

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 450 941**

51 Int. Cl.:

B29C 55/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2010 E 10768618 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 2490880**

54 Título: **Métodos y dispositivos para la fabricación de tubos orientados biaxialmente y el tubo en sí**

30 Prioridad:

19.10.2009 NL 2003666

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

25.03.2014

73 Titular/es:

**HOPPMANN INTERNATIONAL B.V. (100.0%)
25, Granaatstraat
7554 TN Hengelo, NL**

72 Inventor/es:

**VISSCHER, JAN;
JANSEN KLOMP, HENDRIK JAN CAREL y
BOSCH, JAN-MARK**

74 Agente/Representante:

MANRESA VAL, Manuel

ES 2 450 941 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

Métodos y dispositivos para la fabricación de tubos orientados biaxialmente y el tubo en sí.

5 La presente invención se refiere a métodos y dispositivos para la fabricación de tubos orientados biaxialmente de material termoplástico.

10 La invención se refiere, en general, al objetivo de establecer procesos de producción e instalaciones de producción que permiten producir tubos orientados biaxialmente de material termoplástico, teniendo los tubos orientados una uniformidad deseada de las dimensiones finales de los tubos orientados así como buenas propiedades de resistencia, por ejemplo cuando se considera la producción de tuberías rígidas, por ejemplo tuberías de presión para el transporte de agua o gas.

15 Cuando se producen tubos orientados biaxialmente de material termoplástico, por ejemplo tuberías de cloruro de polivinilo, se ha demostrado que es difícil producir tubos con dimensiones finales uniformes. Tal uniformidad es deseable, por ejemplo, cuando se interconectan elementos de tubos orientados biaxialmente, por ejemplo tuberías de presión, por ejemplo para el transporte de agua, de son interconectados a tope, por ejemplo a través de conexiones de casquillo.

20 El primer aspecto de la invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusionador, que está provisto con un cabezal de troquel extrusionador que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz en el conducto del tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- 30 - una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial,
- una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión, teniendo dicha parte de entrada un extremo saliente curso arriba.

35 El método comprende embutir el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

40 En este método del primer aspecto de la invención se utiliza un dispositivo de expansión que tiene uno o más conductos de suministro de fluido. El uno o más conductos de suministro de fluido tienen un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o la parte de expansión del dispositivo de expansión, y un fluido es introducido entre el dispositivo de expansión y el tubo. US6214283 muestra un método de este tipo y la instalación correspondiente.

45 En el documento EP 823 873 se describe un método para la producción de tubos orientados biaxialmente. Se utiliza un mandril rígido que tiene una parte de expansión así como una parte de entrada curso arriba de la parte de expansión e integral con ella. Espaciado curso arriba desde el extremo saliente de la parte de entrada está retenido un miembro de cierre sobre la barra de anclaje para definir una cámara en la luz del conducto del tubo en condición de preforma. Un fluido, por ejemplo agua caliente, es alimentado bajo presión entre el tubo y el dispositivo de mandril a través de uno o más conductos que se forman en el mandril y que tienen un orificio en la superficie exterior del mandril. Este líquido fluye entonces en dirección contraria a la dirección de movimiento del tubo hacia la cámara curso arriba del extremo saliente del dispositivo de expansión y entonces se descarga a través de uno o más conductos de descarga en la barra de anclaje.

50 En el documento EP 823 873 se propone también proveer el mandril con una parte de salida curso abajo de la parte de expansión. Se crea una película de líquido frío entre el tubo y esta parte de salida, puesto que uno o más conductos de alimentación y descarga para dicho líquido frío están formados en el mandril. En particular, se propone provocar que el líquido frío en dicha película fluya opuesto al movimiento del tubo, tal como desde una abertura de alimentación curso abajo en la superficie exterior de la parte de salida hacia una abertura de descarga curso arriba en la superficie exterior de la parte de salida.

55 En el documento EP 823 873, el tubo está fabricado para acoplarse de forma de estanqueidad con el mandril en o cerca de la transición entre la parte de expansión y la parte de salida con el fin de evitar que el líquido frío alcance la parte de expansión.

- 5 En el documento EP 1 159 122 se describe un método para la producción de tubos orientados biaxialmente. Se utiliza un mandril rígido que tiene una parte de expansión así como una parte de salida curso arriba de la parte de expansión e integral con ella. La parte de entrada tiene un diámetro uniforme sobre su longitud. Se forma una película de líquido entre la parte de expansión y el tubo. El líquido es suministrado en el extremo curso abajo de la parte de expansión y fluye en contra del movimiento del tubo hacia una o más salidas dispuestas en la parte de entrada del dispositivo de expansión. Se muestra que el tubo en condición de preforma se acopla de forma de estanqueidad sobre el extremo saliente de la parte de entrada, puesto que el diámetro interior de la preforma es menor que el diámetro de la parte de entrada.
- 10 El primer aspecto de la invención pretende proporcionar medidas que permitan mejoras sobre la técnica anterior o al menos proporcionen una alternativa útil.
- 15 Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar medidas que permitan una atemperación interna adecuada del tubo en condición de preforma, posiblemente utilizando líquido en circulación dentro de la luz del conducto, por ejemplo en combinación con calefacción y/o refrigeración sobre el lado exterior del tubo en condición de preforma.
- 20 Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar medidas que permitan una atemperación interna adecuada del tubo en condición de preforma, posiblemente utilizando líquido en circulación dentro de la luz del conducto así como introduciendo un fluido, por ejemplo un líquido o un gas, entre el dispositivo de expansión, por ejemplo la parte de expansión del mismo, y el tubo, siendo realizadas la introducción de fluido y la atemperación interna independientes una de la otra.
- 25 Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar un método que permita uniformidad mejorada del tubo, en particular con respecto al espesor de pared y a la forma de la sección transversal tanto en dirección circunferencial como también sobre la longitud del tubo.
- 30 Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar un método, en el que no se transporta ningún líquido frío a través de la barra de anclaje hasta el dispositivo de expansión.
- Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar un método que permite un procedimiento de puesta en marcha fácil y fiable.
- 35 Otro objetivo del primer aspecto de la invención es proporcionar un método que permite un diámetro máximo incrementado de la parte de expansión así como orientación significativa en dirección circunferencial del tubo. Esto permite producir tubos orientados biaxialmente de diámetro grande sin que deban aplicarse fuerzas de tracción indebidas al tubo y sin un procedimiento de puesta en marcha problemático.
- 40 Con el fin de conseguir uno o más de los objetivos anteriores, el primer aspecto de la invención proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1 y un instalación de acuerdo con la reivindicación 11. Con preferencia, el miembro de estanqueidad está dispuesto en el extremo saliente de la parte de entrada.
- 45 El miembro de estanqueidad se puede ver como una porción engrosada de la parte de entrada comparado con la porción de la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad.
- El primer aspecto de la invención permite el uso de una parte de entrada de una longitud significativa, mejorando de esta manera el soporte interno del tubo en condición de preforma por la parte de entrada curso arriba de la parte de expansión. Esto contribuye a una uniformidad mejorada del estiramiento biaxial del tubo en condición de preforma. Además, esto permite un volumen de fluido fiable y estable, por ejemplo como una película, entre la parte de entrada y el tubo en condición de preforma. El acoplamiento de estanqueidad del miembro de estanqueidad con el tubo en condición de preforma proporciona una barrera fiable entre la zona curso arriba del miembro de estanqueidad y la zona curso abajo del miembro de estanqueidad dentro de la luz del conducto de la preforma, de manera que se pueden realizar condiciones y/o acciones en una de dichas zonas que son totalmente o al menos en gran medida independientes de la otra zona.
- 50 En una forma de realización posible del primer aspecto de la invención, el fluido en dicho volumen de fluido entre la parte de entrada y/o parte de expansión del dispositivo de expansión y el tubo forma una película de fluido, que actúa principalmente como un lubricante entre el tubo y el dispositivo de expansión, siendo el fluido en la película con preferencia un líquido, por ejemplo agua, con preferencia caliente.
- 60 En comparación con el método de la técnica anterior del documento EP 823 873, el primer aspecto de la invención permite proporcionar una película de lubricación estable entre el dispositivo de expansión, con preferencia en ambas partes, la parte de entrada y la parte de expansión, y el tubo en condición de preforma.
- 65

En comparación con el método de la técnica anterior del documento EP 1 159 122, el primer aspecto de la invención permite proveer una parte de entrada más larga con una película estable entre la parte de entrada y el tubo en condición de preforma.

5 El fluido puede ser un líquido en una forma de realización práctica. En una forma de realización referida en la práctica, se utiliza agua, más preferentemente agua caliente no hirviendo, donde se utilizan un calentador de agua y bomba para proporcionar y suministrar el agua caliente a una presión adecuada al dispositivo de expansión, por ejemplo a una temperatura de aproximadamente 100 °C. La presión se elige para permitir la formación de una película de líquido entre el dispositivo de expansión y el tubo.

10 En otra forma de realización, como se describirá también en combinación con el segundo aspecto de la invención, el fluido es un gas, por ejemplo aire, suministrado a través de un compresor u otra fuente de gas presurizado a uno o más conductos de suministro en el dispositivo de expansión. El uso de un gas, por ejemplo aire, tiene algunas ventajas sobre el uso de un líquido, por ejemplo que se evitan los problemas asociados con líquido que es arrastrado con el tubo hasta más allá del dispositivo de expansión.

15 El primer aspecto de la invención se refiere también a formas de realización, en las que el fluido en el volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo se utiliza para provocar una expansión gradual del tubo debido a presión de fluido interna antes de que el tubo entre en contacto con la parte de expansión. En estas formas de realización, el fluido es con preferencia un gas, por ejemplo aire.

20 El uso de un gas, por ejemplo aire, como fluido permite realizar el método de producción de tal manera que un volumen de gas presurizado es atrapado entre el tubo, por una parte, y la parte de entrada y la parte de expansión del dispositivo de expansión por otra parte, acoplándose el tubo en condición de preforma de manera de estanqueidad con el miembro de estanqueidad sobre la parte de entrada así como acoplándose de forma estanca al menos con una porción curso abajo de la parte de expansión, por ejemplo cerca o en la transición a la parte de salida del dispositivo de expansión. La presión del volumen de gas atrapado provoca entonces una presión de fluido interna sobre el tubo y de esta manera origina una expansión gradual del tubo ya antes de que el tubo contacte realmente con la parte de expansión. El paso sobre al menos la porción curso abajo de la parte de expansión del dispositivo de expansión controla entonces otra etapa, posiblemente final, de la orientación circunferencial del material termoplástico. Claramente, el volumen de gas no provoca ninguna resistencia a la fricción al movimiento del tubo, lo que puede ser ventajoso. Se apreciará que este método se puede realizar también en combinación con el uso de gas como un fluido, como se explicará con referencia al segundo aspecto de la invención, o con otros aspectos de la invención.

25 En una forma de realización preferida, se suministra un gas, por ejemplo, aire, al volumen de fluido. Este volumen de fluido está delimitado entonces en un extremo axial por el contacto de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma y el miembro sellado y en el otro extremo axial por el acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y al menos una porción curso abajo de la parte de expansión, por ejemplo cerca o en la transición a la parte de salida. Preferentemente, la presión del gas en dicho volumen de fluido se utiliza entonces para provocar la expansión gradual del tubo por presión interna del gas ya antes de que el tubo contacte realmente con la parte de expansión no deformable durante la producción de tubo orientado biaxialmente.

30 La presencia del miembro de estanqueidad y su efecto de estanqueidad permiten una presión de gas significativa y estable en dicho volumen de fluido y, por lo tanto, el uso efectivo de expansión gradual por presión interna del gas del tubo antes de contactar con la parte de expansión. El tubo, que ha sido sometido a cierta expansión, por ejemplo un grado seleccionado de expansión como se explicará a continuación, contacta entonces con la parte de expansión y luego es sometido a expansión bajo la influencia de la parte de expansión no deformable.

35 La puesta en marcha de la instalación y método de producción de acuerdo con el primer aspecto – y posiblemente también con uno u otros aspectos más- de la invención se facilita también en gran medida por la presencia del miembro de estanqueidad, su efecto de estanqueidad, y la posibilidad de suministrar gas a presión entre la parte de entrada y el tubo curso abajo del miembro de estanqueidad. Durante la puesta en marcha, se hace pasar el tubo en condición de preforma sobre el miembro de estanqueidad y entonces entra en contacto con la parte de expansión. Entonces se suministra gas en esta región entre la parte de entrada y el tubo, para que el tubo se expanda bajo dicha presión interna de gas. Preferentemente en este procedimiento de puesta en marcha, se hace que el tubo –en la región entre el miembro de estanqueidad y el diámetro máximo de la parte de expansión- se expanda localmente hasta un diámetro grande que es al menos tan grande como el diámetro máximo de la parte de expansión, de manera que después del progreso continuado de la porción expandida del tubo en dirección curso abajo, dicha porción de diámetro grande pasa fácilmente sobre la porción de diámetro máximo del dispositivo de expansión. Una vez que se ha estabilizado el paso del tubo sobre el dispositivo de expansión en este procedimiento de puesta en marcha, la presión del gas en este volumen se puede aliviar para que –durante la producción normal del tubo orientado biaxialmente- se efectúe una expansión reducida por la presión del gas y el resto de la expansión sea efectuada por contacto con la parte de expansión.

65

La presión del gas en dicho volumen de gas podría ser controlada por medio de una válvula de control de la presión en los medios de suministro de gas.

5 Además de dichos uno o más conductos de suministro- uno o más conductos de descarga de gas que están formados en el dispositivo de expansión, teniendo dichos uno o más conductos de descarga uno o más orificios de entrada en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, estando un orificio de entrada abierto o cerrado o parcialmente cerrado en función de si el orificio de entrada está o no cubierto y cerrado por el tubo o de qué porción del orificio de entrada está cerrada por el tubo. Entonces un conducto de descarga de gas proporciona el alivio de la presión de gas desde el volumen de fluido cuando uno o más orificios de entrada correspondientes están al menos parcialmente abiertos y de esta manera se establece un control de la expansión del tubo que es causada por presión interna de gas. En esta forma de realización, el propio tubo actúa básicamente como válvula en combinación con un orificio de entrada sencillo u orificios de entrada (por ejemplo, distribuidos en dirección circunferencial) y permite prescindir de una disposición de válvula de control de presión de gas complicada. Esta forma de realización permite también una operación a prueba de fallos de la instalación, puesto que la presión del gas en dicho volumen de fluido nunca puede llegar a ser excesiva. El conducto de descarga puede estar provisto con una válvula sencilla de apertura-cierre, por ejemplo para cerrar un conducto de descarga durante la puesta en marcha del método, puesto que la expansión incrementada del tubo por la presión interna de gas se puede utilizar de manera ventajosa, como se ha explicado anteriormente.

20 En otra forma de realización preferida, múltiples orificios de entrada, cada uno de los cuales está asociado con un conducto de descarga correspondiente, están provistos en diferentes posiciones del diámetro en la superficie exterior de la parte de expansión, teniendo dichas posiciones diferentes del diámetro diferentes distancias radiales desde un eje longitudinal central de la parte de expansión. Una o más válvulas operativas, por ejemplo válvulas de apertura-cierre, están asociadas con los conductos de descarga, de manera que un orificio de entrada seleccionado y un conducto de descarga asociado se pueden hacer efectivos para permitir aliviar presión del gas cuando el tubo no cubre o cierra totalmente dicho orificio de entrada. Al mismo tiempo, los otros orificios de entrada no seleccionados y los conductos de descarga asociados se hacen entonces ineficaces cerrando la válvula o válvulas asociadas. Esta forma de realización permite controlar el diámetro interior del tubo a medida que se expande efectivamente por la presión interna del gas en el volumen de fluido y llega a la parte de expansión del dispositivo de expansión. Esto permite una selección sencilla del grado de expansión a obtener a través de la presión interna del gas frente a la expansión remanente a través de contacto con la parte de expansión.

35 En una forma de realización ventajosa del método del primer aspecto de la invención, se utilizan uno o más dispositivos externos de intercambio de calor, que están adaptados y son accionados para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma, donde dichos dispositivos externos de intercambio de calor se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma y el miembro de estanqueidad de la parte de entrada del dispositivo de expansión. En una forma de realización práctica, se utiliza un primer dispositivo de calefacción que está adaptado para calefacción externa controlada del tubo en condición de preforma, y se utiliza un segundo dispositivo de calefacción que está adaptado para calefacción externa controlada del tubo en condición de preforma, donde el primero y el segundo dispositivos de calefacción son controlados de forma independiente, y donde el primer dispositivo de calefacción está dispuesto curso arriba del miembro de estanqueidad de la parte de entrada, y donde el segundo dispositivo de calefacción está dispuesto curso abajo del miembro de estanqueidad. Esta forma de realización permite utilizar el primer dispositivo de calefacción para controlar el acoplamiento de estanqueidad con el miembro de estanqueidad, y el segundo dispositivo de calefacción para ejercer una influencia sobre el tubo directamente curso arriba y/o durante el paso del tubo sobre la parte de expansión del dispositivo de expansión. Uno o más de estos dispositivos de calefacción pueden incluir múltiples elementos calefactores distribuidos alrededor de la trayectoria del tubo, por ejemplo múltiples elementos calefactores infrarrojos.

50 En una forma de realización posible del método –para acondicionamiento de temperatura del tubo en condición de preforma- se forma un compartimento de circulación de líquido en la luz del conducto del tubo entre un miembro de cierre que está dispuesto a una distancia curso arriba desde el extremo saliente de la parte de entrada, por una parte, y el miembro de estanqueidad, por otra parte, donde se hace circular un líquido a través de dicho compartimento de circulación de líquido. Este método permite establecer un acondicionamiento efectivo de la temperatura interna del tubo en condición de preforma directamente curso arriba del dispositivo de expansión. En la práctica, dicha condición de la temperatura interna puede ser efectuada con agua caliente, por ejemplo cerca de la temperatura de orientación, por ejemplo cerca de la temperatura de ebullición del agua. El miembro de cierre está localizado de tal manera que se obtiene una longitud adecuada del compartimento de circulación de líquido. El miembro de cierre puede estar dispuesto en el cabezal de troquel o cerca del cabezal de troquel, por ejemplo como se muestra en el documento WO95/25626, figura 3. En otra disposición, el miembro de cierre está dispuesto entre el cabezal y el dispositivo de expansión, o se puede considerar emplear múltiples compartimentos de circulación de líquido entre el cabezal de troquel y el dispositivo de expansión por medio de múltiples miembros de cierre y conductos asociados de circulación de líquido.

65 Cuando el método del primer aspecto de la invención se realiza de tal manera que se lleva a cabo una atemperación

curso arriba desde el interior del tubo en condición de preforma o se mejora por un compartimento interno de circulación de líquido curso arriba del dispositivo de expansión, y de tal manera que se establece un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo por fluido que es suministrado a través de uno o más conductos de suministro de fluido en el dispositivo de expansión, entonces el miembro de estanqueidad y su acoplamiento de estanqueidad con la preforma actúan para prevenir una pérdida o inestabilidad de la presión en el volumen de fluido – cuya presión será con preferencia una presión más alta que la presión del líquido en el compartimento interno de circulación de líquido.

En una forma de realización, el miembro de estanqueidad es un miembro de estanqueidad anular montado sobre la parte de entrada del dispositivo de expansión, incluyendo dicho miembro de estanqueidad una superficie de entrada cónica para el tubo, que se incrementa gradualmente en diámetro en dirección curso abajo.

El miembro de estanqueidad es con preferencia un miembro no deformable, por ejemplo un miembro metálico. Con preferencia no existe ninguna provisión para suministrar un lubricante directamente a la superficie exterior del miembro de estanqueidad. No obstante, en formas de realización más complejas, el miembro de estanqueidad puede estar adaptado para controlar su acoplamiento por fricción con el tubo en condición de preforma, por ejemplo provisto con un dispositivo de lubricación integral y exclusivo, por ejemplo que permite alimentar un gas, por ejemplo aire, para ser alimentado directamente entre la porción de estanqueidad y la preforma. En otra forma de realización, el miembro de estanqueidad se puede construir para que tenga un diámetro variable con un medio de control asociado, por ejemplo con un revestimiento metálico exterior, por ejemplo expansible bajo presión hidráulica o neumática, para controlar el acoplamiento de estanqueidad con el tubo en condición de preforma.

En una forma de realización posible, un dispositivo de supervisión de fuerza está asociado con el miembro de estanqueidad, adaptado para supervisar la fuerza axial sobre el miembro de estanqueidad, por ejemplo incluyendo uno o más sensores electrónicos de fuerza, por ejemplo, detectores de deformación. Dicho dispositivo de supervisión puede estar acoplado, cuando están presentes, a uno o más dispositivos externos de intercambios de calor, que se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad del tubo en condición de preforma con el miembro de estanqueidad.

En una forma de realización posible, uno o más sensores de temperatura están provistos sobre el dispositivo de expansión, con preferencia en o cerca del miembro de estanqueidad, más preferentemente en el miembro de estanqueidad y en contacto directo con la cara interior del tubo, con preferencia permitiendo medir la temperatura de la preforma en dicha región, por ejemplo estando acoplados dichos uno o más sensores con el primero y/o segundo dispositivos externos de intercambio de calor que se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el miembro de estanqueidad con el fin de contribuir a asistir en su operación adecuada. Dichos uno o más sensores de temperatura detectan la temperatura de la cara interior de la preforma. El contacto íntimo entre el tubo en condición de preforma y el miembro de estanqueidad es beneficioso para la fiabilidad y exactitud de la detección de la temperatura cuando dichos uno o más sensores están integrados en el miembro de estanqueidad.

En combinación con uno o más sensores de temperatura (por ejemplo, múltiples en posiciones circunferencialmente espaciadas entre sí, que detectan la temperatura de la cara exterior de la preforma, se puede obtener una indicación del perfil de la temperatura dentro de la pared de la preforma, por ejemplo con el fin de establecer y/o mantener un perfil deseado de la temperatura dentro de dicha pared. Esto puede ser muy ventajoso para conseguir la orientación biaxial deseada del material plástico, ya que tal resultado depende también de la temperatura real del material plástico dentro de la pared cuando se somete a tensiones de orientación en el proceso.

Por ejemplo, los uno o más sensores de temperatura sobre el lado interior del tubo en condición de preforma se pueden conectar a un control de salida del extrusor y/o a un control de un dispositivo de refrigeración que refrigera el tubo extruido en condición de preforma (por ejemplo, un dispositivo de refrigeración interna) con el fin de ejercer una influencia sobre el perfil de temperatura en la pared del tubo.

Se prefiere que dichos uno o más sensores de temperatura para la cara interior del tubo estén integrados en el miembro de estanqueidad, o estén localizados curso arriba del mismo sobre la barra de anclaje, por ejemplo dentro de una distancia de como máximo 2 metros desde el miembro de estanqueidad.

Se puede considerar tener múltiples sensores de temperatura para la cara interior de la preforma, cada uno de los cuales detecta la temperatura de un sector de la cara interior, vistos en dirección circunferencial de la cara interior.

Con preferencia, dichos uno o más sensores de temperatura para la cara interior de la preforma están en contacto directo con dicha cara interior.

Los uno o más sensores que detectan la temperatura de la cara interior se pueden cablear a una o más unidades de control asociadas o pueden ser del tipo de comunicación inalámbrica.

