

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 317**

51 Int. Cl.:

**B63H 5/16** (2006.01)

**B63H 1/28** (2006.01)

**B63H 1/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2015 PCT/KR2015/009692**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16064091**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2015 E 15853182 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3210876**

54 Título: **Dispositivo de mejora de la eficiencia de la propulsión**

30 Prioridad:

**24.10.2014 KR 20140145333**

**27.02.2015 KR 20150028543**

**02.03.2015 KR 20150028911**

**19.05.2015 KR 20150069353**

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

**17.06.2020**

73 Titular/es:

**SAMSUNG HEAVY IND. CO., LTD. (100.0%)  
4 Seocho-daero 74-gil, Seocho-gu  
Seoul 06620, KR**

72 Inventor/es:

**LEE, HEE DONG;  
SONG, CHI SU;  
KIM, BOO KI;  
LEE, DONG HYUN;  
LEE, JI SUN;  
CHOI, SOON HO;  
HONG, CHUN BEOM;  
KIM, DONG UK;  
AHN, KWANG HYUN;  
LEE, SANG HWAN;  
LEE, SUNG JU y  
CHOI, KWEON HO**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 767 317 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

Dispositivo de mejora de la eficiencia de la propulsión

### 5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión.

### 10 **Técnica antecedente**

10 Para mejorar la eficiencia de la propulsión de un barco, se usan normalmente estatores pre-remolino. Los estatores pre-remolino hacen que, cuando una hélice gira para mover el barco hacia adelante, el flujo de agua alrededor de la popa se curve en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice de modo que el agua pueda fluir hacia la hélice. En este instante, el flujo en remolino generado por los estatores pre-remolino es absorbido por la hélice de forma tal que puede mejorarse la eficiencia de la propulsión de la hélice.

15 Sin embargo, los estatores pre-remolino actúan como una resistencia cuando navega al barco, dando como resultado un deterioro del rendimiento en la resistencia del barco.

20 El documento JP 2010 179869 A muestra un dispositivo de mejora del rendimiento de la propulsión que comprende una aleta y una placa de corriente en la que deberá evitarse el daño a la aleta por el arrollamiento de materia extraña. Se proporcionan dos aletas derecha e izquierda en un lado ligeramente inferior en una dirección del ancho y en un lado oblicuamente superior y un radio de la aleta en el lado oblicuamente superior se hace del 85-115 % del radio de la hélice. Un radio de la aleta ligeramente hacia abajo en la dirección del ancho se hace del 35-55 % del radio de la hélice y se proporciona una placa de extremo de ala en un extremo distal.

30 El documento JP 2011 121569 A analiza un dispositivo de mejora del rendimiento de la propulsión de un navío, que impide que una hélice quede dañada por un vórtice generado por aletas de reacción. Incluye una pluralidad de aletas de reacción dispuestas en el lado frontal de una hélice para generar un remolino que fluye en la dirección inversa a la dirección de rotación de la hélice y que se extiende radialmente con un árbol de rotación de la hélice como centro. Las aletas de reacción incluyen una primera aleta de reacción que se extiende oblicuamente hacia arriba y dos aletas de reacción adicionales extendidas en la dirección horizontal u oblicuamente hacia abajo. Una primera distancia al extremo de pala de la aleta de reacción que se extiende oblicuamente hacia arriba desde el árbol de rotación es mayor que un radio de hélice en la hélice. Una segunda distancia al extremo de pala de las aletas de reacción adicionales desde el árbol de rotación es más pequeña que el radio de la hélice.

40 El documento KR 2012 0126910 A muestra una estructura de conducto de hélice para un navío con aletas en filas. La estructura hace fluir un flujo paralelo dentro de la hélice mediante un fluido que fluye suavemente debido a que las aletas se instalan asimétricamente dentro de un miembro del conducto.

45 En el documento JP 2004 306839 A, se reduce la resistencia a la propulsión de un navío suprimiendo la generación de vórtices de punta en la proximidad de una punta de pala de una aleta de reacción del navío. El borde de salida de una aleta de reacción proyectándose radialmente está compuesto por un borde de ataque de la raíz de pala conectado a la raíz de la pala de la aleta de reacción y un borde de salida de la punta de pala conectado a la punta de pala de la aleta de reacción. Un ángulo realizado por el borde de salida de la punta de pala con la punta de la pala es mayor que un ángulo realizado por el borde de salida de la raíz de pala con la punta de pala.

50 El documento KR 2014 0085644 se refiere a un estator pre-remolino de un navío, que se proporciona para incrementar la eficiencia de propulsión y para disminuir la erosión de la superficie de una hélice. El estator pre-remolino analizado en el presente documento se fija sobre un árbol de la hélice que impulsa al navío, y se coloca sobre el lado frontal de la hélice. El estator pre-remolino comprende un cuerpo del estator y una placa de extremo de estator formada sobre el extremo del cuerpo del estator, en el que la placa del extremo del estator se forma hacia un lateral del cuerpo del estator y tiene una forma semielíptica.

### 55 **Divulgación**

#### **Problema técnico**

60 Un aspecto de la presente divulgación es proporcionar un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión configurado para reducir la resistencia aplicada sobre los estatores pre-remolino.

65 También, otro aspecto de la presente divulgación es proporcionar un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión que incluye estatores pre-remolino capaces de reducir la cavitación que influye en la hélice. Más específicamente, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión se configura para reducir la cavitación que se genera alrededor de las partes de punta de los estatores pre-remolino.

**Solución técnica**

De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión que incluye una pluralidad de estatores pre-remolino dispuestos por delante de una hélice y dispuestos radialmente con respecto a un eje de rotación de la hélice, en el que los estatores pre-remolino se localizan en una zona de una superficie de rotación de la hélice, cuando la hélice gira hacia arriba, entre las zonas izquierda y derecha de la superficie de rotación de la hélice, una longitud de expansión de al menos un estator pre-remolino de los estatores pre-remolino es diferente de las longitudes de expansión de los restantes estatores pre-remolino, y una longitud de expansión de un estator pre-remolino que sea arbitrariamente seleccionado de entre los estatores pre-remolino no es mayor que o igual a una longitud de expansión de otro estator pre-remolino situado justamente por debajo del estator pre-remolino seleccionado.

Las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino pueden reducirse secuencialmente en el orden desde el estator pre-remolino situado en la posición más elevada al estator pre-remolino situado en la posición más inferior.

El número de estatores pre-remolino puede ser de tres y un ángulo de instalación de un primer estator pre-remolino situado en la posición más elevada entre los estatores pre-remolino puede estar en un intervalo de 30 grados a 50 grados, un ángulo de instalación de un segundo estator pre-remolino situado en la posición media puede estar en un intervalo de 60 grados a 80 grados y un ángulo de instalación de un tercer estator pre-remolino situado en la posición más inferior puede estar en un intervalo de 100 grados a 120 grados.

Una longitud de expansión del primer estator pre-remolino puede estar un intervalo de 0,9 veces a 1,1 veces el radio de la hélice, una longitud de expansión del segundo estator pre-remolino puede estar en un intervalo de 0,8 veces a 1,0 veces el radio de la hélice y una longitud de expansión del tercer estator pre-remolino puede estar en un intervalo de 0,6 veces a 0,8 veces el radio de la hélice y las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino pueden reducirse secuencialmente en el orden desde el estator pre-remolino situado en la posición más elevada al estator pre-remolino situado en la posición más inferior.

Los estatores pre-remolino pueden disponerse en la dirección hacia adelante secuencialmente desde el estator pre-remolino situado en la posición más elevada al estator pre-remolino situado en la posición más inferior.

Las longitudes de cuerda de los estatores pre-remolino pueden reducirse, con el mismo radio con respecto al eje de rotación, en el orden desde el estator pre-remolino situado en la posición más elevada al estator pre-remolino situado en la posición más inferior.

Las partes de punta de los estatores pre-remolino tienen ángulos de orientación más pequeños que las partes restantes de los estatores pre-remolino.

Puede formarse una extensión alar en la parte de punta de cada estator pre-remolino y la extensión alar se dobla hacia una superficie de succión o una superficie de presión.

Los ángulos de orientación de las partes de punta pueden reducirse continuamente hacia las puntas de las partes de punta.

Las partes de punta pueden tener longitudes de 0,1 veces a 0,3 veces las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino.

Las esquinas de las puntas de las partes de punta pueden redondearse, tal como se ve desde la superficie de presión.

Puede formarse un elemento adicional en la parte de punta de cada estator pre-remolino y el elemento adicional puede tener la forma de una placa extendida hacia una superficie de succión y a una superficie de presión.

**Efectos ventajosos**

De acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación, dado que la longitud de expansión de al menos uno de los estatores pre-remolino dispuesto radialmente es diferente de los estatores pre-remolino restantes y la longitud de expansión de un estator pre-remolino arbitrariamente seleccionado de entre los estatores pre-remolino es más larga que o igual a la de otro estator pre-remolino situado justamente por debajo del estator pre-remolino seleccionado, es posible reducir la resistencia aplicada sobre los estatores pre-remolino en correspondencia con la velocidad del flujo incidente y mejorar la eficiencia de propulsión de la hélice.

También, dado que los ángulos de orientación de las partes de punta de los estatores pre-remolino son más pequeños que los de las partes restantes, un ángulo de ataque con respecto al flujo incidente que entra en las partes de punta puede hacerse relativamente pequeño de modo que reduzca la cavitación generada alrededor de las partes de punta y reduzca la influencia de la cavitación generada alrededor de las partes de punta sobre la hélice,

manteniendo de ese modo de forma efectiva la eficiencia de propulsión de la hélice.

También, pueden formarse extensiones alares en las partes de punta de los estatores pre-remolino para reducir la cavitación generada alrededor de las partes de punta.

5 También, pueden formarse elementos adicionales en las partes de punta de los estatores pre-remolino para reducir la cavitación generada alrededor de las partes de punta.

### Breve descripción de los dibujos

10 La FIG. 1 es una vista lateral de un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación.

15 La FIG. 2 es una vista posterior del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 100 de acuerdo con la primera realización de la presente divulgación.

20 La FIG. 3 muestra una distribución del flujo de la estela que entra en la hélice, representada en la superficie de rotación de la hélice, en el casco desnudo que no tiene estatores pre-remolino, tal como se ve en dirección hacia adelante desde la hélice.

La FIG. 4 muestra datos experimentales usados en un ensayo para deducir el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con la primera realización de la presente divulgación.

25 La FIG. 5 muestra un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación.

La FIG. 6A muestra un ejemplo comparativo para la evaluación del rendimiento del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con la primera y segunda realizaciones de la presente divulgación.

30 La FIG. 6B muestra un ejemplo experimental para la evaluación del rendimiento del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con la primera realización y la segunda realización.

35 La FIG. 7 muestra coeficientes de reducción de la fuerza de propulsión para el ejemplo comparativo y el ejemplo experimental de la FIG. 6.

La FIG. 8 es una vista lateral de un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con una tercera realización de la presente divulgación.

40 La FIG. 9 es una vista posterior del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con la tercera realización de la presente divulgación.

La FIG. 10 es una vista para describir los estatores pre-remolino del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con la tercera realización de la presente divulgación.

45 La FIG. 11 es una vista para comparar las longitudes de cuerda de los estatores pre-remolino mostrados en la FIG. 8 en el mismo radio con respecto al eje de rotación de la hélice.

50 La FIG. 12 muestra un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con una cuarta realización de la presente divulgación.

La FIG. 13 es una vista lateral de un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con una quinta realización de la presente divulgación y

55 La FIG. 14 es una vista posterior del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con la quinta realización de la presente divulgación.

La FIG. 15 muestra la sección transversal de la parte de punta del estator pre-remolino de acuerdo con la quinta realización de la presente divulgación.

60 La FIG. 16 muestra la sección transversal de la parte restante del estator pre-remolino de acuerdo con la quinta realización de la presente divulgación.

65 La FIG. 17 es una vista para describir los estatores pre-remolino del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con la quinta realización de la presente divulgación.

La FIG. 18 muestra un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con una sexta realización

de la presente divulgación.

La FIG. 19 es una vista lateral de un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con una séptima realización de la presente divulgación.

La FIG. 20 es una vista posterior del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con la séptima realización de la presente divulgación.

La FIG. 21 muestra un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con una octava realización de la presente divulgación.

**Mejor modo**

La presente divulgación permite diversas variaciones e incluye diversas realizaciones y se ilustran realizaciones específicas de la presente divulgación en los dibujos adjuntos y se describirán en detalle en la descripción detallada. Sin embargo, la presente divulgación no está limitada a estas realizaciones específicas y debería entenderse que todas las modificaciones, equivalentes y sustituciones pueden realizarse sin apartarse de la idea técnica y alcance de la presente divulgación. En la descripción que sigue, cuando se determina que la descripción detallada de la técnica relacionada bien conocida en la técnica puede oscurecer la esencia de la presente divulgación, se omitirá la descripción detallada.

De aquí en adelante en el presente documento, las realizaciones de la presente divulgación se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos y en la descripción que sigue proporcionada con referencia a los dibujos adjuntos, los mismos o correspondientes componentes se representarán por los mismos números de referencia y la misma descripción no se repetirá para evitar una descripción redundante.

La FIG. 1 es una vista lateral de un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 100 de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación y la FIG. 2 es una vista posterior del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 100 de acuerdo con la primera realización de la presente divulgación.

Con referencia a las FIGS. 1 y 2, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 100 puede incluir estatores pre-remolino 110, 120 y 130. Los estatores pre-remolino 100, 120 y 130 se disponen por delante de la hélice 20, y se disponen radialmente con respecto al eje de rotación X de la hélice 20.

Los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 inducen una entrada de agua en la hélice 20 para que fluya en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20, generando así un flujo en remolino en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20. El flujo en remolino generado por los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 entra en la hélice 20 para reducir el flujo en remolino generado por la dirección de rotación de la hélice 20, mejorando de ese modo la eficiencia de la propulsión de la hélice 20.

Los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 pueden instalarse en el núcleo del codaste 15 de la estructura del barco 10, aunque no se limita a esta.

De acuerdo con la realización actual, pueden proporcionarse tres estatores pre-remolino 110, 120, y 130. En adelante, por conveniencia de la descripción, el estator pre-remolino 110 situado en la posición más elevada se denomina como el "primer estator pre-remolino 110", el estator pre-remolino 120 situado en la posición media se denomina como un "segundo estator pre-remolino 120" y el estator pre-remolino 130 situado en la posición más inferior se denomina como un "tercer estator pre-remolino 130".

Aunque, en la realización actual, el número de estatores pre-remolino es, por conveniencia de la descripción, de tres, el número de estatores pre-remolino no está sin embargo limitado.

