

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 757 525**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2014 PCT/US2014/031164**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014 WO14165321**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2014 E 14715819 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 2981708**

54 Título: **Inserto de pala para una pala de rotor de turbina eólica**

30 Prioridad:

04.04.2013 US 201313856635

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

29.04.2020

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**BUSBY, BRUCE CLARK y
DANIELSEN, DARREN JOHN**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 757 525 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

Inserto de pala para una pala de rotor de turbina eólica

5

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente materia se refiere en general a turbinas eólicas y, más en particular, a un inserto de pala para extender la longitud de una pala de rotor de turbina eólica.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

La energía eólica se considera una de las fuentes de energía más limpias y respetuosas con el medio ambiente disponibles en la actualidad, y las turbinas eólicas han recibido cada vez más atención a este respecto. Una turbina eólica moderna normalmente incluye una torre, un generador, una multiplicadora, una góndola y una o más palas de turbina eólica. Las palas de turbina capturan energía cinética del viento utilizando principios aerodinámicos conocidos y transmiten la energía cinética a través de energía de rotación para hacer girar un eje que acopla las palas de rotor a una multiplicadora, o si no se utiliza una multiplicadora, directamente al generador. El generador entonces convierte la energía mecánica en energía eléctrica que puede ser desplegada en una red de servicios públicos, de electricidad.

15

20

Para asegurar que la energía eólica siga siendo una fuente de energía viable, se han hecho esfuerzos para aumentar la producción de energía modificando el tamaño y la capacidad de las turbinas eólicas. Una de estas modificaciones ha sido aumentar la longitud de las palas de rotor. Sin embargo, como es sabido, la deformación de una pala de rotor es una función de la longitud de la pala, junto con la velocidad del viento, estados de operación de la turbina y la rigidez de la pala. Por lo tanto, las palas de rotor más largas pueden estar sujetas a mayores fuerzas de deformación, especialmente cuando una turbina eólica está operando en condiciones de viento de alta velocidad. Estas mayores fuerzas de deformación no sólo producen fatiga en las palas de rotor y en otros componentes de la turbina eólica, sino que también pueden aumentar el riesgo de que las palas de rotor golpeen la torre.

25

30

Con el fin de aumentar la longitud de las palas de rotor de turbina eólica sin afectar negativamente al diseño aerodinámico, se conoce la instalación de extensiones de punta en las palas. Normalmente, una extensión de punta convencional se instala en una pala de rotor cortando una parte de la pala en su punta y reemplazando dicha parte cortada con la extensión de punta. Sin embargo, debido al hecho de que se debe cortar una parte de la pala de rotor y debido a que la pala de rotor alargada será sometida a mayores cargas, la extensión de punta debe ser significativamente mayor que el aumento real de la longitud de la pala de rotor que se puede conseguir instalando la extensión. Por ejemplo, una extensión de punta convencional puede necesitar a menudo tener una longitud de casi la mitad de la longitud de la pala de rotor original para acomodar el aumento de carga sobre la pala. Por lo tanto, debido a su longitud, los costes de fabricación y transporte de las extensiones de punta convencionales pueden ser prohibitivos.

35

40

En consecuencia, un inserto de pala que pueda utilizarse para aumentar la envergadura de una pala de rotor en una cantidad que corresponda generalmente a la longitud total del inserto de pala sería bien recibido en la tecnología. Se conoce de la divulgación US 2011/0142675 un conjunto de pala de rotor con diferentes segmentos de pala.

45

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

En la siguiente descripción se expondrán en parte diversos aspectos y ventajas de la invención, o pueden resultar claros a partir de la descripción, o pueden ser aprendidos a través de la práctica de la invención.

50

Más en particular, la presente invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

Diversas características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción y a las reivindicaciones adjuntas. Los dibujos adjuntos, que se incorporan y forman parte de esta especificación, ilustran formas de realización de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

55

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En la especificación se realiza una divulgación completa y habilitante de la presente invención, que incluye el mejor modo de la misma, orientada a un experto en la técnica, y haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

60

La figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una forma de realización de una turbina eólica;

65

La figura 2 ilustra una vista en perspectiva de una forma de realización de una de las palas de rotor de la turbina eólica mostrada en la figura 1;

La figura 3 ilustra una vista en despiece de una forma de realización de un conjunto de pala de rotor de acuerdo con aspectos de la presente materia;

5 La figura 4 ilustra una vista en perspectiva de una forma de realización de una configuración de inserto de pala adecuada que puede ser utilizada con el conjunto de pala de rotor divulgado de acuerdo con aspectos de la presente materia;

10 La figura 5 ilustra una vista en sección transversal del inserto de pala que se muestra en la figura 4 tomada en torno a la línea 5-5;

La figura 6 ilustra una vista en perspectiva de una forma de realización de una configuración de segmento de pala adecuada que puede ser utilizada con el conjunto de pala de rotor divulgado de acuerdo con aspectos de la presente materia;

15 La figura 7 ilustra una vista en despiece de una parte de una forma de realización del conjunto de pala de rotor divulgado, que ilustra en particular el conjunto de pala de rotor que incluye el inserto de pala que se muestra en las figuras 4 y 5 y el segmento de pala que se muestra en la figura 6;

20 La figura 8 ilustra una vista ensamblada en perspectiva de los componentes que se muestran en la figura 7;

La figura 9 ilustra una vista en sección transversal de una parte del conjunto de pala de rotor que se muestra en la figura 8 tomada en torno a la línea 9-9;

25 La figura 10 ilustra una vista en perspectiva de otra forma de realización de una configuración de inserto de pala adecuada que puede ser utilizada con el conjunto de pala de rotor divulgado de acuerdo con aspectos de la presente materia;

30 La figura 11 ilustra una vista en sección transversal de una parte del inserto de pala que se muestra en la figura 10 tomada en torno a la línea 11-11;

La figura 12 ilustra una vista en perspectiva de otra forma de realización de una configuración de segmento de pala adecuada que puede ser utilizada con el conjunto de pala de rotor divulgado de acuerdo con aspectos de la presente materia;

35 La figura 13 ilustra una vista en despiece de una parte de una forma de realización del conjunto de pala de rotor divulgado, que ilustra en particular el conjunto de pala de rotor que incluye el inserto de pala que se muestra en las figuras 10 y 11 y el segmento de pala que se muestra en la figura 12;

40 La figura 14 ilustra una vista ensamblada en perspectiva de los componentes que se muestran en la figura 13; y

La figura 15 ilustra una vista en sección transversal de una parte del conjunto de pala de rotor que se muestra en la figura 14 tomada en torno a la línea 15-15.

45

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Ahora se hará referencia en detalle a formas de realización de la invención, ilustrándose en los dibujos uno o más ejemplos de las mismas. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, y no a modo de limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden hacer diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, características ilustradas o descritas como parte de una forma de realización se pueden usar con otra forma de realización para producir una forma de realización adicional. De este modo, se pretende que la presente invención cubra dichas modificaciones y variaciones como que están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

55

En general, la presente materia está orientada a un inserto de pala configurado para ser asegurado o fijado entre segmentos de pala separados de una pala de rotor de turbina eólica. En diversas formas de realización, el inserto de pala puede ser instalado entre los segmentos de pala como una construcción de una sola pieza (a diferencia de instalar el segmento de pala en dos o más piezas, tal como por ejemplo instalar mitades de carcasa (en inglés: shell) separadas de un inserto entre los segmentos de pala). De este modo, según se describirá más abajo, el inserto de pala puede estar configurado de modo que se definen ciertas características de acceso (por ejemplo, ventanas de acceso) entre el inserto y los segmentos de pala para permitir asegurar o fijar los extremos del inserto de pala en el extremo de junta o unión de cada segmento de pala. Además, se pueden instalar diversos componentes de ensamblaje (por ejemplo, conectores escarpados (en inglés: scarfed connectors), insertos de carcasa, cubiertas de ventana, etc.) entre el inserto de pala y el segmento de pala para facilitar el acoplamiento de dichos componentes entre sí.

60

65

En referencia ahora a los dibujos, la figura 1 ilustra una vista en perspectiva de una forma de realización de una turbina eólica 10. Según se muestra, la turbina eólica 10 incluye en general una torre 12 que se extiende desde una superficie de soporte 14, una góndola 16 montada sobre la torre 12, y un rotor 18 acoplado a la góndola 16. El rotor 18 incluye un buje rotatorio 20 y al menos una pala de rotor 22 acoplada al buje 20 y que se extiende hacia afuera del mismo. Por ejemplo, en la forma de realización ilustrada, el rotor 18 incluye tres palas de rotor 22. Sin embargo, en una forma de realización alternativa, el rotor 18 puede incluir más o menos de tres palas de rotor 22. Cada pala de rotor 22 puede estar espaciada alrededor del buje 20 para facilitar la rotación del rotor 18 y permitir que se transfiera energía cinética del viento en forma de energía mecánica utilizable y, posteriormente, en forma de energía eléctrica. Por ejemplo, el buje 20 puede estar acoplado de forma rotatoria a un generador eléctrico (no mostrado) situado dentro de la góndola 16 para permitir la producción de energía eléctrica.

En referencia ahora a la figura 2, se ilustra una vista en perspectiva de una de las palas de rotor 22 mostradas en la figura 1. Según se muestra, la pala de rotor 22 incluye en general una raíz de pala 24 configurada para montar la pala de rotor 22 en el buje 20 de la turbina eólica 10 (figura 1) y una punta de pala 26 que se encuentra en una posición opuesta a la raíz de la pala 24. Un cuerpo 28 de la pala de rotor 22 puede estar generalmente configurado para extenderse entre la raíz de la pala 24 y la punta de la pala 26 y puede servir como la cubierta/piel exterior de la pala de rotor 22. En diversas formas de realización, el cuerpo puede definir un perfil sustancialmente aerodinámico, por ejemplo, definiendo una sección transversal simétrica o abombada, curvada en forma de perfil aerodinámico. Por lo tanto, el cuerpo 28 puede incluir un lado de presión 30 y un lado de succión 32 que se extienden entre un borde de ataque 34 y un borde de fuga 36. Además, la pala de rotor 22 puede tener una envergadura 38 que define la longitud total entre la raíz de la pala 22 y la punta de la pala 24 y una cuerda 40 que define la longitud total entre el borde de ataque 34 y el borde de fuga 36. Según se entiende en general, la cuerda 40 puede variar en longitud con respecto a la envergadura 38 a medida que la pala de rotor 22 se extiende desde la raíz de la pala de rotor 22 hasta la punta de la pala 24.

En diversas formas de realización, el cuerpo 28 de la pala de rotor 22 puede estar formado como un solo componente unitario. Alternativamente, el cuerpo puede estar formado por una pluralidad de componentes de carcasa. Por ejemplo, el cuerpo 28 se puede fabricar a partir de una primera mitad de carcasa que define en general el lado de presión 30 de la pala de rotor 22 y una segunda mitad de carcasa que define en general el lado de succión 32 de la pala de rotor 20, con las mitades de carcasa aseguradas o fijadas entre sí en los bordes de ataque y de fuga 34, 36 de la pala de rotor 22. Además, el cuerpo 28 puede estar formado en general por cualquier material adecuado. Por ejemplo, en una forma de realización, el cuerpo 28 puede estar formado completamente por un material compuesto laminado, tal como un compuesto laminado reforzado con fibra de carbono o un compuesto laminado reforzado con fibra de vidrio. Alternativamente, una o más partes del cuerpo 28 pueden estar configuradas como una construcción por capas y pueden incluir un material de núcleo 42 (por ejemplo, según se muestra en la figura 6), formado por un material ligero tal como madera (por ejemplo, balsa), espuma (por ejemplo, espuma de poliestireno extruido) o una combinación de dichos materiales, dispuestos entre capas del material compuesto laminado.

Se debe tener en cuenta que la pala de rotor también puede incluir uno o más componentes estructurales que se extienden en sentido longitudinal configurados para proporcionar una mayor rigidez, resistencia a abolladuras y/o solidez a la pala de rotor 22. Por ejemplo, en diversas formas de realización, la pala de rotor 22 puede incluir un par de topes de travesaño o spar caps (por ejemplo, un tope de travesaño superior 44 y un tope de travesaño inferior 46) y uno o más núcleos de travesaño o shear webs 48 que se extienden entre los topes de travesaño o spar caps opuestos 44, 46 (por ejemplo, según se muestra en la figura 6).

En referencia ahora a la figura 3, se ilustra una forma de realización de un conjunto de pala de rotor 100 de acuerdo con aspectos de la presente materia. Según se muestra, el conjunto de pala de rotor 100 puede incluir un primer segmento de pala 102 (o 202), un segundo segmento de pala 104 (o 204) y un inserto de pala 106 (o 206) configurado para ser acoplado entre el primer y el segundo segmento de pala 102, 104. En general, el conjunto de pala de rotor 100 puede estar configurado de tal manera que, cuando el primer y el segundo segmentos de pala 102 y 104 son acoplados entre sí a través del inserto de pala 106, se forma una pala de rotor completa.

En diversas formas de realización, el primer y el segundo segmentos de pala 102, 104 se pueden formar dividiendo una pala de rotor 22 preexistente en dos secciones de pala separadas. Por ejemplo, según se muestra en la figura 2, en una forma de realización, la pala de rotor 22 ilustrada se puede dividir en el primer y el segundo segmentos de pala 102, 104 cortando la pala de rotor 22 a lo largo de una junta, unión o línea de corte 108. De este modo, en la forma de realización ilustrada, el primer segmento de pala 102 puede corresponder a un segmento de raíz de la pala de rotor 22 y puede extenderse entre la raíz de la pala 24 y un primer extremo de junta o unión 110 formado en la línea de corte 108. De manera similar, en la forma de realización ilustrada, el segundo segmento de pala 104 puede corresponder a un segmento de punta de la pala de rotor 22 y se puede extender entre la punta de pala 26 y un segundo extremo de junta o unión 112 formado en la línea de corte 108.

Se debe tener en cuenta que, aunque el primer segmento de pala 102 se muestra como un segmento de raíz y el segundo segmento de pala 104 como un segmento de punta, los términos "primer segmento de pala" y "segundo segmento de pala" se pueden referir en general a cualesquiera segmentos o secciones adecuadas de la pala de rotor 22. Por ejemplo, en otra forma de realización, el primer segmento de pala 102 puede corresponder a un segmento de punta de la pala de rotor 22 y el segundo segmento de pala 104 puede corresponder a un segmento de raíz de la pala de rotor 22. En una forma de realización adicional, el primer y el segundo segmentos de pala 102 y 104 pueden corresponder a segmentos más cortos de la pala de rotor 22.

