

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 694**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2013 PCT/EP2013/002881**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2014 WO14053225**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2013 E 13771389 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2904262**

54 Título: **Componente compuesto de fibras para la pala de rotor de una turbina eólica**

30 Prioridad:

01.10.2012 DE 102012217904

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

26.10.2018

73 Titular/es:

**SENVION SE (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**EYB, ENNO;
BENDEL, URS y
MESTER, HENDRIK**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 687 694 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

Componente compuesto de fibras para la pala de rotor de una turbina eólica

5 La invención se refiere a un componente compuesto de fibras para una pala de rotor de un aerogenerador. La invención se refiere además a una pala de rotor para un aerogenerador.

Ya se conocen las palas de rotor para aerogeneradores a partir de varias piezas individuales que se fabrican en una construcción de compuesto de fibras y que se unen para formar una pala de rotor. Algunas de las distintas piezas presentan dimensiones considerables y suelen ser planas, es decir, el grosor es fundamentalmente menor que la longitud y la anchura.

10 Las palas de rotor típicas se componen de al menos dos conchas de pala de rotor que determinan la forma exterior y, por consiguiente, las propiedades aerodinámicas fundamentales de la pala de rotor. Por ejemplo, se prevé una concha de pala de rotor para el lado de succión de la pala de rotor, la así llamada concha superior, y una concha de pala de rotor para el lado de presión de la pala de rotor, la así llamada concha inferior.

15 Las conchas de pala de rotor suelen reforzarse en la zona de mayor grosor de perfil de la pala de rotor mediante unas así llamadas correas y se unen entre sí por la zona de las correas a través de almas principales. Las correas y las almas principales forman aquí la estructura fundamental de soporte de la pala de rotor, mientras que las conchas de pala de rotor se configuran, por lo demás, relativamente ligeras y delgadas como laminados sándwich. En este caso, unas capas de materiales compuestos reforzados con fibras, por ejemplo, se laminan por ambos lados en un núcleo ligero de sándwich compuesto, por ejemplo, de madera de balsa.

20 Las palas de rotor conocidas tienen a menudo, especialmente en la zona de transición a la raíz de pala, secciones en las que el perfil aerodinámico presenta una superficie final de perfil también denominada canto trasero cortado. En estas secciones, el perfil no presenta, por lo tanto, ningún canto trasero acabado en punta, sino que finaliza con una superficie final dispuesta transversalmente con respecto a la profundidad del perfil y que se convierte en las conchas de pala de rotor por el lado de succión y el lado de presión del perfil, configurando especialmente cantos
25 afilados. Los cantos de transición se desarrollan fundamentalmente en la dirección longitudinal de la pala de rotor, estando expuestos durante el funcionamiento a cargas considerables.

Si los cantos se realizan como un laminado sándwich continuo que se dobla por el canto, la resistencia del componente a las cargas de flexión sólo es reducida. Además, en caso de cargas mayores pueden producirse en el laminado sándwich delaminaciones que pueden dar lugar a un fallo repentino del componente.

30 Por este motivo, según el estado de la técnica, las conchas de pala de rotor para los lados de succión y de presión, así como la superficie final, se fabrican normalmente como componentes separados en una construcción de laminados sándwich. A continuación, los distintos componentes se pegan entre sí, formando los cantos de transición, y los puntos de adhesión o los cantos de transición se sobrelaminan de nuevo para aumentar la estabilidad. Este procedimiento de fabricación se caracteriza por un largo ciclo de tiempo, ya que los distintos pasos
35 del procedimiento no se pueden paralelizar. Por otra parte, se necesitan dispositivos complejos para insertar y alinear la superficie final entre las conchas de pala de rotor.

El documento EP 2 444 660 A1 revela una pala de rotor de un aerogenerador y un procedimiento para su fabricación.

40 El documento EP 2 110 552 A1 también revela una pala de rotor de un aerogenerador con un pararrayos integrado y un procedimiento para la fabricación de la misma.

