

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 268**

51 Int. Cl.:

B29C 33/22 (2006.01)

B29C 33/26 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2019** **E 19176914 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2023** **EP 3744494**

54 Título: **Un molde para fabricar una pala de turbina eólica y un método para fabricar una pala de turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.09.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**BURCHARDT, CLAUS;
JOERGENSEN, JENS GRANDJEAN y
NIELSEN, MOGENS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 949 268 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

Un molde para fabricar una pala de turbina eólica y un método para fabricar una pala de turbina eólica

5 La presente invención se refiere a un molde para fabricar una pala/álabe de turbina eólica ya un método para fabricar una pala de turbina eólica usando el molde.

Convencionalmente, las palas para turbinas eólicas se fabrican en un molde cerrado con un núcleo de molde dentro de los componentes de molde superior e inferior que forman una cavidad de molde con la forma de la pala de turbina eólica. El documento EP 1 310 351 B1 divulga un proceso de este tipo en el que, después de colocar el material de fibra y el material del núcleo en la cavidad de molde, se aplica vacío y se inyecta una matriz similar a una resina curable a través de un tubo de llenado. Posteriormente, la matriz similar a una resina se cura aplicando calor.

15 El componente de molde superior utilizado en dicho proceso tiene un peso elevado y, por lo tanto, requiere una grúa con una gran capacidad de elevación para subirlo y sacarlo del componente de molde inferior. Una grúa apropiada es una inversión costosa. Además, la grúa puede representar un cuello de botella en el tiempo, ya que tanto la grúa como el operador de la grúa deben estar disponibles cuando se tiene que levantar o sacar un molde superior del molde inferior.

20 Además de eso, el componente de molde superior requiere suficiente rigidez estructural y, por lo tanto, es una estructura alta. Cuando se levanta o retira del componente de molde inferior, el componente de molde superior debe levantarse lo suficientemente alto para tener espacio libre sobre la pala de turbina eólica y la raíz de pala de turbina eólica dispuesta dentro de la cavidad de molde. Por esa razón, el componente de molde superior establece los requisitos de altura del suelo al techo en una sala/nave de producción. Una mayor altura del suelo al techo aumenta los costes de construcción, mientras que una menor altura del suelo al techo limita el tamaño de las palas que se pueden fabricar en una sala de producción existente.

25 El documento DE 10 2008 038 620 A1 divulga un molde de fabricación para la producción de una pala de rotor para una turbina eólica. El molde de fabricación comprende al menos un plano de separación a lo largo del cual se puede dividir el molde de fabricación. El plano de separación se extiende en la dirección longitudinal de la pala de rotor y entre el borde de ataque del perfil y el borde de salida del perfil, dividiendo el lado de succión y el lado de presión de la pala.

30 El documento JP 2008 232141 A divulga una pala de molino de viento hecha de resina reforzada con fibra y que tiene una estructura de sándwich en la que el material de la cubierta está hecho de resina reforzada con fibra de carbono y el material del núcleo está hecho de una resina sólida porosa que tiene una densidad aparente menor que el material de la cubierta. El material de la cubierta cubre todo el material del núcleo. La porción de borde frontal no contiene una porción de extremo de fibra de carbono en una longitud de la misma igual o superior al 95% del total en una dirección longitudinal.

35 El documento WO 2013/097859 A2 comprende una carcasa de molde para formar una pala de turbina eólica que comprende al menos dos secciones de carcasa de molde, cada una de las cuales tiene una superficie de molde con una porción rebajada unida a los bordes de conexión entre las secciones de carcasa de molde. Una hoja de puente se aloja en las porciones rebajadas de las secciones de la carcasa del molde. La hoja de puente llena las porciones rebajadas. Para ajustar mutuamente la primera y segunda secciones de la carcasa del molde de dicha carcasa del molde, se proporcionan medios de ajuste que comprenden un marco para unir dichos medios de ajuste y una parte de guía adaptada para deslizarse en dicho marco en una dirección de ajuste.

40 Es un objeto de la presente invención proporcionar un molde y un método mejorados para fabricar una pala de turbina eólica.

45 En consecuencia, se proporciona un molde para fabricar una pala de turbina eólica según la reivindicación 1.

50 El molde tiene la ventaja de que los requisitos para la altura del piso al techo de una sala de producción se reducen para un tamaño de pala dado, ya que ya no es necesario levantar el componente superior del molde por encima de la altura de la pala de la turbina eólica. Además, también se reducen los requisitos relacionados con la capacidad de la grúa en la sala de producción ya que cada una de las partes del molde superior tiene menos peso que un componente de molde superior que forma una sola pieza. En consecuencia, es suficiente una grúa con una capacidad de elevación inferior.

55 De acuerdo con una realización, al menos una de las partes de molde superior está configurada para moverse hacia los lados y/o para girar con respecto al componente de molde inferior para abrir la cavidad de molde.

