



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 284 757**

51 Int. Cl.:
B29C 47/20 (2006.01)
B29C 47/86 (2006.01)
B29C 47/92 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02020413 .7**
86 Fecha de presentación : **10.09.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1293326**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **19.03.2003**

54 Título: **Boquilla de extrusión de temperatura controlada para la extrusión de películas tubulares.**

30 Prioridad: **12.09.2001 IT MI01A1902**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

73 Titular/es: **ELECTRONIC SYSTEMS S.p.A.**
S.S. 229 Km. 12,200
28015 Momo, NO, IT

72 Inventor/es: **Saini, Marco;**
Traficante, Francesco;
Masotti, Alexxandro y
Fregonara, Simons

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

Boquilla de extrusión de temperatura controlada para la extrusión de películas tubulares.

El objeto de la presente descripción es una boquilla para la extrusión de una película tubular de una capa o de capas múltiples, en particular de materiales poliméricos termoplásticos, y un aro de ajuste del labio para una boquilla de extrusión.

Un objeto adicional de la presente descripción es un procedimiento para ajustar el perfil del grosor de una película tubular extrudida.

En una boquilla de extrusión para películas tubulares -también denominadas películas sopladas- el material, en un estado plástico, sale, a presión, de una ranura de extrusión definida externamente por un cuerpo de boquilla y por un aro de ajuste del labio o pestaña anular, que se coloca encima del cuerpo de la boquilla, e internamente por un mandril o calibrador, que se aloja dentro de la boquilla y del aro de ajuste del labio.

El cuerpo de la boquilla está provisto internamente de canales para el suministro del material a extrudir y externamente de calentadores eléctricos que mantienen la boquilla de extrusión a la temperatura requerida de trabajo (por ejemplo, aproximadamente entre 190° y 210°).

Típicamente, el grosor de la ranura anular está entre 0,5 y 1,5 mm, mientras que el diámetro de la ranura anular de extrusión está habitualmente entre 200 y 1.000 mm.

Para llevar la película tubular extrudida al grosor deseado, inmediatamente después de la extrusión, se estira en dos direcciones: longitudinalmente (M. D.) a través del montaje de estirado (la relación entre la tasa de salida del material y la tasa de estirado determina el valor del estiramiento longitudinal); y transversalmente (C. D.) a través del dispositivo conocido por el término I. B. C. ("internal bubble cooling" (sistema de enfriado por burbuja interna)).

Cuando se modifica la presión del aire dentro de la extrusión tubular, el diámetro del producto tubular finalizado cambia, y por lo tanto también el tamaño del estiramiento o hinchamiento transversal.

Variando la tasa de estirado de la película y el hinchamiento, es posible variar la relación entre el estiramiento longitudinal y el estiramiento transversal de la película tubular.

Típicamente, la relación de estiramiento oscila entre 1:1,5 y 1:3, mientras que la velocidad de estirado varía entre 4 y 60 m/min.

Las características de la película tubular extrudida, en particular la resistencia mecánica, la protección contra los ultravioletas, la resistencia al desgarro y la permeabilidad a los gases, dependen del grosor del material mismo.

Por estas razones, es importante que el valor mínimo del perfil del grosor de la película tubular extrudida sea siempre mayor que un límite mínimo preestablecido.

Por otra parte, si el grosor de la película tubular es mayor que el valor requerido, se desperdicia material.

Más aun, si el perfil de grosor de la película extrudida no es uniforme, pueden presentarse problemas durante el uso de la película en tareas de envasado.

Por estas razones, también es importante que el perfil del grosor de la película tubular extrudida sea lo más uniforme posible; es decir, la varianza σ^2 del

perfil de grosor debería ser lo más pequeña posible.

Dado lo anterior, se observa que el perfil del grosor de una película tubular extrudida tiende a presentar un patrón irregular debido, en particular, a:

- la excentricidad entre el aro de ajuste del labio y el mandril interno, que provoca la falta de uniformidad de la ranura anular;
- la falta de uniformidad de la temperatura del aro de ajuste del labio a lo largo de su circunferencia completa;
- la falta de uniformidad de la temperatura del aire de refrigeración a lo largo de la circunferencia completa;
- la falta de uniformidad del caudal del material a lo largo de la circunferencia completa;
- la presencia de corrientes de aire en el ambiente de trabajo.

