

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 880**

51 Int. Cl.:

G01M 9/04 (2006.01)

G01M 9/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2010 E 10194358 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2012 EP 2333510**

54 Título: **Método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica**

30 Prioridad:

10.12.2009 JP 2009280679

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

15.02.2013

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
16-5, Konan 2-chome Minato-ku
Tokyo 108-8215, JP**

72 Inventor/es:

**KARIKOMI, KAI y
NAKAMURA, YOSUKE**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 395 880 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

Método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica, y más particularmente se refiere a un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica, que se usa para un molino de viento, una aeronave, una turbina y similares.

10

Estado de la técnica

Se conoce un aparato que usa una pala, un molino de viento, una aeronave, una turbina y similares. La pala del molino de viento, la aeronave o similares es alta en proporción de aspecto (proporción de finura) (por ejemplo, 10 a 15 20 o más). Por este motivo, en muchos casos, el diseño aerodinámico y el cálculo del rendimiento aerodinámico de la pala entera se llevan a cabo determinando el rendimiento aerodinámico de una sección de superficie aerodinámica bidimensional e integrándolo en una dirección de ancho de pala y estimando a continuación un rendimiento tridimensional. En ese caso, es necesario llevar a cabo una prueba en túnel de viento bajo una condición próxima a una condición de uso real para conseguir las características aerodinámicas de la sección de 20 superficie aerodinámica bidimensional.

Una de las condiciones para la prueba en túnel de viento es asegurar la propiedad de flujo bidimensional. El flujo del fluido en la pala entera real es tridimensional. Sin embargo, tal como se mencionó anteriormente, la proporción de 25 aspecto de la pala real es alta. Por tanto, desde el punto de vista de cada elemento de pala, el flujo del fluido puede considerarse que es bidimensional excepto en los extremos de pala. Por tanto, en la prueba en túnel de viento, es importante eliminar la propiedad de flujo tridimensional del fluido y asegurar su propiedad de flujo bidimensional.

Como una técnica relacionada, la publicación de patente japonesa n.º JP-A-Heisei 9-210839 da a conocer un aparato de prueba en túnel de viento para una estructura. Este aparato de prueba en túnel de viento para una 30 estructura incluye: una trayectoria de guiado de viento a través de la que fluye aire; un modelo que está dispuesto en la trayectoria de guiado de viento y tiene un eje que sirve como centro de giro; un cable de suspensión que suspende y sujeta el modelo en la trayectoria de guiado de viento; un detector que detecta diversas fuerzas generadas en el modelo a través del cable de suspensión cuando el modelo recibe el flujo de aire; un mecanismo de giro de modelo que tiene un motor y un desacelerador que se interbloquea con el motor y gira el modelo alrededor del eje para cambiar una orientación del modelo con respecto a una dirección del flujo de aire; y un actuador que se 35 hace funcionar de manera remota. Este aparato de prueba en túnel de viento está caracterizado por contener un mecanismo de fijación para fijar el modelo en una orientación determinada mediante el mecanismo de giro de modelo.

40 Los inventores han descubierto ahora los siguientes hechos.

Los inventores han estudiado el siguiente método como un método de una prueba en túnel de viento. La figura 1 es una vista esquemática que muestra el método de la prueba en túnel de viento estudiada por los inventores. Tal como se muestra en la figura 1, un aparato (101) de prueba en túnel de viento incluye dos paredes (102), dos elementos 45 (104) de soporte y dos celdas (103) de carga. Cada una de las dos paredes (102) tiene una superficie plana paralela a una dirección x. Las dos paredes (102) están dispuestas a una distancia predeterminada entre sí en una dirección z. El espacio entre las paredes (102) configura una trayectoria de flujo en túnel de viento. Una superficie aerodinámica (modelo (111) de superficie aerodinámica) sometida a prueba está dispuesta en la trayectoria de flujo en túnel de viento. Un fluido (aire) para la prueba en túnel de viento fluye a través de la trayectoria de flujo en túnel de viento. El elemento (104) de soporte superior está dispuesto para penetrar a través de la pared (102) superior en la dirección z y no interferir con la pared (102) superior. El elemento (104) de soporte inferior está dispuesto para penetrar a través de la pared (102) inferior en la dirección z y no interferir con la pared (102) inferior. En el elemento (104) de soporte superior, un extremo está acoplado con el extremo superior del modelo (111) de superficie aerodinámica, y el otro extremo está acoplado con la celda (103) de carga superior. En el soporte (104) inferior, un extremo está acoplado con el extremo inferior del modelo (111) de superficie aerodinámica, y el otro extremo está acoplado con la celda (103) de carga inferior. Las dos celdas (103) de carga fijan el modelo (111) de superficie aerodinámica en la dirección z a través de los elementos (104) de soporte, respectivamente. Las celdas (103) de carga miden cargas en la dirección x y la dirección y que se aplican al modelo (111) de superficie aerodinámica en el momento de la prueba en túnel de viento. El modelo (111) de superficie aerodinámica tiene una forma en la que la superficie aerodinámica se corta transversalmente en las dos superficies planas en vertical a la dirección longitudinal de la superficie aerodinámica. Los dos elementos (104) de soporte están conectados a ambos extremos del modelo (111) de superficie aerodinámica que se corresponden a las dos superficies de corte transversal, respectivamente. 60