De acuerdo con la realización actual, la hélice 20 puede girar en una dirección en el sentido de las agujas del reloj, cuando se mira en dirección posterior como se muestra en la FIG. 2. En este caso, todos de entre el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 pueden situarse en la zona izquierda de la superficie de rotación P de la hélice 20, en donde la hélice 20 gira hacia arriba, entre las zonas izquierda y derecha de la superficie de rotación P.

Con relación a esto, en la zona derecha de la superficie de rotación P de la hélice 20, la dirección del flujo incidente que entra en las hélices 20 puede hacerse en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20 de modo que se incremente un ángulo de ataque con respecto a las secciones de las palas de la hélice 20 y se genere una fuerza de propulsión relativamente grande debido al incremento del ángulo de ataque.

Por su parte, en la zona izquierda de la superficie de rotación P de la hélice 20, la dirección del flujo incidente que entra en la hélice 20 puede hacerse en la misma dirección que la dirección de rotación de la hélice 20 de modo que disminuya un ángulo de ataque con respecto a las secciones de las palas de la hélice 20 y se genere una fuerza de

propulsión relativamente pequeña debido a la disminución del ángulo de ataque.

En consecuencia, mediante la localización de los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 en la zona izquierda de la superficie de rotación P de la hélice 20 para generar flujo en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20 en el flujo incidente que entra en la hélice 20, es posible incrementar un ángulo de ataque con respecto a las secciones de las palas de la hélice 20 y para mejorar la eficiencia de la propulsión de la hélice 20.

Alternativamente, la hélice 20 puede girar en una dirección en el sentido contrario a las agujas del reloj como se mira en dirección posterior, a diferencia de la FIG. 2. En este caso, todos de entre el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 pueden situarse en la zona derecha de la superficie de rotación P de la hélice 20, en donde la hélice 20 gira hacia arriba, entre las zonas izquierda y derecha en la superficie de rotación P.

De acuerdo con la realización actual, las longitudes de expansión del primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120, y el tercer estator pre-remolino 130 pueden reducirse secuencialmente en el orden desde el primer estator pre-remolino 110 situado en la posición más elevada al tercer estator pre-remolino 130 situado en la posición más inferior.

En otras palabras, el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 pueden tener diferentes longitudes de expansión. También, uno arbitrariamente seleccionado de entre el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 tiene una longitud de expansión mayor que otro situado justo por debajo del seleccionado.

Las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 pueden significar distancias desde el eje de rotación X de la hélice 20 a las puntas de los estatores pre-remolino 110, 120 y 130.

La FIG. 3 muestra una distribución de flujo de la estela que entra en la hélice, representada por la superficie de rotación de la hélice, en el casco desnudo que no tiene estatores pre-remolino, tal como se ve en la dirección hacia adelante desde la hélice.

En la distribución de flujo de la estela, pueden incrementarse las velocidades del flujo incidente que entra respectivamente en el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 dispuestos secuencialmente radialmente con respecto al eje X de rotación.

En correspondencia con el incremento en la velocidad del flujo incidente, las longitudes de expansión del primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 pueden reducirse secuencialmente. En este caso, el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 pueden impedir que se incremente la resistencia de acuerdo con el incremento en la velocidad del flujo incidente, en el orden desde el primer estator pre-remolino 110 al tercer estator pre-remolino 130.

En otro aspecto, con referencia a las FIGS. 2 y 3, la velocidad de flujo de la estela sobre la superficie de rotación de la hélice (20 de la FIG. 1) puede pretenderse que sea más alta con un ángulo mayor en la dirección en el sentido de las agujas del reloj o en el contrario con respecto a la sección superior de una línea vertical V, cuando el eje de rotación X de la hélice (20 de la FIG. 1) es el centro y la sección superior de la línea vertical V que pasa por el eje de rotación X es de 0 grados. En la distribución de flujo de la estela, las velocidades del flujo incidente que entra respectivamente en el tercer estator pre-remolino 130, el segundo estator pre-remolino 120 y el primer estator pre-remolino 110 dispuestos secuencialmente de modo radial con respecto al eje de rotación X pueden disminuir.

En correspondencia con la disminución en la velocidad del flujo incidente, las longitudes de expansión del tercer estator pre-remolino 130, el segundo estator pre-remolino 120 y el primer estator pre-remolino 110 pueden incrementarse secuencialmente.

En este caso, el tercer estator pre-remolino 130, el segundo estator pre-remolino 120 y el primer estator pre-remolino 110 pueden tener una función aún mejorada en la generación del flujo en remolino en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice (20 de la FIG. 1), en el orden desde el tercer estator pre-remolino 130 al primer estator pre-remolino 110. Los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 pueden tener una función aún mejorada de generación de flujo en remolino en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice (20 de la FIG. 1), con la velocidad del flujo incidente más baja.

Con referencia a las FIGS. 1 y 2, en la distribución de flujo de la estela tal como se muestra en la FIG. 3, un ángulo de instalación a del primer estator pre-remolino 110 puede estar en un intervalo de 30 grados a 50 grados, un ángulo de instalación b del segundo estator pre-remolino 120 puede estar un intervalo de 60 grados a 80 grados y un ángulo de instalación c del tercer estator pre-remolino 130 puede estar en un intervalo de 100 grados a 120 grados.

En este caso, los ángulos de instalación a, b y c pueden ser ángulos de las posiciones de instalación de los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 en la dirección en el sentido contrario a las agujas del reloj con respecto a la

sección superior de la línea vertical V, cuando el eje de rotación X de la hélice 20 es el centro y la sección superior de la línea vertical V que pasa por el eje de rotación X es de 0 grados.

5 Si el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 se disponen respectivamente en los ángulos de instalación a, b y c, puede minimizarse la resistencia en la distribución de flujo de la estela.

10 La FIG. 4 muestra datos experimentales usados en un ensayo para deducir el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 100 de acuerdo con la primera realización de la presente divulgación. En la FIG. 4, el eje horizontal X representa las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 con respecto al radio R de la hélice 20, y el eje vertical Y representa los valores de la resistencia calculada a través de dinámica de fluidos computacional.

15 La FIG. 4 muestra la resistencia aplicada a cada segmento del primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130, dividido por 0,1 veces el radio R de la hélice 20, a través de dinámica de fluidos computacional, cuando el ángulo de instalación del primer estator pre-remolino 110 (Estator 1) está en el intervalo de 30 grados a 50 grados, el ángulo de instalación del segundo estator pre-remolino 120 (Estator 2) está en el intervalo de 60 grados a 80 grados, el ángulo de instalación del tercer estator pre-remolino 130 (Estator 3) está en el intervalo de 100 grados a 120 grados y las longitudes de expansión del primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y tercer estator pre-remolino 130 son 1,0 veces el radio R de la hélice 20, en la situación de la estela tal como se muestra en la FIG. 3.

20 Con referencia a la FIG. 4, la resistencia aplicada al primer estator pre-remolino 110 cambia a positiva (+) en 0,9 veces o más el radio R de la hélice 20, la resistencia aplicada al segundo estator pre-remolino 120 cambia a positiva (+) en 0,8 veces o más el radio R de la hélice 20 y la resistencia aplicada al tercer estator pre-remolino 130 cambia a positiva (+) en 0,7 veces o más el radio R de la hélice 20.

30 Con referencia a la FIG. 2, de acuerdo con los datos experimentales, la longitud de expansión del primer estator pre-remolino 110 puede decidirse que esté en un intervalo de 0,9 veces a 1,1 veces el radio R de la hélice 20, la longitud de expansión del segundo estator pre-remolino 120 puede decidirse que esté en un intervalo de 0,8 veces a 1,0 veces el radio R de la hélice 20 y la longitud de expansión del tercer estator pre-remolino 110 puede decidirse que esté en un intervalo de 0,6 veces a 0,8 veces el radio R de la hélice 20.

35 En este caso, la resistencia provocada por el flujo incidente que entra en los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 puede reducirse efectivamente.

40 Por su parte, el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 pueden tener una forma de alerón vuelto hacia atrás. Los bordes de salida de los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 pueden situarse en una línea recta que sea vertical con el eje de rotación X. En este caso, los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 pueden situarse más próximos a la hélice 20 de modo que el flujo en remolino generado por los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 y que fluye en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20 pueden entrar directamente a la hélice 20, mejorando de ese modo la eficiencia de la propulsión de la hélice 20.

45 Por su parte las longitudes de cuerda del primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 en el mismo radio R con respecto al eje de rotación X pueden reducirse secuencialmente. En este caso, las longitudes de cuerda pueden significar las longitudes desde los bordes de ataque a los bordes de salida en las secciones transversales de los estatores pre-remolino 110, 120 y 130.

50 Las longitudes de cuerda más cortas de los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 pueden significar áreas de contacto más pequeñas con el flujo incidente que entra en los estatores pre-remolino 110, 120 y 130. Por el contrario, las longitudes de cuerda más largas de los estatores pre-remolino 110, 120 y 130 pueden significar áreas de contacto mayores con el flujo incidente que entra en los estatores pre-remolino 110, 120 y 130.

55 Con referencia a las FIGS. 2 y 3, la velocidad de estela de la superficie de rotación P de la hélice (20 de la FIG. 1) puede ser más alta con un ángulo mayor en la dirección en el sentido de las agujas del reloj o sentido contrario con respecto a la sección superior de la línea vertical V, cuando el eje de rotación X de la hélice (20 de la FIG. 1) es el centro y la sección superior de la línea vertical V que pasa por el eje de rotación X es de 0 grados.

60 En la distribución de flujo de la estela, las velocidades del flujo incidente que entra respectivamente en el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 dispuestos radialmente de forma secuencial con respecto al eje de rotación X pueden incrementarse.

65 En correspondencia con el incremento en la velocidad del flujo incidente, las longitudes de cuerda del primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 pueden reducirse secuencialmente. En este caso, el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer

estator pre-remolino 130 pueden impedir que se incremente la resistencia de acuerdo con el incremento en la velocidad del flujo incidente, en el orden desde el primer estator pre-remolino 110 al tercer estator pre-remolino 130.

5 Por su parte, como se ha descrito anteriormente, los ángulos de instalación a, b y c del primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 pueden tener intervalos predeterminados. En el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 100 de acuerdo con la realización actual, el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 pueden instalarse respectivamente dentro de los intervalos de ángulos instalación.

10 De acuerdo con una segunda realización, dos o más de primeros estatores pre-remolino 110, dos o más de segundos estatores pre-remolino 120 y dos o más de terceros estatores pre-remolino 130 pueden instalarse respectivamente dentro de los intervalos de ángulos instalación. En este caso, los estatores pre-remolino 110, 120 o 130 localizados dentro de cada intervalo de cálculo de instalación pueden tener la misma longitud de expansión.

15 La FIG. 5 muestra un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 200 de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación. Con referencia a la FIG. 5, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 200 de acuerdo con la realización actual puede incluir un primer estator pre-remolino 210, un segundo estator pre-remolino 220 y un tercer estator pre-remolino 230.

20 El primer estator pre-remolino 210, el segundo estator pre-remolino 220 y el tercer estator pre-remolino 230 de acuerdo con la realización actual pueden tener las mismas características que el primer estator pre-remolino 110, el segundo estator pre-remolino 120 y el tercer estator pre-remolino 130 de acuerdo con la realización anterior y, en consecuencia, se omitirán descripciones detalladas de los mismos.

25 El primer estator pre-remolino 210, el segundo estator pre-remolino 220 y el tercer estator pre-remolino 230 pueden disponerse secuencialmente en la dirección hacia adelante. Esto es, el tercer estator pre-remolino 230 puede situarse en la posición más avanzada, el segundo estator pre-remolino 220 puede situarse en la posición media y el primer estator pre-remolino 210 puede situarse en la posición más retrasada.

30 De ese modo, si el primer estator pre-remolino 210, el segundo estator pre-remolino 220 y el tercer estator pre-remolino 230 están separados distancias predeterminadas en la dirección longitudinal de la estructura del barco, la resistencia aplicada sobre la estructura del barco puede reducirse en comparación con cuando los estatores pre-remolino 210, 220 y 230 se disponen sobre la misma línea en la dirección longitudinal de la estructura del barco.

35 La FIG. 6 muestra un ejemplo comparativo 100 y un ejemplo experimental 200 para evaluación del rendimiento de los aparatos de mejora de la eficiencia de la propulsión de acuerdo con la primera realización y la segunda realización, y la FIG. 7 muestra coeficientes t de reducción de la fuerza de propulsión para el ejemplo comparativo 100 y el ejemplo experimental 200 de la FIG. 6.

40 La FIG. 6A muestra el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (de aquí en adelante denominado como un "ejemplo comparativo 100") de acuerdo con la primera realización de la presente divulgación en el que los estatores se sitúan sobre la misma línea en la dirección longitudinal de la estructura del barco y la FIG. 6B muestra el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (de aquí en adelante, denominado como un "ejemplo experimental 200") de acuerdo con la segunda realización de la presente divulgación en el que los estatores se sitúan secuencialmente  
45 en la dirección hacia adelante.

Mediante la interpretación de la resistencia y rendimiento de auto-propulsión a través de dinámica de fluidos computacional sobre el ejemplo comparativo 100 y el ejemplo experimental 200 mostrados en la FIG. 6, puede deducirse la resistencia para cada ejemplo y la resistencia aplicada sobre la estructura del barco en la auto-propulsión de cada ejemplo y pueden obtenerse los coeficientes t de reducción de la fuerza de propulsión como se muestran en la FIG. 7 a través de la resistencia deducida.

50 Con referencia a la FIG. 7, puede verse que el coeficiente t de reducción de la fuerza de propulsión del ejemplo experimental 200 es más pequeño que el coeficiente t de reducción de la fuerza de propulsión del ejemplo comparativo 100.  
55

Los resultados se obtienen dado que el efecto Venturi generado entre los estatores pre-remolino 210, 220 y 230 se debilita cuando el primer estator pre-remolino 210, el segundo estator pre-remolino 220 y el tercer estator pre-remolino 230 están separados con distancias predeterminadas en la dirección longitudinal de la estructura del barco,  
60 para reducir la resistencia aplicada sobre la estructura del barco.

Con referencia a la FIG. 5, una distancia D1 entre el primer estator pre-remolino 210 y el segundo estator pre-remolino 220 en la dirección longitudinal de la estructura del barco y una distancia D2 entre el segundo estator pre-remolino 220 y el tercer estator pre-remolino 230 en la dirección longitudinal de la estructura del barco pueden estar  
65 en un intervalo de 0,05 veces a 0,15 veces el diámetro de la hélice 20.



Si las distancias D1 y D2 entre los estatores pre-remolino 210, 220 y 230 en la dirección longitudinal de la estructura del barco exceden el intervalo, los estatores pre-remolino 210, 220 y 230 pueden quedar distantes de la hélice 20 de modo que el flujo inducido por los estatores pre-remolino 210, 220 y 230 no entra suficientemente en la hélice 20, deteriorando de ese modo la eficiencia de propulsión de la hélice 20.

