

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 513 715**

51 Int. Cl.:

C03B 33/095 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2011 E 11740602 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014 EP 2609045**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de tronzado de tubos de vidrio**

30 Prioridad:

27.08.2010 DE 102010035673

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

27.10.2014

73 Titular/es:

**AMBEG DR. J. DICHTER GMBH (100.0%)
Tempelhofer Weg 65-68
10829 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

LANGER, MATTHIAS

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 513 715 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 y dispositivo de tronzado de tubos de vidrio.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el tronzado de una sección de tubo de vidrio, en particular para la fabricación de envases de medicamentos para la industria farmacéutica, generándose una zona de tensiones entre la sección de tubo de vidrio a tronzar y el tubo de vidrio a lo largo de una línea circunferencial de un tubo de vidrio mediante calentamiento y enfriándose a continuación al menos la zona de tensiones, por lo que se configura una fisura de separación en la zona de tensiones, siendo una profundidad radial de penetración de la zona de tensiones menor que el espesor de pared del tubo de vidrio, por lo que la fisura de separación forma un punto de ruptura controlada que discurre a lo largo de la línea circunferencial para el tronzado de la sección de tubo de vidrio y rompiéndose después del enfriamiento la sección de tubo de vidrio a lo largo de la fisura de separación o del punto de ruptura controlada del tubo de vidrio.

10 Además, la invención se refiere a un dispositivo para el tronzado de una sección de tubo de vidrio, con un dispositivo de calentamiento para la generación de una zona de tensiones a lo largo de una línea circunferencial de un tubo de vidrio entre la sección de tubo de vidrio a tronzar y el tubo de vidrio mediante calentamiento, con un dispositivo de enfriamiento para el enfriamiento de la zona de tensiones, estando configurado el dispositivo para generar una profundidad radial de penetración de la zona de tensiones que es menor que el espesor de pared del tubo de vidrio, y con un dispositivo de separación para la ruptura de la sección de tubo de vidrio a tronzar.

15 Procedimientos y dispositivos para el tronzado o separación de tubos de vidrio o formas tubulares de vidrio se conocen por el estado de la técnica. Así, por ejemplo, por el documento DE 44 11 037 C2 se conoce un procedimiento y un dispositivo previsto para el mismo para el corte de un vidrio hueco o para la separación de una tapa de vidrio de un vaso de vidrio. Aquí sobre la línea circunferencial del vidrio hueco con la ayuda de un rayo láser se genera una zona de tensiones en la que durante el enfriamiento siguiente se propaga una fisura de separación partiendo de una fisura inicial incorporada mecánicamente anteriormente y se separa la tapa de vidrio. En estos procedimientos de separación por choque térmico así mencionado se pueden generar superficies de separación de alta planaridad y calidad superficial.

20 En el procedimiento de separación por choque térmico conocido mencionado anteriormente existe la desventaja de que no funciona de forma satisfactoria en vidrios para la fabricación de envases de medicamentos para la industria farmacéutica, como por ejemplo, vidrios de borosilicato o sodocálcicos. Entonces los vidrios de este tipo presentan otras propiedades térmicas y mecánicas que los vidrios para beber considerados en el documento DE 44 11 037 C2. Los vidrios usados en la industria farmacéutica poseen, por ejemplo, coeficientes de dilatación térmica menores que los vidrios de la industria de vidrios para beber. Además, en la fabricación de los envases de medicamentos se deben separar y tronzar tubos de vidrio que en su diámetro y su espesor de pared se diferencian fuertemente entre sí. En el caso de envases de medicamentos se usan con frecuencia diámetros pequeños de tubos de vidrio con espesores de pared relativamente grandes, mientras que en la industria de vidrios para beber se fabrican principalmente vidrios con diámetros grandes y espesores de pared pequeños.

25 Por consiguiente el procedimiento de separación por choque térmico conocido por el estado de la técnica no se puede aplicar o sólo bajo tiempos de ciclo muy largos con una estabilidad del proceso para los envases de medicamentos.

30 En consecuencia la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento y un dispositivo para el tronzado de tubos de vidrio usados en la industria farmacéutica, que permita una estabilidad satisfactoria del proceso y tiempos de ciclo apropiados.

35 En el procedimiento mencionado al inicio este objetivo se resuelve porque durante la ruptura se introduce tanto un momento de flexión como también una fuerza de tracción axial orientada alejándose del tubo de vidrio en la sección de tubo de vidrio.

40 En el dispositivo mencionado al inicio este objetivo se resuelve porque el dispositivo de separación está configurado para introducir durante la ruptura tanto un momento de flexión como también una fuerza de tracción axial orientada alejándose del tubo de vidrio en la sección de tubo de vidrio.

45 La solución según la invención tiene la ventaja de que la fisura de separación sólo se genera en una región marginal exterior del vidrio y por ello hace posible una separación completa muy limpia y controlable de la sección de tubo de vidrio del tubo de vidrio. Además, la sección de tubo de vidrio se puede separar completamente después del enfriamiento en un estado lo más libre de tensiones posible o sin tensiones.

