

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 882 551**

(51) Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 1/06** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2014 E 14159291 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.07.2021 EP 2778399**

(54) Título: **Disposición de montaje para deflector de flujo de aire de una pala de un aerogenerador**

(30) Prioridad:

**15.03.2013 US 201313831951**

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

**02.12.2021**

(73) Titular/es:

**GE INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY, LLC (100.0%)  
300 Garlington Road Greenville, South Carolina 29615, US**

(72) Inventor/es:

**BROOKS, PETER EVERETT;  
BURGESS, NATHAN JOHN y  
MILLER, MYRON FLOYD**

(74) Agente/Representante:

**ZEA CHECA, Bernabé**

### Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

**ES 2 882 551 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

Disposición de montaje para deflector de flujo de aire de una pala de un aerogenerador

- 5 Los aerogeneradores generan energía proporcional al área de barrido de sus palas. La elección de los atributos del rotor para un aerogenerador, tal como su diámetro, es un compromiso de diseño entre palas más largas para una mayor producción de energía cuando hay escaso viento y palas más cortas para la limitación de carga en vientos fuertes. Por lo tanto, un aerogenerador con palas más largas aumentará el área de barrido lo que, a su vez, produce más energía. Sin embargo, a altas velocidades del viento, un aerogenerador con palas más largas impone mayores exigencias a los componentes y crea más situaciones en las que la turbina debe desconectarse para evitar dañar los componentes. Incluso en situaciones donde la velocidad promedio del viento no es lo suficientemente alta como para causar daños, ráfagas de viento periódicas, que varían tanto la velocidad como la dirección del viento, aplican fuerzas que pueden ser lo suficientemente fuertes como para dañar el equipo.
- 10
- 15 En algunas configuraciones de aerogeneradores, se utilizan deflectores para optimizar la carga del aerogenerador. Véase, por ejemplo, US 2 076 520 y US 2012/243989 A1. El montaje de estos deflectores puede resultar difícil debido a la cantidad de tensión en los distintos componentes. Además, el montaje convencional de los dispositivos puede implicar el mecanizado de piezas para cada uso particular con el fin de corresponder a la geometría del perfil aerodinámico en el lugar del montaje. El hecho de que se requiera un diseño específico para cada pieza puede resultar costoso, llevar tiempo y ser ineficiente.
- 20

A continuación, se da una descripción simplificada de la invención con el fin de proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la invención. No se da aquí una descripción general extensa de la invención. No se pretende identificar elementos clave o críticos de la invención ni definir el alcance de la invención. La siguiente descripción simplemente presenta algunos conceptos de la invención de manera simplificada como introducción de la descripción más detallada que se da a continuación.

- La presente invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.
- 30 Se puede tener una comprensión más completa de la presente invención y de las ventajas de la misma consultando la siguiente descripción teniendo en cuenta los dibujos adjuntos, en los que los números de referencia similares indican características similares, y en los cuales:
- 35 La figura 1 es una vista en perspectiva de un aerogenerador de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.
- 40 La figura 2 es una sección transversal de una pala de rotor que representa un primer dispositivo de compensación de cargas con el deflector de aire en una posición extendida de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.
- 45 Las figuras 4 y 5 son vistas en sección isométricas a través de la pala de rotor que representan el dispositivo de compensación de cargas de la figura 2 con el deflector de aire en una posición retraída (figura 4) y en una posición extendida (figura 5) de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.
- 50 La figura 6 ilustra un ejemplo de un dispositivo de compensación de cargas de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.
- 55 La figura 7 es una vista en despiece del dispositivo de compensación de cargas de la figura 6 de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.
- 60 La figura 8 es una vista en sección transversal del dispositivo de compensación de cargas montado en una pala de rotor de perfil aerodinámico de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.
- La figura 9 es una sección transversal de una pala de rotor de perfil aerodinámico que representa el dispositivo de compensación de cargas montado en el interior de la pala de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.
- Las figuras 10A y 10B ilustran una lámina de recubrimiento que puede utilizarse con el dispositivo de compensación de cargas y una vista ampliada de los salientes que se extienden desde la lámina de recubrimiento, respectivamente.

La figura 11 ilustra el dispositivo de compensación de cargas con la lámina de recubrimiento retirada de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.

- 5 La figura 12 es una vista en sección transversal del dispositivo de compensación de cargas montado en una pala de rotor de perfil aerodinámico de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.
- 10 La figura 13 es una vista en despiece alternativa del dispositivo de compensación de cargas de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.
- 15 La figura 14 es una vista en detalle de un extremo del dispositivo de compensación de cargas de acuerdo con uno o más aspectos descritos aquí.

En la siguiente descripción de las distintas realizaciones, se hace referencia a los dibujos que se acompañan, los cuales forman parte de la misma, y en los que se muestran, a modo de ilustración, diversas realizaciones en las que puede ponerse en práctica la invención. Debe entenderse que pueden utilizarse otras realizaciones y pueden realizarse modificaciones estructurales y funcionales sin apartarse del alcance de la presente invención.

Los aspectos de las disposiciones que se describen aquí pueden incluir un dispositivo de compensación de cargas montado en una pala de rotor de perfil aerodinámico. En algunas disposiciones, el dispositivo de compensación de cargas puede incluir un dispositivo desplegable, tal como un deflector de aire, y puede montarse en una pala de un aerogenerador. Para simplificar la descripción de las disposiciones aquí descritas, se describirán varios aspectos en el contexto de un dispositivo de compensación de cargas montado en una pala de un aerogenerador o una pala de rotor de perfil aerodinámico. Sin embargo, las características que se describen aquí pueden utilizarse en una variedad de dispositivos y aplicaciones y no debe considerarse nada de la memoria o las figuras como una limitación de la invención a un deflector de aire montado en una pala de un aerogenerador.

Durante el funcionamiento del aerogenerador, el deflector de aire puede desplegarse para gestionar cargas y/u optimizar el funcionamiento del aerogenerador. El deflector de aire puede formar parte de un dispositivo de compensación de ráfagas y puede montarse en una superficie interior de la pala de rotor de perfil aerodinámico. El dispositivo de compensación de cargas puede incluir una lámina de recubrimiento que forma una parte de una superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico. La lámina de recubrimiento puede estar conectada a una carcasa del dispositivo de compensación de cargas a través de uno o más salientes que se extienden hacia abajo desde una superficie inferior de la lámina de recubrimiento. La carcasa puede incluir una pluralidad de abrazaderas dispuestas en la carcasa y configuradas para conectar la carcasa a la pala de rotor de perfil aerodinámico, tal como se explicará con más detalle a continuación.

La figura 1 muestra un aerogenerador 2 sobre una base 4 con una torre 6 que soporta una góndola 8. Una o más palas 10 van unidas a un buje 12 a través de una brida con pernos 14. En la realización representada, el aerogenerador incluye tres palas 10. El buje 12 está conectado a un multiplicador, un generador y otros componentes dentro de la góndola 8. Las palas 10 pueden tener una longitud fija o pueden ser de tipo de longitud variable, es decir, telescopicas, tal como se muestra en la figura 1. Tal como se muestra en la figura 1, cada pala de longitud variable 10 incluye una parte de base o raíz 16 y una parte de punta 18. La parte de punta 18 es móvil respecto a la parte de raíz 16 para aumentar y disminuir de manera controlada la longitud de la pala de rotor 10, y a su vez, aumentar y disminuir respectivamente el área de barrido de las palas del rotor 10. Puede utilizarse cualquier sistema de accionamiento deseable, tal como un accionamiento de tornillo, un pistón/cilindro, o una disposición de polea/cabrestante para mover la parte de punta 18 respecto a la parte de raíz 16. Dichos sistemas de accionamiento se describen en la patente americana 6.902.370. El aerogenerador 2 incluye, además, un dispositivo de accionamiento de guíñada y un motor de guíñada, no mostrados.

Las figuras 2-5 muestran una sección transversal de una pala de un aerogenerador 10 que contiene por lo menos un dispositivo de compensación de cargas 30, que puede incluir un deflector de aire. La pala 10 tiene un borde de ataque 20, un borde de salida 22, un lado de alta presión 24 y un lado de baja presión 26. Una línea de cuerda c puede definirse como una línea entre el borde de ataque 20 y el borde de salida 22 de la pala 10. Se admite que el lado de ataque de la pala de rotor 10 corresponde a la mitad delantera de la pala de rotor 10 y el lado de salida de la pala de rotor 10 a la mitad trasera de la pala de rotor 10.

La pala 10 representada en las figuras es simplemente un diseño ilustrativo de sección transversal o geometría de perfil aerodinámico y se admite que pueden utilizarse infinitas variaciones de sección transversal como parte de la presente invención. La pala de rotor de perfil aerodinámico puede presentar cualquier configuración y estar realizada en cualquier material adecuado, tal como fibra de vidrio y/o fibra de carbono.

