

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 572**

51 Int. Cl.:

F03D 3/00 (2006.01)

F03B 3/12 (2006.01)

F03D 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.08.2008 PCT/CA2008/001446**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2009 WO09018666**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.08.2008 E 08783356 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2185810**

54 Título: **Turbina de eje transversal con perfiles alabeados**

30 Prioridad:

08.08.2007 US 954747 P

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

12.04.2017

73 Titular/es:

**1070118 B.C. LTD. (100.0%)
1519 Beddis Road
Saltspring Island BC V8K 2E3 , CA**

72 Inventor/es:

ROKEBY-THOMAS, ANDREW BYRON RHYS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 608 572 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

Turbina de eje transversal con perfiles alabeados

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a turbinas para generar movimiento giratorio a partir de un fluido que circula, generalmente agua o aire, en el que, en uso, el eje de rotación de la turbina es transversal a la dirección del flujo de fluido. En particular, la presente invención se refiere a una turbina de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 tal como se conoce a partir del documento US 2007/029807 A1.

TÉCNICA ANTERIOR

10 Se conocen bien las turbinas eólicas configuradas para utilizar con sus ejes de rotación transversales a la dirección del viento. En el caso de las turbinas eólicas que tienen su eje de rotación transversal al flujo de aire, el eje de rotación está más convenientemente orientado (en términos de montaje seguro y capacidad para acomodar diferentes direcciones del viento) generalmente de forma vertical, y tales turbinas eólicas se denominan típicamente turbinas eólicas de eje vertical (o VAWT) para diferenciarlas de las turbinas eólicas de eje horizontal en las que en uso el eje de rotación es generalmente paralelo a la dirección del viento. El rotor de una turbina eólica de eje horizontal debe mirar o bien hacia o bien en sentido opuesto a la dirección del viento y se requiere un mecanismo de guiñada ("puesta en bandera") para hacer girar el rotor alrededor del eje vertical de la torre para mantener el rotor en alineación apropiada con el flujo de viento.

15 Las turbinas eólicas de eje vertical (VAWT) comprenden generalmente un árbol central dispuesto verticalmente con respecto al suelo y soportan giratoriamente una pluralidad de álabes o palas ordenados alrededor del árbol y aproximadamente perpendiculares al flujo de viento. Las turbinas de eje vertical no requieren un mecanismo de guiñada para alinear los álabes con el viento y el generador u otro convertidor de energía y el equipo de transmisión de potencia relacionado pueden estar montados sobre el suelo en la base de la turbina, reduciendo potencialmente de forma sustancial la complejidad y el coste de la instalación.

20 Los tipos más conocidos de VAWT son el tipo Savonius (como se ha mostrado en, la Patente de los E.E.U.U., nº 1.766.765, WIND ROTOR ("Rotor eólico"), concedida el 24 de Junio de 1930 a Savonius, que describe una turbina del tipo Savonius que tiene un medio de autorregulación) y el tipo Darrieus (como se ha mostrado en la Patente de los E.E.U.U., nº 1.835.018, TURBINE HAVING ITS ROTATING SHAFT TRANSVERSE TO THE FLOW OF THE CURRENT ("Turbina que tiene su árbol giratorio transversal al flujo de la corriente"), concedida el 8 de Diciembre de 1931 a Darrieus). Como se ha indicado por los documentos de patente ejemplares siguientes, se han desarrollado varias configuraciones diferentes de VAWT.

25 La Patente de los E.E.U.U., nº 1.100.332, WINDMILL ("Molino eólico"), concedida el 16 de Junio de 1914 a Smith, describe una turbina eólica de eje vertical de dos niveles, en la que el nivel superior tiene esencialmente perfiles de tipo Darrieus.

30 La Patente de los E.E.U.U., nº 3.941.504, WIND POWERED ROTATING DEVICE ("Dispositivo giratorio accionado por el viento"), concedida el 2 de Marzo de 1976 a Snarbach, describe una turbina eólica de eje vertical que tiene tres perfiles generalmente helicoidales en que las partes inferiores de los perfiles están separadas y los perfiles se retuercen y configuran de tal manera que los bordes delanteros de los perfiles se encuentran todos en las partes superiores de los perfiles.

35 La Patente de los E.E.U.U., nº 4.293.274, VERTICAL AXIS WIND TURBINE FOR GENERATING USABLE ENERGY ("Turbina eólica de eje vertical para generar energía utilizable"), concedida el 6 de Octubre de 1981 a Gilman, describe una turbina de tipo Savonius que tiene medios para variar la superficie de la pala disponible para contacto con el viento.

40 La Patente de los E.E.U.U., nº 4.365.934, WIND MACHINE ("Máquina eólica"), concedida el 28 de Diciembre de 1982 a Mason, describe una turbina eólica de eje vertical, que tiene álabes montados de forma pivotante para permitirles oscilar hacia fuera para captar el viento, y oscilar hacia dentro para ponerles horizontalmente para reducir el arrastre, como se requiere durante cada rotación de la turbina.

45 La Patente de los E.E.U.U., nº 5.405.246, VERTICAL-AXIS WIND TURBINE WITH A TWISTED BLADE CONFIGURATION ("Turbina eólica de eje vertical con una configuración de álabes alabeado"), concedida el 11 de Abril de 1995 a Goldberg, describe una turbina de tipo Darrieus con perfiles helicoidales.

50 La Patente de los E.E.U.U., nº 6.428.275, HELICAL WIND ROTOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME ("Rotor eólico helicoidal y método para fabricar el mismo"), concedida el 6 de Agosto de 2002 a Jaakola, describe una turbina de tipo Savonius helicoidal con un diseño de perfil que utiliza un material plano.

La Patente de los E.E.U.U., nº 7.040.859, WIND TURBINE ("Turbina eólica"), concedida el 9 de Mayo de 2006 a Kane, describe una turbina eólica de eje vertical que tiene múltiples álabes que se extienden generalmente de forma vertical

ordenados sobre su periferia y que tienen un capuchón redondeado.

5 La Patente de los E.E.U.U., nº 7.132.760, WIND TURBINE DEVICE ("Dispositivo de turbina eólica"), concedida el 7 de Noviembre de 2006 a Becker, describe una turbina eólica de eje vertical híbrida que comprende un par de álabes que no se solapan helicoidales interiores y un par de álabes de tipo de perfil aerodinámico exteriores que se extienden longitudinalmente.

La Publicación nº US 2007/0104582, publicada el 10 de Mayo de 2007 (ahora Patente de los E.E.U.U., nº 7.393.177, concedida el 1 de Julio de 2008 a Rahai y col.), describe un perfil aerodinámico para una turbina de tipo Savonius.

10 Aunque, los desarrollos generales en la tecnología de turbinas eólicas pueden tener alguna aplicación en la tecnología de turbinas de agua, dadas las diferencias en la densidad del fluido y en los entornos operativos, no ha habido un solapamiento significativo en los últimos desarrollos de turbinas eólicas y de agua. Además, como lo que se comprende generalmente que es el beneficio principal de las turbinas de eje transversal, la indiferencia de alineación, es menos significativa en las turbinas de agua, para lo cual la previsibilidad de la dirección (en el caso de ríos) o direcciones (en el caso de corrientes de marea) de flujo simplifica los problemas de alineación, ha habido un desarrollo relativamente pequeño de las turbinas de agua de eje transversal en comparación con las VAWT. Las turbinas de agua son típicamente análogas a las turbinas eólicas de eje horizontal porque están configuradas de tal manera que en uso el eje de rotación está alineado preferiblemente con la dirección de flujo del agua.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

20 Las turbinas de eje transversal de la presente invención caen generalmente dentro de la clase de las denominadas turbinas de eje transversal de tipo Savonius. La invención abarca tanto las configuraciones de perfil macizo (en las que el único perfil es en términos muy generales análogo al rotor en forma de "S" de la turbina de tipo Savonius original) como las configuraciones de dos perfiles (en las que los dos perfiles son en términos muy generales análogos a los dos perfiles de la turbina de tipo Savonius descrita en la Patente de los E.E.U.U., nº 1.766.765). Las turbinas de tipo Savonius de dos perfiles puede describirse en parte por el solapamiento entre los perfiles (típicamente expresado como un porcentaje de la longitud de la cuerda de cada perfil) y por la dimensión más pequeña del espacio entre los perfiles (también típicamente expresada como un porcentaje de la longitud de la cuerda de cada perfil). Siguiendo esta aproximación para describir turbinas de tipo Savonius de dos perfiles, las turbinas de tipo Savonius de perfil macizo se pueden conceptualizar como siendo turbinas de dos perfiles que tienen un solapamiento de 0% y un espacio de 0%.

En esta memoria y en las reivindicaciones, los siguientes términos tienen los siguientes significados:

- 30 a) perfil o álabe: la parte de la turbina que interactúa de forma útil con el viento (u otro fluido que circula) en la extracción de energía a partir del viento;
- b) turbina (o configuración) de dos perfiles: una turbina que tiene dos perfiles, con un espacio entre los perfiles y en la que cada perfil es una imagen especular del otro;
- 35 c) turbina (o configuración) de perfil macizo: una turbina con perfiles que tienen un solapamiento de 0% y un espacio de 0%, en la que el eje de rotación está dentro del componente que comprende los perfiles y la parte del componente en un lado del eje de rotación es una imagen especular de la parte del componente en el otro lado del eje de rotación;
- d) envergadura: la distancia, medida esencialmente paralela al eje de rotación, desde un extremo de un perfil al otro extremo del perfil;
- e) borde exterior: el borde de un perfil más alejado del eje de rotación;
- 40 f) borde interior: el borde de un perfil de una turbina de dos perfiles que está más próximo al eje de rotación (un perfil de una configuración de perfil macizo no tiene borde interior);
- g) longitud de la cuerda:
- i) en el caso de una turbina de dos perfiles, la distancia desde el borde exterior al borde interior, medida perpendicular al eje de rotación; y
- 45 ii) en el caso de una turbina de perfil macizo, la distancia desde el borde exterior al eje de rotación, medida perpendicular al eje de rotación;
- h) sección de perfil: la forma de un perfil desde el borde exterior al borde interior (en el caso de turbinas de dos perfiles), cuando se ve como una sección normal al eje de rotación;
- i) torsión: el cambio del ángulo de incidencia de la secciones de perfil aerodinámico a lo largo de la envergadura; y
- 50 j) relación de velocidad de la punta (TSR): la relación de la velocidad rotacional del borde exterior de un perfil y la

velocidad de flujo del fluido que provoca la rotación del perfil.

En esta memoria y en las reivindicaciones, los términos que indican una realización de una turbina eólica o turbina de agua no deben ser considerados como restrictivos de la invención descrita en este documento sólo para turbinas de viento o de agua; la invención es aplicable para utilizar con cualquier fluido que circula. De manera similar, los términos que indican posiciones y orientaciones, tales como superior, inferior, más alto, más bajo, derecha, izquierda, vertical, horizontal, etc. son utilizados en este documento para facilitar la comprensión y no indican que los componentes así descritos siempre tengan las mismas posiciones u orientaciones.

En un aspecto, la presente invención es una turbina de eje transversal, que tiene típicamente un montaje en sólo un extremo (en el caso de una VAWT, en el extremo inferior de la turbina), en el que el perfil de la turbina es generalmente cónico, porque en la proximidad del extremo de la turbina opuesto al extremo de montaje (denominado en este documento como el extremo sin montaje) la longitud de la cuerda disminuye, de tal manera que en el extremo superior la longitud de la cuerda es cero, cerca de cero o al menos sustancialmente menor que la longitud de la cuerda en el extremo de montaje.

La conicidad puede ser lineal, de tal manera que en uso el área tridimensional barrida por la turbina es esencialmente una sección de un cono. Alternativamente, la conicidad puede ser curvada de tal manera que el área tridimensional barrida por la turbina es esencialmente elíptica o esférica. Además, una parte de la turbina (preferiblemente una parte más próxima al extremo de montaje que al extremo sin montaje) puede no ser cónica (es decir, el área tridimensional barrida por la parte inferior puede ser cilíndrica). Tal parte no cónica puede ser combinada con una parte cónica lineal o una parte cónica curvada.

Además, la longitud de cuerda máxima puede no estar en el extremo de montaje sino que puede estar ubicada en una posición a lo largo de la envergadura entre el extremo de montaje y el extremo sin montaje, en la que, moviéndose a lo largo de la envergadura desde el extremo de montaje hacia el extremo sin montaje, la longitud de la cuerda aumenta hasta la ubicación de la longitud máxima de la cuerda y luego disminuye hacia el extremo sin montaje. Tales configuraciones de turbina son generalmente denominadas en este documento como de doble conicidad. Tales configuraciones de doble conicidad se pueden utilizar óptimamente en ubicaciones turbulentas, tales como las que pueden darse cerca del suelo, en el caso de turbinas eólicas.

Para una aplicación eólica, la ubicación de la longitud máxima de la cuerda en una configuración de doble conicidad puede estar en la proximidad de alrededor del 30% al 50% de la envergadura (medida desde el extremo de montaje). La longitud de la cuerda en el extremo de montaje es aproximadamente el 85% de la longitud máxima de la cuerda. La relación de altura a anchura de la turbina puede estar en la proximidad de 1,67:1 y generalmente no menor que 1,5:1.

La turbina puede tener una configuración helicoidal, en la que cada perfil puede tener una torsión de al menos 180°. Con configuraciones cónicas, es preferible que la torsión sea de al menos aproximadamente 200° a 220°. Alternativamente, la torsión puede ser sustancialmente mayor de 200°, en cuyo caso los grados de torsión son preferiblemente de aproximadamente 20° a 30° más un múltiplo de 180°.

La turbina puede tener una base casi cónica en el extremo de montaje, teniendo la base casi cónica o bien una forma cónica simple o más preferiblemente en términos de flujo de fluido, una forma cóncava compleja. Una base casi cónica es fuerte; reduce el arrastre reduciendo la superficie total sobre la que fluye el fluido relevante (denominada a veces como "superficie humedecida"); y proporciona espacio para cojinetes y otros equipos (tales como la totalidad o una parte de un generador).

Una configuración helicoidal facilita el arranque automático y suaviza la salida del par de torsión de cada revolución completa. La forma helicoidal, las configuraciones de sección de perfil descritas en este documento; la configuración cónica y la base casi-cónica, son todas comprendidas como que contribuyen a la formación y persistencia de un área de elevación de baja presión que migra desde el extremo de montaje hacia el extremo sin montaje sobre la superficie del perfil cuando la turbina gira. Cuando el área de elevación migra hacia arriba, ayuda en el establecimiento de flujo laminar en su proximidad. Esta mejora del flujo laminar da como resultado una ampliación del intervalo de ángulos de ataque al que pertenece el flujo laminar sobre cada sección de un perfil, produciendo así una mayor elevación. Las secciones por encima de la sección en la que se establece el área de elevación tienen una fuerza motriz de rotación mayor que la que tendrían sin la migración del área de elevación, dando como resultado un par de torsión razonablemente constante a lo largo de cada rotación completa de un perfil así cónico.

En un aspecto la presente invención es una turbina, para girar en respuesta a un fluido que circula en relación a la turbina en la que en uso la turbina está orientada con su eje de rotación transversal al flujo de fluido, comprendiendo la turbina al menos dos perfiles que se extienden a lo largo del eje de rotación, en el que: cada perfil tiene un extremo de montaje en un extremo de su envergadura y un extremo sin montaje en el otro extremo de su envergadura; cada perfil tiene una torsión alrededor del eje de rotación de no menos de aproximadamente 180° a lo largo de su envergadura; un lado de la sección de perfil de cada perfil es generalmente cóncavo y el otro lado de la sección de perfil del perfil tiene una sección convexa exterior, una sección cóncava intermedia y una sección convexa interior; y la longitud de la cuerda del perfil en la proximidad del extremo de montaje es mayor que la longitud de la cuerda del perfil en la proximidad del

extremo sin montaje, por lo que el perfil de la turbina es generalmente cónico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 es una vista en perspectiva que muestra una realización de una VAWT, de una sola conicidad, helicoidal, de perfil macizo ejemplar de la presente invención.

- 5 La fig. 2 es una vista en perspectiva que muestra una realización de una VAWT, de doble conicidad, helicoidal, de perfil macizo ejemplar de la presente invención.

La fig. 3 es una vista en perspectiva que muestra una realización ejemplar de una VAWT, de una sola conicidad, helicoidal, de dos perfiles de la presente invención.

- 10 La fig. 4 es una vista en perspectiva que muestra una realización ejemplar de una VAWT, de doble conicidad, helicoidal, de dos perfiles de la presente invención.

La fig. 5 es una vista en perspectiva que muestra una realización ejemplar de una VAWT, de una sola conicidad, no helicoidal, de perfil macizo de la presente invención.

La fig. 6 es una vista en perspectiva que muestra una realización ejemplar de una VAWT, de doble conicidad, no helicoidal, de perfil macizo de la presente invención.

- 15 La fig. 7 es una vista en perspectiva que muestra una realización ejemplar de una VAWT, de una sola conicidad, no helicoidal, de dos perfiles de la presente invención.

La fig. 8 es una vista en perspectiva de una realización ejemplar de una VAWT, de doble conicidad, no helicoidal, de dos perfiles de la presente realización.

