

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 715**

51 Int. Cl.:

F16L 11/118 (2006.01)

F16L 11/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2010 PCT/EP2010/000648**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.08.2010 WO10091815**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2010 E 10702626 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2396582**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de módulos de irradiación**

30 Prioridad:

16.02.2009 DE 102009009108

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

28.11.2018

73 Titular/es:

BAYER AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)

Kaiser-Wilhelm-Allee 1

51373 Leverkusen, DE

72 Inventor/es:

POGDEL, MARTIN;

KAULING, JÖRG;

SCHMIDT, SEBASTIAN y

BECKERS, ERHARD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 691 715 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 para la fabricación de módulos de irradiación

5 Es objeto de la presente invención un dispositivo y un procedimiento para la aplicación de cilindros huecos flexibles, perfilados, sobre cuerpos cilíndricos. Cilindros huecos perfilados que están aplicados sobre un cuerpo cilíndrico forman módulos que son apropiados para la irradiación de medios fluidos con radiación electromagnética. Por ello, es objeto de la presente invención también un procedimiento para la fabricación de módulos de irradiación, así como módulos de irradiación fabricados por medio del procedimiento de acuerdo con la invención.

10 Un cilindro es un cuerpo que está limitado por dos superficies paralelas planas (superficie de base y de cubierta) y una superficie de revestimiento que está formada por rectas paralelas. Se genera mediante desplazamiento de una superficie o curva a lo largo de una recta que no se sitúa en este plano. Una forma de realización especial de un cilindro es un cilindro circular. Se genera mediante desplazamiento de un círculo paralelamente a una recta a través del punto central del círculo, no situándose la recta en el plano de círculo. Un cilindro circular está limitado por dos superficies circulares paralelas (superficie de base y superficie de cubierta) y la denominada superficie de revestimiento.

15 Por un cilindro hueco se entiende en este caso y a continuación una forma de realización especial de un cilindro que está caracterizada por que, desde la superficie de base, discurre un canal paralelamente a la superficie de revestimiento hasta la superficie de cubierta. Un tubo es un ejemplo de un cilindro hueco. Por un cilindro hueco flexible se entiende un cilindro hueco que puede ser curvado y/o estirado en un determinado grado. El grado del estiramiento y/o curvamiento es a este respecto de al menos un 1 % de la longitud y/o del diámetro del cilindro hueco. Un ejemplo de un cilindro hueco flexible es una tubería.

20 Por un cilindro hueco perfilado se entiende un cilindro hueco que presenta un perfil a lo largo de su superficie de revestimiento. Este perfil puede tener, por ejemplo, forma ondulada o de espiral. Ejemplos de cilindros huecos perfilados son tuberías corrugadas y tubos corrugados, así como tuberías de espiral y tubos de espiral.

25 Un cilindro hueco flexible, perfilado, se caracteriza por que puede ser estirado hasta cierto grado (al menos un 1 % de la longitud y/o del diámetro del cilindro hueco, preferentemente desde el 5 hasta el 20 %) a lo largo de su eje longitudinal.

30 Cilindros huecos flexibles perfilados desempeñan un importante papel en muchos ámbitos de la técnica. En la industria automovilística, la construcción de maquinaria e instalaciones, así como en la tecnología médica, se utilizan tuberías corrugadas para la protección y agrupamiento de conductos eléctricos o de otro tipo, y también para la realización de una conexión flexible con aparatos periféricos. En instalaciones eléctricas, se emplean tuberías corrugadas de plástico mayoritariamente o en lugar de los denominados tubos vacíos también en el ámbito exterior, pero, sobre todo, en el interior de paredes y techos de edificios. Tubos corrugados se utilizan como intercambiadores de calor (por ejemplo, de acero inoxidable en acumuladores intermedios o de plástico para calefacciones por suelo). La estructura corrugada sirve a este respecto para aumentar la superficie para un transporte térmico lo mejor posible. Piezas de tubo corrugado (fuelles metálicos) se utilizan para compensar desalineamientos de eje o para compensar variaciones de longitud y ángulo.

35 En las solicitudes WO-A 02/38502, WO-A 02/38191, WO-A 07/096057 y EP-A 1464342 se describe la utilización de tuberías de espiral en dispositivos para la irradiación de medios fluidos con la finalidad de la esterilización.

40 En muchas de las aplicaciones y usos mencionados anteriormente, en particular en el uso de cilindros huecos perfilados en dispositivos de irradiación, se aplican los cilindros huecos perfilados sobre un cuerpo cilíndrico. En el documento WO07/096057A2, se describe, por ejemplo, un denominado módulo de irradiación que se caracteriza por que, sobre un tubo de apoyo interior, está montada una tubería de espiral por arrastre de forma. De esta manera, se genera entre el tubo de apoyo y la tubería de espiral un canal que discurre en espiral desde un extremo de la tubería de espiral alrededor del tubo de apoyo hasta el otro extremo de la tubería de espiral. Un dispositivo de este tipo es muy apropiado para la irradiación de medios fluidos que fluyen a través del canal. Para ello, en el tubo de apoyo y/o alrededor de la tubería de espiral están dispuestas una o varias fuentes de radiación que irradian el medio que fluye en el canal preferentemente con radiación UV, de manera particularmente preferente con radiación UVC. La radiación provoca la reducción de microorganismos y/o virus o la reacción química en un reactor fotoquímico. La característica particular del canal recorrido es una mezcla cruzada intensiva, uniforme, imperante en toda la longitud, perpendicularmente a la dirección principal del flujo de producto, así como una distribución de tiempos de permanencia restringida por flujo de producto turbulento. Mediante la mezcla cruzada se garantiza que las capas de fluido más alejadas de la fuente de radiación, que en particular en caso de medios que absorben mucha luz obtienen poca o ninguna radiación UV, entren en un intercambio intensivo con las capas irradiadas con UV cerca de la fuente de radiación. Esto y la estrecha distribución de tiempos de permanencia hace que todos los elementos de fluido experimenten una duración e intensidad de irradiación uniforme y unitaria que pueden adaptarse mediante la velocidad de flujo y la intensidad de la fuente de radiación a las correspondientes necesidades.

50 De esta manera, se puede garantizar que se produzca una reducción efectiva de microorganismos y/o virus en el medio. En medios en los que una irradiación muy intensa puede provocar daños, se reduce de manera efectiva el peligro de que, debido a una distribución de tiempos de permanencia desfavorablemente amplia, se produzca una carga de radiación demasiado intensa y, con ello, daños parciales.

60

Para ello, sin embargo, es necesario que la tubería de espiral envuelva con arrastre de forma el tubo de apoyo y de este modo se forme un único canal que discurra en espiral alrededor del tubo de apoyo. Deben evitarse flujos cruzados entre espiras de canal adyacentes, ya que estos provocarían una ampliación de la distribución de tiempo de permanencia.

5 La fabricación del canal se efectúa en el documento EP-A 1464342 mediante estiramiento de una tubería en espiral sobre un cuerpo de apoyo cilíndrico. Mediante una geometría apropiada de la tubería de espiral ligeramente reducida en el diámetro interior respecto al cuerpo de apoyo, se fabrica una unión tensada, por arrastre de fuerza, entre los dos elementos. De esta manera, se pueden impedir las corrientes de cortocircuito axiales que, de lo contrario, se forman a través de intersticios entre las espiras de canal y la ampliación concomitante de la distribución de tiempos de permanencia.

El montaje de un cilindro hueco flexible, perfilado sobre un cuerpo cilíndrico representa, sin embargo, un problema técnico, en particular si el diámetro interior más pequeño del cilindro perfilado es menor o de igual tamaño que el diámetro exterior del cuerpo cilíndrico.

15 Un cilindro hueco perfilado, debido a su perfilado de la superficie de revestimiento, presenta una serie de puntos estrechos (en este caso denominados también como espiras), que deben ser superados al montarse sobre un cuerpo cilíndrico. El montaje se efectúa por regla general de tal modo que el cuerpo cilíndrico se inserta en el canal del cilindro perfilado y/o el cilindro hueco perfilado es estirado sobre el cuerpo cilíndrico. A este respecto, con cada espira del cilindro hueco que ya ha sido montada sobre el cuerpo, se eleva la fricción entre cilindro hueco y cuerpo cilíndrico, de tal modo que la fuerza que debe ejercerse sobre el cilindro hueco y/o sobre el cuerpo aumenta con la longitud del cilindro hueco.

En función de los materiales utilizados de cilindro hueco y cuerpo cilíndrico, pueden producirse a este respecto desgastes, rasgones, arañazos y hasta la rotura de los componentes.

25 Además, el «estiramiento» de una tubería en espiral sobre un cuerpo de apoyo cilíndrico descrito en el documento EP-A 1464342 para la fabricación de un dispositivo de irradiación produce geometrías de canal no definidas. Mediante el estiramiento y las tensiones que se generan a este respecto se puede influir sobre la geometría de espiral. Pueden aplastarse espiras individuales. Puntos de estrechamiento en espiras de canal individuales provocan pérdidas de presión. Mediante aplastamientos de canales individuales apenas pueden evitarse intersticios entre espiras de canal adyacentes. El resultado es un dispositivo de irradiación ni bien definido ni reproducible. Además, debido a una fricción demasiado intensa, puede producirse también abrasión de partículas. Estas partículas son críticas para diversas aplicaciones como, por ejemplo, en el entorno farmacéutico.