60 Moverse hacia los lados significa que la parte de molde superior realiza un movimiento lateral (horizontal) con respecto al componente de molde inferior. Girar significa que la parte de molde superior realiza un movimiento alrededor de un eje de rotación que es paralelo al eje longitudinal de la pala de turbina eólica.

65 De acuerdo con otra realización, al menos una de las partes de molde superior está conectada de forma móvil al componente de molde inferior para abrir y cerrar la cavidad de molde.

"Conectado de forma móvil" incluye medios que conectan la parte de molde superior y el componente de molde inferior y permiten el desplazamiento y/o la rotación relativos.

5 De acuerdo con otra realización, al menos una de las partes de molde superior está conectada de forma giratoria al componente de molde inferior para abrir y cerrar la cavidad de molde.

Se puede realizar una conexión giratoria con bisagras que conectan una parte de molde superior y el componente de molde inferior, donde las bisagras se pueden unir preferiblemente a una pared lateral del componente de molde inferior.

10 El molde comprende rieles de guía configurados para guiar, para abrir la cavidad de molde, una de las partes de molde superior desde una posición en la que la cavidad de molde está cerrada hasta una posición en la que la parte de molde superior se coloca adyacente al componente de molde inferior y la cavidad de molde está abierta.

15 Esto permite una fácil operatividad del molde.

De acuerdo con otra realización, al menos una de las partes de molde superior está configurada para servir como un andamiaje para que los trabajadores se paren y alcancen la cavidad de molde.

20 Esto tiene la ventaja de que la parte de molde superior cumple una función incluso cuando el molde está abierto, haciendo así superfluo el uso de un andamiaje adicional y ahorrando así espacio en una sala de producción.

25 De acuerdo con otra realización, el andamiaje se proporciona girando la parte de molde superior con respecto al componente de molde inferior a una posición en la que la parte de molde superior es adyacente al componente de molde inferior.

De acuerdo con otra realización, el andamiaje se proporciona moviendo la parte de molde superior hacia los lados y hacia abajo con respecto al componente de molde inferior a una posición en la que la parte de molde superior es adyacente al componente de molde inferior.

30 De acuerdo con otra realización, el andamiaje está configurado para girar para formar una plataforma horizontal cuando la menos una de las partes de molde superior se ha movido hacia los lados y/o girado con respecto al componente de molde inferior para abrir la cavidad de molde.

35 De acuerdo con otra realización, el molde comprende un actuador configurado para mover al menos una de las partes de molde superior hacia los lados y/o para girar al menos una de las partes de molde superior.

40 Esto tiene la ventaja de que se puede realizar una apertura y cierre del molde sin necesidad de una grúa externa o adicional. El actuador es, por ejemplo, un pistón hidráulico o un husillo roscado accionado por un motor eléctrico.

De acuerdo con otra realización, las partes de molde superior se dividen a lo largo de un eje longitudinal de la pala de turbina eólica y/o donde las partes de molde superior se dividen a lo largo de un eje transversal de la pala de turbina eólica.

45 Proporcionar un componente de molde superior que se divide a lo largo del eje longitudinal, así como del eje transversal tiene la ventaja de que múltiples partes de molde superior se pueden obtener a lo largo, que facilita aún más el manejo de cada una de las partes de molde superior debido a un peso reducido y dimensiones más pequeñas. Además, los costos se reducen ya que las partes de molde superior son más livianas y necesitan menos material.

50 De acuerdo con otra realización, el molde comprende un medio de sellado configurado para sellar las partes de molde superior entre sí, donde, preferiblemente, el medio de sellado está dispuesto en la superficie exterior de las partes de molde superior o entre las partes de molde superior.

55 El medio de sellado está configurado para mantener un vacío durante el proceso de infusión de resina.

Según otro aspecto, la invención se refiere a un método para fabricar una pala de turbina eólica usando el molde mencionado anteriormente.

60 De acuerdo con una realización, el método comprende mover hacia los lados al menos una de las partes de molde superior y/o rotar al menos una de las partes de molde superior con respecto al componente del molde inferior para dar acceso al componente del molde inferior.

Según otra realización, la pala de turbina eólica se fabrica dentro del molde mediante un proceso de autoclave y/o un proceso de infusión de resina y/o aplicando vacío a la cavidad de molde.

La resina es, por ejemplo, un epoxi. Una capa de fibras (vidrio, carbono, etc.) dentro de la cavidad de molde cerrado se infunde con la resina usando vacío. Se aplica calor para curar la resina.

5 Las realizaciones y características descritas con referencia al aparato de la presente invención se aplican mutatis mutandis al método de la presente invención.

10 Otras implementaciones posibles o soluciones alternativas de la invención también abarcan combinaciones, que no se mencionan explícitamente en este documento, de características descritas anteriormente o a continuación con respecto a las realizaciones. El experto en la materia también podrá añadir aspectos y características individuales o aislados a la forma más básica de la invención.