Tal como puede apreciarse en las secciones transversales de las figuras 2 y 3, la pala de rotor 10 incluye, además, por lo menos un dispositivo de compensación de cargas, al que se hace referencia genéricamente como número de

- referencia 30, pero específicamente denominado número de referencia 30a y 30b con referencia a un lado específico de la pala de rotor 10. La figura 2 representa una colocación de un primer dispositivo de compensación de cargas de viento 30a para afectar al flujo de aire en el lado de baja presión 26 de la pala de rotor 10. La figura 3 representa una colocación de un segundo dispositivo de compensación de cargas de viento 30b para afectar al flujo de aire en el lado de alta presión 24 de la pala de rotor 10. Se admite que, en funcionamiento, la superficie más curvada 26a y la superficie opuesta menos curvada 24a crean la dinámica del lado de baja presión 26 y del lado de alta presión 24 debido a principios de aerodinámica bien conocidos. Esto, en combinación con el flujo de aire sobre la pala de rotor 10, crea un efecto conocido como "sustentación" que ayuda a la rotación del rotor.
- 10 En una realización, cada pala de rotor 10 incluye por lo menos un primer dispositivo de compensación de cargas de viento 30a para afectar al flujo de aire en el lado de baja presión 26 y por lo menos un segundo dispositivo de compensación de cargas de viento 30b para afectar al flujo de aire en el lado de alta presión 24. Es decir, incluye dispositivos de compensación de cargas de viento 30a y 30b, y estos dispositivos 30a, 30b pueden disponerse separados longitudinalmente a lo largo de la pala de rotor 10. Puede utilizarse cualquier número deseado de estos dispositivos 30a, 30b. En otra realización, cada pala de rotor 10 incluye por lo menos un dispositivo de compensación de cargas de viento 30a para afectar al flujo de aire en el lado de baja presión 26 y ningún dispositivo de compensación de cargas de viento en el lado de alta presión 24. Puede utilizarse cualquier número deseado de dispositivos 30a en el lado de baja presión 26. En otra realización, cada pala de rotor 10 incluye por lo menos un dispositivo de compensación de cargas de viento 30b en el lado de alta presión 24 y ningún dispositivo de compensación de cargas de viento en el lado de baja presión 26. Puede utilizarse cualquier número deseado de dispositivos 30b en el lado de alta presión 24.
- 15 Cada dispositivo de compensación de cargas de viento 30a, 30b incluye un deflector de aire 32. El deflector de aire 32 puede moverse entre una posición extendida en la que el deflector de aire 32 se extiende desde una superficie exterior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 10 y una posición retraída en la que el deflector de aire 32 se encuentra sustancialmente a nivel, empotrado, o no se extiende materialmente de otro modo desde la superficie exterior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 10. Las figuras 2 y 3 muestran ambas el deflector de aire 32 en una posición extendida en la que el deflector de aire 32 se extiende desde la superficie exterior de la pala de rotor 10. La figura 4 es una vista en sección isométrica a través de la pala de rotor 10 que representa el dispositivo de compensación de cargas de viento 30a en su posición retraída.
- 20 30 En una primera disposición, la ubicación de los deflectores de aire 32 respecto al borde de ataque 20 y el borde de salida 22 de la pala de rotor de perfil aerodinámico 26 está en la mitad delantera, es decir, está entre un 0%-50% de la longitud de la cuerda c cuando se mide perpendicularmente a la misma desde el borde de ataque 20 hasta el borde de salida 22. En otra disposición, la ubicación de los deflectores de aire 32 respecto al borde de ataque 20 y el borde de salida 22 de la pala de rotor de perfil aerodinámico 26 está entre un 5%-45% de la longitud de la cuerda c cuando se mide perpendicularmente a la misma desde el borde de ataque 20 hasta el borde de salida 22. En todavía otra disposición, la ubicación de los deflectores de aire 32 respecto al borde de ataque 20 y el borde de salida 22 de la pala de rotor de perfil aerodinámico 26 está entre un 15% -35% de la longitud de la cuerda c cuando se mide perpendicularmente a la misma desde el borde de ataque 20 hasta el borde de salida 22. En algunos ejemplos, el grosor de una superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico en la cual van montados los dispositivos de compensación de cargas 30 pueden variar.
- 25 35 40 45 50 El deflector de aire 32 puede dimensionarse en base al parámetro del estado del aerogenerador deseado y, además, en función del número de dispositivos de compensación de cargas utilizados. El deflector de aire puede estar realizado en cualquier material adecuado, tal como fibra de vidrio, fibra de carbono, acero inoxidable, plástico (tal como policarbonato) y/o aluminio. El deflector de aire 32 puede tener cualquier anchura deseada, por ejemplo, desde unas pocas pulgadas hasta más de un pie. Además, el deflector de aire 32 puede extenderse desde la superficie del perfil aerodinámico hasta cualquier altura deseada, por ejemplo, desde menos de un porcentaje hasta un pequeño porcentaje de la cuerda c (figura 3), y pueden tener cualquier grosor adecuado de acuerdo con el material elegido, típicamente menos de una pulgada.
- 55 60 Las figuras 4 y 5 son vistas en sección isométrica a través de la pala de rotor 10 que representa el dispositivo de compensación de cargas de viento 30 del lado de baja presión con el deflector de aire 32 en una posición retraída (figura 4) y en una posición extendida (figura 5). El dispositivo de compensación de cargas de viento 30 está montado adecuadamente mediante una interfaz para mantener sustancialmente el contorno de la superficie de la pala de rotor 10. A continuación, se describirán más detalladamente varias disposiciones de montaje y disposiciones de interfaz. La figura 6 ilustra un dispositivo de compensación de cargas 130 de ejemplo de acuerdo con varios aspectos que se describen aquí. Una o más características, así como el funcionamiento del dispositivo de compensación de cargas 130, pueden ser sustancialmente similares al dispositivo de compensación de cargas 30 que se ha descrito anteriormente. Además, el dispositivo de compensación de cargas 130 puede montarse en cualquier lugar a lo largo

de una pala de rotor de perfil aerodinámico, tal como se ha descrito anteriormente. En la patente americana nº 8.267.654 pueden encontrarse varias características de los dispositivos de control de cargas y el funcionamiento de uno o más dispositivos de control de cargas.

- 5 El dispositivo de compensación de cargas 130 se muestra montado en una pala de rotor de perfil aerodinámico 132. La pala de rotor de perfil aerodinámico puede presentar una de varias geometrías de sección transversal de perfil aerodinámico. El dispositivo de compensación de cargas 130 está montado generalmente en el interior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. Es decir, el dispositivo de compensación de cargas 130 está montado en una superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 de modo que el dispositivo de compensación de cargas 10 queda contenido sustancialmente dentro de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. El dispositivo de compensación de cargas 132 incluye una abertura 134 a través de la cual puede desplegarse un deflector de aire. Tal como se ha descrito anteriormente, el deflector de aire puede ayudar a optimizar el funcionamiento de un aerogenerador.
- 15 El dispositivo de compensación de cargas 130 incluye, además, una lámina de recubrimiento 136. En algunas disposiciones, la lámina de recubrimiento 136 puede formar una parte de una superficie exterior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. En consecuencia, para mantener las propiedades de flujo en la superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132, es ventajoso que la lámina de recubrimiento 136 incluya una superficie continua 20 con pocas interrupciones, si las hay. Tal como se muestra en la figura 6, la lámina de recubrimiento 136 incluye una mayor parte de la superficie que está libre de interrupciones y/o es sustancialmente lisa. Por ejemplo, no hay conectores, acoplamientos, etc. que se extiendan a través de la lámina de recubrimiento 136, como en algunas disposiciones convencionales.
- 25 La lámina de recubrimiento 136 puede estar realizada en cualquier material adecuado, tal como fibra de vidrio, fibra de carbono, varios otros materiales compuestos, aluminio, acero inoxidable, diversos plásticos y similares. La lámina de recubrimiento 136, en algunos ejemplos, puede ser deformable para adaptarse a una geometría de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 en una ubicación del dispositivo de compensación de cargas. Estas disposiciones se describirán con más detalle a continuación.
- 30 La lámina de recubrimiento 136 puede estar conectada a una carcasa 138 del dispositivo de compensación de cargas 130, tal como se explicará con más detalle a continuación. La carcasa 138 puede contener sustancialmente el deflector de aire, el mecanismo de despliegue del deflector de aire y varios otros componentes. En algunos ejemplos, la carcasa 138 puede estar formada por dos partes 138a, 138b que pueden unirse utilizando métodos de conexión conocidos, tales como tornillos, pernos, y similares. La carcasa 138 puede presentar más de una parte. Por 35 ejemplo, la carcasa 138 puede presentar dos partes. En otros ejemplos, la carcasa 138 puede presentar tres partes, tal como se muestra en la figura 7. La carcasa 138 puede incluir dos partes laterales 138a, 138b y una parte superior 138c que, en algunos ejemplos, puede incluir una ranura a través de la cual deslice el deflector de aire. La formación de la carcasa en múltiples partes puede facilitar cualquier mantenimiento que pueda ser necesario o deseado en el deflector de aire, el mecanismo de despliegue del deflector de aire u otros componentes contenidos dentro de la 40 carcasa 138. La carcasa 138 puede estar formada de cualquier material adecuado, tal como fibra de vidrio, fibra de carbono, otros materiales compuestos, aluminio (por ejemplo, aluminio fundido), acero inoxidable, diversos plásticos y similares.
- 45 Para montar el dispositivo de compensación de cargas 130 en la pala de rotor de perfil aerodinámico 132, puede utilizarse una pluralidad de abrazaderas 142 y elementos de sujeción 140. En algunos ejemplos, los elementos de sujeción 140 pueden extenderse a través de las abrazaderas 142 y ambos pueden estar roscados para permitir el movimiento de la abrazadera 142 a lo largo de una longitud del elemento de sujeción 140. La abrazadera 142 puede extenderse hacia arriba, a lo largo de la longitud del elemento de sujeción 140 para hacer contacto con una superficie interior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 130, conectando así el dispositivo de compensación de cargas 130 a la pala de rotor de perfil aerodinámico 132, tal como se explicará con más detalle a continuación. Las abrazaderas 142 y los elementos de sujeción 140 pueden estar formados por cualquier material adecuado, tal como materiales compuestos, aluminio, acero inoxidable y similares. En algunos ejemplos, puede instalarse nailon u otro material de bloqueo de rosca en las roscas de las abrazaderas.
- 50 La figura 7 ilustra el dispositivo de compensación de cargas 130 en una vista en despiece. Tal como se muestra en la figura 7, el dispositivo de compensación de cargas 130 puede quedar alojado en la abertura 160 formada en la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. En algunas disposiciones, la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 puede incluir una cavidad 152 formada en la superficie exterior y rodeando la abertura 160. La cavidad 152 puede configurarse para recibir una placa de montaje 150, tal como se explicará con más detalle a continuación.
- 55 Tal como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de compensación de cargas 130 puede incluir una lámina de recubrimiento 136 conectada a la carcasa 138. En algunos ejemplos, la lámina de recubrimiento 136 puede estar conectada a la carcasa 138 a través de una pluralidad de salientes 144 que se extienden hacia abajo desde una
- 60

superficie inferior de la lámina de recubrimiento 136 y se extiende a través de la abertura 160 de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. En algunas disposiciones, los salientes 144 pueden alojarse en una pluralidad de aberturas formadas en la carcasa, tal como se explicará más detalladamente a continuación.