Por tanto, existe necesidad de un procedimiento para el montaje de cilindros huecos flexibles perfilados sobre cuerpos cilíndricos que sea sencillo de realizar y mantenga la carga mecánica de los componentes baja, en tal medida que se pueda evitar un desgaste y/o incluso destrucción de los componentes.

35 Además, se presenta la necesidad de un procedimiento para el montaje de cilindros huecos flexibles perfilados sobre cuerpos cilíndricos que se pueda llevar a cabo a escala industrial. En particular, la automatización al menos parcial del proceso es en este caso de enorme importancia, por ejemplo, para poder fabricar a escala industrial de manera económica y reproducible los dispositivos de irradiación descritos en las solicitudes WO-A 02/38502, WO-A 02/38191, WO-A 07/096057 y EP-A 1464342.

40 Partiendo del estado de la técnica conocido, por tanto, se plantea el objetivo de proporcionar un procedimiento con el que puedan montarse cilindros huecos flexibles perfilados sobre cuerpos cilíndricos sin que en este sentido sufra un daño un componente. El procedimiento buscado debe poder ser automatizable al menos parcialmente. Debe ser sencillo y económico de llevar a cabo. Además, se plantea el objetivo de proporcionar un dispositivo con el que se pueda llevar a cabo el procedimiento buscado. El dispositivo buscado debe poder manipularse intuitivamente y ser también económico. El procedimiento buscado debe posibilitar la fabricación reproducible de dispositivos de irradiación que dispongan de geometrías de canal bien definidas y, con ello, los resultados efectivos y reproducibles en la irradiación de medios fluidos por medio de radiación electromagnética, por ejemplo, apenas se pueden evitar intersticios entre espiras de canal adyacentes. El resultado es un dispositivo de irradiación ni bien definido ni reproducible. Además, debido a una fricción demasiado intensa, puede producirse también abrasión de partículas. Estas partículas son críticas para diversas aplicaciones como, por ejemplo, en el entorno farmacéutico.

50 El documento DE-A 2061299 se refiere a un tubo flexible corrugado de hilo enrollado. El tubo de hilo enrollado flexible puede utilizarse en particular como pieza de unión de tubo o tubería y está configurado de tal modo que produce una unión bien sellada entre dos tubos o similares.

El tubo es flexible y puede ser montado y desmontado nuevamente fácilmente, presenta, sin embargo, una resistencia suficiente para resistir elevadas presiones interiores, presiones exteriores y fuerzas longitudinales. El tubo o la tubería está corrugada, de tal modo que están garantizadas flexibilidad y buena resistencia. Además, la ondulación otorga al tubo nervios de endurecimiento, de tal modo que queda suficientemente abierta la perforación o el espacio interior del tubo cuando el tubo es flexionado o curvado en su longitud.

El documento EP-A 1464342 se refiere a su vez a una técnica para la irradiación UV y esterilización térmica segura y cuidadosa con el producto de medios fluidos y, en particular, líquidos que contienen microorganismos y/o virus

como, por ejemplo, alimentos, productos lácteos o de zumo de frutas, productos químicos o farmacéuticos, vacunas de virus, sustancias activas o proteínas generadas por tecnología genética, sustancias activas o proteínas de animales o plantas transgénicos y plasma sanguíneo o productos obtenidos a partir de plasma sanguíneo.

5 Una característica común de la irradiación con luz UV y el tratamiento con calor es un daño no deseado del producto concomitante a la reacción de inactivación, daño cuya dimensión debe ser minimizada mediante medidas apropiadas constructivas y de técnica de la reacción. En el documento EP-A 1464342 se desvela un procedimiento continuado para la esterilización y, dado el caso, inactivación de virus, de medios de reacción fluidos, en particular acuosos, por medio de una aplicación combinada de un tratamiento térmico y un tratamiento UV mediante irradiación que se caracteriza por que el tratamiento térmico del medio de reacción se efectúa a una temperatura de esterilización de 10 40 °C a 135 °C y la irradiación a una densidad de irradiación de 5 a 300 W/m².

Por tanto, se presenta la necesidad de un procedimiento para el montaje de cilindros huecos flexibles perfilados sobre cuerpos cilíndricos que sea sencillo de realizar y mantenga la carga mecánica de los componentes baja, en tal medida que se pueda evitar un desgaste y/o incluso destrucción de los componentes.

15 Además, se presenta la necesidad de un procedimiento para el montaje de cilindros huecos flexibles perfilados sobre cuerpos cilíndricos que se pueda llevar a cabo a escala industrial. En particular, la automatización al menos parcial del proceso es en este caso de enorme importancia, por ejemplo, para poder fabricar a escala industrial de manera económica y reproducible los dispositivos de irradiación descritos en las solicitudes WO-A 02/38502, WO-A 02/38191, WO-A 07/096057 y EP-A 1464342.

20 Partiendo del estado de la técnica conocido, por tanto, se plantea el objetivo de proporcionar un procedimiento con el que puedan montarse cilindros huecos flexibles perfilados sobre cuerpos cilíndricos sin que en este sentido sufra un daño un componente. El procedimiento buscado debe poder ser automatizable al menos parcialmente. Debe ser sencillo y económico de llevar a cabo. Además, se plantea el objetivo de proporcionar un dispositivo con el que se pueda llevar a cabo el procedimiento buscado. El dispositivo buscado debe poder manipularse intuitivamente y ser también económico. El procedimiento buscado debe posibilitar la fabricación reproducible de dispositivos de irradiación que dispongan de geometrías de canal bien definidas y, con ello, los resultados efectivos y reproducibles en la irradiación de medios fluidos por medio de radiación electromagnética, por ejemplo, con el objetivo de inactivar 25 microorganismos y/o virus con radiación UV.

30 Sorprendentemente se ha hallado que cilindros huecos flexibles perfilados se montan de manera sencilla sobre un cuerpo cilíndrico si los cilindros huecos perfilados son alargados a lo largo del eje longitudinal (es decir, estirados axialmente).

Es objeto de la presente invención, por tanto, un procedimiento según la reivindicación 1. El procedimiento de acuerdo con la invención es aplicable a cilindros huecos flexibles perfilados cuyo perfilado se presente al menos parcialmente en forma de ondas o acanaladuras que no discurren en dirección del eje longitudinal. Ejemplos de tales cilindros huecos flexibles perfilados están representados esquemáticamente en la figura 1. Son concebibles también 35 otros perfilados.

El alargamiento del cilindro hueco significa que el cilindro hueco es estirado a lo largo de su eje longitudinal de tal modo que se incrementa su longitud. De acuerdo con la invención, el grado del alargamiento es de un 1 % hasta un 30 %, preferentemente del 5 % hasta el 20 %, de manera particularmente preferente del 10 hasta el 15 %, de tal modo que la longitud del cilindro hueco se incrementa en el mencionado porcentaje. Sorprendentemente, se ha hallado que, mediante un alargamiento de acuerdo con la invención, se incrementa el diámetro interior más pequeño del cilindro hueco que está formado por las espiras/puntos estrechos del perfilado. Si se efectúa un alargamiento por encima de un valor umbral, el diámetro más pequeño puede volver a reducirse. El valor umbral depende a este respecto del material y del perfilado. El valor umbral puede averiguarse de manera sencilla empíricamente. Además, en caso de alargamiento demasiado grande, también pueden producirse daños en el cilindro hueco perfilado. Debe evitarse, por tanto, un alargamiento excesivo. Para minimizar la carga del material del cilindro perfilado, debe minimizarse el periodo de tiempo del alargamiento. La duración óptima en cada caso se puede averiguar empíricamente. Parámetros que determinan la duración óptima de un alargamiento son, por ejemplo, material, espesor y longitud del cilindro hueco, temperatura, capacidad, y muchos más. Preferentemente, el alargamiento de acuerdo con la invención se efectúa en la etapa (a) no durante más de dos minutos si el cilindro hueco alargado se 50 compone de PTFE (politetrafluoroetileno) y se procesa a temperatura ambiente (15 °C hasta 25 °C).

El alargamiento del cilindro hueco de acuerdo con la invención puede efectuarse fijándose el cilindro hueco en un extremo y siendo sujetado y estirado en el otro extremo. Por ejemplo, el cilindro hueco puede ser colgado en un extremo. Mediante el propio peso del cilindro hueco se produce ya cierto alargamiento. Mediante aplicación de pesos y/o estiramiento en el otro extremo puede aumentarse el alargamiento. El cuerpo cilíndrico puede ser insertado 55 desde arriba o abajo en el cilindro hueco alargado.

