

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 352**

51 Int. Cl.:

B63H 1/14	(2006.01)
B63H 1/26	(2006.01)
B64C 11/26	(2006.01)
B64C 11/16	(2006.01)
F04D 29/38	(2006.01)
F04D 19/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2015 PCT/AU2015/000209**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO15154131**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2015 E 15776689 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3129278**

54 Título: **Hélice resistente a la pérdida de paso elevado**

30 Prioridad:

08.04.2014 AU 2014901273

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.03.2021

73 Titular/es:

**CLEANFUTURE ENERGY CO LTD. (50.0%)
1339 Arwan Building Floor M, Pracarad Sai 1
Road, Bangsue
Bangkok 10800, TH y
KRUGER, ULI (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KRUGER, ULI y
POCHANA, SUTEPONG**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 810 352 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

Hélice resistente a la pérdida de paso elevado

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una hélice, en particular a una hélice resistente a la pérdida de paso elevado.

5 Antecedentes de la invención

Una hélice es un dispositivo para convertir el par en empuje, convirtiendo de este modo el movimiento de rotación en movimiento lineal acelerando el fluido de manera axial. Para que una hélice genere la máxima cantidad de empuje con la menor cantidad de entrada de potencia del eje, es ventajosa una combinación de pala de paso elevado y baja velocidad de rotación.

10 El paso máximo que se puede aplicar a la hélice está limitado en la práctica por la velocidad del fluido en el que se opera. Si la velocidad de fluido entrante es baja o cero, la pala de la hélice se detendrá en ángulos de paso demasiado elevados y no moverá ningún fluido en absoluto. Por lo tanto, un ventilador o propulsor estático que funciona en condiciones de velocidad cero está limitado en cuanto a cómo de eficiencia puede funcionar debido a las restricciones del ángulo de inclinación.

15 El documento US 2004/009069 A1 describe una pala de hélice con un ángulo de ataque que disminuye de manera no uniforme desde la raíz hasta la punta.

El documento DE 330776 C describe una pala de hélice hiperboloide con un desplazamiento rotacional alrededor del eje mayor del hiperboloide.

20 El documento US 2011/311363 A1 describe una pala de hélice que tiene una forma espiral alrededor de su eje de extensión con el tamaño de la pala disminuyendo hacia la punta.

El objetivo de esta invención es proporcionar una hélice que pueda funcionar a ángulos de paso de pala elevados en condiciones de entrada de velocidad de fluido cero sin estancamiento, proporcionando un empuje equivalente a niveles de entrada de potencia significativamente reducidos en comparación con las hélices de tipo convencional, o al menos proporcionar al público una alternativa útil a las hélices convencionales.

25 Compendio de la invención

En un primer aspecto, la invención comprende una pala de hélice que comprende partes delantera y trasera, y que tiene una geometría de superficie definida por la proyección de las líneas de superficie desde un origen a una espiral tridimensional, en donde la espiral se forma por la proyección de una espiral bidimensional sobre una superficie de revolución definida por una hipérbola.

30 Preferiblemente, la espiral bidimensional es una espiral de Fibonacci.

Preferentemente, la hipérbola es una hipérbola cuadrada y el vértice de la hipérbola es igual a 1 y el foco de la hipérbola es igual a la raíz cuadrada de 2.

Preferiblemente, las porciones delantera y trasera de la pala son simétricas, o para un rendimiento mejorado en una dirección, la parte delantera es más pequeña que la parte trasera.

35 Preferiblemente el grosor de la pala es uniforme.

En otro aspecto, la invención comprende una hélice con una pluralidad de palas de hélice como se describió anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

40 Las características, realizaciones y variaciones preferidas de la invención se pueden distinguir a partir de la siguiente Descripción Detallada que proporciona información suficiente para que los expertos en la materia realicen la invención. La Descripción Detallada no debe considerarse como limitante del alcance del Compendio anterior de la invención de ninguna manera. De hecho, el alcance de la invención se define únicamente por las reivindicaciones adjuntas. La Descripción Detallada hará referencia a una serie de dibujos de la siguiente manera.

45 La Figura 1 muestra una espiral proyectada sobre una superficie de revolución de una hipérbola utilizada para determinar la geometría de una pala de hélice de la presente invención. Se incluye una malla para ayudar a la visualización 3d.

La Figura 2 muestra la figura 1 sin una malla.

La Figura 3 muestra una superficie tridimensional construida a partir de la proyección de la Figura 2 que representa la mitad de la geometría de la superficie de una pala de hélice.

La Figura 4 muestra la superficie de la Figura 3 copiada y girada para producir una geometría de superficie completa de una pala de hélice.

5 La Figura 5 muestra un primer perfil de pala de hélice que se proyecta sobre la superficie de la Figura 4 para formar una primera pala de hélice.

La Figura 6 muestra una primera hélice formada por las tres palas de la Figura 5 desplazadas alrededor de un cubo central.

10 La Figura 7 muestra un segundo perfil de pala de hélice que se proyecta sobre la superficie de la Figura 4 para formar una segunda pala de hélice.

La Figura 8 muestra una segunda hélice formada por las tres palas de la Figura 7 desplazadas alrededor de un cubo central.

La Figura 9 muestra una tercera hélice formada con un perfil asimétrico.

La Figura 10 muestra una cuarta hélice formada que se compara con la hélice de la técnica anterior de la Figura 11.

15 La Figura 11 muestra una hélice de la técnica anterior utilizada para fines de comparación.

Descripción detallada de la invención

20 La siguiente descripción detallada de la invención se refiere a los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos números de referencia en todos los dibujos y la siguiente descripción para referirse a las mismas partes y similares. Las dimensiones de ciertas partes que se muestran en los dibujos pueden haber sido modificadas y/o exageradas con propósitos de claridad o ilustración.

25 La invención describe hélices que comprenden palas escaladas logarítmicamente donde sus contornos de superficie se derivan de los contornos de flujo inherentes a un vórtice natural. Se ha encontrado que las hélices construidas de esta manera se pueden operar en ángulos de paso de pala elevados en condiciones de flujo de entrada de velocidad de fluido cero sin estancamiento, proporcionando un empuje equivalente a niveles de entrada de potencia significativamente reducidos en comparación con las hélices de tipo convencional.

