



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 274 533**

⑤1 Int. Cl.:
B01D 69/08 (2006.01)
B01D 69/10 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **97202223 .0**
⑧6 Fecha de presentación : **16.07.1997**
⑧7 Número de publicación de la solicitud: **0819467**
⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **21.01.1998**

⑤4 Título: **Capilar semipermeable así como un proceso y un aparato para su fabricación.**

③0 Prioridad: **17.07.1996 NL 1003625**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

⑦3 Titular/es: **X-Flow B.V.**
Marssteden 50
7547 TC Enschede, NL

⑦2 Inventor/es: **Rekers, Casper Johannes Nicolaas**

⑦4 Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

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

Capilar semipermeable así como un proceso y un aparato para su fabricación.

5 La presente invención concierne a un capilar semipermeable que comprende una pared tubular semipermeable hecha de un material formador de membrana.

10 En el documento DE-A-22 36 226 se describe un capilar semipermeable de este tipo. En dicho documento se describe un capilar compuesto en su totalidad por una solución de polímero hilada. Dicha solución de polímero hilada se pone en contacto con un líquido coagulante. En función de la dirección del flujo del líquido coagulante a través de la pared, se produce una piel muy densa en el interior o en el exterior, mientras que en el otro lado se produce una estructura porosa. La piel densa hace la función de capa de membrana semipermeable y la estructura porosa, de material de soporte.

15 Una desventaja de dicho capilar conocido consiste en que es débil, dada su falta de refuerzo. En consecuencia, la pared semipermeable puede deteriorarse con rapidez. A fin de fortalecer dicho capilar, se puede incrementar el grosor de la pared, pero esto también incrementa sensiblemente la resistencia al flujo, con lo que la capacidad de filtración disminuye considerablemente.

20 El objeto de la presente invención es proporcionar un capilar tubular semipermeable reforzado en el que se eliminen dichas desventajas.

25 De acuerdo con la presente invención, este objeto se consigue según la reivindicación 1, en la que el capilar comprende además una capa tubular de refuerzo compuesta por al menos una cinta alargada convertida a forma tubular, y de la que al menos los bordes longitudinales se superponen entre sí, uniéndose al mismo tiempo la capa de refuerzo a la pared, y juntándose las secciones de cinta que se superponen entre sí gracias al material formador de membrana. Por lo tanto, el capilar comprende ventajosamente una pared semipermeable fortalecida mediante una capa de refuerzo. Para conseguir una fuerza determinada, el grosor de las paredes puede seguir siendo ventajosamente pequeño, con lo que la capacidad de filtración puede seguir siendo elevada. Además de formar la pared semipermeable de refuerzo, el material formador de membrana desempeña otra función: junta las secciones de cinta que se superponen entre sí. El capilar de acuerdo con la presente invención es barato y su fabricación es rápida y sencilla.

35 La cinta del capilar semipermeable de acuerdo con la presente invención tiene una estructura abierta de cohesión que está contenida, preferiblemente por completo, en el material formador de membrana. La estructura abierta de cohesión de la capa de refuerzo sirve para fortalecer el material formador de membrana. La capa de refuerzo está enganchada por completo en el material formador de membrana y, en consecuencia, la unión entre la capa de refuerzo y la pared es muy fuerte. La pared no se separa rápidamente de la capa de refuerzo ni se deteriora rápidamente en el caso de que se produzca cualquier tipo de deformación del capilar. La unión fuerte es particularmente ventajosa para el enjuague a contracorriente para limpiar el capilar, puesto que la dirección del flujo de la pared semipermeable y de la capa de refuerzo se invierte en relación con la que se tiene durante su uso. El material de cinta se puede componer, por ejemplo, de una tira de material no tejido, tejido, tricotado o trenzado.