Preferentemente, el alargamiento se efectúa mediante asimiento del cilindro hueco en al menos un emplazamiento, preferentemente en al menos dos emplazamientos. Emplazamientos preferentes para el asimiento del cilindro hueco son los dos extremos. En el caso de un asimiento en dos emplazamientos, se puede fijar un emplazamiento de asimiento (el primero), mientras que se aleja el segundo emplazamiento de asimiento del primero. De esta manera,

se efectúa un alargamiento del cilindro hueco. También es concebible que los dos emplazamientos de asimiento se alejen uno de otro.

En una forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, el asimiento del cilindro hueco se efectúa en varios emplazamientos a lo largo del cilindro hueco. Los emplazamientos de asimiento están distribuidos preferentemente de manera uniforme por la longitud del cilindro hueco. Preferentemente, en los dos extremos del cilindro hueco se encuentran emplazamientos de asimiento.

El número óptimo de emplazamientos de asimiento depende de la longitud, la forma y el material del cilindro hueco y se puede averiguar empíricamente. En una forma de realización preferente, la distancia entre dos emplazamientos de asimiento consecutivos es de 300 mm hasta 500 mm si se usa una tubería de espiral de PTFE con un diámetro de 5 a 20 cm como cilindro hueco perfilado.

Al insertar el cuerpo cilíndrico en el cilindro hueco alargado en la etapa (b) del procedimiento de acuerdo con la invención es irrelevante si el cuerpo es deslizado en el cilindro hueco o el cilindro hueco es estirado o deslizado sobre el cuerpo, o si se efectúa una combinación de los movimientos y fuerzas. Un correspondiente dispositivo hace que cuerpo y cilindro hueco se sitúen entre sí en una posición predefinida (ejemplo posteriormente). Cuando a continuación se hable de que el cilindro hueco es deslizado o estirado sobre el cuerpo o el cuerpo es deslizado o insertado en el cilindro hueco, a lo que se refiere siempre es a una fuerza y un movimiento relativo resultante entre cilindro hueco y cuerpo que lleva cilindro hueco y cuerpo a una posición predefinida entre sí.

En una forma de realización preferente, la etapa (b) se efectúa utilizando un denominado dispositivo de centrado o ayuda de introducción. En una forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, el dispositivo de centrado o ayuda de introducción es una pieza adicional que se aplica en el extremo del cuerpo cilíndrico y con la que el cuerpo es insertado avanzando en el interior del cilindro hueco. El cuerpo que debe insertarse dispone, dado el caso, de bordes en punta que podrían provocar, durante la inserción del cuerpo en el cilindro hueco rasgaduras y/o arañazos y/o cortes en las espiras/puntos estrechos del perfilado del cilindro hueco. El cilindro hueco alargado no se puede orientar en todos los casos en toda su longitud a lo largo de su eje longitudinal.

En el caso de una posición horizontal del cilindro hueco alargado, el cilindro hueco flexible, dado el caso, cuelga un poco hacia abajo entre dos emplazamientos de asimiento. El cuerpo cilíndrico que ha de insertarse podría chocar al ser introducido contra espiras/puntos estrechos y provocar daños. Esto se impide de manera efectiva utilizando un dispositivo de centrado o ayuda de introducción que está realizado preferentemente en forma cónica y guía el cuerpo de ha de insertarse. Un ejemplo de un dispositivo de centrado o ayuda de introducción se ofrece en la figura 5.

En la etapa (c), se suprime la fuerza para el alargamiento del cilindro hueco, de tal modo que el cilindro hueco se relaja y se reduce su longitud. El diámetro más pequeño del cilindro hueco se reduce de nuevo mediante esta relajación y el cilindro hueco envuelve el cuerpo cilíndrico.

La etapa (c) se efectúa a este respecto de la manera más uniforme posible a lo largo de toda la longitud del cilindro hueco para que no se generen tensiones dentro del cilindro perfilado. El cilindro hueco debe ser montado de manera uniforme y unitaria sobre el cuerpo cilíndrico. Esto sucede de manera particularmente efectiva utilizando denominadas matrices que guían la relajación y facilitan el ajuste entre cilindro hueco y cuerpo cilíndrico. En una forma de realización preferente, las matrices disponen de un perfil que se corresponde con el "negativo" del perfil de cilindro hueco. De esta manera se garantiza que se genere una superficie de contacto máxima y las fuerzas para el alargamiento y ajuste pueden ser introducidas de manera uniforme en el cilindro hueco perfilado.

Sea señalado que el procedimiento de acuerdo con la invención en forma modificada también es apropiado para la inserción de un cilindro hueco flexible perfilado en otro cilindro hueco. Mediante el alargamiento de acuerdo con la invención del cilindro perfilado, no solo se incrementa su diámetro interior más pequeño, sino que, sorprendentemente también se reduce su diámetro exterior más grande. Si se quiere insertar un cilindro hueco flexible perfilado en un cilindro hueco cuyo diámetro interior es menor que el diámetro exterior mayor del cilindro perfilado, se puede efectuar mediante alargamiento de acuerdo con la invención la inserción de manera sencilla, con aplicación reducida de fuerza y evitando daños en los cilindros huecos. Las reflexiones y soluciones presentadas en este caso pueden aplicarse, por tanto, también a este problema técnico.

Sorprendentemente, se ha hallado que el procedimiento de acuerdo con la invención es muy apropiado para la aplicación de cilindros huecos flexibles perfilados sobre cuerpos cilíndricos para la fabricación de dispositivos de irradiación. Por un dispositivo de irradiación se entiende un dispositivo que es recorrido por un medio fluido, estando expuesto el medio a una radiación electromagnética. Usando radiación UV, se puede emplear tal dispositivo de irradiación, por ejemplo, para reducir microorganismos y/o virus en medios fluidos. En caso de uso de radiación IR, se puede emplear tal dispositivo de irradiación, por ejemplo, para el calentamiento de un medio fluido. Son concebibles también otras posibilidades de uso como, por ejemplo, reactores para procesos activados fotoquímicamente y/o que se desarrollan fotoquímicamente.

En una forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, se emplea como cilindro hueco flexible perfilado una tubería de espiral. La tubería de espiral se compone preferentemente de un plástico, por ejemplo, PTFE (perfluoroetileno). Como cuerpo cilíndrico se utiliza preferentemente un tubo transparente para la radiación electromagnética. Preferentemente, se utiliza un tubo de cristal de cuarzo que es permeable para radiación UV. El procedimiento de acuerdo con la invención es apropiado en particular para la fabricación de dispositivos de irradiación -a continuación también denominados módulos de irradiación- que se caracterizan por que una tubería de espiral se aplica sobre un tubo de apoyo de tal modo que entre la tubería de espiral y el tubo de apoyo se presenta

un ajuste a presión. Por ajuste a presión se entiende que el diámetro interior más pequeño de la tubería de espiral en estado exento de fuerza es menor que el diámetro exterior del cuerpo cilíndrico. Mediante el alargamiento de acuerdo con la invención, el diámetro interior más pequeño de la tubería de espiral aumenta y alcanza un valor que es mayor que el diámetro exterior del tubo de apoyo. De esta manera, es posible una inserción sencilla del tubo de apoyo en la tubería de espiral sin excesiva aplicación de fuerza y, con ello, sin daño de la tubería ni del tubo de apoyo. Si cesa el alargamiento, el diámetro interior más pequeño de la tubería se reduce y las espiras de la tubería envuelven el tubo de cristal de cuarzo por arrastre de forma y uniformemente. Mediante el ajuste a presión, las espiras ejercen una presión sobre el cristal de cuarzo, de tal modo que la tubería no puede despegarse del tubo de cristal de cuarzo. Además, en la utilización de los módulos de irradiación no se producen corrientes de cortocircuito entre espirales helicoidales adyacentes. De manera reproducible, se genera un canal que en su longitud presenta una sección transversal uniforme y discurre en espiral en torno al tubo de apoyo.

Objeto de la presente invención es, por tanto, también un procedimiento para la fabricación de módulos de irradiación. Asimismo, son objeto de la presente invención módulos de irradiación que han sido fabricados por medio del procedimiento de acuerdo con la invención. Los módulos de irradiación de acuerdo con la invención se pueden emplear, por ejemplo, para la irradiación de medios fluidos con la finalidad de la esterilización y/o inactivación de virus.

La esterilización o reducción de gérmenes es una etapa de procedimiento importante en muchos procesos. Contaminaciones con material biológico activo, es decir, con capacidad de reproducción, como microorganismos o virus representan a menudo un riesgo para la seguridad del producto al que debe hacerse frente de manera efectiva.

