

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 828**

51 Int. Cl.:

<b>C03B 33/095</b>	(2006.01)	<b>C03B 33/02</b>	(2006.01)
<b>A61J 1/06</b>	(2006.01)	<b>C03B 33/06</b>	(2006.01)
<b>B23K 26/53</b>	(2014.01)	<b>B23K 101/04</b>	(2006.01)
<b>B23K 26/00</b>	(2014.01)	<b>B23K 103/00</b>	(2006.01)
<b>B23K 26/06</b>	(2014.01)		
<b>B23K 26/0622</b>	(2014.01)		
<b>B23K 26/08</b>	(2014.01)		
<b>B23K 26/70</b>	(2014.01)		
<b>B23K 37/04</b>	(2006.01)		
<b>B23K 37/053</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2019 PCT/JP2019/033999**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2020 WO20050143**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2019 E 19857556 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2024 EP 3847137**

54 Título: **Cuerpo hueco de vidrio y utilización de un cuerpo hueco de vidrio**

30 Prioridad:

**03.09.2018 DE 102018006968**  
**03.09.2018 DE 102018006961**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.10.2024**

73 Titular/es:

**NIPRO CORPORATION (100.0%)**  
**3-26, Senriokashinmachi**  
**Settsu-shi, Osaka 566-8510, JP**

72 Inventor/es:

**DROESSLER, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 983 828 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**

Cuerpo hueco de vidrio y utilización de un cuerpo hueco de vidrio

**Campo técnico**

5 La invención se refiere a un cuerpo hueco de vidrio. La invención se refiere en particular a un cuerpo hueco de vidrio que puede ser utilizado para fabricar un recipiente. La invención se refiere en particular a un cuerpo hueco de vidrio para recipientes médicos tales como jeringuillas, cartuchos médicos o frascos pequeños. La invención se refiere en particular a cuerpos huecos de vidrio de este tipo que pueden separarse de un tubo de vidrio utilizando radiación por láser durante la producción.

**Antecedentes**

10 Los cuerpos huecos de vidrio pueden utilizarse como recipientes médicos tales como jeringas o cartuchos de medicamentos o como recipientes no médicos, pueden ser componentes de recipientes médicos o recipientes no médicos de este tipo o pueden servir como productos intermedios en la producción de tales recipientes médicos o recipientes no médicos.

15 La radiación por láser puede ser utilizada para remodelar cuerpos huecos de vidrio. Los documentos DE 10 2010 045 094 A1, DE 10 2012 101 948 A1 y DE 10 2016 114 104 A1 describen procedimientos y sistemas ejemplares para la remodelación asistida por láser de un cuerpo de vidrio.

20 La radiación por láser también puede ser utilizada para separar cuerpos huecos de vidrio. El documento DE 10 2011 006 738 A1 describe un procedimiento de separación, en el que se introduce unas rayas de inicio por medio de rayado, se calienta el vidrio hueco por medio de radiación por láser, se enfría posteriormente y se recalienta mediante radiación por láser.

25 Los cuerpos huecos de vidrio convencionales que se han separado de un tubo de vidrio utilizando rayado pueden mostrar una reducción indeseablemente grande del diámetro interior en el extremo del cuerpo hueco de vidrio en el que se separa el cuerpo hueco de vidrio, por ejemplo, por rayado y posterior calentamiento asistido por láser para introducir tensiones mecánicas. La citada reducción de este tipo significativa del diámetro interior en una abertura extrema del cuerpo hueco de vidrio puede dificultar el procesamiento posterior por una máquina, aumentar la frecuencia de rechazo durante el proceso de producción y reducir la reproducibilidad de los recipientes médicos que comprenden el cuerpo hueco de vidrio o que se producen a partir del cuerpo hueco de vidrio.

30 El documento WO 2008/034960 A1 divulga un dispositivo de inyección sin aguja que comprende un generador de gas, un depósito en forma de tubo de vidrio cerrado por un tapón aguas arriba y un tapón aguas abajo entre los que se aloja un principio activo líquido, y una boquilla de inyección equipada con un receptáculo y con al menos un conducto de inyección periférico, teniendo el citado tubo, en uno de sus extremos, una vía de brida a través de la cual está en contacto con la citada boquilla. La característica principal de este dispositivo de inyección sin aguja es que el tubo tiene un canal interior cilíndrico con una parte aguas arriba que se continúa con una parte aguas abajo de menor diámetro, estando rodeada la citada parte aguas abajo por la citada brida y abriéndose al receptáculo.

35 El documento EP 0 723 784 B1 se refiere a un cartucho de vidrio aplicable a una jeringa de inyección con una capacidad de 50 a 300 ml precargada con líquido farmacéutico, en particular a un cartucho de vidrio para una jeringa de inyección que puede precargarse con líquido farmacéutico, en el que el cartucho de vidrio comprende un cilindro hecho de un tubo de vidrio resistente al calor, tal como un vidrio de borosilicato, etc., el cilindro está cerrado por una tapa provista en la porción del extremo de salida del mismo, un espacio herméticamente cerrado definido por un tapón que sirve también como pistón que está colocado en el área de la parte interior de entrada del mismo, está lleno de líquido farmacéutico de antemano, y una brida adecuada para un mecanismo para cargarlo en el dispositivo de inyección está provista en la porción del extremo de entrada.

45 El documento EP 3 366 656 A1 divulga un procedimiento de corte para un tubo de vidrio, que comprende un paso de formación de grietas que consiste en formar una grieta en un interior del tubo de vidrio mediante absorción multifotónica que se produce en una región de irradiación de luz láser irradiando el interior del tubo de vidrio con luz láser que tiene un punto focal ajustado al interior del tubo de vidrio. Además, el paso de formación de la grieta comprende mover una posición del punto focal de la luz láser desde un lado de la superficie interior a un lado de la superficie exterior en el interior del tubo de vidrio, para provocar de esta manera la propagación de la grieta en el interior del tubo de vidrio.

50

**Breve resumen de la invención**

5 El problema a resolver por la invención es la provisión de un cuerpo hueco de vidrio mejorado para un recipiente. En particular, un problema a resolver por la invención es la provisión de un cuerpo hueco de vidrio que pueda ser manipulado más fácilmente por una máquina, por ejemplo cuando el cuerpo hueco de vidrio está lleno y/o cerrado, en el que el cuerpo hueco de vidrio puede separarse de un tubo de vidrio utilizando radiación por láser. En particular, un problema a resolver por la invención es la provisión de un cuerpo hueco de vidrio que pueda producirse utilizando técnicas de fabricación que tengan una baja frecuencia de rechazo y/o una alta reproducibilidad. En particular, un problema a resolver por la invención es la provisión de un cuerpo hueco de vidrio que sea adecuado como recipiente médico o no médico, como componente de un recipiente de este tipo o como producto intermedio para un recipiente de este tipo.

10 De acuerdo con la presente invención, se proporcionan cuerpos huecos de vidrio y una utilización de un cuerpo hueco de vidrio que tiene las características descritas en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependen de las realizaciones.

15 Un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con una primera realización comprende una porción cilíndrica del cuerpo principal que tiene un primer diámetro interior. El cuerpo hueco de vidrio comprende unas aberturas extremas primera y segunda en extremos opuestos del cuerpo hueco de vidrio, en las que la segunda abertura extrema delimita la porción cilíndrica del cuerpo principal y el cuerpo hueco de vidrio tiene un segundo diámetro interior en la segunda abertura extrema. El segundo diámetro interior puede ser menor que el primero. La diferencia entre el primer diámetro interior y el segundo diámetro interior puede ser como máximo de 100  $\mu\text{m}$ .

20 Un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con una segunda realización comprende una porción cilíndrica del cuerpo principal que tiene un primer diámetro interior. El cuerpo hueco de vidrio comprende unas aberturas extremas primera y segunda en extremos opuestos del cuerpo hueco de vidrio, en las que la segunda abertura extrema delimita la porción cilíndrica del cuerpo principal y el cuerpo hueco de vidrio tiene un segundo diámetro interior en la segunda abertura extrema. El segundo diámetro interior puede ser menor que el primero. Una diferencia entre el primer diámetro interior y el segundo diámetro interior dividido por el primer diámetro interior puede ser inferior a 0,01.

25 Alternativa o adicionalmente, la diferencia entre el primer diámetro interior y el segundo diámetro interior dividida por un grosor de pared de la porción cilíndrica del cuerpo principal puede ser inferior a 0,2.

Las realizaciones preferidas que pueden utilizarse con el cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la primera realización, así como con el cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la segunda realización, se describen a continuación.

30 El cuerpo hueco de vidrio puede ser un cuerpo hueco de vidrio para un recipiente médico o para un recipiente no médico.

La diferencia entre el primer diámetro interior y el segundo diámetro interior puede ser como máximo de 50  $\mu\text{m}$ .

La diferencia entre el primer diámetro interior y el segundo diámetro interior puede ser como máximo de 30  $\mu\text{m}$ .

35 El primer diámetro interior puede ser inferior a 28 mm, preferiblemente inferior a 12 mm, preferiblemente inferior a 11 mm, más preferiblemente inferior a 8 mm, más preferiblemente inferior a 7 mm.

La porción cilíndrica del cuerpo principal puede tener un diámetro exterior inferior a 30 mm, preferiblemente inferior a 15 mm, preferiblemente inferior a 10 mm, más preferiblemente inferior a 9 mm.

La porción cilíndrica del cuerpo principal puede tener un grosor de pared de entre 0,7 mm y 1,5 mm, preferentemente de entre 0,7 mm y 1,1 mm.

40 Un diámetro interior de la abertura del primer extremo puede ser menor que el segundo diámetro interior.

El diámetro interior de la abertura del primer extremo puede ser inferior a 5 mm, preferiblemente inferior a 4 mm.

La abertura del segundo extremo puede comprender una zona cortada con láser.

El área cortada con láser puede comprender un segmento de arco redondeado que se extiende desde un interior hacia un exterior del cuerpo hueco de vidrio.

45 El segmento de arco redondeado puede extenderse anularmente alrededor de la abertura del segundo extremo.

La diferencia entre el primer diámetro interior y el segundo diámetro interior dividida por el primer diámetro interior puede ser inferior a 0,007, más preferentemente inferior a 0,005.

5 La diferencia entre el primer diámetro interior y el segundo diámetro interior dividida por un grosor de pared de la porción cilíndrica del cuerpo principal puede ser inferior a 0,1, preferiblemente inferior a 0,07, más preferiblemente inferior a 0,05.

El cuerpo hueco de vidrio puede ser un cuerpo hueco de vidrio para un recipiente médico.

El cuerpo hueco de vidrio puede comprender un cono en el lado de la porción cilíndrica del cuerpo principal opuesta a la abertura del segundo extremo.

El cono puede comprender la abertura del primer extremo.

10 El cono puede ser un cono de jeringa.

El cuerpo hueco de vidrio puede ser un producto intermedio en un proceso de fabricación de un recipiente médico.

