

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 473 816**

51 Int. Cl.:

F01D 5/14 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2010 E 10382269 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014 EP 2441950**

54 Título: **Pala para un aerogenerador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.07.2014

73 Titular/es:

ALSTOM RENOVABLES ESPAÑA, S.L. (100.0%)
C/ Roc Boronat, 78
08005 Barcelona, ES

72 Inventor/es:

FEIGL, LUCA

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 473 816 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

Pala para un aerogenerador

5 [0001] La presente invención se refiere a una pala para un aerogenerador. La invención se refiere, además, a un método para reducir la deformación de una pala de un aerogenerador.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 [0002] Típicamente, las palas de un aerogenerador están fijadas en una porción de raíz de la pala al buje del rotor, ya sea directamente o a través de un extensor.

15 [0003] Típicamente, las palas de un aerogenerador se fabrican a partir de materiales compuestos: fibras de refuerzo pueden unirse unas con otras con una resina y, posteriormente se pueden curar hasta consolidar. Pueden usarse diferentes tipos de fibras (por ejemplo: vidrio, carbono, combinaciones) y resinas (por ejemplo: epoxy) de diferentes maneras (por ejemplo, preimpregnados, láminas de fibra). Dichos materiales compuestos no pueden tener la integridad estructural para proporcionar un mecanismo de fijación seguro en el cual podrían insertarse directamente, por ejemplo, pernos roscados. Por esta razón, es conocido que las palas de aerogeneradores comprendan insertos metálicos o casquillos embebidos dentro de la raíz de la pala, en una dirección paralela a la del eje longitudinal de la pala. Se pueden utilizar espárragos, pernos o varillas en combinación con estos casquillos para conseguir una conexión segura entre el buje o el extensor y la pala.

25 [0004] En términos generales, un proceso de fabricación de una pala de un aerogenerador puede comprender una primera etapa de moldeo y curado de dos mitades separadas de una pala, hechas en material compuesto, y una segunda etapa de desmoldeo de estas dos mitades y unión de las mismas. Alternativamente, puede fabricarse una pala completa en una única etapa de moldeo. Una vez que la pala ha sido fabricada permanece almacenada hasta que el aerogenerador es finalmente instalado. Típicamente, dicho almacenaje puede durar desde un mes hasta un año.

30 [0005] A pesar de que las palas se fabrican en material compuesto con el fin de reducir su peso, es importante tener en cuenta el hecho que una pala terminada, hecha en material compuesto, sigue teniendo un peso considerable.

35 [0006] Por lo tanto, un problema que se deriva del arriba indicado tiempo de almacenaje es que la porción de la raíz de la pala se deforma en la posición de almacenaje, debido al peso de la propia pala (ver figura 1).

[0007] La figura 1 muestra esquemáticamente una pala de un aerogenerador en una posición de almacenamiento. La flecha A muestra la fuerza del peso que actúa sobre la porción de la raíz de la pala 11 y que puede causar deformación de la superficie de montaje 111 de la porción de la raíz de la pala.

40 [0008] La orientación de la pala en la figura 1 es simplemente una de varias posiciones de almacenaje posibles. La posición de almacenaje ideal puede depender de la longitud de la pala, su forma, su curvatura y otros parámetros de diseño de la pala.

45 [0009] Otro problema, relacionado con el anterior, deriva de la aceleración del proceso de fabricación de la pala. A menudo, las palas o mitades de palas son retiradas del molde cuando el proceso de curado todavía no está completamente terminado. Por lo tanto la resina puede seguir estando parcialmente blanda y la pala puede deformarse más fácilmente por su propio peso.

50 [0010] En la práctica, la deformación de la raíz de la pala puede conducir a una fijación más vulnerable en el buje. Los orificios de fijación de la pala no pueden quedar completamente alineados con los orificios de fijación del buje o el extensor, y los espárragos o pernos utilizados para conectar la pala al buje no pueden quedar completamente centrados en sus orificios. Así, en uso, los mismos pueden estar sometidos a cargas transversales, potencialmente acortando su vida útil y la vida útil de las palas. El documento WO2010/012280 divulga una fijación para retener una pala de aerogenerador.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

60 [0011] Es un objeto de la presente invención superar, al menos parcialmente, algunos de los inconvenientes arriba mencionados.

65 [0012] En un primer aspecto, la invención proporciona una pala para un aerogenerador que comprende una porción de raíz de la pala, definiendo la porción de raíz de la pala una superficie de montaje anular para acoplamiento a un buje o un extensor del aerogenerador y comprendiendo una pluralidad de primeros orificios provistos de un casquillo interno, en el que al menos un primer casquillo interno puede comprender al menos un primer miembro de fijación, y

al menos un segundo casquillo interno puede comprender al menos un segundo miembro de fijación. El primer y segundo casquillo pueden estar situados en o cerca de posiciones sustancialmente opuestas de la superficie de montaje anular, en el que dichos primer y segundo miembros de fijación pueden estar adaptados para recibir medios de conexión para conectar el primer miembro de fijación con el segundo miembro de fijación.

5 [0013] En este aspecto de la invención, cuando los medios de conexión se aseguran a los miembros de fijación de al menos dos casquillos internos situados en posiciones sustancialmente opuestas, una fuerza tensora puede actuar entre dichos casquillos sustancialmente opuestos. Dicha fuerza tensora puede, por lo tanto, detener la deformación hacia afuera de la superficie de montaje anular de la raíz de la pala debida al peso de la pala, cuando la pala está en una posición de almacenaje. Por lo tanto, se puede mantener una distancia adecuada entre casquillos sustancialmente opuestos de manera que los espárragos o pernos utilizados para conectar la pala al buje puedan centrarse en los orificios proporcionados con dichos casquillos. Por tanto, la vida útil de dichos espárragos o pernos y de las palas puede alargarse.

15 [0014] En algunas realizaciones, los medios de conexión pueden comprender medios tensores para ajustar la tensión de los medios de conexión que conectan el primer y segundo miembros de fijación. En estas realizaciones, la tensión entre dos lados de una pala puede ser controlada con mayor precisión. Adicionalmente, la tensión entre dos lados de la pala se puede variar en el tiempo en función de las circunstancias.

20 [0015] Adicionalmente en este aspecto, algunas realizaciones pueden comprender una pluralidad de medios de conexión dispuestos para conectar cada uno al menos un primer miembro de fijación de al menos un primer casquillo con al menos un segundo miembro de fijación de al menos un segundo casquillo, los segundos casquillos pueden estar dispuestos en o cerca de la posición sustancialmente opuesta a sus correspondientes primeros casquillos.

