

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 088**

51 Int. Cl.:

**A61M 5/168** (2006.01)

**A61M 5/20** (2006.01)

**A61M 5/315** (2006.01)

**A61M 5/145** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2015 PCT/US2015/047172**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.03.2016 WO16036574**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2015 E 15760022 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 3188776**

54 Título: **Sistema sensor para detectar un pistón en un recipiente de fluido médico**

30 Prioridad:

**02.09.2014 US 201462044486 P**

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

**18.09.2018**

73 Titular/es:

**ELI LILLY AND COMPANY (100.0%)  
Lilly Corporate Center  
Indianapolis, IN 46285, US**

72 Inventor/es:

**FORLANI, CHRISTIAN FABIO;  
MASSARI, ROSSANO CLAUDIO y  
MOJARRAD, MEHRAN**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 682 088 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema sensor para detectar un pistón en un recipiente de fluido médico

**5 Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a dispositivos de suministro de fluido y, en particular, a un sistema sensor para determinar la posición de un émbolo dentro de un recipiente de fluido.

10 Varios tipos de dispositivos conocidos, utilizados para suministrar medicación fluida a un paciente, utilizan recipientes rellenos con medicación que tienen émbolos móviles, por ejemplo, recipientes que incluyen cartuchos y jeringas. Estos tipos de dispositivos incluyen, aunque sin limitación, bombas de infusión, tales como bombas de insulina e inyectores de medicación, tales como plumas. Un cartucho de medicación incluye un émbolo móvil que sella la medicación dentro de un cilindro del cartucho, por delante del émbolo. El émbolo del cartucho, cuando avanza debido a un mecanismo de accionamiento del dispositivo de suministro en el que puede instalarse el cartucho, empuja la medicación desde el cartucho por una salida de dicho cartucho para suministrarla a un usuario.

20 Conocer la posición axial de un émbolo dentro del recipiente permite que potencialmente haya diversos tipos de información disponibles para el usuario. Por ejemplo, la posición absoluta del émbolo puede permitir la determinación de la cantidad de medicación que queda en el recipiente. Además, los cambios de la posición axial del émbolo pueden permitir la determinación de una dosis dispensada desde el recipiente.

25 Con anterioridad, se han desarrollado varios sistemas para determinar de alguna manera la posición de un émbolo dentro de un recipiente. Un tipo así de sistema utiliza propiedades ópticas. La patente estadounidense n.º 6113578 divulga varios diseños que permiten medir de manera óptica las dosis de las jeringas. Aunque son potencialmente útiles, estos diseños no se implementan sin inconvenientes. Por ejemplo, estos diseños son relativamente complejos por que requieren un número significativo de componentes operativos. Esta complejidad puede generar mayores costes asociados a su fabricación. Aún más, esta complejidad puede aumentar el número de posibles modos de fallo, así como requerir más espacio que el que se desea cuando se incorpora en dispositivos que tienen que tener un tamaño pequeño, compacto y portátil.

De este modo, sería deseable proporcionar un sistema sensor de émbolo o un dispositivo que emplee dicho sistema sensor y que pueda solucionar uno o más de estos y otros inconvenientes de la técnica anterior.

35 El documento WO 94/08208 A2 divulga un sensor de desplazamiento óptico para su uso en aplicaciones robóticas. El sensor puede utilizarse para analizar la forma y textura de superficie de un objeto, o para medir la fuerza de contacto. El sensor de posición utiliza un transductor de desplazamiento electroóptico para convertir un desplazamiento en una salida eléctrica. El sensor utiliza un fototransistor para medir la luz emitida por un diodo emisor de luz infrarroja. La cantidad de luz recibida desde el fototransistor varía debido al desplazamiento de la sonda de contacto o vástago de sombra.

45 El documento WO 02/056934 A2 divulga una jeringa para su uso con un inyector impulsado que inyecta un fluido en un paciente y que incluye un codificador. El codificador incluye, al menos, un primer indicador situado en el codificador. El primer indicador está adaptado para interactuar con al menos una parte de la energía que se propaga a través de o junto al codificador de una manera que puede detectarse. La presencia (o ausencia) del primer indicador proporciona o se corresponde con la información sobre la configuración de la jeringa.

50 El documento WO 2011/032960 A1 divulga una disposición y un método para determinar una posición longitudinal de una tapa que sella un compartimento de un recipiente de medicamento translúcido para un medicamento líquido. La disposición comprende una fuente de luz circular y un sensor fotosensible.

**Breve resumen de la invención**

55 De acuerdo con la presente invención, se proporciona el dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1. Los aspectos adicionales de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

60 A continuación, se divulga un sistema sensor para determinar una posición de un émbolo dentro de un recipiente de fluido, incluyendo el recipiente de fluido un cilindro fabricado con un material conductor de luz, extendiéndose el cilindro en una dirección axial entre el extremo de salida delantero y un extremo trasero, presentando el émbolo, al menos, una región de superficie periférica conectada de manera estanca al fluido a una superficie interior de una pared del cilindro, para así sellar un fluido de dentro del cilindro delante del émbolo, y pudiendo el émbolo avanzar en la dirección axial dentro del cilindro hacia el extremo de salida delantero, para así dispensar el fluido desde el recipiente de fluido a través del extremo de salida delantero. El sistema sensor incluye una fuente de luz, un detector de luz y un controlador. La fuente de luz está configurada para emitir luz dentro de la pared del cilindro, de modo que la pared del cilindro sirve como guía de onda que guía la luz para que discurra por dentro en la dirección axial. El detector de luz está ubicado para detectar la luz reflejada que se emite desde la fuente de luz, que discurre a través

de la pared del cilindro, que sirve como guía de onda, y que después se refleja en la al menos una región de superficie periférica. El controlador está comunicado con el detector de luz para determinar una posición axial de la al menos una región de superficie periférica dentro del recipiente de fluido, en función de los datos provenientes del detector de luz de la luz reflejada detectada.

5 Una ventaja es que un sistema para detectar un émbolo dentro de un recipiente puede proporcionarse tan simple como para tener un coste de fabricación relativamente bajo.

10 Otra ventaja es que puede proporcionarse un sistema para detectar un émbolo dentro de un recipiente, lo que permite determinar la posición del émbolo y su movimiento dentro del recipiente.

Otra ventaja más es que puede proporcionarse un sistema para detectar un émbolo, lo que permite determinar la compresión del émbolo.

15 Otra ventaja más es que puede proporcionarse un sistema para detectar un émbolo dentro de un recipiente que solo requiera un espacio limitado, para así permitir que un dispositivo de suministro en el que se incorpora quede compacto y fácil de manipular.

### 20 Breve descripción de los dibujos

Haciendo referencia a la siguiente descripción de las realizaciones de la invención junto con los dibujos adjuntos, las ventajas anteriormente mencionadas y otras ventajas y objetos de esta invención, y la manera de lograrlos, serán más evidentes, y la propia invención también se entenderá mejor. En los dibujos:

25 la figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema sensor de la presente invención junto con un recipiente con el que se utiliza ventajosamente dicho sistema;

la figura 2 es una vista en diagrama de los componentes seleccionados del sistema sensor de la figura 1, dispuestos en una configuración operativa en torno a un cartucho de medicación mostrado en vista lateral en sección transversal parcial;

30 la figura 3 es una vista en diagrama de los componentes y del cartucho de la figura 2, en la que se ilustran las trayectorias de luz;

la figura 4 es una vista en diagrama, similar a la de la figura 2, pero que muestra un sistema sensor alternativo de la presente invención que emplea un elemento filtrante;

35 la figura 5 es una vista en perspectiva de una pluma de inyección provista de un sistema sensor de la presente invención, pluma que se muestra cargada con un cartucho de medicación;

la figura 6 es una vista en perspectiva despiezada de componentes seleccionados de la figura 5;

la figura 7 es una vista en diagrama, similar en conceptos a la figura 2, de componentes seleccionados de un sistema sensor alternativo de la presente invención, adaptados para un cartucho configurado de manera distinta;

40 la figura 8 es una vista en diagrama, similar en conceptos a la figura 2, de componentes seleccionados de otro sistema sensor alternativo de la presente invención, adaptados para otro cartucho configurado de manera distinta;

la figura 9 es una vista en diagrama, similar en conceptos a la figura 2, de componentes seleccionados de otro sistema sensor alternativo de la presente invención;

45 la figura 10 es una vista en diagrama, similar en conceptos a la figura 2, de componentes seleccionados de otro sistema sensor alternativo de la presente invención; y

la figura 11 es una vista de una fuente de luz emitiendo luz por dentro de un cilindro al dirigir su luz en un determinado ángulo con respecto a un cilindro que no está provisto de una variación de superficie, tal como una protuberancia, hacia donde se dirija la luz.

50 Los símbolos de referencia correspondientes indican las partes correspondientes a lo largo de las diversas vistas. Aunque los dibujos representan realizaciones de la presente invención, los dibujos no están necesariamente a escala y en algunos dibujos pueden exagerarse u omitirse determinadas características para ilustrar y explicar mejor la presente invención.

### 55 Descripción detallada de la invención

En la figura 1 se muestra de manera esquemática una primera realización de un sistema sensor de la presente invención, generalmente indicado con el número 20, que se utiliza con un recipiente generalmente indicado con el número 25. El sistema sensor 20 incluye una fuente de luz 30, un detector de luz 35 y un controlador 40. La fuente de luz 30 se coloca para que interactúe operativamente con el recipiente 25 al proporcionar una luz dentro de la pared del recipiente, tal y como se indica con la línea discontinua 42. El detector de luz 35 se coloca para que interactúe operativamente con el recipiente 25 al detectar la luz reflejada desde el recipiente, tal y como se indica con la línea discontinua 44. El controlador 40 controla la operación del sistema de detección 20 y puede ser parte del sistema de control global de un dispositivo en el que puede instalarse el sistema 20. El controlador 40 utiliza los datos recibidos desde el detector de luz 35 para determinar la información relacionada con el recipiente, tal como la posición del émbolo dentro del recipiente, que puede utilizarse para calcular el fluido que hay dentro del recipiente, o

cambia la posición del émbolo para determinar la salida desde el recipiente o la compresión del émbolo. El bloque mostrado como controlador 40 en la figura 1 también puede considerarse una fuente de alimentación de los elementos del sistema sensor 20, que requieren una fuente de alimentación externa para operar.

5 El controlador 40 se muestra operativamente conectado en 46 a la fuente de luz 30 y en 48 al detector de luz 35. Las conexiones 46 y 48 permiten que el controlador 40 haga que la fuente de luz 30 y el detector de luz 35 estén operativos solo cuando sea necesario para determinar la posición del émbolo, ahorrando así energía cuando una fuente externa, diferente de la luz ambiental descrita más adelante, proporciona dicha energía. Puede proporcionarse cualquier alimentación eléctrica de una o más maneras adecuadas, por ejemplo, con baterías fijas o  
10 recargables, o con un suministro de potencia externa, o con supercondensadores, o con sistemas de recogida de energía, por ejemplo solar, inductiva, de flujo de gas de convección forzada/libre, de radiofrecuencia, de vibración o cinética, o termoeléctrica. Las conexiones 48 también representan una línea de datos mediante la que la salida del detector de luz 35 alcanza el controlador 40 para su procesamiento.

15 Con referencia a la figura 2, la fuente de luz 30 y el detector de luz 35 se muestran de manera abstracta y en posiciones operativas a lo largo de una forma de recipiente 25 de fluido con el que el sistema sensor 20 encuentra una aplicación beneficiosa. El sistema sensor 20 se basa en propiedades ópticas y está configurado para utilizar una pared del recipiente 25 como guía de onda, para así permitir determinar la posición de una o más partes del émbolo del recipiente. En la figura 2, el recipiente 25 se muestra como un cartucho habitual relleno con medicación, que puede utilizarse, por ejemplo, en una pluma de inyección de medicación. Un sistema sensor 20 puede adaptarse para detectar émbolos en otros recipientes configurados de manera distinta, por ejemplo, en jeringas convencionales que tienen vástagos accionables que se extienden desde los émbolos y que se proyectan más allá de los cilindros de jeringa, el recipiente mostrado en la figura 2 y su descripción en el presente documento, tienen que considerarse  
20 ilustrativos y no limitativos.