45 Dado que, de acuerdo con la invención, al menos los bordes longitudinales de la cinta o cintas convertidos a forma tubular se superponen entre sí, la unión entre las secciones de cinta que se superponen entre sí se forma ventajosamente gracias al propio material formador de membrana. Es virtualmente imposible, en el caso de los capilares, pegar o soldar las secciones de cinta que se superponen entre sí, ya que la pieza necesaria para ello, que se tiene que alojar en la capa tubular de refuerzo, tendría una masa demasiado pequeña para dichos diámetros de tubo tan pequeños. Además, pegar o soldar reduciría considerablemente la velocidad de fabricación. Asimismo, en el caso de la unión de acuerdo con la invención, la costura de unión es a su vez semipermeable, lo que mantiene la superficie efectiva de membrana semipermeable a un nivel óptimo y ofrece la posibilidad de realizar una costura de unión ancha para obtener una unión fuerte. Esto contrasta con las juntas usadas al pegar o al soldar, que suelen ser impenetrables y, por lo tanto, se realizan lo más estrechas posible. De manera ventajosa, el diámetro interior del capilar es menor o igual a 5 mm. En consecuencia, se puede obtener una superficie muy grande de pared semipermeable reforzada para cada m³ de volumen.

55 Cabe destacar que el documento GB-A-2 289 634 describe una membrana tubular semipermeable soportada. En este caso, la membrana comprende una capa de soporte tubular hecha de un material de poliéster no tejido y una capa fina de membrana aplicada sobre la misma. En esta estructura, la capa de soporte tubular está formada a partir de una cinta alargada, estando los bordes longitudinales soldados entre sí mediante soldadura ultrasónica. En este caso, no se trata de ningún capilar y la técnica descrita en este documento no se puede aplicar fácilmente a capilares.

60 Asimismo cabe destacar que los documentos JP-A-54089980 y JP-A-54087681 describen membranas tubulares semipermeables en las que, en una primera etapa, se impregna y coagula un material formador de membrana, mientras que, en una segunda etapa, se suministra material formador de membrana en secciones de borde de cinta para su unión. Sin embargo, este método de dos etapas provoca una discontinuidad en la posición de la unión.

65 Asimismo cabe destacar que los documentos JP-A-55129108 y EP-A-0 362 917 describen membranas tubulares formadas a partir de dos capas de materiales de refuerzo unidas mediante un material que también forma una membrana permeable. No obstante, las dos capas de materiales de refuerzo ya están en forma tubular cuando se unen entre sí.

El solapamiento de acuerdo con la presente invención es mayor o igual a 90°. En consecuencia, se obtiene una unión muy fuerte entre las secciones de cinta que se superponen entre sí. Aumentando aún más el solapamiento, haciéndolo en particular mayor o igual a 360°, no sólo se obtiene una unión muy fuerte sino también una capa tubular de refuerzo muy rígida hecha a partir de una pluralidad de capas.

Asimismo es posible dotar a la pared semipermeable de una capa superior apta para la nanofiltración y/o la ósmosis inversa. Un método posible para hacerlo es mojar el capilar semipermeable tal como se ha descrito anteriormente, con una solución acuosa de una amina escogida adecuadamente, tras lo cual se pone el capilar en contacto con un haluro ácido escogido adecuadamente y disuelto en un disolvente orgánico inmiscible en agua, por ejemplo hexano, para así formar una capa superior de poliamida apta para la ósmosis inversa y/o la nanofiltración mediante polimerización de superficie de unión. De esta manera se obtiene una realización ventajosa del capilar semipermeable reforzado, que tiene la capacidad de resistir las presiones existentes durante la nanofiltración o la ósmosis inversa.

La presente invención también concierne a un método de fabricación de un capilar semipermeable según las reivindicaciones 4 y 5, y también a un dispositivo para la realización de dicho método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8.

La invención se explica con mayor detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en sección transversal de un primer ejemplo de realización de un capilar semipermeable de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es una vista de un segundo ejemplo de realización análoga a la figura 1;

la figura 3 es una vista de un tercer ejemplo de realización análoga a la figura 1;

la figura 4 es una vista de un cuarto ejemplo de realización análoga a la figura 1;

la figura 5 ilustra esquemáticamente un dispositivo para realizar un método de acuerdo con la presente invención,

la figura 6 ilustra en detalle ampliado una variante del dispositivo ilustrado en la figura 5.

La figura 1 ilustra un capilar semipermeable de acuerdo con la presente invención, que comprende una capa tubular de refuerzo con una pared semipermeable 2 en su interior hecha de material formador de membrana. Dicha capa de refuerzo tiene una estructura abierta de cohesión y está formada por una cinta 1 convertida a forma tubular. Dicha cinta 1 convertida a forma tubular se superpone a sí misma a un ángulo de aproximadamente 90°. De acuerdo con la invención, la estructura abierta de cohesión de la capa de refuerzo está totalmente contenida en el material formador de membrana con el que también se forma la pared semipermeable 2. Como resultado de dicha contención, no sólo se refuerza el capilar y se forma una unión fuerte entre la capa de refuerzo y la pared semipermeable 2, sino que se obtiene ventajosamente una unión simultánea entre las secciones de cinta que se superponen entre sí. De este modo, la pared semipermeable forma una fase continua con la capa de refuerzo, con lo que se obtiene un capilar reforzado.