La reducción de gérmenes mediante inactivación con radiación ultravioleta, en particular con radiación UVC y especialmente con longitud de onda de aproximadamente 254 nm se conoce desde hace tiempo y se aplica en la práctica en muchas ocasiones. Ejemplos son, junto con esterilizaciones de superficies, también el tratamiento de medios fluidos como agua potable y aguas residuales. Un reto técnico esencial se presenta cuando, junto con los microorganismos que deben inactivarse, también están contenidas sustancias que pueden ser dañadas hasta cierto grado por la radiación. Tales requisitos son típicos para la esterilización en el área de los alimentos y líquidos biofarmacéuticos como, por ejemplo, soluciones proteicas. Dificultades adicionales resultan si el enturbiamiento del líquido procesado es elevado en el área de la radiación UVC y, por tanto, baja la profundidad de penetración de la radiación de inactivación. Tales aplicaciones exigen sistemas técnicos que, a pesar del elevado enturbiamiento, puedan realizar una radiación homogénea, es decir, una distribución de dosis estrecha. En aparatos recorridos por fluidos debe preverse en este caso adicionalmente cierto tiempo de permanencia en la zona de irradiación, lo que equivale a tiempo de irradiación. La distribución de tiempos de permanencia específicos del sistema produce a este respecto también una distribución de dosis amplia, es decir, inhomogénea, en el líquido.

El módulo de irradiación de acuerdo con la invención para la irradiación de fluidos con radiación electromagnética comprende un tubo UV transparente (cuerpo cilíndrico) para el alojamiento de una fuente de radiación alargada, dispuesta centralmente, y una tubería de espiral instalada sobre el tubo (cilindro hueco perfilado), de tal modo que entre la tubería de espiral y tubo, en función del perfilado, se generan uno o varios canales con forma de espiral en los que un fluido procesado puede ser irradiado durante el tiempo de permanencia en la zona de irradiación.

Una canal con forma de espiral obliga al fluido que fluye a una corriente en espiral. La característica particular del canal recorrido es una mezcla cruzada intensiva, uniforme, imperante en toda la longitud (provocada por denominados vórtices de Dean) perpendicularmente a la dirección principal -incluso en condiciones de corriente laminares. De esta manera se garantiza que las capas de líquido más alejadas de la fuente de radiación, que en particular en caso de medios que absorben mucha luz obtienen poca o ninguna radiación UV, entren en un intercambio intensivo con las capas irradiadas con UV cerca de la fuente de radiación.

De manera particularmente preferente, tal canal tiene un perfil de sección transversal rectangular (preferentemente con esquinas redondeadas), trapezoidal o semicircular. Un canal presenta en particular una profundidad de 1 a 100 mm, preferentemente de 2 a 50 mm, y una anchura media de 1 a 200 mm, preferentemente de 2 a 50 mm, en el perfil de sección transversal.

Muy particularmente preferente es una forma constructiva del cilindro perfilado en la que el perfilado consiste en un único canal que discurre interiormente con forma de espiral a lo largo de la superficie de revestimiento, que presenta una elevación de 2 a 20° (ángulo de elevación), preferentemente de 4 a 10°.

El material del tubo a través del que se efectúa la irradiación del líquido debe ser ampliamente permeable a la radiación. Materiales apropiados son, en función del intervalo de longitudes de onda de la radiación electromagnética, por ejemplo, vidrio o plásticos. El material que forma el canal y no es irradiado debe ser en particular de forma estable. Materiales apropiados son, por ejemplo, materiales metálicos, plásticos, cerámicas, vidrio o materiales compuestos. Si este material es al menos ampliamente transparente para la radiación electromagnética empleada, puede efectuarse una irradiación complementaria o también alternativa también a través de este componente. Otra realización puede ser un recubrimiento especular en el lado interior del cilindro perfilado de tal modo que se produzca un reflejo de la radiación y, con ello, una intensificación de la radiación en la zona de irradiación.

En una forma de realización preferente, el módulo de irradiación de acuerdo con la invención se genera mediante aplicación de una tubería de espiral de PTFE sobre un tubo de apoyo permeable a rayos UV, siendo el diámetro interior más pequeño de la tubería de espiral, dado por las espiras internas, ligeramente menor que el diámetro exterior del tubo de apoyo. Por ligeramente menor se entiende que el diámetro interior más pequeño de la tubería de espiral es un 0,01 % hasta un 5 %, preferentemente un 0,1 % hasta un 3 % menor que el diámetro exterior del tubo de apoyo. De esta manera, se fabrica una unión rígida, por arrastre de fuerza entre los dos elementos del módulo de irradiación (ajuste a presión). De esta manera, se pueden evitar las corrientes de cortocircuito axiales de lo contrario causadas por intersticios entre los canales de corriente, que tendrían como consecuencia una intensa ampliación de la distribución de tiempos de permanencia. Un hinchamiento de la tubería de espiral como consecuencia de la pérdida de presión creciente en caso de grandes corrientes de producto no es deseable por la formación de corrientes de cortocircuito y se evita, por ejemplo, mediante un espesor de pared correspondientemente dimensionado de la tubería de espiral y/o armazones de metal introducidos en la tubería de espiral y/o un revestimiento. El diseño de un tubo de revestimiento (revestimiento) debe establecerse a este respecto de tal modo que el diámetro interior del revestimiento sea ligeramente menor que el diámetro exterior de la tubería para generar sin deformación de tubería significativa una presión de apriete adicional. En caso de pequeñas pérdidas de presión, una tubería de contracción que pueda aplicarse fácilmente sobre la tubería corrugada puede mejorar la estabilidad de presión.

La entrada de radiación tiene lugar por medio de una fuente de radiación alargada insertada en el tubo de apoyo o de fuentes de radiación dispuestas exteriormente alrededor de la tubería de espiral. Preferentemente, la irradiación se efectúa mediante una fuente de radiación instalada interiormente en el tubo de apoyo. El tubo de apoyo está realizado para el tratamiento UVC preferentemente como tubo de cuarzo permeable a rayos UVC. Dado que una limpieza de los canales es difícil debido a su mala accesibilidad, los módulos de irradiación de acuerdo con la invención, en una forma de realización preferente, están realizados como elementos de un solo uso envasados de manera esterilizada o con bajo nivel de gérmenes. Sistemas de un solo uso están especialmente extendidos en la industria biofarmacéutica, ya que mediante la utilización de sistemas de un solo uso se ahorran complejas validaciones de limpieza. Los requisitos de tales sistemas de un solo uso son que estos deben poder ser fabricados económicamente y presentar una calidad reproducible. La calidad se refiere en este sentido en particular a dimensionamiento constante y propiedades de superficie constantes del tubo de apoyo (sin lubricantes, sin película, sin arañazos). Los módulos de irradiación de acuerdo con la invención cumplen estos requisitos, porque el procedimiento de acuerdo con la invención para la fabricación de los módulos de irradiación ofrece resultados reproducibles, automatizables y, por tanto, realizables a escala industrial, siendo además económico y sin necesitar lubricantes.

Los módulos de irradiación de acuerdo con la invención se recomiendan por ello para la utilización como módulos de un solo uso envasados en una cámara estéril, certificados, intercambiables de manera rápida y sencilla para la utilización en procesos biofarmacéuticos o alimentarios con control GMP (GMP=Good Manufacturing Practice).

Los módulos de irradiación de acuerdo con la invención presentan además al menos dos conexiones para la introducción y extracción de un fluido en la cámara helicoidal de irradiación. Ejemplos de cómo se puede proveer una tubería de espiral sobre un cuerpo de apoyo de conexiones se encuentran en el documento EP 1464342 A1.

Objeto de la presente invención es además un dispositivo para la aplicación de cilindros huecos flexibles perfilados sobre cuerpos cilíndricos de acuerdo con la reivindicación 9. El dispositivo de acuerdo con la invención dispone de agentes para el asimiento de un cilindro hueco flexible perfilado en uno o varios emplazamientos, de agentes para el alargamiento del cilindro hueco y de agentes para la inserción del cuerpo en el cilindro hueco perfilado. El asimiento de un cilindro hueco se efectúa preferentemente en al menos dos emplazamientos. Los agentes para el asimiento de los cilindros huecos (elementos de asimiento) asen un cilindro hueco preferentemente en los extremos. En una forma de realización en particular preferente, están distribuidos otros elementos de asimiento preferentemente de igual forma por la longitud del cilindro hueco. Todos los elementos de asimiento o todos los elementos de asimiento excepto uno están realizados de manera móvil, de tal modo que, tras asir el cilindro hueco, pueden ser movidos unos contra otros y de esta manera el cilindro hueco puede ser estirado (alargado) a lo largo de su eje longitudinal. El movimiento de los elementos de asimiento se efectúa, por ejemplo, por medio de motores pasa a paso o similares.

En una forma de realización preferente, el dispositivo de acuerdo con la invención dispone de indicadores de posición que permiten fijar la posición de cada elemento de asimiento, de tal modo que el alargamiento y/o el ajuste y/o la relajación discurre de manera regulada.

Los agentes para la inserción del cuerpo cilíndrico en el cilindro hueco perfilado se componen, por ejemplo, de una barra de empuje accionada por motor que inserta el cuerpo colocado, por ejemplo, sobre elementos de apoyo, en el cilindro hueco.

En una forma de realización preferente, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende, además, agentes para la termorregulación para garantizar condiciones de proceso constantes. Además, puede ser ventajoso calentar el cilindro hueco perfilado antes del alargamiento y/o relajación, por ejemplo, para elevar su elasticidad e impedir con ello daños como consecuencia del alargamiento.