15 Otras realizaciones, características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones dependientes, tomadas junto con los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 muestra, en sección transversal, un molde para fabricar una pala de turbina eólica según una realización;

la Figura 2 muestra, en sección transversal, un molde para fabricar una pala de turbina eólica según otra realización;

20 la Figura 3 muestra, en sección transversal, un molde para fabricar una pala de turbina eólica según otra realización más;

la Figura 4 muestra, en sección transversal, un medio de sellado para un molde según una realización;

la Figura 5 muestra, en sección transversal, un medio de sellado para un molde según otra realización;

25 la Figura 6 muestra, en sección transversal, un medio de sellado para un molde según otra realización más;

la Figura 7 muestra, en sección transversal, dos partes de molde superior que no están correctamente alineadas entre sí cuando la cavidad de molde está cerrada;

30 la Figura 8 muestra, en sección transversal, un rebaje causado por partes de molde superior desalineadas que se llena con un relleno; y

la Figura 9 muestra un diagrama de flujo que ilustra un método para fabricar una pala de turbina eólica utilizando el molde.

35 En las Figuras, los mismos números de referencia designan elementos similares o funcionalmente equivalentes, a menos que se indique lo contrario.

La Figura 1 muestra un molde para fabricar una pala de turbina eólica según una realización.

40 El molde 1 comprende un componente de molde inferior 2 que está dispuesto en el suelo 3 de una sala de producción y un componente de molde superior 4. El componente de molde inferior 2 y el componente de molde superior 4 pueden formar una cavidad de molde 5 en forma de pala de turbina eólica 6. El componente de molde superior 4 comprende dos partes de molde superior 7 que, por ejemplo, se pueden colocar en el componente de molde inferior 2 usando una grúa.

45 De acuerdo con la realización de la Figura 1, una pala de turbina eólica (curada) 6 está ubicada en la cavidad 5 del componente de molde inferior 2. Para acceder a la cavidad 5, las partes de molde superior 7 se mueven hacia los lados como indican las flechas. Por lo tanto, la pala de turbina eólica 6 queda expuesta sin necesidad de levantar las partes de molde superior 7 por encima de la altura máxima de la pala de turbina eólica 6 (la altura corresponde a la dirección z en la Figura 1).

50 El componente de molde superior 4 se divide lateralmente (dicha dirección se designa y) en las dos partes de molde superior 7, es decir, en dirección horizontal y en ángulo recto con respecto a la dirección longitudinal x de la pala de turbina eólica 6. Además, el componente de molde superior 4 se puede dividir en múltiples partes de molde superior en la dirección x (no se muestra).

55 La colocación de las partes de molde superior 7 en el componente de molde inferior 2a (cavidad del molde cerrada 5) y la extracción de las mismas nuevamente (cavidad del molde abierta 5) se puede lograr usando una grúa con un yugo de elevación para distribuir uniformemente las cargas causadas por las partes de molde superior 7. O, como se ilustra en la Figura 2, se proporcionan pistones hidráulicos 20 que están configurados para mover cada parte de molde superior 7 para abrir y cerrar la cavidad de molde 5, en particular hacia los lados.

La Figura 2 muestra un molde para la fabricación de una pala de turbina eólica según otro modo de realización.

60 De acuerdo con la realización de la Figura 2, las partes de molde superior 7 están conectadas de forma móvil al componente de molde inferior 2 para abrir y cerrar la cavidad de molde 5. Las flechas indican un movimiento desde una

posición en la que ambas partes de molde superior 7 están colocadas adyacentes al componente de molde inferior 2 y la cavidad de molde 5 está abierta hasta una posición en la que la cavidad de molde 5 está cerrada.

En el presente caso, las partes de molde superior 7 están conectadas de forma giratoria al componente de molde inferior 2 por medio de bisagras 8. Un respectivo eje de rotación se extiende paralelo a la pala de turbina eólica 6 (dirección longitudinal x). Cuando se colocan en una posición intermedia (entre la posición completamente abierta y cerrada, indicada con líneas discontinuas), las partes de molde superior 7 pueden servir como un andamiaje 19 para pararse y alcanzar la cavidad de molde 5. O se puede girar un andamiaje 19 para proporcionar una plataforma horizontal donde las partes de molde superior 7 se han girado hasta su posición completamente abierta.

La Figura 3 muestra un molde para fabricar una pala de turbina eólica según otra realización más.

De acuerdo con esta realización, el molde 1 comprende rieles de guía 9 que están configurados para guiar, para abrir la cavidad de molde 5, las partes de molde superior 7 desde una posición en la que la cavidad de molde 5 está cerrada hasta una posición en la que las partes de molde superior 7 se colocan adyacentes al componente de molde inferior 2 y la cavidad de molde 5 está abierta. En el presente caso, solo la parte de molde superior 7 en el lado derecho se coloca adyacente al componente de molde inferior 2.