5 La lámina de recubrimiento 136 puede quedar en contacto con una superficie superior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 y, en algunas disposiciones, puede formar una parte de la superficie superior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. En consecuencia, la lámina de recubrimiento 136 debe adaptarse a la geometría de la pala de rotor de perfil aerodinámico en la ubicación en la que se encuentra el dispositivo de compensación de cargas 130.

10 La figura 7 ilustra, además, la pluralidad de elementos de sujeción 140 y abrazaderas 142. En algunas disposiciones, los elementos de sujeción pueden ser elementos de sujeción roscados, tales como tornillos, barras roscadas, etc. Los elementos de sujeción 140 pueden extenderse hacia abajo, a través de la carcasa 138 y a través de una abertura formada en cada abrazadera 142 dispuesta en cavidades 143. En algunos ejemplos, las abrazaderas 142 pueden tener forma sustancialmente de L que incluya una parte horizontal 142a alojada en la cavidad 143 y que incluya una abertura a través de la cual pueda extenderse el elemento de sujeción 140. La abrazadera 142 puede incluir, además, una parte sustancialmente vertical 142b que sobresalga hacia fuera de la parte horizontal 142a. La parte vertical 142b puede incluir un extremo que puede quedar en contacto con la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 (por ejemplo, en una superficie interior) para conectar el dispositivo de compensación de cargas 130 a la pala de rotor de perfil aerodinámico 132.

20 En algunos ejemplos, la abrazadera 142 puede quedar forzada hacia la superficie exterior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 al girar el elemento de sujeción 140. Es decir, el elemento de sujeción giratorio 140 hará que la abrazadera 142 se mueva a lo largo de la longitud del elemento de sujeción 140. Por consiguiente, a medida que la abrazadera 142 entra en contacto con la superficie interior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 y el elemento de sujeción 140 gira más, la abrazadera 142 se introducirá en la superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 provocando una fuerza de conexión contrarrestada por la placa de montaje 150 que está en contacto con una superficie exterior opuesta de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. En algunos ejemplos, esta fuerza de conexión hará que la lámina de recubrimiento 136 (conectada a la carcasa 138 mediante salientes 144) se deforme para adaptarse sustancialmente a la geometría aerodinámica de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. En consecuencia, dado que la lámina de recubrimiento 136 puede deformarse a la geometría particular en la ubicación en la cual va montado el dispositivo de compensación de cargas 130, la lámina de recubrimiento 136 y la disposición de montaje asociada, incluyendo las abrazaderas de sujeción 142, elementos de sujeción 140, etc. pueden utilizarse con cualquier geometría de perfil aerodinámico y en cualquier posición a lo largo del perfil aerodinámico, independientemente de la geometría.

35 La figura 8 es una vista en sección transversal del dispositivo de compensación de cargas 130 montado en una pala de rotor de perfil aerodinámico 132. Tal como se ha descrito anteriormente, la lámina de recubrimiento 136 queda en contacto con una superficie exterior 132b de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 y está conectada a la carcasa 138 mediante una pluralidad de salientes, tal como se describirá con más detalle a continuación. Las abrazaderas 142, tal como se muestra, se introducen en la superficie interior 132a de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. En algunas disposiciones, al apretar las abrazaderas 142 sobre la superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico, éstas arrastrarán la lámina de recubrimiento 136 hacia abajo, sobre la superficie exterior 132b de la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 y hará que se deforme para coincidir o adaptarse sustancialmente a la geometría del perfil aerodinámico en esa ubicación. En algunos ejemplos, la lámina de recubrimiento 136 puede tener un primer radio de curvatura en una disposición no instalada y un segundo radio de curvatura en una disposición instalada, siendo el segundo radio de curvatura mayor que el primer radio de curvatura (por ejemplo, la lámina de recubrimiento 136 se aplana cuando se instale). Por ejemplo, en algunas disposiciones, la lámina de recubrimiento tendrá un radio de curvatura de entre 0,5 y 1,5 metros en una disposición no instalada. 50 Cuando se instala, la lámina de recubrimiento puede "aplanarse" y el radio de curvatura puede ser entre 3 metros y 4,5 metros.

40 En algunos ejemplos, cada abrazadera 142 puede funcionar independientemente de las otras abrazaderas 142. Por consiguiente, el dispositivo de compensación de cargas 130 puede montarse en una pala de rotor de perfil aerodinámico que tenga un grosor variable. Por ejemplo, la figura 9 es una sección transversal de una pala de rotor de perfil aerodinámico 232. El dispositivo de compensación de cargas 230 está montado en el interior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 232. De manera similar a las disposiciones que se han descrito anteriormente, el dispositivo de compensación de cargas 230 incluye una pluralidad de abrazaderas 242 dispuestas en por lo menos un lado de la carcasa 238. Tal como se muestra en la figura 9, las abrazaderas 242 están dispuestas en dos lados opuestos de la carcasa 238. Las abrazaderas 242 se muestran acopladas a la superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico para montar el dispositivo de compensación de cargas 230 en la pala de rotor de perfil aerodinámico 232.

En la disposición de la figura 9, el dispositivo de compensación de cargas 230 está montado en una superficie superior 270 de la pala de rotor de perfil aerodinámico 232. La superficie superior 270 tiene un grosor variable a lo largo de la sección transversal. Por ejemplo, la parte 270a es más gruesa que la 270b. En consecuencia, la abrazadera 242a se dispondrá en una posición a lo largo del elemento de sujeción correspondiente (no mostrado) que es diferente de la abrazadera 242b, que montará la carcasa 238 en la pala de rotor de perfil aerodinámico 232 en una parte más delgada 270b de la superficie superior 270. Dado que cada abrazadera 242 pueden funcionar independientemente una de la otra, las abrazaderas pueden colocarse o disponerse según sea necesario, dependiendo de la geometría de la superficie de perfil aerodinámico y pueden utilizarse generalmente de manera universal con cualquier geometría de la superficie de perfil aerodinámico. En algunos ejemplos, las abrazaderas pueden regularse para adaptarse a un grosor de lámina de entre 5 mm y 40 mm.

Las figuras 10A y 10B ilustran, además, la lámina de recubrimiento 136 y salientes 144 de la lámina de recubrimiento. La figura 10A es una vista inferior de la lámina de recubrimiento 136. El lado inferior o hacia adentro de la lámina de recubrimiento 136 (por ejemplo, hacia el interior de una pala de rotor de perfil aerodinámico a la que está conectada la lámina de recubrimiento) incluye una pluralidad de salientes 144 para conectar la lámina de recubrimiento a la carcasa (no mostrado en las figuras 10A y 10B). Los salientes 144 pueden ser solidarios de la lámina de recubrimiento 136. Por ejemplo, durante la fabricación de la lámina de recubrimiento 136, los salientes 144 pueden formarse solidarios del resto de la lámina de recubrimiento 136, para proporcionar una lámina de recubrimiento 136 de una sola pieza con salientes 144 que se extienden desde la misma. En algunos ejemplos, la lámina de recubrimiento 136 y los salientes 144 pueden formarse llevando a cabo una operación de moldeo. La conexión de la lámina de recubrimiento 136 a la carcasa 138 utilizando los salientes 144 que se extienden desde el lado inferior puede facilitar la conexión de la lámina de recubrimiento 136 a la carcasa 138 sin el uso de un elemento de sujeción que tenga una cabeza de sujeción expuesta en la superficie exterior de la lámina de recubrimiento 136. La eliminación de las cabezas expuestas de los elementos de sujeción puede ayudar a reducir o eliminar interrupciones de flujo de aire sobre la superficie de la lámina. Además, los elementos de sujeción que tienen cabezas expuestas en la superficie de la lámina pueden estar sujetos a cizallamiento debido a diversas fuerzas sobre la lámina. Por consiguiente, montar la lámina de recubrimiento sin ninguna cabeza de fijación expuesta reduce o elimina este problema y la reparación asociada.

Tal como se muestra en la vista ampliada del saliente 144 de la figura 10B, los salientes 144 pueden ser un elemento de sujeción de tipo "árbol de Navidad" que tenga una pluralidad de hilos o púas 146 que se extiendan alrededor del saliente 144, formando así una forma a modo de "árbol de Navidad". Los salientes 144 pueden tener una variedad de otras formas, disposiciones, configuraciones, etc. sin apartarse de la invención. Los salientes 144 pueden alojarse en una pluralidad de aberturas roscadas (152 en la figura 11) formadas en una superficie superior de la carcasa 138. La figura 11 ilustra una carcasa 138 de ejemplo que tiene una pluralidad de aberturas 152 dispuestas en una superficie superior 154. Las aberturas 152 están configuradas para recibir los salientes 144 que se extienden hacia abajo desde la lámina de recubrimiento 136. En algunas disposiciones, los salientes 144 pueden encajar a presión en las aberturas 152. Por ejemplo, las rosas o púas 146 pueden encajar en las rosas correspondientes en el interior de la abertura 152 para sujetar la lámina de recubrimiento 136 a la carcasa 138. En algunos ejemplos, los salientes 144 pueden extenderse a través de las aberturas formadas en la placa de montaje 150 y en las aberturas 152.