50 La ruptura se puede realizar, por ejemplo, mediante un dispositivo mecánico de rotura de un dispositivo según la invención. Por consiguiente la sección de tubo de vidrio se puede separar rápidamente del tubo de vidrio con una duración del proceso lo más baja posible. Junto a una ruptura mecánica también se pueden tomar en consideración otros procedimientos de ruptura o separación, como por ejemplo, un corte o rotura mediante otros procedimientos de

separación térmicos y/o mecánicos.

5 Así, por ejemplo, en un plato de sujeción no rotativo que recibe el tubo de vidrio se puede romper el tubo de vidrio con un dispositivo de ruptura en el punto de separación y se puede suministrar a una línea de tratamiento posterior. Debido a la zona de tensiones ampliamente eliminada después del enfriamiento se puede conseguir una calidad de borde y ortogonalidad muy buenas del punto de separación. Mediante la fuerza de tracción axial orientada alejándose del tubo de vidrio se puede evitar que la sección de tubo de vidrio rota colisione después de la ruptura con el tubo de vidrio que queda en el plato de sujeción.

10 Dado que en el procedimiento según la invención se debilitan ampliamente las tensiones térmicas durante la separación definitiva, se pueden generar cantos de mayor calidad que requieren menos acabado y por consiguiente hacen posibles con ello tiempos de proceso o de ciclo más cortos que los procedimientos según el estado de la técnica. Por ejemplo, la separación en el procedimiento conocido por el estado de la técnica descrito en el documento DE 44 11 037 C2 se realiza simultáneamente con la aparición de grandes tensiones térmicas lo que puede influir de forma desventajosa en la calidad de los cantos en el punto de separación.

15 Además, los tiempos de ciclo se pueden acortar con el procedimiento según la invención respecto al procedimiento conocido por el documento DE 44 11 037 C2, dado que al contrario de la enseñanza del documento DE 44 11 037 C2 durante el calentamiento no se debe atravesar toda la pared del tubo de vidrio, lo que es necesario durante el enfriamiento para una separación inmediata del tubo de vidrio.

La solución según la invención se puede complementar a voluntad y mejorar aun más mediante otras formas de realización siguientes, respectivamente ventajosas en sí:

20 Entonces según una primera forma de realización ventajosa de un procedimiento según la invención, el punto de ruptura controlada que discurre a lo largo de la línea circunferencial se puede formar para la separación limpia y precisa de la sección de tubo de vidrio, en tanto que una profundidad de penetración predeterminada de la zona de tensiones es menor que el 50% del espesor de pared del tubo de vidrio. Ventajosamente la profundidad de penetración de la zona de tensiones puede ser menor que el 30% del espesor de pared del tubo de vidrio. En particular puede ser ventajoso que la profundidad de penetración de la zona de tensiones sea aprox. el 20% del espesor de pared del tubo de vidrio.

30 Según otra forma de realización ventajosa de un procedimiento según la invención, el calentamiento se realiza mediante un láser cuyo diámetro de rayo es menor de 2 mm al menos en la zona de incidencia del láser sobre una superficie exterior del tubo de vidrio. El diámetro de rayo del láser puede ser ventajosamente menor de 1 mm. En particular es ventajoso que el diámetro de rayo sea de aprox. 0,5 mm al menos en la zona de incidencia. Por consiguiente se puede generar de la forma más orientada posible una zona de tensiones con profundidad de penetración predeterminada que es menor que el espesor de pared del tubo de vidrio. Una extensión de la zona de tensiones en la dirección longitudinal del tubo de vidrio se puede minimizar en el caso de un diámetro de rayo del láser lo menor posible. Esto favorece la configuración de una fisura de separación que discurre lo más limpiamente posible a lo largo de la línea circunferencial como punto de ruptura controlada, que puede hacer posible una separación completa lo más libre posible de fisuras y astillas de la sección de tubo de vidrio del tubo de vidrio.

35 Para la configuración lo más precisa posible de la zona de tensiones y de la fisura de separación resultante de ello puede estar previsto según la invención que la potencia del láser para el calentamiento sea menor de 200 W, menor de 100 W o preferentemente aprox. 20 W.

40 Para el calentamiento preciso del tubo de vidrio a lo largo de la línea circunferencial puede estar previsto según la invención que el tubo de vidrio se gire durante el calentamiento al menos en la zona de tensiones con una velocidad circunferencial de menos de 4 m/s, menos de 2 m/s, menos de 1 m/s o preferentemente con una velocidad circunferencial de aprox. 0,15 m/s alrededor de su eje longitudinal.

45 Según otra forma de realización ventajosa de un procedimiento según la invención, antes del calentamiento se puede incorporar una fisura inicial situada sobre la línea circunferencial en la superficie del tubo de vidrio. La fisura de separación se puede configurar ventajosamente de forma orientada desde la fisura inicial predeterminada. La fisura inicial puede contribuir a la configuración de una fisura de separación especialmente limpia, en tanto que una longitud de la fisura inicial medida a lo largo de la línea circunferencial puede ser más corta de 0,1 mm. Ventajosamente la longitud de la fisura inicial medida a lo largo de la línea circunferencial puede ser más corta de 0,05 mm. Por ejemplo, para ello se puede presionar por poco tiempo con una pequeña fuerza contra el tubo de vidrio con una punta de fisura inicial, por ejemplo de diamante, de modo que se configura la fisura inicial mediante una roedura de la superficie del tubo de vidrio.