Partiendo de este estado de la técnica, la tarea de la presente invención consiste en aumentar la capacidad de carga mecánica de las palas de rotor y en simplificar y acelerar su fabricación.

45 Esta tarea se resuelve mediante un componente compuesto de fibras para una pala de rotor de un aerogenerador que comprende un primer núcleo de sándwich y un segundo núcleo de sándwich dispuesto junto al primer núcleo de sándwich, presentando los núcleos de sándwich respectivamente una cara interior, orientada hacia el interior de la pala de rotor, y una cara exterior orientada hacia el exterior de la pala de rotor, comprendiendo además el componente compuesto de fibras una primera capa de laminado que contiene fibra y que, en el caso del primer núcleo de sándwich, se dispone en la cara interior del primer núcleo de sándwich y que, en el caso del segundo núcleo de sándwich, se dispone en la cara exterior del segundo núcleo de sándwich, y comprendiendo una segunda
50 capa de laminado que contiene fibra y que, en el caso del primer núcleo de sándwich, se dispone en la cara exterior del primer núcleo de sándwich y que, en el caso del segundo núcleo de sándwich, se dispone en la cara exterior del segundo núcleo de sándwich, así como una tercera capa de laminado que contiene fibra que, en el caso del primer núcleo de sándwich, se dispone en la cara interior del primer núcleo de sándwich y que, en el caso del segundo núcleo de sándwich, se dispone en la cara interior del segundo núcleo de sándwich, disponiéndose el primer núcleo de sándwich y el segundo núcleo de sándwich en ángulo, especialmente por zonas, siendo el ángulo del orden de
55 entre 10° y 170°.

Las capas de laminado que contienen fibras contribuyen significativamente a la estabilidad del componente compuesto de fibras. En el marco de la invención, las capas de laminado que contienen fibras son especialmente

capas de un material compuesto reforzado con fibras o de un material compuesto de fibras. Los materiales compuestos de fibras conocidos, por ejemplo, los plásticos reforzados con fibra de vidrio (GFK) o los plásticos reforzados con fibra de carbono (CFK), se caracterizan por una estabilidad estructural elevada y un peso reducido. Por otra parte, los materiales compuestos de fibras tienen la ventaja de que pueden moldearse prácticamente en cualquier forma.

En el marco de la invención, un núcleo de sándwich es especialmente una capa del laminado sándwich de un material ligero como, por ejemplo, plástico, espuma o madera de balsa. Los núcleos de sándwich del componente compuesto de fibras según la invención tienen en especial la función de mantener las capas de laminado del componente compuesto de fibras separadas unas de otras a una distancia preestablecida. De este modo se aumenta aún más especialmente la estabilidad de superficie del componente compuesto de fibras.

Una ventaja de la invención consiste en que la primera capa de laminado dispuesta según la invención, en el caso del primer núcleo de sándwich, en la cara interior y, en el caso del segundo núcleo de sándwich, en la cara exterior, estabiliza la zona de unión entre los dos núcleos de sándwich. Con esta finalidad, la primera capa de laminado se desarrolla especialmente de forma ininterrumpida desde la cara interior del primer núcleo de sándwich entre los dos núcleos de sándwich hasta la cara exterior del segundo núcleo de sándwich. La primera capa de laminado según la invención cumple, en particular, una función de abrazadera entre los dos núcleos de sándwich. La invención también garantiza así una estabilidad suficiente del laminado sándwich incluso si el componente compuesto de fibras presenta un canto en la unión del primer núcleo de sándwich y del segundo núcleo de sándwich.

Otra ventaja de la invención consiste en que el componente correspondiente se puede fabricar en una sola operación, no siendo necesario reforzar posteriormente la unión entre los dos núcleos de sándwich.

En el marco de la invención, la cara interior de un núcleo de sándwich identifica especialmente una cara o una superficie lateral del núcleo de sándwich que, en caso de un uso conforme a su finalidad del componente compuesto de fibras según la invención en una pala de rotor de un aerogenerador, se orienta hacia el interior de la pala de rotor. Por consiguiente, la cara exterior de un núcleo de sándwich identifica especialmente la cara del núcleo de sándwich opuesta a la cara interior.