Además, se debe apreciar que, según se utiliza en el presente documento, los términos "primer segmento de pala" y "segundo segmento de pala" no necesitan limitarse a un segmento de pala continuo único. Por ejemplo, en la forma de realización ilustrada, el primer segmento de pala 102 puede estar formado por un solo segmento de pala unitario que se extiende entre la raíz de pala 24 y el primer extremo de junta o unión 110 o el primer segmento de pala 102 puede estar formado por dos o más segmentos de pala que, cuando son acoplados entre sí, se extienden entre la raíz de la pala 24 y el primer extremo de junta o unión 110. De manera similar, en la forma de realización ilustrada, el segundo segmento de pala 104 puede estar formado por un solo segmento de pala unitario que se extiende entre el segundo extremo de junta o unión 112 y la punta de la pala 26 o el segundo segmento de pala 104 puede estar formado por dos o más segmentos de pala que, cuando son acoplados entre sí, se extienden entre el segundo extremo de junta o unión 112 y la punta de la pala 26.

Además, se debe tener en cuenta que la línea de corte 108 (figura 2) puede estar generalmente situada en cualquier posición adecuada a lo largo de la envergadura 38 de la pala de rotor 22. Por ejemplo, en una forma de realización, la distancia de la línea de corte 108 con respecto a la raíz de la pala 24 puede variar desde aproximadamente un 40% hasta aproximadamente un 95% de la envergadura 38, tal como desde aproximadamente un 40% hasta aproximadamente un 80% de la envergadura 28 o desde aproximadamente un 50% hasta aproximadamente un 65% de la envergadura 38. Sin embargo, es previsible que, en otras formas de realización, la distancia de la línea de corte 108 con respecto a la raíz de la pala 34 puede ser menos de un 40% de la envergadura 38 o más de un 95% de la envergadura 38.

También se debe apreciar que, en formas de realización alternativas, el primer y el segundo segmentos de pala 102, 104 no necesitan ser formados cortando o dividiendo de otro modo una pala de rotor preexistente 22 en dos secciones de pala separadas. Por ejemplo, en otra forma de realización, el primer y el segundo segmentos de pala 102, 104 pueden ser fabricados de forma separada y montados o ensamblados junto con el inserto de pala 106 para formar el conjunto de pala de rotor divulgado 100.

En referencia todavía a la figura 3, el inserto de pala 106 del conjunto de pala de rotor 100 puede comprender en general un cuerpo aerodinámico alargado 114 que se extiende entre un extremo delantero 116 y un extremo trasero 118, formando con ello un segmento de pala separado del conjunto de pala de rotor 100. En general, el inserto de pala 106 puede estar configurado para ser acoplado entre el primer y el segundo segmentos de pala 102, 104 con el fin de formar el conjunto de pala de rotor 100. En concreto, el extremo delantero 116 del inserto de pala 106 puede estar configurado para ser acoplado al extremo de junta o unión 110 del primer segmento de pala 102 y el extremo trasero 118 del inserto de pala 106 puede estar configurado para ser acoplado al extremo de junta o unión 112 del segundo segmento de pala 104. A continuación se describirán en general con referencia a las figuras 4 – 15 configuraciones y procedimientos adecuados para acoplar el inserto de pala 106 (o 206) entre el primer y el segundo segmentos de pala 102, 104 (o 202, 204).

En referencia ahora a las figuras 4 – 6, se ilustra una forma de realización de una configuración particular de inserto/segmento de pala que se puede utilizar para asegurar o fijar de manera efectiva y eficiente un inserto de pala 106 entre el primer y el segundo segmentos de pala 102 y 104 de un conjunto de pala de rotor 100, de acuerdo con aspectos de la presente materia. En concreto, la figura 4 ilustra una vista en perspectiva del inserto de pala 106 y la figura 5 ilustra una vista en sección transversal del inserto de pala 106 tomada en torno a la línea 6-6. Además, la figura 6 ilustra una vista en perspectiva de una configuración correspondiente que se puede utilizar para el primer segmento de pala 102 y/o el segundo segmento de pala 104.

Según se ha indicado anteriormente, el inserto de pala 106 generalmente puede incluir un cuerpo alargado 114 que se extiende en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) entre un extremo delantero 116 y un extremo trasero 118, estando el extremo delantero 116 configurado para ser acoplado al extremo de junta o unión 110 del primer segmento de pala 102 y estando el extremo trasero 118 configurado para ser acoplado al extremo de junta o unión 112 del segundo segmento de pala 104. En general, el cuerpo 114 puede estar configurado para definir un perfil sustancialmente aerodinámico, por ejemplo, definiendo una sección transversal simétrica o curvada en forma de perfil aerodinámico. Por lo tanto, según se muestra en las figuras 4 y 5, el cuerpo 114 puede incluir un lado superior 120 (por ejemplo, lado de presión) y un lado inferior 122 (por ejemplo, lado de succión) que se extienden entre un borde de ataque 124 y un borde de

fuga 126. Además, según se muestra, el lado superior 120 del cuerpo 114 puede estar configurado para extenderse en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) entre un borde delantero 128 situado en el extremo delantero 116 del inserto de pala 106) y un borde trasero 130 situado en el extremo trasero 118 del inserto de pala 106. De modo similar, el lado inferior 122 del cuerpo 114 puede estar configurado para extenderse en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) entre un borde delantero 132 (dispuesto en el extremo delantero 116 del inserto de pala 106) y un borde trasero 134 dispuesto en el extremo trasero 118 del inserto de pala 106.

En diversas formas de realización, al menos una parte de los bordes delantero y trasero 128, 130 del lado superior 120 del inserto de pala 106 pueden estar rebajados (en inglés: recessed) o desplazados con respecto a los bordes delantero y trasero 132, 134 respectivamente, del lado inferior 122 del inserto de pala 106. Por ejemplo, según se muestra en la forma de realización ilustrada, el borde delantero 128 del lado superior 120 puede estar desplazado hacia adentro o rebajado (es decir, en la dirección del extremo trasero 118 del inserto de pala 106) con respecto al borde delantero 132 del lado inferior 122 una primera distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 136. De modo similar, el borde trasero 130 del lado superior 120 puede estar desplazado hacia adentro o rebajado (es decir, en la dirección del extremo delantero 116 del inserto de pala 106) con respecto al borde trasero 134 del lado inferior 122 una segunda distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 138. Según se describirá más adelante, desplazando los bordes 128, 130, 132, 134 de los lados superior e inferior 120, 122 según se muestra en las figuras 4 y 5, se pueden definir una o más ventanas de acceso 140 (figura 7) en los extremos delantero y trasero 116, 118 del inserto de pala 106 cuando el inserto de pala 106 es colocado entre el primer y el segundo segmentos de pala 102, 104. Dichas ventanas de acceso pueden en general permitir a los trabajadores de servicio acceder al interior del conjunto de pala de rotor 100, permitiendo con ello que se dispongan diversos componentes dentro del conjunto de pala de rotor 100 para facilitar la fijación del inserto de pala 106 entre los segmentos de pala 102, 104.

Se debe tener en cuenta que la primera y la segunda distancias en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 136, 138 pueden corresponder en general a cualquier distancia adecuada. Además, en una forma de realización, la primera distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 136 puede ser igual a la segunda distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 138. Alternativamente, la primera distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 136 puede ser mayor o menor que la segunda distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 138.

También se debe apreciar que, según se utilizan en el presente documento, los términos "delantero" y "trasero" se utilizan simplemente para distinguir los extremos opuestos 110, 112 y/o los bordes 128, 130, 132, 134 del inserto de pala 106. De este modo, aunque el extremo delantero 110 del inserto de pala 106 se describe en el presente documento como que está configurado para ser acoplado al extremo de junta o unión 110 del primer segmento de pala 102, el extremo trasero 112 del inserto de pala 106 puede, en cambio, estar configurado para ser acoplado al primer segmento de pala 102. De modo similar, según se utiliza en el presente documento, los términos "superior" e "inferior" se utilizan simplemente para distinguir los lados opuestos 120, 122 del inserto de pala 106. Por ejemplo, en la forma de realización ilustrada, el lado superior 120 del inserto de pala 106 corresponde al lado de presión, mientras que el lado inferior 122 corresponde al lado de succión. Sin embargo, en otra forma de realización, el lado superior 120 del inserto de pala 106 puede corresponder al lado de succión mientras que el lado inferior 122 puede corresponder al lado de presión.

Además, en diversas formas de realización, el inserto de pala 106 puede incluir los mismos o similares componentes estructurales internos que el primer y el segundo segmentos de pala 102, 104. Por ejemplo, según se muestra en la figura 4, el inserto de pala 106 puede incluir un par de topes de travesaño o spar caps que se extienden en sentido longitudinal de la pala (lengthwise) (por ejemplo, un tope de travesaño o spar cap superior 142 y un tope de travesaño o spar cap inferior 144), estando cada tope de travesaño o spar cap 142, 144 integrado y/o forma parte del lado superior 120 o del lado inferior 122 del inserto de pala 106. Además, el inserto de pala 106 puede incluir uno o más núcleos de travesaño o shear webs 146 que se extienden entre los topes de travesaño o spar caps opuestos 142, 144. Por ejemplo, según se muestra en la figura 5, en una forma de realización, el núcleo de travesaño o shear web 146 puede estar configurado para extenderse en sentido longitudinal de la pala (lengthwise) entre un primer extremo 148 y un segundo extremo 150, con el primer extremo 148 estando generalmente alineado con el borde delantero 128 del lado superior 120 del inserto de pala 106 y con el segundo extremo 106 estando generalmente alineado con el extremo trasero 130 del lado superior 120.

Además, en diversas formas de realización, se puede definir una o más secciones que se estrechan gradualmente (en inglés: tapered) o escarpadas (en inglés: scarfed) a lo largo de los lados superior e inferior 120, 122 del inserto de pala 106. Por ejemplo, según se muestra en las figuras 4 y 5, la primera y la segunda secciones escarpadas superiores 152, 154 pueden ser definidas a lo largo de la superficie exterior del lado superior 120, con la primera sección escarpada superior 152 extendiéndose en sentido longitudinal de la pala (lengthwise) desde un borde interior 156 hasta el borde delantero 128 del lado superior 120 y la segunda sección escarpada superior 154 extendiéndose desde un borde interior 158 hasta el borde trasero

130 del lado superior 120. De manera similar, según se muestra en las figuras 4 y 5, la primera y la segunda secciones escarpadas inferiores 160, 162 pueden estar definidas a lo largo de la superficie interior del lado inferior 122, con la primera sección escarpada inferior 160 extendiéndose desde un borde interior 164 hasta el borde delantero 132 del lado inferior 122 y la segunda sección escarpada inferior 162 extendiéndose desde un borde interior 166 (figura 5) hasta el borde trasero 134 del lado inferior 122. En dicha forma de realización, cada sección escarpada 152, 154, 160, 162 puede estar configurada para estrecharse hacia fuera desde su borde interior 156, 158, 164, 166 (es decir, con la altura de cada sección escarpada 152, 154, 160, 162 aumentando desde su borde interior 156, 158, 164, 166 hacia los respectivos bordes delantero y trasero 128, 130, 132, 134 de los lados superior o inferior 120, 122 del inserto de pala 106).

Se debe apreciar que las secciones escarpadas 152, 154, 160, 162 pueden estar definidas generalmente en cualquier ubicación adecuada en la dirección de la cuerda de la pala a lo largo de los lados superior e inferior 120, 122 del inserto de pala 106. Sin embargo, en diversas formas de realización, las secciones escarpadas 152, 154, 160, 162 pueden estar alineadas con los topes de travesaño o spar caps 142, 144 del inserto de pala 106. Por ejemplo, según se muestra en la figura 4, las secciones escarpadas superiores 152, 154 están generalmente alineadas con el tope de travesaño o spar cap superior 142, mientras que las secciones escarpadas inferiores 160, 162 están generalmente alineadas con el tope de travesaño o spar cap inferior 144. En dicha forma de realización, una anchura 168 de cada sección escarpada 152, 154, 160, 162 puede corresponder en general a la anchura de los topes de travesaño o spar caps 142, 144. Alternativamente, la anchura 168 de cada sección escarpada 152, 154, 160, 162 puede ser mayor o menor que la anchura de los topes de travesaño o spar caps 142, 144.

Además, se debe apreciar que cada sección escarpada 152, 154, 160, 162 puede estar generalmente configurada para extenderse en cualquier longitud adecuada 170 entre sus bordes. Por ejemplo, según se muestra en las figuras 4 y 5, en una forma de realización, se puede seleccionar la longitud 170 de las secciones escarpadas inferiores 160, 162 de manera que los bordes interiores 164, 166 de dichas secciones escarpadas 160, 162 están dispuestos de forma adyacente a los extremos 148, 150 del núcleo de travesaño o shear web 146 (es decir, para su alineación vertical con los bordes delantero y trasero 128, 130 del lado superior 120 del inserto de pala 106). Sin embargo, en otras formas de realización, los bordes interiores 164, 166 de las secciones escarpadas inferiores 160, 162 pueden estar espaciadas o distanciadas con respecto al extremo 148, 150 del núcleo de travesaño o shear web 146 (y/o los bordes 128, 130 del lado superior 120).

Además, en diversas formas de realización, una parte de la carcasa o carcasas que forman el inserto de pala 10 pueden estar rebajadas con respecto a los bordes delantero y trasero 128, 130, 132, 134 de los lados superior e inferior 120, 122. Por ejemplo, según se muestra en la figura 4, sólo una capa interna de la carcasa lateral superior (por ejemplo, una o más capas de compuesto laminado) puede extenderse hasta los bordes delantero y trasero 128, 130 del lado superior 120, mientras que sólo una capa externa de la carcasa lateral inferior (por ejemplo, una o más capas de compuesto laminado) puede extenderse hasta los bordes delantero y trasero 132, 134 del lado inferior 122, definiendo con ello unos rebordes superior e inferior 172, 174 que se extienden a través de partes de dichos bordes 128, 130, 132, 132, 134, 134. Según se describirá más adelante, después de alinear el inserto de pala 106 entre el primer y/o el segundo segmento de pala 102, 104, las capas exteriores de la carcasa o carcasas (por ejemplo, una o más capas exteriores de material compuesto laminado y/o una o más capas de material de núcleo 42) se pueden colocar entonces sobre los rebordes superior e inferior 172, 174 para llenar los huecos o espacios definidos por los rebordes 172, 174.