El cuerpo hueco de vidrio puede ser un recipiente médico o un componente de un recipiente médico.

El cuerpo hueco de vidrio puede ser una jeringa.

El cuerpo hueco de vidrio puede ser un cartucho médico, en particular un cartucho de medicamento.

15 El cuerpo hueco de vidrio puede ser de vidrio de clase hidrolítica 1 de acuerdo con DIN 12111 (ISO 719).

El cuerpo hueco de vidrio puede consistir en vidrio de borosilicato.

Un recipiente de acuerdo con una realización puede comprender el cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con una realización.

El receptáculo puede ser un receptáculo médico.

20 El receptáculo puede comprender además una formulación contenida en el mismo.

La formulación puede comprender al menos una sustancia farmacéuticamente activa o una sustancia portadora farmacéutica. La sustancia portadora farmacéutica puede ser WFI (Agua para Inyección).

25 El receptáculo médico puede comprender un tapón, un pistón de jeringa u otro elemento de cierre insertado en un extremo del receptáculo médico en el que el cuerpo hueco de vidrio se ha separado del tubo de vidrio mediante corte por láser.

En un uso de acuerdo con la presente invención, el cuerpo hueco de vidrio se utiliza para preparar un recipiente.

El receptáculo puede ser un receptáculo médico.

30 El uso puede comprender la utilización del cuerpo hueco de vidrio para recibir una formulación que comprenda al menos una sustancia farmacéuticamente activa o una sustancia portadora farmacéutica. La sustancia portadora farmacéutica puede ser WFI.

Un procedimiento de fabricación del cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención comprende el corte por láser de un tubo de vidrio para separar el cuerpo hueco de vidrio de un tubo de vidrio. La operación de corte por láser puede generar un corte por láser alrededor de la abertura del segundo extremo.

35 Los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención pueden fabricarse de manera eficiente mediante corte por láser. Los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención pueden ser manipulados y procesados eficientemente por una máquina porque sólo tienen una ligera reducción del diámetro interior en la abertura del segundo extremo.

### Breve descripción de los dibujos

40 Las realizaciones de la invención se describen en detalle con referencia a las figuras, en las que signos de referencia similares o idénticos designan elementos similares o idénticos.

fig.1 La figura 1 es una vista en sección de un recipiente médico fabricado con el procedimiento y el sistema de acuerdo con una realización.

fig.2 La figura 2 es una vista en detalle del receptáculo médico de la figura 1.

5 fig.3 La figura 3 muestra una reducción de los diámetros interiores en una abertura extrema de los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención y de los cuerpos huecos de vidrio convencionales.

fig.4 La figura 4 es una fotografía de una abertura extrema de un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención y de un cuerpo hueco de vidrio convencional.

fig.5 La figura 5 es una ilustración esquemática de una operación de corte por láser en un procedimiento y sistema utilizados para producir un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención.

10 fig.6 La figura 6 muestra un perfil de haz en un procedimiento y sistema utilizados para producir un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención.

fig.7 La figura 7 muestra una potencia de salida en función del tiempo de un haz de láser utilizado para producir el cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención.

15 fig.8 La figura 8 es una vista en sección de un tubo de vidrio durante la operación de corte por láser en un procedimiento y sistema utilizados para producir un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención.

fig.9 La figura 9 es una vista ampliada del detalle A de la figura 8.

fig.10 La figura 10 es una ilustración esquemática de un sistema utilizado para producir un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención.

20 fig.11 La figura 11 es una ilustración esquemática de un sistema utilizado para producir un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención.

fig.12 La figura 12 es una vista parcial ampliada de los componentes de los sistemas de las figuras 10 y 11.

fig.13 La figura 13 muestra una relación entre la reducción del diámetro interior en el extremo del cuerpo hueco de vidrio separado y un primer diámetro interior del cuerpo hueco de vidrio para los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención y los cuerpos huecos de vidrio convencionales.

25 **Descripción detallada de realizaciones**

Los cuerpos huecos de vidrio para recipientes médicos o no médicos se describen a continuación con referencia a las figuras. Aunque algunas realizaciones se describen en el contexto de recipientes médicos como jeringuillas o cartuchos de medicamentos o en el contexto de procedimientos de producción específicos, las realizaciones no se limitan a ellos. Los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención también pueden utilizarse para recipientes no médicos.

30 Un "cuerpo hueco de vidrio para un recipiente médico", de este tipo como se utiliza en la presente memoria descriptiva, se refiere a un cuerpo hueco de vidrio que forma un recipiente médico, que es un componente de un recipiente médico o que es un producto intermedio para producir un recipiente médico. Por ejemplo, el cuerpo hueco de vidrio puede ser una jeringa o un cartucho médico, en particular un cartucho de medicamento, o puede ser un componente de un recipiente médico de este tipo. El término "cuerpo hueco de vidrio para un recipiente no médico" puede entenderse de manera análoga.

40 Los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con las realizaciones pueden separarse de un tubo de vidrio mediante radiación por láser. La separación puede realizarse mediante corte por sublimación láser, con lo que se consiguen características geométricas especialmente ventajosas en comparación con los procedimientos de producción convencionales. En particular, un extremo de un cuerpo hueco de vidrio que ha sido separado de un tubo de vidrio mediante corte por sublimación láser se distingue en su forma de un extremo de un cuerpo hueco de vidrio que ha sido separado de un tubo de vidrio mediante la introducción mecánica de un rayado inicial en combinación con el posterior calentamiento por radiación por láser y enfriamiento.

45 La figura 1 es una vista en sección de un cuerpo hueco de vidrio 10 de acuerdo con la presente invención. La figura 2 es una vista en detalle del cuerpo hueco de vidrio 10 de la figura 1. El cuerpo hueco de vidrio 10 puede ser de vidrio de clase hidrolítica 1 de acuerdo con DIN 12111 (ISO 719). El cuerpo hueco de vidrio 10 puede ser de vidrio de borosilicato.

El cuerpo hueco de vidrio 10 puede formar un receptáculo médico o no médico o puede formar un componente de un receptáculo médico o no médico. El cuerpo hueco de vidrio 10 puede ser una jeringa o un cartucho médico.

5 El cuerpo hueco de vidrio 10 tiene una primera abertura extrema 11 y una segunda abertura extrema 12. La primera abertura 11, por ejemplo, puede estar provista de una forma de cuello en la que un diámetro exterior del cuerpo hueco de vidrio 10 tiene una constricción 29 o en un cono de jeringa. El diámetro interior 15 de la primera abertura extrema 11 puede ser inferior a 5 mm, preferiblemente inferior a 4 mm.

10 El cuerpo hueco de vidrio 10 tiene una porción cilíndrica del cuerpo principal 13 dispuesta entre la abertura del primer extremo 11 y la abertura del segundo extremo 12. El cuerpo hueco de vidrio 10 puede extenderse rotacionalmente de forma simétrica alrededor de un eje central 19 al menos en la porción cilíndrica del cuerpo principal 13 y ventajosamente a lo largo de toda su longitud.

15 En su porción cilíndrica del cuerpo principal 13, el cuerpo hueco de vidrio 10 puede tener un primer diámetro interior 21, un diámetro exterior 22 y un grosor de pared 23. El diámetro exterior 22 puede ser inferior a 30 mm, preferiblemente inferior a 15 mm, preferiblemente inferior a 10 mm, más preferiblemente inferior a 9 mm. El primer diámetro interior 21 en la porción de cuerpo principal 13 (que en lo sucesivo se denominará  $d_1$ ) puede ser inferior a 28 mm, preferiblemente inferior a 12 mm, preferiblemente inferior a 11 mm, preferiblemente inferior a 8 mm, preferiblemente inferior a 7 mm. El grosor de la pared 23 puede ser inferior a 1,5 mm, preferiblemente inferior a 1,1 mm. El grosor de la pared 23 puede estar comprendido entre 0,7 mm y 1,1 mm.

En la segunda abertura extrema 12, el cuerpo hueco de vidrio 10 puede tener un corte por láser 14 que se genera al separar el cuerpo hueco de vidrio 10 de un tubo de vidrio y que posteriormente no se vuelve a reformar.

20 Un diámetro interior de la segunda abertura extrema 12 puede definirse como la anchura libre del cuerpo hueco de vidrio 10 en la segunda abertura extrema 12. Si el cuerpo hueco de vidrio 10 no está formado de manera que sea totalmente simétrico en rotación en la segunda abertura extrema 12, el segundo diámetro interior  $d_2$  en la segunda abertura extrema 12 puede definirse basándose en un área de sección transversal  $A_2$  en la segunda abertura extrema 12 no cubierta por el vidrio del cuerpo hueco de vidrio cuando se ve a lo largo de un eje central 19 del cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con

$$d_2 = [4 A_2 / \pi]^{0.5} \quad (1)$$

En un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención, el segundo diámetro interior  $d_2$  24 en la segunda abertura extrema 12 es menor que el primer diámetro interior  $d_1$  21 en la porción de cuerpo principal 13.

30 A diferencia de los cuerpos huecos de vidrio convencionales producidos mediante el uso de radiación por láser, una diferencia  $\Delta$  entre el segundo diámetro interior  $d_2$  24 en la abertura del segundo extremo 12 y el primer diámetro interior  $d_1$  21 en la porción del cuerpo principal 13

$$\Delta = d_2 - d_1 \quad (2)$$

es bastante pequeña. La diferencia  $\Delta$  puede ser como máximo de 100  $\mu\text{m}$ , ventajosamente como máximo de 50  $\mu\text{m}$ , más preferentemente como máximo de 30  $\mu\text{m}$  en el cuerpo hueco de vidrio 10 de acuerdo con la presente invención.

35 La diferencia  $\Delta$  con respecto al primer diámetro interior  $d_1$  21 en la porción de cuerpo principal 13  $\Delta / d_1$  (3)

puede ser inferior a 0,01, preferiblemente inferior a 0,007, más preferiblemente inferior a 0,005.

La diferencia  $\Delta$  en relación con el grosor de pared  $w_t$  del cuerpo hueco de vidrio en la porción de cuerpo principal 13  $\Delta / w_t$  (4)

40 puede ser inferior a 0,2, preferiblemente inferior a 0,1, preferiblemente inferior a 0,07, más preferiblemente inferior a 0,05.

45 Si el cuerpo hueco de vidrio 10 no está formado de manera que sea totalmente simétrico en rotación en la porción de cuerpo principal 13, el primer diámetro interior  $d_1$  21 en la porción de cuerpo principal 13 puede definirse basándose en un área transversal interior  $A_1$  en un centro de la porción de cuerpo principal 13 a lo largo del eje central 19 de acuerdo con

$$d_1 = [4 A_1 / \pi]^{0.5} \quad (5)$$

Una pequeña reducción de la anchura libre en la segunda abertura extrema 12 del cuerpo hueco de vidrio 10 formado por un corte por láser, como se proporciona en el cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención, conlleva diversas ventajas. La manipulación mecánica y el procesamiento posterior, por ejemplo al llenar el cuerpo hueco de vidrio 10 con una formulación y/o cerrarlo, pueden simplificarse. El cuerpo hueco de vidrio 10 puede fabricarse de forma eficiente, por lo que el cuerpo hueco de vidrio 10 puede separarse de un tubo de vidrio mediante corte por láser, en particular mediante corte por sublimación láser, y opcionalmente puede volver a moldearse.