Con preferencia, la primera capa de laminado, la segunda capa de laminado y/o la tercera capa de laminado comprenden respectivamente al menos una capa de material fibroso insertada en una matriz de un material de matriz endurecido.

La disposición por capas del material fibroso de las capas de laminado tiene ventajas especialmente técnicas de fabricación. Por ejemplo, la orientación de las fibras, que determina en gran medida la estabilidad del componente compuesto de fibras, es más fácil de determinar y controlar cuando las fibras se disponen por capas. La disposición de las fibras por capas también permite, dependiendo del componente compuesto de fibras concreto, reforzar zonas o secciones especialmente cargadas de las capas de laminado por medio de fibras adicionales o de capas de material fibroso.

En el marco de la invención, por material de matriz se entienden especialmente resinas naturales o sintéticas originalmente poco viscosas que se endurecen en especial bajo la acción del aire, del calor y/o de la luz, incluyendo el efecto de la luz UV. El término material fibroso identifica, en particular, semiproductos de fibra de vidrio, semiproductos de fibra de carbono o semiproductos de fibra de plástico en forma de esteras de fibra, tejido, cañamazo, vellón o fibras sin fin. La fabricación del componente compuesto de fibras según la invención puede llevarse a cabo tanto utilizando un material fibroso impregnado con resina, los así llamados productos preimpregnados, como también utilizando un material fibroso seco impregnado con resina, por ejemplo, en un procedimiento de infusión al vacío.

Ventajosamente, la estabilidad mecánica del componente compuesto de fibras según la invención aumenta aún más si la primera capa de laminado, la segunda capa de laminado y la tercera capa de laminado presentan una matriz conjunta de material de matriz endurecido. En especial, el material fibroso o las fibras del material fibroso de las tres capas de laminado se insertan ventajosamente en una única matriz de material de matriz endurecido. De este modo se evita eficazmente en especial una delaminación o un desprendimiento de las distintas capas de laminado dentro del laminado sándwich.

Según la invención, el primer núcleo de sándwich y el segundo núcleo de sándwich se disponen especialmente por zonas en un ángulo entre sí o de forma angular el uno respecto al otro. Así se consigue, en especial, que el laminado sándwich en la zona del primer núcleo de sándwich y el laminado sándwich en la zona del segundo núcleo de sándwich se estabilicen mutuamente. Según la invención, el ángulo es del orden de entre 10° y 170°, especialmente de entre 25° y 165°.

Como aplicación preferida de la invención, el componente compuesto de fibras según la invención es o comprende una concha de pala de rotor o una concha parcial de pala de rotor.

Además, en una forma de realización preferida de la invención, el componente compuesto de fibras es o comprende una concha de pala de rotor o una concha parcial de pala de rotor y/o un alma terminal para una superficie final de perfil de la pala de rotor o una zona de la pala de rotor en la que un perfil aerodinámico de la pala de rotor presenta un canto trasero cortado.

Normalmente este es el caso, por ejemplo, en la zona próxima al cubo, es decir, en la zona de transición a la raíz de pala de rotor.

La tarea en la que se basa la invención también se resuelve gracias a una pala de rotor para un aerogenerador con un componente compuesto de fibras según la invención.

5 Preferiblemente, la pala de rotor según la invención comprende una zona especialmente próxima al cubo en la que un perfil aerodinámico de la pala de rotor presenta una superficie final de perfil, especialmente un canto trasero cortado.

10 Por otra parte se prevé con preferencia que el componente compuesto de fibras según la invención se disponga en la zona de la pala de rotor en la que un perfil aerodinámico de la pala de rotor presente una superficie final de perfil, en especial un canto trasero cortado.

En la descripción de las formas de realización según la invención junto con las reivindicaciones y los dibujos adjuntos se pueden ver otras características de la invención. Las formas de realización según la invención pueden cumplir características individuales o una combinación de varias características.