50 Según otra forma de realización ventajosa del procedimiento según la invención, la fisura inicial se puede conformar de forma especialmente precisa cuando está previsto que la fisura inicial se disponga mediante un hundimiento radial de

la superficie del tubo de vidrio por medio de una punta de fisura inicial que se desplaza de forma estacionaria relativamente respecto a la dirección longitudinal del tubo de vidrio. Entonces puede estar previsto, por ejemplo, que el tubo de vidrio no se gire alrededor de su eje longitudinal durante la incorporación de la fisura inicial, en tanto que por ejemplo está detenido o parado por ejemplo el plato de sujeción.

5 A continuación la invención se explica más detalladamente a modo de ejemplo mediante varias formas de realización en referencia a los dibujos adjuntos. Las formas de realización sólo representan configuraciones posibles en las que las características individuales, según se ha descrito arriba, se pueden realizar y suprimir de forma independiente unas de otras. Por sencillez, en la descripción de las formas de realización las mismas características y elementos están provistos de las mismas referencias.

10 Muestran:

Fig. 1 una vista en planta esquemática de un dispositivo de tronzado de vidrio según la invención;

Fig. 2 una vista lateral esquemática de un tubo de vidrio provisto según la invención de una fisura inicial como punto de ruptura controlada;

15 Fig. 3 una vista de sección transversal esquemática de un tubo de vidrio provisto según la invención de una fisura inicial a lo largo de una línea circunferencial antes de la configuración de la fisura de separación; y

Fig. 4 una vista de sección transversal esquemática del tubo de vidrio representado en la fig. 3 después de la configuración de la fisura de separación.

20 En primer lugar mediante la fig. 1 se describe un dispositivo de tronzado 1 según la invención, la cual muestra el dispositivo de tronzado 1 en una vista en planta esquemática. El dispositivo de tronzado 1 comprende una mesa de posicionamiento circular 2 que está configurada de forma giratoria alrededor de un eje de rotación 2a y presenta una serie de platos de sujeción 3 distribuidos de forma equidistante a lo largo de su circunferencia 2b, en los que se puede sujetar respectivamente un tubo de vidrio 100. Los platos de sujeción 3 están configurados cada vez de forma rotativa alrededor de su eje de rotación 3a, que discurre en paralelo a la dirección de observación de la fig. 1. en una dirección de rotación Q de los platos de sujeción 3.

25 La mesa de posicionamiento circular 2 está configurada, por ejemplo, de forma giratoria en una dirección de giro R en sentido horario. Según su posición de giro discreta los platos de sujeción 3 están asociados a las estaciones de trabajo A a H. En las estaciones de trabajo A a H se pueden realizar diferentes etapas de trabajo de un procedimiento según la invención en el tubo de vidrio 100:

30 En la estación de trabajo A un dispositivo de suministro 4, por ejemplo en forma de una pinza mecánica, puede suministrar un nuevo tubo de vidrio. Con otras palabras, en la primera estación de trabajo A se carga el dispositivo de tronzado 1 por el dispositivo de suministro 4 con tubos de vidrio. Después del tronzado de las secciones de tubo de vidrio (aquí todavía no mostrado) del tubo de vidrio 100 se pueden expulsar los extremos (no mostrados) del tubo de vidrio 100 que no son apropiados para el tronzado posterior en la primera estación de trabajo A. Pero la expulsión también se puede efectuar en otra estación de trabajo A a H.

35 En la segunda estación de trabajo B un dispositivo de fisura inicial 5 del dispositivo de tronzado 1 puede disponer una fisura inicial (aquí todavía no mostrado) en el tubo de vidrio 100. El dispositivo de fisura inicial 5 puede estar configurado de forma móvil radialmente en una dirección de movimiento S respecto a la circunferencia circular 2b de la mesa de posicionamiento circular 2. El dispositivo de fisura inicial 5 puede comprender una punta de fisura inicial 5a, por ejemplo de diamante, que se presiona con una pequeña fuerza controlada a lo largo de la dirección de movimiento S contra el tubo de vidrio y a continuación se mueve a lo largo de la dirección de movimiento S alejándose del tubo de vidrio a fin de disponer la fisura inicial (aquí todavía no mostrada).

40 A la tercera estación de trabajo C se le puede asociar un dispositivo de calentamiento 6. El dispositivo de calentamiento 6 puede comprender un láser que puede presentar un dispositivo de focalización 6a en forma de un cabezal focalizador para la focalización de un rayo láser 6b. Por ejemplo, el dispositivo de calentamiento 6 puede estar configurado en forma de un láser de CO₂ con una longitud de onda de aprox. 10,6 μm.

45 Con la ayuda del dispositivo de calentamiento 6 se puede incorporar una zona de tensiones en la línea circunferencial del tubo de vidrio 100 que rota en la estación de trabajo C en el plato de sujeción 3. La incorporación de la zona de tensiones se puede causar mediante el calentamiento sólo de un espesor de pared exterior del tubo de vidrio 100 a una temperatura claramente por debajo de la temperatura de transformación del respectivo material de vidrio.