La figura 3 muestra datos de las desviaciones del diámetro interior  $\Delta$  medidas en un gran número de probetas, cuyas desviaciones del diámetro interior corresponden a la diferencia entre el primer diámetro interior en la porción de cuerpo principal y el segundo diámetro interior en la abertura del segundo extremo. En la figura 3 se representan las desviaciones del diámetro interior en función de un número de la muestra de prueba medida.

Los primeros datos 91 se midieron en cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención, que se han separado de un tubo de vidrio mediante corte por sublimación láser. Los segundos datos 92 se midieron en cuerpos huecos de vidrio convencionales que se separaron de un tubo de vidrio idéntico mediante procedimientos convencionales, en los que en los procedimientos convencionales se introdujo mecánicamente un rayado inicial y el tubo de vidrio se calentó posteriormente mediante radiación por láser y se volvió a enfriar.

Tanto los primeros datos 91 como los segundos datos 92 se determinaron para cuerpos huecos de vidrio que tenían cada uno un primer diámetro interior de  $6,85 \pm 0,15$  mm y un diámetro exterior en la porción cilíndrica del cuerpo principal de  $8,65 \pm 0,15$  mm. El grosor de pared wt del tubo de vidrio del que se separó el cuerpo hueco de vidrio y de la porción del cuerpo principal del cuerpo hueco de vidrio separado era de  $0,9 \pm 0,1$  mm. El tubo de vidrio del que se separó el cuerpo hueco de vidrio y el cuerpo hueco de vidrio eran de vidrio de clase hidrolítica 1.

Tanto los primeros datos 91 como los segundos datos 92 se determinaron utilizando un láser de CO<sub>2</sub> con una longitud de onda de 10,6 micrómetros.

Las desviaciones del diámetro interior medidas para las muestras de ensayo se clasificaron en una secuencia creciente de desviación del diámetro interior, tanto para los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención como para los cuerpos huecos de vidrio convencionales. A continuación, las probetas se numeraron de forma consecutiva. De esta manera, los datos 91 y 92 muestran desviaciones del diámetro interior monótonamente crecientes que reflejan simplemente el hecho de que las probetas se han clasificado y numerado en función de las desviaciones del diámetro interior. Lo esencial es que los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la invención tengan desviaciones del diámetro interior 91 que sean significativamente menores que las desviaciones del diámetro interior 92 de los cuerpos huecos de vidrio convencionales.

Como se puede deducir de la figura 3, los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención, que han sido separados de un tubo de vidrio mediante corte por láser y sin introducir mecánicamente un rayado de partida, tienen una desviación del diámetro interior  $\Delta$  en el extremo tratado con radiación por láser que es significativamente menor que en los cuerpos huecos de vidrio fabricados con procedimientos convencionales. En particular, puede conseguirse una desviación del diámetro interior  $\Delta$  inferior a 0,1 mm, y por término medio incluso inferior a 0,05 mm, en los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención.

Para los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la invención representados por los primeros datos 91, la desviación del diámetro interior  $\Delta$  dividida por el primer diámetro interior es inferior a 0,016, en promedio incluso inferior a 0,008.

Para los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la invención representados por los primeros datos 91, la desviación del diámetro interior  $\Delta$  dividida por el grosor de pared en la porción cilíndrica del cuerpo principal es inferior a 0,12, en promedio incluso inferior a 0,06.

La figura 13 muestra, de manera ejemplar, la desviación del diámetro interior  $\Delta$  dividida por el primer diámetro interior del cuerpo hueco de vidrio respectivo para los cuerpos huecos de vidrio de la presente invención para los que se muestra la desviación del diámetro interior en la figura 3. Los datos 93 representan la relación entre la desviación del diámetro interior  $\Delta$  y el primer diámetro interior para las probetas producidas por el procedimiento de acuerdo con la presente invención. Los datos 94 representan la relación entre la desviación del diámetro interior  $\Delta$  y el primer diámetro interior para las probetas producidas por el procedimiento convencional que se ha descrito más arriba. Las probetas de ensayo de acuerdo con la presente invención tienen una relación 93 entre la desviación del diámetro interior  $\Delta$  y el primer diámetro interior que es inferior a 0,02. La relación entre la desviación del diámetro interior  $\Delta$  y el diámetro interior de la porción cilíndrica del cuerpo principal puede reducirse significativamente para los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención.

Del mismo modo, los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con la presente invención pueden tener una relación entre la desviación del diámetro interior  $\Delta$  y el grosor de pared de la porción cilíndrica principal que se reduce significativamente en comparación con los cuerpos huecos de vidrio convencionales.

5 La figura 4 muestra un extremo 101 de un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención que ha sido separado de un tubo de vidrio mediante corte por láser y sin introducir mecánicamente un rayado inicial, y un extremo 102 de un tubo hueco de vidrio convencional que ha sido separado de un tubo de vidrio mediante la introducción mecánica de un rayado inicial y el posterior calentamiento por radiación por láser y enfriamiento. Mientras que el extremo 102 del cuerpo hueco de vidrio convencional tiene una protuberancia significativa en el lado interior del cuerpo hueco de vidrio convencional (en la figura 4 en el lado derecho), el extremo 101 del cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención sólo tiene una pequeña protuberancia hacia el lado interior del cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención (en la figura 4 en el lado izquierdo).

El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención puede separarse de un tubo de vidrio mediante corte por láser para fabricar un recipiente médico. Un rayo láser utilizado para la operación de corte por láser puede ser enfocado sobre una pared del tubo de vidrio.

15 Enfocando el haz de láser sobre una pared del tubo de vidrio, se pueden alcanzar densidades de energía que permiten separar el cuerpo hueco de vidrio incluso sin necesidad de introducir mecánicamente un rayado. El extremo del cuerpo hueco de vidrio expuesto al rayo láser durante la separación puede tener el segundo diámetro interior sólo ligeramente reducido en comparación con el primer diámetro interior de la porción cilíndrica del cuerpo principal del cuerpo hueco de vidrio.

20 El rayo láser puede enfocarse de modo que un punto focal del rayo láser se encuentre dentro de una pared del tubo de vidrio.

El rayo láser puede enfocarse de manera que en un primer lado del tubo de vidrio, el punto focal del rayo láser esté dentro de la pared del tubo de vidrio y en un lado opuesto del tubo de vidrio la intensidad del láser ya no sea suficiente para cortar el tubo de vidrio. Se puede generar un corte por láser circunferencial mediante un movimiento relativo entre el tubo de vidrio y el rayo láser.

25 El haz de láser puede incidir en la pared del tubo de vidrio a lo largo de una dirección transversal a un eje central del tubo de vidrio, en particular perpendicularmente al eje central del tubo de vidrio.

El movimiento relativo entre el tubo de vidrio y el rayo láser puede implementarse de varias maneras:

- 30
- (1) el tubo de vidrio es rotado durante el corte por láser, y un eje del haz de láser no se mueve durante el corte por láser;
  - (2) un eje del haz de láser es desplazado, por ejemplo, es rotado en un plano perpendicular al eje central del tubo de vidrio, durante el corte por láser y el tubo de vidrio no es rotado durante el corte por láser;
  - (3) un eje del haz de láser se desplaza, por ejemplo, es rotado en un plano perpendicular al eje central del tubo de vidrio, durante el corte por láser y el tubo de vidrio es rotado durante el corte por láser.

35 La operación de corte por láser puede comprender el corte por sublimación láser. La operación de corte por láser puede realizarse de forma que el corte por sublimación láser tenga lugar en una primera zona situada en el interior de la pared del tubo de vidrio, y los procesos de fusión puedan tener lugar también en todo caso en una segunda zona de la pared del tubo de vidrio, rodeando la citada segunda zona a la primera.

40 El haz de láser puede ser un haz de láser pulsado que comprende una secuencia de impulso que tienen una longitud de pulso y una frecuencia de repetición. El procedimiento puede comprender además: controlar la longitud del pulso y la frecuencia de repetición mediante un control de bucle abierto o mediante un control de bucle cerrado para cortar al menos una zona de la pared del tubo de vidrio mediante corte por sublimación láser.

45 El haz de láser puede ser enfocado de manera que una longitud Rayleigh del haz de láser sea igual o menor que un grosor de pared  $w_t$  del tubo de vidrio, preferiblemente igual o menor que  $0,8 \times w_t$ , preferiblemente igual o menor que  $0,6 \times w_t$ , más preferiblemente igual o menor que  $0,5 \times w_t$ .

El cuerpo hueco de vidrio puede separarse del tubo de vidrio sin la introducción mecánica de un rayado.

El cuerpo hueco de vidrio puede separarse del tubo de vidrio en una zona de separación sin que se ejerza ninguna fuerza mecánica sobre el tubo de vidrio.

50 El procedimiento puede comprender provocar una rotación relativa entre el rayo láser y el tubo de vidrio durante la operación de corte por láser.

## ES 2 983 828 T3

El tubo de vidrio puede tener un diámetro exterior inferior a 30 mm, preferiblemente inferior a 15 mm.

El tubo de vidrio puede tener un diámetro interior inferior a 28 mm, preferentemente inferior a 12 mm.

El tubo de vidrio puede tener un grosor de pared inferior a 1,5 mm, preferentemente inferior a 1,1 mm. El tubo de vidrio puede tener un grosor de pared de entre 0,7 mm y 1,1 mm.

- 5 El cuerpo hueco de vidrio puede separarse del tubo de vidrio en menos de 1 s, preferentemente en menos de 0,9 s mediante corte por láser.

El tubo de vidrio puede ser de vidrio de clase hidrolítica 1 de acuerdo con DIN 12111 (ISO 719).

El haz de láser puede comprender impulsos con una frecuencia de repetición de 3 kHz a 30 kHz, preferentemente de 4 kHz a 12 kHz.

- 10 El haz de láser puede ser pulsado y puede tener un factor de pulsación de entre el 5% y el 35%, preferiblemente entre el 8% y el 17%.

El rayo láser puede ser generado utilizando un láser de CO<sub>2</sub>.

El haz de láser puede tener un diámetro en el punto focal del haz de láser de 50 a 250 micrómetros, preferentemente de 100 a 200 micrómetros.

- 15 El tubo de vidrio puede ser rotado durante la operación de corte por láser a una velocidad superior a 100 rpm, preferiblemente entre 150 rpm y 700 rpm.

