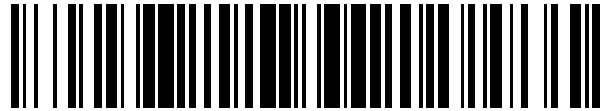


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 477 942**

51 Int. Cl.:

F03D 3/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2010 E 10744717 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.04.2014 EP 2507510**

54 Título: **Turbina**

30 Prioridad:

30.11.2009 GB 0920929

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

18.07.2014

73 Titular/es:

**CROSS-FLOW ENERGY COMPANY LIMITED
(100.0%)**

**Technium Digital Singleton Park
Swansea, South Wales SA2 8PP, GB**

72 Inventor/es:

**TAY, BOB;
FENWICK-WILSON, ANTHONY;
CROSS, MARK;
CROFT, NICK;
ROLLAND, SAM y
WILLIAMS, ALISON**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 477 942 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).

DESCRIPCION

Turbina

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una turbina para capturar energía de un flujo de fluido, en particular una turbina de viento. Sin embargo, la invención se puede aplicar también a turbinas accionadas por agua.

10 Antecedentes de la invención

15 La energía que fluye en los fluidos tales como del viento, que fluye de los ríos y de las mareas es una fuente de energía para generar, por ejemplo, electricidad sin producir emisiones de contaminantes tales como dióxido de carbono. En la actualidad hay una necesidad de dispositivos que puedan generar energía eléctrica del viento u otros flujos de fluidos eficiente y económicamente. Incluso los dispositivos comerciales e industriales existentes tienen un período de amortización excesivo que hace muy difícil de justificar sobre una base puramente económica y comercial.

Hay dos tipos principales de turbinas de viento:

20 La turbina de viento de eje horizontal (HAWT) donde el viento sopla a lo largo del eje de rotación, a través del "disco" formado por las aspas giratorias; y
La turbina de viento de eje vertical (VAWT) donde el viento es perpendicular al eje de rotación.

25 La HAWT es un diseño de la hélice, con aspas largas unidas en un extremo a un buje giratorio. Una vez que gira, la dirección del viento aparente que afecta a cada aspa varía a lo largo de la longitud del aspa, que está retorcida a fin de alcanzar un rendimiento óptimo. Ahora parece aceptado que solamente el tercio exterior de la longitud del aspa genera energía apreciable. Los tamaños más grandes de HAWTS crean importantes problemas de ingeniería y de instalación y son ruidosos.

30 La VAWT se ejemplifica por el diseño de Darrieus descrito primero por Georges Jean Marie Darrieus en la patente de Estados Unidos núm. 1,835,018. La turbina tiene un eje que gira alrededor de un eje que se extiende perpendicularmente hacia la dirección del viento. La turbina tiene una pluralidad de aspas, que están conectadas mecánicamente al eje. Las aspas tienen una sección aerodinámica, que se extiende a lo largo de un eje que es una tangente a un círculo concéntrico con el eje. El viento que sopla a través de la turbina, genera un empuje transversal y por lo tanto la rotación del eje.

35 Los diseños recientes de las VAWTs por Turby B.V de Lochem, Países Bajos y XC02/Quiet Revolution (solicitud de patente del Reino Unido núm. GB-A-2404227) tienen tres aspas que giran alrededor de un eje longitudinal en el que el extremo superior y el extremo inferior de las aspas están desplazados uno con respecto a otro horizontalmente de manera que cada aspa tiene una forma como de hélice. Otros diseños para turbinas de viento de eje vertical se describen en JP 2008-025518, 40 WO 2006/039727, WO 02/095221, DE 24 44 803, DE 24 51 751, US 2003/0209911 y WO 2006/095369. Otros diseños de turbinas de viento se describen en US 5,332,354 y US 2003/0133782,

Resumen de la invención

45 La presente invención proporciona una turbina para capturar energía de un flujo de fluido, en particular una turbina de viento, de acuerdo con la reivindicación 1.

50 Se ha encontrado una turbina que tiene la configuración definida anteriormente para tener salida de potencia superior y eficiencia en comparación con los diseños anteriores. Particularmente, muchos diseños anteriores se basan en el efecto Venturi para canalizar el flujo de aire a través de la turbina. El diseño de acuerdo con la invención, al menos en las modalidades actualmente preferidas, crea una región de alta presión en la región del miembro de protección que acelera el fluido dentro y a través del dispositivo. El centro abierto de la turbina permite que cada aspa del rotor interactúe con el fluido dos veces: una vez cuando el fluido entra al rotor y una vez cuando el fluido sale de este rotor. Esto permite que la turbina 55 extraiga la energía máxima del fluido.

60 La superficie radialmente hacia dentro del miembro de protección sigue a una porción de la circunferencia del rotor. Sin embargo, no es necesario, aunque es posible que la superficie radialmente hacia dentro del miembro de protección siga la circunferencia del rotor a lo largo de la totalidad de la longitud de la superficie radialmente hacia dentro. Por lo tanto la superficie radialmente hacia dentro puede diferir de la dirección circunferencial del rotor, por ejemplo en la dirección de sotavento de la superficie radialmente hacia dentro.

5 El ángulo entre la primera dirección y la dirección radial del rotor puede ser mayor que 0 grados, deseablemente mayor que 15 grados, preferentemente mayor que 30 grados, más preferentemente mayor que 45 grados, aún más preferentemente mayor que 60 grados. El ángulo entre la primera dirección y la dirección radial del rotor puede ser menor a 90 grados, preferentemente menor a 85 grados, más preferentemente menor a 80 grados. Un intervalo preferido para el ángulo entre la primera dirección y la dirección radial del rotor está entre 60 grados y 80 grados.

10 El ángulo entre la primera dirección y la segunda dirección puede ser mayor que 40 grados, preferentemente mayor que 60 grados. Un intervalo preferido para el ángulo entre la primera dirección y la segunda dirección está entre 60 grados y 100 grados, la segunda porción se puede considerar para extenderse en una segunda dirección que hace un ángulo (máximo) mayor que 180 grados en la dirección contraria a la rotación en contra de la primera dirección.

