

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 735**

51 Int. Cl.:

**F03B 3/12** (2006.01)

**F03B 11/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2013** **E 13290283 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016** **EP 2873851**

54 Título: **Sistema de aireación para turbina hidráulica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**01.03.2017**

73 Titular/es:

**ALSTOM RENEWABLE TECHNOLOGIES (100.0%)**  
**82 avenue Léon Blum**  
**38100 Grenoble, FR**

72 Inventor/es:

**BEAULIEU, SEBASTIAN;**  
**SABOURIN, MICHEL;**  
**BORNARD, LAURENT y**  
**BOUTET-BLAIS, GUILLAUME**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 603 735 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

Sistema de aireación para turbina hidráulica.

### Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere al diseño de un sistema de aireación dentro del rodete de una turbina hidráulica que aumente el nivel de oxígeno disuelto contenido en el agua que circula por la turbina hidráulica.

### Antecedentes

- 10 Se ha observado en el agua de cabecera de embalses hidráulicos en centrales hidroeléctricas, especialmente en climas cálidos y en particular con embalses hidráulicos de más de 15 m de profundidad, que se produce en los embalses hidráulicos una estratificación del agua de cabecera que origina un bajo nivel de oxígeno disuelto en el agua: en particular, cuando el nivel de oxígeno disuelto en el agua está por debajo de 5 mg/l, se impacta directamente la vida acuática y aumenta dramáticamente el nivel de estrés de la mayoría de los peces. En tales condiciones, se inyecta agua en los pasos de agua de la turbina hidráulica de la central hidroeléctrica a fin de aumentar el nivel de oxígeno disuelto contenido en el agua.

- 15 Hay varias tecnologías ya conocidas en el estado de la técnica para inyectar agua en los pasos de agua de una turbina hidráulica (véase, por ejemplo, el documento US 5879130A): sin embargo, cada tecnología tiene una capacidad limitada para inyectar aire en la turbina hidráulica, conduciendo así a un aumento diferente del oxígeno disuelto en el agua. Además, cada una de estas tecnologías impacta en el perfil de la presión del agua y en las líneas de corriente de la velocidad de flujo dentro de la turbina hidráulica de una manera diferente, lo que tiene un efecto sobre las prestaciones y características de la turbina.

- 20 Por tanto, las soluciones existentes conocidas en el estado de la técnica que inyectan aire en los pasos de agua de una turbina hidráulica tienen una capacidad de inyección de aire limitada y producen un alto impacto sobre las prestaciones de la turbina.

La presente invención se dirige a la mejora de las limitaciones existentes anteriormente mencionadas en el estado de la técnica.

### 25 Sumario de la invención

La presente invención se refiere al diseño de un sistema de aireación dentro del rodete de una turbina hidráulica que aumente de una manera eficiente el nivel de oxígeno disuelto contenido en el agua que circula por la turbina hidráulica, minimizando el impacto sobre las prestaciones de la turbina.

- 30 En particular, el sistema de aireación de la invención comprende una pluralidad de hidroaletas situadas en los canales interálaves del paso de agua de la turbina hidráulica, utilizándose estos canales interálaves para la admisión de aire en el flujo de agua, aumentando así el nivel de oxígeno disuelto contenido en el agua que circula por la turbina hidráulica.

### Breve descripción de los dibujos

- 35 Los objetos anteriores y muchas de las ventajas concomitantes de esta invención se apreciarán más fácilmente a medida que la misma se comprenda mejor por referencia a la siguiente descripción detallada tomada en conjunción con el dibujo adjunto, en el que:

La figura 1 muestra una vista frontal de una turbina hidráulica típica que comprende una pluralidad de álabes que definen canales interálaves en los que estará situada una pluralidad de hidroaletas para configurar un sistema de aireación, según la presente invención.

- 40 La figura 2 muestra una vista lateral del rodete en una turbina hidráulica típica, tal como la mostrada en la figura 1, que comprende canales interálaves en los que estará situada una pluralidad de hidroaletas para configurar un sistema de aireación, según la presente invención.