5 También, si las distancias D1 y D2 entre los estatores pre-remolino 210, 220 y 230 son más pequeñas que el intervalo, la resistencia aplicada sobre la estructura del barco puede incrementarse por el efecto Venturi generado entre los estatores pre-remolino 210, 220 y 230.

10 Por su parte, en las realizaciones anteriormente descritas, el número de estatores pre-remolino es, por conveniencia de la descripción, de tres, sin embargo, el número de estatores pre-remolino no está limitado a tres.

15 Por ejemplo, el número de estatores pre-remolino puede ser dos. De aquí en adelante, por conveniencia de la descripción, el estator pre-remolino situado en la posición superior se denomina como un "primer estator pre-remolino" y el estator pre-remolino situado en la posición inferior se denomina como un "segundo estator pre-remolino".

20 En este caso, un ángulo de instalación del primer estator pre-remolino puede estar en un intervalo de 45 grados a 75 grados y un ángulo de instalación del segundo estator pre-remolino puede estar en un intervalo de 90 grados a 120 grados. Los intervalos de los ángulos de instalación pueden calcularse por el mismo método que se ha descrito anteriormente en la realización previa.

25 La longitud de expansión del primer estator pre-remolino es más larga que la del segundo estator pre-remolino. En otras palabras, la longitud de expansión del segundo estator pre-remolino situado en la posición inferior puede ser más corta que la del primer estator pre-remolino situado en la posición superior.

30 También, la longitud de expansión del primer estator pre-remolino puede estar en un intervalo de 0,8 veces a 1,0 veces el radio de la hélice 20 y la longitud de expansión del segundo estator pre-remolino puede estar en un intervalo de 0,6 veces a 0,8 veces el radio de la hélice 20. Los intervalos de las longitudes de expansión pueden calcularse por el mismo método que se ha descrito anteriormente en la realización previa.

También, el primer estator pre-remolino y el segundo estator pre-remolino pueden tener una forma de alerón vuelto hacia atrás.

35 También, la longitud de cuerda del primer estator pre-remolino puede ser más larga que la del segundo estator pre-remolino. En otras palabras, la longitud de cuerda del segundo estator pre-remolino situado en la posición inferior puede ser más corta que la del primer estator pre-remolino situado en la posición superior.

40 También, el segundo estator pre-remolino puede situarse por delante del primer estator pre-remolino. En este caso, la distancia entre el primer estator pre-remolino y el segundo estator pre-remolino puede estar en un intervalo de 0,05 veces a 0,15 veces el diámetro de la hélice.

45 Como otro ejemplo, el número de estatores pre-remolino puede ser de tres. De aquí en adelante, por conveniencia de la descripción, el estator pre-remolino 110 situado en la posición más elevada se denomina como un "primer estator pre-remolino", el estator pre-remolino 120 situado la posición media se denomina como un "segundo estator pre-remolino" y el estator pre-remolino 130 situado en la posición más inferior se denomina como un "tercer estator pre-remolino".

50 En este caso, un ángulo de instalación del primer estator pre-remolino 110 puede estar en un intervalo de 30 grados a 50 grados, un ángulo de instalación del segundo estator pre-remolino 120 puede estar en un intervalo de 60 grados a 80 grados y un ángulo de instalación del tercer estator pre-remolino 130 puede estar en un intervalo de 100 grados a 120 grados. Los intervalos de los ángulos de instalación pueden calcularse por el mismo método que se ha descrito anteriormente en las realizaciones previas.

55 También, la longitud de expansión del primer estator pre-remolino 110 puede ser más larga que la del segundo estator pre-remolino 120 y la longitud de expansión del segundo estator pre-remolino 120 puede ser más larga que la del tercer estator pre-remolino 130. En otras palabras, las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino 110 a 130 pueden reducirse secuencialmente en el orden desde el primer estator pre-remolino 110 situado en la posición más elevada al tercer estator pre-remolino 130 situado en la posición más inferior.

60 También, la longitud expansión del primer estator pre-remolino 110 puede estar en un intervalo de 0,9 veces a 1,1 veces el radio R de la hélice 20, la longitud de expansión del segundo estator pre-remolino 120 puede estar en un intervalo de 0,8 veces a 1,0 veces el radio R de la hélice 20 y la longitud expansión del tercer estator pre-remolino 130 puede estar en un intervalo de 0,6 veces a 0,8 veces el radio R de la hélice 20. Los intervalos de las longitudes de expansión pueden calcularse por el mismo método que se ha descrito anteriormente en las realizaciones previas. También, en las áreas de solape de los intervalos, la longitud del estator pre-remolino situado en la posición superior

puede decidirse que sea más larga que la del estator pre-remolino situado en la posición inferior.

La FIG. 8 es una vista lateral de un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 300 de acuerdo con una tercera realización de la presente divulgación y la FIG. 9 es una vista posterior del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 300 de acuerdo con la tercera realización de la presente divulgación.

Con referencia a las FIGS. 8 y 9, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 300 puede incluir estatores pre-remolino 310, 320 y 330.

Los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 inducen que la entrada de agua en la hélice 20 fluya en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20, generando así un flujo en remolino en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20. El flujo en remolino generado por los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 puede entrar en la hélice 20 para reducir el flujo en remolino generado en la dirección de rotación de la hélice 20, mejorando de ese modo la eficiencia de propulsión de la hélice 20.

Los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 pueden instalarse en el núcleo del codaste 15 de la estructura del barco 10, aunque no se limitan a esto.

En la realización actual, el número de estatores pre-remolino 310, 320 y 330 es, por conveniencia de la descripción, de tres, sin embargo, el número de estatores pre-remolino 310, 320 y 330 no está limitado a tres. Por ejemplo, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 300 puede incluir una pluralidad de estatores pre-remolino.

La FIG. 10 es una vista para describir los estatores pre-remolino del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 300 de acuerdo con la tercera realización de la presente divulgación. En la FIG. 10, la dirección izquierda representa la dirección hacia adelante del estator pre-remolino 310 y la dirección derecha representa la dirección hacia atrás del estator pre-remolino 310.

Con referencia a la FIG. 10, las partes de punta 311, 321 y 331 de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 pueden tener ángulos de desviación más pequeños que las partes restantes 312, 322 y 332 de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330. En este caso, las partes restantes 312, 322 y 332 de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 pueden tener el mismo ángulo de desviación o parcialmente diferentes ángulos de desviación.

Si los ángulos de desviación de las partes de punta 311, 321 y 331 son más pequeños que los de las partes restantes 312, 322 y 332, puede reducirse un ángulo de ataque con respecto al flujo incidente que entra en las partes de punta 311, 321 y 331 de modo que pueda reducirse la cavitación generada alrededor de las partes de punta 311, 321 y 331. En este caso, la cavitación generada por las partes de punta 311, 321 y 331 de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 puede influir menos en la hélice 20, manteniendo de ese modo efectivamente la eficiencia de la propulsión de la hélice 20.

Las partes de punta 311, 321 y 331 pueden tener longitudes LT de 0,1 veces a 0,3 veces las longitudes de expansión LX de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330. Las longitudes de expansión LX de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 pueden indicar distancias desde el eje de rotación X de la hélice 20 a las puntas de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330.

El presente solicitante ha realizado un ensayo sobre un estator pre-remolino general en el que los ángulos de desviación de las partes de punta no son más pequeños que los de las partes restantes y halló que la cavitación generada alrededor de las puntas de los estatores pre-remolino fluye en una traza para incidir en las superficies de la hélice.

También, el presente solicitante ha hallado que el estator pre-remolino general genera de modo dominante flujo en remolino en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice en una zona de 0,7 veces a 0,9 veces la longitud de expansión del estator pre-remolino.

Basándose en los resultados del ensayo, para que los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 generen suavemente un flujo en remolino, mientras se reduce la cavitación generada alrededor de las puntas, puede decidirse que las longitudes de las partes de punta 311, 321 y 331 están en un intervalo de 0,1 veces a 0,3 veces las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330.

Si los ángulos de desviación de las partes de punta 311, 322 y 331 que tienen las longitudes son más pequeños que los de las partes restantes 312, 322 y 332, la cavitación generada alrededor de las partes de punta 311, 321 y 331 puede reducirse efectivamente.

Los ángulos de desviación de las partes de punta 311, 321 y 331 pueden reducirse continuamente hacia las puntas. En este caso, puede impedirse de modo efectivo la cavitación adicional que puede generarse cuando las formas de las partes de punta 311, 321 y 331 son discontinuas.

Las esquinas de las puntas de las partes de punta 311, 321 y 331 pueden estar, como se muestra en la FIG. 10, redondeadas, tal como se ve desde una superficie de presión 301 (o una superficie de succión). En otras palabras, las esquinas delantera y posterior de las partes de punta 311, 321 y 331 pueden redondearse, tal como se ve desde los costados laterales.

5 En este caso, puede reducirse la cavitación generada alrededor de las partes de punta 311, 321 y 331, en comparación con los estatores pre-remolino generales en los que las esquinas delantera y posterior de las partes de punta son cuadradas tal como se ve desde los costados laterales.

10 Las partes de punta 311, 321 y 331 pueden fabricarse mediante fundición. En este caso, las partes de punta 311, 321 y 331 pueden fabricarse fácilmente de modo que los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 que incluyen las partes de punta 311, 321 y 331 pueden también fabricarse fácilmente. Alternativamente, las partes de punta 311, 321 y 331 pueden fabricarse por cualquiera de otros diversos métodos, en lugar de la fundición.

15 Las partes de punta 311, 321 y 331 pueden fabricarse por separado y acoplarse a continuación con las partes restantes 312, 322 y 332 de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330, aunque no se limita a esto.

El presente solicitante ha descubierto que el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 300 configurado tal como se ha descrito anteriormente puede reducir la cavitación, a través de un ensayo en túnel de cavitación.

20 La FIG. 11 es una vista para comparación de las longitudes de cuerda de los estatores pre-remolino mostrados en la FIG. 8 en el mismo radio con respecto al eje de rotación de la hélice.

25 Con referencia a las FIGS. 8 a 11, un estator pre-remolino arbitrariamente seleccionado de entre el primer estator pre-remolino 310, el segundo estator pre-remolino 320 y el tercer estator pre-remolino 330 en el mismo radio con respecto al eje de rotación X de la hélice 20 puede tener una longitud de cuerda más larga que otro estator pre-remolino situado justamente por debajo del estator pre-remolino seleccionado.

30 En otras palabras, las longitudes de cuerda del primer estator pre-remolino 310, el segundo estator pre-remolino 320 y el tercer estator pre-remolino 330 en el mismo radio R con respecto al eje de rotación X de la hélice 20 pueden reducirse secuencialmente. En este caso, las longitudes de cuerda de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330 pueden indicar las longitudes desde los bordes de ataque 302 a los bordes de salida 303 en las secciones transversales de los estatores pre-remolino 310, 320 y 330.

35 Longitudes de cuerda más cortas de los estatores puede significar áreas de contacto más pequeñas con el flujo incidente que entra en los estatores. Por el contrario, longitudes de cuerda más largas de los estatores puede significar áreas de contacto mayores con el flujo incidente que entra en los estatores.

40 También, la velocidad de estela sobre la superficie de rotación P de la hélice (20 de la FIG. 8) puede pretender que sea más alta con un ángulo mayor en la dirección de las agujas del reloj o sentido contrario con respecto a la sección superior de una línea vertical V, cuando el eje de rotación X de la hélice (20 de la FIG. 8) es el centro y la sección superior de la línea vertical V que pasa en el eje de rotación X es 0 grados.

45 En la distribución del flujo de estela, pueden incrementarse las velocidades del flujo incidente que entra respectivamente en el primer estator pre-remolino 310, el segundo estator pre-remolino 320 y el tercer estator pre-remolino 330 dispuestos secuencialmente de forma radial con respecto al eje de rotación X.

50 En correspondencia con el incremento en la velocidad del flujo incidente, las longitudes de cuerda del primer estator pre-remolino 310, el segundo estator pre-remolino 320 y el tercer estator pre-remolino 330 pueden reducirse secuencialmente. En este caso, el primer estator pre-remolino 310, el segundo estator pre-remolino 320 y el tercer estator pre-remolino 330 pueden impedir que la resistencia se incremente de acuerdo con el incremento en la velocidad del flujo incidente, en el orden desde el primer estator pre-remolino 310 al tercer estator pre-remolino 330.

55 La FIG. 12 muestra un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 400 de acuerdo con una cuarta realización de la presente divulgación. Con referencia a la FIG. 12, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 400 de acuerdo con la realización actual puede incluir un primer estator pre-remolino 410, un segundo estator pre-remolino 420 y un tercer estator pre-remolino 430.

60 El primer estator pre-remolino 410, el segundo estator pre-remolino 420 y el tercer estator pre-remolino 430 de acuerdo con la realización actual pueden tener las mismas características que el primer estator pre-remolino 310, el segundo estator pre-remolino 320 y el tercer estator pre-remolino 330 de acuerdo con la realización anterior y, en consecuencia, se omitirán descripciones detalladas de los mismos.

65 En la realización actual, un estator pre-remolino arbitrariamente seleccionado de entre el primer estator pre-remolino 410, el segundo estator pre-remolino 420 y el tercer estator pre-remolino 430 puede situarse detrás del otro estator pre-remolino situado justamente por debajo del estator pre-remolino seleccionado.

En otras palabras, el primer estator pre-remolino 410, el segundo estator pre-remolino 420 y el tercer estator pre-remolino 430 pueden disponerse secuencialmente en la dirección hacia adelante. Esto es, el primer estator pre-remolino 410 puede situarse en la posición más retrasada, el segundo estator pre-remolino 420 puede situarse en la posición media y el tercer estator pre-remolino 430 puede situarse en la posición más avanzada.

De ese modo, si el primer estator pre-remolino 410, el segundo estator pre-remolino 420 y el tercer estator pre-remolino 430 están separados en distancias predeterminadas en la dirección longitudinal de la estructura del barco 10, la resistencia aplicada sobre la estructura del barco 10 puede reducirse en comparación con cuando los estatores pre-remolino 410, 420 y 430 se disponen sobre la misma línea en la dirección longitudinal de la estructura del barco 10.

La FIG. 13 es una vista lateral de un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 500 de acuerdo con una quinta realización de la presente divulgación y la FIG. 14 es una vista posterior del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 500 de acuerdo con la quinta realización de la presente divulgación.

Con referencia a las FIGS. 13 y 14, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 500 puede incluir estatores pre-remolino 510, 520 y 530.