15 La superficie radialmente hacia fuera del miembro de protección comprende una tercera porción que confluye con la segunda porción. Al menos una porción de la tercera porción se extiende en una tercera dirección que hace un ángulo mayor que 0 grados en la dirección de rotación con la segunda dirección. Por lo tanto, al menos una porción de la tercera porción se puede extender en una tercera dirección que hace un ángulo de menos de 180 grados en la dirección contraria a la rotación en contra de la segunda dirección. El ángulo entre la segunda dirección y la tercera dirección puede ser menor a 90 grados, preferentemente menor a 60 grados. El ángulo entre la segunda dirección y la tercera dirección puede ser mayor que 30 grados. Un intervalo preferido para el ángulo entre la segunda dirección y la tercera dirección es entre 30 grados y 60 grados, en cierras modalidades, donde la tercera porción es particularmente corta, el ángulo entre la segunda porción y la tercera porción puede ser mayor que 90 grados.

25 Donde la superficie radialmente hacia fuera del miembro de protección es curvada, la primera dirección y/o la segunda dirección y/o la tercera dirección se pueden determinar con referencia a la tangente a la porción relevante de la superficie curvada. Por lo tanto, de acuerdo con la invención, las superficies curvadas se seleccionan para tener cada una al menos una tangente que cumple con los requerimientos de la dirección relevante.

30 La tercera porción puede tener una longitud mayor que la mitad del radio del rotor y menor una tercera parte del radio del rotor. Preferentemente la tercera porción tiene una longitud mayor que 70% del radio del rotor, más preferentemente la tercera porción tiene una longitud mayor que el radio del rotor. Preferentemente la tercera porción tiene una longitud menor que dos veces el radio del rotor. La tercera porción puede tener una longitud menor al radio del rotor. En la determinación de una longitud adecuada para la tercera porción (cola), hay una compensación entre la salida de potencia de la turbina y la estabilidad y la capacidad de fabricación del dispositivo general.

35 Las aspas de rotor pueden tener una sección transversal arqueada. En este sentido, el arqueado no implica que las aspas de rotor estén formadas por un arco de un círculo, aunque esto es posible, simplemente que las aspas de rotor estén curvadas de alguna manera. Un diseño de aspa curvada con una superficie posterior cóncava es eficaz en la "captura" del flujo de fluido. De manera similar, una superficie delantera convexa del aspa del rotor puede guiar el flujo de fluido a través de la turbina.

40 Las aspas se pueden inclinar con respecto a la dirección radial del rotor. Por lo tanto, una línea de acorde entre los extremos de la sección transversal arqueada de las aspas puede formar un ángulo mayor que 0 grados y menor a 45 grados en la dirección contraria a la rotación con la dirección radial hacia fuera del rotor. El uso del término "línea de acorde" no pretende dar a entender que las aspas están formadas por un arco de un círculo, aunque esto es posible. El ángulo de la línea de acorde a la dirección radial del rotor puede ser mayor que 5 grados, preferentemente mayor que 10 grados. El ángulo de la línea de acorde a la dirección radial del rotor puede ser menor a 40 grados, deseablemente menor a 35 grados, preferentemente menor a 30 grados, más preferentemente menor a 25 grados, aún más preferentemente menor a 20 grados.

45 No es necesario que todas las aspas de rotor sean idénticas en tamaño, posición u orientación, aunque esto simplifica el diseño y la fabricación de la turbina. En cierras modalidades de la invención, las aspas de rotor pueden tener una configuración helicoidal. Por tanto, las aspas se pueden extender longitudinalmente no sólo en una dirección paralela al eje de rotación de la turbina, sino también en una dirección que es tangencial al eje de rotación, de manera que definen una hélice.

50 Típicamente, la turbina puede comprender más de cinco aspas de rotor y menos de 19 aspas de rotor. Deseablemente, la turbina puede comprender más de siete aspas de rotor. Deseablemente, la turbina puede comprender menos de 17 aspas de rotor, preferentemente menos de 15 aspas de rotor y más preferentemente menos de 13 aspas de rotor, aún más preferentemente menos de once aspas de rotor, más preferentemente menos de nueve aspas de rotor. Un diseño de la turbina actualmente preferido para la producción de un prototipo de tamaño completo comprende ocho aspas de rotor.

La extensión de las aspas de rotor en la dirección radial del rotor puede ser mayor que el 10% del radio del rotor y menor a 50% del radio del rotor. Deseablemente, la extensión de las aspas de rotor en la dirección radial del rotor puede ser mayor que 15%, preferentemente mayor que 20%, más preferentemente mayor que 25% del radio del rotor. Deseablemente, la extensión de las aspas de rotor en la dirección radial del rotor puede ser menor a 45%, preferentemente menor a 40% del radio del rotor.

La turbina puede comprender un miembro para dirigir el flujo dentro del espacio sustancialmente cilíndrico. El miembro para dirigir el flujo puede tener una superficie radialmente hacia fuera que sigue sustancialmente a una porción de la circunferencia del espacio sustancialmente cilíndrico. El miembro para dirigir el flujo puede tener una superficie radialmente hacia dentro que reproduce sustancialmente la superficie radialmente hacia fuera.

La turbina se puede configurar de manera que el radio del rotor que se une al miembro de protección hace un ángulo ("el ángulo del viento") de al menos cero grados y hasta 45 grados con la dirección de flujo de fluido incidente en la turbina rotor. El ángulo del viento puede ser mayor que 0 grados, preferentemente mayor que 5 grados, más preferentemente mayor que 10 grados. El ángulo del viento puede ser menor que 45 grados, preferentemente menor que 35 grados, más preferentemente menor que 25 grados. Un intervalo preferido para el ángulo del viento está entre 10 grados y 25 grados.

Breve descripción de las figuras

Las modalidades preferidas de la presente invención se describirán ahora en más detalle a modo de ejemplo solamente, y con referencia a los dibujos acompañantes en los cuales:

La Figura 1 es una vista en planta de un dispositivo para explicar la presente invención;

La Figura 2a es una sección transversal de una porción del dispositivo de la Figura 1;

La Figura 2b es una sección transversal de una modalidad alternativa de una porción del dispositivo de la Figura 2a;

La Figura 3 es una vista en planta de un dispositivo para explicar la presente invención;

La Figura 4 es una vista esquemática en planta de una turbina de acuerdo con una modalidad de la invención; y

La Figura 5 es una vista esquemática en planta de una turbina de acuerdo con una modalidad adicional de la invención.

Descripción detallada de la modalidad preferida

Se muestra un dispositivo 100 para trasladar el flujo de fluido en movimiento giratorio, en la forma de una turbina de viento, en la Figura 1. Las aspas de accionamiento se extienden a lo largo del eje de rotación y el eje de rotación se proyecta verticalmente desde la tierra. Por lo tanto, el dispositivo se puede describir como una turbina de viento de eje vertical. La dirección del flujo de fluido y el eje de rotación del dispositivo de la Figura 1 son perpendiculares entre sí. El dispositivo puede tomar la forma de un arreglo sencillo con un componente de rotación, que convierte la energía cinética del viento en momento de torsión en un eje giratorio.