30 El flujo de fluido dentro de un embudo de vórtice ocurre de manera autoorganizada de acuerdo con parámetros geométricos claramente definidos. En un vórtice, el fluido fluirá sin turbulencias y con mayor velocidad. Las palas de la hélice descritas en la invención tienen contornos superficiales derivados de la geometría de la línea de flujo del vórtice, lo que da como resultado hélices que resisten la formación de turbulencias superficiales y generarán un flujo de fluido uniforme y coherente a través de sus superficies. Como resultado, las hélices pueden funcionar en ángulos de inclinación pronunciados en condiciones de baja velocidad de entrada de fluido, sin estancamiento. Al operar a una velocidad de rotación más baja con la misma velocidad de entrega de volumen de aire, se consume significativamente menos potencia del eje y, a medida que se reduce la velocidad de la punta de la pala, también se reduce el ruido. Alternativamente, se puede usar una cantidad fija de potencia para entregar un mayor volumen de aire en comparación con las hélices convencionales.

35 La forma geométrica subyacente de un vórtice es una espiral logarítmica equiangular también conocida como espiral dorada o espiral de Fibonacci, tal como se encuentra a menudo en objetos naturales que van desde conchas marinas hasta galaxias espirales. Cuando se ve tridimensionalmente, el flujo de fluido en un vórtice se puede dibujar como una proyección de una espiral dorada sobre una superficie de revolución de una hipérbola cuadrada donde el vértice es igual a 1 y el foco es igual a la raíz cuadrada de 2.

40 La Figura 1 muestra los componentes geométricos básicos utilizados para definir la superficie de una pala de hélice según la invención. Una hipérbola cuadrada se muestra como 10, y 20 muestra la base formada cuando la hipérbola se gira 360 ° para formar una superficie de revolución. Una espiral 30 dorada se proyecta alrededor del origen de la hipérbola sobre la superficie de revolución para formar una espiral 40 3d correspondiente al flujo de fluido en un vórtice. La Figura 1 se muestra con una cuadrícula para facilitar la visualización. Una representación adicional de la geometría se muestra sin una cuadrícula en la Figura 2.

45 La malla en la Figura 3 muestra una geometría 50 de la primera mitad de la superficie de una pala de hélice, que se forma a partir de líneas que comienzan en el origen (de la espiral y la hipérbola) y terminan en la espiral 40 3d.

50 En la Figura 4, la superficie 50 se copia y gira para formar una segunda superficie 60. Juntas, las superficies crean una superficie continua 70 con contornos de flujo divergentes y convergentes.

Un primer perfil de pala se muestra como 80 en la Figura 5. El perfil de pala se proyecta sobre la superficie 70 para formar una primera pala 90 de hélice.

En la Figura 6 se muestra una primera hélice 100 completa y comprende una pala 90 y dos copias 91 y 92 idénticas espaciadas uniformemente alrededor de un cubo 95.

El perfil simétrico a través de la sección transversal horizontal XY de las primeras palas de la hélice proporciona el mismo rendimiento en ambas direcciones de rotación de la hélice.

- 5 El perfil de la pala puede variar por consideraciones estéticas o de rendimiento, y también la pala puede extenderse o no al centro de la hélice. Dichas variaciones han demostrado tener un impacto mínimo en el rendimiento.

Un segundo perfil simétrico de la pala se muestra como 105 en la Figura 7. El perfil de la pala se proyecta sobre la superficie para formar una segunda pala de hélice 106; que en combinación con otras dos palas forma una segunda hélice 101 como se muestra en la Figura 8.

- 10 En una realización alternativa de la invención, se usa una proyección asimétrica sobre la superficie de la Figura 4 para producir un perfil de pala asimétrico. Una hélice que incorpora dicho perfil de pala se muestra como 102 en la Figura 9. Dicha hélice funcionará en una primera dirección (con la parte más estrecha del perfil hacia adelante) con mayor eficiencia que las hélices simétricas de las Figuras 6 y 8 ya que la altura inferior de la pala reduce la resistencia. La hélice también funcionará en la dirección inversa, aunque con menor eficiencia.

- 15 Se ha demostrado que la hélice 100 de la Figura 6 en las pruebas de túnel de viento tiene una velocidad uniforme y consistente en toda la longitud de la pala, lo que lleva a su eficiencia. En contraste, un ventilador de perfil convencional tiene la velocidad del aire más alta a aproximadamente 2/3 de su diámetro, reduciéndose a cero hacia el centro y la punta.

- 20 Se produjo un prototipo funcional de la invención y se comparó con un ventilador de techo convencional con un diámetro de 1,1 m. A una velocidad de eje de 150 rpm, el ventilador estándar entregó 107 m³/minuto de aire con 9,8 W de potencia. En comparación, el ventilador de la invención que funciona a una velocidad del eje de 100 rpm entrega 114 m³/minuto de aire usando solo 5,7 W de potencia. Esto representa un aumento del 46% en la eficiencia. Otras pruebas y simulaciones de diferentes diámetros y velocidades de aspas han mostrado mejoras comparables. También se ha demostrado que el paso es óptimo a todas las velocidades. Esto es diferente a las hélices convencionales que tienen un paso óptimo que depende de la velocidad. Esto anula la necesidad de un mecanismo de control de paso con la simplicidad obvia y las ventajas de coste. El flujo de aire se ajusta variando la velocidad de la hélice sola, lo que es relativamente simple de implementar. Al poder producir el mismo flujo de aire a una velocidad menor, las hélices funcionan mucho más rápido, con pruebas que muestran una reducción en el ruido de 92 dB a 83 dB medido a 30 cm de las palas.

- 30 Una hélice asimétrica adicional hecha de acuerdo con la invención se muestra como 103 en la Figura 10. El perfil de esta hélice no se extiende hasta el centro. Esta hélice ha sido ampliamente modelada y comparada con uno de los mejores ejemplos de hélices de la técnica anterior en el mercado que se muestra como 200 en la Figura 11.

- 35 Una traza de velocidad del flujo de aire a través de las hélices muestra un flujo de aire coherente directo a través de la hélice 103 de la invención, pero un flujo de aire turbulento a través de la hélice 200 de la técnica anterior. Los gráficos de presión de las hélices muestran zonas mínimas de alta presión en el frente exterior borde posterior de la hélice 103, pero importantes zonas de alta presión a lo largo del borde posterior delantero y a lo largo del borde delantero posterior de la hélice 200. En consecuencia, la potencia de eje necesaria para producir un flujo de aire de 891 m³/min. usando un ventilador de 1,5 m de diámetro es solo 1,198 kW para el ventilador 103 en comparación con 1,832 kW para el ventilador 200 de la técnica anterior.

- 40 La hélice también es diferente a muchas hélices tradicionales, ya que no necesita actuar como un perfil aerodinámico y, por lo tanto, puede hacerse de un espesor uniforme. Esto es ventajoso ya que simplifica enormemente la construcción de las hélices, ya que pueden estamparse a partir de una lámina de metal. Las hélices también pueden ser extremadamente delgadas, reduciendo así la resistencia.