Los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 inducen la entrada de agua en la hélice 20 para que fluya en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20, generando así un flujo en remolino en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20. El flujo en remolino generado por los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 puede entrar en la hélice 20 para reducir el flujo en remolino generado en la dirección de rotación de la hélice 20, mejorando de ese modo la eficiencia de la propulsión de la hélice 20.

Los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 pueden instalarse en el núcleo del codaste 15 de la estructura del barco 10, aunque no se limitan a esto.

En la realización actual, el número de estatores pre-remolino 510, 520 y 530 es, por conveniencia de la descripción, de tres, sin embargo, el número de estatores pre-remolino 510, 520 y 530 no se limita a tres. Por ejemplo, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 500 puede incluir una pluralidad de estatores pre-remolino.

En la realización actual, pueden formarse extensiones alares 5111, 5211 y 5311 en las partes de punta 511, 521 y 531 de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530.

Las extensiones alares 5111, 5211 y 5311 pueden doblarse hacia una superficie de succión 502 respecto a las puntas de las partes de punta 511, 521 y 531. Alternativamente las extensiones alares 5111, 5211 y 5311 pueden doblarse hacia una superficie de presión 501 respecto a las puntas de las partes de punta 511, 521 y 531.

Las extensiones alares 5111, 5211 y 5311 pueden doblarse verticalmente desde las puntas de las partes de punta 511, 521 y 531, aunque no se limitan a esto.

Las extensiones alares 5111, 5211 y 5311 pueden reducir el flujo en remolino generado alrededor de las puntas de las partes de punta 511, 521 y 531, suprimiendo de ese modo en consecuencia la generación de cavitación.

Las partes de punta 511, 521 y 531 pueden fabricarse mediante fundición. En este caso, las partes de punta 511, 521 y 531 pueden fabricarse fácilmente de modo que los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 que incluyen las partes de punta 511, 521 y 531 pueden fabricarse también fácilmente. Alternativamente, las partes de punta 511, 521 y 531 pueden fabricarse por cualquier otro de diversos métodos, en lugar de fundición.

Las extensiones alares 5111, 5211 y 5311 pueden integrarse en las partes de punta 511, 521 y 531, aunque no se limitan a esto.

La FIG. 15 muestra la sección transversal de la parte de punta del estator pre-remolino de acuerdo con la quinta realización de la presente divulgación y la FIG. 16 muestra la sección transversal de la parte restante del estator pre-remolino de acuerdo con la quinta realización de la presente divulgación.

Con referencia a las FIGS. 14 a 16, las partes de punta 511, 521 y 531 de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 pueden no tener combaduras y las partes restantes 512, 522 y 532 pueden tener combaduras.

Dado que las partes de punta 511, 521 y 531 no tienen combaduras, puede reducirse una diferencia en la presión entre la superficie de presión 501 y la superficie de succión 502 para reducir la generación de cavitación. Sin embargo, a diferencia de esto, en los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 del acuerdo con la realización actual de la presente divulgación, pueden formarse combaduras en todas las partes de punta 511, 521 y 531 y las partes restantes 512, 522 y 532. También, es posible que se formen combaduras en las partes de punta 511, 521 y 531 de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 y no se formen combaduras en las partes restantes 512, 522 y 532. Si las partes restantes 512, 522 y 532 tienen combaduras, el flujo que entra en la hélice (20 de la FIG. 13) puede

inducirse más efectivamente en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice (20 de la FIG. 13), en comparación con cuando las partes restantes 512, 522 y 532 no tienen combaduras.

5 La FIG. 17 es una vista para describir los estatores pre-remolino del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 500 de acuerdo con la quinta realización de la presente divulgación.

10 Con referencia a las FIGS. 13 y 17, las partes de punta 511, 521 y 531 pueden tener longitudes LT de 0,1 veces a 0,3 veces las longitudes de expansión LX de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530. Las longitudes de expansión LX de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 pueden indicar distancias desde el eje de rotación X de la hélice 20 a las puntas de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530.

15 El presente solicitante ha realizado un ensayo sobre un estator pre-remolino en el que se forma una combadura en toda el área desde la parte de raíz a la parte de punta y halló que una cavitación generada alrededor de la punta del estator pre-remolino fluye en una traza para incidir a las superficies de la hélice.

También, el presente solicitante ha descubierto que el estator pre-remolino en el que se forma la combadura en todo el área genera de modo dominante flujo en remolino en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20 en una zona de 0,7 veces y 0,9 veces la longitud de expansión del estator pre-remolino.

20 Basándose en los resultados del ensayo, para que los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 generen suavemente flujo en remolino, mientras se reduce la cavitación generada alrededor de las puntas, las longitudes de las partes de punta 511, 521 y 531 puede decidirse que están en un intervalo de 0,1 veces a 0,3 veces las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530.

25 Las partes de punta 511, 522 y 531 que tienen unas longitudes se fabrican sin formar ninguna combadura, la cavitación generada alrededor de las partes de punta 511, 521 y 531 puede reducirse efectivamente.

30 En la realización actual, las esquinas de las puntas de las partes de punta 511, 521 y 531 pueden estar, tal como se muestra en las FIGS. 13 y 17, redondeadas, tal como se ven desde la superficie de presión 501 (o la superficie de succión 502). Las formas de las puntas de las partes de punta 511, 521 y 531 pueden reducir la generación de cavitación.

35 El presente solicitante ha descubierto que el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 500 configurado tal como se ha descrito anteriormente puede reducir la cavitación, a través de un ensayo en túnel de cavitación.

De aquí en adelante, se describirá el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 500 con referencia a las FIGS. 13 y 14, bajo la suposición de que el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 500 tiene una pluralidad de estatores pre-remolino.

40 Con referencia a las FIGS. 13 y 14, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 500 de acuerdo con la realización actual puede incluir tres estatores pre-remolino 510, 520 y el 530. Por conveniencia de la descripción, el estator pre-remolino 510 situado en la posición más elevada se denomina como un "primer estator pre-remolino 510", el estator pre-remolino 520 situado en la posición media se denomina como un "segundo estator pre-remolino 520" y el estator pre-remolino 530 situado en la posición más inferior se denomina como un "tercer estator pre-remolino 530".

45 El primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 se disponen por delante de la hélice 20 y separados entre sí. Por ejemplo, al primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 se disponen radialmente con respecto al eje de rotación X de la hélice 20, tal como se muestra en la FIG. 14.

50 En el ejemplo actual, la hélice 20 puede rotar en la dirección de las agujas del reloj, tal como se muestra en la FIG. 14. En este caso, todos de entre el primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 pueden situarse en la zona izquierda de la superficie de rotación P de la hélice 20, en donde la hélice 20 gira hacia arriba, de entre las zonas izquierda y derecha de la superficie de rotación P.

55 Con relación a esto, en la zona derecha de la superficie de rotación P de la hélice 20, la dirección del flujo incidente que entra en la hélice 20 puede convertirse en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20 de modo que se incremente un ángulo de ataque con respecto a las secciones de las palas de la hélice 20 y se genere una fuerza de propulsión relativamente grande debido al incremento del ángulo de ataque.

60 Por su parte, en la zona izquierda de la superficie de rotación P de la hélice 20, la dirección del flujo incidente que entra en la hélice 20 puede convertirse en la misma dirección que la dirección de rotación de la hélice 20 de modo que disminuya un ángulo de ataque con respecto a las secciones de las palas de la hélice 20 y se genere una fuerza de propulsión relativamente pequeña debido a la disminución del ángulo de ataque.

65

En consecuencia, mediante la localización de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 en la zona izquierda de la superficie de rotación P de la hélice 20 para generar flujo en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20 en el flujo incidente que entra en la hélice 20, es posible incrementar un ángulo de ataque con respecto a las secciones de las palas de la hélice 20, y mejorar la eficiencia de la propulsión de la hélice 20.

Alternativamente, la hélice 20 puede rotar en la dirección contraria a las agujas del reloj como se ve en la dirección posterior. En este caso, a diferencia de la FIG. 14, todos de entre el primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 pueden situarse en la zona derecha de la superficie de rotación P de la hélice 20, en donde la hélice 20 rota hacia arriba, de entre las zonas izquierda y derecha de la superficie de rotación P.

Las longitudes de expansión del primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 pueden reducirse secuencialmente en el orden desde el primer estator pre-remolino 510 situado en la posición más elevada al tercer estator pre-remolino 530 situado en la posición más inferior. En otras palabras, un estator pre-remolino arbitrariamente seleccionado de entre el primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 puede tener una longitud de expansión más larga que otro estator pre-remolino situado justamente por debajo del estator pre-remolino seleccionado.

Con referencia a la FIG. 13, el primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 pueden tener una forma de ala vuelta hacia atrás. En este caso, los bordes de salida de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 pueden situarse en una línea recta que es vertical con el eje de rotación X.

En este caso, los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 pueden situarse más próximos a la hélice 20 de modo que el flujo en remolino generado por los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 y que fluye en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20 puede entrar directamente en la hélice 20, mejorando de ese modo la eficiencia de la propulsión de la hélice 20.

Con referencia a la FIG. 13, un estator pre-remolino arbitrariamente seleccionado de entre el primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 en el mismo radio con respecto al eje de rotación X de la hélice 20 puede tener una longitud de cuerda más larga que otro estator pre-remolino situado justamente por debajo del estator pre-remolino seleccionado.

En otras palabras, las longitudes de cuerda del primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 en el mismo radio R con respecto al eje de rotación X de la hélice 20 pueden reducirse secuencialmente. En este caso, las longitudes de cuerda de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530 pueden indicar las longitudes desde los bordes de ataque a los bordes de salida en las secciones transversales de los estatores pre-remolino 510, 520 y 530.

Las longitudes de cuerda más cortas de los estatores pueden significar áreas de contacto más pequeñas con el flujo incidente que entra en los estatores. Por el contrario, las longitudes de cuerda más largas de los estatores pueden significar áreas de contacto mayores con el flujo incidente que entra en los estatores.

Con referencia a la FIG. 14, la velocidad de estela de la superficie de rotación P de la hélice (20 de la FIG. 13) puede pretender que sea más alta con un ángulo mayor en la dirección de las agujas del reloj o en sentido contrario con respecto a la sección superior de una línea vertical V, cuando el eje de rotación X de la hélice (20 de la FIG. 13) es el centro y la sección superior de la línea vertical V que pasa por el eje de rotación X es de 0 grados.

En la distribución del flujo de la estela, pueden incrementarse las velocidades del flujo incidente que entra respectivamente en el primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 dispuestos secuencialmente de modo radial con respecto al eje de rotación X.

En correspondencia con el incremento en la velocidad del flujo incidente, las longitudes de cuerda del primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 pueden reducirse secuencialmente. En este caso, el primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 pueden impedir que se incremente la resistencia de acuerdo con el incremento en la velocidad del flujo incidente, en el orden desde el primer estator pre-remolino 510 al tercer estator pre-remolino 530.

La FIG. 18 muestra un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 600 de acuerdo con una sexta realización de la presente divulgación. Con referencia a la FIG. 18, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 600 de acuerdo con la realización actual puede incluir un primer estator pre-remolino 610, un segundo estator pre-remolino 620 y un tercer estator pre-remolino 630.

El primer estator pre-remolino 610, el segundo estator pre-remolino 620 y el tercer estator pre-remolino 630 de acuerdo con la realización actual pueden tener las mismas características que el primer estator pre-remolino 510, el segundo estator pre-remolino 520 y el tercer estator pre-remolino 530 de acuerdo con la realización anterior y en consecuencia, se omitirán unas descripciones detalladas de los mismos.

En la realización actual, un estator pre-remolino seleccionado arbitrariamente de entre el primer estator pre-remolino 610, el segundo estator pre-remolino 620 y el tercer estator pre-remolino 630 pueden situarse por detrás de otro estator pre-remolino situado justamente por debajo del estator pre-remolino seleccionado.

5 En otras palabras, el primer estator pre-remolino 610, el segundo estator pre-remolino 620 y el tercer estator pre-remolino 630 pueden disponerse secuencialmente en la dirección hacia adelante. Esto es, el primer estator pre-remolino 610 puede situarse en la posición más retrasada, el segundo estator pre-remolino 620 puede situarse en la posición media y el tercer estator pre-remolino 630 puede situarse en la posición más avanzada.

10 De ese modo, si el primer estator pre-remolino 610, el segundo estator pre-remolino 620 y el tercer estator pre-remolino 630 se separan distancias predeterminadas en la dirección longitudinal de la estructura del barco 10, la resistencia aplicada sobre la estructura del barco 10 puede reducirse en comparación con cuando los estatores pre-remolino 610, 620 y 630 se disponen sobre la misma línea en la dirección longitudinal de la estructura del barco 10.

15 La FIG. 19 es una vista lateral de un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 700 de acuerdo con una séptima realización de la presente divulgación y la FIG. 20 es una vista posterior del aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 700 de acuerdo con la séptima realización de la presente divulgación.

20 Con referencia a las FIGS. 19 y 20, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 700 puede incluir estatores pre-remolino 710, 720 y 730.

25 Los estatores pre-remolino 710, 720 y 730 inducen la entrada de agua a la hélice 20 para que fluya en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20, generando así un flujo en remolino en la dirección opuesta a la dirección de rotación de la hélice 20. El flujo en remolino generado por los estatores pre-remolino 710, 720 y 730 puede entrar en la hélice 20 para reducir el flujo en remolino generado en la dirección de rotación de la hélice 20, mejorando de ese modo la eficiencia de propulsión de la hélice 20.

30 Los estatores pre-remolino 710, 720 y 730 pueden instalarse en el núcleo del codaste 15 de la estructura del barco 10, aunque no se limitan a esto.

En la realización actual, el número de estatores pre-remolino 710, 720 y 730 es, por conveniencia de la descripción, de tres, sin embargo, el número de estatores pre-remolino 710, 720 y 730 no está limitado a tres. Por ejemplo, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 700 puede incluir una pluralidad de estatores pre-remolino.

35 En la realización actual, pueden formarse elementos adicionales 7111, 7211 y 7311 en las partes de punta 711, 721 y 731 de los estatores pre-remolino 710, 720 y 730.

40 Los elementos adicionales 7111, 7211 y 7311 pueden formarse en las puntas de las partes de punta 711, 721 y 731. Los elementos adicionales 7111, 7211 y 7311 pueden reducir el flujo en remolino generado alrededor de las puntas de las partes de punta 711, 721 y 731, suprimiendo por ello en consecuencia la generación de cavitación. Los elementos adicionales 7111, 7211 y 7311 pueden funcionar como extensiones alares.

45 Los elementos adicionales 7111, 7211 y 7311 pueden tener la forma de una placa que se extiende hacia la superficie de succión y la superficie de presión. Los elementos adicionales 7111, 7211 y 7311 pueden disponerse verticalmente respecto a las partes de punta 711, 721 y 731, aunque no se limitan a esto.