Como se muestra en la Figura 1, el dispositivo 100 comprende un rotor formado de un eje 102 al que está conectado y alrededor del cual se localiza una pluralidad de aspas 104. Las aspas 104 se conectan al eje 102 mediante un disco 101. El disco 101 está centrado en y conectado al eje 102. En sección transversal, las aspas 104 están arqueadas con una superficie delantera convexa y una superficie posterior cóncava. Las aspas 104 están separadas por igual radialmente del eje 102 y las aspas 104 están separadas por igual circunferencialmente unas con respecto a otras. Los ejes longitudinales de las aspas 104 se extienden sustancialmente paralelos al eje 102. Las aspas 104 son todas idénticas y rectas. Las aspas también podrían ser helicoidales, es decir torcidas alrededor del eje de rotación a medida que se extienden a lo largo de él. Las aspas también podrían extenderse hacia el eje de rotación a medida que se extienden a lo largo del eje.

El eje de rotación 102 se puede conectar a una dinamo u otro dispositivo de generación de electricidad a fin de generar electricidad del flujo de fluido. Alternativamente, se podría usar como una fuerza motriz o en una combinación de la fuerza motriz y generación de electricidad.

La forma de la sección transversal de las aspas 104 se muestra en la Figura 2a. Las aspas 104 tienen un perfil curvado (arqueado), que se estrechan hasta un punto en cada extremo o borde 105. De extremo a extremo, la superficie de la cara superior (delantera) o curvatura 106 es más larga que el lado inferior (posterior) o curvatura 108. Por lo tanto, cada aspa 104 tiene una sección transversal de forma aerodinámica. En esta modalidad, las aspas 104 son simétricas alrededor de una línea perpendicular hasta una línea de acorde 107. La línea de acorde 107 o eje es una línea recta que se extiende o está definida entre los extremos 105 del aspa 104. Las aspas 104 se pueden localizar de manera que la línea de acorde o eje del acorde 107 de cada aspa pasa a través del eje de rotación del dispositivo 100 (línea 113 en la Figura 1), pero esto no se prefiere.

Se muestra una sección transversal de aspa alternativa en la Figura 2b y se le ha dado a los elementos similares números de referencia similares. En lugar de los extremos de cada aspa 104 que forma un punto, se filetean los extremos 120.

En el ejemplo de la Figura 1, la orientación de las aspas es de manera que el dispositivo se hace girar en dirección del sentido de las manecillas del reloj mostrada por las flechas 112. Debido a su orientación, no todas las aspas 104 impulsan el dispositivo 100 en la dirección deseada. En el ejemplo de la Figura 1, las aspas marcadas con "x" crean resistencia y crean una fuerza vectorial que impulsa el disco en la dirección opuesta (en sentido contrario de las manecillas del reloj). En términos muy generales, las aspas marcadas con "a" crean una fuerza vectorial, que impulsa el dispositivo en dirección del sentido de las manecillas del reloj como lo hacen las aspas marcadas con "b". Las aspas "x" que crean resistencia e impulsan el dispositivo en sentido contrario de las manecillas del reloj se localizan en un ángulo θ_x , entre 145° y 255°. Las aspas "a", que impulsan el dispositivo en sentido de las manecillas del reloj, se localizan en un ángulo θ_a , entre 255° y 35°. Las aspas "b", que impulsan también el dispositivo en sentido de las manecillas del reloj, se localizan en un ángulo θ_b , entre 35° y 145°. Por lo tanto, las aspas que giran 250° impulsan el dispositivo en una dirección en sentido de las manecillas del reloj.

En el dispositivo de la Figura 3, que está fuera del alcance de la invención como se reivindica ahora (donde los mismos elementos como los de la Figura 1 están dados por números de referencia similares), se usan las guías o aletas 150 para guiar el flujo de fluido para aumentar la porción de las aspas 104 del dispositivo 148, que genera impulso en la dirección deseada (en este caso, en sentido de las manecillas del reloj). Los resguardos o protectores 152 se usan para reducir la porción de las aspas 104 del dispositivo que genera el momento de torsión en la dirección opuesta no deseable (en este caso, en sentido contrario de las manecillas del reloj). A fin de mejorar u optimizar el ángulo de ataque del flujo de fluido sobre las aspas, típicamente las guías se localizan perpendiculares a la dirección instantánea o lineal del movimiento de las aspas a medida que giran o son perpendiculares a la circunferencia o borde del disco al que están conectadas las aspas. Se proporcionan los protectores de manera que, al menos en parte, se impide que el fluido fluya sobre la porción de las aspas que están orientadas con relación a la dirección de flujo de fluido de manera que producen una fuerza vectorial contraria a la dirección deseada.

El uso de guías o aletas como se muestra en esta modalidad no se prefiere como será evidente a partir de las modalidades de las Figuras 6 y 6.

Los protectores 152 (se muestran individualmente como V_1 y V_2 en la Figura 3) se fijan a cada lado del eje 102. Sus bordes interiores 154 están curvados hacia fuera en ambos extremos del eje. Esta figura forma un canal Venturi a través del cual fluyen los fluidos. Los bordes exteriores 156 de los protectores V_1 y V_2 están curvados hacia dentro, paralelos a la circunferencia exterior del dispositivo. El espacio entre los bordes exteriores 156 de los protectores 152 y la circunferencia exterior es de un tamaño que permite que las aspas 104 se muevan. Los lados de barlovento 158 de los protectores V_1 y V_2 están inclinados entre sus bordes interiores 152 y sus bordes exteriores 156 para dirigir el flujo de aire dentro del canal Venturi. Los lados de sotavento 160 de los protectores V_1 y V_2 están inclinados entre sus bordes interiores 152 y sus bordes exteriores 156 para dirigir el flujo de aire hacia fuera del canal Venturi sobre las aspas del lado de sotavento. El canal Venturi impulsa el viento que sale de las aspas del lado de barlovento sobre las aspas del lado de sotavento. El uso de un canal Venturi como se muestra en esta modalidad no se prefiere como será evidente a partir de las modalidades de las Figuras 5 y 6.

Las guías g_1 se localizan en el lado de barlovento de la turbina. Ellas dirigen el flujo de fluido sobre las aspas en el lado de barlovento de la turbina. Esto proporciona el ángulo ideal de ataque para maximizar la potencia de las aspas en el lado de barlovento. Las guías g_1 son miembros delgados, planos o aletas alargadas cuyos ejes longitudinales se extienden paralelos al eje. Las guías g_1 están separadas a lo largo de la circunferencia de la turbina. En el ejemplo de la Figura 3, hay seis guías. Es decir, el número de guías corresponde al número de aspas que pueden ajustarse entre los protectores V_1 y V_2 en el lado de barlovento.