- 20 La fig. 9 es una vista en sección del perfil de una realización de una VAWT de doble perfil de la presente invención, que tiene una sección de perfil de doble curva, indicando el dibujo las dimensiones de desplazamiento para la sección de perfil, tomados los desplazamientos desde una línea de cuerda/radio.

La fig. 10 es una vista en sección del perfil de una realización VAWT de dos perfiles de la presente invención, que tiene una sección de perfil de doble curva, indicando el dibujo las dimensiones de desplazamiento para la sección de perfil, tomados los desplazamiento desde una línea de cuerda/radio.

- 25 La fig. 11 es una vista en sección del perfil de una realización de una VAWT de dos perfiles de la presente invención, que tiene una sección de perfil de una sola curva, indicando el dibujo las dimensiones de desplazamiento para la sección de perfil, tomados los desplazamientos desde una línea de cuerda/radio.

- 30 La fig. 12 es una vista en sección del perfil de una realización de una VAWT de dos perfiles de la presente invención, que tiene una sección de perfil, de tipo Savonius mejorado, de una sola curva, indicando el dibujo las dimensiones de desplazamiento para la sección de perfil, tomados los desplazamientos desde una línea de cuerda/radio.

La fig. 13 es una representación esquemática en vista superior que muestra líneas de cuerda/radio seleccionadas de una realización de una VAWT, de una sola conicidad, helicoidal de la presente invención.

La fig. 14 es una representación esquemática en vista superior que muestra líneas de cuerda/radio seleccionadas de una realización de una VAWT, de doble conicidad, helicoidal de la presente realización.

- 35 La fig. 15 es una vista parcial en perspectiva que muestra una VAWT de perfil macizo (sólo se ha ilustrado parte del perfil), que tiene una base casi cónica.

La fig. 16 es una vista parcial en perspectiva de la VAWT de perfil macizo mostrada en la fig. 15, mostrada en un ángulo de rotación relativo diferente de la vista en la fig. 15.

La fig. 17 es una vista en perspectiva de la base casi cónica de una VAWT de perfil macizo, con el perfil retirado.

- 40 La fig. 18 es una vista en corte de la base casi-cónica mostrada en la fig. 17.

La fig. 19 es una vista en perspectiva de un camión que tiene un deflector de doble turbina montado encima de la cabina y por delante del compartimento de carga, en el que la trayectoria de flujo general de aire sobre el camión está indicada aproximadamente por bandas curvadas.

La fig. 20 es una vista en alzado lateral del camión y el deflector de doble turbina mostrados en la fig. 19.

- 45 La fig. 21 es una vista en alzado frontal del deflector de doble turbina mostrado en las figs. 19 y 20.

La fig. 22 es una vista en perspectiva que muestra una turbina de agua de doble conicidad, helicoidal, de perfil macizo

suspendida en un flujo de agua mediante un cable de accionamiento flexible.

La fig. 23 es una vista en alzado lateral que muestra una agrupación de turbinas de agua de doble conicidad, helicoidales, de perfil macizo suspendidas en un flujo de agua y conectadas a un recipiente flotante atado mediante de cables de accionamiento flexibles.

5 La fig. 24 es una vista en alzado frontal de la agrupación de turbinas y recipiente mostrados en la fig. 23.

La fig. 25 es una vista en perspectiva de una turbina ejemplar de agua de doble conicidad, helicoidal, de perfil macizo del tipo mostrado en las figs. 22, 23 y 24.

La fig. 26 es una vista en perspectiva de la turbina de agua mostrada en la fig. 25, mostrada en una posición de rotación diferente.

10 La fig. 27 es una representación esquemática en vista superior que muestra las líneas de cuerda/radio seleccionadas de la turbina de agua mostrada en las figs. 25 y 26.

La fig. 28 es una vista en perspectiva que muestra una VAWT helicoidal, de aire admitido en el sentido de la marcha.

La fig. 29 es una vista aislada en perspectiva de una sección de la VAWT de aire admitido en el sentido de la marcha mostrada en la fig. 28.

15 La fig. 30 es una vista en corte aislada en perspectiva de la sección de la VAWT de aire admitido en el sentido de la marcha mostrada en la fig. 29, que muestra una parte del interior de la sección.

La fig. 31 es una vista en perspectiva de un listón de la VAWT de aire admitido en el sentido de la marcha mostrado en las figs. 28, 29 y 30, mostrado con una sección de árbol asociada.

La fig. 32 es una vista en sección del listón mostrado en la fig. 31.

20 Las figs. 33 a 40 son una serie de vistas en sección del perfil de una realización de turbina helicoidal de perfil macizo de la presente invención que tiene una sección de perfil de doble curva y secciones de perfil que cambian a lo largo de la envergadura del perfil, en la que cada vista en sección indica las dimensiones de desplazamiento tomadas a partir de una línea de cuerda/radio, como sigue:

a) La fig. 33 es una vista en sección del perfil en la proximidad del extremo de montaje;

25 b) La fig. 34 es una vista en sección del perfil de una sección a 30° de torsión de la sección del perfil de la fig. 33;

c) La fig. 35 es una vista en sección del perfil de una sección a 30° de torsión de la sección del perfil de la fig. 34;

d) La fig. 36 es una vista en sección del perfil de una sección a 30° de torsión de la sección del perfil de la fig. 35;

e) La fig. 37 es una vista en sección del perfil de una sección a 30° de torsión de la sección del perfil de la fig. 36;

f) La fig. 38 es una vista en sección del perfil de una sección a 30° de torsión de la sección del perfil de la fig. 37;

30 g) La fig. 39 es una vista en sección del perfil de una sección a 30° de torsión de la sección del perfil de la fig. 38;
y

h) La fig. 40 es una vista de sección del perfil de una sección a 30° de torsión de la sección de perfil de la fig. 39 y en la proximidad del extremo sin montaje. Para mayor claridad de detalle, la fig. 40 no está a la misma escala que las figs. 33 a 39.

35 MODOS PARA PONER EN PRÁCTICA LA INVENCION

Las realizaciones descritas en este documento comprenden formas y curvas complejas. Para mejorar la comprensión de estas diferentes formas de los dibujos contienen líneas adicionales destinadas a indicar el contorno de la forma asociada. Tales líneas no deberían ser comprendidas como que indican características particulares, tales como bordes o juntas.

40 La fig. 1 muestra una VAWT 60 de una sola conicidad, helicoidal, de perfil macizo que tiene una base plana 61. La fig. 2 muestra una VAWT 62 de doble conicidad, helicoidal, de perfil macizo que tiene una base plana 61. La fig. 3 muestra los perfiles (es decir, no se han mostrado medios de base o de montaje) de una VAWT 64 de una sola conicidad, helicoidal, de dos perfiles. La fig. 4 muestra los perfiles (es decir, no se han mostrado medios de base o de montaje) de una VAWT 66 de doble conicidad, helicoidal, de dos perfiles. La fig. 5 muestra el perfil (es decir, no se han mostrado medios de base o de montaje) de una VAWT 68 de una sola conicidad, no helicoidal, de perfil macizo. La fig. 6 muestra el perfil (es decir, no se han mostrado medios de base o de montaje) de una VAWT 70 de doble conicidad, no helicoidal, de perfil macizo. La fig. 7 muestra los perfiles (es decir, no se han mostrado medios de base o de montaje) de una VAWT 72 de una sola conicidad, no helicoidal, de dos perfiles. La fig. 8 muestra los perfiles (es decir, no se han mostrado medios de base o de

montaje) de una VAWT 74 de doble conicidad, no helicoidal, de dos perfiles.

Las figs. 9, 10, 11 y 12 son vistas en sección del perfil de diferentes realizaciones VAWT de la presente invención. Cada uno de estos dibujos incluye una línea de cuerda/radio con líneas perpendiculares asociadas que indican las ubicaciones de un conjunto de dimensiones de desplazamiento. Generalmente, dos dimensiones de desplazamiento están asociadas con cada una de las líneas perpendiculares: una desde la línea de cuerda/radio a la superficie de perfil más cercana (indicada por caracteres de referencia en letras minúsculas) y una segunda desde la superficie de perfil más cercana a la otra superficie de perfil (indicada por caracteres de referencia en letras mayúsculas). Un carácter de referencia en letras mayúsculas en cada dibujo (por ejemplo, "Q" en la fig. 9) está asociado con el radio de la sección del perfil en la proximidad inmediata del borde exterior. El eje (centro) de rotación de la turbina relevante está indicado en cada dibujo.

5 Asociada con cada una de las figs. 9, 10, 11 y 12 en esta descripción hay una tabla que establece las dimensiones indicadas en el dibujo en términos de porcentajes de la longitud de la cuerda/radio mostrada en el dibujo. Las realizaciones de la presente invención incluyen configuraciones cónicas en las que la longitud de la cuerda/radio difiere en ubicaciones verticales diferentes en la turbina, pero la forma relativa de las secciones de perfil permanece esencialmente constante en diferentes ubicaciones verticales en la turbina. Así, la forma general de tal turbina se puede determinar a partir de una sección del perfil con dimensiones especificadas en términos de porcentajes de la longitud de la cuerda/radio y las dimensiones (o dimensión en el caso de configuraciones no cónicas) de la cuerda/radios en ubicaciones verticales seleccionadas. Si la turbina es helicoidal, la torsión se puede especificar mostrando (por medio de dibujos o tablas) los ángulos relativos entre la cuerda/radios en ubicaciones verticales seleccionadas (descritas más adelante).

20 La fig. 9 muestra una sección del perfil 100 de una VAWT de doble curva de perfil macizo de una realización de la presente invención. La sección del perfil es de curva doble porque la superficie del perfil más alejado de la línea de la cuerda/radio comprende una sección convexa exterior 102 una sección cóncava intermedia 104 y una sección convexa interior 106. Las dimensiones indicadas en la fig. 9, como porcentajes de la longitud de la cuerda/radio (indicada como "Radio" en la fig. 9) son como sigue:

25	a	2,2
	A	2,2
	b	4,6
	B	5,0
	c	9,6
30	C	6,8
	d	13,0
	D	5,8
	e	15,6
	E	3,2
35	f	17,0
	F	1,8
	g	18,0
	G	1,4
	h	18,0
40	H	2,6
	i	18,0
	I	4,8
	j	16,8
	J	7,0
45	k	15,4

ES 2 608 572 T3

	K	9,0
	l	13,4
	L	10,2
	m	10,6
5	M	10,8
	n	7,4
	N	11,0
	o	3,2
	O	10,2
10	p	0,8
	P	8,6
	Q	1,6 (radio del borde exterior)
	R	6,6 (espaciamiento de los desplazamientos indicados)
	S	3,4 (espaciamiento de los desplazamientos indicados)

15 La fig. 10 muestra una sección del perfil 200 de una VAWT de doble curva de dos perfiles (y una parte de la sección del perfil del otro perfil) de una realización de la presente invención. La sección del perfil es de doble curva porque la superficie del perfil más alejada de la línea de cuerda/radio comprende una sección convexa exterior 102, una sección cóncava intermedia 104 y una sección convexa interior 106. Las dimensiones indicada en la fig. 10, como porcentajes de la longitud de la cuerda/radio (es decir, desde el borde exterior al centro de rotación) son como sigue:

20	a	3,1
	A	1
	b	10,6
	B	5,8
	c	15,6
25	C	6,8
	d	18,9
	D	3,8
	e	20,9
	E	1,9
30	f	21,8
	F	2,2
	g	21,6
	G	5
	h	20,5
35	H	8,4
	i	18,4
	l	11,2
	j	15,2

ES 2 608 572 T3

	J	12,9
	k	10,9
	K	13,4
	l	5,2
5	L	12,8
	M	2 (radio del borde exterior)
	N	3,7 (espaciamiento del desplazamiento indicado)
	O	10 (espaciamiento de los desplazamientos indicados)

10 La fig. 11 muestra una sección del perfil 300 de una VAWT de una sola curva de dos perfiles (y una parte de la sección del perfil del otro perfil). La sección de perfil se denomina curva única para diferenciarla de las secciones del perfil de doble curva descritas anteriormente. A diferencia de las secciones del perfil de doble curva, en la sección del perfil 300 de una VAWT de una sola curva de dos perfiles, la superficie del perfil más alejada de la línea de cuerda/radio no tiene una sección cóncava. Las dimensiones indicadas en la fig. 11, como porcentajes de la longitud de la cuerda/radio (es decir, desde el borde exterior al centro de rotación) son como sigue:

15	a	5,9
	B	7,1
	c	12,1
	C	2,7
	d	15,1
20	D	6
	e	16,3
	E	9,9
	f	16,1
	F	14,6
25	g	15
	G	19,4
	h	13,6
	H	23,8
	i	12
30	l	27,6
	j	10,1
	J	30,9
	k	8,1
	K	33,9
35	l	5,9
	L	36
	m	3,4
	M	35,2

ES 2 608 572 T3

	n	0,7
	N	29,6
	O	6,8 (radio del borde exterior)
	P	2,1 (espaciamiento de los desplazamientos indicados)
5	R	10 (espaciamiento de los desplazamientos indicados)

La fig. 12 muestra una sección del perfil 400 de tipo Savonius mejorado, de una sola curva de dos perfiles (y una parte de la sección del perfil del otro perfil). Las dimensiones indicadas en la fig. 12, como porcentajes de la longitud de la cuerda/radio (es decir, desde el borde exterior al centro de rotación) son como sigue:

	A	5,5
10	B	31,5
	b	3,6
	C	41,5
	c	5,1
	D	47,3
15	d	6,5
	E	50,5
	e	7,9
	F	51,6
	f	9,6
20	G	50,6
	g	11,4
	H	47,6
	h	13,6
	I	42,1
25	i	16,7
	J	32,2
	j	22
	K	8
	k	39,2
30	L	0
	l	35,9
	M	9
	N	10,2 (radio del borde exterior)
	P	10 (espaciamiento de los desplazamientos)

35 Las figs. 13 y 14 son representaciones esquemáticas en vista superior que muestran líneas de cuerda/radio de realizaciones de una VAWT helicoidal cónica de la presente invención. Las líneas de cuerda/radio en las figs. 13 y 14 irradian desde el eje de rotación (denominado como centro de rotación en las figs. 9 a 12) de la turbina relevante. El desplazamiento a lo largo de la envergadura entre cada par adyacente de líneas de cuerda/radio es el mismo para todos

los pares. Así el ángulo entre líneas de cuerda/radio adyacentes indica la torsión entre las líneas de cuerda/radio adyacentes y, de forma acumulativa, la torsión para el perfil ilustrado. Como se ha indicado en las figs. 13 y 14, la torsión para los perfiles ilustrados en la misma es de aproximadamente 200°.

5 Para mayor claridad, las figs. 13 y 14 muestran las líneas de cuerda/radio sólo en un lado de la turbina; resultará claro que las líneas de cuerda/radio para el otro lado de la turbina de los perfiles serían simplemente imágenes especulares de las líneas de cuerda/radio en los dibujos.

Las líneas de cuerda/radio en las figs. 13 y 14 corresponden generalmente a las líneas de cuerda/radio indicadas en las figs. 9 a 12. Cualquiera de las secciones ilustradas en las figs. 9 a 12 podría ser utilizada en las configuraciones helicoidales cónicas indicadas por las figs. 13 y 14.

10 En las configuraciones de turbina general ilustradas en las figs. 13 y 14: la línea de cuerda/radio identificada como "A" en cada Figura está ubicada en la parte inferior/base de la turbina; líneas de cuerda/radio adyacentes están espaciadas una de la otra a lo largo de la envergadura por una cantidad igual al 40% de la longitud de cuerda/radio máxima (así la distancia a lo largo de la envergadura desde la línea de cuerda/radio "A" a la línea de cuerda/radio "K" es el 400% de la longitud de cuerda/radio máxima en cada Figura); y el ángulo entre las líneas de cuerda/radio adyacentes es de 20°.

15 La fig. 13 muestra las líneas de cuerda/radio seleccionadas de una realización de una VAWT 500, de una sola conicidad, helicoidal de la presente invención. Las dimensiones de las líneas de cuerda/radio indicadas en la fig. 13, como porcentajes de la longitud de cuerda/radio máxima, son como sigue:

	A	100
	B	100
20	C	100
	D	100
	E	99
	F	97
	G	93,2
25	H	82,3
	I	65,2
	J	38,5
	K	8

30 La fig. 14 muestra líneas de cuerda/radio seleccionadas de una realización de una VAWT 600, de doble conicidad, helicoidal de la presente invención. Las dimensiones de las líneas de cuerda/radio indicadas en la fig. 14, como porcentajes de la longitud de cuerda/radio máxima, son como sigue:

	A	20
	B	40
	C	100
35	D	100
	E	99
	F	97
	G	93,2
	H	82,3
40	I	65,2
	J	38,5
	K	8

Las conicidades ilustradas en las figs. 13 y 14, y otras conicidades similares, también se pueden utilizar con configuraciones no helicoidales. En representaciones esquemáticas en vista superior análogas a las figs. 13 y 14 de tales configuraciones no helicoidales, las líneas de cuerda/radio simplemente se solaparían unas a otras.