De esta manera, cuando el modelo (111) de superficie aerodinámica se sitúa dentro de la trayectoria de flujo en túnel de viento y a continuación se mide la carga usando las celdas (103) de carga, un par de balanzas o similar, se considera que se produce el siguiente caso. Es decir, el modelo (111) de superficie aerodinámica se mueve en la 65

dirección z, a continuación el modelo (111) de superficie aerodinámica se pone en contacto con la superficie de la pared (102), y por consiguiente la carga en el modelo (111) de superficie aerodinámica no puede medirse apropiadamente. Por tanto, para evitar la influencia sobre el desplazamiento en la dirección z del modelo (111) de superficie aerodinámica, se requiere formar un espacio entre el modelo (111) de superficie aerodinámica y cada una de las dos paredes (102). La figura 2 es una vista esquemática que muestra una relación entre el modelo (111) de superficie aerodinámica y la pared (102). Tal como se muestra en la figura 2, se forma un espacio con un intervalo d1 entre el modelo (111) de superficie aerodinámica y la pared (102). Por ejemplo, en el caso del modelo de superficie aerodinámica III que tiene una longitud de cuerda de superficie aerodinámica de 1500 mm, el intervalo d1 es aproximadamente de 10 mm.

Sin embargo, con la existencia de este espacio, existe una posibilidad de que se produzca un flujo (110) de espacio y/o aumente un vórtice de punta de superficie aerodinámica (no mostrado). En este caso, el flujo (110) de espacio es el flujo que mueve el fluido desde el lado de una superficie de presión positiva hasta el lado de una superficie de presión negativa en el modelo (111) de superficie aerodinámica. En ese caso, el flujo del fluido no está programado originalmente de forma bidimensional sino tridimensional. Esto da como resultado la pérdida de la fuerza ascensional del modelo (111) de superficie aerodinámica. Por tanto, es difícil obtener las características aerodinámicas de la sección de superficie aerodinámica bidimensional que se plantearon originalmente.

Objeto de la invención

Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica, que puede medir características aerodinámicas de una sección de superficie aerodinámica bidimensional de manera más precisa. Además, otro objeto de la presente invención es proporcionar un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica, que puede hacer el flujo del fluido más bidimensional.

Para conseguir un aspecto de la presente invención, la presente invención proporciona un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica, que incluye: proporcionar un aparato de prueba en túnel de viento, incluyendo el aparato de prueba en túnel de viento: dos paredes que configuran una trayectoria de flujo en túnel de viento entre las mismas, dos elementos de soporte dispuestos para penetrar a través de las dos paredes, respectivamente, y no interferir con las dos paredes, y dos unidades de medición de carga que sujetan los dos elementos de soporte, respectivamente; acoplar ambos extremos de un modelo de superficie aerodinámica sometido a prueba con los dos elementos de soporte, respectivamente; generar un flujo de un fluido en la trayectoria de flujo en túnel de viento; y medir una carga aplicada al modelo de superficie aerodinámica usando las dos unidades de medición de carga. Un elemento de película delgada se pega en cada extremo del modelo de superficie aerodinámica de manera que una parte del elemento de película delgada sobresale de cada extremo del modelo de superficie aerodinámica a lo largo de una circunferencia externa por toda una circunferencia entera. El elemento de película delgada tiene una resistencia a la que el elemento de película delgada permite soportar una presión del fluido, y está formado de un material que es elásticamente deformable. El elemento de película delgada se proporciona de manera que se bloquea un espacio entre cada extremo del modelo de superficie aerodinámica y una de las dos paredes que se orientan hacia cada extremo del modelo de superficie aerodinámica.

Según la presente invención, es posible proporcionar un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica, que puede medir características aerodinámicas de una sección de superficie aerodinámica bidimensional de manera más precisa. Además, según la presente invención, es posible proporcionar un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica, que puede hacer el flujo del fluido más bidimensional.