Para corregir la falta de uniformidad del tamaño de la ranura anular de la boquilla de extrusión, es necesario operar manualmente sobre tornillos de ajuste especiales, circunferencialmente dispuestos sobre el aro de ajuste del labio, lo que provoca su desplazamiento radial con respecto al calibrador.

Sin embargo, la solución anterior no permite la corrección de todos los casos de falta de uniformidad anteriormente descritos y en cualquier caso es un ajuste de circuito abierto, que solamente corrige un error sistemático, tal como la excentricidad entre el aro de ajuste del labio y el mandril que determinan la ranura de salida del material.

Consecuentemente, no se permite la corrección de aquellos errores, a los que está sujeta la boquilla de extrusión durante el proceso de producción, que provocan la falta de planaridad del espesor del material.

Una solución conocida es efectuar un ajuste de circuito cerrado del perfil del grosor de la película tubular variando localmente la temperatura del material extrudido y por lo tanto la viscosidad local del material mismo, de forma que se ajuste localmente la capacidad del material extrudido para ser estirado y por lo tanto la variación del grosor del material obtenido en el subsiguiente paso de hinchado de la película tubular.

En la práctica, contra más calentamiento local, mayor reducción en el grosor de la película.

De acuerdo con la técnica anterior, el ajuste localizado de la temperatura de la película extrudida se efectúa por medio de calentadores eléctricos -alojados en orificios circunferencialmente dispuestos dentro del aro de ajuste del labio- que pueden ajustarse selectivamente.

Es decir, la potencia de calentamiento de cada uno de los elementos calentadores dispuestos alrededor de la ranura anular se hace variar de acuerdo con el grado de error en el grosor.

Sin embargo, la mencionada técnica anterior presenta diferentes inconvenientes.

En particular, el ajuste de un sector del aro de ajuste del labio provoca una variación de la temperatura también en los sectores adyacentes a la hilera de estirar misma, de manera que la corrección local del grosor puede tender a errores en los sectores adyacentes.

Además los resultados obtenidos no son siempre satisfactorios, especialmente cuando se requiere una

alta selectividad, es decir, cuando es necesario actuar sobre un sector longitudinal estrecho de la película extrudida.

Además, el calor generado para hacer que el perfil del grosor sea uniforme, incrementa los problemas de disipación de la boquilla de extrusión y en particular crea el riesgo de exceder la temperatura máxima que el material es capaz de soportar.

Aun más, mientras que la temperatura puede incrementarse rápidamente, sólo puede hacerse descender lentamente, y por lo tanto hay también un nivel poco deseable de ajuste de la velocidad.

El documento EP - B1 - 0 390 696 presenta una boquilla de moldeo de una película tubular que tiene una pluralidad de elementos calentadores, individualmente controlados, distribuidos circularmente en el aro de ajuste del labio alrededor de la ranura anular con un orificio de refrigeración, encastrado entre cada par de elementos calentadores, y un medio de medición de temperatura que mide la temperatura alrededor de los elementos calentadores.

Para cada orificio de refrigeración hay una válvula de ajuste que controla la cantidad de flujo de aire de refrigeración en el orificio de refrigeración, de modo que se realiza localmente un control de realimentación de la refrigeración.

Se admite que la disposición de orificios de refrigeración resuelve los problemas de disipación del calor así como un enfriamiento local más rápido del aro de ajuste del labio.

Sin embargo, debe observarse que debido al tiempo necesario para que el material extrudido confluya con medio de medición del grosor y debido al hecho de que el medio de medición del grosor se mueve alrededor de la película tubular, la situación del perfil del grosor solamente puede actualizarse varios minutos después de la extrusión (habitualmente transcurridos entre 2 y 5 min).

Por lo tanto no es posible aprovechar completamente el enfriamiento más rápido obtenido por el aparato presentado en el documento EP - B1 - 0 390 696.

