

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 854 356**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

B64C 21/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2016** **E 16164225 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2020** **EP 3078848**

54 Título: **Dispositivos de compensación de carga**

30 Prioridad:

08.04.2015 US 201514681703

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
21.09.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TIAN, QING;
KHAN, JEHAN Z. y
BAKER, JONATHON P.**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 854 356 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

Dispositivos de compensación de carga

- 5 **[0001]** Las turbinas eólicas crean energía proporcional al área de barrido de sus palas. La elección de los atributos del rotor para una turbina eólica, tales como su diámetro, es un compromiso de diseño entre palas más largas para una mayor producción de energía en vientos bajos y palas más cortas para la limitación de carga en vientos fuertes. Por tanto, la turbina eólica que tiene palas más largas aumentará el área de barrido, que a su vez produce más energía. Sin embargo, a altas velocidades del viento, una turbina eólica que tiene palas más largas impone mayores exigencias a los componentes y crea más situaciones donde la turbina debe apagarse para evitar dañar los componentes. Incluso en situaciones donde la velocidad promedio del viento no es lo suficientemente alta como para causar daños, las ráfagas de viento periódicas que cambian tanto la velocidad como la dirección del viento aplican fuerzas que pueden ser lo suficientemente fuertes como para dañar el equipo.
- 10
- 15 **[0002]** Las turbinas eólicas también pueden generar sonido o acústica que pueden ser perjudiciales para el entorno. El sonido se puede causar por la vibración de los componentes o el flujo de aire sobre las palas. El flujo de aire sobre las palas manifiesta sonido o acústica de diversas formas, tal como turbulencia debido al flujo de entrada, una capa límite turbulenta de los lados de succión (superior) y presión (inferior) de la pala, separación de flujo y similares.
- 20 **[0003]** En algunas configuraciones de turbinas eólicas, los deflectores se usan para mitigar la carga no deseada de la turbina eólica. Sin embargo, el uso de dichos deflectores puede suponer la desventaja de un aumento de los niveles de sonido o acústica de las turbinas eólicas.
- 25 **[0004]** Los documentos US4117995 y US2012/134803 muestran perfiles aerodinámicos equipados con deflectores.
- [0005]** A continuación, se presenta una breve explicación simplificada para proporcionar un entendimiento básico de algunos aspectos de la invención. La breve explicación no es una descripción extensiva. No pretende identificar elementos clave o críticos ni delinear el alcance. La breve explicación siguiente presenta meramente algunos conceptos de la invención de forma simplificada como preludio a una descripción más detallada proporcionada a continuación.
- 30
- [0006]** Los aspectos de las disposiciones descritas en el presente documento incluyen configuraciones de deflectores de aire para su uso en un dispositivo de compensación de carga en un perfil aerodinámico. Las configuraciones de deflector de aire se pueden usar en diversos tipos de perfiles aerodinámicos, o dispositivos u objetos con forma de perfil aerodinámico, incluyendo, pero sin limitarse a, palas de turbinas eólicas, palas de rotor de helicópteros, hélices y similares. Las configuraciones de deflector de aire descritas en el presente documento ayudan a reducir la carga y el sonido asociado con el deflector de aire. Algunas configuraciones de ejemplo que se analizarán con más detalle a continuación incluyen deflectores de aire que tienen una pluralidad de aberturas formadas a lo largo del deflector de aire, deflectores de aire que incluyen un borde ondulado y/o deflectores de aire que incluyen una pluralidad de protuberancias o dientes que se extienden desde una porción del deflector de aire.
- 35
- 40
- [0007]** Estas y diversas otras disposiciones se analizarán con más detalle a continuación.
- 45 **[0008]** Se puede adquirir un entendimiento más completo de la presente invención y de las ventajas de la misma por referencia a la descripción siguiente junto con los dibujos adjuntos, en los cuales números de referencia similares indican características similares, y en los que:
- 50 La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una turbina eólica de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.
- La FIG. 2 es una sección transversal de una pala de rotor de ejemplo que representa un primer dispositivo de compensación de carga con el deflector de aire en una posición extendida de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.
- 55
- La FIG. 3 es una sección transversal de una pala de rotor de ejemplo que representa un segundo dispositivo de compensación de carga con el deflector de aire en una posición extendida de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.
- 60 Las FIGS. 4 y 5 son vistas en sección isométrica de una pala de rotor de ejemplo que representa el dispositivo de compensación de carga de la FIG. 2 con el deflector de aire en una posición retraída (FIG. 4) y en una posición extendida (FIG. 5) de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.
- 65 La FIG. 6 es una vista en perspectiva que ilustra una pala de rotor que incluye una configuración de deflector de aire de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 7 es una vista en planta ampliada del deflector de aire de ejemplo de la FIG. 6 de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

5 La FIG. 8 es una vista en perspectiva que ilustra una pala de rotor que incluye otra configuración de deflector de aire de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 9 es una vista en planta ampliada del deflector de aire de la FIG. 8 de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

10 La FIG. 10 es una vista en perspectiva de una pala de rotor que incluye otra configuración más de deflector de aire de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

15 Las FIGS. 11A-11D son vistas ampliadas de diversas configuraciones de deflector de aire de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 12 es una vista en perspectiva que ilustra una pala de rotor que incluye una configuración de deflector de aire de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

20 La FIG. 13 es una vista en planta ampliada del deflector de aire de la FIG. 12 de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 14 es una vista en perspectiva que ilustra una pala de rotor que incluye otra disposición más de deflector de aire de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

25 La FIG. 15 es una vista en perspectiva que ilustra una pala de rotor que incluye otra disposición más de deflector de aire de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 16 es una vista en perspectiva que ilustra una pala de rotor que incluye otra disposición más de deflector de aire de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

30 La FIG. 17 es una vista en planta ampliada del deflector de aire de la FIG. 16 de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

35 La FIG. 18 es una vista en perspectiva de una configuración de deflector de aire de ejemplo de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 19 es una vista en planta ampliada del deflector de aire de la FIG. 18 de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

40 La FIG. 20 es una vista en planta ampliada de una configuración de deflector de aire alternativa de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

45 La FIG. 21 es una vista en planta ampliada de una configuración de deflector de aire alternativa de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

Las FIGS. 22A-22C ilustran diversas configuraciones de deflectores de aire de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

50 La FIG. 23 es un gráfico que ilustra una reducción de sonido de ejemplo que se puede proporcionar por una o más configuraciones de deflector de aire descritas en el presente documento.

La FIG. 24 ilustra otra configuración de deflector de aire de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento.

55 **[0009]** En la siguiente descripción de los diversos modos de realización, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman parte de la misma, y en los cuales se muestran a modo de ilustración diversos modos de realización en los cuales se pueden llevar a la práctica aspectos de la divulgación. Se entenderá que se pueden utilizar otros modos de realización y que se pueden hacer cambios estructurales y funcionales sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

60 **[0010]** La presente invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, para simplificar el análisis de las disposiciones descritas en el presente documento, se describirán diversos aspectos en el contexto de un dispositivo de compensación de carga montado en una pala de turbina eólica o en una pala de rotor de perfil aerodinámico. Sin embargo, las características descritas en el presente documento se pueden usar en varios dispositivos y aplicaciones y nada en la memoria descriptiva o en las figuras debería verse como una limitación de

la invención a un deflector de aire montado en una pala de turbina eólica.

[0011] Durante el funcionamiento de la turbina eólica, el deflector de aire se puede desplegar para gestionar cargas y/u optimizar el funcionamiento de la turbina eólica. El deflector de aire se puede configurar de varias formas diferentes (por ejemplo, diferentes formas, tamaños, configuraciones, etc.) para gestionar la carga, optimizar el funcionamiento de la turbina eólica, reducir el sonido o la acústica emitida debido a la implementación del deflector del aire y/o modificar el tono del sonido emitido debido al despliegue del deflector de aire. Por ejemplo, el flujo de aire sobre/alrededor de una pala o dispositivo con forma de perfil aerodinámico puede generar sonido o acústica debido, por ejemplo, a la turbulencia del flujo de aire, la separación del flujo y similares. El despliegue de un deflector de aire convencional puede aumentar el sonido. La alteración de la forma y/o de la configuración del deflector de aire, como se analiza en el presente documento, puede ayudar a reducir los problemas de flujo asociados con un deflector de aire de forma convencional, reduciendo de este modo el sonido o la acústica asociados con el uso del deflector de aire.

[0012] La FIG. 1 muestra una turbina eólica 2 sobre una base 4 con una torre 6 que soporta una góndola 8. Una o más palas 10 están unidas a un buje 12 por medio de una brida de pernos 14. En el modo de realización representado, la turbina eólica incluye tres palas 10. El buje 12 está conectado a una multiplicadora, a un generador y a otros componentes dentro de la góndola 8. Las palas 10 pueden tener una longitud fija o pueden ser del tipo de longitud variable, es decir, telescópicas, tal como se muestra en la FIG. 1. Como se muestra en la FIG. 1, cada pala de longitud variable 10 incluye una porción de raíz o de base 16 y una porción de punta 18. La porción de punta 18 se puede mover con respecto a la porción de raíz 16 para aumentar y disminuir de forma controlable la longitud de la pala de rotor 10 y, a su vez, aumentar y disminuir respectivamente el área de barrido de las palas de rotor 10. Se puede usar cualquier sistema de accionamiento deseable, tal como un accionamiento de tornillo, un pistón/cilindro o una disposición de polea/cabrestante para mover la porción de punta 18 con respecto a la porción de raíz 16. Dichos sistemas de accionamiento se describen en la patente de EE. UU. 6.902.370. La turbina eólica 2 incluye además un accionamiento de guiñada y un motor de guiñada, no mostrados.

[0013] Las FIGS. 2-5 muestran una sección transversal de una pala de turbina eólica 10 que contiene al menos un dispositivo de compensación de carga 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 se puede definir como una línea entre el borde de ataque 20 y el borde de salida 22 de la pala 10. Se reconoce que el lado de ataque de la pala de rotor 10 corresponde a la mitad delantera de la pala de rotor 10 y que el lado de salida de la pala de rotor 10 a la mitad trasera de la pala de rotor 10.

[0014] La pala 10 representada en las figuras es meramente un diseño ilustrativo de sección transversal o una geometría de perfil aerodinámico y se reconoce que se pueden usar infinitas variaciones de sección transversal como parte de la presente invención. La pala de rotor de perfil aerodinámico puede estar hecha de cualquier construcción y materiales adecuados, tales como fibra de vidrio y/o fibra de carbono.

[0015] Como se puede ver en las secciones transversales de las FIGS. 2 y 3, la pala de rotor 10 incluye además al menos un dispositivo de compensación de carga, referido genéricamente como número de referencia 30, pero referido específicamente como número de referencia 30a y 30b con referencia a un lado específico de la pala de rotor 10. La FIG. 2 representa una colocación de un primer dispositivo de compensación de carga 30a para afectar el flujo de aire en el lado de baja presión 26 de la pala de rotor 10. La FIG. 3 representa una colocación de un segundo dispositivo de compensación de carga de viento 30b para afectar el flujo de aire en el lado de alta presión 24 de la pala de rotor 10. Se reconoce que, durante el uso, la superficie más curva 26a y la superficie opuesta menos curva 24a crean la dinámica del lado de baja presión 26 y el lado de alta presión 24 debido a principios bien conocidos de aerodinámica. Esto, en combinación con el flujo de aire sobre la pala de rotor 10, crea un efecto conocido como "elevación" que ayuda en la rotación del rotor.

[0016] En un modo de realización, cada pala de rotor 10 incluye al menos un primer dispositivo de compensación de carga de viento 30a para afectar el flujo de aire en el lado de baja presión 26 y al menos un segundo dispositivo de compensación de carga de viento 30b para afectar el flujo de aire en el lado de alta presión 24. Es decir, incluye dispositivos de compensación de carga de viento 30a y 30b, y estos dispositivos 30a, 30b pueden estar espaciados longitudinalmente a lo largo de la pala de rotor 10. Se puede usar cualquier número deseado de estos dispositivos 30a, 30b. En otro modo de realización, cada pala de rotor 10 incluye al menos un dispositivo de compensación de carga de viento 30a para afectar el flujo de aire en el lado de baja presión 26 y ningún dispositivo de compensación de carga de viento en el lado de alta presión 24. Se puede usar cualquier número deseado de dispositivos 30a en el lado de baja presión 26. En otro modo de realización más, cada pala de rotor 10 incluye al menos un dispositivo de compensación de carga de viento 30b en el lado de alta presión 24 y ningún dispositivo de compensación de carga de viento en el lado de baja presión 26. Se puede usar cualquier número deseado de dispositivos 30b en el lado de alta presión 24.

[0017] Cada dispositivo de compensación de carga de viento 30a, 30b incluye un deflector de aire 32. Aunque el deflector de aire 32 mostrado puede tener una configuración en general rectangular (como se muestra en las FIGS. 4 y 5), el deflector de aire 32 es meramente una configuración de ejemplo usada para describir el funcionamiento

del deflector de aire 32. Cualquiera de las formas, tamaños y/o configuraciones de deflectores de aire descritos en el presente documento se pueden usar con el dispositivo de compensación de carga y/o diversos otros aspectos de la divulgación sin apartarse de la invención.

[0018] En algunos ejemplos, el deflector de aire 32 se puede mover entre una posición extendida en la cual 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 cual el deflector de aire 32 está sustancialmente a ras, empotrado o, de lo contrario, no se extiende materialmente desde la superficie exterior de la pala de rotor de perfil aerodinámico 10. Las FIGS. 2 y 3 muestran ambos 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 FIG. 4 es una vista en sección isométrica de la pala de rotor 10 que representa el dispositivo de compensación de carga de viento 30a en su posición retraída. En algunos ejemplos, el deflector de aire 32 puede no ser retráctil y, en su lugar, se puede fijar en una posición extendida, sobresaliendo hacia fuera de la pala de rotor de perfil aerodinámico 10.

[0019] Los diversos deflectores de aire descritos en el presente documento se pueden disponer en cualquier posición a lo largo de la pala con forma de perfil aerodinámico o del dispositivo con forma de perfil aerodinámico. Por ejemplo, los deflectores de aire se pueden disponer en cualquier posición o localización entre un borde de ataque y un borde de salida de la pala, en un lado de presión de la pala o en un lado de succión de la pala.

[0020] El deflector de aire 32, así como los otros diversos deflectores de aire mostrados y descritos en el presente documento con referencia a las FIGS. 6-23, se pueden dimensionar en base al parámetro deseado de condición de turbina eólica y además en vista del número de dispositivos de compensación de carga usados. Los deflectores de aire descritos en el presente documento pueden estar hechos de cualquier material adecuado, tal como fibra de vidrio, fibra de carbono, acero inoxidable, plástico (tal como policarbonato) y/o aluminio u otro metal ligero. Los deflectores de aire descritos en el presente documento pueden tener cualquier ancho deseado, por ejemplo, desde unas pocas pulgadas hasta más de un pie. Adicionalmente, los deflectores de aire descritos en el presente documento se pueden extender desde la superficie de perfil aerodinámico hasta cualquier altura deseada, por ejemplo, desde menos de un porcentaje hasta un pequeño porcentaje de la cuerda c (FIG. 3), y pueden tener cualquier grosor adecuado en base al material elegido, típicamente menos de una pulgada.