- 45 En una realización adicional de la invención, no mostrada, las partes delantera y trasera de la hélice se hacen asimétricas. Se ha descubierto que una hélice con un perfil más pronunciado ofrece ventajas de rendimiento aún mayores.

- 50 El lector apreciará ahora la presente invención, que proporciona una hélice que puede funcionar en elevados ángulos de paso de pala en condiciones de entrada de flujo de velocidad de fluido cero sin estancamiento, proporcionando un empuje equivalente a niveles de entrada de potencia significativamente reducidos en comparación con las hélices de tipo convencional.

- 55 Se pueden hacer más ventajas y mejoras a la presente invención sin desviarse de su alcance. Aunque la invención se ha mostrado y descrito en lo que se concibe como la realización más práctica y preferida, no debe limitarse a los detalles divulgados en el presente documento, sino que debe otorgarse el alcance completo de las reivindicaciones. Cualquier discusión de la técnica anterior a lo largo de la especificación no debe considerarse de ninguna manera como una admisión de que dicha técnica anterior es ampliamente conocida o forma parte del conocimiento general común en este campo.

En la presente memoria descriptiva y las reivindicaciones (si las hay), la palabra "comprendiendo" y sus derivados que incluyen "comprende" y "comprenden" incluyen cada uno de los números enteros indicados pero no excluye la inclusión de uno o más números enteros adicionales.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una pala (90) de hélice que comprende partes delantera y trasera, y que tiene una geometría de superficie definida por la proyección de líneas de superficie desde un origen a una espiral (40) tridimensional, en donde la espiral (40) se forma por la proyección de una espiral (30) bidimensional sobre una superficie de revolución definida por una hipérbola.
2. Una pala (90) de hélice según la reivindicación 1 en donde la espiral (30) bidimensional es una espiral de Fibonacci.
3. Una pala (90) de hélice según la reivindicación 1 en donde la hipérbola es una hipérbola cuadrada.
- 10 4. Una pala (90) de hélice según la reivindicación 3 en donde el vértice de la hipérbola es igual a 1 y el foco de la hipérbola es igual a la raíz cuadrada de 2.
5. Una pala de hélice (90) según la reivindicación 1 en donde las partes delantera y trasera de la pala (90) son simétricas.
6. Una pala (90) de hélice según la reivindicación 1 en donde la parte delantera es más pequeña que la parte trasera.
- 15 7. Una pala (90) de hélice según la reivindicación 1 en donde el grosor de la pala (90) es uniforme.
8. Una hélice (100) que comprende una pluralidad de palas de hélice según la reivindicación 1.