25 La fuente de luz 30 proporciona una luz visible que se dirige hacia la pared del recipiente en dirección axial, para así producir una iluminación de las partes del émbolo del cartucho que hacen contacto de manera hermética con el cilindro del cartucho. En realizaciones alternativas, en vez de una luz visible, la longitud de onda de la luz puede encontrarse en cualquier lugar dentro del intervalo de longitud de onda de infrarrojo a ultravioleta, siempre y cuando el resto del sistema sensor y el material del cartucho se seleccionen para adecuarse a la misma.  
30

Una fuente de luz 30 adecuada puede ser una única luz en línea con la pared del cilindro y que dirija su luz hacia la pared del recipiente en solo un pequeño tramo de la circunferencia del cilindro del recipiente. De manera alternativa, en lugar de solo una luz, podría proporcionarse una fuente de luz 30 adecuada con varias luces. La luz de la fuente  
35 de luz 30 que se mueve por la pared del cartucho, que actúa como una guía de onda, es suficientemente intensa para que el detector de luz 35 mida la parte de dicha luz que se refleja en las partes del émbolo de sellado. La intensidad de luz dirigida por la fuente de luz 30 también es mayor que la de cualquier otra luz presente que incida sobre cualquier parte del cilindro directamente entre el detector de luz 35 y el émbolo 52, o sobre cualquier punto a lo largo del cilindro 50 del cartucho.

40 Como fuente de luz 30, se proporciona un diodo emisor de luz (LED, *light emitting diode*) que proporciona un haz de luz estrecho. También puede utilizarse un láser u otras fuentes de luz, tales como fluorescentes o incandescentes. El haz de luz puede ser una luz blanca o de color, tal como roja, azul o verde, siempre y cuando pueda ser reconocida o detectada por el detector de luz 35. En Avago Technologies puede obtenerse un LED adecuado, tal como, por  
45 ejemplo, el HLMPQ106. Una lente o grupo de lentes específico pueden proporcionarse para enfocar el haz de luz desde la fuente de luz hacia el grosor del cilindro.

El detector de luz 35 es un elemento de detección destinado a registrar la luz reflejada desde el cartucho 25 en diferentes puntos a lo largo de la longitud del detector. En particular, el detector de luz 35 está ubicado para detectar  
50 los haces de luz reflejados por fuera del cartucho después de que estos haces de luz hayan viajado dentro de la guía de onda proporcionada por la pared del cartucho, tras haber sido generados por la fuente de luz 30. Se ha descubierto que dicho reflejo es el mayor en correspondencia con la parte o partes del émbolo que están conectadas de manera hermética al fluido con la superficie interna de la pared del cartucho. Se muestra el detector de luz 35 colocado para estar alineado de manera radial con la fuente de luz 30, aunque no directa y radialmente hacia fuera de la misma, con respecto al eje del cartucho 25. Dicha alineación no es necesaria porque el detector de luz puede ser efectivo cuando se separa angularmente de dicha fuente de luz. El detector de luz 35 convierte la luz reflejada registrada en señales eléctricas que se transmiten a través de la línea 48 hasta el controlador 40.  
55

En una realización, el detector de luz 35 puede ser una serie lineal de elementos semiconductores complementarios de óxido metálico (CMOS, por sus siglas en inglés) que tenga unas dimensiones que se extiendan axialmente a lo  
60 largo de, al menos, la parte de la longitud del cartucho en la que se desea detectar las posiciones de las partes de sellado del émbolo del cartucho. El detector de luz 35 puede extenderse por toda la longitud axial de la sección 60 del cuerpo principal del cilindro. Alternativamente, podrían utilizarse otros tipos de detectores de luz para detectar la luz reflejada, por ejemplo, podrían utilizarse una serie lineal de dispositivos acoplados por carga (CCD, por sus siglas en inglés), una serie de fotodiodos, una serie de fotorresistores, diodos sensibles a la posición y otros  
65 sensores de imagen bidimensionales.

En otra realización, en lugar de un detector directo, puede disponerse un detector CMOS (del inglés *complementary metal-oxide-semiconductor*, semiconductor complementario de óxido metálico) en una disposición no lineal alrededor del cuerpo principal del cartucho, tal como en un patrón helicoidal como el que se muestra en la figura 8. Dicho patrón helicoidal puede utilizarse para adaptarse a limitaciones espaciales. Además, un patrón helicoidal puede permitir una resolución de detección mayor ya que a lo largo de la longitud axial del cartucho, la serie puede incluir más elementos detectores.

El cartucho 25 es un cartucho habitual de medicación de 3 mililitros que incluye un cilindro 50 y un émbolo 52 de sellado, que se mueve a lo largo de una parte de la longitud axial del cilindro. El cilindro 50 es una pieza conformada con una forma tubular cilíndrica que se extiende en una dirección axial entre un extremo delantero 55 y un extremo trasero 57. Las referencias a lo "delantero" y "trasero" se refieren a una convención de nomenclatura direccional en la que, durante la dispensación de dosis, se considera que el émbolo 52 se mueve hacia delante por dentro del cilindro del cartucho. El cilindro 50 tubular define un hueco interior 72. El cilindro 50 incluye una sección 60 de cuerpo principal y una sección 62 de cuello escalonada hacia abajo con un collarín de soporte de tabique 64 en un extremo delantero de la sección de cuello.

La sección 60 de cuerpo principal del cilindro está conformada por una pared cilíndrica 61 tubular que se extiende axialmente y que tiene una superficie interior 70 a la que se conectan las superficies de sellado del émbolo 52 y por la que se deslizan a lo largo de una manera estanca al fluido. La parte del hueco interior 72, que está por delante del émbolo 52, está rellena con medicación 74 que se va a dispensar. Cuando el émbolo 52 avanza en la dirección axial delantera dentro del cilindro, o hacia la izquierda en la figura 2, la medicación se dispensa desde el recipiente 25 al pasar a través de la salida del cilindro 50, conformada por el extremo delantero abierto del hueco 72 en el extremo delantero 55 del cilindro 50.

En el cartucho 25 mostrado, destinado a utilizarse con una aguja, la salida del cilindro está tapada con una membrana 80, asegurada por un tapón de encapsulado 82. Una aguja de dos puntas, mostrada de manera abstracta con el número 84, perfora la membrana 80 para proporcionar un paso mediante el que pueda pasar la medicación 74 desde la salida del cilindro, a través de la membrana 80, cuando el émbolo 52 sea empujado hacia delante. La aguja 84 suele asociarse a un conjunto de aguja de inyección que pueda montarse de manera extraíble, por ejemplo, en una pluma de inyección en la que se instala el cartucho 25 para utilizarlo.

El cilindro 50 está fabricado con un material que transmite, por dentro de la pared del cilindro, la luz aplicada por la fuente de luz 30. El vidrio o los polímeros conductores de luz transparentes o translúcidos son materiales de cilindro adecuados. Se observa que el cilindro 50 tiene una estructura uniforme alrededor de su circunferencia. Esto produce un sistema sensor 20 operativo en cualquier orientación angular del cartucho 25 con respecto a la dirección axial, que da como resultado una colocación del cartucho con el sistema sensor 20 que no es relativamente complicada. El sistema sensor 20 podría utilizarse con un cartucho que no tiene una estructura tan uniforme, siempre y cuando la parte de dicho cartucho alineada con una fuente de luz 30 y con el detector de luz 35 esté elaborada para permitir la transmisión de luz, tal y como se describe de manera más completa más adelante.

El émbolo 52, que no se muestra en sección transversal en la figura 2, está diseñado para disponer de, al menos, una región de superficie periférica conectada de manera estanca al fluido con la superficie interior 70 del cilindro, para así sellar la medicación 74 del extremo trasero 57 del cilindro. El émbolo 52 está conformado en la realización mostrada por una única pieza de material elástico o elastomérico, tal como caucho de bromobutilo. El émbolo 52 incluye un cuerpo 90 que tiene un extremo delantero 92 y un extremo trasero 94 que están orientados transversales a la dirección axial, en la que se extiende la longitud del cuerpo 90 del émbolo. La cara de cada uno del extremo delantero 92 y el extremo trasero 94 es plana, pero para una serie de salientes 96 de proyección que ayudan a prevenir que, durante el proceso de fabricación, se peguen entre sí los diversos émbolos. La cara terminal del extremo delantero 92 está en contacto directo con los contenidos medicamentosos 74 del cartucho 25.

El cuerpo 90 entre los extremos 92 y 94 tiene una periferia generalmente cilíndrica distinta a las tres nervaduras 98 de sellado que se proyectan radialmente. Cada nervadura 98 de sellado se extiende alrededor de toda la circunferencia del cuerpo 90 y está orientada transversal a la dirección axial. Cada nervadura 98 incluye una superficie de sellado redondeada en su extensión radial externa. De las tres superficies de sellado redondeadas, la superficie de sellado de nervadura delantera es 100a, la superficie de sellado de nervadura trasera es 100c y la superficie de sellado de nervadura intermedia es 100b. Como es habitual, las nervaduras 98 tienen unas dimensiones y formas para que las superficies de sellado 100a-c hagan presión contra la superficie 70 del cilindro, en forma de conexión de sellado estanca al fluido y deslizando. La parte del cuerpo 90 que está axialmente entre las nervaduras 98 no hace contacto con la superficie 70 del cilindro.

Se muestran tres nervaduras 98 de sellado separadas axialmente a lo largo de la longitud del cuerpo, creando tres diferentes anillos de sellado para el émbolo, que proporcionan tres regiones de superficie 100a-c periféricas axialmente separadas, conectadas a la superficie 70 del cilindro de manera estanca al fluido. El experto en la materia puede seleccionar el número de nervaduras 98 y las superficies resultantes, como las superficies 100a-c, para así proporcionar las características de sellado adecuadas en vista del diseño general del émbolo. Además, cuanto más cerca se coloque un anillo de sellado de la cara delantera del émbolo, mejor se podrá detectar la

ubicación real de la cara delantera del émbolo que está en contacto con la medicación. Como resultado, pueden proporcionarse diferentes números de dichas nervaduras y superficies de sellado, tal como dos, o pocas, como una, o más de tres, y el sistema sensor 20 puede encontrar una aplicación beneficiosa para cada uno de dichos diseños de émbolo.

5 Normalmente, la fuente de luz 30 está ubicada para estar tan cerca posible en la dirección axial del borde 65 trasero de la pared 61 del cilindro, en el extremo trasero 57 del cartucho, y para dirigir así la luz generada en la dirección axial a través del borde 65. La luz generada desde la fuente de luz 30 está centrada en el medio del grosor radial del borde 65 de la pared del cilindro. En realizaciones alternativas, la fuente de luz podría estar extraída del borde 65 trasero, aunque configurada para proporcionar su luz en el mismo. Por ejemplo, tal como cuando se coloca una fuente de luz más cerca de una fuente de control o de alimentación, situada axialmente muy separada del recipiente y, como resultado, sustancialmente más allá del borde trasero, de modo que la fuente de luz podría dirigir su luz hacia una fibra óptica, conducto de luz o guía de onda, que a su vez dirigiera la luz que esta transmite al borde 65 trasero de la pared del cilindro. Alternativamente, dicha fibra óptica, conducto de luz o guía de onda interpuesta, así como la fuente de luz, podrían proporcionarse dentro de un soporte del cartucho.

20 El detector de luz 35 está colocado preferentemente para estar tan cerca como sea posible, en la dirección radial, de la periferia externa de la pared 61 del cilindro. En una realización alternativa mostrada en la figura 4, en la que las partes similares se identifican con un apóstrofo, y mientras que el detector de luz 35' sigue ubicado de otra manera tan cerca como sea posible de la pared 61' del cilindro, hay interpuesto un elemento filtrante de luz 36 entre el detector de luz 35' y la pared 61' del cilindro.