15 La invención se describe a continuación, sin limitación de la idea general de invención, por medio de ejemplos de realización en relación con los dibujos, haciéndose referencia explícita a los dibujos con respecto a todos los detalles según la invención no explicados en el texto con mayor detalle. Se muestra en la:

Figura 1 esquemáticamente una zona próxima al cubo de una pala de rotor según la invención;

Figura 2 esquemáticamente una representación en sección de la pala de rotor según la invención a lo largo de la línea A-A en la figura 1;

20 Figura 3 esquemáticamente una representación en sección del laminado sándwich de la pala de rotor según la invención a lo largo de la línea B-B en la figura 1 y

Figura 4 esquemáticamente una representación en sección del laminado sándwich de la pala de rotor según la invención a lo largo de la línea C-C en la figura 1.

25 En los dibujos, los elementos y/o las piezas respectivamente idénticas o similares se dotan de los mismos números de referencia, por lo que no se requiere una nueva presentación en cada caso.

La figura 1 muestra esquemáticamente la zona próxima al cubo de una pala de rotor 1 según la invención.

30 La pala de rotor dispone de una raíz de pala 12 redonda en la sección transversal para unir la pala de rotor 10 a un cubo de un aerogenerador. A lo largo de la extensión longitudinal de la pala de rotor 10, por detrás de la raíz de pala 12, la pala de rotor 10 presenta en la sección transversal un perfil aerodinámico que varía situado a distancia de la raíz de pala 12. Sólo a cierta distancia, por ejemplo, varios metros, detrás de la raíz de pala 12, la pala de rotor 10 presenta un perfil aerodinámico con un canto trasero 14 que termina en punta. En la zona de transición anterior, la pala de rotor 10 presenta, por el contrario, un perfil aerodinámico con una superficie final de perfil, especialmente con un canto trasero cortado, es decir, el perfil aerodinámico termina o acaba con un alma terminal 16 dispuesta transversalmente con respecto a la profundidad del perfil.

35 La figura 2 muestra esquemáticamente una representación en sección de la pala de rotor 10 en esta zona a lo largo de la línea A-A representada en la figura 1.

40 La estructura de soporte de la pala de rotor 10 comprende dos correas 17 que junto con dos almas 18 configuran una estructura de caja estable. La envoltura exterior de la pala de rotor 10 comprende conchas de pala de rotor 19, 19' unidas, por ejemplo, pegadas, a la estructura de soporte de correas 17 y almas 18. Por ejemplo, las correas 17 pueden integrarse alternativamente en las conchas de pala de rotor 19, 19'.

Normalmente se prevén al menos dos conchas de pala de rotor, la concha inferior 19 en el lado de presión, así como la concha superior 19' en el lado de succión de la pala de rotor. Resulta irrelevante para la invención si las conchas de pala de rotor 19, 19' se extienden en una sola pieza a lo largo de toda la longitud de la pala de rotor 10 o si las mismas se componen de varias conchas parciales de pala de rotor.

45 El aire incide en la pala de rotor 10 por la zona de la nariz de perfil 13. En el extremo trasero del perfil aerodinámico en la dirección de flujo se encuentra un alma terminal plana 16 dispuesta transversalmente con respecto a la profundidad del perfil.

En el ejemplo mostrado para una pala de rotor 10 según la invención, la concha inferior 19 y el alma terminal 16 forman parte de un componente compuesto de fibras común 20 en una construcción de laminados sándwich.

50 La figura 3 muestra la estructura del laminado sándwich del componente compuesto de fibras 20 en una representación en sección esquemática a lo largo de la línea B-B en la figura 1.

El componente compuesto de fibras 20 comprende un primer núcleo de sándwich 31 para la concha inferior 19, así como un segundo núcleo de sándwich 32 para el alma terminal 16. Los núcleos de sándwich 31 y 32 comprenden, por ejemplo, listones o placas de madera de balsa y se configuran fundamentalmente planos. En este caso, una cara

interior 23 de los núcleos de sándwich 31, 32 se orienta respectivamente hacia el interior de la pala de rotor 22 y una cara exterior 25 de los núcleos del sándwich 31, 32 se orienta hacia el exterior de la pala de rotor 24.