La parte de molde superior 7 en el lado derecho de la Figura 3 sirve como un andamiaje 19 para que un trabajador 10 se pare y alcance la cavidad de molde 5. El andamiaje 19 se proporciona moviendo la parte de molde superior 7 hacia los lados y hacia abajo con respecto al componente de molde inferior 2 a una posición en la que la parte de molde superior 7 es adyacente al componente de molde inferior 2. Por ejemplo, las partes de molde superior 7 están conectadas a los rieles de guía 9 usando palancas 11 que se deslizan en los rieles de guía 9.

La Figura 4 muestra un medio de sellado 12 para un molde 1 según una realización.

El medio de sellado 12 está configurado para sellar las partes de molde superior 7 entre sí y está dispuesto en la superficie exterior de las partes de molde superior 7. De acuerdo con la presente realización, los medios de sellado 12 comprenden una placa 13 y sellos 14 intercalados entre la placa 13 y las partes de molde superior 7.

La Figura 5 muestra un medio de sellado 12 para un molde 1 según otra realización.

El medio de sellado 12 en la Figura 5 está dispuesto entre las partes de molde superior 7. Para ese propósito, las porciones de extremo de las partes de molde superior 7 están equipadas con una brida 15 y los sellos 14 están dispuestos entre las bridas 15.

La Figura 6 muestra un medio de sellado 12 para un molde 1 según otra realización más.

El medio de sellado 12 de la Figura 6 también está dispuesto entre las partes de molde superior 7. Cada una de las partes de molde superior 7 comprende una porción de extremo que forma un escalón 15, donde los escalones 15 se forman complementarios entre sí. Además, los sellos 14 están dispuestos entre los escalones 15 para conectar las partes de molde superior 7 entre sí.

La Figura 7 muestra dos partes de molde superior 7 que no están correctamente alineadas entre sí cuando el molde 1 está cerrado.

Tal desalineación puede deberse a las tolerancias que pueden ocurrir durante la fabricación de las partes de molde superior 7. Para evitar un impacto negativo en la fabricación de una pala de turbina eólica 6, se coloca una placa adicional 16 entre la pala de turbina eólica 6 y las partes de molde superior 7. La placa 16 puede estar hecha de polipropileno, por ejemplo. Proporcionando tal placa 16, la transición entre las partes de molde superior 7 se puede suavizar y, por lo tanto, se pueden permitir mayores tolerancias de la geometría del molde.

La Figura 8 muestra un rebaje causado por las partes de molde superior 7 desalineadas que se llena con un relleno.

En caso de que las partes de molde superior 7 no estén correctamente alineadas entre sí cuando el molde 1 está cerrado, por ejemplo debido a variaciones provocadas en la producción de las partes de molde superior 7, y no se ha colocado una placa 16 entre la pala de la turbina eólica 6 y las partes de molde superior 7, podría producirse un rebaje 17. Dicho rebaje 17 en una pala de turbina eólica 6 fundida se trata llenándolo con un relleno adecuado 18 después de que las partes de molde superior se hayan movido hacia los lados o se hayan girado para tener acceso a la pala de turbina eólica 6.

Por lo tanto, este enfoque también permite mayores tolerancias de la geometría del molde en la fabricación de las partes de molde superior 7. Por lo tanto, las partes de molde superior 7 pueden alinearse entre sí independientemente de su forma real.

La Figura 9 muestra un diagrama de flujo que ilustra un método para fabricar la pala de turbina eólica 6 utilizando el molde 1.