Descripción de las figuras

Los objetos, ventajas y características anteriores y otros de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción de ciertas realizaciones preferidas tomadas conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista esquemática que muestra un aparato de prueba en túnel de viento estudiado por el inventor;

la figura 2 es una vista esquemática que muestra una relación entre un modelo de superficie aerodinámica y una pared;

la figura 3 es una vista esquemática que muestra un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según una realización de la presente invención;

la figura 4 es una vista esquemática que muestra una relación entre un modelo de superficie aerodinámica y una pared;

la figura 5 es una vista esquemática que muestra una relación entre un modelo de superficie aerodinámica y un elemento de película delgada;

la figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según la realización de la presente invención;

5 la figura 7 es una vista esquemática que muestra una relación entre un fluido y un modelo de superficie aerodinámica; y

la figura 8 es una gráfica que muestra un ejemplo de una relación entre un ángulo de ataque y un coeficiente de sustentación determinado mediante una medición.

10 Descripción detallada de la invención

A continuación se describirá una realización de un método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

15 En primer lugar, se describirá un aparato de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según la realización de la presente invención. La figura 3 es una vista esquemática que muestra un aparato de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según la realización de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 3, un aparato (1) de prueba en túnel de viento incluye dos paredes (2), dos elementos (4) de soporte y dos celdas (3) de carga. Cada una de las dos paredes (2) tiene una superficie plana paralela a una dirección x. Las dos paredes (2) están dispuestas a una distancia predeterminada entre sí en una dirección z. El espacio entre las paredes (2) configura una trayectoria (6) de flujo en túnel de viento. Una superficie aerodinámica (modelo (11) de superficie aerodinámica) sometida a prueba está dispuesta en la trayectoria (6) de flujo en túnel de viento. Un fluido (aire) para la prueba en túnel de viento fluye a través de la trayectoria (6) de flujo en túnel de viento. El elemento (4) de soporte superior está dispuesto para penetrar a través de la pared (2) superior en la dirección z y no interferir con la pared (2) superior. El elemento (4) de soporte inferior está dispuesto para penetrar a través de la pared (2) inferior en la dirección z y no interferir con la pared (2) inferior. En el elemento (4) de soporte superior, un extremo está acoplado con el extremo superior del modelo (11) de superficie aerodinámica, y el otro extremo está acoplado con la celda (3) de carga superior. En el elemento (4) de soporte inferior, un extremo está acoplado con el extremo inferior del modelo (11) de superficie aerodinámica, y el otro extremo está acoplado con la celda (3) de carga inferior. Las dos celdas (3) de carga fijan el modelo (11) de superficie aerodinámica en la dirección z a través de los elementos (4) de soporte, respectivamente. Las celdas (3) de carga miden cargas en la dirección x y la dirección y que se aplican al modelo (11) de superficie aerodinámica en el momento de la prueba en túnel de viento. Sin embargo, puede usarse un dispositivo diferente si pueden medirse las cargas en la dirección x y la dirección y. El modelo (11) de superficie aerodinámica tiene una forma en la que la superficie aerodinámica se corta transversalmente en dos superficies planas en vertical a la dirección longitudinal de la superficie aerodinámica, o tiene una forma similar a la misma. Los dos elementos (4) de soporte están conectados a ambos extremos del modelo (11) de superficie aerodinámica que se corresponden a las dos superficies de corte transversal, respectivamente.

40 La figura 4 es una vista esquemática que muestra una relación entre el modelo (11) de superficie aerodinámica y la pared (2). Tal como se mencionó anteriormente, cuando el modelo (11) de superficie aerodinámica se sitúa dentro de la trayectoria (6) de flujo en túnel de viento y a continuación se mide la carga usando las celdas (3) de carga, el par de balanzas o similar, se considera que se produce el siguiente caso. Es decir, el modelo (11) de superficie aerodinámica se mueve en la dirección z, a continuación el modelo (11) de equilibrio se pone en contacto con la superficie de la pared (2), y por consiguiente la carga en el modelo (11) de superficie aerodinámica no puede medirse apropiadamente. Por tanto, para evitar la influencia sobre el desplazamiento en la dirección z del modelo (11) de superficie aerodinámica, tal como se muestra en la figura 4, se forma un espacio con un intervalo d1 entre el modelo (11) de superficie aerodinámica y la pared (2). Por ejemplo, en el caso del modelo (11) de superficie aerodinámica que tiene una longitud de cuerda de superficie aerodinámica de 1500 mm, el intervalo d1 es aproximadamente de 10 mm. En este momento, sobre cada uno de ambos extremos del modelo (11) de superficie aerodinámica, un elemento (5) de película delgada se dispone de manera que el espacio entre el modelo (11) de superficie aerodinámica y la pared (2) se bloquea para evitar el flujo de espacio anterior (el flujo (110) de espacio en la figura 2). Se prefiere que una distancia d2 entre la pared (2) y el extremo inferior del elemento (5) de película delgada sea lo más pequeña posible. Se prefiere además que la distancia d2 sea sustancialmente cero. Por tanto, puede ejercerse de manera más segura una función para impedir que se genere y similar el flujo de espacio anterior (el flujo (110) de espacio en la figura 2).