25 [0016] Algunas realizaciones pueden comprender uno o más medios de conexión dispuestos en una dirección sustancialmente horizontal con respecto a la pala en una posición de almacenaje. En estas realizaciones, la fuerza tensora puede aplicarse en la dirección más crítica para evitar la deformación.

30 [0017] En otro aspecto, la invención proporciona un rotor de aerogenerador que comprende un buje y al menos una pala sustancialmente según se ha descrito anteriormente. En algunas realizaciones, el rotor del aerogenerador puede comprender, además, un extensor.

35 [0018] En otro aspecto, la invención proporciona un método para reducir la deformación de la raíz de la pala en una pala sustancialmente según lo descrito anteriormente, comprendiendo el método la etapa de conectar entre sí al menos un primer y un segundo miembros de fijación con medios de conexión.

40 [0019] En algunas realizaciones, la etapa de conectar entre sí al menos un primer y un segundo miembros de fijación con medios de conexión es llevada a cabo sustancialmente directamente después de la fabricación de la pala.

45 [0020] Cuando dos mitades de pala (o alternativamente una pala) han sido retiradas de un molde antes de que concluya el proceso de curado, las deformaciones debidas al propio peso de la pala se pueden minimizar por medio de asegurar dos miembros de fijación sustancialmente opuestos y dispuestos en dos casquillos sustancialmente opuestos de la porción de raíz de la pala con medios de conexión según lo descrito anteriormente.

50 [0021] En algunas realizaciones, los medios de conexión se pueden disponer entre al menos un primer y un segundo miembros de fijación situados en posiciones sustancialmente diametralmente opuestas y los miembros de fijación están dispuestos de tal manera que uno o más medios de conexión se pueden disponer en una dirección sustancialmente horizontal, cuando la pala está en la posición de almacenaje.

55 [0022] En algunas realizaciones, después de llevada a cabo la etapa de conectar entre sí al menos un primer y un segundo miembros de fijación con medios de conexión, la tensión en dichos medios de conexión se puede adaptar a fin de mantener una distancia apropiada entre casquillos sustancialmente opuestos que comprenden dichos al menos un primer y un segundo miembros de fijación.

[0023] Otros objetos, ventajas y características de realizaciones de la invención serán evidentes para aquellos expertos en la materia examinando la descripción, o se pueden aprender por la práctica de la invención.

60 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

[0024] A continuación se describen realizaciones particulares de la presente invención por medio de ejemplos no limitantes, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

65 La figura 1 muestra una pala para un aerogenerador en una posición de almacenaje;

La figura 2 muestra una vista en sección de la unión de la pala para un aerogenerador a un buje o un extensor de un aerogenerador, según una primera realización;

- 5 Las figuras 3a-3b muestran una vista en sección de un casquillo interno según otras realizaciones de la presente invención, teniendo una pluralidad de miembros de fijación adaptados para recibir medios de conexión;

Las figuras 4a-4e muestran esquemáticamente otras realizaciones de la presente invención.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE LA INVENCION

[0025] A continuación se describen realizaciones particulares de la presente invención con referencia, sólo a título de ejemplos no limitantes, a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 15 [0026] La figura 2 representa una vista en sección longitudinal de la unión de una pala en una porción de raíz de la pala 11 acoplada a una brida de montaje 12 de un buje o un extensor de un aerogenerador. La porción de raíz de la pala define una superficie de montaje anular 111 (más claramente mostrada en las figuras 1 y 4a-4e) para acoplamiento al buje o al extensor y comprende una pluralidad de primeros orificios 13 que pueden estar provistos con un casquillo interno 14.

- 20 [0027] Según una primera realización, mostrada en la figura 2, uno o más de los casquillos 14 pueden comprender un miembro de fijación 15 adaptado para recibir medios de conexión 16 (mostrados en las figuras 4a-4e). Tal como puede verse en la figura 2, los miembros de fijación 15 pueden atravesar una pared interior 131 del primer orificio 13 de la raíz de la pala 11.

- 25 [0028] Según esta primera realización ilustrada en la figura 2, los miembros de fijación 15 pueden estar roscados en los casquillos 14.

- 30 [0029] No obstante, debe tenerse en cuenta que hay muchas maneras alternativas para conectar un miembro de fijación a un casquillo, tales como miembros de fijación soldados a los casquillos, miembros de fijación mecanizados integralmente con los casquillos o cualquier otro método de acoplamiento adecuado.

- 35 [0030] En la realización ilustrada en las figuras 2 y 3a-3b los miembros de fijación 15 comprenden un ojal. Los ojales de miembros de fijación opuestos pueden estar conectados, por ejemplo, con un cable que comprende ganchos que pueden entrar en los ojales en ambos extremos.

- 40 [0031] Además, la figura 2 ilustra una brida de montaje 12 de un buje o un extensor de un aerogenerador que puede comprender una pluralidad de segundos orificios 121. Estos segundos orificios 121 de la brida de montaje 12 pueden estar alineados con los primeros orificios 13 de la pala permitiendo la inserción de elementos de sujeción 17 para asegurar la pala 10 al buje o al extensor. En general, pernos, espárragos, varillas o similares se utilizan como elementos de sujeción.

- 45 [0032] Debe tenerse en cuenta que una brida de montaje 12 tal como la ilustrada en la figura 2 puede formar parte del buje o del extensor. Una raíz de pala 11 puede montarse directamente en el buje o puede montarse en un extensor fijado al buje.

- 50 [0033] Distintas realizaciones pueden comprender miembros de fijación y medios de conexión complementarios, que preferentemente pueden montarse fácilmente. Por ejemplo: en una realización un cable o alambre que comprende un gancho en cada extremo puede utilizarse como medio de conexión. Los miembros de fijación pueden comprender un ojal adecuado en el cual los ganchos del cable pueden insertarse. Alternativamente, el cable o alambre, puede comprender un ojal, mientras que los miembros de fijación pueden comprender un gancho. Aún en otras realizaciones, los medios de conexión pueden ser una varilla que se puede conectar a un miembro de fijación comprendiendo, por ejemplo, un agujero. La varilla puede comprender además una rosca en cada extremo y el agujero complementario puede comprender una rosca interior.

- 55 [0034] Según distintas realizaciones, los miembros de fijación 15 pueden seleccionarse entre el grupo que consiste en un gancho, un ojal, un tornillo, un broche, un aro, un cierre automático, un agujero, un colgador, un rizo, una abrazadera, un par de soportes o similares, dependiendo del tipo de medios de conexión que se vayan a utilizar.