[0021] Las FIGS. 4 y 5 son vistas en sección isométricas de la pala de rotor 10 que representa el dispositivo de compensación de carga de viento de lado de baja presión 30 con el deflector de aire 32 en una posición retraída (FIG. 4) y en una posición extendida (FIG. 5). El dispositivo de compensación de carga de viento 30 está adecuadamente montado mediante una interfaz para mantener sustancialmente el contorno de la superficie de la pala de rotor 10. Es decir, el dispositivo de compensación de carga se puede montar en cualquier localización a lo largo de una pala de rotor de perfil aerodinámico. Diversas características de los dispositivos de control de carga y el funcionamiento de uno o más dispositivos de control de carga se pueden encontrar en la Patente de Estados Unidos Nº 8.267.654. Diversas disposiciones de montaje, y las disposiciones de interfaz se analizarán con más detalle a continuación.

[0022] El uso de deflectores de aire, tales como el deflector de aire 32, puede ayudar a gestionar cargas y/u optimizar el funcionamiento de, por ejemplo, una turbina eólica. Es ventajoso minimizar el sonido o la acústica asociados con las características de una turbina eólica. Por consiguiente, diversas disposiciones de deflector de aire descritas en el presente documento ayudan a reducir la carga y reducir el sonido o la acústica generados por un deflector de aire.

[0023] En algunos ejemplos, la reducción de la carga asociada con un deflector de aire desplegado puede incluir el uso de deflectores de aire 32 que tengan diversas formas y/o configuraciones que puedan ayudar a reducir el sonido. Por ejemplo, el deflector de aire 32 ilustrado en las FIGS. 2-4 es en general de forma rectangular. Sin embargo, se pueden usar diversas otras formas y/o configuraciones de deflector de aire sin apartarse de la invención, con el fin de reducir las cargas así como de reducir el sonido asociado con el deflector de aire desplegado.

[0024] Por ejemplo, las FIGS. 6 y 7 ilustran una pala de rotor 110 que tiene una disposición de deflector de aire de ejemplo. La pala de rotor 110 (mostrada en estas figuras y mostrada y descrita a lo largo de la descripción) se puede usar en varias aplicaciones. Por simplicidad, la pala de rotor 110 se describirá en el presente documento como asociada con una turbina eólica, tal como la turbina eólica 2 en la FIG. 1. La pala de rotor 110 incluye un deflector de aire 132. El deflector de aire 132 se muestra en una posición extendida (por ejemplo, sobresaliendo hacia fuera de una superficie de la pala de rotor 110). En algunos ejemplos, el deflector de aire 132 se puede retraer de modo que quede a ras, empotrado dentro o alineado de otro modo con la superficie de la pala de rotor (similar a la disposición mostrada en la FIG. 4) y desplegado como se desee o sea necesario (por ejemplo, en base a las condiciones ambientales, las condiciones de uso y similares).

[0025] El deflector de aire 132 incluye una primera porción o porción superior que incluye un borde ondulado 134 y una segunda porción o porción inferior 137 que es sustancialmente rectangular (mostrada rota en la FIG. 7). Aunque el deflector de aire 132 incluye tres ondulaciones a lo largo del borde ondulado 134, se pueden incluir más

o menos ondulaciones sin apartarse de la invención. Por ejemplo, se puede ajustar (por ejemplo, aumentar o disminuir) una distancia A entre las crestas adyacentes 136 de cada ondulación para alterar el número de ondulaciones dispuestas en el deflector de aire 132. Adicionalmente o de forma alternativa, el ancho del deflector de aire 132 puede ser mayor o menor y el número de ondulaciones se puede ajustar en consecuencia.

[0026] Además, las ondulaciones pueden ser más altas (por ejemplo, la distancia B desde la cresta 136 al canal 138 puede ser mayor) o las ondulaciones pueden ser más cortas (por ejemplo, la distancia B desde la cresta 136 al canal 138 puede ser menor) como se desee.

[0027] En una disposición de ejemplo, un valor que representa la distancia A entre las crestas 136 de cada ondulación adyacente puede estar entre el 5 % y el 10 % de la longitud de la cuerda. Los valores que representan la distancia B entre una cresta 136 de una ondulación y un canal 138 de la ondulación pueden estar entre el 0,5 % y el 5 % de la longitud de la cuerda.

[0028] Aunque el deflector de aire 132 se muestra extendiéndose hacia fuera o sobresaliendo de la superficie de pala 135, en algunos ejemplos, el deflector de aire 132 se puede desplegar a diversas alturas, como se desee. La altura de despliegue del deflector de aire puede ser una distancia entre la superficie de una pala de turbina eólica (tal como la superficie 135 en la FIG. 7) y un punto a lo largo del deflector de aire más distal de la superficie de la pala de turbina eólica (por ejemplo, la porción superior o la superficie del deflector de aire). Una altura de ejemplo, X, se muestra en la FIG. 7.

[0029] El deflector de aire 132 mostrado en la FIG. 6 puede representar el deflector de aire 132 completamente desplegado o el deflector de aire se puede mostrar parcialmente desplegado (por ejemplo, el deflector de aire se puede extender más, como se desee). Por ejemplo, la FIG. 7 ilustra una disposición en la cual el canal 138 de las ondulaciones (mostradas rotas) no es visible por encima de la superficie 135 de la pala de rotor 110. Por consiguiente, el deflector de aire 132 se puede extender aún más de modo que toda la ondulación (por ejemplo, desde la cresta 136 hasta el canal 138) se extienda hacia fuera desde una superficie de la pala de rotor 110.

[0030] Las FIGS. 8 y 9 ilustran una pala de rotor 110 que tiene otra disposición de deflector de aire de ejemplo. La pala de rotor 110 incluye un deflector de aire 232. El deflector de aire 232 se muestra en una posición extendida (por ejemplo, sobresaliendo hacia fuera de una superficie de la pala de rotor 110). En algunos ejemplos, el deflector de aire 232 se puede retraer de modo que quede a ras, empotrado dentro o alineado de otro modo con la superficie 135 de la pala de rotor (similar a la disposición mostrada en la FIG. 4) y desplegado como se desee o sea necesario (por ejemplo, en base a las condiciones ambientales, las condiciones de uso y similares).

[0031] De forma similar a la disposición de las FIGS. 6 y 7, el deflector de aire 232 incluye una primera porción o porción superior que incluye un borde ondulado 234 y una segunda porción o porción inferior 237 que es sustancialmente rectangular (mostrada rota en la FIG. 9). Aunque el deflector de aire 232 incluye seis ondulaciones a lo largo del borde ondulado 234, se pueden incluir más o menos ondulaciones sin apartarse de la invención. Por ejemplo, se puede ajustar (por ejemplo, aumentar o disminuir) una distancia C entre las crestas adyacentes 236 de cada ondulación para alterar el número de ondulaciones dispuestas en el deflector de aire 232. Adicionalmente o de forma alternativa, el ancho del deflector de aire 232 puede ser mayor o menor y el número de ondulaciones se puede ajustar en consecuencia.

[0032] Además, las ondulaciones pueden ser más altas (por ejemplo, la distancia D desde la cresta 236 al canal 238 puede ser mayor) o las ondulaciones pueden ser más cortas (por ejemplo, la distancia D desde la cresta 236 al canal 238 puede ser menor) como se desee.

[0033] En una disposición de ejemplo, un valor que representa la distancia C entre las crestas 236 de cada ondulación adyacente puede estar entre el 0,5 % y el 5 % de la longitud de la cuerda. Los valores que representan la distancia D entre una cresta 236 de una ondulación y un canal 238 de la ondulación pueden estar entre el 0,25 % y el 2,5 % de la longitud de la cuerda.

[0034] El deflector de aire 232 se representa en una posición extendida o al menos parcialmente extendida. La posición extendida incluye el borde ondulado 234 que sobresale hacia fuera de una superficie 135 de la pala de rotor 110. A diferencia de la disposición de las FIGS. 6 y 7, la ondulación completa (por ejemplo, tanto la cresta 236 como el canal 238 de cada ondulación) es visible en el exterior de la pala de rotor 110 (por ejemplo, sobresale hacia fuera de la superficie 235 de la pala de rotor 110). Además, al menos una porción de la segunda porción inferior 237 también se extiende hacia fuera desde la superficie 135 de la pala de rotor. Esta disposición puede proporcionar diferentes características aerodinámicas de la disposición ondulada similar mostrada en las FIGS. 6 y 7, modificando de este modo la firma sonora o acústica de la pala de rotor 110 y el deflector de aire 232.

[0035] Aunque el deflector de aire 232 se muestra extendiéndose hacia fuera o sobresaliendo de la superficie de pala 135, en algunos ejemplos, el deflector de aire 232 se puede desplegar a diversas alturas, como se desee. Por ejemplo, el deflector de aire 232 mostrado en las FIGS. 8 y 9 pueden representar el deflector de aire 232 completamente desplegado o el deflector de aire 232 se puede mostrar parcialmente desplegado (por ejemplo, el

deflector de aire se puede extender más, como se desee). Por ejemplo, una porción adicional de la segunda porción inferior 237 se puede extender hacia arriba, por encima o hacia fuera de la superficie 235 de la pala de rotor, aumentando de este modo la altura total del deflector de aire 232 por encima de la superficie 135.

[0036] Las FIGS. 10 y 11A-11D ilustran otro deflector de aire 332 de ejemplo dispuesto en la pala de rotor 110. El deflector de aire 332 mostrado en las FIGS. 10 y 11A-11D incluyen una configuración sustancialmente con forma de L. Es decir, el deflector de aire 332 incluye una primera porción principal sustancialmente rectangular 337 y una segunda porción dentada 334, situada verticalmente por encima de la primera porción principal 337. La segunda porción dentada 334 se puede extender perpendicularmente, o sustancialmente perpendicularmente, desde un primer extremo o borde 340 de la porción principal sustancialmente rectangular 337. La porción dentada 334 incluye una pluralidad de dientes 350 que pueden tener diversas configuraciones, como se muestra en las FIGS. 11A-11D.

[0037] Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 11A, la porción dentada 334a incluye una pluralidad de dientes 350a que tienen una configuración estrechada. Es decir, los dientes 350a se estrechan hacia abajo a medida que cada diente se extiende desde el primer extremo 340 de la porción principal 337 hacia fuera, alejándose de la porción principal 337. Por tanto, cada diente 350a puede ser más ancho en una base 352a (por ejemplo, un extremo próximo a la porción principal 337) que en una punta 354a (por ejemplo, un extremo distal desde la porción principal 337).

[0038] Como se muestra en la FIG. 11A, cada diente 350a se estrecha hacia abajo, de modo que las superficies laterales 356a (y las superficies laterales opuestas no mostradas en la FIG. 11A) de los dientes 350a son paralelas o sustancialmente paralelas, mientras que una superficie superior 358a y una superficie inferior correspondiente 360a se estrechan desde la base más ancha 352a hasta la punta más estrecha 354a. La FIG. 11B incluye una configuración alternativa que tiene dientes 350b que incluyen un estrechamiento. Sin embargo, la superficie superior 358b y la superficie inferior 360b de los dientes 350b permanecen sustancialmente paralelas cuando el diente 350b se extiende hacia fuera desde el primer extremo 340 mientras que las superficies laterales 356b se estrechan hacia adentro cuando el diente 350b se extiende desde la base 352b hasta la punta 354b.

[0039] La FIG. 11C ilustra otra disposición dentada 334c más que incluye una pluralidad de dientes 350c que tienen una configuración estrechada. De forma similar a la disposición de la FIG. 11B, las superficies laterales 356c se estrechan hacia dentro, una hacia la otra, a medida que el diente 350c se extiende hacia fuera desde el primer extremo 340 de la porción principal 337 hasta la punta 354c, mientras que la superficie superior 358c y la superficie inferior correspondiente 360c son paralelas o sustancialmente paralelas. Los dientes 350c de la FIG. 11C también puede tener una base 352c más ancha que la base 352b de los dientes 350b de la FIG. 11B. Además, los dientes 350c pueden tener menos estrechamiento que otras disposiciones de dientes mostradas en las FIGS. 11A, 11B o 11D. Por ejemplo, la punta 354c puede ser más ancha que otras puntas, tal como 354b en la FIG. 11B y/o 354a en la FIG. 11A.

[0040] La FIG. 11D ilustra todavía otra disposición más de porción dentada 334d que tiene una pluralidad de dientes 350d. Los dientes 350d de la FIG. 11D son de forma sustancialmente rectangular y ser poco o nada estrechados, a diferencia de los dientes 350a, 350b, 350c de las FIGS. 11A-11C. Es decir, los dientes 350d tienen superficies laterales 356d (y los lados opuestos correspondientes no mostrados en la FIG. 11D) que son paralelos o sustancialmente paralelos. Además, la superficie superior 358d y la superficie inferior correspondiente 360d para cada diente 350d pueden ser paralelas o sustancialmente paralelas.

[0041] Aunque las disposiciones mostradas en el presente documento incluyen dientes 350 que tienen una forma y un tamaño similares en general a lo largo de la longitud del deflector de aire, se pueden usar combinaciones de dientes de diferentes tamaños o formas sin apartarse de la invención.

[0042] Los deflectores de aire 332 que incluyen las distintas disposiciones de porciones dentadas mostradas y descritas en las FIGS. 11A-11D puede reducir las cargas y también puede ayudar a reducir el sonido emitido por la pala de rotor durante su uso, como se explica con más detalle en el presente documento.

[0043] Las FIGS. 12 y 13 ilustran otra disposición más de deflector de aire y de pala de rotor de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento. La pala de rotor 110 incluye un deflector de aire 432 que tiene una pluralidad de dientes 450 que se extienden hacia fuera desde una superficie 135 de la pala de rotor 110. El deflector de aire incluye una primera porción sustancialmente rectangular 437 y los dientes 450 están formados en el deflector de aire 432 en una segunda porción superior situada verticalmente sobre la primera porción 437. Los dientes 450 tienen una configuración sustancialmente triangular. En algunos ejemplos, cada diente puede tener la forma de un triángulo isósceles, en el que una porción de base es más corta que los otros dos lados, que son sustancialmente iguales en longitud. En la configuración mostrada en las FIGS. 12 y 13, los dientes adyacentes 450 tienen una porción sustancialmente plana 460 entre ellos, de modo que los lados de cada diente 450 no están contiguos (por ejemplo, cada diente 450 está separado de un diente adyacente). En algunos ejemplos, esa porción sustancialmente plana 460 entre dientes adyacentes 450 puede estar entre el 0,5 % y el 2 % de la longitud de la cuerda.

[0044] El número de dientes 450 mostrado en las FIGS. 12 y 13 son simplemente un número de ejemplo de dientes 450. Se pueden proporcionar más o menos dientes 450 en el deflector de aire 432. Por ejemplo, una distancia E entre las puntas 462 (por ejemplo, la punta a lo largo de un diente más distal de la superficie 435 de la pala de rotor 110) se puede aumentar o disminuir para ajustar un número de dientes 450 dispuestos a lo largo de un deflector de aire. Adicionalmente o de forma alternativa, se puede ajustar una altura F de los dientes para alterar el tamaño de los dientes 450.

[0045] Un valor que representa la distancia E puede estar entre el 0,5 % y el 5 % de la longitud de la cuerda, mientras que un valor que representa la distancia F puede estar entre el 0,5 % y el 20 % de la longitud de la cuerda.