5 Las figs. 15, 16, 17 y 18 muestran una base casi-cónica 700 para una VAWT de perfil macizo. La base es denominada como casi-cónica más que simplemente cónica porque las superficies preferidas de rotación no se componen de una sección de un cono, sino más bien son formas cóncavas complejas. Como se ha mostrado en las figs. 15 y 16, la intersección de un perfil y una base casi-cónica 700 está preferiblemente carenada con un filete cóncavo 702 para reducir la turbulencia. En comparación con las conexiones de perfil a base convencionales, en las que el perfil y la base simplemente se encuentran a aproximadamente 90°, una base casi-cónica es fuerte y reduce el arrastre reduciendo la superficie total sobre la que fluye el fluido relevante (denominada a veces como "superficie humedecida"). Como se ha mostrado en la fig. 18, una base casi-cónica también puede proporcionar espacio suficiente dentro de la base para la totalidad o parte del generador (u otro dispositivo que la turbina está accionando), reduciendo así la carga de cojinete y permitiendo una instalación más compacta.

15 Las turbinas de eje perpendicular son sometidas al efecto Magnus (también denominado a veces como el efecto Flettner), por lo que una rotación del objeto afecta a su trayectoria a través de un fluido, o si el objeto está en una posición fija o en movimiento pero montado de tal manera que su trayectoria no puede ser afectada por un fluido que circula más allá de ella, la trayectoria de flujo del fluido es afectada. Se comprende que el efecto Magnus es un producto de distintos fenómenos incluyendo el efecto Bernoulli y la formación de capas límite en el medio alrededor de los objetos giratorios.

20 La desviación del flujo de fluido provocada por la rotación de una turbina de eje perpendicular se puede utilizar para obtener patrones de flujo deseados en el caso de agrupaciones de tales turbinas y también se puede utilizar para desviar el flujo de aire sobre un vehículo en movimiento. Los extremos frontales de los camiones grandes modernos, en particular los camiones de largo recorrido, están conformados a menudo para reducir el arrastre del aire desviando suavemente (o al menos tan suavemente como lo permiten las tensiones usuales en el diseño del vehículo) el aire sobre (y, típicamente en una extensión menor, a los lados) el camión. La desviación de aire sobre un vehículo en movimiento provoca típicamente una fuerza hacia abajo sobre el vehículo, lo que conduce a un desgaste de neumático aumentado. Alternativamente, una turbina de eje perpendicular montada en la parte frontal de un vehículo desviará tanto el aire sobre el vehículo debido al efecto Magnus como accionará un dispositivo de accionamiento de rotación (tal como un generador o un compresor de refrigeración).

30 Las figs. 19 y 20 muestran un deflector 800 de doble turbina montado encima de la cabina y por delante del compartimento de carga de un camión 802. Cada turbina del deflector 800 de doble turbina es una turbina de una sola conicidad, helicoidal, de perfil macizo. Como una parte del flujo a lo largo de los perfiles de una turbina cónica (como distinto del flujo general afectado por el efecto Magnus), es desde la base de la turbina (es decir, la parte más ancha de una turbina de una sola conicidad) hacia el otro extremo de la turbina (es decir, la parte superior en una VAWT orientada convencionalmente), el deflector de doble turbina también actúa para desviar una parte del aire a través del cual está pasando el camión 802 hacia cada lado del vehículo. La fig. 21 muestra un deflector 800 de doble turbina adecuado para montar en un vehículo.

35 Se ha encontrado que las turbinas del tipo descrito generalmente en este documento pueden funcionar de forma útil con el flujo de fluido en un ángulo diferente de aproximadamente 90° al eje de rotación de la turbina.

40 La inclinación una turbina de la presente invención, de tal manera que el extremo no portante de la turbina se inclina aguas abajo con el eje de rotación de la turbina en el intervalo de aproximadamente 5° a 15° (y preferiblemente aproximadamente 7°) de perpendicular a la dirección de flujo, mejora el rendimiento de la turbina. Se comprende que los beneficios de tal inclinación se obtienen mejor cuando la inclinación está orientada apropiadamente con respecto a la dirección de flujo. Sin embargo, la inclinación y la dirección de flujo no necesitan estar perfectamente alineadas y se comprende que la inclinación no tiene al menos un efecto perjudicial sobre el rendimiento, en comparación con una turbina orientada para ser perpendicular a todas las direcciones de flujo posibles generales, a través de aproximadamente 180° de direcciones de flujo (es decir, 90° a cada lado de la alineación de la inclinación con la dirección de flujo). Sin embargo, la inclinación se utiliza mejor en situaciones donde la dirección de flujo es bastante constante, por ejemplo, con turbinas de agua en ríos, y quizás, con turbinas de viento en ubicaciones sometidas a vientos persistentes tales como los vientos alisios.

55 La inclinación también se puede utilizar donde la estructura de montaje de la turbina puede reorientarse en relación con la dirección de flujo, por ejemplo, en el caso de turbinas de agua montadas en barcasas en flujos de marea, las barcasas podrían anclarse de modo que sean libres para auto-orientarse en relación con el flujo. Alternativamente, si la ubicación de la instalación no permite tal auto-orientación de la barcaza, los sensores de flujo, los controladores informáticos y los dispositivos mecánicos, probablemente accionados por la turbina, podrían ser utilizados para alterar la inclinación con

relación a la barcaza.

5 Una turbina de agua monta sobre un árbol, que proporciona auto-alineación e inclinación (aunque el ángulo de inclinación no está tan controlado como en el caso de una turbina de agua montada sobre un árbol) se ha mostrado en la fig. 22. Como se ha mostrado en la fig. 22, se puede utilizar una turbina de agua 900 de doble conicidad, helicoidal, de perfil macizo para generar movimiento giratorio a partir del agua que circula estando suspendida en el agua que circula mediante un cable de accionamiento flexible 902. Tal configuración es relativamente barata de instalar y permite a la turbina acomodar cambios en la dirección de flujo de agua (tal como por ejemplo, cuando las corrientes son mareas). La naturaleza flexible del soporte también significa que, en comparación con una turbina montada rígidamente, la turbina de agua 900 es menos susceptible al daño de elementos flotantes o parcialmente sumergidos (por ejemplo, troncos) en el agua. La orientación de la turbina de agua 900 en relación con la dirección de flujo (es decir, en un ángulo diferente de 90°) significa que el flujo de agua que fluye sobre la turbina de agua 900 tiende a lavar elementos más pequeños (por ejemplo, bolsas de plástico, algas marinas, etc.) que pueden adherirse de otro modo a la turbina de agua 900, reduciendo su eficacia.

15 Las figs. 23 y 24 muestran una agrupación de cuatro turbinas de agua 900 de doble conicidad, helicoidales, de perfil macizo suspendidas en agua que circula y conectadas a un recipiente flotante atado 904 mediante cables de accionamiento flexibles 902. Las turbinas de agua 900 pueden estar configuradas y posicionadas para aprovecharse del efecto Magnus. Como se ha mostrado en la fig. 24, cada uno de los pares de turbinas de agua 900 en cada lado del recipiente flotante 904, está configurado para girar en la dirección opuesta a la del otro par de turbinas de agua 900.

20 Las figs. 25 y 26 muestran una turbina de agua 900 de doble conicidad, helicoidal, de perfil macizo adecuada para utilizar en las disposiciones mostradas en las figs. 22, 23 y 24. La fig. 27 muestra líneas de cuerda/radio de la turbina de agua 906 mostrada en las figs. 25 y 26. Las dimensiones relativas de las longitudes de cuerda a diferentes distancias desde el extremo de la turbina más alejado del punto de conexión del cable flexible (y en ángulos relativos diferentes) se proporcionan en la siguiente tabla.

Capa que empieza desde más abajo	Longitud de la cuerda en relación con la cuerda/radio más ancho	Altura por encima de la base en relación con la cuerda más larga/radio más ancho	Ángulo de la línea de la cuerda
A	0	0	0
B	18	10	10
C	51,2	30	20
D	71,8	50	30
E	84,5	70	40
Capa que empieza desde más abajo	Longitud de la cuerda en relación con la cuerda/radio más ancho	Altura por encima de la base en relación con la cuerda más larga/radio más ancho	Ángulo de línea de la cuerda
F	96	90	50
G	100	110	60
H	100	130	70
I	100	150	80
J	100	170	90

K	100	190	100
L	100	210	110
M	97	230	120
N	92,2	250	130
O	85,7	270	140
P	78	290	150
Q	71	310	160
R	63,2	330	170
S	55	350	180
T	46,2	370	190
U	37	390	200
V	18,3	410	210
W	0	420	220

La fig. 28 muestra una VAWT 1000 de aire admitido en el sentido de la marcha, helicoidal, plegable. Como se ha mostrado en la fig. 28, y con respecto a algunas características con mayor detalle en las figs. 29 y 30, la VAWT 1000 de aire admitido en el sentido de la marcha comprende una placa inferior 1002 montada sobre una columna 1004 y una placa superior 1006. El perfil 1008 de aire admitido en el sentido de la marcha comprende una pluralidad de listones 1010, con cada listón 1010 montado de forma deslizante en un árbol 1012 en un agujero que pasa a través del listón 1010. Se impide el movimiento rotacional relativo de los listones 1010 alrededor del árbol 1012; preferiblemente, el árbol 1012 es ranurado y los agujeros en los listones 1010 están configurados para hacer coincidir las ranuras. Un revestimiento de tela 1014 está fijado a cada borde de cada listón 1010 de modo que forme la superficie del perfil 1008 de aire admitido en el sentido de la marcha. Recorriendo la longitud de cada borde exterior del perfil 1008 de aire admitido en el sentido de la marcha, hay un conducto de ventilación 1016.

En uso, cada una de las celdas 1018, es decir, los espacios entre los dos revestimientos de tela 1014 y los listones 1010, se llenan con aire forzado a las celdas 1018 a través de los conductos de ventilación 1016. Los listones 1010 y los revestimiento de tela 1014 están configurados de tal manera que la presión resultante en las celdas 1018 fuerza los revestimientos de tela 1014 a una forma de perfil deseada.

Se puede colapsar la VAWT 1000 de aire admitido en el sentido de la marcha acercando la placa superior 1006 y la placa inferior 1002 de modo que lleve los listones 1010 a una configuración apilada, lo que reduce significativamente el área barrida y afloja los revestimiento de tela 1014 provocando turbulencia en el flujo de aire sobre la VAWT 1000 de aire en el sentido de la marcha colapsada, lo que da como resultado un par de torsión giratorio mínimo o inexistente. La VAWT 1000 de aire en el sentido de la marcha puede estar configurada de tal manera que la placa superior 1006 está montada de forma deslizante sobre el árbol de aire admitido en el sentido de la marcha y la placa inferior 1002 está fijada al árbol 1012 de aire admitido en el sentido de la marcha, de tal manera que el colapso de la VAWT 1000 de aire admitido en el sentido de la marcha se puede efectuar deslizando la placa superior 1006 bajo el árbol 1012 de aire admitido en el sentido de la marcha. Alternativamente, la placa superior 1006 puede estar fijada al árbol 1012 de aire admitido en el sentido de la marcha y el árbol 1012 de aire admitido en el sentido de la marcha puede estar montado deslizablemente en relación con la placa inferior 1002, de tal manera que el colapso de la VAWT 1000 de aire admitido en el sentido de la marcha se puede efectuar tirando del árbol 1012 de aire admitido en el sentido de la marcha hacia la columna 1004.

Como se ha mostrado en la fig. 32, en una realización, cada listón 1010 está compuesto de dos medios listones 1020, en uso fijados el uno al otro con elementos de fijación convencionales. Una parte del revestimiento de tela 1014 está emparedada entre los medios listones 1018, asegurando así el revestimiento de tela 1014 al listón 1010.

5 Las figs. 33 a 40 muestran una realización de la turbina 1100 de sección no constante helicoidal de perfil macizo de la presente invención que tiene una sección de perfil de doble curva. La turbina 1100 de sección no constante helicoidal es una "sección no constante" porque, las proporciones relativas y las ubicaciones relativas de las características de la sección de perfil cambian a lo largo de la envergadura del perfil. Las vistas en sección, que indican dimensiones de desplazamiento tomadas a partir de las líneas de cuerda/radio, son como sigue:

- 10 a) La fig. 33 es una sección del perfil de una sección 1102 de extremo portante, en la proximidad del extremo portante;
- b) La fig. 34 es una sección del perfil de una segunda sección 1104 a 30° de torsión desde la sección 1102 de extremo portante;
- c) La fig. 35 es una vista en sección del perfil de una tercera sección 1106 a 30° de torsión desde la segunda sección 1104;
- 15 d) La fig. 36 es una vista en sección del perfil de una cuarta sección 1108 a 30° de torsión desde la tercera sección 1106;
- e) La fig. 37 es una vista en sección del perfil de una quinta sección 1110 a 30° de torsión desde la cuarta sección 1108;
- 20 f) La fig. 38 es una vista en sección del perfil de una sexta sección 1112 a 30° de torsión desde la quinta sección 1110;
- g) La fig. 39 es una vista en sección del perfil de una séptima sección 1114 a 30° de torsión desde la sexta sección 1112; y
- h) La fig. 40 es una vista en sección del perfil de una octava sección 1116 a 30° de torsión desde la séptima sección 1114 y en la proximidad del extremo no portante.

25 Como se ha mencionado anteriormente, la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo es de doble curva porque la superficie del perfil más alejado de la línea de cuerda/radio comprende una sección convexa variable exterior 1120, una sección cóncava variable intermedia 1122 y una sección convexa variable interior 1124.

30 Las dimensiones proporcionadas con respecto a las figs. 33 a 40 (que incluyen, el radio de la sección, el espaciamiento de las líneas de desplazamiento, y las dimensiones de desplazamiento (indicados por letras mayúsculas y minúsculas)), son proporcionadas todas en términos de porcentajes del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo.

35 El radio de la sección 1102 de extremo portante es el 100% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las líneas de desplazamiento en la fig. 33 están espaciadas al 11,11% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las dimensiones indicadas en la fig. 33 son como sigue:

A	23,92
a	23,92
B	23,50
b	15,99
40 C	23,39
c	3,27
D	20,55
d	4,12
E	17,67
45 e	10,41
F	15,98

ES 2 608 572 T3

	f	13,21
	G	15,56
	g	13,09
	H	14,63
5	h	10,37
	I	13,15
	i	5,31
	R	1,66

10 El radio de la segunda sección 1104 es el 100% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las líneas de desplazamiento en la fig. 34 están espaciadas al 11,11% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal de perfil macizo. Las dimensiones indicadas en la fig. 34 son como sigue:

	A	16,43
	a	16,43
	B	21,93
15	b	3,85
	C	16,50
	c	4,47
	D	11,66
	d	9,94
20	E	11,34
	e	13,15
	F	11,81
	f	14,17
	G	12,78
25	g	13,29
	H	13,13
	h	10,25
	I	12,07
	i	4,97
30	R	1,51

El radio de la tercera sección 1106 es el 100% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las líneas de desplazamiento en la fig. 35 están espaciadas al 11,11% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las dimensiones indicadas en la fig. 35 son como sigue:

	A	10,01
35	a	10,01
	B	19,62
	b	0
	C	14,09

ES 2 608 572 T3

	c	6,15
	D	10,32
	d	10,00
	E	10,77
5	e	12,14
	F	11,89
	f	12,70
	G	13,13
	g	11,73
10	H	13,08
	h	9,20
	I	11,82
	i	4,90
	R	1,44

15 El radio de la cuarta sección 1108 es el 100% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las líneas de desplazamiento en la fig. 36 están espaciadas al 11,11% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las dimensiones indicadas en la fig. 36 son como sigue:

	A	10,01
	a	10,01
20	B	19,61
	b	0,3
	C	14,07
	c	5,36
	D	10,30
25	d	10,24
	E	10,62
	e	12,45
	F	11,89
	f	13,07
30	G	13,15
	g	12,16
	H	13,21
	h	9,70
	I	11,76
35	i	5,46

El radio de la quinta sección 1110 es el 100% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las líneas de desplazamiento en la fig. 37 están espaciadas al 11,11% del radio máxima de la turbina 1100 de sección no constate, helicoidal de perfil macizo. Las dimensiones indicadas en la fig. 37 son como sigue:

ES 2 608 572 T3

	A	10,01
	a	10,01
	B	19,61
	b	0,3
5	C	14,07
	c	5,36
	D	10,30
	d	10,24
	E	10,62
10	e	12,45
	F	11,89
	f	13,07
	G	13,15
	g	12,16
15	H	13,21
	h	9,70
	I	11,76
	i	5,46

20 El radio de la sexta sección 1112 es el 92,13% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las líneas de desplazamiento en la fig. 38 están espaciadas al 10,24% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las dimensiones indicadas en la fig. 38 son como sigue:

	A	9,22
	a	9,22
	B	18,07
25	b	0,10
	C	12,96
	c	5,76
	D	9,48
	d	9,21
30	E	9,76
	e	11,18
	F	10,98
	f	11,70
	G	12,12
35	g	10,80
	H	12,20
	h	8,47

ES 2 608 572 T3

I	10,89
i	4,51
R	1,33

5 El radio de la sección 1114 es el 64,05% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las líneas de desplazamiento en la fig. 39 están espaciadas al 7,12% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las dimensiones indicadas en la fig. 39 son como sigue:

A	6,38
a	6,38
B	12,56
10 b	0,28
C	9,01
c	3,96
D	6,59
d	6,40
15 E	6,78
e	7,77
F	7,65
f	8,15
G	8,43
20 g	7,51
H	8,48
h	5,89
I	7,57
i	3,18
25 R	0,92

El radio de la octava sección 1116 es el 22,59% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las líneas de desplazamiento en la fig. 40 están espaciadas al 2,51% del radio máximo de la turbina 1100 de sección no constante, helicoidal, de perfil macizo. Las dimensiones indicadas en la fig. 40 son como sigue:

A	2,25
30 a	2,25
B	4,44
b	0
C	3,18
c	1,40
35 D	2,33
d	2,26
E	2,40
e	2,75

F	2,70
f	2,87
G	2,98
g	2,65
5 H	3,00
h	2,08
I	2,68
i	1,11
R	0,33

10 Como se puede ver en las figs. 33 a 40, las ubicaciones y tamaños relativos de la sección convexa variable exterior 1120, de la sección cóncava variable intermedia 1122 y de la sección convexa variable interior 1124 no son constantes a lo largo de la envergadura del perfil. En la proximidad del extremo portante del perfil (es decir, la sección de extremo portante 1102), la sección convexa variable interior 1124 está próxima al eje de rotación, mientras que en las otras secciones, la sección convexa variable inferior 1124 está desplazada hacia el borde exterior del perfil. Como se ha
15 mostrado en la fig. 33, la sección 1102 de extremo portante, la dimensión de desplazamiento mayor, que corresponde a la ubicación de la sección convexa variable interior 1124, está en el eje de rotación. Como se ha mostrado en las figs. 35 a 40, la dimensión de desplazamiento mayor, que corresponde a la ubicación de la sección convexa variable inferior 1124, está en B, que es aproximadamente el 11% a lo largo de la longitud de la cuerda desde el eje de rotación. Así, le dimensión mayor de la sección convexa interior como medida desde una cuerda entre el eje de rotación de la turbina y el
20 borde exterior del perfil está en una ubicación normal a una ubicación en la cuerda dentro de aproximadamente el 12% de la longitud de la cuerda del eje de rotación.