Por otra parte la disposición de un número de elementos medidores de la temperatura encastrados en el aro de ajuste del labio y contiguos a los elementos calentadores y la disposición de un control de realimentación con un número de válvulas de ajuste, incrementa el coste y la complejidad del aparato de moldeo.

Además debe observarse que el aparato presentado en el documento EP - B1 - 0 390 696 consume mucha energía térmica y criogénica y que los resultados conseguidos no son siempre satisfactorios.

Un propósito de la presente invención es proponer una solución a los problemas presentados por la técnica anterior y en particular a los problemas antes mencionados de forma explícita.

Otro propósito de la presente invención es proponer una solución que pueda ser fácilmente implementada también sobre las boquillas de extrusión ya existentes.

Los problemas antes mencionados se resuelven por medio de una boquilla de extrusión para la extrusión de una película tubular de una capa o de capas múltiples de acuerdo con la reivindicación 1, por medio de un aro de ajuste del labio de acuerdo con la reivindicación 8 y por medio de un procedimiento de ajuste del perfil del grosor de una película tubular extrudida de acuerdo con la reivindicación 9.

Pueden obtenerse ventajas adicionales disponien-

do una boquilla de extrusión de acuerdo con la que se especifica en la reivindicaciones 2 a 6, que son dependientes de la reivindicación 1, y por medio de un procedimiento de ajuste del perfil de grosor de una película tubular extrudida de acuerdo con el que se especifica en las reivindicaciones 10 y 11, que son dependientes de la reivindicación 9.

Ahora se describirán algunas realizaciones posibles de la boquilla de extrusión, meramente a modo de ejemplo ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un detalle, en sección de corte longitudinal, de una boquilla de extrusión de acuerdo con las subsiguientes reivindicaciones.

La figura 2 es una ilustración esquemática de un detalle, visto desde arriba, de un aro de ajuste de labio de acuerdo con las subsiguientes reivindicaciones.

La figura 3 es un gráfico que ilustra el perfil de temperatura en la superficie de metal del aro de ajuste del labio en contacto con el material extrudido, solamente con una resistencia encendida, en una boquilla de extrusión de acuerdo con la técnica anterior (línea gruesa) y en tres boquillas de extrusión diferentes de acuerdo con las subsiguientes reivindicaciones (con orificios de aislamiento pero sin aire de refrigeración - línea fina; con orificios de aislamientos y un flujo débil de aire de refrigeración - línea de cruces; con orificios de aislamiento y un flujo fuerte de aire de refrigeración - línea de puntos), los números 0, 1 y 2 del eje de abscisas se corresponden con la posición angular de la resistencia de los sectores radiales del aro de ajuste del labio.

La figura 4 es una vista esquemática, en sección de corte longitudinal, de otro aro de ajuste del labio de acuerdo con las subsiguientes reivindicaciones.

Con referencia a los dibujos, el número 1 designa, en su totalidad, una boquilla de extrusión para la extrusión de una película tubular de una capa o de capas múltiples, que comprende un cuerpo 2 de boquilla, un aro 3 de ajuste del labio y un mandril 4, alojado dentro del cuerpo 2 y del aro 3 de ajuste del labio, que definen una abertura o ranura 5 de extrusión.

Se distribuyen resistencias de calentamiento (no ilustradas) típicamente eléctricas, alrededor del aro 3 de ajuste del labio para mantener la boquilla 1 de extrusión a la temperatura de trabajo requerida.

Situados dentro del aro 3 de ajuste del labio hay una pluralidad de elementos calentadores 7, preferiblemente calentadores eléctricos, distribuidos circunferencialmente, que pueden ser activados selectivamente para ajustar de forma local la temperatura, y por lo tanto la viscosidad, del material extrudido.

Cada uno de los mencionados elementos calentadores 7 está conectado con un control de realimentación (no mostrado) capaz de controlar el perfil del grosor de la película extrudida.

Alternativamente, la boquilla de extrusión está sin los medios de calentamiento alrededor del aro 3 de ajuste del labio y los elementos calentadores 7 son los únicos medios de calentamientos, que tienen la función tanto de mantener la boquilla 1 de extrusión a la temperatura de trabajo como de modificar localmente la temperatura del material extrudido.