25 El elemento filtrante de luz 36 tiene una hoja con microtablillas para reducir la trayectoria de la luz entre medias, de modo que un haz de luz más ancho que se refleja en el émbolo 52' se canaliza en un haz de trayectoria recta en una sola dirección al eliminar la trayectoria no perpendicular de la luz, específicamente, la dirección radial relativa al cartucho 25'. Esta filtración sirve para mejorar el contraste para el detector de luz 35'. Una solución alternativa puede ser cualquier tipo de lente o serie de lentes que transformen la luz difundida reflejada en el émbolo en un haz de luz con más forma y más enfocado, orientado hacia el detector de luz. Por ejemplo, pueden utilizarse lentes colimadoras.

30 Así mismo, la estructura del sistema sensor 20 se entenderá en vista de la descripción de una manera en la que puede operarse, haciendo referencia adicional a las trayectorias de luz mostradas en la figura 3. Cuando se necesitan saber los detalles en cuanto a la posición axial dentro de la sección 60 del cilindro del cartucho de una o más partes de sellado 100a-c del émbolo 52, el sistema sensor 20 se activa. La fuente de luz 30 emite un haz estrecho de luz en 105, en la dirección axial, hacia la pared 61 del cilindro, cuya luz discurre generalmente interna en la pared 61 en la dirección axial 108 debido a la pared 61 del cilindro que se extiende axialmente y que actúa como guía de onda. La luz que se mueve axialmente en la pared 61 del cilindro se reflejará para iluminar las partes de sellado 100a-c del émbolo 52, tal y como se indica en 110a, 110b y 110c. Estos haces de luz 110a-c, así como otras luces de la fuente de luz 30 que pasan axialmente por dentro de la pared 61 del cilindro que se reflejan radialmente hacia fuera, son detectados gracias al detector de luz 35 a lo largo de la longitud o trayectoria del detector. La luz reflejada 110a-c tiene una intensidad mayor que la intensidad de cualquier luz de la fuente de luz 30 que se refleje hacia afuera, hacia cualquier lugar a lo largo de la longitud del cilindro, mientras que la intensidad tiende a disminuir desde 110c hasta 110b y hasta 110a debido a su distancia desde la fuente de luz 30. El detector de luz 35 genera señales eléctricas correspondientes a los niveles de intensidad de luz detectados en varios puntos a lo largo de su longitud, cuyas señales eléctricas se envían al controlador 40 a través de la conexión 48.

50 El controlador 40 puede procesar entonces los datos de la luz reflejada recibidos de esta manera desde el detector de luz 35 en información relacionada con la posición o estado del émbolo, que puede almacenarse internamente dentro del controlador 40, tal como para su uso posterior, y/o transmitirse. La información transmitida puede transmitirse, por ejemplo, a una pantalla asociada al uso del cartucho y que es visible para el usuario, o a una red informática que rastrea la información de uso. Dichos medios de transmisión asociados al controlador 40 no se muestran en la figura 1, pero son convencionales y pueden ser de una variedad inalámbrica o cableada.

55 El controlador 40 está programado para determinar las posiciones de las partes de sellado 100a-c en vista de los picos de los datos de luz detectados a lo largo de la longitud del detector. Por ejemplo, el controlador 40 puede operar en primer lugar el sistema sensor un número de veces, tal como diez, y para cada ocasión se necesita la posición del émbolo, dando como resultado diez valores de datos de luz detectados en cada píxel o punto de detección a lo largo de la longitud del detector. Entonces, se realiza el promedio de los diez valores para cada píxel, y los valores de píxel promedio se trazan a lo largo de la longitud del detector a la que corresponden. El trazo resultante incluye tres oscilaciones ascendentes notables, correspondiéndose cada una a una parte de sellado 100a-c diferente.

65 Entonces, el controlador analiza estas oscilaciones. En un sistema básico, el controlador busca el píxel con la mayor o máxima amplitud dentro de cada oscilación, y el controlador considera que la posición axial de ese píxel a lo largo de la longitud del detector es la de la parte de sellado del émbolo pertinente.

El controlado también puede utilizar mejoras en este sistema básico. En una mejora, se usa una implementación de ajuste de curva polinómica de ajuste por mínimos cuadrados en la que se usa una función polinómica para aproximar la región pico de cada oscilación. Se define una región alrededor de la posición del píxel máximo del sistema básico. En esta región, se calcula el ajuste polinómico obteniendo los coeficientes polinómicos. Después, se evalúa el polinomio realizando un sobremuestreo del píxel, y la posición máxima refinada se calcula y se considera que es la de la parte de sellado del émbolo aplicable. Los valores adecuados para el ajuste polinómico son un polinomio de 5º grado con una región de ajuste de cuarenta píxeles en cada lado de la posición máxima, con un sobremuestreo de 100.

5 En una mejora alternativa, para cada oscilación se utiliza un centro de cálculo de área. En torno a cada una de las posiciones de píxel máximas detectadas del sistema básico, o posiblemente alrededor de las posiciones de píxel máximo, como se mejoró anteriormente con la mejora del ajuste de la curva polinómica, se define una región. Una región adecuada tiene cuarenta píxeles en cada lado de dicha posición máxima. En esta región, la posición máxima se calcula con la fórmula:

15

$$\text{Posición máxima del centroide} = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i \cdot Y_i)}{\sum_{i=1}^N Y_i}$$

El valor de la posición máxima calculada se considera que es la de la parte de sellado del émbolo aplicable.

20 En una mejora alternativa, la posición de todo el émbolo puede calcularse como la posición del valor máximo de una función en correlación transversal entre la salida del sensor y una forma de onda definida previamente y almacenada en el controlador.

25 Aún más, el controlador puede programarse para cegar partes de los datos detectados por el detector, asociadas al reflejo en el cuello del cilindro, que de otra forma pueden provocar que el controlador emita una lectura incorrecta.

La información que puede determinar el controlador 40 puede ser la cantidad de medicación 74 empujada desde el cartucho 25 durante una inyección, calculada en función de un cambio de la posición axial de la región de sellado 100a dentro de la sección 60 de cuerpo que se experimenta durante dicha inyección. Siempre y cuando el controlador 40 conozca otros detalles del cartucho o del historial, la posición del émbolo también puede utilizarse para determinar la medicación total suministrada desde el cartucho 25 o la medicación total que queda en el cartucho 25.

35 Aún más, el controlador también podría utilizar un reflejo en el cuello del cilindro, detectado por el detector, para determinar la medicación que queda en el cartucho; reflejo que de otra manera podría haber cegado los datos como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el controlador puede utilizar el reflejo del cuello del cilindro detectado por el detector como punto de referencia, permitiendo que el controlador determine la cantidad de medicación que queda en el cartucho al comparar la ubicación del émbolo con su punto de referencia. Si el controlador tiene que utilizar el reflejo del cuello del cilindro, puede proporcionarse un cambio de fabricación en el cuello del cilindro del cartucho, en el punto relacionado con el émbolo que baja por el cilindro del cartucho, para así determinar de manera más precisa dicho punto de referencia. Dicho cambio de fabricación, que intensifica el reflejo en ese punto, puede ser una ranura o hendidura en la pared del cilindro, o una protuberancia en la misma.

45 La información que puede determinar el controlador 40 también, o de manera alternativa, puede ser una cantidad de compresión del émbolo 52. El controlador 40 puede estar programado para determinar si la distancia detectada entre las regiones de sellado 100a y 100c es menor que un valor almacenado de dicha distancia entre dichas regiones de sellado, si dicho valor almacenado es lo que es normalmente la distancia o si es lo que era inmediatamente antes de una inyección. La información de compresión del émbolo podría utilizarse para determinar la dosis restante que debe dispensarse o para monitorizar cuándo el émbolo 52, después de que se haya realizado una inyección utilizando el cartucho 25, ha vuelto a su estado previo a la inyección, en cuyo punto un usuario del cartucho podría ser informado de que no queda dosis restante y de que la inyección se ha completado.

55 A continuación, en cuanto a las figuras 5 y 6, se muestra un sistema sensor similar al sistema 20, instalado de manera operativa en forma de dispositivo de inyección de medicación con forma de pluma, indicado en general con el número 130. Se conocen bien los dispositivos de inyección de este tipo y la descripción del dispositivo 130 es meramente ilustrativa, pues el sistema sensor puede adaptarse para ser utilizado en dispositivos de operación y configurados de diferente manera en los que se desea detectar el émbolo.

60 En los dispositivos de inyección de medicación 130 es típico que se incluya una carcasa que soporte los componentes internos del dispositivo. Se muestra que la carcasa tiene una parte de carcasa trasera 135 que sujeta un mecanismo de accionamiento mecánico, indicado de manera abstracta con el número 141. Un collarín 137 de ajuste de dosis se desatornilla de la parte de carcasa 135 y sale de la posición mostrada en la figura 5 cuando se gira para ajustar una dosis para su inyección, y cuando un usuario aplica una fuerza de embolada sobre el botón 140 que lleva el collarín 137, devuelve el botón y el collar a sus posiciones axiales mostradas en la figura 5, lo que hace

que el mecanismo de accionamiento 141 extienda su elemento de salida desde la parte de carcasa 135 para hacer avanzar un émbolo 144 hacia delante dentro del cartucho 146.

El sistema sensor incluye un casquillo 160 con un LED 162, que se monta de manera segura dentro del extremo delantero de la parte de carcasa trasera 135. La abertura central del casquillo 160 permite el paso a través de la misma del elemento de salida del mecanismo de accionamiento. El LED 162 sirve como fuente de luz del sistema sensor y está conectado de manera eléctrica a una fuente de alimentación y controlador del sistema sensor dentro de la carcasa, estando indicados de manera abstracta la fuente de alimentación y el controlador del sistema sensor con el número 165.

La carcasa del dispositivo incluye además un soporte del cartucho con dos partes o una parte de la carcasa delantera 150 conformada por una sección de base 152 y una sección superior 154. El soporte 150, cuando se ensambla con el cartucho 146 en su interior, se asegura a la parte de carcasa trasera 135 para sujetar el cartucho 146 en una posición operativa con respecto al mecanismo de accionamiento y el LED 162.

La sección superior 154 se muestra como una cubierta transparente que tiene una parte tubular delantera 165 desde la que se extiende hacia atrás una pestaña curvada 167, que tiene una forma que encaja sobre el cartucho 146. La parte 165 tiene un tamaño y forma para que el extremo delantero del cartucho 146 que tiene el tapón de encapsulado 147 se inserte en su interior, de modo que la membrana 149 del cartucho sea accesible a través de la abertura 166. La parte de carcasa 165 está roscada por el exterior, en el número 169, para enroscar sobre ella el cono de un conjunto de aguja de inyección no mostrado, que cuando se monta en la parte 165 proporciona una aguja de inyección que se extiende a través de la membrana 149 del cartucho y se comunica con el volumen interno del cartucho para suministrar la medicación a un usuario del dispositivo 130 de una forma convencional.

La sección de base 152 proporciona un hueco 172 en el que se encaja el cartucho 146. La base del hueco 172 está conformada por una serie de CMOS 175 que se extiende axialmente y que sirve como detector de luz del sistema sensor. Cuando la parte de carcasa delantera 150 está montada en la parte de carcasa trasera 135, unos conectores no mostrados del dispositivo hacen que la serie de CMOS 175 obtenga una comunicación eléctrica y de datos con la fuente de alimentación y el controlador del sistema sensor, indicado con el número 165.