En una forma de realización posible, la barra de anclaje puede estar incorporada como una cadena o un cable.

Posiblemente, uno o más conductos de suministro de fluido están incorporados como manguera o tubos, por ejemplo conectados a la cadena o cable a intervalos.

5 En una forma de realización posible, la parte de expansión tiene una primera superficie cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo, adyacente en su extremo curso abajo a una superficie cilíndrica de un primer diámetro, adyacente en su extremo curso abajo a una segunda superficie de expansión cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo, y en el que con preferencia el diámetro del miembro de estanqueidad sobre la parte de entrada es mayor que el primer diámetro de la parte de expansión.

10 En una forma de realización preferida, se utiliza un dispositivo de expansión, que tiene una parte de salida curso abajo de la parte de expansión, con preferencia una parte de salida de acuerdo con el segundo aspecto de la invención.

15 En una forma de realización preferida, la parte de salida tiene una sección de diámetro reducido que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y se utiliza al menos un miembro de anillo de diámetro exterior que está dispuesto alrededor de dicha sección de diámetro reducido, en el que el miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto de tal manera que el tubo orientado pasa a través del miembro de anillo, mientras está en contacto con dicho miembro de anillo, estando dimensionados el miembro de anillo de diámetro exterior y la sección de diámetro reducido de tal manera que se evita el gripado del tubo orientado entre la parte de salida y al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, con preferencia estando espaciado el interior del tubo orientado radialmente desde la sección de diámetro reducido, con preferencia teniendo el dispositivo de expansión uno o más conductos de suministro de fluido con uno o más orificios en la sección de diámetro reducido, siendo suministrado un gas entre dicha sección de diámetro reducido y el tubo orientado para establecer un segundo volumen de fluido entre ellos.

20 Preferentemente, se utiliza entonces un primer dispositivo de refrigeración interna que está adaptado y accionado para refrigerar el tubo orientado externamente mientras pasa sobre la parte de salida.

25 Se considera que el miembro de anillo de diámetro exterior, o el miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba, si se utilizan dos miembros de anillo espaciados uno del otro, podrían emplearse para contribuir al acoplamiento estanco del tubo con el dispositivo de expansión en la región de la transición desde la parte de expansión hasta la parte de salida, por ejemplo para mantener un contacto de estanqueidad fiable en dicha región. Dicho miembro de anillo exterior podría construirse para ejercer una fuerza constrictiva sobre el tubo para obtener o mejorar este efecto.

30 Los inventores consideran que se puede conseguir una expansión gradual del tubo por presión interna del gas, en combinación con una parte de expansión no deformable con alta fiabilidad y estabilidad durante la producción, puesto que el miembro de estanqueidad dispuesto en o cerca del extremo saliente del dispositivo de expansión asegura una obturación fiable de dicho volumen de gas en su extremo curso arriba y con un miembro de anillo de diámetro exterior en combinación con una sección de diámetro reducido para garantizar una obturación altamente fiable en el extremo curso abajo. Como se ha indicado anteriormente, tales medidas en el lado curso abajo del volumen de gas forman también parte del segundo aspecto de la invención y se describirán allí con más detalle.

35 El segundo aspecto de la invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión con un diámetro interior del troquel, formando el diámetro interior del troquel una luz de conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado con una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- 40
- 45
- 50 - una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,
 - 55 - una parte de salida adyacente a la parte de expansión en su extremo curso abajo,

60 en el que el método comprende embutir el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es embutido sobre el dispositivo de expansión y transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que es orientado en dirección axial y en dirección circunferencial, en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

5 En el documento EP 823 873 se describe un método en el que se utiliza un dispositivo de expansión rígido que comprende una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro creciente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre la preforma para llevar a cabo la expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial. Una parte de salida no deformable está adyacente a la parte de expansión en su extremo curso abajo y, en general, tiene un diámetro que no excede el diámetro máximo de la parte de expansión.

10 En el documento EP 823 873, figura 5, el tubo orientado es refrigerado tanto interna como externamente mientras pasa sobre la parte de salida del dispositivo de expansión. Un anillo de calibración de diámetro exterior está dispuesto espaciado a una distancia curso abajo desde la parte de salida del dispositivo de expansión. Este anillo de calibración actúa para reducir el diámetro del tubo orientado. El anillo de calibración es desplazable en dirección axial sobre la base de señales de control obtenidas a través de un dispositivo de medición que mide las dimensiones (diámetro, espesor de pared, forma) del tubo orientado curso más abajo.

15 Se ha mostrado que este método particular de la técnica anterior EP 823 873 produce resultados aceptables en lo que se refiere a las dimensiones finales del tubo orientado. Hay que indicar que los tubos termoplásticos orientados biaxialmente, fabricados de acuerdo con este método, y de acuerdo con los métodos inventivos, se contemplan principalmente para aplicaciones de presión, por ejemplo como tubo de transporte de agua a presión que suministra agua, por ejemplo agua potable, a gran distancia. Los tubos conocidos están fabricados de cloruro de polivinilo.

20 El segundo aspecto de la presente invención tiene el objetivo de proporcionar medidas que permiten mejoras sobre la técnica anterior o al menos proporcionan una alternativa útil.

25 Otro objetivo del segundo aspecto de la invención es proporcionar un método que permite resistencia mejorada de los tubos orientados.

Otro objetivo del segundo aspecto de la invención es proporcionar un método que permite uniformidad mejorada de los tubos, en particular con respecto al espesor de pared y la forma de la sección transversal.

30 Otro objetivo del segundo aspecto de la invención es proporcionar un método, en el que no se transporta ningún líquido frío, por ejemplo agua de refrigeración, al dispositivo de expansión.

35 Otro objetivo del segundo aspecto de la invención es proporcionar un método, en el que se reduce la fricción entre el dispositivo de expansión y el tubo, sin que las medidas tomadas para hacerlo perjudiquen la calidad de los tubos orientados y/o la efectividad del proceso de producción.

40 En una forma de realización de este método, la parte de expansión no deformable provoca la totalidad de la expansión circunferencial del tubo desde su condición de preforma hasta la condición expandida. Posiblemente, una capa relativamente fina de fluido, que actúa principalmente como un lubricante, está presente entre el dispositivo de expansión y el tubo. Por ejemplo, el dispositivo de expansión está incorporado como un dispositivo de expansión rígido, con una parte de entrada, parte de expansión, y parte de salida de diseño no deformable, por ejemplo de metal. Tales diseños, indicados con frecuencia como mandril de expansión, se conocen en la técnica.

45 En otra forma de realización de este método, la parte de expansión no deformable solamente provoca una parte de la expansión total del tubo. La otra parte de la expansión deseada es provocada entonces por la formación de un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo, por ejemplo curso arriba y/o curso abajo de la región, en la que el tubo contacta con la parte de expansión. Estos uno o más volúmenes de fluido, por ejemplo rellenos de gas, son entonces accionados para ejercer una presión interna del fluido sobre el tubo que provoca la otra parte o partes de la expansión del tubo.

50 En una forma de realización preferida, el diámetro máximo de la parte de expansión no deformable controla la etapa final de expansión en dirección circunferencial del tubo. En esta forma de realización, cualquier parte del dispositivo de expansión –distinta a la sección de diámetro reducido- curso abajo de dicho diámetro máximo tiene un diámetro a lo sumo igual al diámetro máximo de la parte de expansión.

55 En otra forma de realización posible, una porción curso abajo, por ejemplo una porción extrema, de la parte de salida tiene un diámetro mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y se utiliza un volumen de fluido con fluido presurizado entre la sección de diámetro reducido y el tubo para provocar la expansión adicional del tubo.

60 Se prefiere que la parte de salida sea de diseño no deformable. No obstante, también se considera que la parte de salida incluya una porción expansible, por ejemplo un tapón hinchable, por ejemplo en su extremo curso abajo, por ejemplo limitando el extremo curso abajo de la sección de diámetro reducido.

65 La sección de diámetro reducido tiene con preferencia un diámetro que es al menos 4 milímetros menor que el

diámetro máximo de la parte de expansión. Con preferencia, el diámetro de la sección de diámetro reducido es aproximadamente dos veces el espesor de pared del tubo que pasa sobre la parte de salida del tubo de expansión menor que el diámetro máximo de la parte de expansión. Con preferencia, la sección de diámetro reducido tiene un diámetro de al menos el 80 % del diámetro máximo de la parte de expansión.

5 El miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto alrededor de la sección de diámetro reducido, siendo el espaciado radial entre dicho miembro de anillo y la sección de diámetro reducido mayor que el espesor de pared proyectado del tubo en dicha localización, de manera que permanece el juego radial que permite una variación posible en el espesor de pared del tubo durante el proceso de producción en dicha localización, por ejemplo para perturbaciones menores en el proceso, sin el riesgo de que dicho tubo se adhiera entre el miembro de anillo y la sección de diámetro reducido de la parte de salida. Con preferencia, se mantiene un espaciado entre la sección de diámetro reducido y el interior del tubo orientado.

15 Con preferencia, cada miembro de anillo de diámetro exterior es no deformable, al menos en lo que se refiere al diámetro de su abertura a través de la cual pasa el tubo, bajo la influencia del contacto con el tubo que pasa a través de la abertura del miembro de anillo. Por ejemplo, el miembro de anillo está fabricado de material rígido, por ejemplo un metal u otro material conductor de calor.

20 En una forma de realización práctica, cada miembro de anillo tiene una dimensión axial menor que el diámetro de la abertura interior del tubo. Por ejemplo, un miembro de anillo tiene una longitud axial de entre 0,5 y 5 centímetros. No obstante, también es posible que se forme un miembro de anillo como un manguito alargado, por ejemplo con una longitud mayor que el diámetro de la abertura interior del tubo.

25 En una forma de realización posible, un miembro de anillo de diámetro exterior incluye uno o más conductos internos, por ejemplo conductos internos anulares, a través de los cuales se pasa un fluido de refrigeración, por ejemplo agua de refrigeración, para efectuar una refrigeración de la superficie de contacto con el tubo orientado. En una forma de realización posible, el primer dispositivo de refrigeración externa está integrado con los uno o más miembros de anillo de diámetro exterior, puesto que cada miembro de anillo tiene uno o más conductos internos a través de los cuales se pasa fluido de refrigeración, por ejemplo utilizando un miembro de anillo sencillo de diámetro exterior que tiene una longitud mayor que el diámetro de la abertura interior del tubo, por ejemplo entre 1 y 2 veces dicho diámetro.

35 La refrigeración externa del tubo por el primer dispositivo de refrigeración externa mientras pasa sobre la sección de salida se realiza con preferencia en ausencia de refrigeración interna del tubo mientras pasa sobre el dispositivo de expansión, o incluso más preferentemente también en ausencia de cualquier refrigeración interna curso abajo del dispositivo de expansión.

40 A este respecto, se hace referencia al documento EP 823 873, en el que no sólo se realiza una refrigeración externa del tubo orientado, sino que se lleva a cabo también una refrigeración interna del tubo por una película de líquido de refrigeración entre el tubo y la parte de salida en combinación con el paso del tubo a través de un miembro de anillo de calibración de diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión. Se ha encontrado que el suministro de líquido de refrigeración al dispositivo de expansión es problemático con vistas a obtener un tubo atemperado de manera uniforme en condición de preforma, puesto que el líquido de refrigeración es suministrado a través de un conducto de líquido de refrigeración en la barra de anclaje del dispositivo de expansión. También se ha observado que este método particular de la técnica anterior puede causar deformación del lado interior más bien frío del tubo orientado debido al paso a través del miembro de anillo de calibración curso abajo, cuya deformación en condición fría es considerada por los presentes inventores que tiene un efecto negativo sobre la resistencia del tubo obtenido finalmente.

50 Hay que indicar que el método del segundo aspecto de la invención permite prescindir de una calibración del diámetro exterior del tubo orientado curso abajo del tubo de expansión, que es, por lo tanto, una forma de realización preferida de dicho método. Con el fin de llegar a un tubo con dimensiones deseadas, sin utilizar una calibración del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión, ahora se ha encontrado que es posible confiar en el uso de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior en la localización de la parte de salida en combinación con refrigeración externa del tubo en dicha localización, con preferencia cuando se utiliza también un segundo dispositivo de refrigeración externa curso abajo del dispositivo de expansión, y en combinación con el llamado efecto de rebote. Este efecto de rebote ya ha sido observado y documentado por profesionales en la técnica, y es visible como una reducción del diámetro del tubo directamente curso abajo del dispositivo de expansión. Se cree que este efecto de rebote es principalmente el resultado de la fuerza de tracción ejercida por el dispositivo de estiramiento curso abajo y la condición del material termoplástico del tubo cuando abandona el dispositivo de expansión y no está soportado ya internamente por dicho dispositivo de expansión.

65 En una forma de realización preferida, se utiliza un miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba y un miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo, estando dispuestos dichos miembros de anillo en serie y espaciados el uno del otro. A través de estos miembros de anillo pasa el tubo orientado en la localización de la sección de

diámetro reducido de la parte de salida. Proporcionando múltiples miembros de anillo, con preferencia dos, en localizaciones espaciadas las unas de las otras axialmente a lo largo de la sección de diámetro reducido de la parte de salida, se proporcionan varias posibilidades al operador para que influya en el proceso de producción y en el tubo obtenido finalmente.

5 Con preferencia, el primer dispositivo de refrigeración externa refrigera el tubo orientado entre los miembros de anillo de diámetro exterior curso arriba y curso abajo. Con preferencia, se efectúa aquí una refrigeración externa intensa, con preferencia por la superficie exterior del tubo estando expuesta, por lo tanto no está cubierta por uno o más miembros de anillo, y sometida a pulverizaciones o chorros de líquido de refrigeración, por ejemplo agua.

10 En una forma de realización preferida, al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, por ejemplo tanto un miembro de anillo curso arriba como también un miembro de anillo curso abajo, está incorporado como un miembro de anillo de diámetro exterior constrictivo, ejerciendo dicho miembro de anillo una fuerza constrictiva radial sobre el tubo orientado que pasa a través del mismo durante el proceso de producción, reduciendo de esta manera el diámetro exterior del tubo orientado, al menos sobre una longitud axial corta. En una forma de realización preferida, el miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba ejerce una fuerza constrictiva sobre el tubo orientado, que contribuye a un acoplamiento de estanqueidad del tubo orientado con el dispositivo de expansión en la transición entre la parte de expansión y la parte de salida. Como se explicará con más detalle a continuación, este método es favorable, por ejemplo, cuando se introduce un fluido, es decir, un líquido o un gas, entre una o más partes del dispositivo de expansión, por una parte, y el tubo, por otra parte.

20 En una forma de realización preferida, al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, por ejemplo un miembro de anillo curso arriba, es desplazable en dirección axial. Mediante selección y/o adaptación adecuadas de la posición axial de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior con respecto a la parte de salida, por ejemplo se puede ejercer una influencia sobre el efecto de rebote y, por lo tanto, se puede controlar la dimensión final del tubo orientado. En particular, se considera que el desplazamiento axial de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior se efectúa en combinación con un control y ajuste –posiblemente automático– del efecto de refrigeración del primer dispositivo de refrigeración externa.

30 En una forma de realización muy práctica, el primer dispositivo de refrigeración externa funciona con una o más toberas que emiten pulverizaciones o chorros de líquido de refrigeración, por ejemplo agua de refrigeración.

35 En una forma de realización preferida, el primer dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para ajustar la longitud y/o localización con respecto al dispositivo de expansión del estiramiento del tubo orientado, que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa. Se ha encontrado que mediante selección adecuada de la longitud y con preferencia también de la localización del estiramiento afectado con respecto al dispositivo de expansión, se puede influir sobre la ocurrencia del efecto de rebote y, por lo tanto, sobre el diámetro del tubo, sin necesidad de utilizar una calibración del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión.

40 En una forma de realización preferida, el primer dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba y un miembro de escudo curso abajo, delimitando dichos miembros de escudo el estiramiento del tubo orientado que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo las pulverizaciones o chorros de agua de refrigeración. Con preferencia, la superficie exterior del tubo está expuesta entre dichos miembros de escudo, teniendo el dispositivo toberas que pulverizan o inyectan líquido de refrigeración directamente sobre dicha superficie expuesta.

50 Con preferencia, el primer dispositivo de refrigeración externa es efectivo directamente curso abajo de la transición entre la parte de expansión y la parte de salida, en particular cuando no se realiza ninguna refrigeración interna, como se prefiere.

55 Con preferencia, al menos uno de los miembros de escudo del primer dispositivo de refrigeración externa, con preferencia ambos, es desplazable en dirección axial, permitiendo de esta manera ajustar la longitud y/o la localización del estiramiento del tubo que está afectado por la pulverización del líquido de refrigeración. Se apreciará que controlando la longitud y/o posición de los miembros de escudo durante el proceso de producción, por ejemplo automáticamente o controlada por operador, posiblemente manual, se puede controlar la refrigeración del tubo orientado, todavía más cuando – como es común – también se puede controlar la intensidad de la pulverización de refrigeración.

60 Se apreciará que los uno o más miembros de escudo desplazables podrían diseñarse para un ajuste manual de su posición axial. No obstante, en una forma de realización más avanzada – como se prefiere – está provisto un conjunto de accionamiento con motor, que incluye, por ejemplo, uno o más husillos de tornillo, para dichos uno o más miembros de escudo desplazables.

65 En una forma de realización muy práctica, un miembro de anillo de diámetro exterior es integral con un miembro de escudo, más preferentemente el miembro de anillo curso arriba y el miembro de anillo curso abajo cada uno siendo

integral con el miembro de escudo curso arriba y curso abajo. Como resultado, el primer dispositivo de refrigeración externa es efectivo sobre el estiramiento del tubo orientado entre ambos miembros de anillo, siendo móvil con preferencia al menos uno de ellos en dirección axial.

5 En una forma de realización preferida, la parte de salida del dispositivo de expansión comprende una porción de diámetro incrementado, con preferencia no deformable, curso abajo de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior y que delimita el extremo curso abajo de una sección de diámetro reducido, teniendo dicha porción de diámetro incrementado un diámetro mayor que dicha sección de diámetro reducido. El método se realiza entonces de tal forma que el tubo orientado, con preferencia de una manera estanca, se acopla o contacta con la porción de diámetro incrementado. La porción de diámetro incrementado actúa entonces como un soporte interior del tubo orientado, y en una forma de realización no deformable contribuye a la uniformidad de las dimensiones del tubo. La presencia de una porción de diámetro incrementado es ventajosa cuando se introduce un fluido entre una o más partes del dispositivo de expansión, por una parte, y el tubo en condición de preforma y/o tubo orientado, por otra parte. La porción de tubo incrementado puede tener un diámetro que es el mismo que el diámetro máximo de la parte de expansión, o un diámetro más pequeño. No obstante, como se ha indicado anteriormente, también es posible que la porción de diámetro incrementado tenga un diámetro mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión, con preferencia un volumen de gas presurizado que está delimitado entonces en su extremo curso abajo por dicha porción de diámetro incrementado y la presión interna del gas que provoca una etapa final de expansión circunferencial del tubo. Durante la producción normal, el tubo contactará entonces también con la parte de expansión del dispositivo de expansión, efectuando de esta manera una etapa más temprana de expansión del tubo, posiblemente precedida por todavía otra etapa de expansión efectuada por la presión interna del fluido causada por un volumen de fluido curso arriba.

25 En una forma de realización altamente preferida, la parte de salida tiene una sección sencilla de diámetro reducido y un miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba y un miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo están dispuestos en la localización de dicha sección sencilla de diámetro reducido y alrededor de dicha sección sencilla de diámetro reducido. El miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba puede contribuir a o efectuar un acoplamiento o contacto de estanqueidad del tubo con el dispositivo de expansión en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión. El miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo ejerce una fuerza constrictiva sobre el tubo que puede contribuir a o efectuar un acoplamiento de estanqueidad del tubo con una porción de diámetro incrementado localizada curso abajo del dispositivo de expansión. Este método es altamente ventajoso cuando se introduce un fluido entre el tubo de expansión, por ejemplo, la parte de salida del mismo, y el tubo. El fluido es, por ejemplo, un gas presurizado, tal como aire, de manera que el acoplamiento de estanqueidad del tubo en ambas localizaciones axiales de la parte de salida evita un escape incontrolado de fluido y, por lo tanto, una fluctuación incontrolada del volumen de fluido, ya sea una película fina (por ejemplo cuando se utiliza un líquido, por ejemplo cuando se utiliza agua caliente) o un volumen anular con espesor radial significativo, por ejemplo un volumen de aire, por ejemplo para provocar cierta expansión circunferencial adicional.

40 Curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia en proximidad estrecha al dispositivo de expansión, se recomienda otra refrigeración externa del tubo para enfriar el tubo orientado hasta un grado mayor. Por esta razón, un segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto, con preferencia relativamente cerca, curso abajo del dispositivo de expansión y está adaptado y accionado para enfriar externamente el tubo orientado. El segundo dispositivo de refrigeración externa es controlable independientemente del primer dispositivo de refrigeración externa dispuesto en la localización de la parte de salida. Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto espaciado a una distancia curso abajo del primer dispositivo de refrigeración externa.

50 Cuando la parte de salida comprende una porción de diámetro incrementado en el extremo curso abajo de una sección sencilla de diámetro reducido, se prefiere que un posible segundo dispositivo de refrigeración externa esté dispuesto curso abajo del mismo.

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa comprende una o más toberas de pulverización de líquido de refrigeración adaptadas y accionadas para pulverizar o inyectar líquido refrigerante, por ejemplo agua, sobre el exterior del tubo orientado.

55 Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto de tal forma que su efecto de refrigeración comienza en la posición donde tiene lugar el efecto de rebote cuando el diámetro del tubo se reduce curso abajo de la expansión sin ningún soporte interno más del tubo orientado.

60 Con preferencia, se crea una zona seca entre dichos primero y segundo dispositivos de refrigeración externa. Esto se considera para evitar o al menos reducir la formación de efectos visuales, por ejemplo anillos, sobre el lado exterior del tubo por el agua de refrigeración.

65 Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa es móvil en dirección axial, por ejemplo para ajustar su posición, principalmente de su extremo curso arriba, frente a la ocurrencia del efecto de rebote. Con preferencia, un dispositivo de desplazamiento, con preferencia motorizado, está asociado con el segundo dispositivo de

refrigeración externa para efectuar tal movimiento.

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba que delimita el extremo curso arriba del estiramiento del tubo orientado refrigerado por dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, siendo dicho miembro de escudo curso arriba con preferencia móvil en dirección axial.

Con preferencia, el extremo curso arriba del segundo dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo su miembro de escudo curso arriba, tiene un labio anular flexible que se acopla con el tubo orientado, de manera que no se ejerce ninguna fuerza constrictiva apreciable por dicho labio anular flexible sobre el tubo orientado.

En una forma de realización ventajosa, se utiliza un dispositivo de medición para medir al menos uno de los diámetros exteriores del tubo orientado, el espesor de pared del tubo orientado, y su perfil de la sección transversal, por ejemplo el diámetro exterior y el espesor de pared, cuyo dispositivo de medición está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión. Un dispositivo de control está provisto para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa y/o el segundo dispositivo de refrigeración externa, con preferencia ambos cuando están presentes. El dispositivo de medición está conectado al dispositivo de control para controlar la refrigeración por dichos primero y/o segundo dispositivos de refrigeración externa, por ejemplo, la intensidad de la refrigeración, controlando de esta manera el efecto de rebote – en el que se reduce el diámetro del tubo – que tiene lugar directamente curso abajo del dispositivo de expansión y que controla de esta manera el diámetro del tubo orientado. Esto se realiza entonces sin la necesidad de ninguna otra calibración del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión, como se prefiere.