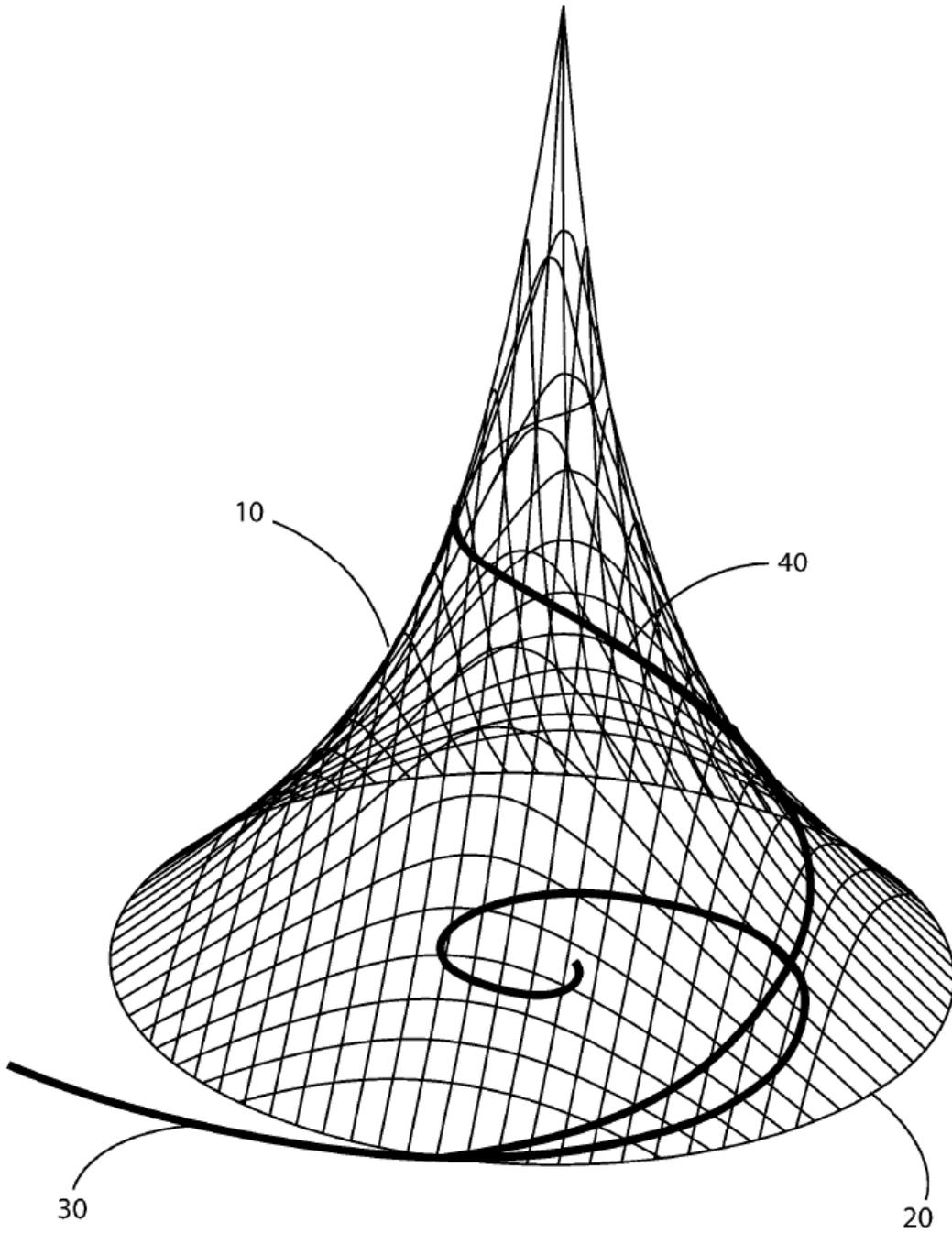


Figura 1

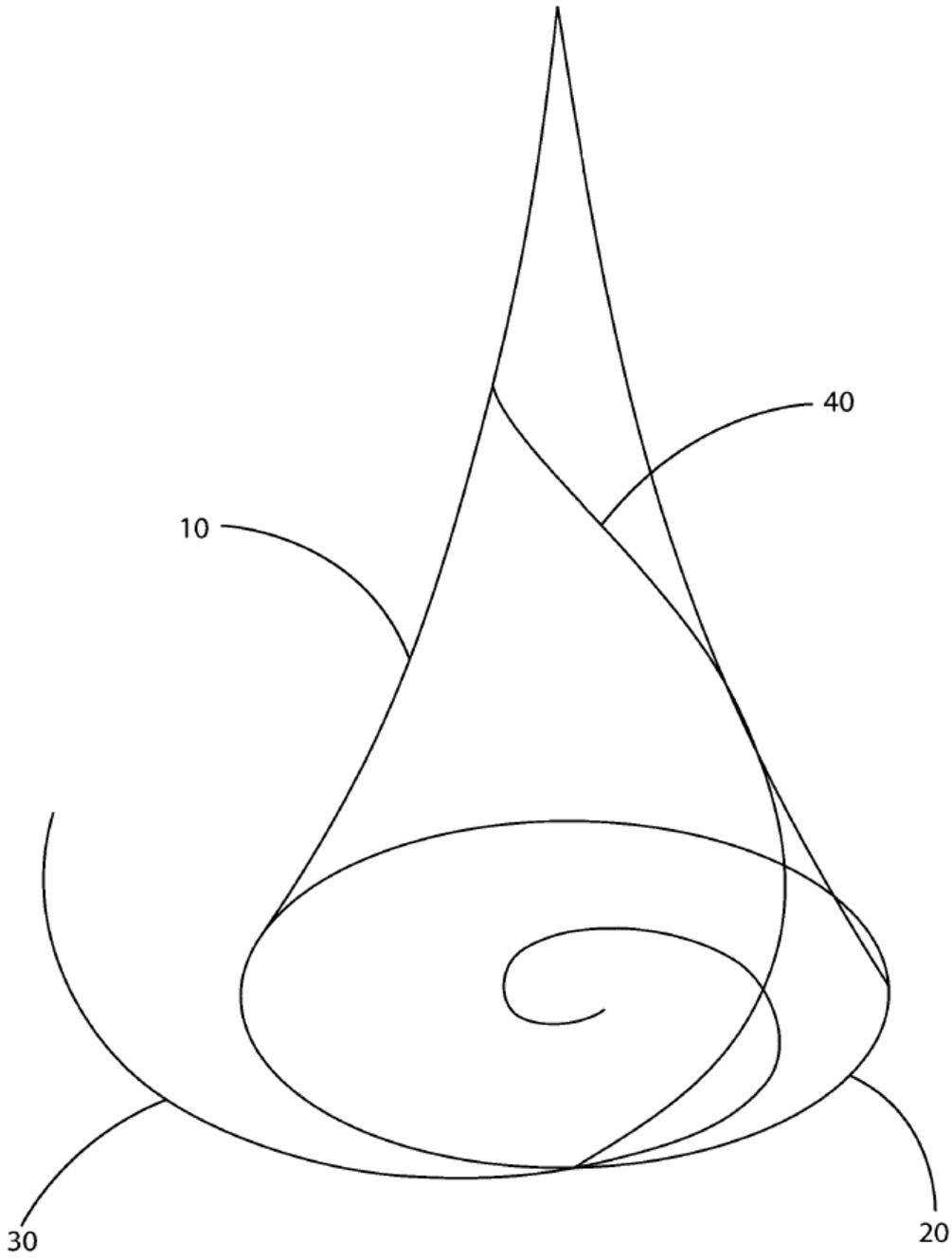


Figura 2

