

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 988**

51 Int. Cl.:

C03B 23/055	(2006.01) B29K 101/12	(2006.01)
B29C 53/20	(2006.01) G01B 11/12	(2006.01)
B29K 105/00	(2006.01) C03B 23/09	(2006.01)
C03B 23/045	(2006.01)	
C03B 23/049	(2006.01)	
C12M 1/00	(2006.01)	
G01B 11/04	(2006.01)	
G01B 11/08	(2006.01)	
B29C 53/08	(2006.01)	
C12M 1/12	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2014 E 14181847 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2015 EP 2842916**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para fabricar un tubo, parte del cual tiene un perfil no circular y secciones extremas circulares**

30 Prioridad:

30.08.2013 DE 102013109454

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

08.04.2016

73 Titular/es:

**SCHOTT AG (100.0%)
Hattenbergstrasse 10
55122 Mainz, DE**

72 Inventor/es:

**SCHULTZ, NIKOLAUS;
KATSIKIS, NIKOLAOS;
TRINKS, VOLKER y
MÄNNL, REINHARD**

74 Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

ES 2 565 988 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

Procedimiento y dispositivo para fabricar un tubo, parte del cual tiene un perfil no circular y secciones extremas circulares

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere en general a la fabricación de tubos hechos de un material de vidrio transparente, plástico o compuesto de plástico con un perfil de forma no circular, con alta precisión, por ejemplo, un tubo oval, y en particular se refiere a la producción de un tubo con una sección que por zonas se desvía de un perfil de forma circular y con partes extremas circulares.

Antecedentes de la invención

- 10 Típicamente, los tubos tienen perfil constante a lo largo de toda su longitud. La técnica anterior describe, por ejemplo tubos de vidrio con un perfil circular para aplicaciones tales como envases farmacéuticos, para iluminación o para la energía solar térmica. Tubos de vidrio ovalados que tienen un perfil diferente al circular, han sido comercializados por el solicitante bajo las marcas Conturax[®] y Conturax Pro[®]. En este caso, el perfil es constante en toda la longitud de los tubos de vidrio. Se utilizan también tubos ovalados para lámparas fluorescentes (ver. JP 61224257 A2).

- 15 Los tubos con perfil distinto al perfil circular, de materiales plásticos o compuestos de plástico, se utilizan por ejemplo, en aplicaciones de calefacción de suelo.

- 20 El documento DE 545449 A describe un aparato para transformar tubos de vidrio en tubos de vidrio que tienen un perfil no circular, de manera que los tubos de vidrio se transportan a través de un intersticio entre rodillos en estado caliente. El documento DE 1007962 A da a conocer un método correspondiente para transformación de tubos de vidrio en cintas o capas aislantes delgadas. El documento DE 102006015223 B3 de la solicitante, da a conocer un método y un aparato para la fabricación de un tubo de vidrio con un perfil que se aparta de la forma circular. En este caso, el tubo de vidrio de partida atraviesa primero con el perfil de salida (preforma) una zona caliente con formación de un bulbo para estirla y a continuación pasa por un intersticio formado por un par de rodillos, en el que el bulbo es convertido en un tubo de vidrio con otro perfil. Los tubos de vidrio anteriormente mencionados siempre tienen un perfil constante a lo largo de toda su longitud.

- 30 Los documentos JP 2006315919 A y JP 2006004660 A2 dan a conocer tubos de vidrio para lámparas fluorescentes de cátodo frío (CCFL) con secciones con un perfil no circular, que se alternan con secciones con un perfil circular. Para este propósito, un tubo de vidrio en estado caliente, plásticamente deformable, es conformado por secciones, en parte con curvatura. Los tubos de vidrio se funden en los extremos, pero no son diseñados abiertos y, por lo tanto, no se pueden conectar a medios de conexión o a tubos de vidrio adyacentes.

Resumen de la invención

- 40 Es objetivo de la presente invención dar a conocer un procedimiento y un aparato para producir tubos de vidrio, plástico o material compuesto de plástico, con un perfil que se desvía por zonas de la forma de perfil circular, que se pueden conectar de manera adecuada y fiable con medios de conexión o con tubos adyacentes.

- Estos objetivos se consiguen mediante un procedimiento según la reivindicación 1 y por un aparato de acuerdo con la reivindicación 12. Otras formas de realización ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes relacionadas.

- 45 Según la presente invención, se da a conocer un procedimiento para la fabricación de un tubo que tiene, por zonas, un perfil de forma no circular generado por deformación, que comprende las siguientes etapas: a) disponer un tubo que tiene un perfil inicial circular; b) transportar el tubo en un estado plásticamente deformable a través de un intersticio de pinzamiento que está formado por rodillos de presión y que tiene una primera anchura de la separación que es mayor o igual a una dimensión exterior del perfil inicial; c) ajuste de los rodillos de presión para ajustar una segunda anchura del intersticio de pinzamiento que es menor que la dimensión exterior del perfil inicial, y transformación del perfil inicial en estado plásticamente deformable en el perfil de forma no circular; y d) ajuste de los rodillos de presión para ajustar una tercera anchura del intersticio de pinzamiento, mayor o igual a la dimensión exterior del perfil inicial, y cortar el tubo en una zona que tiene un perfil circular; de modo que las partes de los extremos de la tubería, tienen cada una un perfil circular. El término "perfil circular" se entiende, en particular, para los fines de la presente invención, que el perfil es exactamente redondo o como máximo se desvía dentro de las tolerancias de fabricación habituales del perfil circular.

- 60 Mediante la deformación plástica de la etapa c) el tubo que atraviesa el intersticio de pinzamiento se adapta en estado plástico a la forma de perfil no circular deseada, por ejemplo a un óvalo o tubo elíptico que tienen un eje mayor y un eje menor perpendiculares. La longitud del eje menor o bien la dimensión exterior mínima del tubo después de la conformación se pueden ajustar con precisión por el ancho del intersticio de pinzamiento que

atraviesa el tubo. Este perfil, que difiere de la forma de perfil circular, puede extenderse a una porción más larga con perfil constante, por ejemplo en una parte central del tubo, sin embargo, puede variar bastante.

5 Puesto que en las etapas b) y d) el tubo de perfil circular que pasa por el intersticio de pinzamiento no se deforma, porque la anchura del intersticio de pinzamiento es mayor o igual a una dimensión máxima exterior del tubo de entrada, el tubo tiene en ambas porciones extremas una forma ideal de perfil circular. Por lo tanto, está preparado para ser conectado a medios terminales o tubos adyacentes, que también tienen partes de extremo con un perfil circular, con una variedad de tecnologías de conexión satisfactorias de tubos que pueden asegurar de una manera sencilla una conexión precisa y fiable. Para ello se requiere solamente asegurar siempre que los tubos son cortados
10 solamente en las porciones de extremo con perfil circular, pero no en aquellas porciones que tienen un perfil no circular. Esto se aplica en particular a la utilización de tubos de vidrio para energía solar térmica o en fotobiorreactores.

15 Para la formación de tubos con perfil circular y para la conformación de tales tubos en tubos de perfil distinto del circular con alta precisión y bajo coste, se conocen en el estado de la técnica métodos y dispositivos acreditados en la práctica. El tubo se puede extraer por medio de un dispositivo de extracción a través del intersticio de pinzamiento. De manera adicional o alternativamente al dispositivo de extracción, los rodillos de presión que forman el intersticio de pinzamiento pueden ser accionados activamente para impulsar el tubo de manera exclusiva o
20 adicional.

Según otra forma de realización, la conformación se lleva a cabo de manera que la longitud circunferencial de la zona que se desvía del perfil de forma circular y las longitudes circunferenciales de las porciones de extremo del tubo con perfil circular son iguales

25 Según otra forma de realización, se mide una longitud deseada del tubo, de manera que sobre la base del valor de medición para la longitud del tubo deseada se ajusta una longitud axial del perfil de forma no circular y/o una longitud axial de las zonas de transición entre las porciones de extremo del tubo y de la que se desvía de la forma circular. De esta manera, los perfiles de estas zonas de transición, así como su variación en la dirección axial, se pueden determinar de manera prevista con precisión, de manera que con el valor medido para la longitud del tubo pedido se
30 tiene una referencia fiable.

De acuerdo con otra forma de realización, el ajuste de los rodillos de presión en las etapas c) y d) se lleva a cabo para este fin de acuerdo con una función de movimiento predeterminada, con el fin de formar las regiones de transición entre las porciones de extremo del tubo y la zona que se desvía del perfil de forma circular, con perfiles de
35 acuerdo con la función de movimiento predeterminada. Para este propósito, la anchura de la separación de los rodillos puede ser ajustada de acuerdo a una función lineal. En principio, sin embargo, también se pueden utilizar funciones no lineales, para lo que se prefieren funciones continuas.

40 De acuerdo con una realización adicional, la conformación del perfil inicial o de salida con respecto al perfil de forma no circular en la etapa c) tiene lugar en estado plástico deformable en caliente. Esto se aplica en particular para la conformación de tubos de vidrio a altas temperaturas, por encima del punto de reblandecimiento del vidrio, o para la conformación de tubos de plástico a las temperaturas adecuadas. En este caso la anchura de la separación del intersticio de pinzamiento se define previamente y se mantiene de forma precisa para lograr la precisión deseada en el eje transversal del tubo durante la conformación. Las variaciones y fluctuaciones inducidas en las cantidades de
45 vidrio o de plástico antes de conformar el tubo son "transferidas" al diámetro grande exterior (a menudo no tan importante) (sin compresión) del tubo de vidrio o plástico. De este modo, en la dirección de extensión del intersticio de los rodillos, las dimensiones pueden ser predeterminadas de forma muy precisa.

50 Según otra forma de realización, la ubicación de al menos uno de los rodillos de presión se cambia continuamente de modo que el área de contacto entre el rodillo de presión respectivo y el cuerpo de tubo caliente es variado o cambiado constantemente. Con esta medida, sorprendentemente simple, se pueden producir en particular tubos de vidrio con secciones que se desvían de un perfil de forma circular con aún mayor precisión de acuerdo con la invención. Ello es debido a que en esta realización el área de contacto entre el tubo caliente destinado a ser deformado y los rodillos de presión está cambiando constantemente. De esta manera, se pueden impedir diversos
55 problemas de los topes de compresión con una posición casi fija de los rodillos de presión. Casi fijos, en este contexto, significa especialmente que la posición de contacto del tubo caliente a conformar con los rodillos no se puede cambiar. Las pequeñas averías en la superficie del tubo en conformación por excesiva temperatura de los rodillos, pequeñas partículas u otros, se pueden suavizar en la superficie del tubo en conformación mediante el pinzado, por lo que dejan de producir inconvenientes en la conformación. Las diferencias de temperatura en la superficie de los rodillos de pinzado, que anteriormente conducían a diferentes valores del intersticio y por lo tanto a tolerancias desfavorables a causa de la variación de la superficie de contacto, pueden ser reducidas de manera correspondiente. Además, se puede evitar los sobrecalentamientos no deseados de la superficie de contacto entre los rodillos de pinzado y el tubo a conformar, que hasta el momento conducían a "huellas" de calentamiento visibles, poco deseables sobre la superficie externa del cuerpo del tubo a conformar. Los rodillos de pinzado se pueden
60 utilizar, según está forma de realización, de forma más prolongada en especial el pulido a máquina de los rodillos de pinzado antes de su nueva utilización tiene lugar de manera esencialmente menos frecuente, en caso de que sea
65

necesario en absoluto. Con el procedimiento objeto de la invención se puede conseguir una superficie externa del cuerpo tubular más regular y suave.

5 En base al ajuste continuado los rodillos de pinzado estos pueden funcionar básicamente también sin refrigeración, lo cual conducía en los procedimientos conocidos hasta el momento frecuentemente a problemas adicionales en el mantenimiento de las medidas del cuerpo del tubo pinzado.

10 De manera preferente, el intersticio de pinzado o el intersticio entre rodillos está constituido por dos rodillos de presión opuestos entre sí que están dispuestos paralelamente entre si de forma desplazable. Si bien puede ser básicamente suficiente el ajuste de la posición de solamente uno de ambos rodillos de presión de manera permanente (axial), de acuerdo con otra forma de realización adicional se ajusta de manera permanente la posición de ambos rodillos de presión (posición axial). De manera preferente estos dos rodillos de presión son ajustados conjuntamente y sincronizadamente entre sí.

15 Para conseguir el ajuste permanente antes mencionado de los correspondientes rodillos de presión, los rodillos de presión correspondientes están asociados a un dispositivo o mecanismo de ajuste, con el que el correspondiente rodillo de presión está acoplado y este se ajusta de manera tal, que se puede variar la superficie de contacto entre los correspondientes rodillos de presión y el cuerpo del tubo caliente.

20 De acuerdo con otra forma de realización, el ajuste permanente antes indicado de los rodillos de presión correspondientes puede tener lugar con mantenimiento de la magnitud de intersticio real entre los rodillos de presión que constituyen el intersticio de pinzado. Ello no debe excluir que de manera adicional también la anchura del intersticio de pinzado entre ambos rodillos de presión que lo forman sea controlado o regulado, por ejemplo para conseguir una medida exterior constante del cuerpo tubular o un grosor de pared constante del mismo. El ajuste de los rodillos de presión correspondientes y un control o regulación de la anchura del intersticio de pinzado no están asociados entre si y tienen lugar para otro objetivo completamente distinto. Esto se puede expresar, por ejemplo también en escalas de tiempo sensiblemente distintas en las que tienen lugar el ajuste permanente de la posición de los correspondientes rodillos de presión y el control o regulación de la anchura del intersticio de pinzado.

30 De acuerdo con otra forma de realización, la posición de, como mínimo, uno de los rodillos de presión o bien de forma preferente a ambos rodillos de presión, se varia mediante el ajuste axial permanente de los rodillos de presión de manera correspondiente a una función de desplazamiento predeterminada. Esta función de desplazamiento tendrá lugar, preferentemente, de manera continua y puede ser realizada, por ejemplo de manera correspondiente a un diente de sierra o una señal senoidal de manera que, se debe tener en cuenta que se debe evitar la permanencia durante un tiempo demasiado prolongado del rodillo o rodillos de presión en la misma posición, porque entonces podrían aparecer los inconvenientes de los procedimientos de conformación de la técnica conocida.

35 De acuerdo con otra forma de realización preferente, la función de desplazamiento tendrá lugar en forma de desplazamiento alternativo o cíclico del correspondiente rodillo de presión o de manera preferente de ambos rodillos de presión que constituyen el intersticio de pinzado, en su dirección axial. De manera preferente este movimiento alternativo de vaivén es simétrico a lo largo del tiempo.

40 De acuerdo con otra forma de realización, la función de desplazamiento es llevada a cabo en etapas discretas de igual magnitud de paso lo que favorece la transformación de la función de desplazamiento mediante motores síncronos de tipo habitual o motores paso a paso o similares.

45 De acuerdo con otra forma de realización, el movimiento de giro de los rodillos de presión que constituyen el intersticio de pinzado tiene mediante un accionamiento separado. Esto permite un ajuste de alta precisión del perfil del cuerpo del tubo después de la conformación, por ejemplo de las formas ovales de un tubo a fabricar de forma oval en las secciones diferentes de las secciones extremas. Los rodillos de presión son sincronizados, preferentemente, con respecto a la velocidad con la que el cuerpo tubular pasa por el intersticio de pinzado.

50 De acuerdo con otra forma de realización, los movimientos de giro de ambos rodillos que constituyen el intersticio de pinzado tienen lugar de manera correspondiente sincronizada con un desplazamiento constante determinado, de manera que se pueda variar la velocidad de estirado del cuerpo del tubo a través del intersticio de pinzado y se pueda variar de manera automática la velocidad de los rodillos de presión.

55 De acuerdo con otra forma de realización, se evalúa la medida externa y/o interna del otro perfil en sentido descendente en el intersticio de pinzado y se puede controlar o regular la conformación del cuerpo tubular caliente deformable plásticamente consiguiendo un cuerpo tubular con los parámetros que corresponden al otro perfil en correspondencia con la primera medición externa evaluada o a la medida interna del otro perfil, para mantener constante la medida externa y/o la medida interna del otro perfil.