[0046] De forma similar a otras disposiciones descritas en el presente documento, el deflector de aire 432 se puede extender hacia fuera desde la superficie 135 de la pala de rotor 110 a distintas alturas. Por ejemplo, la FIG. 12 muestra el deflector de aire 432 en una posición parcialmente extendida de modo que la mayor parte de la altura E de los dientes 450 es visible por encima de la superficie 135 de la pala de rotor 110. Sin embargo, en algunos ejemplos, el deflector de aire 432 se puede extender a una altura adicional que, en algunas disposiciones, puede exponer una porción de la segunda porción sustancialmente rectangular 437 del deflector de aire 437.

[0047] La FIG. 14 ilustra otro deflector de aire 532 de ejemplo dispuesto en una pala de rotor 110. De forma similar a la disposición de las FIGS. 12 y 13, el deflector de aire 532 incluye una pluralidad de dientes 550 que se extienden hacia fuera desde una superficie 135 de la pala de rotor. Los dientes 550 de las FIGS. 14 están empaquetados más juntos que los dientes 450 de las FIGS. 12 y 13. Es decir, los dientes 550 están situados más juntos que los dientes 450 de las FIGS. 12 y 13. En algunos ejemplos, puede haber poca o ninguna porción sustancialmente plana (por ejemplo, 460 en la FIG. 13) entre los dientes adyacentes 550. Es decir, en algunos ejemplos, los dientes adyacentes 550 pueden ser contiguos entre sí (por ejemplo, la parte inferior de un lado de un diente 550 puede ser contigua a la parte inferior de un lado de otro diente adyacente 550).

[0048] La FIG. 15 ilustra otra pala de rotor 110 más que incluye un deflector de aire 632 de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento. De forma similar a las disposiciones de las FIGS. 12-14, el deflector de aire incluye una pluralidad de dientes 650. El deflector de aire 632 puede incluir una primera porción sustancialmente rectangular 637 y los dientes 650 se pueden formar en una segunda porción superior del deflector de aire 632 dispuesta verticalmente sobre la primera porción 637. Como se muestra en la FIG. 15, el deflector de aire 632 se puede extender hacia fuera, desde la superficie 135 de la pala de rotor, de modo que los dientes 650 y al menos una porción de la segunda porción sustancialmente rectangular 637 sean visibles por encima de la superficie 135 de la pala de rotor 110. Como se describe en el presente documento, el deflector de aire 632 se puede desplegar a distintas alturas que pueden exponer más o menos de la segunda porción sustancialmente rectangular 637.

[0049] Las FIGS. 16 y 17 ilustran una pala de rotor 110 que tiene otra disposición o configuración más de deflector de aire de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento. De forma similar a algunas disposiciones analizadas anteriormente, el deflector de aire 732 incluye una porción sustancialmente rectangular 737 que tiene una pluralidad de dientes 750 que se extienden hacia fuera desde la misma. Sin embargo, a diferencia de otras disposiciones analizadas en el presente documento, los dientes 750 se extienden hacia fuera desde una superficie lateral 739 de la porción sustancialmente rectangular 737, en lugar de desde un extremo superior o primer extremo, como se muestra, por ejemplo, en las FIGS. 12-15.

[0050] De forma similar a otras disposiciones descritas en el presente documento, el deflector de aire se puede extender hasta distintas alturas. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 17, el deflector de aire 732 puede tener una porción de la porción sustancialmente rectangular 737 y/o una porción de uno o más dientes 750 empotrados dentro de la pala de rotor (como se muestra en líneas discontinuas) cuando el deflector de aire 732 está en una posición parcialmente extendida (por ejemplo, extendida hacia fuera, alejándose de la superficie 135 de la pala de rotor 110). A medida que el deflector de aire se extiende a alturas adicionales, más de la porción sustancialmente rectangular 737 y/o más de la porción de los dientes 750 empotrados quedarán expuestas o visibles por encima de la superficie 135 de la pala de rotor 110.

[0051] Los dientes 750 pueden ser de cualquier tamaño y/o configuración razonables, incluyendo diversos tamaños y configuraciones analizados en el presente documento con respecto a otras disposiciones o figuras. Además, aunque se muestran dos dientes 750 que se extienden desde cada superficie lateral 739, se pueden usar más o menos dientes sin apartarse de la invención. Además, aunque cada superficie lateral 739 incluye dos dientes 750 en la disposición de las FIGS. 16 y 17, cada superficie lateral 739 puede tener un número diferente de dientes 750 (por ejemplo, un lado puede tener tres dientes mientras que el otro tiene dos, un lado puede tener seis dientes mientras que el otro tiene cuatro, y similares).

[0052] Las FIGS. 18 y 19 ilustran una pala de rotor 110 que tiene otra configuración o disposición más de deflector de aire de acuerdo con uno o más aspectos descritos en el presente documento. El deflector de aire 832 se extiende hacia fuera desde una superficie 135 de la pala de rotor 110. De forma similar a otras disposiciones

analizadas anteriormente, el deflector de aire 832 se puede desplegar a diversas alturas (por ejemplo, alturas más altas o más bajas que las mostradas, por ejemplo, en la FIG. 18).

[0053] El deflector de aire 832 es de forma rectangular o sustancialmente rectangular e incluye una pluralidad de aberturas 870 dispuestas en el deflector de aire 832. En al menos algunas disposiciones, las aberturas 870 se extienden completamente a través del deflector de aire 832, permitiendo de este modo que el aire pase a través de las aberturas 870 cuando el deflector de aire 832 se despliega durante el funcionamiento.

[0054] Las aberturas 870 se muestran dispuestas en tres filas, estando cada abertura 870 en alineación vertical y horizontal con las aberturas adyacentes 870. De forma alternativa, las aberturas se pueden disponer de una manera compensada (por ejemplo, las aberturas adyacentes pueden estar desplazadas horizontal o verticalmente). Una disposición de compensación de ejemplo se muestra en la FIG. 24 en la cual el deflector de aire 2432 incluye aberturas escalonadas o compensadas 870. Se pueden usar otras diversas disposiciones de compensación sin apartarse de la invención.

[0055] En otras disposiciones más, las aberturas 870 pueden estar dispuestas de forma aleatoria o en diversos otros patrones en el deflector de aire 832 (véase, por ejemplo, la FIG. 21). En algunos ejemplos, las aberturas 870 se pueden distribuir a lo largo del deflector de aire 832 en múltiples patrones diferentes. Por ejemplo, las aberturas en una primera región pueden estar alineadas (similar a la disposición mostrada en la FIG. 19) mientras que las aberturas 870 en una segunda región pueden estar dispuestas de forma aleatoria en toda esa región.

[0056] Además, como se muestra en las FIGS. 18 y 19, las aberturas 870 pueden tener un tamaño uniforme. El tamaño de las aberturas 870 puede ser de cualquier tamaño razonable y puede estar en un intervalo del 0,01 % al 5 % de la longitud de la cuerda. El espacio horizontal entre las aberturas (por ejemplo, un tramo horizontal del deflector de aire entre las aberturas adyacentes) puede estar entre el 0,01 % y el 5 % de la cuerda y el espacio vertical (por ejemplo, un tramo vertical del deflector de aire entre las aberturas adyacentes) entre las aberturas puede estar entre el 0,01 % y 5 % de la longitud de la cuerda.

[0057] Aunque las aberturas de las FIGS. 18 y 19 se muestran con un tamaño uniforme, las aberturas 870 también pueden variar de tamaño a lo largo de la superficie del deflector de aire 832. Por ejemplo, las aberturas 870 que tienen diversos tamaños diferentes se pueden disponer en un solo deflector de aire 832. Las aberturas 870 se pueden agrupar de acuerdo con el tamaño en diversas regiones del deflector de aire 832. Por ejemplo, las aberturas 870 en una primera región pueden tener un tamaño mayor que las aberturas en una segunda región. En otro ejemplo, las aberturas de diferentes tamaños se pueden mezclar y/o distribuir de forma aleatoria a lo largo de la superficie del deflector de aire 832.

[0058] Aunque las aberturas 870 en las FIGS. 18 y 19 se muestran con una forma en general circular, las aberturas se pueden formar como diversas otras formas sin apartarse de la invención. Por ejemplo, las aberturas 870 pueden ser triangulares, cuadradas, rectangulares, pentagonales, hexagonales, octagonales o similares.

[0059] La FIG. 20 ilustra una disposición de deflector de aire 932 alternativo que tiene aberturas 970. De forma similar a la disposición de las FIGS. 18 y 19, el deflector de aire 932 incluye una porción sustancialmente rectangular 937 que, cuando se implementa, se extiende hacia arriba, alejándose de una superficie 135 de la pala de rotor 110 a, en algunos ejemplos, distintas alturas. Las aberturas 970 están en general alineadas, tanto horizontal como verticalmente. Sin embargo, como se analizó anteriormente, las aberturas 970 se pueden disponer en diversos patrones sin apartarse de la invención. Además, aunque las aberturas 970 tienen un tamaño en general uniforme, se pueden usar aberturas de diversos tamaños sin apartarse de la invención.

[0060] Las aberturas 970 de la FIG. 20 están dispuestas en dos filas y en general separadas entre sí. Es decir, la porción sustancialmente rectangular 937 incluye más área de superficie que en otras disposiciones de ejemplo, lo que puede alterar aún más el flujo de aire a través y alrededor del deflector de aire 932, alterando de este modo el sonido o la acústica generada con el deflector de aire 932 desplegado.

[0061] Como también se muestra en la FIG. 20, las aberturas se pueden formar con diversas formas. Por ejemplo, aunque se muestran aberturas circulares en diversas disposiciones de ejemplo descritas en el presente documento, se pueden usar aberturas de cualquier forma sin apartarse de la invención. Por ejemplo, las aberturas pueden ser hexagonales 970a, octagonales 970b, triangulares 970c, pentagonales 970d, cuadrada 970e, rectangular 970f y similares. Las aberturas de diferentes formas se pueden usar, en algunos ejemplos, en combinación (como se muestra en la FIG. 20), o las aberturas en cualquier deflector de aire pueden tener la misma forma o sustancialmente similar (por ejemplo, consistente).

[0062] La FIG. 21 ilustra un deflector de aire 1032 de ejemplo que incluye una pluralidad de aberturas 1070 dispuestas de forma aleatoria a lo largo de la porción sustancialmente rectangular 1037 del deflector de aire 1032. Además, las aberturas 1070 se forman teniendo distintos tamaños. Se pueden usar diversas otras aberturas sin apartarse de la invención.

[0063] En algunas disposiciones de ejemplo, además de extenderse hacia arriba o hacia abajo (por ejemplo, lejos de o hacia la superficie de la pala de rotor), cualquiera de las disposiciones de deflector de aire analizadas en el presente documento también se puede configurar para inclinarse hacia un borde de ataque de la pala de rotor o hacia un borde de salida de la pala de rotor. Por ejemplo, las FIGS. 22A-22C ilustran ejemplos de un deflector de aire 1132 en diversas posiciones. Aunque en algunos ejemplos, el deflector de aire se puede desplegar en una posición inclinada, en otros ejemplos, el deflector de aire se puede configurar para rotarse o inclinarse (por ejemplo, mientras se implementa) en diversos ángulos de inclinación diferentes para ajustar el impacto del deflector de aire. El deflector de aire se puede inclinar hacia adelante o hacia atrás en la dirección del flujo, como se desee.

[0064] Por ejemplo, la FIG. 22A ilustra un deflector de aire 1132. El deflector de aire 1132 puede tener cualquiera de las configuraciones, disposiciones y/o tamaños analizados en el presente documento con respecto a las otras diversas figuras en la divulgación. El deflector de aire 1132 se muestra en un primer ángulo 1133a con respecto a la superficie 135 de la pala de rotor 110. En la FIG. 22B, el deflector de aire 1132 se muestra en un segundo ángulo 1133b con respecto a la superficie 135 de la pala de rotor 110. El segundo ángulo 1133b es mayor que el primer ángulo 1133a.

[0065] La FIG. 22C ilustra el deflector de aire 1132 en otro ángulo 1133c más con respecto a la superficie 135 de la pala de rotor 110. El tercer ángulo 1033c puede ser mayor que el ángulo 1033a y/o 1033b. Aunque se muestran tres ángulos 1033 diferentes en las FIGS. 21A-21C, el deflector de aire 1132 se puede rotar en diversos otros ángulos o posiciones sin apartarse de la invención.

[0066] Además, en algunos ejemplos, el deflector de aire 1132 se puede rotar a diversas posiciones o ángulos predeterminados con respecto a la superficie 135 de la pala de rotor 110. Es decir, el deflector de aire 1132 se puede configurar para rotar a ciertas posiciones predeterminadas y mantenerse en su lugar en una de esas posiciones predeterminadas (por ejemplo, por medio de un tope mecánico, etc.). Adicionalmente o de forma alternativa, el deflector de aire 1132 se puede configurar para rotar y mantenerse en su lugar en cualquier ángulo con respecto a la superficie 135 de la pala de rotor 110. Por ejemplo, el deflector de aire 1132 se puede situar en una de un número infinito de posiciones con respecto a la superficie 135 de la pala de rotor 110.

[0067] La FIG. 23 es un gráfico que ilustra una reducción potencial en el sonido o la acústica que se puede proporcionar mediante el uso de una o más de las configuraciones de deflector de aire analizadas en el presente documento. La FIG. 23 se proporciona para indicar una reducción general en el sonido o en la acústica proporcionado por las diversas configuraciones de deflector de aire descritas en el presente documento y no pretende cuantificar ni ilustrar la cantidad de reducción acústica o de sonido proporcionada. Es meramente un ejemplo de una ventaja de las configuraciones de deflector de aire descritas en el presente documento.

[0068] Como se analizó anteriormente, los deflectores de aire a menudo se implementan para ayudar a reducir la carga. En algunos ejemplos, se puede configurar un deflector de aire en una pala de turbina eólica y se puede desplegar para reducir o ajustar la carga en la pala durante su funcionamiento. Los deflectores de aire convencionales pueden tener una forma en general rectangular y pueden ser sólidos (por ejemplo, sin aberturas, protuberancias, etc.). El uso de estos deflectores de aire convencionales o estándar puede aumentar el sonido generado durante el funcionamiento de la turbina eólica por encima del sonido generado por la turbina eólica durante el funcionamiento sin uno o más deflectores de aire desplegados.

[0069] La línea 1210 en la FIG. 23 indica un nivel de sonido o acústica generado durante el funcionamiento de una turbina eólica con uno o más deflectores de aire rectangulares convencionales o estándar desplegados.

[0070] La línea 2320 en la FIG. 23 indica un nivel de sonido o acústica de ejemplo asociado con deflectores de aire que tienen una o más de las configuraciones descritas en el presente documento. Por consiguiente, estos datos indican que el sonido generado por los deflectores de aire descritos en el presente documento es menor que el sonido generado por un deflector de aire de forma estándar convencional.

[0071] Las configuraciones de deflector de aire descritas en el presente documento se pueden formar y/o instalar en la pala o dispositivo con forma de perfil aerodinámico durante la fabricación de la pala o se pueden instalar en palas o dispositivos con forma de perfil aerodinámico actualmente en uso (por ejemplo, una disposición de acondicionamiento). Además, aunque los deflectores de aire se pueden fabricar con las diversas formas y configuraciones descritas en el presente documento, en algunos ejemplos, un deflector de aire convencional se puede fabricar (por ejemplo, en el campo) para incluir algunos o todos los aspectos descritos en el presente documento. Por ejemplo, una porción superior que tenga ondulaciones, dientes o similares, se puede conectar a un deflector de aire sustancialmente rectangular existente para proporcionar las ventajas de la reducción de sonido o de acústica descritas en el presente documento sin necesidad de reemplazar el deflector de aire.