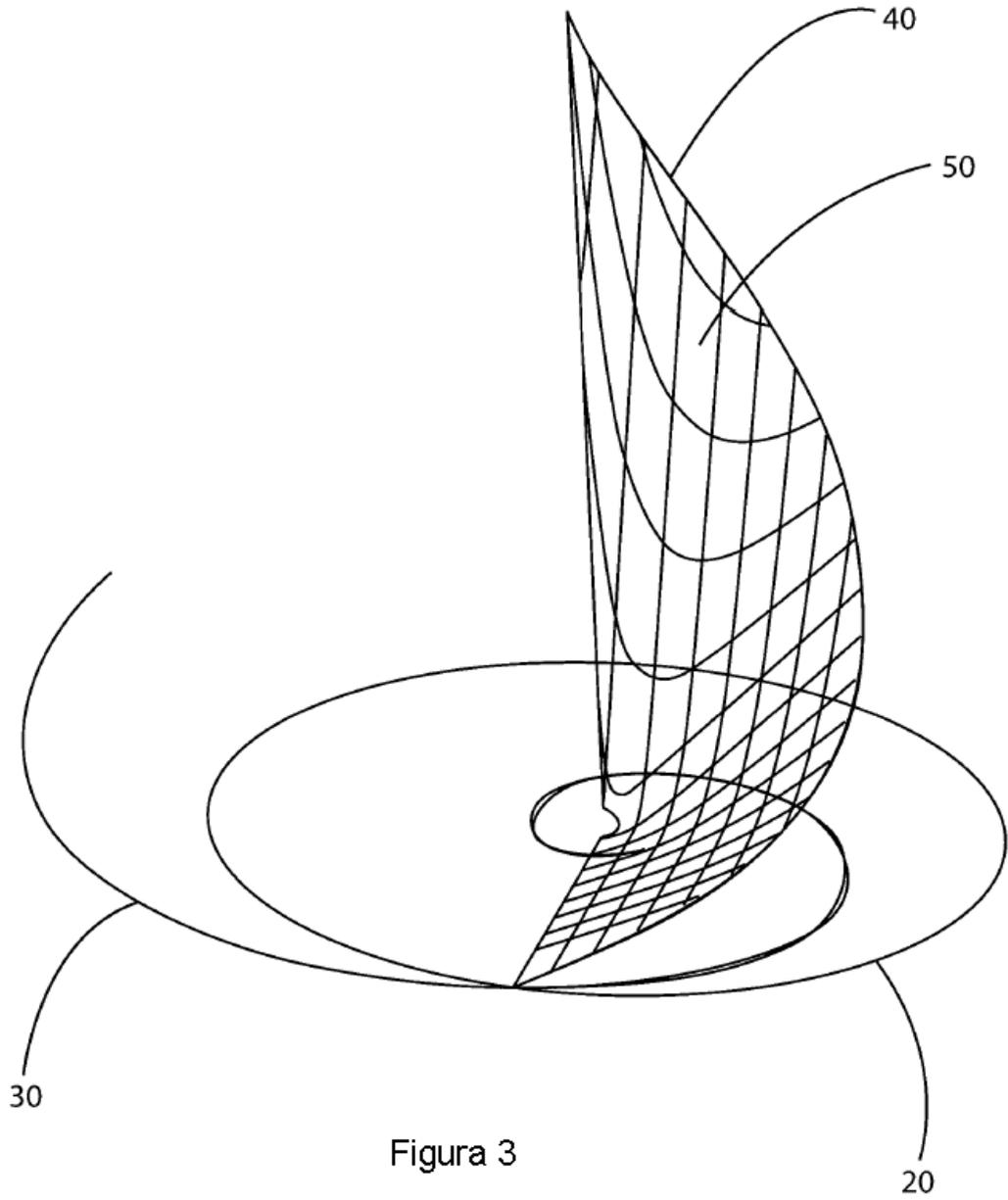


Figura 3

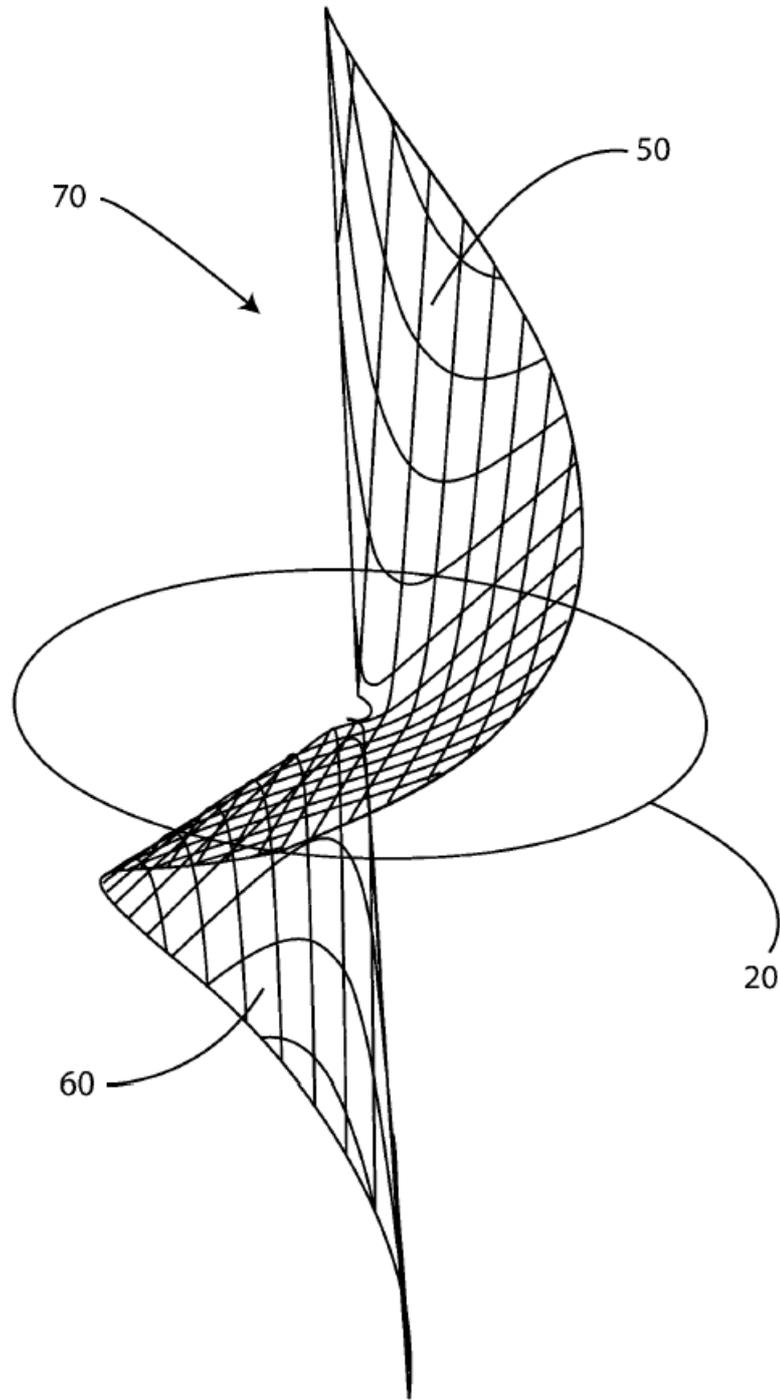


Figura 4

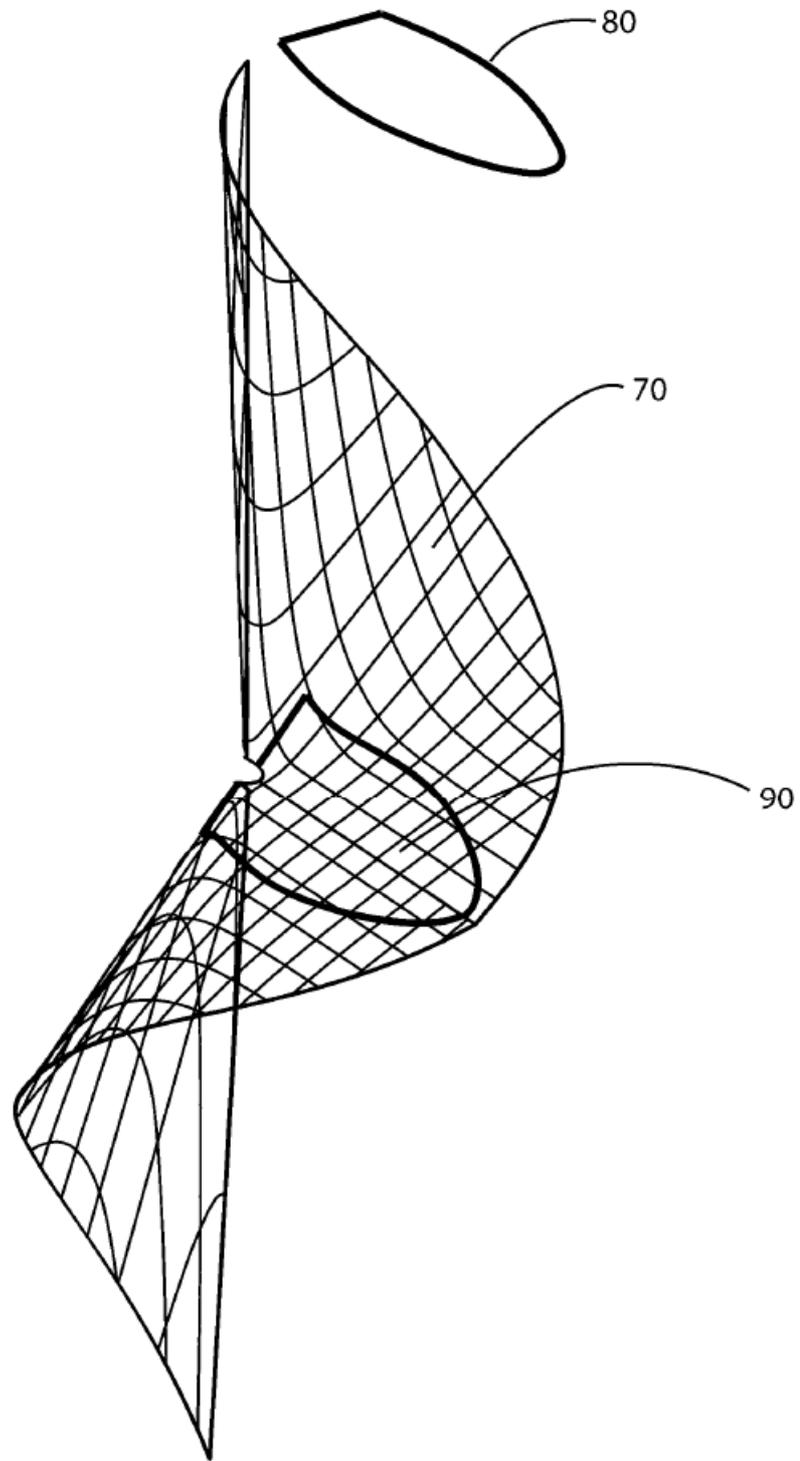