60 Para este objetivo, por ejemplo el diámetro externo y/o el diámetro interno se pueden medir y controlar de manera permanente mediante un procedimiento de medición óptico que tiene lugar en sentido descendente con respecto al intersticio de pinzado y, preferentemente, antes de una eventual máquina de estirado efectúa la extracción del

cuerpo del tubo a través del intersticio de pinzado. En caso de una variación no deseada, los parámetros relevantes se pueden volver a controlar o regular para conseguir una precisión todavía más elevada.

5 De acuerdo con otra forma de realización adicional, los rodillos que determinan el intersticio de pinzado de giro y/o diámetro externo serán medidos de forma automática, en particular su redondez y/o diámetro externo y estos serán posicionados entre sí mediante una operación de regulación de manera tal que los fallos de redondez o variaciones de diámetro externo, con referencia al intersticio, resulta en un mínimo.

10 De acuerdo con otra forma de realización, el parámetro es la anchura del intersticio de pinzado, un correspondiente régimen de giro o diferencia de régimen de giro de los rodillos de presión que determinan el intersticio de pinzado o una sobrepresión aplicada en el espacio interno del cuerpo tubular deformable plásticamente que forma el tubo.

15 Según otra forma adicional de realización, el cuerpo tubular será marcado y/o clasificado de manera correspondiente a la medición del exterior, medida en el sentido descendente del intersticio de pinzado. De esta manera, se pueden fabricar cargas con tolerancias predeterminadas de manera más simple.

DETALLE DE LAS FIGURAS

20 A continuación se describirá la invención a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que se apreciarán otras características, ventajas y objetivos a conseguir. En los dibujos:

La figura 1 muestra una representación esquemática de una instalación de fabricación de tubos de vidrio de acuerdo con la presente invención;

25 La figura 2 muestra en una vista frontal un dispositivo para la conformación de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

La figura 3 muestra el dispositivo de la figura 2 según una vista en alzado lateral;

30 La figura 4a muestra el dispositivo según la figura 2 en una vista en planta, sin tapa superior, que sirve como protección para la zona de conformación;

La figura 4b muestra el dispositivo según la figura 2 en una vista en planta con la tapa, que sirve para protección de la zona de conformación;

35 La figura 5a muestra una vista frontal en perspectiva de un dispositivo para la conformación, de acuerdo con una segunda forma de realización de la presente invención, sin tapa, que sirve para la protección de la zona de conformación;

40 La figura 5b muestra una vista frontal en perspectiva del dispositivo según la figura 5a con la tapa, que sirve para la protección de la zona de conformación;

La figura 6 muestra una vista en perspectiva de la zona superior del dispositivo según la figura 2, con los rodillos de presión;

45 Las figuras 7a - 7e muestran ejemplos de tubos de vidrio que pueden ser fabricados por conformación mediante un dispositivo de acuerdo con la presente invención por;

50 La figura 8 muestra un diagrama de flujo, a título de ejemplo, de un procedimiento de acuerdo con la presente invención para la fabricación de un tubo con un perfil que se desvía de la forma circular por zonas y que está dotado de zonas extremas de forma circular;

La figura 9a muestra la utilización de un tubo de acuerdo con la presente invención en un fotobioreactor para el cultivo de microorganismos por irradiación de acuerdo con una primera forma de realización;

55 La figura 9b muestra la utilización de un tubo de acuerdo con la presente invención en un fotobioreactor para el cultivo de microorganismos por irradiación de acuerdo con otra forma de realización;

60 La figura 9c muestra otra utilización de un tubo de acuerdo con la presente invención para aplicaciones en energía térmica solar;

La figura 10a muestra una zona de un intersticio de rodillos que está formado por dos rodillos de presión para un procedimiento de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención;

65 La figura 10b muestra un rodillo de presión para la realización del procedimiento de acuerdo con la figura 10a;

La figura 11a muestra la conexión de dos tubos que han sido fabricados de acuerdo con un procedimiento según la presente invención; y

5 La figura 11b muestra según una representación esquemática un fotobioreactor para el cultivo de microorganismos por irradiación con tubos fabricados de acuerdo con un procedimiento según la presente invención.

En las figuras, iguales números de referencia indican piezas iguales o elementos sustancialmente equivalentes o grupos de elementos equivalentes.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE EJEMPLOS DE REALIZACIÓN PREFERENTES

15 A continuación se describirá la invención en base a un ejemplo de realización para la conformación de tubos de vidrio. La presente invención no quedará, no obstante, limitada a la conformación de tubos de vidrio, sino que de igual manera se puede utilizar para tubos de otros materiales, en especial, para la conformación de tubos de materiales plásticos o materiales compuestos a base de plástico.

20 De acuerdo con la figura 1, la instalación indicada de modo global con el numeral 80 muestra un armazón 89, en el que están dispuestos dos rodillos de presión 1 para la conformación de la barra de vidrio 81 que entra en el intersticio entre los rodillos, así como dos rodillos de desvío 2 situados por debajo de los anteriores para desviar la barra de vidrio conformada en dirección de la máquina de tracción 82, con ayuda de los dos pares de rodillos de tracción 83, 84. Una tapa 45 del cuerpo envolvente en el que están dispuestos los rodillos de presión 1, protege la zona de conformación en la parte en que se encuentran los rodillos de presión 1 con respecto al entorno.

25 El diámetro externo de la barra de tubo de vidrio 81 se mide, preferentemente, sin contacto y, de manera muy preferente, de forma óptica. El diámetro interno de la barra de tubo de vidrio 81 se mide con ayuda de un dispositivo de medición 87 de forma óptica, en especial, con ayuda de un procedimiento de triangulación. El lugar de medición del aparato de medición 87 se encuentra, preferentemente y en lo posible, en las proximidades del punto de medición del aparato de medición 86. Además, ambos rodillos de presión 1 son medidos de forma automática, por ejemplo, mediante medición de recorrido de forma inductiva, y se determinan las variaciones de redondez y/o las variaciones de diámetro externo de los rodillos de presión. Además, la longitud requerida de la barra de tubo 81 es medida mediante un aparato de medición 91, preferentemente, sin contacto.

35 Tal como se representa por las líneas de conexión de la figura 1, los componentes relevantes de la instalación 80 son controlados o sometidos a regulación por un dispositivo de control o regulación 88, en especial por una CPU basada en Software específico para ello. De esta manera se puede controlar un diámetro externo constante de los tubos de vidrio o se puede regular adecuadamente o con respecto a un grosor constante de las paredes del tubo de vidrio, de manera que el sensor de redondez de los rodillos de presión 1 referido a la anchura del intersticio constituido por dichos rodillos proporcione un mínimo.

40

La figura 2 muestra según una vista en alzado frontal, un dispositivo de conformación de acuerdo con una primera forma de realización de la presente invención. En un armazón 89 soportado sobre el suelo 90 está fijada una placa de base 30, sobre la que está dispuesta con capacidad de desplazamiento la mesa desplazable 35 para posibilitar el ajuste de la altura de los rodillos de presión 1. Esta opción en altura puede tener lugar manualmente con ayuda de la rueda manual 33, pero puede tener lugar también de forma motorizada.

45

Sobre la placa de base 30 están fijadas dos barras de guía 31, que guían la mesa desplazable en sentido vertical. El ajuste es realizado mediante un husillo roscado 34 que está acoplado, por una parte la rueda manual 33 que actúa como dispositivo de ajuste vertical, y por otra a la mesa desplazable 35.

50

De acuerdo con la figura 2 la placa de soporte 20 sobre la que están montados los rodillos de presión (no mostrados) está conectada mediante un adaptador horizontal 38 y un adaptador vertical 37 con la mesa desplazable 35. Mediante el ajuste de la rueda manual 33 se puede ajustar por lo tanto, la altura de los rodillos de presión 1. Por lo tanto, la altura se ajustará de manera tal que, la barra de tubo de vidrio, que se enfría rápidamente en la dirección de extracción, alcance una zona de temperatura en la que dicha barra de tubo de vidrio es plástica de forma adecuada para poder ser conformada de manera precisa. Esta altura puede ser ajustada en una sola vez, por ejemplo, en el montaje de la instalación, o bien se puede ajustar a posteriori de manera continua o cíclica mediante el control o regulación con el dispositivo 88.

55

60 De acuerdo con la figura 2, la altura de los rodillos desviadores y su posición en una dirección perpendicular a la dirección de extracción de la barra de tubo de vidrio, se pueden ajustar o reajustar de manera precisa, con independencia entre sí, mediante los dispositivos de ajuste de altura 51 y 53, así como mediante los ajustes transversales 52 y 54.

65 La figura 3 muestra el dispositivo de acuerdo con la figura 2 en una vista en alzado lateral.

- El resto de la disposición constructiva para el ajuste de los rodillos de presión 1 se aprecia de manera visible del conjunto de la vista en planta de la figura 4a y de la vista en perspectiva de la figura 6. Se debe observar que el siguiente ajuste de los rodillos de presión 1, que se describe de manera detallada durante la conformación de la barra de tubo de vidrio, no es necesaria de manera imprescindible y que la conformación es también básicamente posible para rodillos de presión 1 fijos axialmente. Este ajuste axial de los rodillos de presión 1 durante la conformación de la barra de tubo de vidrio es ventajosa, no obstante, para la conformación a altas temperaturas, es decir, en especial en la conformación de tubos de vidrio a temperaturas por encima de la temperatura de reblandecimiento.
- 5 Tal como se ha mostrado en las figuras 4a y 6, los rodillos de presión 1 que forman un intersticio entre los mismos, están montados sobre una mesa desplazable 12, que soporta ambos rodillos de presión 1. La mesa desplazable 12 puede ser ajustada con la ayuda del motor de ajuste 25 en la dirección axial de los rodillos de presión 1, a efectos de ajustar conjuntamente ambos rodillos de presión.
- 10 De acuerdo con otra forma de realización adicional (no mostrada), ambos rodillos de presión 1 que forman un intersticio entre los mismos están montado sobre una mesa desplazable 12 constituida en dos partes, de los que una mitad soporta uno de los rodillos de presión 1 y la otra mitad soporta el otro de dichos rodillos de presión 1. Mientras que una mitad de la mesa desplazable 12, de acuerdo con esta forma de realización, es mantenida fija en su lugar durante la conformación, la otra mitad de la mesa desplazable 12 puede ser ajustada con ayuda del motor de ajuste 25 en dirección axial de los rodillos de presión 1 con respecto a la primera mitad de la mesa desplazable 12.
- 15 Para el guiado de la mesa desplazable 12, se han dispuesto sobre la placa de soporte 20 dos barras de guía paralelas entre si 21 en los correspondientes bloques de soporte 22. En la cara inferior de la mesa desplazable 12 unos elementos de deslizamiento (no mostrados), que se acoplan en las barras de guiado 21, guían el ajuste axial de la mesa desplazable. Para el ajuste de la mesa desplazable está fijado, además, un husillo roscado de ajuste 24 sobre la placa de soporte, siendo accionado en giro por el motor de ajuste 25 acoplándose en una rosca conjugada (no mostrada) en la cara inferior de la mesa desplazable 12.
- 20 El motor de ajuste 25 está constituido en forma de motor síncrono pero, no obstante, puede ser realizado también como motor paso a paso para posibilitar un ajuste axial paso a paso, tal como se explicará a continuación de manera detallada.
- 25 De acuerdo con la figura 6, la mesa desplazable 12 está dotada además, de una guía transversal 15 que efectúa el guiado del ajuste de la mesa desplazable (o de acuerdo con la forma de realización alternativa antes indicada, una mitad con respecto a la otra mitad de la mesa desplazable 12) en el ajuste de la anchura del intersticio entre rodillos. Para el ajuste de la anchura de intersticio entre rodillos se ha previsto un motor de ajuste 13, fijado sobre la placa de soporte 20. De esta manera, el rodillo de presión ajustable 1, puede ser ajustado con respecto al otro rodillo de presión dispuesto de manera fija.
- 30 Se debe observar que, básicamente, ambos rodillos de presión 1, pueden ser ajustados también de manera axial.
- 35 Para el accionamiento del movimiento de giro de los rodillos de presión 1 se prevén ambos servomotores 9, que están acoplados con intermedio de una caja de engranajes correspondiente 10 y un embrague correspondiente 8 con el rodillo de presión asociado 1. Recibe el acoplamiento parcialmente del embrague 8. El embrague 8 está dispuesto en un cuerpo envolvente del embrague, cuyo extremo delantero en forma de valona 11 es atravesado parcialmente por el embrague 8. El embrague 8 se acopla con un eje de husillo 4 que mediante cojinetes 5/ soportes de husillos 7, está montado en un bloque de soporte 6 dispuesto en forma de cuerpo envolvente. Los rodillos de presión 1 pueden estar fijados en valonas de fijación del extremo delantero del correspondiente eje de husillo 4.
- 40 En el extremo delantero de los rodillos de presión 1 se acopla una guía de rotación correspondiente 3, que mediante la acción de aire u otro fluido, tal como por ejemplo agua, puede ser refrigerada para refrigerar adicionalmente los rodillos de presión. Se debe observar, no obstante, que a causa del ajuste axial permanente que se lleva a cabo de acuerdo con la invención, no es imprescindible dicha refrigeración de los rodillos de presión 1 durante la conformación del tubo de vidrio.
- 45 Es posible controlar separadamente la velocidad de giro de ambos rodillos de presión 1. Además, esta velocidad de giro será evaluada digitalmente con alta precisión y será observable visualmente. Esto es ventajoso en el ajuste de forma del tubo oval.
- 50 Es posible sincronizar la velocidad de giro de los rodillos de presión 1 con la velocidad del aparato de tracción 82 (ver figura 1) en cuanto a la tracción, o bien su acoplamiento entre sí con un desplazamiento fijo. Es decir, se puede variar la velocidad de tracción del dispositivo y la velocidad de los rodillos de presión de manera automática.
- 55 Tal como se puede observar en la figura 4b, los rodillos de presión están montados en situación funcional conjuntamente dentro de un cuerpo envolvente 45 y protegidos por una tapa adicional 46, en la que se ha realizado
- 60
- 65

una abertura 47 a través de la cual se introduce la barra de tubo de vidrio desde arriba en el intersticio entre rodillos, para la conformación.

5 Durante la conformación de la barra de tubo de vidrio en el intersticio entre rodillos, se varía preferentemente la posición, de ambos rodillos de presión 1 conjuntamente mediante un ajuste axial permanente de la posición de los rodillos de presión, de forma tal que se varía de manera permanente o se cambia de manera continuada la superficie de contacto entre los correspondientes rodillos de presión y el cuerpo de vidrio caliente. De manera preferente, este ajuste axial permanente de la posición de los rodillos de presión tiene lugar de manera correspondiente a una función de desplazamiento predeterminada. Esta función de desplazamiento se trata, de manera preferente, de un desplazamiento cíclico de avance y retroceso de los correspondientes rodillos de presión 1 en su dirección axial, de manera correspondiente a una función en diente de sierra o senoidal, o a una función de desplazamiento comparable que es realizada, preferentemente, de forma continua en el tiempo. Ello se lleva a cabo en etapas discretas de igual magnitud.

15 La construcción precisa de la instalación posibilita la disposición con exactitud micrométrica del rodillo de presión móvil con respecto al rodillo de presión fijo. Las incidencias en la zona del intersticio de los rodillos se reducen, por una parte mediante las tapas 46 y 47 y, por otra se pueden minimizar mediante el control o regulación mediante el dispositivo 88, tal como se ha descrito en base a la figura 1. En particular, se pueden evaluar las influencias de la temperatura en la zona del intersticio de los rodillos por medición técnica mediante un pirómetro y, se puede regular el proceso de los rodillos de manera manual o automática. Mediante esta construcción de la instalación, la manipulación micrométrica del diámetro interno de un tubo presionado es posible con una exactitud desconocida hasta el momento (se han medido, por ejemplo, $\pm 20 \mu\text{m}$). Los rodillos de presión pueden ser regulados en posición según microgrados, de manera que se puede determinar el mínimo fallo del intersticio de ambos rodillos de presión. Los ejes de rotación de los rodillos de presión que giran en el mismo sentido, pueden ser impulsados con un control técnico de la diferencia de velocidad para evitar efectos de curvatura determinados por la desviación de la barra de vidrio. La velocidad de extracción se predetermina mediante la máquina de tracción, pudiendo ser determinada la velocidad de los rodillos con una diferencia de velocidad con respecto a aquella, para generar una retención o tracción en la barra de vidrio, que se muestra determinante de la geometría del tubo presionado o pinzado. El ámbito de control y regulación de la instalación es medido mediante un sistema de medición óptico que mide con precisión micrométrica el diámetro interno del tubo presionado y controla los motores de ajuste de precisión de ambos ejes (ejes de rotación de los rodillos, ejes de ajuste). Además, el par de rodillos es accionado mediante otro motor de ajuste paso a paso para minimizar el desgaste prematuro de los rodillos, que está determinado por la influencia de las altas temperaturas del vidrio que se encuentra todavía en estado plástico.