[0072] Además, muchas palas con forma de perfil aerodinámico de ejemplo pueden incluir una pluralidad de dispositivos de compensación de carga y/o deflectores de aire montados sobre ellos. En consecuencia, la pluralidad de deflectores de aire en cualquier pala con forma de perfil aerodinámico dado puede tener la misma forma o configuración, o puede incluir varias formas o configuraciones diferentes (por ejemplo, los deflectores de

aire de forma diferente se pueden usar en combinación en una sola pala con perfil aerodinámico, como se desee).

5 **[0073]** Como se analiza en el presente documento, aunque diversos ejemplos describen y/o ilustran el uso de diversas configuraciones de deflectores de aire con una pala de turbina eólica, los deflectores de aire, o dispositivos configurados de forma similar, se pueden usar con cualquier cuerpo aerodinámico, incluyendo diversos tipos de dispositivos con forma de perfil aerodinámico, tales como palas de helicópteros/autogiros, superficies de elevación de aviones, automóviles, hélices y similares. Nada en la aplicación debe verse como una limitación para que los dispositivos de deflectores de aire se usen solo con turbinas eólicas.

10 **[0074]** Aunque la materia objeto se ha descrito en un lenguaje específico para características estructurales y/o actos metodológicos, debe entenderse que el tema definido en 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 divulgan como formas de ejemplo de implementación de las reivindicaciones.

15

REIVINDICACIONES

1. Una pala de turbina eólica (10, 110), que comprende:

5 un borde de ataque (20);

 un borde de salida (22);

10 un deflector de aire desplegable (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132), estando el deflector de aire desplegable (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132) configurado para extenderse desde una primera posición dentro de la pala (10, 110) a una segunda posición que se extiende hacia fuera desde una superficie de la pala (10, 110), incluyendo el deflector de aire desplegable (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132) una pluralidad de aberturas (870, 970, 1070) dispuestas en el mismo, extendiéndose la pluralidad de aberturas (870, 970, 1070) a través del deflector de aire desplegable (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132);

15 en la que la segunda posición es una posición completamente desplegada del deflector de aire (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132); y en la que el deflector de aire desplegable (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132) está configurado para situarse en diversas posiciones entre la primera posición dentro de la pala (10, 110) y la segunda posición completamente desplegada del deflector de aire (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132).

20 2. La pala de turbina eólica (10, 110) de la reivindicación 1, en la que la pluralidad de aberturas (870, 970, 1070) incluye aberturas adyacentes (870, 970, 1070) que están alineadas horizontalmente, o en la que la pluralidad de aberturas (870, 970, 1070) incluyen aberturas adyacentes (870, 970, 1070) que están alineadas verticalmente, o en la que la pluralidad de aberturas (870, 970, 1070) están dispuestas de forma aleatoria en el deflector de aire (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132).

25 3. La pala de turbina eólica (10, 110) de la reivindicación 1 o 2, en la que el deflector de aire desplegable (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132) es rotatorio para inclinar el deflector de aire desplegable (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132) hacia el borde de ataque o hacia el borde de salida.

30 4. La pala de turbina eólica (10, 110) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la pluralidad de aberturas (870, 970, 1070) incluye aberturas (870, 970, 1070) que tienen un tamaño sustancialmente uniforme.

35 5. La pala de turbina eólica (10, 110) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la pluralidad de aberturas (870, 970, 1070) incluye aberturas (870, 970, 1070) que tienen al menos dos tamaños diferentes.

40 6. La pala de turbina eólica (10, 100) de la reivindicación 5, que incluye además una segunda porción dispuesta a lo largo de un borde de la primera porción distal de la superficie de la pala (10, 100).

45 7. Una pala de turbina eólica (10, 110) de la reivindicación 6, en la que la segunda porción se extiende hacia fuera desde la primera porción en una dirección sustancialmente perpendicular a la superficie plana de la primera porción.

50 8. La pala de turbina eólica (10, 110) de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en la que las aberturas (870, 970, 1070) incluyen aberturas que tienen al menos dos formas diferentes.

55 9. La pala de turbina eólica (10, 110) de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en la que las aberturas (870, 970, 1070) incluyen aberturas (870, 970, 1070) que tienen una forma uniforme.

60 10. La pala de turbina eólica (10, 110) de cualquier reivindicación precedente, en la que el deflector de aire desplegable tiene un borde ondulado (134).

11. Una turbina eólica (2), caracterizada por que comprende:

 un rotor que tiene una pala de turbina eólica (10, 110) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente;
 y

 un controlador configurado para extender el deflector de aire (32, 132, 232, 332, 432, 532, 632, 732, 832, 932, 1032, 1132) desde la primera posición a la segunda posición.