55 La figura 5 es una vista esquemática que muestra una relación entre el modelo (11) de superficie aerodinámica y el elemento (5) de película delgada. El elemento (5) de película delgada es el elemento que tiene la forma de una película delgada. El elemento (5) de película delgada está unido a lo largo de una circunferencia externa del extremo del modelo (11) de superficie aerodinámica de manera que una parte del elemento (5) de película delgada sobresale del extremo del modelo (11) de superficie aerodinámica en la dirección z por toda la circunferencia entera (un circuito de la circunferencia). El elemento (5) de película delgada tiene una función para impedir: la generación del flujo de espacio (el flujo (110) de espacio en la figura 2) en la que el fluido se mueve desde el lado de una superficie de presión positiva hasta el lado de una superficie de presión negativa en el modelo (11) de superficie aerodinámica; y el aumento en el vórtice de punta de superficie aerodinámica, en el momento de la medición en túnel de viento de superficie aerodinámica. En el elemento (5) de película delgada que se adhiere (o pega) al extremo del modelo (11)

de superficie aerodinámica, se prefiere que el ancho que sobresale en la dirección z del extremo del modelo (11) de superficie aerodinámica sea el mismo ancho por toda la circunferencia. Por consiguiente, la función para impedir la generación del flujo de espacio anterior y similar puede ejercerse de manera más segura.

5 El elemento (5) de película delgada tiene una resistencia a la que el elemento (5) de película delgada puede soportar la presión (presión de viento) del fluido (aire) para la prueba en túnel de viento. Es decir, no se deforma sustancialmente bajo esa presión del fluido. Además, el elemento (5) de película delgada no limita el movimiento del modelo (11) de superficie aerodinámica incluso si el elemento (5) de película delgada se pone en contacto con una de las dos paredes. Es decir, puesto que el elemento (5) de película delgada puede deformarse cuando el elemento
10 (5) de película delgada se pone en contacto con la pared (2), la carga aplicada al modelo (11) de superficie aerodinámica no se genera sustancialmente. Además, el elemento (5) de película delgada puede deformarse a lo largo de la circunferencia externa del modelo (11) de superficie aerodinámica. Es decir, puede pegarse (adherirse) a lo largo de la circunferencia externa. Con estos hechos, incluso si el modelo (11) de superficie aerodinámica se mueve durante la prueba en túnel de viento y el elemento (5) de película delgada se pone en contacto con la pared
15 (2) por alguna casualidad, sólo se deforma el elemento (5) de película delgada, que puede reducir extremadamente la influencia sobre la carga que se aplica al modelo (11) de superficie aerodinámica que se mide actualmente. Es decir, incluso si se desplaza el modelo (11) de superficie aerodinámica, pueden impedirse la generación del flujo de espacio y el aumento en el vórtice de punta de superficie aerodinámica bloqueando de manera segura el espacio sin ninguna influencia sobre la carga de superficie aerodinámica.

20 Como material del elemento (5) de película delgada anterior, es preferible un material elástico. Como material elástico, se pone a modo de ejemplo una resina elásticamente deformable. Además es preferible una cinta hecha de la resina elásticamente deformable. Como ejemplo de un producto específico, existe una cinta protectora que tiene un ancho de 15 mm y un grosor de 0,5 mm y se relaciona con una película de caucho de silicona "KEIJU" hecha por
25 MITSUBISHI PLASTICS, Inc. Es preferible un material de este tipo porque conviene que el tamaño se ajuste fácilmente basándose en la dimensión del intervalo d1, el material es fácil de unir y de separar del modelo (11) de superficie aerodinámica, y el modelo (11) de superficie aerodinámica no se daña. Por otro lado, la cantidad (área) del elemento (5) de película delgada es muy pequeña en comparación con la del modelo (11) de superficie aerodinámica. Por tanto, su fuerza elástica no tiene influencia sobre la carga del modelo (11) de superficie aerodinámica.

Además, el elemento (5) de película delgada está dispuesto sobre el lado del modelo (11) de superficie aerodinámica y no sobre el lado de la pared (2). El motivo es el siguiente. Es decir, cuando el elemento (5) de película delgada está dispuesto sobre el lado de la pared (2) y cuando el modelo (11) de superficie aerodinámica se mueve, el espacio se forma entre el elemento (5) de película delgada fijado a la pared (2) y el extremo del modelo
35 (11) de superficie aerodinámica. Por tanto, es imposible impedir la generación del flujo de espacio en el que el fluido se mueve desde el lado de la superficie de presión positiva hasta el lado de la superficie de presión negativa en el modelo (11) de superficie aerodinámica; y el aumento en el vórtice de punta de pala.