En referencia ahora a la figura 6, se ilustra una vista en perspectiva de una configuración de segmento adecuada para acoplar cada segmento de pala 102, 104 con el inserto de pala 106 que se muestra en las figuras 4 y 5, de acuerdo con aspectos de la presente materia. En concreto, la figura 6 ilustra una vista en perspectiva del extremo de junta o unión 110 del primer segmento de pala 102. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el extremo de junta o unión 112 del segundo segmento de pala 104 puede estar configurado igual o de forma similar al extremo de junta o unión 110 que se muestra en la figura 6.

Según se muestra, el segmento de pala 102 puede ser modificado para incluir unas secciones escarpadas 175, 176 configuradas para ser alineadas con las secciones escarpadas 152, 160 del inserto de pala 106. En concreto, en la forma de realización ilustrada, el segmento de pala incluye una sección escarpada superior 175 definida a lo largo de la superficie exterior de su lado de presión 30 que está configurada para alinearse con la sección escarpada superior 152 definida en el borde delantero 128 del lado superior 120 del inserto de pala 106. De modo similar, el segmento de pala incluye una sección escarpada inferior 176 definida a lo largo de la superficie interior de su lado de succión 32 que está configurada para alinearse con la sección escarpada inferior 160 definida en el borde delantero 132 del lado inferior 122 del inserto de pala 106. Según se describirá más adelante, se pueden colocar conectores escarpados adecuados a través de las secciones escarpadas alineadas 152, 160, 175, 176 para proporcionar un medio para asegurar o fijar el segmento de pala 102 al inserto de pala 106.

Además, de manera similar al inserto de pala 106, el segmento de pala 102 puede incluir un borde 177 en

su extremo de junta o unión 110 que está desplazado con respecto al borde del lado opuesto del segmento de pala 102 una determinada distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 178. En concreto, en la forma de realización ilustrada, una parte de la carcasa puede ser retirada a lo largo del lado de presión 30 entre el extremo de junta o unión 110 y la sección escarpada superior 175, creando con ello el borde desplazado 177. Según se describirá más adelante, esta parte retirada de la carcasa puede formar parte de la ventana de acceso 140 cuando el segmento de pala 102 y el inserto de pala 106 son colocados adyacentes entre sí.

Además, según se muestra en la figura 6, una parte de la carcasa o carcacas que forman los lados de presión y succión 30, 32 del segmento de pala 102 puede estar rebajada con respecto al extremo de junta o unión 110 del segmento de pala 102. Por ejemplo, de manera similar al inserto de pala 106, sólo una capa interna de la carcasa o carcacas (por ejemplo, una o más capas de compuesto laminado) puede estar configurada para extenderse hasta el extremo de junta o unión 110 del segmento de pala 102, definiendo con ello unos rebordes superior e inferior 179, 180 alrededor de partes del perímetro del extremo de junta o unión 110.

En referencia ahora a las figuras 7 – 9, se ilustran diversas vistas de conjunto del inserto de pala 106 que se muestra en las figuras 4 y 5 y del segmento de pala 102 que se muestra en la figura 6, de acuerdo con aspectos de la presente materia. En concreto, la figura 7 ilustra una vista en perspectiva del inserto de pala 106 y del segmento de pala 102 situados extremo con extremo, con los componentes adecuados para asegurar o fijar el inserto de pala 106 al segmento de pala 102 en despiece hacia afuera. La figura 8 ilustra una vista ensamblada en perspectiva del inserto de pala 106, el segmento de pala 102 y los diversos componentes que se muestran en la figura 7, y la figura 9 ilustra una vista en sección transversal del conjunto de pala de rotor 100 que se muestra en la figura 8 tomada en torno a la línea 9-9.

Según se muestra en la figura 7, cuando el inserto de pala 106 y el segmento de pala 102 están situados extremo con extremo, se puede definir una ventana de acceso 140 entre dichos componentes. Esta ventana de acceso 140 puede en general permitir a un trabajador o trabajadores de servicio acceder al interior del conjunto de pala de rotor 100, facilitando con ello la instalación de muchos de los componentes del conjunto que se muestra en la figura 7. Por ejemplo, en una forma de realización, se pueden instalar un conector escarpado inferior 181, unos insertos de carcasa inferiores 182 y un inserto de núcleo de travesaño o shear web 183 dentro del conjunto de pala de rotor 100 a través del acceso proporcionado por la ventana de acceso 140. Posteriormente, la ventana de acceso 140 puede ser cubierta por una cubierta de ventana adecuada 184 para permitir la finalización del proceso de montaje o ensamblaje.

Según se ha indicado anteriormente, cuando el inserto de pala 106 y el segmento de pala 102 están situados extremo con extremo, la sección escarpada inferior 160 en el extremo delantero 116 del inserto de pala 106 puede estar configurado para alinearse con la sección escarpada inferior 176 del segmento de pala 102. En concreto, según se muestra en la figura 9, las secciones escarpadas inferiores alineadas 160, 176 pueden estar configuradas para acoplarse entre sí cuando el inserto de pala 106 y el segmento de pala 102 se colocan juntos entre sí. En dicha forma de realización, se puede colocar un conector escarpado inferior 181 a través de las secciones escarpadas inferiores 160, 176 para facilitar el acoplamiento del inserto de pala 106 con el segmento de pala 102. En concreto, según se muestra en las figuras 7 y 9, el conector escarpado inferior 181 puede definir generalmente un perfil que se estrecha gradualmente (en inglés: tapered) que se corresponde con los perfiles que se estrechan gradualmente (en inglés: tapered) definidos por las secciones escarpadas inferiores 160, 176. De este modo, según se muestra en la figura 9, el conector escarpado inferior 181 puede estar configurado para extenderse a través de la interfaz definida entre el segmento de pala 102 y el inserto de pala 106 para llenar el área abierta definida por las secciones escarpadas inferiores 160, 176.

En diversas formas de realización, el conector escarpado inferior 181 puede comprender un componente prefabricado configurado para ser instalado de forma separada dentro del conjunto de pala de rotor 100 (a través de la ventana de acceso 140) y asegurado o fijado a través de las secciones escarpadas inferiores alineadas 160, 176, por ejemplo, fijando el conector escarpado 181 dentro de las secciones escarpadas inferiores 160, 176 utilizando adhesivos y/o fijaciones mecánicas adecuadas (por ejemplo, pernos, tornillos, pins, remaches, abrazaderas y/o similares). Alternativamente, el conector escarpado inferior 181 puede ser formado o de otra manera construido dentro de las secciones alineadas escarpadas inferiores 160, 176. Por ejemplo, en una forma de realización, el conector escarpado 181 se puede formar utilizando un proceso de laminado en húmedo, en el que se coloca una pluralidad de capas (que incluyen un material de refuerzo tal como vidrio o fibras de carbono) a través y/o dentro de las secciones escarpadas inferiores 160, 176 y se pasa una resina u otro material matricial adecuado por encima de o de otro modo se aplica a la superficie de las capas y se permite su curado.

Además de las secciones escarpadas inferiores 160, 176, los rebordes inferiores 174, 180 del inserto de pala 106 y del segmento de pala 102 también pueden estar configurados para acoplarse entre sí cuando se coloca el inserto de pala 106 extremo con extremo con el segmento de pala 102. Por lo tanto, se pueden asegurar o fijar insertos de carcasa inferiores adecuados 182 a través de los rebordes inferiores 174, 180 a

lo largo de cada lado del conector escarpado inferior 181 para asegurar o fijar aún más el inserto de pala 106 y el segmento de pala 102 entre sí. En concreto, los insertos de carcasa inferiores 182 pueden estar configurados en general para extenderse a través de la interfaz definida entre el segmento de pala 102 y el inserto de pala 106 de manera que se llena el área abierta definida por los rebordes inferiores 174, 180. Por ejemplo, según se muestra en la figura 7, los insertos de carcasa inferiores 182 pueden definir en general un perfil que se corresponde con el perfil de las correspondientes partes de las carcasas para el inserto de pala 106 y el segmento de pala 102 y también pueden estar formados por el mismo material (por ejemplo, una o más capas de componente laminado y/o una o más capas de material de núcleo 44). Se debe tener en cuenta que, de forma similar al conector escarpado inferior 181, los insertos de carcasa inferiores 182 pueden ser componentes prefabricados o se pueden formar o construir de otro modo dentro del área abierta definida por los rebordes inferiores 174, 180.

Según se ha indicado anteriormente, también se puede instalar un inserto de núcleo de travesaño o shear web 183 dentro del conjunto de pala de rotor 100 a través de la ventana de acceso 140. En general, el inserto de núcleo de travesaño o shear web 183 puede estar configurado para extenderse en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) entre los extremos de terminación de los núcleos de travesaño o shear webs 48, 146 para el segmento de pala 102 y el inserto de pala 106. En concreto, según se muestra en la figura 9, el inserto de núcleo de travesaño o shear web 183 puede estar configurado para definir una longitud 185 que se corresponde en general con la longitud definida entre el extremo del núcleo de travesaño o shear web 48 para el segmento de pala 102 y el extremo del núcleo de travesaño o shear web 146 para el inserto de pala 106. Por lo tanto, el inserto de núcleo de travesaño o shear web 183 puede ser instalado dentro del conjunto de pala de rotor 100 a través de la ventana de acceso 140 y, posteriormente, puede ser asegurado o fijado extremo con extremo entre los núcleos de travesaño o shear webs 48, 146 (por ejemplo, utilizando un adhesivo o adhesivos adecuados y/o un fijador o fijadores mecánicos adecuados).

En referencia todavía a las figuras 7 – 9, el conjunto de pala de rotor 100 también puede incluir una cubierta de ventana 184 configurada para extenderse sobre y/o cubrir al menos una parte de la ventana de acceso 140. En concreto, en diversas formas de realización, la cubierta de ventana 184 puede estar configurada para definir una forma que se corresponde generalmente con la forma de la ventana de acceso 140. Por ejemplo, según se muestra en la figura 7, la cubierta de ventana 184 puede incluir una parte central 186 configurada para ser colocada sobre el inserto de núcleo de travesaño o shear web 183 de manera que se extiende a través de la parte de la ventana de acceso 140 definida entre las secciones escarpadas superiores alineadas 152, 175 del inserto de pala 106 y del segmento de pala 102. Además, la cubierta de ventana 184 puede incluir unas partes laterales 187 configuradas para extenderse a través de las partes de la ventana de acceso 140 que se extienden descendentemente hasta los bordes de ataque y de fuga del conjunto de pala de rotor 100. Según se muestra en la figura 7, las partes laterales 187 de la cubierta de ventana 184 pueden tener una construcción similar a la de las carcasas utilizadas para formar el inserto de pala 106 y el segmento de pala 102. Por ejemplo, las partes laterales 187 pueden estar formadas por una construcción en capas, que incluye una o más capas de material laminado y/o una o más capas de material de núcleo 42.

De modo similar al inserto de pala 106 y al segmento de pala 102, las capas exteriores de las partes laterales 187 pueden estar rebajadas o desplazadas, creando con ello unos rebordes de cubierta 188 alrededor de los bordes de la cubierta de ventana 184. De este modo, cuando se instala la cubierta de ventana 184 sobre la ventana de acceso 140, los rebordes de cubierta 188 pueden estar configurados para acoplarse contra los rebordes superiores 172, 179 del inserto de pala 106 y del segmento de pala 102. Después de esto, se pueden asegurar o fijar unos insertos de carcasa superiores adecuados 189 a través de cada interfaz definida entre los rebordes superiores 172 del inserto de pala 106 y los rebordes de cubierta 188 y cada interfaz definida entre los rebordes superiores 179 del segmento de pala 102 y los rebordes de cubierta 188, de modo que se llena el área abierta definida por dichos rebordes 172, 179 y 188. Por ejemplo, según se muestra en la figura 7, los insertos de carcasa superiores 189 pueden definir en general un perfil que coincide con el perfil de las correspondientes partes de las carcasas para el inserto de pala 106 y el segmento de pala 102 y también pueden estar formados por el mismo material (por ejemplo, una o más capas de componente laminado y/o una o más capas de material de núcleo 42).

Además, el conjunto de pala de rotor 100 también puede incluir un conector escarpado superior 190 configurado para ser asegurado o fijado a través de las secciones escarpadas superiores alineadas 152, 175 del inserto de pala 106 y del segmento de pala 102. Según se muestra en la figura 7, el conector escarpado superior 190 puede incluir unas secciones de extremo 191 que definen en general unos perfiles que se estrechan gradualmente (tapered) que se corresponden con los perfiles que se estrechan gradualmente (tapered) definidos por las secciones escarpadas superiores 152, 175. Además, el conector escarpado superior 190 puede incluir una sección central 192 que define en general un perfil uniforme. De este modo, según se muestra en la figura 9, cuando se instala el conector escarpado superior 190 entre el inserto de pala 106 y el segmento de pala 102, la sección central 192 puede extenderse a través de la parte central 186 de la cubierta de ventana 184, mientras que las secciones de extremo 191 pueden extenderse en general dentro de y llenar el área definida por las secciones escarpadas superiores 152, 175.

Se debe tener en cuenta que, de forma similar al conector escarpado inferior 181 y a los insertos de carcasa inferiores 182, el conector escarpado superior 190 y a los insertos de carcasa superiores 189 pueden ser componentes prefabricados o se pueden formar o construir de otro modo durante el ensamblaje o montaje del conjunto de pala de rotor 100.

También se debe tener en cuenta que, después de ensamblar los diversos componentes del conjunto de pala de rotor 100 entre el segmento de pala 102 y el inserto de pala 106, se puede aplicar un sobre laminado en torno a la superficie exterior del conjunto 100 para asegurar una transición aerodinámica suave o lisa entre el segmento de pala 102 y el inserto de pala 106. Por ejemplo, el sobre laminado se puede aplicar usando un proceso de laminado húmedo, en el que se coloca una o más capas (que incluyen un material de refuerzo tal como fibras de vidrio o de carbono) a lo largo de la superficie externa y se pasa una resina u otro material matricial adecuado por encima de o aplicado de otro modo a la superficie de las capas para formar un perfil suave o liso.