Tal como se ha descrito anteriormente, los salientes 144 que conectan la lámina de recubrimiento 136 a la carcasa 138 ayudan a sujetar el dispositivo de compensación de cargas 130 a la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. Tal como también se ha descrito anteriormente, la lámina de recubrimiento 136 puede deformarse para adaptarse sustancialmente a la geometría del perfil aerodinámico en la ubicación de la lámina de recubrimiento 136. Es decir, la conexión de las abrazaderas 142 a la pala de rotor de perfil aerodinámico 132 hará que la lámina de recubrimiento 136 se aplane para coincidir o corresponder sustancialmente con la geometría del perfil aerodinámico. Por consiguiente, la disposición del dispositivo de compensación de cargas puede utilizarse prácticamente con cualquier geometría de perfil aerodinámico sin requerir una lámina de recubrimiento que se fabrique para adaptarse a la geometría deseada. En su lugar, puede utilizarse una lámina de recubrimiento genérica que se adapte a la geometría deseada.

La figura 12 es una sección transversal que ilustra la lámina de recubrimiento 136 conectada a la carcasa 138. Los salientes 144 son visibles extendiéndose hacia el interior de la carcasa 138. Entre la lámina de recubrimiento 136 y la carcasa 138 puede disponerse una placa de montaje (tal como se describirá a continuación). En algunos ejemplos, puede utilizarse un sellador para adherir el borde de la lámina de recubrimiento a la superficie exterior de la pala de rotor de perfil aerodinámico. Tal como se muestra, la lámina de recubrimiento 136 se extiende a través de la abertura formada en la pala de rotor de perfil aerodinámico y forma una parte de la superficie exterior de la pala de rotor de perfil aerodinámico. La carcasa 138 se extiende hacia abajo desde la lámina de recubrimiento 136 y está conectada a la lámina de recubrimiento 136 mediante unos salientes 144. Unas abrazaderas se extienden hacia fuera desde la carcasa para hacer contacto con una superficie interior de la pala de rotor de perfil aerodinámico.

- La figura 13 es una vista en despiece alternativa del dispositivo de compensación de cargas 130. Similar a la vista en despiece de la figura 7, el dispositivo de compensación de cargas 130 incluye una lámina de recubrimiento 136, una carcasa 138 (mostrada incluyendo abrazaderas, etc. para montar el dispositivo) y una pala de rotor de perfil aerodinámico 132. La pala de rotor de perfil aerodinámico 132 incluye una abertura 160 rodeada por una cavidad 152. La cavidad 152 puede configurarse para recibir la placa de montaje 150. La placa de montaje 150, en algunas disposiciones, puede incluir una lengüeta 156 configurada para distribuir carga, tal como se explicará más detalladamente a continuación.
- En algunos ejemplos, la placa de montaje 150 puede configurarse para permitir que el dispositivo de compensación de cargas 130 (y, en particular, la carcasa 138) "flote" dentro de la abertura 160 en la pala de rotor de perfil aerodinámico 132. Por ejemplo, la placa de montaje 150 puede apoyarse en la cavidad 152 (en algunos ejemplos, puede disponerse una junta 170, una junta revestida con adhesivo, o un sellador entre la placa de montaje 150 y la cavidad 152). Adicional o alternativamente, la placa de montaje 150 puede conectarse a la cavidad, tal como mediante pegamento u otro adhesivo. La placa de montaje 150 puede quedar dispuesta entre la lámina de recubrimiento 136 y la carcasa 138. Cuando la pala de rotor está en funcionamiento, la carcasa 138 (y el dispositivo de compensación de cargas, en general) puede moverse dentro de una abertura formada en la placa de montaje (y, en consecuencia, dentro de la abertura 160 de la pala 132) para reducir la tensión o la carga asociada a expansión/contracción térmica.
- Tal como se muestra en la figura 14, en algunos ejemplos, la placa de montaje 150 puede incluir una lengüeta 156 dispuesta en un extremo de la punta de la placa de montaje 150. Durante el funcionamiento, la fuerza centrífuga empujará la carcasa flotante 138 hacia el extremo de la punta de la pala y, en consecuencia, la lengüeta 156. La lengüeta 156 ayudará a distribuir la carga o fuerza a la superficie de la pala 132. Esta disposición, junto con la disposición de la carcasa flotante 138, ayudará a reducir la tensión y/o la carga de la expansión/contracción térmica y/o la carga axial o de flexión de la pala. En algunos ejemplos, la lámina de recubrimiento 136 también puede flotar con la carcasa 138.
- Aunque la descripción se ha dado en un lenguaje específico para características estructurales y/o actos metodológicos, debe entenderse que el contenido de las reivindicaciones adjuntas no está necesariamente limitado a las características o actos específicos descritos anteriormente. Más bien, las características y actos específicos descritos anteriormente se describen como formas de ejemplo de implementación de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Pala de rotor de perfil aerodinámico (10, 132) que comprende un dispositivo de compensación de cargas, en el que el dispositivo de compensación de cargas comprende:

5 una carcasa (138) configurada para contener un deflector de aire (32) cuando se encuentra en una posición retraída, la carcasa (138) dispuesta en un interior de la pala de rotor de perfil aerodinámico (10, 132);  
 10 definiendo la pala de rotor de perfil aerodinámico (10, 132) una abertura (160) que tiene una cavidad circundante (152) formada en una superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico, en el que el deflector de aire se extiende a través de la abertura (160) de la pala de rotor de perfil aerodinámico en una posición desplegada y la carcasa (138) está montada en la abertura (160) de la pala de rotor de perfil aerodinámico;  
 15 una placa de montaje (150) alojada en la cavidad (152) de la pala de rotor de perfil aerodinámico rodeando la abertura (160), caracterizada por el hecho de que la placa de montaje incluye una lengüeta (156) que se extiende hacia abajo desde un primer extremo de la placa de montaje y la lengüeta (156) está configurada para distribuir fuerza desde el dispositivo de compensación de cargas (30) hacia una superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico (10, 132); y  
 20 la carcasa (138) está configurada para flotar dentro de una abertura de la placa de montaje y la abertura (160) de la pala de rotor de perfil aerodinámico de manera que la carcasa está adaptada para moverse dentro de la abertura de la placa de montaje cuando la pala de rotor está en funcionamiento.

20 2. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que incluye, además, una lámina de recubrimiento (136) conectada a la carcasa (138) y configurada para flotar con la carcasa.

25 3. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por el hecho de que la lámina de recubrimiento (136) forma una parte de la superficie de la pala de rotor de perfil aerodinámico (10, 132).

30 4. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, caracterizada por el hecho de que la lámina de recubrimiento (136) es deformable para adaptarse sustancialmente a una geometría de perfil aerodinámico de la pala de rotor de perfil aerodinámico (10, 132) en una ubicación del dispositivo de compensación de cargas (130).

35 5. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizada por el hecho de que la placa de montaje (150) está dispuesta entre la lámina de recubrimiento (136) y la carcasa (138).

40 6. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizada por el hecho de que la lámina de recubrimiento (136) tiene un primer radio de curvatura antes de sujetar la carcasa (138) a la pala de rotor de perfil aerodinámico (10, 132) y tiene un segundo radio de curvatura mayor después de que la carcasa (138) queda sujetada a la pala de rotor de perfil aerodinámico.

45 7. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizada por el hecho de que comprende, además, una pluralidad de conectores (144), que incluyen elementos de ajuste a presión configurados para conectar la lámina de recubrimiento (136) a la carcasa (138).

8. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada por el hecho de que la pluralidad de conectores (144) son solidarios de la lámina de recubrimiento (136).

50 9. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizada por el hecho de que la pluralidad de conectores (144) se moldean en la lámina de recubrimiento (136) durante la fabricación de la lámina de recubrimiento.

55 10. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que comprende, además, una pluralidad de abrazaderas (142) configuradas para conectar la carcasa (138) a la pala de rotor de perfil aerodinámico (10, 132), y en el que las abrazaderas (142) funcionan preferiblemente independientemente una de la otra.

60 11. Pala de rotor de perfil aerodinámico (30) de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizada por el hecho de que la pluralidad de abrazaderas (142) están dispuestas a lo largo de un primer lado de la carcasa del deflector de aire (138) y un segundo lado de la carcasa del deflector de aire (138) y están roscadas.