La sección superior 154 y la sección de base 152 pueden estar configuradas para conectarse entre sí en una relación dispuesta mostrada en la figura 5 para sujetar el cartucho 146, tal como encajando a presión entre sí partes separadas o pivotando conjuntamente partes bloqueadas, antes de conectarse como unidad a la parte de carcasa trasera 135. Como alternativa, o bien la sección superior 154 o la sección de base 152 podrían configurarse para ser una extensión de la carcasa trasera 135, estando conectada la otra sección a la misma o a la carcasa trasera 135 después de haber colocado el cartucho. Por ejemplo, la sección de base 152 con la serie de CMOS 175 podría montarse de manera fija en la parte de carcasa trasera 135 para extenderse o proyectarse hacia delante de la misma, produciéndose la instalación del cartucho al colocar un cartucho 146 sobre la sección de base 152 y después asegurando la sección superior 154, por ejemplo, a la parte de carcasa trasera 135 sobre el cartucho 146. Dicho diseño puede facilitar la provisión de una conexión entre el controlador 165 y la serie de CMOS 175.

Debido a la presencia de la cubierta transparente, que sirve como ventana de observación que permite al usuario ver el cartucho, la luz ambiental podría afectar a la medición de la serie de CMOS 175. Para evitar esto, podrían utilizarse dos filtros Polaroid girados 90 grados, uno colocado en la ventana de observación y otro apilado en la parte superior de la serie de CMOS, tal como junto con una hoja con microtablillas que puede proporcionarse en la parte superior de la serie de CMOS. De esta manera, el usuario puede ver el cartucho, la serie puede detectar el reflejo de las nervaduras, pero la luz externa no alcanza las series.

El dispositivo 130 también incluye una pantalla electrónica 180, tal como una pantalla de cristal líquido, que se muestra provista en el lado de la parte de carcasa 135 y que está eléctricamente conectada al controlador 165. La pantalla podría proporcionarse, de manera alternativa, en cualquier otro lugar, tal como en la sección de base de la carcasa 152. La información de la posición del émbolo determinada por el controlador 165, que utiliza el LED 162 y la serie de CMOS 175, podría mostrarse en la pantalla 180 para que pudiera verla el usuario del dispositivo. Por ejemplo, la pantalla 180 podría mostrar una indicación numérica de cuántas unidades se suministraron en la última inyección de uso del dispositivo 130, o un aviso gráfico o alfanumérico de que aún no se ha completado o si se haya completado una inyección, tal y como se determina en función de si el émbolo del cartucho 146 se ha comprimido o no.

Haciendo referencia a la figura 7, se muestra otra realización de la presente invención que está adaptada para trabajar con un recipiente configurado de manera distinta y que es conocido en la técnica. El sistema sensor incluye un detector de luz 235 que es el mismo que el detector de luz de la figura 2, y una fuente de luz 230 que es similar a la fuente de luz 30, excepto por su colocación con respecto al cartucho 225 configurado de manera distinta. El cartucho 225 incluye un cilindro 250 con una pared de cilindro 261 y un émbolo de sellado 252 que son similares a sus partes correspondientes de la realización de la figura 2. El cilindro 250 se diferencia porque incluye una protuberancia radial 269 conformada de manera integral en la pared 261 del cilindro. La protuberancia 269 tiene forma de nervadura redondeada circunferencial que se proyecta radialmente desde la pared 261 del cilindro hacia el



interior del cilindro 250, cerca del borde trasero 265 de la pared 261 del cilindro. La fuente de luz 230 está situada dentro del cilindro 250 y configurada para hacer brillar la luz directamente incidente en la protuberancia 269, en una dirección radial con respecto a la pared 261 del cartucho principal que se extiende axialmente.

5 La fuente de luz 230 está preferentemente configurada, por ejemplo, por su colocación cerca de la protuberancia 269 y la cercanía del haz de luz que emite, para no emitir haces de luz desde dentro del interior del cilindro directamente sobre cualquier parte de la superficie del cilindro 250, excepto en las partes que están potencialmente cerca de la protuberancia 269 y que el controlador, en virtud de la luz detectada por el detector 235, puede reconocer como iluminadas de esta manera. Una lente o grupo de lentes específico pueden proporcionarse para enfocar el haz de luz  
10 desde la fuente de luz 230 hacia la protuberancia 269.

Se ha determinado que cuando la fuente de luz 230 dirige de esta manera la luz hacia la protuberancia 269, la pared 261 del cilindro funcionará como guía de onda para encauzar dicha luz axialmente dentro de la pared 261 del cilindro, para así iluminar las partes de sellado del émbolo 225 para realizar la detección con el sistema sensor, como con el sistema sensor descrito con respecto a la figura 2.  
15

Haciendo referencia a la figura 8, se muestra otra realización más de la presente invención que está adaptada para trabajar con un recipiente configurado de manera distinta. El cartucho 325 incluye un cilindro 350 con una pared de cilindro 361 y un émbolo de sellado 352 que son similares a sus partes correspondientes de la realización de la figura 2. En su extremo trasero, la pared 351 del cilindro está conformada de manera integral en una protuberancia que se extiende radialmente hacia fuera en forma de pestaña 369 orientada de manera ortogonal. La pestaña 369 se extiende más allá de la periferia externa del cilindro 350, pero no tiene que ser continua alrededor de la circunferencia del cilindro. La pestaña 369 puede utilizarse para sujetar el cartucho durante el proceso de relleno. Puede sustituirse por una pestaña mayor que pueda agarrarse con el dedo, como si la pestaña fuera la parte de una jeringa que se agarra con los dedos durante la embolada manual del émbolo de la jeringa.  
20  
25

La fuente de luz 330 dirige la luz hacia dentro, hacia el extremo radialmente externo de la pestaña 369, haciendo que la luz pase dentro de la longitud de la pestaña. La fuente de luz puede ser una fuente anular de luz que rodea el cartucho. El detector 335 es un detector configurado de manera helicoidal que se extiende a lo largo de la longitud del cilindro a través de la que puede moverse el émbolo 352. Aunque se muestra extendiéndose a través de tres revoluciones completas, un patrón helicoidal utilizado puede albergar más o menos revoluciones, incluyendo si se desea solo una revolución parcial. La fuente de luz 330 está preferentemente configurada para no emitir ningún haz de luz directamente sobre cualquier parte de la superficie externa del cilindro 350. Si algo de luz de la fuente de luz 330 puede brillar directamente sobre la superficie externa del cilindro 350, solo será luz incidental que no comprometa la capacidad que tiene el detector 335 de determinar de forma precisa la iluminación de las partes de sellado del émbolo, que se produce por la luz de la fuente de luz 330 que pasa a través de la pestaña 369 en la dirección radial con respecto al cilindro 350 del cartucho principal, y después axialmente a través de la pared 361 del cilindro, que actúa como guía de onda. Así, excepto por la luz de la fuente de luz 330 que se mueve axialmente por dentro de la pared 361 del cilindro y que actúa como guía de onda, la configuración de la fuente de luz 330 solo hace que una parte mínima o incidental de su luz alcance una parte del cilindro 350, a través de la que se mueve el émbolo 352 mientras se determina su posición.  
30  
35  
40

Aunque los detectores de luz 35, 35', 175, 235 y 335 se muestran ubicados solo radialmente en el cilindro del cartucho, los detectores de luz de la presente invención pueden colocarse para que detecten la luz reflejada en el émbolo de sellado, colocándose en parte de manera radial al cilindro del cartucho y, por otra parte, de manera axial al cilindro del cartucho. Por ejemplo, como se muestra en la figura 9, un detector de luz de la presente invención puede incluir una parte de transmisión de luz 402 y una parte sensora 410, disponiéndose la parte de transmisión de luz 402 radialmente hacia fuera del cilindro 425 del cartucho, y disponiéndose la parte sensora 410 axialmente hacia atrás del cilindro 425 del cartucho. La parte sensora 410 se muestra en sección transversal y se proporciona como una serie de elementos CMOS o elementos similares, dispuestos en una forma anular cerca del extremo trasero del cartucho 400. La parte sensora 410 está protegida radialmente de la fuente de luz 440 del sistema sensor, cuya fuente de luz 440 es una serie anular de diodos emisores de luz alineados con el extremo anular del cilindro 425 del cartucho, para así ser concéntrica, aunque esté radialmente hacia dentro de la parte sensora 410.  
45  
50

La parte de transmisión de luz 402 se proporciona como un casquillo fabricado con un material conductor de luz que se extiende hacia delante desde la parte sensora 410, alrededor del cilindro 425 del cartucho. La parte de transmisión de luz 402 sirve como guía de onda que encausa la luz en una dirección axial dentro del material del casquillo 402, para así devolver a la parte sensora 410 la luz reflejada radialmente introducida en la parte de transmisión de luz 402. Dicha luz reflejada de interés será la luz reflejada en las superficies de sellado del émbolo 430 tras haber sido emitida primero por la fuente de luz 440 y después haber viajado a través del cilindro 425 del cartucho. Entre la parte de transmisión de luz 402 y el cilindro 425 del cartucho se muestra un elemento de filtro tubular 420, elemento de filtro 420 que selecciona o permite el paso de solo la luz estrictamente radial. La parte de transmisión de luz 402 puede ubicarse dentro, o en mayor parte conformar un soporte del cartucho de una pluma de inyección.  
55  
60  
65

El casquillo de transmisión de luz 402 está provisto de características destinadas a reflejar la luz que se dirige hacia

5 él radialmente desde el cartucho, para así moverse a través de la pared del casquillo y alcanzar la parte sensora 410. Las características son una serie de hendiduras provistas en el exterior del casquillo 402 en un patrón helicoidal. Una de tales hendiduras se muestra con el número 404, que representa el diseño de las otras hendiduras del grupo helicoidal. La forma y la inclinación de la hendidura se determinarán en función de las propiedades del material del casquillo, aunque se muestra que tienen una superficie 406 inclinada a cuarenta y cinco grados. La luz que se refleja desde el cartucho, directamente de manera radial hacia dentro de la hendidura 404, pasará hacia el casquillo 402 e incidirá en la superficie 406, superficie 406 que tiende a reflejar dicha luz, en parte, directamente de manera axial hacia atrás, para que pase por dentro de la pared del casquillo 402 hacia el sensor 410.

10 El patrón helicoidal de las hendiduras se extiende en la longitud axial del casquillo 402, que se encaja alrededor de la parte del cartucho 400 en la que puede colocarse el émbolo 430 del cartucho durante el uso. El patrón helicoidal se expande no más de 360 grados, aunque cuanto más cerca esté de los 360 grados permitirá que haya una mayor resolución siempre que la serie anular de elementos sensores dentro de la parte sensora 410 sea lo suficiente densa, y siempre que la interferencia de luz que resulta de las hendiduras al principio y al final del patrón helicoidal, que hace que la luz alcance la parte sensora 410, sea aceptable.

20 La orientación angular del elemento sensor 410 con respecto al casquillo 402 se fija durante la fabricación, preferentemente, considerando que el elemento sensor se encuentre al comienzo de la parte sensora 410 anular, estando alineado de manera inclinada con la hendidura que esté más cerca en la dirección axial de la parte sensora 410, y estando los elementos sensores sucesivos en una determinada dirección angular dentro de la parte sensora 410 anular, que se corresponde con las hendiduras sucesivas a lo largo de la dirección axial, lejos de la parte sensora 410. Esto permite que el controlador asocie un pixel determinado a una posición determinada a lo largo de la longitud del casquillo y, por tanto, de la longitud del cartucho, lo que permite determinar las posiciones de las partes de sellado del émbolo 430.

25 El casquillo 402 puede ser un casquillo cilíndrico y así se muestra en la sección transversal de la figura 9, extendiéndose axialmente hacia delante de la hendidura 404. Ya que dicha parte del casquillo 402 que se extiende hacia delante del grupo de hendiduras no sirve para transmitir la luz de nuevo hacia la parte sensora 410, dicha parte delantera puede omitirse. En tal diseño modificado, se apreciará que el casquillo 402 parecerá un casquillo cilíndrico parcial que se extiende hacia delante desde la parte sensora 410, aunque también un casquillo con un borde delantero con forma helicoidal. Aún más, en vez de una periferia interna y externa circular, el casquillo 402 puede tener una forma poligonal, estando las distintas superficies de la forma poligonal alineadas de manera angular con otras diferentes de los elementos sensores de la parte sensora 410.

