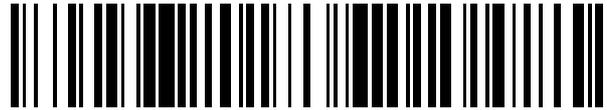


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 789**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2006 E 06254831 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 1767780**

54 Título: **Conjunto de rotor de turbina eólica y pala que tiene una aleta acústica**

30 Prioridad:

22.09.2005 US 232626

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

06.07.2015

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 RIVER ROAD
SCHENECTADY, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

HERR, STEFAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 539 789 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

Conjunto de rotor de turbina eólica y pala que tiene una aleta acústica

La presente invención se refiere, en general, a turbinas y, más particularmente, a palas de turbina para turbinas eólicas.

5 La generación de electricidad mediante el viento o la energía del agua sin utilizar combustibles fósiles es deseable para producir energía eléctrica de una manera más respetuosa con el medio ambiente. Se conocen turbinas eólicas que convierten el movimiento de rotación de las palas de la turbina en electricidad cuando el viento hace que las palas giren.

10 Se ha encontrado, sin embargo, que las turbinas eólicas pueden producir ruido en operación, que puede ser una molestia en algunas instalaciones. Especialmente cuando las turbinas eólicas son colocadas cerca de áreas pobladas, las emisiones de ruido aerodinámico desde las turbinas en uso pueden ser inaceptables.

15 Se han realizado un número de esfuerzos para reducir el ruido aerodinámico de las palas de las turbinas en uso. Por ejemplo, la patente US 6.830.436 describe un elemento posterior dentado que se puede unir a un cuerpo de pala principal para reducir el ruido. La patente US 6.729.846 describe palas de turbina que tienen un tratamiento superficial rugoso. La patente US 5.533.865 describe bordes traseros de palas de turbina formados de manera irregular para solucionar problemas de ruido.

Si bien estos esfuerzos pueden haber tenido cierto éxito en la reducción de ruido aerodinámico en determinadas instalaciones, se desea una solución menos complicada y de menor coste para el ruido de las turbinas eólicas.

20 En un aspecto de acuerdo con la presente invención, se proporciona una pala para una turbina eólica. La pala incluye un cuerpo de pala que define un borde delantero y un borde trasero y adaptado para su movimiento en respuesta a un flujo de viento sobre el cuerpo para producir electricidad, y una aleta, o flap, acústica rígida fabricada a partir de lámina o placa fina que se extiende hacia el exterior desde el borde trasero, en el que un extremo distal de la aleta acústica es sustancialmente lisa y continua.

25 En otro aspecto, se proporciona un conjunto de rotor para una turbina eólica. El rotor comprende una pluralidad de palas giratorias alrededor de un eje en respuesta al viento que incide sobre las palas. Al menos una de las palas incluye un cuerpo de pala que define un borde delantero, un borde trasero y una distancia de cuerda entre los mismos. Una aleta acústica rígida fabricada a partir de una lámina o placa fina de material rígido y que comprende un extremo distal sustancialmente liso y continuo está fijada al cuerpo de la pala y se extiende hacia el exterior desde el borde trasero para una fracción especificada de la distancia de cuerda, reduciendo así la banda ancha del ruido del borde trasero y la tonalidad cuando la pala gira.

30 Diversos aspectos y realizaciones de la presente invención se describirán ahora en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización ejemplar de una turbina eólica.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una pala de turbina para la turbina que se muestra en la figura 1.

35 La figura 3 es una vista en sección transversal de la pala de turbina que se muestra en la figura 2.

40 La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización ejemplar de una turbina eólica 100. En una realización, la turbina eólica 100 está montada en un pedestal 102, y un conjunto de rotor 104 está montado en la porción superior del pedestal 102. El conjunto de rotor 104 tiene una o más palas 106 conectadas a un eje 107. Cuando sopla el viento, por ejemplo, de la dirección 108, las palas 106 y el eje 107 giran en la dirección de la flecha 110 alrededor de un eje 111 en respuesta al viento que incide sobre las palas 106. Sin embargo, en otras realizaciones, la dirección de rotación puede ser en la dirección opuesta a la dirección de la flecha 110 con un efecto equivalente pero opuesto. Además, otras configuraciones de turbinas eólicas, tales como configuraciones de turbina eólica de eje vertical, pueden utilizarse con la misma utilidad.