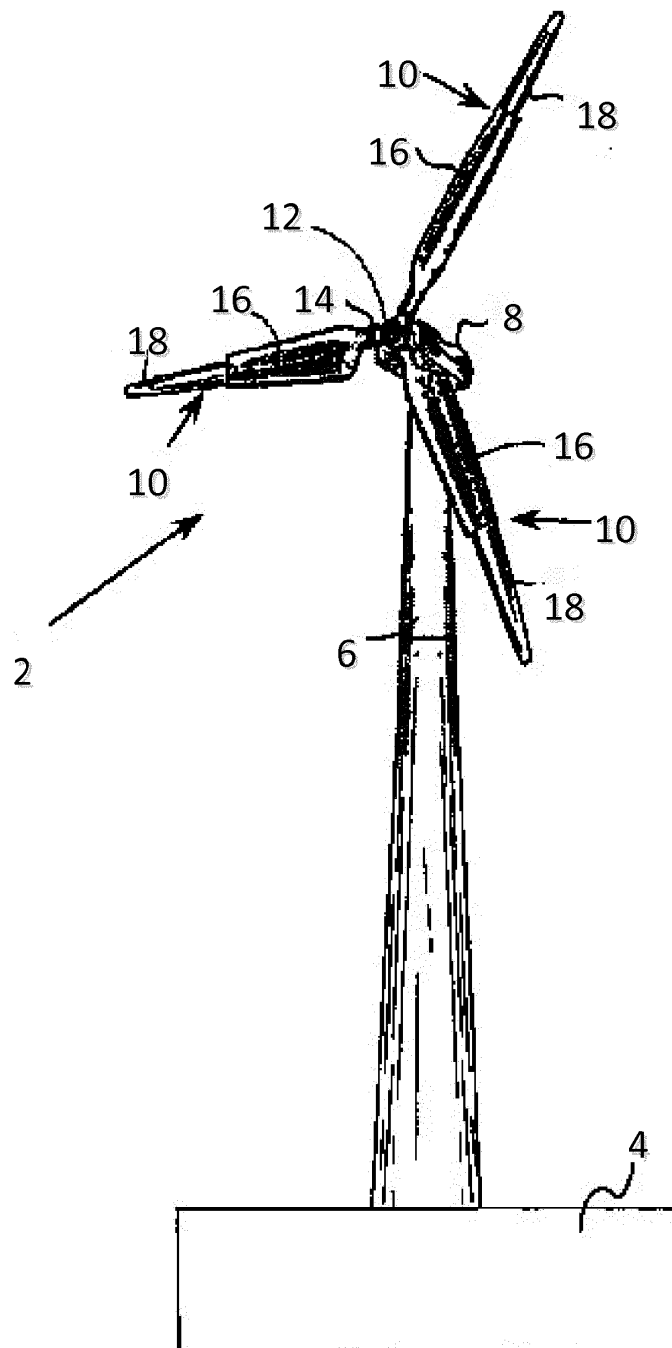


FIG. 1

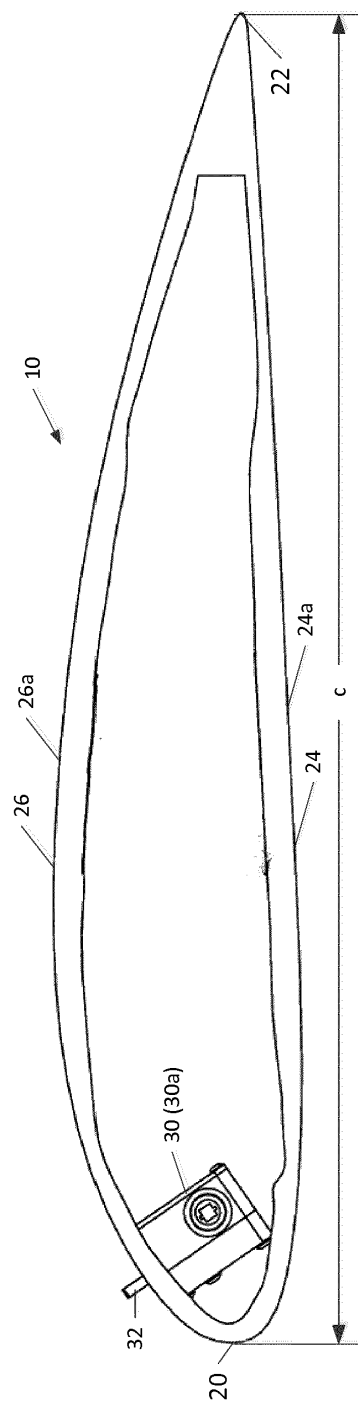


FIG. 2

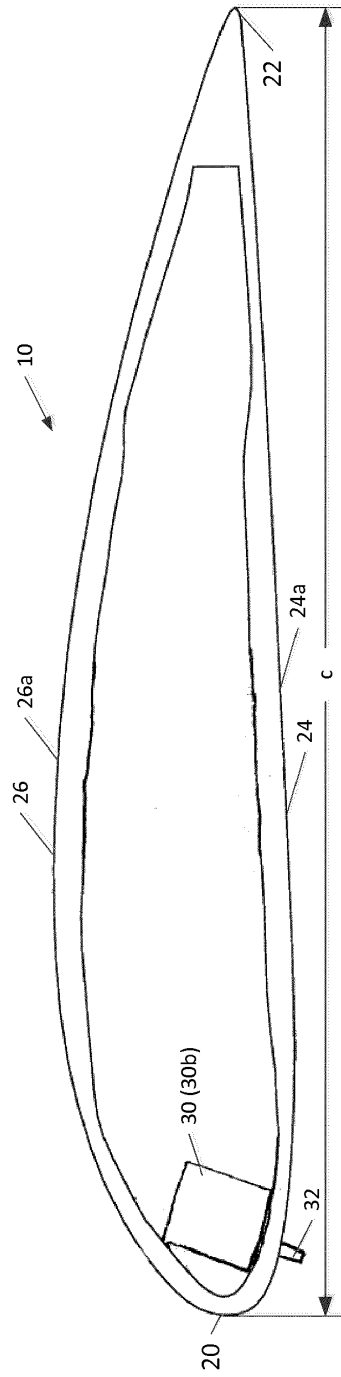


FIG. 3

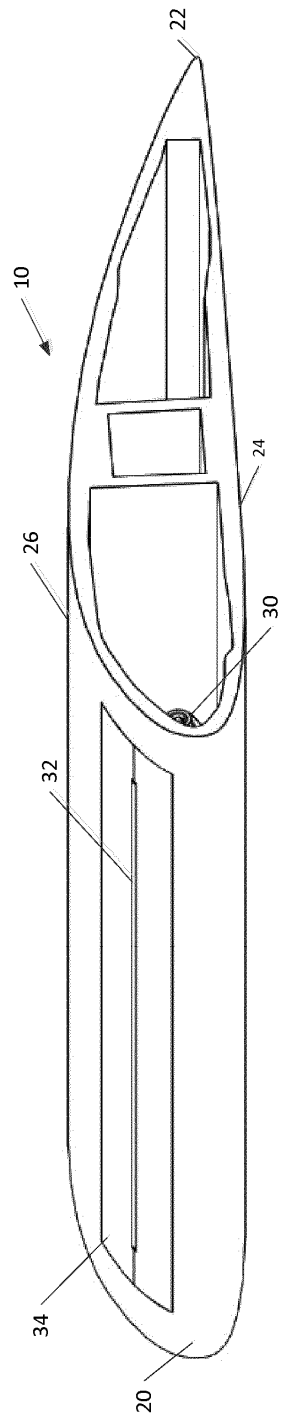


FIG. 4

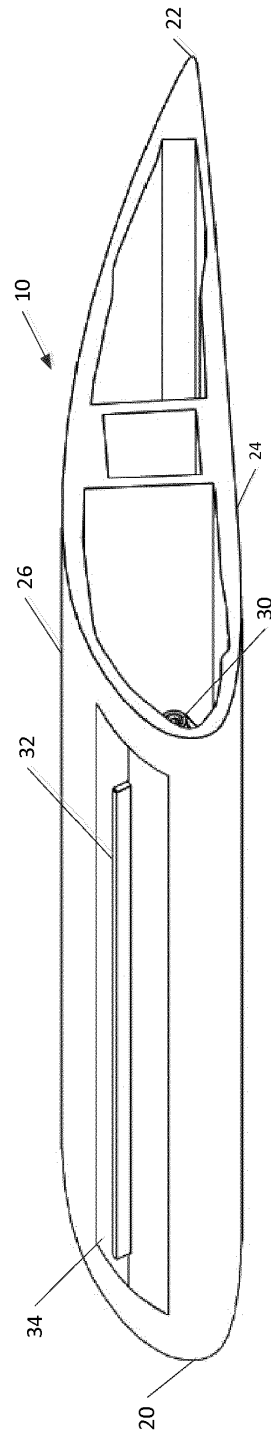


FIG. 5

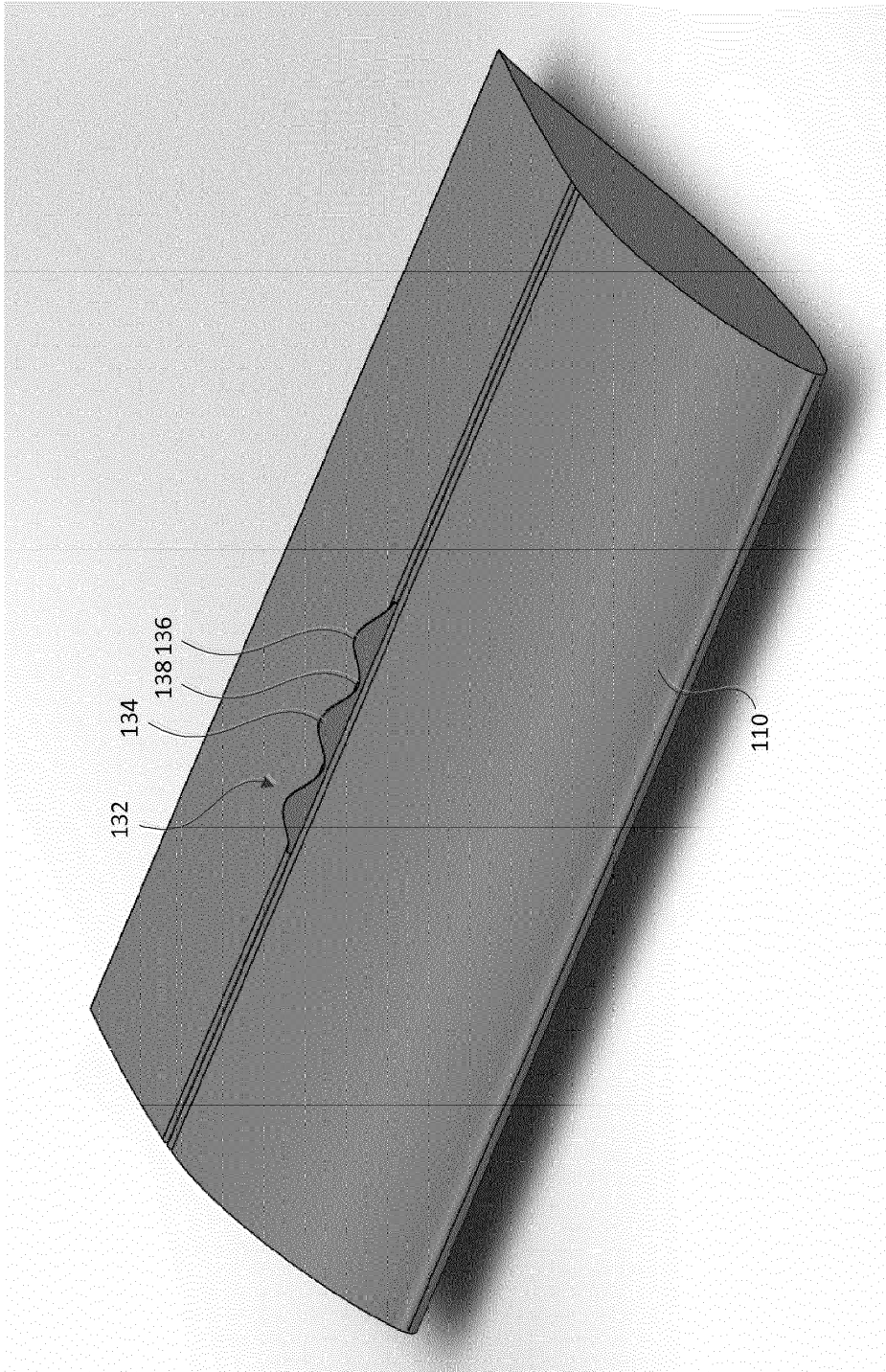


FIG. 6