35 Haciendo referencia a la figura 10, se muestra otra realización más de la presente invención. En esta realización, menos un cambio en el tapón de encapsulado y una ubicación distinta de la fuente de luz, todas las partes son las mismas que se muestran y describen con respecto a la realización de la figura 2 y, por tanto, en este caso se identifican con comillas dobles con respecto a las partes de la figura 2. La fuente de luz 30" está colocada para dirigir su luz hacia el collarín 64" a través de una abertura o transparencia 419 proporcionada en la periferia de un tapón de encapsulado 420 modificado. El collarín 64" sirve como protuberancia radial conformada de manera integral en la pared 61" del cilindro. Durante el uso, la luz de la fuente de luz 30" pasa en una dirección radial a través de la abertura 419 del tapón de encapsulado 420 y hacia el collarín 64", y la luz continúa a través de la sección de cuello 62" y la pared 61", que actúan como guías de onda, para iluminar las partes de sellado de la pared del cartucho del émbolo 52", cuya iluminación es detectada por el detector 35" y utilizada como se describe de otra manera anteriormente. Para la operación correcta, para hacer que la luz de la fuente de luz 30 pase hacia la abertura 419, se proporciona un sistema que orienta el cartucho con respecto al sistema sensor mostrado utilizando una única fuente de luz 30, para así alinear tal ventana y la fuente de luz.

50 Aunque se ha mostrado y descrito una invención con unos diseños preferidos, la presente invención puede modificarse. Por ejemplo, aunque se muestra que el sistema trabaja con un cilindro del recipiente que tiene una forma tubular cilíndrica, puede utilizarse con cilindros de recipiente que tengan formas tubulares con otras formas distintas, por ejemplo, cuadradas o rectangulares u ovaladas, y/o con émbolos con formas diferentes. Aún más, el sistema puede utilizarse o adaptarse para ser utilizado con cartuchos configurados de manera distinta que tengan características destinadas a reflejar la luz y que se mueva axialmente a través de la pared del cilindro del cartucho.

55 Aunque anteriormente se ha descrito una protuberancia como elemento adecuado para introducir la luz de manera apropiada dentro de la pared del cilindro, para que así la pared actúe como una guía de onda, podrían utilizarse características alternativas como una muesca o ranura. Igual que la función de la protuberancia o la pestaña, una muesca o ranura sirve como medio para acceder a la pared del cilindro del recipiente y que así funcione como guía de onda, para que la luz discurra axialmente hasta sus superficies de contacto reflectantes objetivo del émbolo. Aún más, en una realización alternativa, dicha protuberancia o muesca o elemento similar podría colocarse sobre la sección de cuello del cartucho para permitir que la luz introducida por la misma, tal como a través de una fuente de luz situada para que su luz brille en dicha protuberancia, ilumine las partes de sellado del émbolo del cartucho utilizando la pared del cilindro como guía de onda. Aún más, en otra realización no mostrada, una fuente de luz podría colocarse cerca de la sección de cuello del cartucho y disponerse de modo que dirija su haz de luz hacia atrás, en una dirección axial dentro del grosor del cilindro, haz de luz que, con o sin la presencia de cualquier protuberancia o muesca o elemento similar, pasa a través de la porción interpuesta de la sección de cuello del

cartucho que va hacia la pared del cilindro, y por dentro del grosor de pared radialmente hacia dentro del detector de luz, de modo que la pared del cilindro funciona como guía de onda. En otra realización más, y como se ilustra en la figura 11, en lugar de que el haz de luz se dirija hacia un grosor de pared del cilindro en cualquier extremo de la pared 61 cilíndrica del cilindro, como se ha descrito anteriormente, o hacia una protuberancia o muesca o elemento similar, tal y como se ha descrito anteriormente, la fuente de luz puede configurarse para emitir luz hacia la pared del cilindro al dirigir su luz en un ángulo definido con respecto al cilindro, lo que incluye dirigir su luz en un ángulo con respecto a la sección de cuello del cilindro. La luz debería dirigirse en el plano del elemento detector o, dicho de otra forma, en un plano que se extienda a lo largo y a través del eje del elemento detector y hacia dentro del cilindro. Este ángulo puede determinarse utilizando la ley de Snell para calcular el ángulo óptimo por el que se refractará la mayoría de la luz dentro del grosor de la pared del cilindro, para después utilizar su efecto de guía de onda para detectar posteriormente la luz reflejada desde el émbolo con el elemento detector de CMOS. La ley de Snell se define así:  $n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2$ , donde  $n_1$  es el índice de refracción del aire,  $n_2$  es el índice de refracción del material del cilindro,  $\theta_1$  es el ángulo de luz que incide sobre el cilindro y  $\theta_2$  es el ángulo de luz refractada hacia el grosor de la pared del cilindro. Se conoce el ángulo crítico de guía de onda de diferentes materiales en relación con los materiales de cilindro que incluyen aire, y podría indicarse con el símbolo  $\theta_c$ . Haciendo referencia a la figura 11, al conocer el ángulo  $\theta_c$  y otros valores conocidos de los índices refractarios del aire y del material del cilindro, se puede determinar el ángulo de la luz  $\theta_1$  que señala a, por ejemplo, la sección de cuello del cilindro con respecto a la pared del cilindro. En las realizaciones más optimizadas,  $\theta_2$  siempre debe ser menor que  $90 - \theta_c$  cuando todos los ángulos estén en unidades de grados.

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de suministro de medicación que comprende:

- 5 una carcasa (135, 150) que incluye un soporte del recipiente;  
un recipiente de medicación (25) sujeto dentro del soporte del recipiente, incluyendo el recipiente de medicación,  
un cilindro (50, 250, 350) y un émbolo (52, 252, 352), estando fabricado el cilindro con un material conductor de  
luz y que se extiende en una dirección axial entre un extremo de salida delantero (55) y un extremo trasero (57),  
10 teniendo el émbolo al menos una región de superficie periférica conectada, de manera estanca al fluido, a una  
superficie interior (70) de una pared (261, 361) del cilindro para sellar la medicación (74) en el cilindro por delante  
del émbolo;  
un mecanismo de avance (141) dentro de dicha carcasa, operable para hacer avanzar dicho émbolo dentro de  
dicho cilindro para dispensar la medicación desde el recipiente de medicación a través de dicho extremo de  
15 salida delantero; el dispositivo de suministro de medicación **caracterizándose por:**
- una fuente de luz (30, 30', 162, 230, 330, 440) montada dentro de dicha carcasa para emitir luz por dentro de  
la pared del cilindro, de modo que la pared del cilindro sirve como guía de onda que guía la luz para que  
discorra por dentro en la dirección axial;  
un detector de luz (35, 35', 35'', 175, 235, 335, 410) montado dentro del soporte del recipiente para detectar la  
20 luz reflejada que emite la fuente de luz, discurre a través de la pared del cilindro que sirve como guía de  
onda, y después se refleja en la al menos una región de superficie periférica; y  
un controlador (40) montado dentro de la carcasa en comunicación con dicho detector de luz para determinar  
una posición axial de la al menos una región de superficie periférica dentro del recipiente de medicación en  
función de los datos de dicho detector de luz de dicha luz reflejada detectada.
- 25 2. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, en el que dicha fuente de luz está configurada  
para dirigir la luz hacia una cara terminal axial de la pared del cilindro en el extremo trasero.
3. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 2, en el que dicha fuente de luz es un diodo emisor  
30 de una sola luz.
4. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, que comprende además un elemento filtrante de  
luz (36) que se extiende axialmente, situado entre dicho detector de luz y dicha pared del cilindro.
- 35 5. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, en el que dicha fuente de luz está configurada  
para dirigir la luz hacia una protuberancia conformada de manera integral en la pared del cilindro y que se proyecta  
desde la misma en una dirección radial.
6. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, que comprende además una pantalla (180) en  
40 comunicación electrónica con dicho controlador, para indicar la información determinada en función de dicha  
posición axial de dicha al menos una región de superficie periférica.
7. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, que comprende además un accionador de la  
carcasa accesible de manera externa y operable de manera manual para controlar la operación de dicho mecanismo  
45 de avance.
8. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, que comprende además un primer filtro de  
polarización de luz y un segundo filtro de polarización de luz, estando orientados dichos primer y segundo filtros de  
polarización de luz transversales entre sí, estando dispuesto dicho primer filtro de polarización entre dicho detector  
50 de luz y dicho recipiente, estando dispuesto dicho segundo filtro de polarización sobre dicho soporte de recipiente de  
dicho recipiente para limitar la luz ambiental.
9. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, en el que dicha fuente de luz emite luz dentro de  
la pared del cilindro a través de una fibra óptica, un conducto de luz o una guía de onda dispuestos entre medias.
- 55 10. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, en el que dicho detector de luz está montado  
dentro del soporte del recipiente para detectar la luz reflejada que emite la fuente de luz, discurre a través de la  
pared del cilindro, que sirve como guía de onda, y después se refleja en una sección de cuello del cilindro en el  
extremo de salida delantero, estando dicha luz reflejada detectada asociada a dicha sección de cuello que dicho  
60 controlador utiliza con la posición axial determinada de la al menos una región de superficie periférica para calcular  
una cantidad de medicación que queda en el recipiente de medicación.
11. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, en el que dicha fuente de luz está configurada  
65 para dirigir la luz hacia una protuberancia conformada de manera integral en la pared del cilindro y que se proyecta  
desde la misma en una dirección radial, en el que la protuberancia se extiende de forma continua alrededor de una  
circunferencia de la pared del cilindro, y en el que dicha fuente de luz está configurada para dirigir la luz hacia la

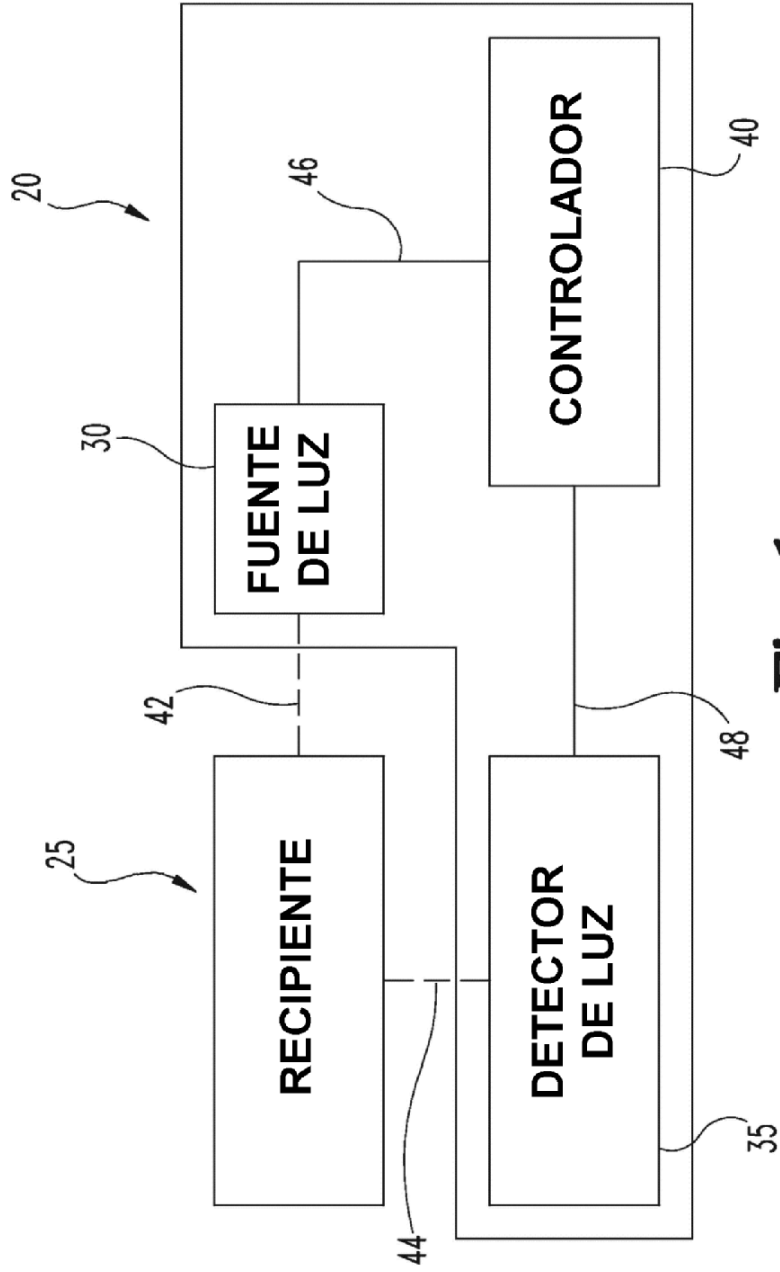
protuberancia que se proyecta radialmente hacia fuera desde la pared del cilindro.