En una forma de realización preferida, el dispositivo de control está provisto para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa en lo que se refiere al menos a la longitud y/o localización con respecto al dispositivo de expansión el estiramiento del tubo orientado, que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa. Posiblemente, el dispositivo de control está adaptado de tal forma que la longitud del estiramiento del tubo, que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa, se reduce para obtener un efecto de rebote incrementado y, por lo tanto, una reducción del diámetro incrementado, y donde dicha longitud se incrementa para obtener un efecto de rebote reducido y de esta manera una reducción del diámetro reducido.

En una forma de realización posible, el segundo dispositivo de refrigeración externa, o un miembro de escudo curso arriba del segundo dispositivo de refrigeración externa, es móvil en dirección axial, y el dispositivo de medición está conectado a un dispositivo de control provisto para controlar el segundo dispositivo de refrigeración externa. El dispositivo de medición está conectado a dicho dispositivo de control del segundo dispositivo de refrigeración externa con el fin de controlar el punto de partida de la refrigeración del tubo por el segundo dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo a través del control de la posición de su miembro de escudo curso arriba.

Aunque se prefiere en el segundo aspecto de la invención prescindir de la refrigeración interna del tubo mientras está pasando sobre el dispositivo de expansión, se prefiere realizar el método con la presencia de un fluido introducido entre una o más partes del dispositivo de expansión, por una parte, y el tubo, por otra parte.

El fluido puede ser un líquido, por ejemplo agua, por ejemplo agua caliente para evitar una acción de refrigeración apreciable sobre el lado interior del tubo, con preferencia incluyendo el dispositivo de suministro de fluido un calentador controlable que está provisto para calentar el líquido.

En una forma de realización preferida, el fluido es un gas presurizado, con preferencia aire, con preferencia una fuente de gas presurizado, por ejemplo aire, estando previsto un conjunto de control de la presión asociado. Más preferentemente, se utiliza un gas caliente, por ejemplo aire caliente, con preferencia estando previsto un calentador controlable para calentar el gas.

En una forma de realización preferida, se introduce un fluido al menos entre la parte de salida del dispositivo de expansión y el tubo, con preferencia al menos entre la sección de diámetro reducido del mismo y el tubo. Con preferencia, el tubo se acopla de forma de estanqueidad con el dispositivo de expansión en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión, y con preferencia el tubo se acopla de forma de estanqueidad con la parte de salida curso abajo de la sección de diámetro reducido, con preferencia la porción de diámetro incrementado del mismo. Como se ha explicado anteriormente, se propone la provisión de un miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo y un miembro de anillo de diámetro exterior curso arriba para contribuir a o efectuar dichos acoplamientos de estanqueidad.

En una forma de realización preferida, un primer volumen de fluido está presente entre el dispositivo de expansión y el tubo en una posición curso arriba del diámetro máximo de la parte de expansión y, un segundo volumen de fluido está presente entre la parte de salida y el tubo. El acoplamiento de estanqueidad en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión previene generalmente una comunicación incontrolada entre los dos volúmenes de fluido y, por lo tanto, por ejemplo la inestabilidad de dichos volúmenes de fluido y/o la mezcla de fluidos, por ejemplo aire presurizado curso arriba para el primer volumen y un líquido, por ejemplo agua caliente que

se utiliza para el segundo volumen.

5 En una forma de realización posible, se utiliza un dispositivo de expansión con un paso controlado por válvula en comunicación con el primer volumen de fluido y con el segundo volumen de fluido, donde el dispositivo de expansión incluye al menos un conducto de suministro de fluido que introduce fluido en el primero y/o en el segundo volumen de fluido. Como se ha mencionado anteriormente, el acoplamiento de estanqueidad en el diámetro máximo evita una comunicación incontrolada entre dichos volúmenes de fluido. No obstante, el paso controlado por válvula permite al operador, por ejemplo, igualar la presión en ambos volúmenes, o primero establecer un primer volumen lleno de fluido curso arriba de la región de estanqueidad de diámetro máximo y luego permitir el flujo de fluido en el segundo volumen curso abajo de dicha región. Se pueden proveer dos o más sensores de presión para detectar la presión real del fluido en un volumen de fluido. El paso controlado por válvula, que incluye la válvula, puede estar integrado totalmente en el dispositivo de expansión en la luz del conducto del tubo. No obstante, también es posible que este paso controlado por válvula esté presente fuera del tubo y extrusor, por ejemplo como parte de la porción externa del dispositivo de suministro de fluido.

15 También es una opción que un primer conducto de suministro de fluido introduzca fluido en el primer volumen de fluido y un segundo conducto de suministro de fluido introduzca fluido en el segundo volumen de fluido, los fluidos pueden ser iguales o diferentes, por ejemplo agua o aire.

20 En particular, se considera en esta forma de realización preferida proporcionar un dispositivo de expansión con uno o más conductos de suministro de fluido que tiene uno o más orificios en la superficie exterior de la parte de entrada y/o parte de salida, con preferencia estando provista la parte de entrada con un miembro de estanqueidad de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

25 Posiblemente, por ejemplo cuando se utiliza un fluido líquido que es arrastrado por el tubo móvil, se proveen uno o más conductos de descarga de fluido en el dispositivo de expansión, teniendo dichos conductos uno o más orificios de descarga en la superficie exterior, por ejemplo de la parte de salida, por ejemplo cerca del extremo curso abajo de la sección de diámetro reducido.

30 En particular, cuando se utiliza un fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo, el fluido que forma una película o volumen anular más gruesa al menos en la sección de diámetro reducido de la parte de salida del dispositivo de expansión, entonces se considera ventajoso utilizar dos miembros de anillo de diámetro exterior espaciados uno del otro e incluso más ventajoso incorporar la parte de salida con una porción de diámetro incrementado que delimita el extremo curso abajo de la sección de diámetro reducido, de tal manera que el tubo orientado se acopla de forma de estanqueidad con dicha porción de diámetro incrementado. Esto evita o al menos limita cualquier fuga de fluido en la luz del conducto del tubo orientado curso abajo del dispositivo de expansión y de esta manera evita inestabilidad indeseable del volumen de fluido. Más preferentemente, el miembro de anillo de diámetro exterior curso abajo está localizado algo curso arriba de la porción de diámetro incrementado, mejorando de esta manera el contacto de estanqueidad entre el tubo y la porción de diámetro incrementado.

40 En una forma de realización posible, uno o más rodillos están dispuestos debajo del tubo orientado para soportar dicho tubo, por ejemplo debajo de la parte de salida del dispositivo de expansión.

45 En una forma de realización práctica, un anillo sustituible curso arriba está montado sobre el dispositivo de expansión, cuyo anillo define el diámetro máximo de la parte de expansión, posiblemente teniendo la porción adyacente de la parte de salida un diámetro más pequeño, de manera que está presente una transición escalonada entre las partes. El anillo sustituible permite un cambio relativamente fácil del diámetro máximo del dispositivo de expansión así como la sustitución de dicha porción en caso de desgaste.

50 En una forma de realización práctica, el anillo sustituible curso abajo está montado en el extremo curso abajo de la sección de salida, teniendo el anillo sustituible un diámetro mayor que la porción curso arriba de la parte de salida del dispositivo de expansión. Esto permite un cambio relativamente fácil del diámetro del dispositivo de expansión en dicha localización curso abajo así como la sustitución de dicha zona en caso de desgaste.

55 En una forma de realización, un anillo sustituible curso arriba está montado en una transición desde la parte de expansión hasta la parte de salida del dispositivo de expansión, definiendo el anillo sustituible el diámetro máximo de la parte de expansión.

60 En una forma de realización, un anillo sustituible curso abajo está montado en el extremo curso abajo de la sección de salida, teniendo el anillo sustituible un diámetro mayor que la porción curso arriba de la parte de salida.

65 El segundo aspecto de la invención se refiere también a la combinación de un dispositivo de expansión y al menos un miembro de anillo de diámetro exterior para uso en un método para producción de un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo atemperado en condición de preforma es embutido sobre el dispositivo de expansión y pasa a través del al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, en el que el dispositivo de

expansión comprende:

- 5 - una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está adaptada para ser contactada por el tubo y para ejercer una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,
- una parte de entrada, que está adyacente a la parte de expansión en el extremo curso abajo de la misma,

10 en la que la parte de salida tiene una sección de diámetro reducido, con preferencia una sección de diámetro reducido sencilla, que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y en la que el al menos un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto alrededor de la sección de diámetro reducido, de manera que – en uso – el tubo orientado pasa a través del miembro de anillo de diámetro exterior, mientras está en contacto con dicho miembro de anillo de diámetro exterior, estando dimensionados el miembro de anillo de diámetro exterior y la sección de diámetro reducido de tal manera que se evita el gripado del tubo orientado entre el
15 dispositivo de expansión y el al menos un miembro de anillo de diámetro exterior.

Un tercer aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma, que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- 25 - una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,
- una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión,
- 30 - una parte de salida, que está localizada curso abajo de la parte de expansión.

El método comprende embutir el tubo atemperado sobre el anillo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico, que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo. Dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

En el método de acuerdo con el tercer aspecto de la invención se utiliza un dispositivo de expansión, que tiene uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión, y el fluido que es suministrado a través de dichos uno o más conductos de suministro forma un primer volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo curso arriba de un acoplamiento de estanqueidad del tubo en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión, y el fluido suministrado a través de dichos uno o más conductos de suministro forma un segundo volumen de fluido entre la parte de salida y el tubo. En este método, se utiliza un dispositivo de expansión con un paso de comunicación, con preferencia un paso controlado por válvula, que se extiende entre el primero y el segundo volúmenes de fluido, por ejemplo permitiendo obtener una igualación controlada de la presión del flujo en el primero y en el segundo volúmenes y/o el llenado / vaciado de un volumen de fluido a través de un conducto en comunicación directa con el otro volumen de fluido. La válvula es, por ejemplo, una válvula accionada eléctricamente montada en el extremo posterior del dispositivo de expansión.

El tercer aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- 55 - un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el miembro de troquel interior una luz de conducto en el tubo,
- uno o más dispositivos de atemperación para acondicionamiento de temperatura del tubo en condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico,
- 60 - un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:
 - una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está adaptada para ser contactada por el tubo durante la producción normal del tubo y entonces ejerce una fuerza

de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,

- una parte de entrada curso arriba de la parte de expansión,
- una parte de salida curso abajo de la parte de expansión,
- uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;

- un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más conductos de suministro, permitiendo establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y la parte de entrada y un volumen de fluido curso abajo entre el tubo y la parte de salida durante la producción normal,

- un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,

- un dispositivo de refrigeración que está adaptado para refrigerar el tubo orientado biaxialmente.

La instalación de acuerdo con el tercer aspecto de la invención se caracteriza por el hecho de que la instalación comprende un paso de comunicación, por ejemplo un paso interior en el dispositivo de expansión, que permite poner en comunicación el volumen de fluido curso arriba y el volumen de fluido curso abajo.

Con preferencia, está provista una válvula de control para dicho paso de comunicación, que permite abrir y cerrar selectivamente dicho paso de comunicación.

Se comprenderá que esta instalación puede estar combinada con características mencionadas con relación a uno o más de los otros aspectos de la invención.

La presencia del paso de comunicación controlado por válvula se puede utilizar también de manera ventajosa cuando se pone en marcha el método de acuerdo con el tercer aspecto de la invención. Un ejemplo de ello es un método de puesta en marcha de la producción de tubos termoplásticos orientados biaxialmente, en el que se utiliza una instalación de acuerdo con la forma de realización preferida mencionada anteriormente del tercer aspecto de la invención, en la que en primer lugar solo se suministra fluido a uno o más conductos de suministro que emergen en el volumen de fluido curso arriba – con el paso de comunicación cerrado – y solamente cuando el tubo está en contacto de estanqueidad tanto con la parte de expansión como también con una porción curso abajo de la parte de salida, entonces se introduce fluido en el volumen de fluido curso abajo, cuya introducción se puede efectuar abriendo el paso de comunicación o alimentando fluido a un conducto separado de suministro de fluido.

En un tercer aspecto de la invención, la parte de salida puede ser perfectamente una parte no deformable, pero también es posible una porción expandible, por ejemplo hinchable, de la parte de salida que se acopla de forma estanca con el tubo. Lo mismo se aplica ciertamente para cualquier miembro de estanqueidad entre la parte de entrada y el tubo, cuando está presente.

Un cuarto aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz de conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico. En este método, se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz de conducto curso abajo del extrusor, y se forma un volumen de fluido entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable. Además, se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, y el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente, siendo orientado el material termoplástico en dirección axial y en dirección circunferencial. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

En este método, el dispositivo de expansión puede incluir una parte de expansión no deformable, y posiblemente también una parte de salida con sección de diámetro reducido, por ejemplo como se explica con referencia a otros aspectos de la invención.

También se considera que el método del cuarto aspecto de la invención es ventajoso cuando el dispositivo de expansión causa expansión del tubo solamente sobre la base de la presencia de un volumen de fluido presurizado dentro de la luz del conducto del tubo, siendo retenido el volumen de fluido entre un miembro de estanqueidad curso arriba y un miembro de estanqueidad curso abajo. Este método se conoce generalmente en la técnica, siendo

5 expandible con frecuencia el miembro de estanqueidad curso abajo, por ejemplo, hinchable, para causar un acoplamiento de estanqueidad con el interior del tubo. En un procedimiento conocido, se utiliza un manguito de acabado alargado en este método, que se extiende desde una posición curso arriba del tapón curso abajo hasta una posición curso abajo de dicho tapón de sellado curso abajo, y el tapón hinchable presiona el tubo contra el interior del manguito de acabado.

El cuarto aspecto de la invención tiene como objetivo proporcionar un método mejorado, al menos un método alternativo útil.

10 El cuarto aspecto de la invención proporciona un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, y en el que se forma un primer volumen entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en el extremo curso abajo del mismo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable,

y en el que se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión,

25 en el que el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial,

30 en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

El método se caracteriza por el hecho de que se utiliza un miembro de anillo de diámetro exterior, que está dispuesto en un espaciado curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, pasando el tubo a través de dicho miembro de anillo de diámetro exterior mientras está en contacto con dicho miembro de anillo exterior, estando incorporado el miembro de anillo exterior como un miembro de anillo exterior constrictivo y ejerciendo una fuerza constrictiva radial sobre el tubo que pasa a través del mismo, que contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo con la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión.

40 Como se comprenderá, los inventores contemplan que ninguna parte externa de una instalación se acople sobre el lado exterior del tubo en la localización de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión. Hay que indicar que el aplastamiento del tubo entre un tapón hinchable y el manguito de dimensionado puede causar inestabilidades así como daño minúsculo al tubo, perjudicando de esta manera la resistencia, la estabilidad a largo plazo y la uniformidad del tubo obtenido finalmente.

45 Más preferentemente, la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión es no deformable. Esto mejora la uniformidad del tubo obtenido finalmente y la estabilidad del proceso de producción, por ejemplo comparado con el uso de un tapón hinchable que es inherentemente menos estable en sus dimensiones de la sección transversal.

50 Con preferencia, se emplea un primer dispositivo de refrigeración para refrigerar el tubo curso arriba del miembro de anillo de diámetro exterior más próximo al miembro de estanqueidad curso abajo, por ejemplo un primer dispositivo de refrigeración externa, como se explica con referencia a uno u otros más aspectos de la invención.

55 El cuarto aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el diámetro interior del troquel una luz del conducto en el tubo,
 - uno o más dispositivos de atemperación para acondicionar la temperatura del tubo en condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma, que tiene una temperatura de orientación, que es adecuada para el material termoplástico,
 - un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dispositivo de expansión:
- 60
- una porción de estanqueidad curso abajo, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo
- 65

no deformable,

- uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;

- 5
- un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más conductos de suministro, que permite establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y el dispositivo de expansión, estando delimitado dicho volumen en su extremo curso abajo por dicha porción de estanqueidad curso abajo,
 - un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,
 - un dispositivo de refrigeración que está adaptado para refrigerar el tubo orientado biaxialmente.
- 10

15 La instalación se caracteriza por el hecho de que un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto en un espaciado curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, estando adaptado el miembro de anillo de diámetro exterior para que el tubo pase a través de dicho miembro de anillo de diámetro exterior, mientras está en contacto con dicho miembro de anillo exterior durante la producción normal, estando incorporado el miembro de anillo exterior como un miembro de anillo exterior constrictivo y ejerciendo una fuerza constrictiva radial sobre el tubo que pasa a través del mismo, que contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo con la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión.

20

Se comprenderá que esta instalación se puede combinar con características mencionadas en relación a uno o más de otros aspectos de la invención, por ejemplo la presencia de dos miembros de anillo de diámetro exterior, siendo uno o más posiblemente móviles, como se explica con referencia al segundo aspecto de la invención.

25

Un quinto aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico. Se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz de conducto curso abajo del extrusor, y se forma un volumen de fluido entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable. Se utiliza también un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, y el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

30

35

40

Un objetivo del quinto aspecto de la invención es proporcionar un método mejorado, o al menos un método alternativo.

45

Otro objetivo del quinto aspecto de la invención es proporcionar un método con refrigeración externa mejorada del tubo expandido, con preferencia a la luz de la posibilidad de controlar el efecto de rebote.

El quinto aspecto de la invención proporciona un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, y en el que se forma un primer volumen entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de sellado curso abajo no deformable,

50

55

y en el que se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión,

60

en el que el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es transformado a partir de un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial,

65

en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

5 El método se caracteriza por el hecho de que se utiliza un dispositivo de refrigeración externa para refrigerar el tubo curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, en el que el primer dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba y un miembro de escudo curso abajo, delimitando dichos miembros de escudo el estiramiento del tubo que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo las pulverizaciones o chorros de agua de refrigeración, y en el que el miembro de escudo curso abajo está dispuesto curso arriba de la porción de sellado curso abajo del dispositivo de expansión.

10 Con preferencia, al menos uno de los miembros de escudo, con preferencia ambos, es desplazable en dirección axial, permitiendo de esta manera ajustar la longitud y/o la localización del estiramiento del tubo que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa.

15 Con preferencia, el tubo orientado está en contacto con al menos uno de los miembros de escudo, con preferencia ambos miembros de escudo.

20 Con preferencia, un dispositivo de medición para la medición de al menos uno del diámetro exterior del tubo, el espesor de pared del tubo, y/o el perfil de la sección transversal del mismo está dispuesto curso abajo de al menos el primer dispositivo de refrigeración externa, en el que está provisto un dispositivo de control para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa y en el que dicho dispositivo de medición está conectado a dicho dispositivo de control para controlar la refrigeración por dicho primer dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo la intensidad de la refrigeración.

25 Con preferencia, el dispositivo de control está adaptado y accionado para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa, al menos en lo que se refiere a la longitud y/o localización con respecto al mandril de estiramiento del tubo orientado, que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa.

30 El quinto aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el diámetro interior del troquel una luz del conducto en el tubo,
- 35 - uno o más dispositivos de atemperación para acondicionar la temperatura del tubo en condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma, que tiene una temperatura de orientación, que es adecuada para el material termoplástico,
- un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:
- 40 - una porción de estanqueidad curso abajo, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable,
- uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;
- 45 - un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más conductos de suministro, que permite establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y el dispositivo de expansión, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por dicha porción de estanqueidad curso abajo,
- un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en
- 50 condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,
- un primer dispositivo de refrigeración externa para refrigerar el tubo curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, en el que el primer dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba y un miembro de escudo curso abajo, delimitando
- 55 dichos miembros de escudo el estiramiento del tubo que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa, con preferencia teniendo el primer dispositivo de refrigeración unas toberas que emiten pulverizaciones o chorros de líquido de refrigeración, por ejemplo agua, con preferencia directamente sobre una superficie exterior expuesta del tubo entre dichos miembros de escudo, y en el que el miembro de escudo curso abajo está dispuesto curso arriba de la porción de estanqueidad curso
- 60 abajo del dispositivo de expansión.

Se comprenderá que esta instalación se puede combinar con características mencionadas en relación a uno o más de otros aspectos de la invención, por ejemplo con referencia al segundo aspecto de la invención.

65 Un sexto aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de

material termoplástico, en el que una preforma tubular es extruída de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en la preforma, en el que la preforma es sometida a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene una preforma atemperada que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico de dicha preforma. Se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, y se forma un volumen de fluido entre dicho dispositivo de expansión y la preforma, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable. Se utiliza también un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, y el método comprende hacer pasar la preforma atemperada sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicha preforma es transformada en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

Un objetivo del sexto aspecto de la invención es proporcionar un método mejorado, o al menos un método alternativo.

Otro objetivo del sexto aspecto de la invención es proporcionar un método con refrigeración externa mejorada del tubo expandido, con preferencia a la luz de la posibilidad de controlar el efecto de rebote.

El método de acuerdo con el sexto aspecto de la invención es un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, y en el que se forma un volumen de fluido entre dicho dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de sellado curso abajo no deformable,

y en el que se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión,

en el que el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo es transformado a partir de un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial,

en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

El método se caracteriza por el hecho de que se utiliza un primer dispositivo de refrigeración externa para refrigerar el tubo orientado curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión,

y porque se utiliza un segundo dispositivo de refrigeración externa, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, cuyo segundo dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para refrigerar externamente el tubo orientado, estando controlado dicho segundo dispositivo de refrigeración externa independientemente del primer dispositivo de refrigeración externa, comprendiendo dicho segundo dispositivo de refrigeración externa con preferencia una o más toberas de pulverización de líquido de refrigeración adaptadas para pulverizar o inyectar líquido de refrigeración, por ejemplo agua, sobre el exterior del tubo orientado.

Se apreciará que el primero y/o el segundo dispositivo de refrigeración incluyen con preferencia una o más características del primero y/o segundo dispositivos de refrigeración externa descritos con referencia a uno o más aspectos adicionales de la invención, por ejemplo el segundo aspecto de la invención.

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa está dispuesto espaciado a una distancia curso abajo desde el primer dispositivo de refrigeración externa, con preferencia manteniendo una zona seca entre el primero y segundo dispositivos de refrigeración externa durante el funcionamiento.

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa está localizado con su extremo curso arriba en una región donde el efecto de rebote – en el que se reduce el diámetro del tubo – tiene lugar curso abajo del dispositivo de expansión.

Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa es móvil, por ejemplo por un dispositivo de desplazamiento motorizado, en dirección axial para ajustar el punto de partida de la refrigeración por dicho

dispositivo de refrigeración por dicho segundo dispositivo de refrigeración externa.

Con preferencia, el primer dispositivo de refrigeración externa es móvil en dirección axial para ajustar la localización, y posiblemente la longitud, del estiramiento de tubo orientado refrigerado por dicho primer dispositivo de refrigeración externa. Con preferencia, el primer dispositivo de refrigeración externa está incorporado con una o más características, como se describe con referencia a uno o más aspectos adicionales de la presente invención. Por ejemplo, el primer dispositivo de refrigeración externa tiene un miembro de escudo curso arriba y un miembro de escudo curso abajo, así como una o más toberas que pulverizan o inyectan agua de refrigeración sobre la sección de tubo expuesta entre dichos miembros de escudo para conseguir una refrigeración intensa.