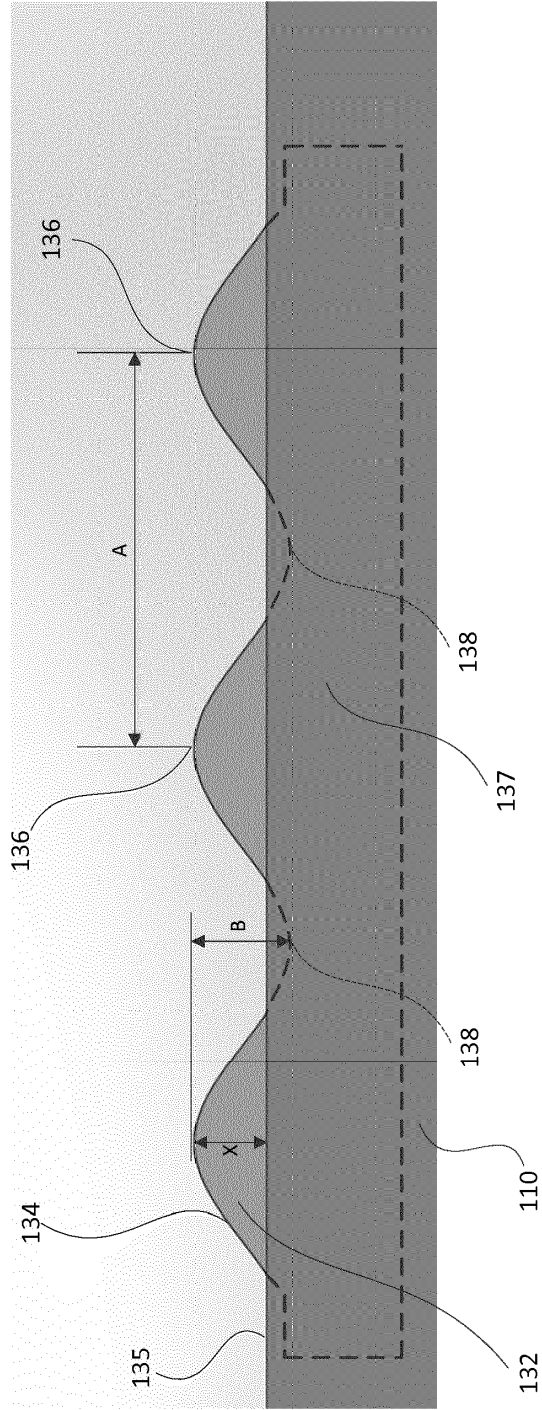


FIG. 7

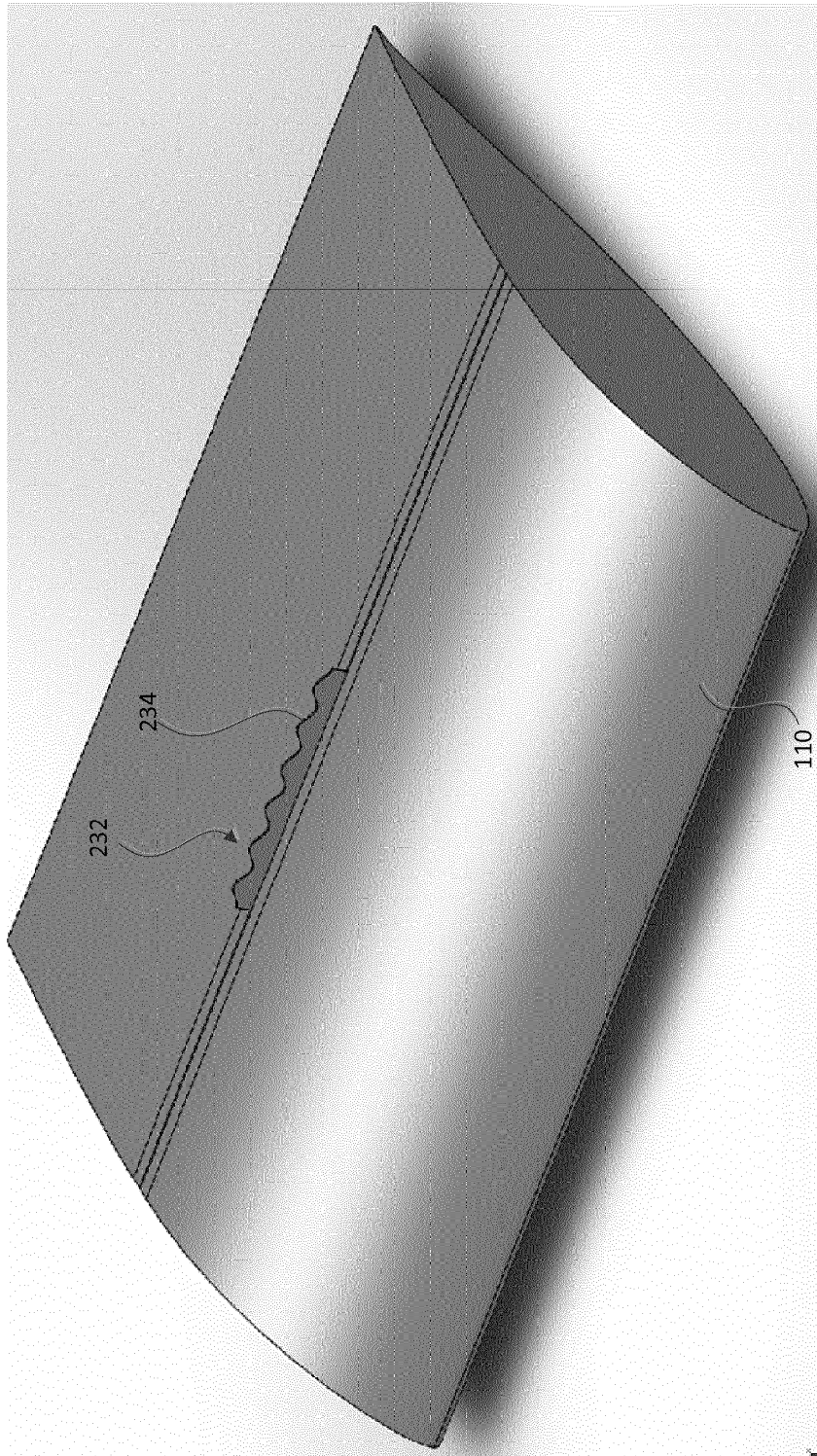


FIG. 8

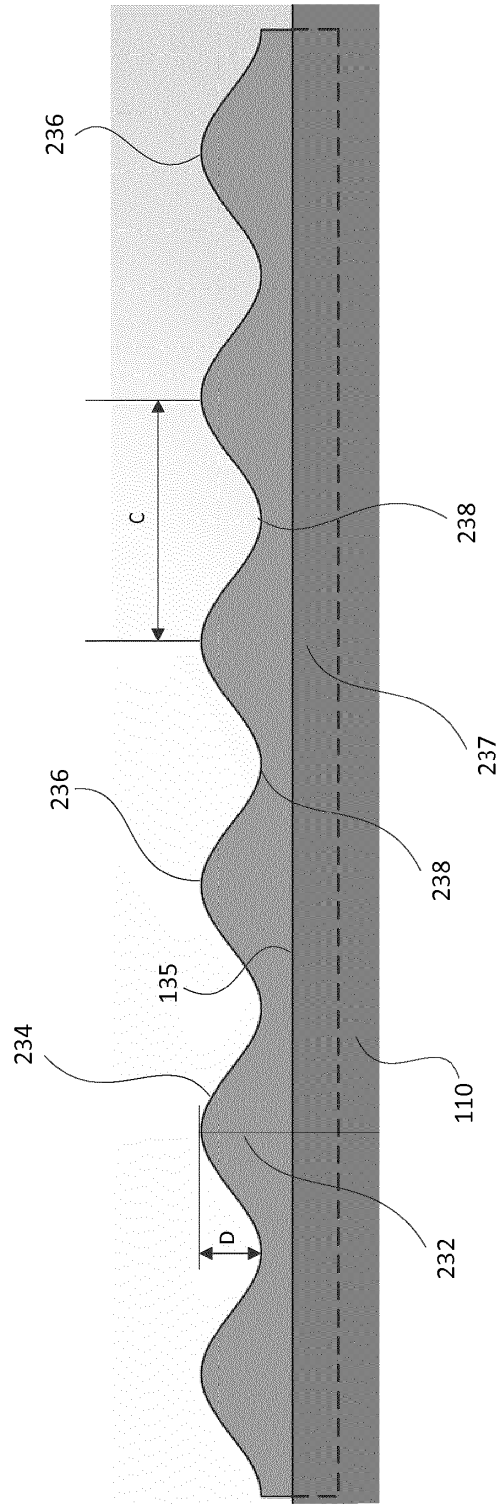


FIG. 9

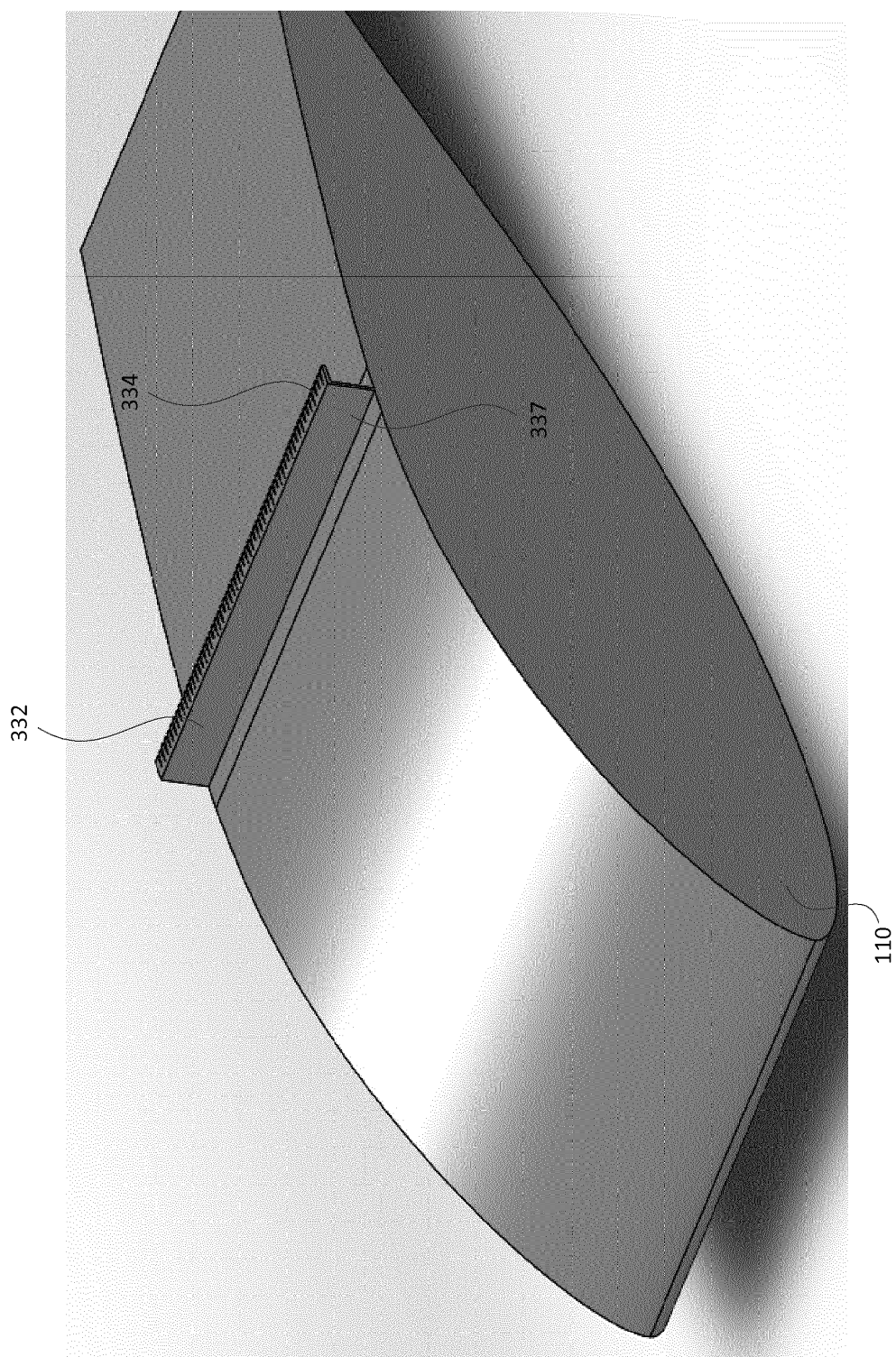


FIG. 10

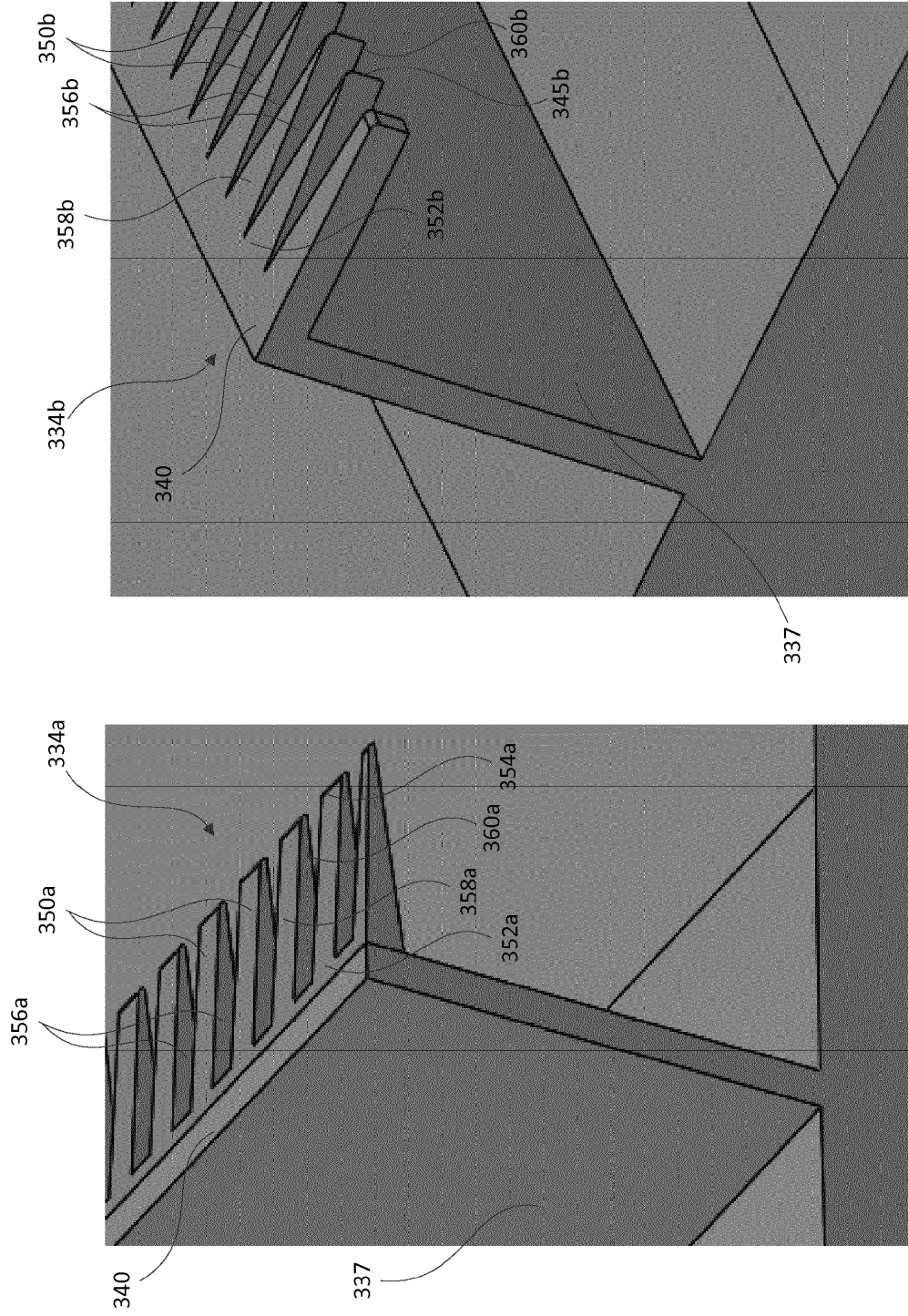
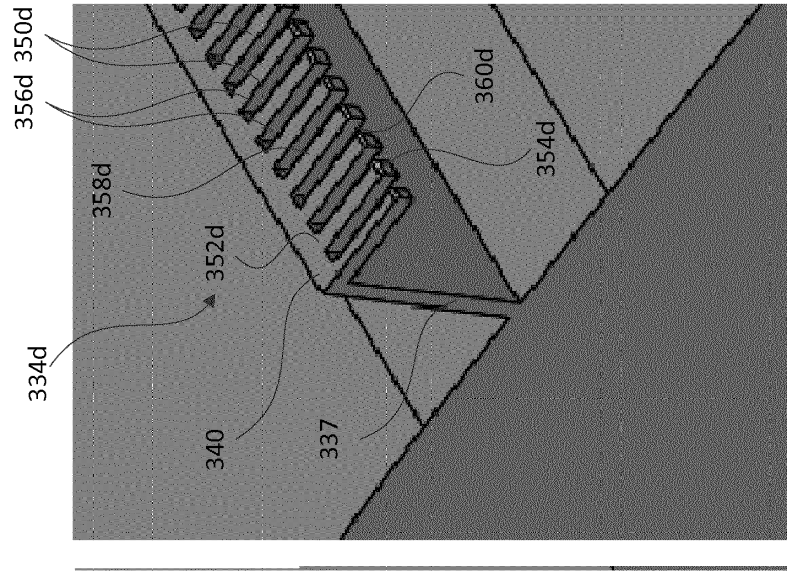
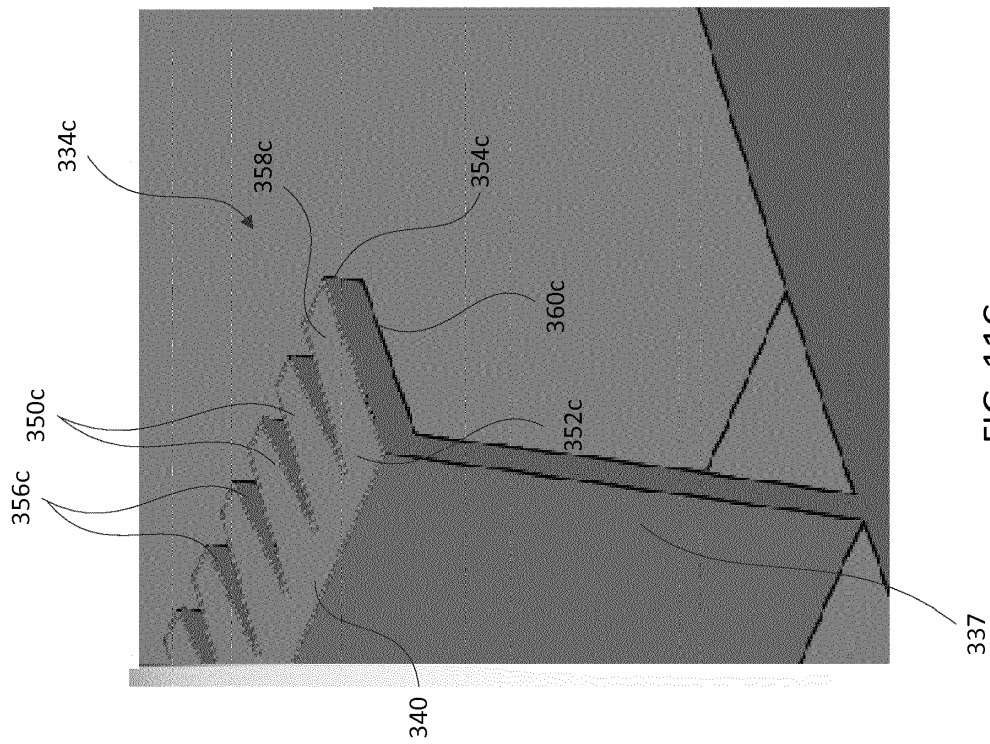