40 A continuación se describirá el método de la medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según la realización de la presente invención con referencia a las figuras 3 a 6. En este caso, la figura 6 es un diagrama de flujo que muestra el método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según la realización de la presente invención. En primer lugar, se prepara el aparato (1) de prueba en túnel de viento tal como se muestra en la figura 3 (etapa S1). Es decir, se prepara el aparato (1) de prueba en túnel de viento que incluye: las dos paredes
45 (2) que configuran la trayectoria (6) de flujo en túnel de viento; los dos elementos (4) de soporte dispuestos para penetrar a través de las dos paredes (2), respectivamente, y no interferir con las dos paredes (2); y las dos celdas (3) de carga que sujetan los dos elementos (4) de soporte, respectivamente.

A continuación, tal como se muestra en la figura 3, se fijan (conectan) ambos extremos del modelo (11) de superficie aerodinámica sometido a prueba a los dos elementos (4) de soporte, respectivamente. Seguidamente, tal como se muestra en la figura 5, se pegan (unen) los elementos (5) de película delgada sobre ambos extremos del modelo (11) de superficie aerodinámica fijados a los elementos (4) de soporte (etapa S2). Es decir, uno de los dos elementos (4) de soporte se acopla con un extremo del modelo (11) de superficie aerodinámica, y el otro de los dos elementos (4) de soporte se acopla con el otro extremo del modelo (11) de superficie aerodinámica. Sucesivamente,
55 sobre cada uno de ambos extremos del modelo (11) de superficie aerodinámica, se pega (adhieren) el elemento (5) de película delgada de manera que una parte del elemento (5) de película delgada sobresale del extremo del modelo (11) de superficie aerodinámica a lo largo de la circunferencia externa por toda la circunferencia entera. En ese momento, se pega (adhieren) el elemento (5) de película delgada sobre el modelo (11) de superficie aerodinámica de manera que tanto la distancia entre la pared (2) superior y el elemento (5) de película delgada superior como la distancia entre la pared (2) inferior y el elemento (5) de película delgada inferior se vuelven sustancialmente cero.
60 Puesto que se establece un orden de este tipo, el pegado del elemento (5) de película delgada puede ajustarse fácilmente, basándose en el espacio entre el modelo (11) de superficie aerodinámica y la pared (2). Por otro lado, la operación de pegar el elemento (5) de película delgada sobre ambos extremos del modelo (11) de superficie aerodinámica puede llevarse a cabo antes de que el modelo (11) de superficie aerodinámica se una a los elementos (4) de soporte. En ese caso, puede ajustarse la distancia usando un método para, por ejemplo, volver a pegar el elemento (5) de película delgada, o cortar transversalmente el elemento (5) de película delgada, o similar.

Después, en la trayectoria (6) de flujo en túnel de viento configurada por las dos paredes (2), el flujo del fluido se genera con el ángulo de ataque y velocidad U predeterminados (etapa S3). Es decir, para el modelo (11) de superficie aerodinámica dentro de la trayectoria (6) de flujo en túnel de viento, el flujo del aire se genera con el ángulo de ataque y velocidad U predeterminados. A continuación, la carga (sustentación) aplicada al modelo (11) de superficie aerodinámica se mide usando las dos celdas (3) de carga (etapa S4). La figura 7 es una vista esquemática que muestra una relación entre el fluido de la velocidad U y el modelo (11) de superficie aerodinámica. Cuando el fluido (aire) se suministra al modelo (11) de superficie aerodinámica con el ángulo de ataque α y la velocidad U, se calcula la sustentación L (carga de superficie aerodinámica) mediante la siguiente ecuación.

$$L(\alpha) = (1/2) \cdot \rho \cdot U^2 \cdot C \cdot C_1(\alpha)$$

En este caso, la sustentación L (α) es la carga de superficie aerodinámica que va a medirse, se conoce la densidad de aire ρ , la velocidad de aire U es el valor establecido (condición de medición), se conoce la longitud de cuerda de superficie aerodinámica C, y el ángulo de ataque α es el valor establecido (condición de medición). Por tanto, a partir de la medición anterior, es posible calcular el coeficiente de sustentación $C_1(\alpha_0)$ con respecto al ángulo predeterminado de ataque α_0 . A continuación, para las diversas direcciones (diversos ángulos de ataque α), se llevan a cabo las etapas anteriores S3 y S4, que pueden determinar la relación entre los ángulos de ataque α y los coeficientes de sustentación $C_1(\alpha)$.