- 5 En un paso S1, después de colocar material de fibra y posiblemente otros materiales de núcleo en la cavidad de molde 5 para formar una pala de turbina eólica 6, las partes de molde superior 7 se mueven hacia los lados (y posiblemente hacia arriba) y/o se giran con respecto al componente de molde inferior 2 para cerrar la cavidad de molde 5.
- 10 En un paso S2, la pala de turbina eólica 6 se fabrica dentro del molde 1 mediante un proceso de autoclave y/o un proceso de infusión de resina y/o aplicando vacío a la cavidad de molde 5.
- En un paso S3, el molde 1 se abre moviendo las partes de molde superior 7 hacia los lados (y posiblemente hacia abajo) y/o girando las partes de molde superior 7 con respecto al componente de molde inferior 2 para dar acceso al componente de molde inferior 2.
- 15 La pala de turbina eólica 6 fundida se saca luego de la cavidad de molde 5, posiblemente después de ser tratada como se explica en relación con la Figura 8.
- 20 Aunque la presente invención se ha descrito de acuerdo con realizaciones preferidas, es evidente para el experto en la materia que son posibles modificaciones en todas las realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un molde (1) para la fabricación de una pala de turbina eólica (6), que comprende:
 - 5 un componente de molde inferior (2), y
un componente de molde superior (4),
donde
el componente de molde inferior (2) y el componente de molde superior (4) forman una cavidad de molde (5) en forma de
pala de turbina eólica (6), - 10 el componente de molde superior (4) comprende al menos dos partes de molde superior (7), y
el molde comprende además carriles de guía (9) configurados para guiar, para abrir la cavidad de molde (5), una de las
partes de molde superior (7) desde una posición en la que la cavidad de molde (5) está cerrada hasta una posición en la
que la parte de molde superior (7) se coloca adyacente al componente de molde inferior (2) y la cavidad de molde (5) está
abierta. - 15 2. El molde (1) de conformidad con la reivindicación 1, donde al menos una de las partes de molde superior (7) está
configurada para moverse lateralmente y/o para girar con respecto al componente de molde inferior (2) para abrir la
cavidad de molde (5). - 20 3. El molde (1) de conformidad con la reivindicación 1 ó 2, donde al menos una de las partes de molde superior (7) está
conectada de forma móvil al componente de molde inferior (2) para abrir y cerrar la cavidad de molde (5). - 4. El molde (1) de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 3, donde al menos una de las partes de molde superior
(7) está conectada de forma giratoria al componente de molde inferior (2) para abrir y cerrar la cavidad de molde (5). - 25 5. El molde (1) de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 4, donde al menos una de las partes de molde superior
(7) está configurada para servir como andamiaje para que los trabajadores (10) se paren y alcancen la cavidad de molde
(5). - 30 6. El molde (1) de conformidad con la reivindicación 5, donde el andamiaje se proporciona girando la parte de molde
superior (7) con respecto al componente de molde inferior (2) a una posición en la que la parte de molde superior (7) es
adyacente al componente de molde inferior (2). - 7. El molde (1) de conformidad con la reivindicación 5 ó 6, donde el andamiaje se proporciona moviendo la parte de molde
superior (7) hacia los lados y hacia abajo con respecto al componente de molde inferior (2) a una posición en la que la
parte de molde superior (7) es adyacente al componente de molde inferior (2). - 35 8. El molde (1) de conformidad con una de las reivindicaciones 5 a 7, donde el andamiaje está configurado para girar de
manera que forma una plataforma horizontal cuando dicha al menos una de las partes de molde superior (7) se ha movido
hacia los lados y/o girado con respecto al componente de molde inferior (2) para abrir la cavidad de molde (5). - 40 9. El molde (1) de conformidad con una de las reivindicaciones 2 a 8, que comprende además un actuador (20) configurado
para mover al menos una de las partes de molde superior (7) hacia los lados y/o para girar al menos una de las partes de
molde superior (7). - 45 10. El molde (1) de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 9, donde las partes de molde superior (7) se dividen
a lo largo de un eje longitudinal (x) de la pala de turbina eólica (6) y/o donde las partes de molde superior (7) se dividen a
lo largo de un eje transversal (y, z) de la pala de turbina eólica (6). - 50 11. El molde (1) de conformidad con una de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además un medio de sellado (12)
configurado para sellar las partes de molde superior (7) entre sí, donde, preferiblemente, el medio de sellado (12) está
dispuesto en la superficie exterior de las partes de molde superior (7) o entre las partes de molde superior (7). - 55 12. Un método para fabricar una pala de turbina eólica (6) usando el molde (1) de conformidad con una de las
reivindicaciones 1 a 11. - 13. El método de conformidad con la reivindicación 12, que comprende además mover al menos una de las partes de
molde superior (7) hacia los lados y/o rotar al menos una de las partes de molde superior (7) con respecto al componente
de molde inferior (2) para abrir la cavidad del molde (5). - 60 14. El método de conformidad con la reivindicación 12 ó 13, donde la pala de turbina eólica (6) se fabrica dentro del molde
(1) mediante un proceso de autoclave y/o un proceso de infusión de resina y/o aplicando vacío a la cavidad de molde (5).

