orificio 138 durante las velocidades de flujo aumentadas se logra mediante las rendijas en forma de V 150 formadas entre las paredes superior e inferior 146 y las paredes laterales 148, lo que sirve para permitir que las paredes laterales 148 se flexionen sin restricción. Preferiblemente, las rendijas en forma de V 150 son lo más finas posible para minimizar la fuga de aire exhalado a través de las mismas. Por ejemplo, las rendijas en forma de V 150 pueden tener aproximadamente 0,25 milímetros de ancho, pero dependiendo de las capacidades de fabricación, podrían oscilar entre 0,10 y 0,50 milímetros. El aire exhalado que se fuga a través de las rendijas en forma de V 150 se dirige en última instancia a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación mediante las paredes de guía 120 en la segunda cámara 118 que sobresalen del alojamiento 102.

Debe apreciarse que numerosos factores contribuyen al impacto que tiene la embocadura variable 136 sobre el rendimiento del dispositivo de OPEP 100, incluyendo la geometría y el material de la embocadura variable 136. A modo de ejemplo únicamente, con el fin de conseguir una frecuencia de presión oscilante objetivo de entre 10 y 13 Hz a una velocidad de flujo de exhalación de 15 litros por minuto, en una realización, puede utilizarse un conducto u orificio de 1,0 por 20,0 milímetros. Sin embargo, a medida que aumenta la velocidad de flujo de exhalación, también aumenta la frecuencia de la presión oscilante en esa realización, aunque a una velocidad demasiado rápida en comparación con la frecuencia objetivo. Con el fin de conseguir una frecuencia de presión oscilante objetivo de entre 18 a 20 Hz a una velocidad de flujo de exhalación de 45 litros por minuto, la misma realización puede utilizar un conducto u orificio de 3,0 por 20,0 milímetros. Una relación de este tipo demuestra la conveniencia de un conducto u orificio que se expande en un área en sección transversal a medida que aumenta la velocidad de flujo de exhalación con el fin de limitar la caída en la presión a través de la embocadura variable 136.

Pasando a las figuras 15A-C, vistas imaginarias desde arriba del dispositivo de OPEP 100 muestran una ilustración a modo de ejemplo del funcionamiento del dispositivo de OPEP 100. Específicamente, la figura 15A muestra el elemento de restricción 130 en una posición cerrada, o inicial, donde se restringe el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 104, y el álabe 132 está en una primera posición, que dirige el flujo de aire exhalado hacia la primera salida de cámara 106. La figura 15B muestra este elemento de restricción 130 en una posición parcialmente abierta, donde se restringe menos el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 104, y el álabe 132 está alineado directamente con el chorro de aire exhalado que sale de la embocadura variable 136. La figura 15C muestra el elemento de restricción 130 en una posición abierta, donde se restringe incluso menos el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 104, y el álabe 132 está en una segunda posición, que dirige el flujo de aire exhalado hacia la segunda salida de cámara 108. Debe apreciarse que el ciclo descrito a continuación es meramente a modo de ejemplo del funcionamiento del dispositivo de OPEP 100, y numerosos factores pueden afectar al funcionamiento del dispositivo de OPEP 100 de una manera que da como resultado una desviación con respecto al ciclo descrito. Sin embargo, durante el funcionamiento del dispositivo de OPEP 100, el elemento de restricción 130 y el álabe 132 tendrán un movimiento generalmente alternativo entre las posiciones mostradas en las figuras 15A y 15C.

Durante la administración de la terapia de OPEP, el elemento de restricción 130 y el álabe 132 pueden estar situados inicialmente tal como se muestra en la figura 15A. En esta posición, el elemento de restricción 130 está en una posición cerrada, donde se restringe sustancialmente el flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de exhalación a través de la entrada de cámara 104. Como tal, una presión de exhalación en la entrada de cámara 104 comienza a aumentar cuando un usuario exhala al interior de la boquilla 108. A medida que aumenta la presión de exhalación en la entrada de cámara 104, aumenta una fuerza correspondiente que actúa sobre la cara 140 del elemento de restricción 130. Tal como se explicó anteriormente, puesto que el centro 144 de la cara 140 está desviado con respecto al plano definido por la desviación radial y el árbol 134, una fuerza neta resultante crea un par de torsión negativo o de apertura alrededor del árbol. A su vez, el par de torsión de apertura desplaza el elemento de restricción 130 para que rote hasta abrirse, dejando que el aire exhalado entre en la primera cámara 114, y desplaza el álabe 132 alejándolo de su primera posición. Cuando el elemento de restricción 130 se abre y se deja entrar el aire exhalado al interior de la primera cámara 114, la presión en la entrada de cámara 104 comienza a disminuir, la fuerza que actúa sobre la cara 140 del elemento de restricción comienza a disminuir, y el par de torsión que desplaza el elemento de restricción 130 hasta que se abre comienza a disminuir.

A medida que el aire exhalado continúa entrando en la primera cámara 114 a través de la entrada de cámara 104, se dirige a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación 110 por el alojamiento 102 hasta que alcanza el conducto de cámara 116 dispuesto entre la primera cámara 114 y la segunda cámara 118. Si el dispositivo de OPEP 100 está haciéndose funcionar sin la embocadura variable 136, el aire exhalado acelera a través del conducto de cámara 116 debido a la disminución en el área de sección transversal para formar un chorro de aire exhalado. Asimismo, si el dispositivo de OPEP 100 está haciéndose funcionar con la embocadura variable 136, el aire exhalado acelera a través del orificio 138 de la embocadura variable 136, donde la presión a través del orificio 138 hace que las paredes laterales 148 de la embocadura variable 136 se flexionen hacia fuera, aumentando de ese modo el tamaño del orificio 138, así como el flujo resultante de aire exhalado a través del mismo. En la medida en que algo de aire

exhalado se fuga hacia fuera de las rendijas en forma de V 150 de la embocadura variable 136, se dirige de vuelta hacia el chorro de aire exhalado y a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación por las paredes de guía 120 que penetran en el alojamiento 102.

Entonces, a medida que el aire exhalado sale de la primera cámara 114 a través de la embocadura variable 136 y/o el conducto de cámara 116 y entra en la segunda cámara 118, se dirige por el álabe 132 hacia la sección frontal 101 del alojamiento 102, donde se fuerza a invertir sentidos antes de salir del dispositivo de OPEP 100 a través de la primera salida de cámara abierta 106. Como resultado del cambio en el sentido del aire exhalado hacia la sección frontal 101 del alojamiento 102, se acumula presión en la segunda cámara 118 cerca de la sección frontal 101 del alojamiento 102, dando como resultado de ese modo una fuerza en el álabe adyacente 132, y creando un par de torsión negativo o de apertura adicional alrededor del árbol 134. Los pares de torsión de apertura combinados creados alrededor del árbol 134 a partir de las fuerzas que actúan sobre la cara 140 del elemento de restricción 130 y el álabe 132 hacen que el elemento de restricción 130 y el álabe 132 roten alrededor del árbol 134 desde la posición mostrada en la figura 15A hacia la posición mostrada en la figura 15B.

Cuando el elemento de restricción 130 y el álabe 132 rotan hasta la posición mostrada en la figura 15B, el álabe 132 atraviesa el chorro de aire exhalado que sale de la embocadura variable 136 o el conducto de cámara 116. Inicialmente, el chorro de aire exhalado que sale de la embocadura variable 136 o el conducto de cámara 116 proporciona una fuerza sobre el álabe 132 que, junto con el momento del álabe 132, el árbol 134 y el elemento de restricción 130, propulsa el álabe 132 y el elemento de restricción 130 hasta la posición mostrada en la figura 15C. Sin embargo, alrededor de la posición mostrada en la figura 15B, la fuerza que actúa sobre el álabe 132 a partir del aire exhalado que sale de la embocadura variable 136 también cambia desde un par de torsión negativo o de apertura hasta un par de torsión positivo o de cierre. Más específicamente, a medida que el aire exhalado sale de la primera cámara 114 a través de la embocadura variable 136 y entra en la segunda cámara 118, se dirige por el álabe 132 hacia la sección frontal 101 del alojamiento 102, donde se fuerza a invertir sentidos antes de salir del dispositivo de OPEP 100 a través de la segunda salida de cámara abierta 108. Como resultado del cambio en el sentido del aire exhalado hacia la sección frontal 101 del alojamiento 102, se acumula presión en la segunda cámara 118 cerca de la sección frontal 101 del alojamiento 102, dando como resultado de ese modo una fuerza en el álabe adyacente 132, y creando un par de torsión positivo o de cierre alrededor del árbol 134. A medida que el álabe 132 y el elemento de restricción 130 continúan moviéndose más cerca de la posición mostrada en la figura 15C, la presión que se acumula en la cámara de sección 118 cerca de la sección frontal 101 del alojamiento 102, y a su vez, el par de torsión positivo o de cierre alrededor del árbol 134, continúa aumentando, ya que se restringe incluso menos el flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación 110 y a través de la entrada de cámara 104. Mientras, aunque el par de torsión alrededor del árbol 134 a partir de la fuerza que actúa sobre el elemento de restricción 130 también cambia desde un par de torsión negativo o de apertura hasta un par de torsión positivo o de cierre alrededor de la posición mostrada en la figura 15B, su magnitud es esencialmente insignificante cuando el elemento de restricción 130 y el álabe 132 rotan desde la posición mostrada en la figura 15B hasta la posición mostrada en la figura 15C.

Tras alcanzar la posición mostrada en la figura 15C, y debido al par de torsión positivo o de cierre aumentado alrededor del árbol 134, el álabe 132 y el elemento de restricción 130 invierten los sentidos y comienzan a rotar de vuelta hacia la posición mostrada en la figura 15B. A medida que el álabe 132 y el elemento de restricción 130 se aproximan a la posición mostrada en la figura 15B, y el flujo de exhalado a través de la entrada de cámara 104 se restringe cada vez más, el par de torsión positivo o de cierre alrededor del árbol 134 comienza a disminuir. Cuando el elemento de restricción 130 y el álabe 132 alcanzan la posición 130 mostrada en la figura 15B, el álabe 132 atraviesa el chorro de aire exhalado que sale de la embocadura variable 136 o el conducto de cámara 116, creando de ese modo una fuerza sobre el álabe 132 que, junto con el momento del álabe 132, el árbol 134 y el elemento de restricción 130, propulsa el álabe 132 y el elemento de restricción 130 de vuelta a la posición mostrada en la figura 15A. Después de que el elemento de restricción 130 y el álabe 132 vuelven a la posición mostrada en la figura 15A, se restringe el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 104, y se repite el propio ciclo descrito anteriormente.

Debe apreciarse que, durante un único periodo de exhalación, el ciclo descrito anteriormente se repetirá numerosas veces. Por tanto, moviendo repetidamente el elemento de restricción 130 entre una posición cerrada, donde se restringe el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 104, y una posición abierta, donde se restringe menos el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 104, se transmite una contrapresión oscilante al usuario del dispositivo de OPEP 100 y se administra la terapia de OPEP.

Pasando ahora a las figuras 16-17, se muestra una realización alternativa de una embocadura variable 236. La embocadura variable 236 puede usarse en el dispositivo de OPEP 100 como alternativa a la embocadura variable 136 descrita anteriormente. Tal como se muestra en las figuras 16-17, la embocadura variable 236 incluye un orificio 238, paredes superior e inferior 246, paredes laterales 248 y un reborde 252 configurado para montar la embocadura variable 236 dentro del alojamiento del dispositivo de OPEP 100 entre la primera cámara 114 y la segunda cámara 118 de la misma manera que la embocadura variable 136. De manera similar a la embocadura variable 136 mostrada en las figuras 12-13, la embocadura variable 236 puede estar construida o moldeada de cualquier material que tenga una flexibilidad adecuada, tal como silicona.

Durante la administración de la terapia de OPEP, cuando el orificio 238 de la embocadura variable 236 se abre en respuesta al flujo de aire exhalado a través del mismo, la forma en sección transversal del orificio 238 permanece generalmente rectangular, lo que da como resultado una menor caída en la presión a través de la embocadura variable 236 desde la primera cámara 114 hasta la segunda cámara 118. La forma rectangular generalmente constante del orificio 238 de la embocadura variable 236 durante las velocidades de flujo aumentadas se logra mediante paredes finas, con pliegues, formadas en las paredes superior e inferior 246, lo que permite que las paredes laterales 248 se flexionen más fácilmente y con menos resistencia. Una ventaja adicional de esta realización es que no hay fuga fuera de las paredes superior e inferior 246 mientras fluye aire exhalado a través del orificio 238 de la embocadura variable 236, tal como por ejemplo, a través de las rendijas en forma de V 150 de la embocadura variable 136 mostradas en las figuras 12-13.

Los expertos en la técnica también apreciarán que, en algunas aplicaciones, puede desearse sólo presión espiratoria positiva (sin oscilación), en cuyo caso el dispositivo de OPEP 100 puede hacerse funcionar sin el elemento de restricción 130, pero con un orificio fijado o un orificio ajustable manualmente en su lugar. La realización de presión espiratoria positiva también puede comprender la embocadura variable 136, o la embocadura variable 236, con el fin de mantener una contrapresión relativamente constante dentro de un intervalo deseado.

## SEGUNDA REALIZACIÓN

Pasando ahora a las figuras 18-19, se muestra una vista en perspectiva frontal y una vista en perspectiva posterior de una segunda realización de un dispositivo de OPEP 200. La configuración y el funcionamiento del dispositivo de OPEP 200 son similares a los del dispositivo de OPEP 100. Sin embargo, tal como se muestra mejor en las figuras 20-24, el dispositivo de OPEP 200 incluye además un mecanismo de ajuste 253 adaptado para cambiar la posición relativa de la entrada de cámara 204 con respecto al alojamiento 202 y el elemento de restricción 230, que a su vez cambia el intervalo de rotación del álabe 232 conectado operativamente al mismo. Tal como se explica a continuación, un usuario puede ajustar por tanto convenientemente tanto la frecuencia como la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 200 sin abrir el alojamiento 202 ni desensamblar los componentes del dispositivo de OPEP 200.

El dispositivo de OPEP 200 comprende generalmente un alojamiento 202, una entrada de cámara 204, una primera salida de cámara 206 (observados mejor en las figuras 23 y 32), una segunda salida de cámara 208 (observada mejor en las figuras 23 y 32), y una boquilla 209 en comunicación de fluido con la entrada de cámara 204. Al igual que con el dispositivo de OPEP 100, una sección frontal 201, una sección media 203 y una sección posterior 205 del alojamiento 202 pueden separarse de modo que puede accederse a, limpiarse, reemplazarse o reconfigurarse periódicamente los componentes contenidos en el mismo, tal como se requiere para mantener las condiciones de funcionamiento ideales. El dispositivo de OPEP también incluye un dial de ajuste 254, tal como se describe a continuación.

Tal como se indicó anteriormente en relación con el dispositivo de OPEP 100, el dispositivo de OPEP 200 puede estar adaptado para su uso con otras interfaces o interfaces adicionales, tales como un dispositivo de administración de aerosol. Con respecto a esto, el dispositivo de OPEP 200 está equipado con un acceso de inhalación 211 (observado mejor en las figuras 19, 21 y 23) en comunicación de fluido con la boquilla 209 y la entrada de cámara 204. Tal como se observó anteriormente, el acceso de inhalación puede incluir una válvula unidireccional independiente (no mostrada) para permitir que un usuario del dispositivo de OPEP 200 tanto inhale el aire circundante a través de la válvula unidireccional como exhale a través de la entrada de cámara 204 sin retirar la boquilla 209 del dispositivo de OPEP 200 entre periodos de inhalación y exhalación. Además, los dispositivos de administración de aerosol mencionados anteriormente pueden conectarse al acceso de inhalación 211 para la administración simultánea de terapias de OPEP y aerosol.

En la figura 20 se muestra una vista en despiece ordenado del dispositivo de OPEP 200. Además de los componentes del alojamiento descritos anteriormente, el dispositivo de OPEP 200 incluye un elemento de restricción 230 conectado operativamente a un álabe 232 mediante un pasador 231, un mecanismo de ajuste 253 y una embocadura variable 236. Tal como se muestra en la vista en sección transversal de la figura 21, cuando el dispositivo de OPEP 200 está en uso, la embocadura variable 236 está situada entre la sección media 203 y la sección posterior 205 del alojamiento 202, y el mecanismo de ajuste 253, el elemento de restricción 230 y el álabe 232 forman un conjunto.

Pasando a las figuras 21-23, se muestran diversas vistas en perspectiva en sección transversal del dispositivo de OPEP 200. Al igual que con el dispositivo de OPEP 100, una trayectoria de flujo de exhalación 210, identificada mediante una línea discontinua, está definida entre la boquilla 209 y al menos una de la primera salida de cámara 206 y la segunda salida de cámara 208 (observadas mejor en las figuras 23 y 32). Como resultado de una válvula unidireccional (no mostrada) y/o un dispositivo de administración de aerosol (no mostrado) unidos al acceso de inhalación 211, la trayectoria de flujo de exhalación 210 comienza en la boquilla 209 y se dirige hacia la entrada de cámara 204, que en funcionamiento puede estar bloqueada o no por el elemento de restricción 230. Después de pasar a través de la entrada de cámara 204, la trayectoria de flujo de exhalación 210 entra en una primera cámara 214 y realiza un giro de 180° hacia la embocadura variable 236. Después de pasar a través del orificio 238 de la embocadura variable 236, la trayectoria de flujo de exhalación 210 entra en una segunda cámara 218. En la

segunda cámara 218, la trayectoria de flujo de exhalación 210 puede salir del dispositivo de OPEP 200 a través de al menos una de la primera salida de cámara 206 o la segunda salida de cámara 208. Los expertos en la técnica apreciarán que la trayectoria de flujo de exhalación 210 identificada mediante la línea discontinua es a modo de ejemplo, y que el aire exhalado al interior del dispositivo de OPEP 200 puede fluir en cualquier número de direcciones o trayectorias cuando atraviesa desde la boquilla 209 o la entrada de cámara 204 hasta la primera salida de cámara 206 o la segunda salida de cámara 208.

En referencia a las figuras 24-25, se muestran vistas en perspectiva frontal y posterior del mecanismo de ajuste 253 del dispositivo de OPEP 200. En general, el mecanismo de ajuste 253 incluye un dial de ajuste 254, un árbol 255 y un armazón 256. Un saliente 258 está situado en una cara posterior 260 del dial de ajuste, y está adaptado para limitar la rotación selectiva del mecanismo de ajuste 253 por un usuario, tal como se describe adicionalmente a continuación. El árbol 255 incluye partes enclavadas 262 adaptadas para ajustarse dentro de los elementos de apoyo superior e inferior 226, 228 formados en el alojamiento 200 (véanse las figuras 21 y 28-29). El árbol incluye además una perforación axial 264 configurada para alojar el pasador 231 que conecta operativamente el elemento de restricción 230 y el álabe 232. Tal como se muestra, el armazón 256 es esférico, y tal como se explica a continuación, está configurado para rotar en relación con el alojamiento 202, mientras que forma un sello entre el alojamiento 202 y el armazón 256 suficiente para permitir la administración de terapia de OPEP. El armazón 256 incluye una abertura circular definida por un asiento 224 adaptada para albergar el elemento de restricción 230. En uso, la abertura circular funciona como la entrada de cámara 204. El armazón 256 también incluye un tope 222 para impedir que el elemento de restricción 230 se abra en un sentido equivocado.

Pasando a la figura 26, se muestra una vista en perspectiva frontal del elemento de restricción 230 y el álabe 232. El diseño, los materiales y la configuración del elemento de restricción 230 y el álabe 232 pueden ser iguales a como se describió anteriormente con respecto al dispositivo de OPEP 100. Sin embargo, el elemento de restricción 230 y el álabe 232 en el dispositivo de OPEP 200 están conectados operativamente mediante un pasador 231 adaptado para su inserción a través de la perforación axial 264 en el árbol 255 del mecanismo de ajuste 253. El pasador 231 puede estar construido, por ejemplo, de acero inoxidable. De este modo, la rotación del elemento de restricción 230 da como resultado una rotación correspondiente del álabe 232, y viceversa.

Pasando a la figura 27, se muestra una vista en perspectiva frontal del mecanismo de ajuste 253 ensamblado con el elemento de restricción 230 y el álabe 232. En esta configuración, puede observarse que el elemento de restricción 230 está situado de manera que puede rotar en relación con el armazón 256 y el asiento 224 entre una posición cerrada (tal como se muestra), donde se restringe el flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación 210 a través de la entrada de cámara 204, y una posición abierta (no mostrada), donde se restringe menos el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 204. Tal como se mencionó anteriormente, el álabe 232 está conectado operativamente al elemento de restricción 230 mediante el pasador 231 que se extiende a través del árbol 255, y está adaptado para moverse a la vez que el elemento de restricción 230. Puede observarse adicionalmente que el elemento de restricción 230 y el álabe 232 están soportados por el mecanismo de ajuste 253, que puede rotar por sí mismo dentro del alojamiento 202 del dispositivo de OPEP 200, tal como se explica a continuación.

Las figuras 28 y 29A-B son vistas en sección transversal parciales que ilustran el mecanismo de ajuste 253 montado dentro del alojamiento 202 del dispositivo de OPEP 200. Tal como se muestra en la figura 28, el mecanismo de ajuste 253, así como el elemento de restricción 230 y el álabe 232, están montados rotatoriamente dentro del alojamiento 200 alrededor de un elemento de apoyo superior e inferior 226, 228, de manera que un usuario puede hacer rotar el mecanismo de ajuste 253 usando el dial de ajuste 254. Las figuras 29A-29B ilustran adicionalmente el procedimiento de montar y bloquear el mecanismo de ajuste 253 dentro del elemento de apoyo inferior 228 del alojamiento 202. Más específicamente, la parte enclavada 262 del árbol 255 está alineada con y se inserta a través de un elemento de bloqueo de rotación 166 formado en el alojamiento 202, tal como se muestra en la figura 29A. Una vez que la parte enclavada 262 del árbol 255 se inserta a través del elemento de bloqueo de rotación 266, el árbol 255 se hace rotar 90° hasta una posición bloqueada, pero permanece libre para rotar. El mecanismo de ajuste 253 se monta y se bloquea dentro del elemento de apoyo superior 226 de la misma manera.

Una vez que el alojamiento 200 y los componentes internos del dispositivo de OPEP 200 están ensamblados, se restringe la rotación del árbol 255 para mantenerlo dentro de una posición bloqueada en el elemento de bloqueo de rotación 166. Tal como se muestra en una vista frontal del dispositivo de OPEP 200 en la figura 30, dos topes 268, 288 están situados en el alojamiento 202 de manera que se enganchan al saliente 258 formado en la cara posterior 260 del dial de ajuste 254 cuando un usuario hace rotar el dial de ajuste 254 hasta una posición predeterminada. Para fines de ilustración, el dispositivo de OPEP 200 se muestra en la figura 30 sin el dial de ajuste 254 ni el mecanismo de ajuste 253, que se extenderían desde el alojamiento 202 a través de una abertura 269. De este modo, puede restringirse apropiadamente la rotación del dial de ajuste 254, el mecanismo de ajuste 253 y la parte enclavada 262 del árbol 255.

Pasando a la figura 31, se muestra una vista en sección transversal parcial del mecanismo de ajuste 253 montado dentro del alojamiento 200. Tal como se mencionó anteriormente, el armazón 256 del mecanismo de ajuste 253 es esférico, y está configurado para rotar en relación con el alojamiento 202, mientras que forma un sello entre el alojamiento 202 y el armazón 256 suficiente para permitir la administración de terapia de OPEP. Tal como se

muestra en la figura 31, un cilindro flexible 271 que se extiende desde el alojamiento 202 rodea completamente una parte del armazón 256 para formar un borde de sellado 270. Al igual que el alojamiento 202 y el elemento de restricción 230, el cilindro flexible 271 y el armazón 256 pueden estar contruidos de un plástico de baja fricción y baja contracción. Un material de este tipo es acetal. De este modo, el borde de sellado 270 entra en contacto con el armazón 256 a 360° completos y forma un sello a lo largo de toda la rotación permisible del elemento de ajuste 253.

Ahora se describirá el ajuste selectivo del dispositivo de OPEP 200 con referencia a las figuras 32A-B, 33A-B y 34A-B. Las figuras 32A-B son vistas en sección transversal parciales del dispositivo de OPEP 200; las figuras 33A-B son ilustraciones de la capacidad de ajuste del dispositivo de OPEP 200; y las figuras 34A-B son vistas imaginarias desde arriba del dispositivo de OPEP 200. Tal como se mencionó anteriormente con respecto al dispositivo de OPEP 100, es preferible que el álabe 232 y el elemento de restricción 230 estén configurados de manera que cuando el dispositivo de OPEP 200 está ensamblado completamente, el ángulo entre una línea central de la embocadura variable 236 y el álabe 232 esté entre 10° y 25° cuando el elemento de restricción 230 está en una posición cerrada. Sin embargo, debe apreciarse que la capacidad de ajuste del dispositivo de OPEP 200 no se limita a los parámetros descritos en el presente documento, y que puede seleccionarse cualquier número de configuraciones para los fines de administrar terapia de OPEP dentro de las condiciones de funcionamiento ideales.

La figura 32A muestra el álabe 232 formando un ángulo de 10° desde la línea central de la embocadura variable 236, mientras que la figura 32B muestra el álabe 232 formando un ángulo de 25° desde la línea central de la embocadura variable 236. La figura 33A ilustra la posición necesaria del armazón 256 (mostrada en línea imaginaria) en relación con la embocadura variable 236 de manera que el ángulo entre una línea central de la embocadura variable 236 y el álabe 232 es de 10° cuando el elemento de restricción 230 está en la posición cerrada. La figura 33B, por otro lado, ilustra la posición necesaria del armazón 256 (mostrada en línea imaginaria) en relación con la embocadura variable 236 de manera que el ángulo entre una línea central de la embocadura variable 236 y el álabe 232 es de 25° cuando el elemento de restricción 230 está en la posición cerrada.

En referencia a las figuras 34A-B, se muestran vistas imaginarias laterales del dispositivo de OPEP 200. La configuración mostrada en la figura 34A corresponde a las ilustraciones mostradas en las figuras 32A y 33A, en las que el ángulo entre una línea central de la embocadura variable 236 y el álabe 232 es de 10° cuando el elemento de restricción 230 está en la posición cerrada. La figura 34B, por otro lado, corresponde a las ilustraciones mostradas en las figuras 32B y 33B, en las que el ángulo entre una línea central de la embocadura variable 236 y el álabe 232 es de 25° cuando el elemento de restricción 230 está en la posición cerrada. En otras palabras, el armazón 256 del elemento de ajuste 253 se ha hecho rotar en sentido antihorario 15°, desde la posición mostrada en la figura 34A, hasta la posición mostrada en la figura 34B, aumentando también de ese modo la rotación permisible del álabe 232.

De este modo, un usuario puede hacer rotar el dial de ajuste 254 para ajustar selectivamente la orientación de la entrada de cámara 204 en relación con el elemento de restricción 230 y el alojamiento 202. Por ejemplo, un usuario puede aumentar la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 200 haciendo rotar el dial de ajuste 254, y por tanto el armazón 256, hasta la posición mostrada en la figura 34A. Alternativamente, un usuario puede disminuir la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 200 haciendo rotar el dial de ajuste 254, y por tanto el armazón 256, hasta la posición mostrada en la figura 34B. Además, tal como se muestra por ejemplo en las figuras 18 y 30, pueden proporcionarse marcas para ayudar al usuario en el establecimiento de la configuración apropiada del dispositivo de OPEP 200.

También pueden lograrse condiciones de funcionamiento similares a las descritas a continuación con referencia al dispositivo de OPEP 800 para un dispositivo de OPEP según el dispositivo de OPEP 200.

### TERCERA REALIZACIÓN

Pasando ahora a las figuras 35-38, se muestra una tercera realización de un dispositivo de OPEP 300. Tal como se describe a continuación, con la excepción de un mecanismo de ajuste 353, el diseño y el funcionamiento del dispositivo de OPEP 300 son iguales que los del dispositivo de OPEP 200. Por ejemplo, tal como se observa en la vista en perspectiva frontal de la figura 35, un alojamiento 302 del dispositivo de OPEP 300 incluye una boquilla 309, una primera salida de cámara 306 y una segunda salida de cámara (no mostrada) situada opuesta a la primera salida de cámara 306. El alojamiento 302 está formado por una sección frontal 301, una sección media 303 y una sección posterior 305. Tal como se muestra en la vista en sección transversal de la figura 36, el dispositivo de OPEP 300 también incluye un elemento de restricción 330 conectado operativamente a un álabe 332 mediante un árbol (no mostrado), y una embocadura variable 336 que separa una primera cámara 314 y una segunda cámara 318. Finalmente, una trayectoria de flujo de exhalación 310, identificada mediante una línea discontinua, está formada entre la boquilla 309 y al menos una de la primera salida de cámara 306 y la segunda salida de cámara. Los expertos en la técnica apreciarán que la trayectoria de flujo de exhalación 310 identificada mediante la línea discontinua es a modo de ejemplo, y que el aire exhalado al interior del dispositivo de OPEP 300 puede fluir en cualquier número de direcciones o trayectorias cuando atraviesa desde la boquilla 309 o la entrada de cámara 304 hasta la primera salida de cámara 306 o la segunda salida de cámara.

En referencia a las figuras 37-38, se muestran una vista en perspectiva frontal y una vista en perspectiva posterior

del mecanismo de ajuste 353 ensamblado con el elemento de restricción 330 y el álabe 332. El mecanismo de ajuste 353 se compone de un recipiente 372 conformado para ajustarse dentro del alojamiento 302 de manera que un usuario puede hacer rotar el recipiente 372 en relación con el alojamiento 302 a través de un dial de ajuste 354. Una pared 374 se extiende a través de la parte central del recipiente 372. La pared 372 incluye una abertura definida por un asiento 324 conformado para albergar el elemento de restricción 330. Tal como se observa en la figura 36, la abertura funciona como la entrada de cámara 304 durante la administración de la terapia de OPEP. El recipiente 372 incluye además un elemento de apoyo superior 326 y un elemento de apoyo inferior 328 adaptados para montar de manera rotatoria el elemento de restricción 330, el álabe 332 y el árbol (no mostrado) en el mecanismo de ajuste 353, de manera que el elemento de restricción 330 y el álabe 332 pueden rotar en relación con el recipiente 372. La pared también incluye un tope 322 para impedir que el elemento de restricción 330 se abra en un sentido equivocado.

Cuando el dispositivo de OPEP 300 está ensamblado completamente tal como se muestra en las figuras 35-36, un usuario puede hacer rotar el dial de ajuste 354 en relación con el alojamiento 302 para ajustar selectivamente la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 300. De manera similar al mecanismo de ajuste 253 del dispositivo de OPEP 200, un usuario puede ajustar la orientación de la entrada de cámara 304 en relación con el elemento de restricción 330 en el dispositivo de OPEP 300 haciendo rotar el dial de ajuste 354, haciendo rotar de ese modo el recipiente 372 y la pared 374 en relación con el elemento de restricción 330 y el alojamiento 302. Un usuario puede aumentar la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 300 haciendo rotar el dial de ajuste 354, y por tanto la pared 374, en el sentido horario. Alternativamente, un usuario puede disminuir la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 300 haciendo rotar el dial de ajuste 354, y por tanto la pared 374, en el sentido antihorario. Tal como se muestra en las figuras 35-36, puede proporcionarse un saliente 358 que se extiende desde el alojamiento 302 a través de una ranura 376 en el dial de ajuste 354 para restringir la rotación del dial de ajuste 354 de manera que se limitan las configuraciones permisibles del dispositivo de OPEP 300, y se mantienen las condiciones de funcionamiento ideales.

También pueden lograrse condiciones de funcionamiento similares a las descritas a continuación con referencia al dispositivo de OPEP 800 para un dispositivo de OPEP según el dispositivo de OPEP 300.

#### CUARTA REALIZACIÓN

Pasando a las figuras 39-40, se muestra una cuarta realización de un dispositivo de OPEP 400. Aunque la configuración del dispositivo de OPEP 400 difiere de la del dispositivo de OPEP 300 y el dispositivo de OPEP 200, los componentes internos y el funcionamiento del dispositivo de OPEP 400 son en cualquier caso iguales. Por ejemplo, tal como se observa en la vista en perspectiva frontal de la figura 39, un alojamiento 402 del dispositivo de OPEP 400 incluye una boquilla 409, una primera salida de cámara 406 y una segunda salida de cámara 408 (observada mejor en las figuras 41A-41B) situada opuesta a la primera salida de cámara. El alojamiento 402 está formado por una sección frontal 401, una sección media 403 y una sección posterior 405, así como por una sección superior 407 adaptadas para rotar en relación con la sección frontal 401, la sección media 403 y la sección posterior 405.

Tal como se observa en la vista en sección transversal de la figura 40, el dispositivo de OPEP 400 incluye además un elemento de restricción 430 conectado operativamente a un álabe 432 mediante un árbol (no mostrado), y una embocadura variable 436 que separa una primera cámara 414 y una segunda cámara 418. La sección superior 407 del alojamiento 402 incluye un armazón 456 que tiene un asiento 424 conformado para albergar el elemento de restricción 430, un tope 422 para impedir que el elemento de restricción 430 se abra en un sentido equivocado, así como un elemento de apoyo superior 426 y un elemento de apoyo inferior 428 alrededor del cual está montado rotatoriamente el árbol (no mostrado) que conecta operativamente el elemento de restricción 430 y el álabe 436. En funcionamiento, el asiento 422 define la entrada de cámara 404. Por consiguiente, el elemento de restricción 430 puede rotar en relación con el asiento 422 y la entrada de cámara 404.