La figura 8 es una gráfica que muestra un ejemplo de la relación entre el ángulo de ataque α y el coeficiente de sustentación $C_1(\alpha)$ determinado mediante la medición. El eje lateral indica el ángulo de ataque α , y el eje longitudinal indica el coeficiente de sustentación $C_1(\alpha)$. En esta figura, la curva "A" indica el caso en que la medición en túnel de viento de superficie aerodinámica se lleva a cabo mientras se usan el aparato de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica y el modelo de superficie aerodinámica mostrado en las figuras 3 a 5. Una curva "B" indica el caso en que la medición en túnel de viento de superficie aerodinámica se lleva a cabo mientras se usan el aparato de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica y el modelo de superficie aerodinámica mostrado en la figura 1. En el caso de la curva "B", pueden confirmarse las caídas en el coeficiente de sustentación y la pendiente de sustentación en comparación con la curva "A". Se considera que esto resulta del hecho de que el flujo alrededor de la superficie aerodinámica es tridimensional. Por otro lado, en el caso de la curva "A", las recuperaciones del coeficiente de sustentación y la pendiente de sustentación pueden confirmarse en comparación con la curva "B". Es decir, se conoce que la relación entre el ángulo de ataque α y el coeficiente de sustentación $C_1(\alpha)$ es lineal. Se considera que esto resulta del hecho de que el flujo alrededor de la superficie aerodinámica es bidimensional. Por tanto, es posible conseguir las características aerodinámicas de la sección de superficie aerodinámica bidimensional, tal como la curva "A".

Es decir, el método de la medición en túnel de viento de superficie aerodinámica en esta realización puede reducir (suprimir) extremadamente: la generación del flujo de espacio en la que el fluido se mueve desde el lado de la superficie de presión positiva hasta el lado de la superficie de presión negativa en el modelo (11) de superficie aerodinámica; y el aumento en el vórtice de punta de superficie aerodinámica, puesto que el espacio d1 entre el modelo (11) de superficie aerodinámica y la pared (2) se bloquea con el elemento (5) de película delgada. Por tanto, el flujo del fluido puede hacerse bidimensional de manera segura. Como resultado, es posible obtener apropiadamente las características aerodinámicas de la sección de superficie aerodinámica bidimensional, que se pretenden en la medición en túnel de viento de superficie aerodinámica.

Además, incluso si el modelo (11) de superficie aerodinámica se desplaza durante la prueba en túnel de viento y el elemento (5) de película delgada se pone en contacto con la pared (2) por alguna casualidad, sólo se deforma el elemento (5) de película delgada. Esto conduce a la reducción significativa de la influencia de desplazamiento sobre la carga aplicada al modelo (11) de superficie aerodinámica que se mide. Es decir, pueden impedirse la generación del flujo de espacio y el aumento en el vórtice de punta de superficie aerodinámica sin ninguna influencia sobre la carga de superficie aerodinámica.

Como resultado de lo anterior, el método de la medición en túnel de viento de superficie aerodinámica en esta realización permite la medición en túnel de viento que se pretende para obtener las características aerodinámicas de la pala bajo la condición próxima al uso real. Por tanto, es posible mejorar el diseño aerodinámico de la pala y la precisión del cálculo de rendimiento aerodinámico.

Es evidente que la presente invención no se limita a la realización anterior, pero puede modificarse y cambiarse sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

Aunque la presente invención se ha descrito anteriormente en relación con diversas realizaciones ejemplares de la misma, resultará evidente para los expertos en la técnica que las realizaciones ejemplares se proporcionan únicamente para ilustrar la presente invención, y que no deben basarse en las mismas para interpretar las reivindicaciones adjuntas en un sentido limitativo.