50 Los elementos adicionales 7111, 7211 y 7311 pueden fabricarse por separado y a continuación unirse por soldadura con las partes de punta 711, 721 y 731. Alternativamente, los elementos adicionales 7111, 7211 y 7311 pueden integrarse en las partes de punta 711, 721 y 731 mediante fundición.

Las partes de punta 711, 721 y 731 pueden fabricarse mediante fundición, y acoplarse a continuación con las partes restantes 712, 722 y 732 de los estatores pre-remolino 710, 720 y 730, aunque no están limitadas a esto.

55 La FIG. 21 muestra un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 800 de acuerdo con una octava realización de la presente divulgación. Con referencia a la FIG. 21, el aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión 800 de acuerdo con la realización actual puede incluir un primer estator pre-remolino 810, un segundo estator pre-remolino 820 y un tercer estator pre-remolino 830.

60 El primer estator pre-remolino 810, el segundo estator pre-remolino 820 y el tercer estator pre-remolino 830 de acuerdo con la realización actual pueden tener las mismas características que el primer estator pre-remolino 710, el segundo estator pre-remolino 720 y el tercer estator pre-remolino 730 de acuerdo con la realización anterior y, en consecuencia, se omitirán descripciones detalladas de los mismos.

65 En la realización actual, un estator pre-remolino arbitrariamente seleccionado de entre el primer estator pre-remolino 810, el segundo estator pre-remolino 820 y el tercer estator pre-remolino 830 puede situarse por detrás de otro estator pre-remolino situado justamente por debajo del estator pre-remolino seleccionado.

5 En otras palabras, el primer estator pre-remolino 810, el segundo estator pre-remolino 820 y el tercer estator pre-remolino 830 pueden disponerse secuencialmente en la dirección hacia adelante. Esto es, el primer estator pre-remolino 810 puede localizarse en la posición más retrasada, el segundo estator pre-remolino 820 puede situarse en la posición media y el tercer estator pre-remolino 830 puede situarse en la posición más avanzada.

10 De ese modo, si el primer estator pre-remolino 810, el segundo estator pre-remolino 820 y el tercer estator pre-remolino 830 están separados distancias predeterminadas en la dirección longitudinal de la estructura del barco 10, la resistencia aplicada sobre la estructura del barco 10 puede reducirse en comparación con cuando los estatores pre-remolino 810, 820 y 830 se disponen en la misma línea en la dirección longitudinal de la estructura del barco 10.

15 Será evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse diversas modificaciones y variaciones en la presente invención mediante la adición, cambio o eliminación de uno o más componentes, sin apartarse del alcance de las invenciones. Por ello, se pretende que la presente invención cubra las modificaciones y variaciones de esta invención siempre que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

- 10: estructura del barco
- 15: núcleo del codaste
- 20: hélice
- 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800: aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión
- 110, 210, 310, 410, 510, 610, 710, 810: primer estator pre-remolino
- 120, 220, 320, 420, 520, 620, 720, 820: segundo estator pre-remolino
- 130, 230, 330, 430, 530, 630, 730, 830: tercer estator pre-remolino



## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) para un barco, que comprende una pluralidad de estatores pre-remolino y una hélice (20),  
 5 dispuesta la pluralidad de estatores pre-remolino (310, 320, 330) por delante de la hélice (20) y dispuestos radialmente con respecto a un eje de rotación de la hélice (20),  
 en donde los estatores pre-remolino (310, 320, 330) están situados en una zona izquierda o una zona derecha de una superficie de rotación de la hélice en donde la hélice (20) gira hacia arriba, para generar flujo en una dirección opuesta a una dirección de rotación de la hélice (20) en un flujo incidente que entra en la hélice (20), para  
 10 incrementar un ángulo de ataque con respecto a las secciones de las palas de la hélice (20) y, en donde una longitud de expansión de al menos un estator pre-remolino de entre los estatores pre-remolino (310, 320, 330) es diferente de las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino restantes y  
 una longitud de expansión de un estator pre-remolino arbitrariamente seleccionado entre los estatores pre-remolino (310, 320, 330) es más larga que o igual a una longitud de expansión de otro estator pre-remolino situado  
 15 justamente por debajo del estator pre-remolino seleccionado,  
**caracterizado por que**  
 las partes de punta (311, 321, 331) de los estatores pre-remolino (310, 320, 330) tienen ángulos de desviación más pequeños que las partes restantes (312, 322, 332) de los estatores pre-remolino (310, 320, 330).
- 20 2. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino (310, 320, 330) se reducen secuencialmente en el orden desde el estator pre-remolino situado en la posición más elevada al estator pre-remolino situado en la posición más inferior.
- 25 3. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que el número de estatores pre-remolino (310, 320, 330) es de tres y  
 en el que un ángulo de instalación de un primer estator pre-remolino (310) situado en la posición más elevada entre los estatores pre-remolino (310, 320, 330) está en un intervalo de 30 grados a 50 grados, un ángulo de instalación  
 30 de un segundo estator pre-remolino (320) situado en la posición media está en un intervalo de 60 grados a 80 grados y un ángulo de instalación de un tercer estator pre-remolino (330) situado en la posición más inferior está en un intervalo de 100 grados a 120 grados,  
 siendo los ángulos de instalación de los estatores pre-remolino (310, 320, 330) posiciones de ángulos de instalación de los estatores pre-remolino (310, 320, 330) con respecto a una sección superior de una línea vertical (V) que pasa  
 35 a través del eje de rotación de la hélice (20), siendo el eje de rotación de la hélice (20) un centro y siendo la sección superior de la línea vertical (V) de 0 grados.
4. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que una longitud de expansión del primer estator pre-remolino (310) está en un intervalo de 0,9 veces a 1,1 veces el radio de la hélice (20), una longitud de expansión del segundo estator pre-remolino (320) está en un intervalo de 0,8 veces a  
 40 1,0 veces el radio de la hélice (20) y una longitud de expansión del tercer estator pre-remolino (330) está en un intervalo de 0,6 veces a 0,8 veces el radio de la hélice (20), y  
 en donde las longitudes de expansión de los estatores pre-remolino (310, 320, 330) se reducen secuencialmente en el orden desde el estator pre-remolino situado en la posición más elevada al estator pre-remolino situado en la  
 45 posición más inferior.
5. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que los estatores pre-remolino (310, 320, 330) están dispuestos en la dirección hacia adelante secuencialmente en el orden desde el estator pre-remolino situado en la posición más elevada al estator pre-remolino situado en la posición  
 50 más inferior.
6. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que las longitudes de cuerda de los estatores pre-remolino (310, 320, 330) se reducen, en el mismo radio con respecto al eje de rotación, en el orden desde el estator pre-remolino situado en la posición más elevada al estator pre-remolino  
 55 situado en la posición más inferior.
7. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que está formado un elemento adicional en la parte de punta (311, 321, 331) de cada estator pre-remolino (310, 320, 330) y el elemento adicional tiene la forma de una placa extendida hacia una superficie de succión y una superficie de  
 60 presión.
8. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 7, en el que los ángulos de desviación de las partes de punta (311, 321, 331) se reducen continuamente hacia las puntas de las partes de punta (311, 321, 331).
- 65 9. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 7, en el que las partes de punta (311, 321, 331) tienen longitudes de 0,1 veces a 0,3 veces las longitudes de expansión de los

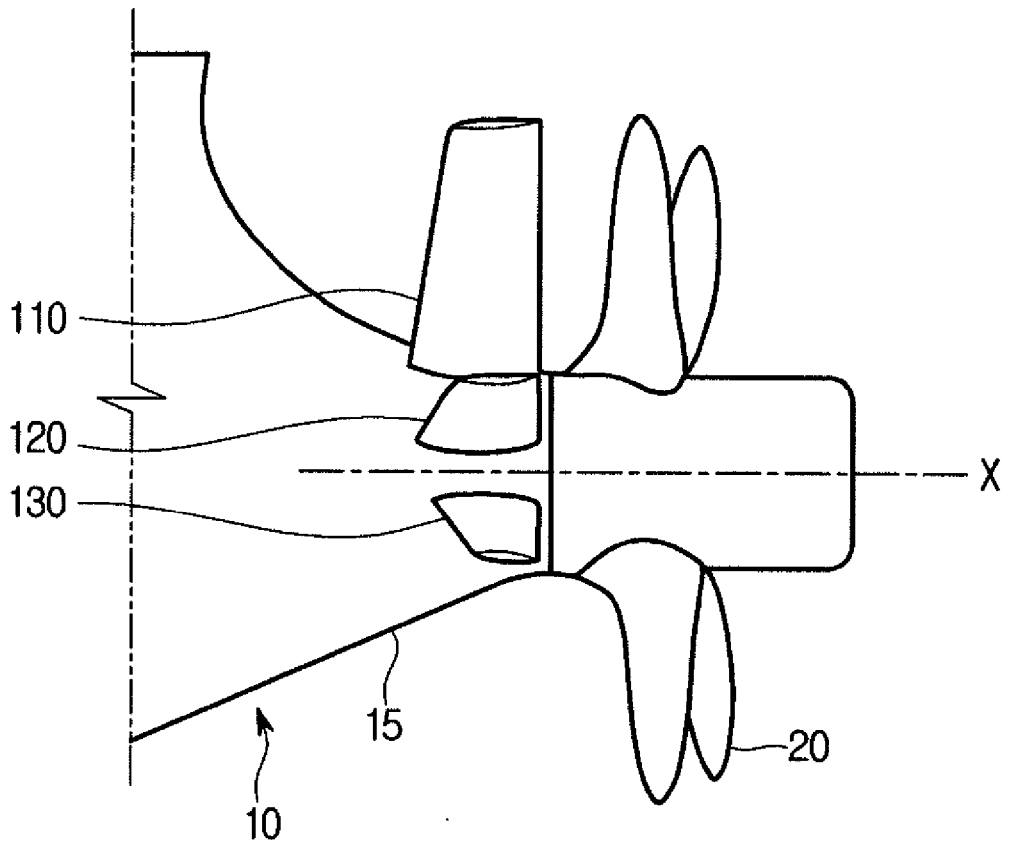
estatores pre-remolino (310, 320, 330).

5 10. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 7, en el que las esquinas de las puntas de las partes de punta (311, 321, 331) están redondeadas, tal como se ven desde la superficie de presión.

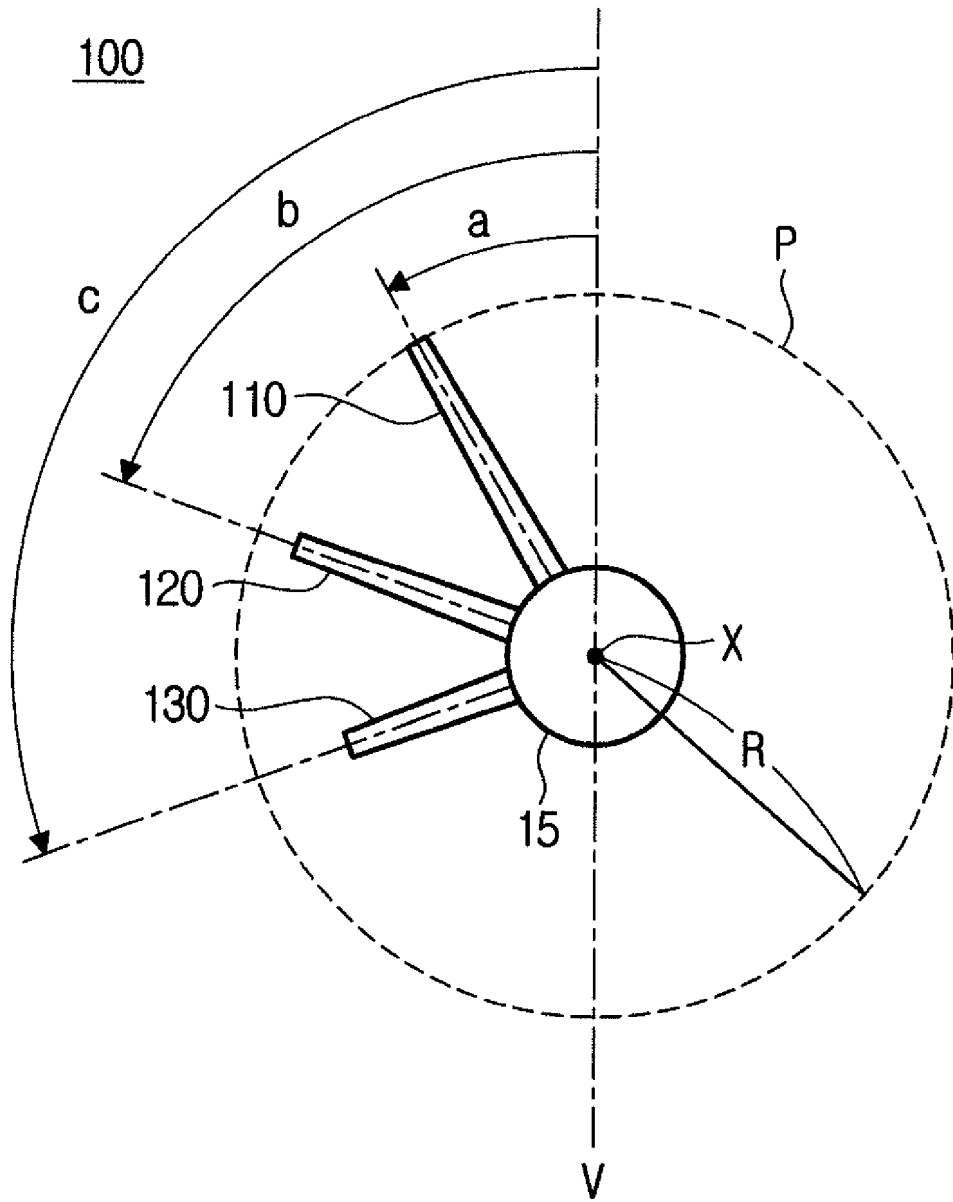
10 11. El aparato de mejora de la eficiencia de la propulsión (300) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que está formada una extensión alar en la parte de punta (311, 321, 331) de cada estator pre-remolino (310, 320, 330) y la extensión alar se dobla hacia una superficie de succión o una superficie de presión.