También, en la proximidad del extremo portante del perfil (es decir, la sección 1102 de extremo portante), la relación de la longitud de la cuerda/radio de la sección del perfil a la anchura de la sección del perfil es menor que esta relación en
25 otras secciones. Como se ha mostrado en la fig. 33, en la sección 1102 de extremo portante, la dimensión de desplazamiento (C) que corresponde a la sección cóncava variable intermedia 1122, es 23,39, proporcionando una relación de la longitud de la cuerda/radio de la sección del perfil a la anchura de la sección del perfil de 100,00 a 23,39 (o 23,39%). Como se ha mostrado en la fig. 36, en la cuarta sección 1108, la dimensión de desplazamiento (D) que corresponde a la sección cóncava variable intermedia 1122, es 10,30, proporcionando una relación de la longitud de la cuerda/radio de la sección del perfil a la anchura de la sección del perfil de 100,00 a 10,30 (o 10,30%). Como se ha
30 mostrado en la fig. 40, en la octava sección 1116, la dimensión de desplazamiento (D) que corresponde a la sección cóncava variable intermedia 1122, es 2,35, proporcionando una relación de la longitud de la cuerda/radio de la sección del perfil a la anchura de la sección del perfil de 22,59 a 2,35 (o 10,40%). La anchura de cada sección del perfil en la sección cóncava variable intermedia 1122 no es menor de aproximadamente el 10% de la longitud de la cuerda en la sección del perfil.

35 Los cambios en la forma del perfil a lo largo de su envergadura refuerzan el perfil en la proximidad del extremo portante y proporciona volumen interior para acomodar cojinetes, etc. en el extremo portante. Se ha encontrado que este ajuste no es considerablemente perjudicial para el rendimiento de la turbina y puede contribuir a la formación y persistencia del área de elevación de baja presión deseable en la superficie del perfil.

40 Las turbinas de agua de la presente invención pueden hacerse convenientemente de hormigón armado con fibra de polipropileno. Se ha encontrado que este es un material relativamente barato y con el que es fácil trabajar que produce una turbina de agua adecuadamente fuerte. La selección de un agregado ligero adecuado puede producir una turbina que tiene una flotabilidad casi neutral, facilitando la instalación y el mantenimiento de tales turbinas. Se comprende que el hormigón armado con fibra de polipropileno es un material adecuado para turbinas de agua de al menos una envergadura de aproximadamente cuatro metros y un diámetro de aproximadamente dos metros.

45 Las turbinas de viento de la presente invención pueden hacerse convenientemente utilizando la fabricación de fibra de vidrio convencional. Para la resistencia mecánica y alguna conveniencia de la fabricación, los perfiles de fibra de vidrio pueden tener núcleos de espuma convencionales. Sin embargo, resultará evidente para los expertos en la técnica que los perfiles de turbina eólica pueden hacerse de muchas formas diferentes. Por ejemplo, se ha encontrado que una turbina ligera, suficientemente robusta y relativamente barata se puede hacer con una construcción de tiras de cedro que
50 utiliza marcos de madera contrachapada.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina (60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74) para girar en respuesta a un fluido que fluye en relación a la turbina en la que en uso la turbina está orientada con su eje de rotación transversal al flujo de fluido, comprendiendo la turbina: al menos dos perfiles que se extienden a lo largo del eje de rotación, en los que:
- 5 a) cada perfil tiene una extremidad portante en un extremo de su envergadura y un extremo no portante en el otro extremo de su envergadura;
- b) cada perfil tiene una torsión alrededor del eje de rotación de no menos de aproximadamente 180 grados a lo largo de su envergadura;
- 10 c) la longitud de la cuerda del perfil en la proximidad de la extremidad portante es mayor que la longitud de la cuerda del perfil en la proximidad de la extremidad no portante, por lo que el perfil de la turbina es generalmente cónico, caracterizada por que
- d) un lado de la sección del perfil (100, 200, 300, 400, 500, 600) de cada perfil es generalmente cóncavo y el otro lado de la sección del perfil del perfil tiene una sección convexa exterior (102), una sección cóncava intermedia (104) y una sección convexa interior (106).
- 15 2. La turbina de la reivindicación 1, en la que la turbina es una turbina de perfil macizo por lo que no hay solapamiento o espacio entre los perfiles.
3. La turbina de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que los perfiles sobresalen desde una base en la extremidad portante de los perfiles y la base (700) es casi cónica.
- 20 4. La turbina de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la anchura de una sección del perfil de cada perfil en la sección cóncava intermedia (104) no es menor que aproximadamente el 10% de la longitud de la cuerda en la sección del perfil.
5. La turbina de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la dimensión mayor de la sección convexa interior (106) medida a partir de una cuerda entre el eje de rotación de la turbina y el borde exterior del perfil está en una ubicación normal a una ubicación de la cuerda dentro de aproximadamente el 12% de la longitud de la cuerda del eje de rotación.
- 25 6. La turbina de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la relación de la longitud a la anchura de una sección de perfil en la proximidad de la extremidad portante es mayor que la relación de la longitud a la anchura de una sección de perfil en la proximidad de la extremidad no portante.
- 30 7. La turbina de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la extremidad no portante de la turbina está inclinada aguas abajo con el eje de turbina en el intervalo de aproximadamente 5 [grados] a 15 [grados] desde perpendicular a la dirección de flujo.
8. La turbina de la reivindicación 7, en la que el eje de rotación de la turbina está en el intervalo de aproximadamente 7 [grados] desde perpendicular a la dirección de flujo.
9. La turbina de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la conicidad es lineal, curvada, o de doble curva.
- 35 10. La turbina de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que una parte de la turbina no es cónica, de tal manera que el volumen tridimensional barrido por la parte no cónica es cilíndrico.
11. La turbina de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que la torsión es de aproximadamente 200 [grados] a aproximadamente 220 [grados].
12. La turbina de la reivindicación 11, en la que la torsión es de aproximadamente 210 [grados].
- 40 13. La turbina de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en la que la turbina es una turbina de agua (900) hecha de hormigón, una turbina de agua (906) hecha de hormigón armado con polipropileno, una turbina eólica hecha de fibra de vidrio, y una turbina eólica hecha de tiras de cedro sobre estructuras de madera.
14. La turbina de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en la que la turbina tiene un núcleo de espuma.

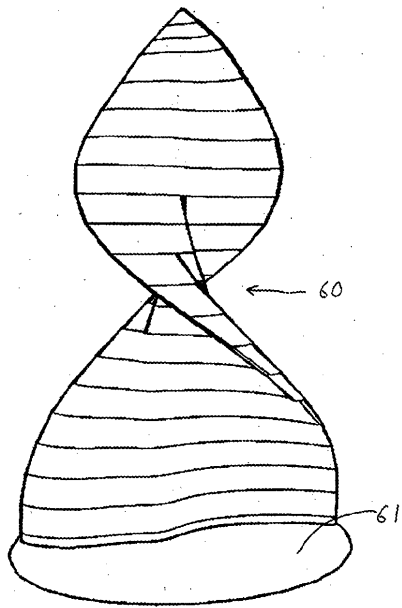


Fig 1

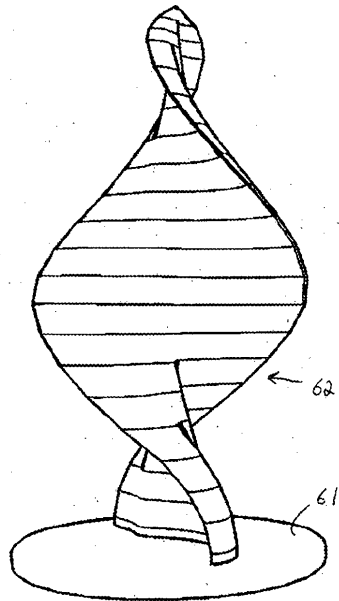


Fig 2

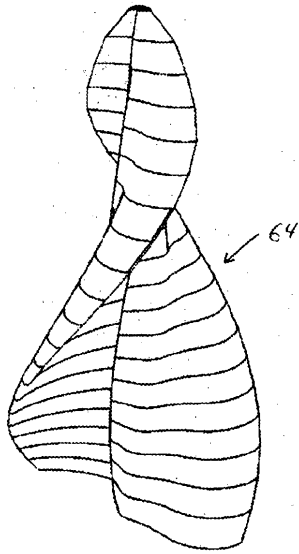


Fig 3

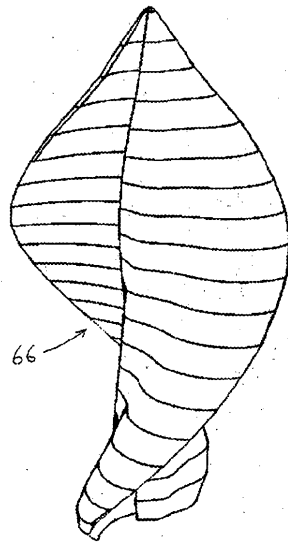
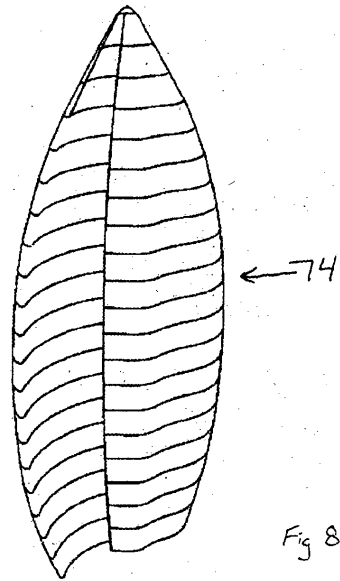
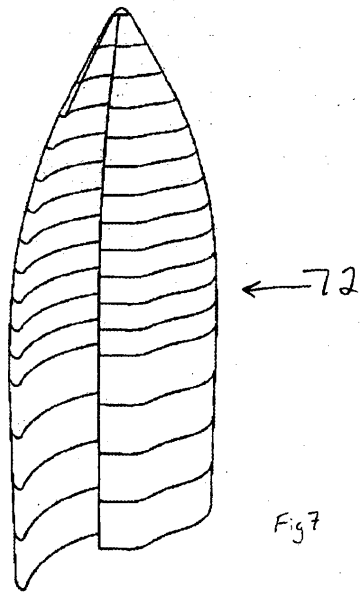
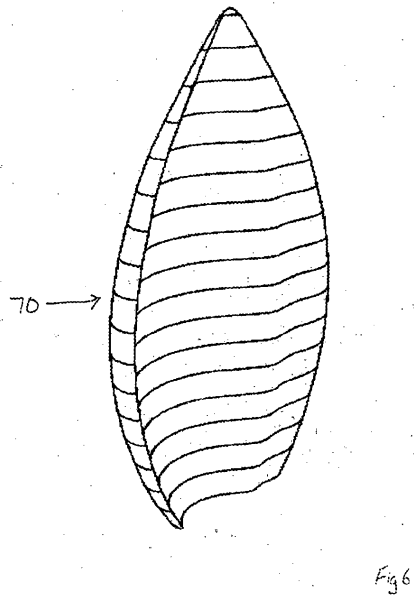
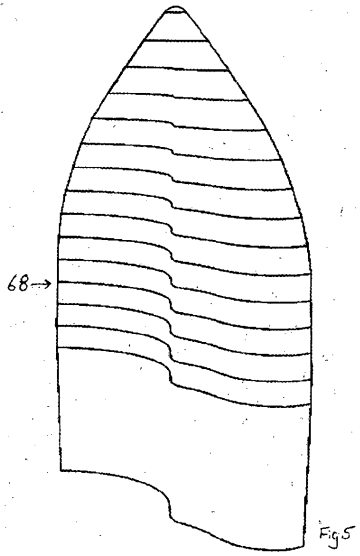