El rayo láser puede salir de una boquilla de láser, de la que sale gas a una presión positiva. La presión positiva puede ser superior a 0,1 bar, preferiblemente superior a 0,3 bar. El tubo de vidrio puede alinearse con precisión en ambos extremos tanto en dirección axial como en dirección circunferencial durante la operación de corte por láser.

- 20 Con referencia a las figuras 5 a 12, se describen en detalle procedimientos y sistemas que pueden utilizarse para producir un cuerpo hueco de vidrio 10 de acuerdo con la presente invención.

La figura 5 muestra los componentes de un sistema 30 para separar un cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención, de un tubo de vidrio 40 mediante corte por láser. La separación puede llevarse a cabo sin ejercer fuerza mecánica en una zona de separación, en particular sin introducir un rayado de inicio en la zona de separación del tubo de vidrio 40. La operación de corte por láser puede comprender el corte por sublimación láser en al menos una zona del tubo de vidrio 40.

- 25

El tubo de vidrio 40 puede ser de vidrio de clase hidrolítica 1 de acuerdo con DIN 12111 (ISO 719). El tubo de vidrio 40 puede ser de vidrio de borosilicato.

- 30 Un haz de láser 34 es enfocado por una lente 33 en una boquilla de láser 31 sobre una pared del tubo de vidrio 40. Aunque en la figura 5 sólo se muestra una lente 33, para enfocar el haz de láser 34 puede utilizarse un sistema de lentes que puede comprender una pluralidad de lentes.

- 35 La boquilla de láser 31 puede comprender un pasaje de gas 32. El gas a presión puede salir de la boquilla de láser 31 por la misma abertura que el haz de láser 34 colimado por la lente 33. Los humos generados durante el corte por láser, por ejemplo, pueden eliminarse con el gas a presión. El lado del dispositivo de enfoque orientado hacia el tubo de vidrio durante el corte por láser, como un lado de la lente frontal 33 orientado hacia el tubo de vidrio durante el corte por láser, puede ser protegido.

- 40 El tubo de vidrio 40 comprende una pared 43. La pared 43 puede extenderse cilíndricamente alrededor de un eje central del tubo de vidrio 40. El tubo de vidrio 40 puede ser rotado alrededor de su eje central durante la operación de corte por láser para producir un corte por láser circunferencial 42. Un eje de rotación 41 del tubo de vidrio 40 puede ser perpendicular a un eje central del rayo láser 34.

- 45 El rayo láser 34 puede enfocarse en el tubo de vidrio 40 mediante el dispositivo de enfoque 33 de tal manera que un punto focal del rayo láser 34 se disponga en una superficie o dentro de un grosor de pared en el lado 46 del tubo de vidrio 40 orientado hacia el dispositivo de enfoque 33. La pared del lado opuesto 47 del tubo de vidrio 40 puede estar separada del punto focal del haz de láser 34. Mediante una rotación 41 del tubo de vidrio 40, la pared 43 puede desplazarse gradualmente a través del punto focal del haz de láser a lo largo de la circunferencia del tubo de vidrio 40 para generar un corte circunferencial.

5 Para una buena operación de corte por láser, en particular para una operación de corte por láser que comprenda el corte por sublimación láser en al menos una zona de la pared 43, un perfil de haz del haz de láser 34 enfocado por el dispositivo de enfoque 33 puede ajustarse a un grosor de pared del tubo de vidrio 40. El ajuste del perfil del haz al grosor de la pared del tubo de vidrio 40 puede lograrse mediante una selección y/o posicionamiento y/o ajuste adecuados del dispositivo de enfoque 33.

La figura 6 muestra un perfil de haz del haz de láser 34 enfocado por el dispositivo de enfoque 33 y un grosor de pared 44 de la pared 43 del tubo de vidrio 40 del que está separado el cuerpo hueco de vidrio.

10 El perfil del haz se ajusta al grosor de la pared 44 de forma que una longitud Rayleigh 38 sea igual o menor que el grosor de pared 44 (que en lo sucesivo se denominará wt). La longitud de Rayleigh 38 puede ser ventajosamente igual o inferior a  $0,8 \times$  peso, en particular igual o inferior a  $0,6 \times$  peso, en particular igual o inferior a  $0,5 \times$  peso.

La longitud Rayleigh 38 puede definirse como la distancia a lo largo del eje del haz 35 entre una cintura del haz, en la que el haz de láser tiene un diámetro de haz mínimo a lo largo de un eje del haz 35, y una posición en la que un radio 37 del haz de láser 43 es  $\sqrt{2}$  veces el radio 36 en la cintura del haz.

15 Para una buena operación de corte por láser, en particular para una operación de corte por láser que comprenda el corte por sublimación láser en al menos una zona de la pared 43, una fuente de láser del haz de láser 34 puede generar un haz de láser pulsado. Puede ajustarse una frecuencia de repetición y/o un factor de trabajo por impulsos del rayo láser pulsado para que el corte por sublimación láser tenga lugar en al menos una zona de la pared 43.

20 La figura 7 muestra un tren de impulsos 50 de impulsos de intensidad que son generados por una fuente de láser y que pueden ser utilizados para separar el cuerpo hueco de vidrio del tubo de vidrio 40 mediante corte por láser. El tren de impulsos 50 comprende una pluralidad de impulsos, cada uno de los cuales tiene una longitud 51. Los impulsos consecutivos están separados por un intervalo 53 sin emisión de luz láser. Un intervalo de tiempo 52 entre bordes ascendentes consecutivos de impulsos consecutivos del tren de impulsos 50 es el inverso de la velocidad de repetición. El factor de trabajo de impulso se define como la duración 51 de un impulso dividida por el intervalo de tiempo 52 entre bordes de impulso ascendentes consecutivos, cuyo intervalo de tiempo 52 define la inversa de la velocidad de repetición.

Para determinar los parámetros adecuados para la frecuencia de repetición, el factor de trabajo del pulso y opcionalmente otros parámetros como la frecuencia del láser y/o la potencia del láser, se puede utilizar el siguiente proceso:

- 30 (a) En primer lugar, puede definirse un campo de parámetros abarcado por una pluralidad de parámetros. La pluralidad de parámetros puede incluir la velocidad de repetición, el factor de trabajo de impulso y la potencia del láser. En una realización ejemplar, el campo de parámetros puede definirse por velocidades de repetición de 1 kHz a 200 kHz, un factor de impulsos de 7% a 50% y una potencia láser de 0,2 kW a 1 kW.
- 35 (b) El campo de parámetros puede probarse seleccionando puntos del campo de parámetros con un tamaño de paso a lo largo de los diferentes ejes de parámetros.
- (c) El corte por láser se realiza con los parámetros respectivos.
- (d) El corte por láser se evalúa en función de criterios cuantitativos de calidad, tales como el cambio  $\Delta$  del diámetro interior en el extremo del cuerpo hueco de vidrio tratado con corte por láser y/o la redondez de los bordes cortados.
- 40 (e) Los pasos (b) a (d) se repiten con tamaños de paso más pequeños alrededor de las regiones del campo de parámetros que se han identificado como particularmente adecuadas en la iteración anterior.

En realizaciones ejemplares, la fuente de láser puede controlarse de modo que se genere y utilice para el corte por láser un tren de impulsos con una frecuencia de repetición de 3 kHz a 30 kHz, preferentemente de 4 kHz a 12 kHz, y un factor de trabajo por pulso de entre el 5% y el 35%, preferentemente de entre el 8% y el 17%.

45 La operación de corte por láser puede comprender el corte por sublimación láser. El corte por sublimación láser no tiene por qué extenderse por todo el grosor de la pared, sino que puede combinarse con otros procesos de corte por láser que incluyan la fusión.

La figura 8 muestra una vista en sección de un tubo de vidrio 40 que se va a cortar con radiación por láser. La figura 9 muestra una vista ampliada del detalle A marcado en la figura 8.

50 Durante el corte por láser, el haz de láser puede enfocarse en la pared 43 de modo que el haz de láser tenga una zona de sublimación 61 en el centro que está alineada concéntricamente con el perfil del haz. En la zona de sublimación 61 tiene lugar la separación por sublimación. En una zona mixta 62 que rodea la zona de sublimación 61, el vidrio del tubo de vidrio 40 se sublima y se funde. La zona mixta 62 está rodeada por una zona de fusión 63 que

5 genera un radio en las superficies interior y exterior de la pared 43, tanto en el cuerpo hueco de vidrio separado como en el resto del tubo de vidrio, siendo el citado radio más claramente visible en la figura 9. En cada plano de sección que incluye el eje central del tubo de vidrio 40, el radio forma un arco que se extiende desde el lado interior al lado exterior del tubo de vidrio 40. Una tangente del arco puede hacer una transición tangencial o aproximadamente tangencial en el lado interior y el lado exterior del cuerpo hueco de vidrio.

El procedimiento puede llevarse a cabo de forma que el cuerpo hueco de vidrio se separe del tubo de vidrio 40 en menos de 1 s, preferiblemente en menos de 0,9 s mediante corte por láser.

10 Los procedimientos y sistemas para separar el cuerpo hueco de vidrio de un tubo de vidrio pueden integrarse en los procedimientos de fabricación industrial de una manera adecuada para que una pluralidad de tubos de vidrio puedan procesarse eficientemente.

15 La figura 10 es una ilustración esquemática de un sistema 70 para fabricar un tubo hueco de vidrio, que puede ser un receptáculo médico o puede ser el componente de un receptáculo médico. El sistema 70 puede estar configurado para separar un cuerpo hueco de vidrio de un tubo de vidrio mediante corte por láser. Opcionalmente, el sistema 70 puede estar configurado para remodelar aún más el cuerpo hueco de vidrio separado del tubo de vidrio y/o para llenar y/o cerrar el cuerpo hueco de vidrio remodelado.

El sistema 70 comprende una fuente de láser 71 y un dispositivo de control 78. La fuente de láser 71 puede estar configurada para emitir un haz de láser pulsado. El dispositivo de control 78 puede estar configurado para controlar una frecuencia de repetición y/o un factor de trabajo de impulsos del tren de impulsos mediante un control de bucle abierto o mediante un control de bucle cerrado, como se ha descrito más arriba.

20 El sistema 70 puede comprender opcionalmente un polarizador láser 72 y/o un conmutador láser 73. El dispositivo de control 78 puede estar configurado para controlar el polarizador láser 72 y/o el conmutador láser 73 utilizando un control de bucle abierto o utilizando un control de bucle cerrado, por ejemplo para proporcionar selectivamente radiación por láser 79 a uno de una pluralidad de cabezales de láser 74a, 74b.

25 El sistema 70 puede comprender una pluralidad de dispositivos 77, cada uno de los cuales está configurado para sostener y opcionalmente para hacer rotar un tubo de vidrio y sólo algunos de los cuales se ilustran en la figura 8. Los dispositivos 77 pueden hacer rotar el tubo de vidrio que sostienen respectivamente mientras uno de los cabezales de láser 74a, 74b realiza una operación de corte por láser.