45 El viento, que actúa sobre las palas 106, suministra un par de torsión al eje 107 en la dirección de rotación 110 y la cantidad de par de torsión suministrado es una función de la velocidad del viento y de la velocidad del rotor. El eje 107 de rotación está conectado a un generador 116 eléctrico para proporcionar energía eléctrica en un cable 118 de salida.

50 Como se señaló anteriormente, las palas 106 de la turbina 100 pueden en algunas condiciones producir ruido acústico en uso que es indeseable en ciertas instalaciones, tales como cuando la turbina 100 se encuentra cerca de un área poblada, y en particular a zonas residenciales. Tales problemas pueden serse agravados cuando múltiples palas 106 están produciendo ruido, y cuando más de una turbina 100 está situada en la misma área geográfica general. Para superar tales problemas, una o más de las palas 106 incluye una aleta acústica (no mostrada en la figura 1, pero que se describe a continuación) que reduce y mitiga el ruido acústico a niveles más aceptables en uso. Ventajosamente, el ruido se puede reducir, usando las aletas acústicas, con un coste inferior que las técnicas

convencionales de reducción de ruido.

La figura 2 es una vista en perspectiva de la pala 106 de turbina para la turbina que se muestra en la figura 1. La pala 106 incluye un cuerpo 130 que define un borde delantero 132 y un borde trasero 134 (mostrado en líneas de trazos en la figura 2). El cuerpo 130 está conformado y adaptado para su movimiento en respuesta a un flujo de viento sobre el cuerpo 130, de modo que, cuando se utiliza en el conjunto de rotor 104 de, por ejemplo, la turbina 100 que se muestra en la figura 1, el movimiento del cuerpo 130 de la pala puede producir electricidad sin el uso de combustibles fósiles.

Para abordar los problemas acústicos de generación de ruido de la pala 106 en operación, una aleta 136 acústica sustancialmente rígida está fijada al cuerpo 130 de la pala y se extiende hacia fuera y alejándose del borde 134 trasero en una dirección de la flecha 138. Un extremo 140 distal de la aleta 136 acústica está separado del borde 134 trasero y en una realización ejemplar el extremo 140 distal es sustancialmente liso y continuo. Es decir, el extremo 140 distal de la aleta 136 acústica no incluye estrías o dientes de sierra que forman bordes afilados o discontinua de la aleta 136, sino más bien el extremo 140 distal de la aleta 136 acústica se extiende generalmente de manera uniforme en paralelo al borde 134 trasero del cuerpo 130 de la pala de una manera suave y sin interrupciones. Dicho de otra manera, el contorno del extremo 140 distal de la aleta 136 acústica aproximadamente coincide con el contorno o la geometría del borde 134 trasero del cuerpo de la pala, pero el extremo 140 distal de la aleta 136 está separado una distancia predeterminada desde el borde 134 trasero del cuerpo 130 de la pala, de modo que la aleta 136 se extiende más allá del borde 134 trasero, mientras mantiene aproximadamente la misma forma y geometría que el borde 134 trasero. En comparación con las palas de turbina convencionales, se cree que la pala 106 que tiene la aleta 136 reduce el ruido de la banda ancha del borde trasero y la tonalidad cuando la pala 106 gira.

La aleta 136 acústica se proporciona por separado y se fabrica a partir del cuerpo 130 de la pala, y la aleta 136 está fabricada de una lámina o placa fina de un material rígido, tal como metal, plásticos reforzados con fibras o materiales plásticos rígidos, y similares, que tienen suficiente resistencia estructural para evitar la flexión y deflexión de la aleta 136 cuando la pala 106 se somete a fuerzas aplicadas, tales como la fuerza de carga del viento y fuerzas dinámicas y vibraciones encontradas por la pala 106 cuando la pala 106 gira. Se entiende, sin embargo, que otros materiales pueden emplearse igualmente en lugar de los materiales de metal y de plástico, siempre que tales materiales exhiban una rigidez suficiente para resistir las fuerzas aplicadas en uso cuando la pala 106 se utiliza en una aplicación de turbina eólica. Materiales de lámina o placa fina adecuados para las aletas 136 pueden ser adquiridos a partir de una variedad de fabricantes con un coste relativamente bajo, y las aletas 136 se pueden cortar, estampar, o de separar de otro modo de una lámina más grande de material de una manera relativamente simple con un coste mínimo y mecanizarse.