Figura 5

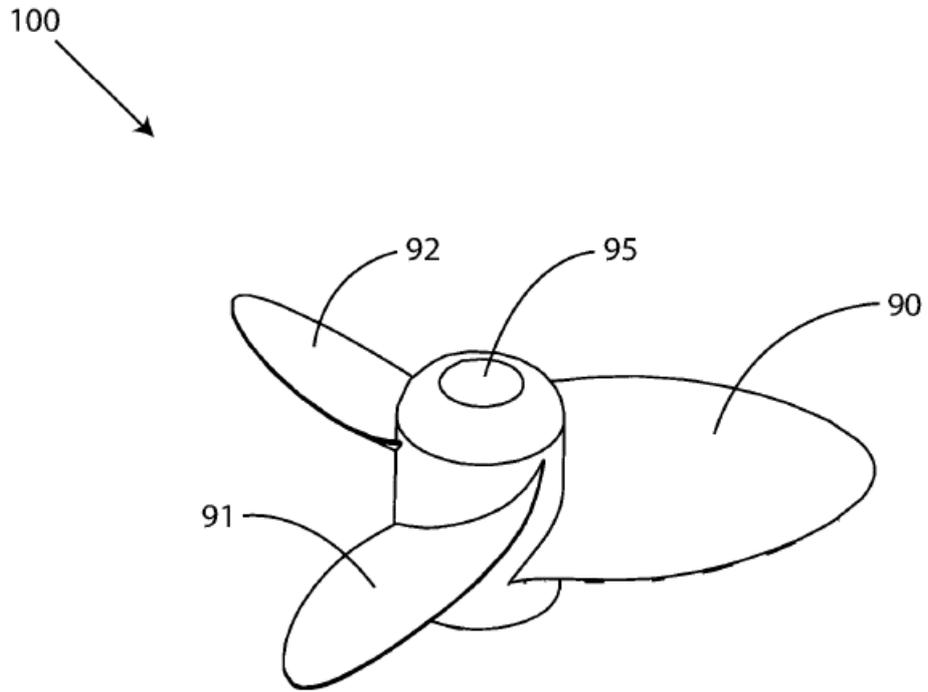


Figura 6

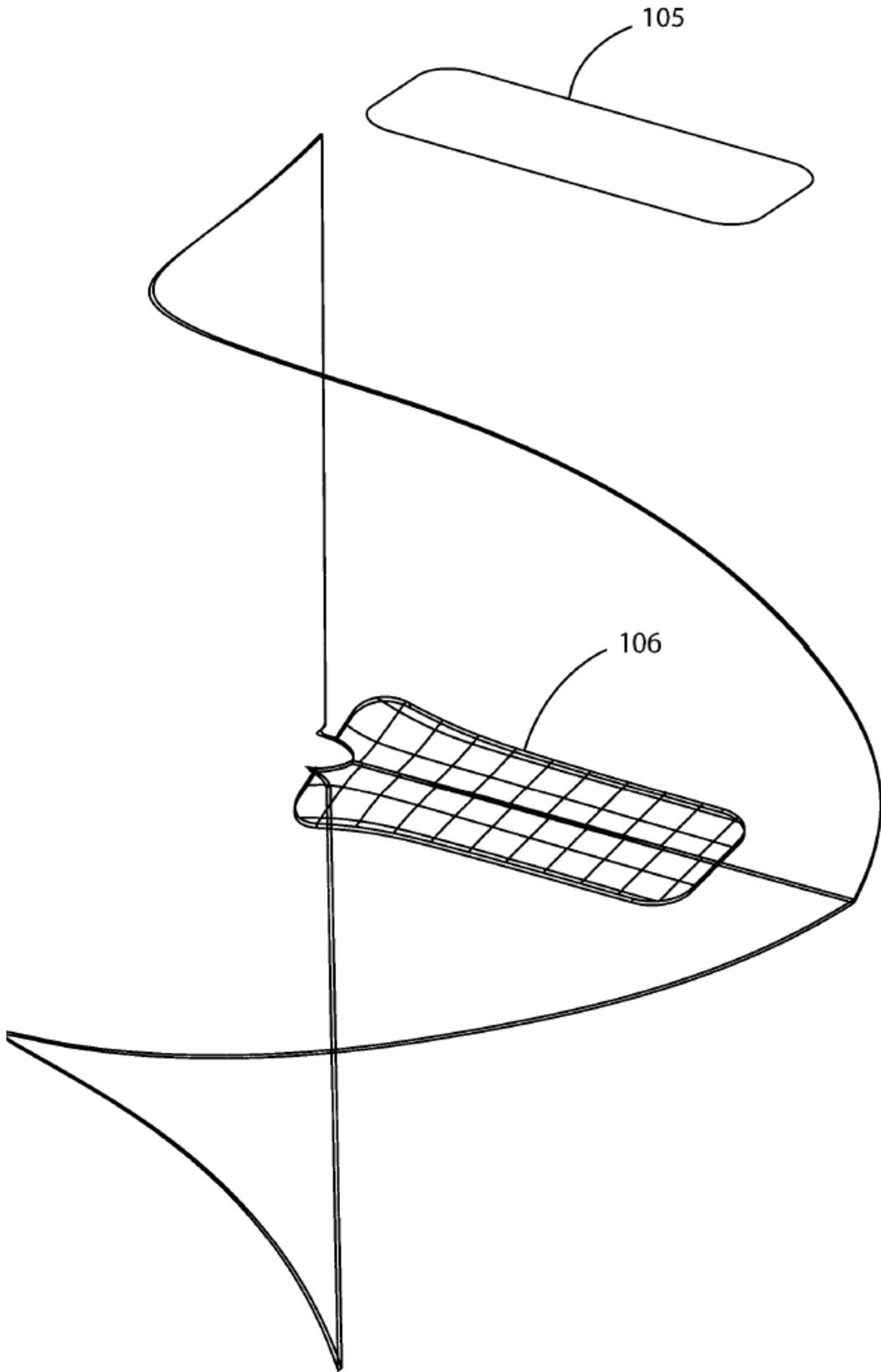