Además, se debe apreciar que, aunque el inserto de pala 106 se ha descrito con referencia a las figuras 7 – 9 como que simplemente es asegurado o fijado a uno de los segmentos de pala (por ejemplo, el primer segmento de pala 102), se puede utilizar una metodología idéntica o similar, así como componentes idénticos o similares, para asegurar o fijar el inserto de pala 106 al otro segmento de pala (por ejemplo, el segundo segmento de pala 104). Por ejemplo, se pueden instalar un conector escarpado inferior 181, un inserto de carcasa inferior 182, un inserto de núcleo de travesaño o shear web 183, una cubierta de ventana 184, insertos de carcasa superiores 189 y un conector escarpado superior 190 entre el extremo trasero 118 del inserto de pala 106 y el extremo de junta o unión 112 del segundo segmento de pala 104 para permitir que dichos componentes sean asegurados o fijados a otro de la misma manera que el inserto de pala 106 y el primer segmento de pala 102 (es decir, según se muestra en las figuras 7 – 9).

En referencia ahora a las figuras 10 – 12, se ilustra otra forma de realización de una configuración particular de insertos/segmentos de pala que se puede utilizar para asegurar o fijar de manera efectiva y eficiente un inserto de pala 206 entre el primer y el segundo segmentos de pala 202 y 204 de un conjunto de pala de rotor 100, de acuerdo con aspectos de la presente materia. En concreto, la figura 10 ilustra una vista en perspectiva del inserto de pala 206 y la figura 11 ilustra una vista parcial en sección transversal del inserto de pala 206 que se muestra en la figura 10 tomada en torno a la línea 11-11. Además, la figura 12 ilustra una vista en perspectiva de una configuración correspondiente que se puede utilizar para el primer segmento de pala 202 y/o el segundo segmento de pala 204.

Según se muestra en las figuras 10 y 11, el inserto de pala 206 puede estar configurado de manera similar al inserto de pala 106 que se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 4 y 5. Por ejemplo, el inserto de pala 206 puede incluir un cuerpo alargado 214 que se extiende en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) entre un extremo delantero 216 y un extremo trasero 218, con el extremo delantero 216 estando configurado para ser acoplado al extremo de junta o unión 110 del primer segmento de pala 202 y con el extremo trasero 218 estando configurado para ser acoplado al extremo de junta o unión 112 del segundo segmento de pala 204. El cuerpo 214 puede estar configurado generalmente para definir un perfil sustancialmente aerodinámico. Por lo tanto, según se muestra en las figuras 10 y 11, el cuerpo 214 puede incluir un lado superior 220 (por ejemplo, un lado de presión) y un lado inferior 222 (por ejemplo, un lado de succión) que se extienden entre un borde de ataque 224 y un borde de fuga 226. El lado superior 220 del cuerpo 214 puede estar configurado para extenderse en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) entre un borde delantero 228 (dispuesto en el extremo delantero 216 del inserto de pala 206) y un borde trasero 230 (dispuesto en el extremo trasero 218 del inserto de pala 206). De modo similar, el lado inferior 222 del cuerpo 214 puede estar configurado para extenderse en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) entre un borde delantero 232 (dispuesto en el extremo delantero 216 del inserto de pala 206) y un borde trasero 234 (dispuesto en el extremo trasero 218 del inserto de pala 2106). El inserto de pala 206 también puede incluir los mismos componentes estructurales internos o similares que el primer y el segundo segmentos de pala 202, 204, tales como un par de topes de travesaño o spar caps que se extienden en sentido longitudinal de la pala (lengthwise) (por ejemplo, un tope de travesaño o spar cap superior 242 y un tope de travesaño o spar cap inferior 244) y uno o más núcleos de travesaño o shear webs 246 que se extienden entre los topes de travesaño o spar caps opuestos 242, 244.

Además, de manera similar al inserto de pala 106 que se ha descrito anteriormente, una parte del lado superior 220 del inserto de pala 206 puede estar rebajada o desplazada con respecto a los bordes delantero y trasero 232, 234 del lado inferior 222 del inserto de pala 206. Por ejemplo, según se muestra en la figura 10, partes del lado superior 220 pueden estar desplazadas hacia adentro con respecto al borde delantero 232 del lado inferior 222 una distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 236 a lo largo de cualquier lado del tope de travesaño o spar cap superior 242, definiendo con ello unas partes desplazadas y separadas del borde delantero 228 del lado superior 220. De modo similar, partes del lado superior 220 también pueden estar desplazadas hacia adentro con respecto al borde trasero 234 del lado inferior 222 una determinada distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 238 a lo largo de cada lado del tope de travesaño o spar cap superior 242, definiendo con ello unas partes desplazadas y

separadas del lado trasero 230 del lado superior 220. Según se describirá más adelante, con el desplazamiento de partes del lado superior 220 según se muestra en la figura 10, se pueden definir ventanas de acceso separadas 240, 241 en cada extremo 216, 218 del inserto de pala 206 cuando el inserto 206 está colocado entre el primer y el segundo segmentos de pala 202, 204. Dichas ventanas de acceso 240, 241 pueden permitir en general a los trabajadores de servicio acceder al interior del conjunto de pala de rotor 100, permitiendo con ello la colocación de diversos componentes dentro del conjunto 100 para facilitar la fijación del inserto de pala 206 entre los segmentos de pala 202, 204.

Sin embargo, a diferencia de la forma de realización que se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 4 y 5, una parte o partes del lado superior 220 del inserto de pala 206 también pueden estar configuradas para extenderse más allá de los bordes delantero y trasero 232, 234 del lado inferior 222 del inserto de pala 206. En concreto, según se muestra en las figuras 10 y 11, unas partes alargadas 247 del lado superior 220 (generalmente alineadas con el tope de travesaño o spar cap superior 242) pueden extenderse más allá de los bordes delantero y trasero 232, 234 del lado inferior 222, definiendo con ello unas partes extendidas de los bordes delantero y trasero 228, 230 del lado superior 220. Según se describirá más adelante, dichas partes alargadas 247 del lado superior 220 pueden estar configuradas para extenderse hasta una ubicación en y/o de forma adyacente a los extremos de junta o unión 110, 112 de los segmentos de pala 202, 204 cuando el inserto de pala 206 se encuentra entre los segmentos de pala 202, 204.

Además, en diversas formas de realización, se pueden definir una o más secciones que se estrechan gradualmente (tapered) o escarpadas a lo largo de los lados superior e inferior 220, 222 del inserto de pala 206. Por ejemplo, según se muestra en la figura 10, la primera y la segunda secciones escarpadas superiores 252, 254 se pueden definir a lo largo de la superficie exterior del lado superior 220, con la primera sección escarpada superior 252 extendiéndose desde un borde interior 256 hasta el borde delantero 228 de la parte alargada 247 del lado superior 220 y con la segunda sección escarpada superior 254 extendiéndose desde un borde interior 258 hasta el borde trasero 230 de la parte alargada 247 del lado superior 220. De modo similar, según se muestra en la figura 10, la primera y la segunda secciones escarpadas inferiores 260, 262 se pueden definir a lo largo de la superficie interior del lado inferior 222, con la primera sección escarpada inferior 260 extendiéndose desde un borde interior 264 hasta el borde delantero 232 del lado inferior 222 y con la segunda sección escarpada superior 262 extendiéndose desde un borde interior (que no se muestra) hasta el borde trasero 234 del lado inferior 222. En dicha forma de realización, cada sección escarpada 252, 254, 260, 262 puede estar configurada para estrecharse hacia afuera (to taper outwardly) desde su borde interior 256, 258, 264 (es decir, con la altura de cada sección escarpada 252, 254, 260, 262 aumentando desde su borde interior 256, 258, 264 hacia los respectivos bordes delantero o trasero 228, 230, 232, 234 de los lados superior e inferior 220, 222 del inserto de pala 206).

Además, de manera similar al inserto de pala 106 que se ha descrito anteriormente, una parte de la carcasa o carcasas que forman el inserto de pala 206 puede estar rebajada con respecto a los bordes delantero y trasero 228, 230, 232, 234 de los lados superior e inferior 220, 222. Por ejemplo, según se muestra en la figura 10, sólo una capa interna de la carcasa lateral superior (por ejemplo, una o más capas de compuesto laminado) puede extenderse hasta los bordes delantero y trasero 228, 230 del lado superior 220, mientras que sólo una capa externa de la carcasa lateral inferior (por ejemplo, una o más capas de compuesto laminado) puede extenderse hasta los bordes delantero y trasero 232, 234 del lado inferior 222, definiendo con ello unos rebordes superior e inferior 272, 274 que se extienden a través de partes de dichos bordes 228, 230, 232, 232, 234. Según se describirá más adelante, los rebordes superior e inferior 272, 274 pueden facilitar la fijación del inserto de pala 206 entre el primer y el segundo segmentos de pala 202, 204. Las capas exteriores de la carcasa o carcasas (por ejemplo, una o más capas exteriores de material compuesto laminado y/o una o más capas de material de núcleo 42) se pueden colocar entonces sobre los rebordes 272, 274 para crear una superficie suave o lisa a lo largo de las superficies interiores y exteriores del conjunto de pala de rotor 100.

En referencia ahora a la figura 12, se ilustra una vista en perspectiva de una configuración de segmento adecuada para acoplar cada segmento de pala 202, 204 al inserto de pala 206 que se muestra en las figuras 10 y 11, de acuerdo con aspectos de la presente materia. En concreto, la figura 12 ilustra una vista en perspectiva del extremo de junta o unión 110 del primer segmento de pala 202. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el extremo de junta o unión 112 del segundo segmento de pala 204 puede estar configurado igual que o similar al extremo de junta o unión 110 que se muestra en la figura 12.

Según se muestra, el segmento de pala 202 puede ser modificado para que incluya unas secciones escarpadas 275, 276 configuradas para alinearse con las secciones escarpadas 252, 260 del inserto de pala 206. En concreto, en la forma de realización ilustrada, el segmento de pala 202 incluye una sección escarpada superior 275 definida a lo largo de la superficie exterior de su lado de presión 30 que está configurada para alinearse con la sección escarpada superior 252 definida en el borde delantero 228 del lado superior 220 del inserto de pala 206. De modo similar, el segmento de pala 202 incluye una sección escarpada inferior 276 definida a lo largo de la superficie interior de su lado de succión 32 que está

configurada para alinearse con la sección escarpada inferior 260 definida en el borde delantero 232 del lado inferior 222 del inserto de pala 206. Según se describirá más adelante, se puede colocar uno o más conectores escarpados a través de cada par alineado de secciones escarpadas 252, 260, 275, 276 para proporcionar un medio para asegurar o fijar el segmento de pala 202 con el inserto de pala 206.

5

Además, de manera similar al inserto de pala 206, el segmento de pala 202 puede incluir uno o más bordes desplazados 277 en su extremo de junta o unión 110 que está desplazado con respecto al borde o bordes del lado opuesto del segmento de pala 202 una determinada distancia en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) 278. En concreto, en la forma de realización ilustrada, una parte de la carcasa que forma el lado de presión 30 puede ser retirada entre el extremo de junta o unión 110 del segmento de pala 202 y un borde delantero de la sección escarpada superior 275, definiendo con ello el borde desplazado 277. Según se describirá más adelante, esta parte de la carcasa retirada puede formar parte de la ventana o ventanas de acceso 240, 241 definidas entre el segmento de pala 202 y el inserto de pala 206 cuando dichos componentes son colocados adyacentes entre sí. Además, según se muestra en la figura 12, una parte de la carcasa o carcassas que forman los lados de presión y succión 30, 32 del segmento de pala 202 también puede ser retirada, definiendo con ello los rebordes superior e inferior 279, 280 alrededor del perímetro del extremo de junta o unión 110 del segmento de pala 202.

10

15

20

25

En referencia ahora a las figuras 13 – 15, se ilustran diversas vistas de ensamblaje o montaje del inserto de pala 206 que se muestra en las figuras 10 y 11 y del segmento de pala 202 que se muestra en la figura 12, de acuerdo con aspectos de la presente materia. En concreto, la figura 13 ilustra una vista en perspectiva del inserto de pala 206 y del segmento de pala 202 situados extremo con extremo, con los componentes adecuados para asegurar o fijar el inserto de pala 206 con el segmento de pala 202 en despiece hacia afuera. La figura 14 ilustra una vista ensamblada en perspectiva de los diversos componentes que se muestran en la figura 13 y la figura 15 ilustra una vista en sección transversal del ensamblaje o montaje que se muestra en la figura 14 tomada en torno a la línea 15-15.

30

35

40

Según se muestra en la figura 13, cuando el segmento de pala 202 y el inserto de pala 206 están colocados extremo con extremo, se pueden definir ventanas de acceso separadas (por ejemplo, una primera ventana de acceso 240 y una segunda ventana de acceso 241) entre dichos componentes a lo largo de cualquier lado de la parte alargada 247 del lado superior 220 del inserto de pala 206. Dichas ventanas de acceso 240, 241 pueden permitir en general a un trabajador de servicio acceder al interior del conjunto de pala de rotor 100, facilitando con ello la instalación de muchos de los componentes del conjunto que se muestran en la figura 14. Por ejemplo, de forma similar a la forma de realización descrita anteriormente con referencia a las figuras 7 – 9, se puede colocar un conector escarpado inferior 281 adecuado a través de la interfaz definida entre las secciones escarpadas inferiores alineadas 260, 276 del inserto de pala 206 y el segmento de pala 202, mientras que se pueden colocar insertos de carcasa inferiores adecuados 282 en cada interfaz definida entre los rebordes inferiores 274, 280 del inserto de pala 206 y del segmento de pala 202. Además, según se muestra en las figuras 13 y 15, se puede instalar un inserto de núcleo de travesaño o shear web 283 dentro del conjunto de pala de rotor 100 para que se extienda en la dirección de la envergadura de pala (spanwise) entre los extremos de los núcleos de travesaño o shear webs 48, 246 para el segmento de pala 202 y el inserto de pala 206.

45

50

55

Después de instalar dichos componentes dentro del conjunto de pala de rotor 100, se pueden instalar entonces cubiertas de ventana adecuadas 284a, 284b entre el inserto de pala 206 y el segmento de pala 206 para cubrir al menos una parte de cada ventana de acceso 240, 241. Por ejemplo, según se muestra en la figura 13, una primera cubierta de ventana 284a puede estar configurada para extenderse a través de y/o cubrir al menos una parte de la primera ventana de acceso 240. De manera similar, una segunda cubierta de ventana 284b puede estar configurada para extenderse a través de y/o cubrir al menos una parte de la segunda ventana de acceso 241. Según se muestra en la figura 13, las cubiertas de ventana 284a, 284b pueden tener en general una construcción similar a la de las carcassas usadas para formar el inserto de pala 206 y el segmento de pala 202. Por ejemplo, las cubiertas de ventana 284a, 284b pueden estar formadas por una construcción en capas, que incluye una o más capas de material laminado y una o más capas de material de núcleo 42.