La figura 3 es una vista en sección transversal de la pala 106 de turbina que incluye un lado 150 de alta presión y un lado 152 de baja presión que se extiende entre el borde 132 delantero y el borde 134 trasero del cuerpo 130 de la pala. Aunque el cuerpo 130 que se muestra en la figura 3 es hueco en sección transversal, se reconoce que cuerpos sólidos huecos se pueden utilizar alternativamente en otra realización.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, el cuerpo de la pala define una distancia de cuerda o dimensión C entre el borde 132 delantero y el borde 134 trasero, y el extremo 140 distal de la aleta 136 acústica se extiende hacia el exterior y alejándose del borde 134 trasero una distancia F que es una fracción especificada de la distancia C de cuerda. En una realización ejemplar, F es de aproximadamente el 3 % o menos de la distancia C de cuerda.

También, en una realización ejemplar, la aleta 136 acústica tiene un espesor T, medido entre las superficies principales de la aleta 136 que es mucho menor que un espesor del borde 134 trasero de la hoja. En una realización, el espesor T de la aleta puede ser de hasta aproximadamente el 0,3 % de la distancia de la cuerda C para lograr la reducción de ruido sin afectar negativamente a la eficiencia de las palas 106 para producir electricidad. Aunque se proporcionan dimensiones a modo de ejemplo, se entiende que tales dimensiones son para fines ilustrativos solamente, y que mayores o menores dimensiones para T y F pueden ser empleadas en otras realizaciones.

La aleta 136 acústica en una realización está fijada a una superficie 154 exterior del cuerpo 130 de la pala y está sustancialmente a nivel con la superficie 154 exterior para evitar la perturbación del flujo de aire sobre el lado 150 de presión cuando la aleta 136 está unida a la pala 106. En una realización adicional, un pequeño rebaje o ranura (no mostrado) se podrían proporcionar en la superficie 154 exterior de la pala para recibir la aleta 136, de modo que una superficie exterior de la aleta 136 está sustancialmente al nivel y continua con la superficie 154 exterior del cuerpo 130 de la pala. La aleta 136 está asegurada, fijada o unida a la superficie 154 exterior con, por ejemplo, un adhesivo conocido, cinta u otros métodos de fijación conocidos en la técnica que sujetan de forma segura la aleta 136 a la superficie 154 exterior del cuerpo de la pala. La aleta 136 puede estar montada en el cuerpo 130 de la pala mecánicamente, químicamente, o con una combinación de métodos de unión mecánicos y químicos. En una realización alternativa, la aleta 136 puede ser integral o estar monolíticamente formada con el cuerpo 130 de la pala si se desea.

La aleta 136 se extiende desde, colocada o fijada al cuerpo 130 de la pala, por ejemplo, adyacente al borde 134 trasero en un lado del cuerpo 130 de la pala, es decir, el lado 150 de presión del cuerpo 130 de la pala en una

realización ejemplar. Remaches, tornillos u otros elementos de fijación que sobresalen hacia arriba desde la superficie 154 exterior del cuerpo 130 de la pala e interrumpen el flujo de aire a través o por encima de la pala se evitan preferiblemente. Además, la aleta 136 acústica está unida de manera uniforme a la superficie 154 exterior a lo largo de sustancialmente toda la longitud del borde 134 trasero de la pala, evitando así espacios de aire entre la aleta 136 y la superficie 154 exterior de la pala, que podrían hacer que la aleta 136 se separara del cuerpo 130 de la pala, o espacios de aire que podrían causar perturbaciones en el flujo de aire que podrían perjudicar la eficiencia de la turbina eólica 100 (figura 1) o producir ruido acústico en operación.