- 60 [0035] Según distintas realizaciones, los medios de conexión 16 pueden seleccionarse del grupo que consiste en un alambre, un cable, un cordón, una cuerda, un cinto, un palo, una soga, una varilla o similares, dependiendo del tipo de miembros de fijación que se vayan a utilizar.

- 65 [0036] La figura 3a muestra una vista en sección de un casquillo 14 según una segunda realización en la cual el casquillo 14 puede comprender dos ojales 15.

5 [0037] La figura 3b muestra una realización adicional de un casquillo 14 que comprende dos ojales 15 conectados entre sí por medio de una barra 151. La barra 151 puede conectarse a los ojales 15 por medio de cables o ganchos. También pueden utilizarse otras piezas de conexión alternativas en lugar de una barra 151 para conectar entre sí dos miembros de fijación.

10 [0038] Debe entenderse que el número de miembros de fijación puede variar en función, por ejemplo, del tamaño de la porción de raíz de la pala. En otras realizaciones pueden proporcionarse más miembros de fijación en un único casquillo y una pieza de conexión adecuada puede conectar más de dos miembros de fijación. Un aspecto de las realizaciones en las cuales varios medios de fijación se conectan entre sí por medio de una de estas piezas de conexión es que las cargas pueden distribuirse bien a lo largo de toda la longitud del casquillo.

15 [0039] Las figuras 4a-4e muestran posibles disposiciones de palas en posición de almacenaje, según la presente invención.

20 [0040] La figura 4a ilustra el caso en el cual un único cable 16 se ajusta entre dos casquillos 141, 142 diametralmente opuestos que pueden estar en una posición sustancialmente horizontal con respecto a la pala 10 en posición de almacenaje. En la figura 4a, el cable 16 está provisto de un tensor 18 que sirve como miembro tensor. Al usar el tensor 18 se puede ajustar una tensión deseada para evitar la deformación de la pala.

25 [0041] En otras realizaciones se pueden utilizar otros medios tensores como por ejemplo una tuerca, una arandela o similares en combinación con por ejemplo una varilla como medios de conexión de manera de adaptar la tensión de los medios de conexión.

30 [0042] En otras realizaciones, se puede garantizar automáticamente la tensión correcta por medio de elegir un cable (u otro medio de conexión) de un largo y/o elasticidad adecuados.

35 [0043] La figura 4b muestra una realización que comprende cinco cables 16 que conectan miembros de fijación en casquillos consecutivos 141, 141a, 141b con sus respectivos casquillos diametralmente opuestos 142, 142a, 142b. En esta realización, los cables 16 están dispuestos casi en dirección sustancialmente horizontal con respecto a la pala 10 en posición de almacenaje.

40 [0044] La figura 4c muestra otra realización que comprende cinco cables 16 que conectan miembros de fijación en casquillos alternos 141, 141a, 141b y sus casquillos diametralmente opuestos 142, 142a, 142b. En comparación con la realización de la figura 4b, los cables se han separado.

45 [0045] La figura 4d muestra una realización similar a aquella mostrada en la figura 4c, pero con cuatro cables 16 que conectan miembros de fijación en casquillos alternos 141a, 141b con sus casquillos diametralmente opuestos 142a, 142b. En la disposición representada en la figura 4d, el cable dispuesto lo más horizontal posible con respecto a la pala 10 en posición de almacenaje representado en la figura 4c ha sido quitado. En comparación con las realizaciones de las figuras 4b y 4c, los cables han sido quitados de la posición horizontal.

50 [0046] La figura 4e muestra una realización que comprende una única varilla 18 ajustada en cada extremo por medio de al menos dos cables 19 fijados a distintos casquillos 141, 141a y a sus casquillos sustancialmente opuestos en el otro extremo.

55 [0047] En las figuras 4a-4e se han mostrado varias disposiciones posibles para los medios de conexión. La más adecuada de dichas disposiciones (o incluso otras alternativas) puede depender, por ejemplo, de la forma y tamaño de la raíz de la pala, los materiales utilizados, la tensión que tiene que proporcionarse y la deformación experimentada sin los cables.

60 [0048] Según realizaciones preferidas de la invención, los medios de conexión se montan en los miembros de fijación dispuestos en los casquillos 14 sustancialmente inmediatamente después de fabricada la pala 10 de manera de limitar lo más posible la deformación.

65 [0049] En algunas realizaciones, la porción de raíz de la pala 11 puede comprender además una brida anular metálica (no representada en los dibujos) dispuesta alrededor de la periferia de la superficie de montaje anular 111 de la raíz de la pala 11. Dicha brida comprendería una pluralidad de agujeros correspondientes adecuados para encajar los elementos de fijación, de manera que la pala con brida pueda conectarse al buje (o al extensor).

[0050] A pesar que esta invención ha sido divulgada en el contexto de algunas realizaciones y ejemplos preferidos, los expertos en la material entenderán que la presente invención se extiende más allá de las realizaciones específicamente reveladas a otras realizaciones y/o usos alternativos de la invención y a las modificaciones evidentes y equivalentes de la misma. Más aún, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de las realizaciones particulares descritas. Así, se pretende que el alcance de la presente invención no se esté limitado por

la divulgación de las realizaciones particulares descritas anteriormente, sino que dicho alcance venga determinado por una lectura razonable de las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una pala para un aerogenerador que comprende una porción de raíz de la pala (11), definiendo la porción de raíz de la pala (11) una superficie de montaje anular (111) para acoplamiento a un buje o un extensor del aerogenerador y comprendiendo una pluralidad de primeros orificios (13) provistos de un casquillo interno (14), caracterizada por el hecho de que

10 la porción de raíz de la pala comprende al menos un primer casquillo interno (14) que comprende al menos un primer miembro de fijación (15), y al menos un segundo casquillo interno (14) que comprende al menos un segundo miembro de fijación (15), estando situados el primer y segundo casquillos (14) en o cerca de posiciones sustancialmente opuestas de la superficie de montaje anular (111) y en el que