Fig 4



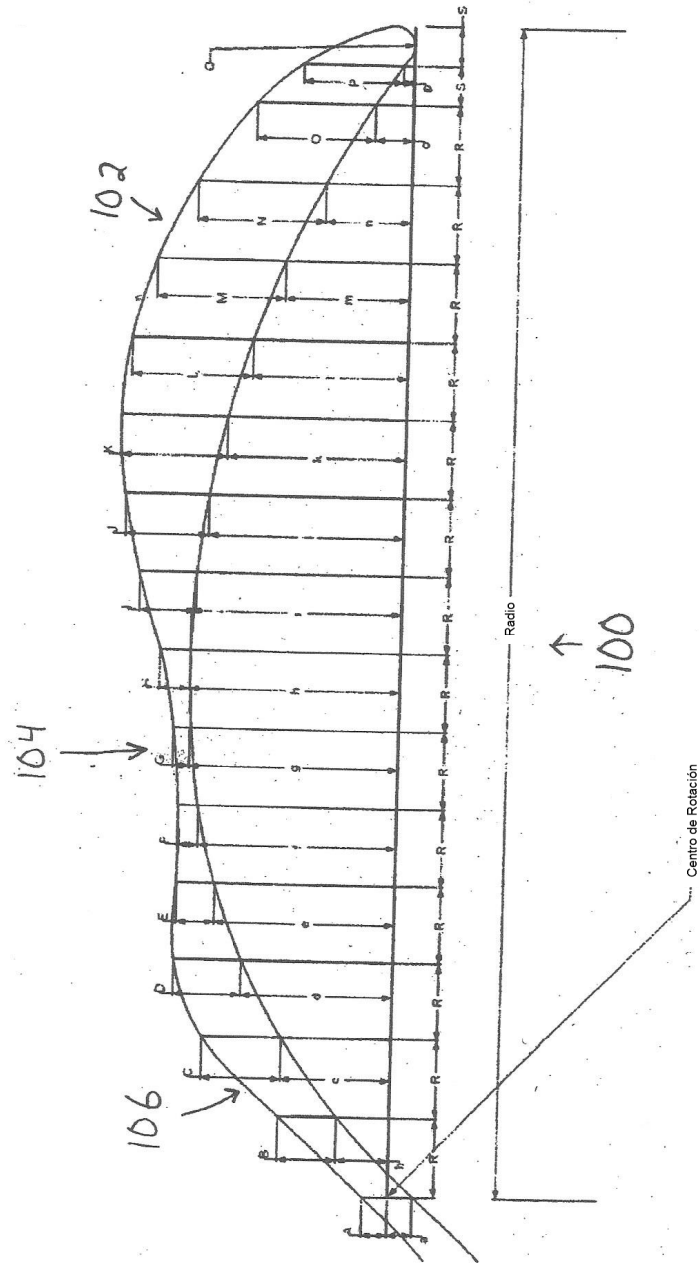


Fig 9

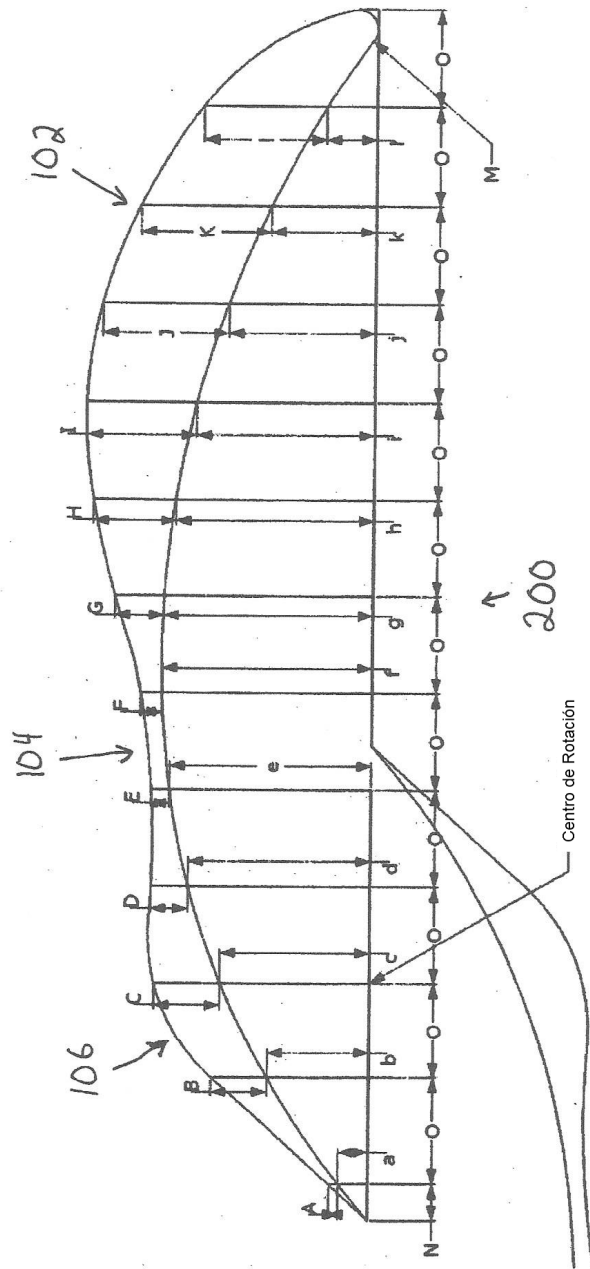


Fig 10

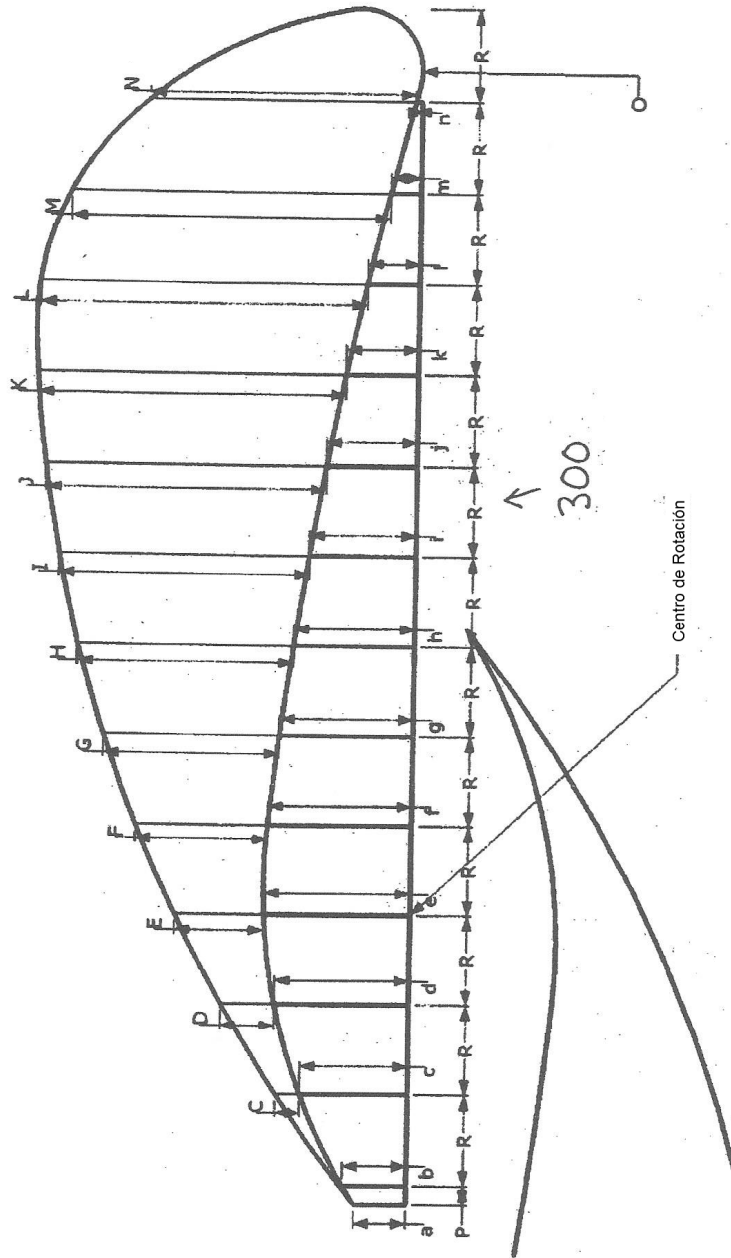


Fig II

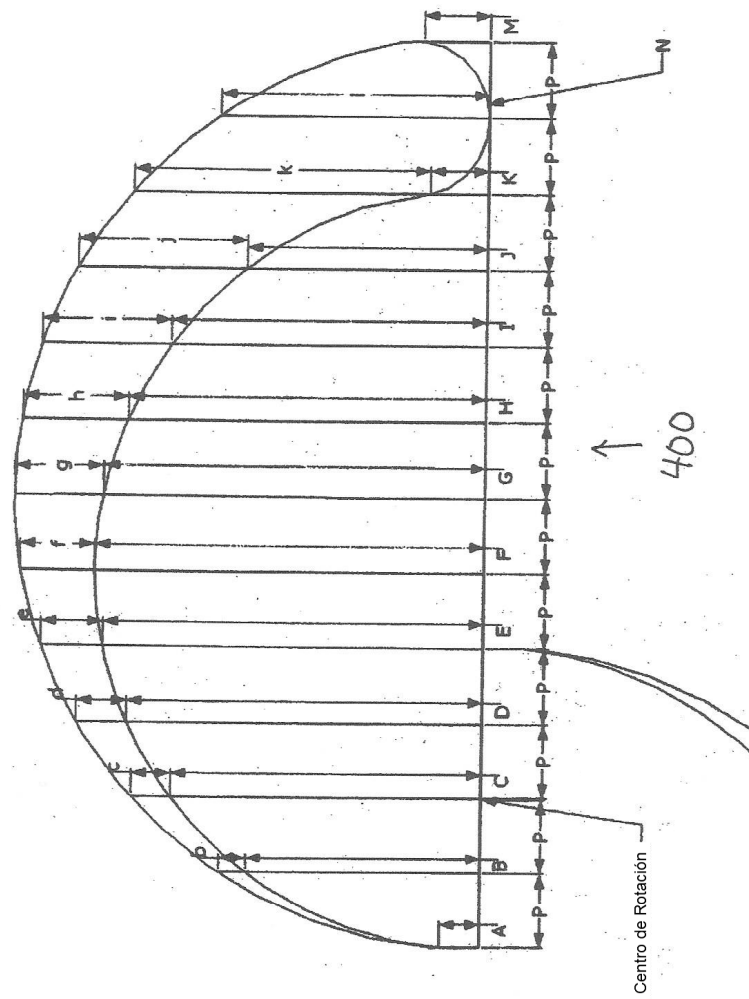


Fig 12

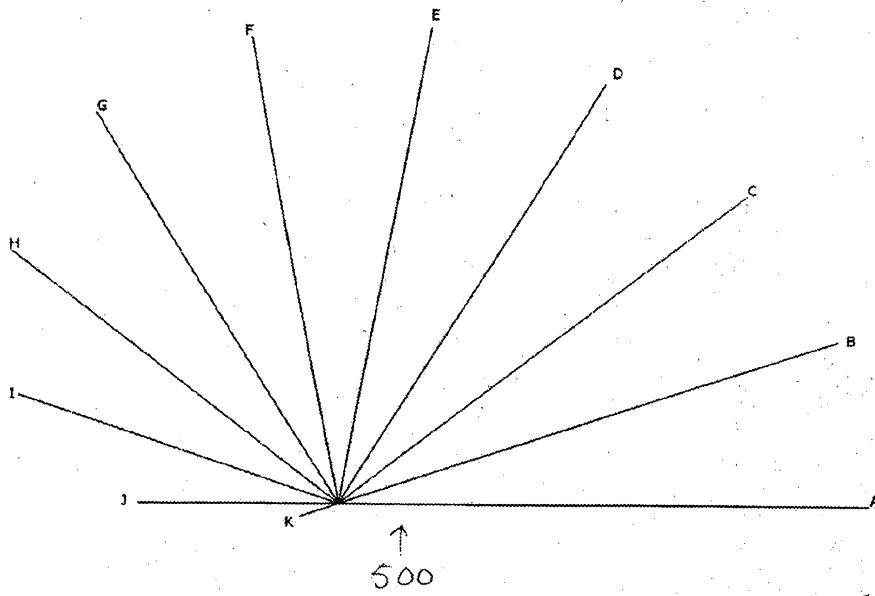


Fig 13

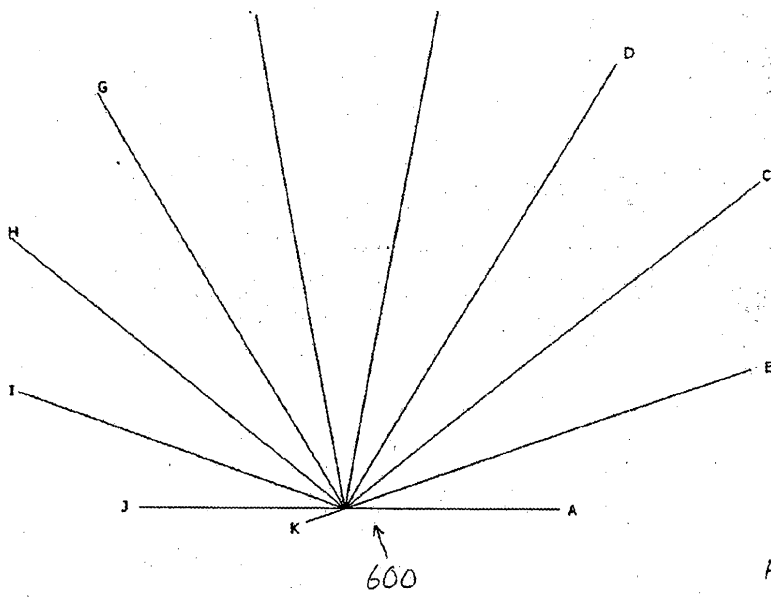
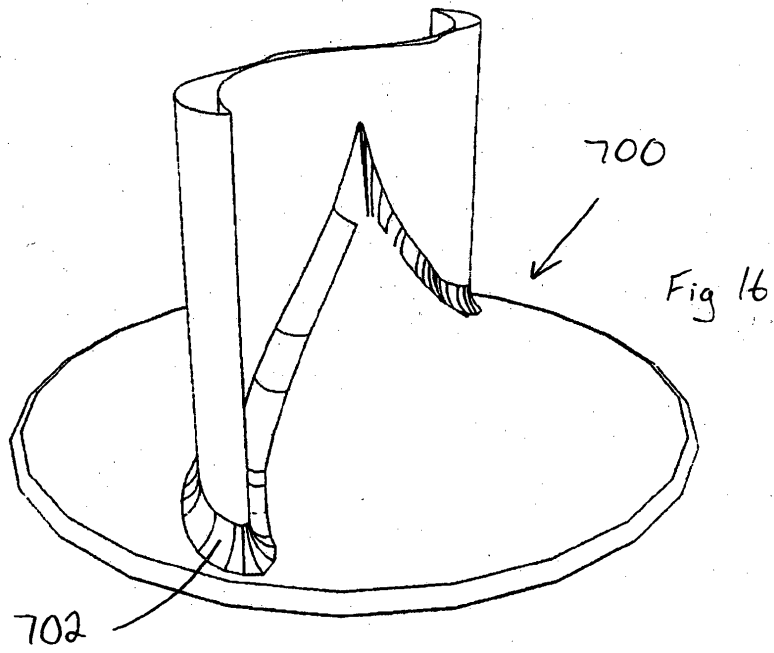
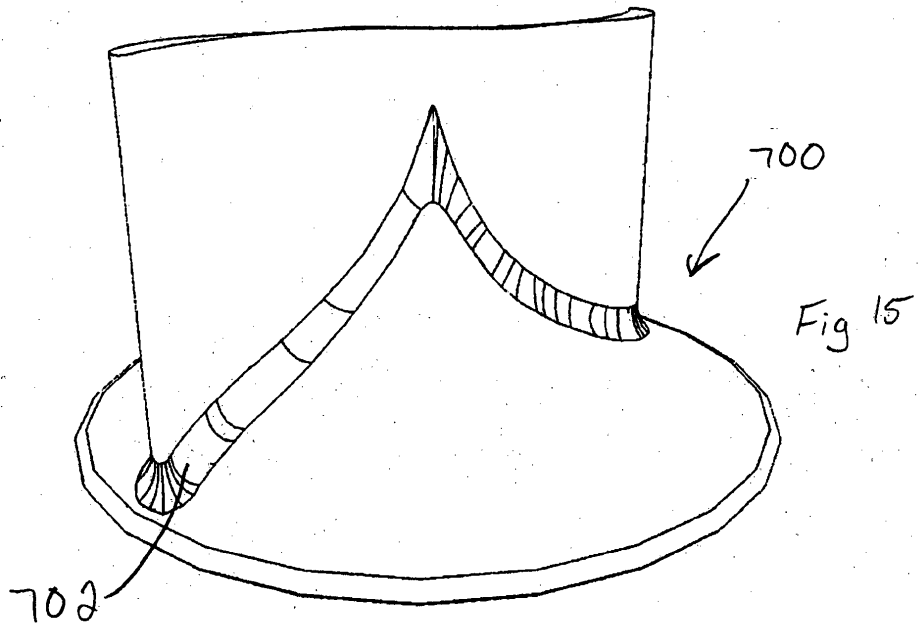
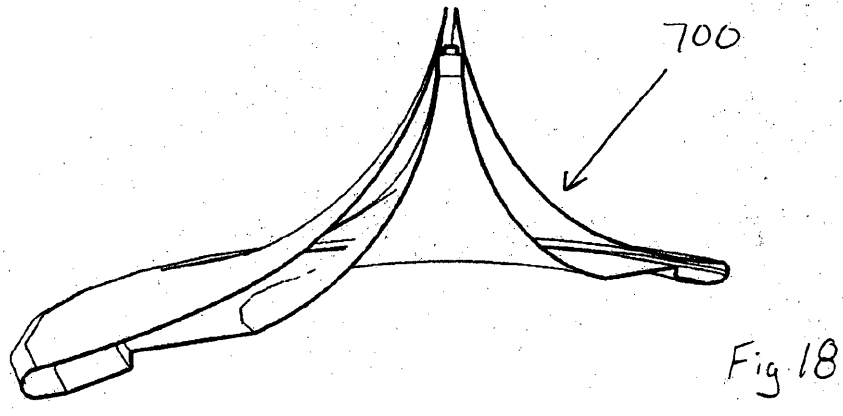
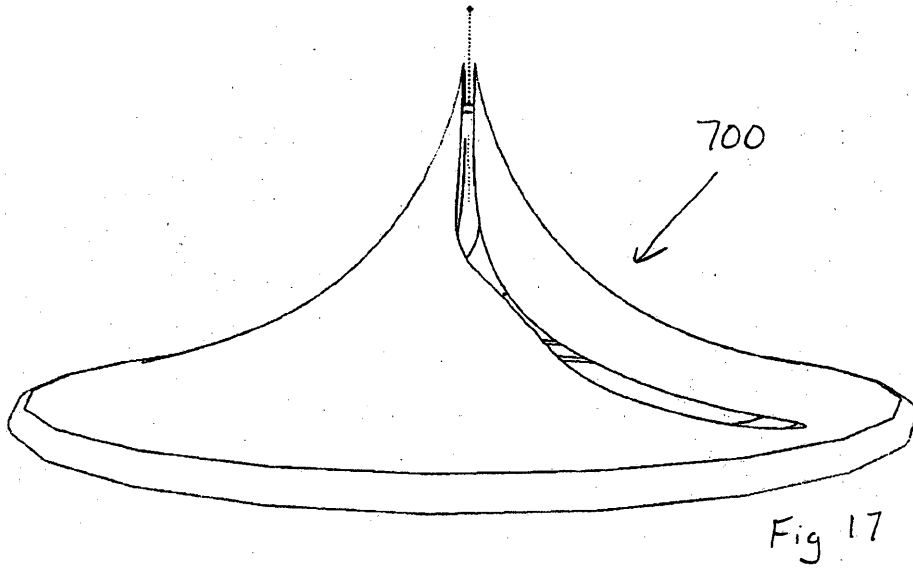