35 La instalación y en especial los rodillos de presión, pueden ser refrigerados por aire o por agua para minimizar la influencia de la temperatura por las condiciones que se producen en el lugar de utilización.

Las figuras 5a y 5b muestran otras dos vistas en perspectiva de un dispositivo para la conformación de acuerdo con la presente invención.

40 La figura 7a - 7e muestran diferentes ejemplos de tubos de vidrio con secciones que no son redondas, que pueden ser fabricados, de acuerdo con la presente invención, con elevada precisión.

45 De acuerdo con la figura 7a, se conforma un tubo ovalado 100, cuya altura H es menor que la sección transversal máxima L. La anchura libre en la dirección del semieje menor se ha indicado con la letra h. El grosor de las paredes de este tubo ovalado puede ser constante en todo el desarrollo, o tal como se ha mostrado en la figura 7a, puede variar de manera continua y simétrica. Un tubo ovalado de este tipo puede ser utilizado, por ejemplo, como filtro postizo para elementos LED de pantallas planas. Se puede comprobar un rendimiento lumínico superior en un 30%. Un tubo ovalado de este tipo puede ser utilizado de acuerdo con otras utilidades preferentes de acuerdo con la presente invención, como tubo de medios para fotobioreactores para la irradiación de microorganismos que están contenidos en el tubo de medios o para instalaciones de energía solar para el calentamiento de un fluido que atraviesa dicho tubo de medios, mediante la utilización de la energía solar, tal como se explicará a continuación.

55 De acuerdo con la figura 7b, el tubo conformado 100 tiene una forma esencialmente rectangular, con bordes extremos redondeados en semicírculo y dos lados 101 que discurren paralelamente entre sí presentando grosor de paredes constante.

De acuerdo con la figura 7c, el tubo de vidrio 100 presenta un lado longitudinal plano 102, así como una superficie curvada, simétrica y convexa 103, de manera que los radios de curvatura en ambos bordes 104 son muy pequeños.

60 De acuerdo con la figura 7d, el tubo de vidrio conformado 100, está constituido de manera global en forma de aparato de ejercicio gimnástico, con dos alas laterales constituidas de forma simétrica ovalada 105 con una altura M2, que están unidas entre sí mediante un puente de unión más estrecho 107 con una altura M3. Los inventores han comprobado que un tubo de vidrio de este tipo con los parámetros de proceso habituales es adecuado para la fabricación de un tubo ovalado, tal como se describe en base a la figura 7a, cuando las secciones de pared laterales medias se encuentran todavía en situación caliente plástica, deformable en el lado de mayor anchura del tubo de

vidrio después de la conformación. Estas secciones de pared laterales medias pueden ser más gruesas que las mostradas en la figura 7d, de manera que las secciones laterales establecen contacto entre sí en la parte media del tubo de vidrio para prestar estabilidad al perfil tubular de dispositivo de ejercicio físico.

5 Dentro del alcance de la presente invención, los tubos de vidrio presentan, tal como se ha descrito de acuerdo con la figura 7a a 7b, secciones extremas con un perfil semicircular, tal como se ha descrito a continuación en base a las figuras 7e y 8.

10 La figura 7e muestra la realización global de un tubo de vidrio que ha sido fabricado de acuerdo con un procedimiento según la presente invención. Dicho tubo presenta una sección central L3 con un perfil que se desvía de la forma circular, constituido por ejemplo, de forma ovalada, tal como se ha descrito en base a la figura 7a. El tubo de vidrio presenta además, dos secciones extremas L1 y L1* abiertas, es decir, no fundidas o cerradas, que presentan perfil circular, que corresponde preferentemente al perfil circular del tubo de vidrio que discurre en el intersticio entre rodillos formado por los rodillos de presión, puesto que el tubo de vidrio no ha sido deformado en las secciones extremas L1 y L1*. Las secciones extremas L1 y L1* pasan mediante secciones de transición L2 y L2* de manera continuada a la sección central L3 que presenta un perfil distinto de la forma circular.

15 La sección central L3 es constituida por conformación del tubo de vidrio que discurre en el intersticio entre los rodillos de presión. En esta sección central L3 la anchura corresponde al lado más ancho del tubo de vidrio según la separación del intersticio entre los rodillos de presión conformadores. No se conforman, preferentemente, las secciones extremas L1 y L1*. Por el contrario su perfil circular corresponde al perfil inicial o de salida del tubo de vidrio que discurre en el intersticio entre los rodillos de presión antes de la conformación de la sección central L3, porque durante la formación de las secciones extremas L1 y L1* la anchura de intersticio entre los rodillos de presión es mayor o igual a la medida externa del perfil inicial o de salida en el intersticio entre los rodillos de presión. El inicio de las secciones de transición L2, L2* hacia las secciones extremas L1, L1* marca la correspondiente anchura de intersticio entre los rodillos de presión que corresponde a la medida externa del perfil inicial o de salida que entra en el intersticio entre rodillos de presión. Mediante una reducción adicional del intersticio entre rodillos de presión, el perfil inicial o de salida se conforma de manera creciente, lo que se traduce en una conformación continuada de las secciones de transición L2, L2*. El final de las secciones de transición L2, L2* con respecto a la sección central L3 marca la correspondiente anchura del intersticio entre los rodillos de presión, que corresponde a un grado de conformación máximo del perfil inicial o de salida que se introduce en el intersticio entre rodillos o bien a una medida externa mínima del tubo de vidrio conformado, es decir, por ejemplo la altura h del lado más ancho del tubo oval 100 de acuerdo con la figura 7a. En el tubo de acuerdo con la figura 7e las longitudes periféricas de las secciones centrales L3, es decir, las del perfil diferente a la forma circular, y las longitudes periféricas de las secciones extremas L1, L1* del tubo que tienen perfil circular, son iguales.

20 Los perfiles de las secciones L2, L3 y L1* pueden ser predeterminadas mediante la determinación de la forma de los rodillos de presión, así como por la forma de trabajo de los mismos pudiéndose variar de manera simple. Así por ejemplo, la sección central L3 puede estar constituida globalmente en forma de gota de agua, cuando los ejes de los rodillos de presión que constituyen el intersticio entre rodillos son ajustados durante la conformación de la sección central, de manera tal que, discurren entre sí en forma de V. O bien el perfil de la sección central L3, puede variar, teniendo en cuenta la dirección axial, cuando los rodillos de presión que constituyen el intersticio entre los mismos presentan un perfil no circular, en especial un perfil oval o poligonal. O bien la sección central L3 puede estar realizada con un perfil, tal como se ha mostrado por ejemplo en la figura 7d, cuando los rodillos de presión que determinan el intersticio entre rodillos, presentan un perfil simétrico con un contorno que difiere del lineal, en especial cuando los rodillos de presión constituyen conjuntamente un intersticio entre rodillos de forma simétrica y el contorno de los rodillos de presión correspondiente presenta un rebaje y lateralmente con respecto al mismo, dos saliente simétricos. Evidentemente, se pueden formar también perfiles más complicados con más de un rebaje en la sección central del tubo, cuando los rodillos de presión que constituyen el intersticio entre rodillos, presentan dos o más de dos rebajes.

25 De esta forma los rodillos de presión pueden ser accionados de forma activa y/o pueden ser calentados adicionalmente. Además, los rodillos de presión pueden ser ajustados axialmente y/o se puede variar su ángulo de colocación.

30 La figura 8 muestra un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento según la presente invención para la fabricación del tubo de vidrio mostrado en la figura 7e. En principio, se dispone un tubo, que presenta una forma inicial o de partida circular. Para ello el material puede ser elaborado de manera continua por un procedimiento de fabricación apropiado, por ejemplo por extrusión de un material plástico, preferentemente, un material plástico transparente o por tracción continuada de una barra de vidrio tubular o de una masa de vidrio fundido, por ejemplo con ayuda de un procedimiento "Down-Draw", procedimiento de "Vel-lo" o procedimiento "Danner". A continuación, el tubo es transportado en estado plástico deformable, a través de un intersticio entre rodillos que está constituido por, como mínimo, dos rodillos de presión. De acuerdo con el material del tubo puede ser necesario un determinado calentamiento del tubo. O bien el tubo, será transportado directamente después de su fabricación, por ejemplo mediante tracción de una barra tubular de vidrio, desde una fusión de vidrio o por extrusión de un tubo de material plástico, nuevamente hacia el intersticio entre rodillos. En esta situación, el intersticio entre rodillos presenta una

primera anchura de intersticio que es superior o igual a la medida externa del perfil inicial del tubo, es decir, el diámetro externo de la barra de tubo que discurre por el intersticio entre rodillos. En esta situación funcional, preferentemente no tiene lugar la conformación del tubo en el intersticio entre rodillos, puesto que los rodillos de presión no establecen contacto sobre el perfil externo de la barra tubular.

5 Después del corte de un tubo previamente fabricado se medirá la longitud del tubo alimentada al intersticio entre rodillos, por ejemplo, con ayuda del aparato de medición de longitud 91 (ver figura 1). Mientras la longitud medida del tubo no supera un valor predeterminado L1 los rodillos de presión permanecen en su estado de reposo, sin que se efectúe deformación del tubo en el intersticio entre rodillos. En caso de que la longitud medida del tubo alcanza el
10 valor predeterminado L1, se empezará a disminuir la anchura del intersticio entre rodillos, por ajuste de, como mínimo, uno de los rodillos de presión en dirección perpendicular a su dirección axial. El momento en el que tiene lugar directamente el contacto de los rodillos de presión sobre la periferia externa de la barra de tubo que discurre en el intersticio entre rodillos indica el inicio de la zona de transición L2. Al continuar la reducción de la anchura del intersticio entre rodillos, el tubo se va deformando progresivamente, hasta alcanzar finalmente la anchura del
15 intersticio entre rodillos un valor predeterminado (segunda anchura de intersticio) que corresponde, por ejemplo, al eje menor del tubo oval a fabricar. Este punto en el tiempo indica el final de la sección de transferencia L2 y el inicio de la sección central L3 del tubo de vidrio que presenta el perfil distinto a la forma circular.

20 Después de alcanzar la segunda anchura de intersticio, que es menor que la medida externa del perfil inicial o de partida de la barra de tubo que discurre en el intersticio entre rodillos, el tubo en estado deformable plásticamente es conformado adoptando el perfil L3, que difiere de la forma circular. Se puede proceder en este caso a la conformación adoptando una forma de tubo oval, tal como se ha mostrado como ejemplo en la figura 7a, pero también se pueden conseguir otros perfiles deseados, que difieren de la forma circular ideal y que se han descrito
25 como ejemplo en base a las figuras 7b y 7d. En este estado de funcionamiento la longitud del tubo deseada será medida adicionalmente. Mientras la longitud del tubo medida no supera un valor predeterminado L3, los rodillos de presión permanecen en el estado que corresponden a la segunda anchura de intersticio, en la que el tubo es conformado según el intersticio entre rodillos. Si la longitud medida del tubo alcanza el valor predeterminado L3, entonces se empezará a aumentar nuevamente la anchura del intersticio entre rodillos, en dirección perpendicular a su dirección axial. El momento de tiempo del inicio de este aumento del intersticio entre rodillos marca el inicio de la zona de transición posterior L2*. Mediante un aumento adicional de la anchura del intersticio entre rodillos, el tubo es conformado con una medida cada vez más reducida, hasta llegar finalmente a la anchura del intersticio entre rodillos
30 nuevamente más grande o igual a la medida externa del perfil inicial (tercera anchura entre rodillos, que puede ser igual a la segunda anchura de intersticio). Este momento de tiempo marca el inicio de la sección de transición posterior L2* y el inicio de la sección extrema posterior L1, en la que el tubo presenta nuevamente forma circular, que corresponde en especial al perfil inicial o de salida no deformado que discurre en el intersticio entre rodillos. Finalmente, el tubo será cortado en el lugar adecuado de la sección extrema posterior L1*.

35 Tal como comprenderá el técnico en la materia de manera directa, de esta manera se pueden fabricar tubos cuyas secciones finales L1, L* tienen forma circular, es decir, que mediante tecnologías de unión de tubos de tipo conocido se pueden unir con medios de conexión, (por ejemplo de entrada y salida) o tubos adyacentes que, no obstante, presentan, como mínimo, una sección central L3 con un perfil que difiere del perfil circular. De esta manera, los tubos según la invención se puede unir con medios de conexión o tubos adyacentes de manera que los tubos de la invención presentan por secciones un perfil diferente al circular, efectuándose la unión mediante tecnologías de conexión de tubos de tipo conocido. De acuerdo con el procedimiento de la invención, tal como se ha descrito en
40 base a la figura 8 a título de ejemplo, se pueden ajustar también en dirección axial del tubo las variaciones de perfiles deseadas para el tubo. Serán preferentemente, básicamente formas de perfil simétricas, tal como se ha mostrado en la figura 7e, puesto que éstas pueden ser fabricadas habitualmente con menor esfuerzo. No obstante, se pueden prever, básicamente, también otras formas de perfil de tipo asimétrico en la dirección axial del tubo.

45 Son sectores de utilización de estos tubos, en especial tubos de vidrio, por ejemplo: tubos ovales con gran exactitud geométrica para la utilización de envases herméticos para las nanopartículas de semiconductores, en las que es importante una elevada exactitud geométrica (medida del intersticio); tubos de émbolo o bien de envolvente para lámparas de descarga, en especial, lámparas de descarga rápida en las que se debe minimizar las dimensiones, pero no el rendimiento lumínico.

50 En base a las figuras 10a y 10b se describirá a continuación, un procedimiento de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención. En la figura 10a se ha mostrado una vista en sección esquemática de la zona del intersticio entre rodillos, que queda constituida por los dos rodillos de presión 1. El tubo de vidrio 100 discurre el intersticio entre rodillos perpendicularmente al plano del dibujo. Los rodillos de presión 1 giran alrededor del correspondiente eje 1a. A diferencia de la forma de realización, de acuerdo con las figuras 2 a 6, los rodillos de presión 1 presentan en su periferia externa un saliente 1b, que en el ejemplo de realización mostrado presenta la forma de un triángulo isósceles, si bien la presente invención no quedará limitada básicamente a la forma de dicho perfil. En la disposición según la figura 10a los rodillos de presión 1 constituyen un intersticio entre rodillos que
55 partiendo del punto más estrecho, es decir, el punto en el que se encuentran uno frente a otro los vértices de los salientes 1b, se ensancha simétricamente y en forma de cuña. Mediante este intersticio entre rodillos el tubo de vidrio 100, será deformado tan intensamente que en la zona central adopta una estrangulación 107, en la que entran

en contacto el lado de arriba y el lado de abajo del tubo de vidrio y se funden entre sí constituyendo un puente de unión 107. Partiendo de dicho puente de unión 107, se extienden brazos de conexión oblicuos 106, cuya forma e inclinación quedan predeterminadas por el perfil de los salientes 1b de los rodillos de presión 1, que finalmente se transforman en dos alas laterales en forma de bola 105. Un tubo de vidrio 100 aplicado de este modo facilita dos canales de flujo, que pueden estar constituidos por las alas laterales 105. En las zonas del puente de unión 107 estos canales de flujo están separados entre sí, de manera que, por ejemplo, en estas zonas pueden circular fluidos en direcciones contrarias.

La figura 10b muestra otro ejemplo de realización para un rodillo de presión 1, que presenta un saliente 1c con curvatura cóncava. Esto conduce de manera correspondiente en la figura 10a en la zona de los brazos de unión a una curvatura correspondiente convexa del tubo de vidrio (no mostrado).