[Fig. 1]

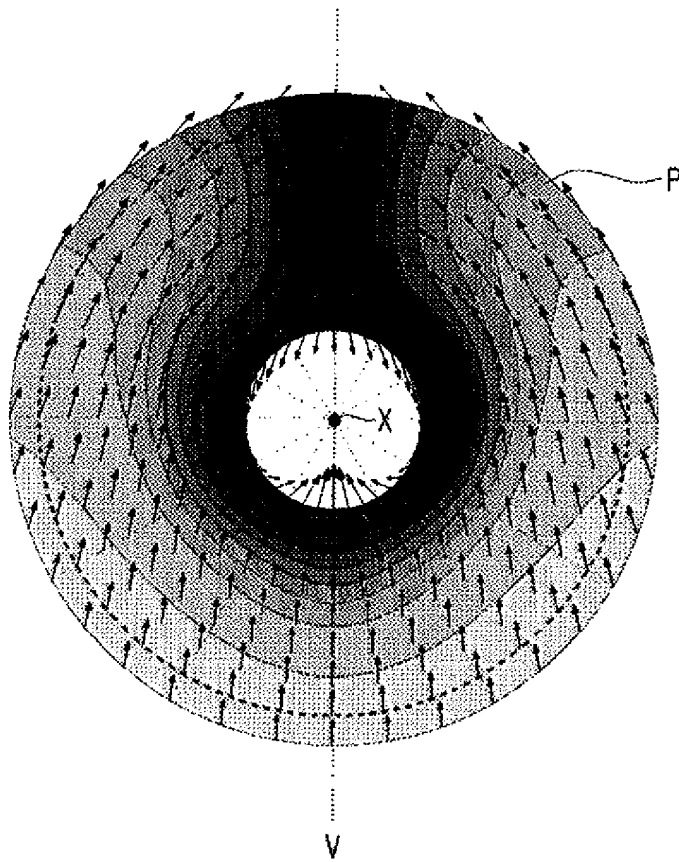
100



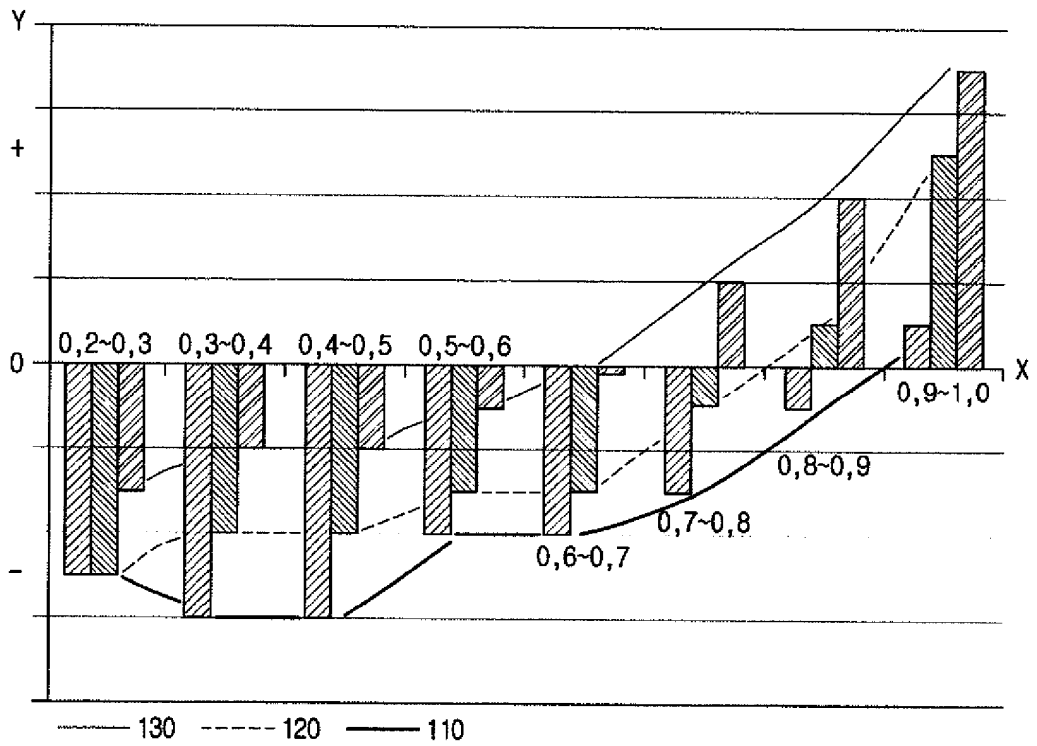
[Fig. 2]



[Fig. 3]

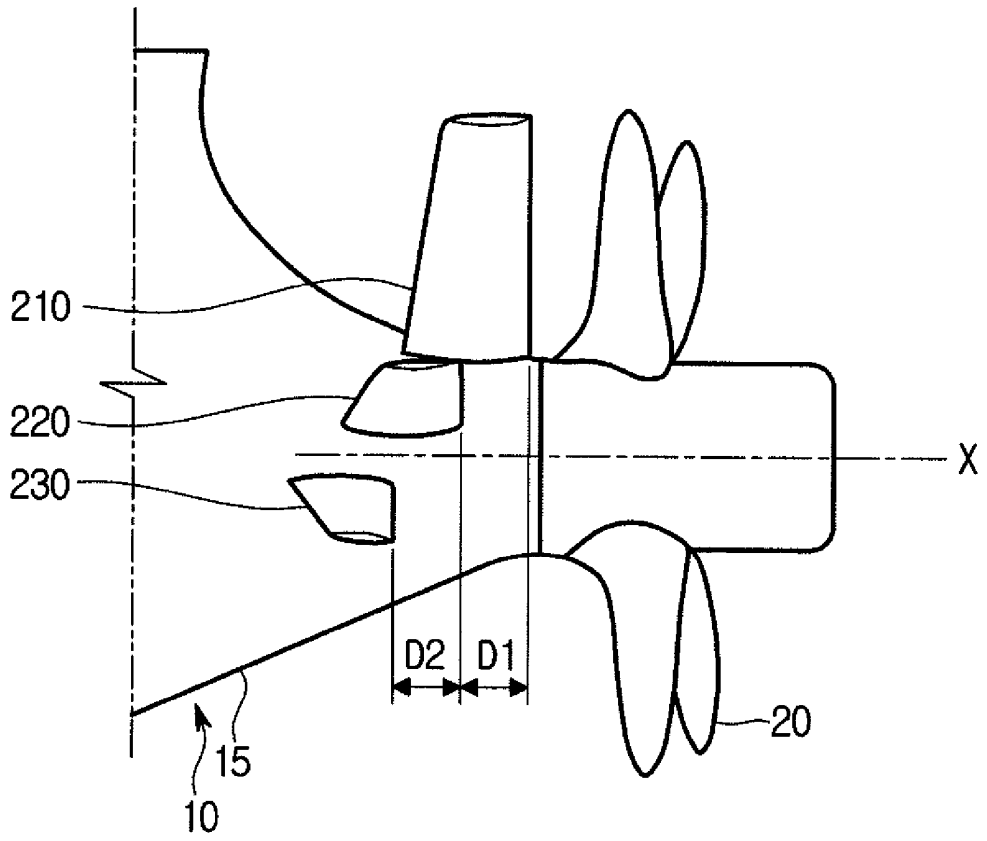


[Fig. 4]

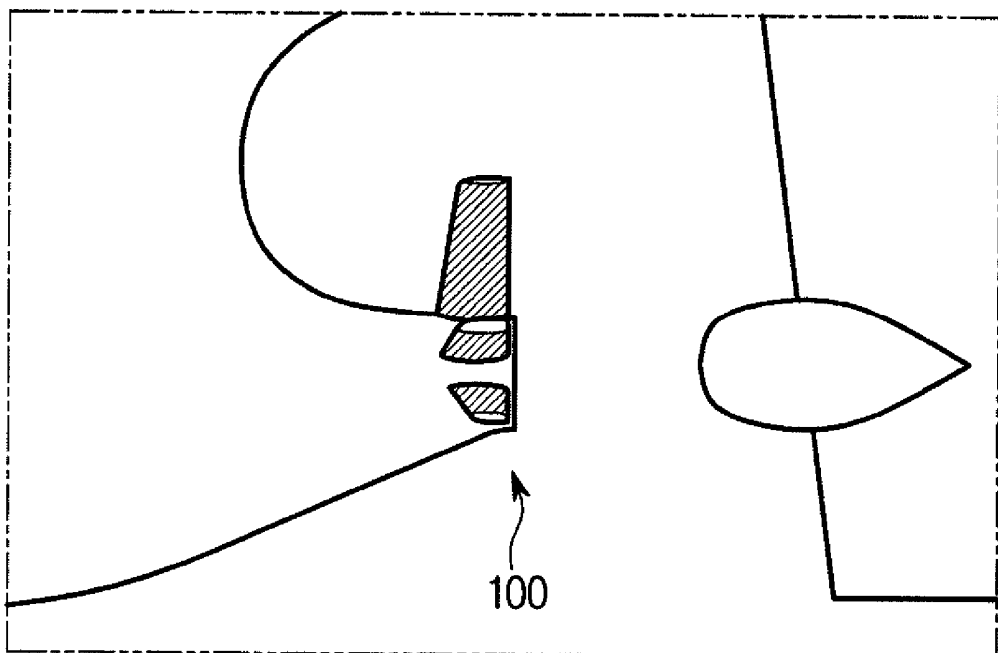


[Fig. 5]

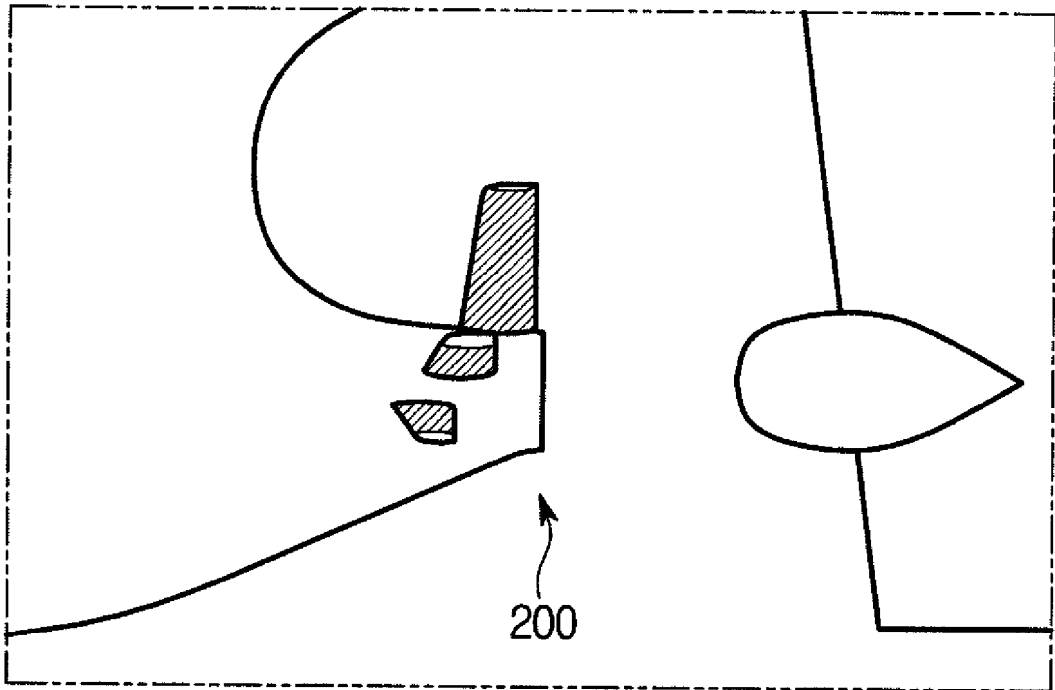
200



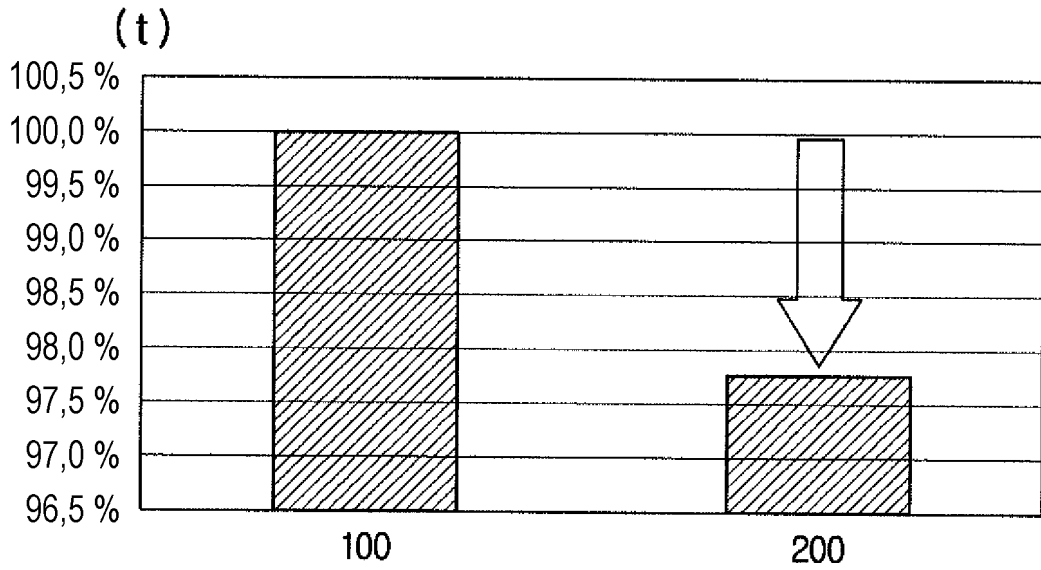
[Fig. 6a]



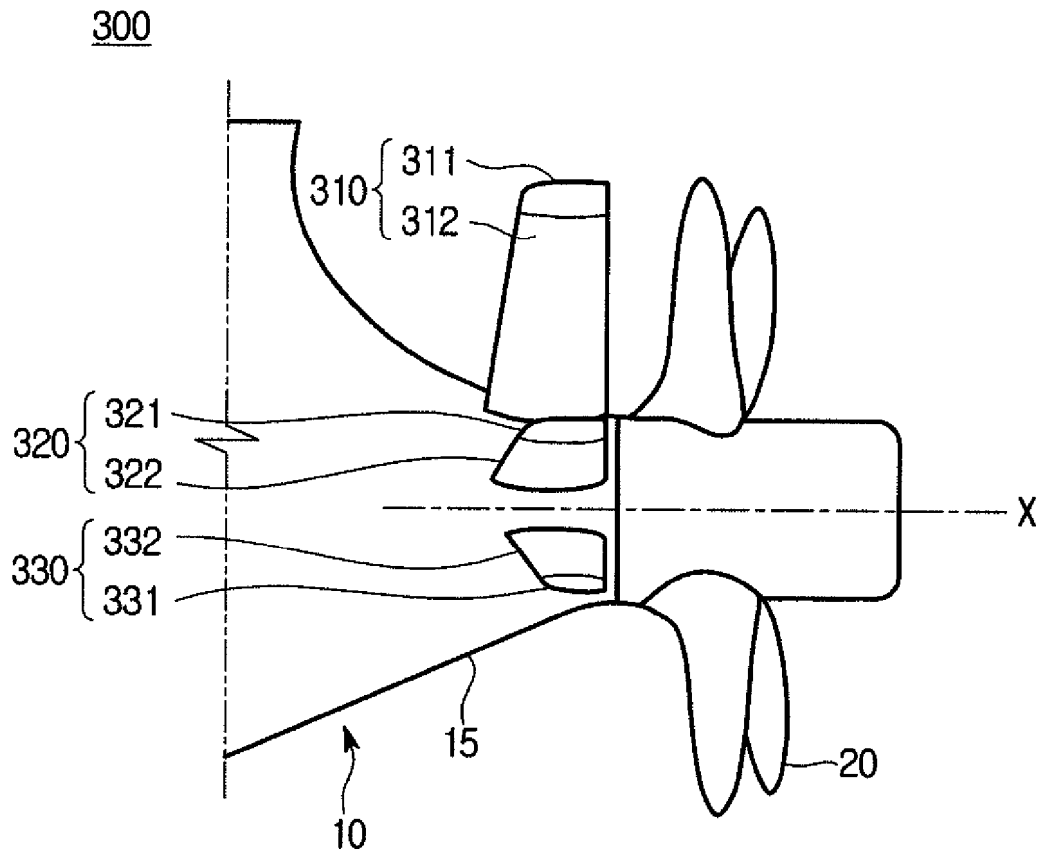
[Fig. 6b]