Dispuestos en el sistema que comprende la boquilla de extrusión están, además, medios especiales (no mostrados) diseñados para extender la película tubu-

lar extrudida, hinchar la película y aplanar y estirar la película tubular después de ser hinchada.

Se disponen medios de medición (no mostrados), dispuestos corriente abajo de los medios para extender la película, para medir el perfil del grosor de la película tubular extrudida.

Una característica de la boquilla de extrusión descrita descansa en el hecho de que el aro de ajuste del labio está dividido en una pluralidad de sectores radiales (10) térmicamente aislados de los sectores radiales adyacentes (10, 10) por medio de una pluralidad de orificios 11a, 11b, 11c, 11d substancialmente alineados de forma radial.

Cada sector 10 contiene al menos un elemento de calentamiento 7 que no está expuesto al aire de los orificios adyacentes 11a, 11b, 11c 11d.

Esta característica mejora la eficacia térmica del proceso de calentamiento.

De acuerdo con las realizaciones ilustradas, cada sector radial 10 está separado del sector radial contiguo por tres o cuatro orificios 11a, 11b, 11c, 11d radialmente alineados que aíslan térmicamente los sectores circulares 10 contiguos, confinando el calor producido por los calentadores individuales 7 y reduciendo por lo tanto la perturbación térmica entre los sectores circulares 10 contiguos.

Además el aislamiento térmico entre los sectores circulares 10 hace posible la mejora de la selectividad del ajuste del perfil del grosor.

Asimismo, la presencia de los orificios, incrementando el aislamiento térmico, hace posible una diferencia prefijada en la temperatura a conseguir entre dos secciones circulares adyacentes, con un uso reducido de la energía de calentamiento.

Preferiblemente, los orificios 11a, 11b, 11c, 11d tienen un diámetro de aproximadamente 5 mm y una distancia entre centros de aproximadamente 7 mm.

Una persona experta en la materia apreciará el hecho de que los orificios 11, aunque garantizando un buen aislamiento térmico, no debilitan excesivamente la estructura de la pestaña 3.

Además, los orificios 11 pueden hacerse de forma simple; consecuentemente, la solución descrita en la presente patente puede implementarse sin particulares problemas sobre boquillas de extrusión ya existentes.

Alternativamente, los orificios 11a, 11b, 11c, 11d pueden ser substituidos por medio de una ranura radial obtenida, por ejemplo, mediante fresado.

Preferiblemente, el orificio 11c o los orificios 11c, 11d radialmente más cerca de la ranura 5 de extrusión anular son substancialmente paralelos a la trayectoria de extrusión de la película tubular así como a los elementos calentadores 7 situados en el sector radial 10.

Gracias a esta característica es posible minimizar el número de orificios 11a, 11b, 11c, 11d necesarios para obtener un buen aislamiento térmico entre sectores radiales 10 adyacentes.

De acuerdo con una posible realización, la distancia mínima entre la pared de los orificios que definen el sector circular 10 y la pared del orificio en el cual está encastrado el elemento calentador 7 es de al menos 3 mm.

Preferiblemente el orificio 11c o los orificios 11c, 11d radialmente más cerca de la ranura anular 5 son orificios ciegos, es decir, no se abren hacia el cuerpo 2 de la boquilla.

Esta característica evita el riesgo de escapes de

material fundido a través de dichos orificios.

De acuerdo con una posible realización de la invención, los orificios 11a, 11b que definen los sectores circulares 10 están conectados a medios para suministrar un refrigerante, por ejemplo, aire comprimido, de forma que la pestaña anular hueca 3 se enfríe de manera substancialmente uniforme.

Esta característica suplementaria incrementa la disipación del calor de la boquilla de extrusión mientras que mantiene un buen aislamiento térmico entre los sectores circulares 10 adyacentes.

Debe observarse que el ajuste del perfil del grosor se obtiene aun solamente modificando la potencia de los elementos calentadores 7, ya que la refrigeración de la pestaña anular -que es uniforme alrededor de toda la circunferencia del aro 3 de ajuste del labio- no está pensada para ajustar el perfil del grosor sino sólo para mantener la temperatura principal del aro 3 de ajuste del labio por debajo de una temperatura prefijada.