La figura 3 muestra una vista detallada de los álabes en una turbina hidráulica típica de cualquiera de las figuras 1 o 2.

- 45 La figura 4 muestra una vista 3D de un rodete de una turbina hidráulica con el sistema de aireación que comprende una pluralidad de hidroaletas situadas en los canales interálaves, según la presente invención.

La figura 5 muestra una vista detallada de las hidroaletas interálaves en el sistema de aireación del rodete de una turbina hidráulica, según la presente invención.

La figura 6 muestra una vista detallada del diseño de las hidroaletas en el sistema de aireación del rodete de una

turbina hidráulica, según la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra una instalación para la conversión de energía según la presente invención. La instalación comprende una turbina hidráulica 31 que, en la figura 1, es una turbina Francis. La parte rotativa de la turbina hidráulica 31 es un rodete 10, del tipo Francis en esta figura 1. El rodete 10 gira alrededor de un eje vertical 202, impulsando la rotación de un árbol de accionamiento 204. El árbol de accionamiento 204 está vinculado a un generador 206 para producir electricidad. Sin embargo, es posible también utilizar la energía mecánica producida para accionar otro dispositivo. El agua se almacena aguas arriba en un embalse de agua no mostrado en la figura 1. Se suministra después agua a la turbina hidráulica 31 a través de una tubería de presión 22 que tiene una altura de caída definida por la diferencia de elevación entre el embalse de agua y la turbina hidráulica 31. La tubería de presión 22 termina en una cubierta 24 que rodea al rodete 10 y permite distribuir el agua de una manera sustancialmente uniforme alrededor del eje vertical 202 dentro del rodete 10. Más específicamente, el agua fluye entre los álabes 2 del rodete que están dispuestos entre una corona 2022 y una banda 2020 en el rodete 10. Cada uno de estos álabes 2 comprende un borde delantero 2080 contra el cual llega el agua procedente de la cubierta 24, y un borde trasero 2082 desde el cual escapa agua hacia un tubo de descarga 26. Los álabes 2 tienen un perfil asimétrico con una superficie inferior 2084 y una superficie superior 2086. La dirección del agua de aire por la turbina hidráulica 31 se muestra en la figura 1 con flechas E.

La presente invención se refiere a un sistema de aireación 100 en el rodete 10 de una turbina hidráulica. El sistema de aireación 100 de la invención comprende una pluralidad de hidroaletas 12 situadas en los canales interálabes 11 del paso de agua de la turbina hidráulica, utilizándose estos canales interálabes 11 para la admisión de aire en el flujo de agua, aumentando así el nivel de oxígeno disuelto contenido en el agua que circula por la turbina hidráulica. El sistema de aireación 100 de la invención se muestra en las figuras 1 a 6.

Las hidroaletas 12 del sistema de aireación 100 de la invención están situadas dentro de los canales interálabes 11 del rodete 10. Cada hidroaleta 12 está conectada al lado de presión 101 o al lado de succión 102 de los álabes o a ambos lados 101 y 102 de los canales interálabes 11. Según la invención, es necesario que al menos uno de los álabes 2 del rodete 10 que está en contacto con la hidroaleta 12 comprenda un canal de aireación 20 para suministrar aire a la hidroaleta 12. Este canal 20 puede conectar una entrada de aire en la corona del rodete o en la banda del rodete a la hidroaleta. El perfil de la hidroaleta 12 de la invención no tiene simetría axial. La hidroaleta 12 puede estar hecha a base de dos placas 13 y 14 con un paso libre entre ellas, o puede estar hecha a base de una placa con canales de aireación en su interior para permitir la admisión de aire en el borde trasero de la hidroaleta 12 o en uno de sus lados.

La hidroaleta 12 está situada dentro del canal interálabes 11 en el que las condiciones del flujo de agua optimizan del mejor modo la admisión de aire natural y el aumento de oxígeno disuelto para el punto de funcionamiento de la turbina.