En base a las figuras 9a - 9c se describirán a continuación, dos utilizaciones preferentes de un tubo de vidrio fabricado de acuerdo con la presente invención. La figura 9a muestra la utilización de uno de dichos tubos transparentes en un fotobioreactor para el cultivo de microorganismos por radiación con luz natural. En el tubo transparente 100, que puede estar fabricado a base de vidrio o un material transparente adecuado, se encuentra un fluido 113, que actúa como matriz para los microorganismos en cultivo 112, por ejemplo, algas. El tubo 100 está unido por sus secciones extremas (no mostrado), que presentan un perfil circular, mediante elementos de conexión, es decir, entrada y salida (no mostrado), o con otros tubos del mismo tipo, por ejemplo, con intermedio de piezas intermedias o piezas de conexión, de manera que el fluido 113 que contiene los microorganismos 112 puede ser bombeado de manera continua o cíclica a través del fotobioreactor. El tubo presenta como mínimo una sección central con un perfil distinto al perfil circular y está fabricado de modo general, tal como se ha mostrado en la figura 7e. Esta sección central está constituida, por ejemplo, en forma del tubo oval que se ha mostrado. En la utilización de un tubo de este tipo la sección central (L3) del tubo 100, es decir, por ejemplo, el tubo oval que se ha mostrado está dispuesto con su lado más ancho dirigido hacia la fuente de luz natural 110 (el sol). De manera más precisa, el eje principal, que discurre entre ambos focos del tubo oval 100, está dispuesto perpendicularmente a la dirección de incidencia de la luz o a una dirección de incidencia de la luz habitual.

Como comprenderá fácilmente el técnico en la materia, en la disposición de acuerdo con la figura 9a, la fuente de luz natural se puede constituir también mediante espejos huecos o dispositivos ópticos similares sobre el tubo 100, tal como simbolizan en la figura 9a las flechas muestran la dirección de incidencia del sol. En este caso la sección central (L3) del tubo, es decir, por ejemplo, el tubo oval que se ha mostrado, estaría dispuesto de manera correspondiente con su lado más ancho dirigido hacia la luz del sol o bien a la dirección de incidencia del sol. En especial para el caso de que la irradiación solar incida sin dispositivos ópticos sobre el tubo 100, el tubo 100 no será dirigido de manera general exactamente (en el sentido matemático) con su lado ancho en oposición a la dirección de la incidencia del sol sino solamente de manera aproximada, de manera que el tubo 100 de manera general no será alterado de manera correspondiente a la situación variable del sol. Naturalmente, se podría prever un ajuste posterior de este tipo de la orientación de los tubos 100 de Fotobioreactor, básicamente, también de forma que se posibilitara una irradiación óptima de la luz del sol en el tubo 100 según la invención. De manera alternativa, la formación de imagen de la luz solar sobre el tubo 100 puede ser ajustada posteriormente mediante el ajuste apropiado del espejo hueco o de dispositivos de formación de imagen óptica similares de manera correspondiente a la situación del sol.

La figura 9b muestra la utilización de un tubo transparente 100, fabricado de acuerdo con un procedimiento según la presente invención, en un fotobioreactor para el cultivo de microorganismos por irradiación mediante luz artificial. De acuerdo con la figura 9b la fuente de luz artificial 115 está dispuesta en el foco de un espejo hueco 111, que se extiende a lo largo de la sección central correspondiente y paralelamente a esta, de manera que la luz de la fuente de luz artificial 115 sea emitida según un haz de luz ensanchado que irradia el tubo 100. En este caso la sección central (L3) del tubo 100, es decir, por ejemplo, el tubo oval que se ha mostrado, está dispuesto con su lado más ancho dirigido hacia la fuente de luz 115. Dicho de manera más precisa, el eje principal que discurre entre ambos focos del tubo oval 100, está dirigido perpendicularmente a la dirección de incidencia de la luz, tal como se determina por el espejo hueco 111 y la disposición de la fuente de luz 115.

Ejemplo numérico: en comparación con el tubo redondo un tubo oval (para la misma periferia) y una relación de eje principal, por ejemplo 1,42:1 tiene una superficie mayor según un factor 1,16. En base a la sección transversal algo más pequeña las Algas discurren, no obstante, de manera más rápida en la zona oval que en la zona redonda y reciben una iluminación según un factor 1,06. De modo global, de acuerdo con la presente invención, un efecto positivo con un factor 1,09. Este factor corresponde un crecimiento de Algas mayor con respecto a un tubo completamente redondo. En fotobioreactores se pueden cultivar, por lo tanto, Algas en tubos, en los que varios tubos casi sin fin están unidos entre sí (con una longitud, por ejemplo, hasta 50m) y están dispuestos verticalmente uno encima de otro con soportes contra el sol o fuente de luz artificial. La combinación de tubos ovales con extremos redondos, tal como se ha descrito, es ventajosa para conseguir las ventajas de un mayor rendimiento lumínico y poder utilizar las técnicas de conexión de tubos redondos de tipos conocidos hasta el momento.

La figura 9c muestra otra utilización de un tubo 100, fabricado según un procedimiento según la presente invención, para utilizaciones en energía solar térmica para el calentamiento del fluido mediante la luz del sol. En el tubo

transparente 100, que puede estar fabricado de vidrio o de un material plástico adecuado se encuentra un fluido 113, que debe ser calentado. El tubo 100 está unido por sus secciones extremas (no mostradas), que presentan perfil circular, con medios de conexión, es decir, una entrada y una salida (no mostrada), o con otros tubos de igual tipo, de manera que, el fluido 113 pueda ser bombeado de manera continua o cíclica a través de la instalación de energía solar térmica. El tubo presenta como mínimo una sección central con un perfil que difiere del perfil circular y que por lo demás está construida, tal como se ha descrito en base a la figura 7e. La sección central está constituida, por ejemplo en forma del tubo ovalado 100 que se ha mostrado. En la utilización de un tubo de este tipo la sección central (L3) del tubo, es decir, por ejemplo, el tubo oval que se ha mostrado, está dispuesto con su lado más ancho dirigido a la fuente de luz. De acuerdo a la figura 9c en este caso la luz queda constituida por la luz del sol 110 recibida mediante un espejo hueco 111 sobre el tubo 100, que se extiende a lo largo de la sección central correspondiente y de manera paralela, de forma que la luz del sol queda reflejada en un haz de luz ensanchado que irradia el tubo 100. Con esta geometría el tubo 100 está dirigido con su lado más ancho al espejo hueco 111, que en este caso sirve como fuente de luz para el calentamiento del fluido 113 en el tubo 100. De manera habitual el espejo hueco 111 será guiado de manera correspondiente a la situación variable del sol. En sistemas solares más simples y menos eficientes, eso no es indispensable, de manera que en estos casos la orientación descrita del tubo no será imprescindiblemente exacta (en el sentido matemático), sino por el contrario se aproximará a la mejor orientación óptica posible. Mediante las secciones de tubo de forma oval se pueden evitar tolerancias en la geometría de los espejos y en los sistemas de seguimiento del sol, de manera que dichas tolerancias sean más grandes y los costes puedan ser más reducidos.

Como materiales para el tubo fabricado de acuerdo con un procedimiento según la presente invención, se pueden utilizar materiales deformables de tipo deseado, por ejemplo, vidrio, plástico o materiales compuestos a base de plástico. Para las utilidades preferentes en las que se tiene que irradiar el fluido situado dentro del tubo, el material del tubo es adecuadamente transparente a la luz de irradiación en la zona o rango de longitudes de onda correspondientes. De manera preferente se escogerán para ello tipos de vidrio transparente, por ejemplo, Duran (SiO₂-81%, B₂O₃-13%, N₂O+K₂O-4%, Al₂O₃-2%), cristal sódico cálcico o Fiolax®, o bien materiales plásticos transparentes de un grupo, que comprende: polimetilmetacrilato (PMMA), policarbonato (PC), poliamida (PA), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestirol (PS), poli-4-metilpenteno-1 (PMP), cloruro de polivinilo (PVC), copolímero de cicloolefina (COC), copolímero bloque de estirolo/butadieno/estirolo (SBS), copolímero de metilmetacrilato/acrilonitrilo/polibutadieno/estirolo (MABS), poliéster aromático (APE), carbonato de poliéster (PEC), propionato de celulosa (CP), polietilfluoretileno (PTFE), polietersulfona (PES).

Las longitudes de los tubos pueden ser de 0,20m - 10m, el diámetro en las zonas redondas puede ser superior a 8mm y menor de 200mm, los grosores de pared pueden estar comprendidos entre 0,5 y 10mm. Los tubos ovales en el sentido de la presente solicitud pueden ser fabricados con ejes principales a en el diámetro más largo y b en el diámetro más corto) y proporciones de los ejes principales $1 < a/b < 2$ y en especial, $1,2 < a/b < 1,6$.

Haciendo referencia a la figura 1 el tubo de vidrio puede ser marcado de manera correspondiente al sentido de salida del intersticio entre rodillos con el valor medido del diámetro externo y/o medición interna de acuerdo con los aparatos de medición 86, 87, por ejemplo, mediante escritura o marcado laser. Además, el tubo de vidrio puede ser clasificado también de manera correspondiente a los valores de medidas externas y/o internas conseguidas a la salida del intersticio entre rodillos mediante los aparatos de medición 86, 87.

Para un dispositivo para el presionado del tubo de vidrio en situación plástica con tolerancias del diámetro interno de +/- 20 µm, las exigencias de tolerancia para los componentes son en general de 10 veces la exactitud de las tolerancias previstas. Para mantener los costes dentro de valores tolerables, los componentes individuales del dispositivo, tienen tolerancias máximas de +/-3 µm. Se debe tener en cuenta la influencia de la temperatura, puesto que una variación de temperatura de 1 K lleva a una variación de intersticio de 1 µm. Mediante un sistema de refrigeración se puede mantener por lo tanto opcionalmente la temperatura de la instalación en valores lo más constantes posible. Las superficies de los rodillos se calientan por acción de la barra de vidrio habitualmente de forma incontrolada, lo que se puede evitar mediante el ajuste axial permanente que se ha descrito como mínimo de uno de los rodillos de presión y preferentemente de ambos rodillos de presión. Esto se puede fomentar mediante un control permanente de la supervisión o regulación de la anchura de intersticio entre rodillos.

La figura 11a muestra una disposición de conexión 190 de dos tubos, a título de ejemplo, cuyos tubos han sido fabricados según un procedimiento de acuerdo con la presente invención. De los tubos se han mostrado solamente las secciones extremas 203 que tienen perfil en forma de círculo, que pasan en la zona de transición 202a a la sección correspondiente 202 que tiene perfil de forma no circular tal como se ha descrito. Ambas secciones extremas 203 con perfil de forma circular están rodeadas de un elemento de unión de tubos 204 en forma de manguito. Ambos elementos de unión de tubos 204 están unidos preferentemente entre sí, pero pueden estar contruidos también en forma de una sola pieza. Mediante el giro, tal como se ha mostrado en la figura 11a mediante una flecha indicadora de giro, se consigue una conexión estanca entre el correspondiente elemento de unión de tubo 204 y la sección extrema 203 que tiene perfil de forma circular. Por ejemplo, mediante el giro del elemento de unión de tubos se ajustará una caperuza extrema del mismo de forma axial, de manera que se comprime un retén tórico que estanqueiza la sección extrema 203 dotada de perfil circular.

La figura 11b en representación esquemática un fotobioreactor 200 para el cultivo de microorganismos, mediante radiación, por ejemplo, algas, de manera que el fotobioreactor 200 comprende tubos fabricados, de acuerdo con un procedimiento según la presente invención. Las algas en crecimiento utilizan luz y determinados nutrientes, ante todo dióxido de carbono, compuestos nitrogenados solubles y fosfatos. Se utilizará como luz, normalmente la luz diurna pero también se puede utilizar alternativamente luz artificial como alternativa a la luz diurna o adicionalmente a la misma. Una pequeña cantidad de microorganismos se mezcla en un fluido, por ejemplo agua, preferentemente, agua dulce o agua de mar o en un medio nutritivo adecuado. El fotobioreactor 200 comprende múltiples tubos que de modo adecuado son transparentes, de manera que la luz pueda introducirse en el fluido que se encuentra en los tubos. Los tubos comprenden de manera correspondiente secciones 202 con perfil distinto al circular y secciones 204 con perfil circular, tal como se ha descrito anteriormente. Los tubos están unidos entre sí mediante elementos de unión 204, que están contruidos de forma tal que corresponden, por ejemplo, a la realización descrita en la figura 11a. Una pluralidad de tubos están conectados en línea de este modo para constituir una alineación correspondiente. Las alineaciones individuales están unidas entre sí mediante tubos en U 207, de manera que se realiza una disposición de tubos, que tiene de forma general una estructura de meandros en la que el fluido recibe el suministro de los microorganismos y circula de manera adecuada. La correspondiente primera o bien última alineación de tubos pueden estar conectados mediante un conducto de conexión 201, con recipiente de almacenamiento, bombas, etc. (no mostrado). Los tubos están fijados mediante elementos de fijación 206 en un armazón 205, que posibilita el direccionado adecuado de los tubos, tal como se ha descrito anteriormente.

Si bien se ha descrito, que los tubos en ambos extremos una sección con perfil de forma circular, el técnico comprenderá que los tubos en su fabricación o después de la misma pueden ser también cortados en otras secciones deseadas de manera adecuada. Se pueden prever, por ejemplo, tubos que presentan una sección con perfil circular para conexión con tubos adyacentes así como, como mínimo, otra sección con un perfil no circular, de manera que los tubos en esa sección son cortados con un perfil que no es circular. Estos tubos presentan también, por ejemplo, un extremo con un perfil de forma circular y un extremo opuesto con un perfil de forma no circular. Según la forma de realización de acuerdo con la figura 10a el tubo puede estar en forma de tubo doble con estructura útil para ejercicios gimnásticos, es decir, sin correspondientes secciones extremas de forma circular, de manera que la conexión con los canales de flujo constituidos por las alas laterales 105 se tiene que conseguir de otra forma como por ejemplo, mediante manguitos elásticos.

Si bien se ha descrito que el dispositivo se utilizará para la conformación de tubos de vidrio, también este dispositivo se podrá utilizar de forma correspondiente para la conformación de tubos de otros materiales plásticos, de forma duradera. De manera preferente, el tubo de vidrio de salida tiene una sección circular y tiene lugar entonces la conformación en un perfil que difiere del mismo por lo menos en una sección central. Los extremos del tubo tienen en las secciones extremas un perfil constante y están realizados de forma abierta, es decir, no están unidos por fusión o de otra manera. Tal como puede comprender de forma evidente el técnico al estudiar la presente descripción, la presente invención se ha descrito solamente en forma de ejemplo y haciendo referencia a ejemplos de realización, pudiéndose adoptar múltiples modificaciones sin salir de los conceptos generales y del ámbito de protección de la invención, tal como ésta está definida por las reivindicaciones adjuntas. Además, las características descritas de la invención actual pueden ser también combinadas entre sí de manera completamente distinta a la que se ha dado a conocer.