Las guías g_2 se localizan en el lado de sotavento de la turbina entre los protectores V_1 y V_2 y las aspas del lado de sotavento. Ellas también dirigen el flujo de fluido sobre las aspas, pero en el lado de sotavento de la turbina. Esto proporciona el ángulo ideal de ataque para maximizar potencia de las aspas en el lado de sotavento. Ellas también son miembros delgados, planos o aletas alargadas cuyos ejes longitudinales se extienden paralelos al eje. Las guías g_2 están separadas circunferencialmente alrededor de la turbina. En el ejemplo de la Figura 3, hay seis guías. Es decir, el número de guías corresponde al número de aspas que pueden ajustarse entre los protectores V_1 y V_2 en el lado de sotavento.

El protector V_3 evita las fuerzas vectoriales negativas que obligan al dispositivo en una dirección en sentido contrario de las manecillas del reloj indeseable. El protector V_3 se fija hacia fuera de las aspas 104 que impulsan la turbina en una dirección en sentido contrario de las manecillas del reloj. Su lado interior 162 está curvado alrededor de la circunferencia exterior de la turbina. El canal 166 se ensancha hacia fuera del lado interior 162 en el lado de barlovento. El flujo de aire se dirige sobre

las aspas 104, lo que produce la rotación en sentido de las manecillas del reloj. La porción 168 entre el lado interior y exterior en el lado de sotavento está inclinada para permitir que el aire fluya fuera de las aspas 104.

5 Esta modalidad proporciona una fuerza de accionamiento por encima de 90° de la turbina en el lado de barlovento y por encima de 90° en el lado de sotavento, dando un total de tal fuerza de accionamiento por encima de 180° de la turbina. Hay impulso proporcionado por la presión de fluido que actúa contra el lado plano, lado inferior o curvatura 108 de las aspas (Figura 2a y 2b) a través del cuadrante expuesto 169 (Figura 3) (el área que se extiende radialmente hacia fuera del borde exterior del protector V_1).

10 En este ejemplo, el dispositivo 148 se localiza en un montaje giratorio con una paleta, a la manera de una veleta, de manera que el dispositivo 148 se mantiene "de cara al viento", es decir con las guías g_1 en el lado de barlovento y las guías g_2 en el lado de sotavento.

15 El protector V_1 es opcional. Si el protector V_1 no está presente, el rendimiento del dispositivo se mejora a medida que el flujo de fluido empuja contra las aspas en el cuadrante 169, para impulsar aún más la turbina 100.

20 La Figura 4 ilustra esquemáticamente en la vista en planta la geometría de una turbina de viento de acuerdo con una modalidad de la invención. El rotor de la turbina comprende ocho aspas 104 distribuidas por igual alrededor de su circunferencia. Como en las modalidades anteriores, las aspas de rotor 104 se extienden generalmente de forma vertical entre los discos superior e inferior, de manera que se forma un espacio en el interior del rotor a través del cual puede pasar el viento. En la Figura 4, se ilustra la dirección del viento esquemáticamente mediante una flecha W .

25 Se protege una porción del rotor del viento por un protector V_3 . La superficie de cara al rotor (radialmente hacia dentro) del protector V_3 sigue la circunferencia del rotor con holgura suficiente para que el rotor gire de forma segura. La superficie radialmente hacia fuera del protector V_3 se define por las líneas r_1 , n , p y q . La línea r_1 es un radio del círculo que define el rotor y marca la extensión máxima del protector V_3 en la dirección de rotación del rotor (en sentido contrario de las manecillas del reloj en la Figura 4).

30 En esta modalidad, el radio r_1 está en un ángulo Wr_1 ("el ángulo del viento") de 15 grados respecto a la dirección del viento hipotética W en la dirección contraria a la rotación del rotor (en sentido de las manecillas del reloj en la Figura 4).

35 La superficie de barlovento del protector V_3 se define por la línea n , que en esta modalidad está en un ángulo Wn de 90 grados respecto a la dirección del viento W en la dirección de rotación del rotor. La superficie exterior del protector V_3 se define aún más por la línea p , que en esta modalidad está en un ángulo Wp de 30 grados respecto a la dirección del viento W en la dirección de rotación del rotor. Por lo tanto, el ángulo np entre la superficie del protector V_3 definido por la línea n y la superficie del protector definida por la línea p es 60 grados en la dirección contraria a la rotación del rotor para la modalidad mostrada en la Figura 4.

40 Si se aumenta el ángulo Wn entre la dirección del viento y la superficie de barlovento n del protector V_3 , la cara frontal del protector V_3 ofrece una superficie más racionalizada para el viento que guías el aire sobre las aspas de rotor 104. Sin embargo, se ha encontrado deseable para el protector generar una región de alta presión generalmente en las proximidades de la intersección de las líneas n y p que estimulará que pase el aire a través del rotor en lugar de alrededor del rotor.

45 El protector V_3 comprende una porción de cola V_5 que se extiende lejos del rotor en la dirección de la línea q , que en esta modalidad es paralela a un radio del rotor, de manera que la cola V_5 una anchura constante. La porción de cola V_5 aumenta la resistencia al flujo del viento alrededor del protector V_3 y aumenta por lo tanto la región de alta presión generada por el protector V_3 . En esta modalidad, el ángulo pq entre la superficie exterior del protector V_3 definida por la línea p y la superficie exterior de la porción de cola V_5 definida por la línea q es 46 grados en la dirección de rotación.

50 Dentro del rotor, un protector interno V_2 proporciona una trayectoria simplificada para el viento a través del rotor. El protector interno V_2 se define por un arco entre los dos radios que definen la extensión del protector V_3 , V_6 alrededor del rotor. El arco radialmente exterior del protector interno V_2 sigue el círculo definido por los bordes radialmente interiores de las aspas 104, con holgura suficiente para la rotación segura del rotor. La superficie radialmente interior del protector interno V_2 reproduce el perfil de la superficie exterior a lo largo de una línea de acorde entre los extremos del arco que definen la superficie exterior.