15 dichos primer y segundo miembros de fijación (15) están adaptados para recibir medios de conexión (16) seleccionados del grupo que consiste en un alambre, un cable, un cordón, una cuerda, un cinto, un palo, una soga, una varilla o similar, para conectar el primer miembro de fijación con el segundo miembro de fijación.
2. Una pala según la reivindicación 1, en la que los medios de conexión comprenden medios tensores para ajustar la tensión de los medios de conexión que conectan el primer y segundo miembros de fijación.
- 20 3. Una pala según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en la que al menos un miembro de fijación está mecanizado con el casquillo formando una pieza integral.
4. Una pala según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que al menos un miembro de fijación está roscado en el casquillo.
- 25 5. Una pala según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que al menos un casquillo comprende una pluralidad de miembros de fijación adaptados para recibir medios de conexión.
- 30 6. Una pala según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que una pluralidad de medios de conexión están dispuestos para conectar cada uno al menos un primer miembro de fijación de al menos un primer casquillo con al menos un segundo miembro de fijación de al menos un segundo casquillo, los segundos casquillos dispuestos en o cerca de posiciones sustancialmente opuestas de sus correspondientes primeros casquillos.
7. Una pala según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que uno o más medios de conexión están dispuestos en una posición sustancialmente horizontal, cuando la pala está en posición de almacenaje.
- 35 8. Una pala según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que los medios de conexión son cables de acero.
9. Una pala según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en la que la porción de raíz de la pala comprende además una brida rígida anular en la periferia de la superficie de montaje anular de la raíz de la pala.