Lista de designaciones

- | | | |
|----|----|---|
| 45 | 1 | Rodillos de presión |
| | 1a | Eje de giro |
| | 1b | Saliente triangular en la periferia de los rodillos de presión 1 |
| | 1c | Saliente en la periferia de los rodillos de presión 1 con curvatura cóncava |
| | 2 | Rodillos de desvío |
| 50 | 3 | Guiado con giro |
| | 4 | Husillo roscado |
| | 5 | Soporte |
| | 6 | Bloques de soporte |
| | 7 | Cojinete del husillo |
| 55 | 8 | Acoplamiento |
| | 9 | Servomotor |
| | 10 | Caja de engranajes |
| | 11 | Valona |
| | 12 | Mesa desplazable |
| 60 | 13 | Ajuste intersticio |
| | 15 | Perfil guiado |
| | 20 | Placa de soporte |
| | 21 | Barra de guiado |
| | 22 | Bloque de soporte |
| 65 | 23 | Bloque de soporte |
| | 24 | Husillo de ajuste (para ajuste axial de los rodillos) |

ES 2 565 988 T3

	25	Motor (para ajuste axial de los rodillos)
	30	Placa base
	31	Barra de guiado
	32	Bloque de soporte
5	33	Rueda giratoria (ajuste de altura)
	34	Husillo de ajuste
	35	Mesa desplazable
	37	Adaptador
	38	Adaptador
10	45	Cuerpo envolvente con refrigeración
	46	Tapa
	47	Abertura
	50	Puente de soporte
	51	Ajuste de altura
15	52	Ajuste transversal
	53	Ajuste de altura
	54	Ajuste transversal
	80	Instalación ajuste tubo vidrio
	81	Par de rodillos de tracción
20	82	Aparato de tracción
	83	Par de rodillos de tracción
	84	Par de rodillos de tracción
	85	Armazón
	86	Aparato de medición del diámetro externo
25	87	Aparato de medición del diámetro interno
	88	Dispositivo de control o regulación central
	89	Armazón
	90	Suelo
	91	Aparato de medición de longitud
30	92	Dispositivo de corte
	100	Tubo de vidrio
	101	Lado longitudinal
	102	Lado longitudinal plano
	103	Superficie curvada convexa
35	104	Borde
	105	Ala lateral
	106	Brazo oblicuo
	107	Estrangulamiento / puente de unión
	110	Fuente de luz natural (sol)
40	111	Espejo hueco
	112	Microorganismos
	113	Fluido
	115	Fuente de luz artificial
	190	Dispositivo de unión de tubos
45	200	Fotobioreactor
	201	Conducto de conexión
	202	Sección del tubo con perfil no circular
	202a	Zona de transición
	203	Sección del tubo con perfil circular
50	204	Elementos de unión de tubos
	205	Armazón
	206	Elemento de fijación
	207	Tubo en U
55		

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para fabricación de un tubo con perfil diferente de la forma circular por secciones, mediante conformación, que presenta las etapas:
- 10 a) Disponer un tubo (81) fabricado a base de vidrio, plástico o un material compuesto de plástico, en el que el tubo tiene un perfil inicial circular (L1);
- 15 b) Transportar el tubo (81) en estado caliente y maleable, a través de una estrangulación formada por rodillos de presión (1) y que tiene una primera anchura de estrangulación que es superior o igual a la dimensión externa del perfil inicial;
- 20 c) Ajustar los rodillos de presión (1) para disponer una segunda anchura del estrangulamiento que es menor que la dimensión externa del perfil inicial, y deformar el perfil inicial en dicho estado caliente y maleable para obtener dicha sección transversal no circular (L3); y
- d) Ajustar los rodillos de presión (1) para disponer una tercera anchura de intersticio que es mayor o igual que la dimensión externa del perfil inicial y cortar dicho tubo en una zona que tiene sección transversal circular;
- de manera que las correspondientes partes extremas (L1, L1*) de dicho tubo, tienen sección transversal circular.
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que se mide la longitud deseada del tubo (81), de manera que en base al valor de medición para la longitud deseada del tubo (81) se ajusta una longitud axial del perfil (L3) que difiere de la forma circular y/o una longitud axial de zonas de transición (L2; L2*) entre las secciones extremas (L1; L1*) del tubo y el perfil (L3) que difiere de la forma circular .
3. Procedimiento, según la reivindicación 2, en el que el ajuste de los rodillos de presión (1) en las etapas c) y d) se lleva a cabo según una función de desplazamiento predeterminada para la formación de las zonas de transición (L2; L2*) entre las secciones extremas (L1; L1*) del tubo y dicho perfil no circular (L3) de manera tal que estas zonas de transición presentan secciones de acuerdo con la función de desplazamiento predeterminada.
4. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la conformación del perfil inicial pasando al indicado perfil no circular (L3) de la etapa c) es efectuada en estado maleable, en caliente, en el que la posición de, como mínimo, un rodillo de presión (1), se modifica de forma continuada, en particular siguiendo un ajuste axial continuo, de manera tal que varía continuamente el espacio de contacto entre rodillos de presión y el tubo caliente que se desplaza en el intersticio entre rodillos.
5. Procedimiento, según la reivindicación 4, en el que el ajuste axial continuo de los correspondientes rodillos de presión tiene lugar de manera correspondiente a una función de desplazamiento predeterminada, de manera que la función de desplazamiento predeterminada es realizada mediante un desplazamiento cíclico de avance y retroceso de los correspondientes rodillos de presión en su dirección axial y/o en etapas discretas de igual magnitud de paso.
6. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los ejes de los rodillos de presión (1), que constituyen el intersticio entre rodillos, discurren con forma de V entre sí.
7. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los rodillos de presión (1), que constituyen el intersticio entre rodillos, presentan un perfil no circular, en especial un perfil oval o poligonal.
8. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los rodillos de presión (1), que constituyen el intersticio entre rodillos, presentan un perfil simétrico en rotación con un contorno que difiere de la forma lineal, de manera que los rodillos de presión forman en particular un intersticio simétrico, en el que el contorno del rodillo de presión correspondiente comprende como mínimo un rebaje o, como mínimo, un saliente.
9. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los rodillos de presión (1) son accionados de manera activa y/o calentados de manera adicional y/o de manera que los rodillos de presión (1) son ajustados axialmente y/o se modifica su ángulo de inclinación.
10. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tubo (81) con perfil inicial de forma circular (L1) está realizado en vidrio, en especial vidrio transparente.
11. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el tubo (81) con el perfil inicial de forma circular (L1) está fabricado a base de un material plástico, en especial de un material plástico transparente, de manera que el material es escogido preferentemente en un grupo, que comprende: polimetilmetracrilato (PMMA), policarbonato (PC), poliamida (PA), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestirol (PS), poli-4-metilpenteno-1 (PMP), cloruro de polivinilo (PVC), copolímero de cicloolefina cíclica (COC), copolímero bloque de estirolo/Butadieno/estirolo

(SBS), copolímero de metilmetacrilato/acrilonitrilo/polibutadieno/Stirolpropf (MABS), poliésteres aromáticos (APE), carbonato de poliéster (PEC), propionato de celulosa (CP), polieterefluoretileno (PTFE), polietersulfona (PES).

5 12. Dispositivo para la fabricación de un tubo de vidrio, plástico o un material compuesto de plástico, con un perfil distinto al perfil circular, mediante conformación, que presenta

rodillos de presión (1), que constituyen el intersticio entre rodillos con una determinada anchura de intersticio;

10 un dispositivo de ajuste (25), asociado a los rodillos de presión para ajustar la anchura del intersticio;

un dispositivo de control (88), que está asociado al dispositivo de ajuste (25) para controlar este; y un dispositivo de corte (92), para cortar un tubo con una longitud predeterminada;

15 **caracterizado porque**, el dispositivo de control (88) está dispuesto, para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores de forma que las secciones extremas (L1; L1*) del tubo tienen un correspondiente perfil circular.

20 13. Dispositivo, según la reivindicación 12, que comprende además un aparato de medición (91), para medir una longitud deseada del tubo (81), de manera que el dispositivo de control (88) controla el dispositivo de ajuste (25) adicionalmente sobre la base de un valor de medición para la longitud deseada del tubo (81), que se ajusta una longitud axial del perfil (L3) que difiere de la forma circular y/o una longitud axial de las zonas de transición (L2; L2*) entre las secciones extremas (L1; L1*) del tubo y el perfil (L3) que difiere de la forma circular.

25 14. Dispositivo, según las reivindicaciones 12 o 13, en el que el dispositivo de ajuste (25) asociado a los rodillos de presión (1) está dispuesto además o está controlado mediante el dispositivo de control (88), de forma que la disposición de los correspondientes rodillos de presión (1) se varía por ajuste axial continuo de los correspondientes rodillos de presión, de manera que el ajuste axial continuo de los correspondientes rodillos de presión tiene lugar de manera correspondiente a una función de desplazamiento predeterminada, de manera que la función de desplazamiento predeterminada es realizada mediante un movimiento cíclico de va y ven de, como mínimo, un
30 rodillo de presión en su dirección axial y/o en etapas discretas, de igual valor de paso.