REIVINDICACIONES

1. Método de medición en túnel de viento de superficie aerodinámica, que comprende:
- 5 proporcionar un aparato (1) de prueba en túnel de viento, incluyendo dicho aparato (1) de prueba en túnel de viento:
- 10 dos paredes (2) que configuran una trayectoria de flujo en túnel de viento entre las mismas,
- 15 dos elementos (4) de soporte dispuestos para penetrar a través de dichas dos paredes (2), respectivamente, y no interferir con dichas dos paredes (2), y
- 20 dos unidades (3) de medición de carga que sujetan dichos dos elementos (4) de soporte, respectivamente;
- 25 acoplar ambos extremos de un modelo (11) de superficie aerodinámica sometido a prueba con los dos elementos (4) de soporte, respectivamente;
- 30 generar un flujo de un fluido en dicha trayectoria de flujo en túnel de viento; y
- 35 medir una carga aplicada a dicho modelo (11) de superficie aerodinámica usando dichas dos unidades (3) de medición de carga,
- 40 caracterizado porque se pega un elemento (5) de película delgada en cada extremo de dicho modelo (11) de superficie aerodinámica de manera que una parte de dicho elemento (5) de película delgada sobresale de cada dicho extremo de dicho modelo (11) de superficie aerodinámica a lo largo de una circunferencia externa entera del modelo de superficie aerodinámica,
- 45 porque dicho elemento (5) de película delgada tiene una resistencia a la que dicho elemento (5) de película delgada permite soportar una presión de dicho fluido, y está formado de un material que es elásticamente deformable, y
- 50 porque dicho elemento (5) de película delgada se proporciona de manera que se bloquea un espacio entre cada dicho extremo de dicho modelo (11) de superficie aerodinámica y una de dichas dos paredes (2) que se orientan hacia cada dicho extremo de dicho modelo (11) de superficie aerodinámica.
2. Método de una medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además:
- 40 pegar dicho elemento (5) de película delgada sobre cada dicho extremo de dicho modelo (11) de superficie aerodinámica de manera que dicha parte de dicho elemento (5) de película delgada sobresale de cada dicho extremo de dicho modelo (11) de superficie aerodinámica a lo largo de dicha circunferencia externa por toda dicha circunferencia entera.
- 45 3. Método de una medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque dicha etapa de acoplamiento incluye:
- 50 ajustar dicho elemento (5) de película delgada de manera que una distancia entre dicho elemento (5) de película delgada pegado en cada dicho extremo de dicho modelo (11) de superficie aerodinámica y una de dichas dos paredes (2) que se orientan hacia dicho elemento (5) de película delgada se vuelve sustancialmente cero.
- 55 4. Método de una medición en túnel de viento de superficie aerodinámica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque dicho elemento (5) de película delgada incluye una cinta de resina.