60 En esta modalidad, las aspas de rotor 104 están arqueadas y siguen una curva entre un punto radialmente más interior y un punto radialmente más exterior. La línea recta que une el punto radialmente más interior y un punto radialmente más exterior se ilustra como la línea m en la Figura 4. El ángulo r_1m entre el radio del círculo que define el rotor y la línea que conecta los extremos del aspa del rotor es alrededor de 35 grados en la dirección contraria a la rotación del rotor para la modalidad

mostrada. Este ángulo es importante en que por la inclinación de las aspas de rotor hacia atrás, es decir en la dirección contraria a la rotación (la dirección opuesta a la dirección de rotación), con relación a la dirección radial del rotor, la superficie delantera del aspa del rotor guía el aire a través del rotor antes de que emerja suficientemente del protector V3 para atrapar el viento. Esto se ha encontrado que mejora significativamente la salida de potencia de la turbina.

5

En la modalidad ilustrada, el rotor tiene un diámetro de 1.6 m. Este es un tamaño prototipo y el rotor a tamaño completo tiene un diámetro de aproximadamente 20 m. En el prototipo, el grosor del protector V3, por ejemplo, medido en la punta distal de la porción de cola V5 es 21 cm y la longitud de la cola es aproximadamente 2 m.

10

La Figura 5 ilustra esquemáticamente en la vista en planta la geometría de una turbina de viento de acuerdo con una modalidad adicional de la invención. En esta modalidad, la superficie exterior del protector V3 tiene un perfil más curvado y menos angular que en la modalidad de la Figura 4. Sin embargo, la geometría del protector, de acuerdo con la invención, es similar.

15

En la modalidad de la Figura 5, el rotor de la turbina comprende ocho aspas 104 distribuidas por igual alrededor de su circunferencia. Como en las modalidades anteriores, las aspas de rotor 104 se extienden generalmente de forma vertical entre los discos superior e inferior, de manera que se forma un espacio en el interior del rotor a través del cual puede pasar el viento.

20

En la modalidad de la Figura 5, la superficie de cara al rotor (radialmente hacia dentro) del protector V3 sigue la circunferencia del rotor con holgura suficiente para que el rotor gire de forma segura. La superficie radialmente hacia fuera del protector V3 se define por las líneas r1, n, p y q. La línea r1 es un radio del círculo que define el rotor y marca la extensión máxima del protector V3 en la dirección de rotación del rotor (en sentido contrario de las manecillas del reloj en la Figura 5). Desde el radio r1, la superficie radialmente hacia fuera del protector V3 forma una curva suave, que se curva en primer lugar en la dirección contraria a la rotación del rotor (en sentido de las manecillas del reloj en la Figura 5) y luego cambia de dirección para curvarse en la dirección de rotación del rotor (en sentido contrario de las manecillas del reloj en la Figura 6).

25

30

En esta modalidad, el radio r1 está en un ángulo $Wr1$ ("el ángulo del viento") de 15 grados respecto a la dirección del viento hipotética W en la dirección contraria a la rotación del rotor. La superficie de barlovento del protector V3 se define por la línea n, que es la tangente a la superficie curvada donde la superficie confluye con el radio del rotor r1 (ignorando cualquier suavizado de pequeña escala en la punta del protector V3). En esta modalidad, la línea n está en un ángulo Wn de 95 grados respecto a la dirección del viento W en la dirección de rotación del rotor.

35

La superficie exterior del protector V3 se define aún más por la línea p, que representa la extensión angular máxima de la superficie exterior curvada del protector en la dirección contraria a la rotación del rotor, es decir antes que la curva cambie de dirección. En esta modalidad, el ángulo np entre la línea n y la línea p es 80 grados en la dirección contraria a la rotación del rotor. Por lo tanto, la línea p en esta modalidad está en un ángulo Wp de 15 grados respecto a la dirección del viento W en la dirección de rotación del rotor.

40

Como en la modalidad anterior, se ha encontrado deseable para la configuración del protector que se seleccione para generar una región de alta presión generalmente en las proximidades de la intersección de líneas n y p que estimulará que pase el aire a través del rotor en lugar de alrededor del rotor.

45

El protector V3 comprende una porción de cola V5 que se extiende lejos del rotor en la dirección de la línea q. La línea q representa la extensión angular máxima de la superficie exterior curvada del protector en la dirección de rotación del rotor (en sentido contrario de las manecillas del reloj en la Figura 5) después que la curva cambia de dirección. En esta modalidad, el ángulo pq entre la superficie exterior del protector V3 definida por la línea p y la superficie exterior de la porción de cola V5 definida por la línea q es 55 grados en la dirección de rotación.

50

Dentro del rotor, un protector interno V2 proporciona una trayectoria simplificada para el viento a través del rotor de la misma manera que en la modalidad de la Figura 4.

55

En la modalidad de la Figura 5, las aspas de rotor 104 están arqueadas y siguen una curva entre un punto radialmente más interior y un punto radialmente más exterior. Las aspas de rotor 104 de esta modalidad tienen una superficie delantera convexa y una superficie posterior cóncava. La línea recta que une el punto radialmente más interior y un punto radialmente más exterior se ilustra como la línea m en la Figura 5. El ángulo $r1m$ entre el radio del círculo que define el rotor y la línea que conecta los extremos del aspa del rotor es 15 grados en la dirección contraria a la rotación del rotor para la modalidad mostrada.

60

En la modalidad de la Figura 5, el rotor tiene un diámetro de 1.6 m. Este es un tamaño prototipo y el rotor a tamaño completo tiene un diámetro de aproximadamente 20 m. En el prototipo, la longitud de la cola es 0.6 m.

5 En resumen, el principio del dispositivo 100 es el uso de un aspa 104 que está dispuesto para que gire alrededor de un eje fijo con el eje principal o largo de las aspas 104 paralelo al eje de rotación. La orientación del eje de rotación no es importante. Sin embargo, para una máxima eficiencia debería ser perpendicular al flujo normal de aire. El aire fluye entonces a través del dispositivo 100. El flujo de aire se dirige o se guía a través del diámetro del dispositivo a través del centro de rotación. Pasa entonces a través de otra aspa 104 en el otro lado. El aire fluye entonces al aire libre. La acción del aire que pasa a través de las aspas 104 crea las fuerzas perpendiculares al eje principal de las aspas 104 que se transmiten por medio de una estructura adecuada (por ejemplo, un disco o rueda) a un eje 102, y se obtiene la potencia de la rotación de este eje 102.

15 En las modalidades de la invención, el aire se guía mediante la estructura física de un miembro de protección y además por las regiones de alta y baja presión que están formadas por la interacción del miembro de protección y el rotor con el aire.