Se cree que una aleta 136 acústica delgada aplicada al lado 150 de presión del borde 134 trasero de la pala 106 puede disminuir la emisión de ruido o evitar una tonalidad en uso, y que la reducción de ruido puede realizarse usando la aleta 136 acústica. En particular, para cuerpos 130 de pala que tiene un borde 134 trasero relativamente grueso, tal como aproximadamente de 3 mm en una realización ejemplar, la aleta 136 acústica se ha encontrado que elimina los efectos negativos de un borde trasero grueso. En general, y en ausencia de la aleta 136 acústica, como el espesor del borde 134 trasero aumenta, también lo hace el ruido acústico resultante de la pala en uso. La aleta 136 acústica, sin embargo, se ha encontrado que mitiga el ruido cuando se emplean bordes traseros más gruesos.

Una solución generalmente de bajo costo y sencilla a los problemas de ruido de las palas de turbina en uso se proporciona gracias a la aleta 136 acústica, y la aleta 136 puede se puede aplicar bastante fácilmente y montarse en las palas de turbina existentes como se desee. Además, si las aletas 136 están dañadas, pueden reemplazarse más fácilmente. Por lo tanto, se proporciona una versátil función de reducción de ruido que puede utilizarse en diferentes tipos de palas como se desee. Las aletas 136 acústicas se pueden usar en combinación con otro tipo de funciones de reducción de ruido conocidas si se desea, incluyendo pero no limitado a tratamientos de superficie del cuerpo de la pala, para reducir aún más la banda ancha del ruido del borde trasero y la tonalidad de las palas de turbina en uso. Considerado un número de palas y un número de turbinas, se puede lograr una reducción sustancial del ruido.

Aunque la invención ha sido descrita en términos de varias realizaciones específicas, los expertos en la técnica reconocerán que la invención puede practicarse con modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Lista de piezas

	turbina	100
	pedestal	102
30	conjunto de rotor	104
	palas	106
	eje	107
	dirección del viento	108
	dirección de rotación	110
35	eje de rotación	111
	generador eléctrico	116
	cable de salida	118
	cuerpo de la pala	130
	borde delantero	132
40	borde trasero	134
	aleta acústica	136
	dirección del flujo de aire	138
	extremo distal de la aleta	140
	lado de alta presión	150
45	lado de baja presión	152
	superficie exterior de la pala	154

REIVINDICACIONES

1. Una pala (106) de turbina eólica, comprendiendo dicha pala:
un cuerpo (130) de la pala que define un borde (132) delantero y un borde (134) trasero y adaptado para su movimiento en respuesta a un flujo de viento sobre el cuerpo para producir electricidad; caracterizada por:
- 5 una aleta (136) acústica rígida fabricada a partir de una lámina delgada o una placa de material rígido y que se extiende hacia fuera desde el borde trasero, en el que un extremo distal de la aleta acústica es sustancialmente liso y continuo.
2. La pala de la reivindicación 1, en la que la aleta acústica se fabrica a partir de uno de un material plástico y de un material metálico.
- 10 3. La pala de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que el cuerpo de la pala define una distancia de cuerda entre el borde delantero y el borde trasero, y un extremo (140) distal de la aleta acústica se extiende a una distancia desde el borde trasero de aproximadamente un 3 % de la distancia de cuerda.
4. La pala de cualquier reivindicación anterior, en la que el cuerpo de la pala define una distancia de cuerda entre el borde delantero y el borde trasero, teniendo la aleta acústica un espesor de aproximadamente un 0,3 % o menos de la distancia de cuerda.
- 15 5. La pala de cualquier reivindicación anterior, en la que el cuerpo incluye una superficie (154) exterior, estando la aleta acústica fijada a y sustancialmente a nivel con la superficie exterior.
6. La pala de cualquier reivindicación anterior, incluyendo el cuerpo de la pala un lado (150) de alta presión y un lado (152) de baja presión, estando la aleta acústica fijada al lado de alta presión.
- 20 7. La pala de cualquier reivindicación anterior, en la que la aleta acústica está fijada adyacente al borde trasero en el cuerpo de la pala.
8. Un conjunto (104) de rotor de turbina eólica, comprendiendo dicho rotor:
una pluralidad de palas (130) giratorias alrededor de un eje (111) en respuesta al viento que incide sobre las palas, en el que al menos una de las palas comprende:
- 25 un cuerpo (130) de la pala que define un borde (132) delantero, un borde (134) trasero y una distancia de cuerda entre los mismos; caracterizado por:
una aleta (112) acústica rígida fabricada a partir de una lámina delgada o una placa de material rígido y que comprende un extremo distal sustancialmente liso y continuo, estando la aleta acústica rígida fijada al cuerpo de la pala y que se extiende hacia fuera desde el borde trasero para una fracción especificada de la distancia de cuerda, reduciendo de este modo la banda ancha del ruido del borde trasero y la tonalidad cuando se gira la pala.
- 30 9. El conjunto de rotor de la reivindicación 8, en el que un extremo (140) distal de la aleta acústica se extiende a una distancia desde el borde trasero de aproximadamente un 3 % de la distancia de cuerda.
10. El conjunto de rotor de la reivindicación 9, en el que la aleta acústica está formada a partir de una hoja de material que tiene un espesor de aproximadamente un 0,3 % o menor de la distancia de cuerda.