Al igual que con las realizaciones descritas anteriormente, una trayectoria de flujo de exhalación 410, identificada mediante una línea discontinua, está formada entre la boquilla 409 y al menos una de la primera salida de cámara 406 y la segunda salida de cámara 408. De nuevo, los expertos en la técnica apreciarán que la trayectoria de flujo de exhalación 410 identificada mediante la línea discontinua es a modo de ejemplo, y que el aire exhalado al interior del dispositivo de OPEP 400 puede fluir en cualquier número de direcciones o trayectorias cuando atraviesa desde la boquilla 409 o la entrada de cámara 404 hasta la primera salida de cámara 406 o la segunda salida de cámara 408. Debido a la configuración del dispositivo de OPEP 400, la trayectoria de flujo de exhalación 410 difiere de las de las realizaciones descrita anteriormente. Más específicamente, la trayectoria de flujo de exhalación 410 comienza en la boquilla 409 formada en la sección superior 407 del alojamiento 402, pasa a través de la entrada de cámara 404 y entra en una primera cámara 114. En la primera cámara 414, la trayectoria de flujo de exhalación realiza un giro de 180° en la dirección de la sección frontal 401 del alojamiento 402, seguido por un giro de 90° hacia la parte inferior del dispositivo de OPEP 400, pasada una segunda cámara 418 del alojamiento 402. La trayectoria de flujo de exhalación 410 realiza entonces un giro de 90° hacia la sección posterior 405 del alojamiento 402, donde realiza otro giro de 180° y pasa a través de una embocadura variable 436, y entra en la segunda cámara 418. En la segunda cámara 418, la trayectoria de flujo de exhalación 410 puede salir del dispositivo de OPEP 410 a través de al menos

una de la primera salida de cámara 406 o la segunda salida de cámara 408.

5 Tal como se observa en las figuras 40 y 41A-B, la sección superior 407 del alojamiento 402 puede rotar en relación con la sección frontal 401, la sección media 403 y la sección posterior 405 del alojamiento 402. De este modo, un usuario puede hacer rotar la sección superior 407 en relación con la sección frontal 401, la sección media 403 y la sección posterior 405 para ajustar selectivamente la orientación de la entrada de cámara 404 en relación con el elemento de restricción 430 y el alojamiento 402, y ajustar de ese modo selectivamente la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 400, de manera similar a la descrita anteriormente en relación con la capacidad de ajuste del dispositivo de OPEP 200. Por ejemplo, un usuario puede aumentar la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 400 haciendo rotar la sección superior 407, y por tanto el asiento 422, en relación con la sección frontal 401, la sección media 403 y la sección posterior 405, hasta la posición mostrada en la figura 41A. Alternativamente, un usuario puede disminuir la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 400 haciendo rotar la sección superior 407, y por tanto el asiento 422, en relación con la sección frontal 401, la sección media 403 y la sección posterior 405, hacia la posición mostrada en la figura 41B. Además, tal como se muestra en las figuras 40 y 41A-B, puede proporcionarse un saliente 458 que se extiende desde la sección media 403 del alojamiento 402 para restringir la rotación de la sección superior 407 de manera que se limitan las configuraciones permisibles del dispositivo de OPEP 400, y se mantienen las condiciones de funcionamiento ideales.

También pueden lograrse condiciones de funcionamiento similares a las descritas a continuación con referencia al dispositivo de OPEP 800 para un dispositivo de OPEP según el dispositivo de OPEP 400.

20 Pasando a las figuras 42-47, se muestran diversas realizaciones alternativas del dispositivo de OPEP 100. Aunque las realizaciones mostradas en las figuras 42-47 y descritas a continuación son realizaciones alternativas del dispositivo de OPEP 100, debe apreciarse que las modificaciones dadas a conocer pueden aplicarse a cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento.

#### QUINTA REALIZACIÓN

25 En referencia a las figuras 42-43, se muestra un dispositivo de OPEP 500 que tiene una derivación de entrada de cámara 578 adaptada para permitir que el aire exhalado entre en una primera cámara 514 sin pasar a través de la entrada de cámara 504. Con la excepción de la derivación de entrada de cámara 578, el dispositivo de OPEP 500 está configurado y funciona en cualquier caso igual que el dispositivo de OPEP 100. Tal como se muestra, el dispositivo de OPEP 500 incluye un alojamiento 502 que comprende una sección frontal 501, una sección media 503 y una sección posterior 505. El alojamiento también está asociado con una boquilla 509, e incluye una primera salida de cámara 506 y una segunda salida de cámara (no mostrada) opuesta a la primera salida de cámara 506. Tal como se observa en la vista en sección transversal de la figura 43, el dispositivo de OPEP 500 incluye un elemento de restricción 530 situado en relación con un asiento 524 alrededor de la entrada de cámara 504 de manera que puede moverse entre una posición cerrada, donde se restringe el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 504, y una posición abierta, donde se restringe menos el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 504. El dispositivo de OPEP 500 incluye además una derivación de entrada de cámara 578 que permite que una pequeña cantidad de aire exhalado se mueva pasada la entrada de cámara 504 y el elemento de restricción 530 en todo momento. Una trayectoria de flujo a modo de ejemplo 577 a través de la derivación de entrada de cámara 578 se identifica en la figura 43 mediante una línea discontinua. Al permitir que una pequeña cantidad de aire exhalado eluda la entrada de cámara 504 y el elemento de restricción 530 a través de la derivación de entrada de cámara 578, se disminuye la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 500, mientras que la frecuencia permanece sustancialmente sin afectar.

Además, un elemento de regulación 579 que se extiende desde la boquilla 509 permite que un usuario ajuste selectivamente la cantidad de aire exhalado que se permite que fluya a través de la derivación de entrada de cámara 578. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 43, un usuario puede hacer rotar la boquilla 509 en relación con la sección frontal 501 del alojamiento 502, haciendo rotar de ese modo el elemento de regulación 579 en relación con la derivación de entrada de cámara 578, para o bien aumentar o bien disminuir el área de sección transversal de la derivación de entrada de cámara 578 a través de la cual puede fluir aire exhalado. De este modo, el usuario puede ajustar selectivamente el dispositivo de OPEP 500 para mantener las condiciones de funcionamiento ideales.

#### 50 SEXTA REALIZACIÓN

En referencia a las figuras 44-45, se muestra un dispositivo de OPEP 600 que tiene un acceso de control 680 adaptado para permitir que salga aire exhalado del dispositivo de tratamiento respiratorio 600 antes de entrar en una primera cámara 614 del dispositivo de OPEP 600. Con la excepción del acceso de control 680, el dispositivo de OPEP 600 está configurado y funciona en cualquier caso igual que el dispositivo de OPEP 100. Tal como se muestra, el dispositivo de OPEP 600 incluye un alojamiento 602 que comprende una sección frontal 601, una sección media 603 y una sección posterior 605. El alojamiento 602 también está asociado con una boquilla 609, e incluye una primera salida de cámara 606 y una segunda salida de cámara (no mostrada) situada opuesta a la primera salida de cámara 606. Tal como se observa en la vista en sección transversal de la figura 45, el dispositivo de OPEP 600 incluye un elemento de restricción 630 situado en relación con una entrada de cámara 604 de manera

que puede moverse entre una posición cerrada, donde se restringe el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 604, y una posición abierta, donde se restringe menos el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 604, así como una embocadura variable 636, y un álabe 632 conectado operativamente al elemento de restricción 630 mediante un árbol (no mostrado). Un acceso de control 680 permite que una pequeña cantidad de

- 5 aire exhalado salga del dispositivo de tratamiento respiratorio 600 antes de entrar en la primera cámara 614 del dispositivo de OPEP 600. Una trayectoria de flujo a modo de ejemplo 681 a través del acceso de control 680 se identifica en la figura 45 mediante una línea discontinua. Al permitir que una pequeña cantidad de aire exhalado salga del dispositivo de OPEP 600 a través del acceso de control 680, se disminuye la amplitud y la frecuencia de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 600.
- 10 Además, la boquilla 609 puede rotar en relación con la sección frontal 601 del alojamiento 602 para permitir que un usuario ajuste selectivamente la cantidad de aire exhalado que se permite que salga del dispositivo de tratamiento respiratorio 600 a través del acceso de control 680. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 45, un usuario puede hacer rotar la boquilla 609 en relación con la sección frontal 601 para o bien aumentar o bien disminuir el área de sección transversal del acceso de control 680 a través del cual puede fluir aire exhalado. De este modo, el
- 15 usuario puede ajustar selectivamente el dispositivo de OPEP 600 para mantener las condiciones de funcionamiento ideales.

También pueden lograrse condiciones de funcionamiento similares a las descritas a continuación con referencia al dispositivo de OPEP 800 para un dispositivo de OPEP según el dispositivo de OPEP 600.

#### SÉPTIMA REALIZACIÓN

- 20 Pasando a las figuras 46-47, se muestra un dispositivo de OPEP 700 que tiene un primer acceso de control 780 adaptado para permitir que salga aire exhalado del dispositivo de tratamiento respiratorio 700 antes de entrar en una primera cámara 714, y un segundo acceso de control 782 adaptado para permitir que salga aire exhalado del dispositivo de tratamiento respiratorio 700 desde la primera cámara 714. Con la excepción del primer acceso de control 780 y el segundo acceso de control 782, el dispositivo de OPEP 700 está configurado y funciona en cualquier
- 25 caso igual que el dispositivo de OPEP 100. Tal como se muestra, el dispositivo de OPEP 700 incluye un alojamiento 702 que comprende una sección frontal 701, una sección media 703 y una sección posterior 705. El alojamiento también está asociado con una boquilla 709, e incluye una primera salida de cámara 706 y una segunda salida de cámara (no mostrada) situada opuesta a la primera salida de cámara 706. Tal como se observa en la vista en sección transversal de la figura 47, el dispositivo de OPEP 700 incluye un elemento de restricción 730 situado en
- 30 relación con una entrada de cámara 704 de manera que puede moverse entre una posición cerrada, donde se restringe el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 704, y una posición abierta, donde se restringe menos el flujo de aire exhalado a través de la entrada de cámara 704, así como una embocadura variable 736, y un álabe 732 conectado operativamente al elemento de restricción 730 mediante un árbol (no mostrado).

- Además, tanto el primer acceso de control 780 como el segundo acceso de control 782 pueden estar equipados con
- 35 elementos de regulación 779, 783 configurados para permitir que un usuario ajuste selectivamente la cantidad de aire exhalado que se permite que salga del dispositivo de tratamiento respiratorio 700 a través de o bien el primer acceso de control 780 o bien el segundo acceso de control 782. Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 46-47, los elementos de regulación 779, 783 están formados como un anillo configurado para rotar en relación con el alojamiento 702 para o bien aumentar o bien disminuir el área de sección transversal del acceso de control 780, 782
- 40 a través del cual puede fluir aire exhalado. Al aumentar selectivamente el área de sección transversal del primer acceso de control 780 a través del cual puede fluir aire exhalado, un usuario puede disminuir la amplitud y la frecuencia de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 700, y viceversa. Al aumentar selectivamente el área de sección transversal del segundo acceso de control 782, un usuario puede disminuir la frecuencia de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 700, y viceversa. De este modo, un
- 45 usuario puede ajustar selectivamente el dispositivo de OPEP 700 para mantener las condiciones de funcionamiento ideales.

#### OCTAVA REALIZACIÓN

- 50 Pasando a las figuras 48-50, se muestra otra realización de un dispositivo de OPEP 800. El dispositivo de OPEP 800 es similar al dispositivo de OPEP 200 porque puede ajustarse selectivamente. Tal como se observa mejor en las figuras 48, 50, 53 y 62, el dispositivo de OPEP 800, al igual que el dispositivo de OPEP 200, incluye un mecanismo de ajuste 853 adaptado para cambiar la posición relativa de una entrada de cámara 804 con respecto a un alojamiento 802 y un elemento de restricción 830, que a su vez cambia el intervalo de rotación de un álabe 832 conectado operativamente al mismo. Tal como se explicó anteriormente en lo que se refiere al dispositivo de OPEP 200, un usuario puede ajustar por tanto convenientemente tanto la frecuencia como la amplitud de la terapia de
- 55 OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 800 sin abrir el alojamiento 802 ni desensamblar los componentes del dispositivo de OPEP 800. La administración de terapia de OPEP usando el dispositivo de OPEP 800 es en cualquier caso igual a como se describió anteriormente en lo que se refiere al dispositivo de OPEP 100.

El dispositivo de OPEP 800 comprende un alojamiento 802 que tiene una sección frontal 801, una sección posterior 805 y una carcasa interior 803. Al igual que con los dispositivos de OPEP descritos anteriormente, la sección frontal

801, la sección posterior 805 y la carcasa interior 803 pueden separarse de modo que puede accederse a, limpiarse o reconfigurarse periódicamente los componentes contenidos en las mismas, tal como se requiere para mantener las condiciones de funcionamiento ideales. Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 48-50, la sección frontal 801 y la sección posterior 805 del alojamiento 802 están conectadas de manera extraíble a través de un enganche de ajuste a presión.

Los componentes del dispositivo de OPEP 800 se ilustran adicionalmente en la vista en despiece ordenado de la figura 51. En general, además de la sección frontal 801, la sección posterior 805 y la carcasa interior 803, el dispositivo de OPEP 800 comprende adicionalmente una boquilla 809, un acceso de inhalación 811, una válvula unidireccional 884 dispuesta entre ellos, un mecanismo de ajuste 853, un elemento de restricción 830, un álabe 832 y una embocadura variable 836.

Tal como se observa en las figuras 52-53, la carcasa interior 803 está configurada para ajustarse dentro del alojamiento 802 entre la sección frontal 801 y la sección posterior 805, y define parcialmente una primera cámara 814 y una segunda cámara 818. La carcasa interior 803 se muestra en detalle adicional en las vistas en perspectiva y sección transversal mostradas en las figuras 54-55. Una primera salida de cámara 806 y una segunda salida de cámara 808 están formadas dentro de la carcasa interior 803. Un extremo 885 de la carcasa interior 803 está adaptado para alojar la embocadura variable 836 y mantener la embocadura variable 836 entre la sección posterior 805 y la carcasa interior 803. Un elemento de apoyo superior 826 y un elemento de apoyo inferior 828 para soportar el mecanismo de ajuste 853 están formados, al menos en parte, dentro de la carcasa interior 803. Al igual que el cilindro flexible 271 y el borde de sellado 270 descritos anteriormente en lo que se refiere al dispositivo de OPEP 200, la carcasa interior 803 también incluye un cilindro flexible 871 con un borde de sellado 870 para el enganche alrededor de un armazón 856 del mecanismo de ajuste 853.

El álabe 832 se muestra en detalle adicional en la vista en perspectiva mostrada en la figura 56. Un árbol 834 se extiende desde el álabe 832 y está enclavado para engancharse a una parte enclavada correspondiente dentro de una perforación 865 del elemento de restricción 830. De este modo, el árbol 834 conecta operativamente el álabe 832 con el elemento de restricción 830 de manera que el álabe 832 y el elemento de restricción 830 rotan a la vez.

El elemento de restricción 830 se muestra en detalle adicional en las vistas en perspectiva mostradas en las figuras 57-58. El elemento de restricción 830 incluye una perforación enclavada 865 para alojar el árbol 834 que se extiende desde el álabe 832, e incluye además un tope 822 que limita la rotación permisible del elemento de restricción 830 en relación con un asiento 824 del elemento de ajuste 853. Tal como se muestra en la vista frontal de la figura 59, al igual que el elemento de restricción 130, el elemento de restricción 830 comprende adicionalmente una desviación diseñada para facilitar el movimiento del elemento de restricción 830 entre una posición cerrada y una posición abierta. Más específicamente, un área superficial mayor de la cara 840 del elemento de restricción 830 está situada en un lado de la perforación 865 para alojar el árbol 834 que en el otro lado de la perforación 865. Tal como se describió anteriormente en lo que se refiere al elemento de restricción 130, esta desviación produce un par de torsión de apertura alrededor del árbol 834 durante periodos de exhalación.

El mecanismo de ajuste 853 se muestra en detalle adicional en las vistas en perspectiva frontal y posterior de las figuras 60 y 61. En general, el mecanismo de ajuste incluye un armazón 856 adaptado para engancharse al borde de sellado 870 del cilindro flexible 871 formado en la carcasa interior 803. Una abertura circular en el armazón 856 forma un asiento 824 conformado para albergar el elemento de restricción 830. En esta realización, el asiento 824 también define la entrada de cámara 804. El mecanismo de ajuste 853 incluye además un brazo 854 configurado para extenderse desde el armazón 856 hasta una posición más allá del alojamiento 802 con el fin de permitir que un usuario ajuste selectivamente la orientación del mecanismo de ajuste 853, y por tanto la entrada de cámara 804, cuando el dispositivo de OPEP 800 está ensamblado completamente. El mecanismo de ajuste 853 también incluye un elemento de apoyo superior 885 y un elemento de apoyo inferior 886 para alojar el árbol 834.

Un conjunto del álabe 832, el mecanismo de ajuste 853 y el elemento de restricción 830 se muestra en la vista en perspectiva de la figura 62. Tal como se explicó anteriormente, el álabe 832 y el elemento de restricción 830 están conectados operativamente mediante el árbol 834 de manera que la rotación del álabe 832 da como resultado la rotación del elemento de restricción 830, y viceversa. En cambio, el mecanismo de ajuste 853, y por tanto el asiento 824 que define la entrada de cámara 804, está configurado para rotar en relación con el álabe 832 y el elemento de restricción 830 alrededor del árbol 834. De este modo, un usuario puede hacer rotar el brazo 854 para ajustar selectivamente la orientación de la entrada de cámara 804 en relación con el elemento de restricción 830 y el alojamiento 802. Por ejemplo, un usuario puede aumentar la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 800 haciendo rotar el brazo 854, y por tanto el armazón 856, en un sentido horario. Alternativamente, un usuario puede disminuir la frecuencia y la amplitud de la terapia de OPEP administrada mediante el dispositivo de OPEP 800 haciendo rotar el brazo de ajuste 854, y por tanto el armazón 256, en un sentido antihorario. Además, tal como se muestra por ejemplo en las figuras 48 y 50, pueden proporcionarse marcas en el alojamiento 802 para ayudar al usuario en el establecimiento de la configuración apropiada del dispositivo de OPEP 800.

La embocadura variable 836 se muestra en detalle adicional en las vistas en perspectiva frontal y posterior de las figuras 63 y 64. La embocadura variable 836 en el dispositivo de OPEP 800 es similar a la embocadura variable 236

descrita anteriormente en lo que se refiere al dispositivo de OPEP 200, excepto porque la embocadura variable 836 también incluye una placa de base 887 configurada para ajustarse dentro de un extremo 885 (véanse las figuras 54-55) de la carcasa interior 803 y mantener la embocadura variable 836 entre la sección posterior 805 y la carcasa interior 803. Al igual que la embocadura variable 236, la embocadura variable 836 y la placa de base 887 pueden estar compuestas por silicona.

La válvula unidireccional 884 se muestra en detalle adicional en la vista en perspectiva frontal de la figura 65. En general, la válvula unidireccional 884 comprende un puntal 888 adaptado para montarse en la sección frontal 801 del alojamiento 802, y una aleta 889 adaptada para inclinarse o pivotar en relación con el puntal 888 en respuesta a una fuerza o una presión sobre la aleta 889. Los expertos en la técnica apreciarán que pueden usarse otras válvulas unidireccionales en esta y otras realizaciones descritas en el presente documento sin apartarse de las enseñanzas de la presente divulgación. Tal como se observa en las figuras 52-53, la válvula unidireccional 884 puede estar situada en el alojamiento 802 entre la boquilla 809 y el acceso de inhalación 811.

Tal como se indicó anteriormente en relación con el dispositivo de OPEP 100, el dispositivo de OPEP 800 puede estar adaptado para su uso con otras interfaces o interfaces adicionales, tales como un dispositivo de administración de aerosol. Con respecto a esto, el dispositivo de OPEP 800 está equipado con un acceso de inhalación 811 (observado mejor en las figuras 48-49 y 51-53) en comunicación de fluido con la boquilla 809. Tal como se observó anteriormente, el acceso de inhalación puede incluir una válvula unidireccional independiente 884 (observada mejor en las figuras 52-53 y 65) configurada para permitir que un usuario del dispositivo de OPEP 800 tanto inhale el aire circundante a través de la válvula unidireccional 884 como exhale a través de la entrada de cámara 804, sin retirar la boquilla 809 del dispositivo de OPEP 800 entre periodos de inhalación y exhalación. Además, los dispositivos de administración de aerosol disponibles comercialmente mencionados antes pueden conectarse al acceso de inhalación 811 para la administración simultánea de terapia de aerosol (con la inhalación) y terapia de OPEP (con la exhalación).

El dispositivo de OPEP 800 y los componentes descritos anteriormente se ilustran adicionalmente en las vistas en sección transversal mostradas en las figuras 52-53. Para fines de ilustración, la vista en sección transversal de la figura 52 se muestra sin ninguno de los componentes internos del dispositivo de OPEP 800.

La sección frontal 801, la sección posterior 805 y la carcasa interior 803 se ensamblan para formar una primera cámara 814 y una segunda cámara 818. Al igual que con el dispositivo de OPEP 100, una trayectoria de flujo de exhalación 810, identificada mediante una línea discontinua, está definida entre la boquilla 809 y al menos una de la primera salida de cámara 806 (observada mejor en las figuras 52-53 y 55) y la segunda salida de cámara 808 (observada mejor en la figura 54), que están formadas ambas dentro de la carcasa interior 803. Como resultado del acceso de inhalación 811 y la válvula unidireccional 848, la trayectoria de flujo de exhalación 810 comienza en la boquilla 809 y se dirige hacia la entrada de cámara 804, que en funcionamiento puede estar bloqueada o no por el elemento de restricción 830. Después de pasar a través de la entrada de cámara 804, la trayectoria de flujo de exhalación 810 entra en la primera cámara 814 y realiza un giro de 180° hacia la embocadura variable 836. Después de pasar a través de un orificio 838 de la embocadura variable 836, la trayectoria de flujo de exhalación 810 entra en la segunda cámara 818. En la segunda cámara 818, la trayectoria de flujo de exhalación 810 puede salir de la segunda cámara 818, y en última instancia del alojamiento 802, a través de al menos una de la primera salida de cámara 806 o la segunda salida de cámara 808. Los expertos en la técnica apreciarán que la trayectoria de flujo de exhalación 810 identificada mediante la línea discontinua es a modo de ejemplo, y que el aire exhalado al interior del dispositivo de OPEP 800 puede fluir en cualquier número de direcciones o trayectorias cuando atraviesa desde la boquilla 809 o la entrada de cámara 804 hasta la primera salida de cámara 806 o la segunda salida de cámara 808. Tal como se observó anteriormente, la administración de terapia de OPEP usando el dispositivo de OPEP 800 es en cualquier caso igual a como se describió anteriormente en lo que se refiere al dispositivo de OPEP 100.

Únicamente a modo de ejemplo, pueden lograrse las siguientes condiciones de funcionamiento o características de rendimiento, mediante un dispositivo de OPEP según el dispositivo de OPEP 800, con el dial de ajuste 854 fijado para una frecuencia y amplitud aumentadas:

Velocidad de flujo (lpm)	10	30
Frecuencia (Hz)	7	20
Presión superior (cm de H <sub>2</sub> O)	13	30
Presión inferior (cm de H <sub>2</sub> O)	1,5	9
Amplitud (cm de H <sub>2</sub> O)	11,5	21

La frecuencia y la amplitud observadas pueden disminuir, por ejemplo, en aproximadamente el 20% con el dial de ajuste 854 fijado para una frecuencia y amplitud disminuidas. Pueden lograrse otros objetivos de frecuencia y amplitud variando el dimensionamiento o la configuración particulares de los elementos, por ejemplo, aumentar la

longitud del álabe 832 da como resultado una frecuencia más lenta, mientras que disminuir el tamaño del orificio 838 da como resultado una frecuencia mayor. El ejemplo anterior es meramente un posible conjunto de condiciones de funcionamiento para un dispositivo de OPEP según la realización descrita anteriormente.

#### NOVENA REALIZACIÓN

5 Pasando a las figuras 66-69, se muestra otra realización de un dispositivo de tratamiento respiratorio 900. A diferencia de los dispositivos de OPEP descritos anteriormente, el dispositivo de tratamiento respiratorio 900 está configurado para administrar terapia de presión oscilante tanto con la exhalación como con la inhalación. Los expertos en la técnica apreciarán que los conceptos descritos a continuación en lo que se refiere al dispositivo de tratamiento respiratorio 900 pueden aplicarse a cualquiera de los dispositivos de OPEP descritos anteriormente, de manera que puede administrarse terapia de presión oscilante tanto con la exhalación como con la inhalación. Asimismo, el dispositivo de tratamiento respiratorio 900 puede incorporar cualquiera de los conceptos anteriores con respecto a los dispositivos de OPEP descritos anteriormente, incluyendo por ejemplo una embocadura variable, un acceso de inhalación adaptado para su uso con un dispositivo de administración de aerosol para la administración de terapia de aerosol, un mecanismo de ajuste, una derivación de entrada de cámara, uno o más accesos de control, etc.

Tal como se muestra en las figuras 66 y 67, el dispositivo de tratamiento respiratorio 900 incluye un alojamiento 902 que tiene una sección frontal 901, una sección media 903 y una sección posterior 905. Al igual que con los dispositivos de OPEP descritos anteriormente, el alojamiento 902 puede abrirse de modo que pueda accederse al contenido del alojamiento 902 para la limpieza y/o el reemplazo selectivo de los componentes contenidos en el mismo para mantener condiciones de funcionamiento ideales. El alojamiento 902 incluye además una primera abertura 912, una segunda abertura 913 y una tercera abertura 915.

Aunque la primera abertura 912 se muestra en las figuras 66 y 67 en asociación con una boquilla 909, la primera abertura 912 puede asociarse alternativamente con otras interfaces de usuario, por ejemplo, una máscara antigás o un tubo de respiración. La segunda abertura 913 incluye una válvula de exhalación unidireccional 990 configurada para permitir que aire exhalado al interior del alojamiento 902 salga del alojamiento 902 con la exhalación en la primera abertura 912. La tercera abertura 915 incluye una válvula de inhalación unidireccional 984 configurada para permitir que aire fuera del alojamiento 902 entre en el alojamiento 902 con la inhalación en la primera abertura 912. Tal como se muestra en mayor detalle en la figura 67, el dispositivo de tratamiento respiratorio 900 incluye además una placa colectora 993 que tiene un conducto de exhalación 994 y un conducto de inhalación 995. Una válvula unidireccional 991 está adaptada para montarse dentro de la placa colectora 993 adyacente al conducto de exhalación 994 de manera que la válvula unidireccional 991 se abre en respuesta al aire exhalado al interior de la primera abertura 912, y se cierra en respuesta al aire inhalado a través de la primera abertura 912. Una válvula unidireccional independiente 992 está adaptada para montarse dentro de la placa colectora 993 adyacente al conducto de inhalación 995 de manera que la válvula unidireccional 992 se cierra en respuesta al aire exhalado al interior de la primera abertura 912, y se abre en respuesta al aire inhalado a través de la primera abertura 912. El dispositivo de tratamiento respiratorio 900 también incluye un elemento de restricción 930 y un álabe 932 conectados operativamente mediante un árbol 934, cuyo conjunto puede operarse de la misma manera que se describió anteriormente con respecto a los dispositivos de OPEP dados a conocer.

En referencia ahora a las figuras 68 y 69, se muestran vistas en perspectiva en sección transversal tomadas a lo largo de las líneas I y II, respectivamente, en la figura 66. El dispositivo de tratamiento respiratorio 900 administra terapia de presión oscilante tanto con la inhalación como con la exhalación de manera similar a la mostrada y descrita anteriormente en lo que se refiere a los dispositivos de OPEP. Tal como se describe en detalle adicional a continuación, el dispositivo de OPEP 900 incluye una pluralidad de cámaras (es decir, más de una). El aire transmitido a través de la primera abertura 912 del alojamiento 902, ya sea inhalado o exhalado, atraviesa una trayectoria de flujo que pasa, al menos en parte, pasado un elemento de restricción 930 alojado en una primera cámara 914, y a través de una segunda cámara 918 que aloja un álabe 932 conectado operativamente al elemento de restricción 930. Con respecto a esto, al menos una parte de la trayectoria de flujo tanto para el aire exhalado al interior como inhalado desde la primera abertura 912 es solapante, y se produce en el mismo sentido.

Por ejemplo, una trayectoria de flujo a modo de ejemplo 981 se identifica en las figuras 68 y 69 mediante una línea discontinua. De manera similar a los dispositivos de OPEP descritos anteriormente, el elemento de restricción 930 está situado en la primera cámara 914 y puede moverse en relación con una entrada de cámara 904 entre una posición cerrada, donde se restringe el flujo de aire a través de la entrada de cámara 904, y una posición abierta, donde se restringe menos el flujo de aire a través de la entrada de cámara 904. Después de pasar a través de la entrada de cámara 904 y entrar en la primera cámara 914, la trayectoria de flujo a modo de ejemplo 981 realiza un giro de 180 grados, o invierte los sentidos longitudinales (es decir, la trayectoria de flujo 981 se dobla sobre sí misma), tras lo cual la trayectoria de flujo a modo de ejemplo 981 pasa a través de un orificio 938 y entra en la segunda cámara 918. Al igual que con los dispositivos de OPEP descritos anteriormente, el álabe 932 está situado en la segunda cámara 918, y está configurado para tener un movimiento alternativo entre una primera posición y una segunda posición en respuesta a una presión aumentada adyacente al álabe, lo que a su vez hace que el elemento de restricción conectado operativamente 930 se mueva repetidamente entre la posición cerrada y la posición abierta. Dependiendo de la posición del álabe 932, el aire que fluye a lo largo de la trayectoria de flujo a modo de ejemplo

981 se dirige a una de o bien una primera salida de cámara 906 o bien una segunda salida de cámara 908. Por consiguiente, puesto que el aire inhalado o exhalado atraviesa la trayectoria de flujo a modo de ejemplo 981, la presión en la entrada de cámara 904 oscila.

5 La presión oscilante en la entrada de cámara 904 se transmite eficazmente de vuelta a un usuario del dispositivo de tratamiento respiratorio 900, es decir, en la primera abertura 912, a través de una serie de cámaras. Tal como se observa en las figuras 68 y 69, el dispositivo de tratamiento respiratorio incluye una primera cámara adicional 996, una segunda cámara adicional 997 y una tercera cámara adicional 998, que se describen en detalle adicional a continuación.

10 La boquilla 909 y la primera cámara adicional 996 están en comunicación a través de la primera abertura 912 en el alojamiento 902. La primera cámara adicional 996 y la segunda cámara adicional 997 están separadas por la placa colectora 993, y están en comunicación a través del conducto de exhalación 994. La válvula unidireccional 991 montada adyacente al conducto de exhalación 994 está configurada para abrirse en respuesta al aire exhalado al interior de la primera abertura 912, y para cerrarse en respuesta al aire inhalado a través de la primera abertura 912.

15 La primera cámara adicional 996 y la tercera cámara adicional 998 también están separadas por la placa colectora 993, y están en comunicación a través del conducto de inhalación 995. La válvula unidireccional 992 montada adyacente al conducto de inhalación 995 está configurada para cerrarse en respuesta al aire exhalado al interior de la primera abertura 912, y para abrirse en respuesta al aire inhalado a través de la primera abertura 912.

20 El aire que rodea al dispositivo de tratamiento respiratorio 900 y la segunda cámara adicional 997 están en comunicación a través de la tercera abertura 915 en el alojamiento 902. La válvula unidireccional 984 está configurada para cerrarse en respuesta al aire exhalado al interior de la primera abertura 912, y para abrirse en respuesta al aire inhalado a través de la primera abertura 912.

25 El aire que rodea al dispositivo de tratamiento respiratorio 900 y la tercera cámara adicional 998 están en comunicación a través de la segunda abertura 913 en el alojamiento 902. La válvula unidireccional 990 montada adyacente a la segunda abertura 913 está configurada para abrirse en respuesta al aire exhalado al interior de la primera abertura 912, y para cerrarse en respuesta al aire inhalado a través de la primera abertura 912. La tercera cámara adicional 998 también está en comunicación con la segunda cámara 918 a través de la primera salida de cámara 906 y la segunda salida de cámara 908.

30 En referencia ahora a las figuras 70-71, vistas en perspectiva en sección transversal tomadas a lo largo de las líneas I y II, respectivamente, de la figura 66, ilustran una trayectoria de flujo de exhalación a modo de ejemplo 910 formada entre la primera abertura 912, o la boquilla 909, y la segunda abertura 913. En general, con la exhalación por un usuario al interior de la primera abertura 912 del alojamiento 902, se acumula presión en la primera cámara adicional 996, haciendo que la válvula unidireccional 991 se abra y que la válvula unidireccional 992 se cierre. El aire exhalado entra entonces en la segunda cámara adicional 997 a través del conducto de exhalación 994 y se acumula presión en la segunda cámara adicional 997, haciendo que la válvula unidireccional 984 se cierre y que el elemento de restricción 930 se abra. El aire exhalado entra entonces en la primera cámara 914 a través de la entrada de cámara 904, invierte los sentidos longitudinales, y acelera a través del orificio 938 que separa la primera cámara 914 y la segunda cámara 918. Dependiendo de la orientación del álabe 932, el aire exhalado sale entonces de la segunda cámara 918 a través de una de o bien la primera salida de cámara 906 o bien la segunda salida de cámara 908, tras lo cual entra en la tercera cámara adicional 998. Cuando se acumula presión en la tercera cámara adicional 998, la válvula unidireccional 990 se abre, permitiendo que el aire exhalado salga del alojamiento 902 a través de la segunda abertura 913. Una vez que se establece el flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación 910, el álabe 932 realiza un movimiento alternativo entre una primera posición y una segunda posición, lo que a su vez hace que el elemento de restricción 930 se mueva entre la posición cerrada y la posición abierta, tal como se describió anteriormente en lo que se refiere a los dispositivos de OPEP. De este modo, el dispositivo de tratamiento respiratorio 900 proporciona terapia oscilante con la exhalación.