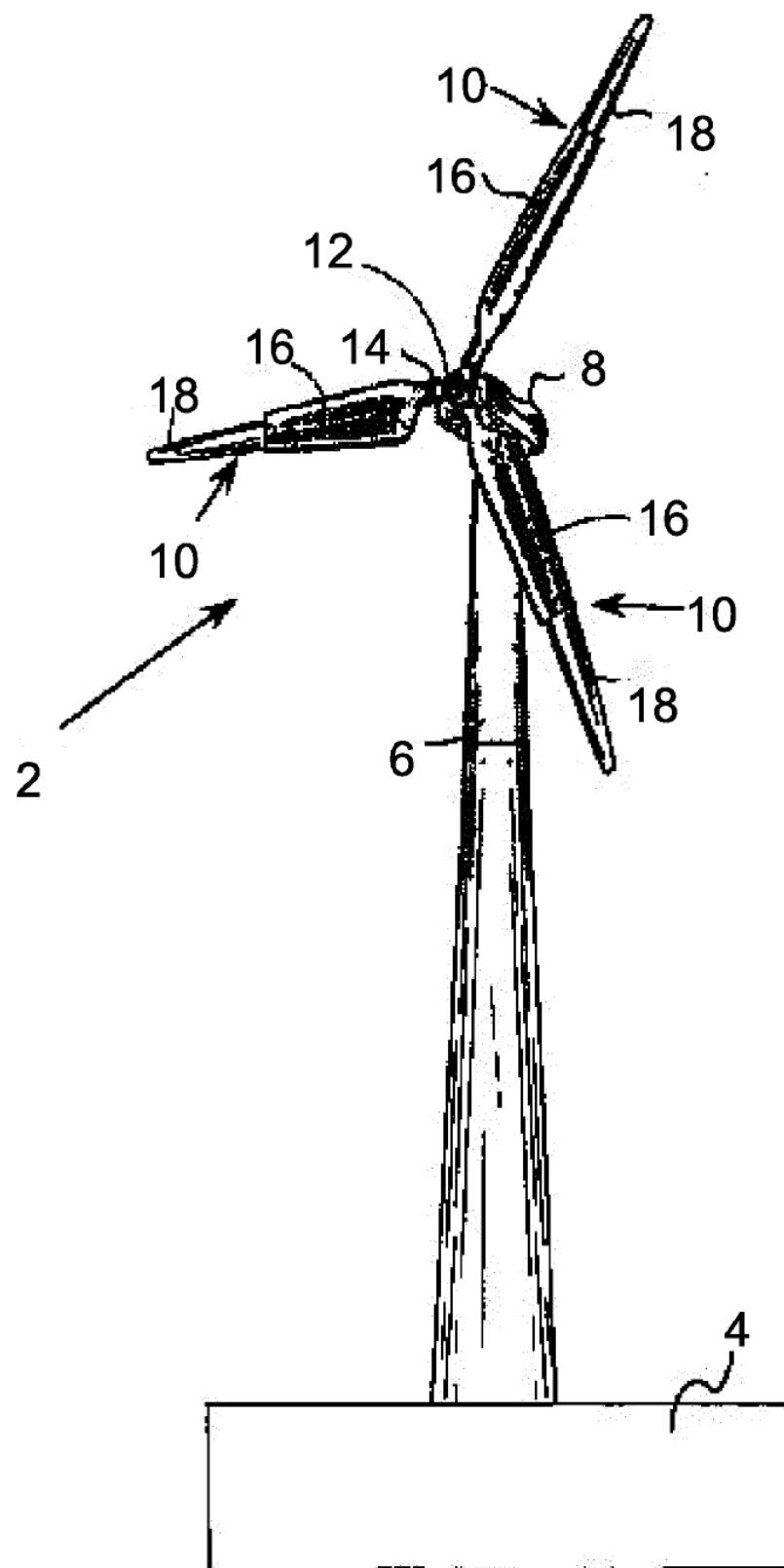


FIG. 1

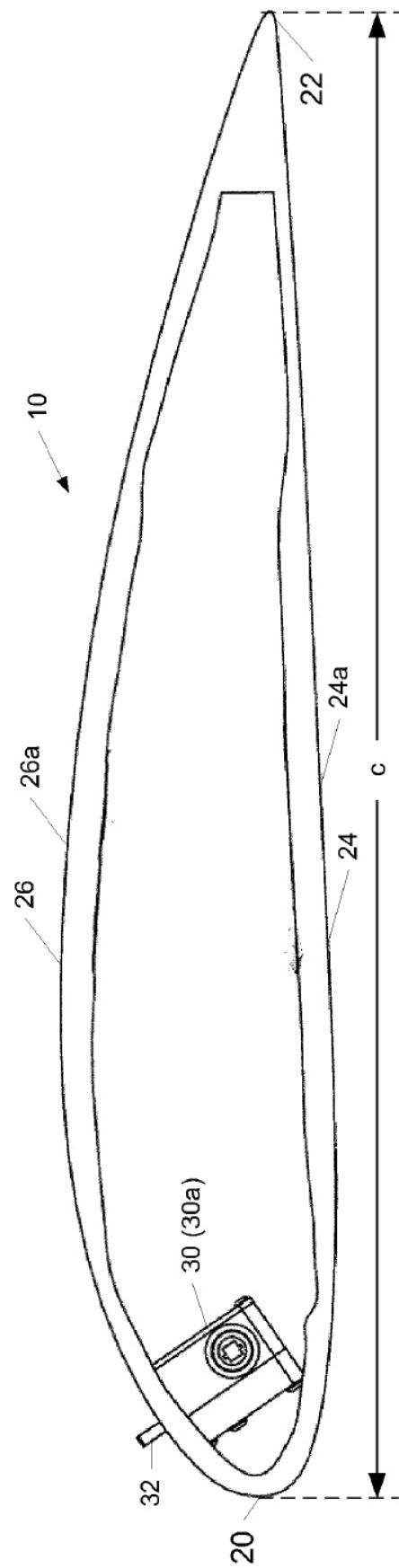


FIG. 2

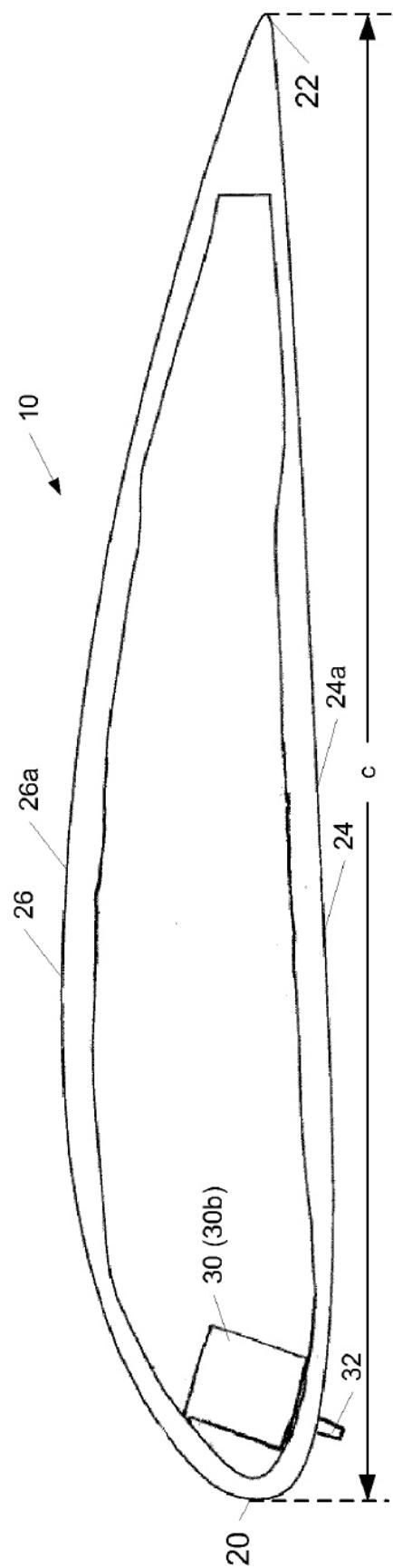


FIG. 3