La figura 2 ilustra un capilar similar al de la figura 1. La capa de refuerzo se forma de nuevo mediante una cinta 3 convertida a forma tubular. Sin embargo, en este caso el solapamiento es de aproximadamente 360° y la pared semipermeable 4 está prevista en el exterior. Como consecuencia de un solapamiento tan grande, la capa de refuerzo está hecha de dos capas a lo largo de toda la sección. La estructura abierta de cohesión de la capa de refuerzo está también contenida en el material formador de membrana. De este modo, se obtienen un capilar muy rígido y una unión muy fuerte entre las secciones de cinta que se superponen entre sí.

En la variante ilustrada en la figura 3, la capa de refuerzo está formada por dos cintas 5, 6 que se han convertido a una forma tubular conjunta. Esta vez la pared semipermeable 7 está prevista en el exterior. El solapamiento entre las dos cintas 5, 6 vuelve a ser de aproximadamente 90° para ambos bordes longitudinales.

La figura 4 ilustra un capilar similar al de la figura 3. La capa de refuerzo vuelve a estar formado por dos cintas 8, 9 convertidas a forma tubular. Sin embargo, el solapamiento es completo en este caso y la pared semipermeable 10 está prevista tanto en el interior como en el exterior. De la misma manera que en la figura 2, la capa de refuerzo está hecha de dos capas a lo largo de toda la sección.

La presente invención no se limita a los ejemplos de realización del capilar ilustrados en las figuras 1 a 4. Por ejemplo, el solapamiento puede ser más grande o más pequeño, pero siempre mayor o igual a 90°. La capa de refuerzo también puede formarse a partir de más de dos cintas.

El material formador de membrana está compuesto, en particular, de una solución de polímero que se coagula en un líquido coagulante, tal como agua, pero también puede estar compuesto, por ejemplo, de un polímero que contiene aceite que se coagula como consecuencia de la reducción de temperatura. La solución de polímero puede formarse a partir de polisulfona, fluoruro de polivinilideno, polietersulfona, poliacrilonitrilo o cualquier otro polímero adecuado para formar la pared semipermeable. La capa de refuerzo se forma mediante al menos una cinta que se convierte a

forma tubular y puede estar hecha de un material de lana fibroso no tejido, un material tricotado, un material tejido o un material trenzado, o bien cualquier otro material adecuado para formar la capa de refuerzo que tiene una estructura abierta de cohesión. El diámetro interior de los capilares de acuerdo con la presente invención está preferiblemente comprendido entre 1 y 5 mm.

5 La figura 5 ilustra un dispositivo adecuado para la fabricación en continuo de un ejemplo de realización de un capilar semipermeable reforzado de acuerdo con la invención, en el que la capa de refuerzo se forma mediante una cinta que se convierte a forma tubular y tiene una estructura abierta de cohesión. En el dispositivo, la cinta 11 se hace pasar a través de una cámara de perfilado 12. La cinta alargada 11 se suministra a partir de un rollo y se muestra en vista lateral en la parte superior de la figura 5, es decir, vista a lo largo de su borde longitudinal. La cámara de perfilado 12 comprende una parte cónica 13 y una parte tubular 14. Dado que la cinta se mueve hacia abajo en la parte cónica 13, que se estrecha progresivamente, la cinta 11 inicialmente plana se enrolla hasta adoptar una forma tubular. La cinta 11 se enrolla de tal modo que al menos sus bordes longitudinales se superponen entre sí. Durante el enrollamiento, la cinta 11 se impregna de un material 20 formador de membrana. Dado que dicha impregnación se efectúa a la vez que el enrollado, en particular el material formador de membrana situado entre las secciones de cinta que se superponen entre sí se hace pasar a través de la estructura abierta de cohesión, con lo que dicha estructura se impregna por completo de dicho material. A tal efecto, la parte cónica 13 se llena de material 20 formador de membrana, suministrado a través de un conducto 21. De manera ventajosa, el material 20 formador de membrana hace la función de lubricante durante el enrollamiento de la cinta 11. A continuación, la capa tubular de refuerzo así formada e impregnada del material formador de membrana se hace pasar por la parte tubular 14 y se pone en contacto allí dentro con un líquido coagulante 25. En consecuencia, el material 20 formador de membrana se coagula y, en función de las dimensiones de la parte cónica 13 y de la parte tubular 14, se produce una pared semipermeable en el interior y/o en el exterior de la capa tubular de refuerzo. Además se produce una unión muy fuerte entre las secciones de la cinta 11 que se superponen entre sí, dado que el material 20 formador de membrana, que está situado en la estructura abierta de cohesión de la cinta 11 y, en particular, en la posición de las secciones de cinta que se superponen entre sí, se seca.