35 40 45 50 55 60 En referencia ahora a las figuras 72-73, diferentes vistas en perspectiva en sección transversal tomadas a lo largo de las líneas I y II, respectivamente, de la figura 66, ilustran una trayectoria de flujo de inhalación a modo de ejemplo 999 formada entre la tercera abertura 915 y la primera abertura 912, o la boquilla 909. En general, con la inhalación por un usuario a través de la primera abertura 912, la presión disminuye en la primera cámara adicional 996, lo que hace que la válvula unidireccional 991 se cierre y la válvula unidireccional 992 se abra. Cuando el aire se inhala desde la tercera cámara adicional 998 al interior de la primera cámara adicional 996 a través del conducto de inhalación 995, la presión en la tercera cámara adicional 998 comienza a disminuir, lo que hace que la válvula unidireccional 990 se cierre. A medida que la presión continúa disminuyendo en la tercera cámara adicional 998, se extrae aire de la segunda cámara 918 a través de la primera salida de cámara 906 y la segunda salida de cámara 908. Cuando se extrae aire de la segunda cámara 918, también se extrae aire de la primera cámara 914 a través del orificio 938 que conecta la segunda cámara 918 y la primera cámara 914. Cuando se extrae aire de la primera cámara 914, también se extrae aire de la segunda cámara adicional 997 a través de la entrada de cámara 904, lo que hace que la presión en la segunda cámara adicional 997 disminuya y que la válvula unidireccional 984 se abra, permitiendo de ese modo que entre aire en el alojamiento 902 a través de la tercera abertura 915. Debido al diferencial de presión entre la primera cámara adicional 996 y la segunda cámara adicional 997, la válvula

unidireccional 991 permanece cerrada. Una vez que se establece el flujo de aire inhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de inhalación 999, el álabe 932 realiza un movimiento alternativo entre una primera posición y una segunda posición, lo que a su vez hace que el elemento de restricción 930 se mueva entre la posición cerrada y la posición abierta, tal como se describió anteriormente en lo que se refiere a los dispositivos de OPEP. De este modo, el dispositivo de tratamiento respiratorio 900 proporciona terapia oscilante con la inhalación.

5

En referencia ahora a la figura 74, se muestra una vista en perspectiva frontal del dispositivo de OPEP 800 conectado con un dispositivo de administración de aerosol en forma de un nebulizador 899 a través del acceso de inhalación 811. El sistema que comprende el dispositivo de OPEP 800 conectado al nebulizador 899 está configurado para proporcionar tanto terapia de presión oscilante como terapia de aerosol, tal como se describió anteriormente. La combinación del dispositivo de OPEP 800 y el nebulizador 899, sin embargo, es a modo de ejemplo. También se prevén combinaciones alternativas de los dispositivos de OPEP descritos en el presente documento y dispositivos de administración de aerosol, tales como los identificados anteriormente.

10

Los expertos en la técnica apreciarán que los diversos conceptos descritos anteriormente con respecto a una realización particular de un dispositivo de OPEP pueden aplicarse a cualquiera de las otras realizaciones descritas en el presente documento, aunque no se muestran ni se describen específicamente con respecto a las otras realizaciones. Por ejemplo, cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento puede incluir una embocadura variable, un acceso de inhalación adaptado para su uso con un dispositivo de administración de aerosol para la administración de terapia de aerosol, un mecanismo de ajuste para ajustar la posición relativa de la entrada de cámara y/o el intervalo permisible de movimiento por un elemento de restricción, una derivación de entrada de cámara, uno o más accesos de control, etc.

15

20

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de OPEP (100) que comprende:
  - un alojamiento (102) que encierra al menos una cámara (114, 514);
  - una entrada de cámara (104, 504) configurada para recibir aire exhalado al interior de la al menos una cámara (118);
  - una primera salida de cámara (106) y una segunda salida de cámara (108) configuradas para permitir que salga aire exhalado de la al menos una cámara (118, 514);
  - una trayectoria de flujo de exhalación (110) definida entre la entrada de cámara (104, 504) y la primera salida de cámara (106);
  - un elemento de restricción (130) situado en la trayectoria de flujo de exhalación (110), pudiendo moverse el elemento de restricción (130) en respuesta a un flujo del aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación (110) entre una posición cerrada, donde se restringe el flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación (110) a través de la entrada de cámara (104) y el flujo de aire exhalado se dirige hacia la primera salida de cámara (106), y una posición abierta, donde se restringe menos el flujo de aire exhalado a lo largo de la trayectoria de flujo de exhalación (110) a través de la entrada de cámara (104) y el flujo de aire exhalado se dirige hacia la segunda salida de cámara (108);
  - una embocadura variable (136) situada en la trayectoria de flujo de exhalación (110) de manera que la trayectoria de flujo de exhalación (110) pasa a través de un orificio (138) de la embocadura variable (136); y
  - un álabe (132) situado adyacente al orificio (138) pudiendo estar conectado operativamente el álabe (132) al elemento de restricción (130) y estando configurado para mover el elemento de restricción (130) entre la posición cerrada y la posición abierta en respuesta a una presión aumentada adyacente al álabe (132),
  - en el que el tamaño del orificio (138) está configurado para aumentar en respuesta al flujo de aire exhalado a través del orificio (138).
2. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 1, en el que la embocadura variable (136) está situada aguas abajo del elemento de restricción (130) en la trayectoria de flujo de exhalación (110).
3. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 1, en el que el orificio de la embocadura variable (136) es sustancialmente rectangular.
4. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 1, en el que el orificio (138) de la embocadura variable (136) permanece sustancialmente rectangular después de un aumento en el tamaño del orificio (138) en respuesta al flujo de aire exhalado a través del orificio (138).
5. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 1, en el que la orientación de la entrada de cámara (104, 504) puede ajustarse selectivamente.
6. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 1, que comprende además una derivación de entrada de cámara (578) configurada para permitir que pase aire exhalado al interior de la al menos una cámara (514) sin pasar a través de la entrada de cámara (504).
7. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 1, que comprende además un acceso de control (680) configurado para permitir que salga aire exhalado del dispositivo de tratamiento respiratorio antes de entrar en la al menos una cámara.
8. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 1, que comprende además un acceso de inhalación (811) en comunicación de fluido con una interfaz de usuario.
9. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 8, que comprende además una válvula unidireccional (884) configurada para permitir que fluya aire a través del acceso de inhalación hacia la interfaz de usuario con la inhalación.
10. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 8, en el que el acceso de inhalación está adaptado para recibir un medicamento en aerosol desde un dispositivo de administración de aerosol.
11. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 9, en el que el dispositivo de administración de aerosol está conectado al acceso de inhalación.
12. El dispositivo de OPEP según la reivindicación 1, en el que la trayectoria de flujo de exhalación se dobla sobre sí misma.