En una forma de realización preferida, el segundo dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para ajustar la localización axial del punto de partida de la refrigeración del tubo causada por el segundo dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo para controlar el efecto de rebote, por ejemplo comprendiendo el segundo dispositivo de refrigeración externa un miembro de escudo curso arriba que delimita el extremo curso arriba del estiramiento del tubo orientado afectado por dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, siendo móvil dicho miembro de escudo curso arriba en dirección axial, teniendo dicho miembro de escudo curso arriba con preferencia un labio anular flexible que se acopla con el tubo orientado.

En una forma de realización preferida, el segundo dispositivo de refrigeración externa comprende un miembro de escudo curso arriba que delimita el extremo curso arriba del estiramiento del tubo orientado afectado por dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, siendo dicho miembro de escudo curso arriba con preferencia móvil en dirección axial, teniendo dicho miembro de escudo curso arriba con preferencia un labio anular flexible que se acopla con el tubo orientado.

En una forma de realización preferida, un dispositivo de medición para la medición de al menos uno del diámetro exterior del tubo orientado, el espesor de pared, y/o el perfil de la sección transversal del mismo está dispuesto curso abajo de al menos el primer dispositivo de refrigeración externa, posiblemente curso abajo del segundo dispositivo de refrigeración externa, y está previsto un dispositivo de control para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa y/o el segundo dispositivo de refrigeración externa, y en el que dicho dispositivo de medición está conectado a dicho dispositivo de control para controlar la refrigeración por dicho primer dispositivo de refrigeración externa y/o el segundo dispositivo de refrigeración externa, por ejemplo la intensidad de la refrigeración.

Con preferencia, el dispositivo de control está adaptado y accionado para controlar el primer dispositivo de refrigeración externa, al menos en lo que se refiere a la longitud y/o localización con respecto al mandril de estiramiento del tubo orientado, que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa.

El sexto aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el diámetro interior del troquel una luz del conducto en el tubo,
- uno o más dispositivos de atemperación para acondicionar la temperatura del tubo en condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma, que tiene una temperatura de orientación, que es adecuada para el material termoplástico,
- un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dispositivo de expansión:
 - una porción de estanqueidad curso abajo, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable,
 - uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;
- un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más conductos de suministro, que permite establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y el dispositivo de expansión, estando delimitado dicho volumen en su extremo curso abajo por dicha porción de estanqueidad curso abajo,
- un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,
- un primer dispositivo de refrigeración externa para refrigerar el tubo curso arriba de la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión,
- un segundo dispositivo de refrigeración externa, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, cuyo segundo dispositivo de refrigeración externa está adaptado y accionado para refrigerar

externamente el tubo orientado, siendo controlable dicho segundo dispositivo de refrigeración externa independientemente del primer dispositivo de refrigeración externa, comprendiendo dicho segundo dispositivo de refrigeración externa con preferencia una o más toberas de pulverización de líquido de refrigeración para pulverizar o inyectar líquido de refrigeración, por ejemplo agua, sobre el exterior del tubo orientado.

Se comprenderá que esta instalación se puede combinar con características mencionadas con relación a uno o más aspectos adicionales de la invención, por ejemplo con referencia al primero y/o segundo aspecto de la invención.

Un séptimo aspecto de la presente invención se refiere a un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruído de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz de conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico de dicho tubo. Se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro que se incrementa gradualmente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, cuya parte de expansión es contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo la expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,
- una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, que está localizada curso debajo de la parte de expansión en la luz del conducto y que se acopla de forma estanca con el tubo.

Se forma un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable. Se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión, y el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo en condición de preforma es transformado en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial. El tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

El séptimo aspecto de la invención tiene como un objetivo proporcionar un método mejorado o al menos una alternativa útil.

El séptimo aspecto de la invención tiene como otro objetivo permitir un proceso de expansión híbrido del tubo a partir de su condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente, en el que se utiliza la expansión debida a aplicación forzada del tubo sobre una parte de expansión no deformable así como expansión causada por presión interna del fluido en el tubo a medida que el tubo pasa sobre el dispositivo de expansión.

El método de acuerdo con el séptimo aspecto es un método para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruído de material termoplástico utilizando un extrusor, que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura por uno o más dispositivos de atemperación, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico de dicho tubo, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión dispuesto dentro de dicha luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro que se incrementa gradualmente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, cuya parte de expansión es contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo la expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,
- una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, que está localizada curso abajo de la parte de expansión en la luz del conducto y que se acopla de forma estanca con el tubo.

en el que se forma un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo, estando delimitado dicho volumen de fluido en su extremo curso abajo por la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión, con preferencia una porción de estanqueidad curso abajo no deformable,

y en el que se utiliza un dispositivo de estiramiento dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión,

en el que el método comprende hacer pasar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando el

dispositivo de estiramiento, de tal manera que dicho tubo en condición de preforma es transformado en un tubo orientado biaxialmente, estando el material termoplástico orientado en dirección axial y en dirección circunferencial,

en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

El método se caracteriza por el hecho de que la porción de estanqueidad curso abajo tiene un diámetro que es mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y por el hecho de que durante la producción normal, el tubo está en contacto con dicha parte de expansión no deformable del dispositivo y se expande por dicha parte de expansión, así como en contacto con la porción de estanqueidad curso abajo, estando presente un volumen de fluido entre dichas localizaciones de contacto espaciadas axialmente, provocando una presión de fluido dentro de dicho volumen de fluido generando una expansión adicional del tubo para pasar sobre la porción de estanqueidad curso abajo.

Con preferencia, dicho fluido es un gas, por ejemplo aire.

En una forma de realización preferida, un primer dispositivo de refrigeración externa está dispuesto generalmente entre dichas localizaciones de contacto espaciadas axialmente, para conseguir refrigeración externa del tubo. Por ejemplo, se emplea un primer dispositivo de refrigeración externa que tiene una o más de las características del primer dispositivo de refrigeración externa descrito con referencia a uno u otros más aspectos de esta invención. Por ejemplo, dicho dispositivo de refrigeración es ajustable con relación a su posición relativa a la porción de estanqueidad curso abajo y/o con relación a la longitud de la sección de tubo que es refrigerada, y/o a la intensidad de refrigeración.

En una forma de realización preferida, al menos un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto entre dichas localizaciones de contacto espaciadas axialmente. Por ejemplo, un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto en la proximidad estrecha de la porción de estanqueidad curso abajo, con preferencia, dicho miembro de anillo está incorporado como un miembro de anillo constrictor que contribuye al acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y el miembro de estanqueidad curso abajo, como se describe con referencia a uno o más de los otros aspectos de esta invención.

En una forma de realización preferida, el dispositivo de expansión incluye, además, una porción de estanqueidad curso arriba, que está dispuesta curso arriba de la parte de expansión no deformable y que contacta de forma estanca con el tubo, y en el que se establece otro volumen de fluido, por ejemplo un volumen de gas, entre dicha porción de estanqueidad curso arriba y la localización de contacto del tubo con la parte de expansión no deformable. De esta manera, se forman dos volúmenes de fluido entre el tubo y el dispositivo de expansión. Con preferencia, el volumen de fluido curso arriba está presurizado, por ejemplo con aire, para causar expansión del tubo por presión interna de fluido hasta tal grado que el tubo expandido entra todavía en contacto con la parte de expansión no deformable del dispositivo de expansión. Este contacto con la parte de expansión lleva a cabo entonces una expansión adicional del tubo. Una expansión adicional es provocada entonces por la presión interna de fluido, por ejemplo presión de aire, en el volumen de fluido curso abajo, por ejemplo hasta tal diámetro que el tubo contacta con uno o más miembros de anillo exterior (cuando está presente en este método) y pasa sobre la porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión.

Se considera que la propia porción de estanqueidad curso abajo puede estar incorporada con una porción de diámetro gradualmente creciente, provocando, por lo tanto, dicha porción de estanqueidad una expansión circunferencial adicional del tubo de una manera apreciable.

En este séptimo aspecto de la invención, es posible que el dispositivo de expansión incluya una parte de salida que tiene un diámetro que es idéntico al diámetro máximo de la parte de expansión precedente. También es posible que la parte de salida tenga una sección de diámetro reducido que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión.

El séptimo aspecto de la invención se refiere también a una instalación para producción de un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:

- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo,
- uno o más dispositivos de atemperación para acondicionamiento de temperatura del tubo en condición de preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico,
- un dispositivo de expansión en la luz del conducto curso abajo del extrusor, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:
- una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro creciente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, cuya parte de expansión está adaptada para ser contactada por el tubo durante la

producción normal del tubo y entonces ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,

- una porción de estanqueidad curso abajo del dispositivo de expansión que está localizada curso abajo de la parte de expansión en la luz del conducto y que se acopla de forma de estanqueidad con el tubo,
- uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior del dispositivo de expansión;
- un dispositivo de suministro de fluido para suministrar fluido a dichos uno o más conductos de suministro, que permite establecer un volumen de fluido curso arriba entre el tubo y la parte de entrada y un volumen de fluido curso abajo entre el tubo y la parte de salida durante la producción normal;
- un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,
- un dispositivo de refrigeración que está adaptado para refrigerar el tubo orientado biaxialmente,

cuya instalación se caracteriza por el hecho de que la porción de estanqueidad curso abajo tiene un diámetro que es mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión y porque durante la producción normal, el tubo está en contacto con dicha parte de expansión no deformable del dispositivo y se expande por dicha parte de expansión, así como en contacto con la porción de estanqueidad curso abajo, estando presente un volumen de fluido entre dichas localizaciones de contacto espaciadas axialmente, una presión de fluido dentro de dicho volumen de fluido provocando una expansión adicional del tubo para pasar sobre la porción de estanqueidad curso abajo.

Se comprenderá que esta instalación se puede combinar con características mencionadas con relación a uno o más de los aspectos de la invención, por ejemplo con referencia al segundo aspecto de la invención y/o al tercero y/o cuarto aspecto de la invención.

Un octavo aspecto de la invención se refiere a un método e instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión que tiene un extremo saliente, en el que dicho dispositivo de expansión lleva a cabo la expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial, por ejemplo comprendiendo dicho dispositivo de expansión una parte de expansión no deformable que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, en el que el método comprende estirar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y que actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico, que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo, en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado. En el método del octavo aspecto de la invención se utiliza uno o más sensores de temperatura que detectan la temperatura de la cara interior del tubo en condición de preforma curso arriba del, o en, el extremo saliente del dispositivo de expansión, con preferencia en un miembro de estanqueidad que está dispuesto en dicho extremo saliente del dispositivo de expansión, por ejemplo estando acoplados dichos uno o más sensores de temperatura a uno o más dispositivos externos de intercambio de calor dispuestos directamente curso arriba del dispositivo de expansión y/o alrededor del dispositivo de expansión, por ejemplo siendo utilizados dichos uno o más dispositivos externos de intercambio de calor para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el miembro de estanqueidad, cuando está presente, el fin de asistir a su funcionamiento correcto.

Un noveno aspecto de la invención se refiere a un método e instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura utilizando un dispositivo de refrigeración externa y un dispositivo de calefacción externa para el tubo en condición de preforma curso abajo de dicho dispositivo de refrigeración externa, estando dispuestos dicho dispositivo de refrigeración externa y dicho dispositivo de calefacción externa entre el troquel de extrusión y un dispositivo de control de la velocidad de la preforma, que actúa sobre el tubo en condición de preforma, estando adaptado dicho dispositivo de calefacción externa para calentar de una manera ajustable un sector de la circunferencia del tubo, o posiblemente múltiples sectores seleccionados de la circunferencia del tubo, por ejemplo sólo una sección inferior del tubo y no el resto de la circunferencia del tubo, antes de alcanzar el dispositivo de control de la velocidad de la preforma. Y en el que se utiliza un dispositivo de expansión curso abajo de dicho dispositivo de control de la velocidad de la preforma, cuyo dispositivo de expansión lleva a cabo la expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial, por ejemplo comprendiendo dicho dispositivo de expansión una parte de expansión no deformable

que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en su extremo curso abajo, y en el que el método comprende estirar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo, en el que el tubo orientado biaxialmente es refrigerado.

Un décimo aspecto de la invención se refiere a un método e instalación para producir un tubo orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusor que está provisto con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:

- una parte de expansión no deformable, que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial,
- una parte de entrada, que está localizada curso arriba de la parte de expansión,

en el que el método comprende estirar el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo, en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado, en el que se utiliza un dispositivo de expansión que tiene uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o la parte de expansión del dispositivo de expansión, y en el que un fluido es introducido y forma un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo,

en el que el fluido suministrado a dicho volumen de fluido que está limitado en un extremo por dicho contacto de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma y el miembro de expansión, por ejemplo un miembro de estanqueidad en un extremo saliente del mismo y en otro extremo por acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y al menos una porción curso abajo de la parte de expansión, por ejemplo cerca o en la transición a la parte de salida, existe un gas, por ejemplo aire, siendo utilizada la presión del gas en dicho volumen de fluido para provocar expansión gradual del tubo ya antes de que el tubo contacte realmente con la parte de expansión, y en el que uno o más conductos de descarga de gas están formados en el dispositivo de expansión, teniendo uno o más conductos de descarga uno o más orificios de entrada en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, estando un orificio de entrada abierto o cerrado o parcialmente cerrado en función de si el orificio de entrada está o no cubierto y cerrado por el tubo o de qué porción del orificio de entrada está cerrada por el tubo, proporcionando el conducto de descarga de gas el alivio de presión de gas desde el volumen de fluido cuando uno o más orificios de entrada correspondientes están al menos parcialmente abiertos, controlando de esta manera la expansión del tubo causada por presión interna del gas.

Se apreciará que las medidas explicadas anteriormente con referencia a un aspecto de la invención se pueden combinar fácilmente con medidas explicadas con referencia a otro aspecto de la invención. Ejemplos de ellas se aclararán a continuación con referencia a la descripción de formas de realización preferidas.

Los aspectos de la presente invención se refieren también a las instalaciones asociadas para realizar los métodos de acuerdo con estos aspectos.

La presente invención se refiere también a un dispositivo de expansión como se incluye en una o más de estas instalaciones para realizar uno o más de los métodos de la invención, puesto que una instalación existente se puede mejorar sustituyendo el dispositivo de expansión existente para tal dispositivo de expansión nuevo.

La presente invención se refiere también a un primer dispositivo de refrigeración externa como se incluye en una o más de estas instalaciones para realizar uno o más de los métodos de la invención, puesto que una instalación existente se puede mejorar añadiendo dicho primer dispositivo de refrigeración externa, o sustituyendo el dispositivo de refrigeración externa existente para tal primer dispositivo de refrigeración externa nuevo.

La presente invención se refiere también a un segundo dispositivo de refrigeración externa, como se incluye en una o más de estas instalaciones para realizar uno o más de los métodos de la invención, puesto que una instalación existente se puede mejorar añadiendo dicho segundo dispositivo de refrigeración externa, o sustituyendo el

dispositivo de refrigeración externa existente para tal segundo dispositivo de refrigeración externa nuevo.

5 Los métodos de acuerdo con la invención son adecuados, por ejemplo, para producir elementos individuales de tubo que son provistos posteriormente con un casquillo en una operación de enchufe, que permite conectar tubos de extremo a extremo insertando un extremo en un extremo con casquillo de otro tubo, incluyendo el casquillo con preferencia un anillo de estanqueidad.

10 Los métodos de acuerdo con los aspectos de la invención pueden incluir también la etapa adicional de realizar elementos de tubo individuales orientados biaxialmente cortando un elemento de tubo desde el tubo que se extiende desde el extrusor, sobre el dispositivo de expansión, y más allá del dispositivo de estiramiento curso abajo del dispositivo de expansión, por ejemplo teniendo los elementos de tubo una longitud entre 5 y 15 metros, por ejemplo 6 metros, y la etapa de proporcionar un casquillo sobre un extremo de cada elemento de tubo individual, de manera que los elementos de tubo individual se pueden conectar a través de la conexión de casquillo.

15 La presente invención se refiere también a un tubo orientado biaxialmente obtenido con un método de acuerdo con uno o más de los aspectos de la invención. En una forma de realización preferida, el tubo es un tubo orientado biaxialmente de cloruro de polivinilo. En una forma de realización preferida, el tubo obtenido es un tubo de transporte de agua o gas, por ejemplo para agua potable, por ejemplo de cloruro de polivinilo.

20 Por ejemplo, se considera producir con un método de acuerdo con uno o más de los aspectos de la invención un tubo orientado biaxialmente, por ejemplo de PVC, que tiene un régimen de presión por encima de 8 bares, por ejemplo de 12 bares, a 20°C, por ejemplo con un diámetro exterior entre 63 y 630 milímetros.

25 El espesor de pared del tubo orientado biaxialmente producido con un método de acuerdo con uno o más aspectos de la invención puede estar en la práctica, por ejemplo, entre 3 y 10 milímetros.

Los aspectos de la invención y sus formas de realización preferidas se describirán ahora con referencia a los dibujos. En los dibujos:

30 Las figuras 1a, 1b y 1c muestran de forma esquemática un ejemplo de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente, que incluye el primero, segundo, cuarto, quinto y sexto aspectos de la presente invención.

La figura 2 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una parte de la instalación de las figuras 1a,b, c.

35 Las figuras 3a y 3b muestran de forma esquemática en perspectiva y en sección longitudinal componentes de la parte de la instalación de la figura 2, y

La figura 4 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una porción de los componentes de la figura 3.

40 La figura 5 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una parte de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente de acuerdo con el sexto y séptimo aspectos de la invención.

La figura 6 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una parte de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente de acuerdo con múltiples aspectos de la invención.

45 Las figuras 7a y 7b muestran de forma esquemática en sección longitudinal una parte de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente para ilustrar una forma de realización preferida del primer aspecto de la invención.

La figura 7c muestra un detalle de una variante de la instalación de las figuras 7a y 7b.

50 Las figuras 1a, 1b y 1c no están a escala y muestran de forma esquemática partes consecutivas de un ejemplo de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente. Se muestra la instalación para aclarar todos los aspectos de la presente invención, algunos aspectos no se muestran en detalle, o están aclarados suponiendo la sustitución de una parte de esta instalación por otra parte, por ejemplo como se explica con referencia a las figuras 5 y 6.

55 La instalación comprende un extrusor 1 que tiene uno o más tornillos de extrusión 2 por medio de los cuales se proporciona un flujo de material termoplástico, por ejemplo de cloruro de polivinilo (PVC).

60 El material termoplástico es alimentado a un cabezal de troquel 3 dispuesto sobre el extrusor 1. El cabezal de troquel 3 tiene un cuerpo exterior 4 y un miembro de troquel interior 5, que junto con el cuerpo exterior 4 define un paso anular desde el que emerge un tubo extruido en condición de preforma 10 de material termoplástico, preferentemente en una dirección sustancialmente horizontal. El miembro de troquel interior 5 forma una luz del conducto o cavidad interior axial en el tubo en condición de preforma 10. Como es común en esta tecnología, se extruye un tubo de pared más bien gruesa en condición de preforma 10, siendo reducido el espesor de pared posteriormente y siendo incrementado el diámetro por el proceso de orientación biaxial.

65 En una forma de realización alternativa, el cabezal de troquel 3 es un cabezal de troquel desviado 3 con una entrada

para el material extruido en un lado lateral del cabezal de troquel y con un paso axial central a través del cabezal de troquel 3, esencialmente a través del miembro de troquel interior 5.

5 Con preferencia, el cabezal de troquel 3 está provisto con medios para controlar y ajustar el paso anular con el fin de controlar el espesor de pared y/o la forma de la sección transversal del tubo en condición de preforma 10 que emerge desde el cabezal de troquel 3. Este tipo de cabezal de troquel 3 se conoce en la técnica. Con preferencia, un dispositivo de medición 6 apropiado está dispuesto directamente curso abajo del cabezal de troquel 3 y mide el tubo emergente en condición de preforma 10 para proporcionar señales de control para el cabezal de troquel 3.

10 Preferentemente, un dispositivo de refrigeración externa 8 está dispuesto curso abajo del extrusor 1 y del cabezal de troquel 5 para refrigerar y atemperar el tubo de pared gruesa en condición de preforma 10, por ejemplo desde aproximadamente 200°C hasta aproximadamente 100°C para PVC. El dispositivo de refrigeración externa 8 puede comprender, por ejemplo, un número de compartimentos uno detrás de los otros, a través de los cuales circula agua de refrigeración, estando el tubo en condición de preforma 10 en contacto directo con el agua de refrigeración en cada compartimento. La temperatura del agua de refrigeración puede variar de un compartimento a otro. Si se desea, se puede disponer que se pueda conectar o desconectar la circulación de agua de refrigeración en cada compartimento.

20 Se puede proveer un dispositivo de calibración del diámetro exterior 8a en el extremo curso arriba del dispositivo de refrigeración externa 8.

25 Curso abajo del dispositivo de refrigeración externa 8 está dispuesto un primer dispositivo de estiramiento 15, que puede ser referido como un dispositivo de control de velocidad de preforma. Con preferencia, dicho dispositivo 15 incluye múltiples pistas que se acoplan sobre el exterior del tubo en condición de preforma 10, siendo controlada la velocidad de las pistas por un sistema de accionamiento de la pista adecuada. Tales dispositivos de estiramiento 15 son habituales en extrusión de tubo de plástico.

30 En una forma de realización no mostrada aquí, se dispone un dispositivo de calefacción externa para el tubo en condición de preforma entre el dispositivo de refrigeración externa 8 y el primer dispositivo de estiramiento 15, estando adaptado dicho dispositivo calefactor para calentar en una manera ajustable un sector de la circunferencia del tubo 10, o posiblemente múltiples sectores seleccionados de la circunferencia del tubo 10, por ejemplo sólo una sección inferior del tubo 10 y no el resto de la circunferencia del tubo 10, antes de llegar al primer dispositivo de estiramiento 15. Se ha encontrado que el calentamiento sólo de una sección inferior del tubo 10 en esta posición es beneficioso para la uniformidad del espesor de pared del tubo obtenido finalmente. Este dispositivo de calefacción externa podría comprender uno o más elementos de calefacción infrarroja.

40 La figura 1b ilustra, además, de forma esquemática un dispositivo de expansión 20. El dispositivo de expansión 20 es retenido en posición por medio de una barra de anclaje 21 que está fijada en un extremo al dispositivo de expansión 20. La barra de anclaje 21 está conectada al cabezal de troquel 3.

45 Preferentemente, un conjunto de detección de la fuerza 22 está provisto para medir la fuerza de tracción sobre la barra de anclaje 21 durante el funcionamiento de la instalación.

50 Preferentemente, la barra de anclaje 21 tiene uno o más conductos internos, por ejemplo para suministrar y descargar fluido; líquido y/o gas (por ejemplo, aire) a localizaciones dentro de la luz del conducto del tubo y/o del dispositivo de expansión 20. Además, la barra de anclaje 21 puede incluir uno o más conductos para cableado eléctrico, por ejemplo para conectar a uno o más sensores (por ejemplo, de presión y/o temperatura) en la luz del conducto del tubo y/o el dispositivo de expansión o, por ejemplo, para controlar una o más válvulas u otros componentes electrónicos, posiblemente alojados dentro o en el extremo curso abajo del dispositivo de expansión.