[Fig. 7]

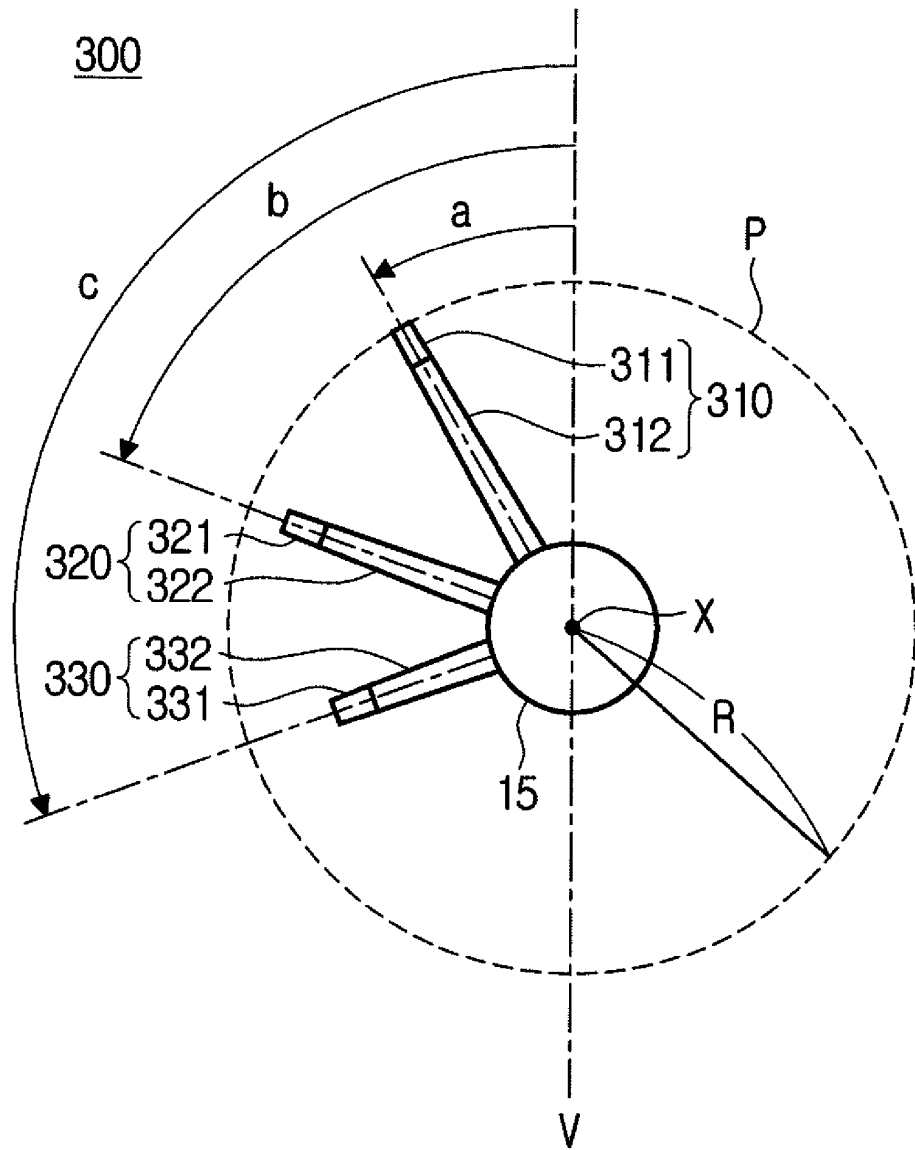


[Fig. 8]

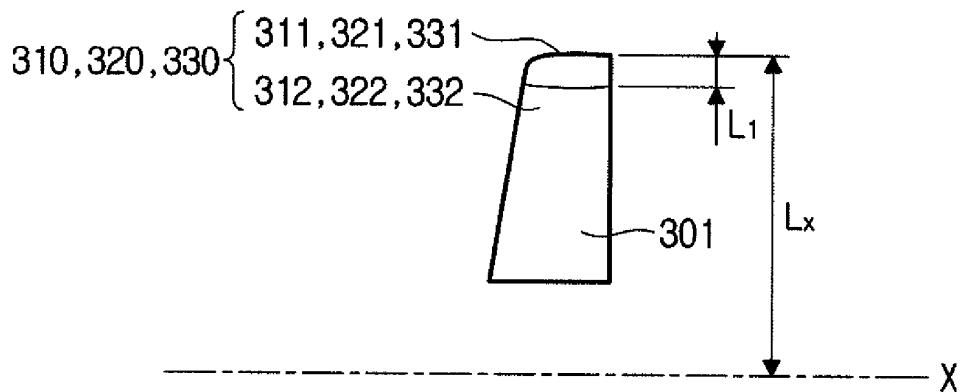




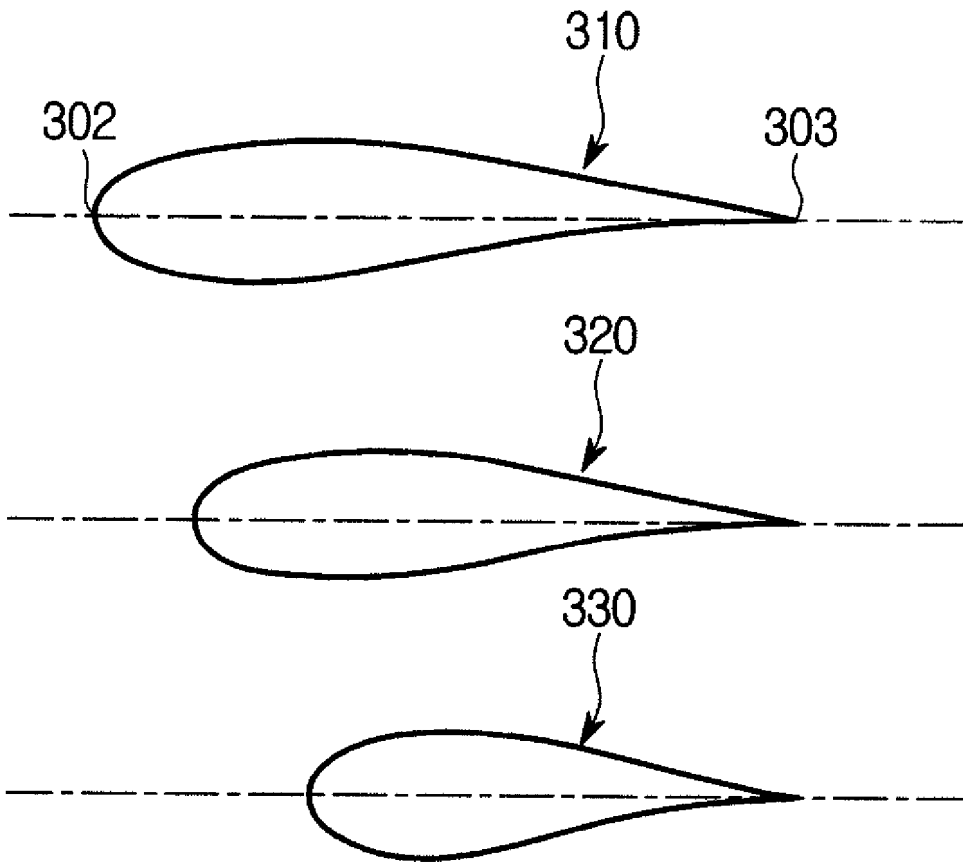
[Fig. 9]



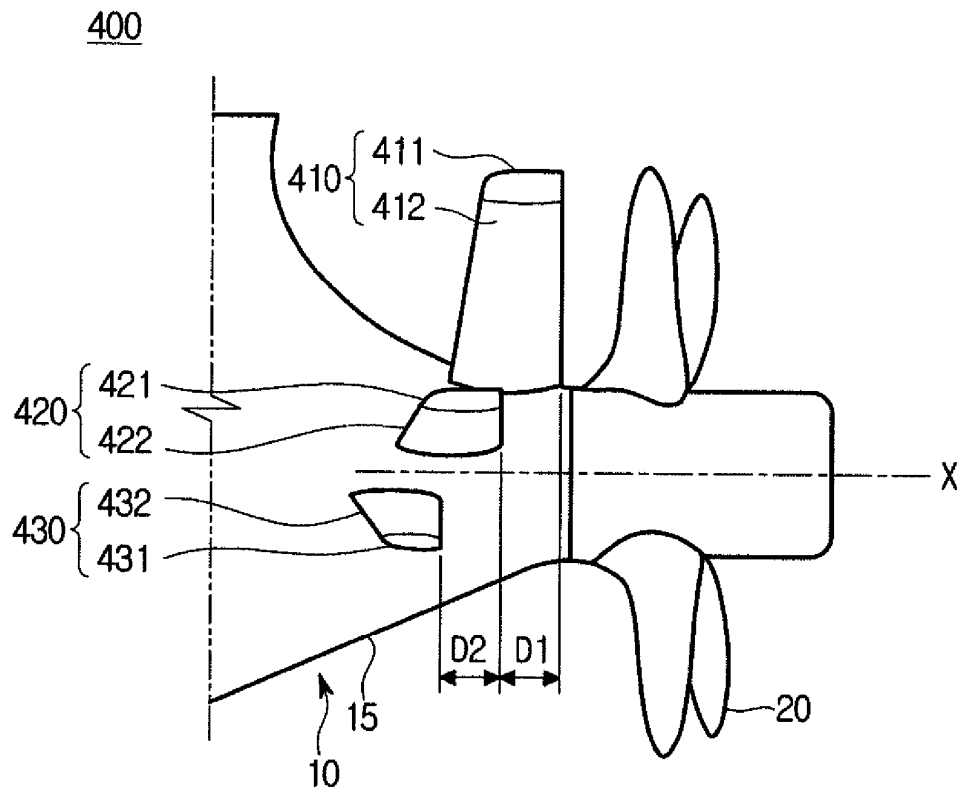
[Fig. 10]



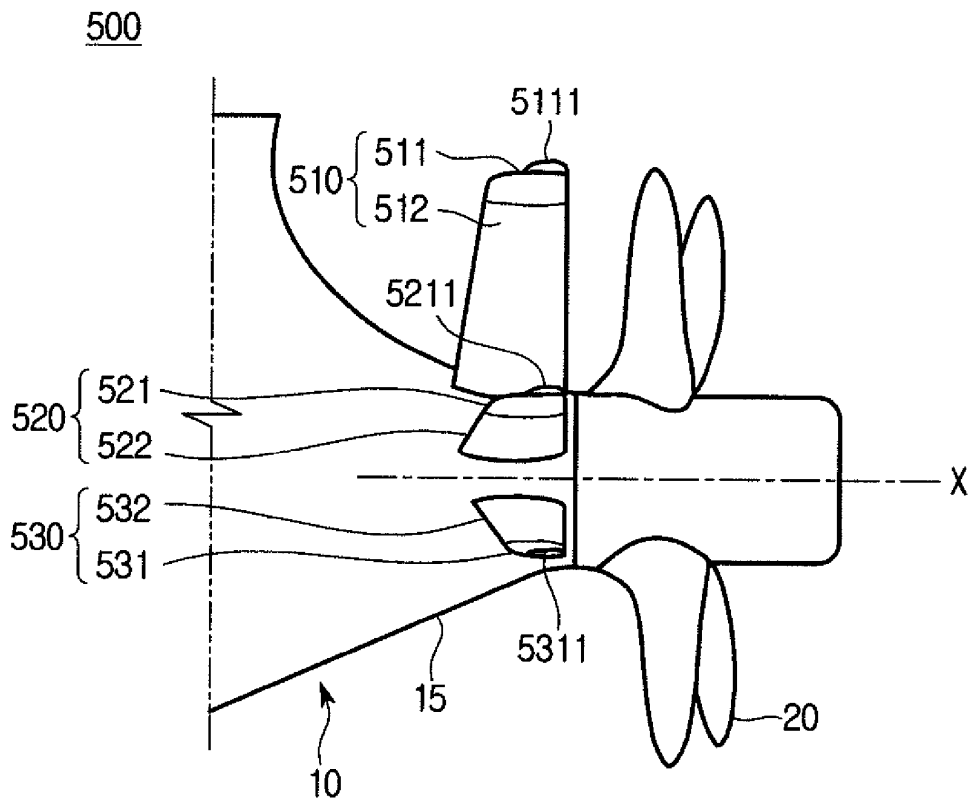
[Fig. 11]