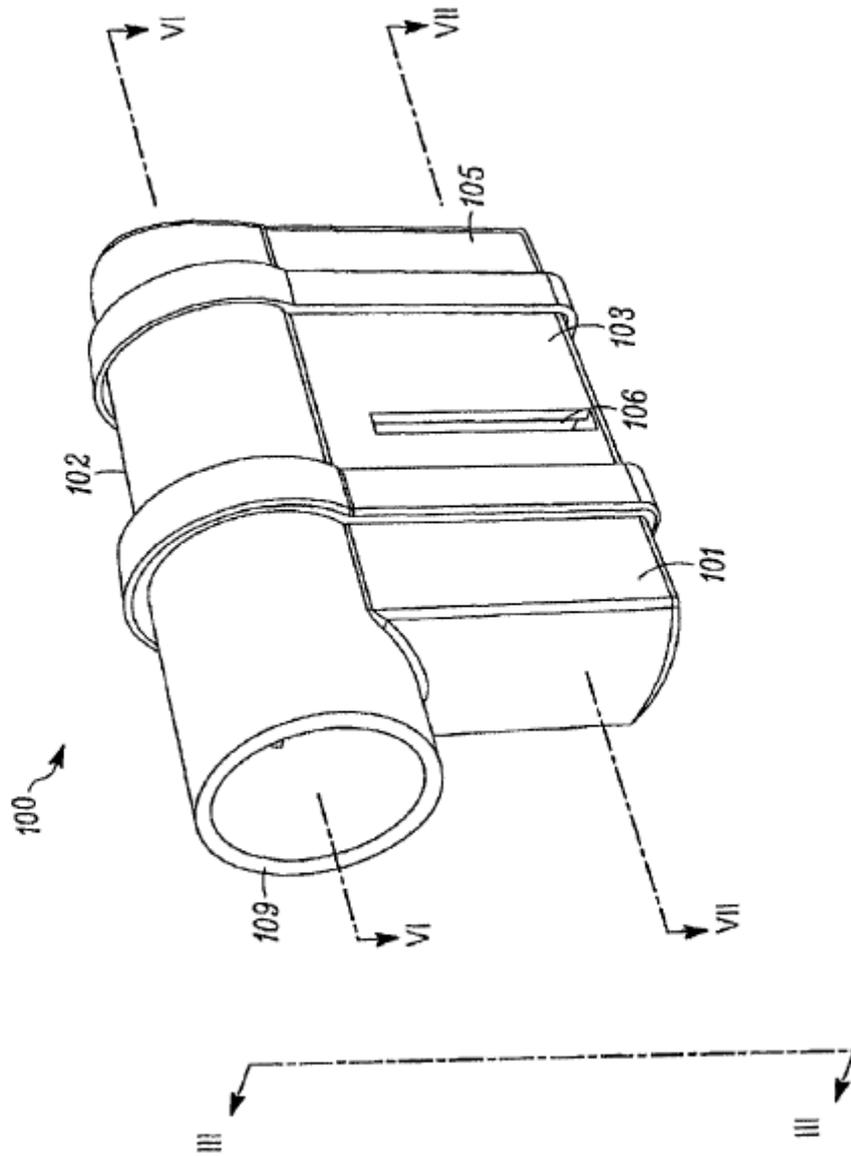


FIG. 1

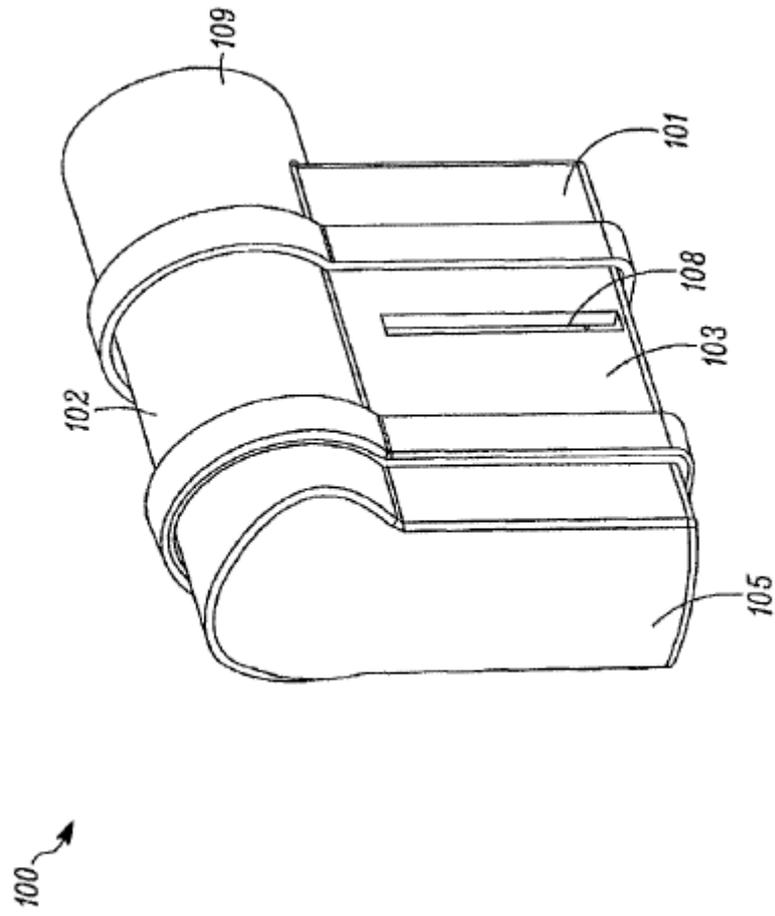


FIG. 2

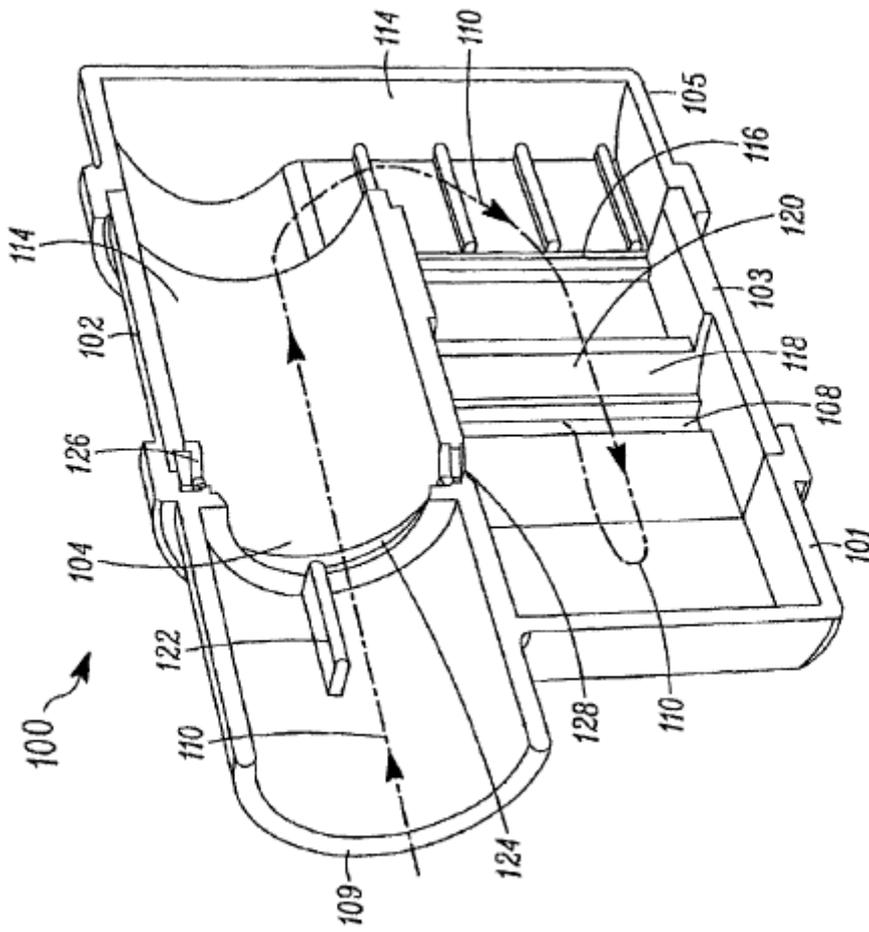


FIG. 3

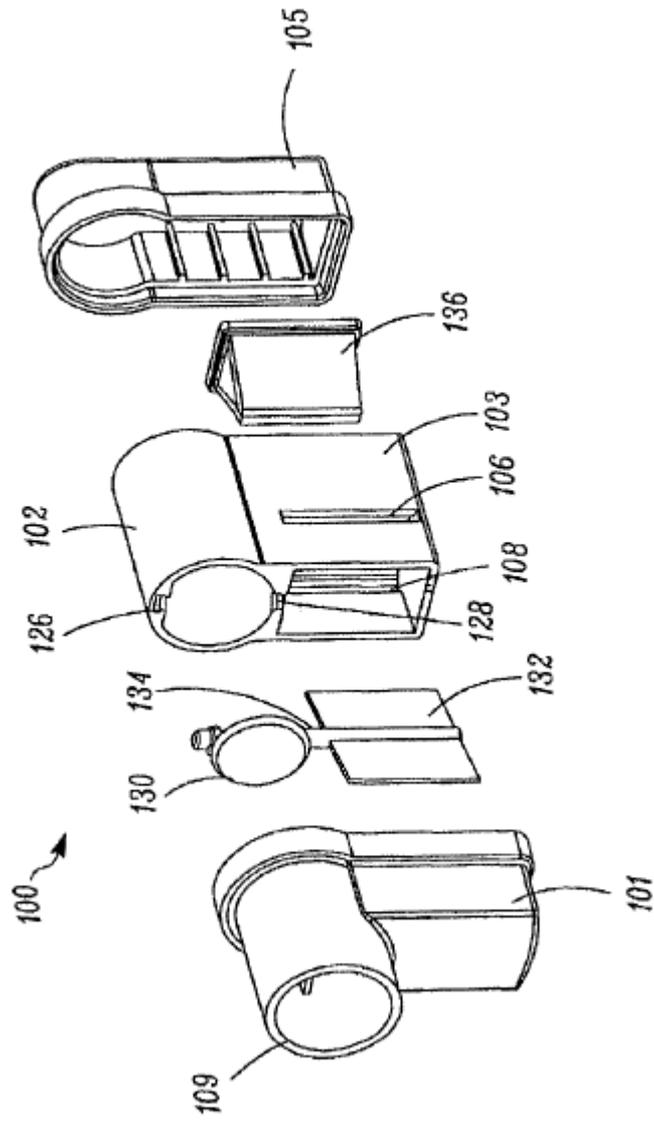


FIG. 4

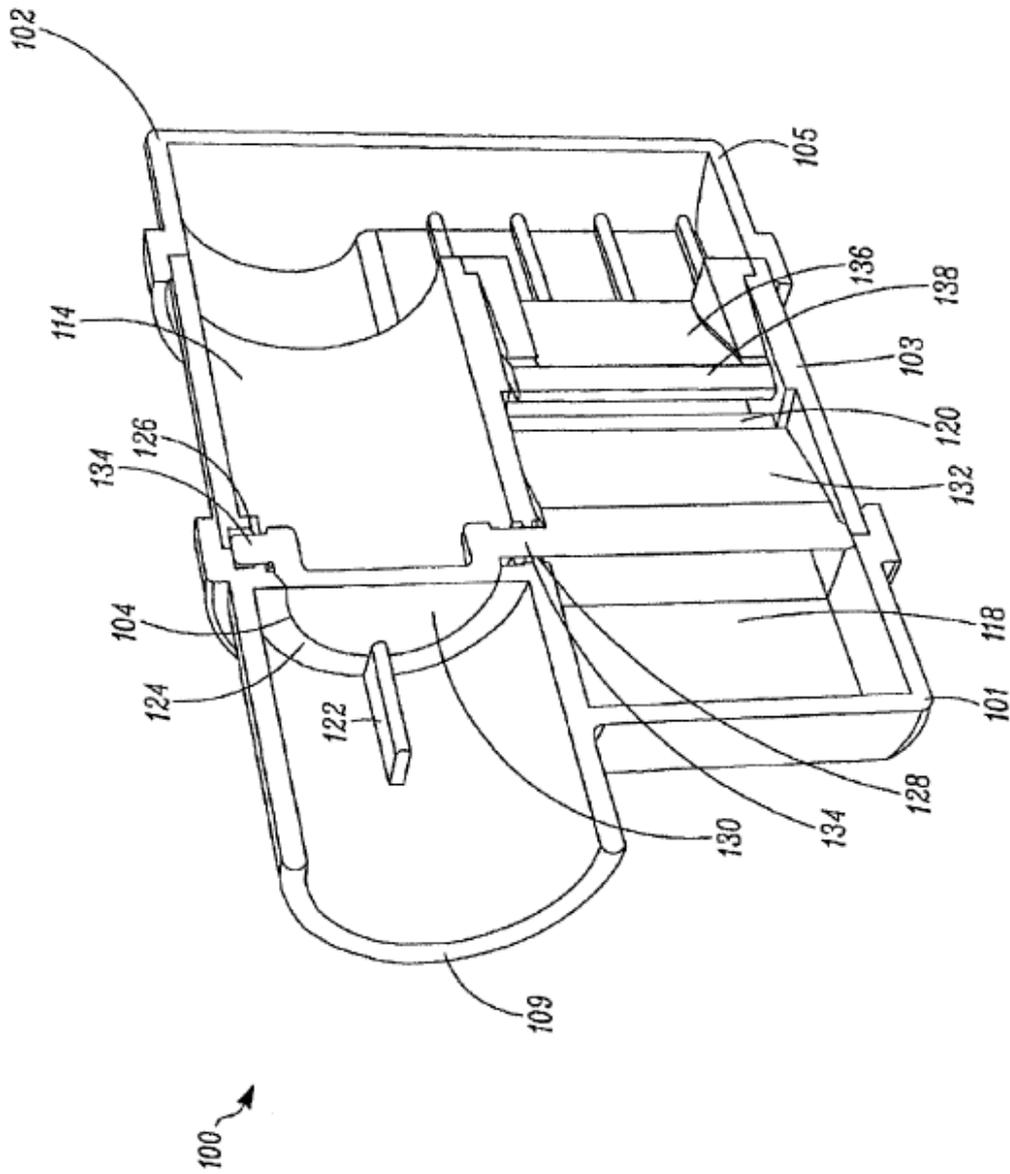


FIG. 5

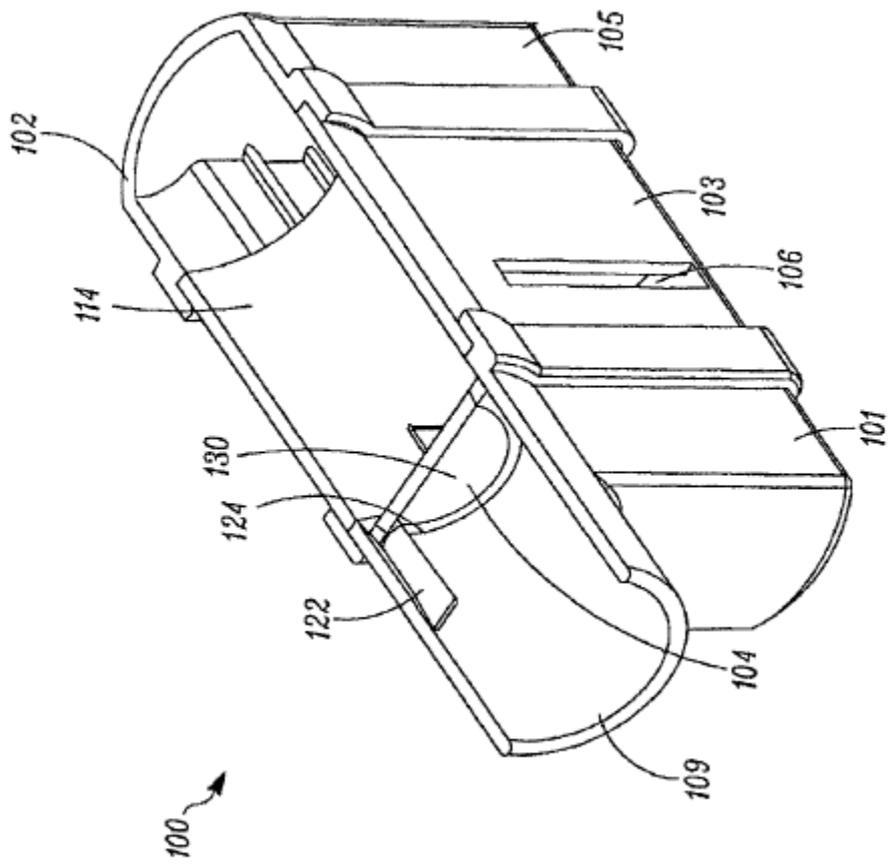


FIG. 6

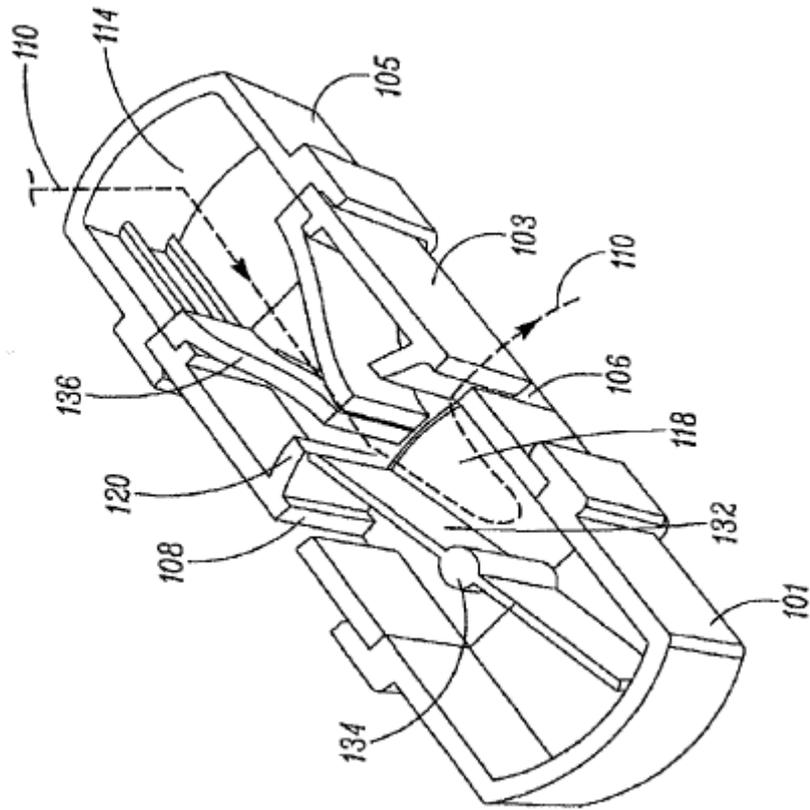


FIG. 7

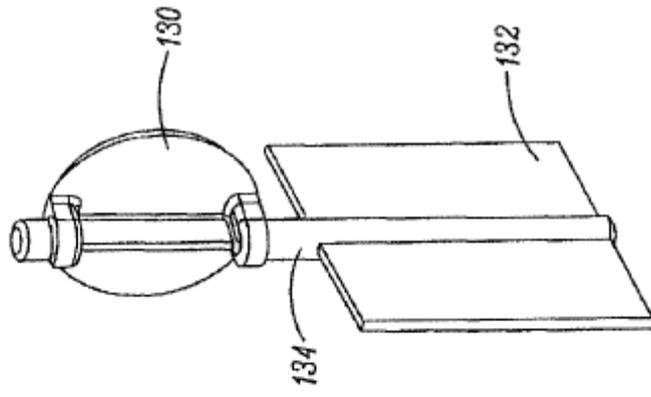


FIG. 9

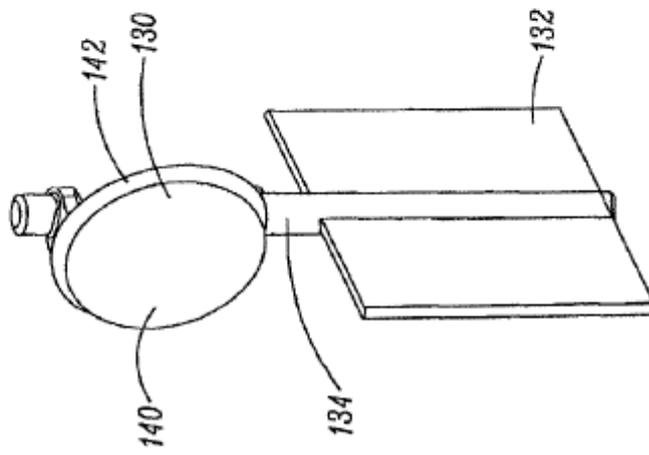


FIG. 8

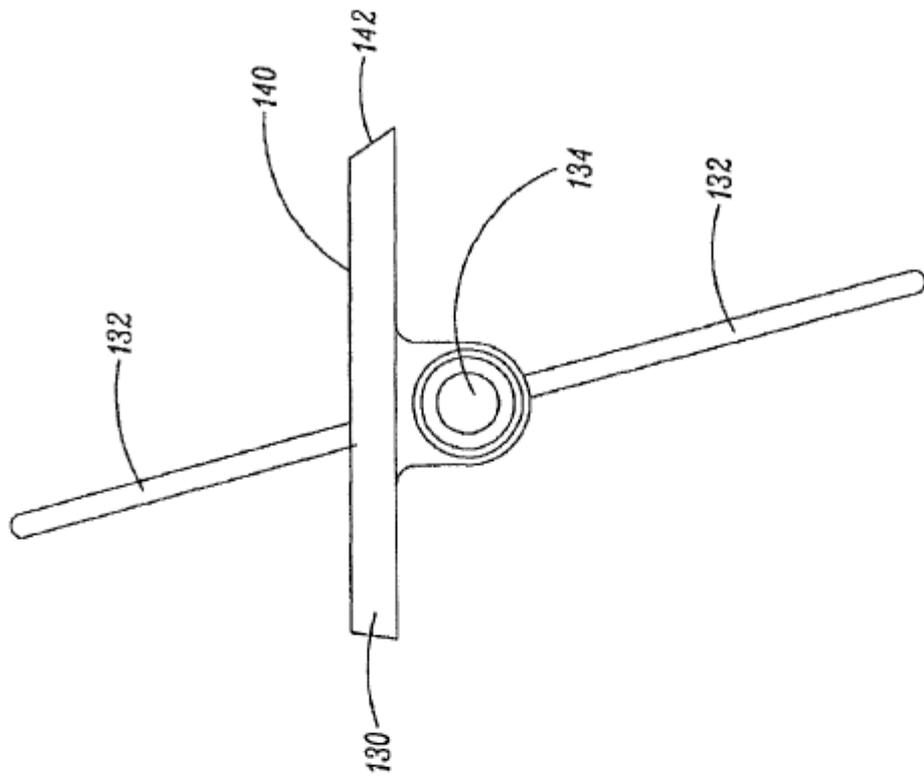


FIG. 11

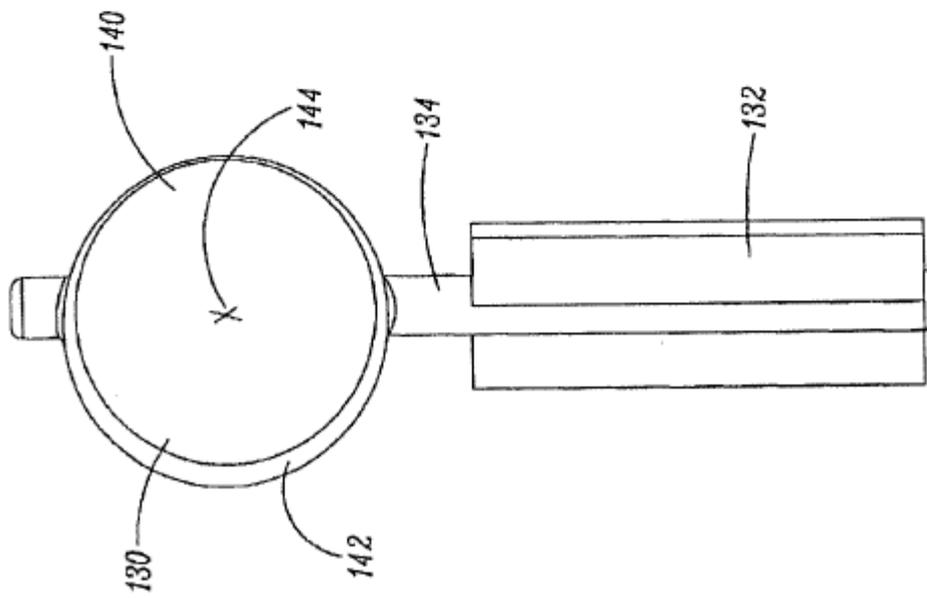


FIG. 10

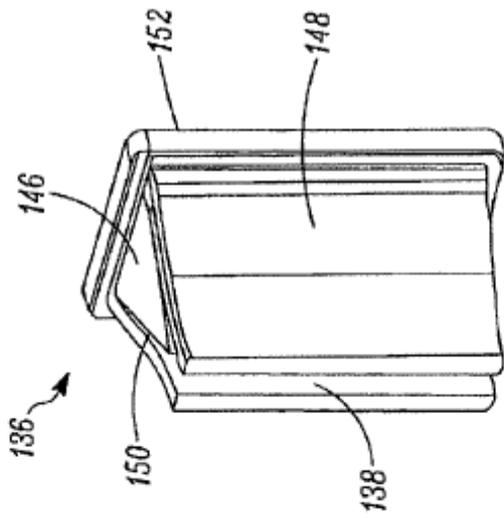


FIG. 12

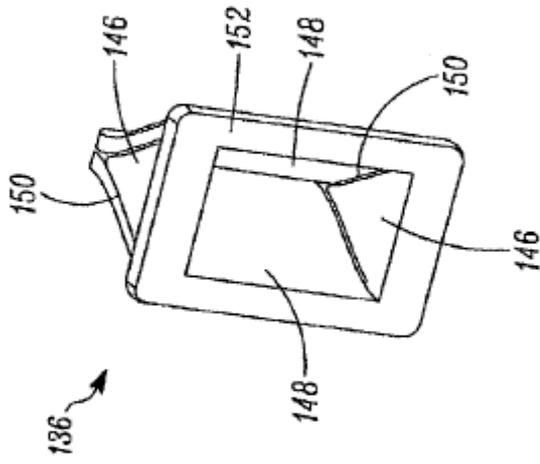


FIG. 13

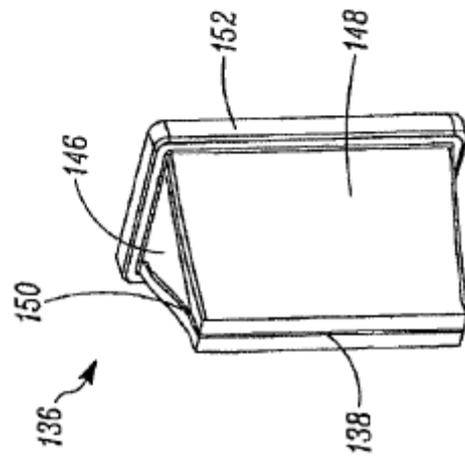


FIG. 14

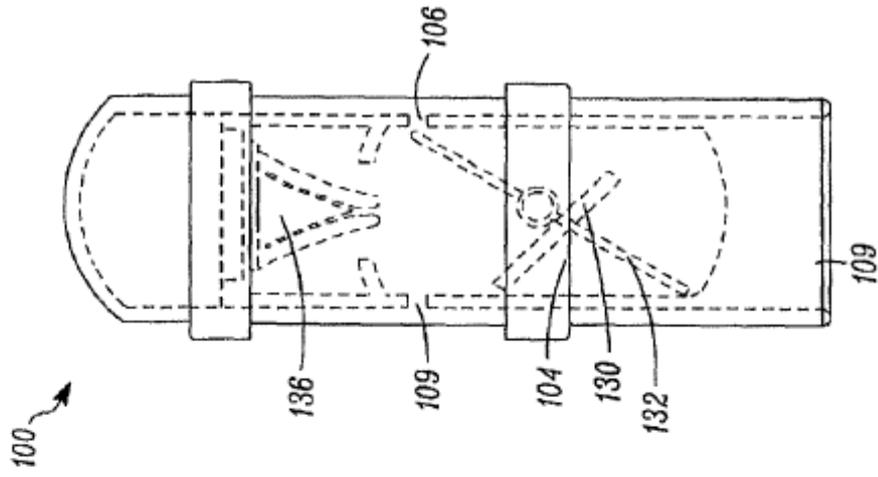


FIG. 15A

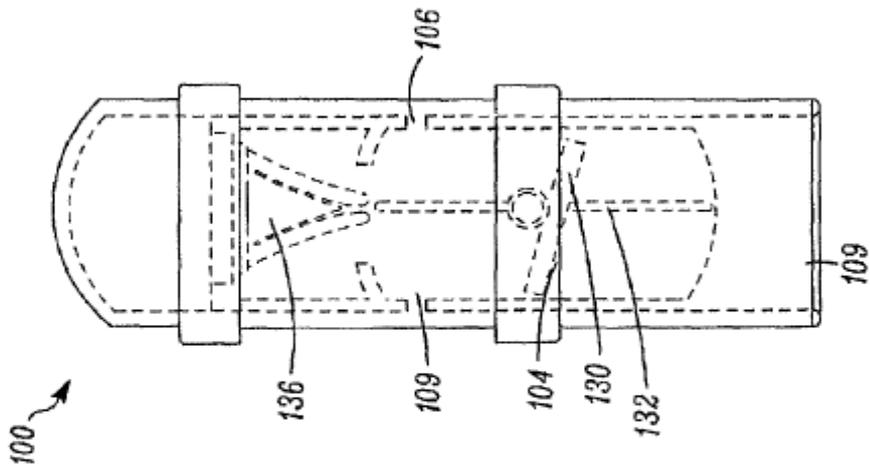


FIG. 15B

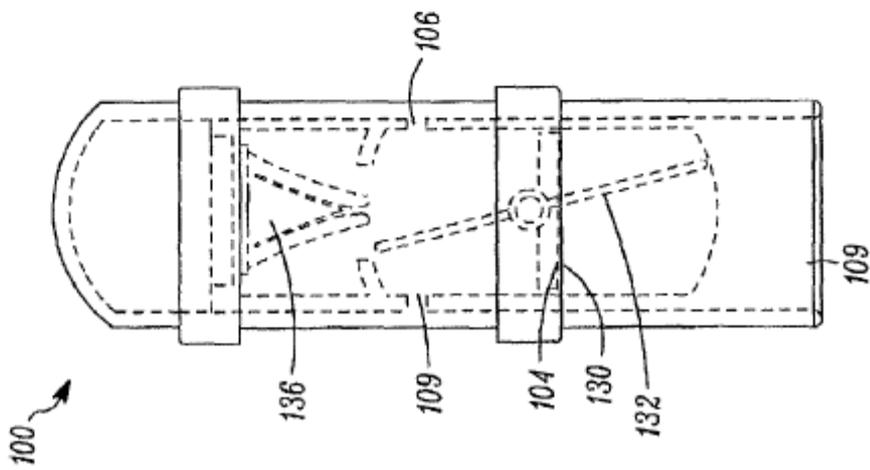


FIG. 15C

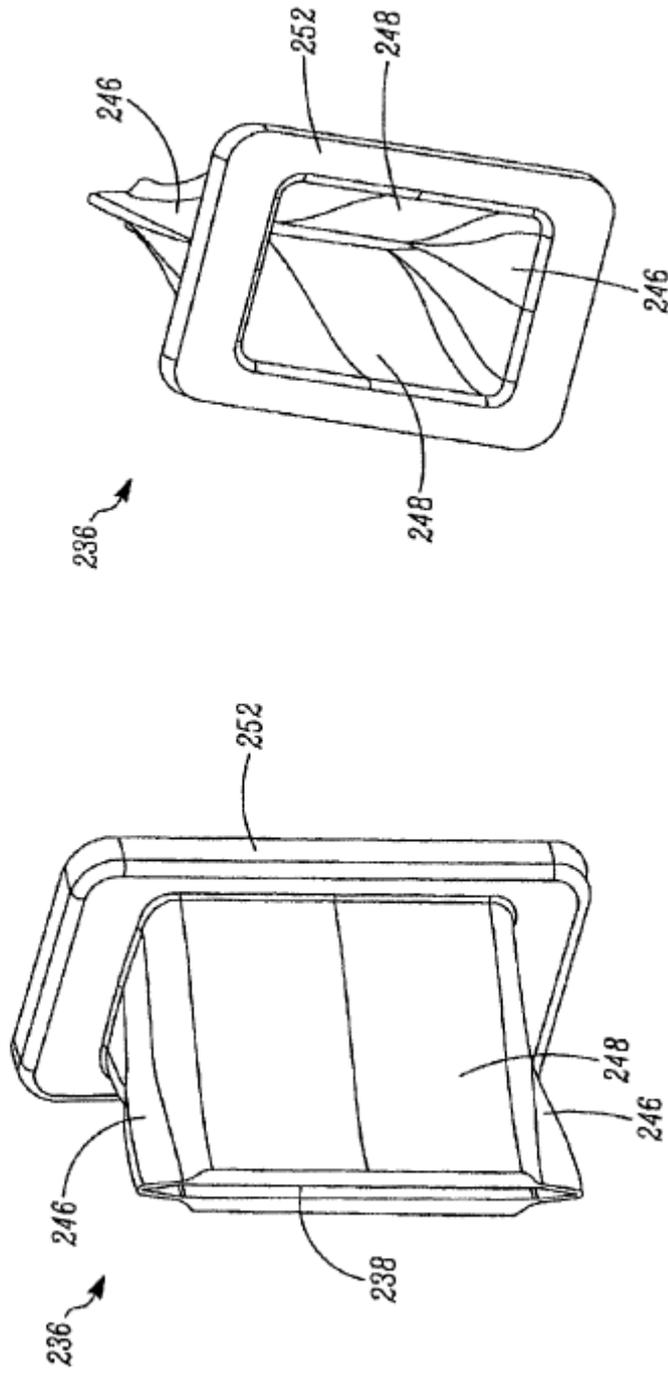


FIG. 17

FIG. 16

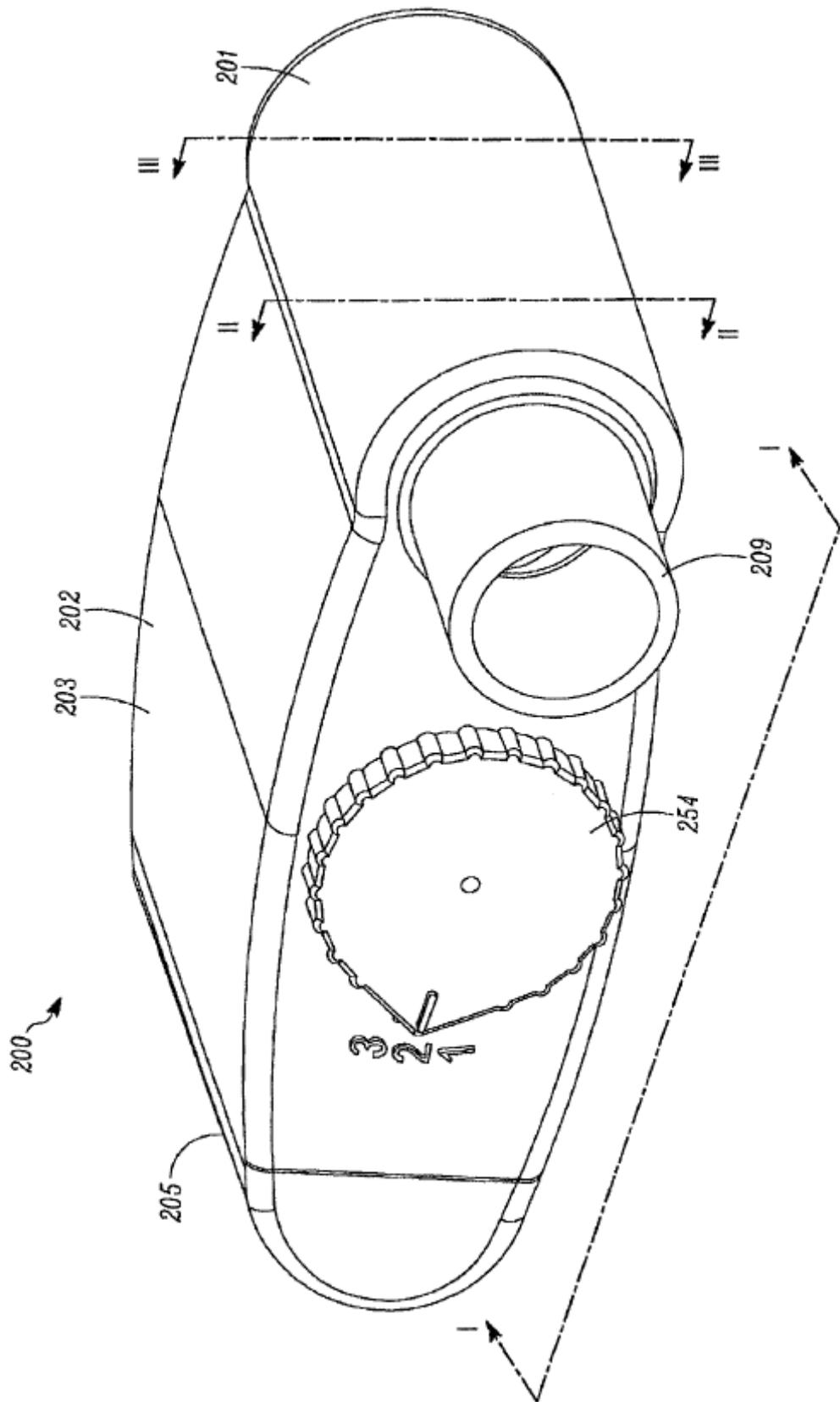


FIG. 18

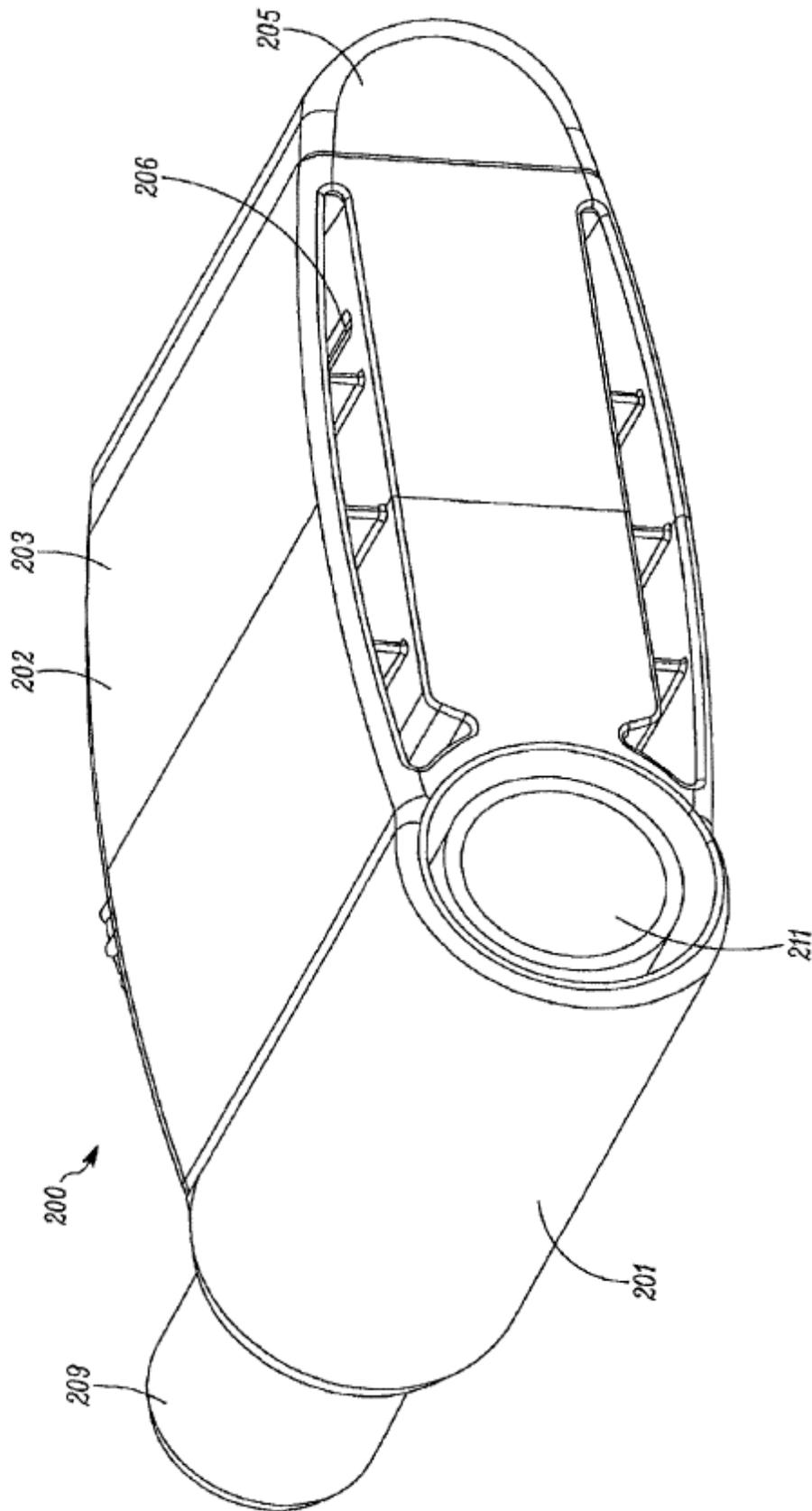


FIG. 19

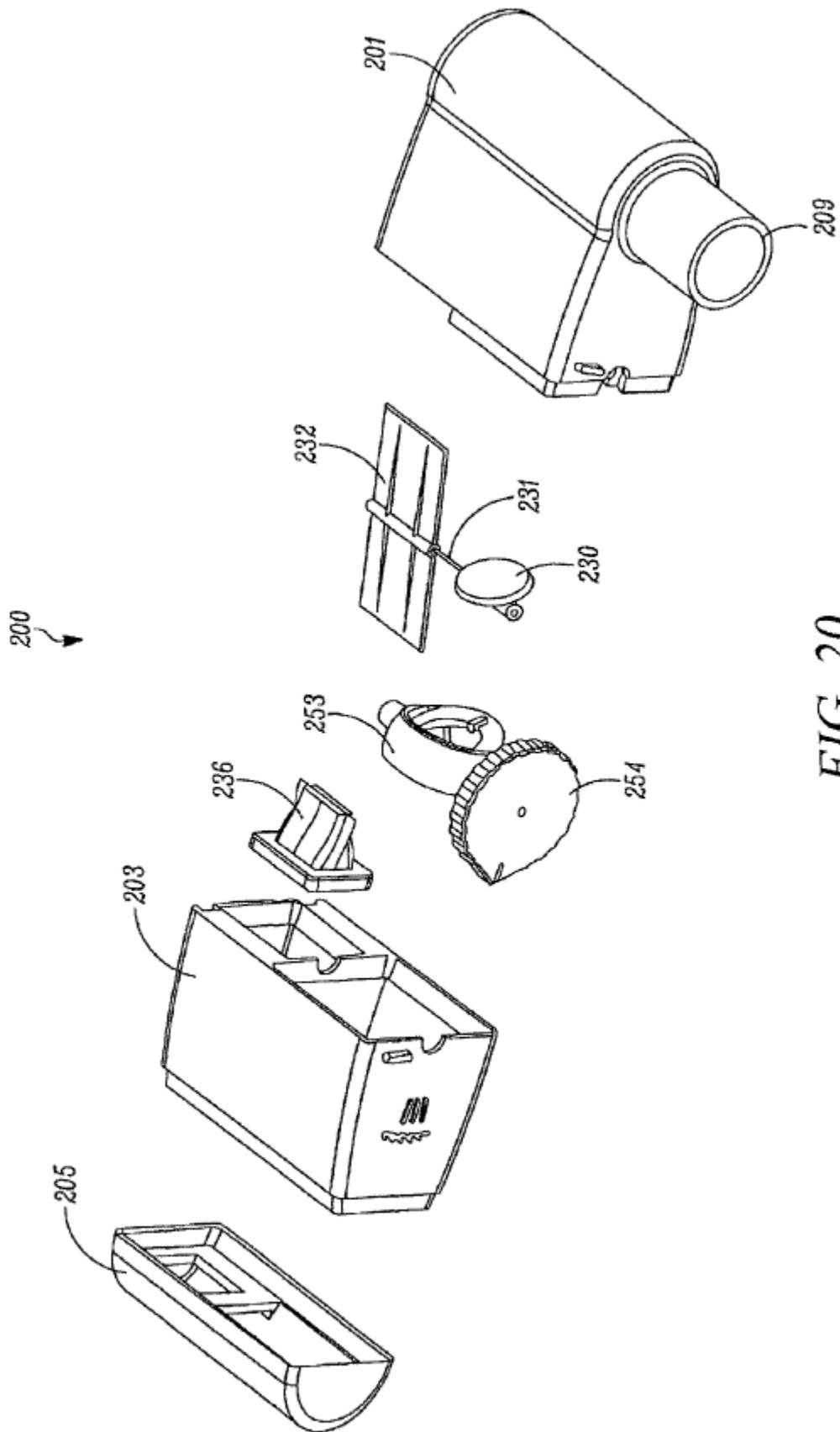
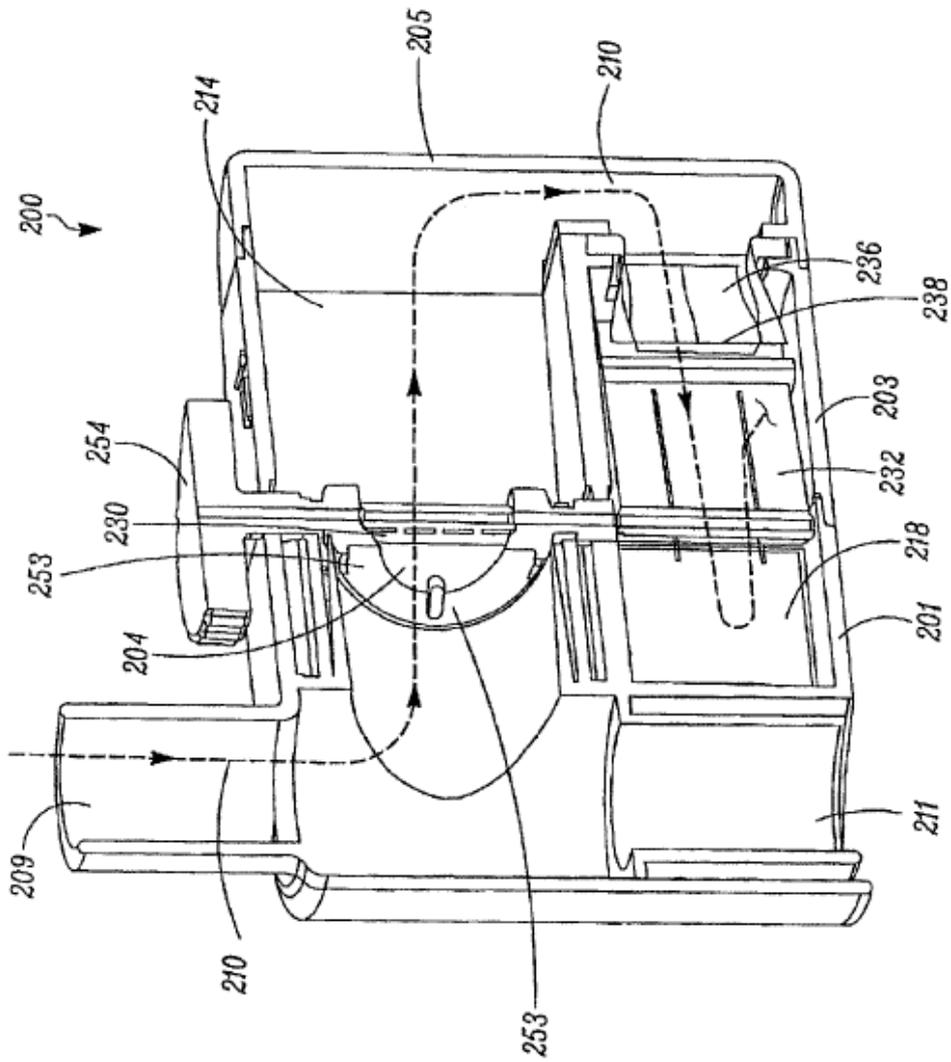