30 La pluralidad de dispositivos 77 para sujetar y, opcionalmente, hacer rotar un tubo de vidrio pueden estar dispuestos en un dispositivo transportador 77a. Cada uno de los dispositivos 77 puede estar montado de forma rotativa en el dispositivo transportador 77a. El sistema 70 puede incluir un dispositivo de accionamiento para hacer rotar los dispositivos 77. Los dispositivos 77 pueden estar dispuestos separados unos de los otros a lo largo de una circunferencia del dispositivo transportador 77a.

35 El propio dispositivo transportador 77a puede estar montado de forma rotativa. El sistema 70 puede incluir otro dispositivo de accionamiento para accionar rotativamente el dispositivo transportador 77a. Los dispositivos de accionamiento pueden ser controlados por el dispositivo de control 78 o por un dispositivo de control independiente. Los accionamientos del dispositivo transportador 77a y de los dispositivos 77 pueden activarse independientemente unos de los otros.

40 El haz de láser generado por la fuente de láser 71 puede ser dirigido a uno o más cabezales de láser 74a, 74b por medio de componentes ópticos 76, por ejemplo espejos. Cada uno de los cabezales de láser 74a, 74b puede tener un dispositivo de enfoque como el que se ha descrito con referencia a las figuras 5 a 9. Cada uno de los cabezales de láser 74a, 74b puede comprender una boquilla de láser 31 como se describe con referencia a la figura 5.

45 Una pluralidad de cabezales de láser 74a, 74b pueden estar dispuestos en diferentes posiciones a lo largo de la circunferencia del dispositivo transportador 77a. Los cabezales de láser 74a, 74b pueden estar montados estacionariamente en el sistema 70, pero también pueden comprender componentes mecánicamente móviles, por ejemplo para el seguimiento del haz de láser. Los cabezales de láser 74a, 74b y/o los dispositivos 77 pueden estar configurados de manera que el rayo láser emitido por un cabezal de láser 74a, 74b para el corte por láser estén mecánicamente hechos para rastrear o seguir un dispositivo respectivo 77 cuando el dispositivo respectivo 77 se mueve más allá del cabezal de láser 74a, 74b.

Los cabezales de láser 74a, 74b pueden estar montados respectivamente en carcasas de seguridad 75a, 75b.

50 El sistema 70 puede estar configurado para fabricar un cartucho de medicamento u otro cartucho médico. A lo largo de la circunferencia del dispositivo transportador 77a se pueden disponer otras estaciones de procesamiento. Por ejemplo, se puede proporcionar una estación de procesamiento para volver a dar forma al cuerpo hueco de vidrio

después de que éste se haya separado del tubo de vidrio. Se puede proporcionar una estación de procesamiento para llenar y/o cerrar el cuerpo hueco de vidrio.

5 Aunque la figura 10 ilustra esquemáticamente dos cabezales de láser 74a, 74b a lo largo de la circunferencia del dispositivo transportador 77a, también es posible que sólo se proporcione un cabezal de láser. También es posible que se coloquen más de dos cabezales de láser a lo largo de la circunferencia del dispositivo transportador 77a.

El sistema 70 puede ser una máquina indexadora en la que el dispositivo transportador 77a se detiene repetidamente para el corte por láser. Los cabezales de láser 74a, 74b pueden montarse de forma estacionaria.

10 El sistema 70 también puede configurarse de manera que el seguimiento del rayo láser se realice durante el corte por láser mientras un tubo de vidrio se mueve continuamente más allá de un cabezal de láser. La citada configuración se describirá con más detalle haciendo referencia a la figura 12.

15 La figura 11 es una ilustración esquemática de un sistema 80 para fabricar un cuerpo hueco de vidrio, que puede ser un recipiente médico o puede ser un componente de un recipiente médico. El sistema 80 puede estar configurado para separar un cuerpo hueco de vidrio de un tubo de vidrio mediante corte por láser. Opcionalmente, el sistema 80 puede estar configurado para dar nueva forma al cuerpo hueco de vidrio separado del tubo de vidrio y/o para llenar y/o cerrar el cuerpo hueco de vidrio remodelado.

El sistema 80 comprende una fuente de láser 71 y un dispositivo de control 78, que puede configurarse y diseñarse como se ha descrito con referencia a la figura 10. Un polarizador láser 72, un conmutador láser 73 y los componentes ópticos 76 también pueden configurarse como se ha descrito con referencia a la figura 10.

20 El sistema 80 comprende un dispositivo transportador 81 con una pluralidad de dispositivos 82 situados en el mismo para sujetar y, opcionalmente, hacer rotar un tubo de vidrio. El dispositivo transportador 81 puede ser rotativo. Cada uno de los dispositivos 82 puede ser rotativo con respecto al dispositivo transportador 81. Los dispositivos 82 pueden rotar el tubo de vidrio sujetado respectivamente por ellos, mientras que un cabezal de láser 74a realiza una operación de corte por láser. El cabezal de láser 74a y/o los dispositivos 82 pueden configurarse de tal manera que el haz de láser emitido por el cabezal de láser 74a para el corte por láser se hace para seguir o rastrear mecánicamente un dispositivo 82 respectivo cuando el dispositivo 82 respectivo se mueve más allá del cabezal de láser 74a.

30 El sistema 80 comprende un dispositivo transportador adicional 85 con una pluralidad de dispositivos adicionales 86 posicionados sobre el mismo para sostener y opcionalmente hacer rotar un tubo de vidrio. El dispositivo transportador adicional 85 puede ser rotativo. Cada uno de los dispositivos adicionales 86 puede ser rotativo con respecto al dispositivo transportador 85. Los dispositivos adicionales 86 pueden rotar el tubo de vidrio sujetado respectivamente por ellos, mientras que otro cabezal de láser 74b realiza una operación de corte por láser. El cabezal de láser adicional 74b y/o los dispositivos adicionales 86 pueden configurarse de tal manera que el haz de láser emitido por el cabezal de láser adicional 74b para el corte por láser haga rastrear o seguir mecánicamente uno de los dispositivos adicionales 86 cuando el dispositivo adicional respectivo 86 se mueve más allá del cabezal de láser adicional 74b.

35 Cada uno del dispositivo transportador 81 y/o del dispositivo transportador adicional 85 puede formar dispositivos para fabricar jeringuillas. El sistema 80 puede comprender otras estaciones, que pueden colocarse en el dispositivo transportador 81 y/o en el dispositivo transportador adicional 85 para volver a dar forma al cuerpo hueco de vidrio después de que el cuerpo hueco de vidrio se haya separado del tubo de vidrio, para llenar el cuerpo hueco de vidrio y/o para cerrar el cuerpo hueco de vidrio.

40 El sistema 80 puede ser una máquina indexadora en la que los dispositivos transportadores 81, 85 se detienen repetidamente para el corte por láser. Los cabezales de láser 74a, 74b pueden montarse de forma estacionaria.

El sistema 80 también puede estar configurado de manera que el seguimiento del rayo láser se realice durante el corte por láser mientras un tubo de vidrio se mueve continuamente más allá de un cabezal de láser. La citada configuración se describirá con más detalle haciendo referencia a la figura 12.

45 La figura 12 es una vista en perspectiva ampliada de los componentes de los sistemas 70, 80. Los sistemas 70, 80 comprenden una pluralidad de dispositivos 77a-c, 82a-c, 86a-c montados rotativamente, cada uno de los cuales puede estar dispuesto en un dispositivo transportador que puede ser accionado independientemente de los dispositivos 77a-c, 82a-c, 86a-c montados rotativamente. Cada uno de los dispositivos 77a-c, 82a-c, 86a-c puede estar configurado para sujetar y hacer rotar un tubo de vidrio 40a, 40b, 40c.

50 Un cabezal de láser 74a puede ser montado de manera que hace que un rayo láser 34 siga mecánicamente a un dispositivo respectivo 77a-c, 82a-c, 86a-c cuando el dispositivo respectivo 77a-c, 82a-c, 86a-c es movido más allá del cabezal de láser 74a. El cabezal de láser 74a puede ser empujado por un elemento elástico 88 hacia los dispositivos 77a-c, 82a-c, 86a-c. Se pueden proporcionar rodillos 89, un balancín u otros miembros de seguimiento para

mover mecánicamente el cabezal de láser cuando uno de los dispositivos 77a-c, 82a-c, 86a-c se mueve más allá del cabezal de láser 74a.

5 Varias desventajas asociadas con los cuerpos huecos de vidrio convencionales pueden eliminarse o mitigarse con el cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la presente invención. Por ejemplo, los cuerpos huecos de vidrio para recipientes médicos de acuerdo con la presente invención pueden fabricarse eficazmente mediante corte por láser. Puesto que el diámetro interior de la segunda abertura procesada mediante radiación por láser es sólo ligeramente menor que el diámetro interior de una porción cilíndrica del cuerpo principal, se simplifica el procesamiento mecánico posterior, por ejemplo durante el llenado con una formulación. El riesgo de dañar el cuerpo hueco de vidrio en el proceso de producción se reduce en comparación con los procedimientos convencionales, en los que una conicidad significativa del cuerpo hueco de vidrio en su extremo puede provocar con frecuencia una rotura no deseada y la consiguiente parada de la máquina de producción.

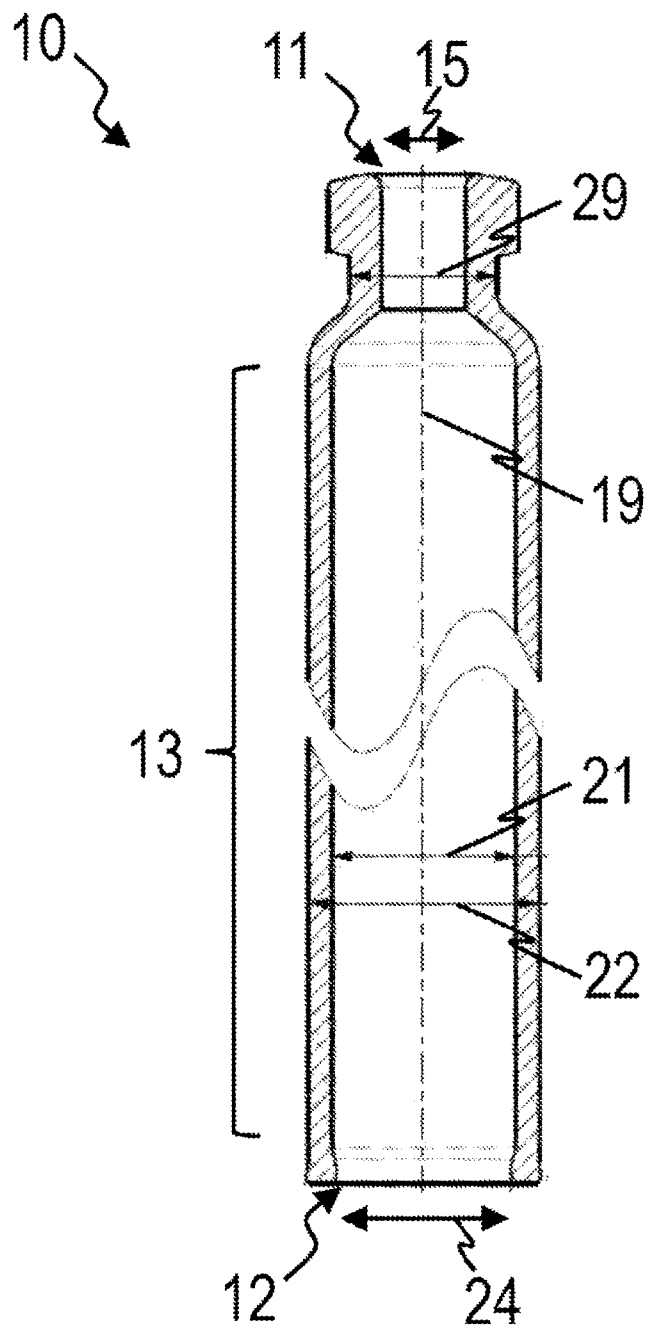
10 Los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con las realizaciones pueden utilizarse para jeringas o cartuchos de medicamentos sin estar limitados a ellos. Los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con las realizaciones también pueden utilizarse como producto intermedio en la producción de pequeñas botellas u otros recipientes médicos en los que el recipiente médico esté abierto por un solo lado. Los cuerpos huecos de vidrio de acuerdo con las realizaciones pueden utilizarse para recipientes no médicos u otros productos.