55 En general, el dispositivo de expansión 20 mostrado aquí incluye – desde el extremo curso arriba hacia el extremo curso abajo del mismo – una parte de entrada 20a, una parte de expansión 20b y una parte de salida 20c. La parte de expansión 20b – como se prefiere – tiene al menos un porción no deformable o rígida, con un diámetro gradualmente creciente en dirección curso abajo, por ejemplo de forma cónica, por ejemplo con la superficie exterior de un cono truncado, para entrar en contacto con el tubo 10 y para ejercer una fuerza de expansión sobre el tubo 10 que lleva a cabo una expansión diametral del tubo 10. La parte de expansión 20b tiene un diámetro máximo en su extremo curso abajo, la parte de salida 20c tiene aquí un diámetro que no excede dicho diámetro máximo, de hecho es con preferencia menor sobre una sección de diámetro reducido, como se explicará a continuación. La parte de expansión 20b y, preferentemente, también la parte de entrada 20a y la parte de salida 20c son aquí de forma de realización rígida, no deformable.

60 La parte de entrada 20a aquí es de un diseño alargado, generalmente cilíndrico. El diámetro de la parte de entrada 20a corresponde sustancialmente al diámetro de la luz del conducto dentro de la preforma 10 curso arriba del dispositivo de expansión 20. La parte de entrada 20c aquí es de diseño generalmente cilíndrico.

65

Detalles preferidos del dispositivo de expansión 20 o partes del mismo se explicarán en detalle a continuación.

A una distancia curso abajo del dispositivo de expansión 20, como es común en esta tecnología, está dispuesto otro dispositivo de estiramiento 50. Este dispositivo de estiramiento 50 está adaptado para ejercer una fuerza de tracción considerable sobre el tubo orientado 10. En general, el paso del tubo 10 convenientemente atemperado sobre el dispositivo de expansión 20 bajo la influencia de la fuerza de tracción ejercida por el dispositivo de estiramiento 50 provoca que el tubo 10 se expanda en diámetro como también se estire de una manera considerable en dirección axial, siendo reducido el espesor de pared en una medida significativa en el proceso para que se obtenga un tubo 10 orientado biaxialmente. El diámetro máximo de la parte de expansión 20b en este ejemplo dicta básicamente la orientación en dirección circunferencial a la que es sometido el tubo en condición de preforma.

Preferentemente, se lleva a cabo una refrigeración externa del tubo orientado 20 inmediatamente después de que se ha realizado la expansión diametral del tubo 10, con preferencia – como aquí – mientras el tubo 10 pasa sobre la parte de salida 20c, más preferentemente partiendo cerca de, todavía no sobre la parte de expansión 20b. Por esta razón, está provisto un primer dispositivo de refrigeración externa 60. Este primer dispositivo de refrigeración 60 incluye con preferencia una o más toberas que pulverizan o inyectan agua de refrigeración sobre la superficie exterior del tubo orientado, con preferencia con una capacidad de refrigeración significativa hasta alcanzar una refrigeración externa intensa. A continuación se explicarán otros detalles preferidos.

Preferentemente, al menos otro o segundo dispositivo de refrigeración externa 70 está dispuesto a una distancia relativamente corta curso abajo del dispositivo de expansión 20. Este segundo dispositivo de refrigeración externa 70 incluye con preferencia una o más toberas que pulverizan o inyectan agua de refrigeración sobre el tubo orientado 10.

Preferentemente, todavía otro o tercer dispositivo de refrigeración externa 80, con preferencia incorporado con uno o más compartimentos como se describe con referencia al dispositivo de refrigeración 8, está dispuesto curso abajo del dispositivo 70 y curso arriba del dispositivo de estiramiento 50 para refrigerar el tubo orientado 10 hasta una temperatura final, por ejemplo ambiente.

Curso abajo del dispositivo de estiramiento 50, el tubo orientado 10 puede ser cortado, por ejemplo, en elementos individuales de tubo, por ejemplo con un dispositivo de sierra, de corte o de laminación o el tubo, cuando es apropiado, puede ser bobinado sobre un carrete. Este equipo se conoce en la técnica.

Se considera, en una forma de realización preferida, que no se realice ninguna calibración del diámetro exterior del tubo orientado biaxialmente pasando el tubo a través de un oficio de dimensionado del dispositivo de calibración curso abajo del dispositivo de expansión 20. Esto se considera para evitar una pérdida de resistencia del tubo obtenido finalmente debido al impacto del dispositivo de dimensionado sobre el tubo.

Aquí se utiliza un dispositivo de expansión 20 con una parte de entrada 20a que está provista con un miembro de estanqueidad 30 que está acoplado de forma de estanqueidad por el tubo en condición de preforma 10. El miembro de estanqueidad 30 está dispuesto a una distancia curso arriba de la parte de expansión 20b del dispositivo de expansión 20. Preferentemente, el miembro de estanqueidad 30 está dispuesto en o en la proximidad estrecha del extremo saliente de la parte de entrada 20a.

Preferentemente, no existe ninguna parte externa de la instalación a la altura del miembro de estanqueidad 30 que prensa el tubo en condición de preforma 10 sobre el miembro de estanqueidad 30, ya que esto causaría un riesgo de daños del tubo en condición de preforma, de perturbación de la expansión e implicaría también un riesgo de gripado del tubo en condición de preforma entre el miembro de estanqueidad 30 y cualquier parte externa.

Este miembro de estanqueidad 30 y su acoplamiento de estanqueidad con el tubo en condición de preforma 10 durante el proceso de producción son ventajosos, ya que proporcionan una barrera entre la zona curso arriba del miembro de estanqueidad 30 y la zona curso abajo del miembro de estanqueidad 30 dentro de la luz del conducto del tubo en condición de preforma 10, de manera que se pueden realizar condiciones y/o acciones en dichas zonas que son totalmente o al menos ampliamente independientes unas de las otras.

Como es ventajoso para el acondicionamiento de temperatura del tubo en condición de preforma 10, se forma un compartimento de circulación de líquido 25 en la luz del conducto del tubo en condición de preforma 10 entre un miembro de cierre 26 a una distancia curso arriba del extremo saliente de la parte de entrada 20a, por una parte, y el miembro de estanqueidad 30, por otra parte. Un líquido de temperatura controlada, por ejemplo agua, circula a través de dicho compartimento de circulación de líquido en contacto directo con el interior del tubo en condición de preforma 10. Esto permite establecer un acondicionamiento efectivo de la temperatura interna del tubo en condición de preforma directamente curso arriba del dispositivo de expansión. En la práctica, dicha condición de temperatura interna puede ser efectuada con agua caliente, por ejemplo cerca de la temperatura de orientación, por ejemplo cerca de la temperatura de ebullición de agua cuando se produce tubos de PVC orientados biaxialmente.

El miembro de cierre 26 puede estar dispuesto sobre la barra de anclaje 21, pero aquí está dispuesto sobre el miembro interior 5 del cabezal de troquel 3. Seleccionando la localización del miembro de cierre 26, se puede establecer la longitud efectiva del compartimento 25.

5 El agua que debe circular a través del compartimento 25 es suministrada desde una fuente de agua, que incluye con preferencia una bomba y un calentador de agua, a través de uno o más conductos en la barra 21. El flujo de retorno del agua que abandona el compartimento 25 es descargado a través de uno u otros más conductos en la barra 21.

10 Aquí se utiliza un dispositivo de expansión 20, que tiene uno o más conductos de suministro de fluido 27 (una porción de los cuales se ilustra de forma esquemática) para formar un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión 20 y el tubo 10. El fluido puede ser agua, pero también se puede utilizar otro líquido o un gas, por ejemplo aire comprimido, como fluido. El uso de un gas evitará problemas asociados con la presencia de residuos de agua sobre el lado interior del tubo curso abajo del dispositivo de expansión. Cuando se utiliza agua u otro líquido – si se desea – se puede hacer provisión para una retirada de cualquier fuga de agua curso abajo del dispositivo de expansión 20, por ejemplo proporcionando otro compartimento 73 dentro de la luz del conducto del tubo orientado 15 que está cerrado en su extremo por un miembro de cierre 75 y que proporciona un medio de aspiración para retirar agua.

20 Hay que indicar que en la figura 2 se sugiere la presencia de una película de agua entre la parte de entrada 20a y la porción curso arriba de la parte de expansión 20b, por una parte, y el tubo 10, por otra parte. No obstante, el espesor de la película de agua con relación al espesor de pared del tubo en condición de preforma y el diámetro del dispositivo de expansión están exagerados.

25 Aquí los uno o más conductos de suministro 27a tienen un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada 20a y/o la parte de expansión 20b del dispositivo de expansión. Posiblemente se suministra fluido entre el tubo y el dispositivo de expansión directamente curso abajo del miembro de estanqueidad 30.

30 En este ejemplo, está previsto un conducto de descarga 27b para descargar el agua que es arrastrada con el tubo móvil 10.

35 Preferentemente, el primer volumen o volumen de fluido curso arriba se establece sobre toda la longitud de la parte de entrada 20a curso abajo del miembro de estanqueidad 30, más preferentemente también sobre la porción curso arriba de la parte de expansión 20b. Además, un segundo volumen o volumen de fluido curso abajo se forma sobre al menos una porción de la parte de salida 20c, con preferencia un acoplamiento de estanqueidad del tubo con el dispositivo de expansión en una región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión formando una barrera con un volumen de fluido curso arriba.

40 El primer volumen o volumen de fluido curso arriba, en combinación con la presencia del miembro de estanqueidad 30, muestra que tiene una parte de entrada relativamente larga, que es beneficiosa para la estabilidad del tubo 10 cuando se conduce hasta la parte de expansión, previniendo el fluido cualquier contacto de fricción o al menos cualquier contacto de fricción excesivo entre el tubo en condición de preforma y la parte de entrada, más preferentemente cuando dicho contacto se concentra solamente sobre el miembro de estanqueidad 30.

45 En una forma de realización práctica, el miembro de estanqueidad 30 podría tener un diámetro que está entre 4 y 20 milímetros mayor que el diámetro de la porción localizada curso abajo de la sección de entrada.

50 El miembro de estanqueidad 30 forma una junta efectiva y fiable que previene que el fluido, que es suministrado a una presión elevada, que es suficiente para la formación de un volumen de fluido, alcance la luz del conducto del tubo en la condición de preforma 10 curso arriba del miembro de estanqueidad 30. Cuando la producción se realiza con la presencia de compartimento 25, y con – como se prefiere – una presión relativamente baja del agua en dicho compartimento, se comprende que el fluido tratará de llegar a dicha zona de presión más baja curso arriba, evitando el miembro de estanqueidad de manera fiable este efecto. Esto permite un volumen de fluido estable entre el dispositivo de expansión, con preferencia tanto la parte de entrada como también la parte de expansión, y el tubo, puesto que cualquier escape de fluido curso arriba del miembro de estanqueidad 30 provocará una caída de la presión en el volumen y, por lo tanto, inestabilidad.

55 Como se ha mencionado, el fluido es en una forma de realización práctica un líquido, más preferentemente cuando el fluido se utiliza para formar una capa relativamente fina, que tiene una finalidad principal de servir como un lubricante entre el tubo y el dispositivo de expansión. A ser posible, se utiliza agua como fluido, con preferencia agua caliente no hirviendo, donde se utilizan un calentador de agua y una bomba para proporcionar y suministrar el agua caliente a través de uno o más conductos en la barra 21 a una presión adecuada hasta el dispositivo de expansión 20. La presión se selecciona para permitir la formación de una película de líquido entre el dispositivo de expansión y el tubo.

65 En otra forma de realización, el fluido es un gas, por ejemplo aire, suministrado a través de un compresor u otra

fuelle de gas presurizado que debe introducirse entre el dispositivo de expansión y el tubo. Esto se prefiere en particular cuando la expansión del tubo debe provocarse, al menos parcialmente, por la presión interna del fluido causada por el gas.

5 Como se puede ver en los dibujos – y como se prefiere – se utiliza al menos un dispositivo de intercambio de calor exterior 110 que está adaptado para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma 10 que llega al miembro de estanqueidad 30 y, por lo tanto, el contacto de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma 10 y el miembro de estanqueidad 30. Preferentemente, a menos un dispositivo de intercambio de calor de este tipo es un dispositivo de intercambio de calor externo que está dispuesto entre el dispositivo de estiramiento 15 y la localización del miembro de estanqueidad 30 para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma 10 desde el exterior del mismo. Con preferencia, dicho dispositivo, aquí dispositivo 110, está dispuesto directamente curso arriba de la localización del miembro de estanqueidad.

15 Preferentemente, un segundo dispositivo de calefacción externa 120 aquí está dispuesto curso abajo de la localización del miembro de estanqueidad 30, entre dicho miembro de sellado 30 y la parte de expansión del dispositivo de expansión o incluso solapando (una parte de) la parte de expansión del dispositivo de expansión 20.

20 En una disposición con un primer dispositivo de calefacción externa 110 directamente curso arriba de la localización del miembro de estanqueidad y un segundo dispositivo de estanqueidad 120 curso abajo de la localización del miembro de estanqueidad, siendo controlable cada dispositivo calefactor 110, 120 de forma independiente, el primer dispositivo calefactor 110 se puede utilizar principalmente para controlar el acoplamiento de estanqueidad con el miembro de estanqueidad 30, y el segundo dispositivo calefactor 120 para ejercer una influencia sobre el tubo 10 directamente curso arriba de y/o durante el paso del tubo sobre la parte de expansión del dispositivo de expansión. Cada uno de los dispositivos calefactores puede incluir múltiples elementos calefactores distribuidos alrededor de la trayectoria del tubo, por ejemplo múltiples elementos calefactores infrarrojos.

30 Un dispositivo de control, por ejemplo electrónico, está provisto con preferencia para controlar el funcionamiento de cada dispositivo de calefacción externa 110, 120. Para el dispositivo de calefacción externa 110, el control se puede basar en una señal de realimentación representativa del acoplamiento de estanqueidad real del tubo en condición de preforma 10 con el miembro de estanqueidad 30, por ejemplo obtenida a través de un dispositivo de supervisión de la fuerza que está adaptado para supervisar la fuerza axial sobre el miembro de estanqueidad 30 (por ejemplo con un detector de deformación) u obtenida a través de un dispositivo de supervisión que está adaptado para supervisar una deformación local en el tubo móvil causada por el miembro de estanqueidad 30, por ejemplo un pandeo local del tubo, como se indica en la figura 2, por ejemplo midiendo el diámetro de la preforma curso arriba, en y curso abajo del miembro de estanqueidad.

40 El miembro de estanqueidad 30 es un miembro 30 que tiene un diámetro que es mayor que la porción curso abajo de la parte de entrada 20a. Preferentemente, la parte de entrada 20a tiene un diámetro uniforme entre el miembro de estanqueidad 30 y la parte de expansión 20b.

Preferentemente, el miembro de estanqueidad 30 es un miembro anular fabricado por separado montado sobre un miembro tubular de la parte de entrada.

45 Preferentemente, el miembro de estanqueidad 30 es un miembro metálico sin ninguna provisión para suministrar un lubricante a la superficie exterior del mismo. No obstante, en formas de realización más complejas, el miembro de estanqueidad se puede adaptar para controlar el acoplamiento de fricción del mismo con el tubo en condición de preforma, por ejemplo provisto con un dispositivo de lubricación, por ejemplo que permite alimentar un gas, por ejemplo aire, entre la porción de estanqueidad y el tubo en condición de preforma. En otra forma de realización, el miembro de estanqueidad puede estar diseñado para tener un diámetro variable y un medio de control asociado, por ejemplo con un revestimiento metálico exterior que es expansible bajo presión hidráulica, para controlar el acoplamiento de estanqueidad con el tubo en condición de preforma.

55 De acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, la parte de salida 20c, que está curso abajo de una parte de expansión 20b, tiene una sección de diámetro reducido que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión 20a. Posiblemente, la sección de diámetro reducido está directamente adyacente a la sección transversal de diámetro máximo, de manera que se produce una etapa de reducción del diámetro directamente detrás de dicha posición de diámetro máximo. Esto se puede ver claramente en las figuras 2 y 4.

60 Aquí se utiliza al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, aquí –como se prefiere – dos miembros de anillo 90, 91, a través de los cuales el tubo 10 pasa en la localización de la parte de salida del dispositivo de expansión, aquí en la localización de la sección de diámetro reducido de la parte de salida 20c. Preferentemente, aquí cada uno de los miembros de anillo 90, 91 está incorporado como un miembro de anillo de diámetro exterior constrictivo, lo que significa que cada miembro de anillo 90, 91 ejerce una fuerza constrictiva radial sobre el tubo 10 que pasa a través del mismo, reduciendo de esta manera el diámetro exterior del tubo 10, al menos sobre una distancia axial corta. En la práctica, esto significa que la abertura dentro de cada miembro de anillo 90, 91 tiene un diámetro que es

menor que el diámetro exterior proyectado del tubo orientado 10 en dicha localización durante el proceso de producción normal.

5 La sección de diámetro reducido aquí está dimensionada para evitar un problema de gripado del tubo entre el dispositivo de expansión 20 y el al menos un anillo de calibración de diámetro exterior 90, 91.

10 La sección de diámetro reducido tiene con preferencia un diámetro que es al menos 4 milímetros menor que el diámetro máximo de la parte de expansión 20b del dispositivo de expansión 20. Con preferencia, la dirección del diámetro es aproximadamente dos veces el espesor de pared del tubo que pasa sobre dicha sección.

15 Proporcionando la sección de diámetro reducido, los miembros de anillo de diámetro exterior 90, 91 se pueden disponer alrededor de dicha sección de diámetro reducido, siendo el espaciado radial entre dichos miembros de anillo 90, 91 y la sección de diámetro reducido mayor que el espesor de pared del tubo 10 deseado durante el proceso de producción de dicha localización, de manera que permanece cierto juego radial que permite variaciones posibles en el espesor de pared en el tubo durante el proceso de producción, sin el riesgo de que dicho tubo se adhiera entre un miembro de anillo 90, 91 y dicha sección de diámetro reducido de la parte de salida del dispositivo de expansión.

20 Cada miembro de anillo 90, 91 puede estar provisto con medios de refrigeración para refrigerar el miembro de anillo 90, 91, por ejemplo con un conducto de fluido de refrigeración interna, por ejemplo un conducto anular.

25 Cada miembro de anillo 90, 91 está compuesto con preferencia de dos partes semi-circulares, permitiendo colocar los miembros de anillo 90, 91 alrededor del tubo 10, por ejemplo durante la fase de puesta en marcha del proceso de producción, y permitiendo retirar, por ejemplo sustituir, los miembros de anillo durante el proceso de producción.

30 Cada miembro de anillo 90, 91 está fabricado con preferencia de metal.

35 Como se ha indicado anteriormente, para congelar la orientación del material plástico, el tubo orientado es refrigerado externamente mientras pasa sobre la parte de salida 20c por el primer dispositivo de refrigeración externa 60.

40 La refrigeración externa por el primer dispositivo de refrigeración externa 60 del tubo mientras pasa sobre la sección de salida 20c se realiza aquí en ausencia de la refrigeración interna del tubo 10 mientras pasa sobre el dispositivo de expansión 20 y, de hecho, también en ausencia de cualquier refrigeración interna curso abajo del dispositivo de expansión 20.

45 Con el fin de obtener un tubo 10 orientado biaxialmente con dimensiones deseadas, tales como espesor de pared y forma de la sección transversal, con preferencia sin utilizar una calibración del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión 20, se ha encontrado que es posible confiar en el uso de uno o más miembros de anillo de diámetro exterior 90, 91 y/o en la refrigeración externa del tubo orientado. Esto se realiza sobre la base del llamado efecto de rebote. Este efecto de rebote se conoce en la técnica y es visible como una reducción del diámetro del tubo directamente curso abajo del dispositivo de expansión 20.

50 En una forma de realización preferida, el primer dispositivo de refrigeración externa 60 está adaptado para ajustar la longitud y/o localización con respecto al dispositivo de expansión 20 del estiramiento del tubo orientado 10 que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa 60. Se ha encontrado que mediante selección adecuada de la longitud, y con preferencia también de la localización, del estiramiento afectado con respecto al dispositivo de expansión, en particular la parte de salida 20c, se puede controlar el efecto de rebote, y de esta manera el diámetro del tubo 10. Claramente, se puede controlar también la intensidad de la refrigeración por el dispositivo 60 y tendrá una influencia sobre el efecto de rebote.

55 En una forma de realización muy práctica, el primer dispositivo de refrigeración externa 60 funciona con una o más toberas que emiten pulverizaciones o chorros de líquido refrigerante, por ejemplo agua, y comprende un miembro de escudo 61 curso arriba y un miembro de escudo 62 curso abajo, delimitando dichos miembros de escudo 61, 62 el estiramiento del tubo orientado que está afectado por las pulverizaciones o chorros de líquido de refrigeración. Al menos uno de los miembros de escudo, con preferencia ambos, es desplazable en dirección axial, permitiendo de esta manera ajustar la longitud y/o la localización del estiramiento del tubo que está afectado por el líquido de refrigeración. Se apreciará que controlando la longitud y/o posición de los miembros de escudo, se puede controlar la refrigeración del tubo orientado, incluso más cuando – como es común – se puede controlar también la intensidad de la pulverización de refrigeración.

60 En una forma de realización todavía más práctica, cada uno de los miembros de escudo 60, 61 – como se ilustra aquí – es integral con un miembro de anillo 91, 92.

65 Se proporciona un dispositivo de desplazamiento 65, aquí incorporado como conjunto de accionamiento motorizado,

para desplazamiento axial de al menos uno de los miembros de escudo 60, 61 y/o al menos uno de los miembros de anillo 90, 91 en dirección axial a lo largo de la parte de salida 20a. En este ejemplo, el dispositivo 65 incluye uno o más husillos de tornillo 66, por ejemplo accionados por un motor eléctrico común.

5 Preferentemente, los miembros de anillo 90, 91 y los miembros de escudo 61, 62 así como el dispositivo de desplazamiento 65 asociado, están montados sobre un soporte móvil 68 (aquí con guías lineales axiales 69) que permiten desplazar dichos componentes en dirección axial, por ejemplo hasta una posición retraída curso abajo de la posición del dispositivo de expansión 20, por ejemplo para permitir acceso al dispositivo de expansión, por ejemplo cuando se sustituye el dispositivo de expansión y/o durante la puesta en marcha de la instalación.

10 Preferentemente, un segundo dispositivo de refrigeración externa 70 está dispuesto espaciado curso abajo del primer dispositivo de refrigeración externa 60 y del dispositivo de expansión 20. El segundo dispositivo de refrigeración externa 70 comprende con preferencia una o más toberas que emiten pulverizaciones o chorros de agua de refrigeración sobre el exterior del tubo orientado 10.

15 Con preferencia, se crea una zona seca entre los dispositivos de refrigeración externa 60 y 70 sobre el lado exterior del tubo 10. Esto se considera para evitar o al menos reducir la formación de efectos visuales, por ejemplo, anillos, sobre el lado exterior del tubo por agua de refrigeración.