FIG. 20



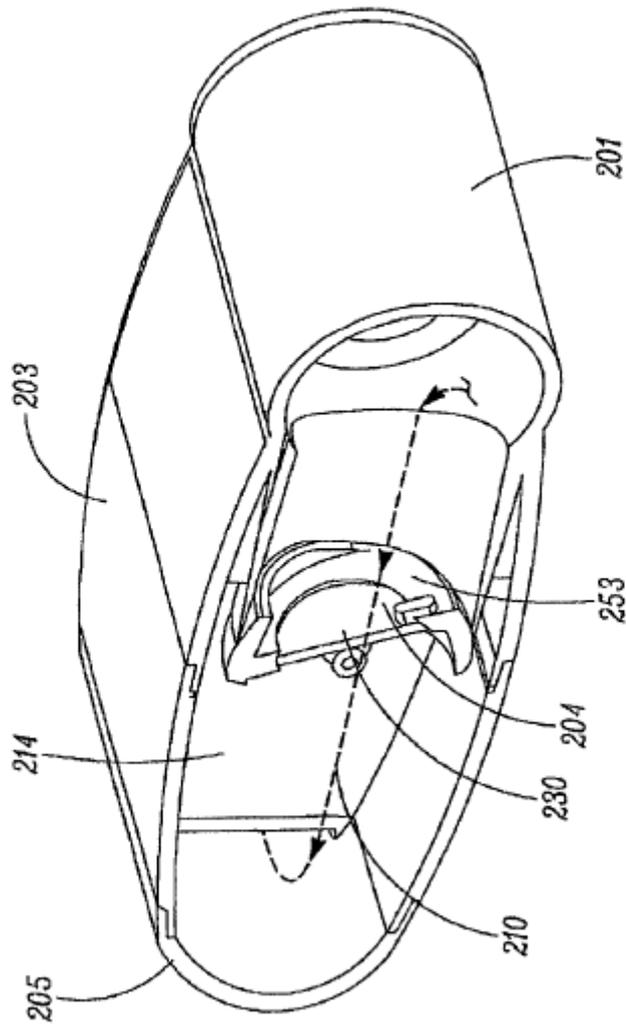


FIG. 22

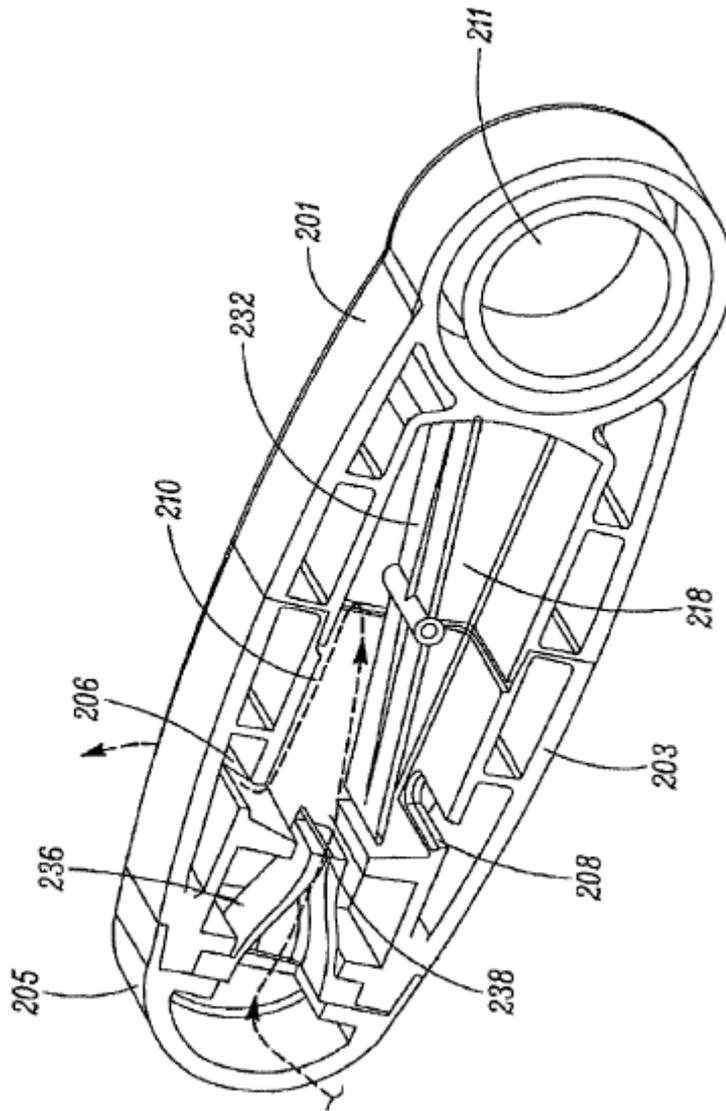


FIG. 23

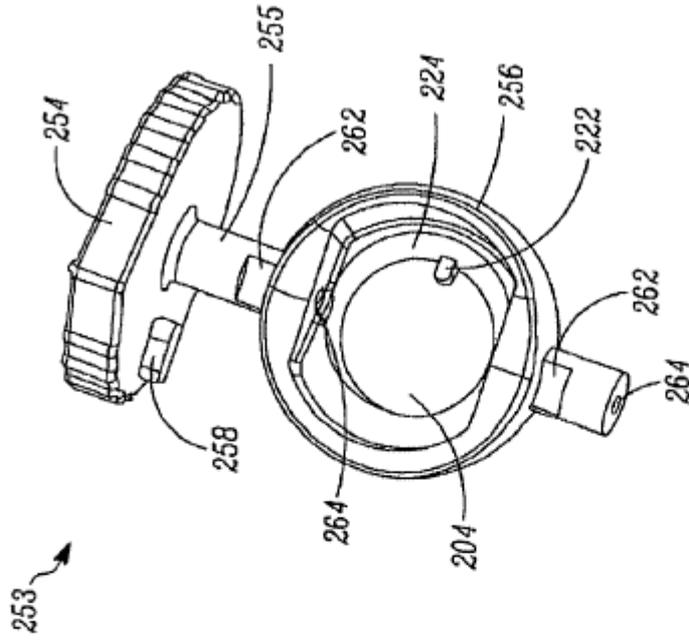


FIG. 25

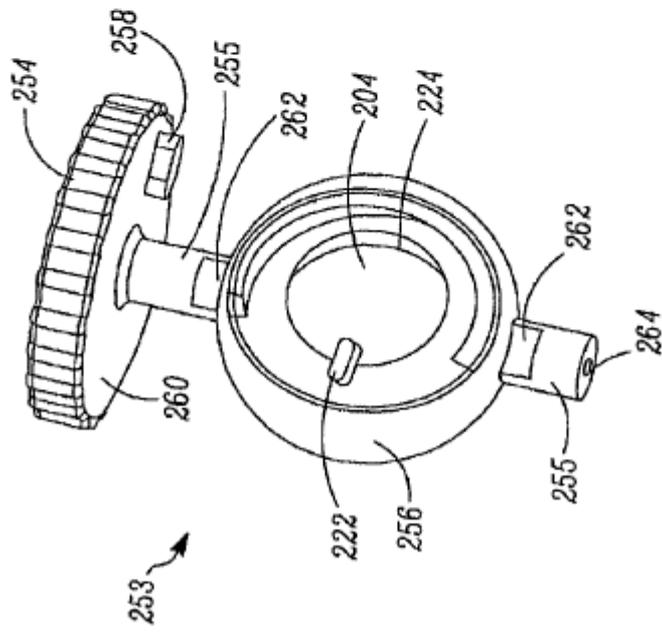


FIG. 24

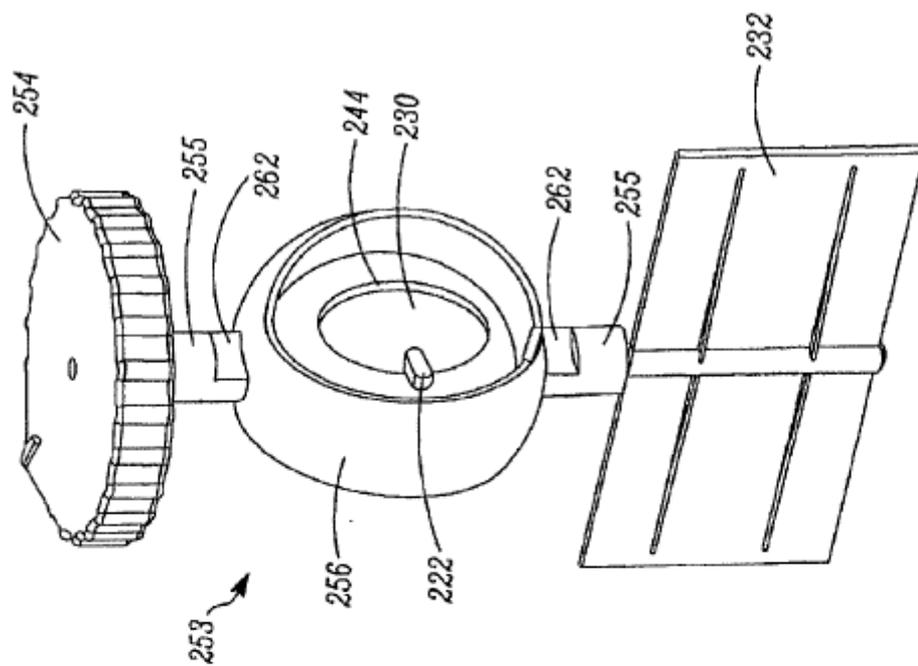


FIG. 27

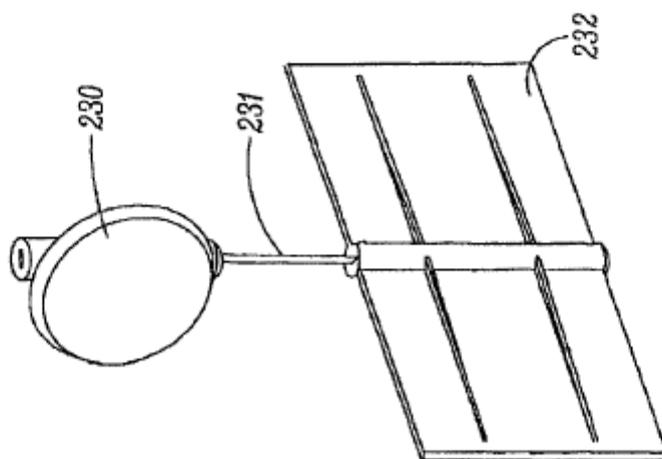


FIG. 26

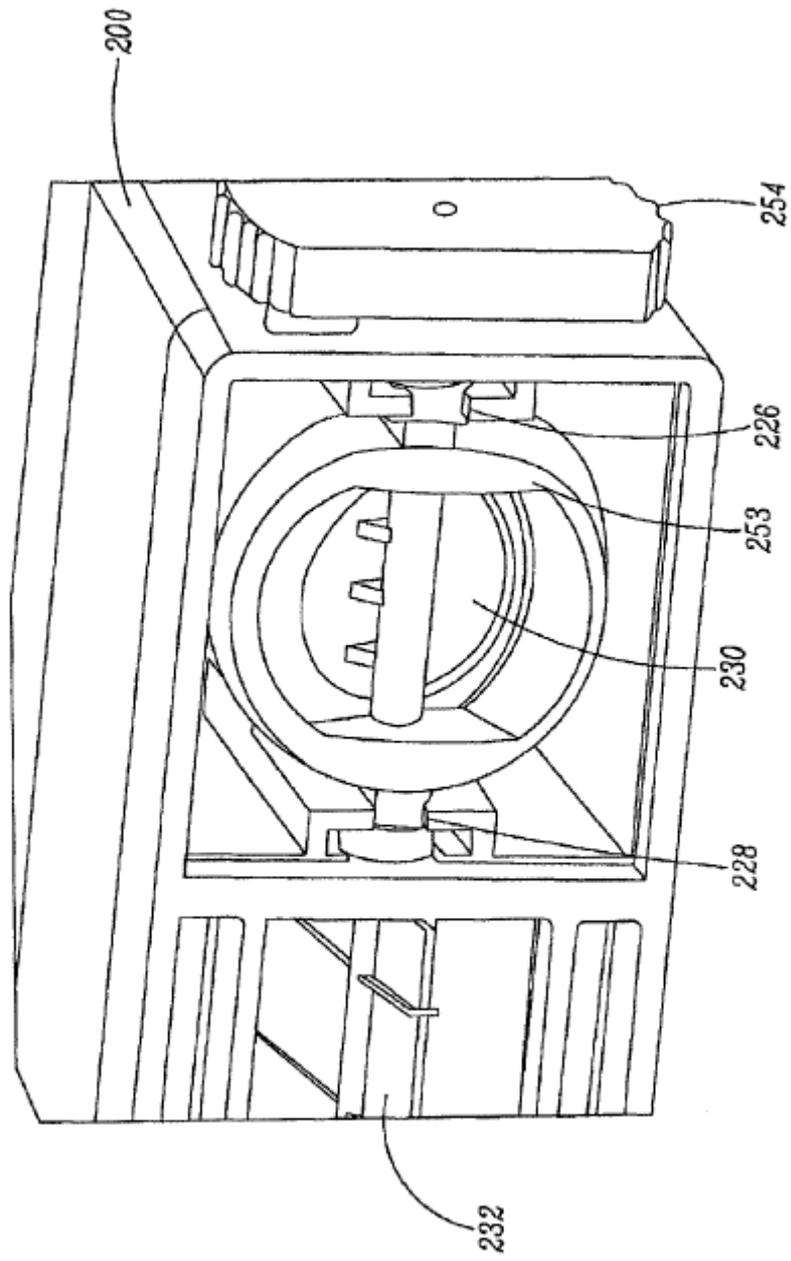


FIG. 28

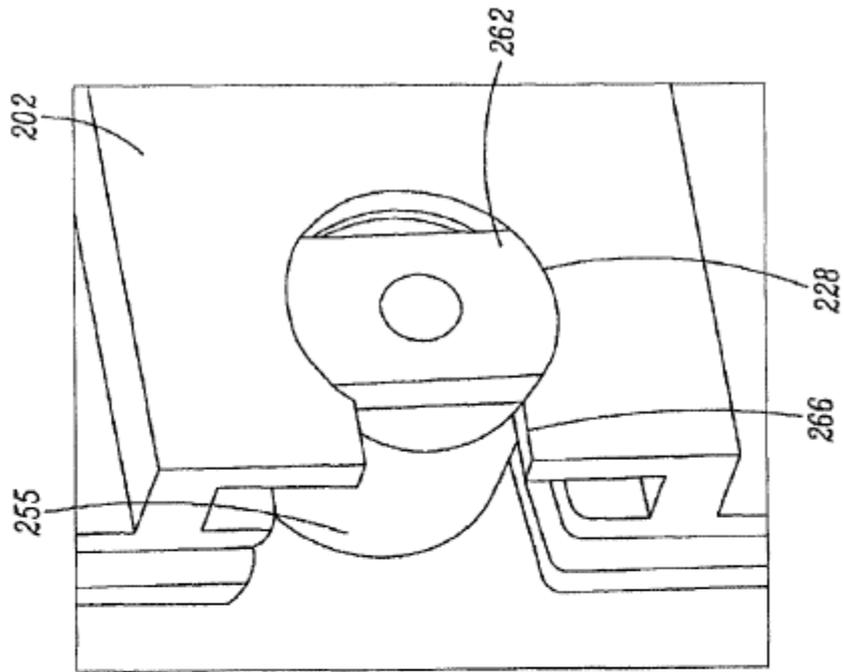


FIG. 29A

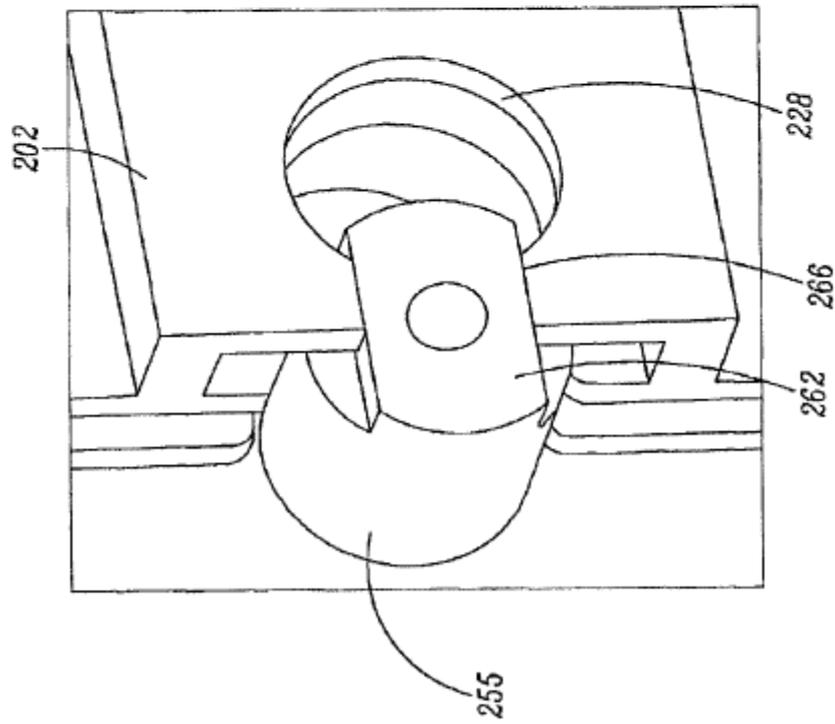


FIG. 29B

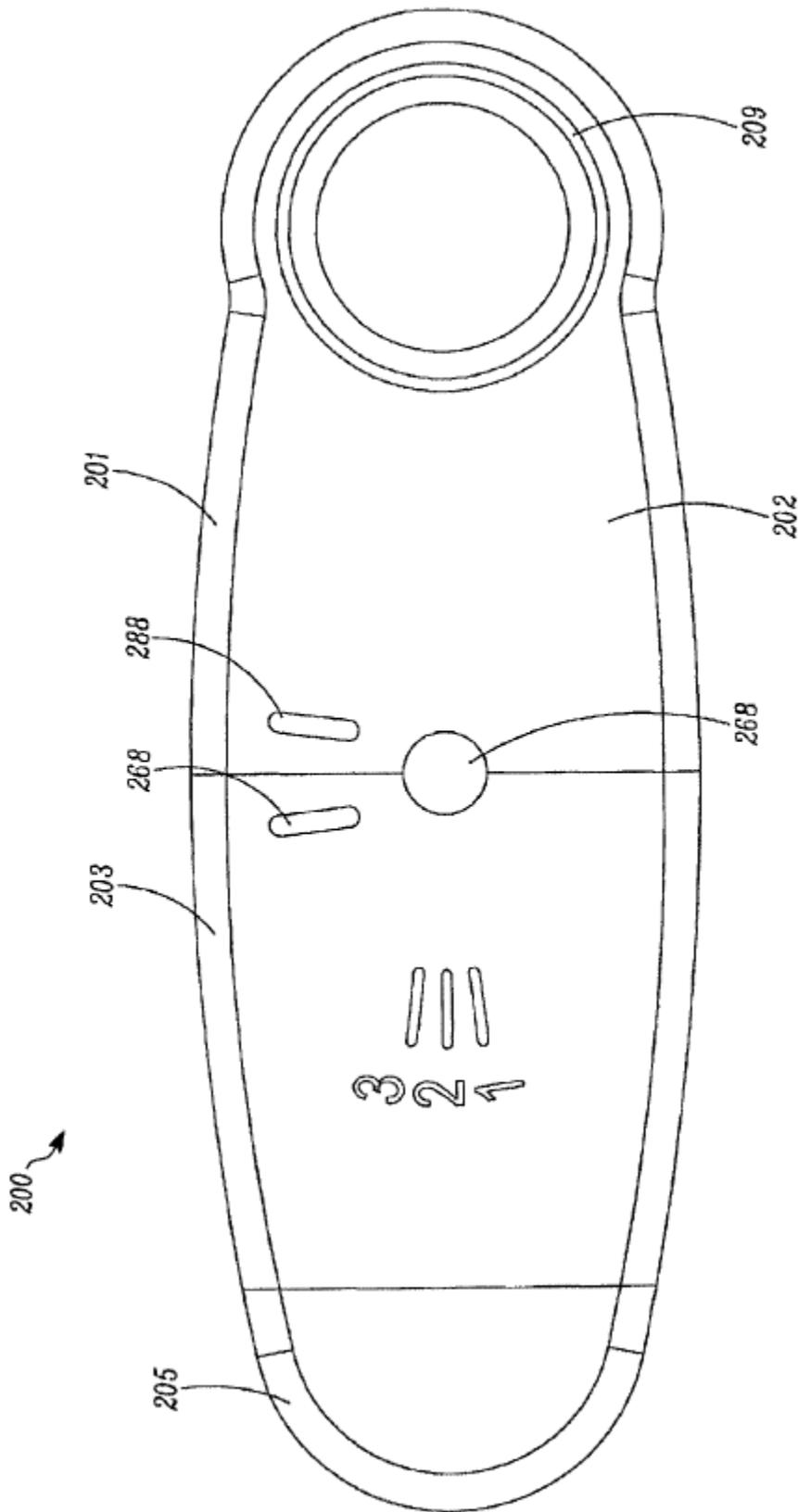
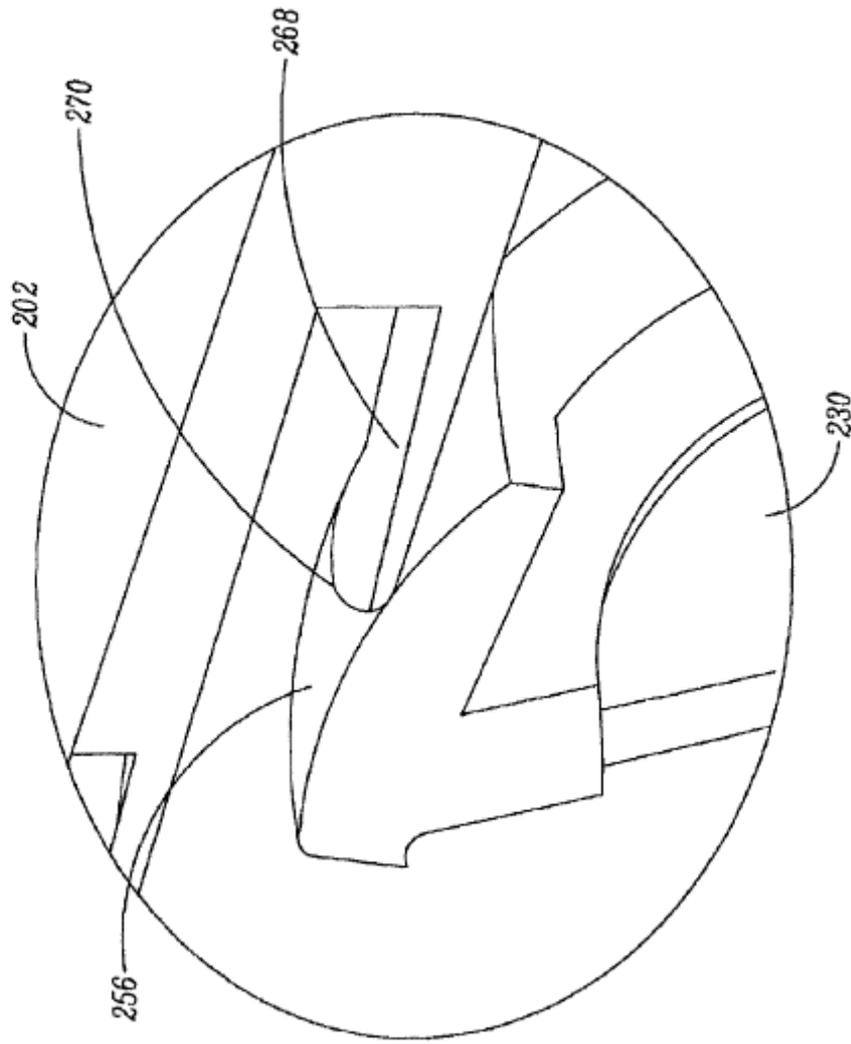


FIG. 30



*FIG. 31*

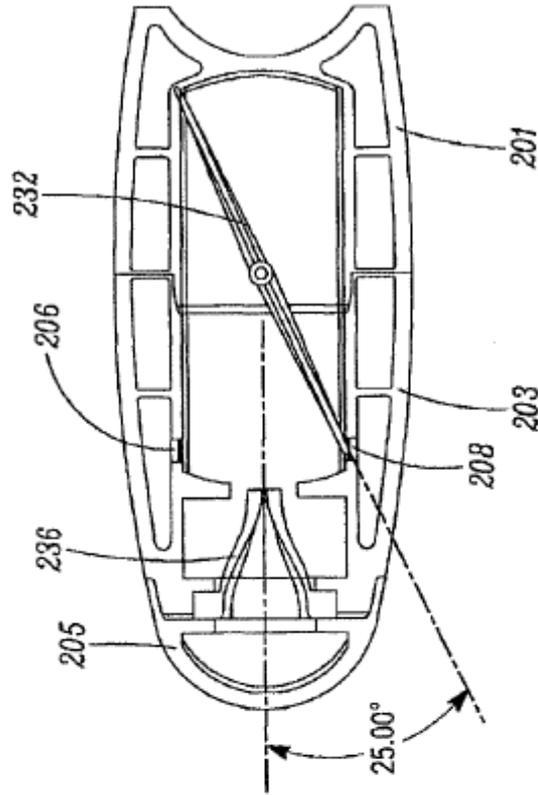


FIG. 32B

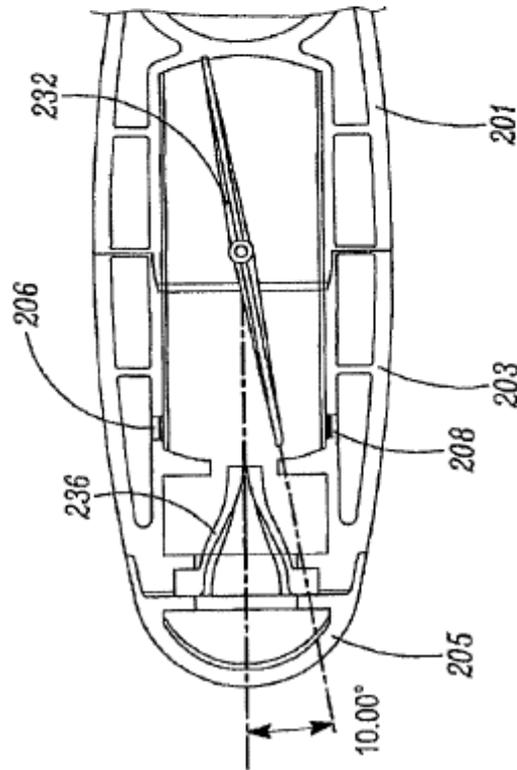


FIG. 32A

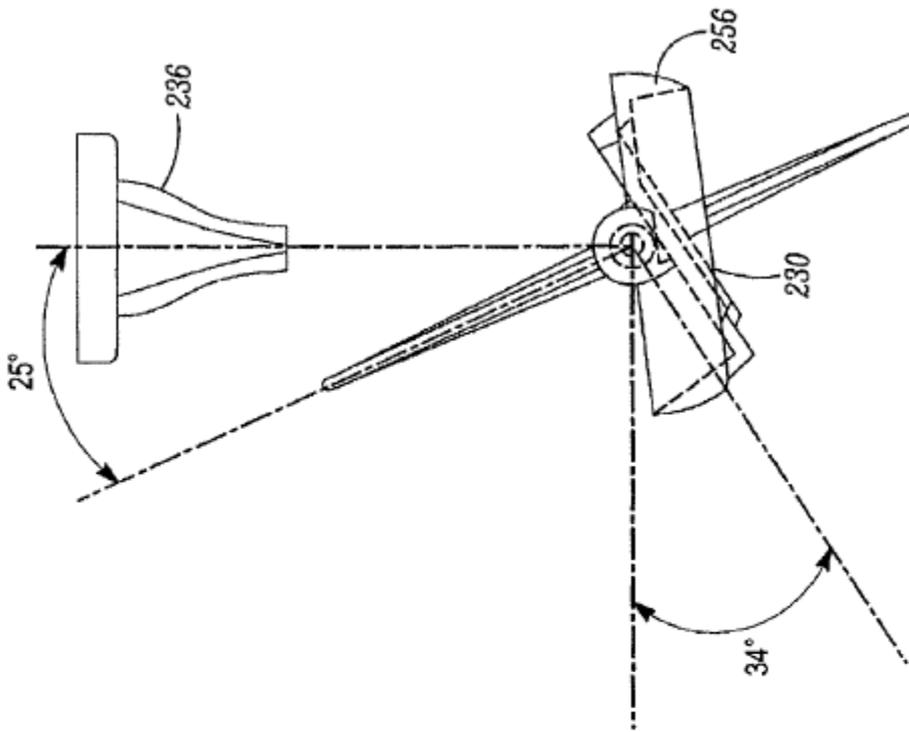


FIG. 33B

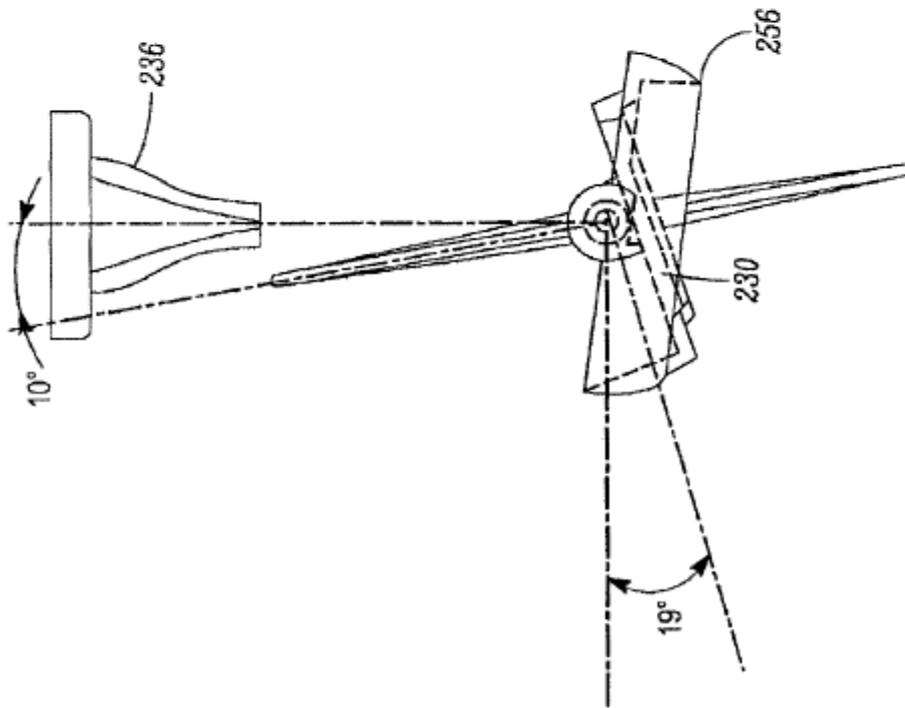
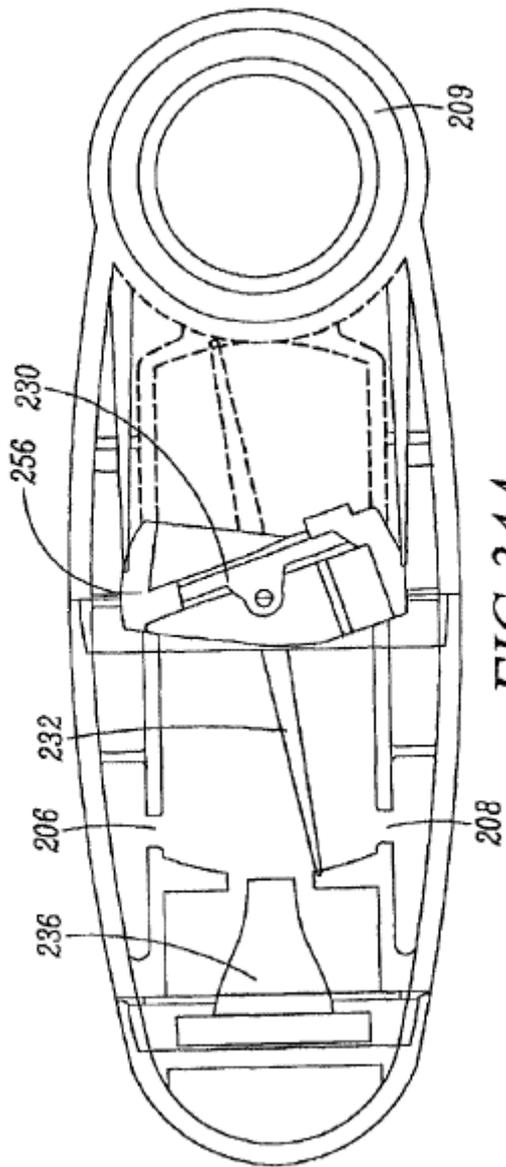
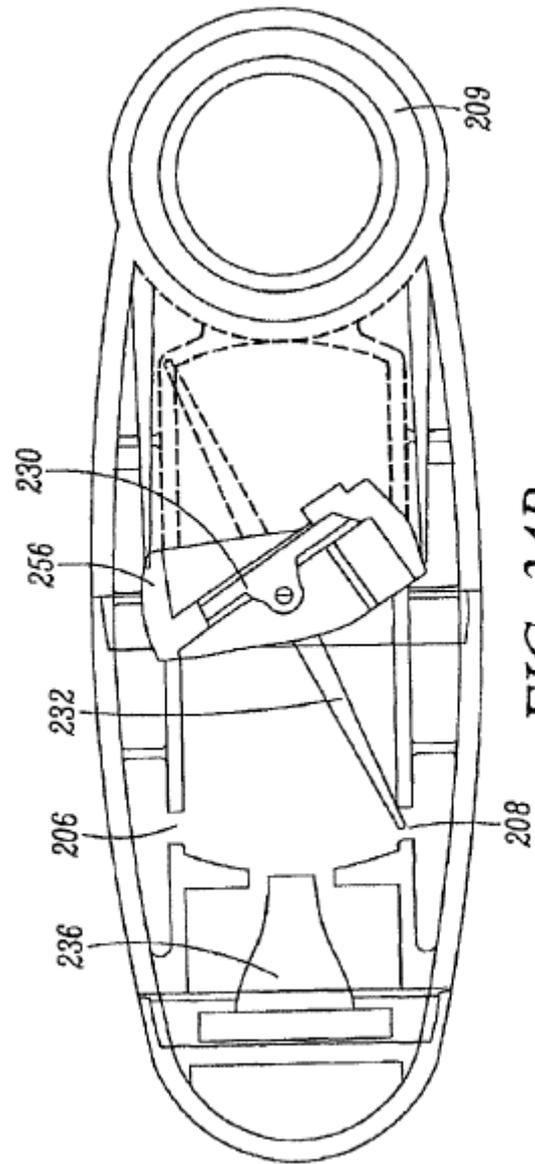