60

65

Además, de forma similar al inserto de pala 206 y al segmento de pala 202, una parte de la carcasa o carcassas que forman las cubiertas de ventana 284a, 284b puede estar rebajadas o desplazadas, definiendo con ello unos rebordes de cubierta 288 alrededor de los bordes de las cubiertas de ventana 284a, 284b. De este modo, cuando cada cubierta de ventana 284a, 284b es instalada a través de su correspondiente ventana de acceso 240, 241, los rebordes de cubierta 288 pueden estar configurados para acoplarse contra los rebordes superiores 272, 279 del inserto de pala 206 y del segmento de pala 202. A continuación, se puede asegurar o fijar un inserto de carcasa superior adecuado 289 a través de cada interfaz definida entre el segmento de pala 202 y las cubiertas de ventana 284a, 284b y a través de cada interfaz definida entre el inserto de pala 206 y las cubiertas de ventana 284a, 284b para llenar el área abierta definida por los rebordes superiores y de cubierta 272, 279 y 288. Por ejemplo, según se muestra en la figura 13, los insertos de carcasa superiores 289 pueden definir en general un perfil que coincide o se corresponde con el perfil de las partes correspondientes de las carcassas para el inserto de pala 206 y el segmento de pala 202 y

también pueden estar formados por el mismo material (por ejemplo, una o más capas de componente laminado y/o una o más capas de material de núcleo 42).

5 Además, según se muestra en la forma de realización ilustrada, el conjunto de pala de rotor 100 también puede incluir un conector escarpado superior 290 configurado para ser colocado a través de las secciones escarpadas superiores alineadas 252, 275 del inserto de pala 206 y del segmento de pala 202. Según se muestra en la figura 13, el conector escarpado superior 290 puede definir un perfil que se estrecha gradualmente que se corresponde con los perfiles que se estrechan gradualmente definidos por las secciones escarpadas superiores 253, 275. Por lo tanto, según se muestra en particular en la figura 15, el conector escarpado superior 290 puede estar configurado para extenderse a través de la interfaz definida entre el segmento de pala 202 y el inserto de pala 206 para llenar el área definida por las secciones escarpadas superiores alineadas 252, 275.

15 Se debe tener en cuenta que, debido a la parte alargada 247 del lado superior 220 del inserto de pala 206, el inserto de pala 206 puede estar configurado para acoplarse con el segmento de pala 202 en la ubicación de las secciones escarpadas superiores 252, 275 cuando el inserto de pala 206 y el segmento de pala 202 son colocados extremo con extremo (por ejemplo, según se muestra en la figura 13). Por lo tanto, el conector escarpado superior 290 puede ser significativamente más corto que el conector escarpado superior 190 que se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 7 – 9.

20 También se debe apreciar que, de manera similar a las formas de realización descritas anteriormente con referencia a las figuras 7 – 9, el conector escarpado inferior 281, los insertos de carcasa inferiores 282, el conector escarpado superior 290 y los insertos de carcasa de punta 289 pueden ser componentes prefabricados o pueden ser construidos de otro modo durante el ensamblaje o montaje del conjunto de pala de rotor 100. Además, se debe tener en cuenta que, después de que los diversos componentes del conjunto de pala de rotor 100 se hayan montado entre el segmento de pala 202 y el inserto de pala 206, se puede aplicar un sobre laminado en torno a la superficie exterior del conjunto de pala de rotor 100 para asegurar una transición aerodinámica suave o lisa entre el segmento de pala 202 y el inserto de pala 206.

30 Además, se debe apreciar que, aunque el inserto de pala 206 se ha descrito con referencia a las figuras 13 – 15 como simplemente que es asegurado o fijado a uno de los segmentos de pala (por ejemplo, el primer segmento de pala 202), se puede utilizar la misma metodología o una similar, así como los mismos componentes o similares, para asegurar o fijar el inserto de pala 206 al otro segmento de pala (por ejemplo, el segundo segmento de pala 204). Por ejemplo, se pueden instalar un conector escarpado inferior 281, insertos de carcasa inferiores 282, un inserto de núcleo de travesaño o shear web 283, una o más cubiertas de ventana 284a, 284b, insertos de carcasa superiores 289 y un conector escarpado superior 290 entre el extremo trasero 218 del inserto de pala 206 y el extremo de junta o unión 112 del segundo segmento de pala 204 para permitir que dichos componentes sean asegurados o fijados a otro de la misma manera que se han asegurado o fijado el inserto de pala 206 y el primer segmento de pala 202 entre sí (por ejemplo, según se muestra en las figuras 13 – 15).

45 Además, se debe apreciar que cada inserto de pala 106, 206 que se ha descrito en el presente documento puede ser considerado como un segmento de pala. De este modo, un experto en la técnica debería apreciar que los conjuntos de pala de rotor divulgados 100, 200 pueden incluir uno o una pluralidad de insertos de pala 106, 206, con cada inserto de pala formando un segmento individual del conjunto de pala de rotor 100, 200.

50 Esta descripción escrita utiliza unos ejemplos para divulgar la invención, que incluyen el mejor modo, y también para permitir que cualquier persona experta en la materia ponga en práctica la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualesquiera dispositivos o sistemas y la realización de cualesquiera procedimientos incorporados. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia. Se pretende que estos otros ejemplos estén dentro del alcance de las reivindicaciones si incluyen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones.

55

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de pala de rotor (100) para una turbina eólica (10), comprendiendo el conjunto de pala de rotor (100):
- 5 un primer segmento de pala (102) que define un primer extremo de unión;
un segundo segmento de pala (104) que define un segundo extremo de unión; y
un inserto de pala (106) que se extiende entre un extremo delantero acoplado al primer segmento de pala (102) y un extremo trasero acoplado al segundo segmento de pala (104), comprendiendo el inserto de pala (106):
- 10 un lado superior (120) que se extiende entre un borde delantero (128) y un borde trasero (130), definiendo el lado superior (120) una sección escarpada superior en su borde delantero; y
un lado inferior (122) que se extiende entre un borde delantero (128) y un borde trasero (130), definiendo el lado inferior (122) una sección escarpada inferior en su borde delantero,
en el que el primer segmento de pala (102) define una sección escarpada inferior en el primer extremo de unión, estando la sección escarpada inferior del primer segmento de pala (102) configurada para alinearse con la sección escarpada inferior del inserto de pala (106),
- 15 **caracterizado en que:**
el inserto de pala comprende al menos una parte del borde delantero (128) del lado superior (120) que está desplazada con respecto al borde delantero (128) del lado inferior (122), de modo que se define una ventana de acceso (140) entre el lado superior (120) y el primer segmento de pala (102) cuando el extremo delantero del inserto de pala (106) es colocado de forma adyacente al primer extremo de unión del primer segmento de pala (102), y **en que** el conjunto de pala de rotor comprende además un conector escarpado (181) que se extiende entre las secciones escarpadas inferiores alineadas con el fin de facilitar un acoplamiento del inserto de pala (106) con el primer segmento de pala (102).
- 20
- 25
2. El conjunto de pala de rotor (100) de la reivindicación 1, en el que el primer segmento de pala (102) define una sección escarpada superior en el primer extremo de unión, estando la sección escarpada superior del primer segmento de pala (102) configurada para alinearse con la sección escarpada superior del inserto de pala (106).
- 30
3. El conjunto de pala de rotor (100) de la reivindicación 2, en el que las secciones escarpadas superiores alineadas están separadas entre sí cuando el extremo delantero del inserto de pala (106) es colocado de forma adyacente al primer extremo de unión del primer segmento de pala (102).
- 35
4. El conjunto de pala de rotor (100) de la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que el lado superior (120) incluye una parte alargada que se extiende hacia fuera más allá del borde delantero del lado inferior, siendo definida la sección escarpada superior del inserto de pala (106) en la parte alargada.
- 40
5. El conjunto de pala de rotor (100) de la reivindicación 4, en el que la parte alargada del lado superior y el primer segmento de pala (102) se acoplan entre sí en las secciones escarpadas superiores alineadas cuando el extremo delantero del inserto de pala (106) es colocado de forma adyacente al primer extremo de unión del primer segmento de pala (102).
- 45
6. El conjunto de pala de rotor (100) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el lado superior define además una sección escarpada superior en su borde trasero (130) y el lado inferior define además una sección escarpada inferior en su borde trasero (130), y en el que al menos una parte del borde trasero (130) del lado superior (120) está desplazada con respecto al borde trasero (130) del lado inferior (122), de modo que se define una ventana de acceso (140) entre el lado superior y el segundo segmento de pala (104) cuando el extremo trasero del inserto de pala (106) es colocado de forma adyacente al primer extremo de unión del primer segmento de pala (102).
- 50
7. El conjunto de pala de rotor (100) de la reivindicación 6, en el que el segundo segmento de pala (104) define tanto una sección escarpada inferior como una sección escarpada superior en el segundo extremo de unión, estando la sección escarpada inferior del segundo segmento de pala (104) configurada para alinearse con la sección escarpada inferior del lado inferior del inserto de pala (106) y estando la sección escarpada superior del segundo segmento de pala (104) configurada para alinearse con la sección escarpada superior del lado superior del inserto de pala (106).
- 55
8. El conjunto de pala de rotor (100) de la reivindicación 7, que comprende además un conector escarpado inferior (181) que se extiende entre las secciones escarpadas inferiores alineadas y un conector escarpado superior (190) que se extiende entre las secciones escarpadas superiores alineadas.
- 60
9. Un procedimiento para ensamblar un inserto de pala (106) entre un primer segmento de pala (102) y un segundo segmento de pala (104), incluyendo el inserto de pala (106) un lado superior que se extiende entre un borde delantero (128) y un borde trasero (130) y un lado inferior que se extiende entre un borde delantero y un borde trasero, comprendiendo el procedimiento:
- 65

colocar un extremo delantero del inserto de pala (106) de forma adyacente a un primer extremo de unión del primer segmento de pala, estando el procedimiento **caracterizado porque** al menos una parte del borde delantero (128) del lado superior (120) está desplazada con respecto al borde delantero del lado inferior (122), de modo que se define una ventana de acceso (140) entre el inserto de pala (106) y el primer

5

segmento de pala (102); y además por las siguientes etapas:

colocar un conector escarpado inferior (181) entre una sección escarpada inferior definida en el lado inferior (122) del inserto de pala (106) y una sección escarpada inferior definida en el primer segmento de pala (102);

10

colocar una cubierta de ventana (184) sobre al menos una parte de la ventana de acceso (140); y

colocar un conector escarpado superior (190) entre una sección escarpada superior definida en el lado superior del inserto de pala (106) y una sección escarpada superior definida en el primer segmento de pala (102).

15

10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende además colocar un inserto de núcleo de travesaño o shear web (146) a lo largo de al menos una parte del inserto de pala (106).

20

11. El procedimiento la reivindicación 9 o 10, que comprende además colocar insertos de carcasa (182) sobre al menos una parte de un reborde (174, 180) definida por al menos uno de entre el inserto de pala (106), el primer segmento de pala (102) o la cubierta de ventana (184).