20 Con preferencia, el segundo dispositivo de refrigeración externa 70 comprende un miembro de escudo 71 curso arriba, que delimita el extremo curso arriba del estiramiento del tubo orientado 10 afectado por el dispositivo de refrigeración externa 70. Preferentemente, el miembro de escudo 71 curso arriba es móvil en dirección axial por un dispositivo de desplazamiento asociado, o está acoplado a un miembro de anillo 91 móvil axialmente o miembro de escudo 62.

25 El miembro de escudo 71 curso arriba tiene con preferencia un labio anular 72 fácilmente flexible que se acopla con el tubo orientado 10 para evitar cualquier arañazo o deformación del tubo orientado.

30 Aquí se utiliza un dispositivo de medición 130 para medir al menos el diámetro exterior del tubo orientado 10, y con preferencia también el espesor de pared y/o el perfil de la sección transversal, cuyo dispositivo de medición 130 está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión 20, aquí curso abajo del segundo dispositivo de refrigeración externa 70. También se utiliza un dispositivo de control (no mostrado), por ejemplo un dispositivo electrónico, que está conectado al dispositivo de medición con el fin de obtener señales de entrada que permiten controlar el primer dispositivo de refrigeración externa 60 y/o el segundo dispositivo de refrigeración externa 70. Así, el dispositivo 60 es controlado en lo que se refiere al menos a la longitud y/o localización con respecto al dispositivo de expansión del estiramiento de tubo orientado que está afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa 60 y/o la intensidad de la refrigeración. Así, el segundo dispositivo de refrigeración externa 70 está controlado en lo que se refiere a la posición axial del miembro de escudo 71 curso arriba y/o la intensidad de la refrigeración. Mediante el control de la refrigeración externa del tubo por el dispositivo de refrigeración 60 y/o el dispositivo 70, se puede controlar el efecto de rebote y, por lo tanto, el diámetro del tubo obtenido finalmente. Esto se puede realizar entonces sin la necesidad de ninguna calibración adicional del diámetro exterior curso abajo del dispositivo de expansión.

45 En una forma de realización práctica, este dispositivo de control está adaptado de tal forma que se reduce la longitud del estiramiento del tubo que es afectado por el primer dispositivo de refrigeración externa 60 para obtener un efecto de rebote incrementado y, por lo tanto, una reducción incrementada del diámetro, y en el que dicha longitud se incrementa para obtener un efecto de rebote reducido y, por lo tanto, una reducción disminuida del diámetro. En una forma de realización práctica, la posición axial del miembro de escudo curso arriba del segundo dispositivo de refrigeración externa 70 se selecciona o ajusta para que esté en la región donde se produce el efecto de rebote.

50 Preferentemente, se hacen provisiones para la presencia de un primer volumen o volumen de fluido curso arriba del diámetro máximo de la parte de expansión del dispositivo de expansión y un segundo volumen o volumen de fluido curso abajo entre la sección de diámetro reducido de la parte de salida 20c del dispositivo de expansión y el tubo orientado 10. Para suministrar fluido, por ejemplo agua, con preferencia gas, más preferentemente aire, todavía más preferentemente caliente, al segundo volumen de fluido, se pueden proveer uno o más conductos de suministro exclusivos que tienen un orificio en la superficie exterior de la parte de salida. Como una alternativa, o en combinación con ello, se puede realizar un paso de comunicación, con preferencia un paso controlado por válvula, que se comunica tanto con el primero como con el segundo volumen de fluido. Tal paso permite, por ejemplo, igualar la presión en dos volúmenes de fluido cuando se desea y/o introducir fluido en un volumen a través de un conducto de suministro que tiene un orificio en el otro volumen. Aunque no se ilustra aquí, el técnico en la materia apreciará que el paso podría extenderse entre orificios en la superficie exterior del dispositivo de expansión, por ejemplo uno en la parte de entrada y uno en la parte de salida, con interposición de una válvula, por ejemplo una válvula accionada eléctricamente, por ejemplo montada en el extremo trasero del dispositivo de expansión.

65 La presencia de dos miembros de anillo de diámetro exterior 90, 91 espaciados aparte uno del otro es ventajosa,

todavía más ventajosa cuando la parte de salida 20c está incorporada con una porción de diámetro incrementado 20c1 que delimita el extremo curso abajo de la sección de diámetro reducido. Con preferencia, cada miembro de anillo 90, 91 es móvil en dirección axial con relación a la sección de diámetro reducido.

5 Con los dos miembros de anillo 90, 91 dimensionados de forma adecuada como miembros de anillo constrictivos, se puede obtener el efecto de que el miembro de anillo 90 contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo con el dispositivo de expansión en la región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión 20b. Esto evita el escape o fuga incontrolado de fluido desde un volumen a otro volumen. El miembro de anillo 91 contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo orientado con la porción de diámetro incrementado 20c1. Esto evita o al
10 menos limita cualquier fuga de fluido dentro de la luz del conducto del tubo orientado curso abajo del dispositivo de expansión 20 y, por lo tanto, evita inestabilidad indeseable del volumen de fluido. Más preferentemente, el miembro de anillo 91 curso abajo está localizado estrechamente curso arriba de la porción de diámetro incrementado 20c1, mejorando de esta manera el contacto de estanqueidad entre el tubo y la porción de diámetro incrementado 20c1.

15 Posiblemente, el dispositivo de expansión 20 tiene uno o más conductos de descarga 28 para el fluido, por ejemplo con un orificio cerca del extremo curso abajo de la sección de diámetro reducido de la parte de salida 20c, que es ventajoso cuando se utiliza un líquido que es arrastrado con el tubo 10 desde un orificio curso arriba de un conducto de suministro hasta dicho conducto de descarga.

20 En una forma de realización preferida, la instalación está provista tanto con medios de suministro de un fluido líquido hacia uno o ambos volúmenes de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo como también con medios de suministro de fluido gaseoso hacia uno o ambos volúmenes de fluido, y con una disposición de conductos y una o más válvulas que permiten alimentar selectivamente fluido a uno o ambos volúmenes de fluido. Por ejemplo, en una fase de puesta en marcha se suministra sólo fluido al primer volumen, por ejemplo primero agua caliente y luego
25 gas, tal como aire. Los miembros de anillo 90, 91 pueden estar ausentes durante la fase de puesta en marcha, facilitando el primer paso sobre la parte de salida. Luego los miembros de anillo 90, 91 son montados o se ponen en funcionamiento y se alimenta un fluido al segundo volumen, por ejemplo aire caliente.

El acoplamiento de estanqueidad excelente en la región del diámetro máximo de la parte de expansión permite también un funcionamiento fiable cuando el primer volumen de fluido no es una película para prevenir fricción, sino una zona presurizada interna dentro del tubo que provoca expansión gradual del tubo hasta un diámetro interno menor que el diámetro máximo con el fin de mantener el acoplamiento de estanqueidad fiable. El uso de una zona presurizada interna para causar expansión gradual en un proceso de producción de tubos termoplásticos orientados biaxialmente se conoce en la técnica, por ejemplo a partir del documento WO 90/02644. Sin embargo, en las
30 instalaciones conocidas que funcionan de acuerdo con este procedimiento se utiliza un tapón hinchable para delimitar el extremo curso abajo de la zona presurizada, cuyo tapón hinchable prensa el tubo expandido contra un manguito de dimensionado circundante para obtener una junta que evita pérdida de presión en la zona presurizada. Se ha mostrado que este procedimiento obtiene resultados menos favorables, por ejemplo con respecto a la uniformidad de dimensiones del tubo obtenido finalmente y la estabilidad del proceso de producción. Un aspecto es,
35 por ejemplo, que el tapón hinchable es deformable y, por lo tanto, no dicta la orientación obtenida en la forma que lo hace que la parte de expansión no deformable.

En la forma de realización ilustrada aquí, la parte de expansión del dispositivo de expansión 20 tiene un diseño escalonado con una primera superficie cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo, adyacente a una superficie cilíndrica de un primer diámetro, seguida por una segunda superficie de expansión cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo. Preferentemente, el diámetro del miembro de estanqueidad 30 es mayor que el primer diámetro de la parte de expansión en este diseño escalonado. La parte de expansión podría tener múltiples escalones.

50 En una forma de realización, uno o más rodillos 125 están dispuestos debajo del tubo 10 para soportar dicho tubo, por ejemplo debajo de la parte de salida del dispositivo de expansión o, con preferencia, curso abajo del dispositivo de expansión, por ejemplo para evitar interferencia con cualquiera de los anillos 90, 91.

En esta forma de realización práctica, un anillo sustituible 20b1 curso arriba está montado en la transición entre la parte de expansión 20b y la parte de salida 20c del dispositivo de expansión, formando el anillo sustituible 20b1 el diámetro máximo de la parte de expansión 20b. Esto permite un cambio relativamente fácil del diámetro máximo del dispositivo de expansión así como la sustitución del anillo en caso de desgaste.

60 En esta forma de realización práctica, la porción de diámetro incrementado 20c1 está formada por un anillo sustituible curso abajo que está montado en el extremo curso abajo de la sección de salida, teniendo el anillo sustituible un diámetro mayor que la porción curso arriba de la parte de salida del dispositivo de expansión. Esto permite un cambio relativamente fácil del diámetro del dispositivo de expansión en dicha localización curso abajo así como la sustitución de dicha zona en caso de desgaste.

65 La figura 5 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una porción de una instalación para producir tubos

termoplásticos orientados biaxialmente de acuerdo con el cuarto quinto y sexto aspectos de la invención.

La figura 5 muestra la porción, en la que el tubo termoplástico está pasando sobre el dispositivo de expansión 100. Este dispositivo de expansión 100 puede estar integrado, por ejemplo, en la instalación, que se describe con referencia a las figuras 1a, 1b y 1c, o en una instalación que incluye al menos un extrusor, uno o más dispositivos de atemperación para el tubo en condición de preforma, un dispositivo de estiramiento curso abajo del dispositivo de expansión así como un dispositivo de refrigeración para el tubo orientado. Cuando se ve en combinación con las figuras 1a-c, el dispositivo de expansión 100 ilustrado en la figura 5 sustituye entonces al dispositivo de expansión 20.

Preferentemente, en combinación con el dispositivo de expansión 100, se utiliza un primer dispositivo de refrigeración externa 60, que tiene aquí, preferentemente, una o más características del dispositivo de refrigeración externa 60, como se ha descrito aquí anteriormente. Preferentemente, un segundo dispositivo de refrigeración externa, que tiene con preferencia una o más de las características del dispositivo de refrigeración externa 70, está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión 100. Se apreciará que también está presente un dispositivo de control para este primero y/o segundo dispositivo de refrigeración externa, que tiene con preferencia una o más de las características del dispositivo de control, como se ha descrito aquí anteriormente.

Mediante control adecuado del primero y/o segundo dispositivos de refrigeración externa se puede controlar el efecto de rebote, que se produce a una distancia corta curso abajo del dispositivo de expansión y, por lo tanto, el diámetro del tubo orientado, esto –como se prefiere – sin utilizar ningún dispositivo de calibración del diámetro externo curso abajo del dispositivo de expansión.

El dispositivo de expansión 100 está incorporado para causar expansión del tubo desde la condición de preforma hasta un tubo orientado biaxialmente basado en presión interna del fluido en un volumen de fluido 101 relativamente grande dentro de la luz del conducto del tubo entre el tubo y el dispositivo de expansión. El dispositivo de expansión 100 incluye aquí una porción de estanqueidad 103 curso arriba que ajusta de forma estanca en el tubo todavía no expandido en condición de preforma, por ejemplo teniendo la porción de estanqueidad una o más de las características del miembro de estanqueidad 30. La porción de estanqueidad 103 curso arriba delimita el volumen 101 en su extremo curso arriba.

El dispositivo de expansión 100 incluye también una porción de estanqueidad 105 curso abajo que ajusta de forma estanca en el tubo expandido 10 y delimita el volumen de fluido 101 en su extremo curso abajo. Preferentemente, la porción de estanqueidad 105 es no deformable, por ejemplo de un metal.

El dispositivo de expansión 100 incluye uno o más conductos de suministro de fluido 106 que permiten introducir fluido, por ejemplo, gas presurizado, por ejemplo aire, dentro del volumen de fluido 101.

La figura 5 muestra la presencia de un miembro de anillo de diámetro exterior 91 curso abajo que está dispuesto a una distancia corta curso arriba de la porción de estanqueidad 105 curso abajo. El miembro de anillo 91 ejerce una fuerza constrictiva sobre el tubo, contribuyendo de esta manera al acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y la porción de estanqueidad 105. Como es altamente preferido, no existe ninguna parte de la instalación en la misma localización axial que la porción 105 que contacte con el tubo sobre el exterior para pensarlo contra la porción de estanqueidad 105. Esto evita cualquier riesgo de gripado del tubo entre tal parte de la instalación y la porción de estanqueidad 105, así como previene daño indeseable en el tubo.

Preferentemente, otro miembro de anillo de diámetro exterior 90 curso arriba está dispuesto a una distancia curso arriba del miembro de anillo 91. Como se apreciará, los miembros de anillo 90, 91 están integrados con preferencia con miembros de escudo del primer dispositivo de refrigeración externa 60.

La refrigeración por el primer dispositivo de refrigeración externa 60 contribuye también algo al acoplamiento de estanqueidad entre el tubo 10 y la porción 105. No obstante, su finalidad principal es congelar la orientación biaxial así como controlar el efecto de rebote, preferentemente en combinación con el uso del segundo dispositivo de refrigeración externa 70.

La figura 6 muestra de forma esquemática en sección longitudinal una porción de una instalación para producir tubos termoplásticos orientados biaxialmente. La figura 6 se utiliza para aclarar el séptimo aspecto de la invención así como el primero, segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto aspectos de la invención.

La figura 6 muestra una parte en la que el tubo termoplástico está pasando sobre el dispositivo de expansión 200. Este dispositivo de expansión 200 puede estar integrado, por ejemplo, en la instalación que se describe con referencia a las figuras 1a, 1b y 1c, o en una instalación que incluye al menos un extrusor, uno o más dispositivos de atemperación para el tubo en condición de preforma, un dispositivo de estiramiento curso abajo del dispositivo de expansión así como un dispositivo de refrigeración para el tubo orientado. Cuando se ve en combinación con las figuras 1a-c, el dispositivo de expansión 200 ilustrado en la figura 5 sustituye entonces al dispositivo de expansión

20.

5 El dispositivo de expansión 200 está incorporado para efectuar la expansión del tubo por un proceso híbrido de expansión por presión interna del fluido y expansión causada por contacto con una parte de expansión no deformable del dispositivo 200.

10 En este ejemplo, el dispositivo de expansión incluye una parte de entrada 200a, que incluye una porción de estanqueidad 201 que se acopla de forma estanca con el tubo no-expandido en condición de preforma. Curso abajo del mismo, espaciado de la porción de estanqueidad 201, el dispositivo de expansión 200 tiene una porción de expansión 200b no deformable con un diámetro que se incrementa gradualmente hasta un diámetro máximo. Curso abajo de dicha porción 200b, el dispositivo de expansión 200 incluye una parte de salida 200c, aquí con una porción de diámetro incrementado que actúa también como porción de estanqueidad 204 curso abajo.

15 Un volumen curso arriba o primer volumen de fluido 210 está presente entre la porción de estanqueidad 201 curso arriba y la localización del contacto del tubo con la parte de expansión 200b. Este volumen de fluido 210 está relleno con, un fluido presurizado, con preferencia un gas, aquí aire, a través del conducto de suministro 206 para efectuar expansión gradual del tubo debido a presión interna del fluido. Esta expansión es tal que el tubo 10 se expande desde su condición de preforma hasta un diámetro tal que el tubo 10 contacta todavía con la cara cónica de la parte de expansión 200b durante la producción normal del tubo orientado biaxialmente. Este contacto causa una expansión adicional del tubo 10 debido a las fuerzas ejercidas por la parte de expansión 200b sobre el tubo. Como se puede ver, el tubo se acopla ahora de forma estanca con el dispositivo de expansión en la región en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión 200b.

20 Un volumen curso abajo o segundo volumen de fluido 220 está presente entre la localización de contacto entre el tubo en o cerca del diámetro máximo de la parte de expansión 200b, por una parte, y la localización del contacto entre el tubo y la porción de estanqueidad 204 curso abajo, por otra parte. Este volumen de fluido 220 está relleno con un fluido presurizado, con preferencia un gas, aquí gas, a través del conducto de suministro 207 para efectuar expansión gradual del tubo debida a presión interna del fluido. Tal expansión adicional es efectuada por dicha presión de fluido, generalmente para expandir el tubo para que pueda pasar sobre la porción de estanqueidad 204 que tiene un diámetro mayor que el diámetro máximo de la parte de expansión 202.

25 Preferentemente, está provisto un paso de comunicación 208 con una válvula de control 209 en el dispositivo de suministro de fluido, aquí mostrado de forma esquemática, que permite poner los volúmenes de fluido 210 y 220 en comunicación, permitiendo de esta manera igualar la presión en ambos volúmenes, a demanda. Como se muestra aquí, el conducto de suministro 207 está colocado en serie con dicho paso 208, no obstante el conducto de suministro podría ser un conducto de suministro distinto, el paso 208 formando una conexión controlable entre el conducto 206 y el conducto 207.

30 Preferentemente, está provisto un miembro de anillo de diámetro exterior 91 curso abajo, con preferencia de tal manera que dicho miembro de anillo 91 contribuye al acoplamiento de estanqueidad del tubo con la porción de estanqueidad 204. Otros detalles preferidos de dicho miembro de anillo 91 han sido descritos aquí anteriormente y se pueden utilizar en combinación con el dispositivo de expansión 200.

35 Preferentemente, también está provisto un miembro de anillo de diámetro exterior 90 curso arriba, estando dispuesto dicho miembro de anillo 90 curso abajo del diámetro máximo de la porción de expansión 202.

40 Preferentemente, se emplea un primer dispositivo de refrigeración externa 60 para refrigerar el tubo cuando el tubo pasa entre la parte de expansión y la porción de estanqueidad 204 curso abajo. Preferentemente, el primer dispositivo de refrigeración externa incluye una o más de las características del dispositivo de refrigeración descrito aquí.

45 Preferentemente, el uno o más miembros de anillo 90, 91 están integrados con uno o más miembros de escudo del primer dispositivo de refrigeración externa 60.

50 Cuando se desea, la porción de estanqueidad 204 curso abajo se puede incorporar con un diámetro gradualmente creciente y el tubo contacta con dicha cara de la porción de estanqueidad de tal manera que se provoca una expansión circunferencial adicional por dicho contacto, por lo tanto actuando la porción 204 como una parte de expansión para efectuar la expansión final del tubo.

55 La porción de estanqueidad 204 curso abajo puede estar incorporada también como una porción expansible, por ejemplo una porción hinchable, por ejemplo un tapón hinchable, como se conoce en la técnica, permitiendo variar su diámetro, por ejemplo para facilitar la puesta en marcha de la instalación, siendo reducido el diámetro de la porción 204 en la fase de puesta en marcha, por ejemplo a lo sumo hasta el diámetro máximo de la parte 200b. En combinación con una porción de estanqueidad expansible surco abajo, la parte de salida rígida, como se muestra en la figura 6, podría ser, por ejemplo, de longitud axial reducida, por ejemplo justo suficiente para contactar con el tubo

directamente curso abajo del diámetro máximo de la parte 200b, por ejemplo cilíndrica que tiene el mismo diámetro que el diámetro máximo. Una barra esbelta podría extenderse entre la porción expansible 204 y el cuerpo no deformable incluyendo al menos la parte 200b para retener la posición expansible en posición.

5 En las figuras 7a y 7b se muestra una instalación que corresponde ampliamente a la instalación mostrada en la figura 6. Las partes que tienen la misma o similar estructura y función han sido designadas con los mismos números de referencia. La figura 7c muestra un detalle de una variante de dicha instalación.

10 En el dispositivo de expansión 200 existe ahora también un conducto de descarga de gas 250, cuyo conducto 250 tiene una porción de entrada 250a en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, como se puede ver en el detalle ampliado de la figura 7a.

15 En la figura 7a se muestra la situación, en la que el orificio de entrada 250a está cubierto y cerrado por el tubo 10, de manera que dicho orificio 250a no está en comunicación con el volumen de gas 210.

En la figura 7b se muestra la misma instalación, pero ahora el tubo 10 se ha expandido un poco más bajo la influencia de la presión del gas en volumen 210. Como se puede ver en el detalle ampliado, la porción 250a no está cubierta por el tubo 10 y, por lo tanto, está en comunicación con el volumen de gas 210.

20 El conducto de descarga de gas 250 en la figura 7b proporciona el alivio de la presión del gas desde el volumen 201, ya que el orificio de entrada correspondiente está total o al menos parcialmente abierto y, por lo tanto, se controla la expansión del tubo 10 causada por presión interna del gas.

25 Este alivio de la presión del gas se detiene cuando el orificio de entrada 250a está totalmente cubierto y cerrado por el tubo 10 (como se muestra en la figura 7a).

En la práctica, se puede alcanzar una situación de equilibrio, en la que el orificio 250a permanece parcialmente abierto, de manera que está presente una circulación de gas a través del volumen 210.

30 De esta manera, la cooperación del tubo 10 con el orificio de entrada 250a consigue de una forma muy atractiva un control del grado de expansión que es causado en el tubo 10 debido a la presión interna del gas en el volumen 210. Efectivamente, la posición del orificio de entrada 250a sobre la superficie exterior escalonada de la parte de expansión del dispositivo 200 controla dónde el tubo 10 contactará con dicha cara, suponiendo que la presión de gas en el volumen 210 sea suficiente para provocar que el tubo 10 se expanda.

35 La provisión de conducto 250 con orificio de entrada 250a proporciona también una seguridad automática contra la expansión excesiva del tubo por presión del gas, por ejemplo hasta un diámetro mayor que la parte de expansión antes de alcanzar dicha parte de expansión, cuya situación conduciría, en realidad, a una parada de la producción.

40 Hay que indicar que un grupo de múltiples orificios de entrada 250a conectados a un conducto común de descarga de gas podría disponerse distribuido alrededor de la circunferencia de la parte de expansión y a la misma distancia radial de un eje longitudinal central de la parte de expansión, para evitar que el tubo sea sobre expandido en algún lugar a lo largo de su circunferencia.

45 En otra forma de realización, mostrada en la figura 7c, múltiples orificios de entrada 250a, 250b, cada uno de los cuales está asociado con un conducto de descarga 250, 260 correspondiente, están provistos en diferentes posiciones de diámetro en la superficie exterior de la parte de expansión, teniendo dichas diferentes posiciones de diámetro distancias radiales desde un eje longitudinal central de la parte de expansión (así en dirección axial del dispositivo de expansión un orificio de entrada detrás del otro orificio de entrada). En esta forma de realización, se considera proveer una o más válvulas operativas 270, 271 que están asociadas con los conductos de descarga 250, 50 260, de manera que un orificio de entrada seleccionado y un conducto de descarga asociado se pueden hacer efectivos para aliviar presión de gas (aquí el orificio 250a), cuando el tubo no cubre y cierra dicho orificio de entrada, mientras que uno o más orificios de entrada no seleccionados (aquí el orificio 260a) y los conductos de descarga asociados se vuelven inefectivos. Esto permite proveer control sobre el diámetro interno del tubo a medida que se expande por la presión interna del gas en el volumen de fluido antes de alcanzar la parte de expansión no 55 deformable.