FIG. 33A



*FIG. 34A*



*FIG. 34B*

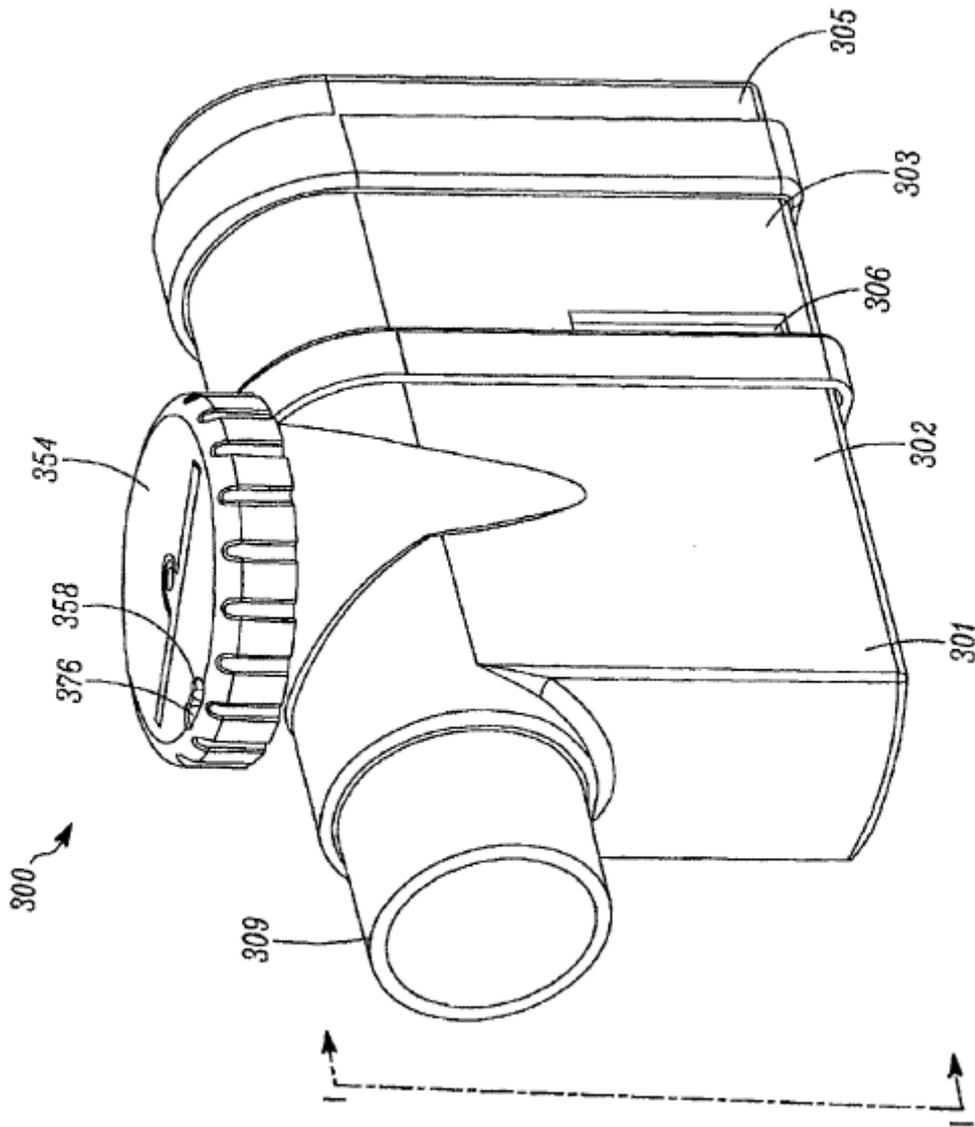


FIG. 35

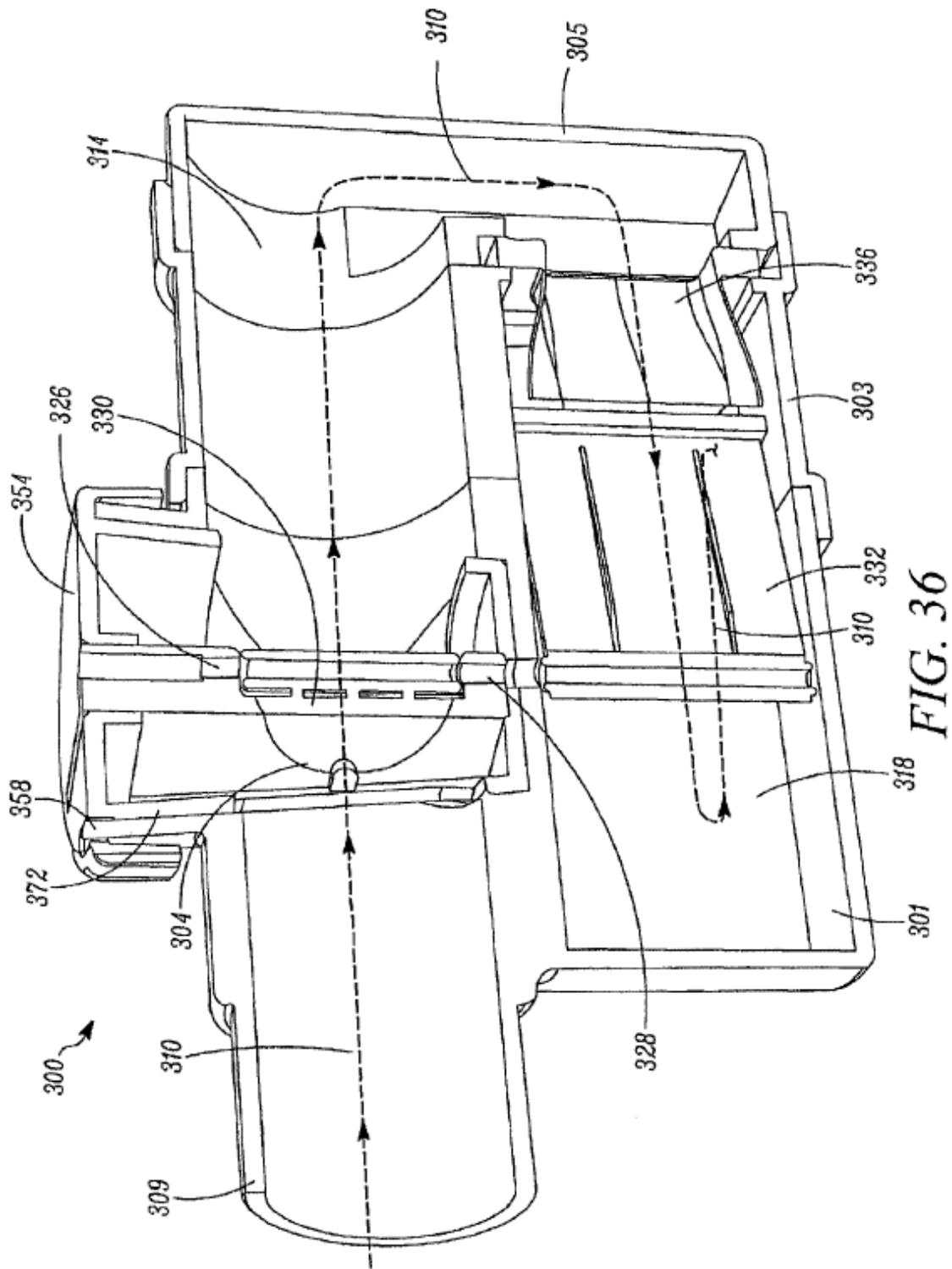


FIG. 36

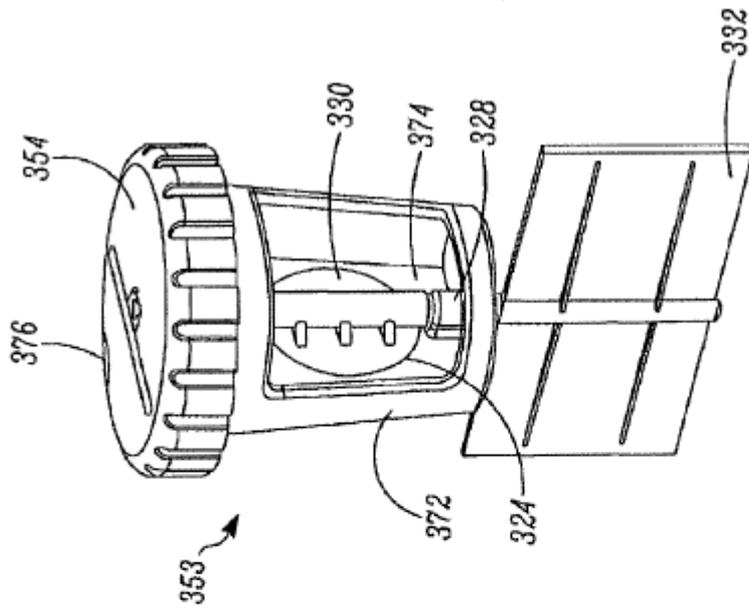


FIG. 37

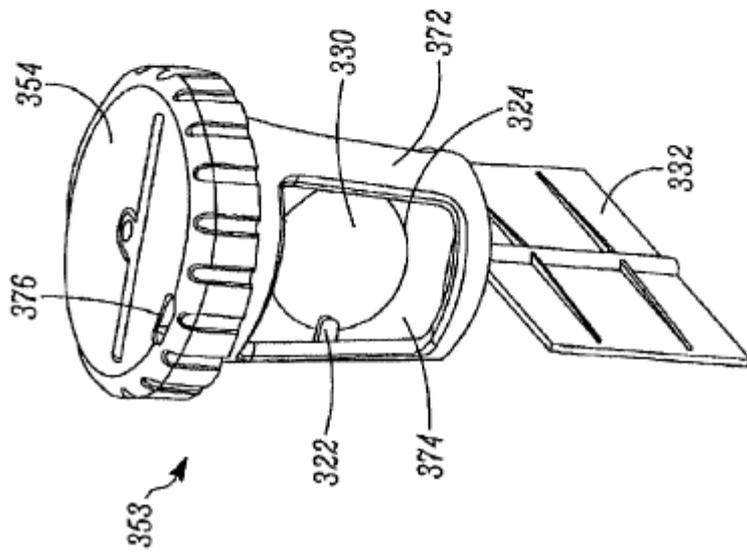


FIG. 38

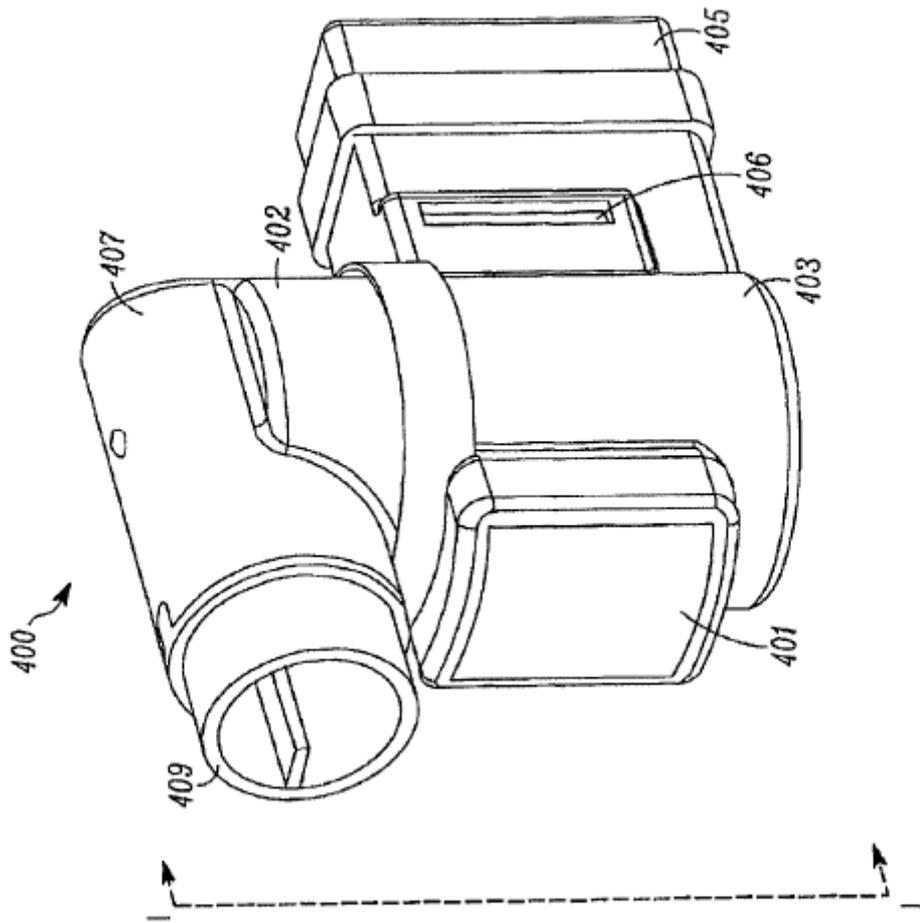


FIG. 39

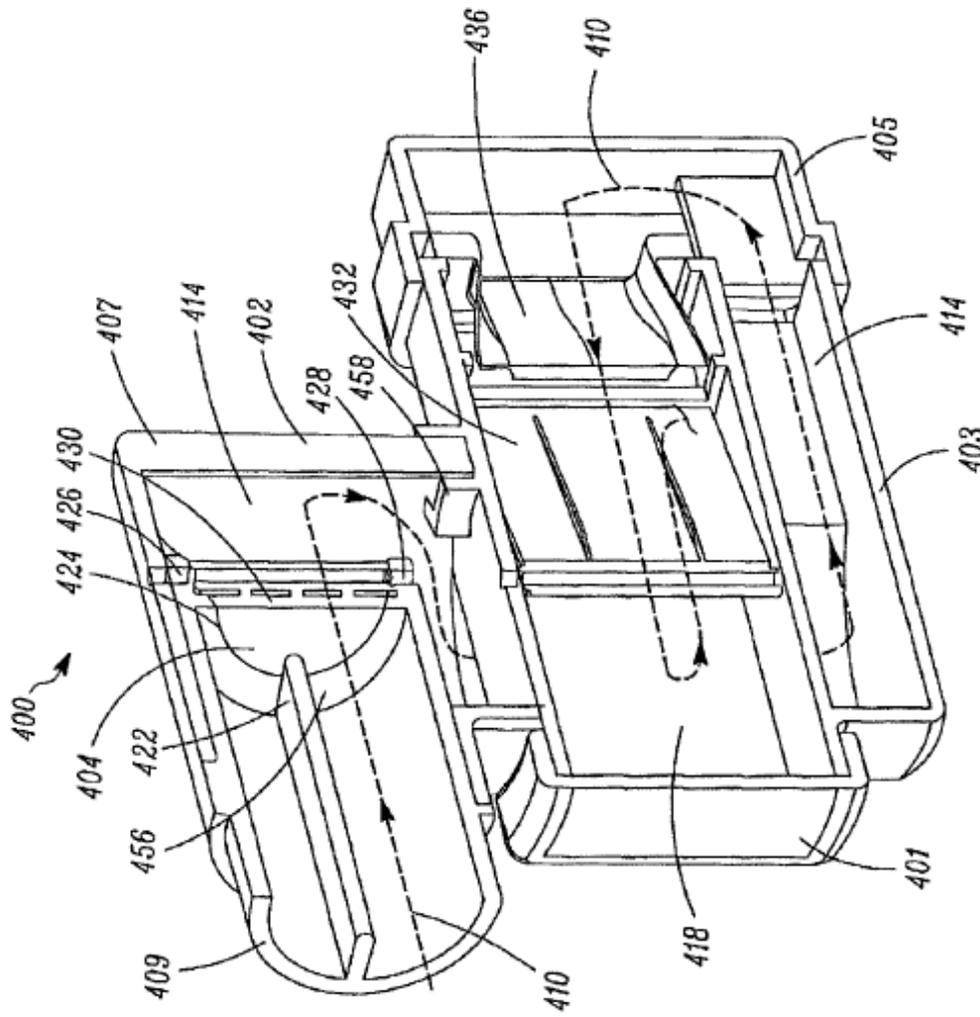


FIG. 40

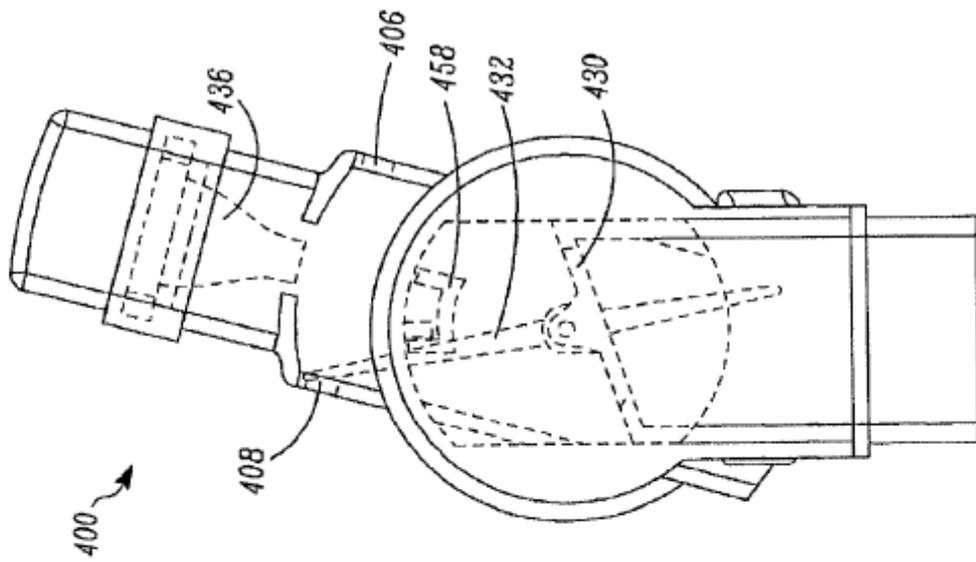


FIG. 41B

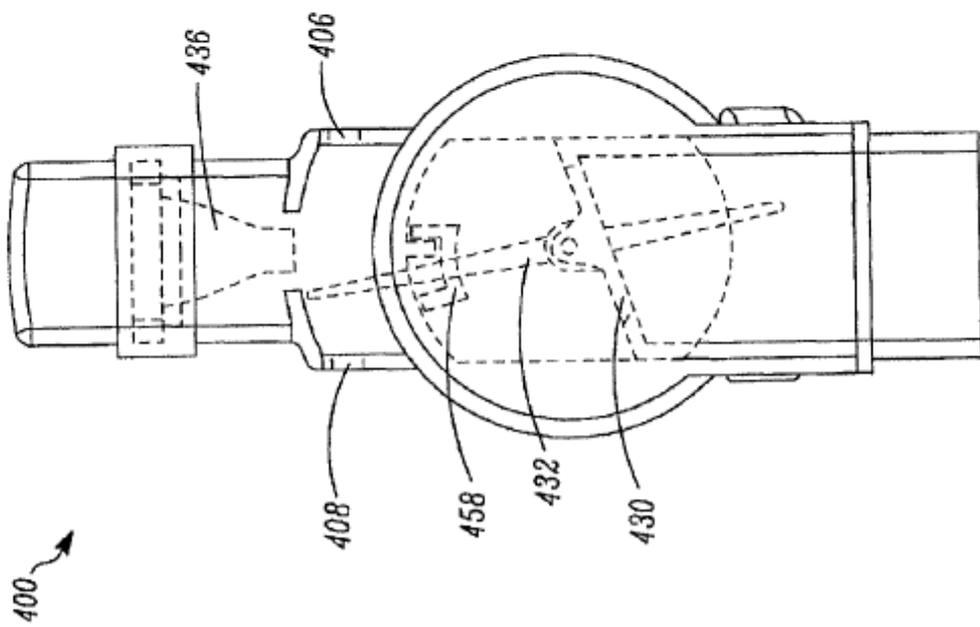


FIG. 41A

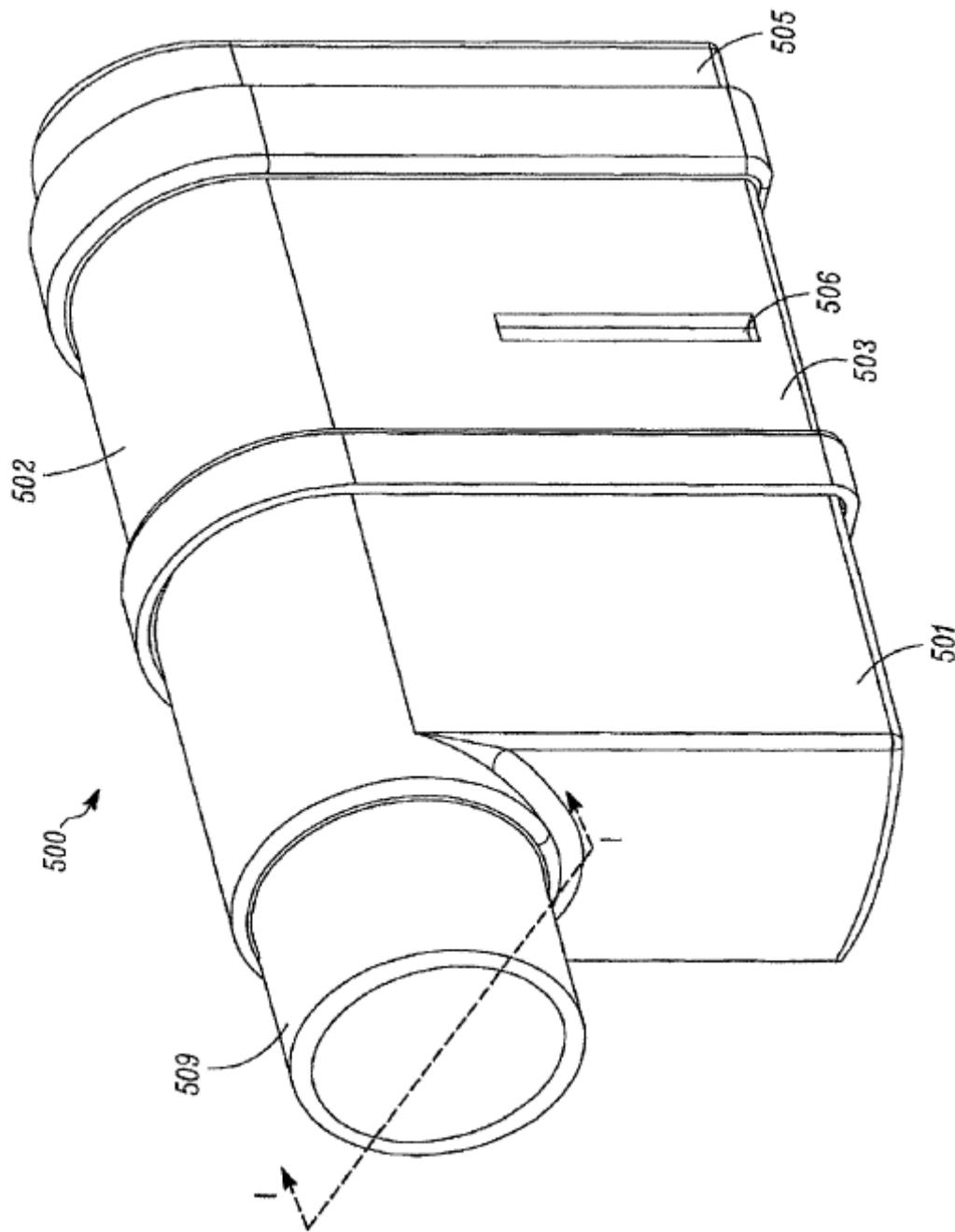
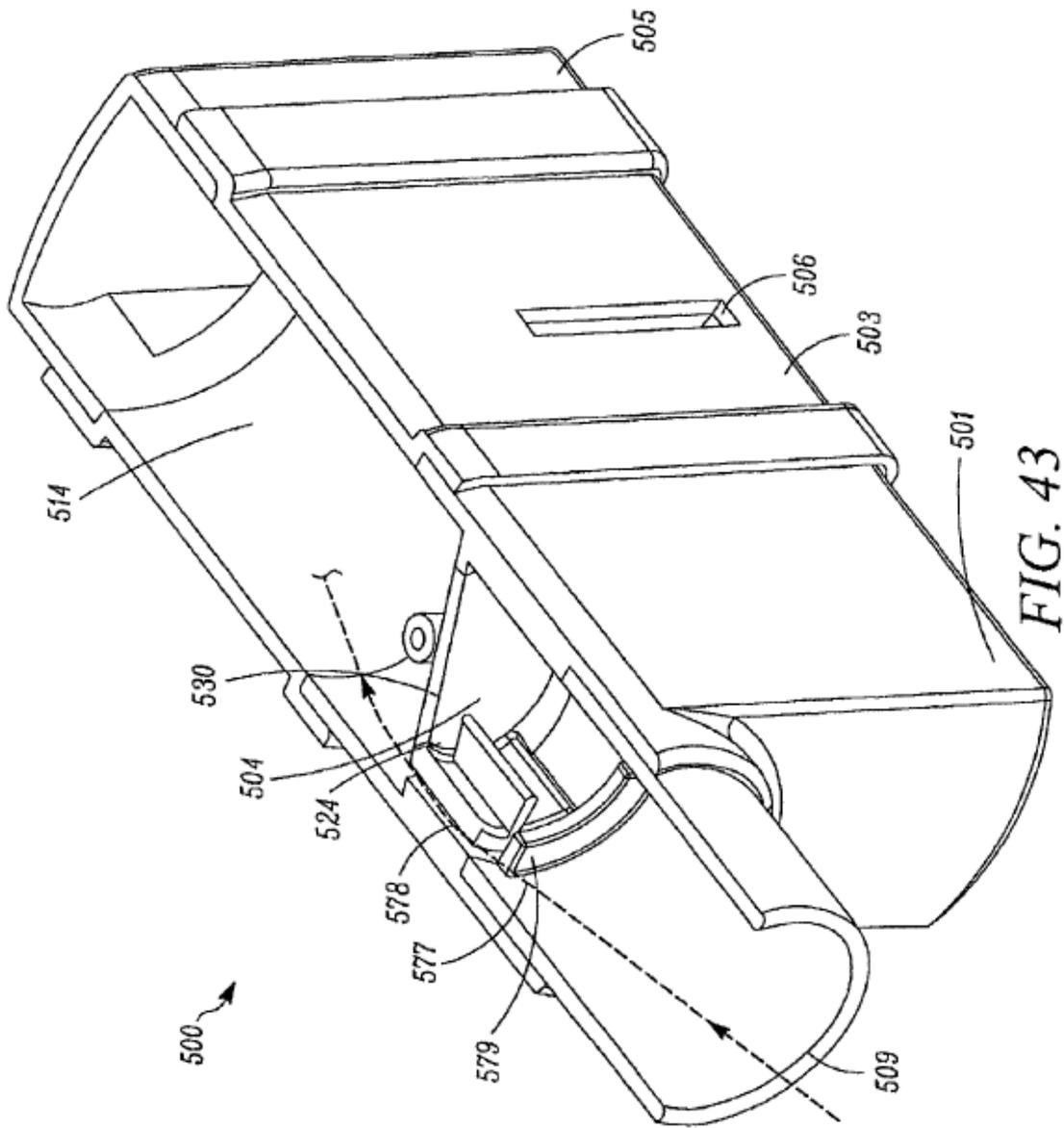