Es posible utilizar una o varias hidroaletas 12 en un rodete de turbina 10. Es posible utilizar el mismo perfil hidráulico para todas las hidroaletas 12 o varios perfiles hidráulicos diferentes. Es posible situar todas las hidroaletas 12 a la misma altura dentro del canal interálabes 11 o a diferentes alturas dependiendo de las características esperadas. Es posible utilizar una o varias hidroaletas 12 a diferente altura en el mismo canal interálabes 11. Todas estas características configuran las diferentes realizaciones del sistema de la invención.

Preferiblemente la cuerda de la hidroaleta es más larga en el lado en el que ésta se conecta al canal de aireación 20 y su longitud disminuye a lo largo del canal interálabes 11 con el fin de minimizar las pérdidas por fricción.

La solución propuesta según la invención da como resultado un sistema de aireación distribuida 100 que puede situarse exactamente allí donde la admisión de aire es la más eficiente para la condición de funcionamiento considerada de la turbina hidráulica. La salida del rodete 10 es un lugar apropiado que permite un buen mezclado entre aire y agua; además, la eficiencia del sistema de admisión de aire aumenta cuando la presión del agua en el lugar de inyección es baja. La presión en la salida del rodete varía en azimuth desde el lado de succión 102 de los álabes hasta el lado de presión 101 y en la vista meridiana desde el lado de la banda hasta el lado de la corona. El sistema de aireación propuesto 100 es el único que permite una admisión de aire en los canales interálabes 11 desde cualquier lugar optimizado en el lado de succión 102 hasta cualquier lugar optimizado en el lado de presión 101.

El diseño propuesto es una solución apropiada que satisface las demandas de aumento de oxígeno disuelto del mercado en la actualidad. Concieme principalmente a turbinas Francis, pero podría considerarse también para turbinas de hélice.

Aunque la presente invención se ha descrito completamente en relación con realizaciones preferidas, es evidente que pueden introducirse modificaciones dentro del alcance de la misma, no considerándose ésta como limitada por

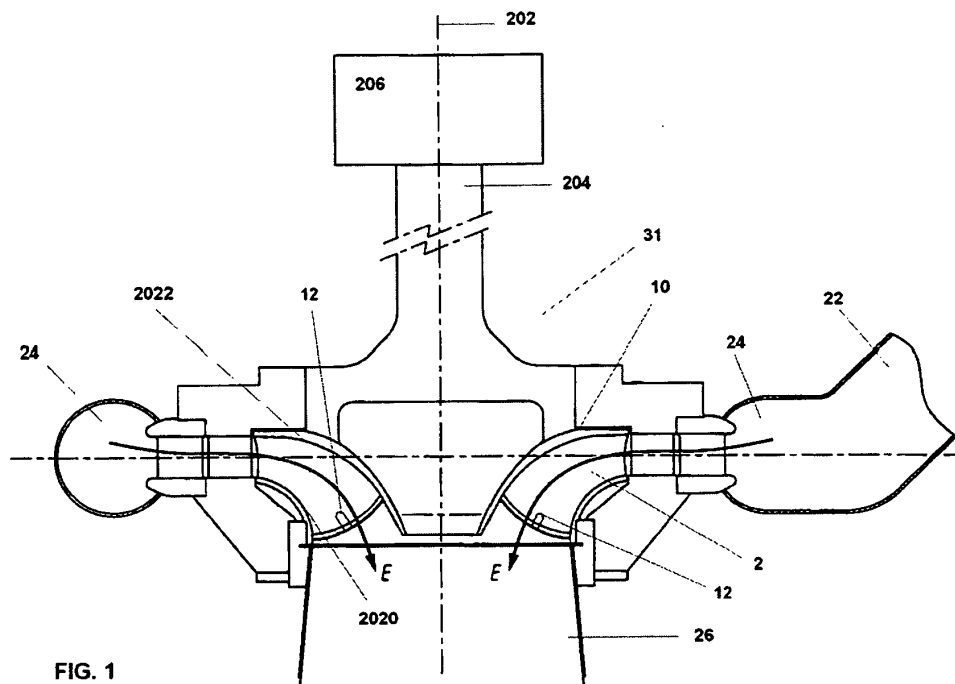
estas realizaciones, sino por el contenido de las reivindicaciones siguientes.