Figura 7

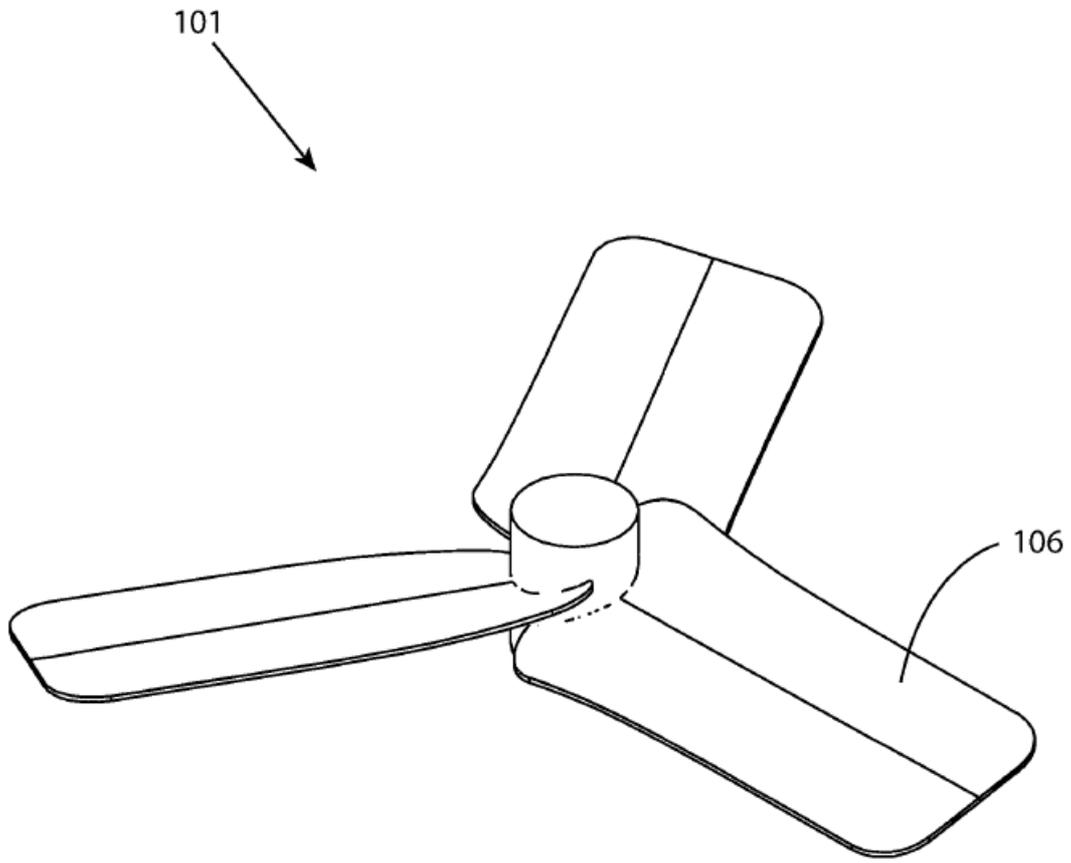


Figura 8

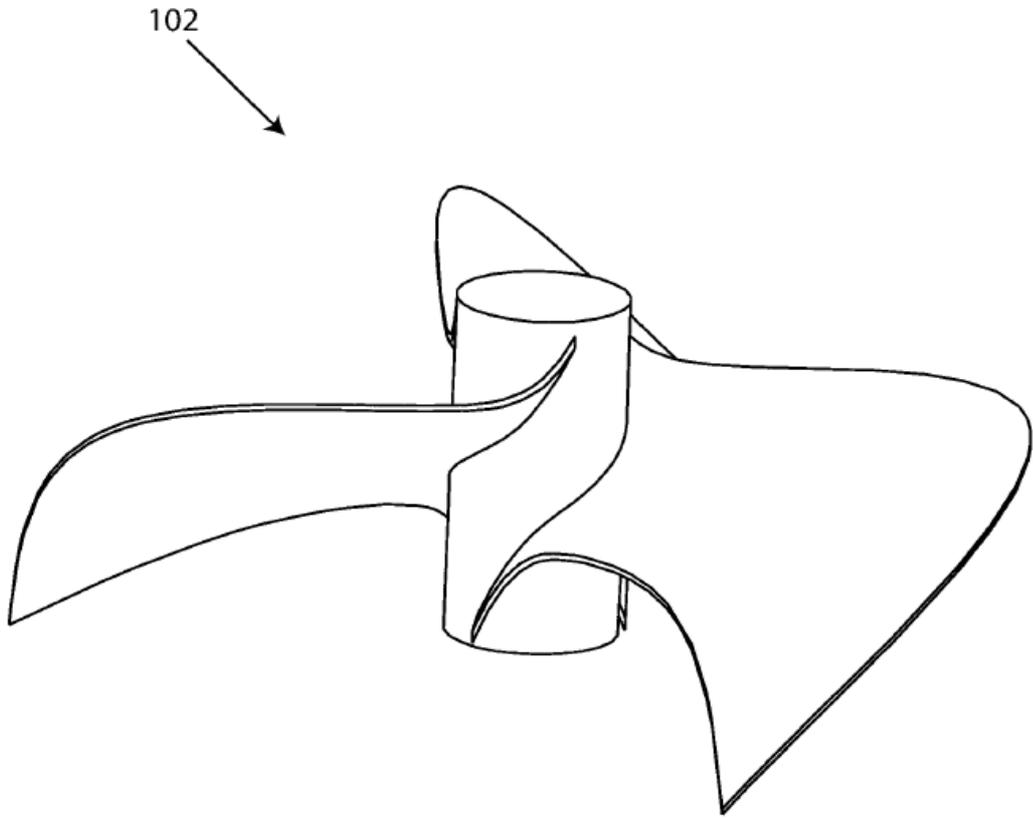