En el dispositivo ilustrado en la figura 5, la pared semipermeable está prevista sustancialmente en el interior de la capa tubular de refuerzo. Esto se ocasiona porque el diámetro interior d_{buis} de la parte tubular 14 presenta una construcción de igual tamaño que el diámetro interior más pequeño $d_{\text{c,min}}$ de la parte cónica 13. Para constituir dicho diámetro interior más pequeño, la cinta 11 enrollada en forma tubular está situada, en consecuencia, con su parte exterior sustancialmente contra la pared interior de la parte tubular 14. Por lo tanto, se deja libre muy poco espacio, o incluso ninguno, en el exterior de la capa tubular de refuerzo, con lo que se evita en ese punto la formación de una capa semipermeable sin roturas. Además, el líquido coagulante 25 se suministra en primer lugar en el interior de la capa tubular de refuerzo impregnada de material formador de membrana. Esto se realiza a través de un conducto 26 que se extiende desde la parte cónica 13 hasta el interior de la parte superior de la parte tubular 14 y, en concreto, hasta el interior de la capa tubular de refuerzo ya formada. El grosor de la pared semipermeable que se ha de formar se determina por la diferencia entre el diámetro exterior del conducto 26 y el diámetro interior de la capa tubular de refuerzo formada en la parte cónica 13. En consecuencia, la pared semipermeable compuesta de material 20 formador de membrana se forma en el interior de la capa tubular de refuerzo impregnada de material formador de membrana. Solamente después de que la capa tubular de refuerzo haya salido de la parte tubular 14 entra su parte exterior en contacto con el líquido coagulante 25. A tal efecto, por debajo de la cámara de perfilado 12 se sitúa un recipiente 28 lleno de líquido coagulante 25 gracias a un conducto 27.

En el dispositivo ilustrado en la figura 6, la pared semipermeable está prevista sustancialmente en el exterior de la capa tubular de refuerzo. Esto se ocasiona porque el diámetro interior d_{buis} de la parte tubular 14 presenta una construcción mayor que el diámetro interior más pequeño $d_{\text{c,min}}$ de la parte cónica 13. Por lo tanto, se deja espacio libre en el exterior de la capa tubular de refuerzo, con lo que se forma en ese punto una pared semipermeable continua. En concreto, se proporciona material 20 formador de membrana en el exterior de la capa tubular de refuerzo a través de un conducto de alimentación 29. En este caso, el conducto 26 presenta un diámetro exterior virtualmente igual al diámetro interior de la capa tubular de refuerzo formada en la parte cónica 13. En consecuencia, se deja libre muy poco espacio, o incluso ninguno, en el interior de la capa tubular de refuerzo, con lo que se evita en ese punto la formación de una pared semipermeable continua. El conducto 26 está previsto de tal manera que desemboca por debajo del conducto de alimentación 29 y también sirve para asegurar que la capa tubular de refuerzo no se apriete como consecuencia del suministro de más material 20 formador de membrana a través del conducto de alimentación 29.

Si se tiene que proporcionar la pared semipermeable tanto en el interior como en el exterior, se puede utilizar un dispositivo que combine los dispositivos ilustrados en las figuras 5 y 6.