50 Debido a una profundidad de acción de la zona de tensiones que es menor que un espesor de pared total del tubo de vidrio 100, en la estación de trabajo D que sigue a la tercera estación de trabajo C según este ejemplo de realización no se produce una separación inmediata de la sección de tubo de vidrio durante el enfriamiento de la zona de

tensiones. Dado que la separación real de la sección de tubo de vidrio se realiza después del enfriamiento en una etapa de trabajo todavía posterior, un procedimiento de tronzado según la invención puede hacer posible una calidad de canto muy buena mediante una separación baja en tensiones. Con otras palabras, la calidad de canto elevada se consigue mediante una división de las etapas del enfriamiento y separación.

5 En la presente forma de realización se consigue una profundidad de penetración de la zona de tensiones sólo pequeña en comparación al espesor de pared total del tubo de vidrio 100 mediante un tiempo de acción relativamente breve con un rayo láser 6b ligeramente desfocalizado con un diámetro de rayo de aprox. 0,5 mm. Durante la irradiación, con una potencia del láser relativamente pequeña de aprox. 20 W con una velocidad circunferencial del tubo de vidrio 100 en el plato de sujeción 3 rotativo de 0,5 m/s se genera una zona de tensiones que se extiende según el presente ejemplo de
10 realización hasta una profundidad de aprox. 20% del espesor de pared del tubo de vidrio.

En la cuarta estación de trabajo D se enfría el tubo de vidrio 100 mediante un dispositivo de enfriamiento 7 de la forma más rápida o brusca posible. El dispositivo de enfriamiento 7 puede estar configurado, por ejemplo, como boquilla pulverizadora de agua con cuya ayuda se enfría la zona de tensiones del tubo de vidrio 100 retenido en el plato de sujeción 3 rotativo. Durante el enfriamiento partiendo de la fisura inicial, es decir, una roedura inicial de la superficie del tubo de vidrio, se origina una fisura de separación que discurre alrededor de la línea circunferencial del tubo de vidrio
15 100 en la región de la zona de tensiones, dado que el material de vidrio calentado y extendido anteriormente se contrae en poco tiempo en la superficie del tubo de vidrio. Debido a la zona de tensiones incorporada sólo en la región exterior del espesor de pared del tubo de vidrio, la extensión de la fisura de separación circunferencial como fisura de tensiones se realiza partiendo de las tensiones de tracción en la superficie del tubo de vidrio igualmente sólo hasta una
20 profundidad de aprox. el 20% del espesor de pared en este ejemplo de realización.

Después de la configuración de la fisura de separación, un enfriamiento posterior del tubo de vidrio 100 en la cuarta estación de trabajo D no tiene en general una influencia adicional sobre la forma de la fisura, pero se puede usar para la compensación de las diferencias de temperatura en la región de la fisura de separación y por consiguiente para el debilitamiento de la zona de tensiones.

25 En la quinta estación E se puede separar la sección de tubo de vidrio a tronzar mediante un dispositivo de separación 8 del tubo de vidrio en la fisura de separación y suministrar a otra línea de tratamiento posterior (no mostrada). El dispositivo de separación 8 puede comprender, por ejemplo, un dispositivo de ruptura mecánica o estar configurado como tal. Entonces el dispositivo de separación 8 puede disponer, por ejemplo, de una pinza mecánica que puede asir la sección de tubo de vidrio a tronzar y romperla por generación de un momento de flexión en el punto de separación y
30 conducirla lo más simultáneamente posible en una dirección axial del tubo de vidrio 100 de forma dirigida alejándose del tubo de vidrio 100.

En la sexta estación de trabajo F y séptima estación de trabajo G se puede alisar un canto de separación en el tubo de vidrio 100 respectivamente con la ayuda de un dispositivo de mecanizado de cantos 9. Entonces el dispositivo de mecanizado de cantos 9 puede comprender, por ejemplo, un quemador de gas o estar configurado como tal. Con la
35 ayuda de un quemador de gas se puede fundir el canto separado del tubo de vidrio 100. Una fusión del canto puede impedir, por ejemplo, un astillado del canto en las estaciones de trabajo siguientes.

En la octava estación de trabajo H se puede ajustar el tubo de vidrio 100 restante a una nueva longitud a tronzar o colocar una sección de tubo de vidrio prevista para el tronzado. Para el ajuste el plato de sujeción 3 se puede abrir brevemente en la estación de trabajo H, de modo que el tubo de vidrio 100 cae sobre un tope debido a la fuerza de la gravedad, según está representado en la fig. 1 en el detalle I en una vista lateral esquemática del tubo de vidrio 100. El tope puede estar configurado, por ejemplo, de forma desplazable verticalmente en paralelo a la fuerza de gravedad Z, a fin de ajustar el tubo de vidrio mediante la bajada según se desee. Después de la bajada el plato de sujeción 3 se puede cerrar en la estación de trabajo H. Por consiguiente se puede colocar una nueva longitud de la sección de tubo de vidrio a tronzar para el siguiente proceso de separación.

45 Alternativamente o adicionalmente, el tubo de vidrio 100 se puede expulsar en la estación de trabajo H, por ejemplo, mediante la abertura del plato de sujeción cuando una longitud restante del tubo de vidrio 100 no permite un proceso de tronzado posterior.