5 12. El sistema sensor del dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 11, en el que dicha fuente de luz está configurada para dirigir la luz hacia la protuberancia que comprende una pestaña de la pared del cilindro que puede agarrarse con los dedos.

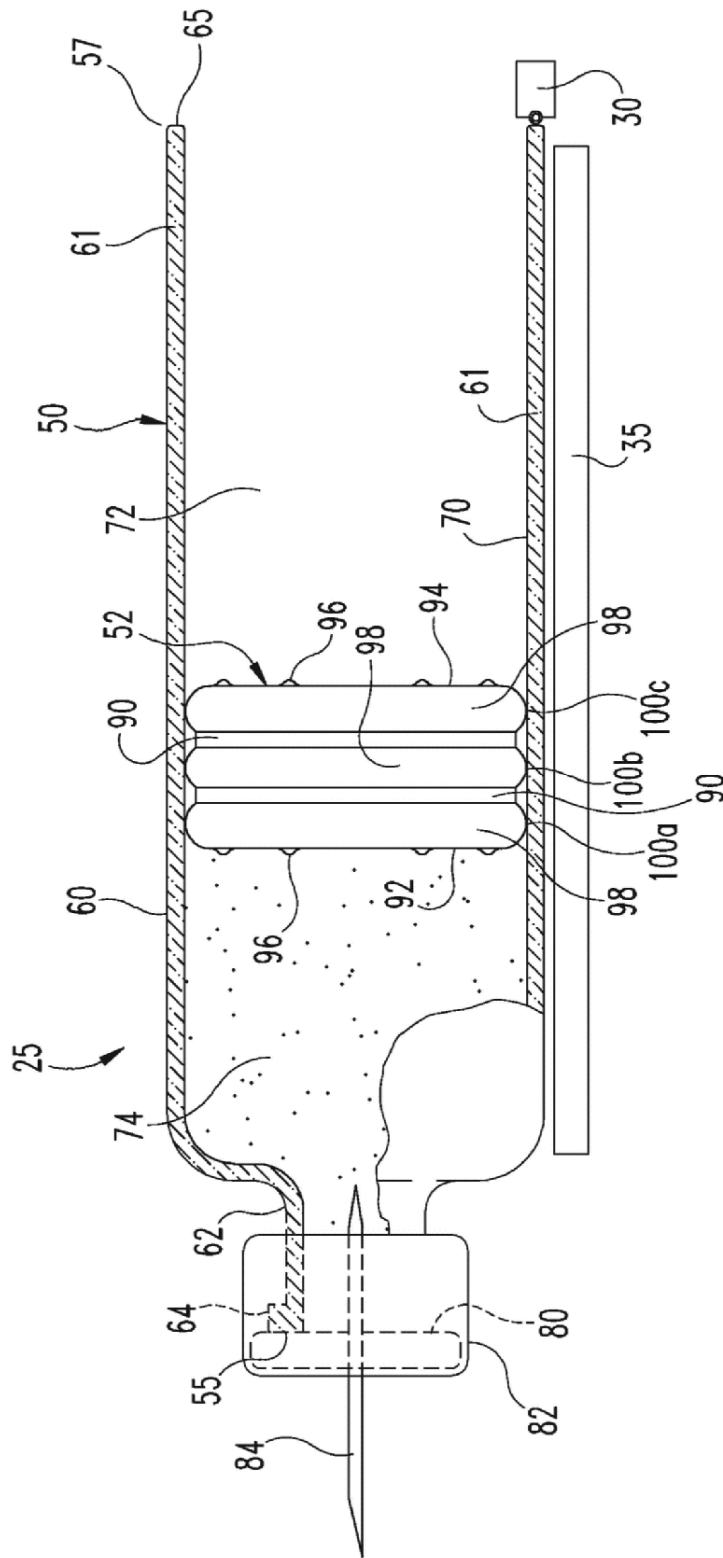
10 13. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, en el que la al menos una región de superficie periférica comprende primeras y segundas regiones de superficie periféricas separadas en la dirección axial, y en el que dicho controlador determina una primera posición axial de la primera región de superficie periférica y una segunda posición axial de la segunda región de superficie periférica, estando dicho controlador configurado para determinar una compresión de émbolo en función de la primera y segunda posiciones axiales.

15 14. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 1, en el que dicho detector de luz está configurado para extenderse alrededor de la pared del cilindro.

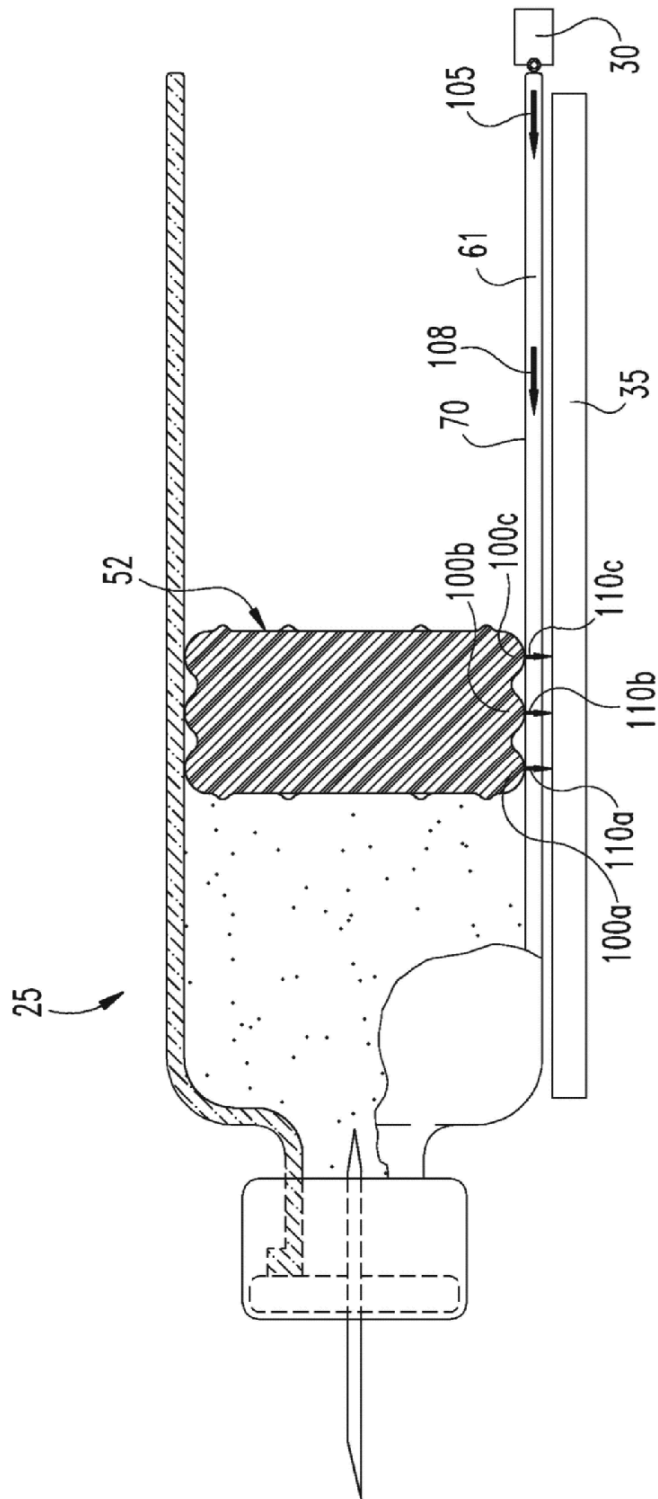
15 15. El dispositivo de suministro de medicación de la reivindicación 14, en el que dicho detector de luz tiene una configuración helicoidal.