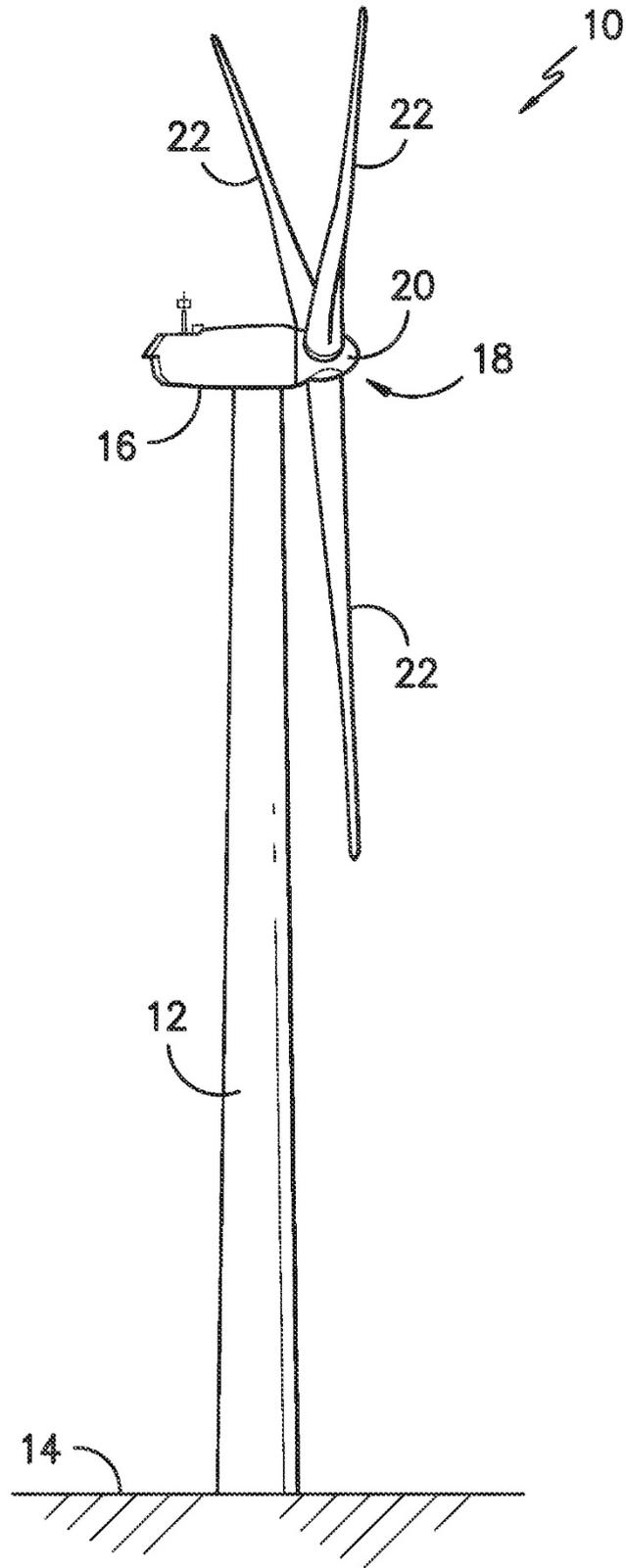


FIG. -1-

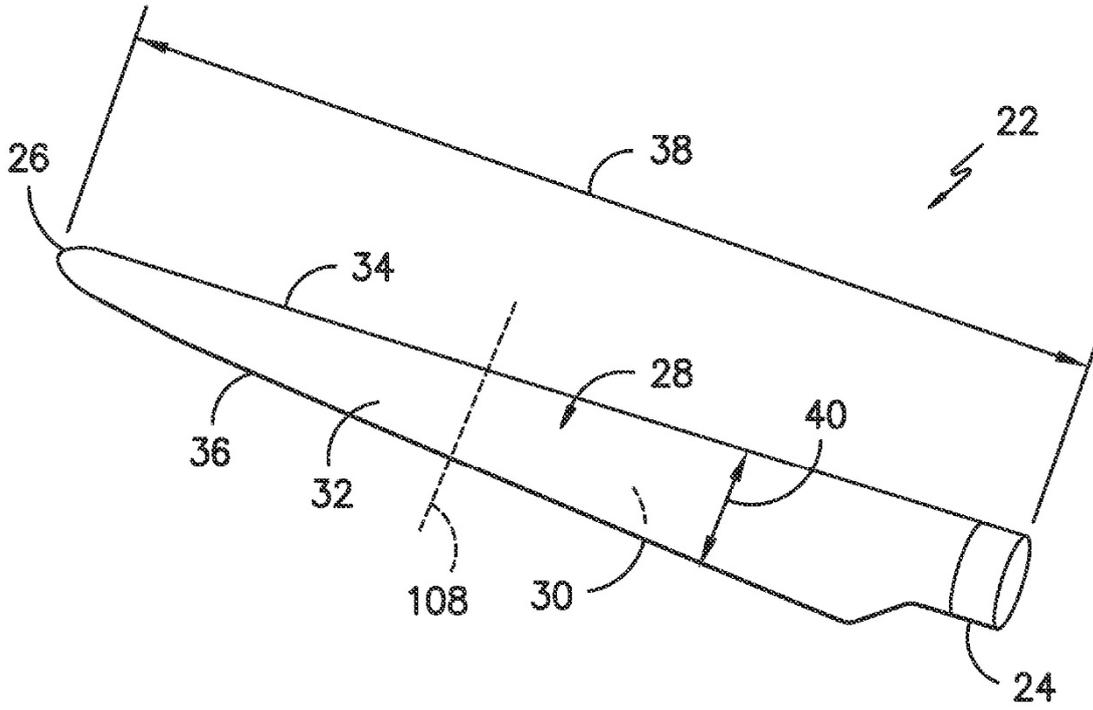


FIG. -2-

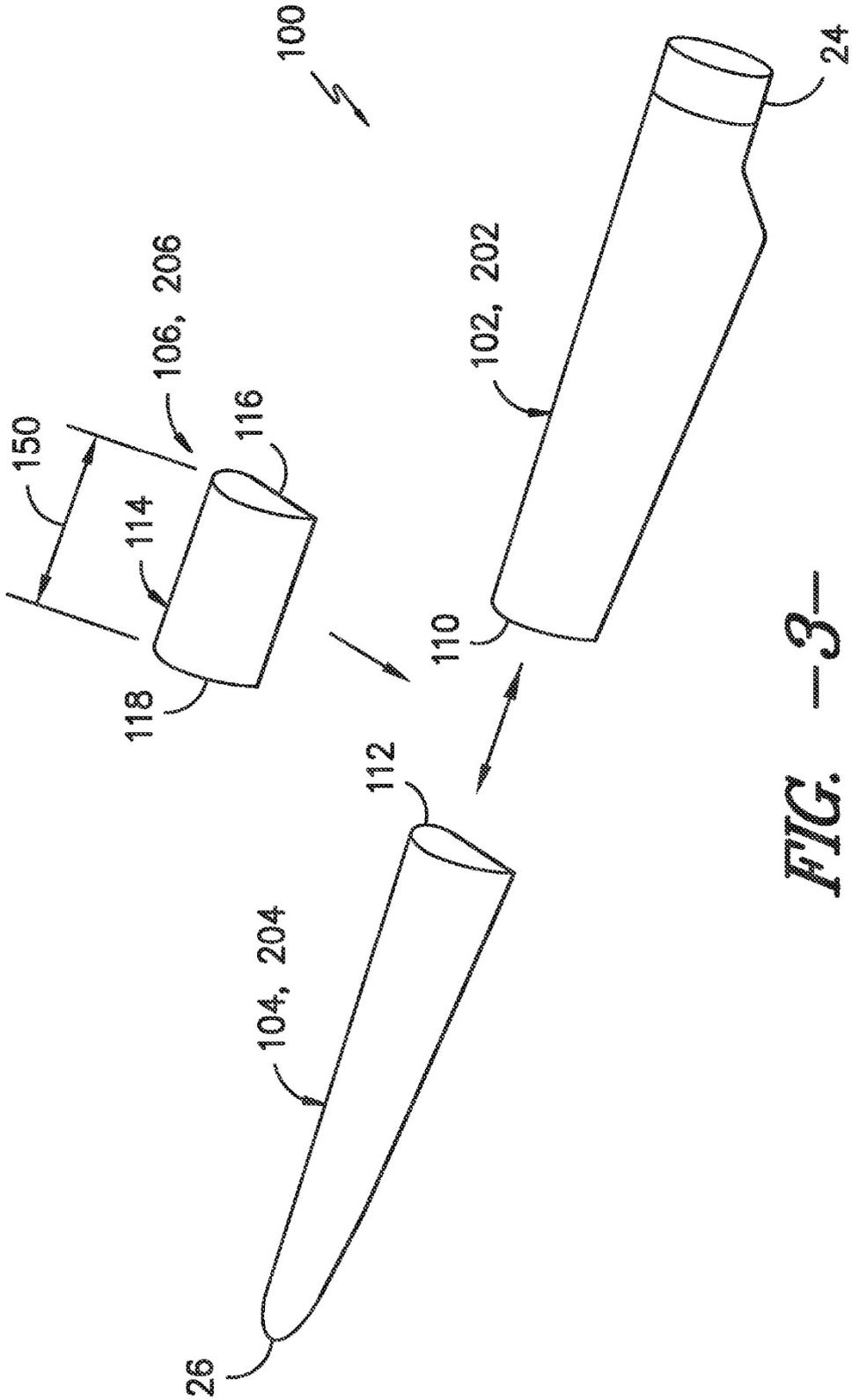


FIG. -3-

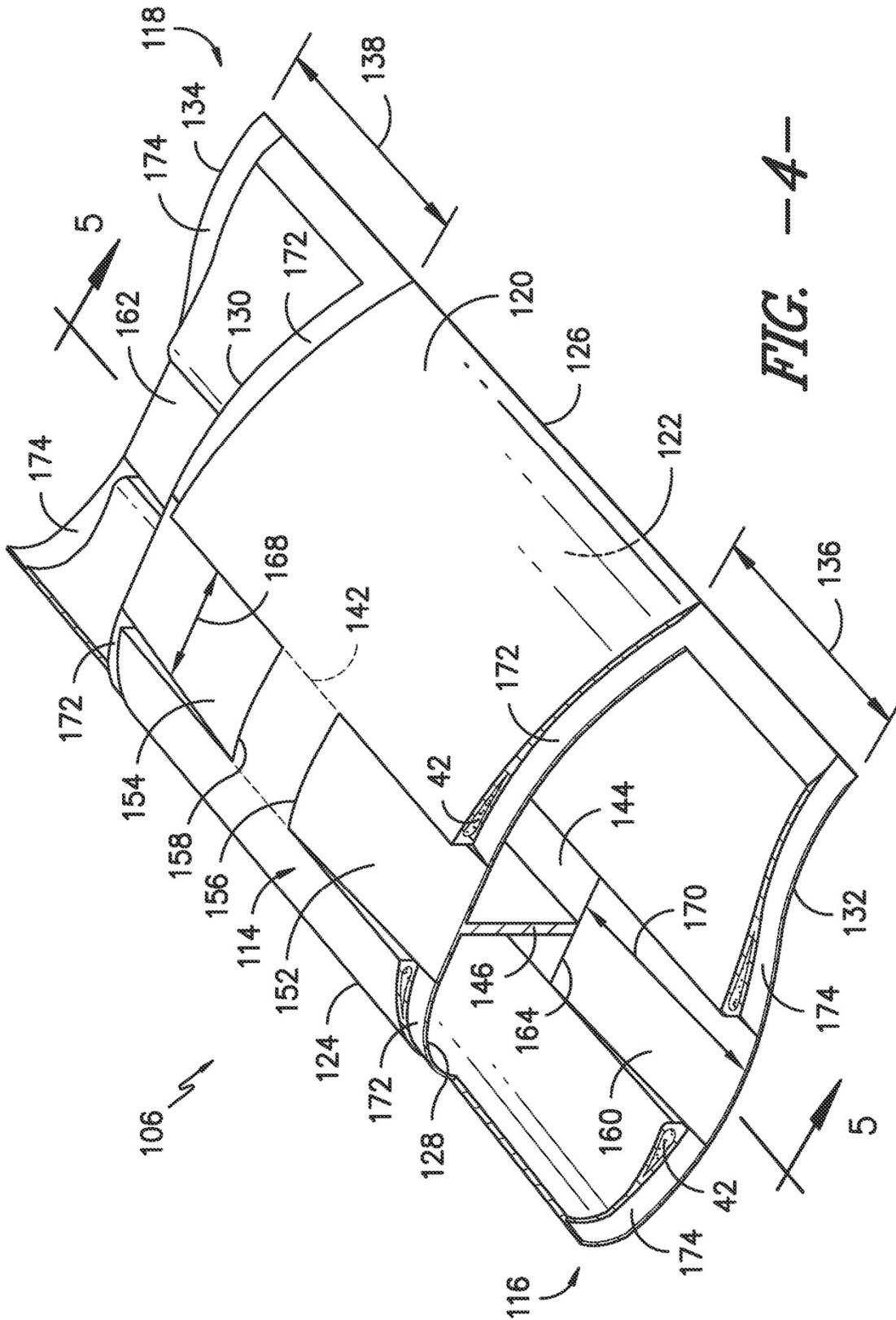
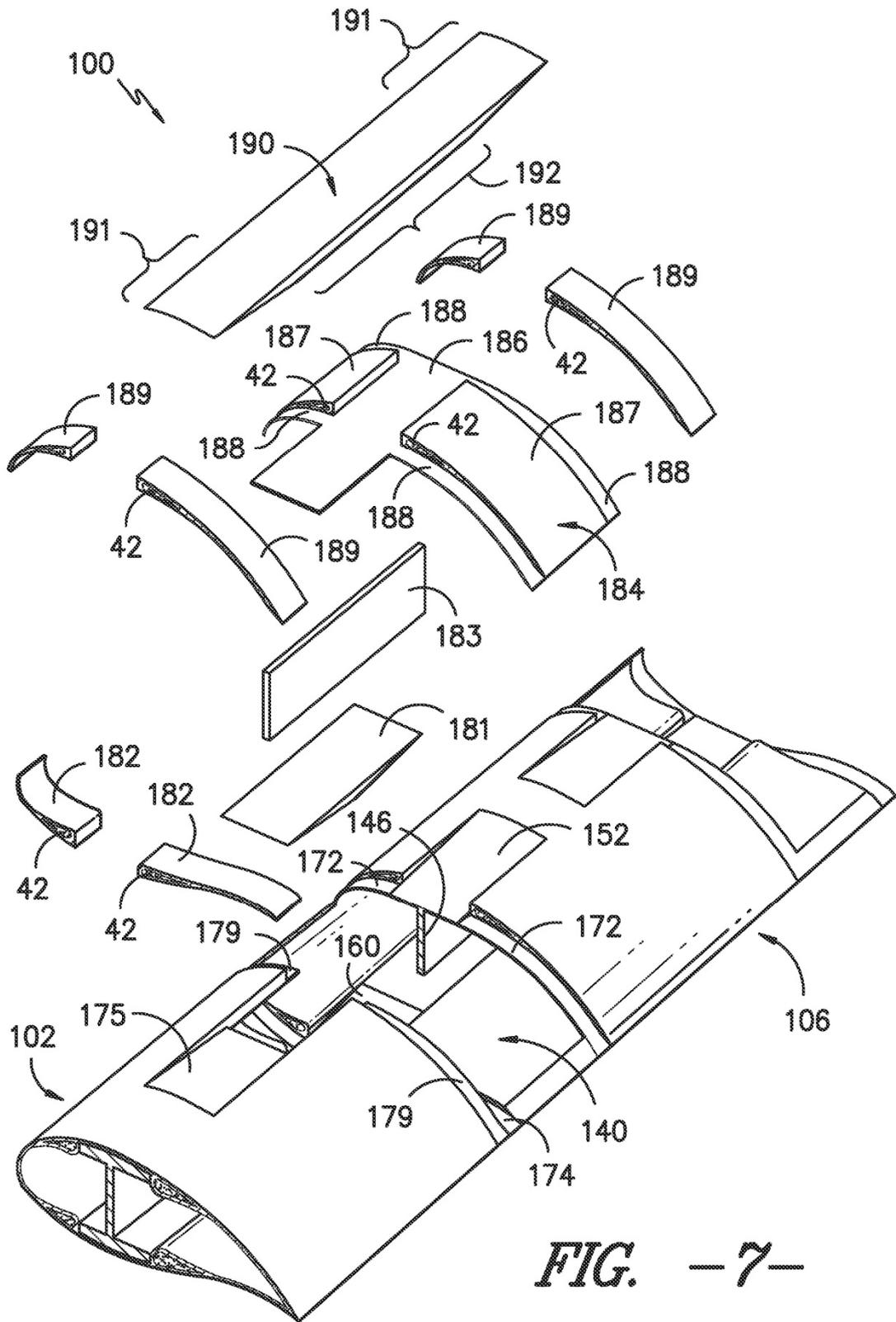