En una forma de realización preferente, el dispositivo de acuerdo con la invención presenta además agentes para el

ajuste entre cilindro hueco y cuerpo cilíndrico. Un ejemplo se muestra en la figura 6c.

En una forma de realización preferente, los elementos de asimiento y/o agentes para el ajuste presentan en el lugar de contacto con el cilindro hueco también un contorno perfilado que se corresponde con el contorno negativo del cilindro hueco perfilado. La anchura de un alojamiento debe ser al menos de una, particularmente de dos a diez, de manera particularmente preferente de dos a cinco espiras de perfil.

En una forma de realización preferente, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende además agentes para la elevación de la presión interior dentro del cilindro hueco perfilado para ampliar el diámetro interior más pequeño del cilindro perfilado. La elevación de presión puede efectuarse apoyando el alargamiento.

Otras características del dispositivo de acuerdo con la invención son agentes para el control del alargamiento y/o el ajuste del cilindro perfilado y/o la inserción del cuerpo cilíndrico en el cilindro hueco alargado.

A continuación, se explican con más detalle ejemplos de realización de la invención con ayuda de figuras.

Muestran:

La figura 1 muestra esquemáticamente cuatro ejemplos de cilindros huecos perfilados en la vista lateral que presentan distintos perfilados: espiras con forma de espiral (a, c) así como espiras onduladas (b, d). Todos los cilindros huecos mostrados presentan un perfilado que se compone en forma de ondas o acanaladuras que no discurren en dirección del eje longitudinal.

La figura 2 muestra esquemáticamente un cilindro hueco perfilado (1) que está aplicado sobre un cuerpo cilíndrico (2). El perfilado (3) se compone de espiras paralelas con forma anular a lo largo de la superficie de revestimiento del cilindro hueco.

La figura 3 muestra esquemáticamente un módulo de irradiación de acuerdo con la invención que comprende una tubería de espiral como cilindro hueco perfilado (1) y un tubo de apoyo cilíndrico (2): (a) en la vista lateral, (b) en la sección transversal desde el lado. El perfilado con forma de espiral (3) produce en combinación con el ajuste a presión un canal (20) que discurre helicoidalmente alrededor del tubo de apoyo. Intersticios entre espiras adyacentes del canal se impiden por medio del ajuste a presión. En el documento WO2007/096057 se describen ejemplos de cómo se puede proveer el canal de conexiones para la entrada y salida de medios fluidos.

La figura 4 muestra esquemáticamente el procedimiento de acuerdo con la invención para la aplicación de cilindros huecos perfilados elásticos (1) sobre un cuerpo cilíndrico (2). En la figura 4(a), primero el cilindro hueco es alargado (indicado mediante las flechas blancas horizontales). El diámetro interior más pequeño D_i del cilindro hueco, en el estado libre de tensiones, es preferentemente ligeramente menor o de igual tamaño que el diámetro exterior D_A del cuerpo cilíndrico. Mediante el alargamiento, el diámetro interior más pequeño se incrementa a un valor d_i que es mayor que el diámetro exterior D_A (figura 4b).

En la figura 4(b) se muestra cómo el cuerpo cilíndrico puede ser insertado de manera sencilla en el cilindro hueco alargado (indicado por la flecha negra gruesa).

En la figura 4(c), el cilindro hueco se relaja (indicado mediante flechas blancas) y se cierra en la figura 4(d) por arrastre de forma alrededor del cuerpo cilíndrico. El procedimiento de la aplicación, para ser cuidadosos con el material del cilindro perfilado, sobre todo si se utiliza PTFE, debería estar concluido en pocos minutos, de manera preferente claramente por debajo de un minuto para evitar deformaciones permanentes del material y, por tanto, una reducción del ajuste a presión.

La figura 5 muestra esquemáticamente un ejemplo de un dispositivo de centrado o ayuda de introducción para simplificar la inserción del cuerpo cilíndrico en el cilindro hueco alargado y evitar daños. En el presente ejemplo, el cuerpo cilíndrico (2) es un tubo de vidrio. Sobre este tubo de vidrio se coloca el dispositivo de centrado (80). Un anillo de goma (81) procura que el tubo de vidrio no sea dañado. La punta cónica del dispositivo de centrado facilita la inserción. El dispositivo de centrado se muestra en la figura 5(a) desde el lateral y, en la figura 5(b), desde el lado orientado al tubo de vidrio.

La figura 6a muestra esquemáticamente desde el lateral un ejemplo de un dispositivo de acuerdo con la invención para la aplicación de un cilindro hueco perfilado (1) sobre un cuerpo cilíndrico (2). El cuerpo cilíndrico está realizado en el presente ejemplo como tubo. El dispositivo comprende cuatro apoyos (40) para la sujeción y la guía del tubo, una barra de empuje (60) con punta cónica (65) para la inserción del tubo en el cilindro hueco y tres elementos de asimiento (50a, 50b, 50c). En el presente ejemplo, el elemento de asimiento (50c) está sujeto, mientras que los elementos de asimiento (50a) y (50b) son móviles y son movidos mediante una unidad de accionamiento por el elemento de asimiento (50c) estirando el cilindro hueco. Para que el estiramiento se efectúe de manera uniforme en toda la longitud del cilindro hueco, el elemento de asimiento (50a) debe alejarse el doble de rápido del elemento (50c) que el elemento de asimiento (50b). Si se utilizan motores paso a paso, el elemento de asimiento (50a), con cada paso que se aleja el elemento de asimiento (50b) del elemento (50c), debe efectuar dos pasos en la misma dirección. Esto está indicado por medio de las flechas blancas de diferente longitud por encima de los elementos de asimiento. Lo mismo se cumple análogamente para la relajación.

La figura 6b muestra esquemáticamente un apoyo (40) de la figura 6a por delante.

5 La figura 6c muestra esquemáticamente y a modo de ejemplo dos tipos diferentes de elementos de asimiento (50d, 50e) en la sección transversal. El elemento de asimiento (50e) sirve para el asimiento de un cilindro hueco perfilado (1) en uno de sus extremos. Comprende un anillo (52) con guía cónica para la penetración en el cilindro hueco y otro anillo (53). La protuberancia en el extremo del cilindro perfilado es sujeta entre los anillos (52) y (53), por ejemplo, por medio de una unión roscada (en este caso no mostrada).

10 El elemento de asimiento (50d) sirve para el asimiento de un cilindro hueco perfilado entre sus extremos. Presenta un contorno que se corresponde con el perfil negativo del cilindro hueco. El contorno sirve para el alojamiento y fijación del cilindro hueco y posibilita, además, tanto el ajuste entre cilindro hueco y cuerpo insertado como la relajación uniforme del cilindro hueco alargado.

La figura 6d muestra esquemáticamente el elemento de asimiento (50d) por delante. En la anterior descripción también se ha designado como matriz. Se compone de dos elementos semicirculares que están unidos entre sí mediante una bisagra. En

15 la figura 6d (I), el elemento está abierto y puede alojar un cilindro hueco. En la figura 6d (II), el elemento está cerrado. Los extremos abiertos de los elementos semicirculares pueden ser unidos entre sí, por ejemplo, mediante uniones roscadas (en este caso no mostradas) para evitar una apertura y/o salida no deseada del cilindro hueco sujetado.

20 La figura 7 muestra esquemáticamente cómo se puede poner el espacio interior del cilindro perfilado bajo una presión elevada p_i de tal modo que se facilite adicionalmente la inserción del tubo. Esta realización puede provocar por sí sola una ampliación suficiente del diámetro interior del cilindro perfilado o realizarse en combinación con un alargamiento del cilindro perfilado.