Fig 14





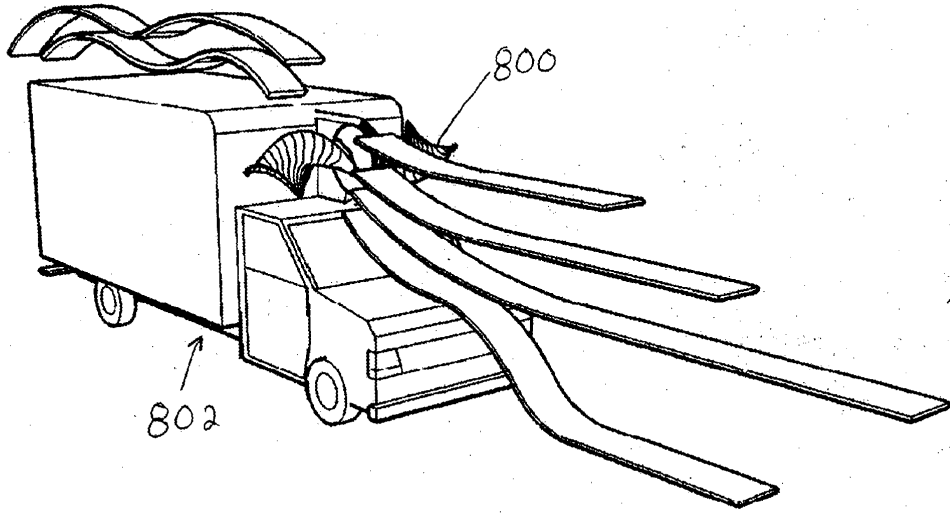


Fig 19

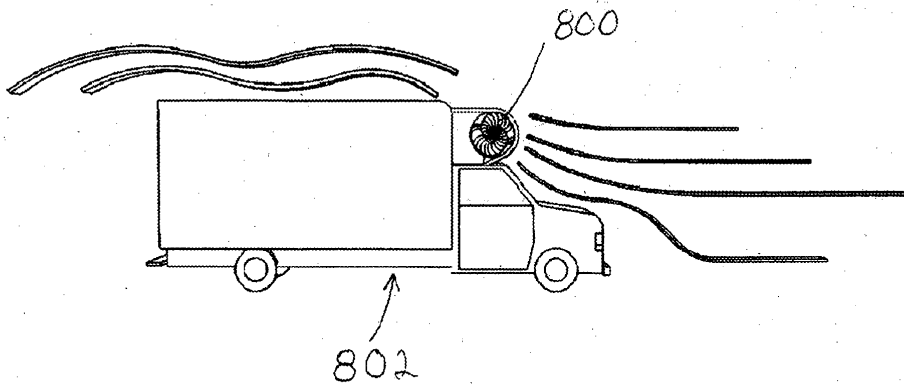


Fig 20

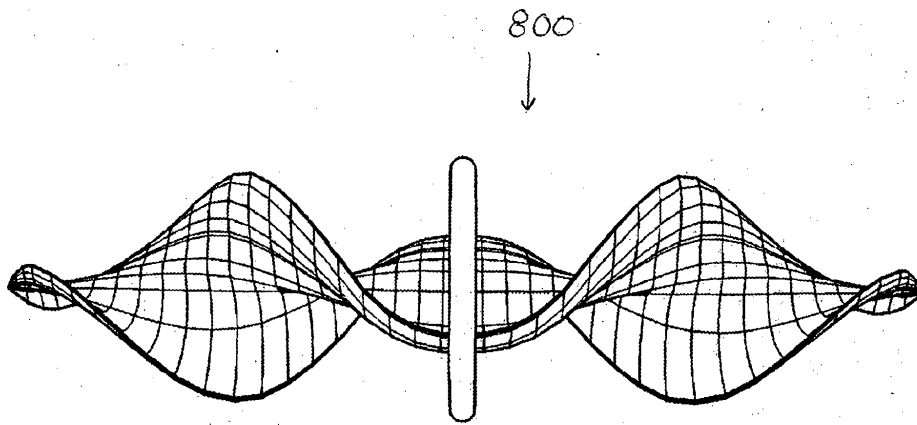


Fig 21

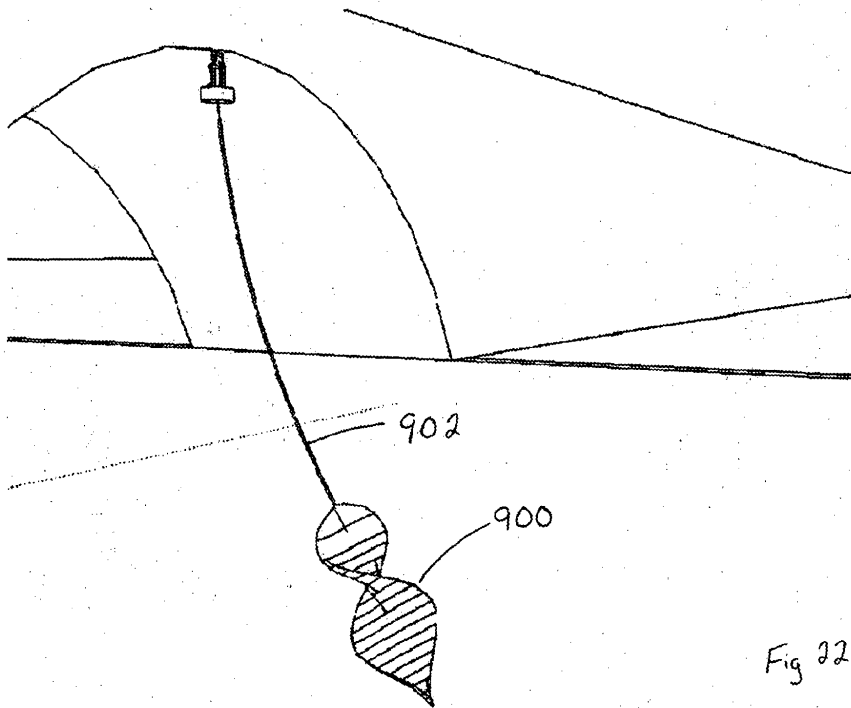
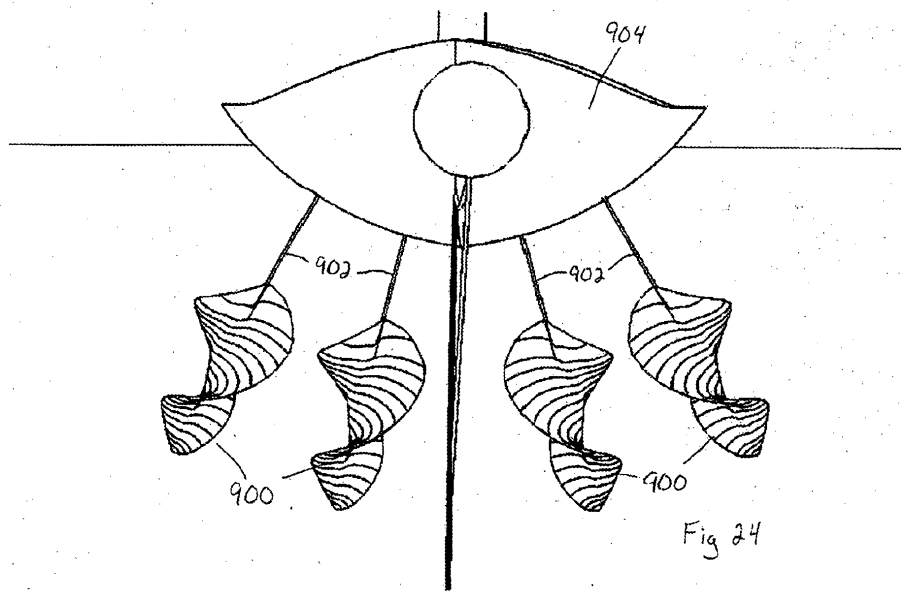
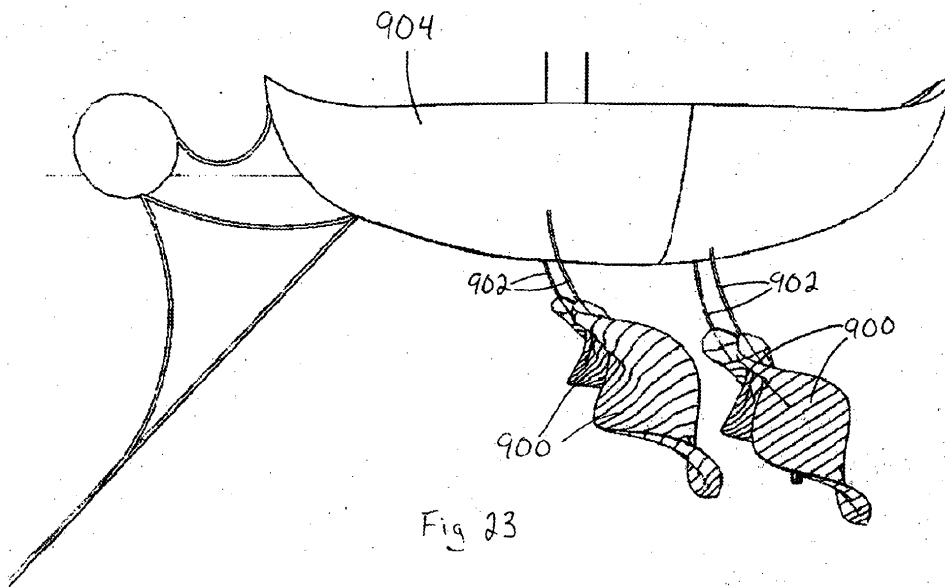
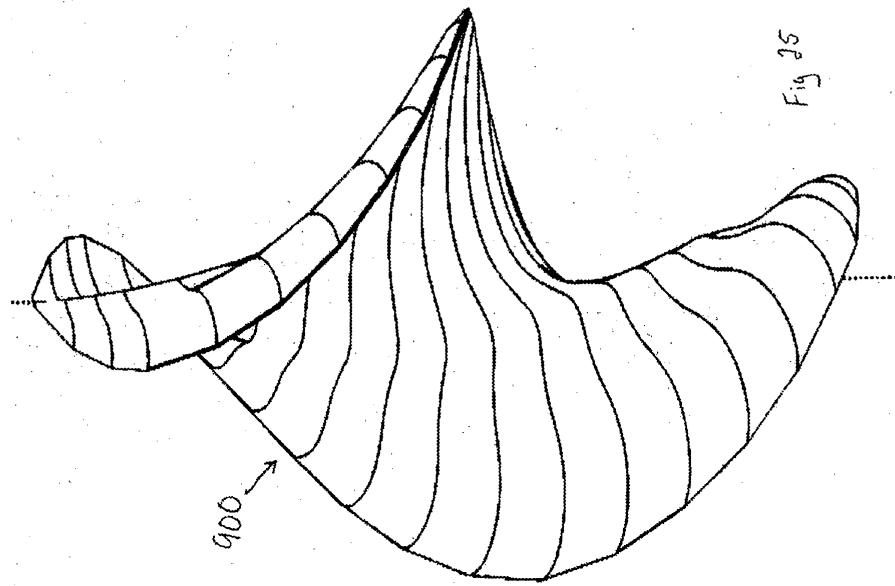
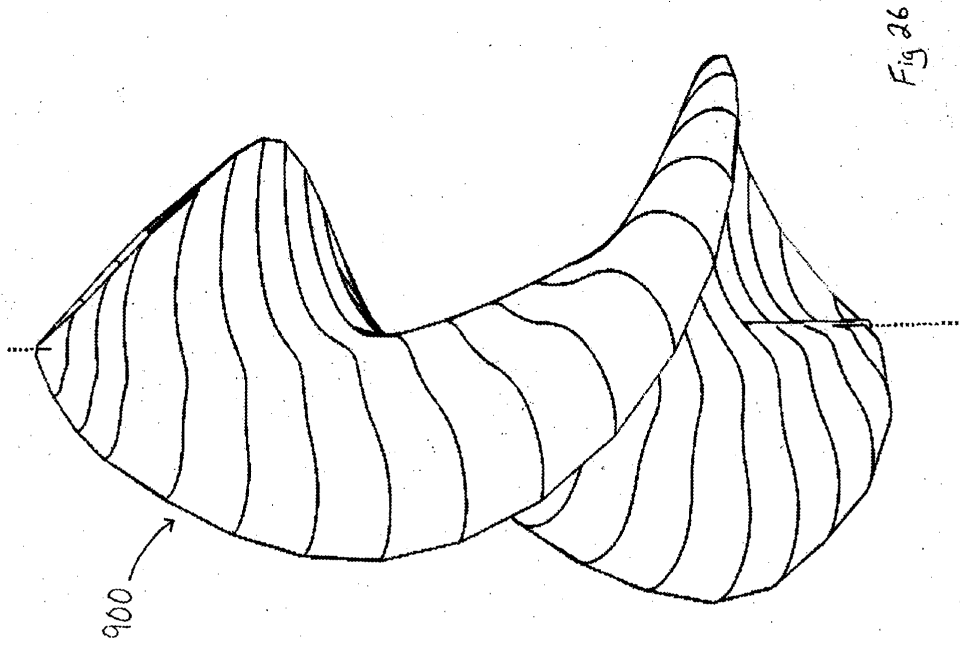
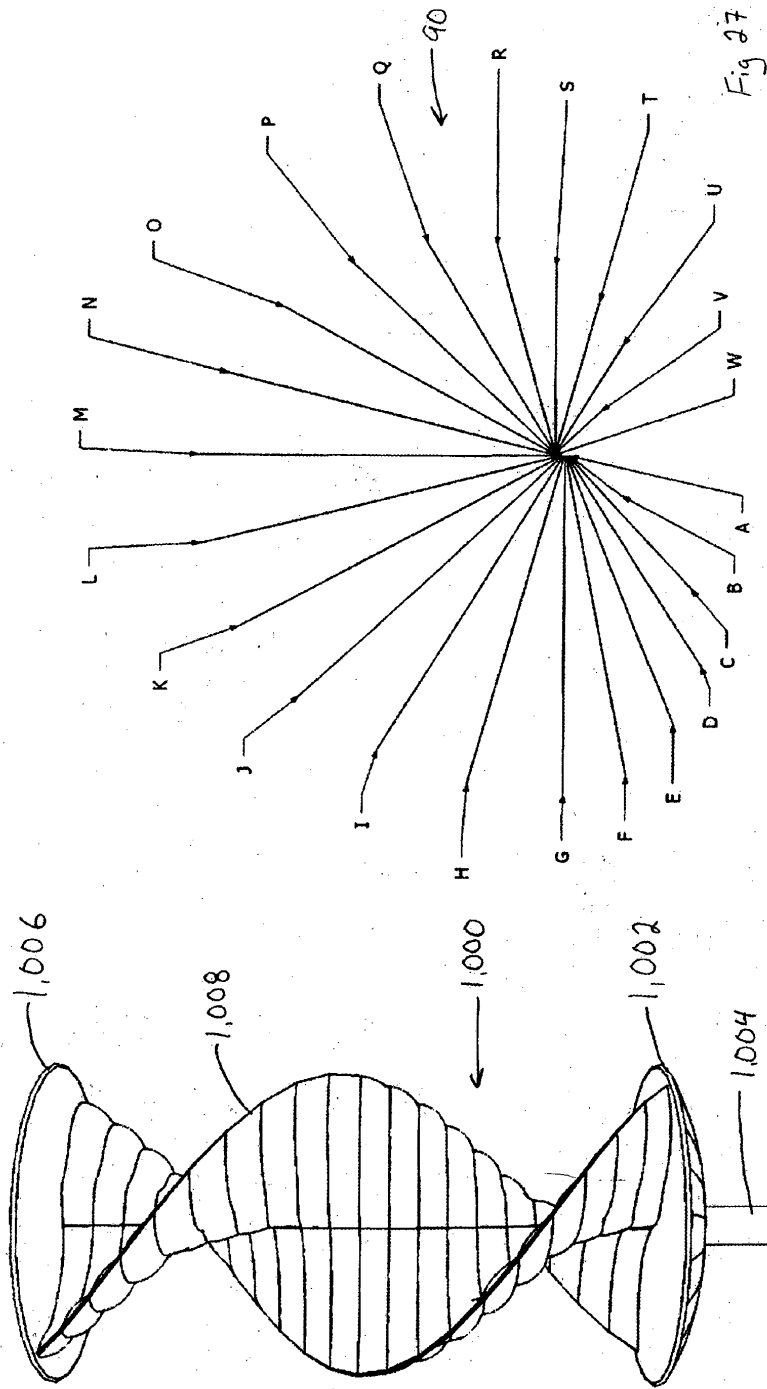