Figura 9

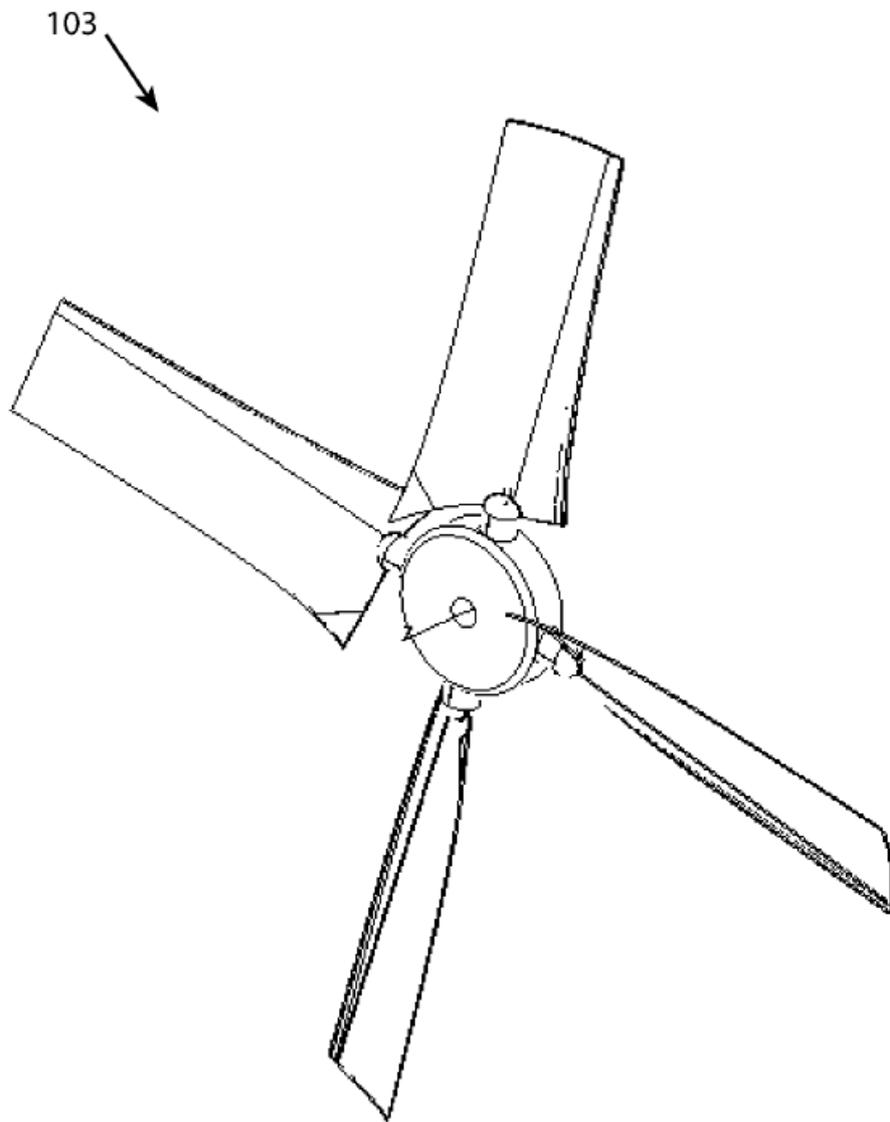


Figura 10

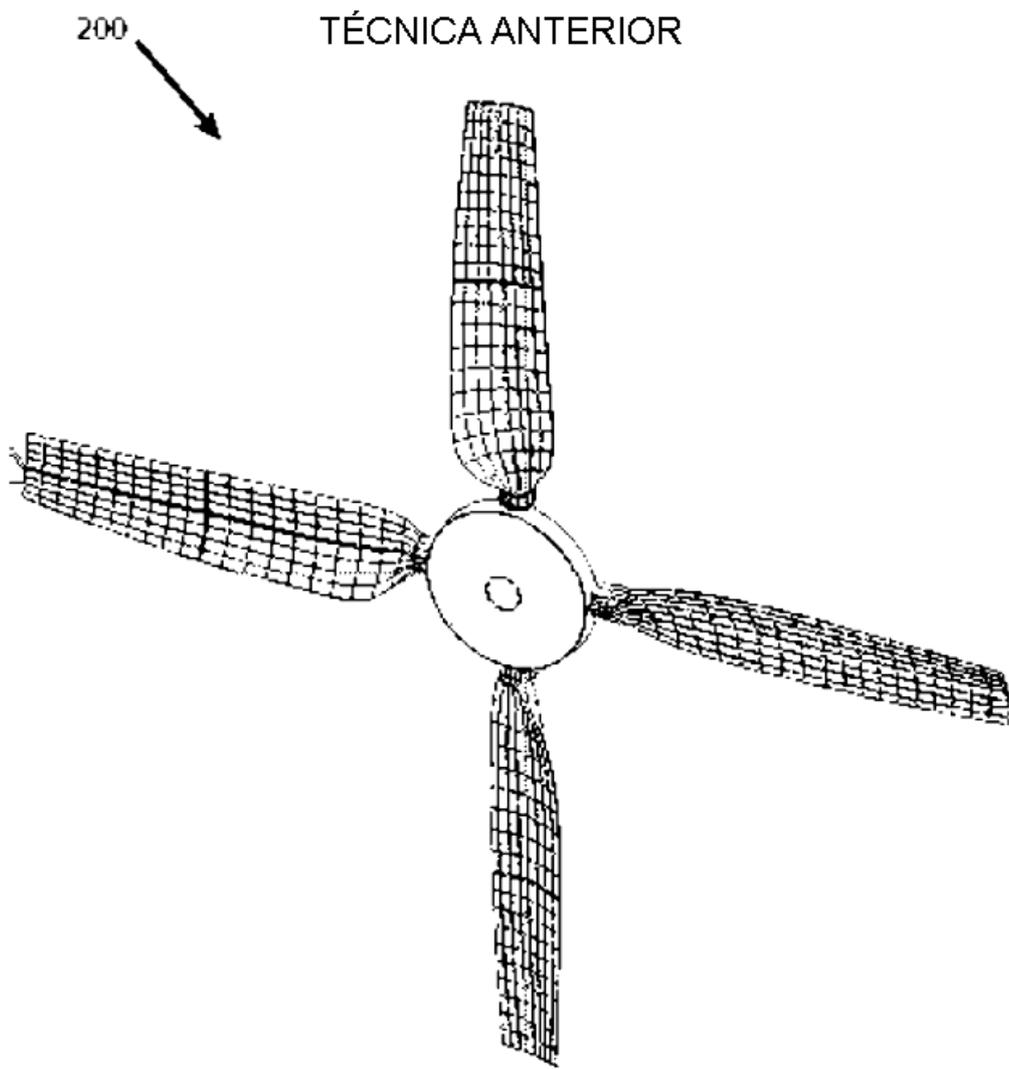


Figura 11