FIG 1

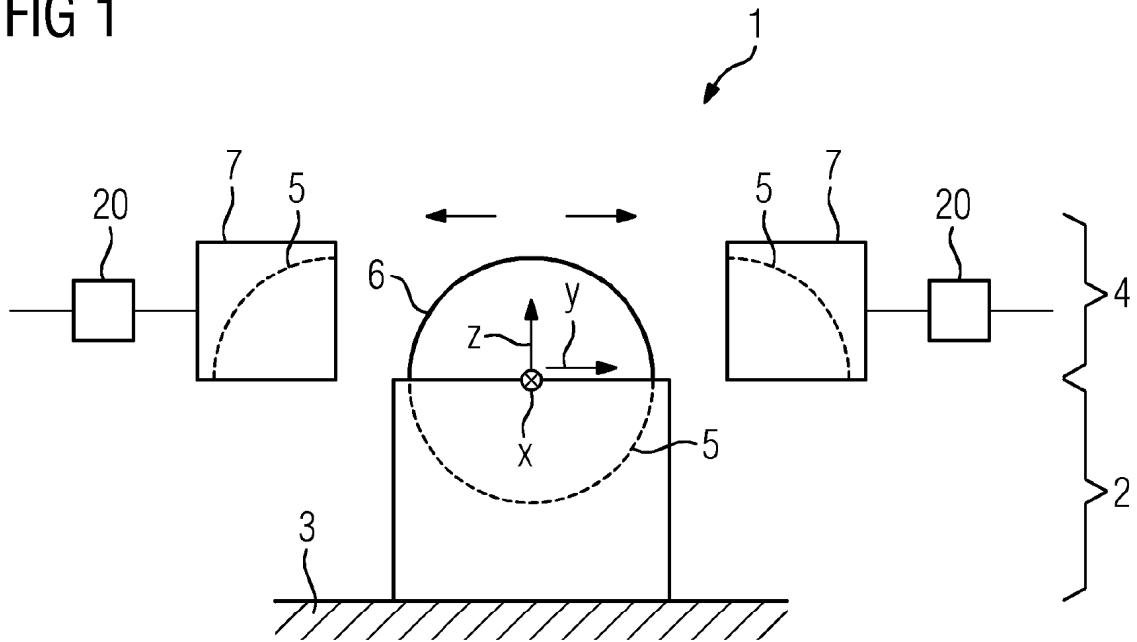


FIG 2

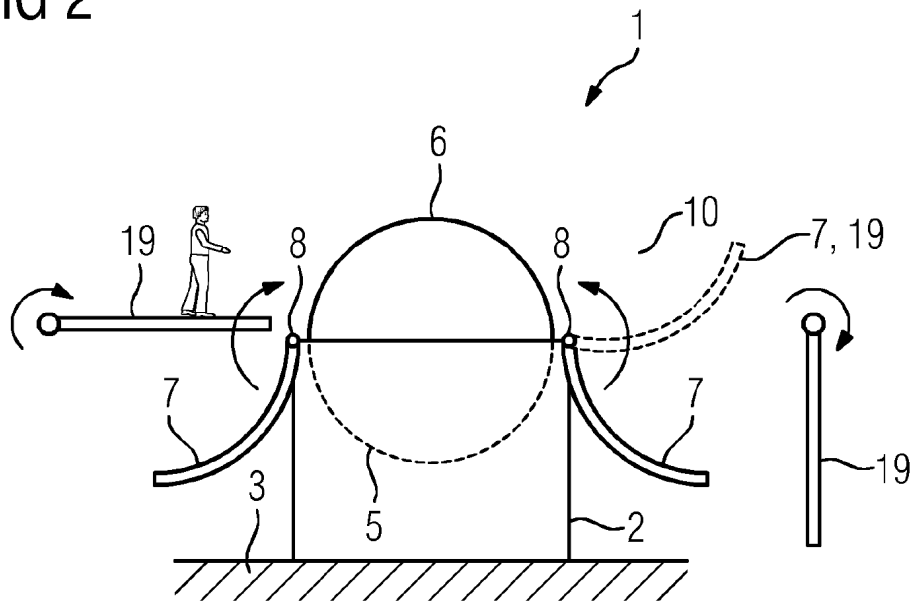


FIG 3

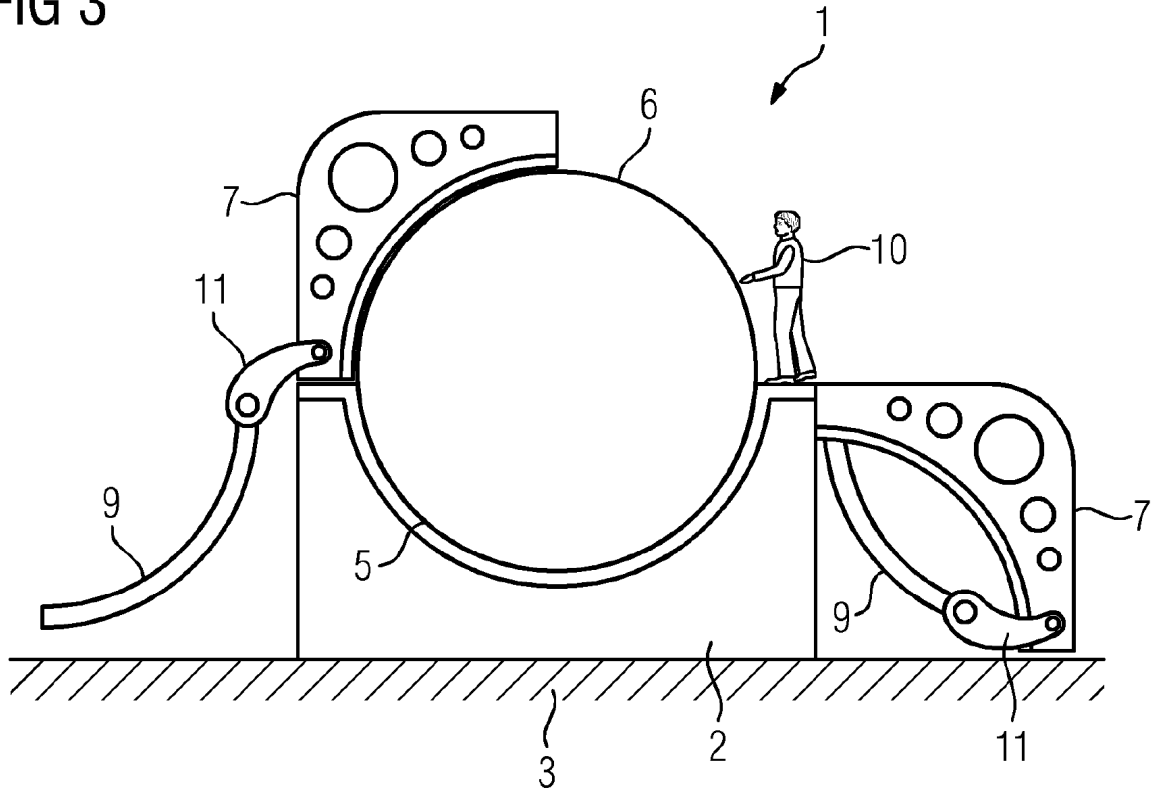