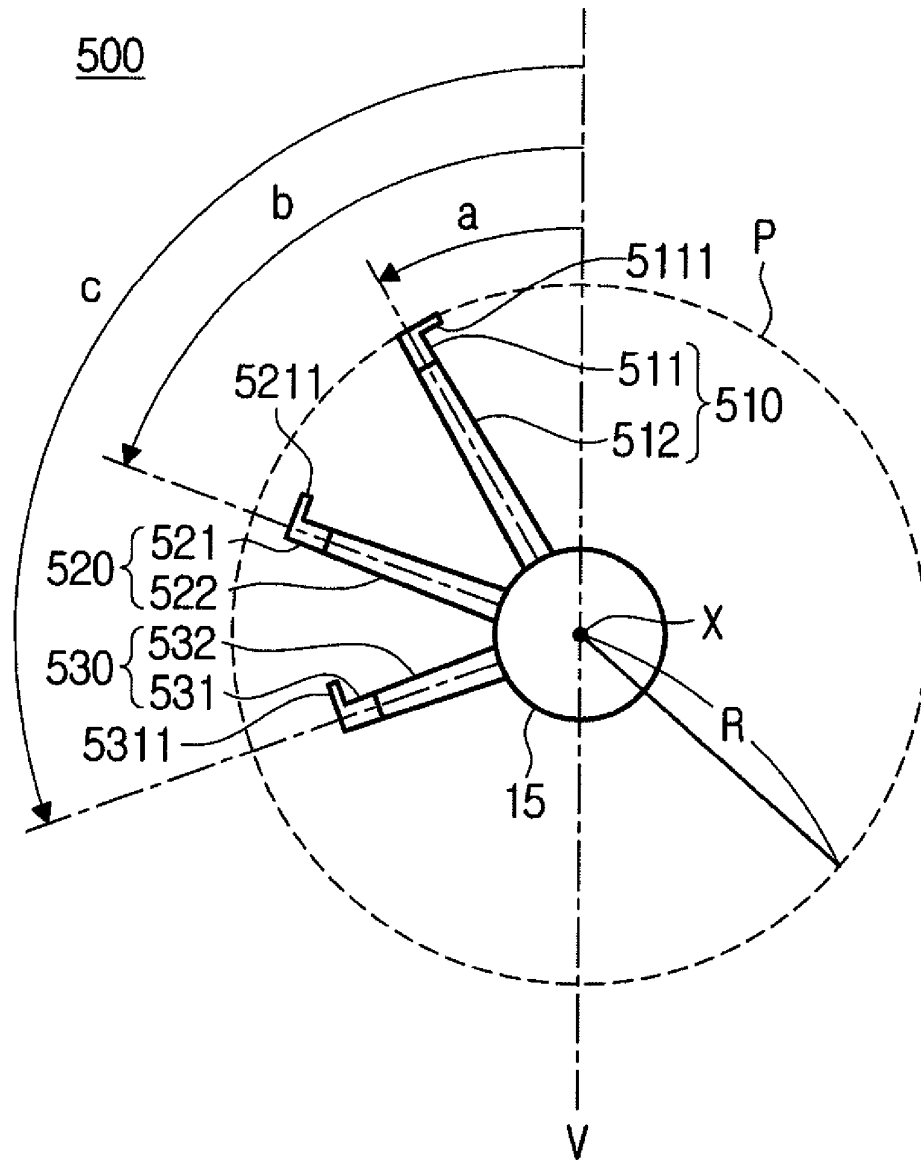
[Fig. 12]



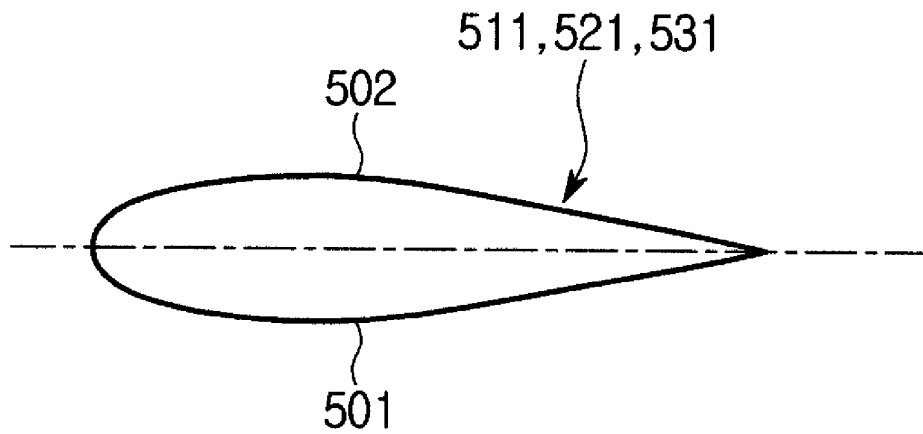
[Fig. 13]



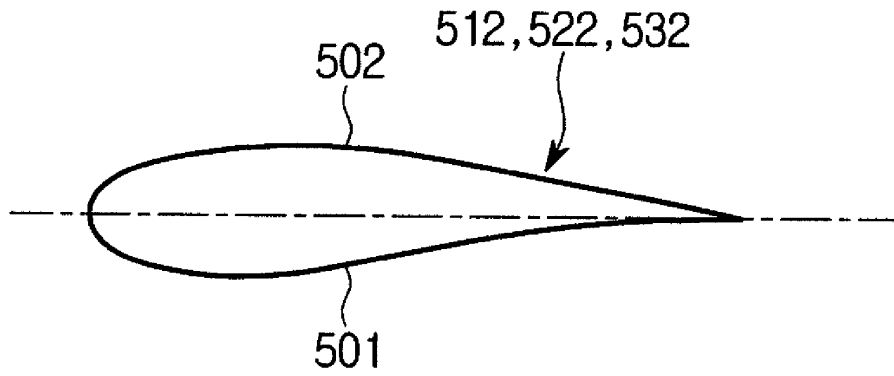
[Fig. 14]



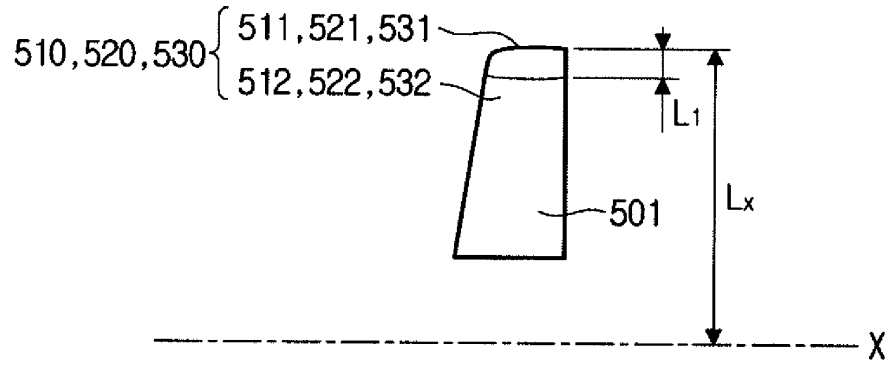
[Fig. 15]



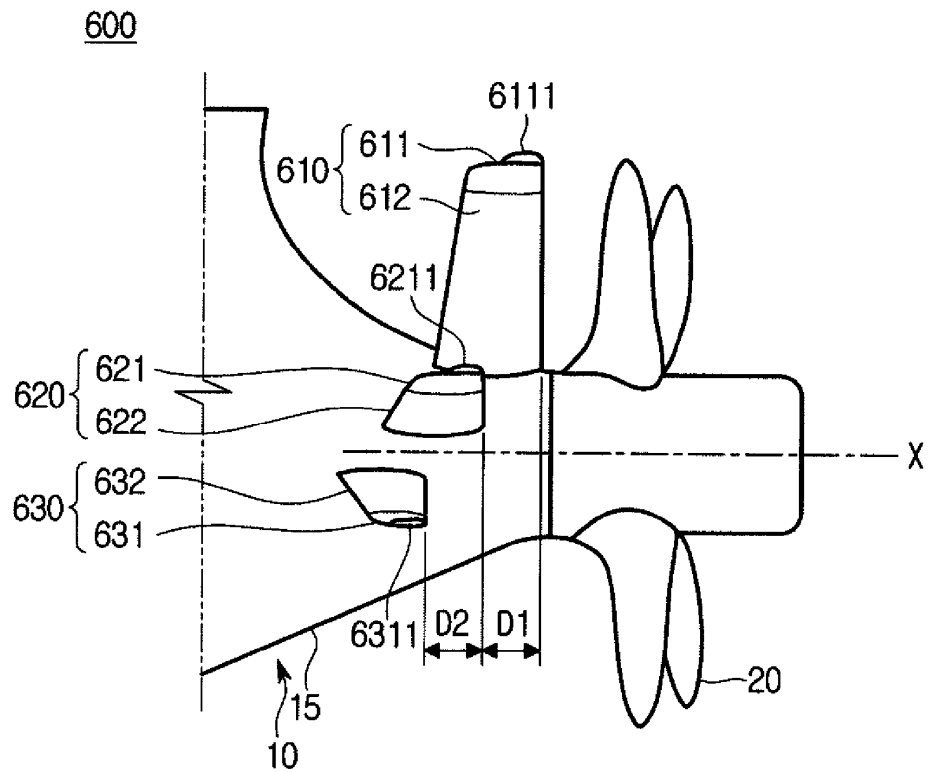
[Fig. 16]



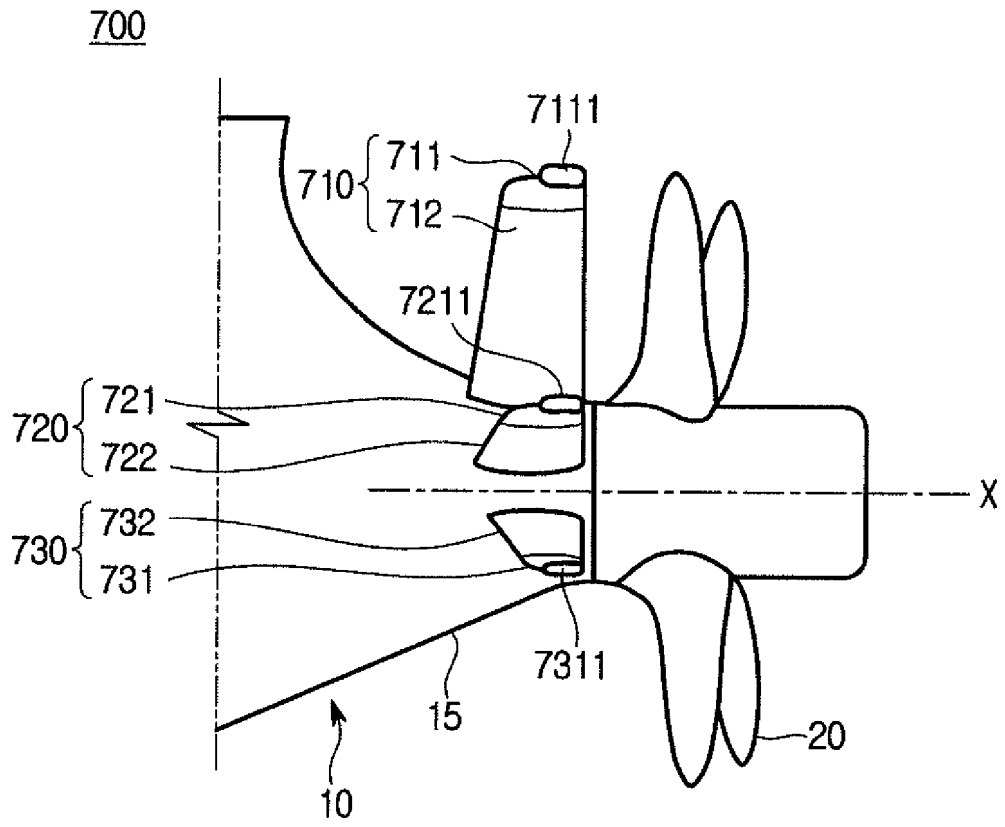
[Fig. 17]



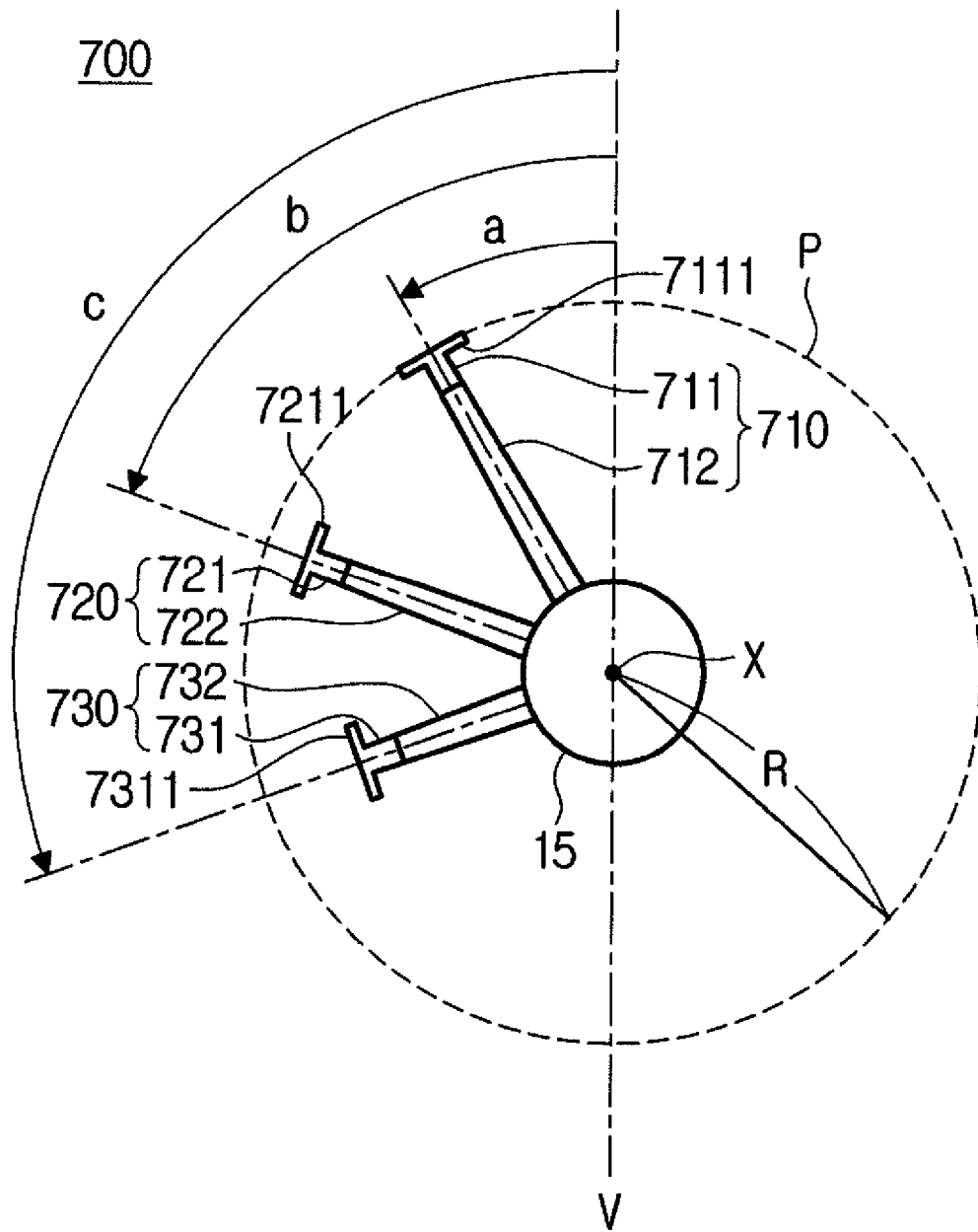
[Fig. 18]



[Fig. 19]



[Fig. 20]



[Fig. 21]