Referencias

- 1 Cilindro hueco perfilado
- 2 Cuerpo cilíndrico
- 3 Perfilado
- 20 Canal con forma de espiral
- 40 Apoyos
- 50a Elemento de asimiento, fijo
- 50b Elemento de asimiento, móvil
- 50c Elemento de asimiento, móvil
- 50d Elemento de asimiento para centro = matriz
- 50e Elemento de asimiento para extremo
- 52 Anillo con guía cónica
- 53 Anillo
- 60 Barra de empuje
- 65 Punta cónica
- 80 Dispositivo de centrado / ayuda de introducción
- 81 Anillo de goma
- 90 Cámara de presión

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la aplicación de un cilindro hueco flexible y perfilado (1), sobre un cuerpo cilíndrico (2), que comprende al menos las siguientes etapas temporalmente consecutivas:
- 5 (a) alargamiento del cilindro hueco (1) mediante estiramiento axial en un 1 % hasta un 30 % a lo largo de su eje longitudinal, de tal modo que aumenta el diámetro interior más pequeño del cilindro hueco (1),
(b) inserción del cuerpo cilíndrico (2) en el cilindro hueco (1) así alargado, y finalmente
(c) relajación del cilindro hueco (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la longitud del cilindro hueco perfilado se incrementa por el alargamiento en un 1 % hasta un 20 %.
- 10 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** el alargamiento se efectúa mediante asimiento del cilindro hueco en al menos 2 emplazamientos y estos dos emplazamientos de asimiento se mueven alejándose uno en relación al otro.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** para la inserción del cuerpo cilíndrico se usa un dispositivo de centrado (80).
- 15 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque**, antes y/o durante la relajación, se efectúa un ajuste entre cilindro hueco y cuerpo para la realización de un ajuste a presión y de una geometría de canal uniforme.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el ajuste tiene lugar con ayuda de matrices (50d) que disponen de un contorno que se corresponde con el perfilado negativo del cilindro hueco.
- 20 7. Procedimiento para la fabricación de módulos de irradiación, **caracterizado porque** una tubería de espiral (1) está montada sobre un tubo de apoyo (2) por medio de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el diámetro interior de menor tamaño de la tubería de espiral es un 1 % hasta un 5 % menor que el diámetro exterior del tubo de apoyo.
- 25 9. Dispositivo especialmente diseñado para la aplicación de un cilindro hueco flexible y perfilado sobre un cuerpo cilíndrico por medio de un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos medios para el asimiento del cilindro hueco en uno o varios emplazamientos, medios para el alargamiento del cilindro hueco a lo largo de su eje longitudinal y medios para la inserción del cuerpo en el cilindro hueco alargado.
- 30 10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado porque** los medios para el asimiento comprenden al menos dos elementos de asimiento (50a, 50c) que alojan el cilindro hueco en dos extremos y de los que al menos un elemento de asimiento está realizado de manera móvil, de tal modo que los elementos de asimiento pueden ser alejados relativamente entre sí por alargamiento del cilindro hueco.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 o 10, **caracterizado porque** los medios para el asimiento del cilindro hueco comprenden más de dos elementos de asimiento que están distribuidos uniformemente por la longitud del cilindro hueco y pueden ser alejados relativamente unos de otros.
- 35 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende, además, medios para el ajuste del cilindro hueco alargado en relación con el cuerpo cilíndrico.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende, además, medios para la termorregulación del cilindro hueco.