35

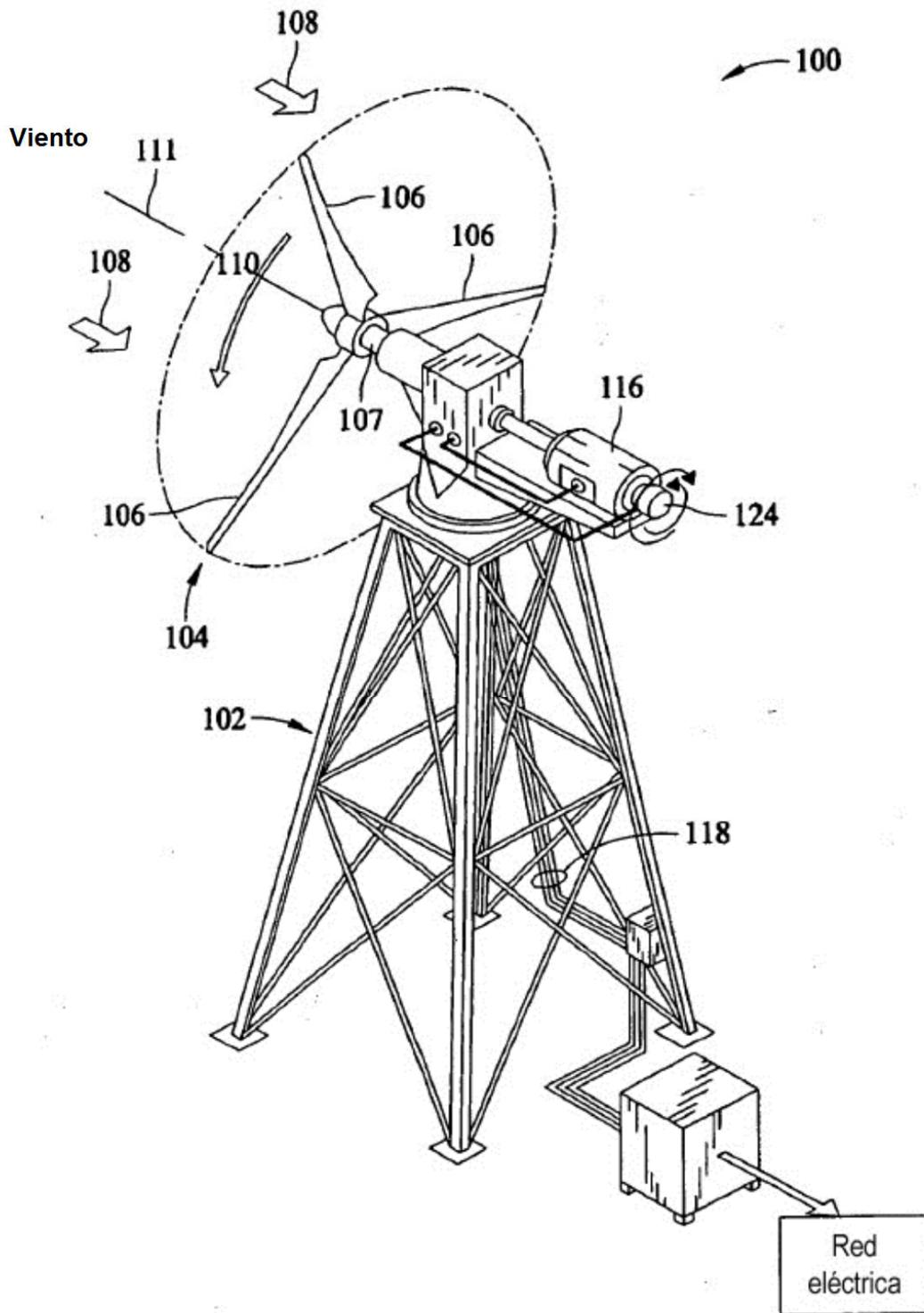


FIG. 1