FIG. 11B

FIG. 11A



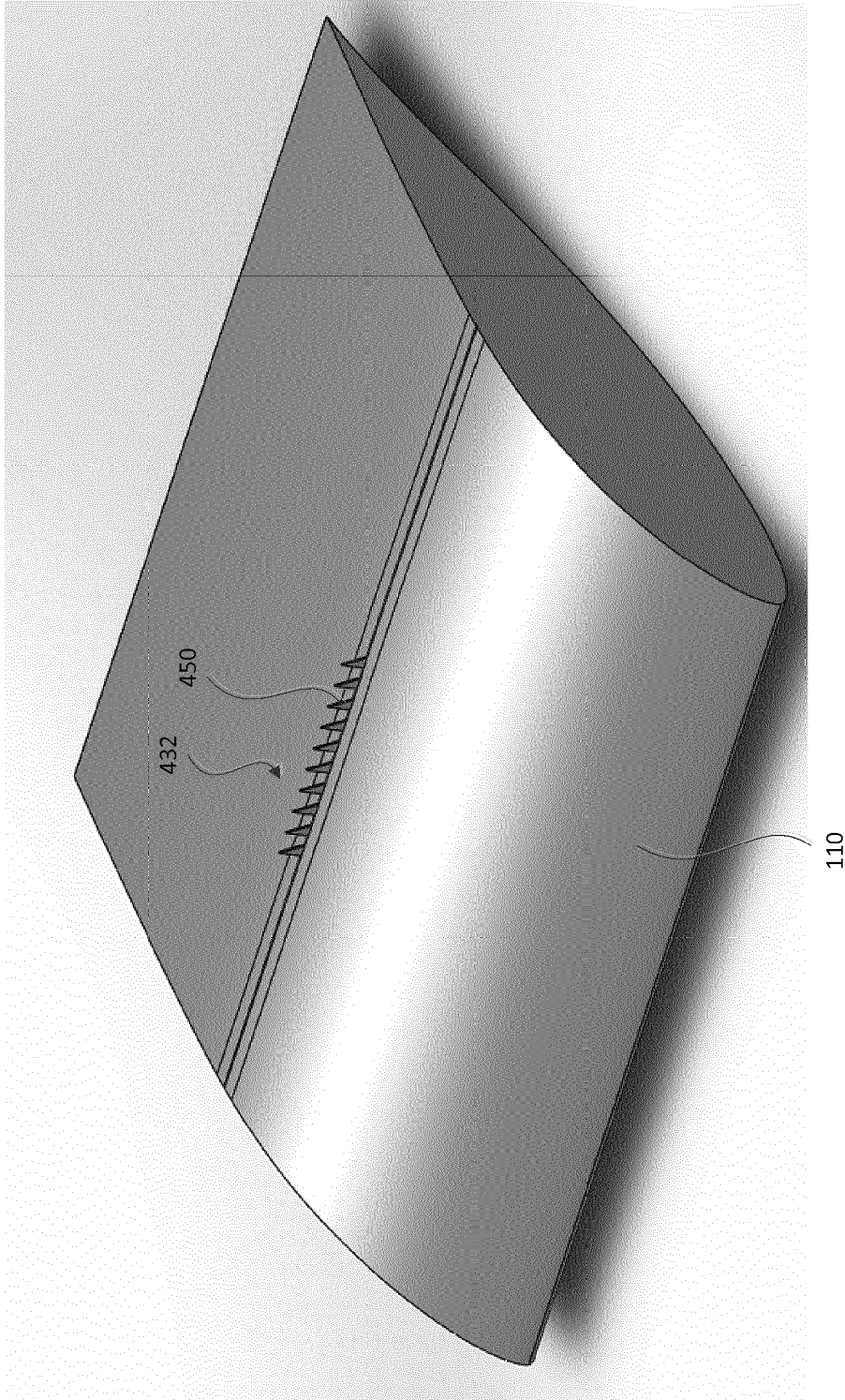


FIG. 12

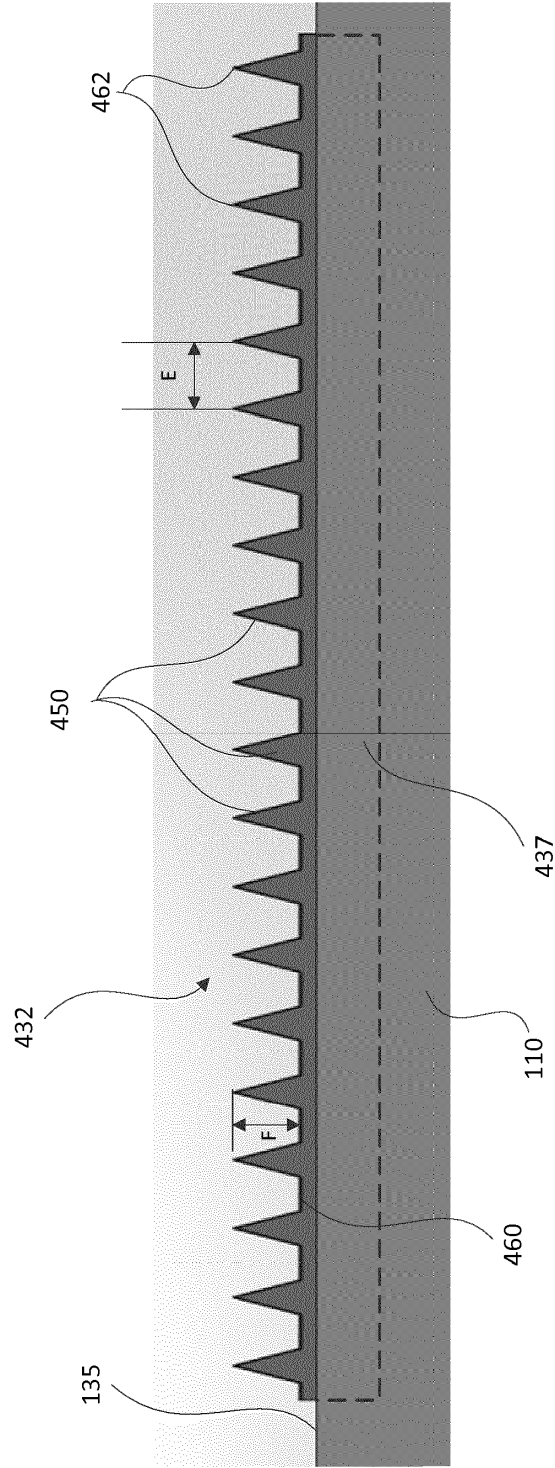


FIG. 13

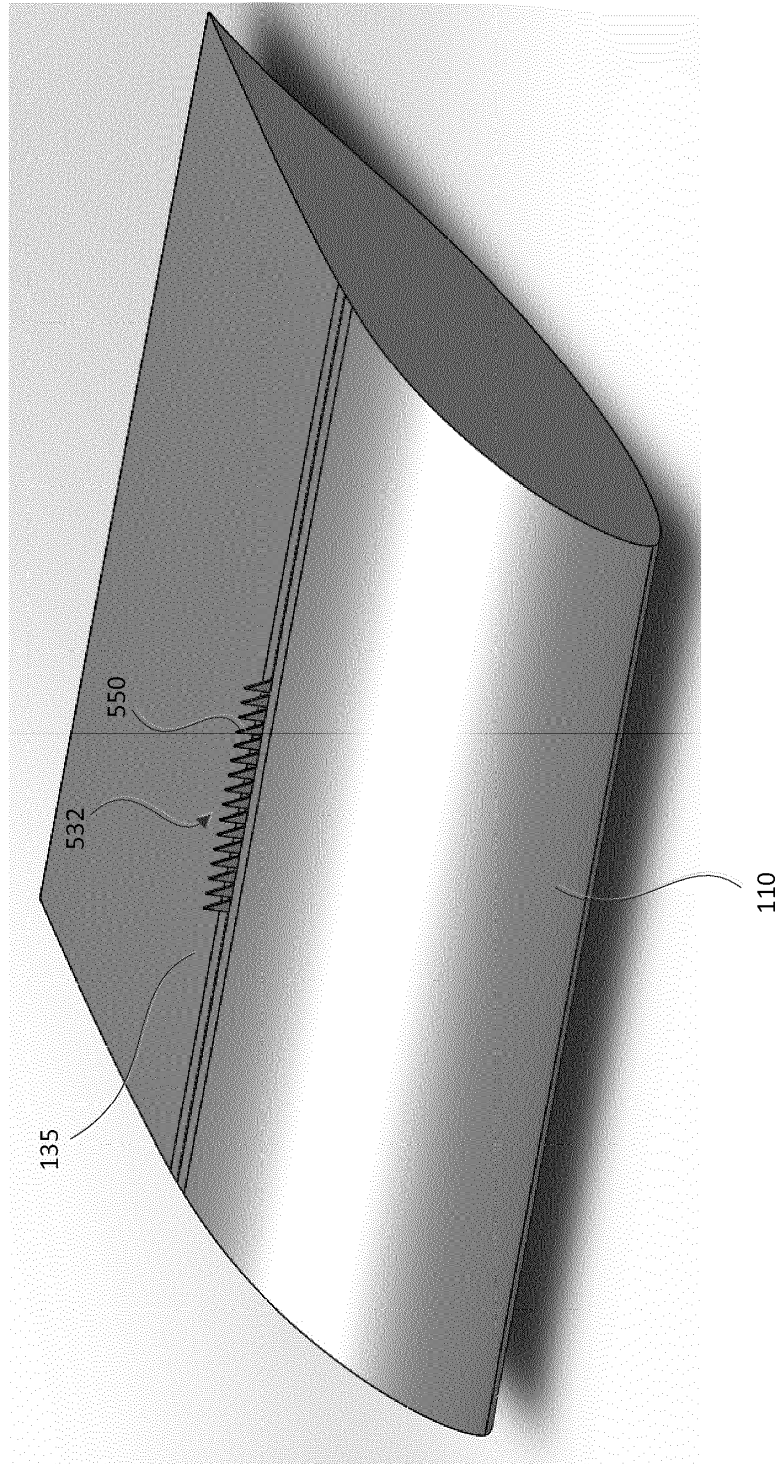


FIG. 14

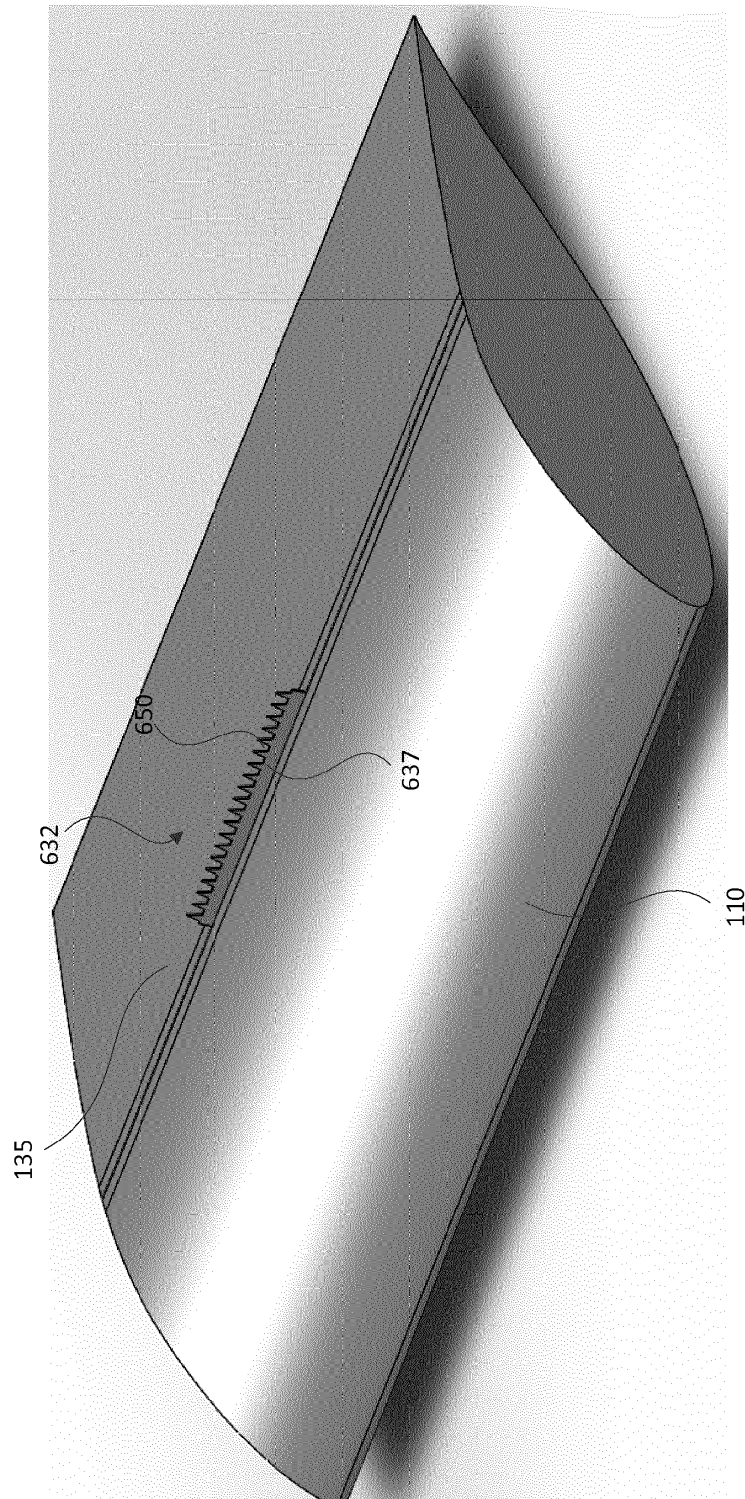
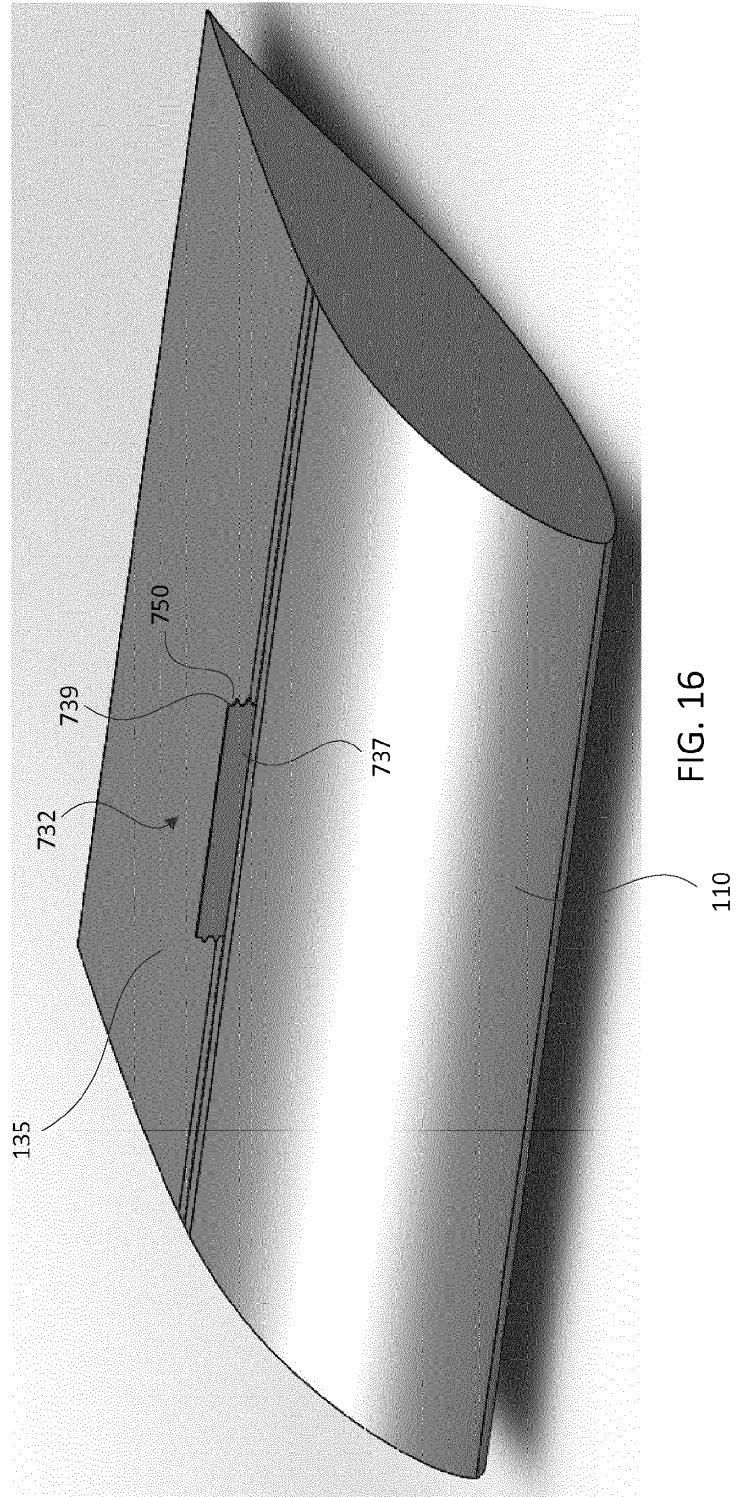