Los núcleos de sándwich 31 y 32 se disponen uno al lado de otro en ángulo, dejando una hendidura entre los núcleos de sándwich 31 y 32. El núcleo de sándwich 31 se configura por el borde en forma de cuña, de manera que la hendidura entre los núcleos de sándwich 31, 32 dispuestos en ángulo entre sí presente una anchura de hendidura fundamentalmente constante.

El laminado sándwich del componente compuesto de fibras 20 comprende además varias capas de laminado 34, 35, 36. En este caso se trata de una capa de laminado interior 34 que se desarrolla respectivamente por la cara interior 23 de los dos núcleos de sándwich 31, 32. Por otra parte se prevé una capa de laminado exterior 35 que se extiende respectivamente por las caras exteriores 25 de los dos núcleos de sándwich 31, 32. Una tercera capa de laminado 36 se desarrolla entre la cara interior 23 del núcleo de sándwich 31 para la concha inferior 19 y la capa de laminado interior 34, continúa en la hendidura entre los núcleos de sándwich 31, 32, desarrollándose a continuación entre la cara exterior 25 del núcleo de sándwich 32 para el alma terminal y la capa de laminado exterior 35.

Las tres capas de laminado 34, 35 y 36 comprenden respectivamente una o varias capas de material fibroso, por ejemplo, esteras de fibra de vidrio. Las capas de fibra de las capas de laminado 34, 35, 36, representadas esquemáticamente como líneas continuas en la figura 3, así como los dos núcleos de sándwich 31, 32, se insertan en una matriz de resina conjunta 38 de resina endurecida, cuyos contornos de superficie se representan en la figura 3 como líneas discontinuas. Los contornos de superficie de la matriz de resina 38 forman al mismo tiempo las superficies del componente compuesto de fibras hacia el interior de la pala de rotor 22 y hacia el exterior de la pala de rotor 24.

La figura 4 muestra esquemáticamente una representación en sección del componente compuesto de fibras 20 en un plano de sección situado más cerca de la raíz de pala 12 y representado en la figura 1 mediante la línea C-C.

La estructura del laminado sándwich del componente compuesto de fibras 20 con dos núcleos de sándwich 31, 32 y tres capas de laminado 34, 35, 36 corresponde en principio a la estructura mostrada en la figura 3. Sin embargo, visto en detalle resultan algunas diferencias.

Cerca de la raíz de pala 12, los núcleos de sándwich 31, 32 se disponen en un ángulo mucho más plano entre sí, a fin de lograr una transición uniforme a la raíz de pala redonda 12. Para la configuración de una hendidura con una anchura de hendidura fundamentalmente constante, en esta zona ambos núcleos de sándwich 31, 32 se configuran en forma de cuña por el borde. La tercera capa de laminado 36 se extiende, por consiguiente, en un ángulo plano desde la cara interior 23 del primer núcleo de sándwich 31 hasta la cara exterior 25 del segundo núcleo de sándwich 32, lo que tiene un efecto positivo en la estabilidad de la unión entre los dos núcleos de sándwich 31, 32.

Por otra parte, para aumentar la estabilidad mecánica, tanto los núcleos de sándwich 31, 32, como también las capas de laminado 34, 35, 36 se configuran más gruesas en la transición a la raíz de pala 12 que en la zona del componente compuesto de fibras 20 representada en la figura 3.

Todas las características mencionadas, incluidas las que se deducen únicamente de los dibujos, así como las distintas características reveladas en combinación con otras características, se consideran fundamentales para la invención por sí solas y en combinación. Las formas de realización según la invención se pueden cumplir mediante características individuales o una combinación de varias características.