- 40 10. Rotor de aerogenerador que comprende un buje y al menos una pala según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9.
- 45 11. Rotor de aerogenerador según la reivindicación 10, que comprende además un extensor.
- 50 12. Método para reducir deformación de la raíz de pala en una pala según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, que comprende la etapa de conectar al menos un primer y un segundo miembros de fijación (15) entre sí con medios de conexión (16) seleccionados del grupo que consiste en un alambre, un cable, un cordón, una cuerda, un cinto, un palo, una soga, una varilla o similar.
- 55 13. Método para reducir deformación según la reivindicación 12, en el que la etapa de conectar al menos un primer y un segundo miembros de fijación entre sí con medios de conexión se lleva a cabo sustancialmente directamente después de la fabricación de la pala.
- 60 14. Método para reducir deformación según una cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, en el que los medios de conexión están dispuestos entre al menos un primer y un segundo miembros de fijación situados en posiciones sustancialmente diametralmente opuestas, estando dispuestos los miembros de fijación de manera tal que uno o más medios de conexión estén dispuestos en una dirección sustancialmente horizontal, cuando la pala está en posición de almacenaje.
15. Método para reducir deformación según una cualquiera de las reivindicaciones 12-14, en el que después de conectado al menos un primer y segundo miembros de fijación entre sí con medios de conexión, la tensión en dichos medios de conexión es adaptada de manera de mantener una distancia apropiada entre casquillos sustancialmente opuestos que comprenden dichos al menos un primer y segundo miembros de fijación.

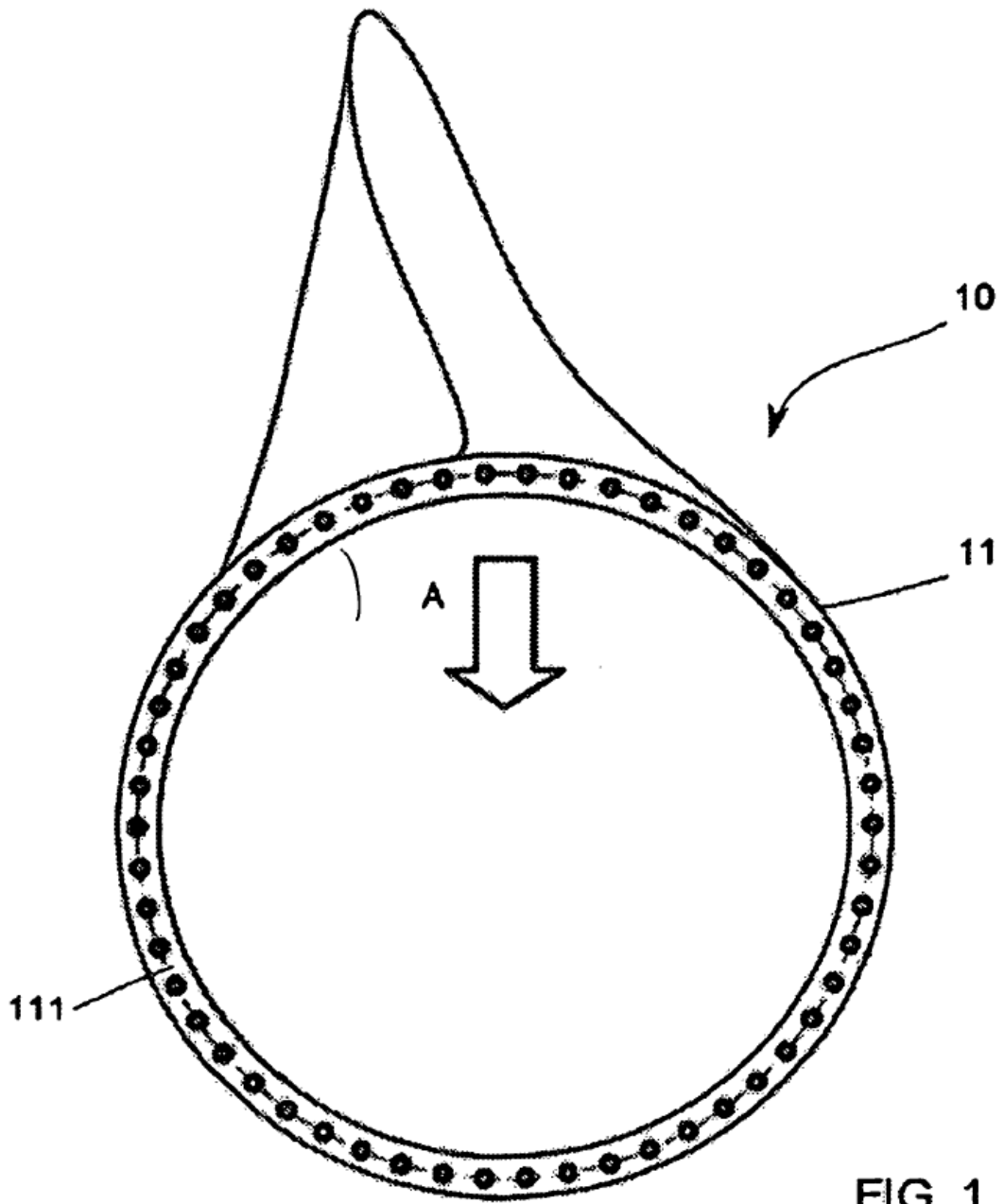
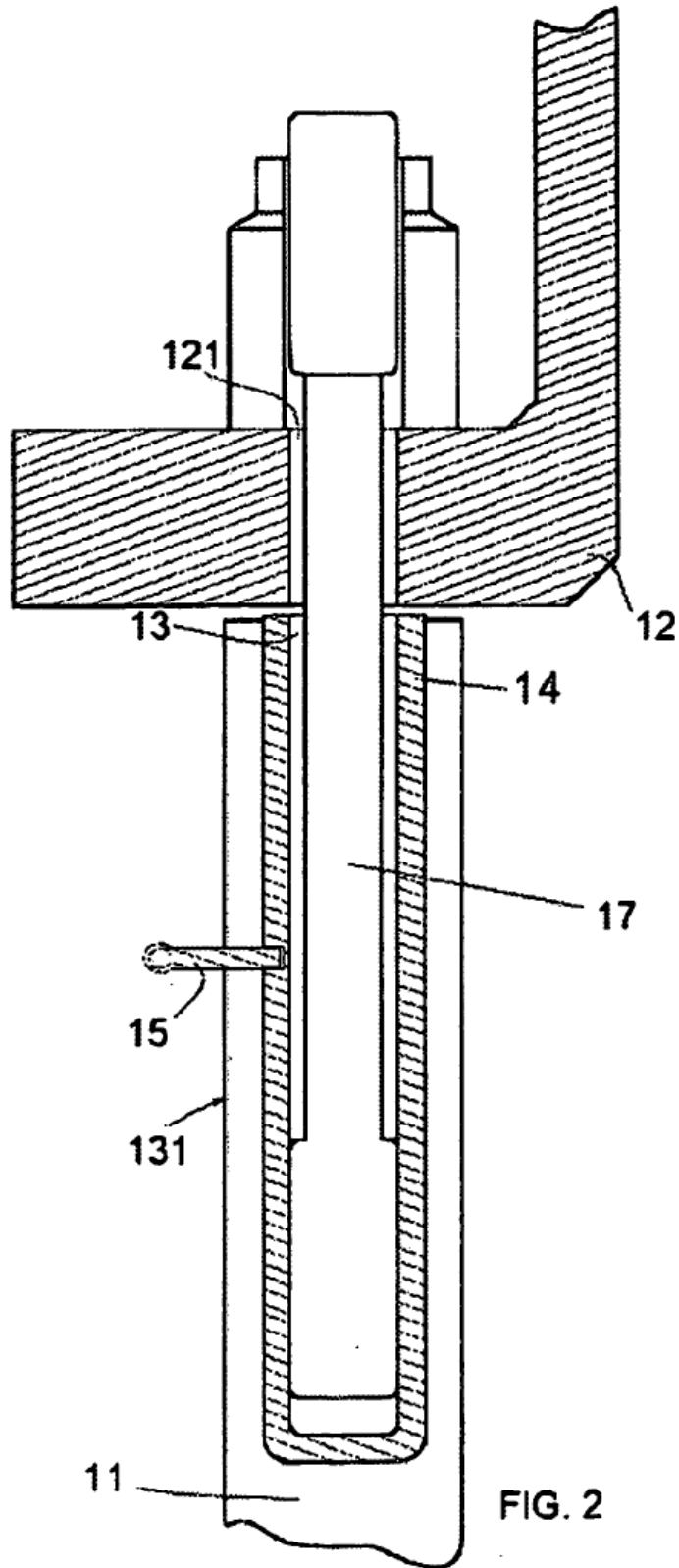