**Fig. 1**

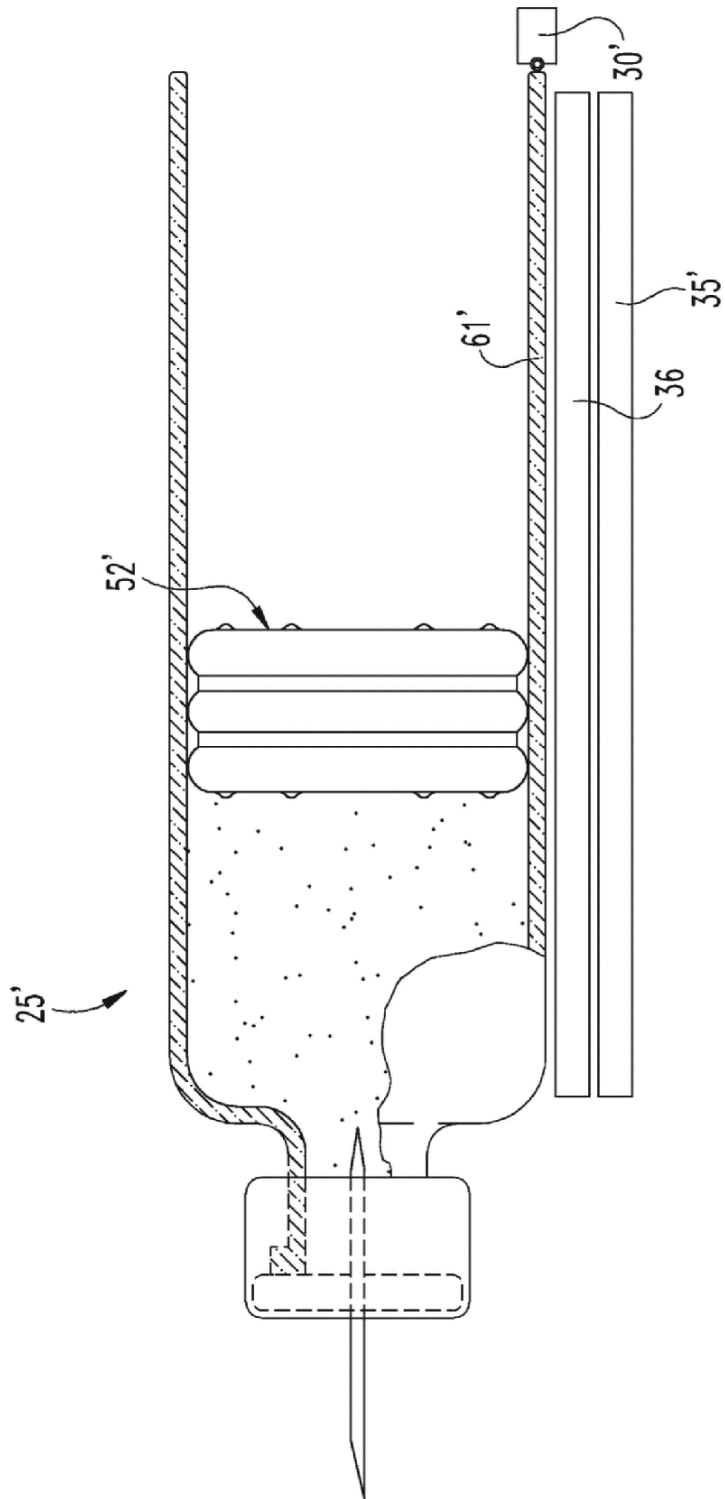


**Fig. 2**

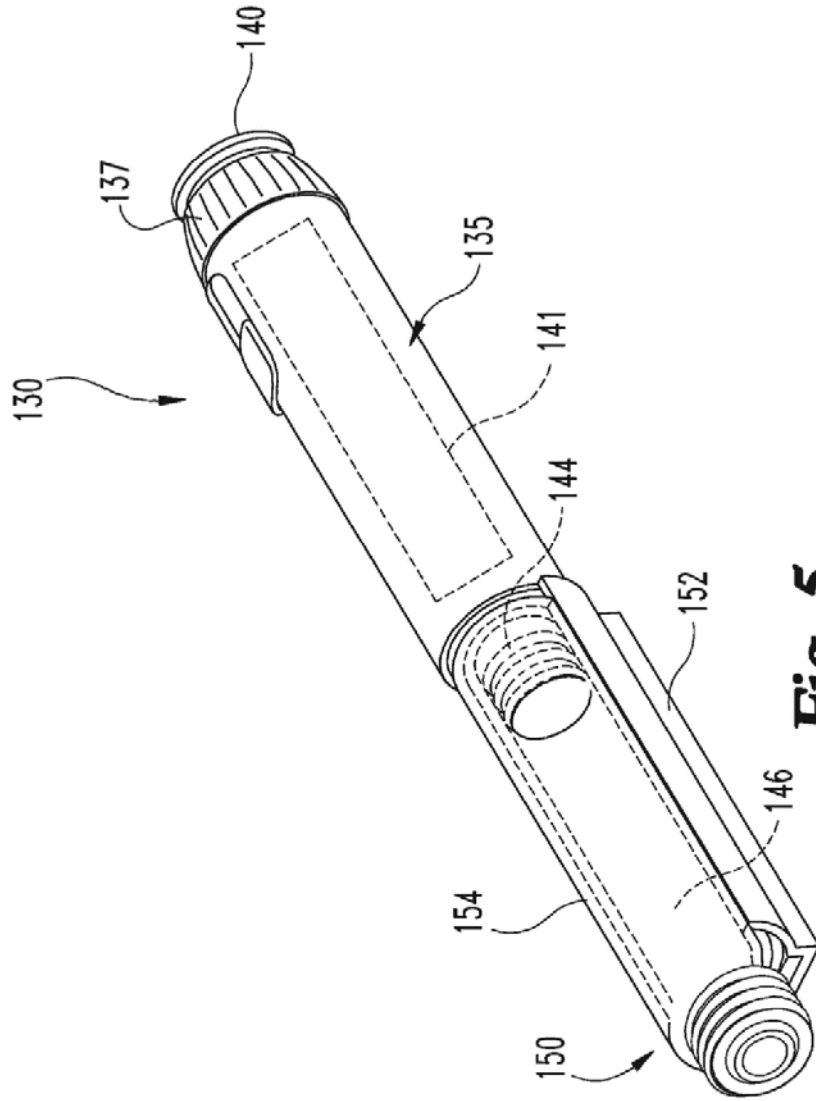


**Fig. 3**

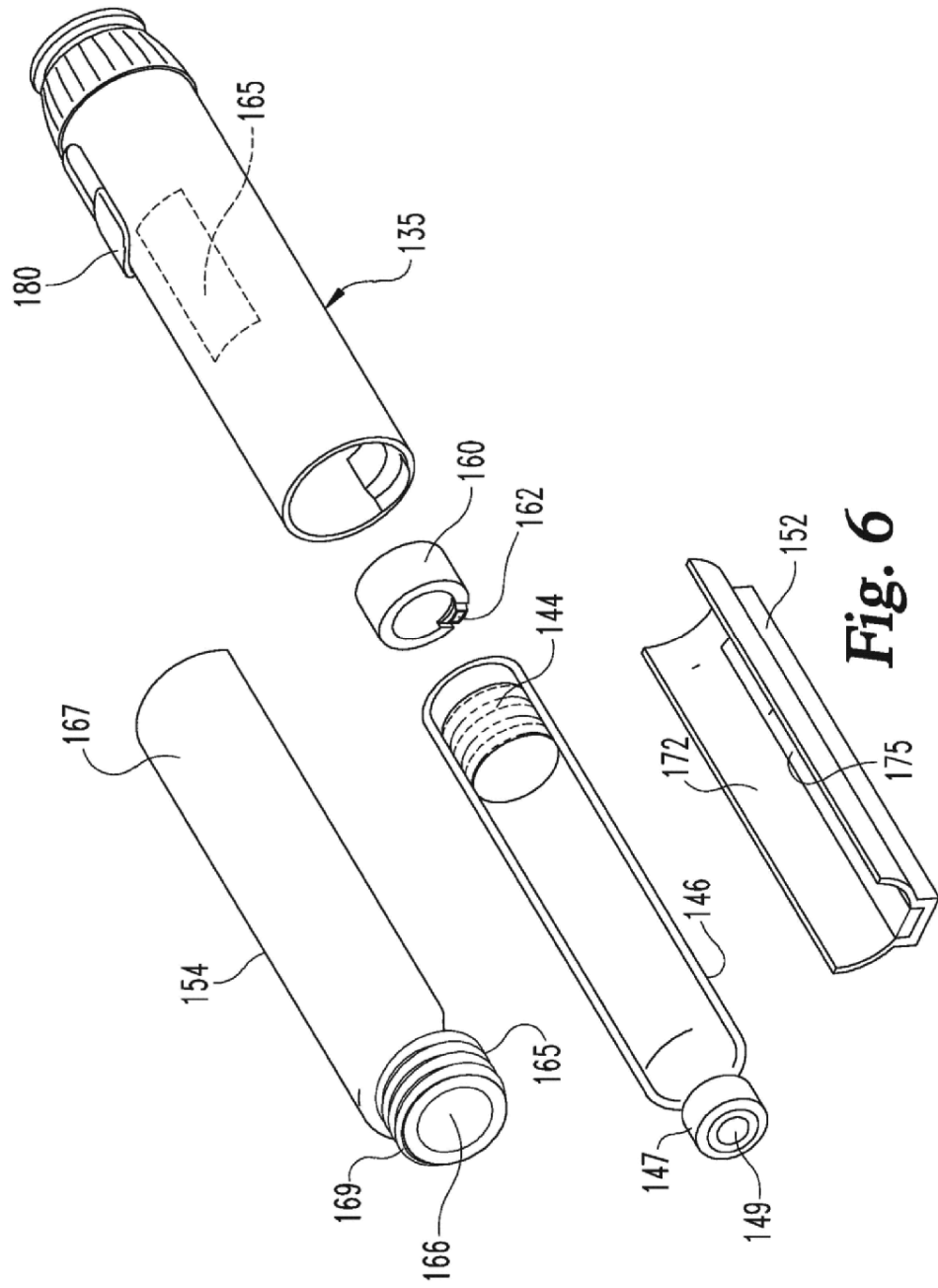




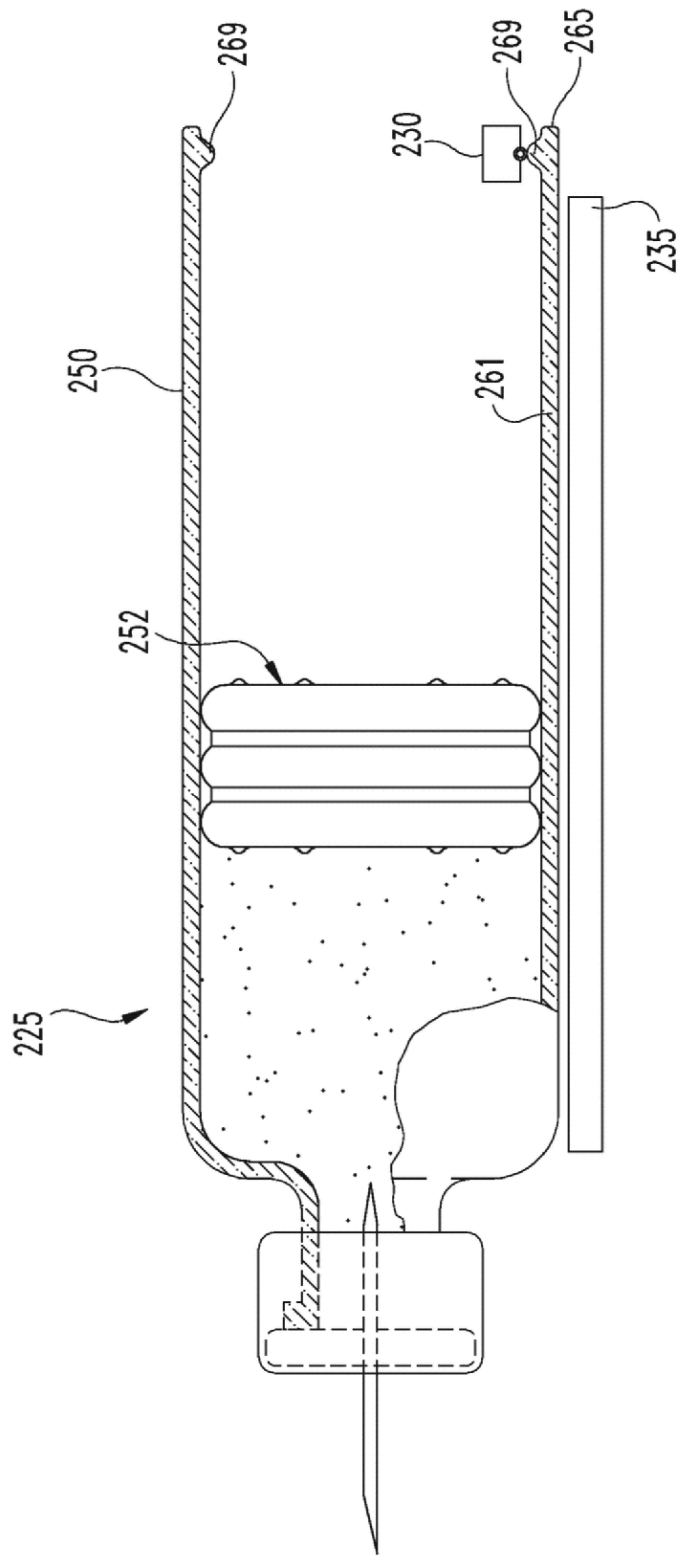
**Fig. 4**



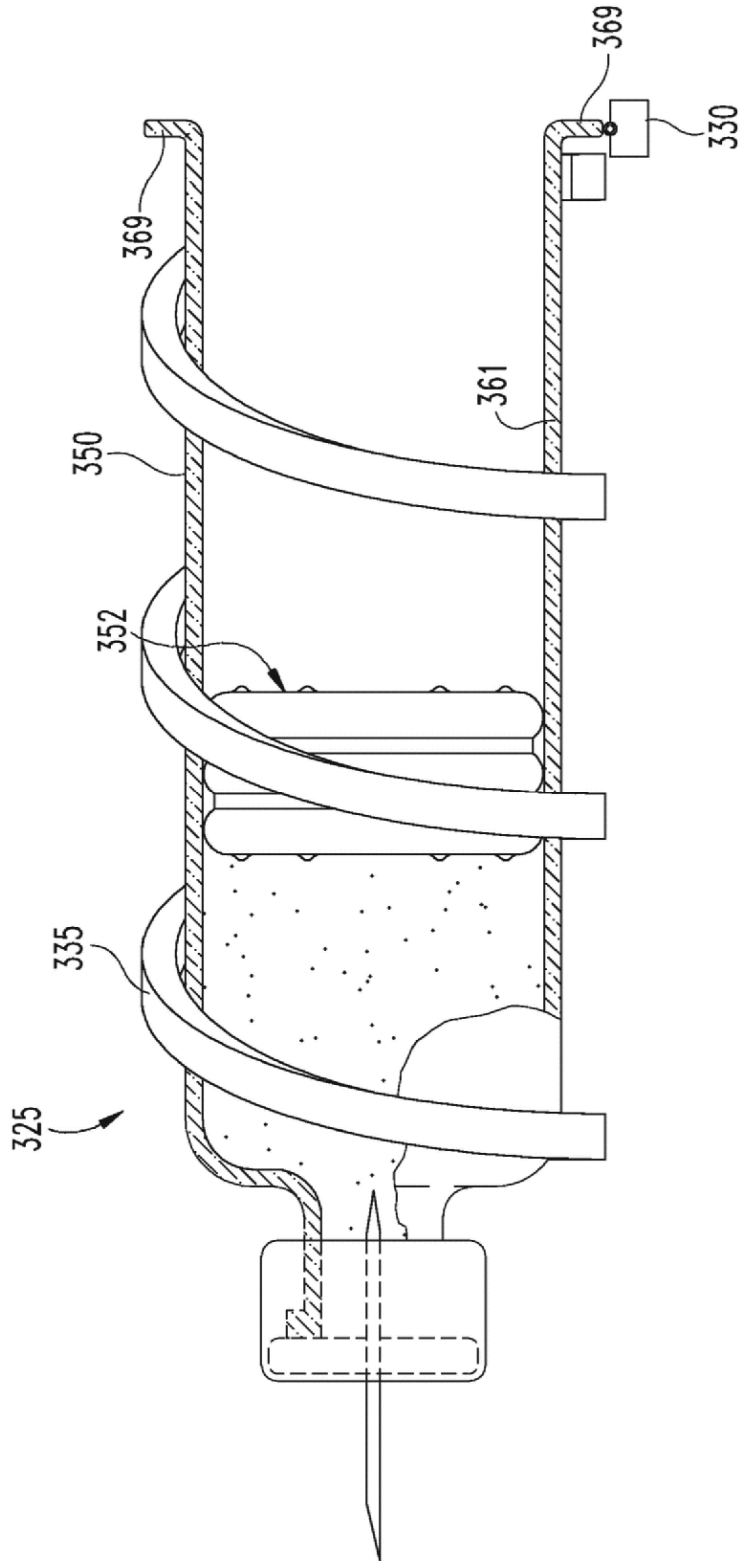