FIG. -4-



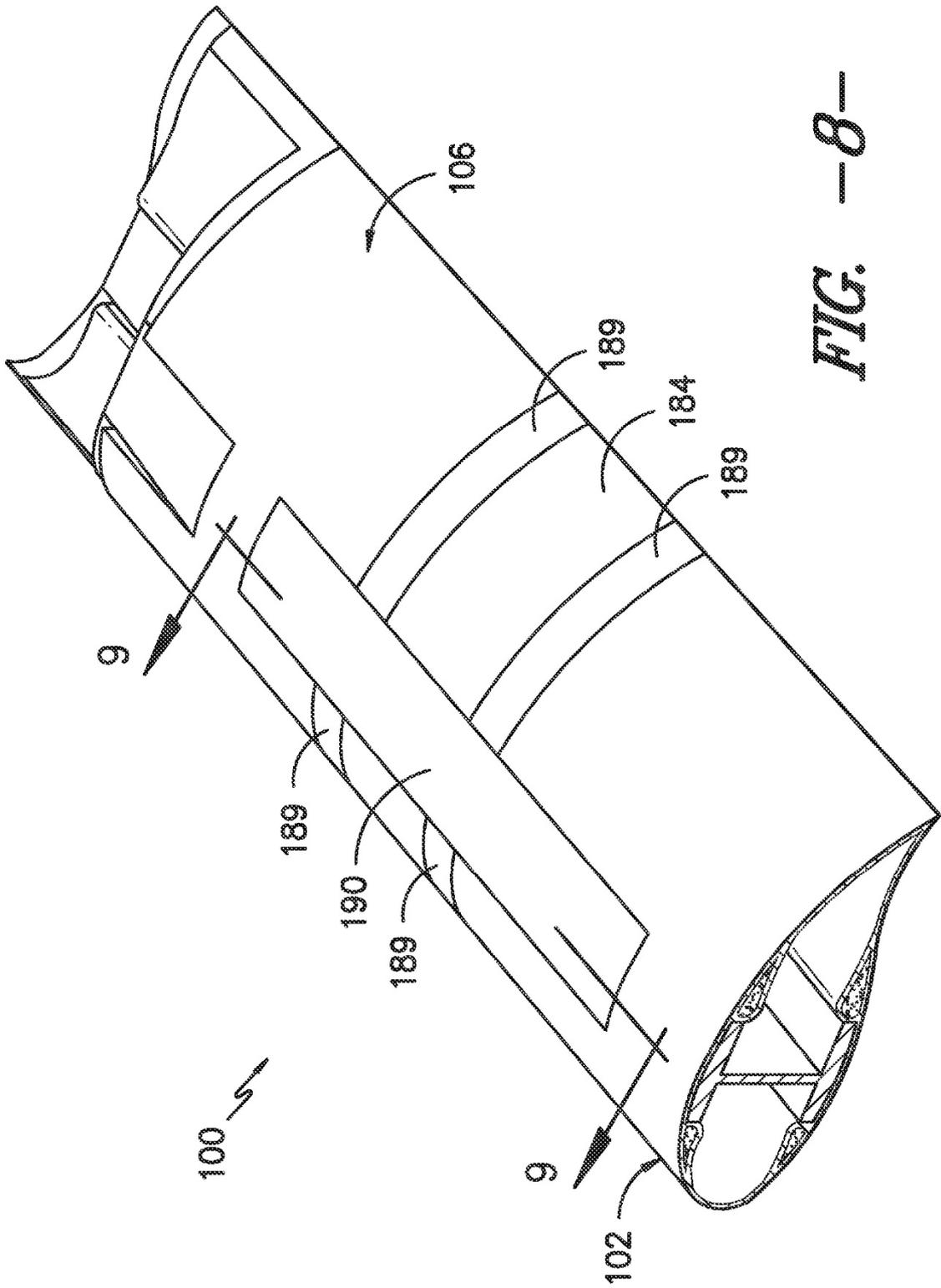


FIG. -8-

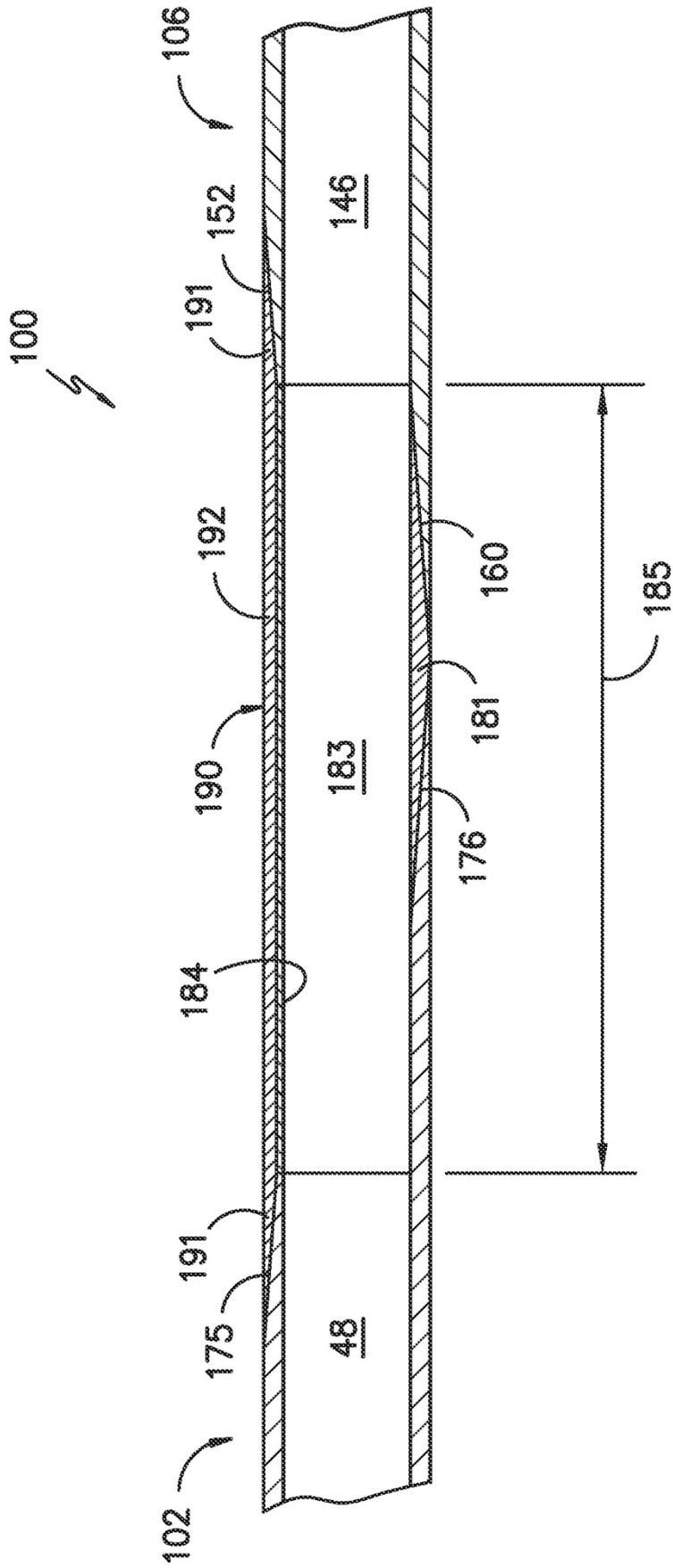


FIG. -9-

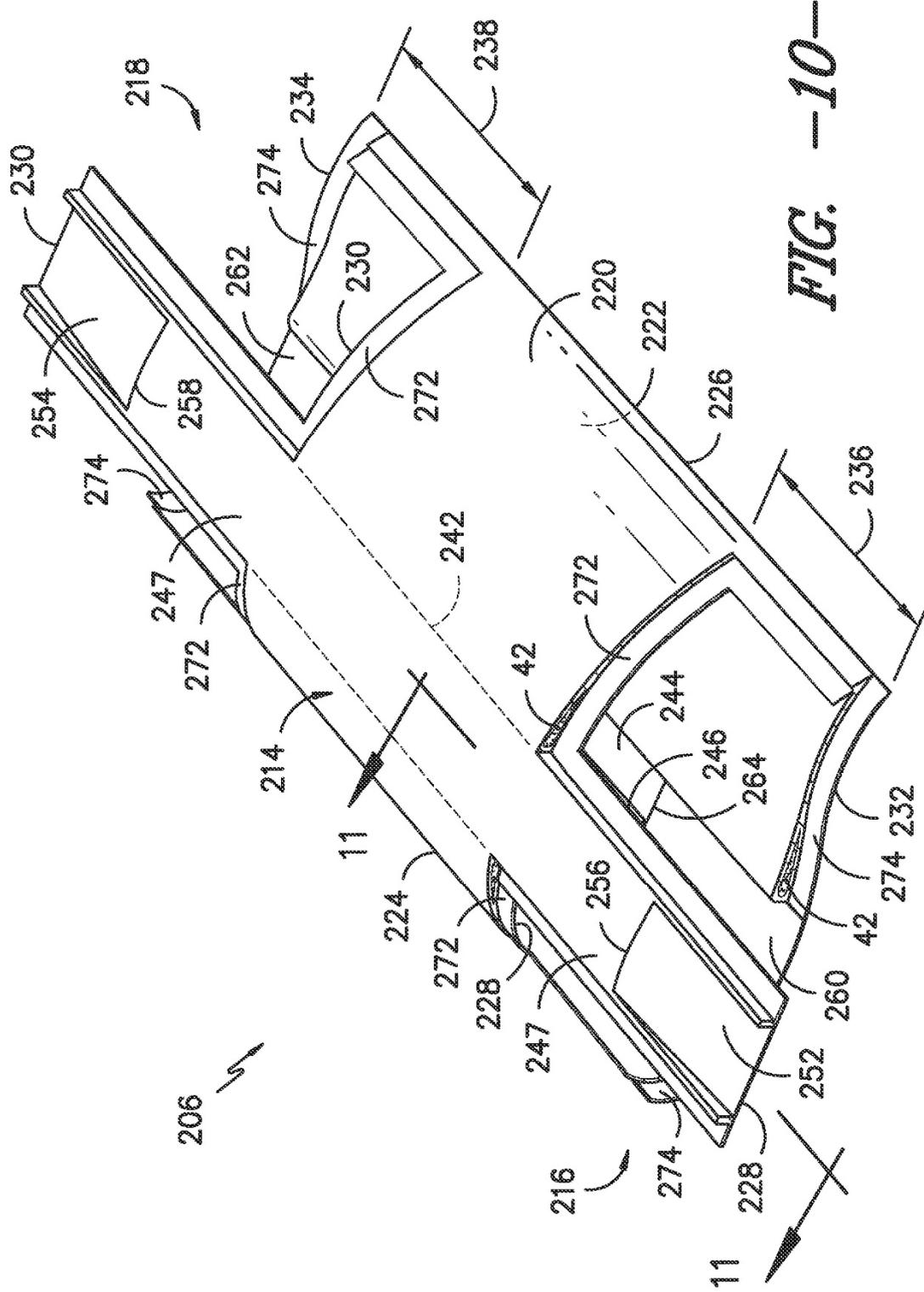


FIG. -10-

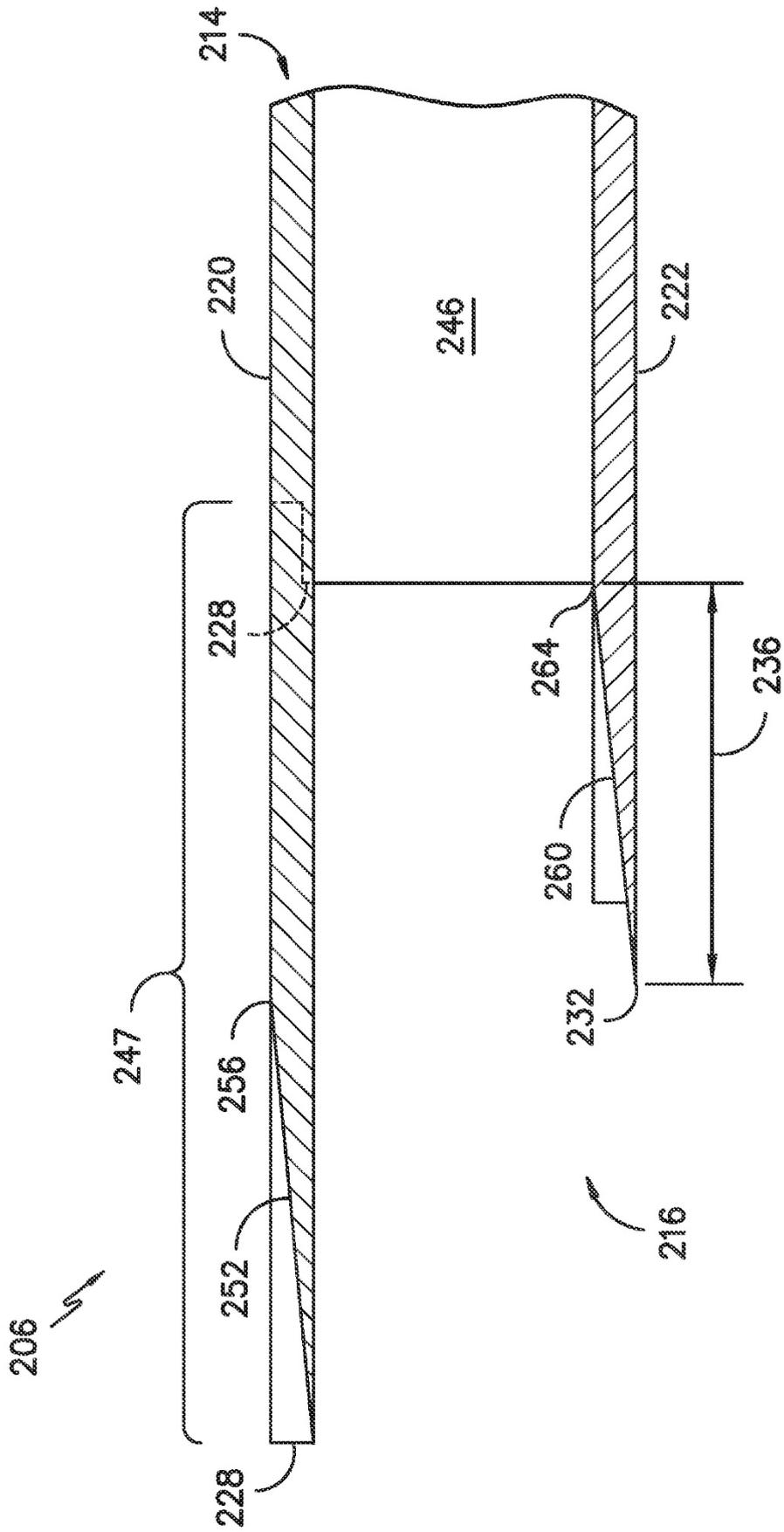