REIVINDICACIONES

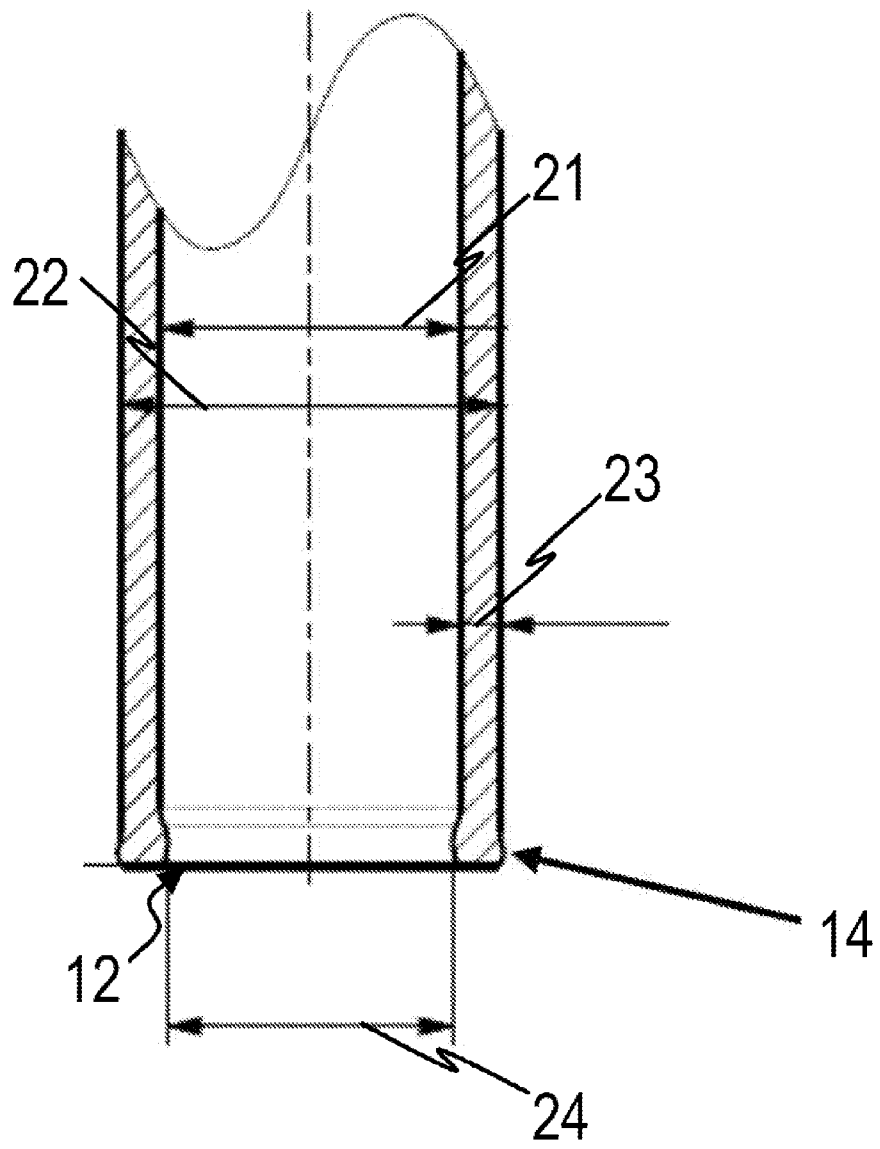
1. Un cuerpo hueco de vidrio, que comprende:  
una porción cilíndrica (13) del cuerpo principal con un primer diámetro interior (21),  
una primera abertura extrema (11) y una segunda abertura extrema (12) en extremos opuestos del cuerpo hueco de vidrio (10), en el que la segunda abertura extrema (12) delimita la porción cilíndrica del cuerpo principal (13) y el cuerpo hueco de vidrio (10) tiene un segundo diámetro interior (24) en la segunda abertura extrema,  
en el que el segundo diámetro interior (24) es menor que el primer diámetro interior (21), y en el que
  - una diferencia entre el primer diámetro interior (21) y el segundo diámetro interior (24) es como máximo de 100  $\mu\text{m}$ , y/o
  - la diferencia entre el primer diámetro interior (21) y el segundo diámetro interior (24) dividida por el primer diámetro interior (21) es inferior a 0,01, y/o
  - la diferencia entre el primer diámetro interior (21) y el segundo diámetro interior (24) dividida por un grosor de pared de la porción cilíndrica del cuerpo principal (13) es inferior a 0,2.
2. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con la reivindicación 1,  
en el que la diferencia entre el primer diámetro interior (21) y el segundo diámetro interior (24) es como máximo de 50  $\mu\text{m}$  o como máximo de 30  $\mu\text{m}$ .
3. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer diámetro interior (21) es inferior a 28 mm, preferentemente inferior a 12 mm.
4. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes,  
en el que la porción cilíndrica del cuerpo principal (13) tiene un diámetro exterior (22) inferior a 30 mm, preferiblemente inferior a 15 mm, preferiblemente inferior a 10 mm, más preferiblemente inferior a 9 mm.
5. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes,  
en el que la porción cilíndrica del cuerpo principal (13) tiene un grosor de pared de entre 0,7 mm y 1,1 mm.
6. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,  
en el que un diámetro interior (15) de la primera abertura extrema (11) es menor que el segundo diámetro interior (24),  
opcionalmente, en el que el diámetro interior (15) de la primera abertura extrema (11) es inferior a 5 mm, preferentemente inferior a 4 mm.
7. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la segunda abertura extrema (12) comprende una zona cortada con láser (14).
8. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,  
en el que la diferencia entre el primer diámetro interior (21) y el segundo diámetro interior (24) dividida por el primer diámetro interior (21) es inferior a 0,007, preferentemente inferior a 0,005, y/o  
en la que la diferencia entre el primer diámetro interior (21) y el segundo diámetro interior (24) dividida por el grosor de pared de la porción cilíndrica del cuerpo principal (13) es inferior a 0,1, preferiblemente inferior a 0,07, más preferiblemente inferior a 0,05.
9. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el cuerpo hueco de vidrio es un recipiente, en particular un recipiente médico, o un producto intermedio para la fabricación de un recipiente, en particular un recipiente médico.
10. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un cono en el lado de la porción cilíndrica del cuerpo principal (13) opuesto a la abertura del segundo extremo (12),  
opcionalmente, en el que el cono comprende la primera abertura extrema (11) y/o  
opcionalmente, el cono es un cono de jeringa.

11. El cuerpo hueco de vidrio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo hueco de vidrio (10) es una jeringa o en el que el cuerpo hueco de vidrio (10) es un cartucho médico.
- 5 12. Un recipiente, que comprende el cuerpo hueco de vidrio (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
13. El receptáculo de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el recipiente es un recipiente médico, y/o en el que el receptáculo comprende además una formulación que comprende al menos una sustancia farmacéuticamente activa o una sustancia portadora farmacéutica.
- 10 14. Utilización del cuerpo hueco de vidrio (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para preparar un recipiente.
15. El uso de la reivindicación 14, en el que el recipiente es un recipiente médico, y/o en el que el uso comprende un uso del cuerpo hueco de vidrio (10) para recibir una formulación que comprende al menos una sustancia farmacéuticamente activa o una sustancia portadora farmacéutica.

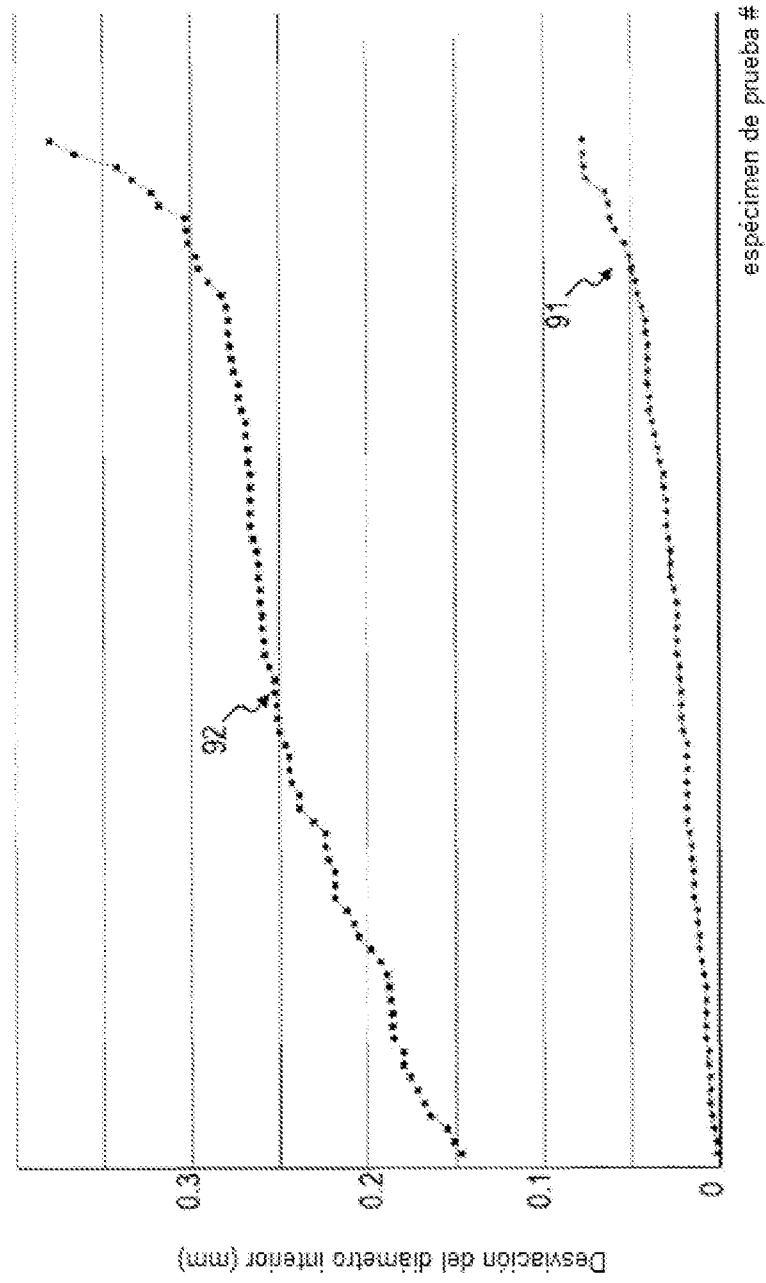
[Fig. 1]