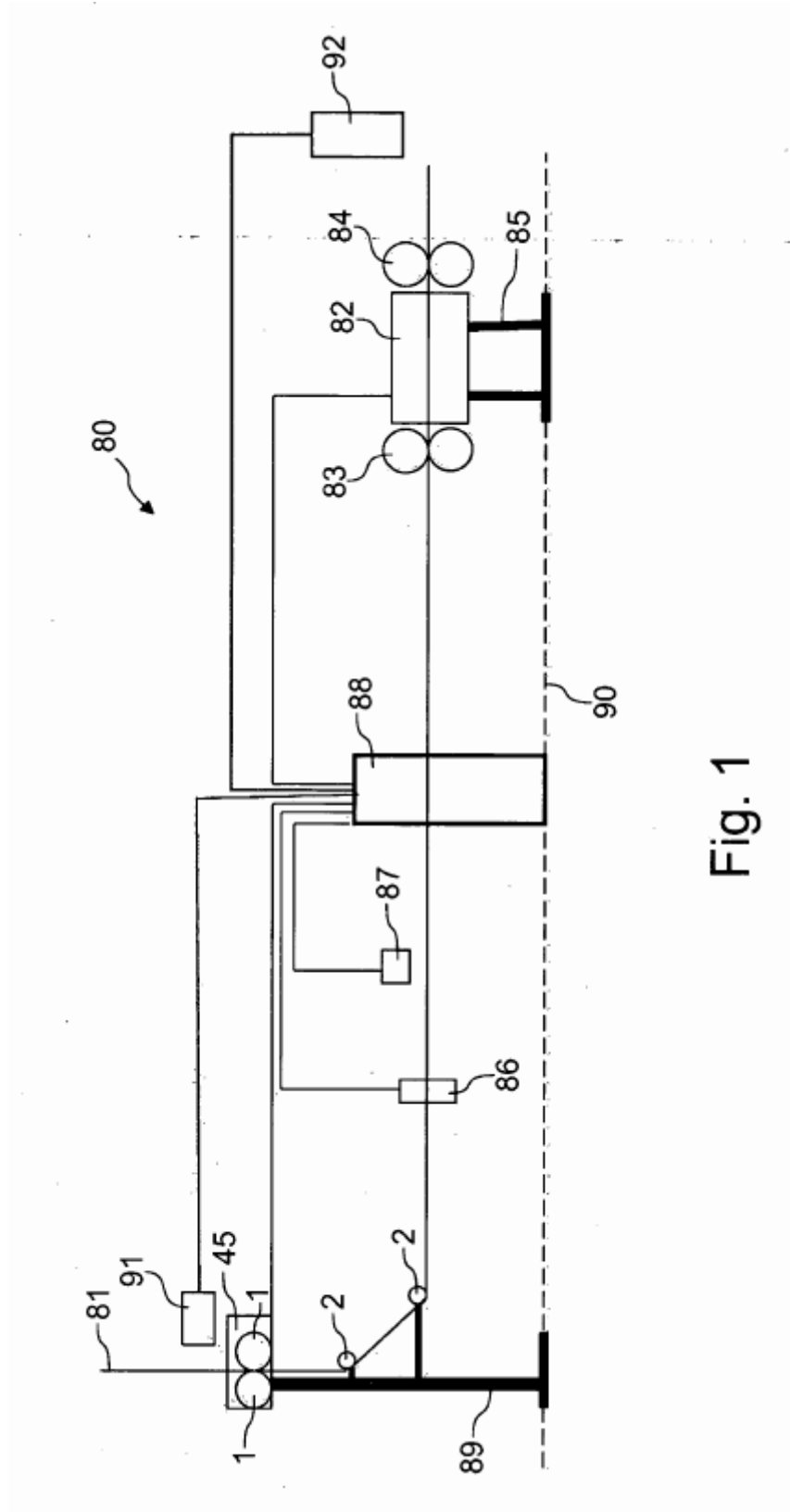


Fig. 1

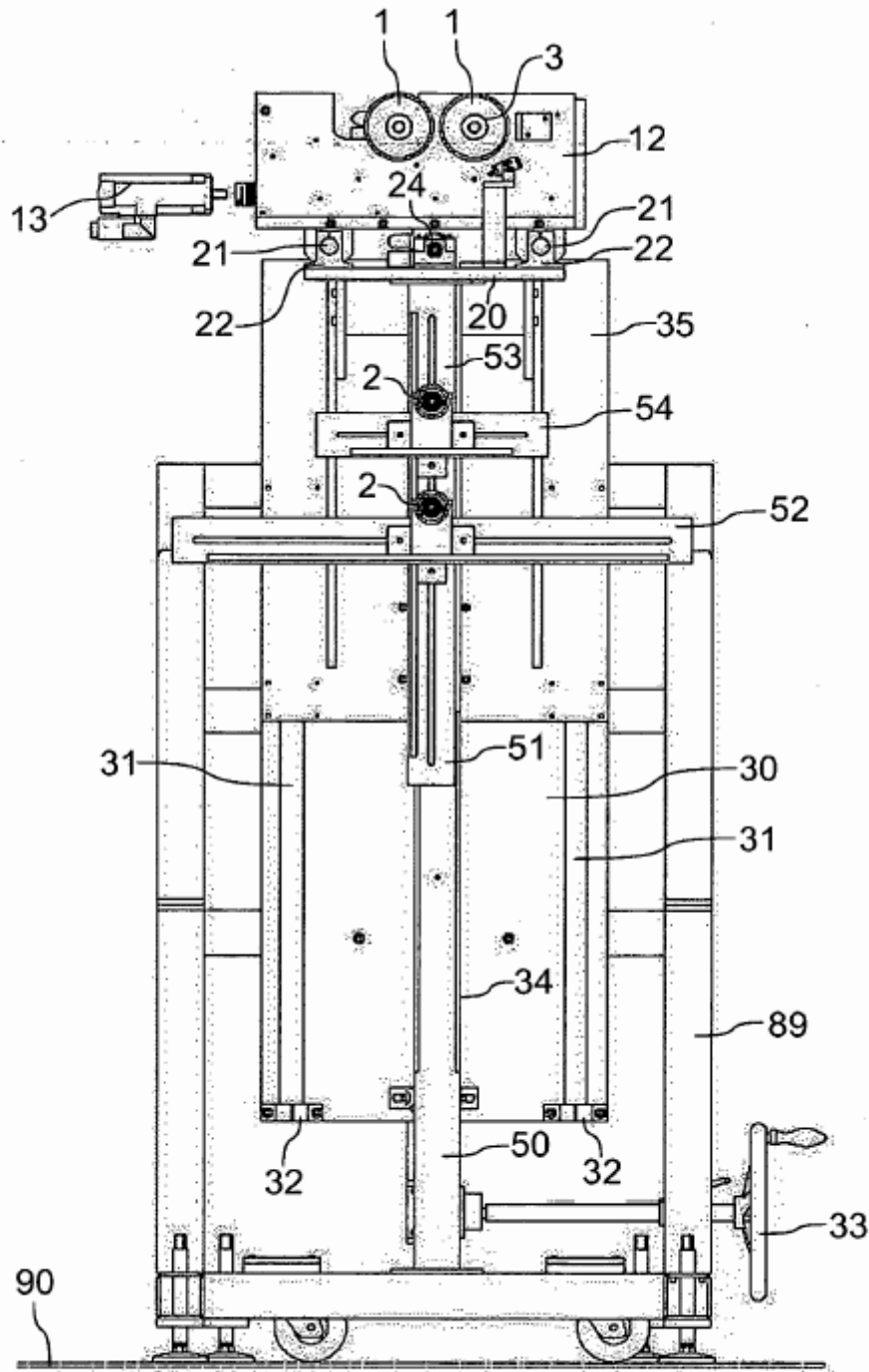


Fig. 2

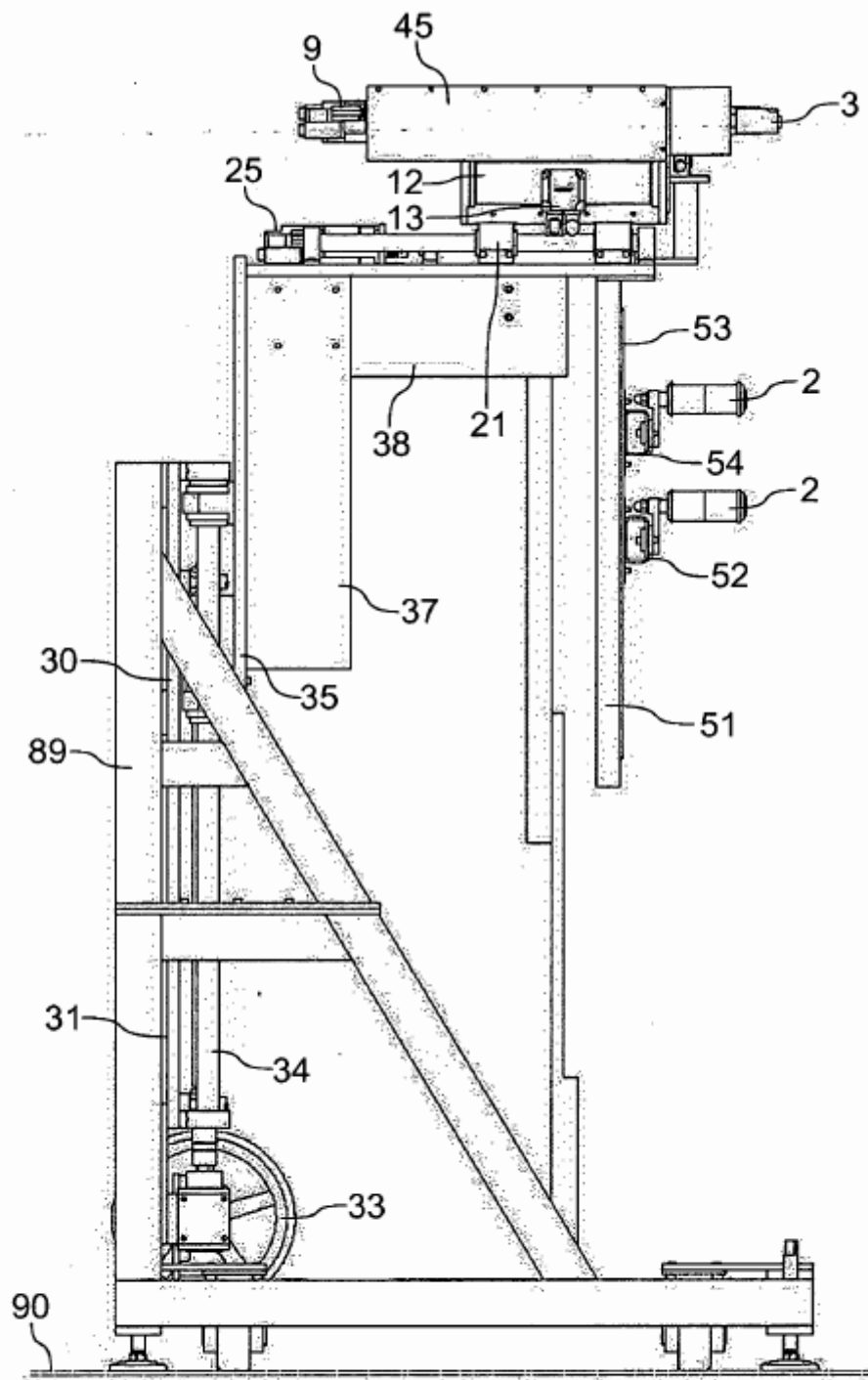


Fig. 3

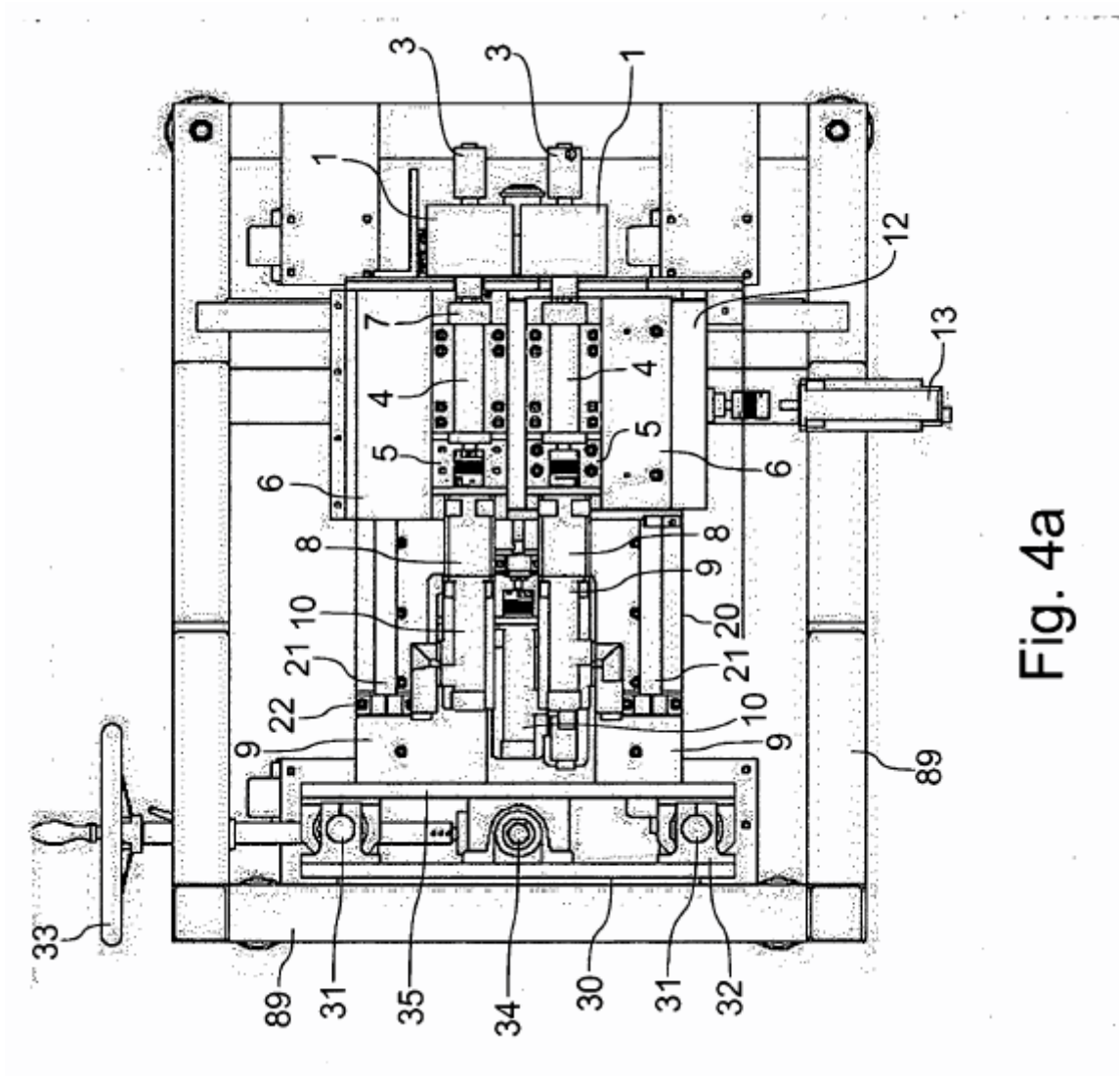


Fig. 4a

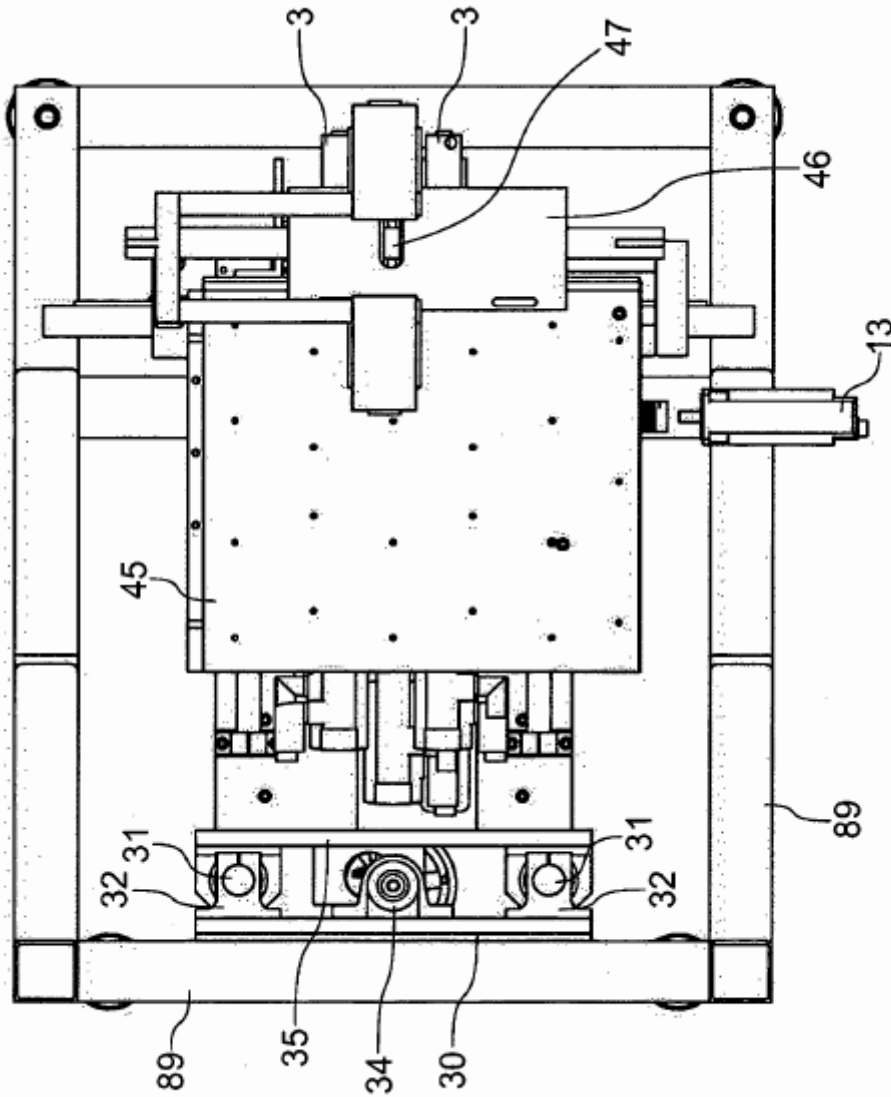


Fig. 4b

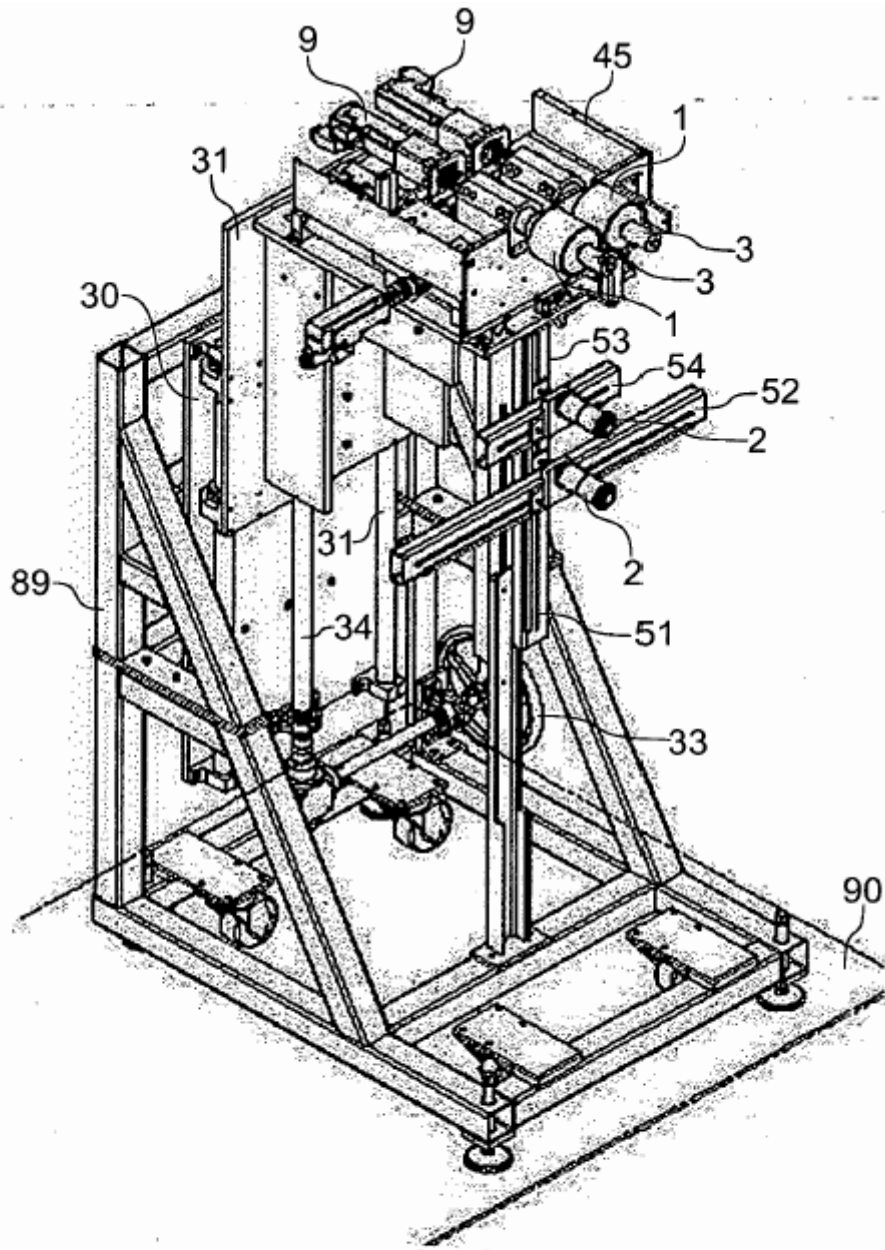


Fig. 5a

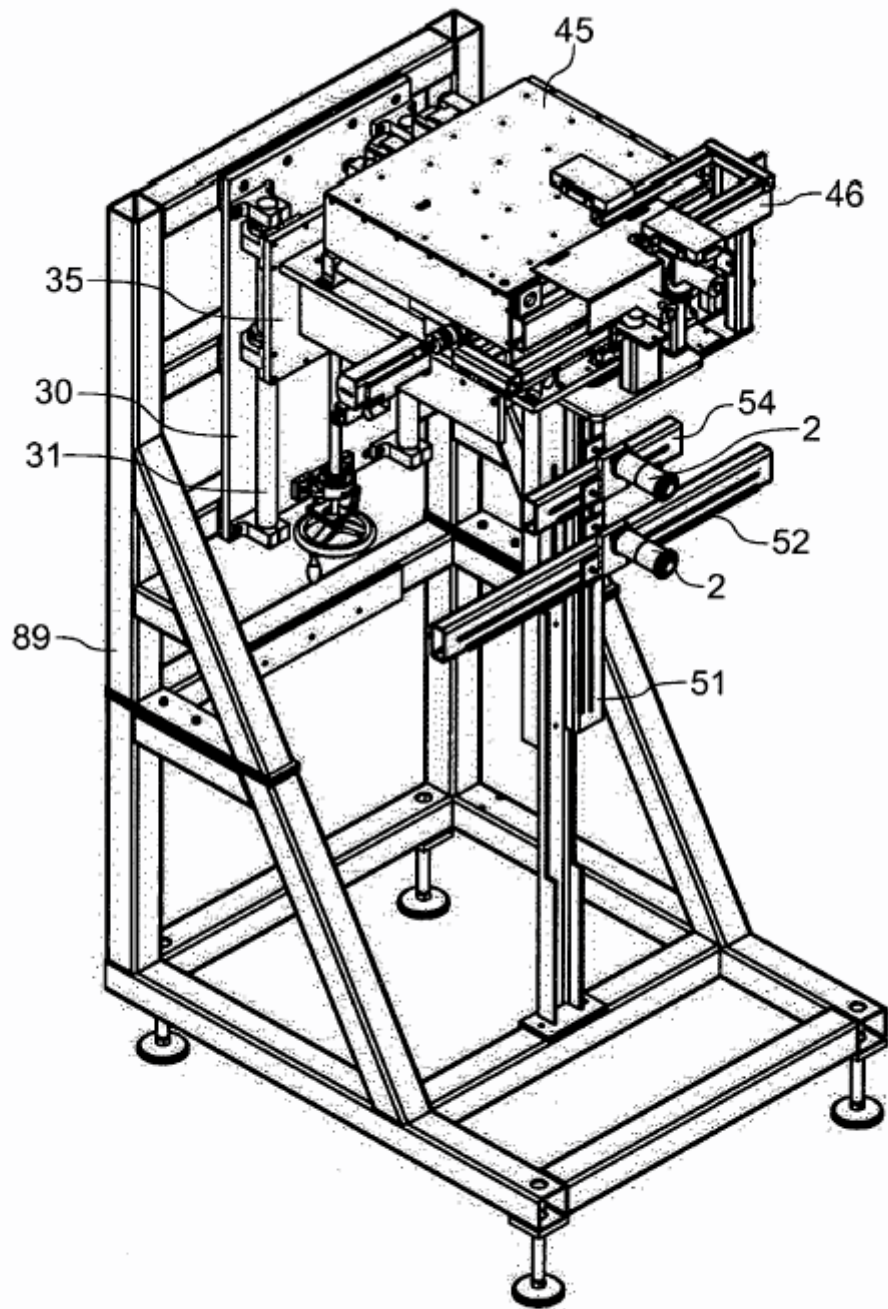