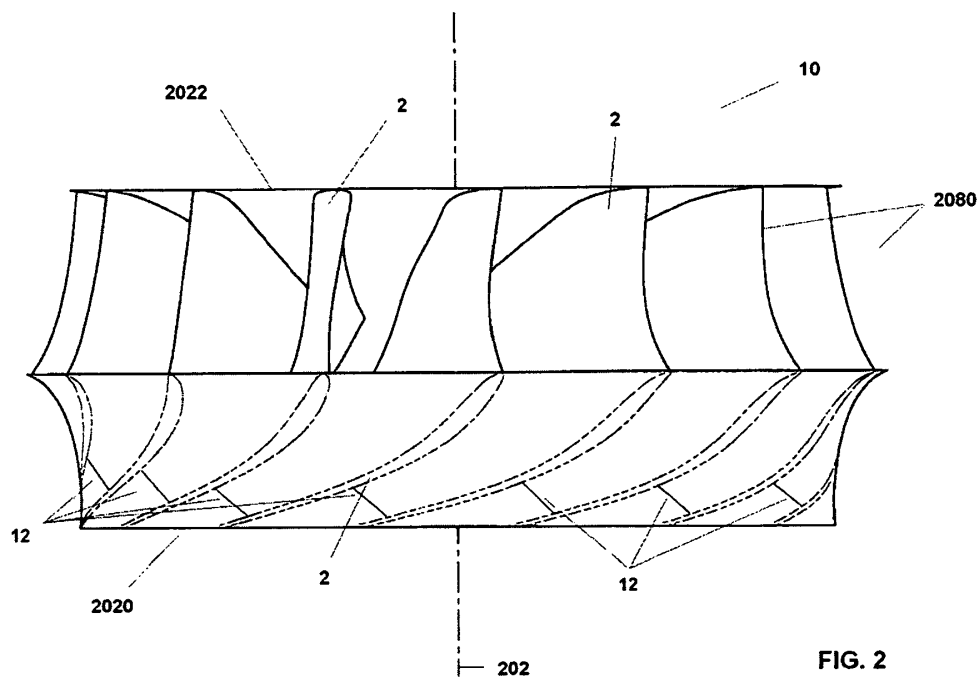
**Números de referencia**

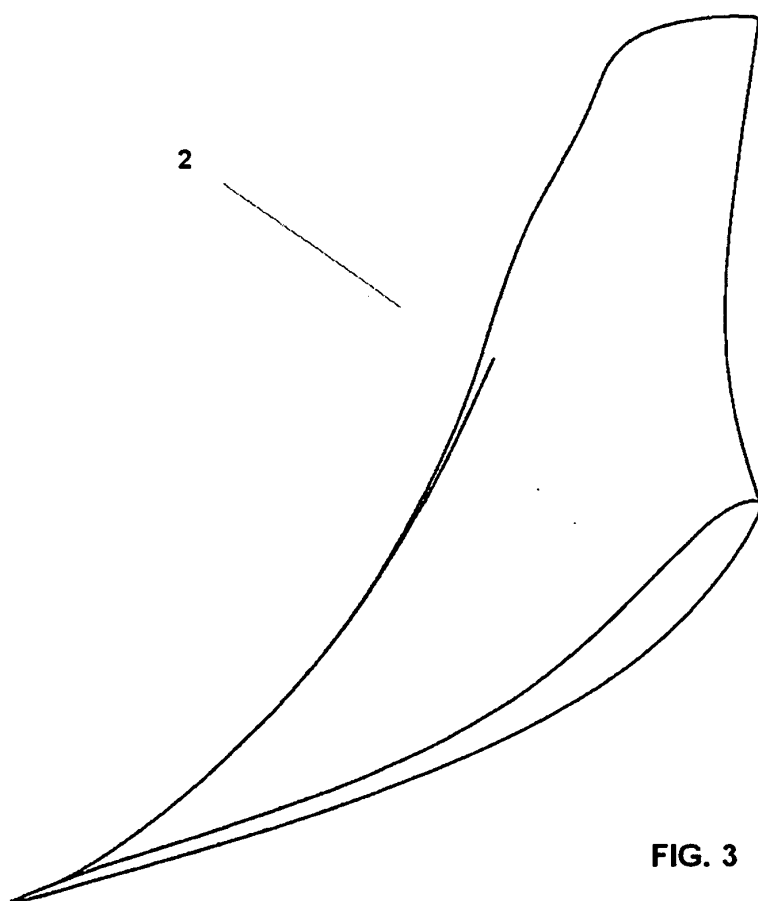
|    |      |                                              |
|----|------|----------------------------------------------|
|    | 31   | Turbina hidráulica                           |
|    | 202  | Eje vertical de turbina hidráulica           |
| 5  | 204  | Árbol de accionamiento de turbina hidráulica |
|    | 206  | Generador                                    |
|    | 22   | Tubería de presión en turbina hidráulica     |
|    | 24   | Cubierta en turbina hidráulica               |
|    | 26   | Tubo de descarga en turbina hidráulica       |
| 10 | 2022 | Corona en turbina hidráulica                 |
|    | 2020 | Banda en turbina hidráulica                  |
|    | 2080 | Borde delantero de álabes de rodete          |
|    | 2082 | Borde trasero de álabes de rodete            |
|    | 2084 | Superficie inferior de álabes de rodete      |
| 15 | 2086 | Superficie superior de álabes de rodete      |
|    | 100  | Sistema de aireación                         |
|    | 10   | Rodete de turbina hidráulica                 |
|    | 12   | Hidroaletas                                  |
|    | 11   | Canales interálabes                          |
| 20 | 101  | Lado de presión de canal interálabes         |
|    | 102  | Lado de succión de canal interálabes         |
|    | 2    | Álabes de rodete                             |
|    | 20   | Canal de aireación de álabes                 |
|    | 13   | Placa de hidroaleta                          |
| 25 | 14   | Placa de hidroaleta                          |

## REIVINDICACIONES

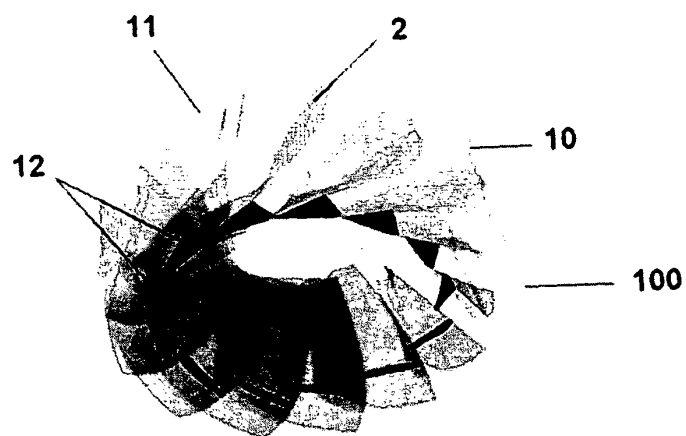
1. Sistema de aireación (100) para el rodete (10) de una turbina hidráulica, comprendiendo el rodete (10) una pluralidad de álabes (2) de tal manera que se configuran canales interálabes (11) entre cada par de álabes (2) para la admisión de aire en el flujo de agua que circula por la turbina hidráulica, **caracterizado** por que el sistema de  
5 aireación (100) comprende al menos una hidroaleta (12) situada en el canal interálabes (11) del rodete (10) y que hace contacto con el par de álabes (2) que configuran el canal interálabes (11) en el que está situada la hidroaleta (12), de tal manera que la hidroaleta (12) tiene un perfil no axialmente simétrico y de tal manera que al menos uno de los álabes (2) en contacto con la hidroaleta (12) comprende un canal de aireación (20) que suministra aire a la hidroaleta (12).