60 En la figura 7a se muestra también un sensor de temperatura 280 en el miembro de estanqueidad 201. Este sensor 280 permite medir la temperatura de la preforma en dicha región. Este sensor 280 puede estar acoplado, por ejemplo, al primero y/o segundo dispositivos externos de intercambio de calor, que se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el miembro de estanqueidad 201 con el fin de asistir en el funcionamiento correcto del mismo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un tubo (10) orientado biaxialmente de material termoplástico, en el que un tubo en condición de preforma es extruido de material termoplástico utilizando un extrusionador, que está provisto con un cabezal de troquel extrusionador que tiene un miembro de troquel interior, formando el miembro de troquel interior una luz del conducto en el tubo en condición de preforma, en el que el tubo en condición de preforma es sometido a un acondicionamiento de temperatura, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación que es adecuada para el material termoplástico, y en el que se utiliza un dispositivo de expansión, comprendiendo dicho dispositivo de expansión:
- una parte de expansión no deformable (20b, 200b), que tiene un diámetro gradualmente creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en condición de preforma en dirección circunferencial,
 - una parte de entrada (20a, 200a), que está localizada curso arriba de la parte de expansión, teniendo en dicha parte de entrada un extremo saliente curso arriba,
- en el que el método comprende embutir el tubo atemperado sobre el dispositivo de expansión utilizando un dispositivo de estiramiento, que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y actúa sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo, en el que dicho tubo orientado biaxialmente es refrigerado,
- en el que se utiliza un dispositivo de expansión que tiene uno o más conductos de suministro de gas, teniendo dichos uno o más conductos de suministro de fluido un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o la parte de expansión del dispositivo de expansión, y en el que un gas es introducido y forma un volumen de gas entre el dispositivo de expansión y el tubo, en el que
- se utiliza un dispositivo de expansión con una parte de entrada que está provista con un miembro de estanqueidad, que está acoplado de forma de estanqueidad por el tubo en condición de preforma, estando dispuesto dicho miembro de estanqueidad a una distancia curso arriba de la parte de expansión y que tiene un diámetro que es mayor que la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad, formando el miembro de estanqueidad una obturación efectiva que previene que el gas llegue a la luz del conducto del tubo curso arriba del miembro de estanqueidad,
- estando caracterizado el método por el hecho de que**
- uno o más conductos de descarga de gas (27b, 250, 260) están formados en el dispositivo de expansión, dichos uno o más conductos de descarga tienen uno o más orificios de entrada en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, estando un orificio de entrada abierto o cerrado o parcialmente cerrado en función de si el orificio de entrada está o no cubierto y cerrado por el tubo o de qué porción del orificio de entrada está cerrada por el tubo, proporcionando el conducto de descarga de gas el alivio de presión de gas desde el volumen de fluido cuando uno o más orificios de entrada correspondientes están al menos parcialmente abiertos, controlando de esta manera la expansión del tubo causada por presión interna del gas.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que se utilizan uno o más dispositivos externos de intercambio de calor, que están adaptados y son accionados para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma y, por lo tanto, sobre el acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y el miembro de estanqueidad de la parte de entrada del dispositivo de expansión.
3. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el gas suministrado a dicho volumen de gas que está limitado en un extremo por dicho contacto de estanqueidad entre el tubo en condición de preforma y el miembro de estanqueidad y en otro extremo por acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y al menos una porción curso abajo de la parte de expansión, por ejemplo cerca o en la transición a la parte de salida, siendo utilizada la presión del gas en dicho volumen de fluido para provocar expansión gradual del tubo ya antes de que el tubo contacte realmente con la parte de expansión.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que múltiples orificios de entrada, cada uno de los cuales está asociado con un conducto de descarga correspondiente, están provistos en diferentes posiciones del diámetro en la superficie exterior de la parte de expansión, teniendo dichas posiciones diferentes del diámetro diferentes distancias radiales desde un eje longitudinal central de la parte de expansión, y en el que una o más válvulas operativas están asociadas con los conductos de descarga, de manera que un orificio de entrada seleccionado y un conducto de descarga asociado se pueden hacer efectivos para aliviar la presión del gas cuando el tubo no cubre o cierra totalmente dicho orificio de entrada, mientras que uno o más orificios de entrada no seleccionados y conductos de descarga asociados se hacen inefectivos, proporcionando de esta manera control sobre el diámetro interno del tubo a medida que se expande por la presión interna del gas en el volumen de fluido antes de alcanzar la parte de expansión no deformable.

- 5
5. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el miembro de estanqueidad es un miembro de estanqueidad anular montado sobre la sección de entrada, por ejemplo un miembro metálico, y en el que dicho miembro de estanqueidad incluye una superficie de entrada cónica para el tubo, incrementándose gradualmente en diámetro en dirección curso abajo.
- 10
6. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que se utiliza un dispositivo de expansión que tiene una parte de salida curso abajo de la parte de expansión.
- 15
7. Método de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que se establece un segundo volumen de fluido entre la parte de salida del dispositivo de expansión y el tubo orientado, con preferencia entre una sección de diámetro reducido de la parte de salida y el tubo orientado, y en el que con preferencia el fluido suministrado a dicho segundo volumen de fluido es un gas presurizado, por ejemplo aire, posiblemente un gas caliente.
- 20
8. Método de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, caracterizado por el hecho de que la parte de salida tiene una sección de diámetro reducido que tiene un diámetro menor que el diámetro máximo de la parte de expansión, y en el que al menos un miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto alrededor de dicha sección de diámetro reducido,
- 25
- y en el que el miembro de anillo de diámetro exterior está dispuesto de tal manera que el tubo orientado pasa a través del miembro de anillo, mientras está en contacto con dicho miembro de anillo, estando dimensionados el miembro de anillo de diámetro exterior y la sección de diámetro reducido de tal manera que se evita el gripado del tubo orientado entre la parte de salida y al menos un miembro de anillo de diámetro exterior, con preferencia estando espaciado el interior del tubo orientado radialmente desde la sección de diámetro reducido, con preferencia teniendo el dispositivo de expansión uno o más conductos de suministro de fluido con uno o más orificios en la sección de diámetro reducido, siendo suministrado un gas entre dicha sección de diámetro reducido y el tubo orientado para establecer un segundo volumen de fluido allí en medio,
- 30
- y en el que se utiliza un primer dispositivo de refrigeración externa que está adaptado y accionado para refrigerar el tubo orientado externamente mientras pasa sobre la parte de salida.
- 35
9. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que están provistos uno o más sensores de temperatura en el dispositivo de expansión, con preferencia en o cerca del miembro de estanqueidad, que permiten medir la temperatura de la preforma en dicha región, por ejemplo estando acoplados dichos uno o más sensores al primer y/o segundo dispositivos externos de intercambio de calor que se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el miembro de estanqueidad con el fin de ayudar en su funcionamiento adecuado.
- 40
10. Método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que la parte de expansión tiene una primera superficie cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo, adyacente en su extremo curso abajo a una superficie cilíndrica de un primer diámetro, adyacente en su extremo curso abajo a una segunda superficie de expansión cónica que se incrementa en diámetro en dirección curso abajo, y en el que con preferencia el diámetro del miembro de estanqueidad sobre la parte de entrada es mayor que el primer diámetro de la parte de expansión.
- 45
11. Instalación para producir un tubo (10) orientado biaxialmente de material termoplástico, cuya instalación comprende:
- 50
- un extrusor con un cabezal de troquel de extrusión que tiene un miembro de troquel interior adaptado para extruir un tubo en condición de preforma de material termoplástico, formando el miembro del troquel interior una luz del conducto en el tubo,
 - uno o más dispositivos de atemperación para acondicionar la temperatura de la preforma, de manera que se obtiene un tubo atemperado en condición de preforma que tiene una temperatura de orientación, que es adecuada para el material termoplástico,
 - un dispositivo de expansión curso abajo del extrusor, comprendiendo el dispositivo de expansión:
 - una parte de expansión no deformable (20b, 200b), que tiene un diámetro creciente hasta un diámetro máximo en un extremo curso abajo de la misma, cuya parte de expansión está contactada por el tubo y ejerce una fuerza de expansión sobre el tubo para llevar a cabo una expansión del tubo atemperado en dirección circunferencial,
 - una parte de entrada (20a, 200a), que está localizada curso arriba de la parte de expansión, teniendo dicha parte de entrada un extremo saliente curso arriba,
 - uno o más conductos de suministro de fluido, teniendo dichos uno o más conductos de suministro
- 55
- 60
- 65

de fluido un orificio en la superficie exterior de la parte de entrada y/o parte de expansión, de manera que se puede formar un volumen de fluido entre el dispositivo de expansión y el tubo,

- un dispositivo de estiramiento que está dispuesto curso abajo del dispositivo de expansión y está adaptado para actuar sobre el tubo, de tal manera que dicho tubo es transformado desde un tubo en condición de preforma en un tubo orientado biaxialmente con material termoplástico que está orientado en dirección axial y en dirección circunferencial del tubo,
- un dispositivo de refrigeración que está adaptado para refrigerar el tubo orientado biaxialmente, en el que

la parte de entrada está provista con un miembro de estanqueidad que está adaptado para ser acoplado de forma de estanqueidad por el tubo en condición de preforma, estando dispuesto dicho miembro de estanqueidad a una distancia curso arriba de la parte de expansión del dispositivo de expansión y que tiene un diámetro que es mayor que la parte de entrada curso abajo del miembro de estanqueidad, formando de esta manera el miembro de estanqueidad una obturación efectiva que previene que el fluido alcance la luz del conducto del tubo en condición de preforma curso arriba del miembro de estanqueidad, estando dispuesto dicho miembro de estanqueidad con preferencia en el extremo saliente de la parte de entrada,

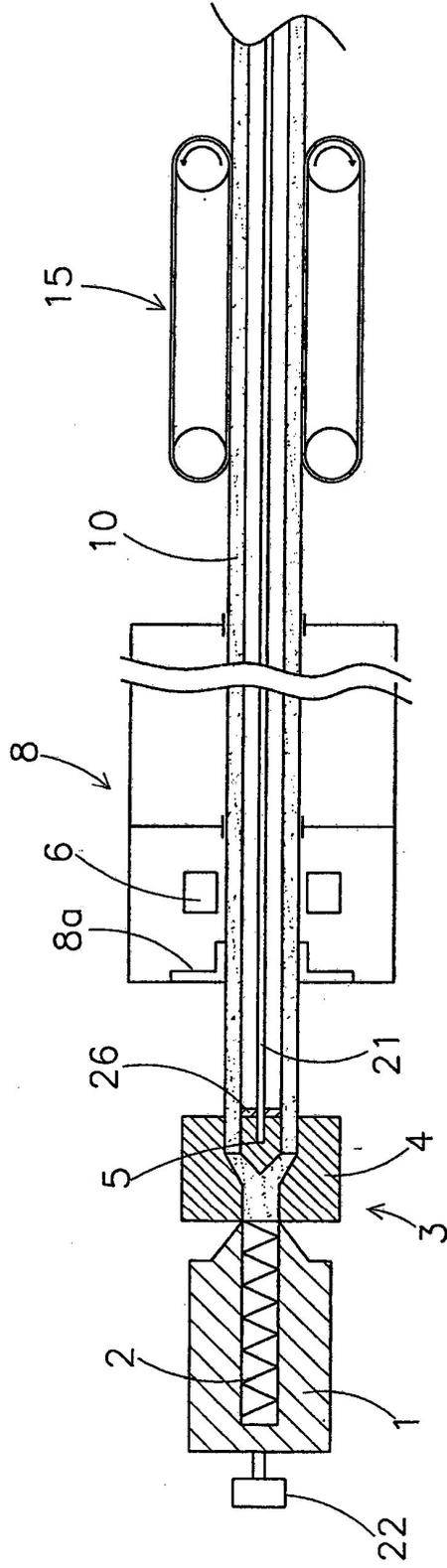
caracterizado por el hecho de que

uno o más conductos de descarga de gas (27b, 250, 260) están formados en el dispositivo de expansión, teniendo dichos uno o más conductos de descarga uno o más orificios de entrada en la superficie exterior de la parte de expansión del dispositivo de expansión, estando un orificio de entrada abierto o cerrado en función de si el orificio de entrada está o no cubierto y cerrado por el tubo, permitiendo el conducto de descarga de gas – en uso de la instalación- el alivio de la presión de gas desde el volumen de fluido cuando los uno o más orificios de entrada correspondientes están abiertos, reduciendo de esta manera la expansión del tubo provocada por presión interna del gas, continuando el alivio de la presión del gas hasta que los uno o más orificios de entrada correspondientes son cubiertos o cerrados de nuevo por el tubo.

12. Instalación de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizada por el hecho de que la instalación comprende, además, uno o más dispositivos externos de intercambio de calor, que están adaptados y son accionables para ejercer una influencia sobre la temperatura del tubo en condición de preforma y, por lo tanto, sobre el acoplamiento de estanqueidad entre el tubo y el miembro de estanqueidad de la parte de entrada del dispositivo de expansión.

13. Instalación de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, caracterizada por el hecho de que múltiples orificios de entrada, cada uno de los cuales está asociado con un conducto de descarga correspondiente, están provistos en diferentes posiciones del diámetro en la superficie exterior de la parte de expansión, teniendo dichas posiciones diferentes del diámetro diferentes distancias radiales desde un eje longitudinal central de la parte de expansión, y en la que una o más válvulas operativas están asociadas con los conductos de descarga, de manera que –en uso de la instalación- un orificio de entrada seleccionado y un conducto de descarga asociado se pueden hacer efectivos para aliviar presión del gas cuando el tubo no cubre y cierra dicho orificio de entrada, mientras que uno o más orificios de entrada no seleccionados y conductos de descarga asociados se pueden hacer inefectivos, proporcionando de esta manera control sobre el diámetro interior del tubo a medida que se expande por la presión interna del gas en el volumen de fluido antes de alcanzar la parte de expansión no deformable.

14. Instalación de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizada por el hecho de que uno o más sensores de temperatura están provistos sobre el dispositivo de expansión, con preferencia en o cerca del miembro de estanqueidad, que permiten medir la temperatura de la preforma en dicha región, por ejemplo estando acoplados dichos uno o más sensores con el primer y/o segundo dispositivos externos de intercambio de calor que se utilizan para ejercer una influencia sobre el acoplamiento de estanqueidad de la preforma con el miembro de estanqueidad con el fin de contribuir a asistir en su operación adecuada.