Además, el dispositivo de tronzado 1 dispone de un dispositivo de control y/o accionamiento 10. El dispositivo de control y/o accionamiento 10 puede contener una multiplicidad de órganos y elementos de accionamiento y control eléctricos, electrónicos, neumáticos y/o hidráulicos, a fin de controlar y accionar la mesa de posicionamiento circular 2, sus platos de sujeción 3 y el dispositivo de suministro 4, el dispositivo de fisura inicial 5, el dispositivo de calentamiento 6, el dispositivo de enfriamiento 7, el dispositivo de separación 8 y el dispositivo de mecanizado de cantos 9. El dispositivo de control y/o accionamiento 10 puede estar conectado, por ejemplo, a través de líneas de control, medición y/o alimentación 11 con la mesa de posicionamiento circular 2, los platos de sujeción 3 y el dispositivo de suministro 4,
50 el dispositivo de fisura inicial 5, el dispositivo de calentamiento 6, el dispositivo de enfriamiento 7, el dispositivo de separación 8 y el dispositivo de mecanizado de cantos 9. El dispositivo de control y/o accionamiento 10 puede
55

comprender fuentes de energía térmicas, eléctricas, mecánicas, neumáticas y/o hidráulicas, elementos de almacenamiento y/o control, a fin de controlar el dispositivo de tronzado 1, regular las etapas del procedimiento que se desarrollan aquí y alimentar los dispositivos 2 a 9 del dispositivo de tronzado 1 con energía y materiales adicionales, como por ejemplo agua.

5 El dispositivo de control y/o accionamiento 10 puede comprender un número y disposición cualesquiera de elementos de control y visualización cooperantes, como pantallas, interruptores, botones, reguladores, pilotos, procesadores, dispositivos de almacenamiento de datos, dispositivos intercambiables de acumulación de datos e interfaces electrónicos, a fin de habilitar el dispositivo de tronzado 1 para un procedimiento según la invención o adaptarlo a él.

10 La fig. 2 muestra el tubo de vidrio 100 en una vista lateral esquemática. Entre el tubo de vidrio 100 y la sección de tubo de vidrio 101 a tronzar está configurada una fisura de separación 102 como punto de ruptura controlada circunferencial. Mediante una fuerza de rotura M que discurre, por ejemplo, perpendicularmente al eje longitudinal L del tubo de vidrio 100 se puede introducir un momento de flexión en la fisura de separación 102 fijada en un punto de separación, de modo que la sección de tubo de vidrio 101 se rompe del tubo de vidrio 100. Adicionalmente a la fuerza de rotura M se puede introducir una fuerza de tracción N que discurre en paralelo al eje longitudinal L en la sección de tubo de vidrio 15 101. La fuerza de tracción N puede discurrir, por ejemplo, en paralelo a la fuerza de gravedad Z y hacer posible una separación lo más libre posible de astillas de la sección de tubo de vidrio 101 del tubo de vidrio 100.

20 La fig. 3 muestra el tubo de vidrio 100 en una vista de sección transversal esquemática a la altura del punto de separación 102 o a la altura de la línea circunferencial 103 prevista para el tronzado de la sección de tubo de vidrio 101. El tubo de vidrio 100 presenta un diámetro interior U_i , un diámetro exterior U_a y un espesor de pared d. Además, en la fig. 3 se puede ver que se incorpora una fisura inicial 104 en una superficie exterior o lateral 105 del tubo de vidrio 100. La fisura inicial 104 tiene una longitud l_{104} que se mide tangencialmente a la línea circunferencial 103.

25 La fig. 4 muestra el tubo de vidrio 100 en un estado en el que se ha configurado la fisura de separación 102 en la pared del tubo de vidrio 100. La fisura de separación 102 penetra en la pared del tubo de vidrio 100 con una profundidad de la fisura de separación d_{102} medida radialmente. Del espesor de pared d a la altura de la línea circunferencial 103 queda un espesor de pared restante d' para la separación de la sección de tubo de vidrio 101.

La profundidad de la fisura de separación d_{102} se corresponde esencialmente con una profundidad d_{106} de la zona de tensiones 106 generada anteriormente y fisurada mediante enfriamiento brusco. En el presente ejemplo de realización, la zona de tensiones 106 y en consecuencia la fisura de separación 102 están configuradas de modo que la profundidad d_{102} de la fisura de separación 102 es aprox. el 20% del espesor de pared D del tubo de vidrio 100.

30 En el marco de la idea de la invención son posibles desviaciones de los ejemplos de realización arriba descritos:

Entonces se puede realizar, por ejemplo, tanto el calentamiento como también el enfriamiento en la tercera estación de trabajo. Para ello, por ejemplo, el dispositivo de calentamiento 6 y el dispositivo de enfriamiento 7 pueden estar dispuestos en la estación de trabajo C. Puede estar dispuesto un número conforme a los requisitos correspondientes de dispositivos de suministro 4, dispositivos de fisura inicial 5, dispositivos de calentamiento 6, dispositivos de enfriamiento 7, dispositivos de separación 8 y dispositivos de mecanizado de cantos 9 en las estaciones de trabajo A a H, a fin de realizar una separación lo más estable posible en el proceso del la sección de tubo de vidrio 101 del tubo de vidrio 100 con tiempos de ciclo lo más bajos posibles.

40 No es necesario obligatoriamente que el dispositivo de tronzado 1 comprenda una mesa de posicionamiento circular 2 para el posicionamiento del tubo de vidrio 100 en las estaciones de trabajo A a H. También se pueden concebir otras disposiciones de proceso por ejemplo lineales.