Tal como se aprecia en la figura 5, la cinta 11 se desplaza hacia abajo en la cámara de perfilado 12 accionando unos rodillos guía 30 ubicados en la parte superior de dicha cámara de perfilado 12 y/o un rodillo guía 31 ubicados en la parte inferior de la cámara de perfilado 12. Los rodillos guía 30 están previstos en la cámara de perfilado 12 de tal manera que la cierran en la parte superior. Por lo tanto, es ventajosamente posible dotar al material 20 formador de membrana de una determinada presión por encima de la presión atmosférica, con lo que el material 20 formador de membrana puede impregnar bien la cinta abierta de cohesión 10. Con una presión lo suficientemente elevada, incluso se puede eliminar el conducto 29 en el ejemplo de realización de la figura 6: de hecho, en ese caso, el material formador de membrana no necesita suministrarse por separado, sino que se hace pasar por la estructura abierta de cohesión de la capa tubular de refuerzo hacia el espacio situado entre la parte tubular 14 y la capa tubular de refuerzo.

ES 2 274 533 T3

La fabricación de un capilar semipermeable reforzado en el que la capa de refuerzo está hecha de dos cintas se puede llevar a cabo gracias a un dispositivo en el que la cámara de perfilado comprende dos partes cónicas situadas una dentro o detrás de la otra. Este ejemplo de realización del capilar se puede fabricar también mediante un dispositivo tal como el ilustrado en las figuras 5 y 6. En ese caso, ambas cintas necesitan utilizar partes de pared opuestas de la parte cónica 13. Asimismo se necesitan dos alimentadores de cinta en lugar de uno solo. Además, es necesario supervisar precisamente cómo se acercan las dos cintas entre sí para que se superpongan entre sí correctamente.

Se puede obtener un capilar semipermeable reforzado con el dispositivo de acuerdo con la presente invención de manera muy simple, rápida y económica. En lugar del dispositivo descrito anteriormente, son posibles muchos otros ejemplos de realización para fabricar capilares semipermeables reforzados de acuerdo con la invención. Por ejemplo, en lugar de una cámara de perfilado se pueden considerar también uno o más convertidores que hacen que la cinta adopte una forma tubular y están situados uno detrás del otro.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Capilar semipermeable que comprende una pared semipermeable tubular (2) compuesta de material formador de membrana, **caracterizado** porque comprende además una capa tubular de refuerzo compuesta por al menos una cinta alargada (1) convertida a forma tubular, y de la que al menos los bordes longitudinales se superponen entre sí, uniéndose al mismo tiempo la capa de refuerzo a la pared (2), y juntándose las secciones de cinta que se superponen entre sí gracias al material formador de membrana, en el que la cinta (1) presenta una estructura abierta de cohesión contenida en el material formador de membrana, cuyo diámetro interior es menor o igual a 5 mm,
- 10 en el que el solapamiento es mayor o igual a 90°, y en el que las secciones de cinta que se superponen entre sí se han unido mediante el material formador de membrana en un proceso de formación simultáneo al de formación y unión a la capa de refuerzo de la pared semipermeable (2) mediante dicho material formador de membrana, en el que se ha formado una fase continua entre la pared semipermeable (2) y la capa de refuerzo.
- 15 2. Capilar semipermeable de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el solapamiento es mayor o igual a 360°.
- 20 3. Capilar semipermeable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque se ha aplicado una capa apta para la nanofiltración y/o la ósmosis inversa en la parte superior de la pared semipermeable.
- 25 4. Método de fabricación de un capilar semipermeable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque al menos una cinta alargada (11), inicialmente plana, con una estructura abierta de cohesión se convierte a forma tubular de tal manera que al menos los bordes longitudinales se superponen entre sí, impregnándose la estructura abierta de cohesión de material (20) formador de membrana, tras lo cual el material (20) formador de membrana de la/s cinta/s (11) convertida/s a forma tubular se coagula mediante un líquido coagulante (25), con lo que se forman simultáneamente una unión entre las secciones de cinta que se superponen entre sí y una capa de membrana semipermeable de la pared interior y/o exterior de la cinta (11) convertida a forma tubular.
- 30 5. Método según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la cinta (11) se impregna de material (20) formador de membrana durante la conversión a forma tubular.
- 35 6. Dispositivo para la realización del método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 ó 5, que comprende unos medios de perfilado para convertir la cinta alargada (11), inicialmente plana, a forma tubular, así como unos medios de alimentación para desplazar la cinta (11) por los medios de perfilado, **caracterizado** porque los medios de perfilado comprenden una cámara de perfilado (12) con una parte cónica (13) y una parte tubular (14), comprendiendo dicha parte cónica (13) unos medios de relleno (21) para llenar la parte cónica (13) de material (20) formador de membrana, y comprendiendo además dicho dispositivo unos medios de alimentación (26, 27) para suministrar líquido coagulante (25).
- 40 7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque el diámetro interior de la parte tubular (14) es sustancialmente igual que el diámetro más pequeño de la parte cónica (13).
- 45 8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque el diámetro interior de la parte tubular (14) es mayor que el diámetro más pequeño de la parte cónica (13).