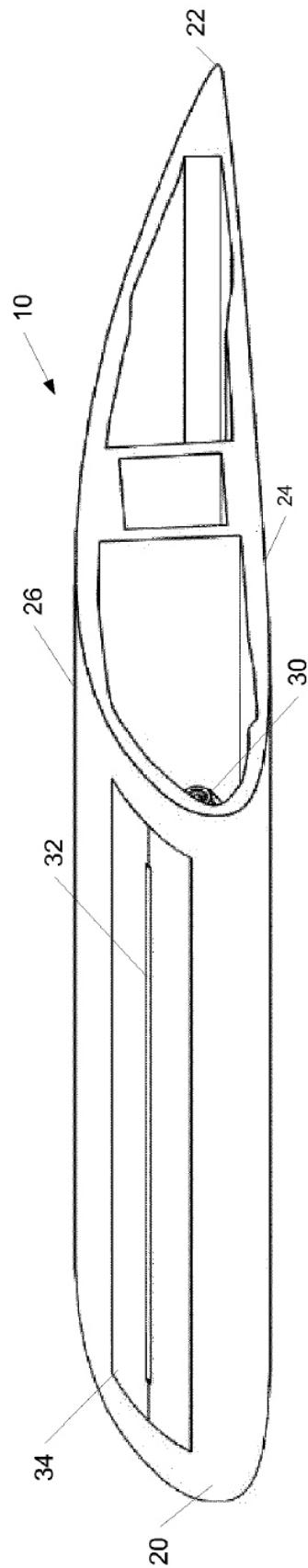


FIG. 4

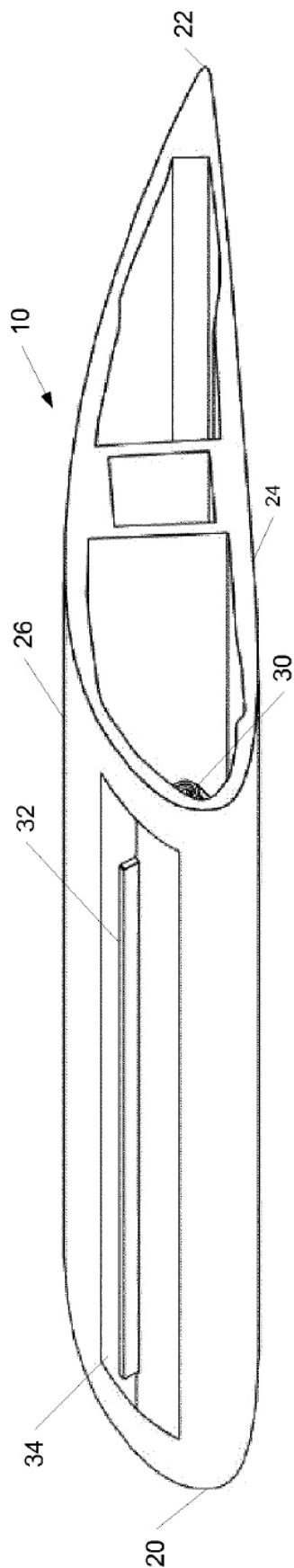
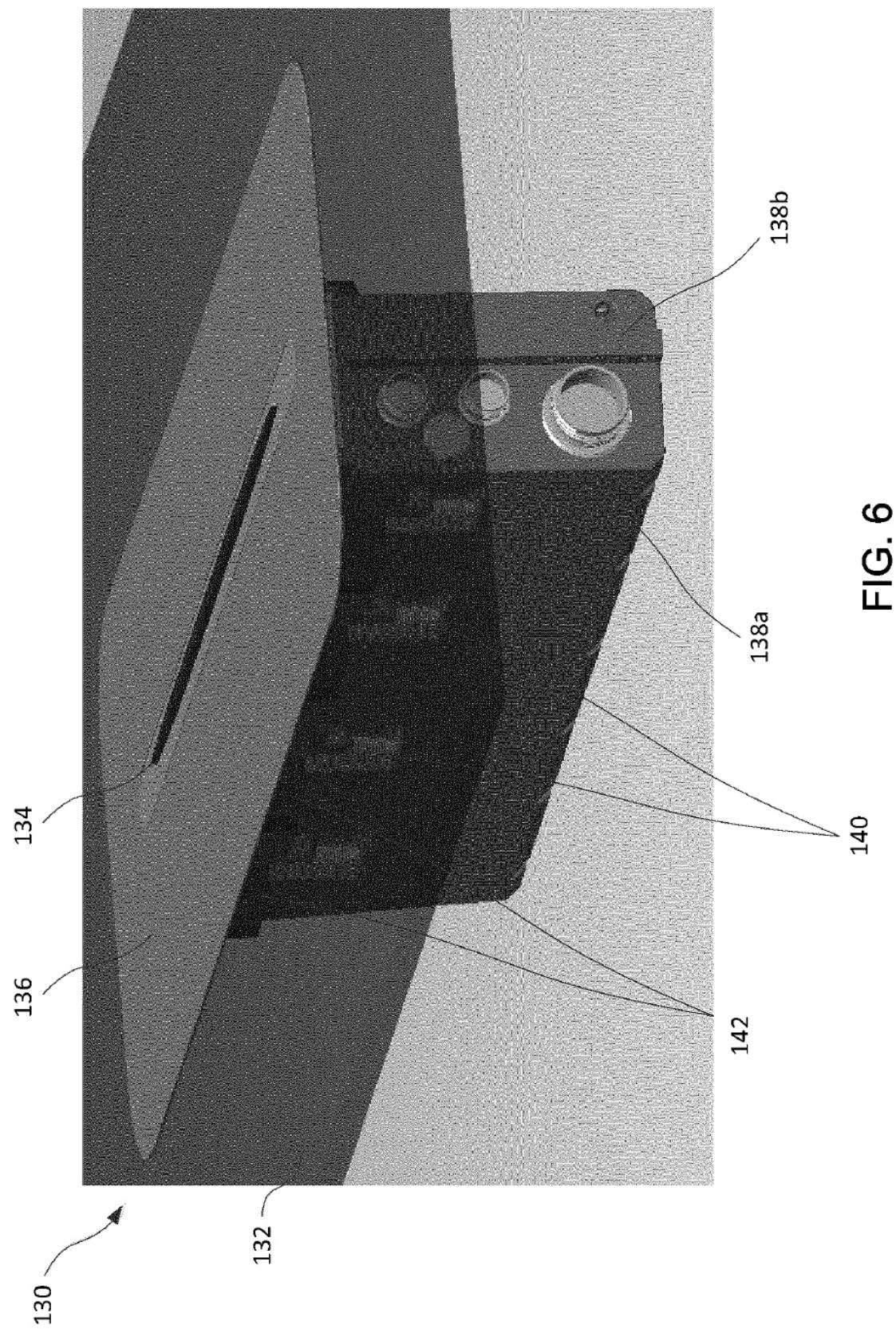
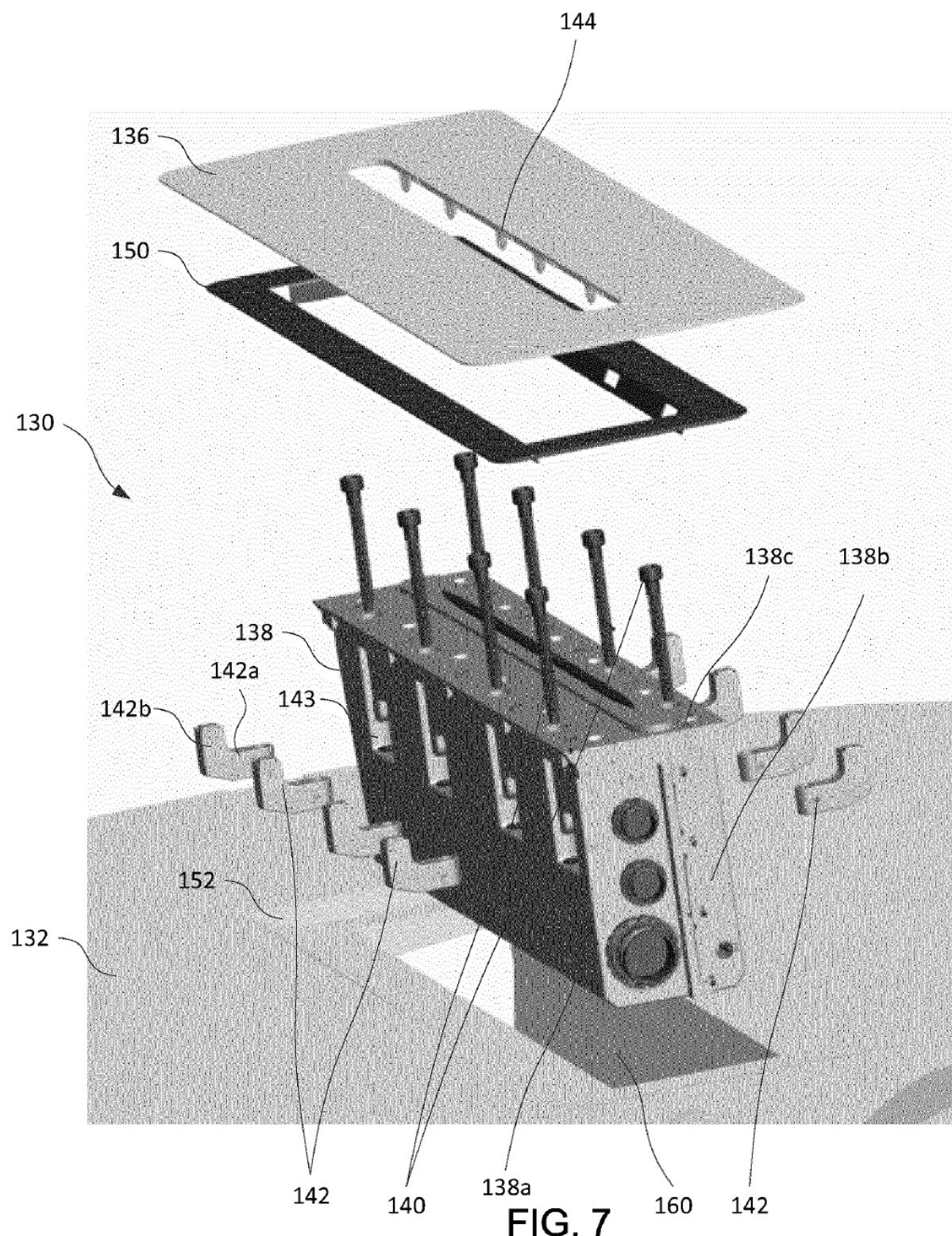