El interior o parte de dentro del rotor está protegido o tiene conductos de manera que el flujo de aire entrante se dirige a través del diámetro o del centro y hacia fuera a través de las aspas en el ángulo óptimo. Como cada aspa está sujeta para fluir en dos direcciones en una revolución del rotor, la sección transversal del aspa simétrica supone que cada aspa proporciona potencia al eje cuando está sujeto al flujo en ambas direcciones. El control del flujo de fluido sobre las aspas da el ángulo óptimo de ataque para cada aspa.

25 En resumen, una turbina de viento para capturar energía de un flujo de fluido comprende un rotor que tiene a eje de rotación y una pluralidad de aspas de rotor 104 arregladas para rotar alrededor del eje de rotación. Las aspas de rotor se extienden longitudinalmente en una dirección sustancialmente paralela al eje de rotación. Un miembro de protección V3 está dispuesto para proteger algunas de las aspas de rotor de un viento entrante donde la incidencia del viento en las aspas de rotor actuaría en contra de la rotación del rotor en la dirección de rotación. Las aspas de rotor 104 se distribuyen alrededor de la circunferencia del rotor y se separan del eje de rotación, que definen un espacio sustancialmente cilíndrico dentro del rotor a través del cual pasa el viento. El miembro de protección V3 se define por una superficie radialmente hacia dentro y una superficie radialmente hacia fuera. La superficie radialmente hacia dentro sigue sustancialmente una porción de la circunferencia del rotor. La superficie radialmente hacia fuera del miembro de protección V3 comprende una primera porción que confluye con la superficie radialmente hacia dentro. En la región de la interfaz con la superficie radialmente hacia dentro, la primera porción se extiende en una primera dirección n que hace un ángulo de al menos 0 grados y hasta 90 grados en la dirección contraria a la rotación con la dirección radial del rotor. La superficie radialmente hacia fuera del miembro de protección V3 comprende una segunda porción que confluye con la primera porción. Al menos una porción de la segunda porción se extiende en una segunda dirección p que hace un ángulo mayor que 0 grados en la dirección contraria a la rotación con la primera dirección n. La turbina ha mejorado la salida de potencia y la eficiencia comparado con los diseños similares anteriores.

40 Se han descrito las modalidades de la presente invención con referencia particular a los ejemplos ilustrados. Sin embargo, se apreciará que se pueden hacer variaciones y modificaciones a los ejemplos descritos dentro del alcance de la presente invención. Aunque los ejemplos descritos anteriormente en gran parte se han descrito en relación al flujo de fluido que es el viento, se podrían usar los dispositivos descritos en la presente con otros fluidos que fluyen tales como agua que fluye en ríos y mareas. Aunque los dispositivos de las Figuras 1 y 3 se han descrito que tienen 24 aspas alrededor de la circunferencia, se podrían usar diferentes números de aspas.

45

Reivindicaciones

- 5
1. Una turbina para capturar energía de un flujo de fluido, en particular una turbina de viento, la turbina que comprende:
- 10 un rotor que tiene un eje de rotación y una pluralidad de aspas de rotor (104) arregladas para rotar alrededor del eje de rotación en una dirección de rotación y que se extiende longitudinalmente en una dirección sustancialmente paralela al eje de rotación;
- 15 un miembro de protección (V3) arreglado para proteger, durante el uso, algunas de las aspas de rotor de un flujo de fluido entrante donde la incidencia del fluido en las aspas de rotor actuaría en contra de la rotación del rotor en la dirección de rotación,
- 20 en donde las aspas de rotor se distribuyen alrededor de la circunferencia del rotor y se separan del eje de rotación, de manera que definen un espacio sustancialmente cilíndrico dentro del rotor a través de cuyo espacio pasa el flujo de fluido, durante el uso de la turbina;
- 25 en donde el miembro de protección se define por una superficie radialmente hacia dentro y una superficie radialmente hacia fuera, la superficie radialmente hacia dentro que sigue sustancialmente a una porción de la circunferencia del rotor;
- 30 en donde la superficie radialmente hacia fuera del miembro de protección comprende una primera porción que confluye con la superficie radialmente hacia dentro y en la región de la interfaz con la superficie radialmente hacia dentro, la primera porción se extiende en una primera dirección (n) que hace un ángulo de al menos 0 grados y hasta 90 grados con la dirección radial (r1) del rotor medido en la dirección contraria a la rotación de la dirección radial (r1) a la primera dirección (n);
- 35 en donde la superficie radialmente hacia fuera del miembro de protección comprende una segunda porción que confluye con la primera porción y el ángulo entre la primera dirección y una segunda dirección (p) que sigue al menos una porción de la superficie de la segunda porción es mayor que 0 grados y menor que 100 grados medido en la dirección contraria a la rotación desde la primera dirección (n) a la segunda dirección (p),
- 40 y
- 45 en donde la superficie radialmente hacia fuera del miembro de protección comprende una tercera porción que confluye con la segunda porción y al menos una porción de la tercera porción se extiende en una tercera dirección (q) que hace un ángulo mayor que 0 grados con la segunda dirección (p) medido en la dirección de rotación desde la segunda dirección (p) a la tercera dirección (q).
- 50
2. Una turbina como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde dicho ángulo entre la primera dirección (n) y la dirección radial (r1) del rotor es mayor que 0 grados y menor que 90 grados.
- 55
3. Una turbina como se reivindicó en la reivindicación 1 o 2, en donde el ángulo entre la primera dirección (n) y la segunda dirección (p) es mayor que 40 grados y menor que 100 grados.
4. Una turbina como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el ángulo entre la segunda dirección (p) y la tercera dirección (q) es menor que 90 grados.
5. Una turbina como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la tercera porción tiene una longitud mayor que la mitad del radio del rotor y menor una tercera parte del radio del rotor.
6. Una turbina como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las aspas de rotor son arqueadas en sección transversal y una línea de acorde (m) entre los extremos de la sección transversal arqueada de las aspas hace un ángulo mayor que 0 grados y menor que 45 grados en la dirección contraria a la rotación con la dirección radial hacia fuera (r2) del rotor.
7. Una turbina como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende más de cinco aspas de rotor y menos de 19 aspas de rotor.
8. Una turbina como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la extensión de las aspas de rotor en la dirección radial del rotor es mayor que 10% del radio del rotor y menor que 50% del radio del rotor.
9. Una turbina como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además un miembro para dirigir el flujo (V2) dentro del espacio sustancialmente cilíndrico.

10. Una turbina como se reivindicó en la reivindicación 9, en donde el miembro para dirigir el flujo tiene una superficie radialmente hacia fuera que sigue sustancialmente a una porción de la circunferencia del espacio sustancialmente cilíndrico.