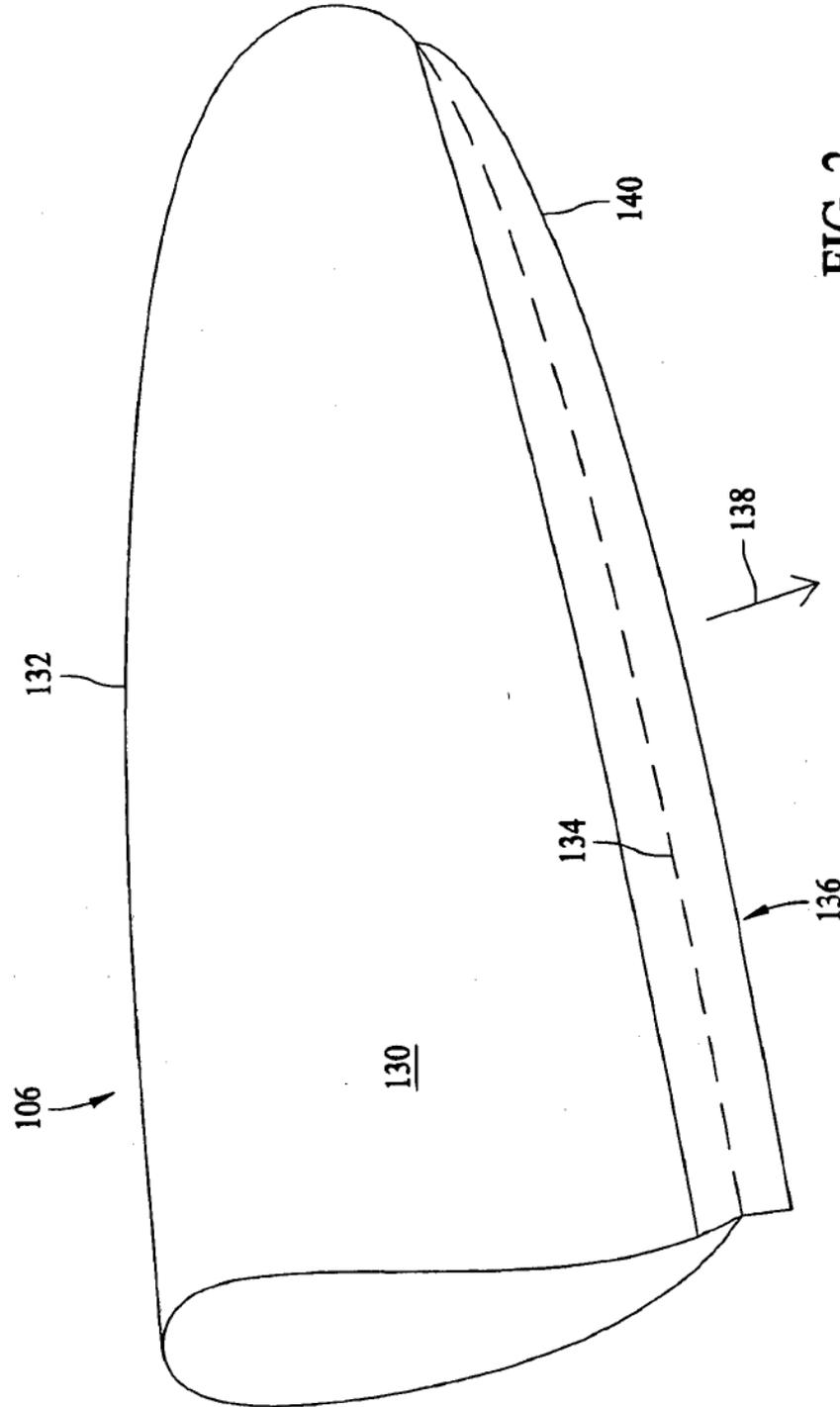


FIG. 2