FIG. 5





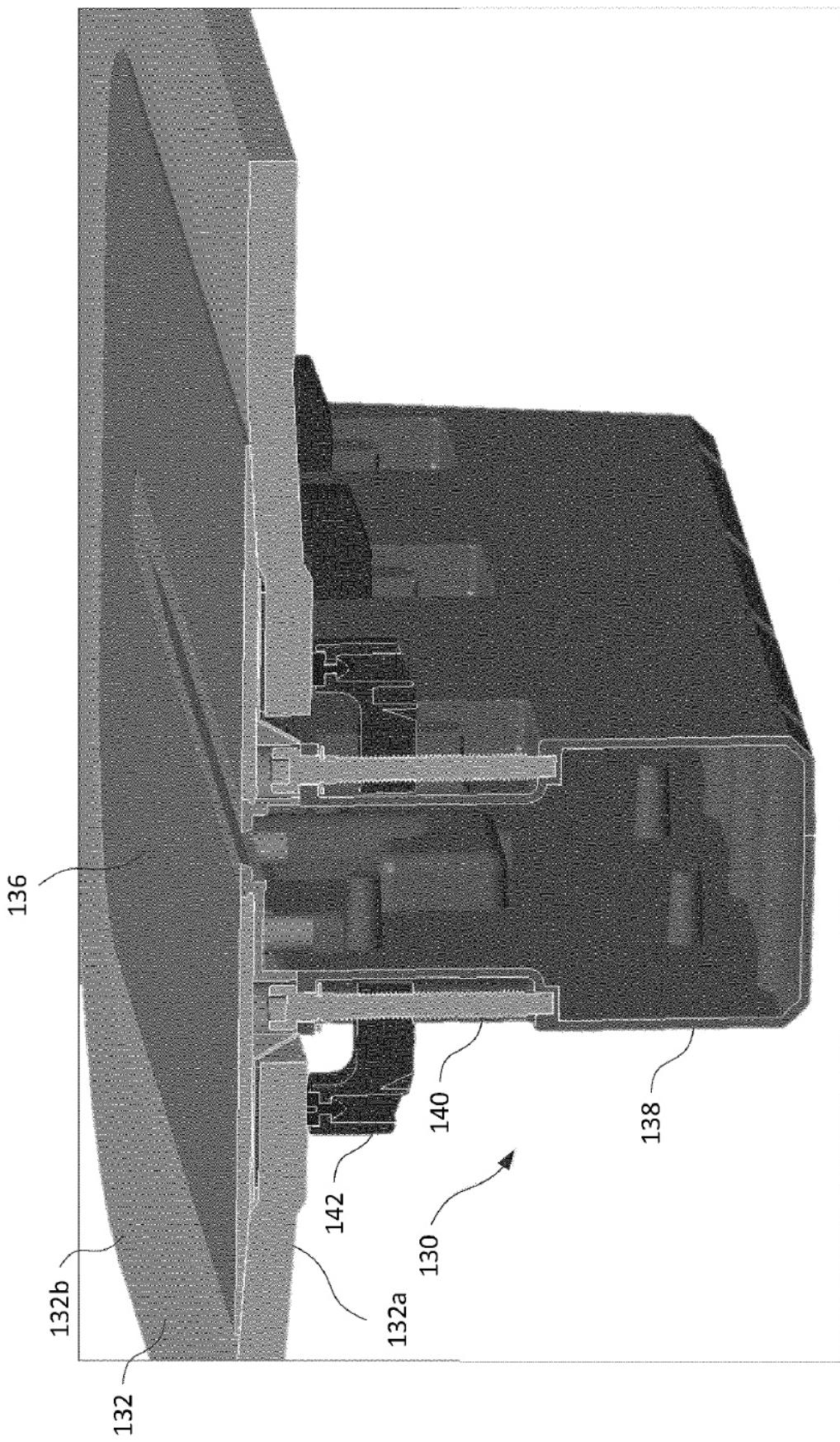


FIG. 8

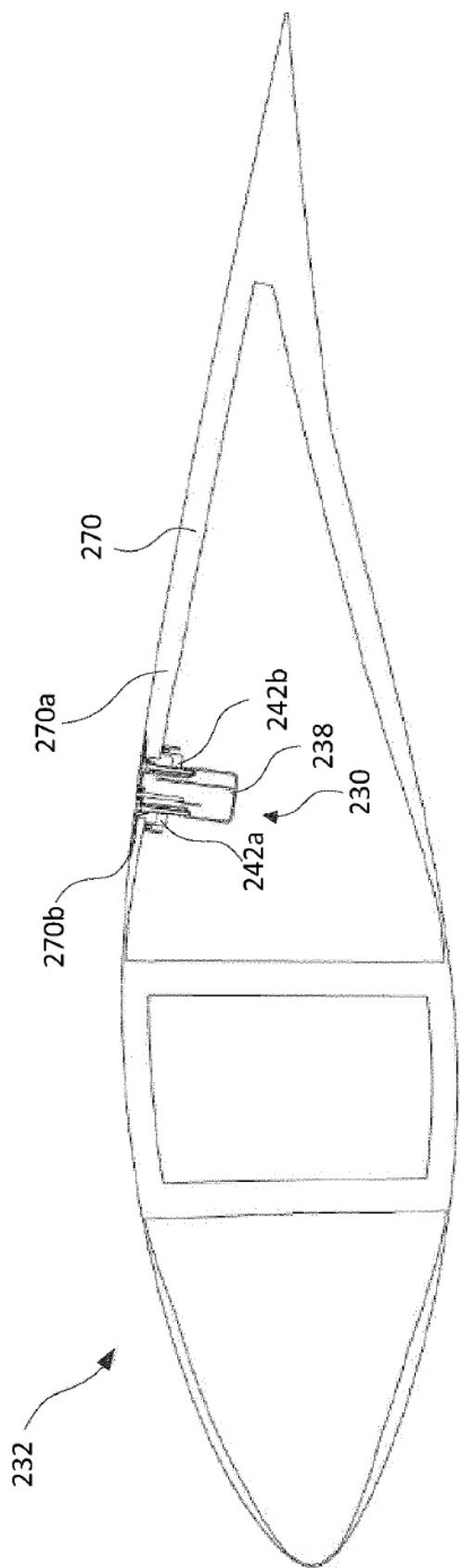


FIG. 9

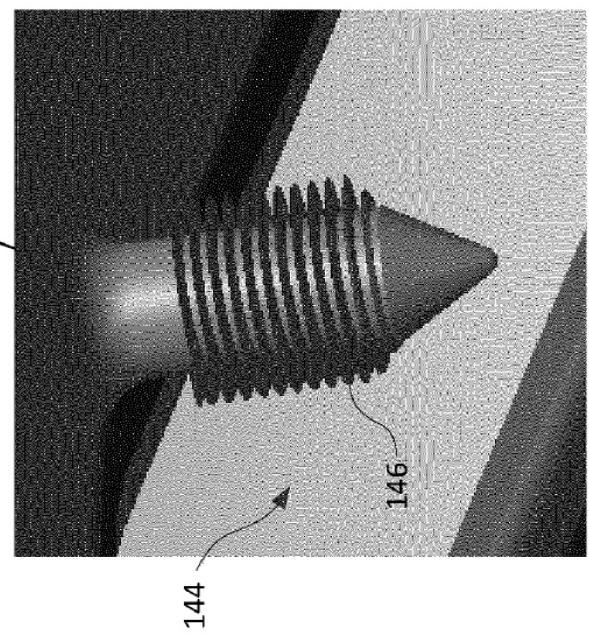
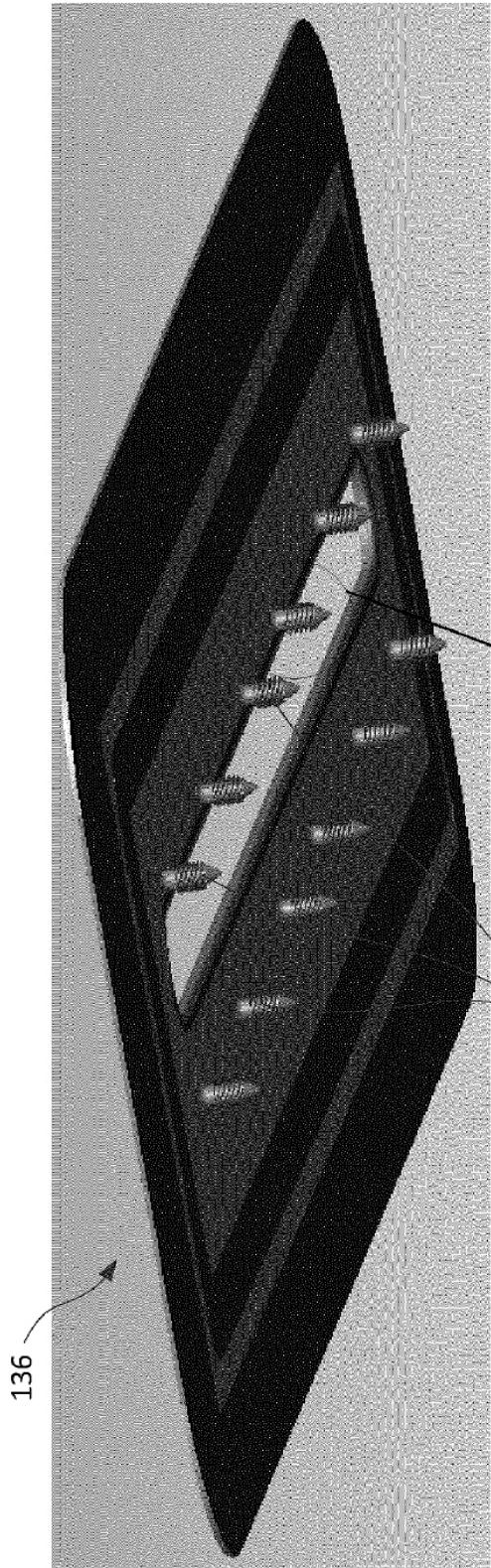