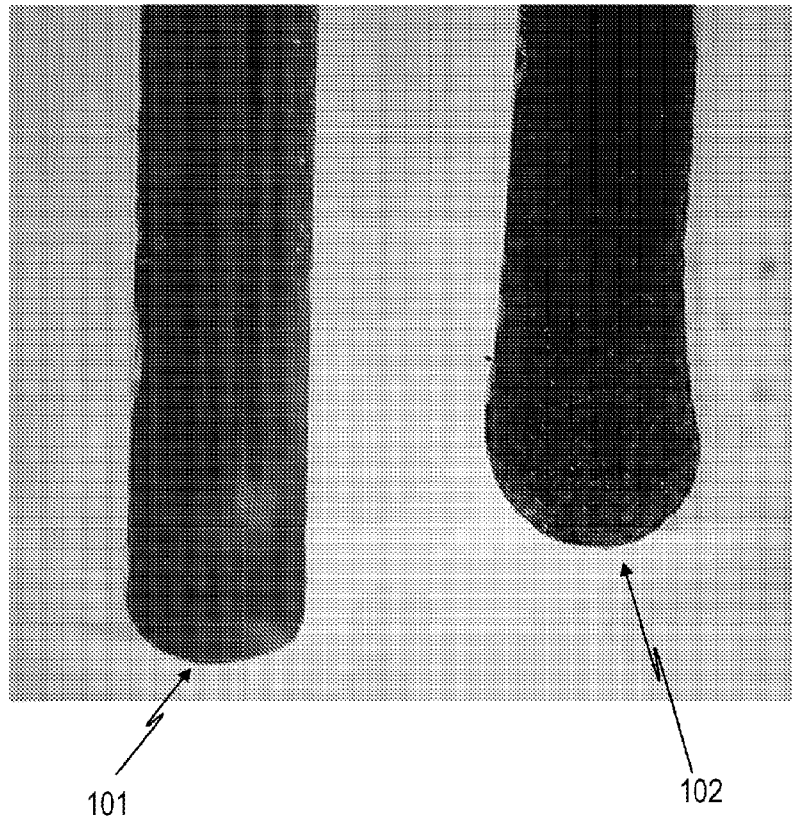
[Fig. 2]



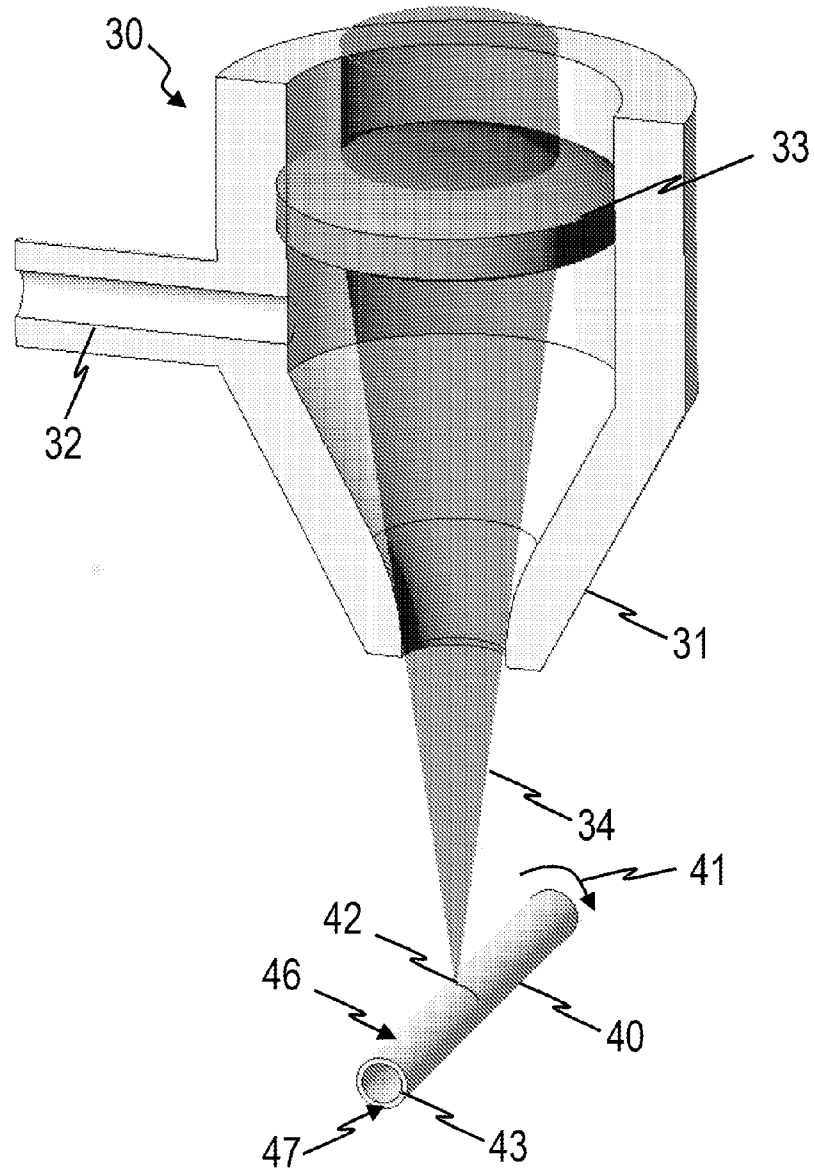
[Fig. 3]



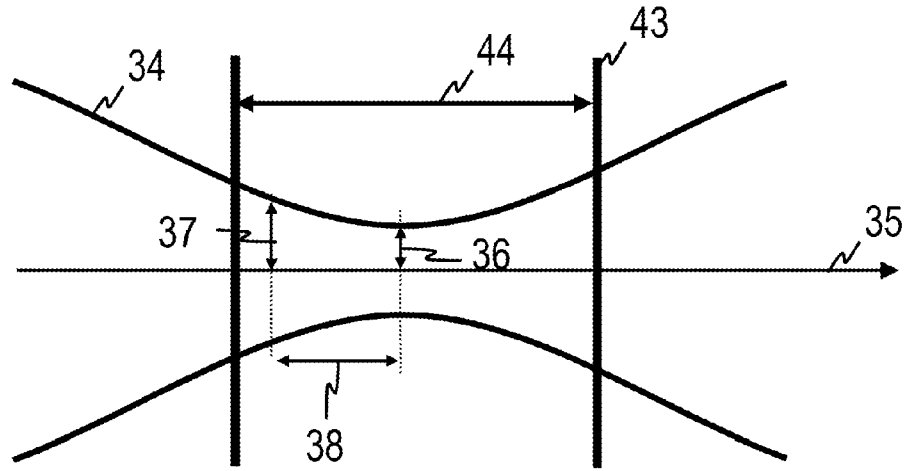
[Fig. 4]



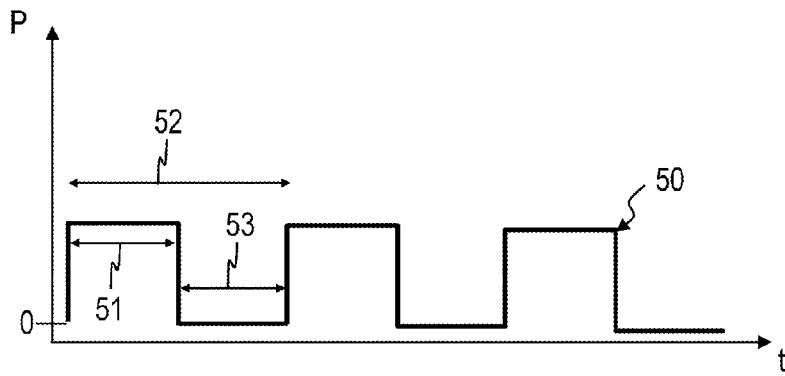
[Fig. 5]



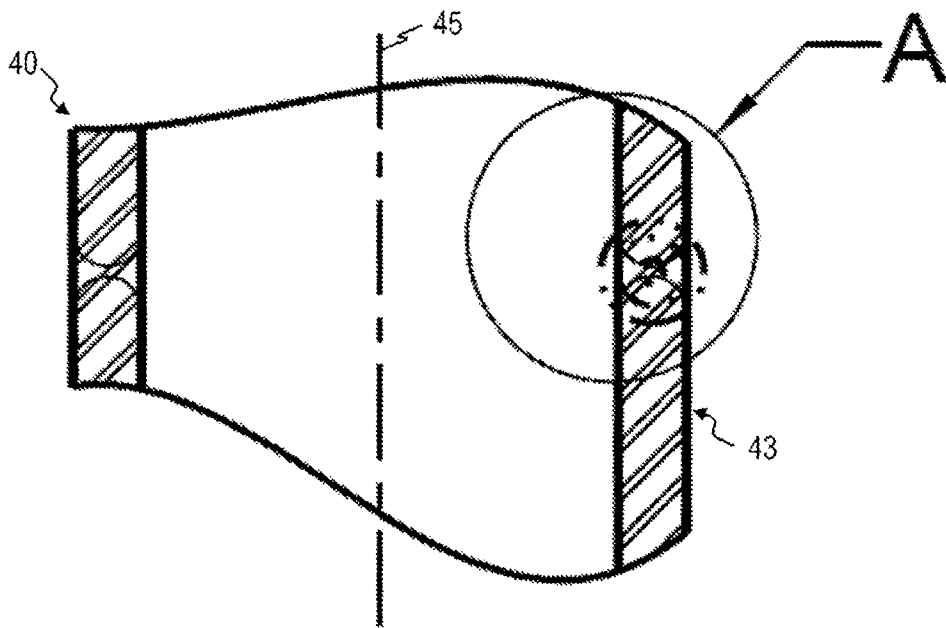
[Fig. 6]