FIG 4

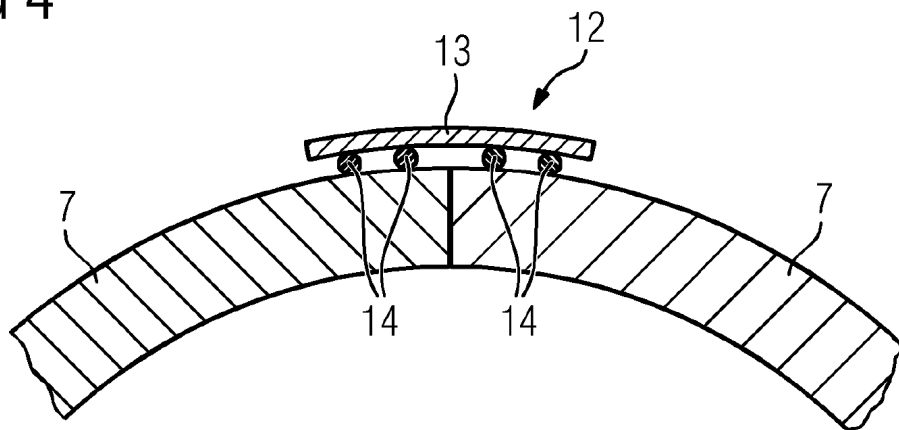


FIG 5

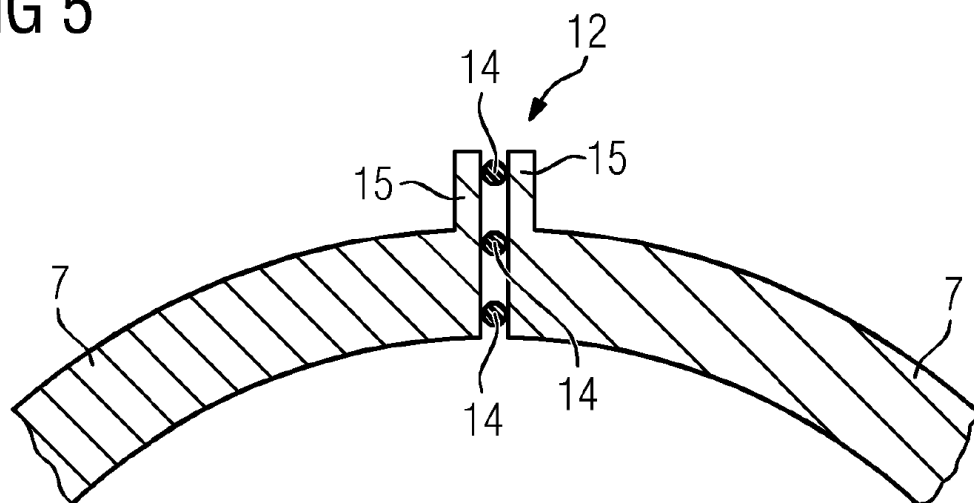


FIG 6