Fig 22







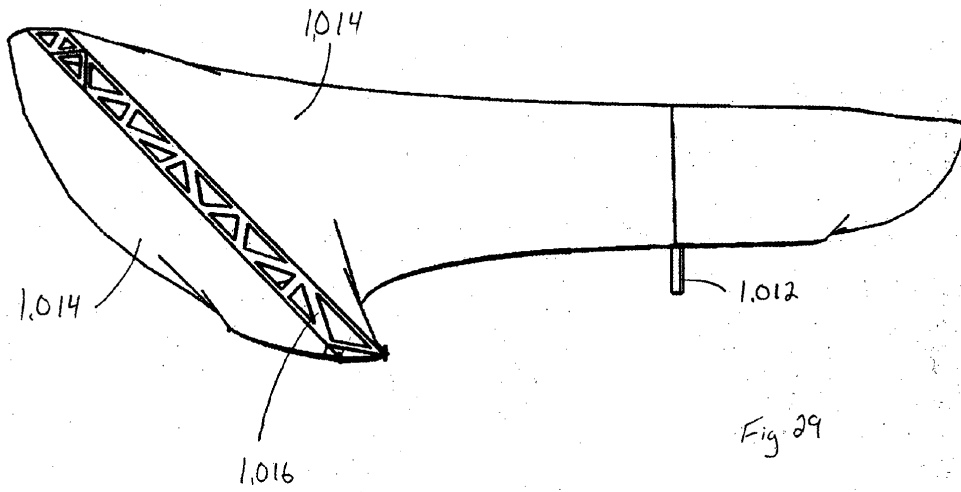


Fig. 29

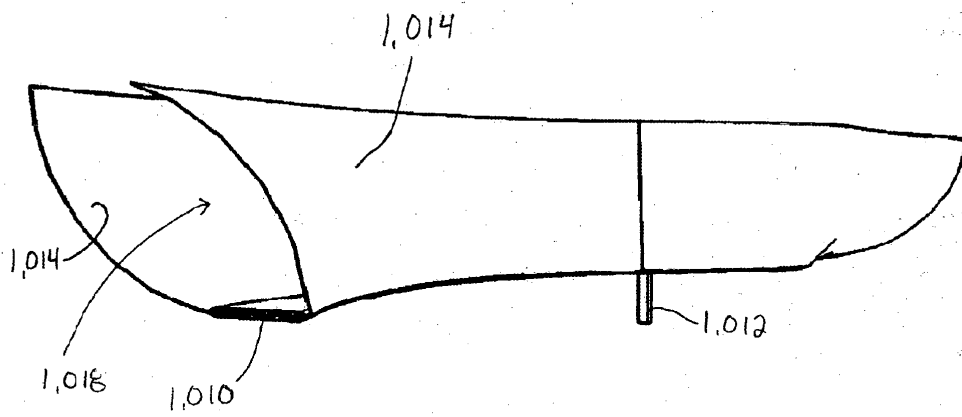
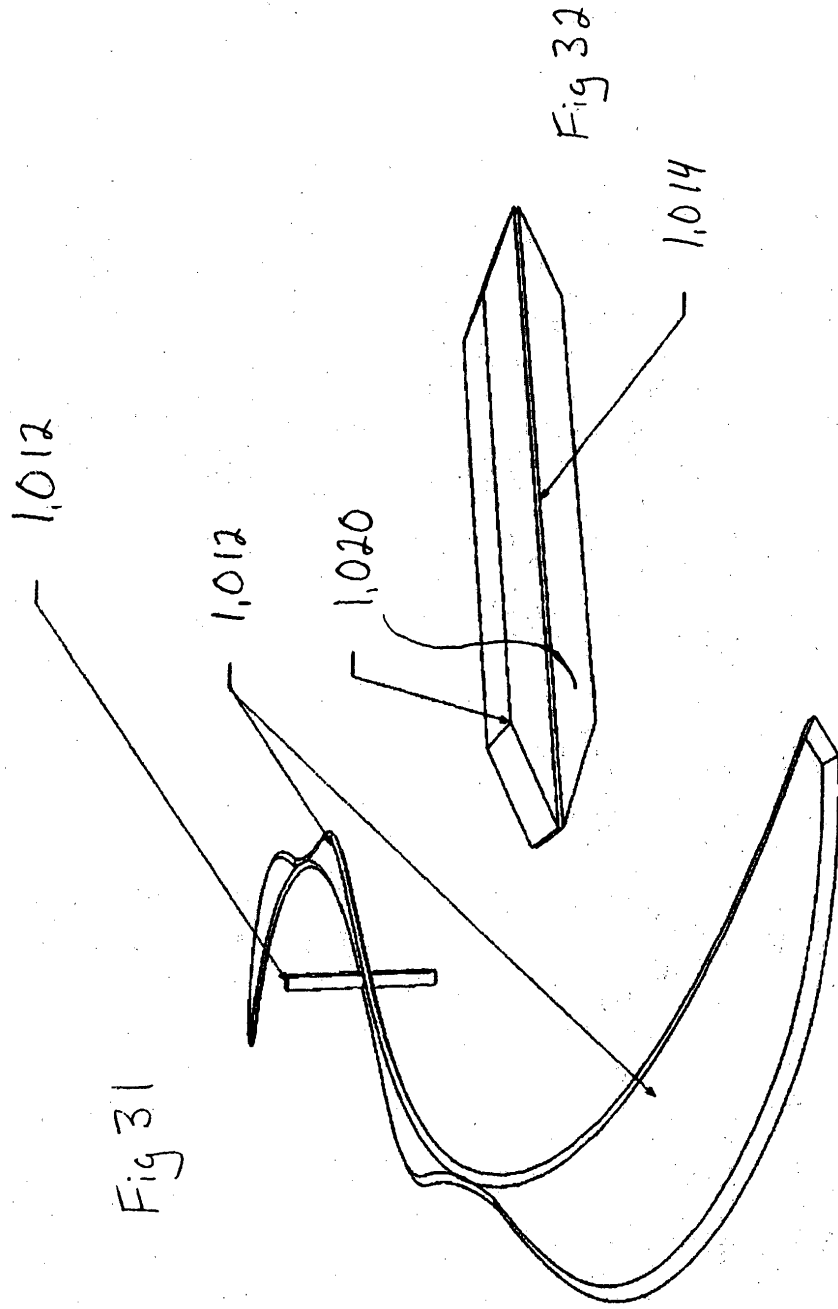