FIG. 1



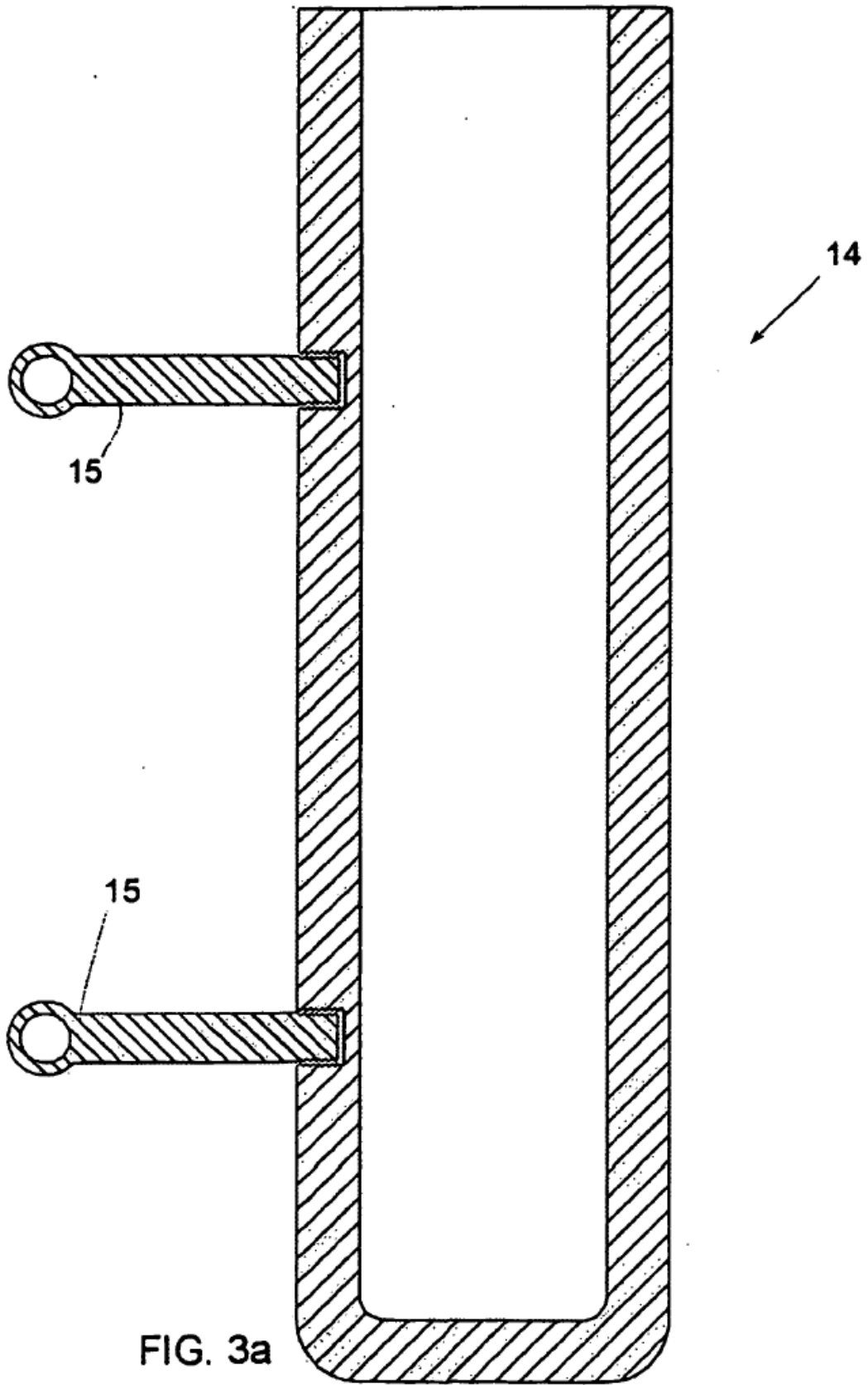


FIG. 3a

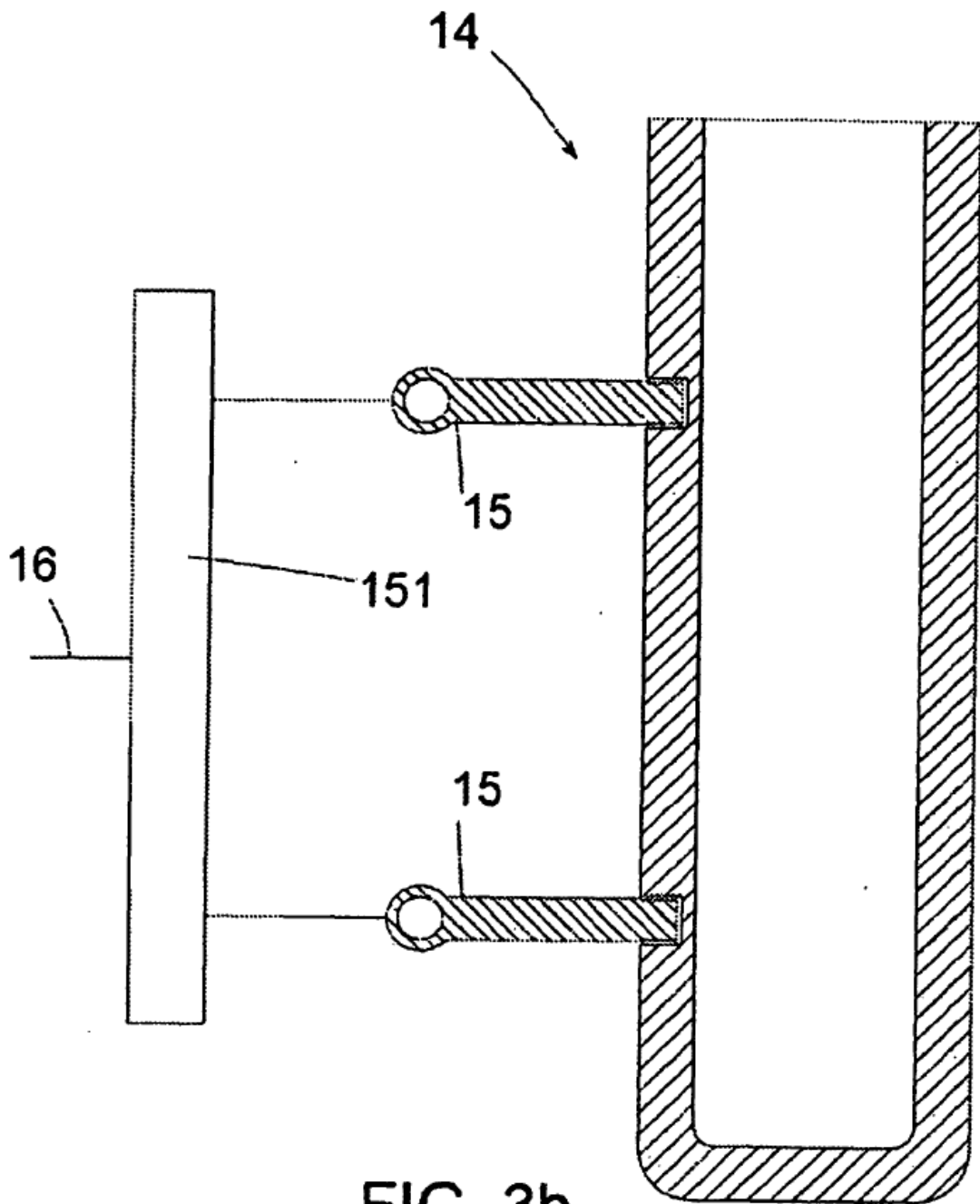


FIG. 3b