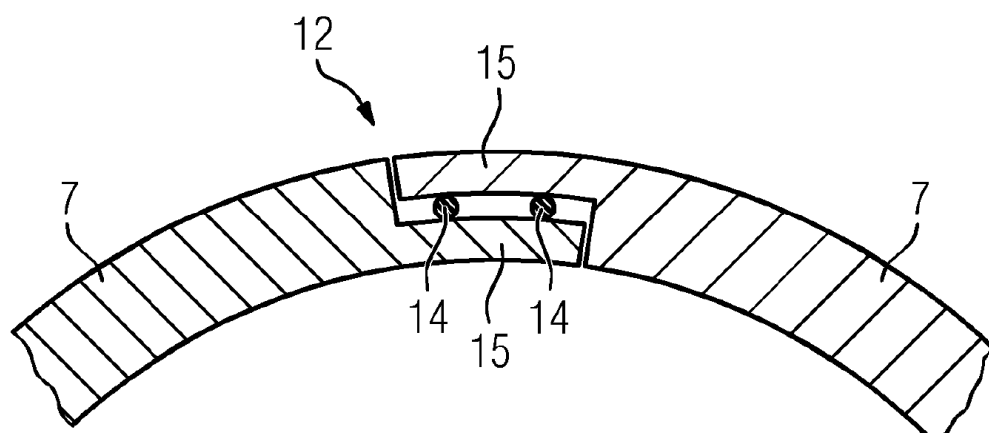


FIG 7

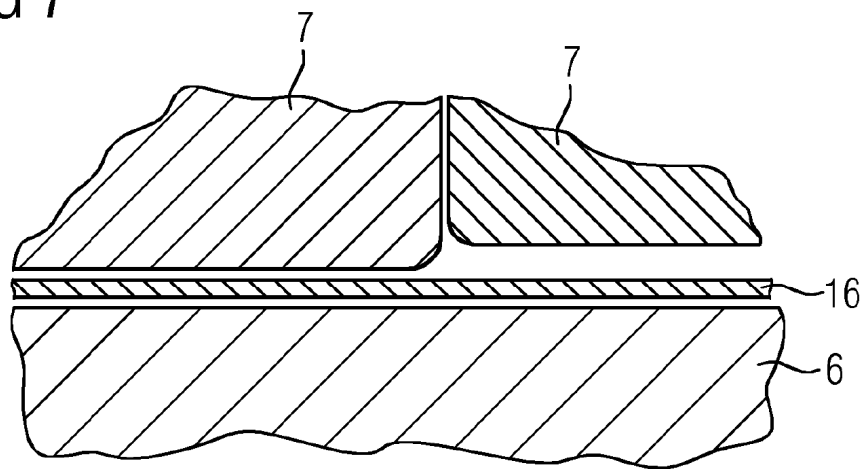


FIG 8

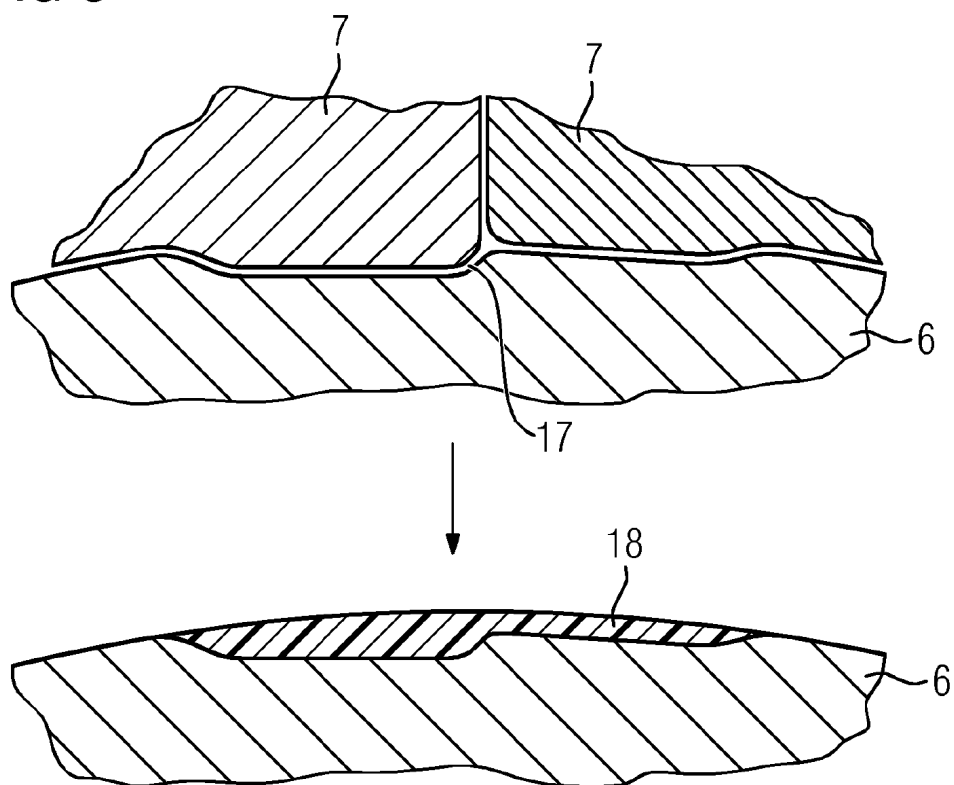


FIG 9