Fig. 30



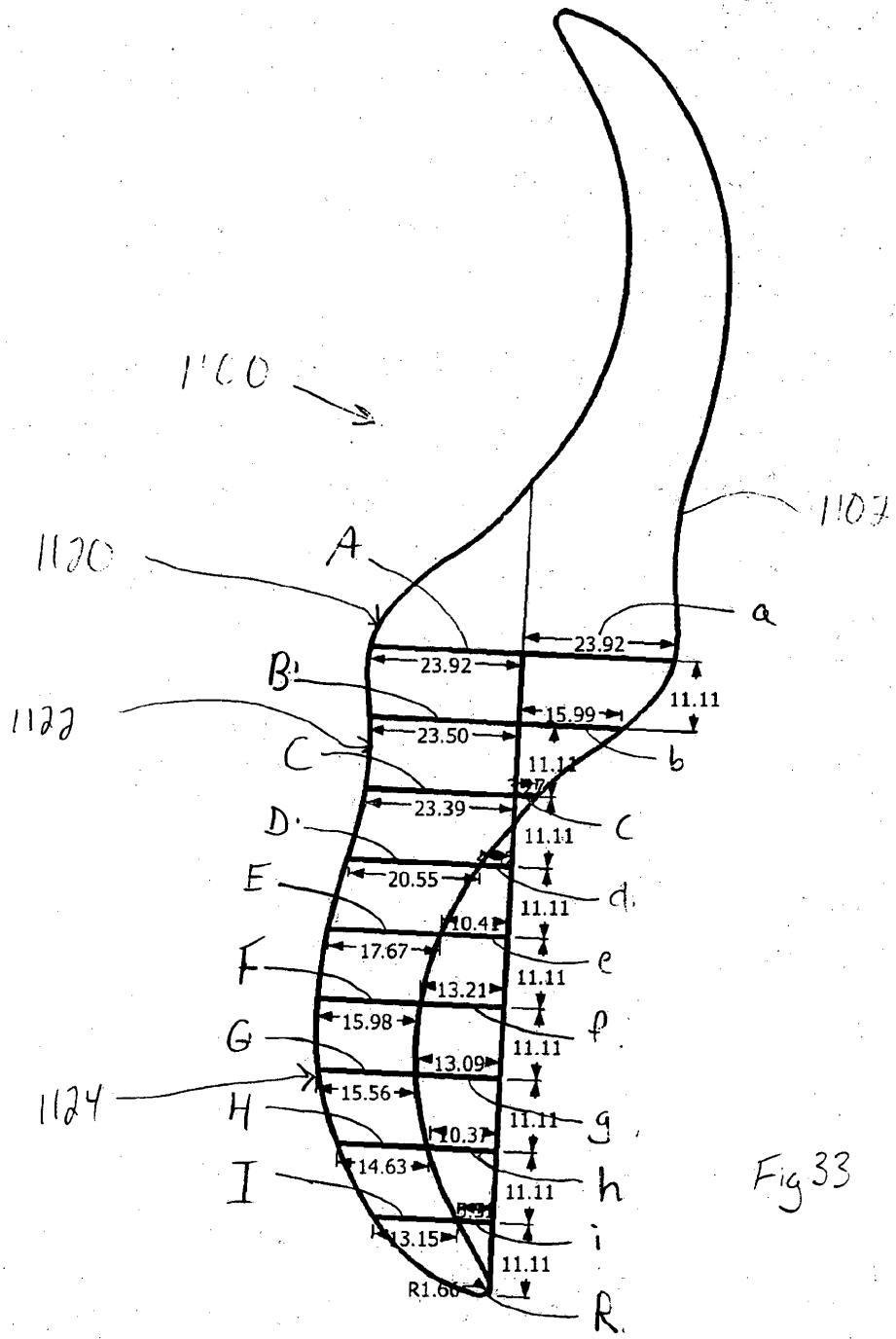


Fig 33

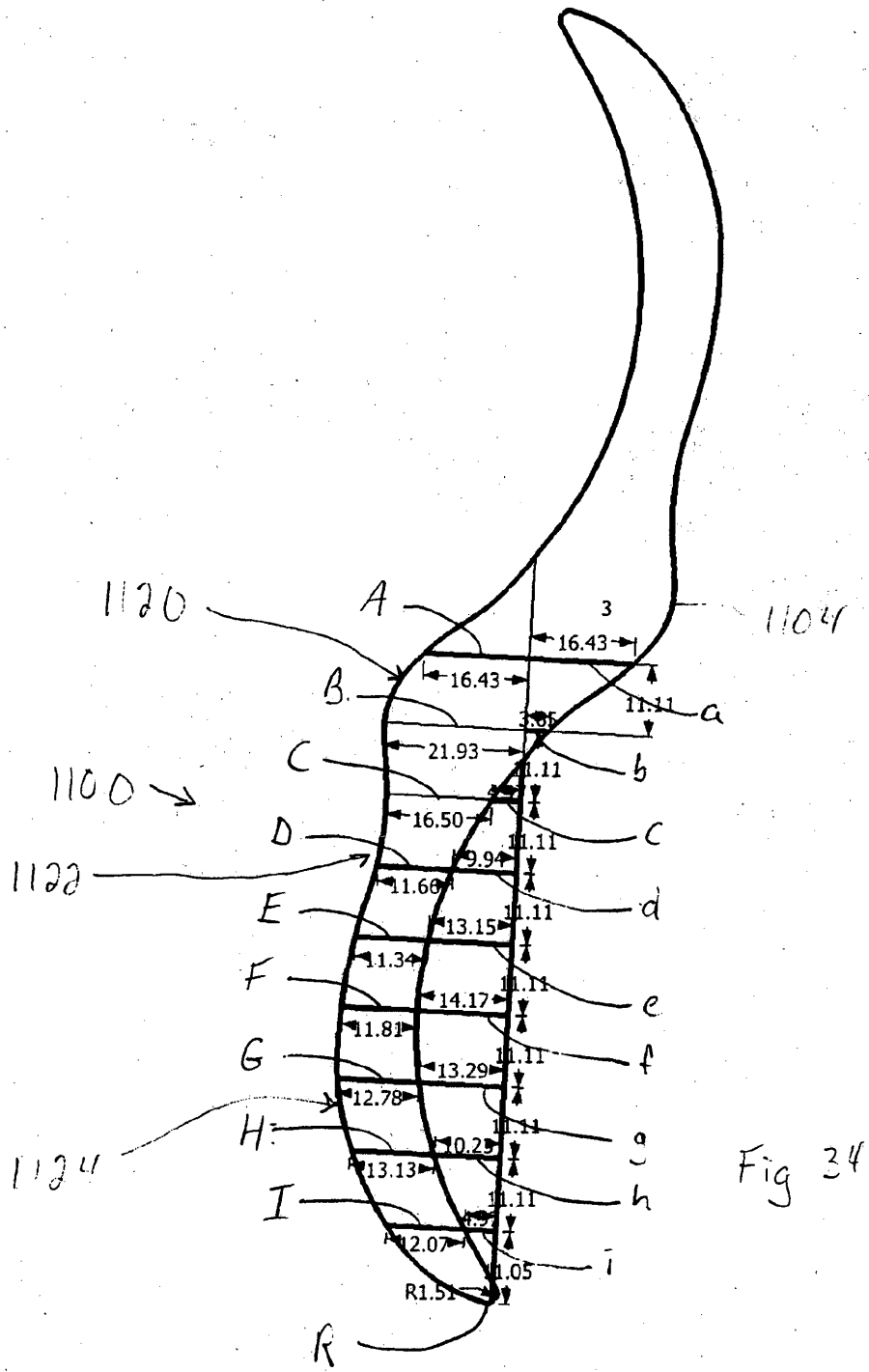


Fig 34

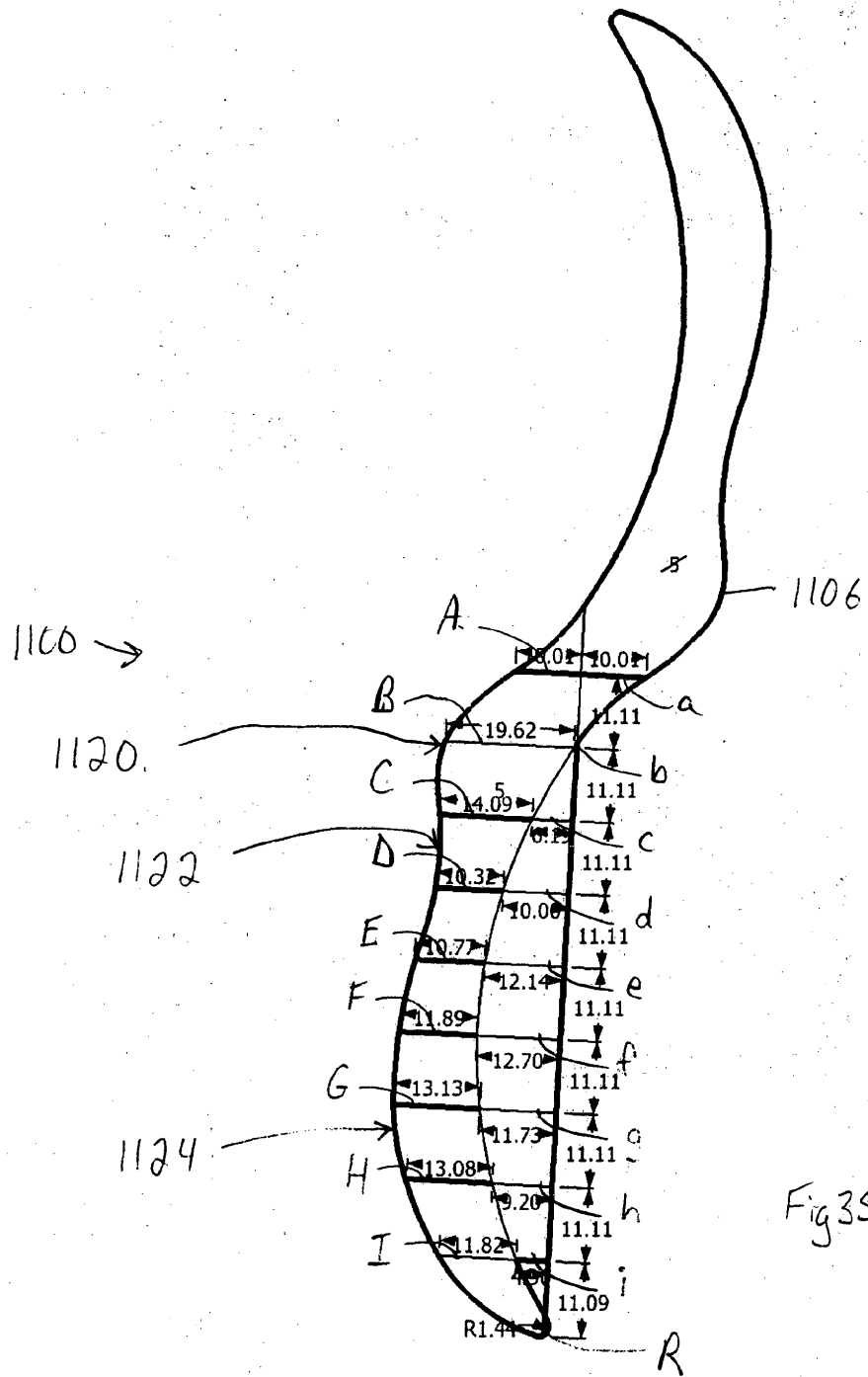


Fig 35

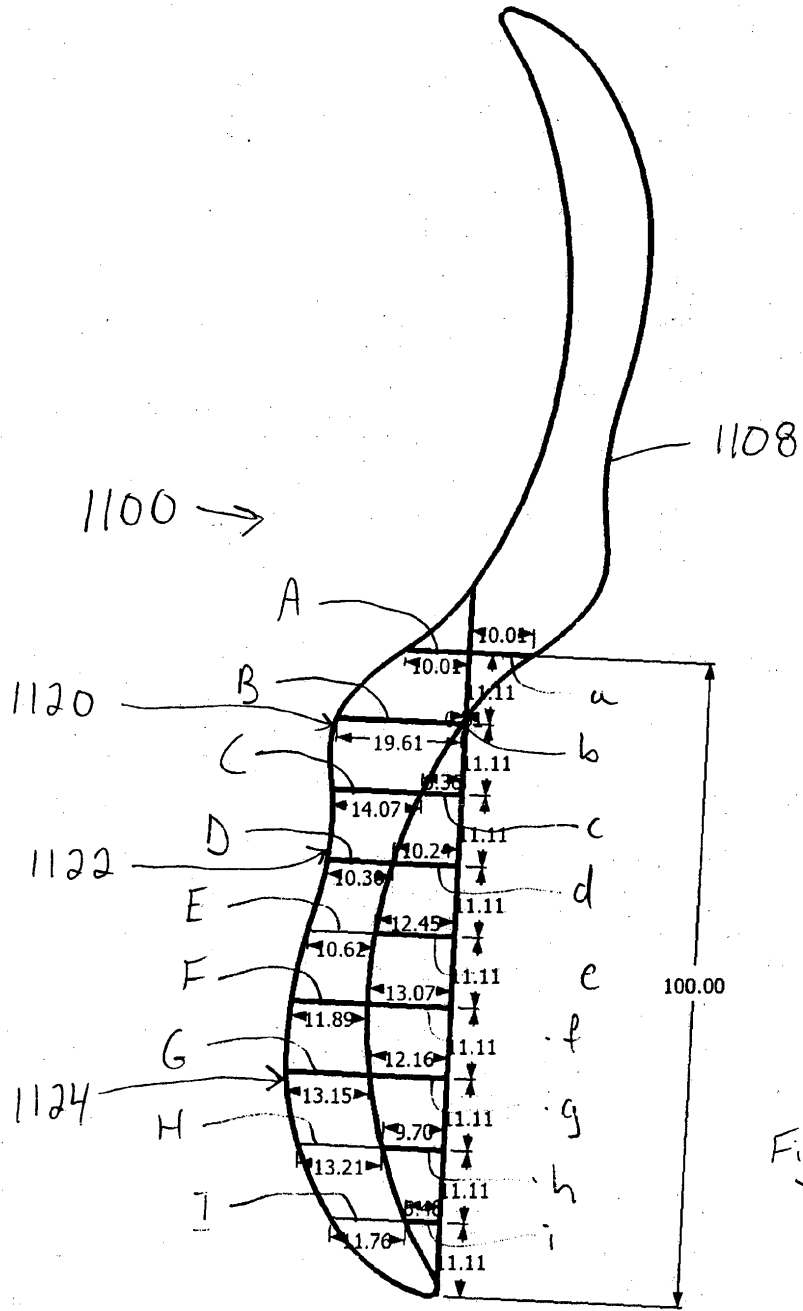
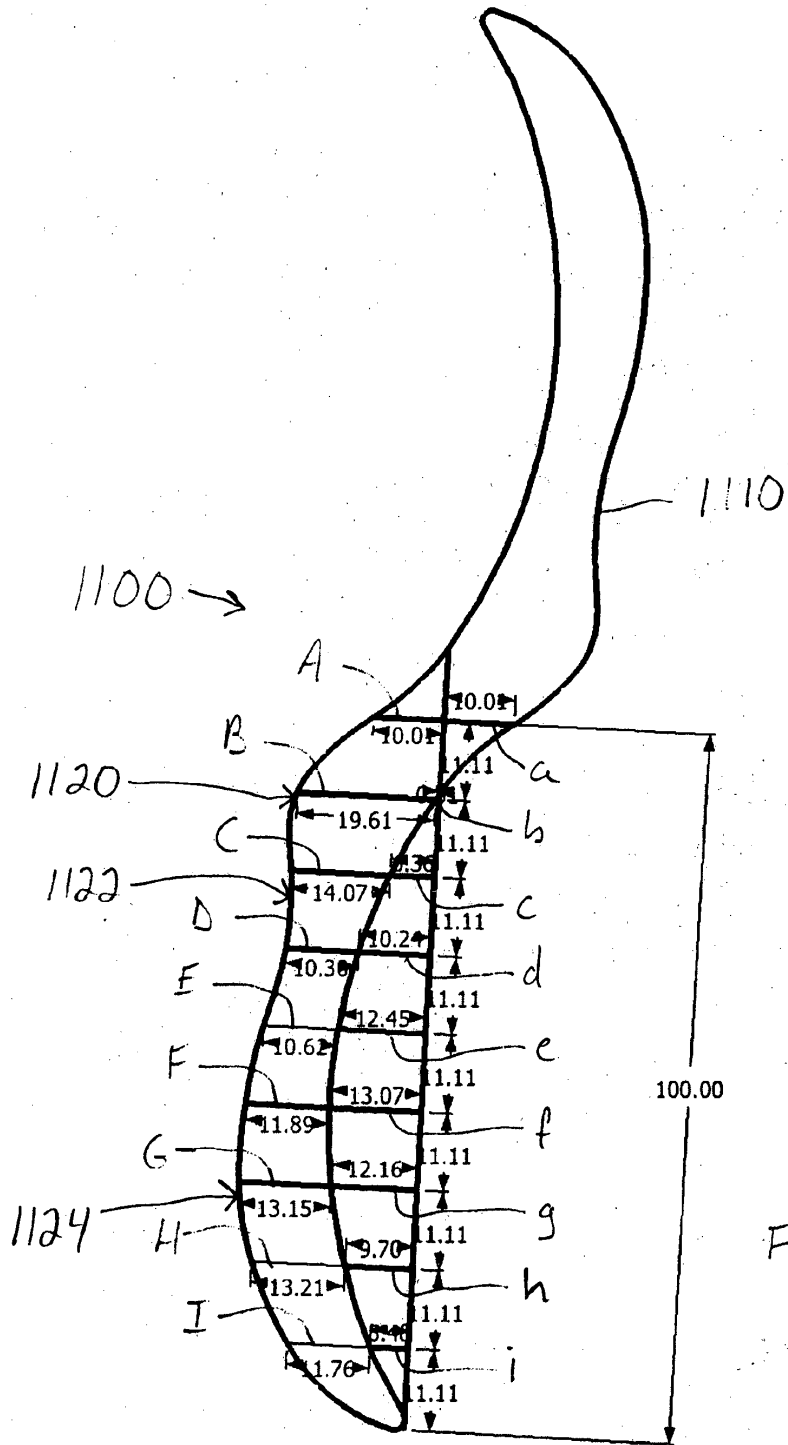


Fig 36



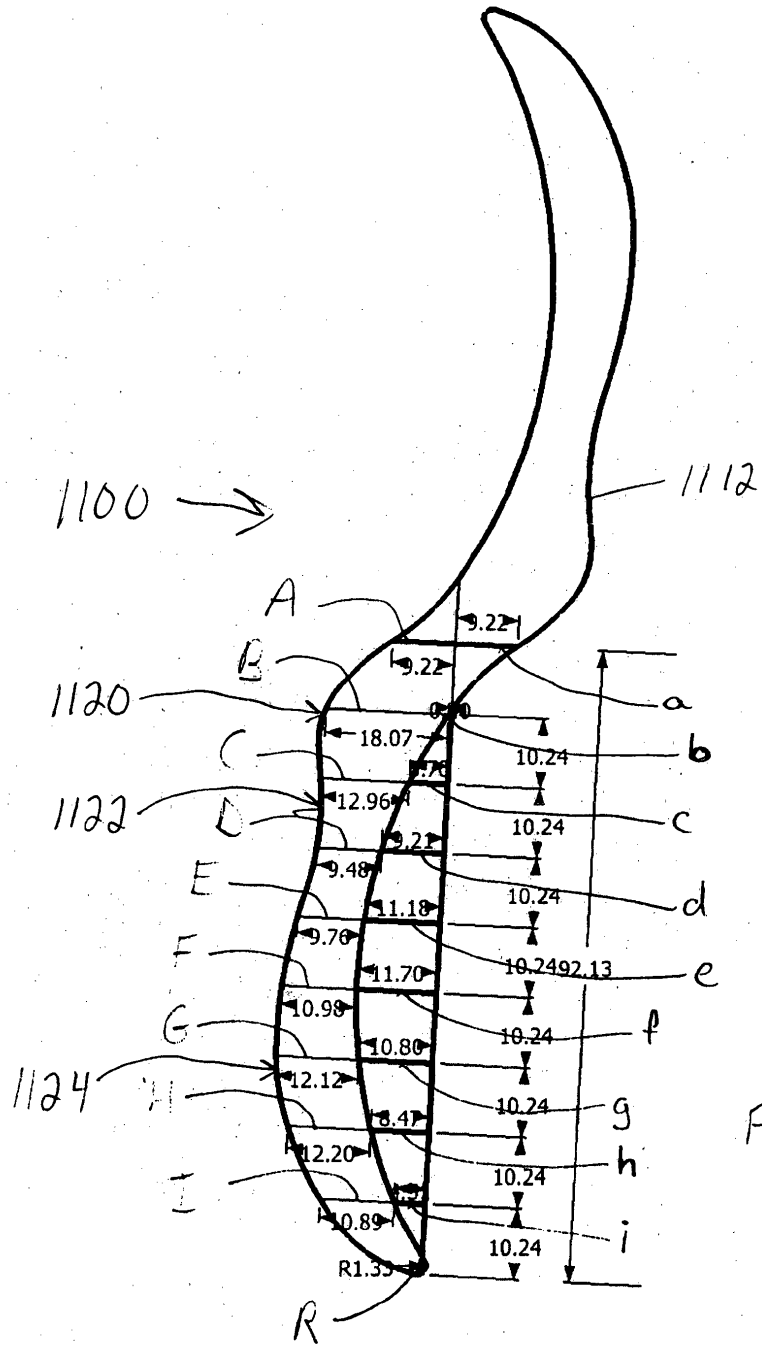


Fig 38

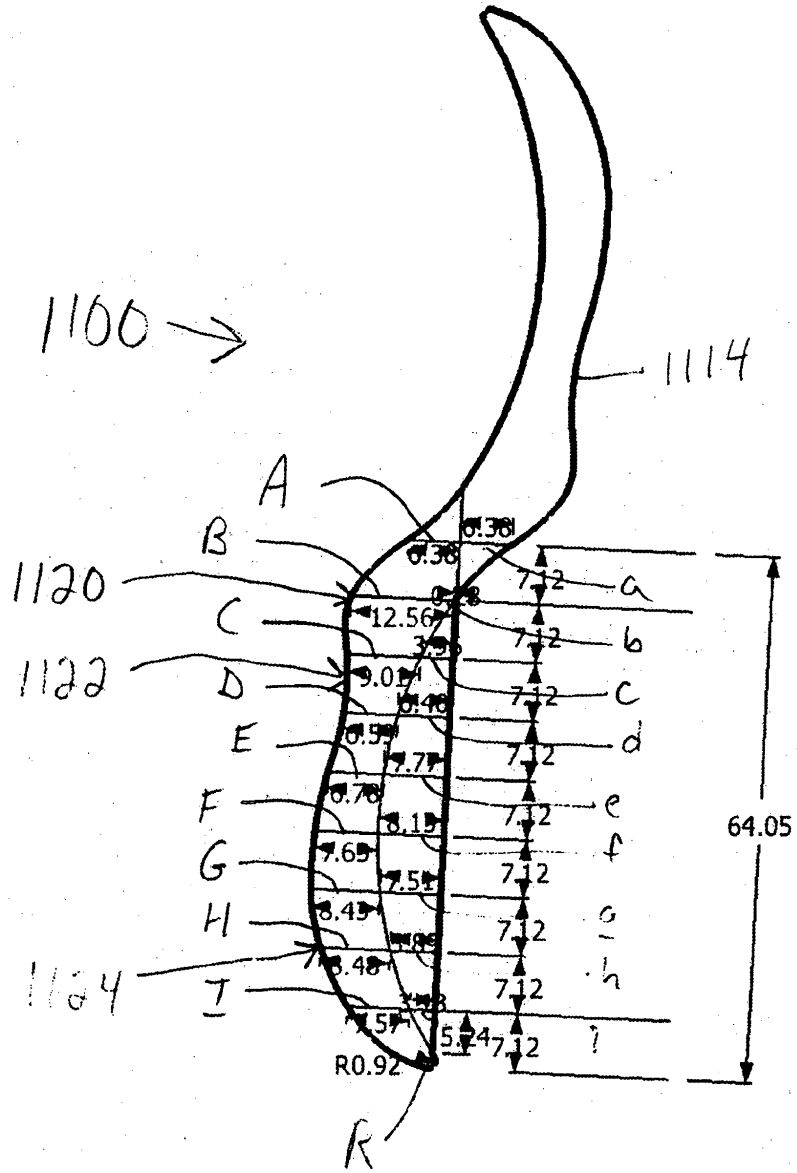


Fig 39

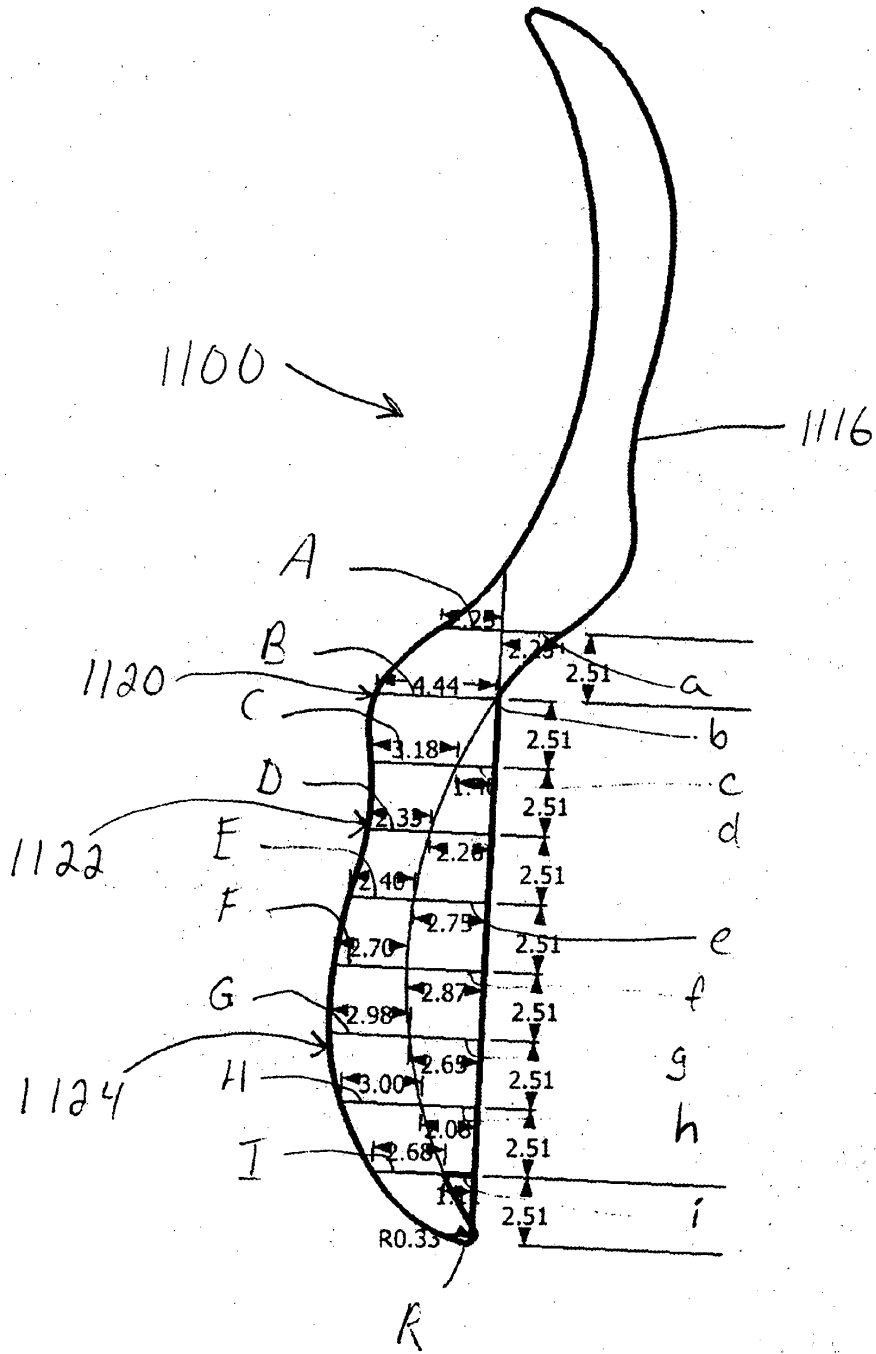


Fig 40