La profundidad d_{106} de la zona de tensiones 106 o la fisura de separación d_{102} se pueden seleccionar conforme a las propiedades físicas correspondientes del material de vidrio a separar y las dimensiones U_a , U_i y d del tubo de vidrio 100 a fin de garantizar una separación satisfactoria de la sección de tubo de vidrio 101.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para el tronzado de una sección de tubo de vidrio (101), en el que a lo largo de una línea circunferencial (103) de un tubo de vidrio (100) se genera una zona de tensiones (106) por calentamiento entre la sección de tubo de vidrio (101) a tronzar y el tubo de vidrio (100) y a continuación se enfría al menos la zona de tensiones (106), por lo que se configura una fisura de separación (102) en la zona de tensiones (106), en el que una profundidad radial de penetración (d_{106}) de la zona de tensiones (106) es menor que el espesor de pared del tubo de vidrio (d), por lo que la fisura de separación (102) forma un punto de ruptura controlada que discurre a lo largo de la línea circunferencial (103) para el tronzado de la sección de tubo de vidrio (101), y en el que después del enfriamiento la sección de tubo de vidrio (101) se rompe a lo largo del punto de ruptura controlada del tubo de vidrio (100),
- 10 **caracterizado porque** durante la ruptura se introduce tanto un momento de flexión (M) como también una fuerza de tracción (N) axial orientada alejándose del tubo de vidrio (100) en la sección de tubo de vidrio (101).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la profundidad de penetración (d_{106}) de la zona de tensiones (106) es menor que el 50% del espesor de pared del tubo de vidrio (d).
- 15 3.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** la profundidad de penetración (d_{106}) de la zona de tensiones (106) es de aprox. el 20% del espesor de pared del tubo de vidrio (d).
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el calentamiento se realiza mediante un rayo láser (6b) cuyo diámetro de rayo es menor de 2 mm al menos en una región de incidencia del rayo láser (6b) sobre una superficie exterior del tubo de vidrio (105).
- 20 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el diámetro de rayo es de aprox. 0,5 mm al menos en la región de incidencia.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 ó 5, **caracterizado porque** la potencia del láser para el calentamiento es menor de 200 W, preferentemente 20 W.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el tubo de vidrio (100) se gira durante el calentamiento al menos en la región de la zona de tensiones (106) con una velocidad circunferencial de menos de 4 m/s alrededor de su eje longitudinal (L).
- 25 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el tubo de vidrio (100) se gira durante el calentamiento al menos en la región de la zona de tensiones (106) con una velocidad circunferencial de aprox. 0,15 m/s alrededor de su eje longitudinal (L).
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** antes del calentamiento se incorpora una fisura inicial (104) situada sobre la línea circunferencial (103) en la superficie del tubo de vidrio (105).
- 30 10.- Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado porque** una longitud (l_{104}) de la fisura inicial (104) medida a lo largo de la línea circunferencial (103) es más corta de 0,1 mm.
- 11.- Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado porque** la fisura inicial (104) se dispone por un hundimiento radial de la superficie del tubo de vidrio (105) mediante una punta de fisura inicial (5a) que se desplaza de forma estacionaria relativamente respecto a una dirección circunferencial del tubo de vidrio (100).
- 35 12.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** el tubo de vidrio (100) no se gira durante la incorporación de la fisura inicial (104) alrededor de su eje longitudinal (L).
- 13.- Dispositivo (1) para el tronzado de una sección de tubo de vidrio (101), con un dispositivo de calentamiento (6) para la generación de una zona de tensiones (106) a lo largo de una línea circunferencial (103) de un tubo de vidrio (100) entre la sección de tubo de vidrio (101) a tronzar y el tubo de vidrio (100) mediante calentamiento, con un dispositivo de enfriamiento (7) para el enfriamiento de la zona de tensiones (106), en el que el dispositivo (1) está configurado para generar una profundidad radial de penetración (d_{106}) de la zona de tensiones (106) que es menor que el espesor de pared del tubo de vidrio (d), y con un dispositivo de separación (8) para la ruptura de la sección de tubo de vidrio (101) a tronzar, **caracterizado porque** el dispositivo de separación (8) está configurado para introducir durante la ruptura tanto un momento de flexión (M) como también una fuerza de tracción (N) axial orientada alejándose del tubo de vidrio (100) en la sección de tubo de vidrio (101).
- 40
- 45