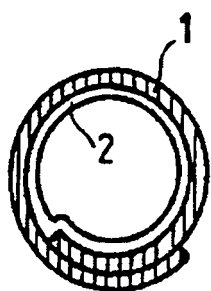


FIG. 1

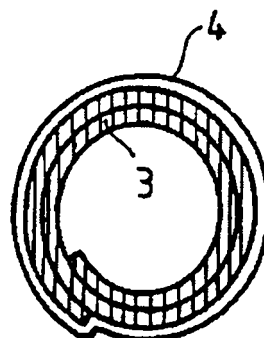


FIG. 2

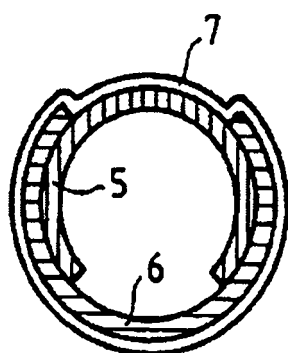


FIG. 3

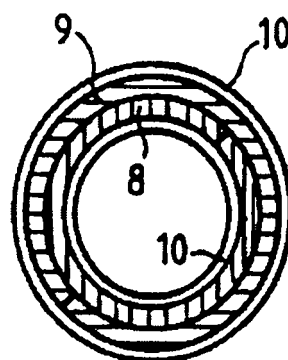


FIG. 4

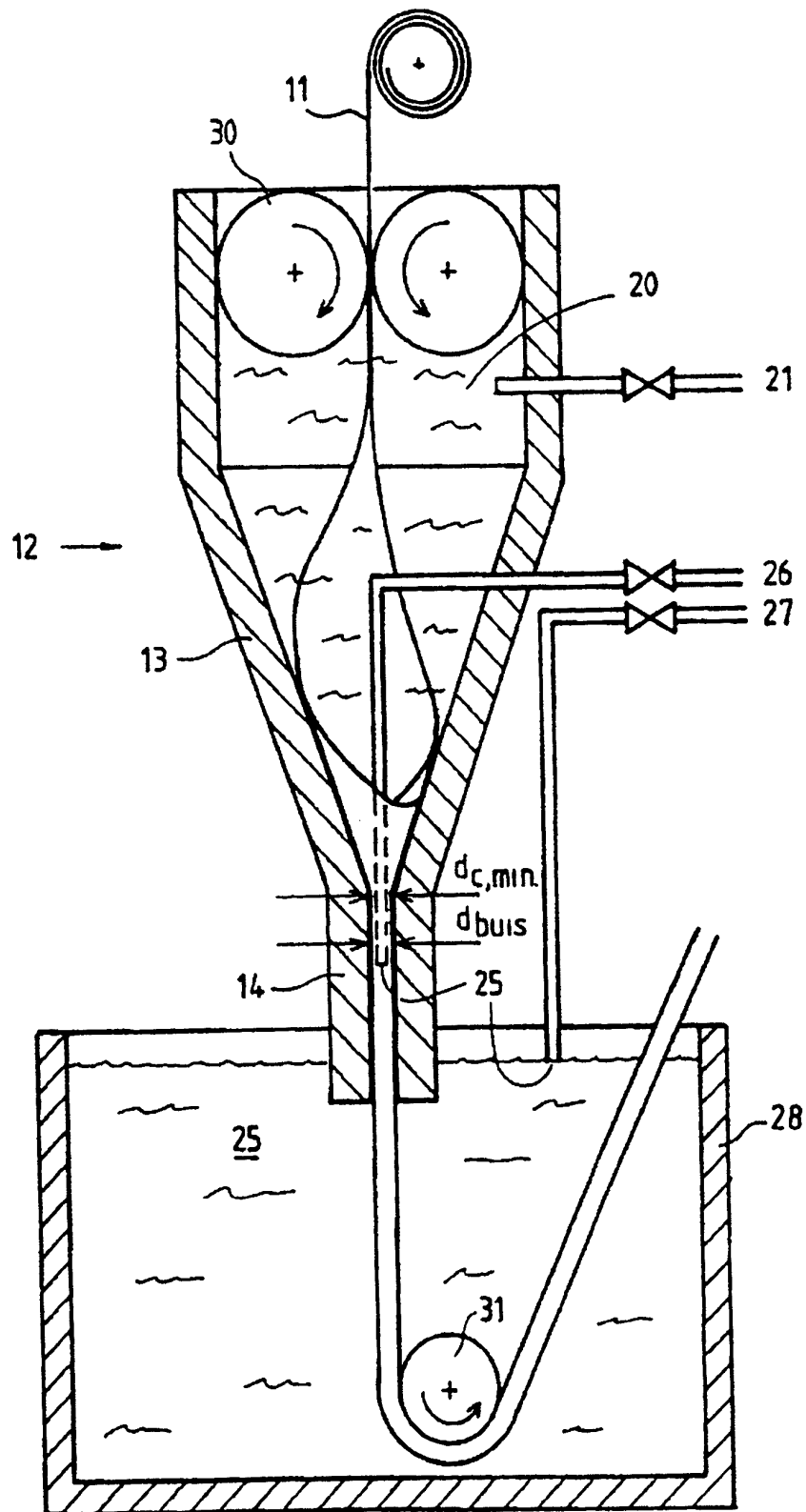


FIG. 5

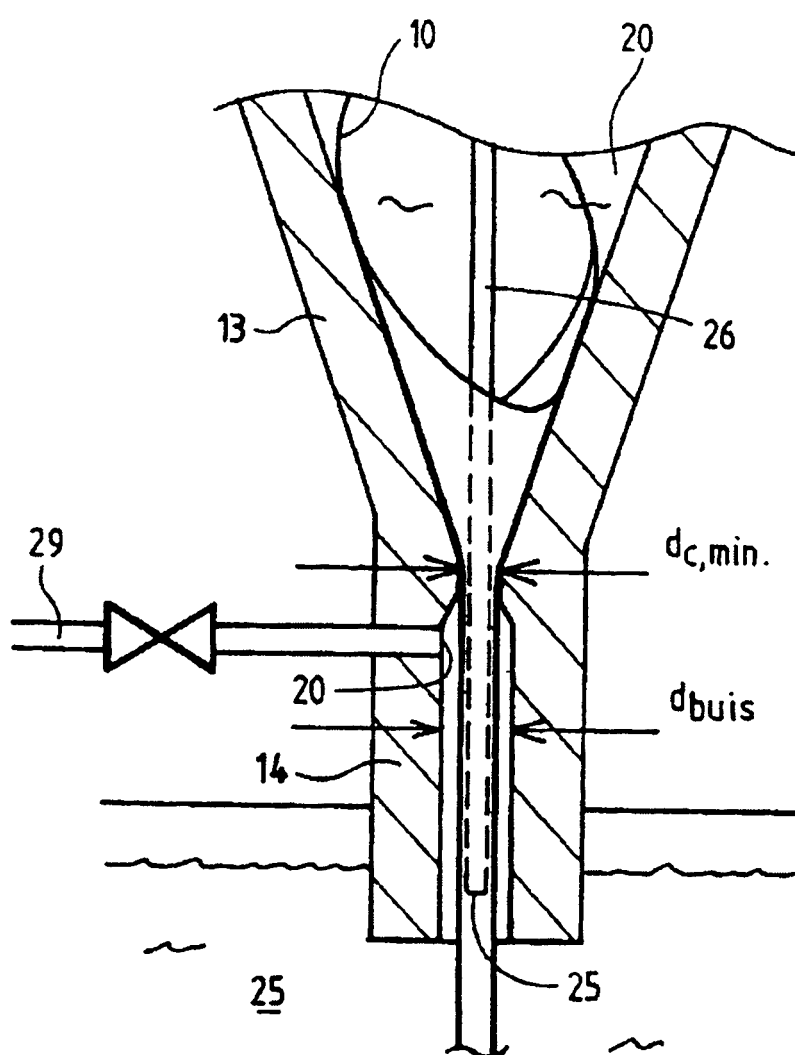


FIG. 6