FIG. 42



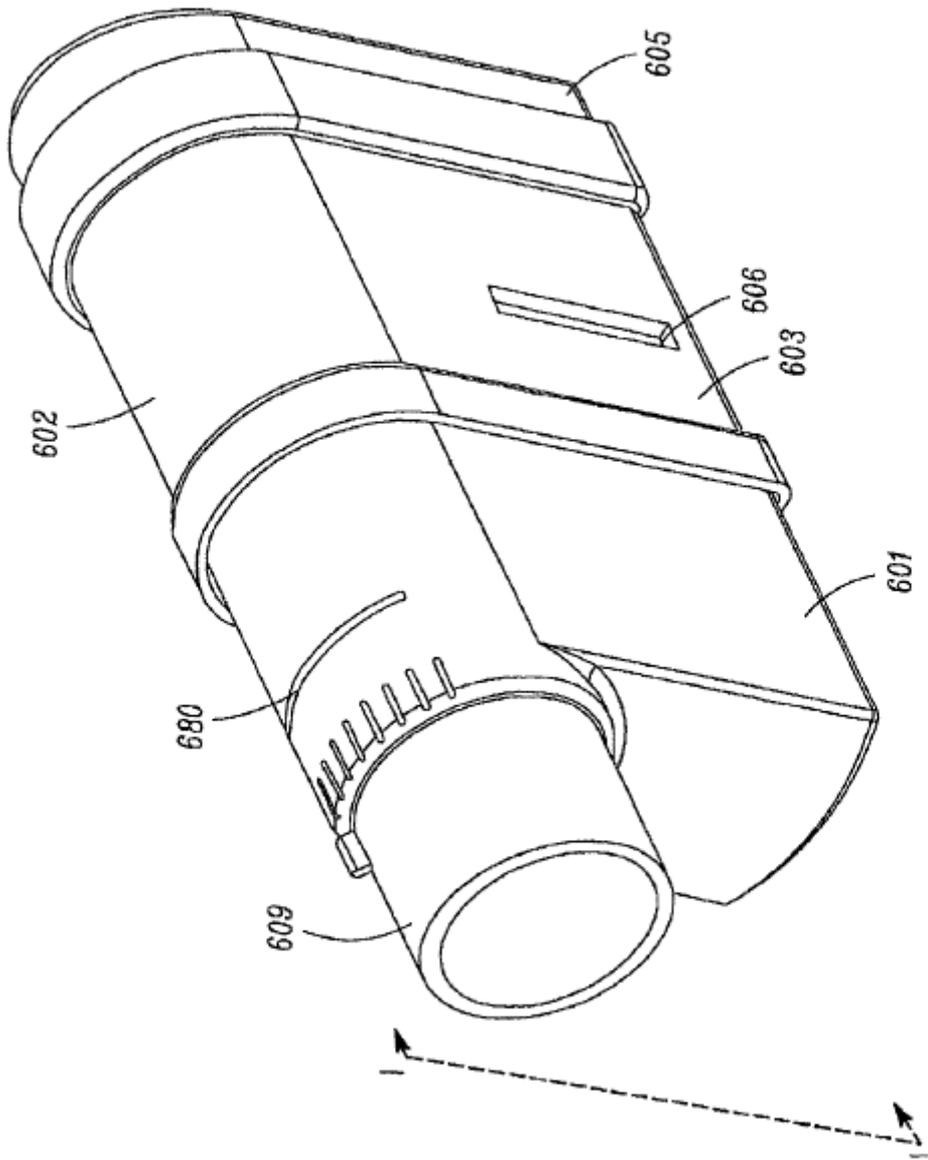


FIG. 44

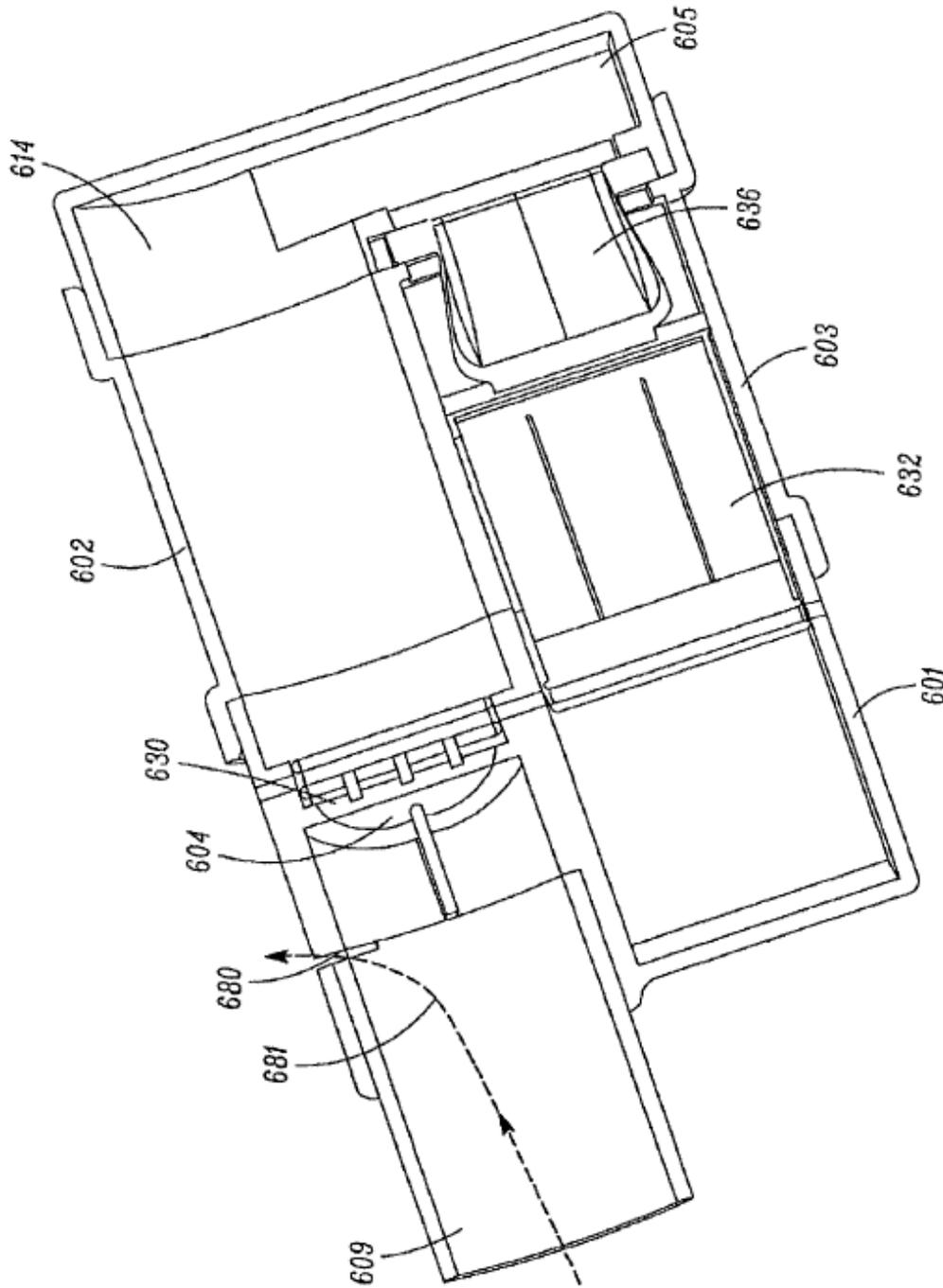


FIG. 45

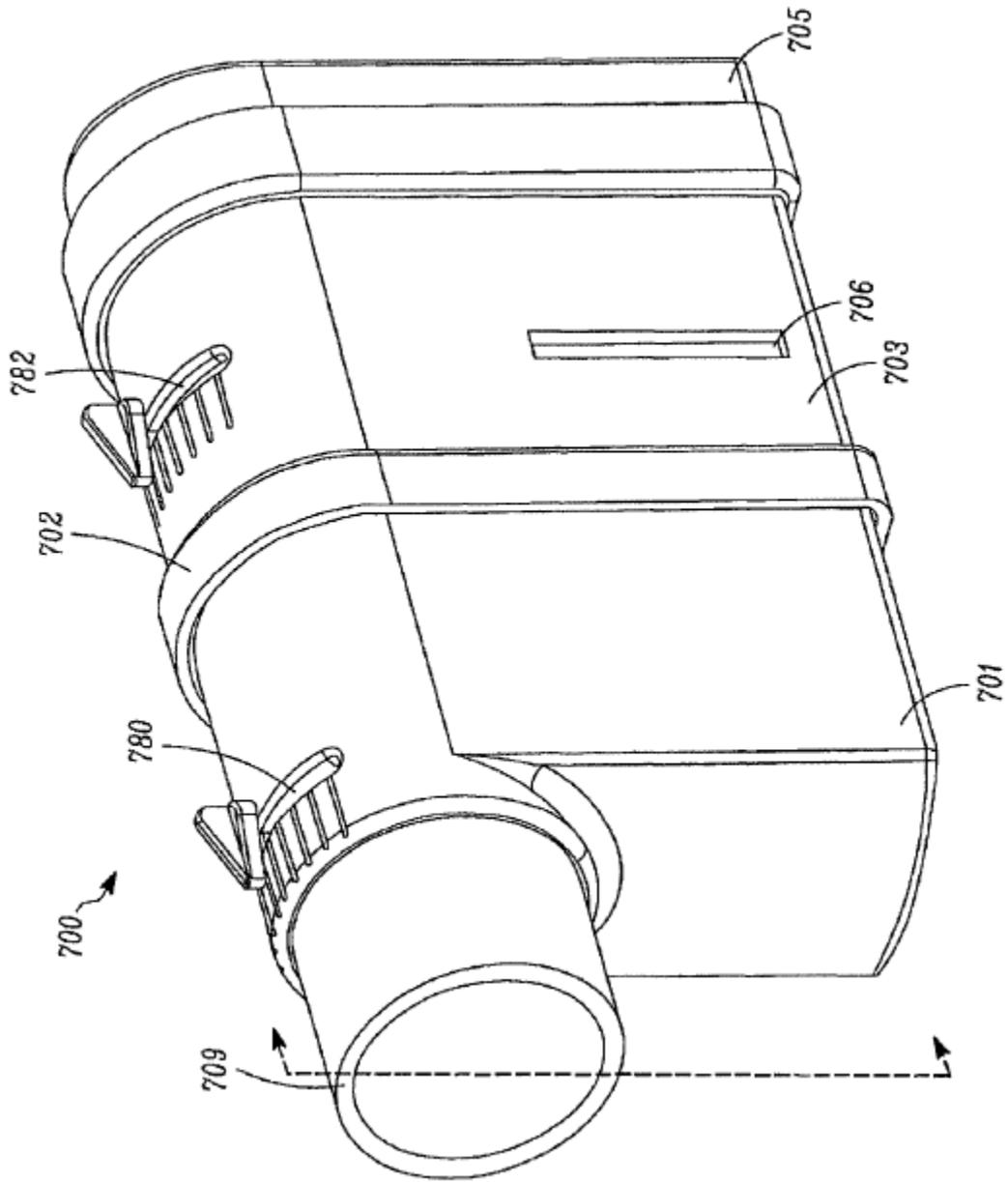


FIG. 46

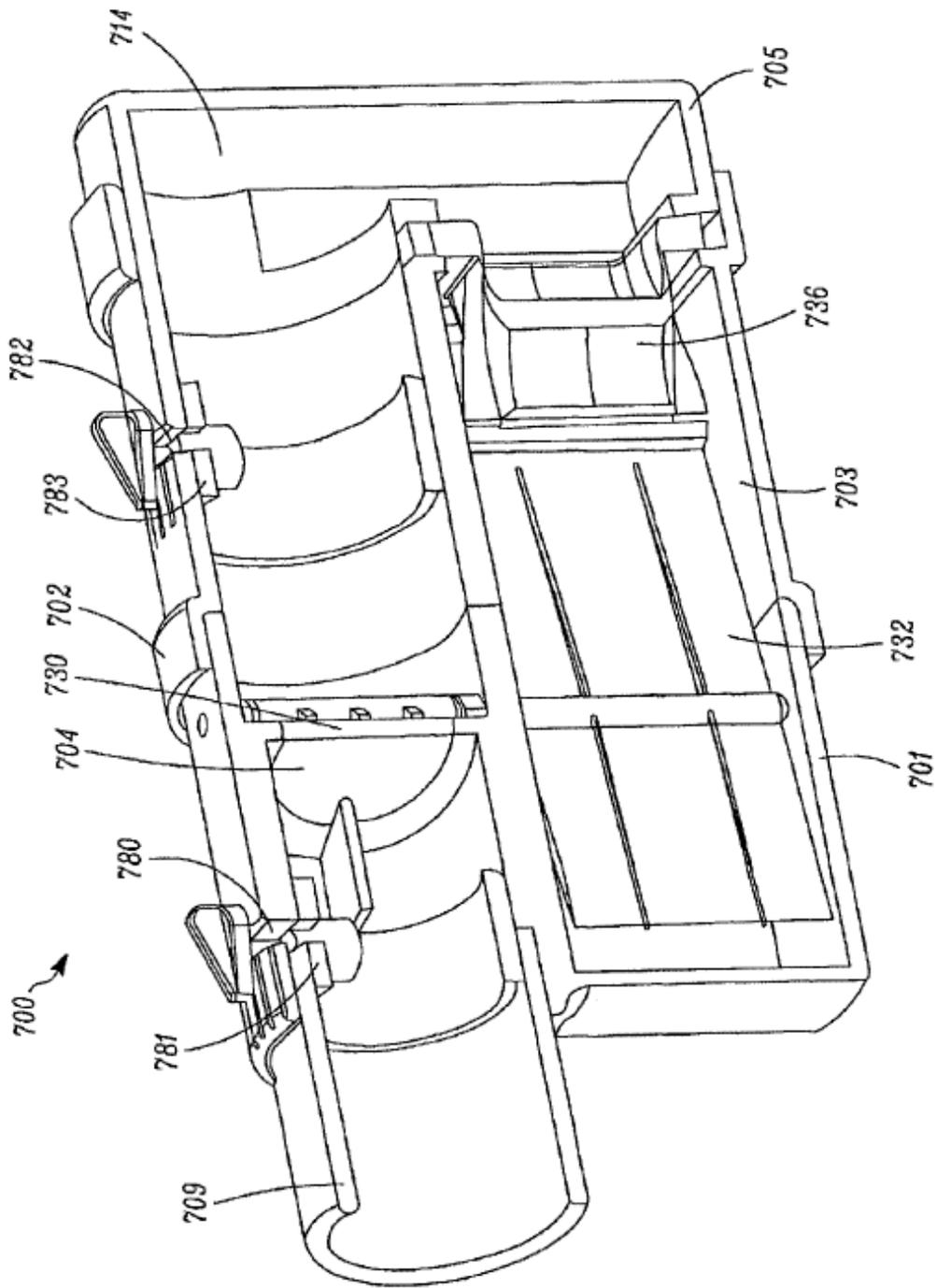


FIG. 47

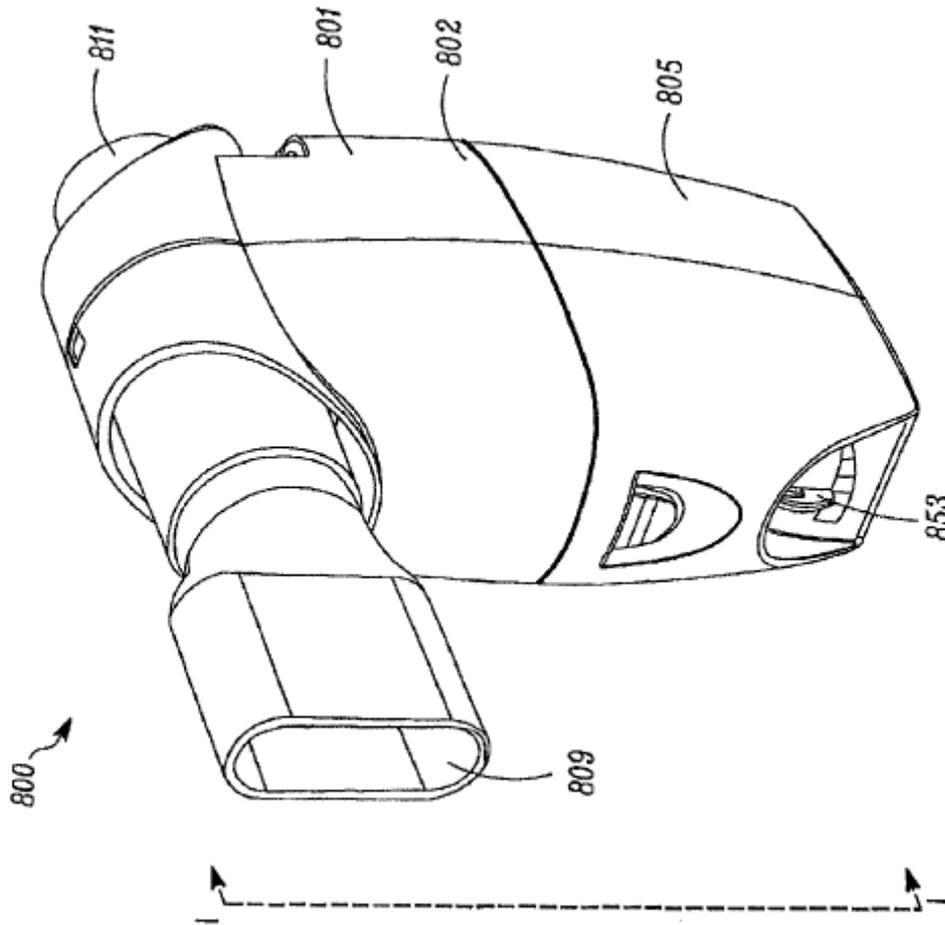


FIG. 48

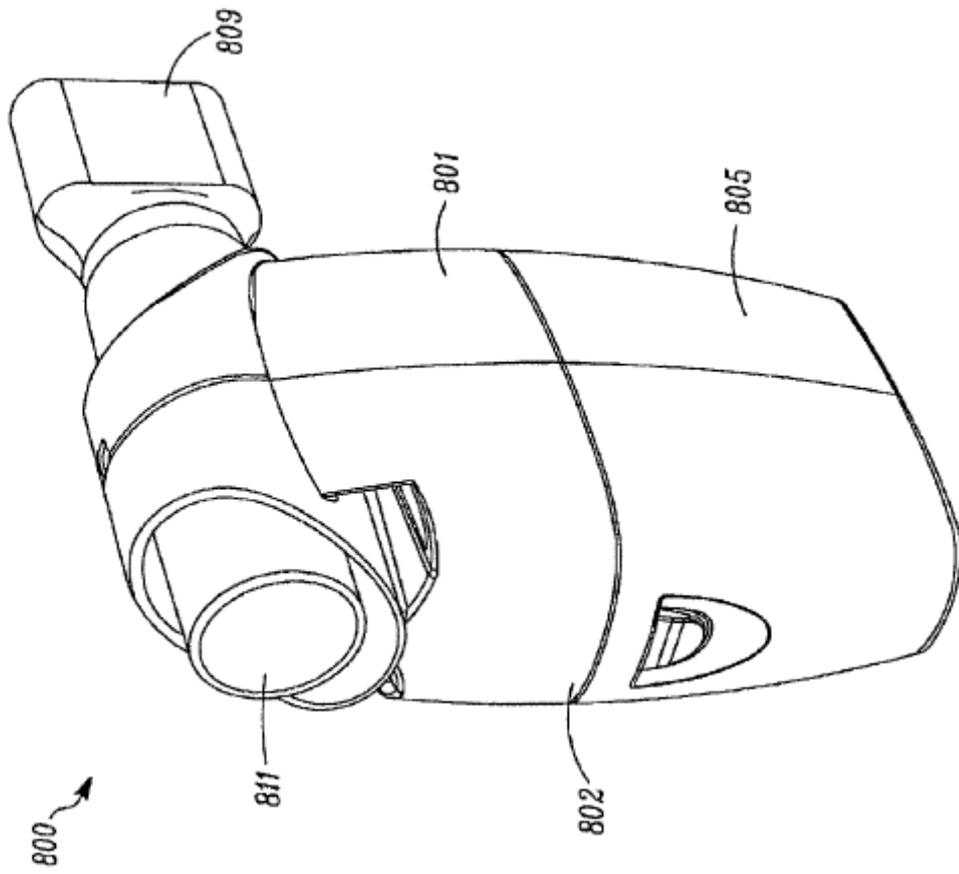


FIG. 49

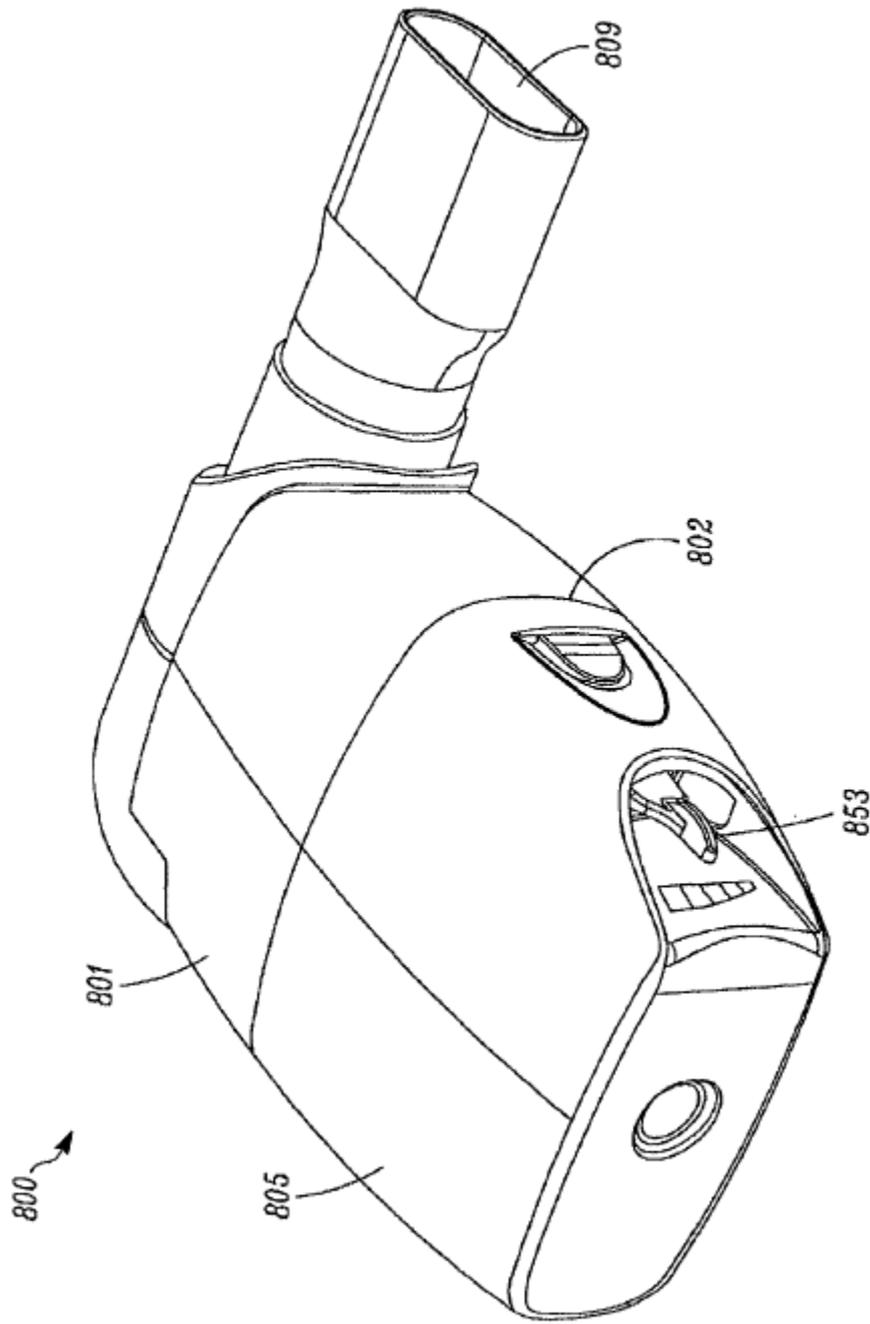


FIG. 50

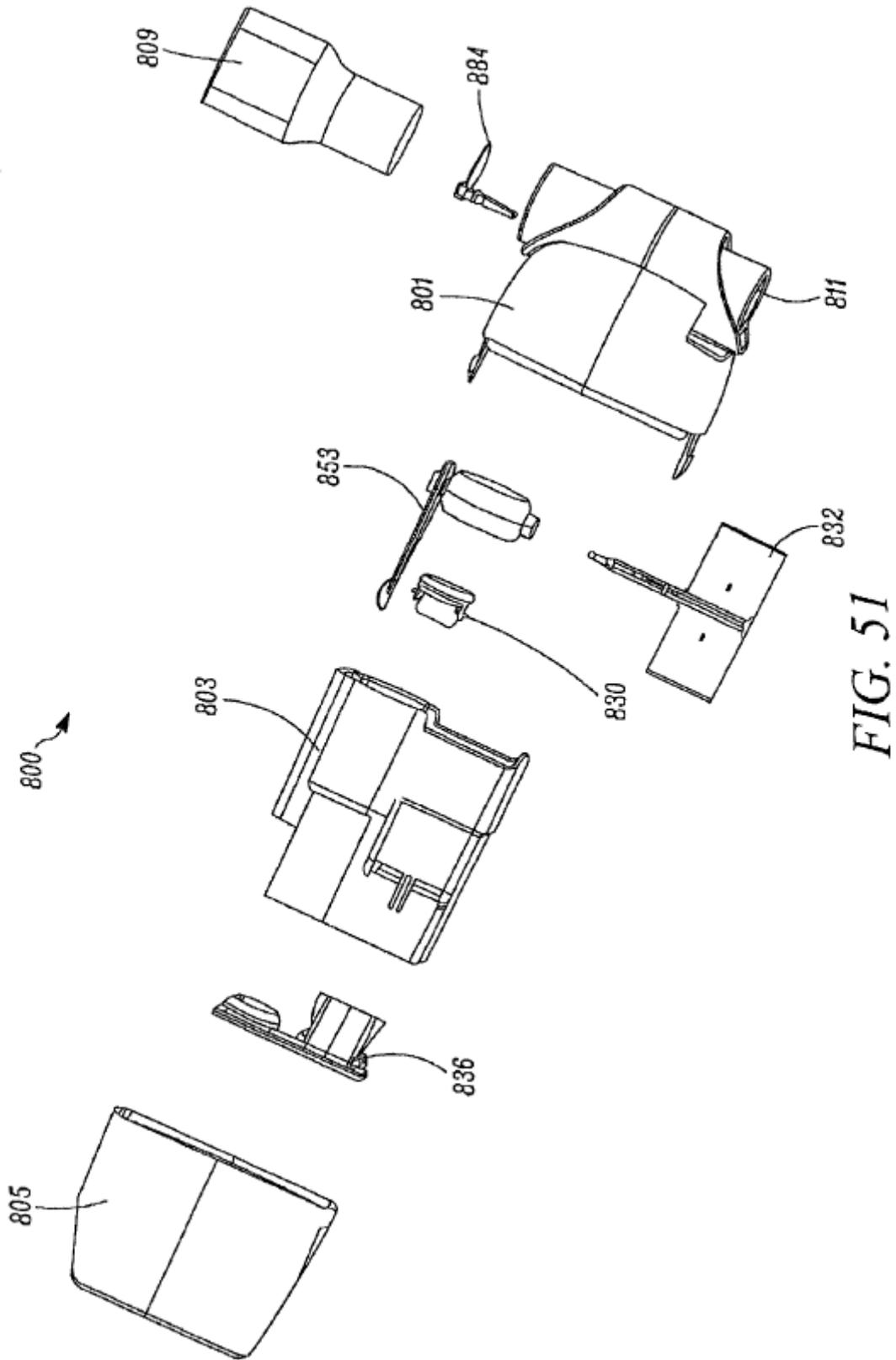


FIG. 51

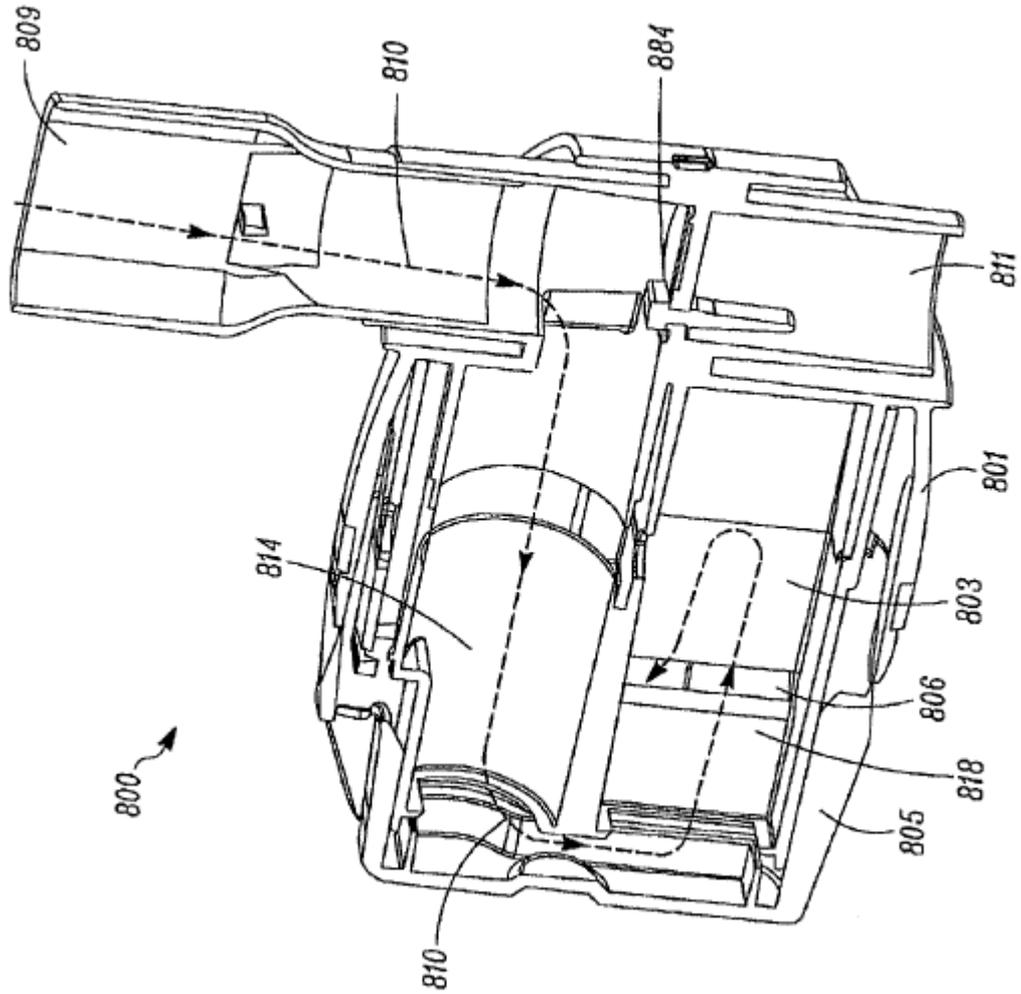


FIG. 52

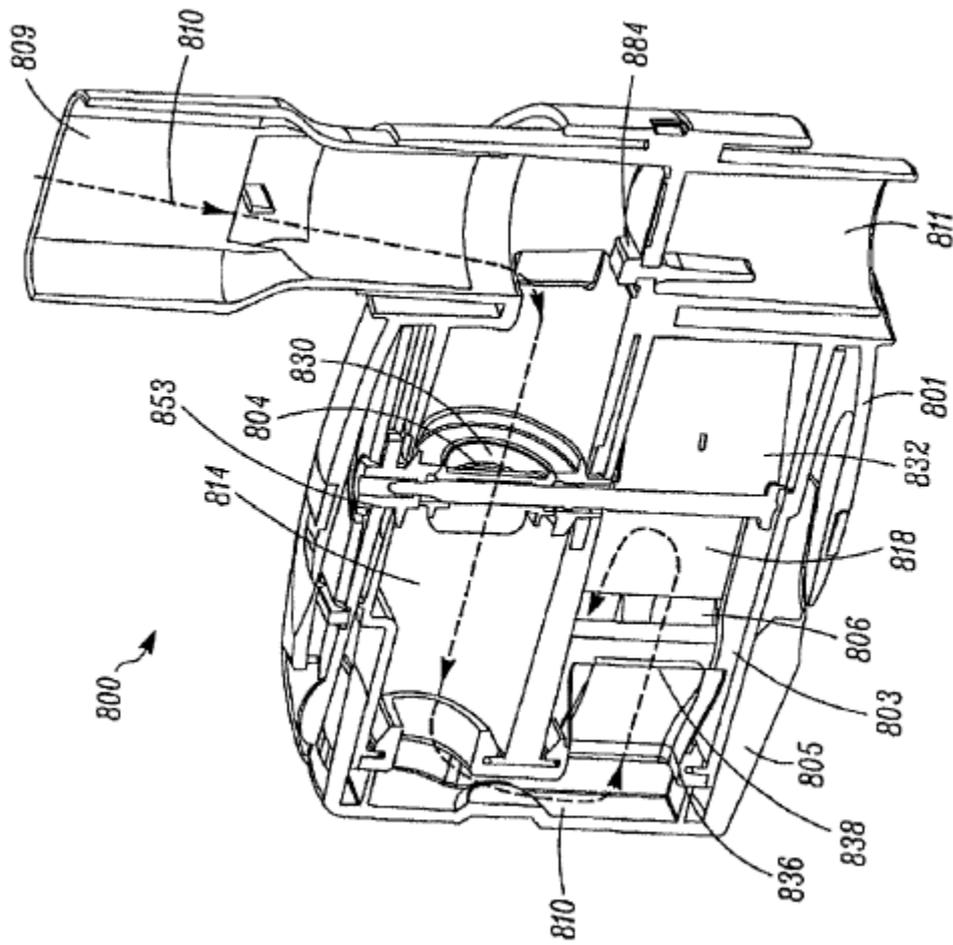


FIG. 53

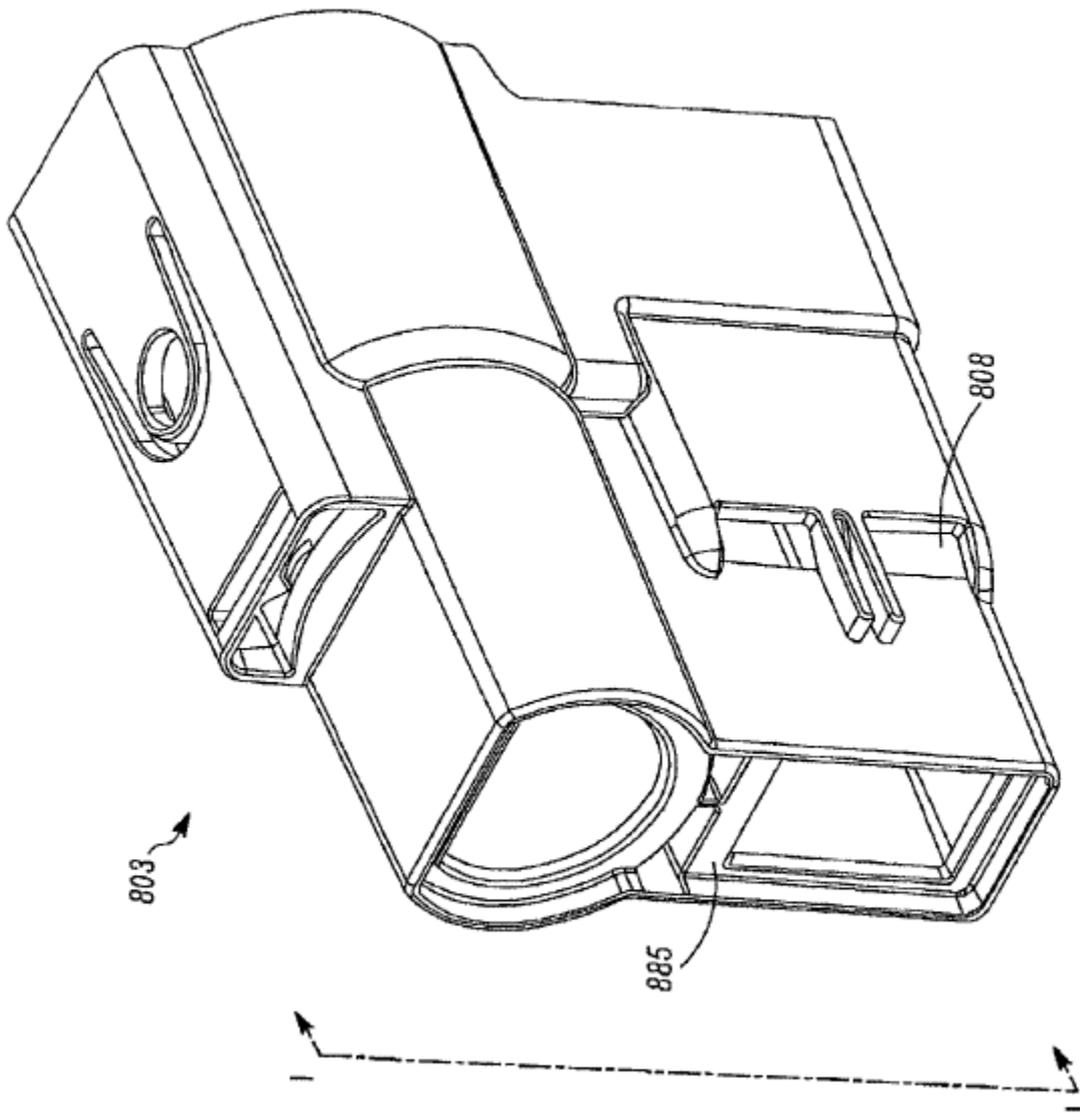


FIG. 54

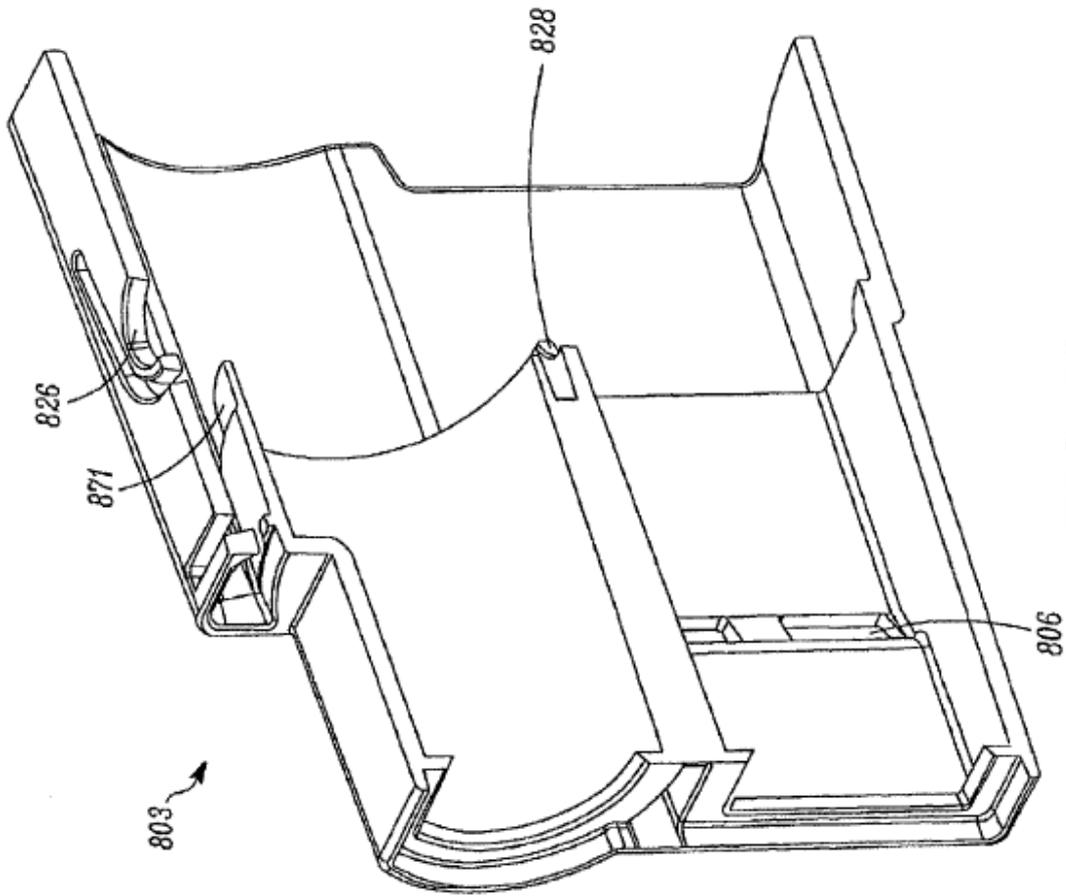


FIG. 55

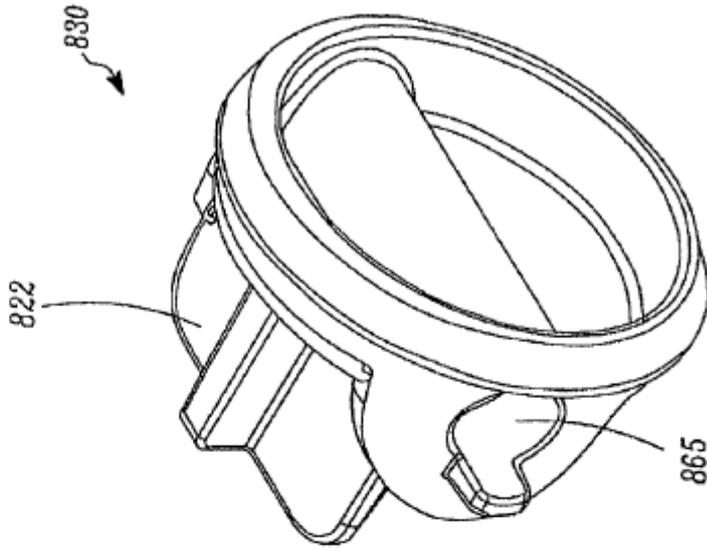


FIG. 57

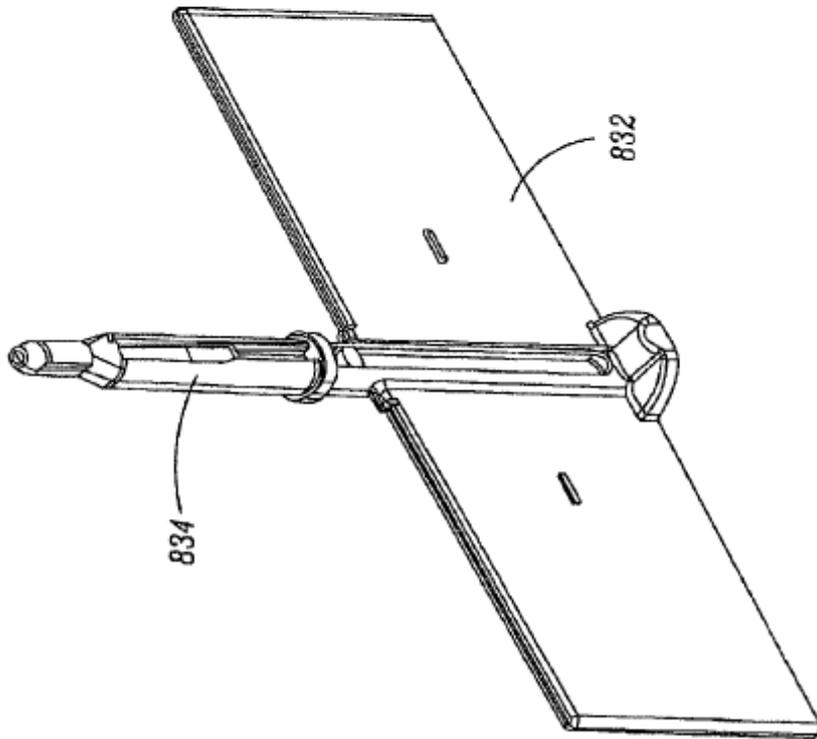


FIG. 56

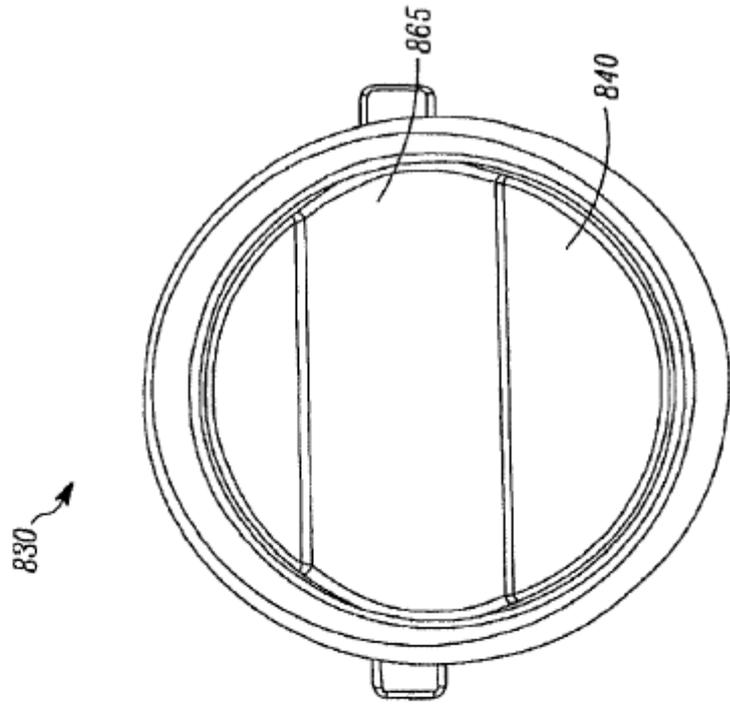


FIG. 59

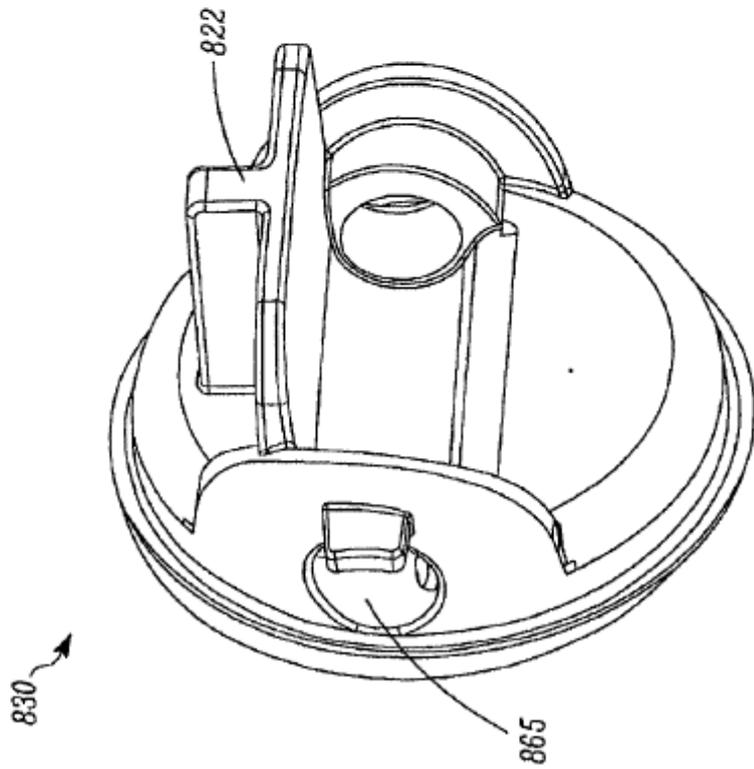
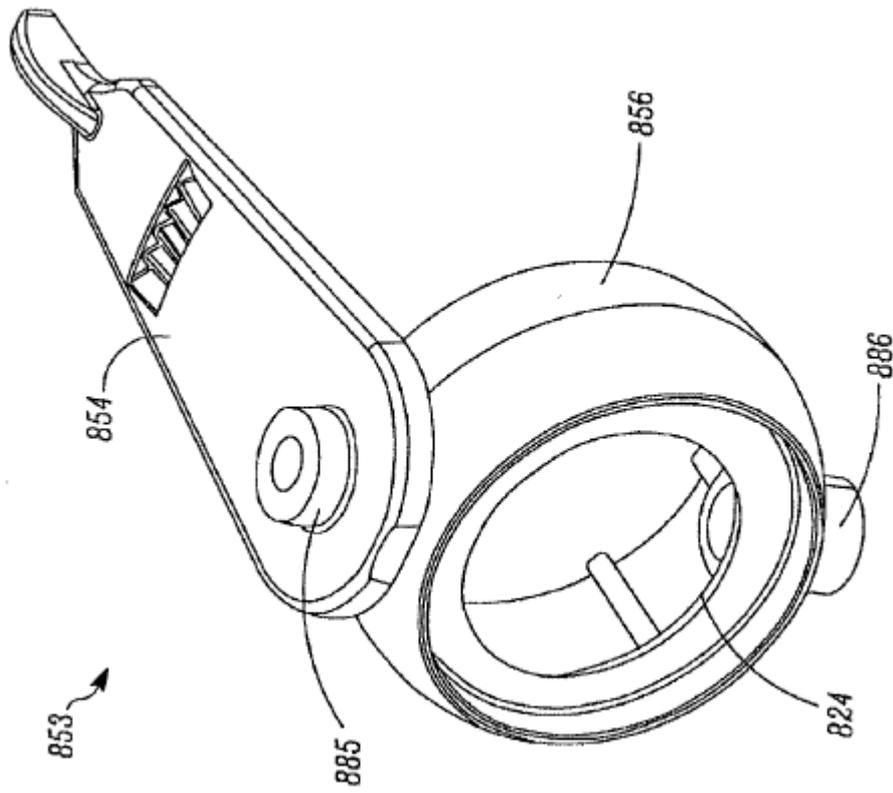


FIG. 58



*FIG. 60*

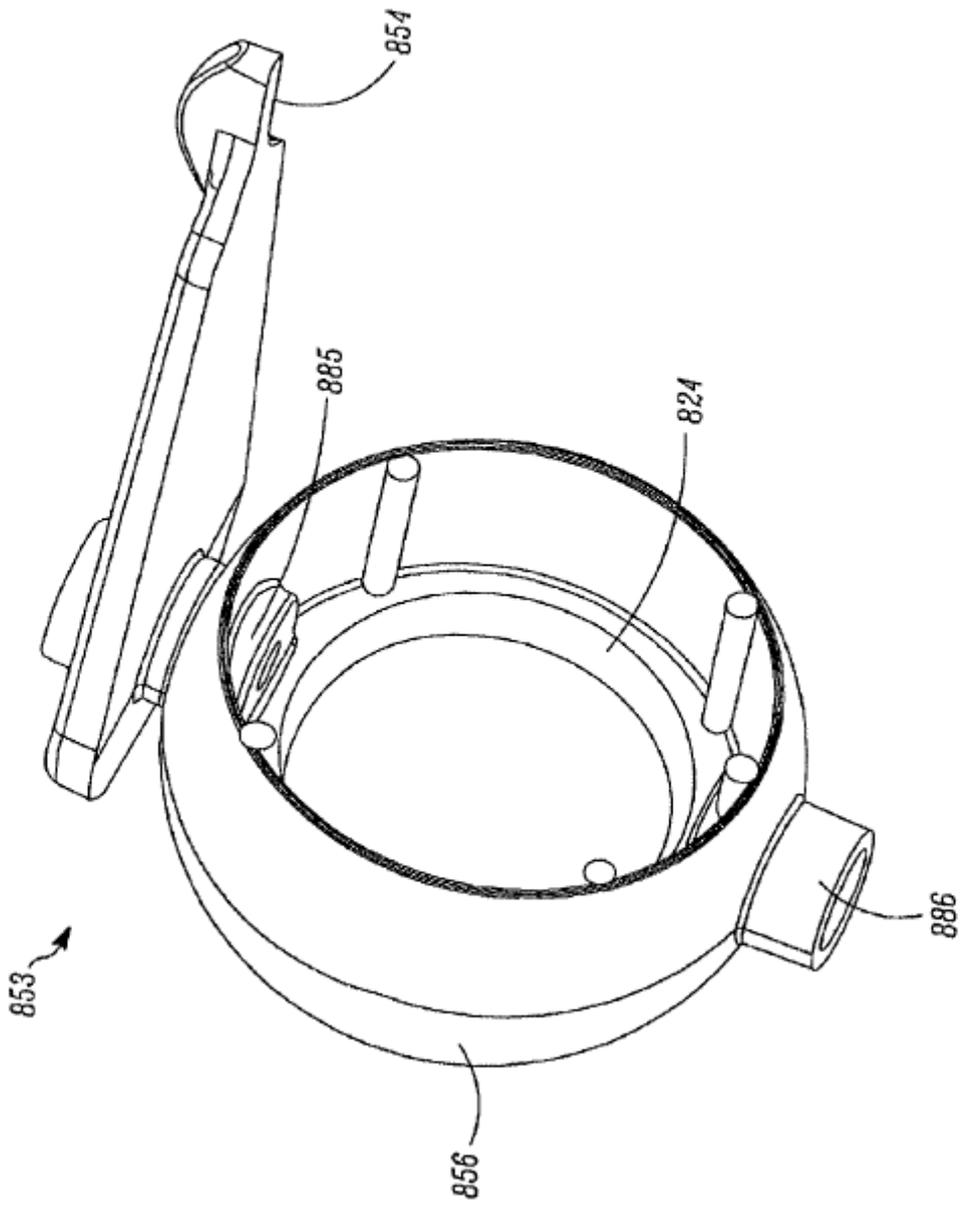
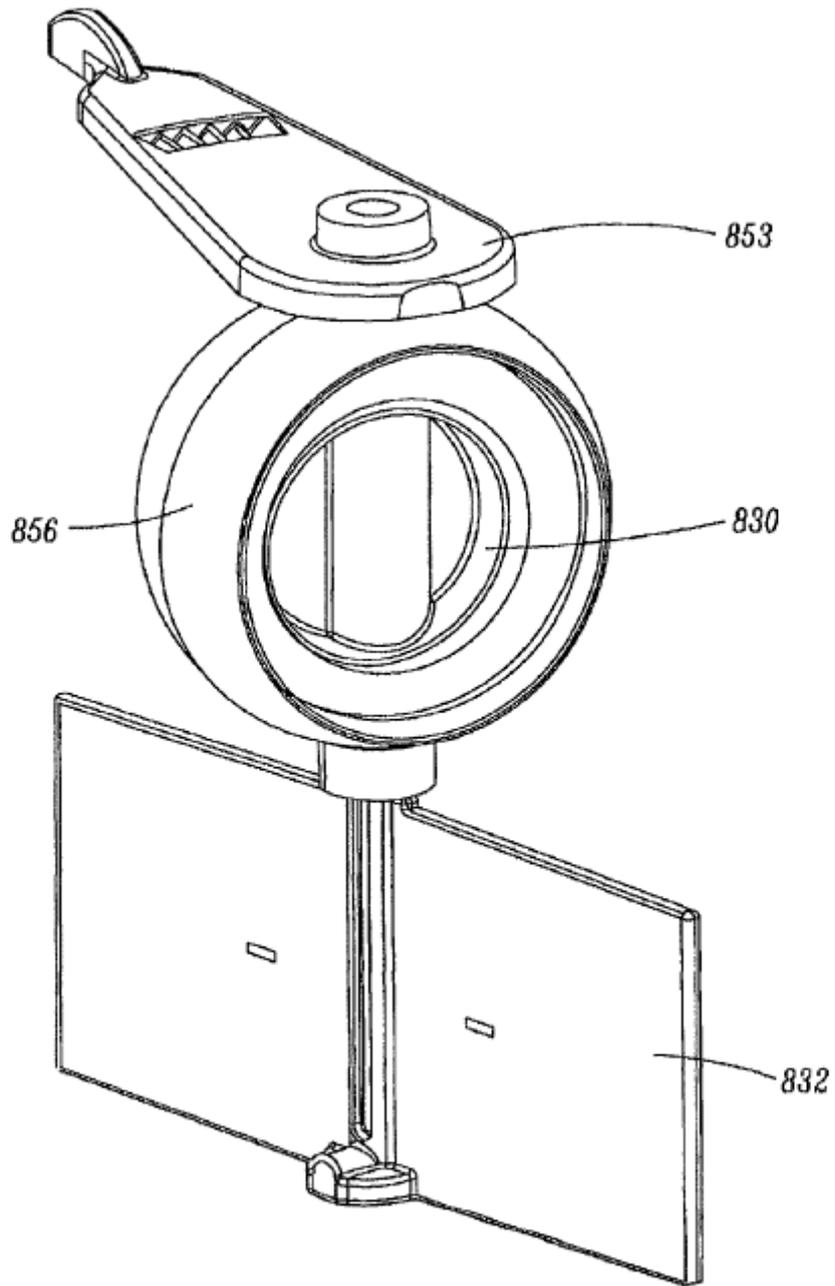