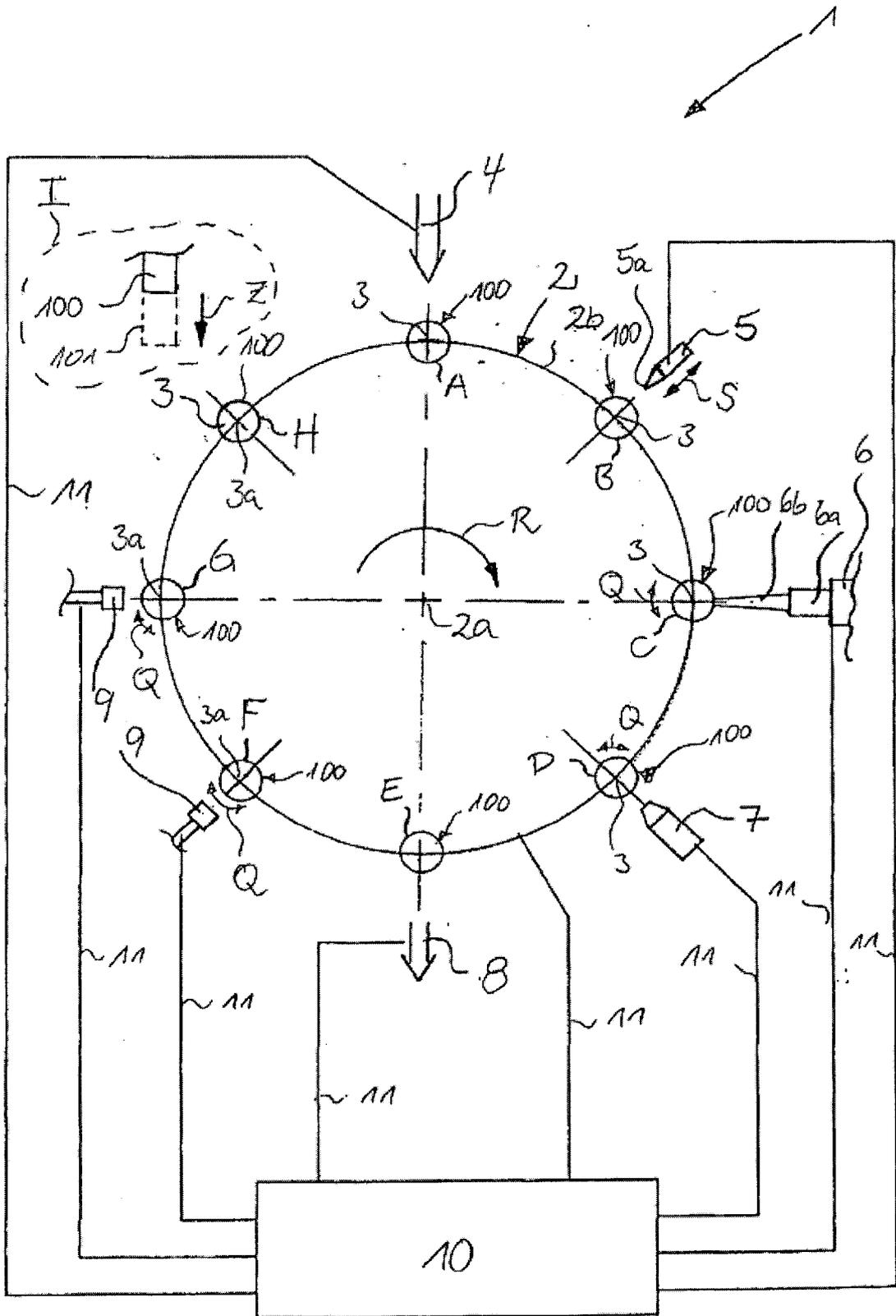


Fig. 1

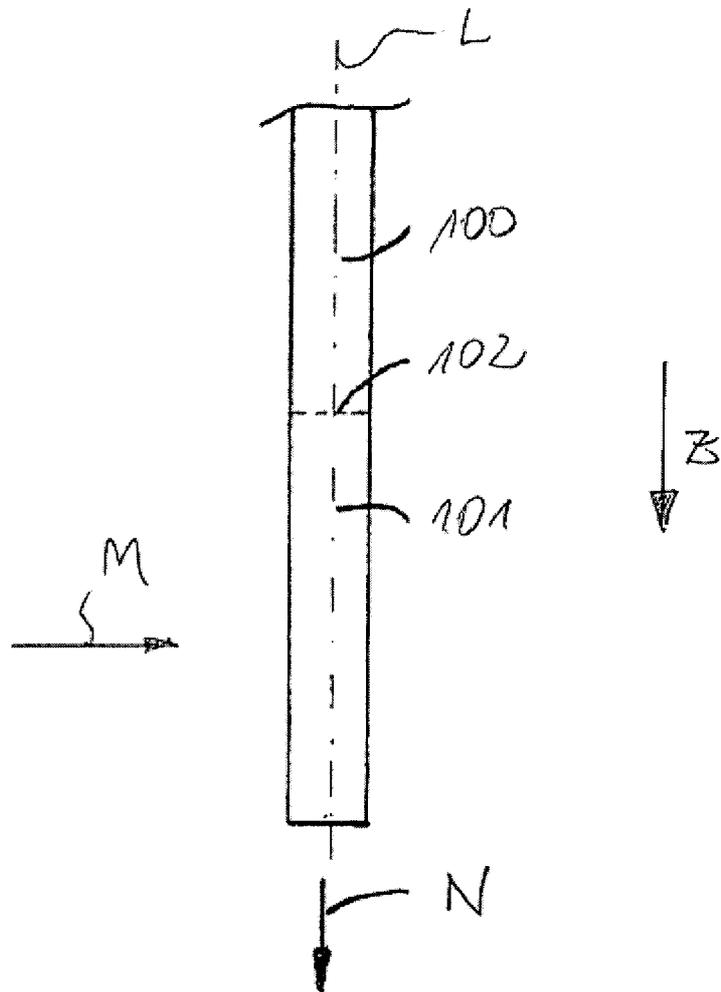


Fig. 2