Fig. 5b

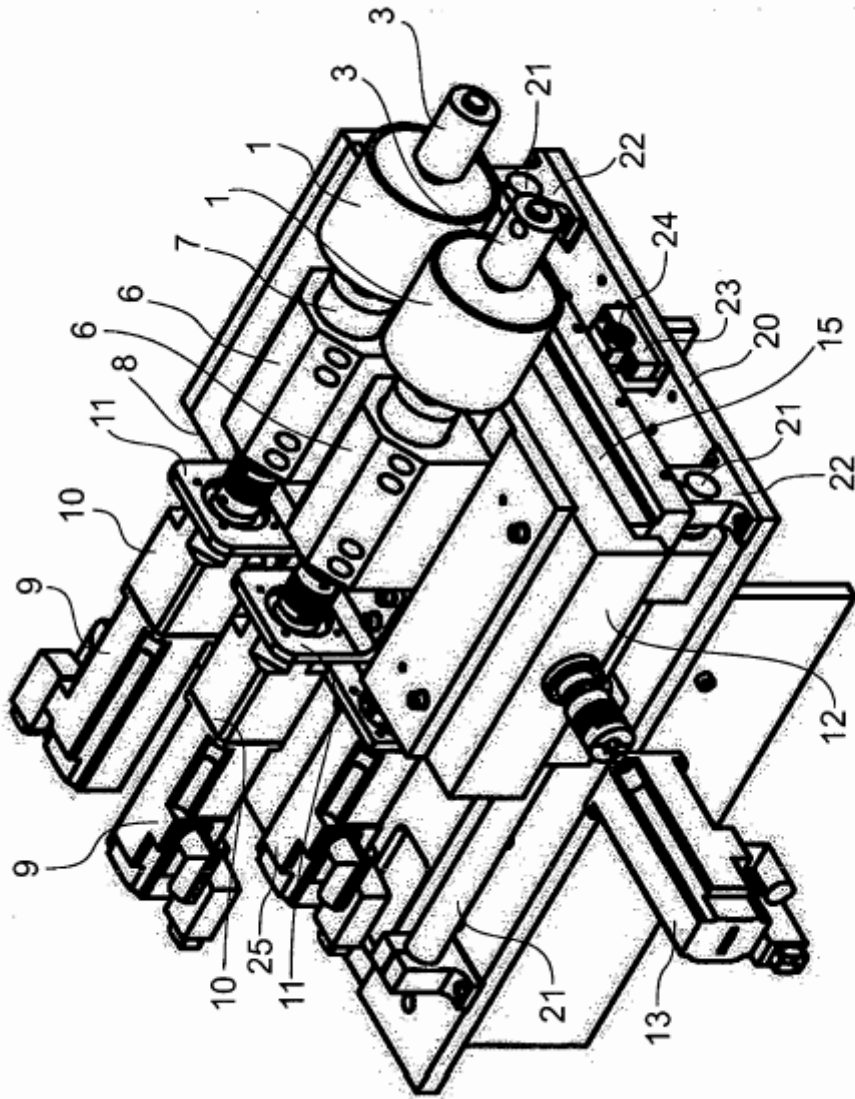


Fig. 6

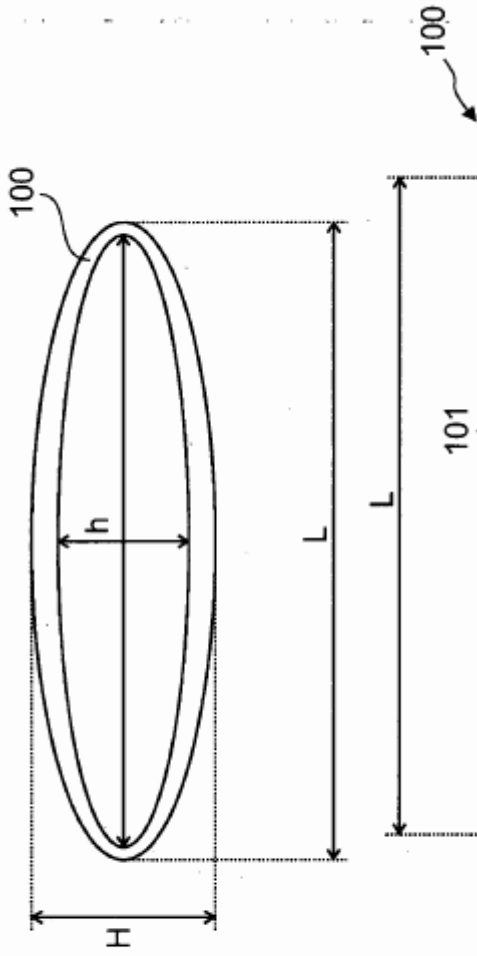


Fig. 7a

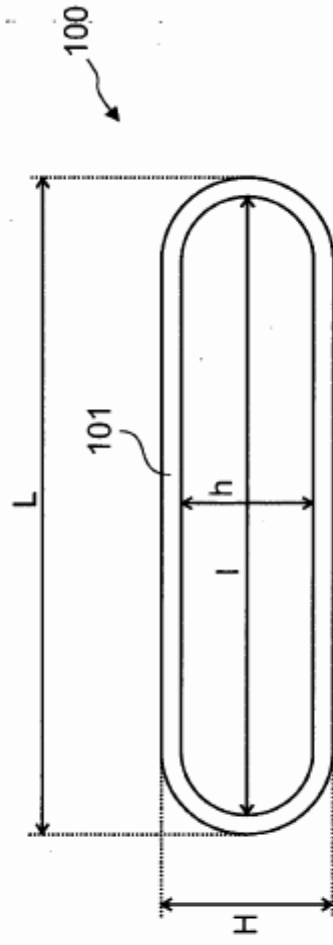


Fig. 7b

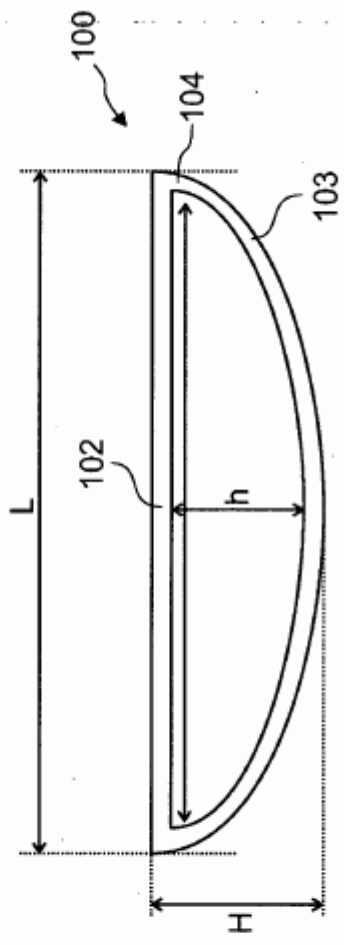


Fig. 7c

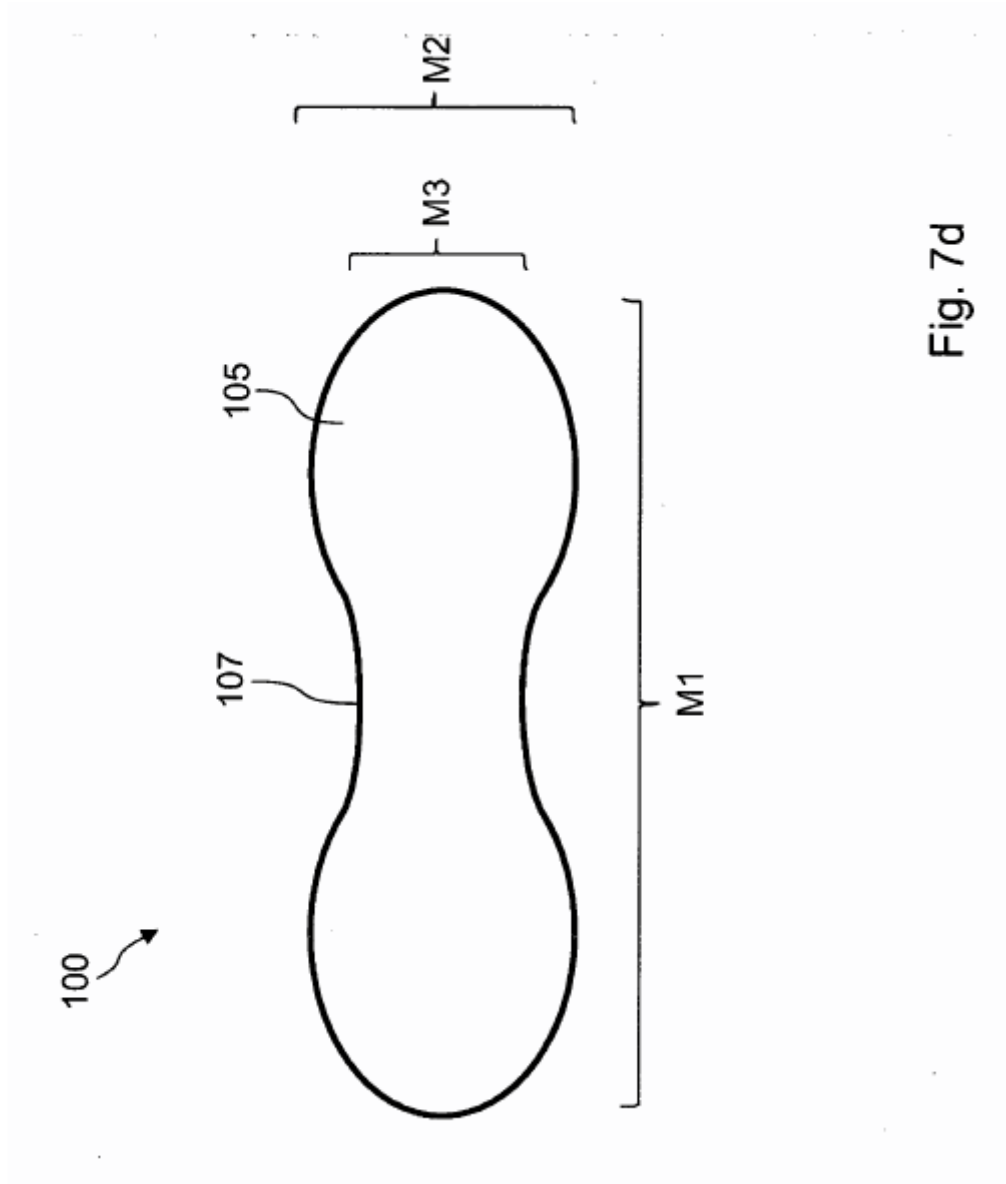


Fig. 7d

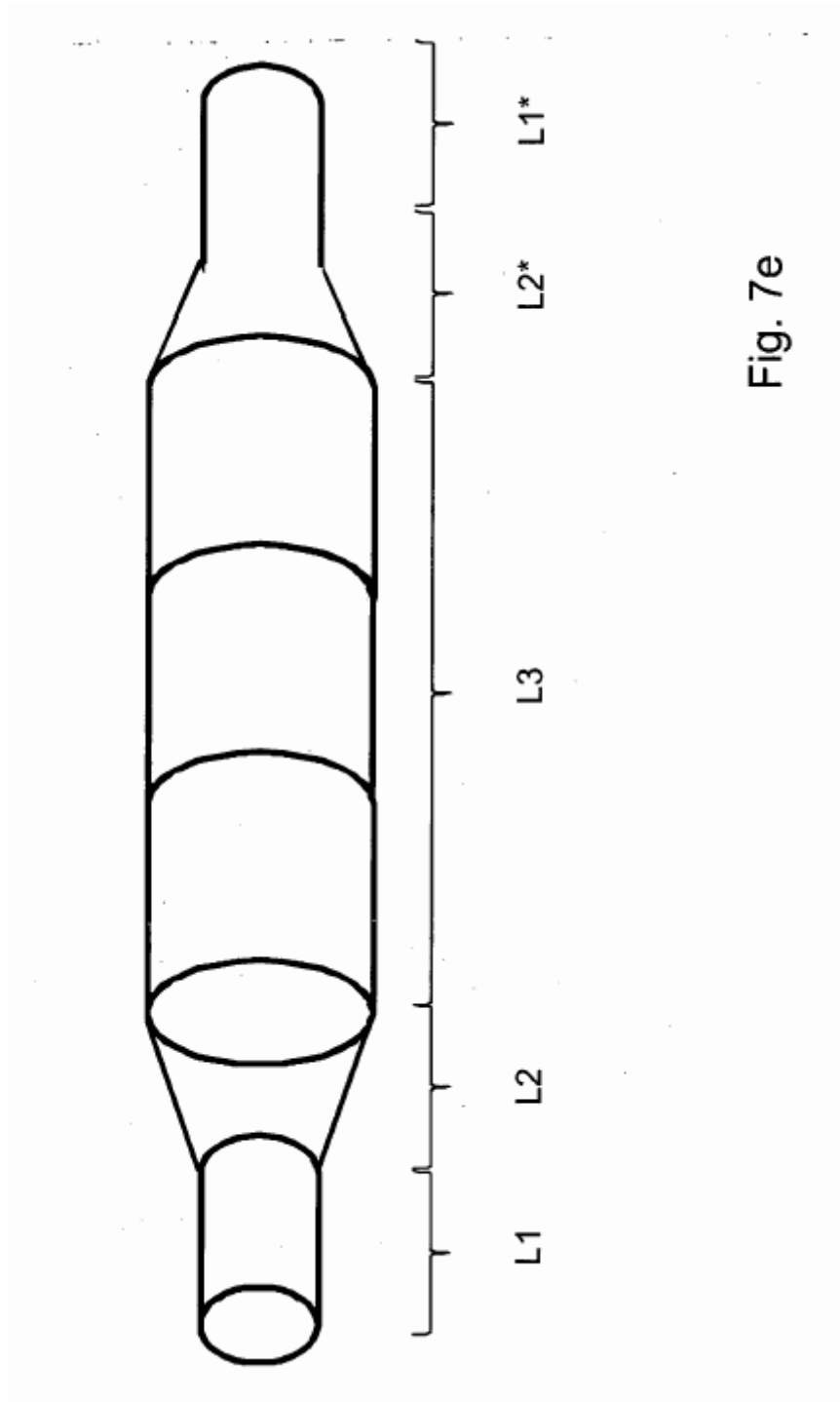


Fig. 7e