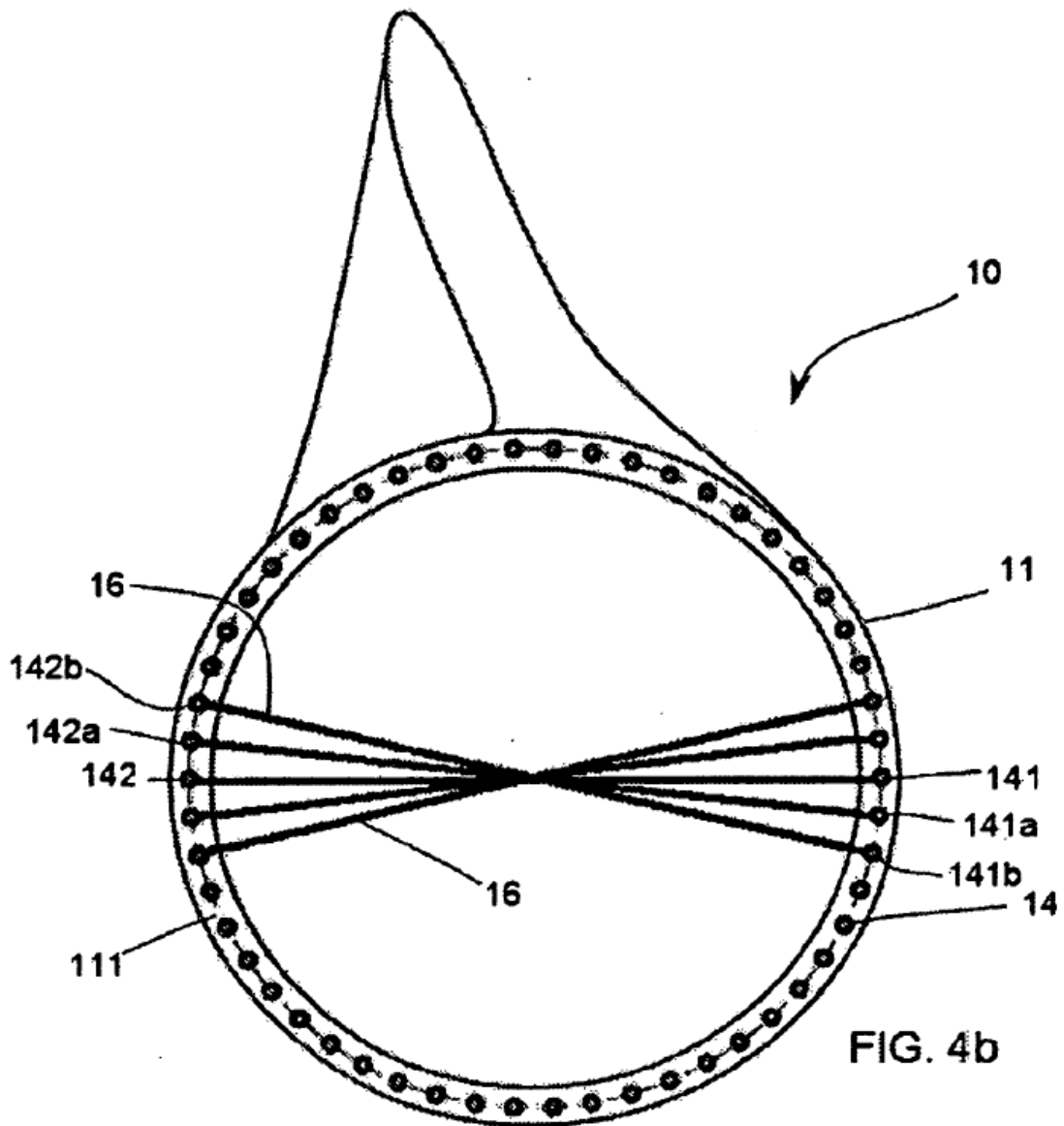


FIG. 4b

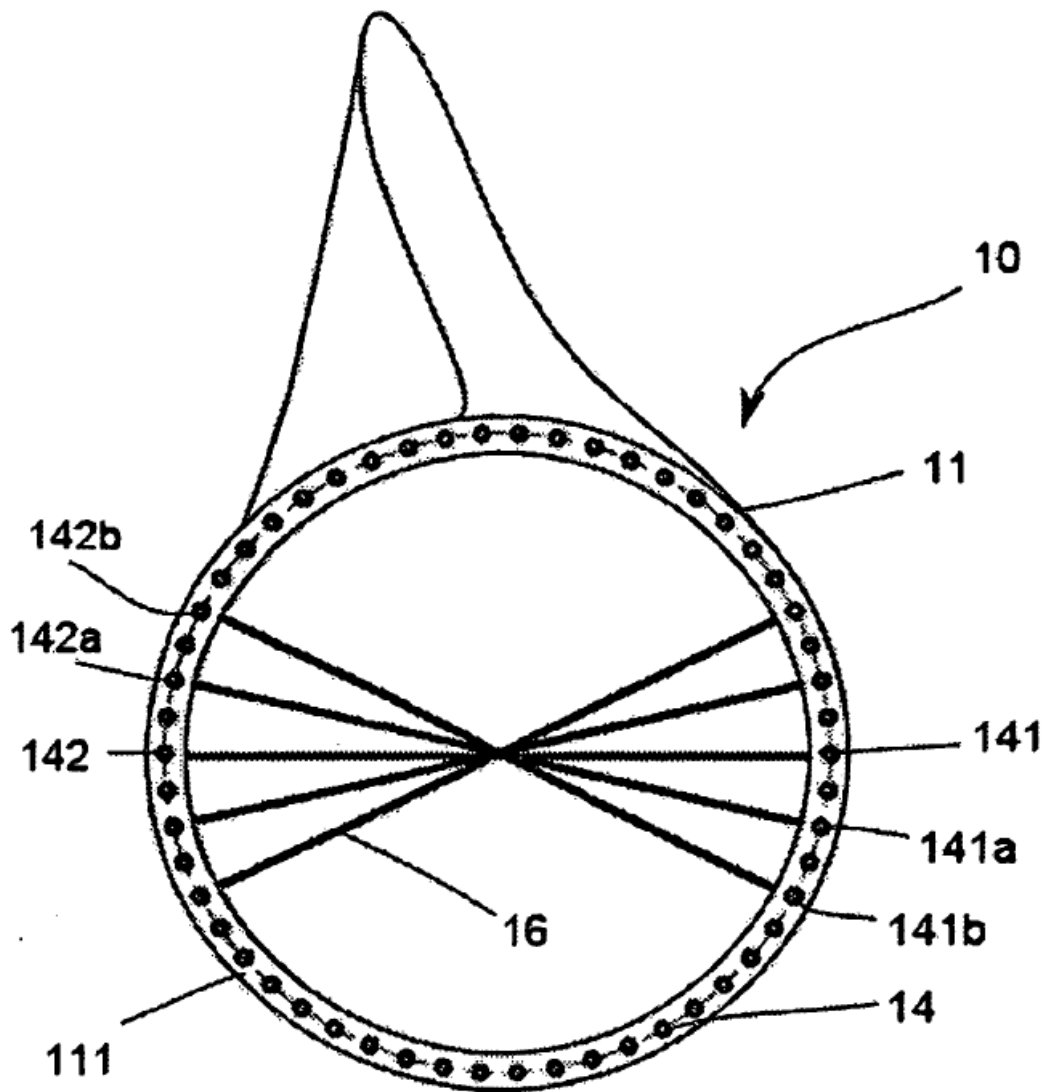


FIG. 4c

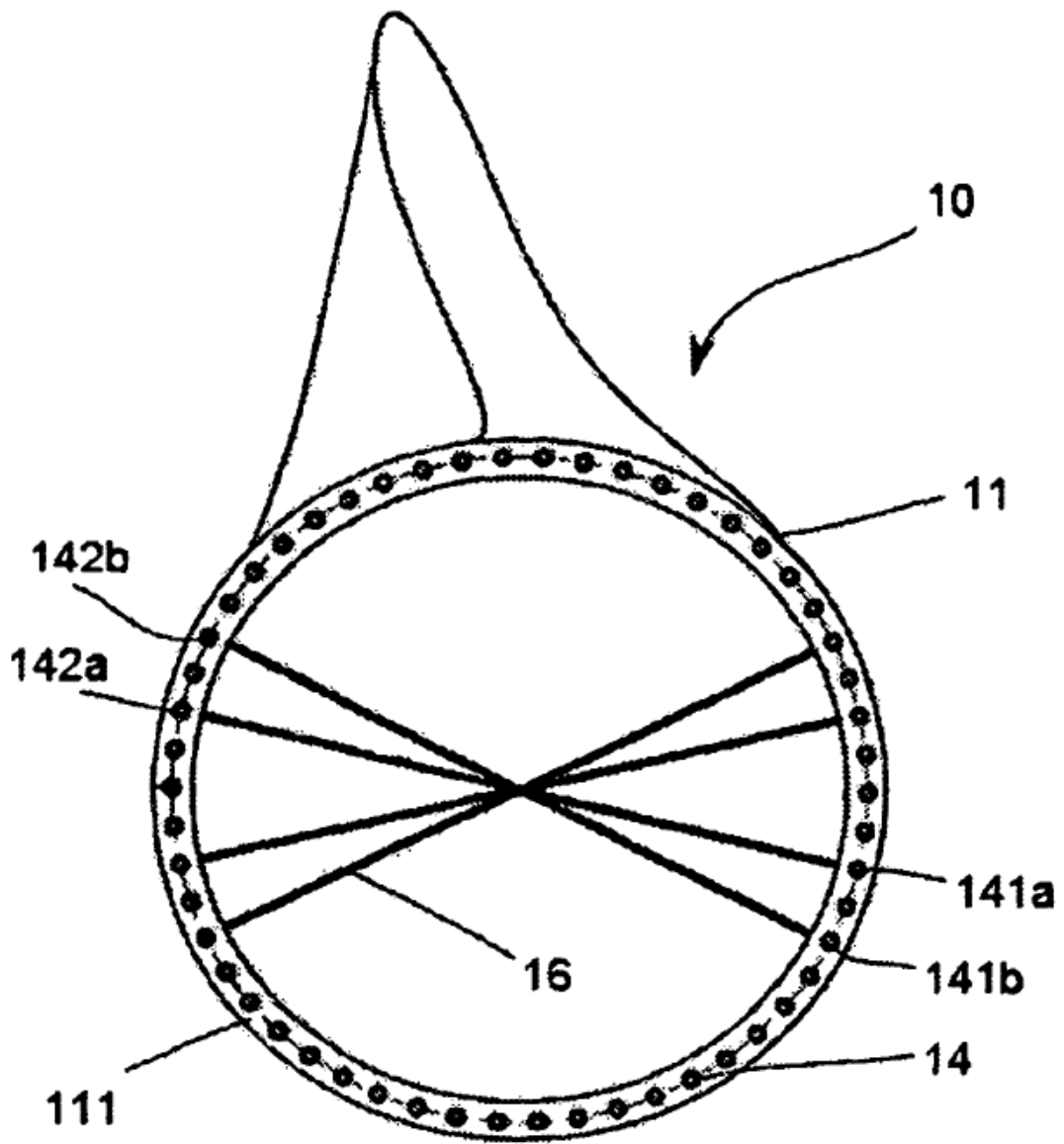