5

11. Una turbina como se reivindicó en la reivindicación 10, en donde el miembro para dirigir el flujo tiene una superficie radialmente hacia dentro que reproduce sustancialmente la superficie radialmente hacia fuera.

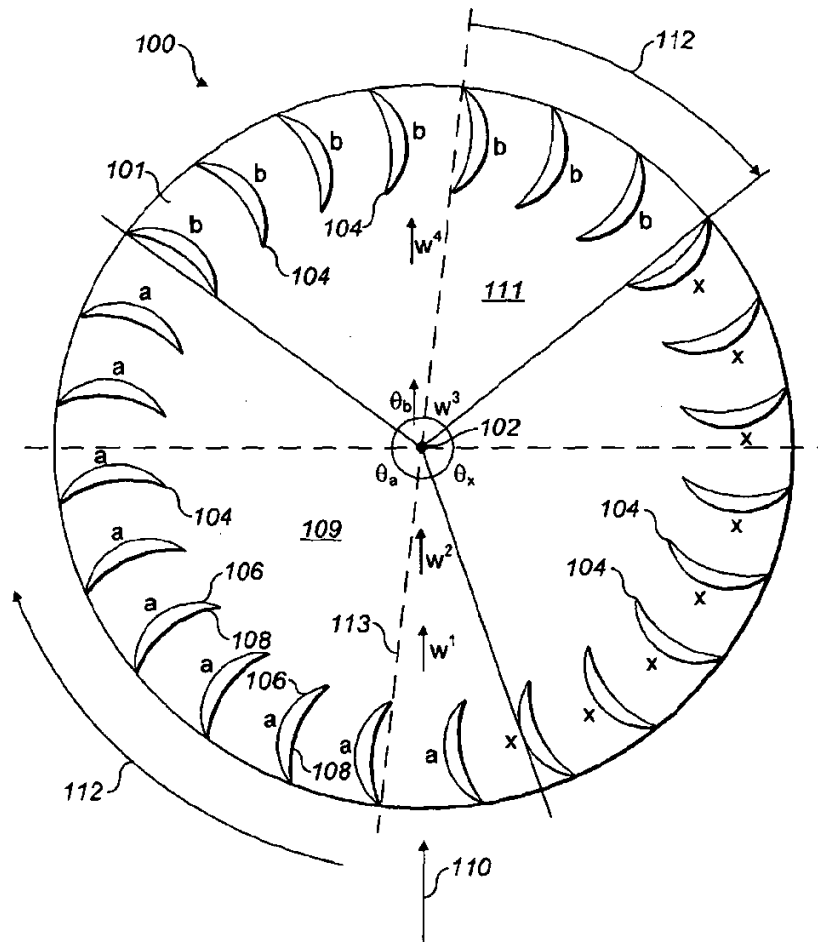
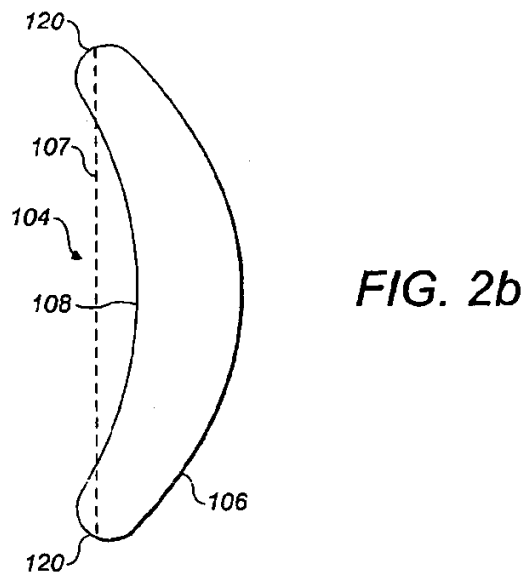
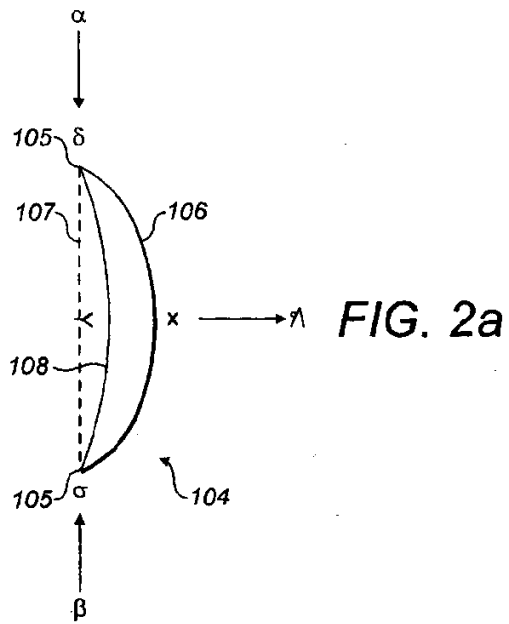