- 10 2. Sistema de aireación (100) según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el canal de aireación (20) suministra aire desde la corona del rodete hasta la hidroaleta (12).
3. Sistema de aireación (100) según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el canal de aireación (20) suministra aire desde la banda del rodete hasta la hidroaleta (12).
- 15 4. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado** por que comprende un dispositivo electrónico que controla el flujo de aire a través del sistema de aireación (100).
5. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la hidroaleta (12) está conectada al lado de presión (101) del canal interálabes (11).
6. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** por que la hidroaleta (12) está conectada al lado de succión (102) del canal interálabes (11).
- 20 7. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** por que la hidroaleta (12) está conectada al lado de presión (101) y al lado de succión (102) del canal interálabes (11).
8. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la hidroaleta (12) comprende dos placas (13, 14) y un paso libre entre ellas para permitir la admisión de aire.
- 25 9. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, **caracterizado** por que la hidroaleta (12) comprende una placa y comprende también una pluralidad de canales de aireación en su interior para permitir la admisión de aire.
10. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que comprende una pluralidad de hidroaletas (12), teniendo cada una de ellas un perfil hidráulico diferente.
- 30 11. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, **caracterizado** por que comprende una pluralidad de hidroaletas (12), teniendo todas ellas el mismo perfil hidráulico.
12. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que comprende una pluralidad de hidroaletas (12), todas ellas situadas a la misma altura en los canales interálabes (11) con respecto al rodete (10).
- 35 13. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, **caracterizado** por que comprende una pluralidad de hidroaletas (12), todas ellas situadas a diferentes alturas en los canales interálabes (11) con respecto al rodete (10).
14. Sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, **caracterizado** por que comprende una pluralidad de hidroaletas (12), todas ellas situadas a diferentes alturas con respecto al rodete (10) en un solo y mismo canal interálabes (11).
- 40 15. Turbina hidráulica que comprende un sistema de aireación (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1-14.