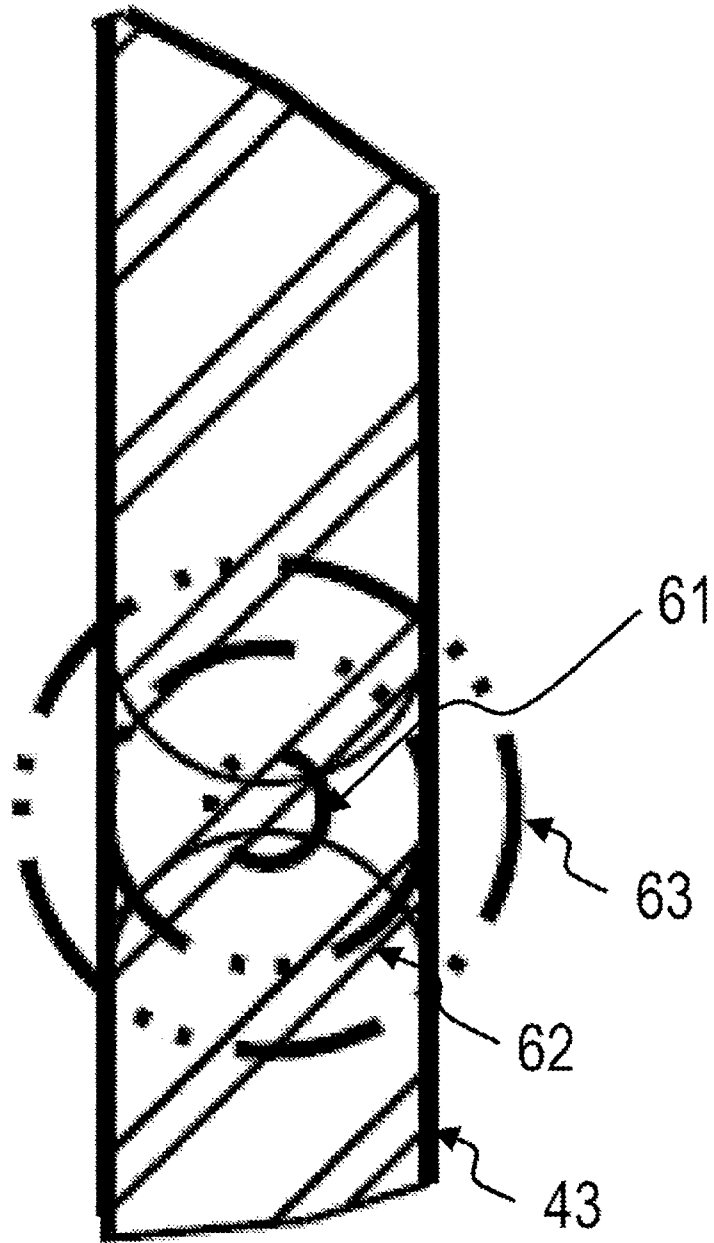
[Fig. 7]



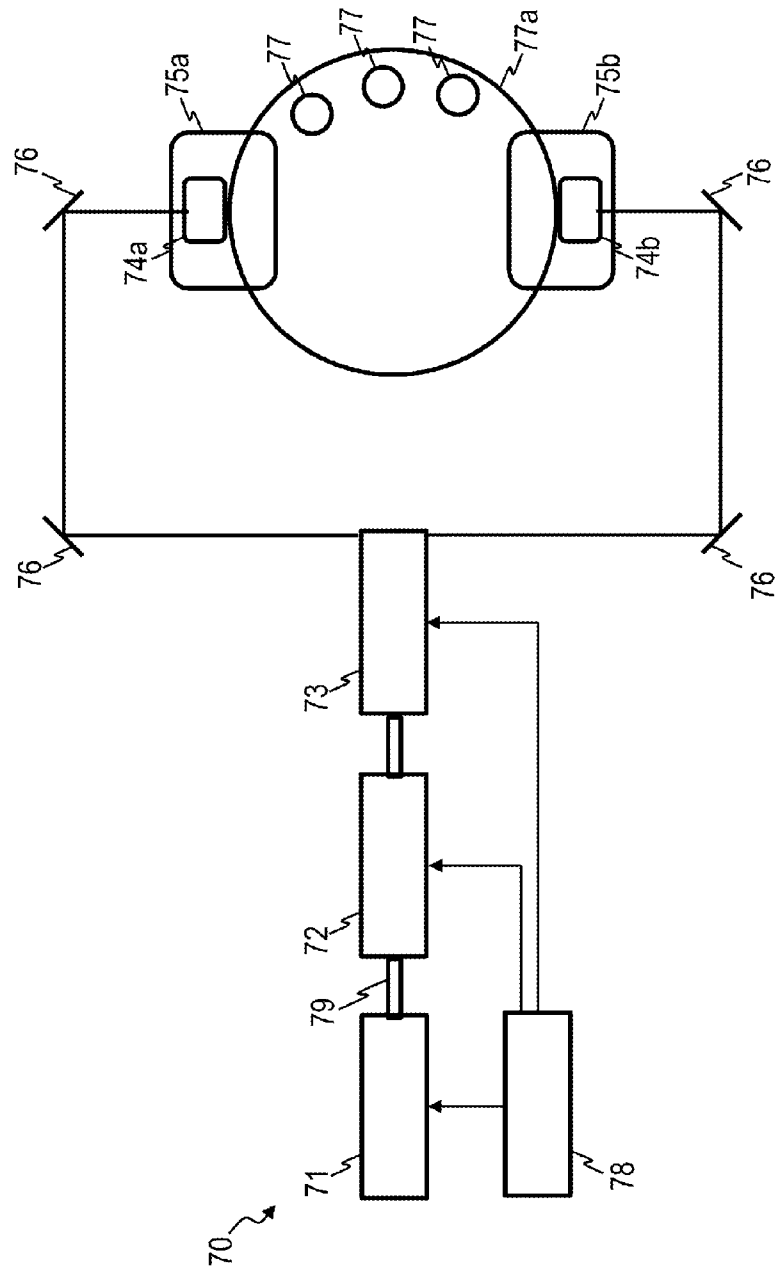
[Fig. 8]



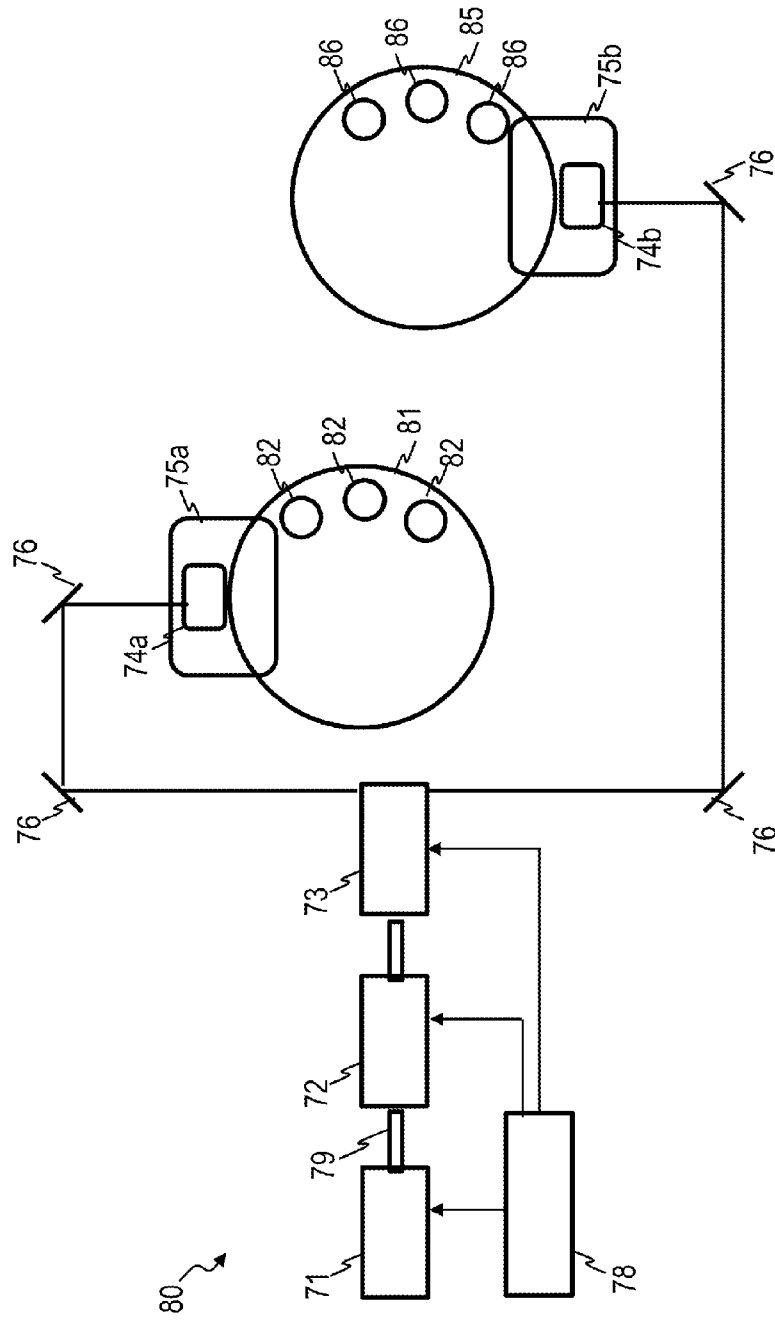
[Fig. 9]



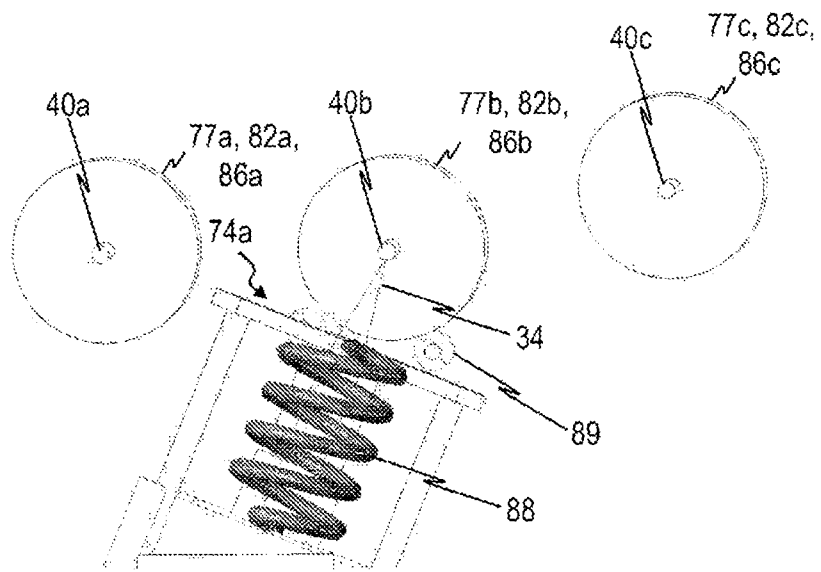
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig. 13]