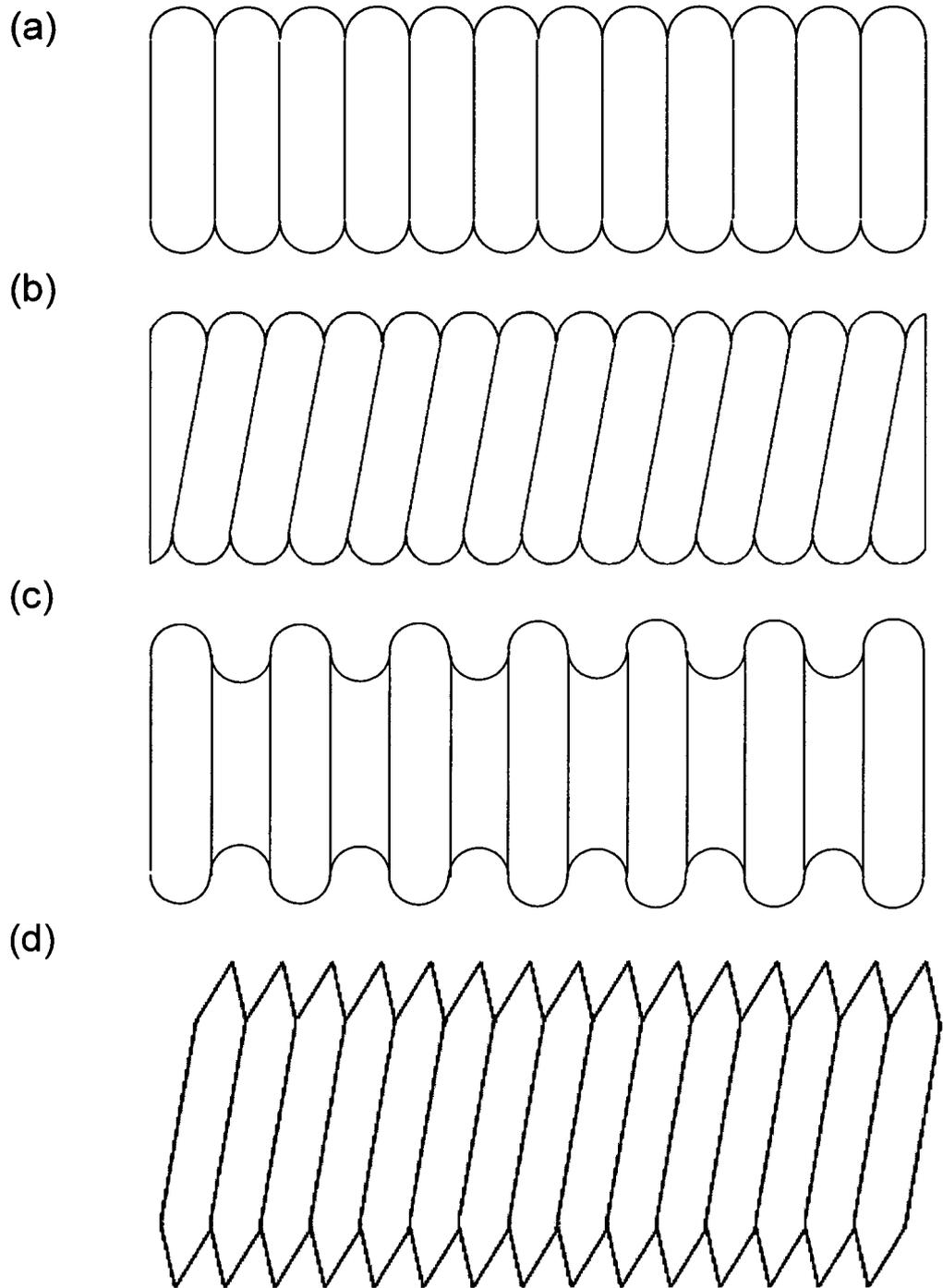


Fig. 1

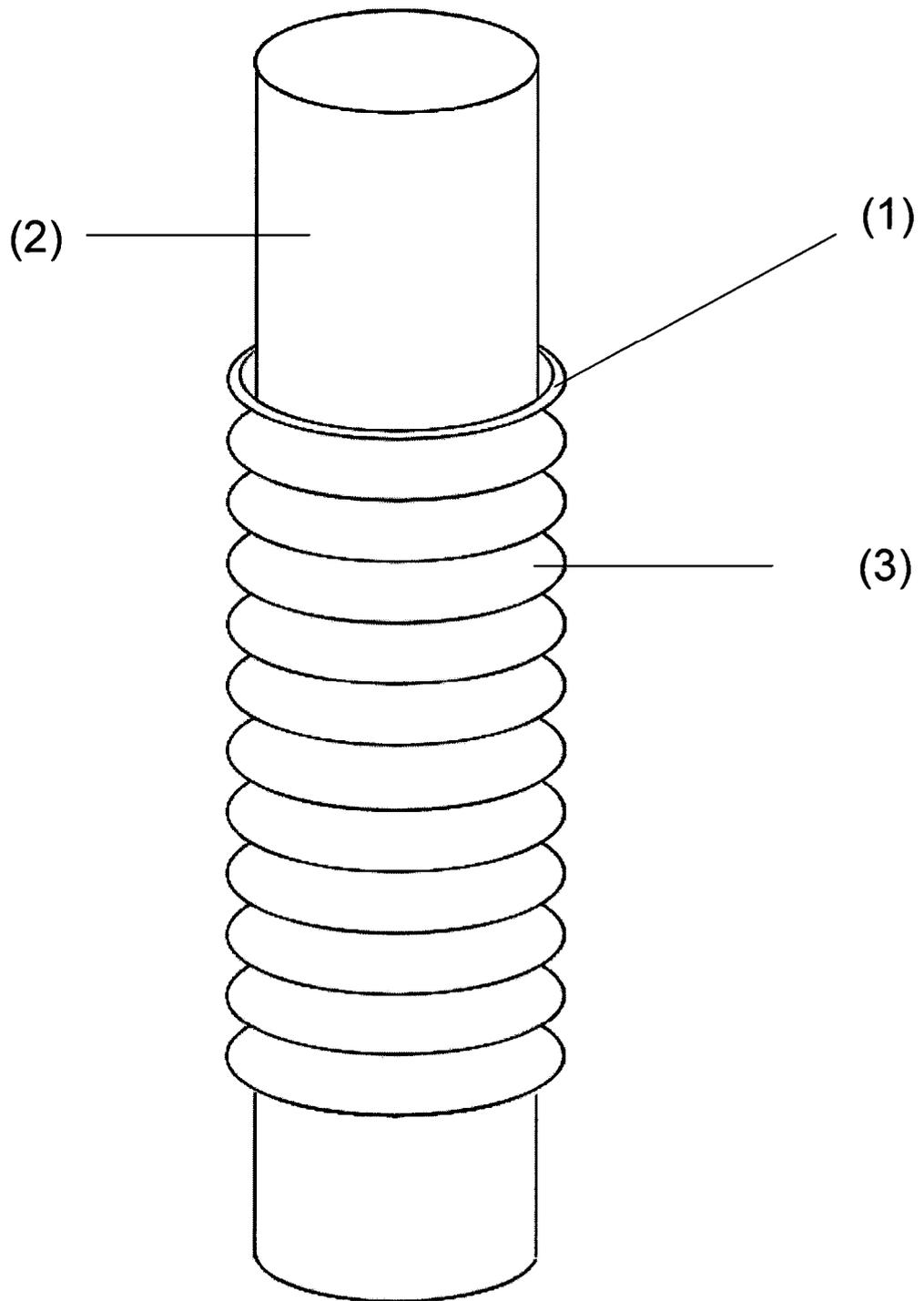


Fig. 2

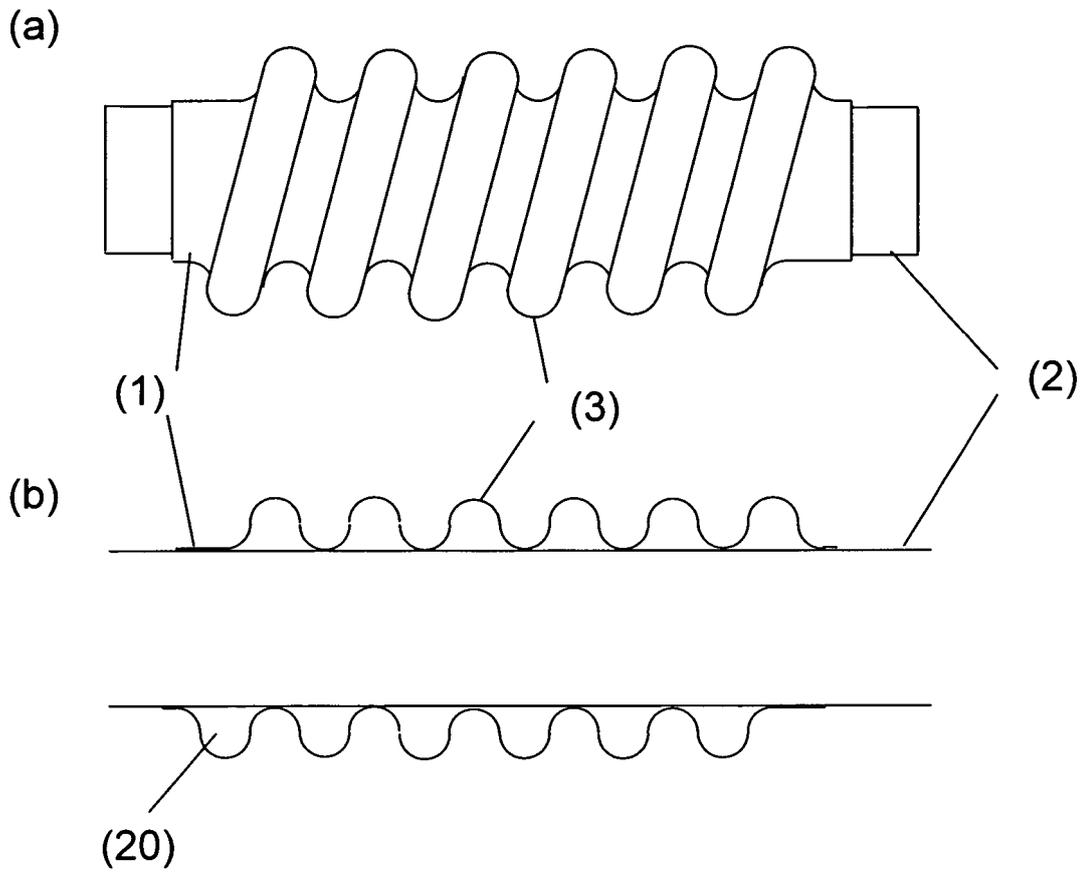


Fig. 3

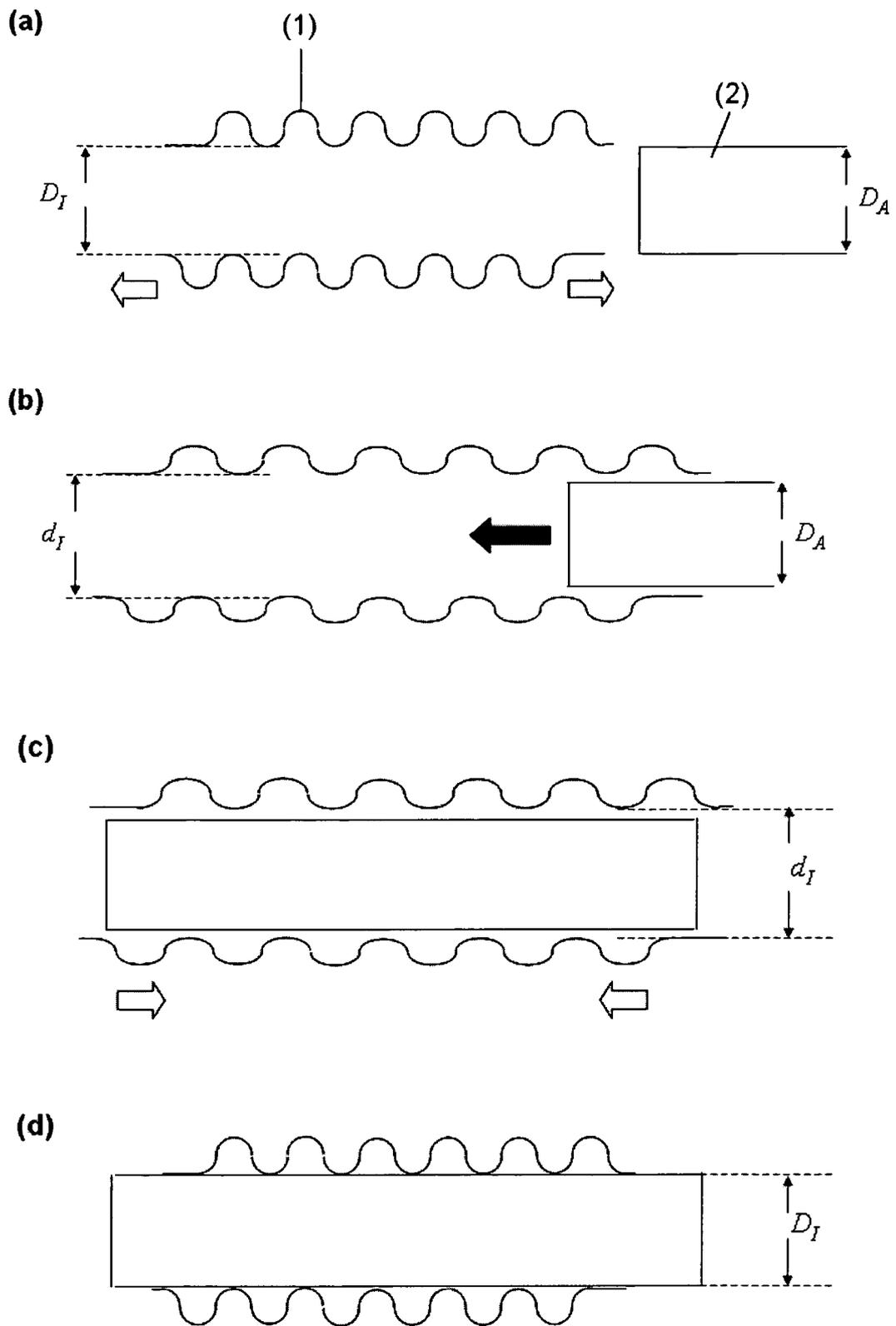


Fig. 4

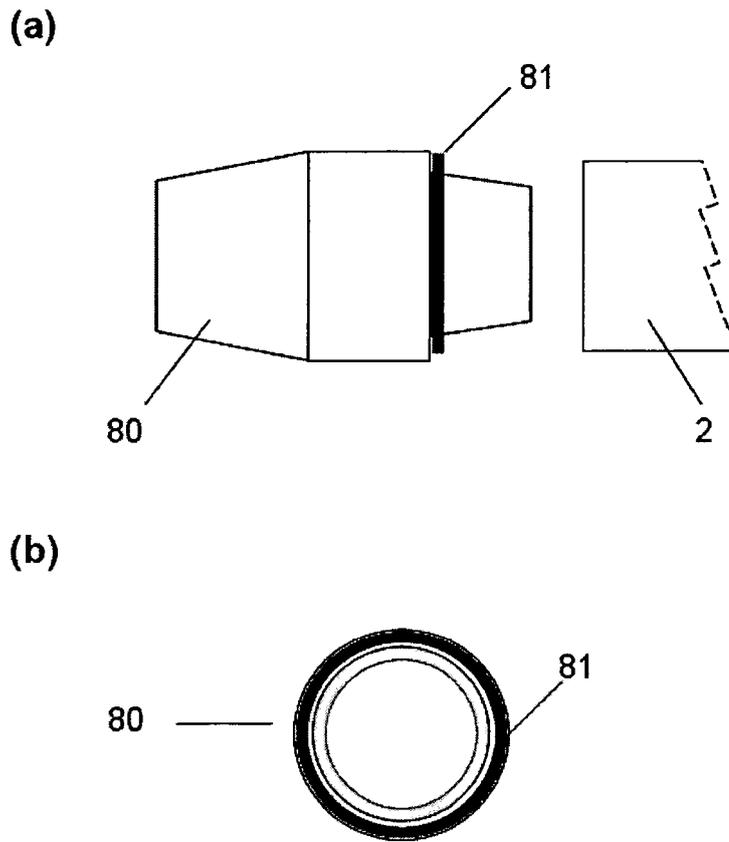


Fig. 5