Tomando en particular consideración las enseñanzas del documento EP - B1 - 0 390 696 se apreciará que la solución antes mencionada reduce significativamente el consumo medio de energía criogénica.

Preferiblemente el orificio 11c o los orificios 11c, 11d más cercanos a la ranura anular 5 no están conectados con los medios para suministrar refrigerante.

Esta característica suplementaria evita la presencia de los defectos longitudinales sobre la superficie de la película extrudida que se producen cuando la temperatura del perfil circular en la ranura 5 varía de forma demasiado rápida, es decir, cuando el gradiente de temperatura del material extrudido alrededor de la ranura 5 es demasiado alto.

A modo de ejemplo, usando una boquilla de extrusión que tenga un diámetro de 400 mm y que tenga 48 elementos de calentamiento, la potencia térmica disipada por el aro completo de ajuste del labio, de acuerdo con un caudal de aire, puede oscilar entre 300 W y 3.000 W, lo que es suficiente para mantener constante la temperatura media.

El ajuste del perfil del grosor de la película tubular extrudida producida mediante la boquilla de extrusión antes mencionada comprende los pasos de:

aislar térmicamente la pestaña hueca de la boquilla 3 de extrusión en sectores circulares 10 por medio de una pluralidad de orificios 11a, 11b, 11c, 11d alienados substancialmente de manera radial a lo largo de un número N de direcciones circularmente distribuidas;

ajustar selectivamente la temperatura de cada sector circular 10 de la pestaña 3 en respuesta a una señal de realimentación que llega desde un dispositivo medidor, de forma que se ajuste localmente la viscosidad del material extrudido y por lo tanto el perfil de grosor.

Preferiblemente, el procedimiento de ajuste también comprende el paso de efectuar un enfriamiento generalizado de la pestaña 3 de la boquilla de extrusión 1, de forma que se mantenga la temperatura de la película extrudida por debajo de un valor prefijado.

Más preferiblemente el enfriamiento no está afectado en el orificio 11c o en los orificios 11c, 11d radialmente más cerca de la ranura anular 5.

REIVINDICACIONES

1. Una boquilla (1) para la extrusión de una película tubular, bien de una sola capa o bien de capas múltiples, que comprende:

- un cuerpo (2) de boquilla;
- un aro (3) de ajuste del labio;
- un mandril (4), alojado dentro del cuerpo (2) de la boquilla y del aro (3) de ajuste del labio, definiendo dicho aro (3) de ajuste del labio y dicho mandril (4) una ranura (5) de extrusión anular; y
- una pluralidad de elementos calentadores (7), distribuidos en círculo dentro de orificios hechos en el aro (3) de ajuste del labio, que pueden activarse selectivamente para ajustar localmente la temperatura de extrusión y, por lo tanto, la viscosidad de la película extrudida, estando diseñado cada uno de dichos elementos calentadores (7) para ajustarse en respuesta a una señal de realimentación que llega desde un dispositivo medidor del perfil del grosor;

dicho aro (3) de ajuste del labio comprende una pluralidad de sectores radiales (10) que están térmicamente aislados de los sectores radiales (10, 10) adyacentes por medio de una pluralidad de orificios (11a, 11b, 11c, 11d) substancialmente alineados de forma radial, cada sector radial (10) contiene al menos un elemento calentador (7), dicho o dichos elementos calentadores (7) de cada uno de dichos sectores radiales (10) no están expuestos al aire de dicha pluralidad de orificios (11a, 11b, 11c, 11d) que definen dicho sector radial (10).

2. La boquilla para la extrusión de una película tubular de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el orificio (11c) o los orificios (11c, 11d) de dicha pluralidad de orificios (11a, 11b, 11c, 11d) que define cada sector radial (10), radialmente más cercanos a la ranura anular (5) son substancialmente paralelos a la trayectoria de extrusión así como a dicho o dichos elementos calentadores (7) situados en dicho sector radial (10).

3. La boquilla para la extrusión de películas tubulares de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la cual para cualquier sector radial (10) la distancia entre las paredes de la mencionada pluralidad de orificios (11a, 11b, 11c, 11d) y los orificios en los cuales están encastrados los elementos calentadores (7) es de al menos 3 mm.