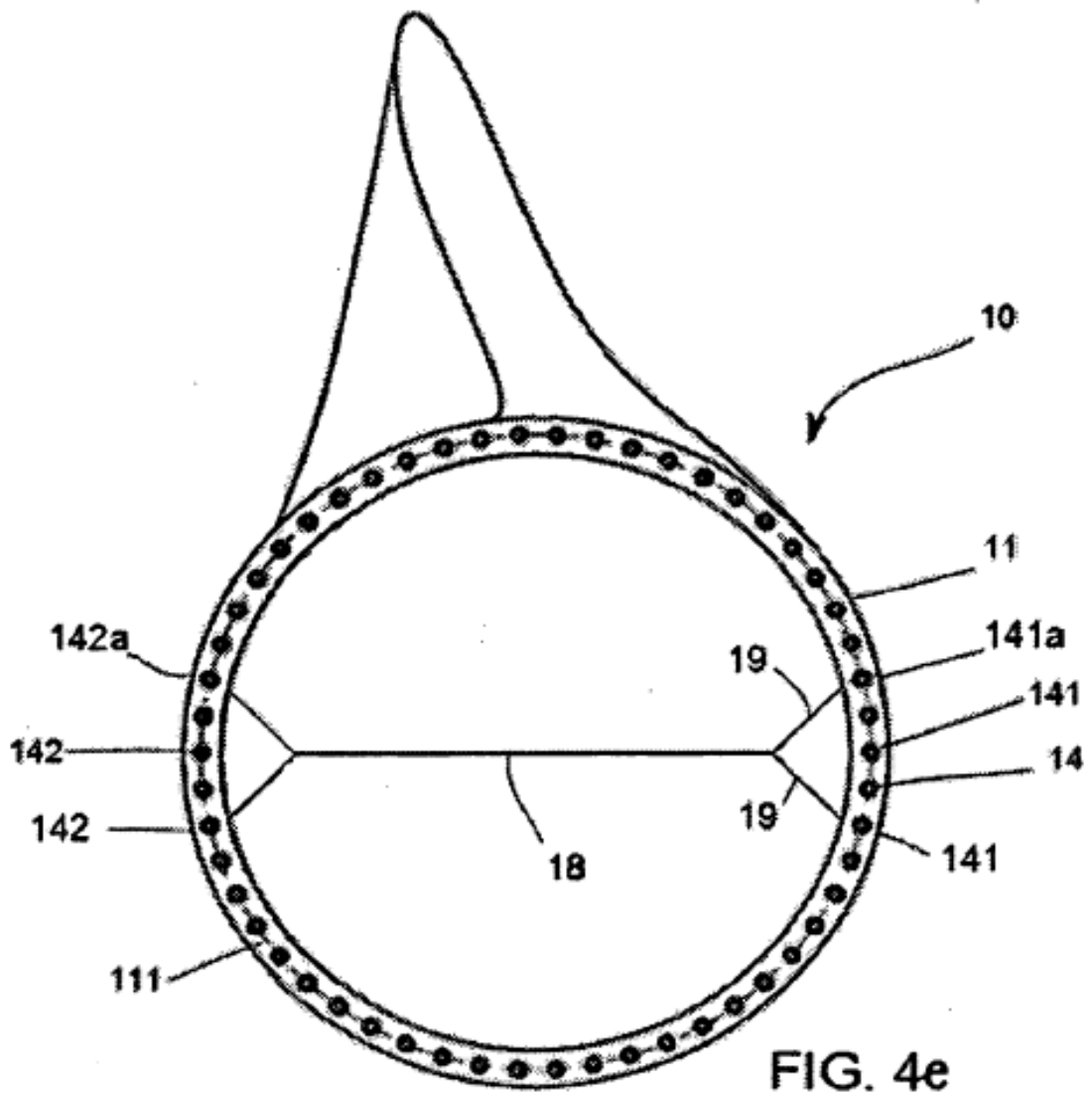


FIG. 4d



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO 2010012280A [0010]