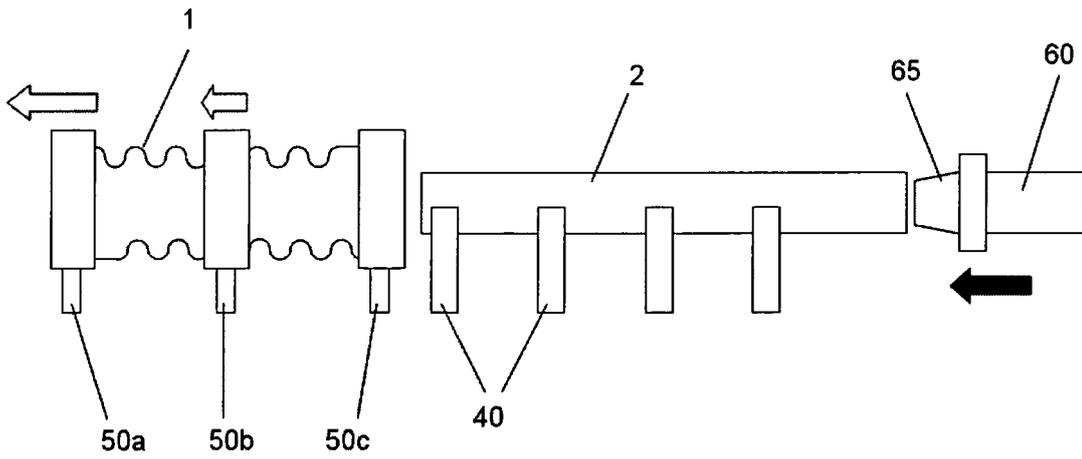


Fig. 6a

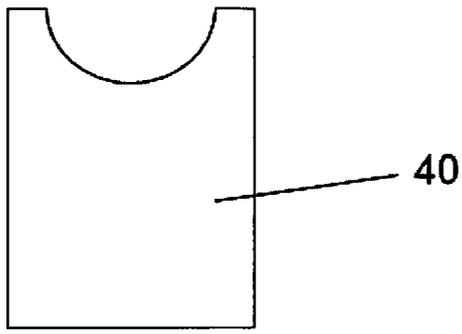


Fig. 6b

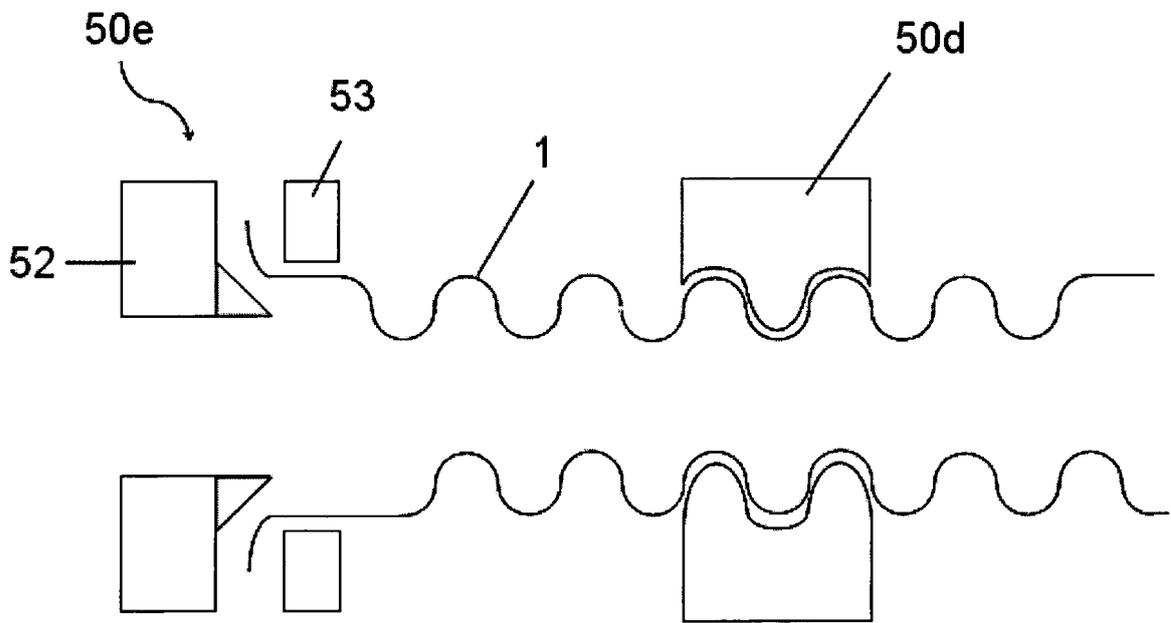


Fig. 6c

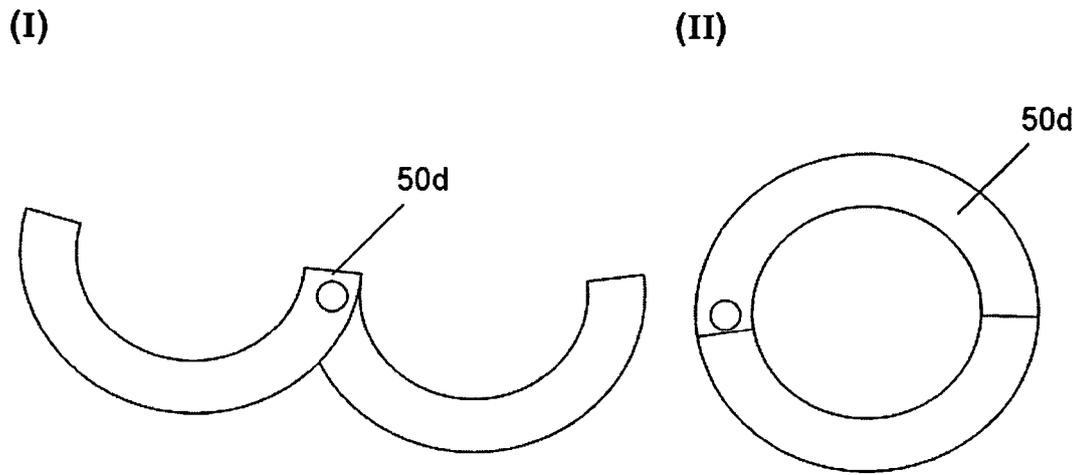


Fig. 6d

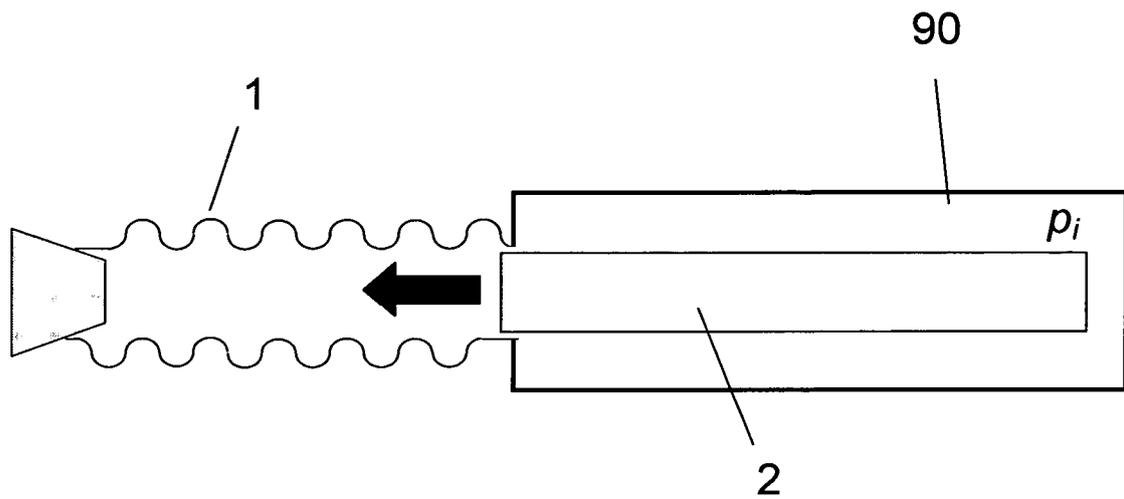


Fig 7