4. La boquilla para la extrusión de películas tubulares de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, en la cual el orificio (11c) o los orificios (11c, 11d) radialmente más cerca de la ranura anular (5) son orificios ciegos (11c; 11c, 11d).

5. Una combinación de una boquilla (1) para la extrusión de películas tubulares de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 ó 3 con medios para suministrar re-

frigerante a dichos orificios (11a, 11b) que definen dichos N sectores radiales (10).

6. Una combinación de una boquilla (1) para la extrusión de películas tubulares con medios para suministrar refrigerante de acuerdo con la reivindicación 5, modificada en cuanto a que el orificio u orificios (11c; 11c, 11d) radialmente más cercanos a la ranura anular (5) no están conectados con los medios para el suministro de refrigerante.

7. Un aro (3) de ajuste del labio para una boquilla para la extrusión de una película tubular definido en la reivindicación 1, comprendiendo dicho aro (3) de ajuste del labio una pluralidad de sectores radiales (10), cada uno de dichos sectores (10) está térmicamente aislado de los sectores radiales (10, 10) adyacentes por medio de una pluralidad de orificios (11a, 11b, 11c, 11d) substancialmente alineados de forma radial, cada sector radial (10) contiene al menos un elemento calentador (7), dicho o dichos elementos calentadores (7) de cada uno de los sectores radiales (10) no está expuesto al aire de dicha pluralidad de orificios (11a, 11b, 11c, 11d) que definen dicho sector radial (10).

8. Un aro (3) de ajuste del labio de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual el orificio (11c) o los orificios (11c, 11d) de dicha pluralidad de orificios (11a, 11b, 11c, 11d) que definen cada sector radial (10), radialmente más cercanos a la ranura anular (5) son substancialmente paralelos a la trayectoria de extrusión así como a dicho o dichos elementos calentadores (7) situados en dicho sector radial (10).

9. Un aro (3) de ajuste del labio de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el cual para cualquier sector radial (10) la distancia entre las paredes de la mencionada pluralidad de orificios (11a, 11b, 11c, 11d) y los orificios en los que están encastrados los elementos calentadores (7) es de al menos 3 mm.

10. Un aro (3) de ajuste del labio de acuerdo con la reivindicación 7, 8 ó 9, en el cual el orificio (11c) o los orificios (11c, 11d) radialmente más cercanos a la ranura anular (5) son orificios ciegos (11c; 11c, 11d).

11. Un procedimiento para ajustar el perfil del grosor de una película tubular que está siendo extrudida con la boquilla de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende el ajuste selectivo de la potencia de cada elemento calentador (7) en respuesta a una señal de realimentación que llega desde un dispositivo medidor del perfil de grosor.

12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además el paso de efectuar un enfriamiento substancialmente uniforme de la pestaña (3) de la cabeza de extrusión, suministrando refrigerante a dicha pluralidad de orificios (11a, 11b) de forma que se mantenga la temperatura de la boquilla de extrusión por debajo de un valor prefijado.

13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, modificado en lo referente a que dicho enfriamiento no se realiza en el orificio (11c) o en los orificios (11c, 11d) radialmente más cerca de la ranura anular (5).