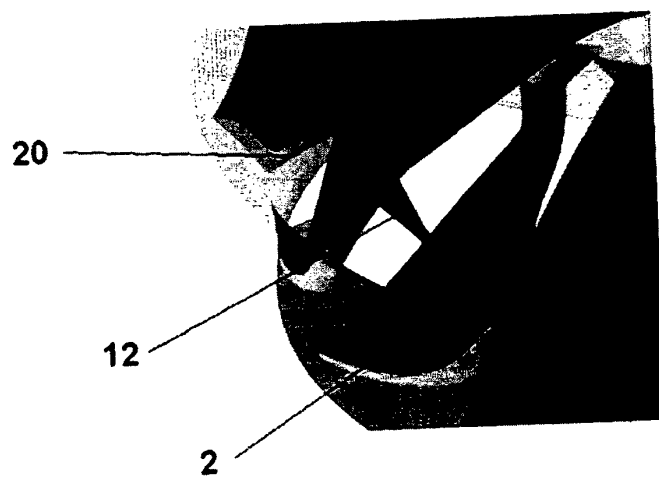




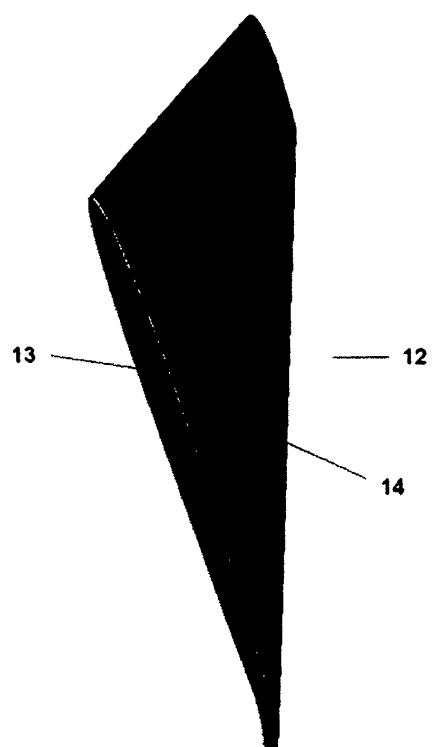
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**