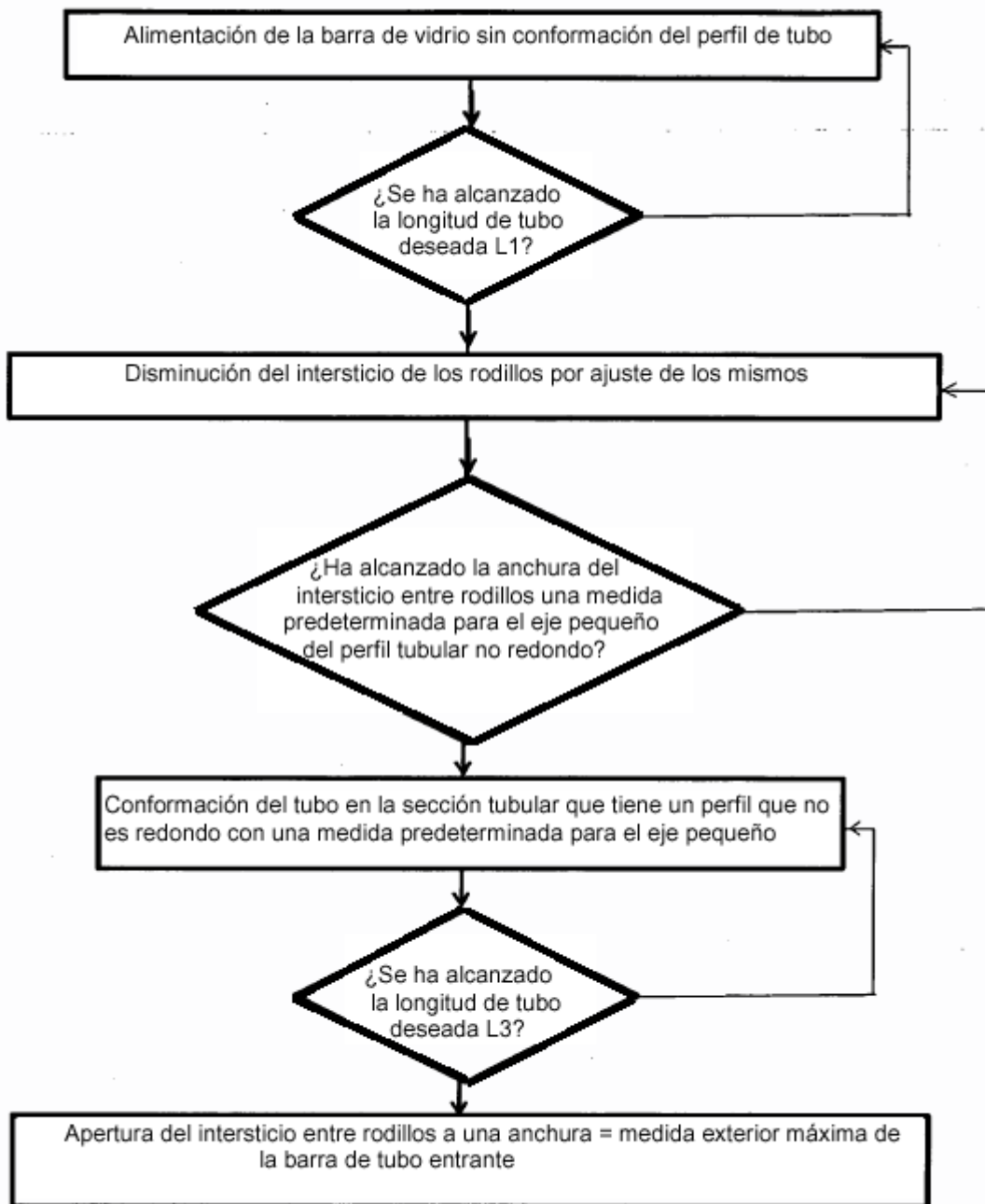


Fig. 8

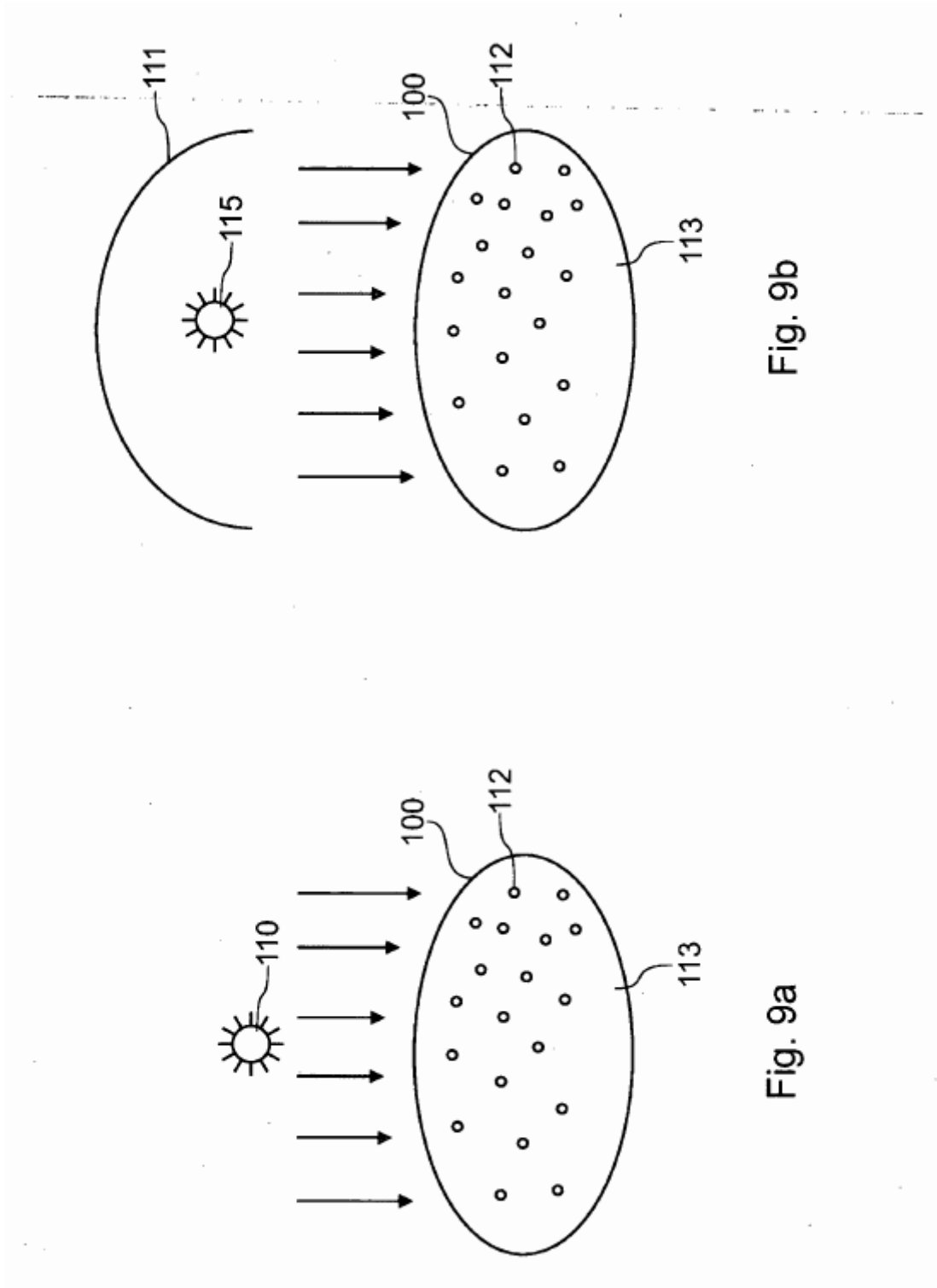
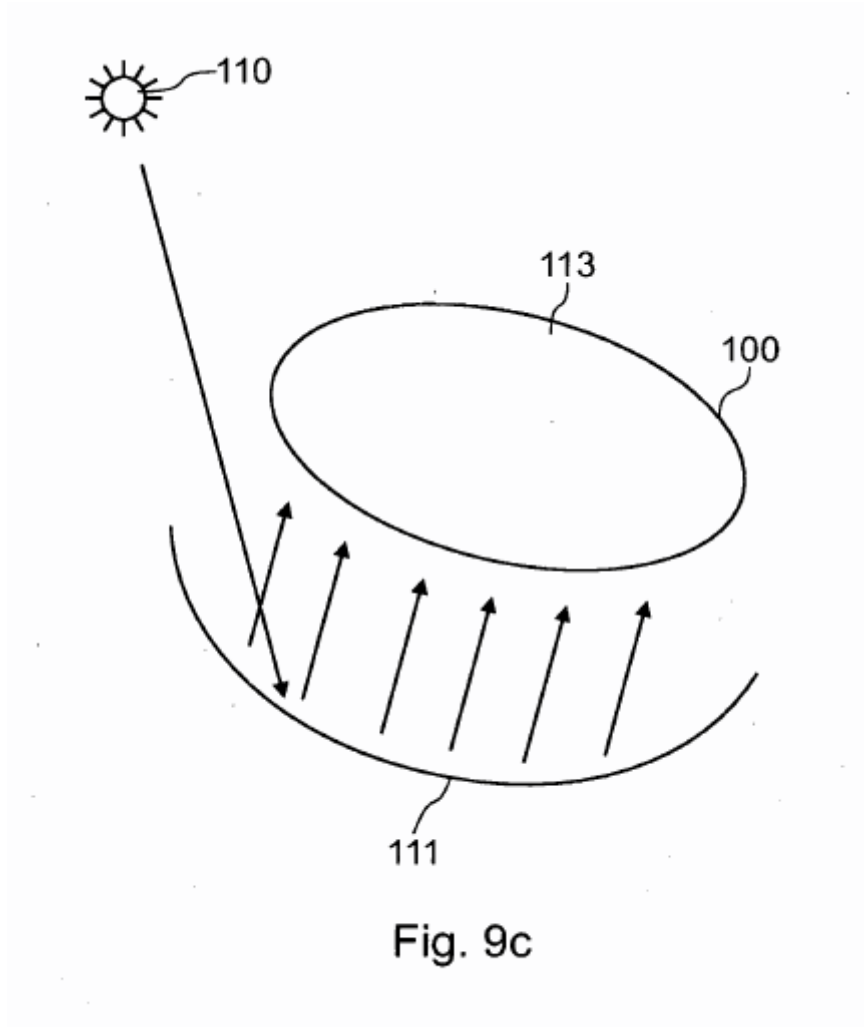
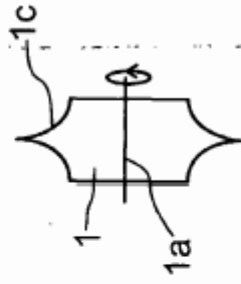
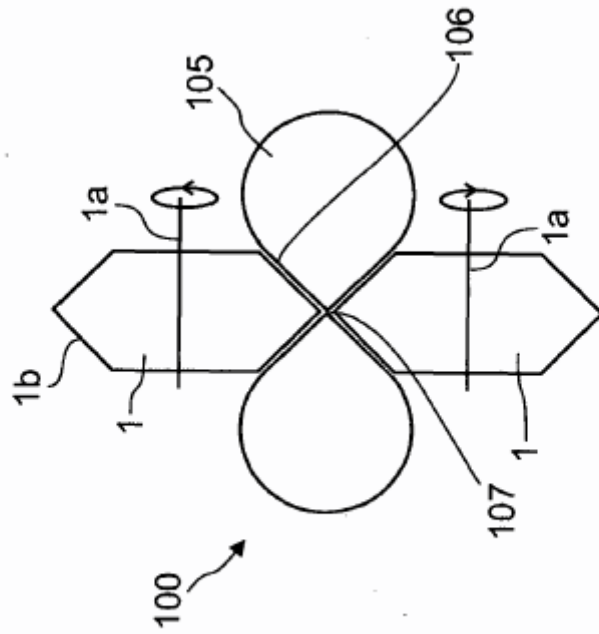


Fig. 9b

Fig. 9a





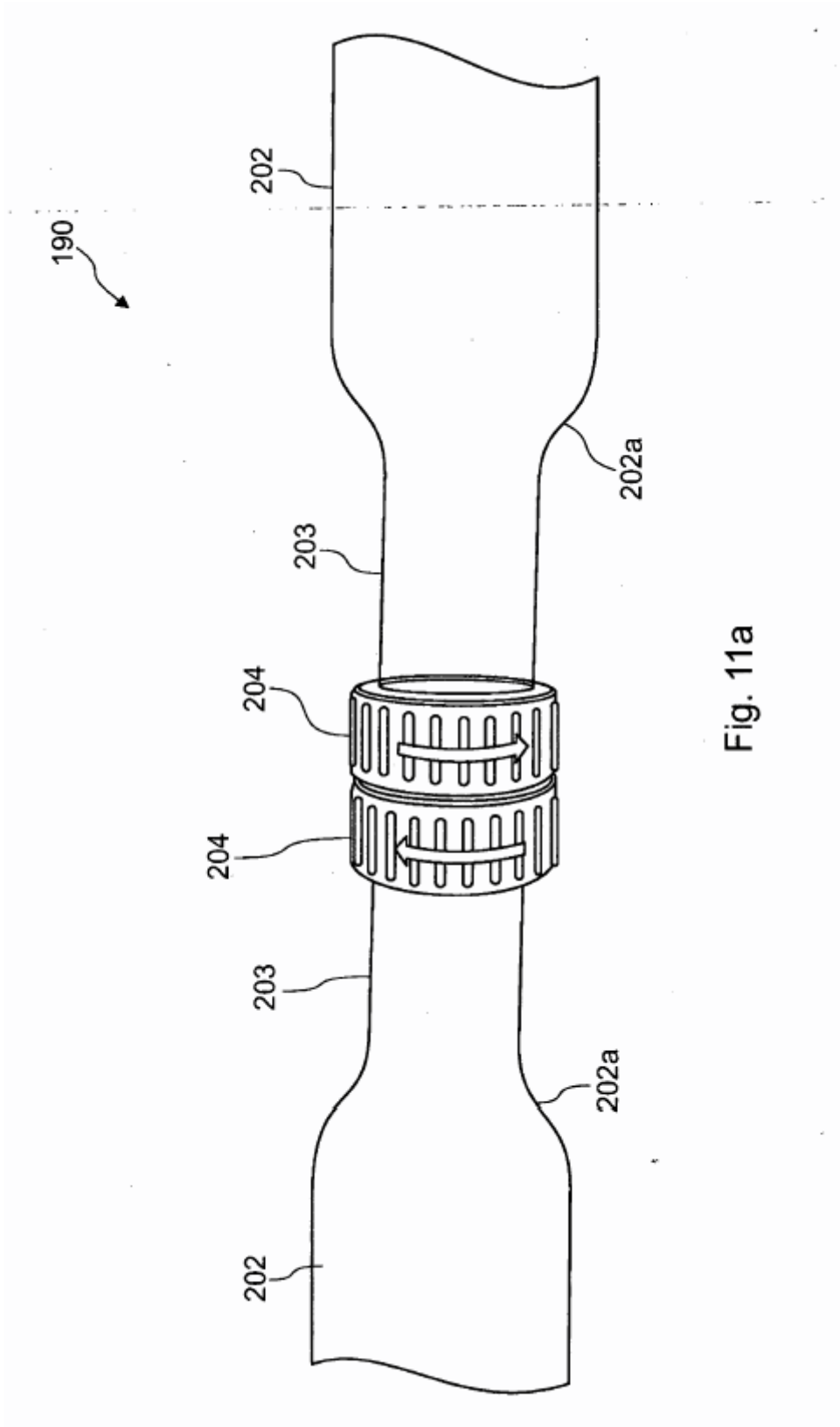


Fig. 11a

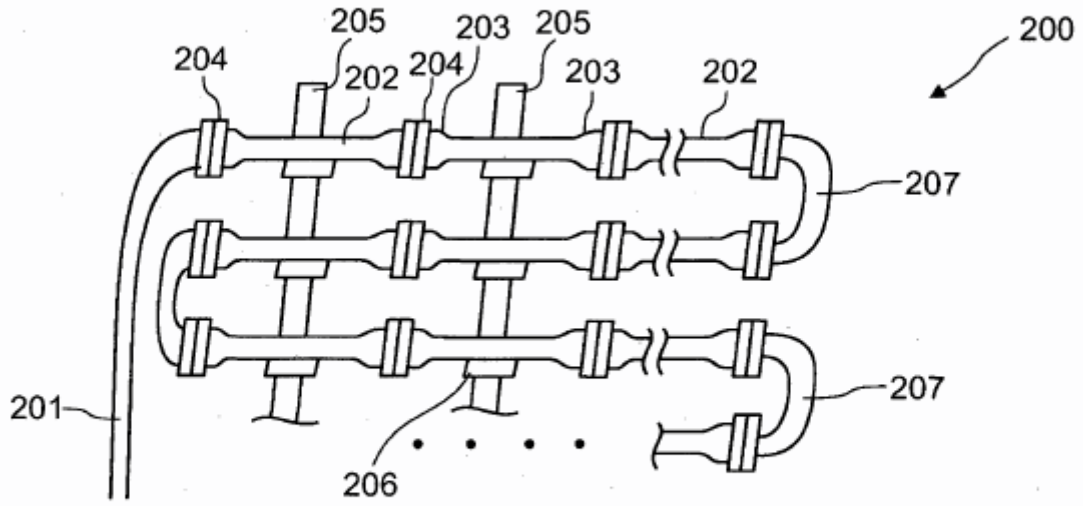


Fig. 11b