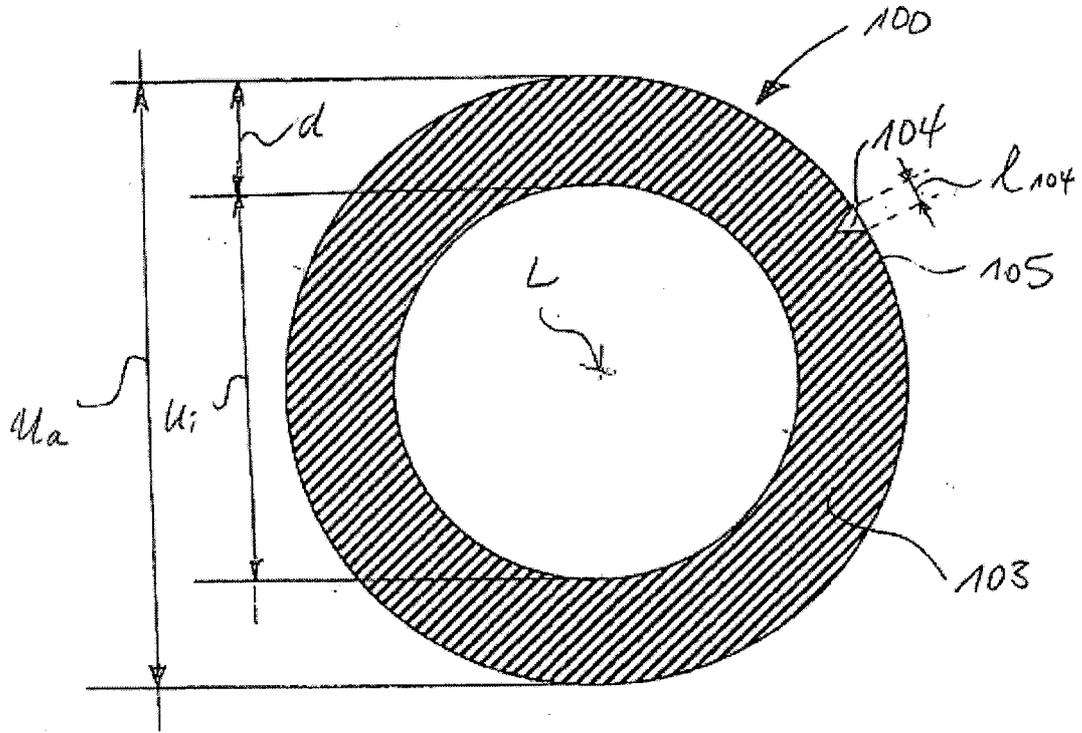


Fig. 3

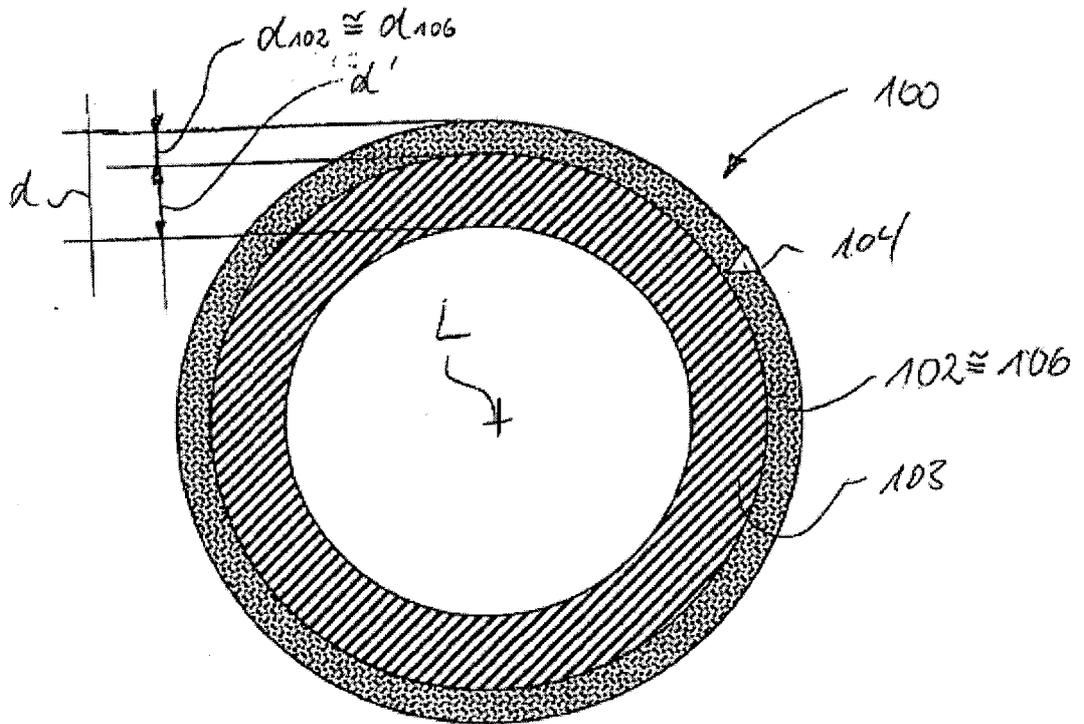


Fig. 4