FIG. 61



*FIG. 62*

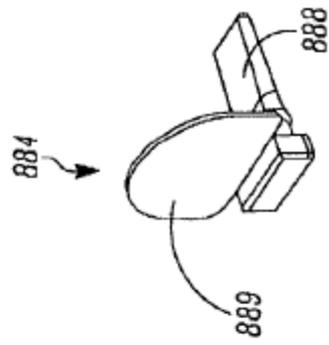


FIG. 65

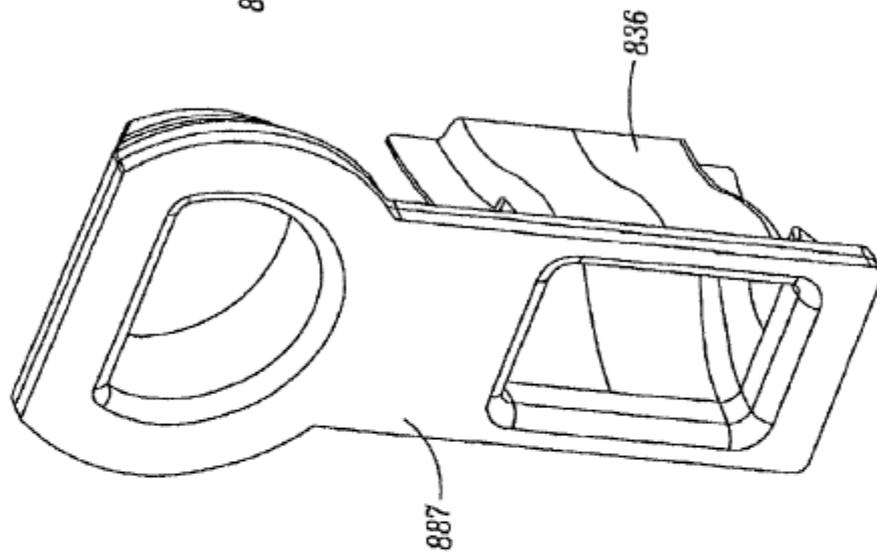


FIG. 64

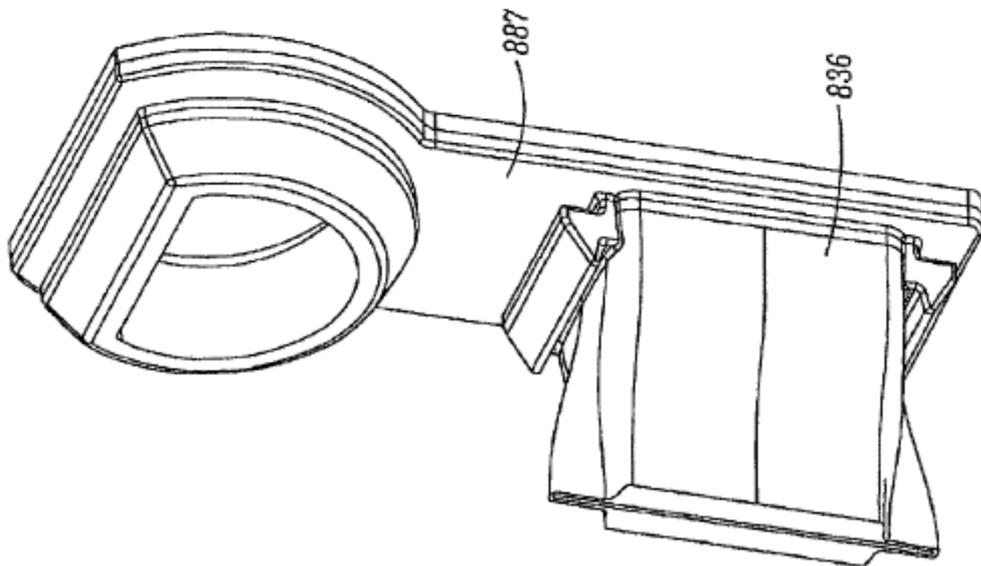


FIG. 63

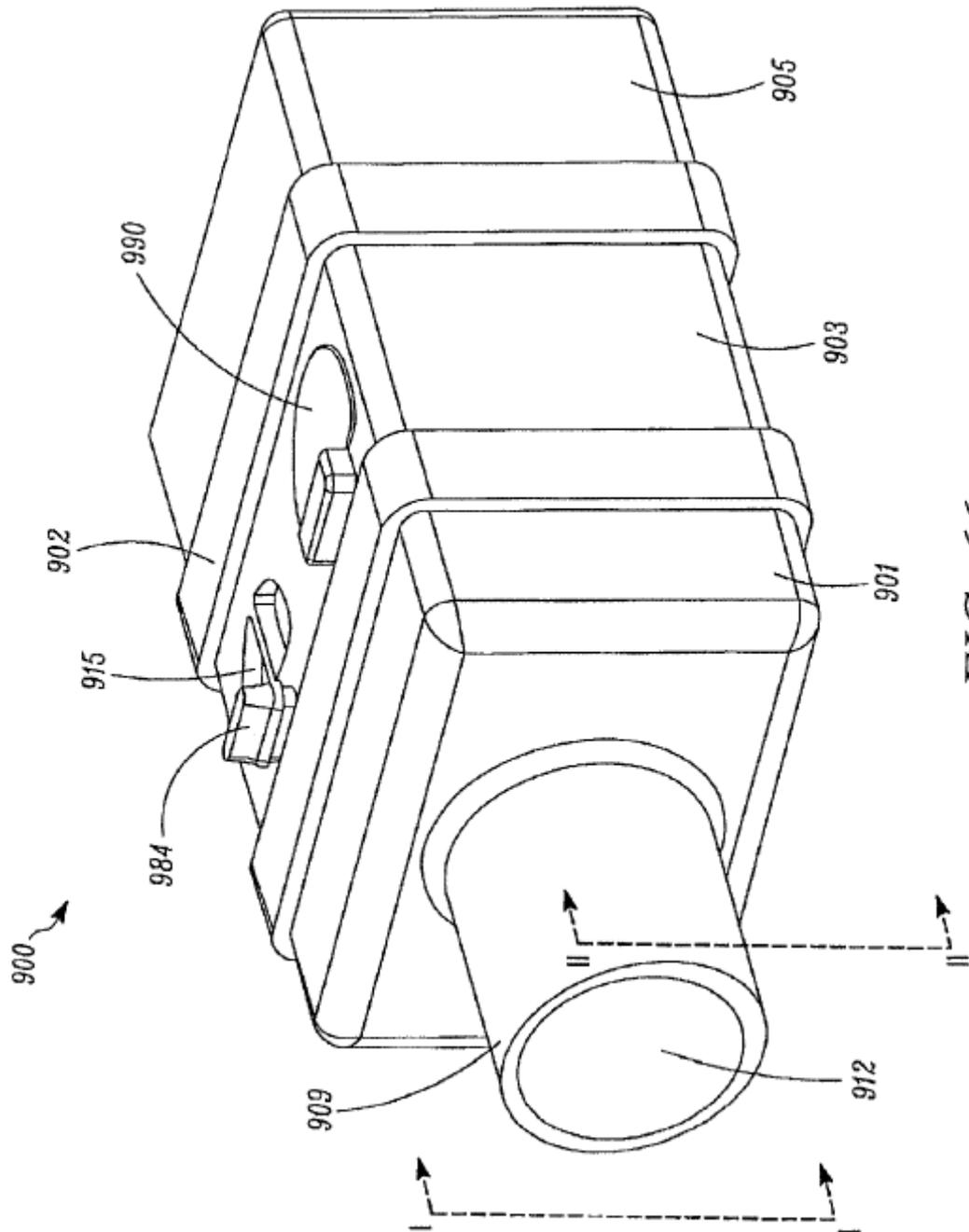


FIG. 66

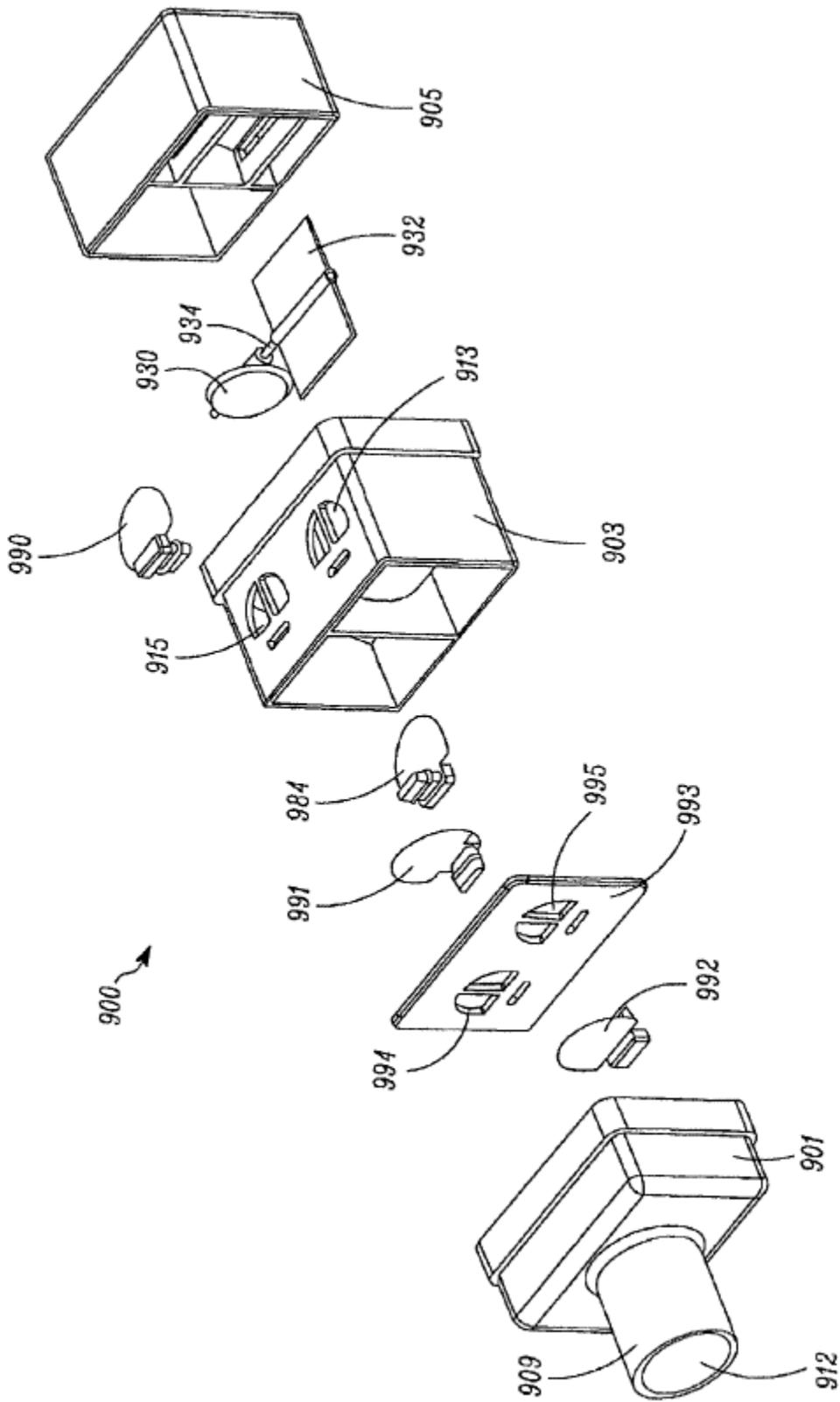


FIG. 67

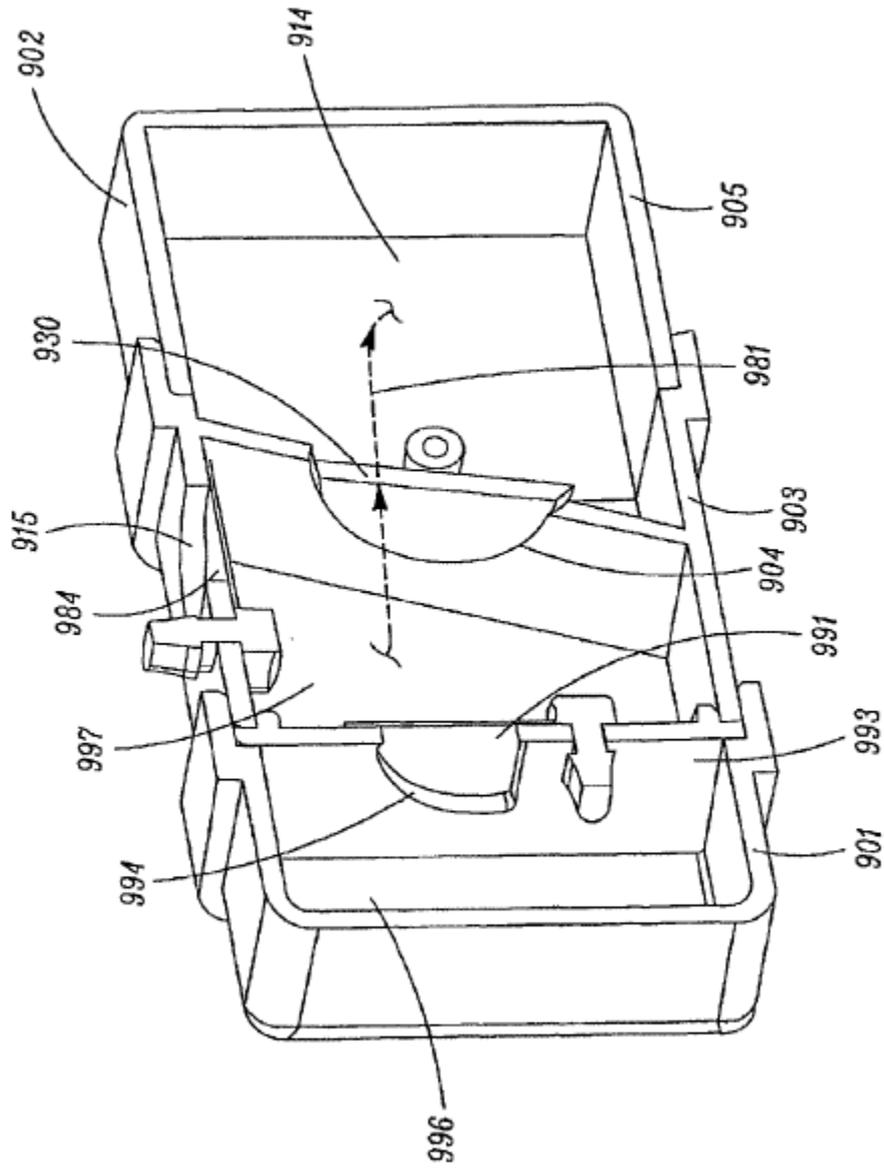


FIG. 68

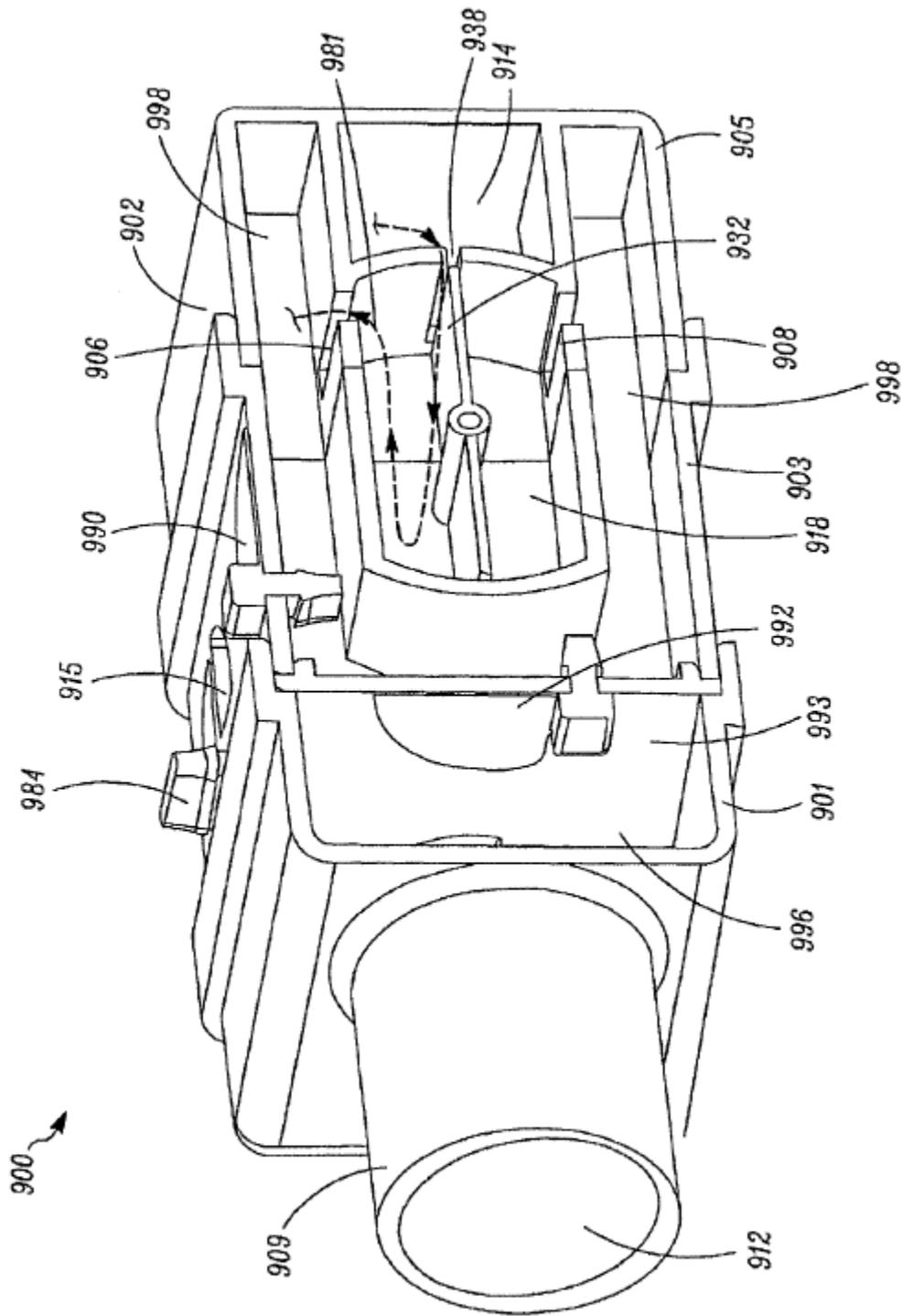


FIG. 69

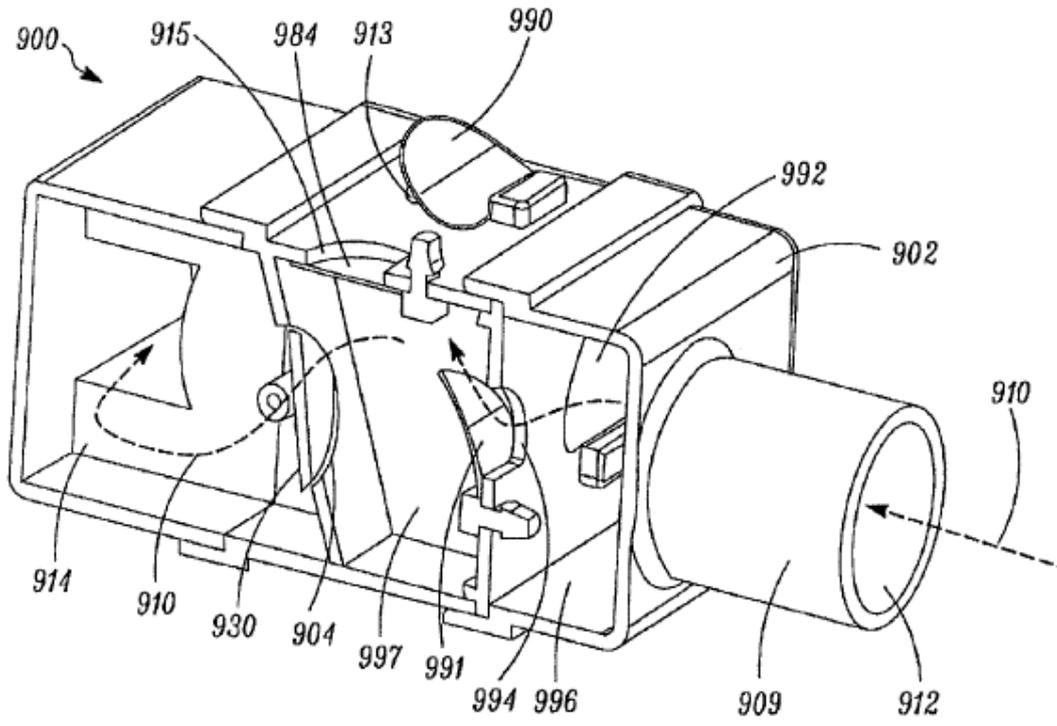


FIG. 70

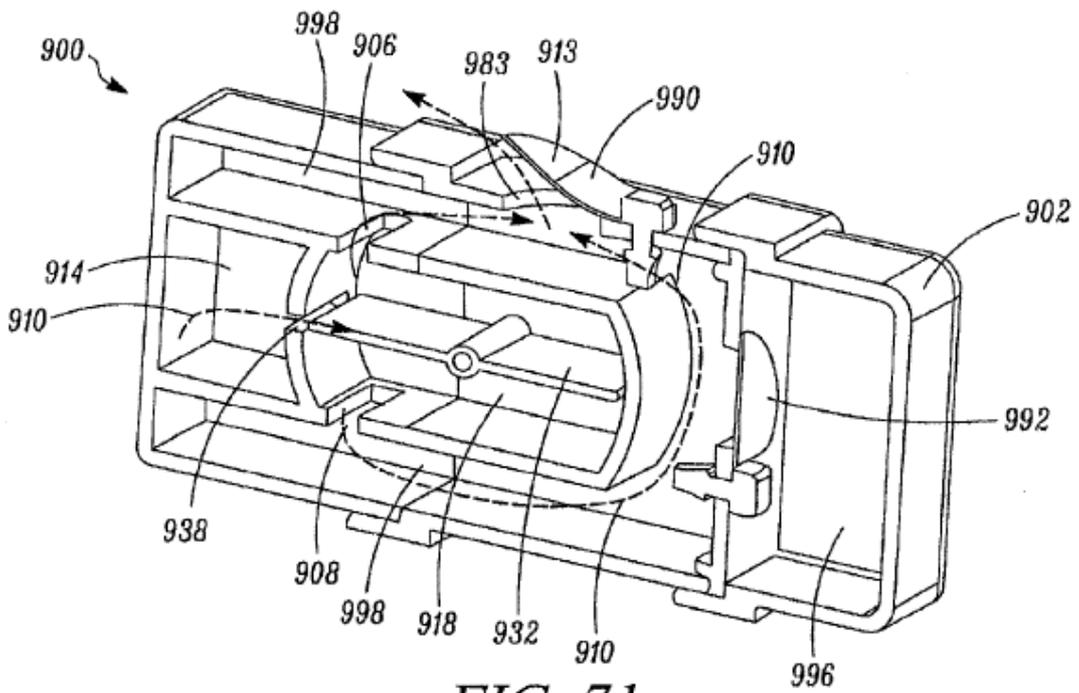


FIG. 71

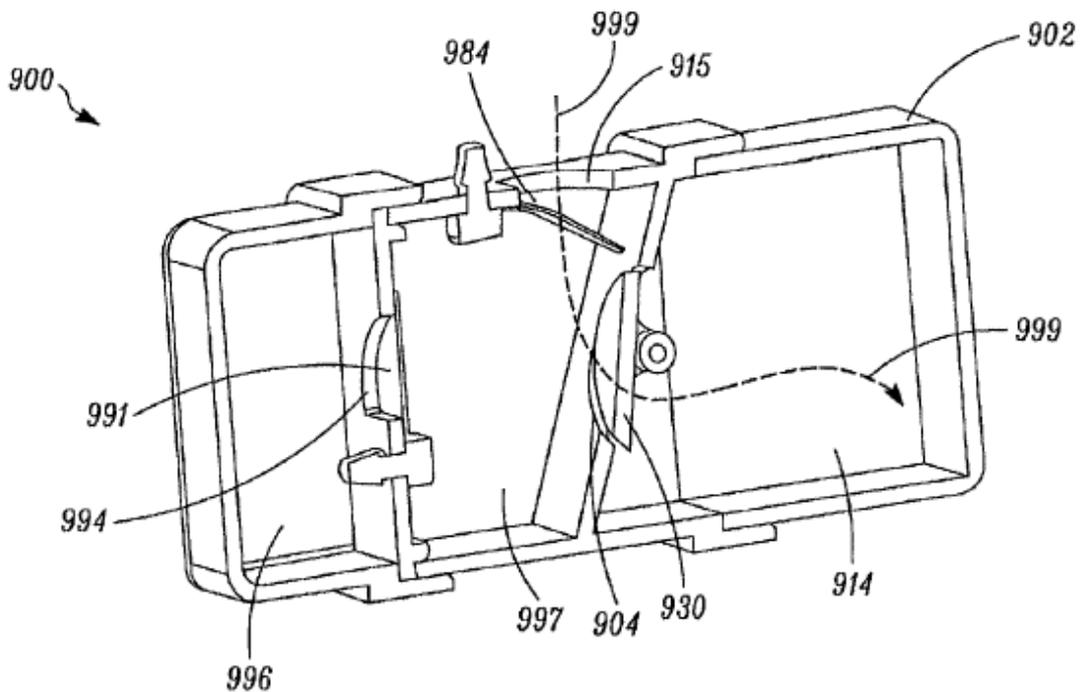


FIG. 72

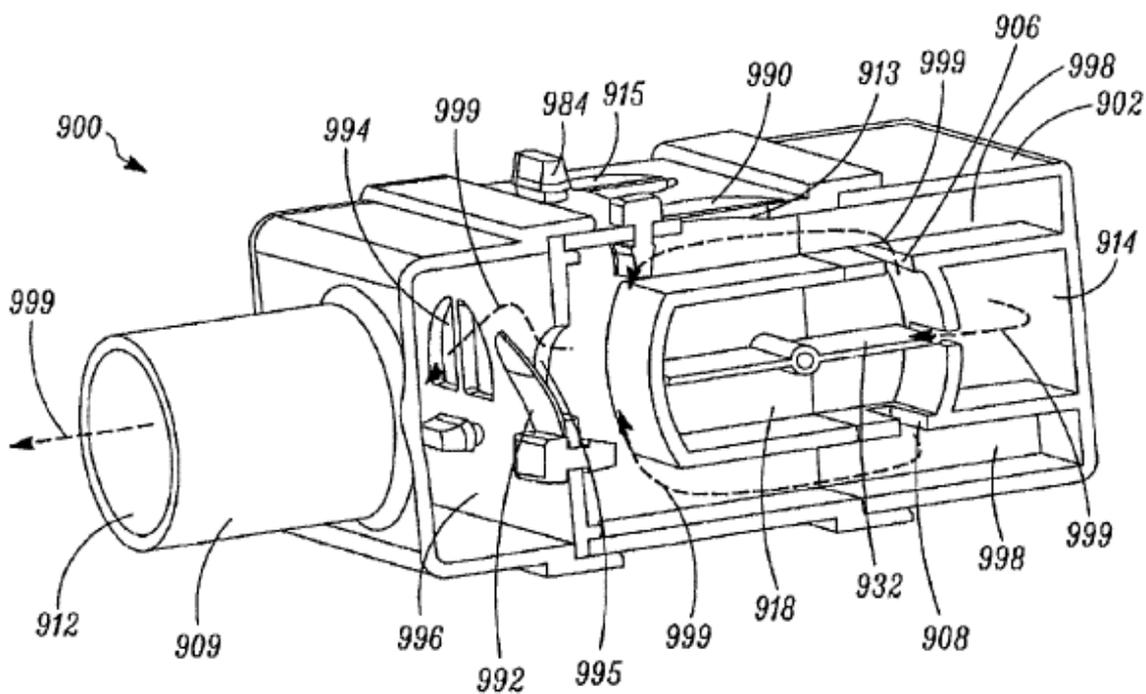
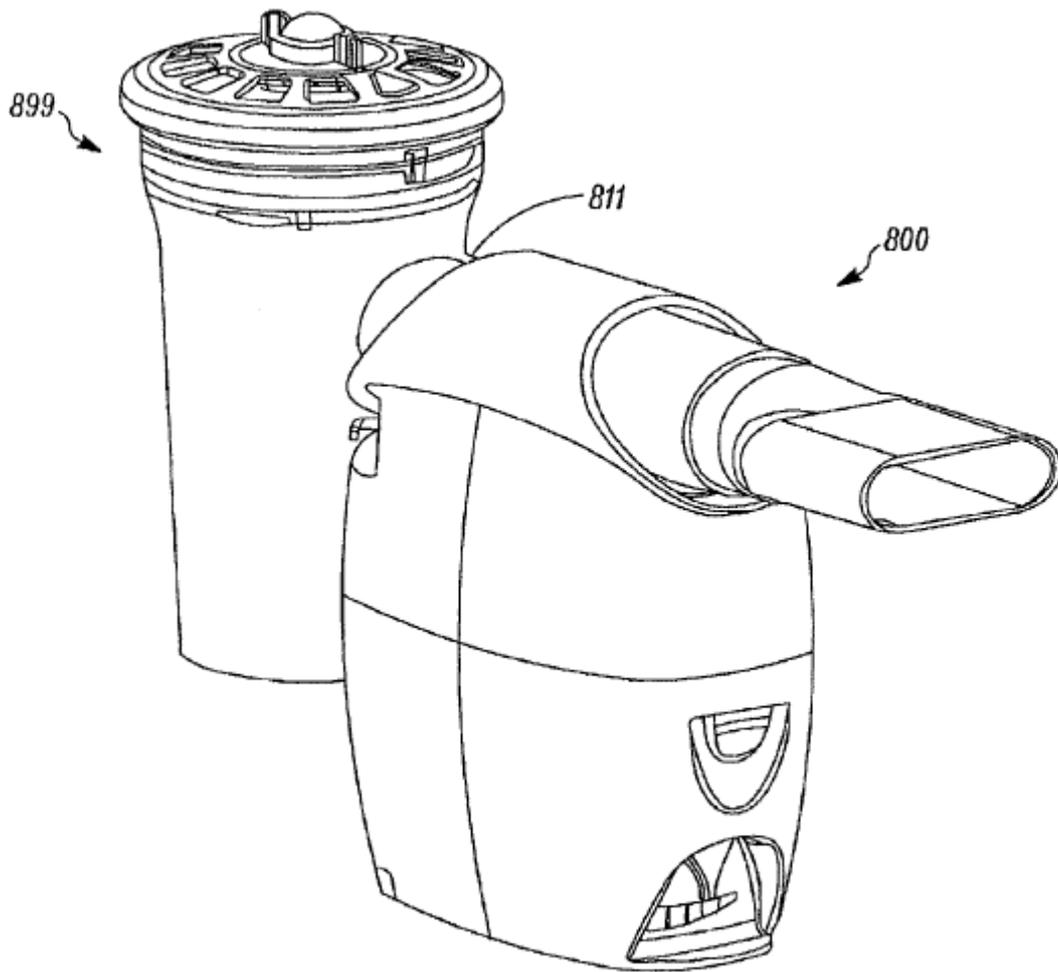


FIG. 73



*FIG. 74*