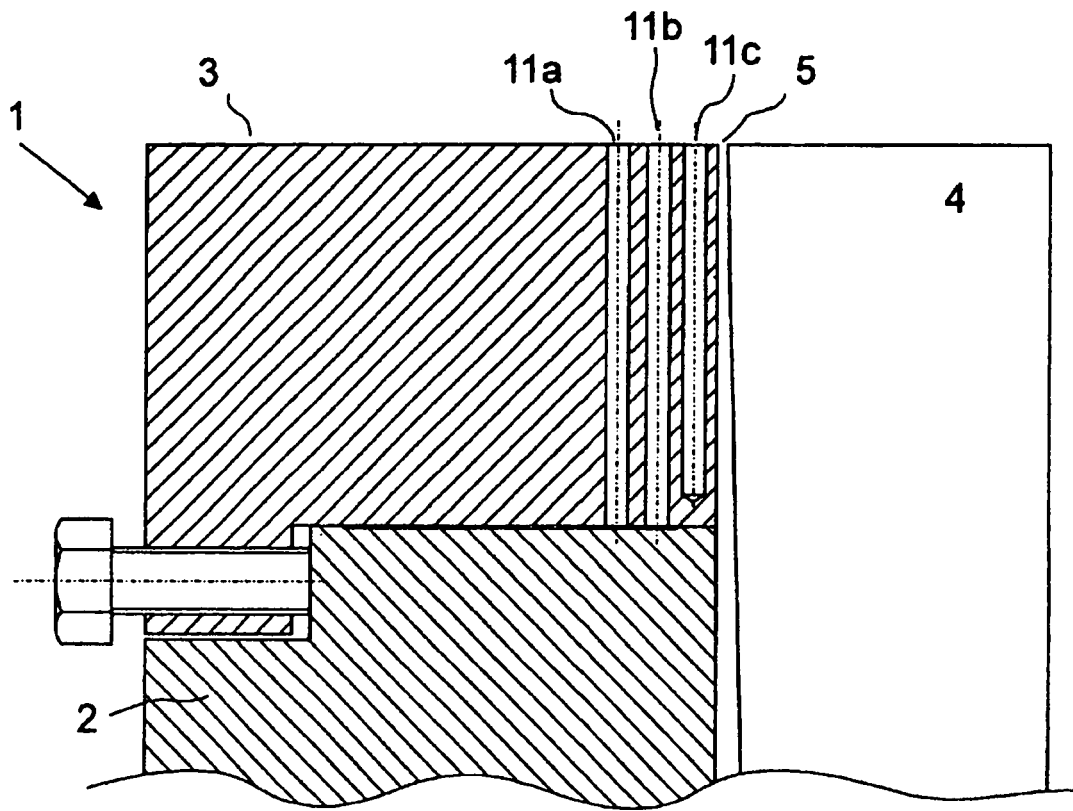


Fig. 1

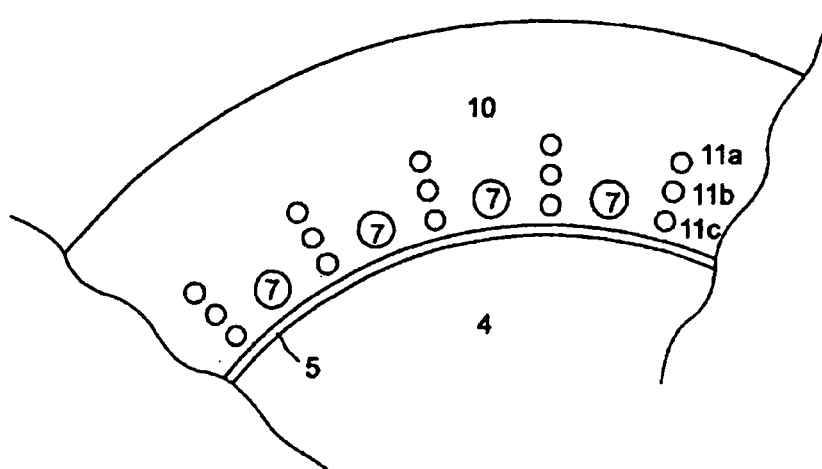


Fig. 2