FIG. 10A

FIG. 10B

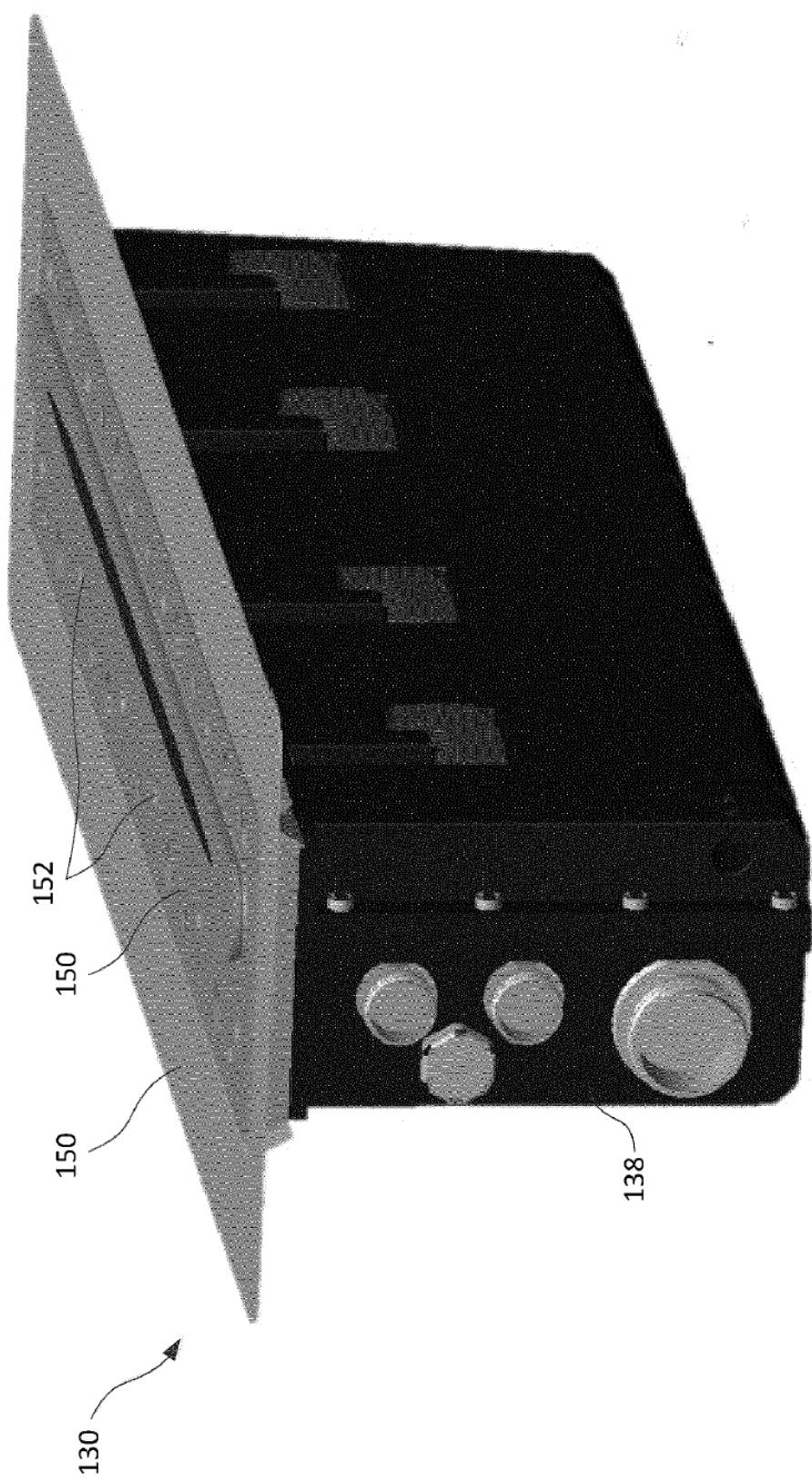


FIG. 11

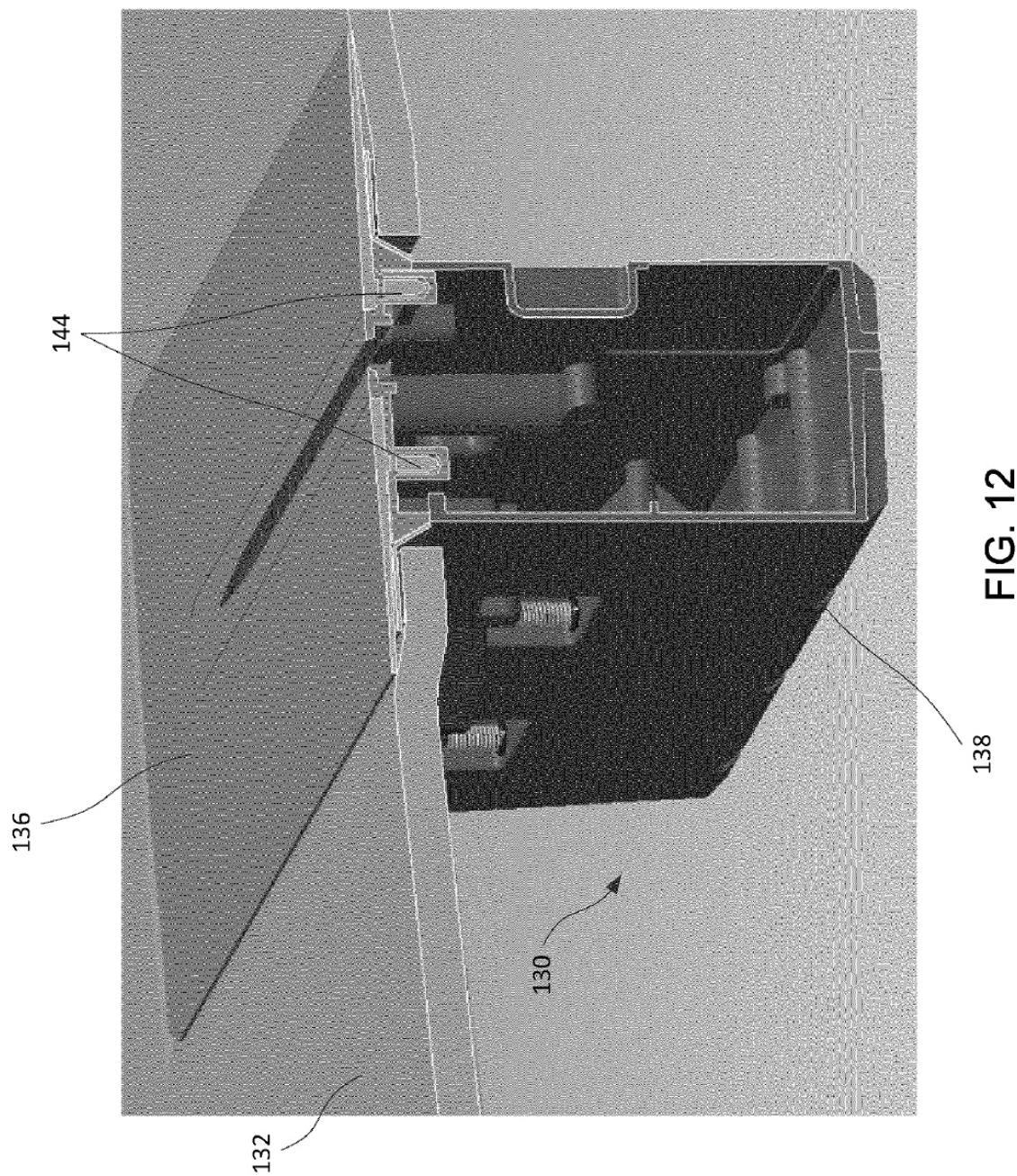


FIG. 12

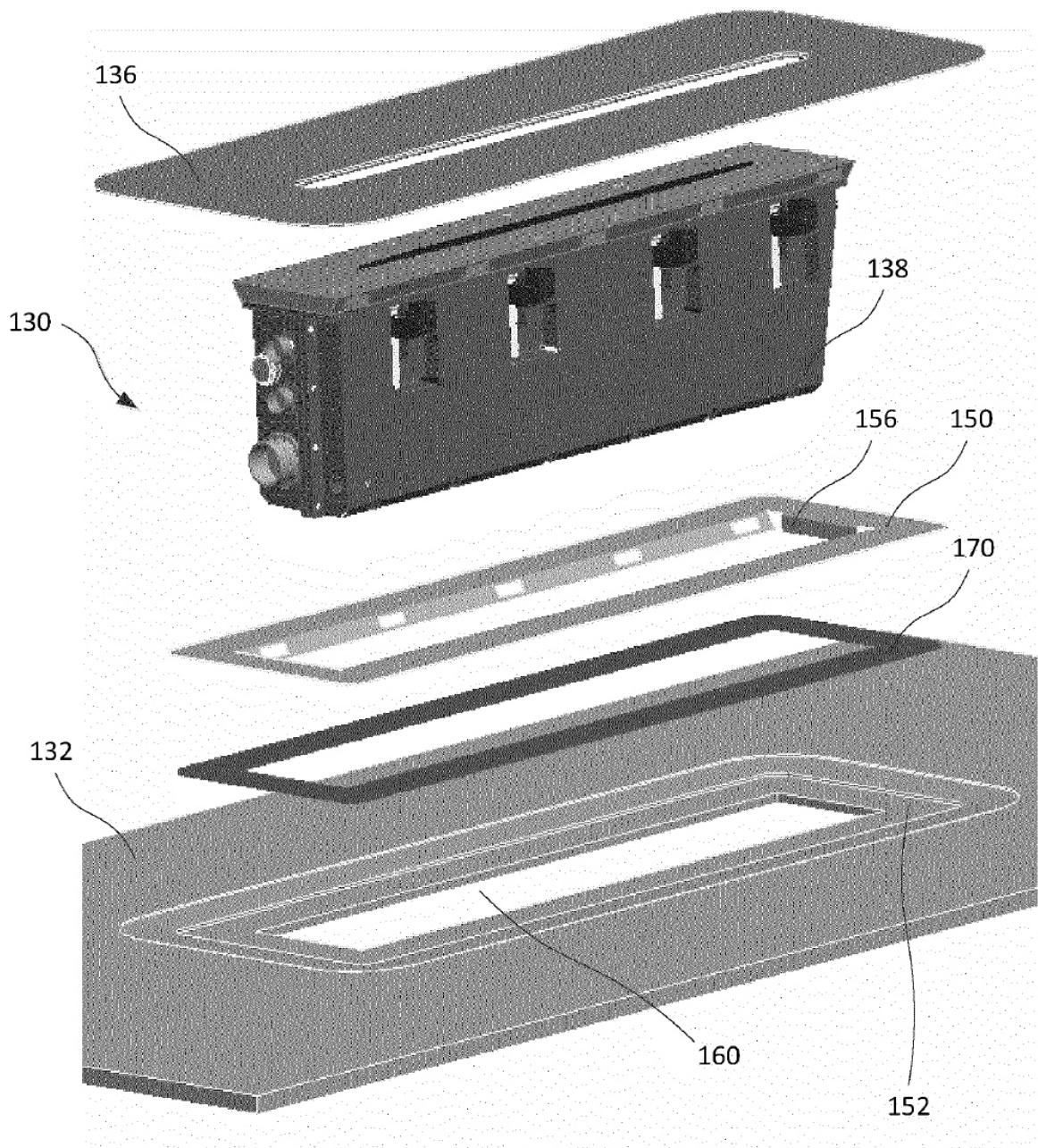


FIG. 13

FIG. 14