Lista de referencias

- 10 Pala de rotor
- 12 Raíz de pala
- 13 Nariz de pala
- 14 Canto trasero
- 16 Alma terminal
- 17 Correa
- 18 Alma
- 19 Concha inferior
- 19' Concha superior
- 20 Componente compuesto de fibras
- 22 Interior de pala de rotor
- 23 Cara interior

ES 2 687 694 T3

24	Exterior de pala de rotor
25	Cara exterior
31, 32	Núcleo de sándwich
34, 35, 36	Capa de laminado
5 38	Matriz de resina

REIVINDICACIONES

- 5 1. Componente compuesto de fibras (20) para una pala de rotor (10) de un aerogenerador que comprende un primer núcleo de sándwich (31) y un segundo núcleo de sándwich (32) dispuesto junto al primer núcleo de sándwich (31), presentando los núcleos de sándwich (31, 32) respectivamente una cara interior (23), orientada hacia el interior de la pala de rotor (22), y una cara exterior (25) orientada hacia el exterior de la pala de rotor (24), comprendiendo además el componente compuesto de fibras (20) una primera capa de laminado que contiene fibra (36) y que, en el caso del primer núcleo de sándwich (31), se dispone en la cara interior (23) del primer núcleo de sándwich (31) y que, en el caso del segundo núcleo de sándwich (32), se dispone en la cara exterior (25) del segundo núcleo de sándwich (32), y comprendiendo una segunda capa de laminado que contiene fibra (35) que, en el caso del primer núcleo de sándwich (31) se dispone en la cara exterior (25) del primer núcleo de sándwich (31) y que, en el caso del segundo núcleo de sándwich (32), se dispone en la cara exterior (25) del segundo núcleo de sándwich (32), así como una tercera capa de laminado que contiene fibra (34) que, en el caso del primer núcleo de sándwich (31), se dispone en la cara interior (23) del primer núcleo de sándwich (31) y que, en el caso del segundo núcleo de sándwich (32), se dispone en la cara interior (23) del segundo núcleo de sándwich (32), disponiéndose el primer núcleo de sándwich (31) y el segundo núcleo de sándwich (32) en un ángulo entre sí, especialmente por zonas, siendo el ángulo del orden de entre 10° y 170°.
- 20 2. Componente compuesto de fibras (20) según la reivindicación 1, caracterizado por que la primera capa de laminado (36), la segunda capa de laminado (35) y/o la tercera capa de laminado (34) comprenden respectivamente al menos una capa de material fibroso insertada en una matriz (38) de un material de matriz endurecido.
- 25 3. Componente compuesto de fibras (20) según la reivindicación 2, caracterizado por que la primera capa de laminado (36), la segunda capa de laminado (35) y la tercera capa de laminado (34) presentan respectivamente una matriz conjunta (38) de un material de matriz endurecido.
- 30 4. Componente compuesto de fibras (20) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el componente compuesto de fibras (20) es o comprende una concha de pala de rotor (19, 19') o una concha parcial de pala de rotor (19, 19') y/o un alma terminal (16) para una superficie final de la pala de rotor (10).
- 35 5. Pala de rotor (10) para un aerogenerador con un componente compuesto de fibras (20) según una de las reivindicaciones 1 a 4.
6. Pala de rotor (10) según la reivindicación 5, caracterizada por que la pala de rotor (10) comprende una zona especialmente próxima al cubo en la que un perfil aerodinámico de la pala de rotor (10) presenta una superficie final de perfil.
- 40 7. Pala de rotor (10) según la reivindicación 6, caracterizada por que el componente compuesto de fibras (20) se dispone en la zona de la pala de rotor (10) en la que un perfil aerodinámico de la pala de rotor (10) presenta una superficie final de perfil.