FIG. 15



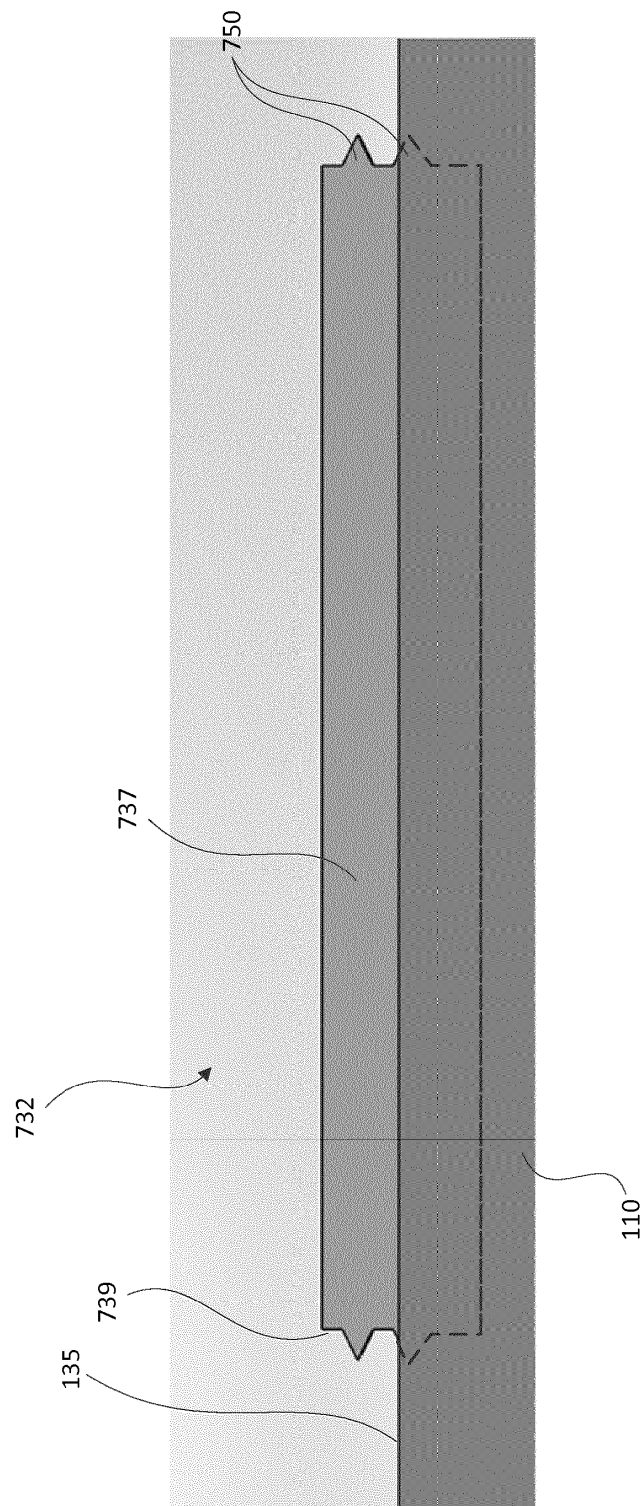


FIG. 17

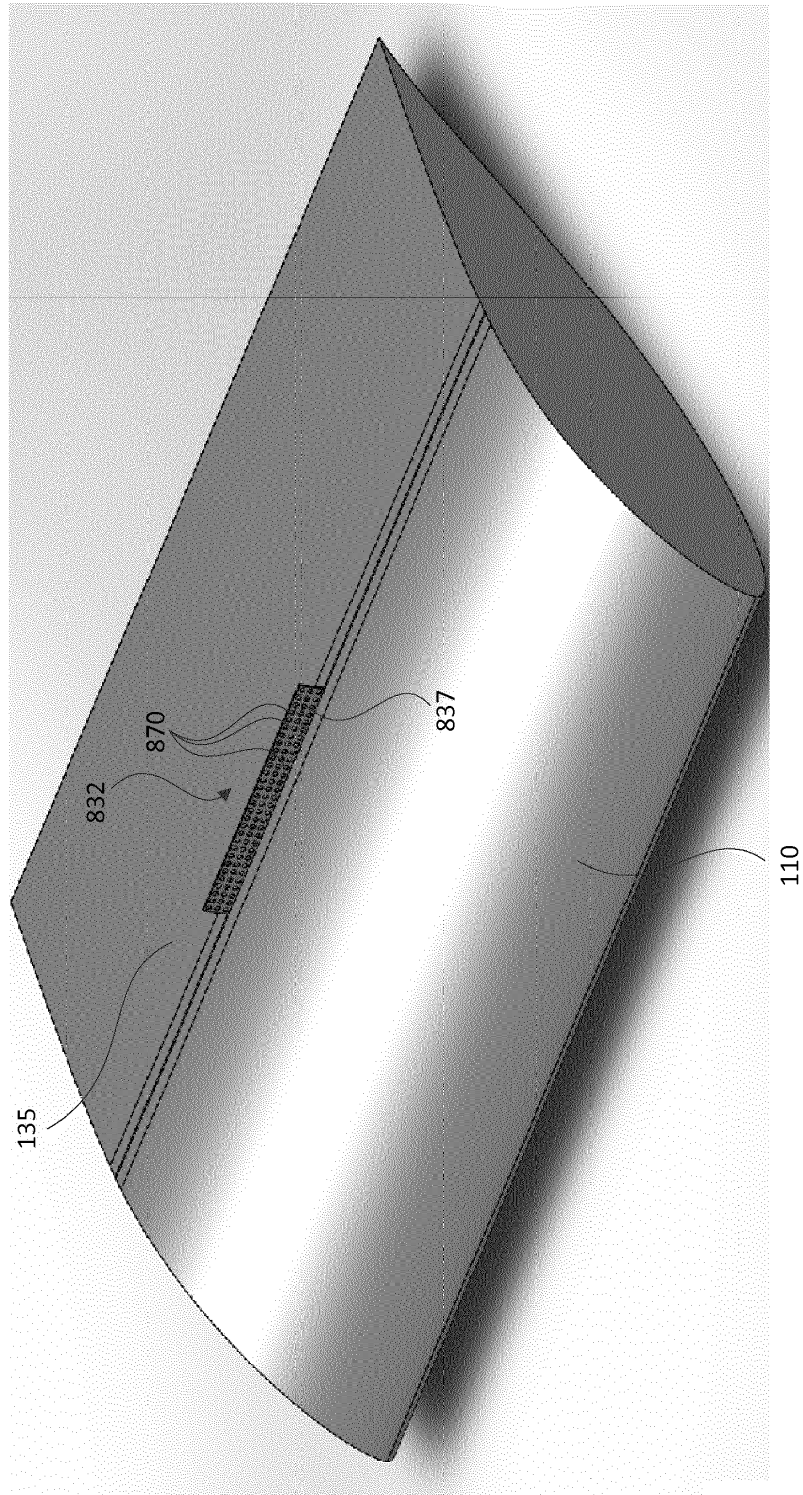


FIG. 18

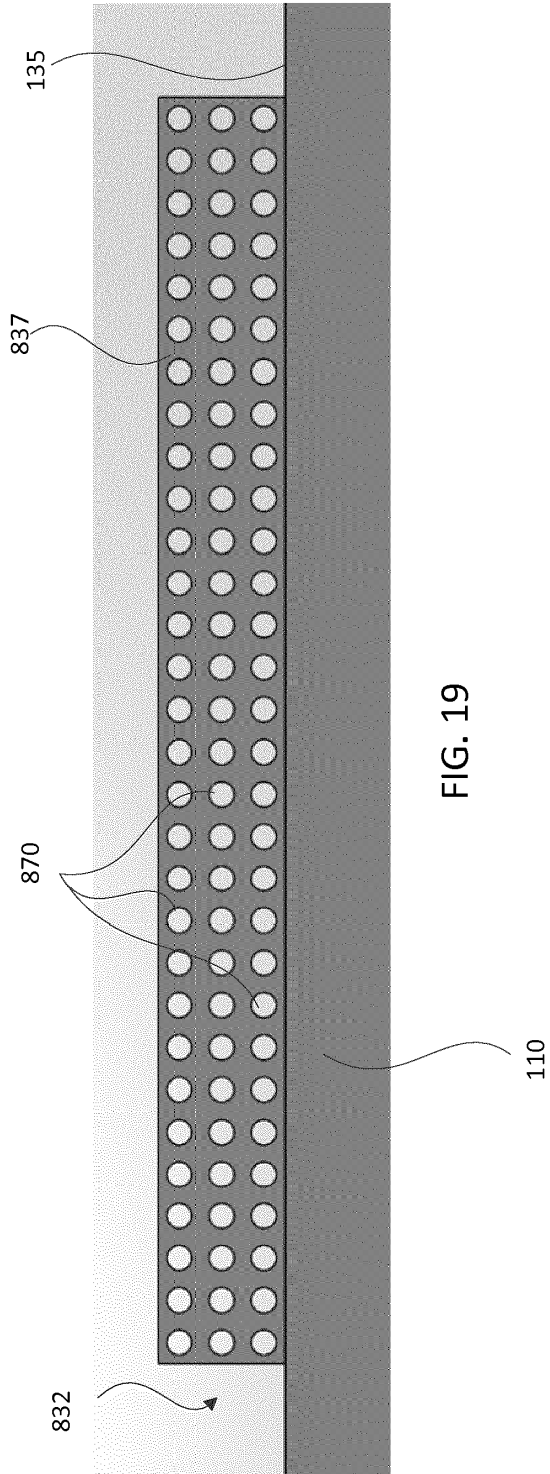


FIG. 19

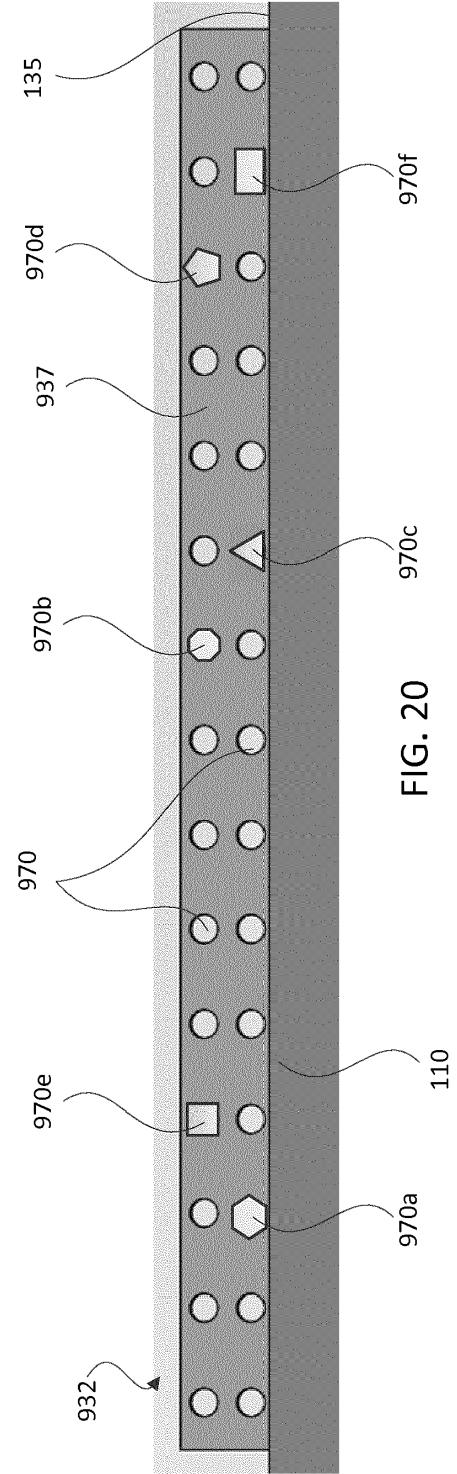


FIG. 20

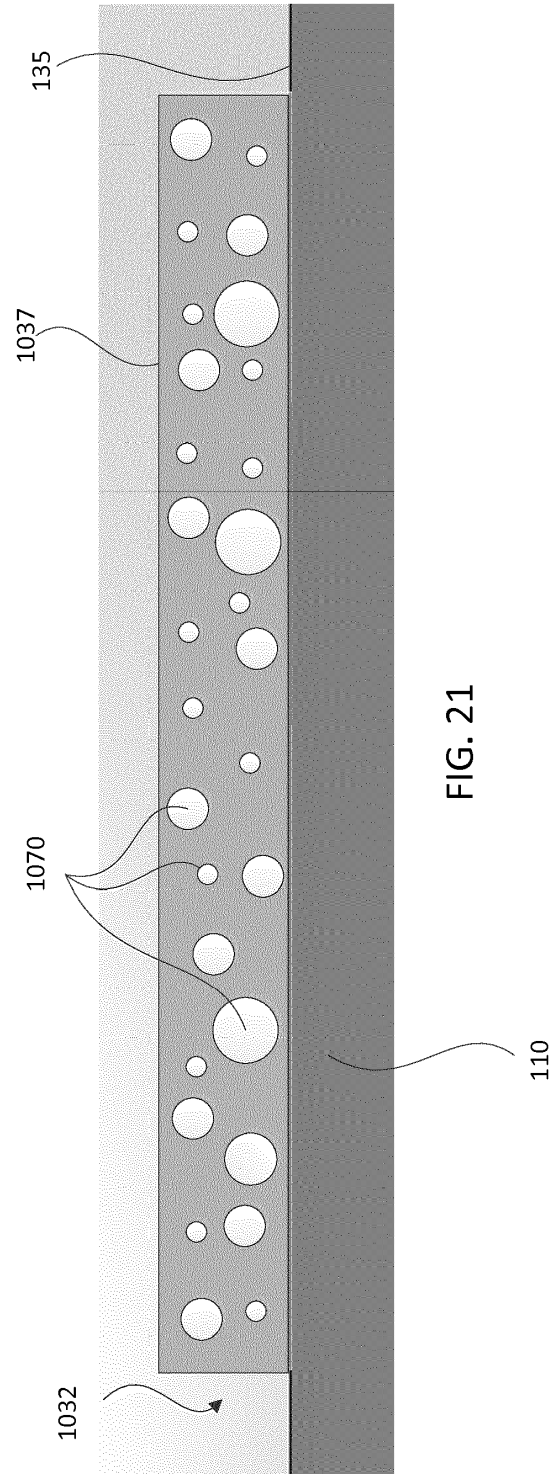
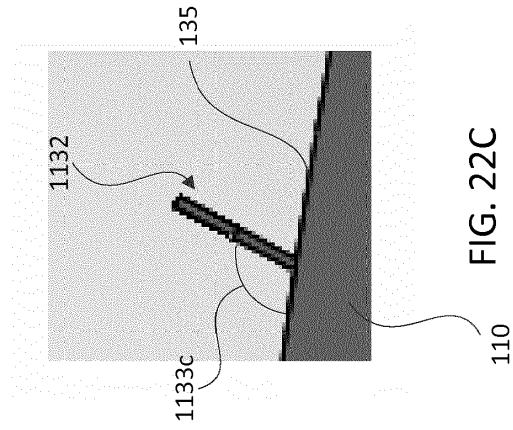
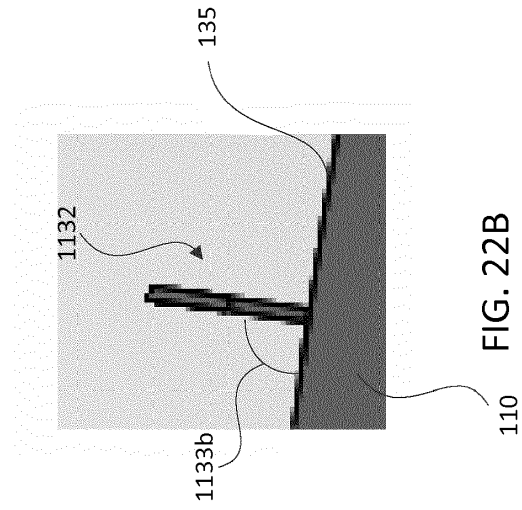
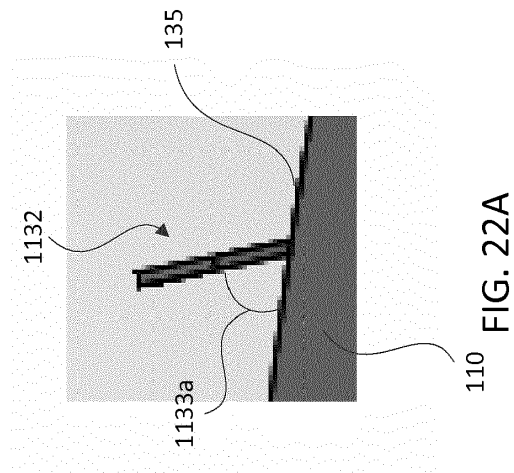
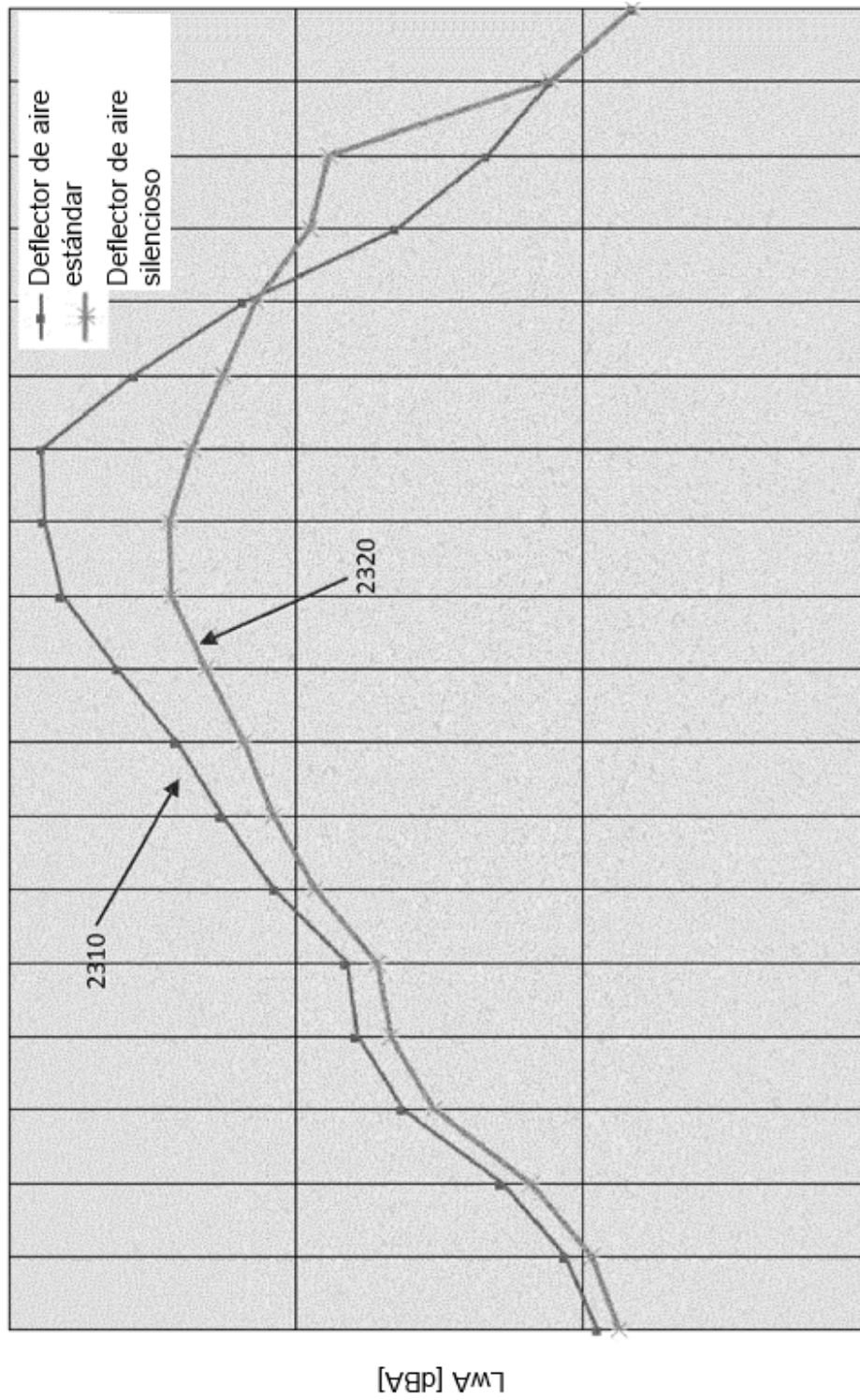


FIG. 21





Frecuencia - 1/3 de octava [Hz]

FIG. 23

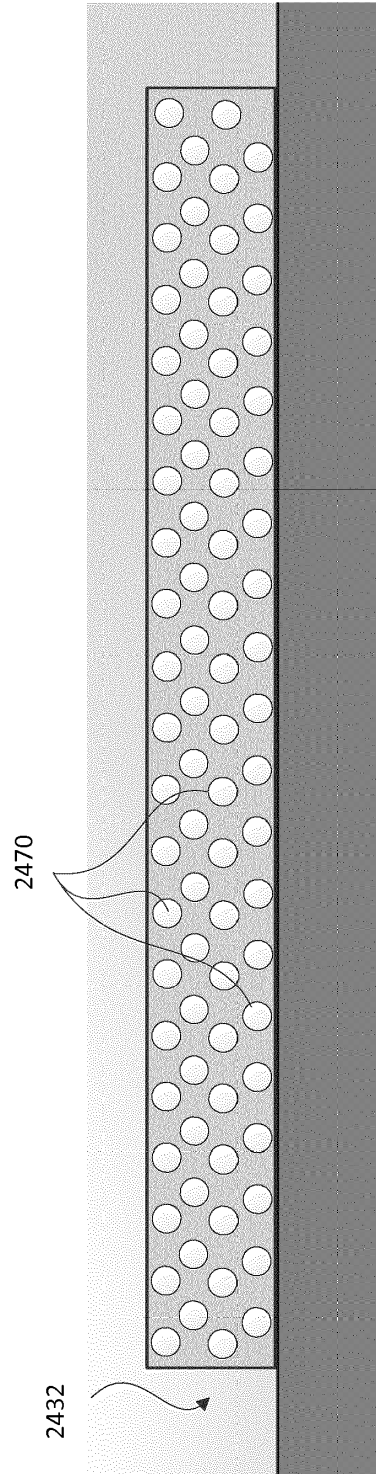


FIG. 24