FIG. -11-

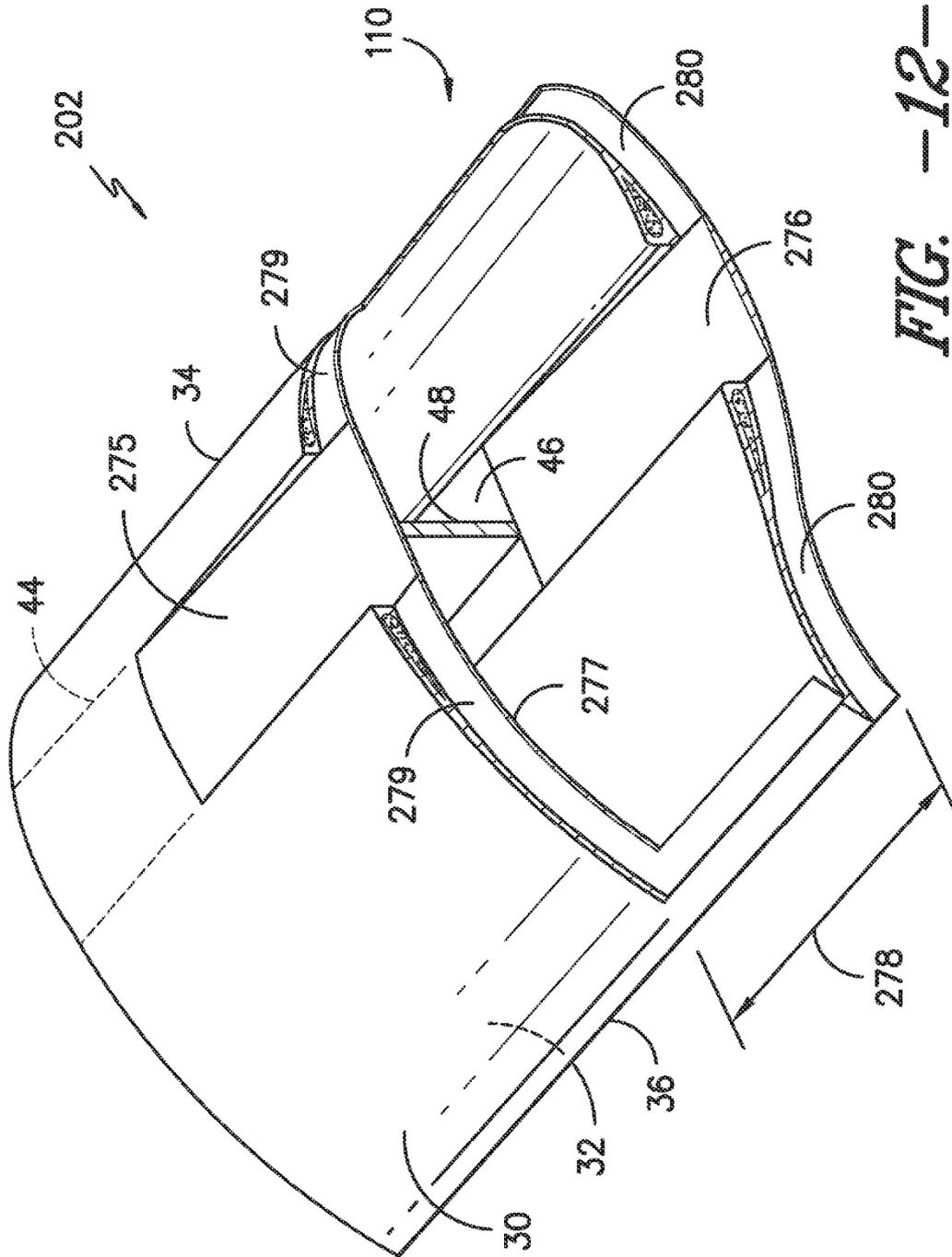


FIG. -12-

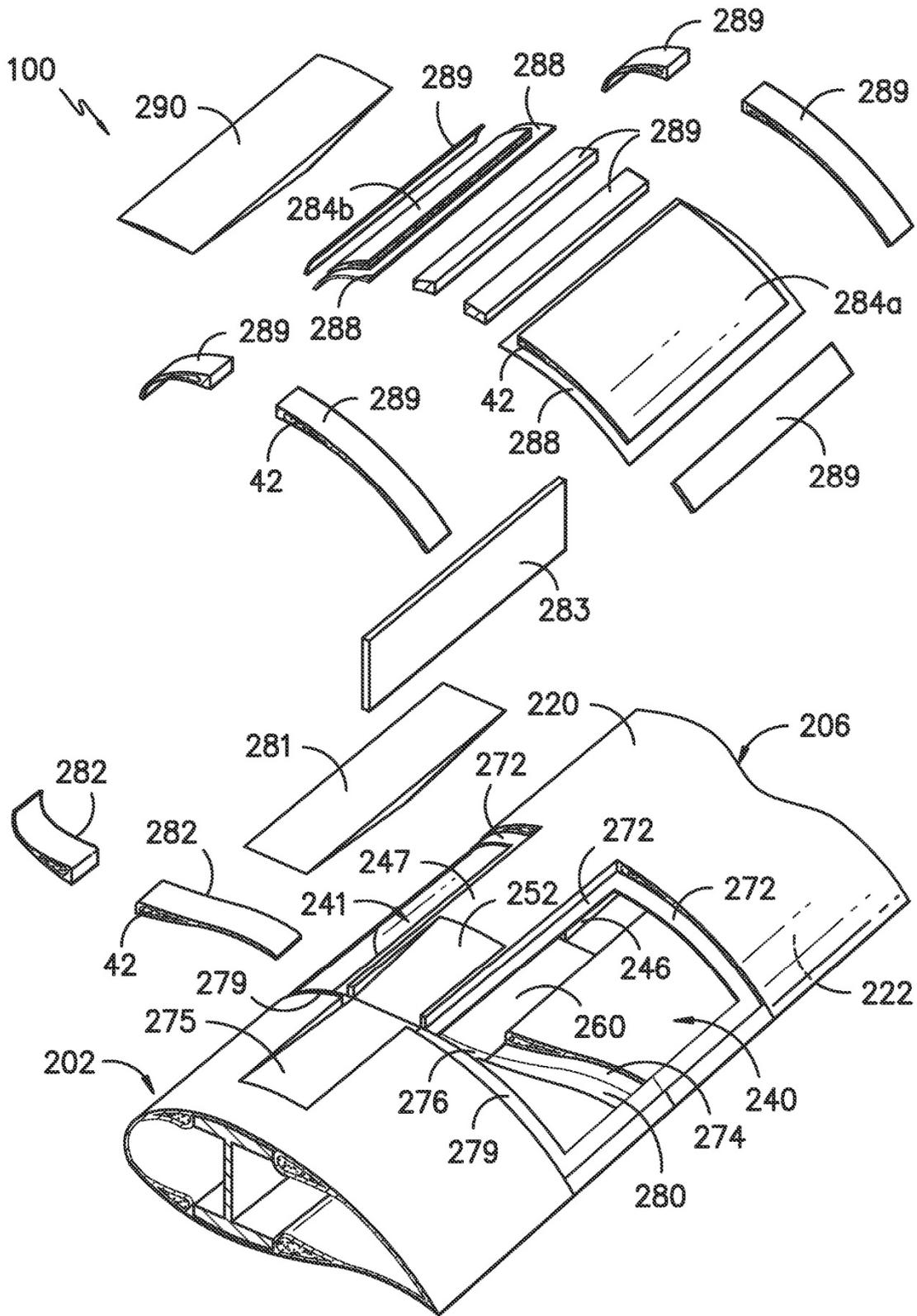


FIG. -13-

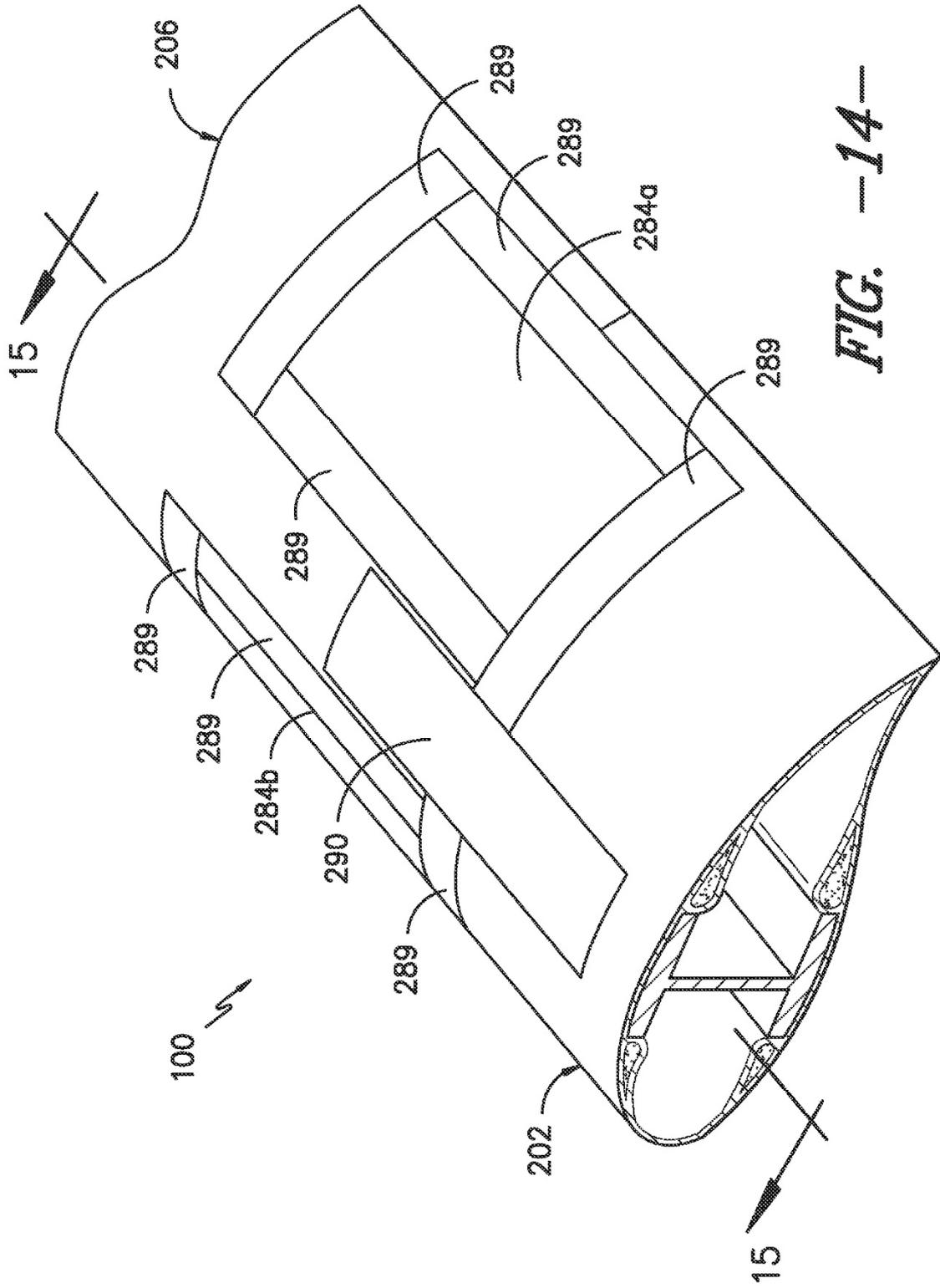


FIG. -14-

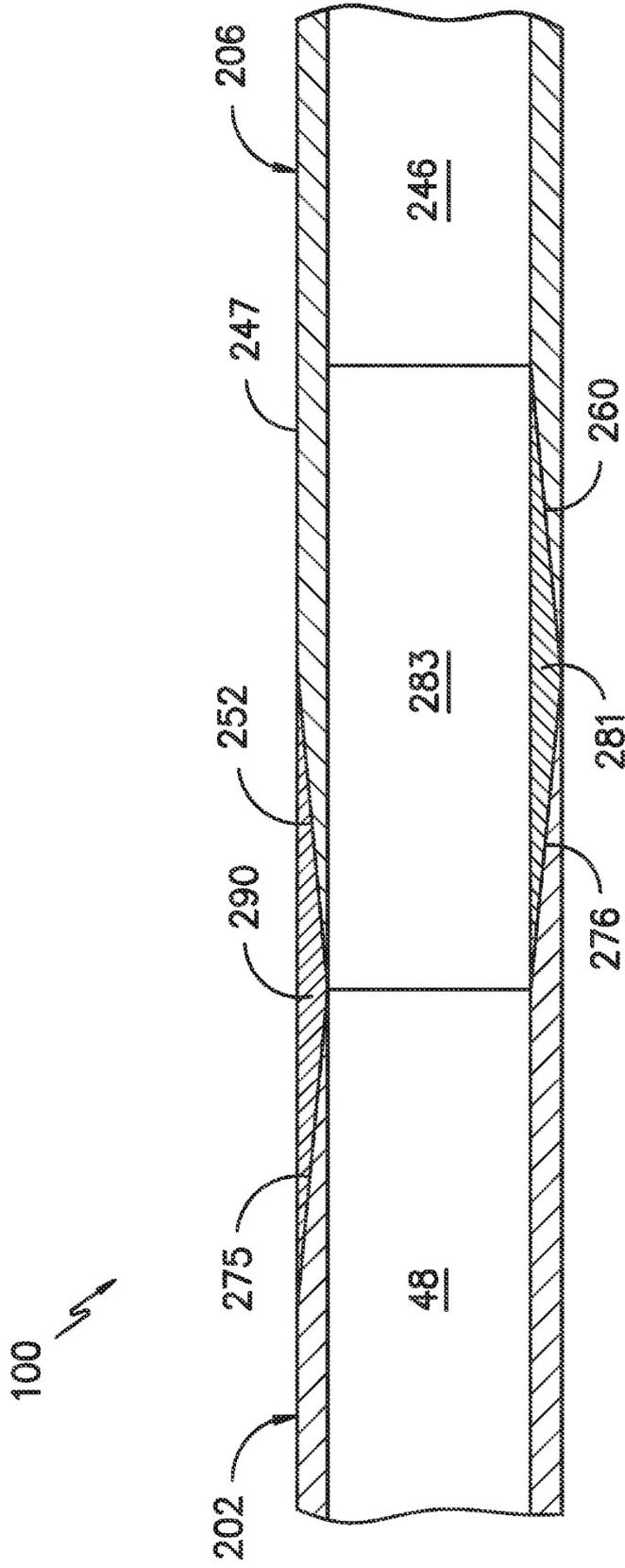


FIG. -15-