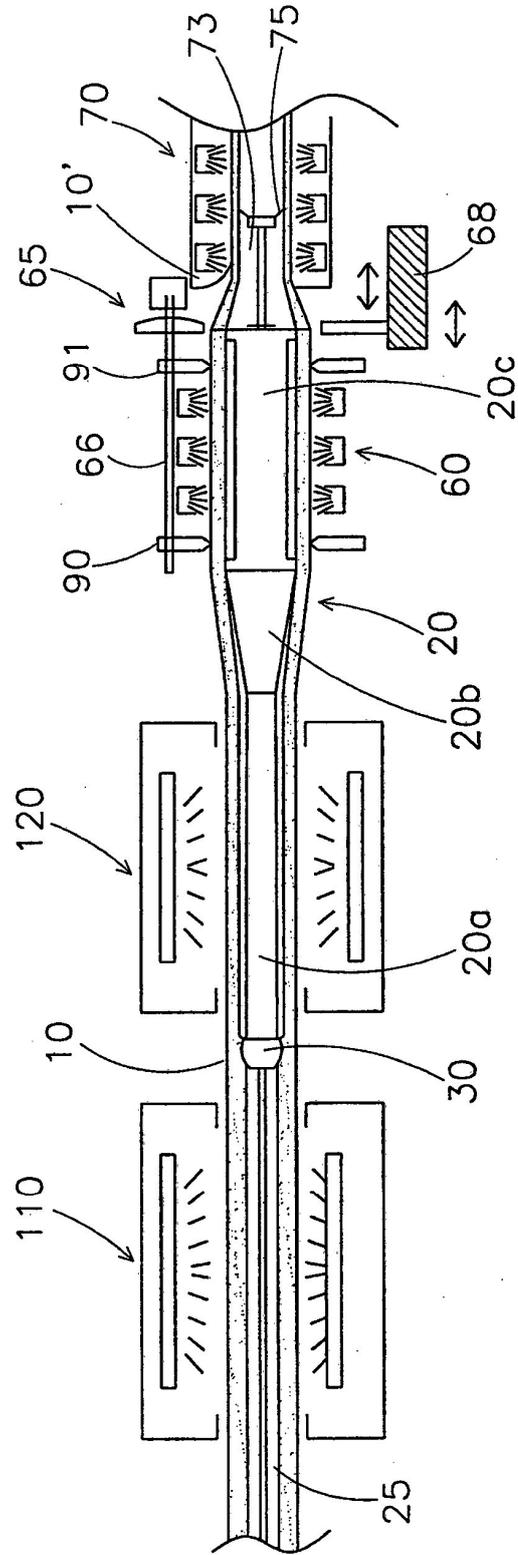


Fig 1b

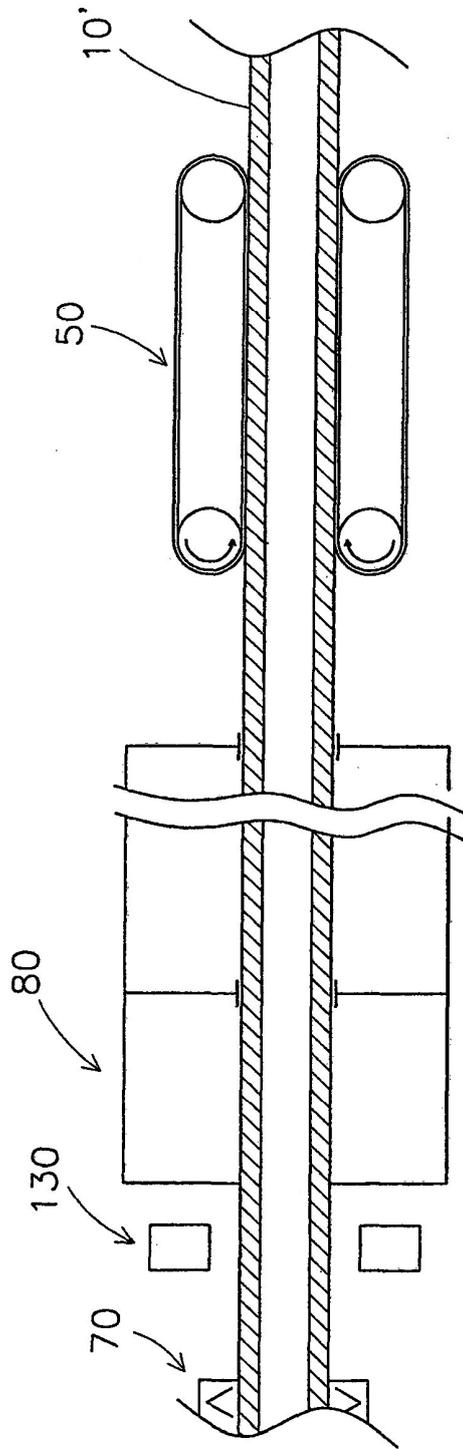


Fig 1c

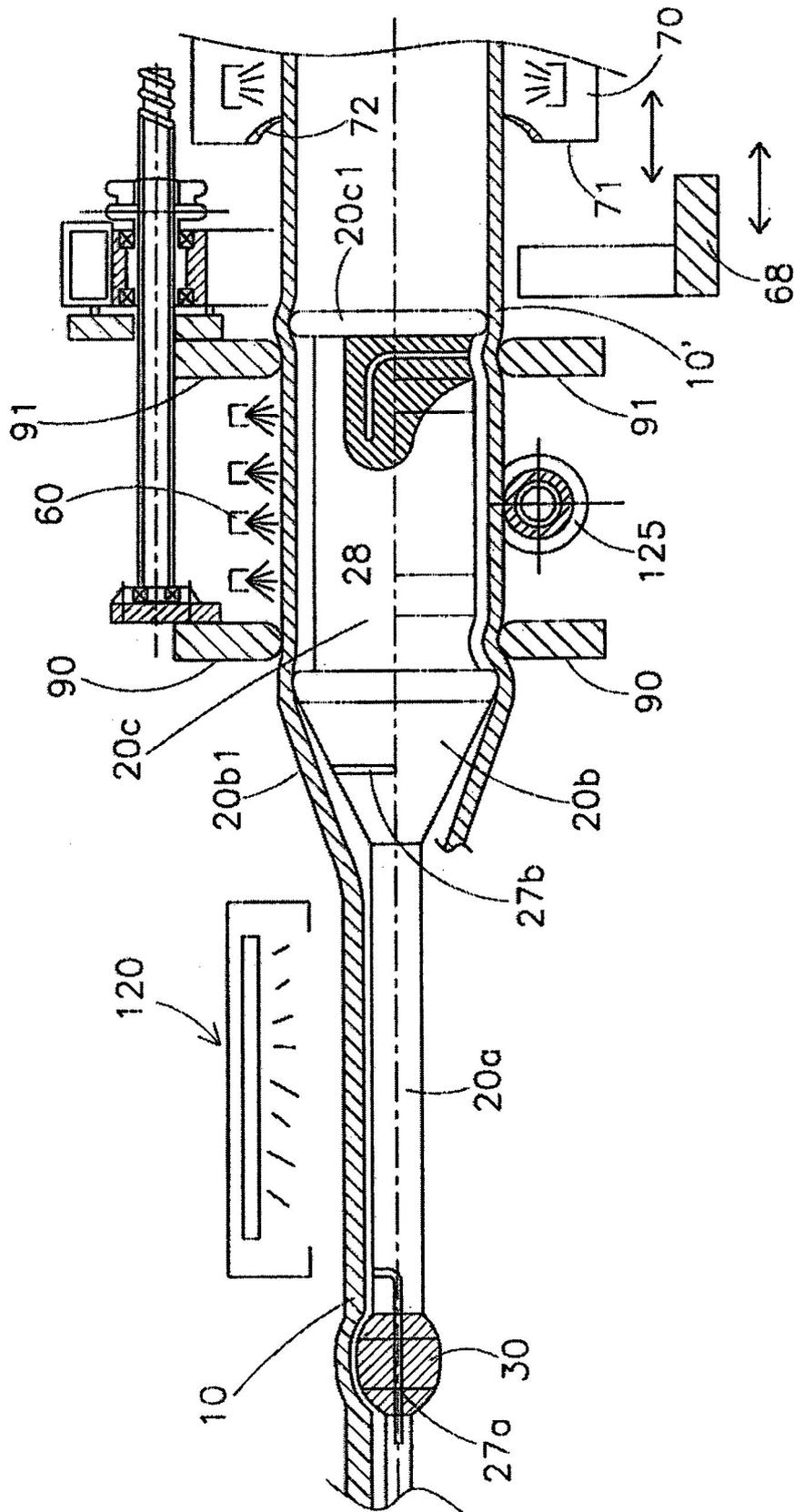


Fig. 2

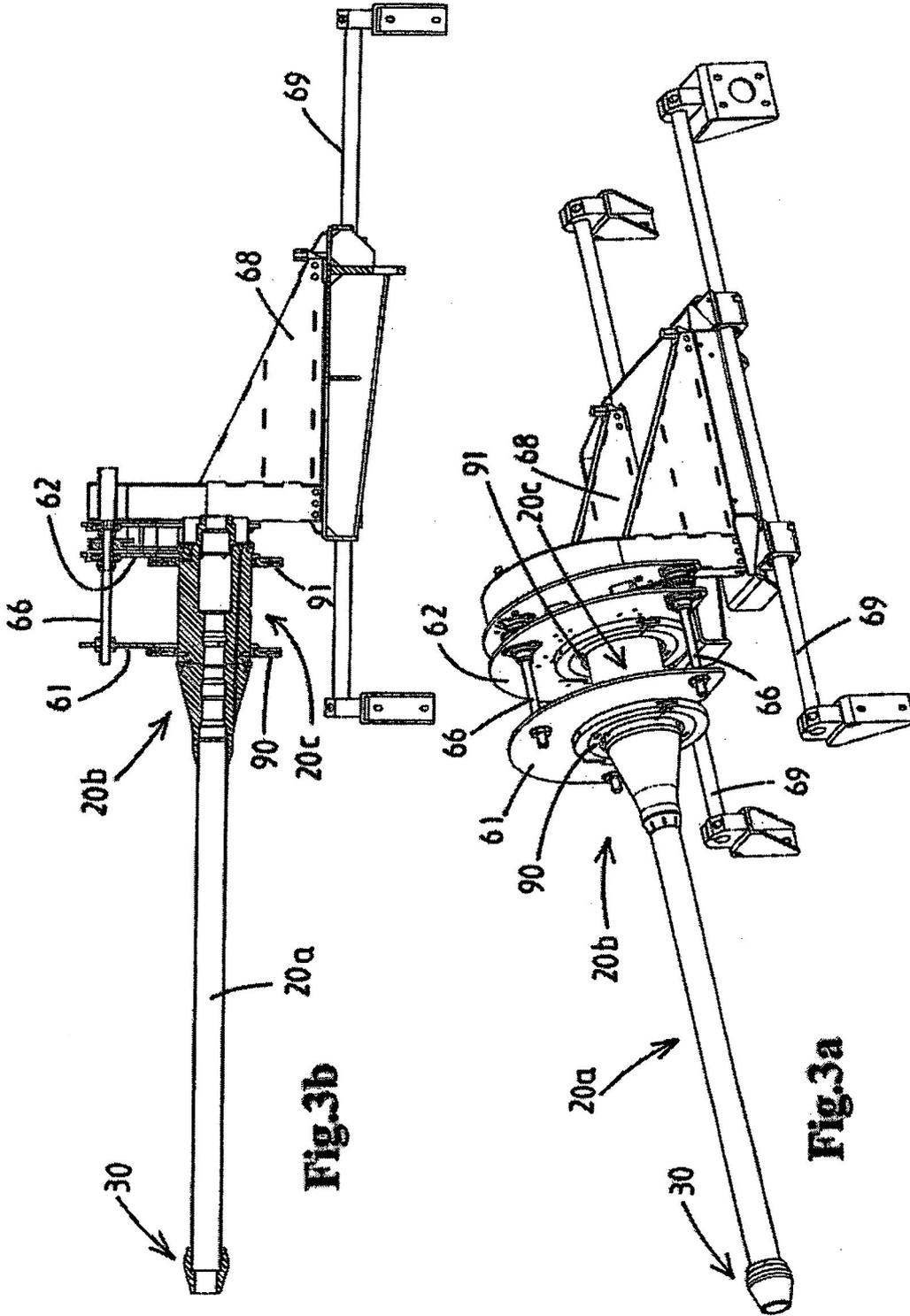


Fig.3b

Fig.3a

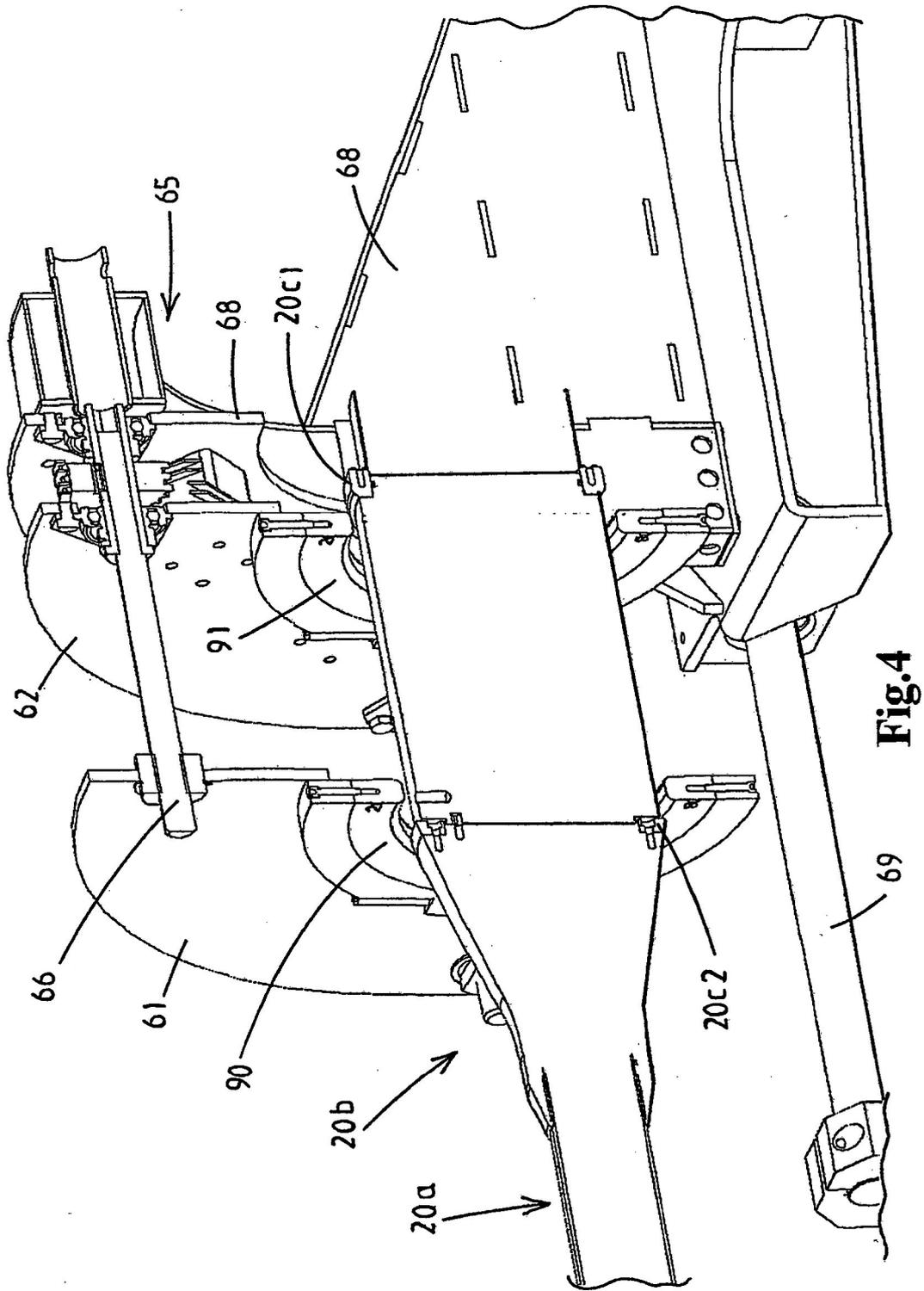


Fig.4

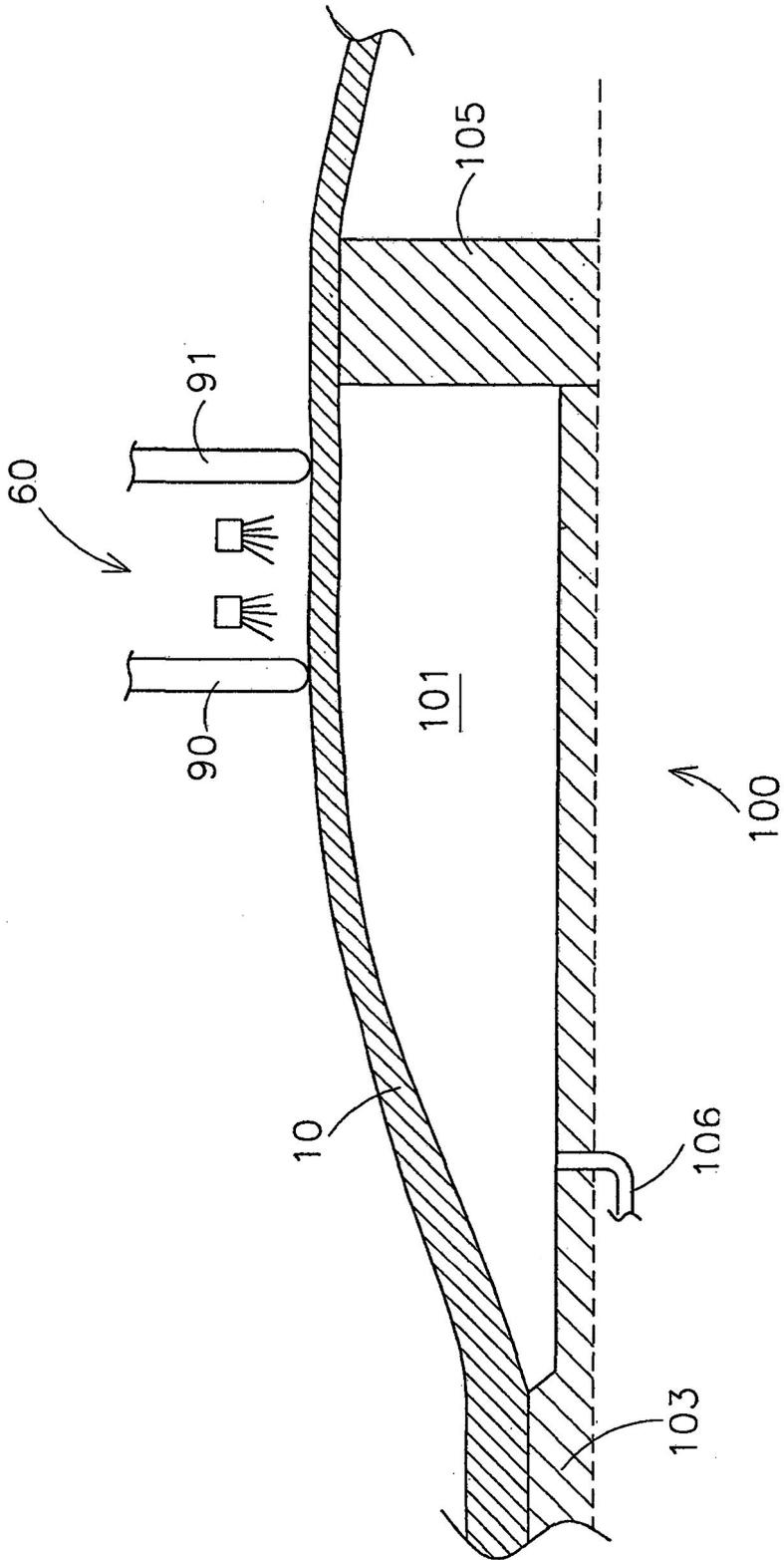


Fig 5

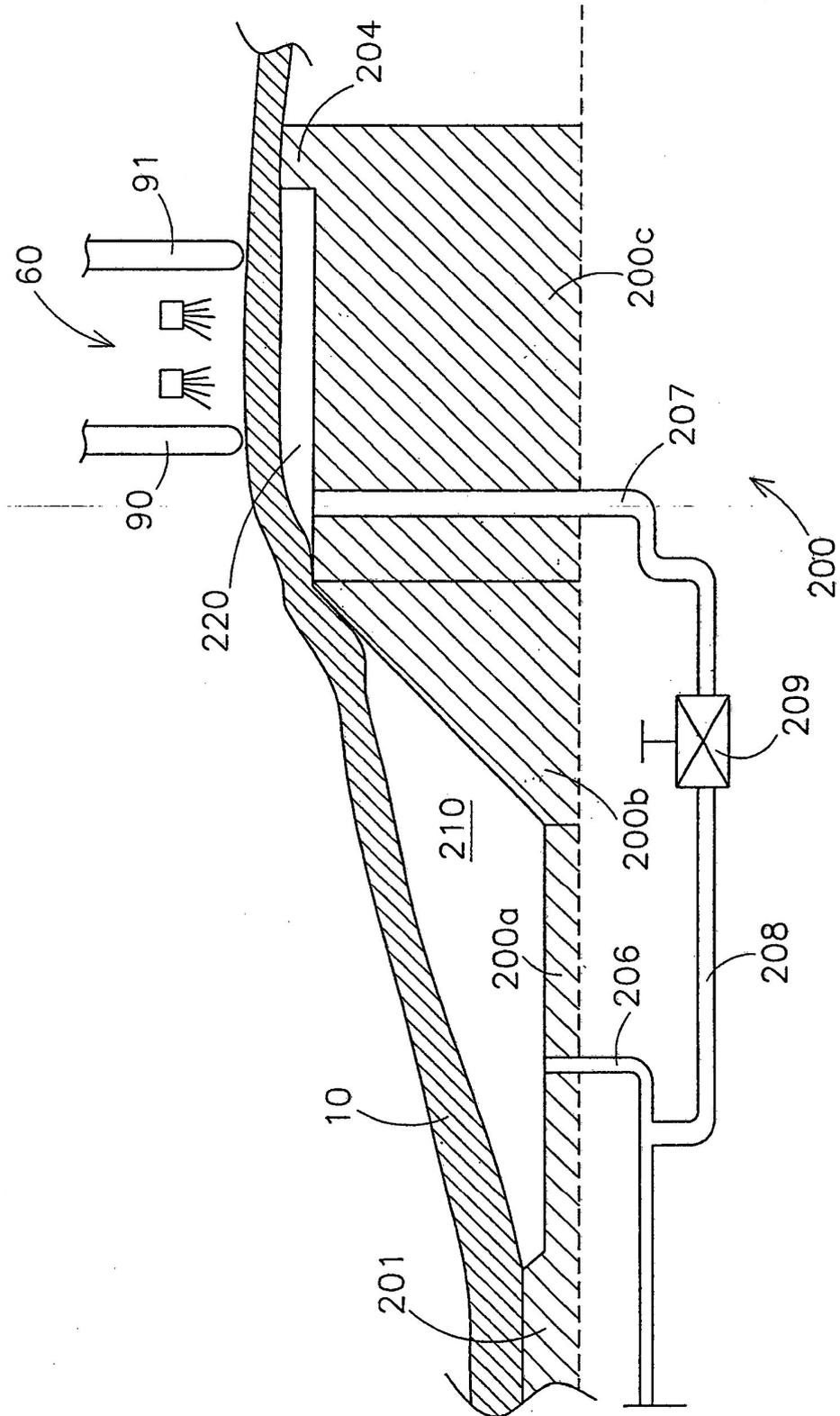
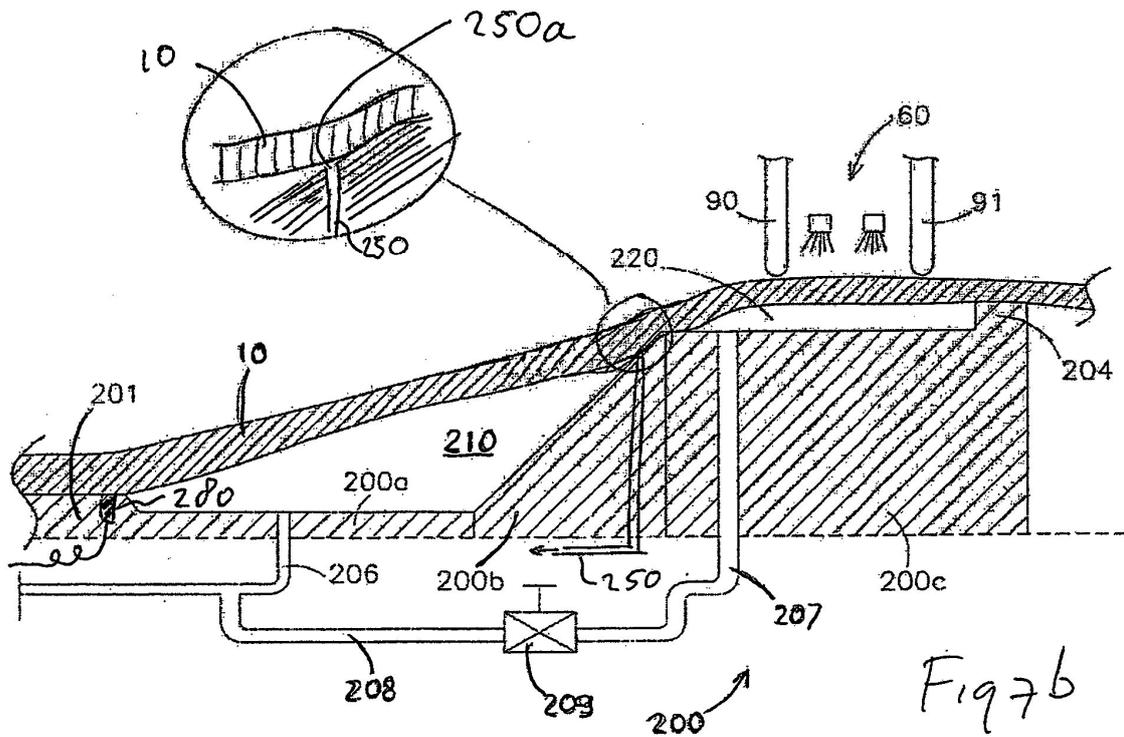
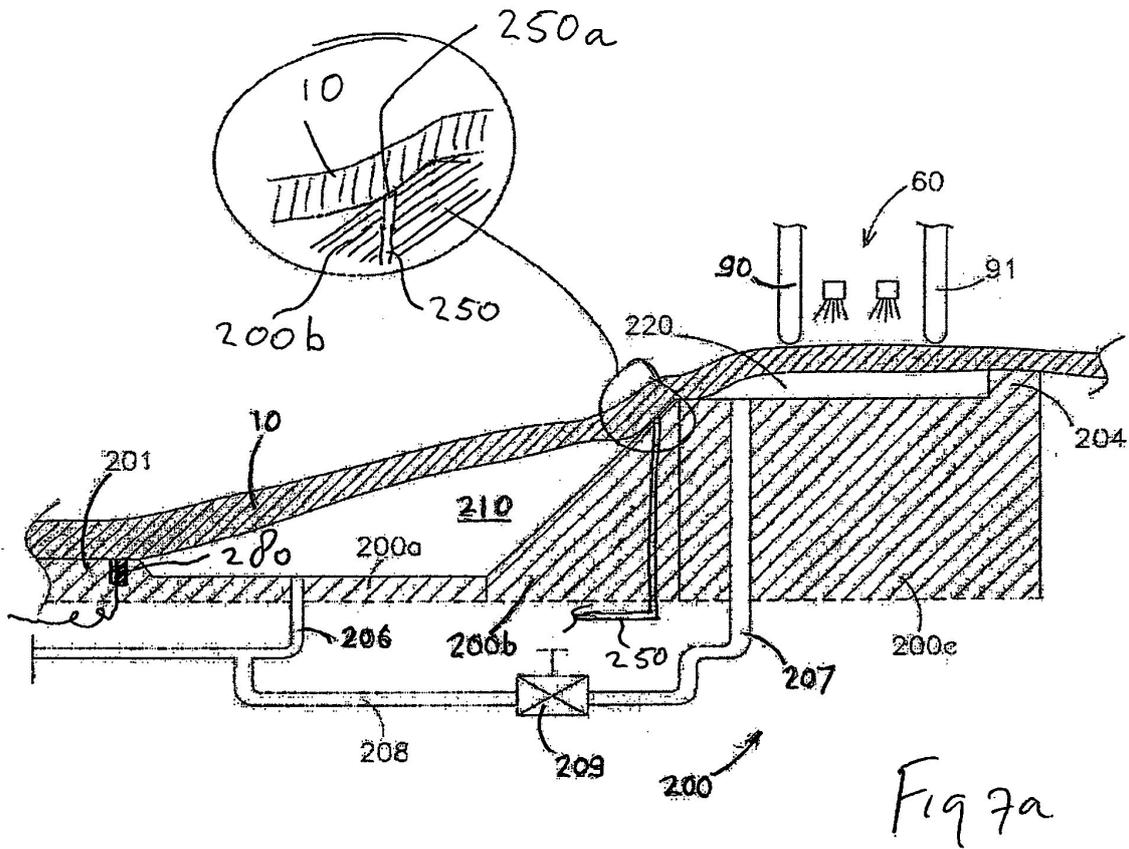


Fig 6



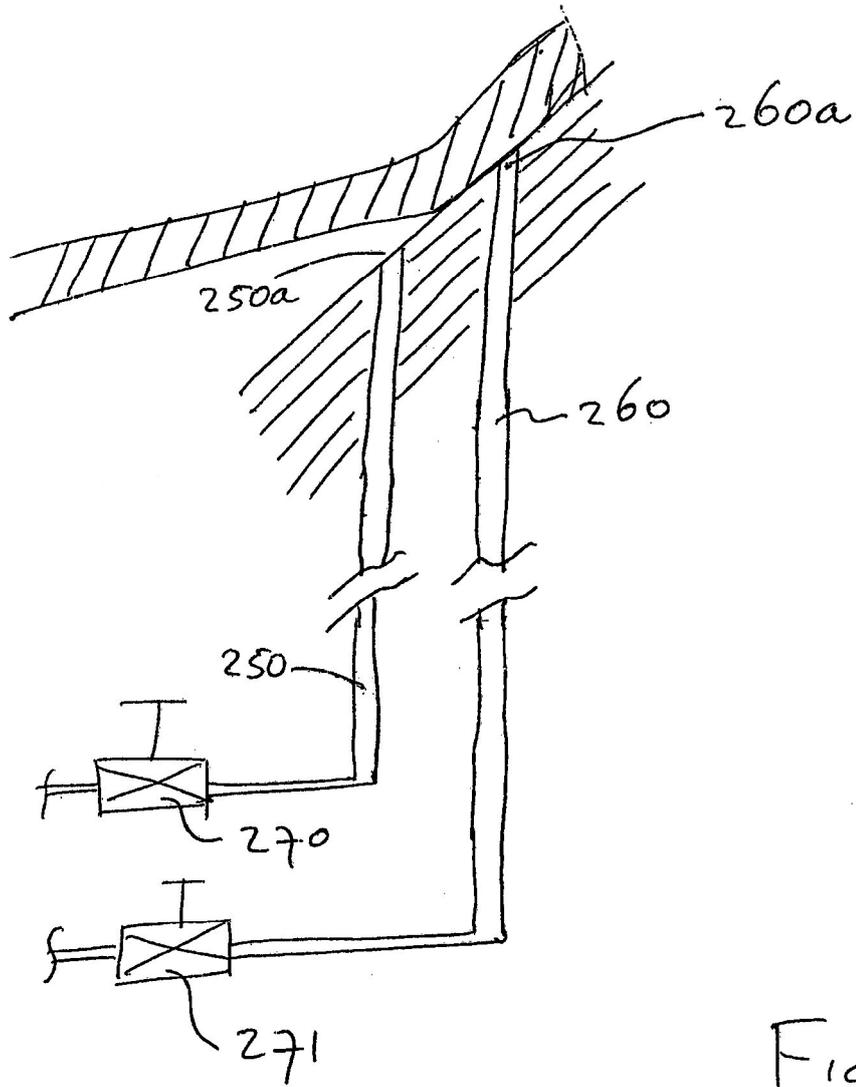


Fig 7c