**Fig. 5**



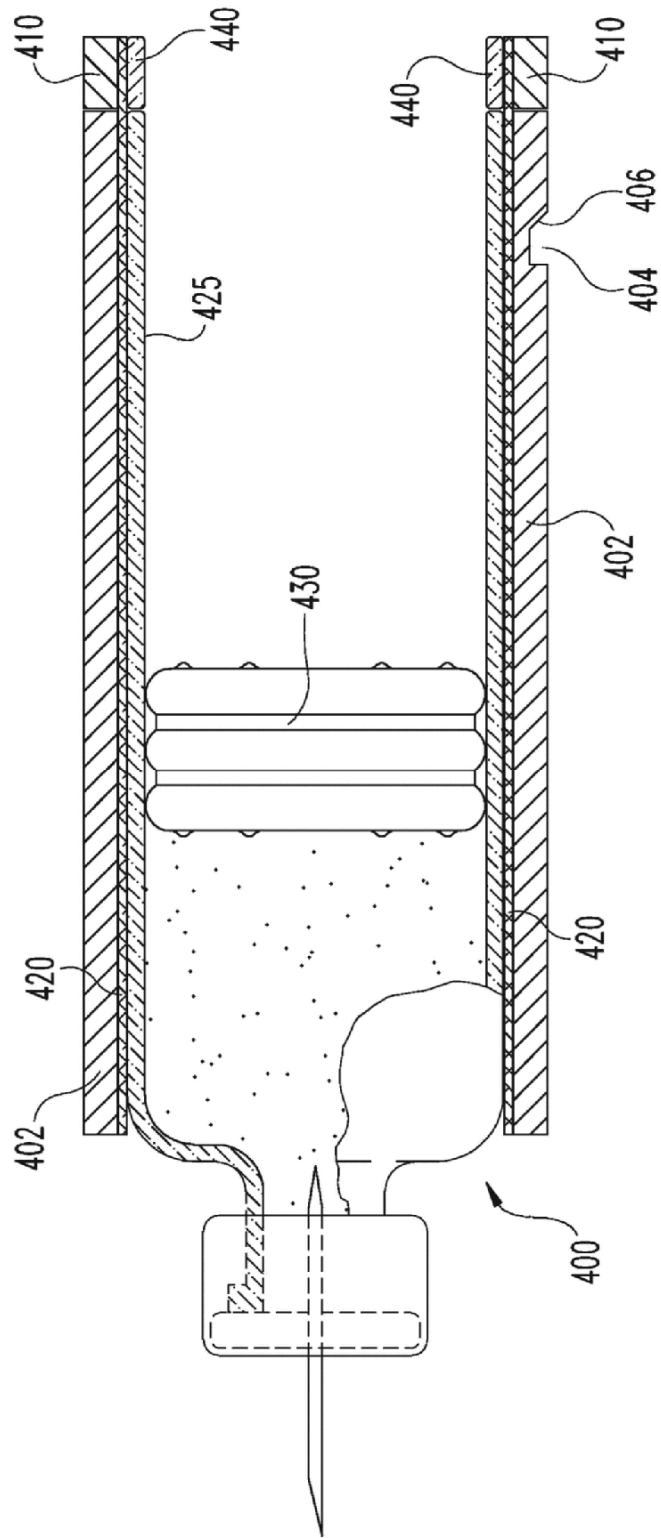
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**

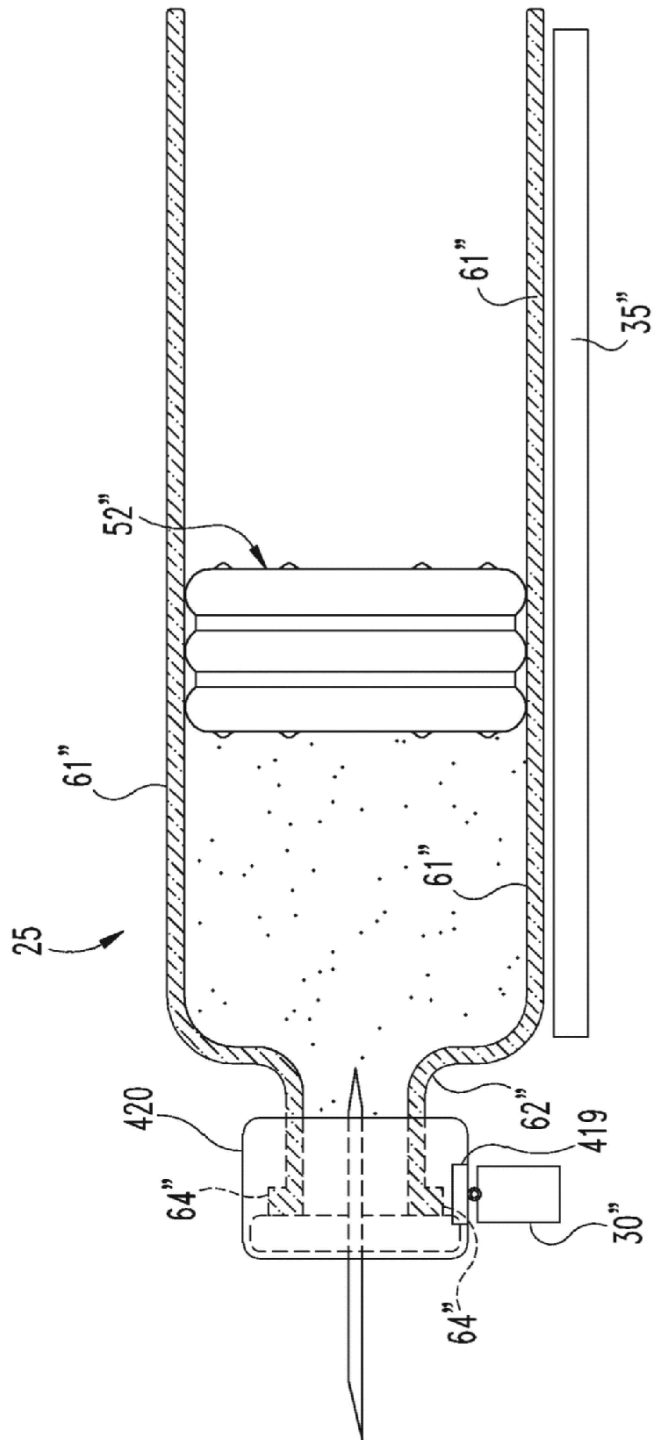
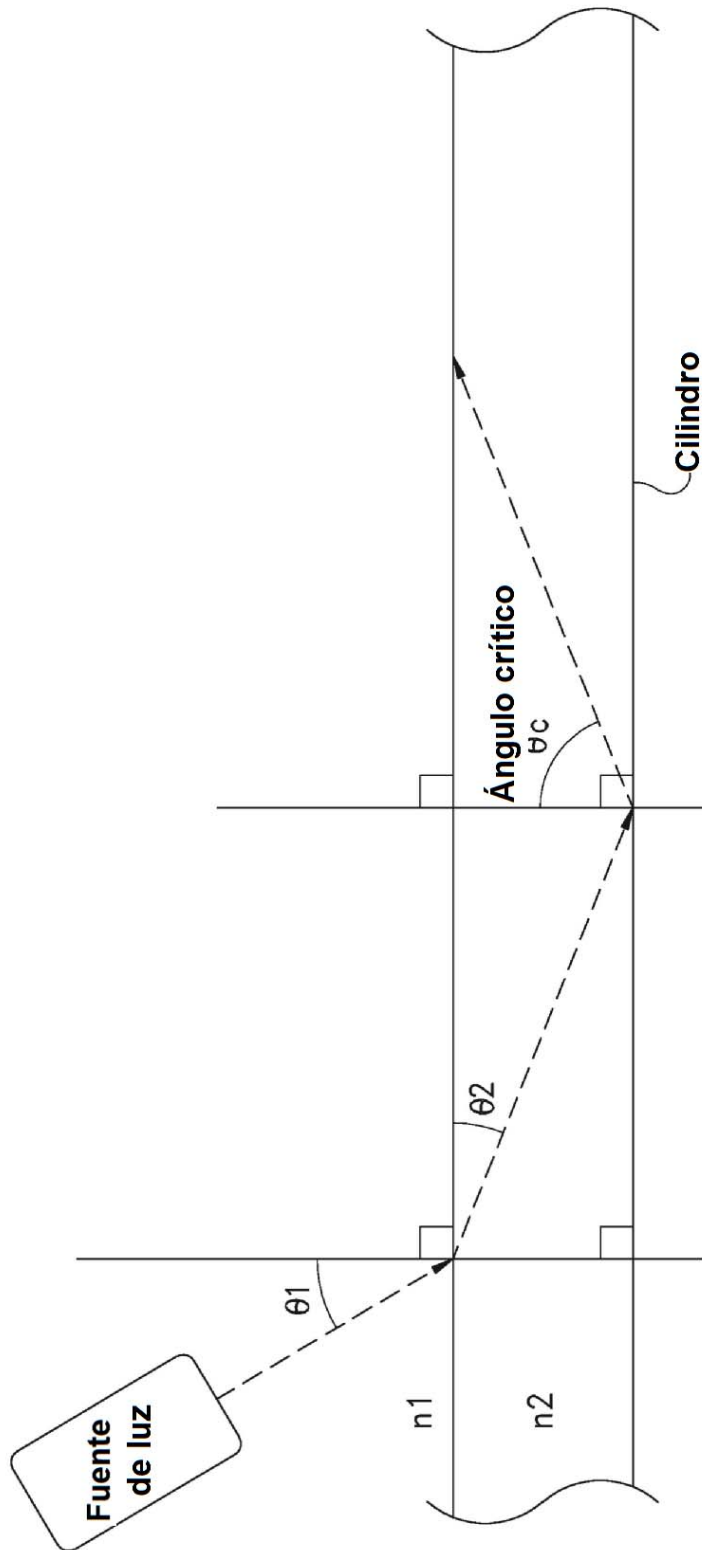


Fig. 10



**Fig. 11**