Fig. 1

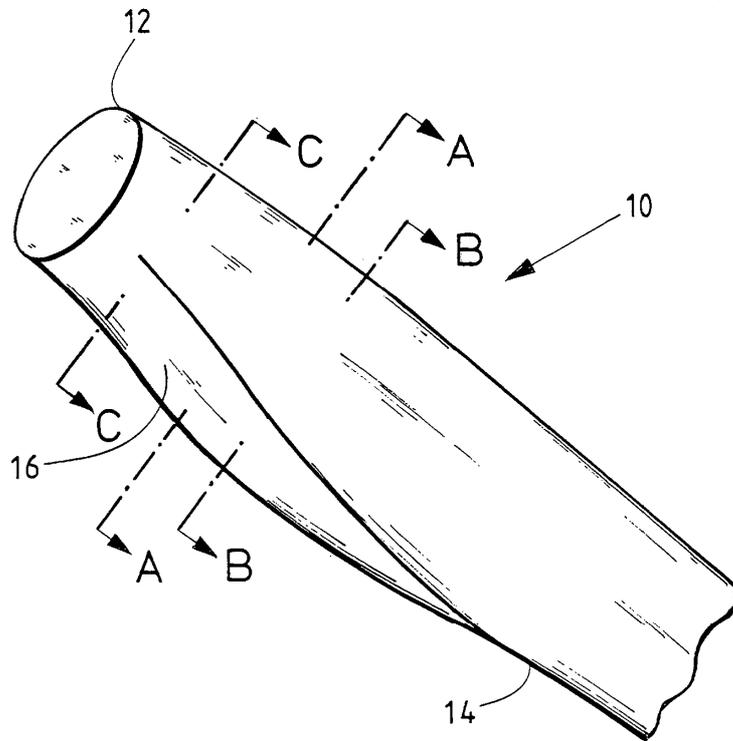


Fig. 2

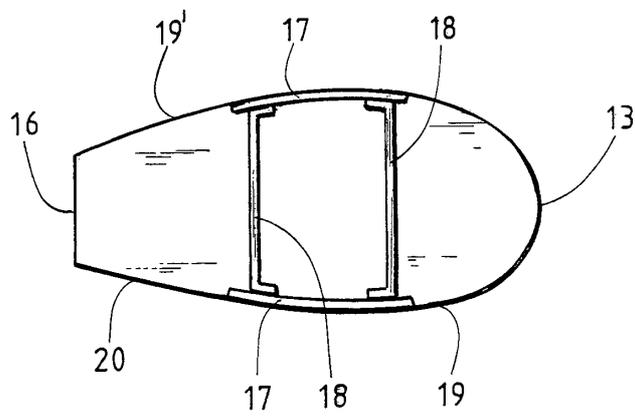


Fig. 3

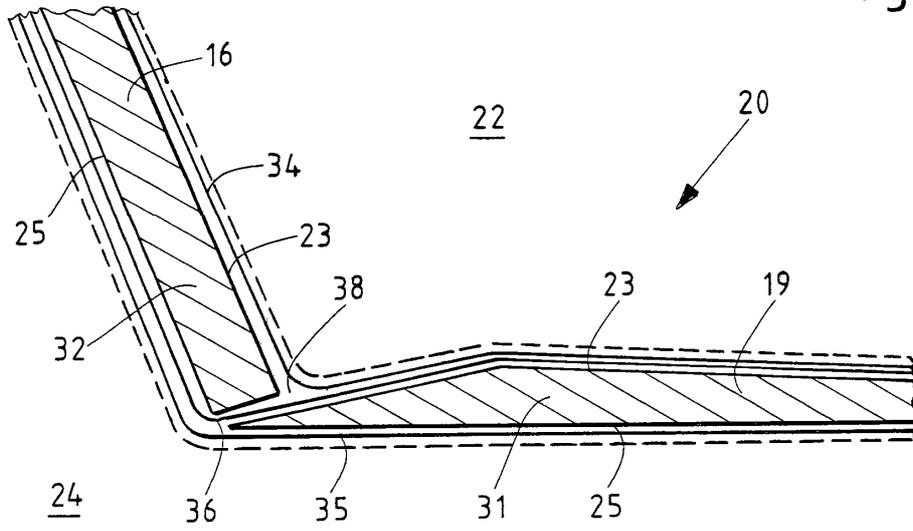


Fig. 4