FIG. 1



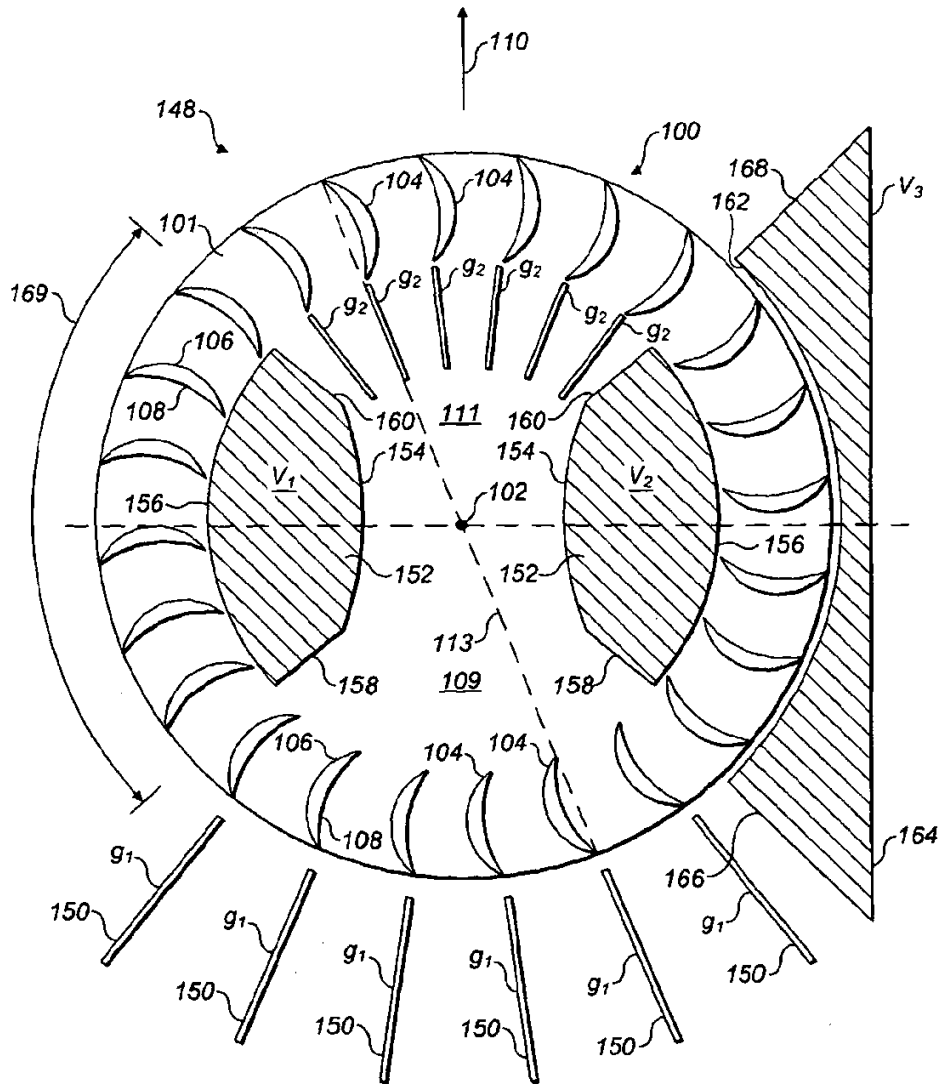


FIG. 3

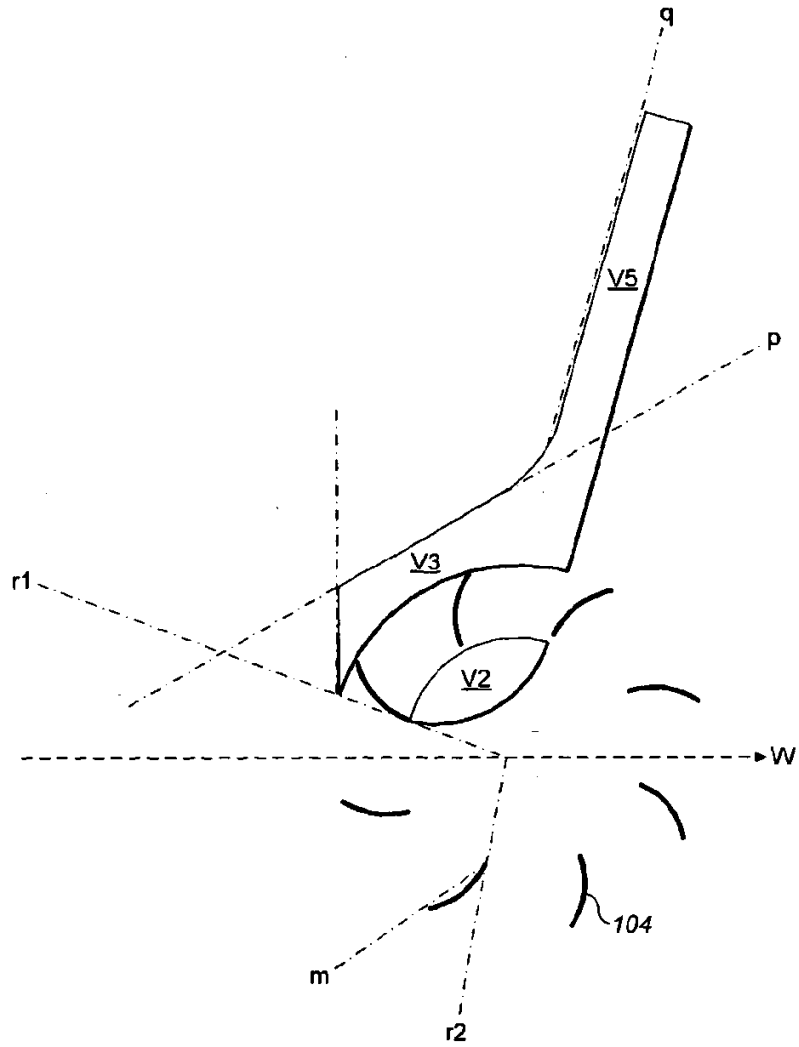


FIG. 4

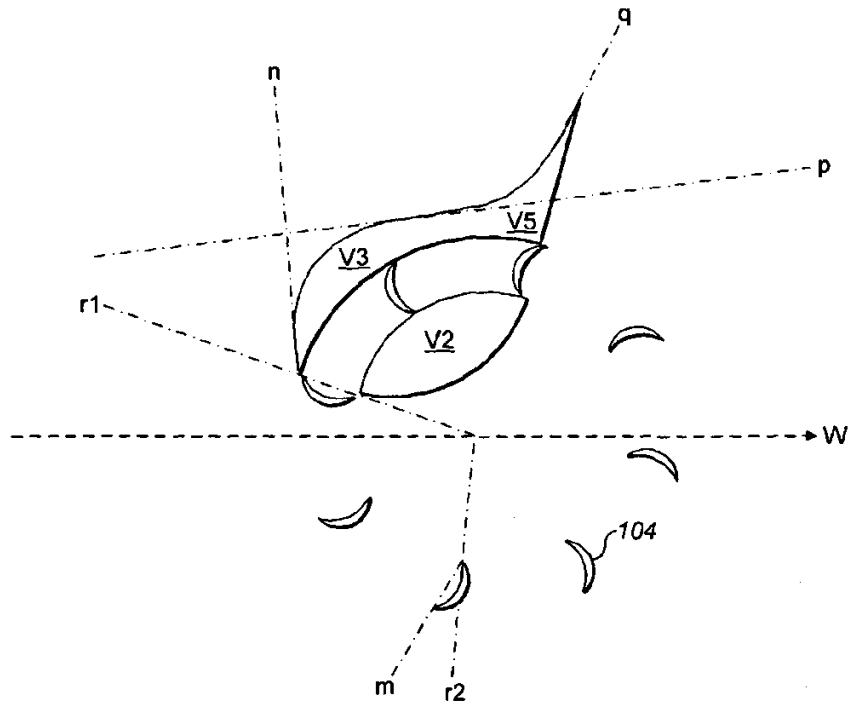


FIG. 5