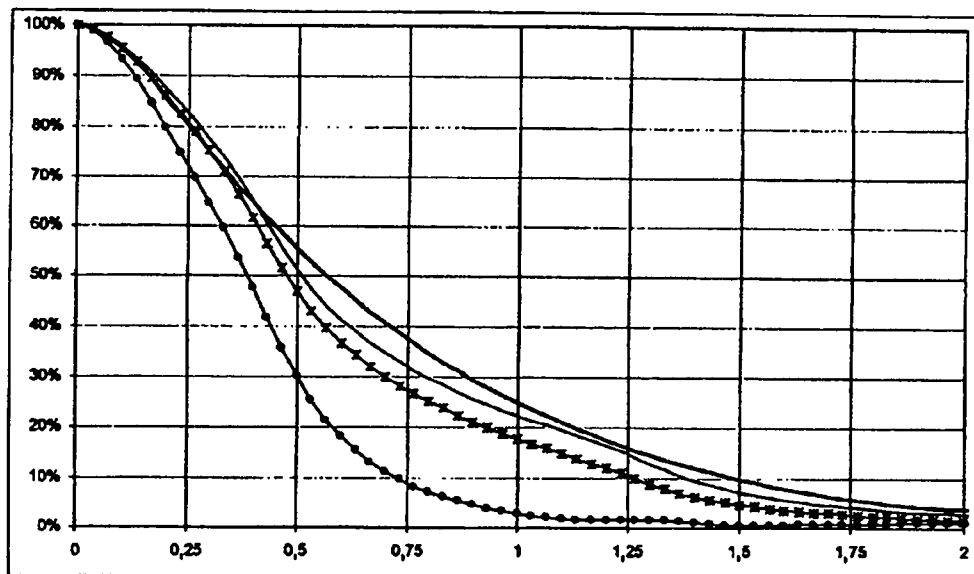


Fig. 3

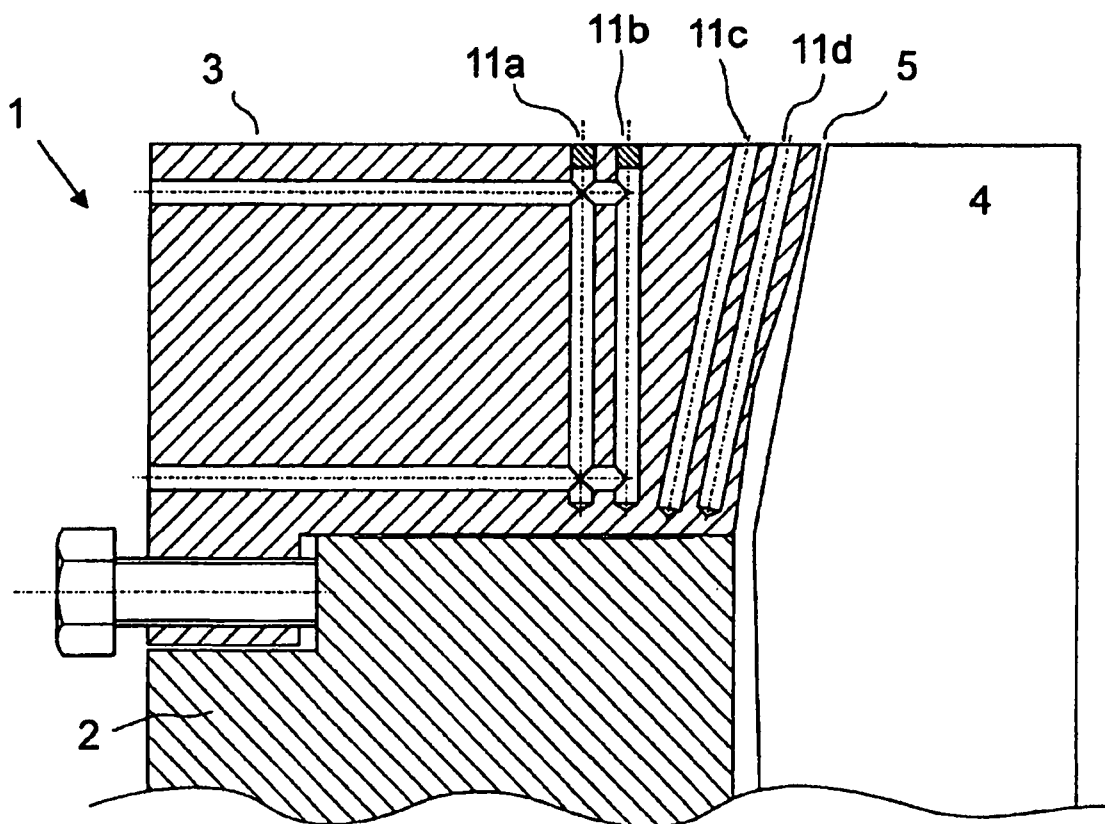


Fig. 4