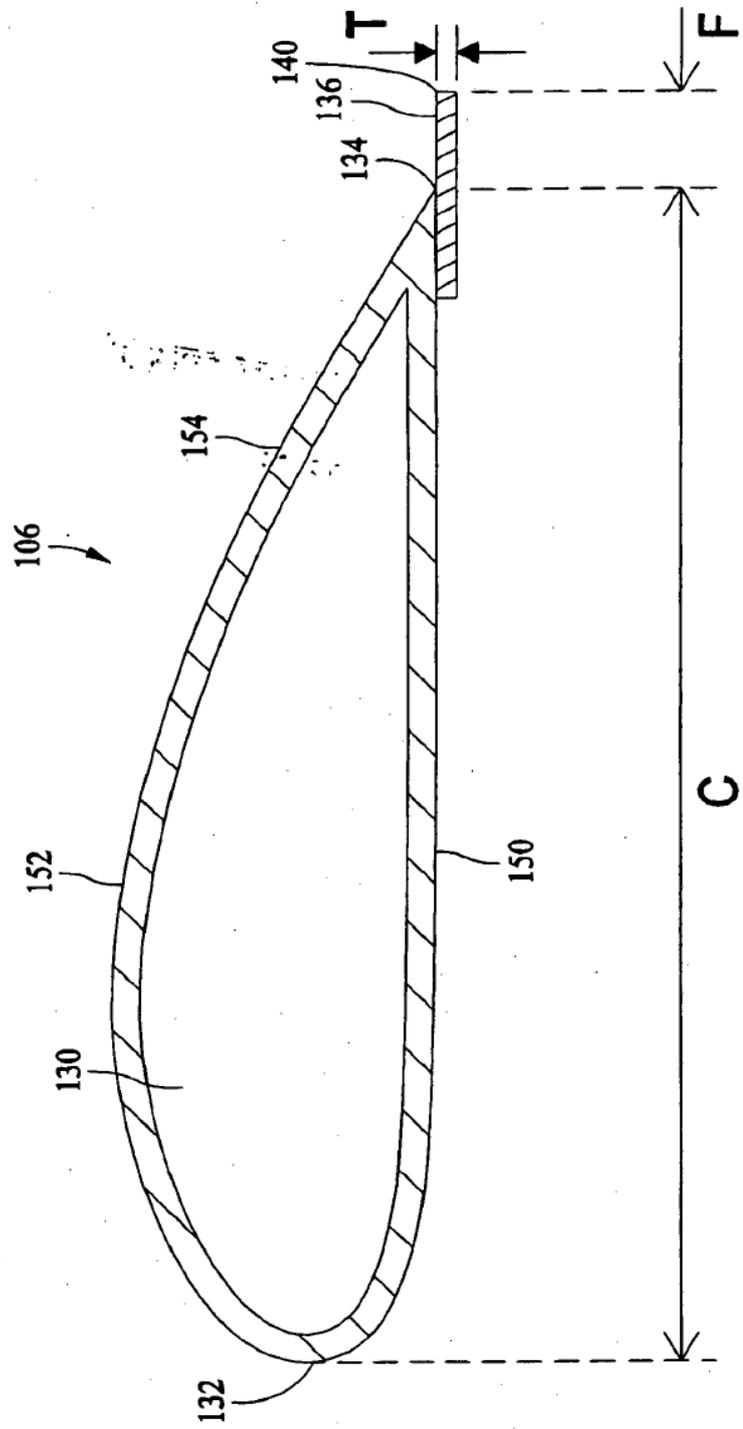


FIG. 3