Fig. 1

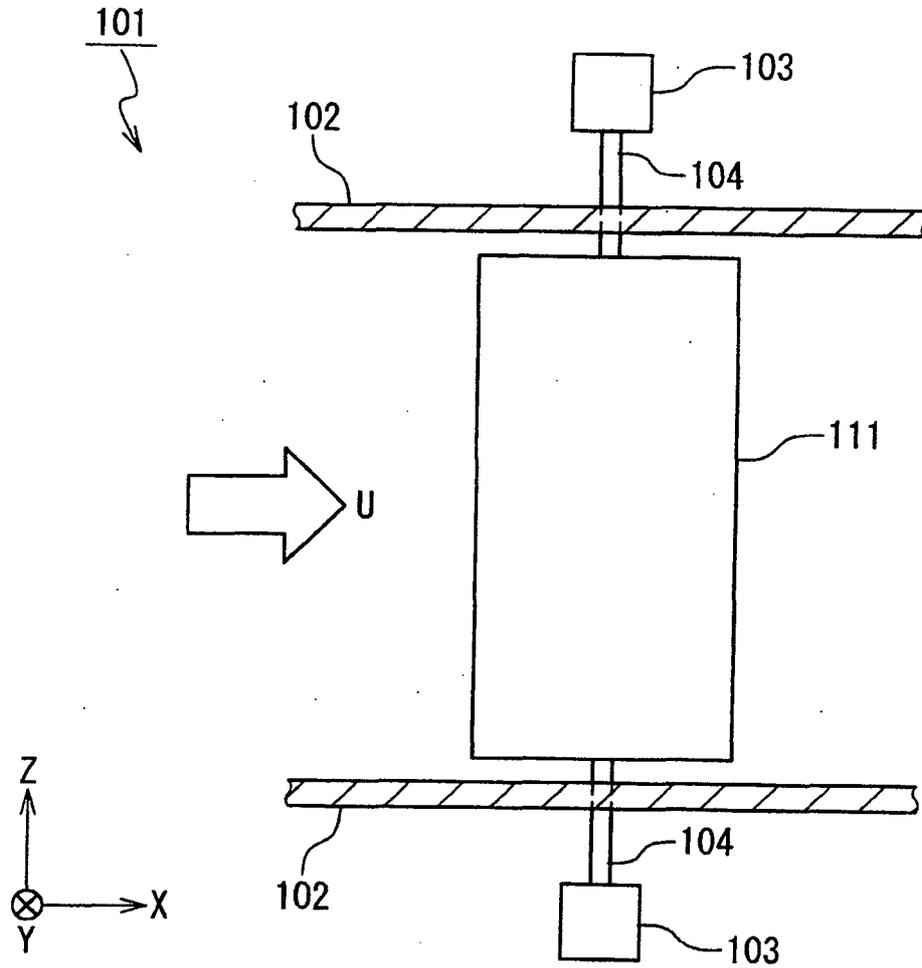


Fig. 2

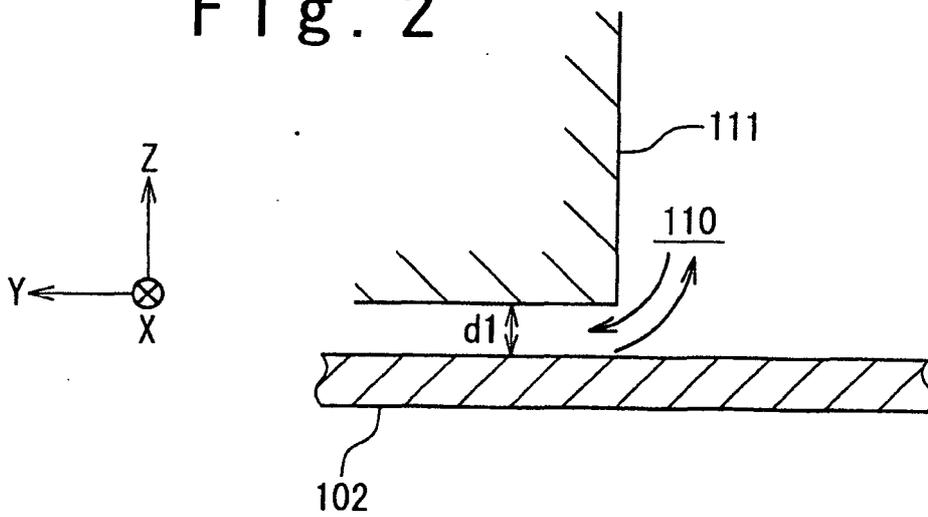


Fig. 3

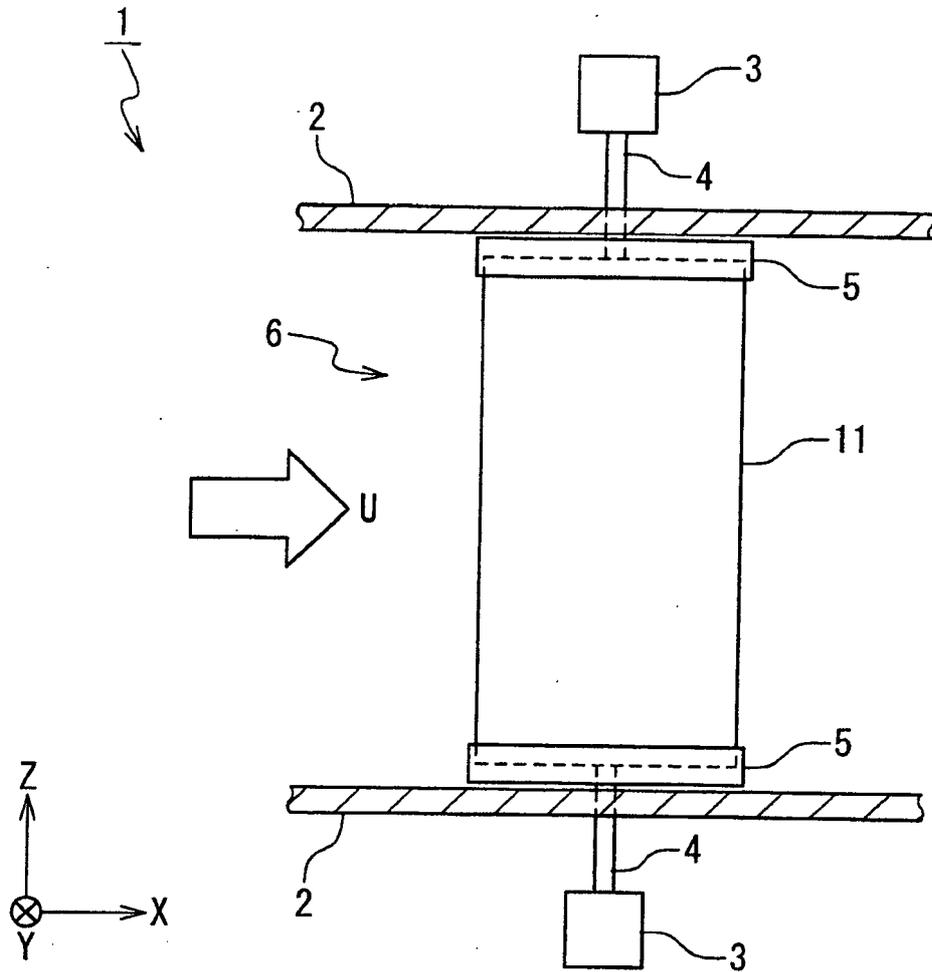


Fig. 4

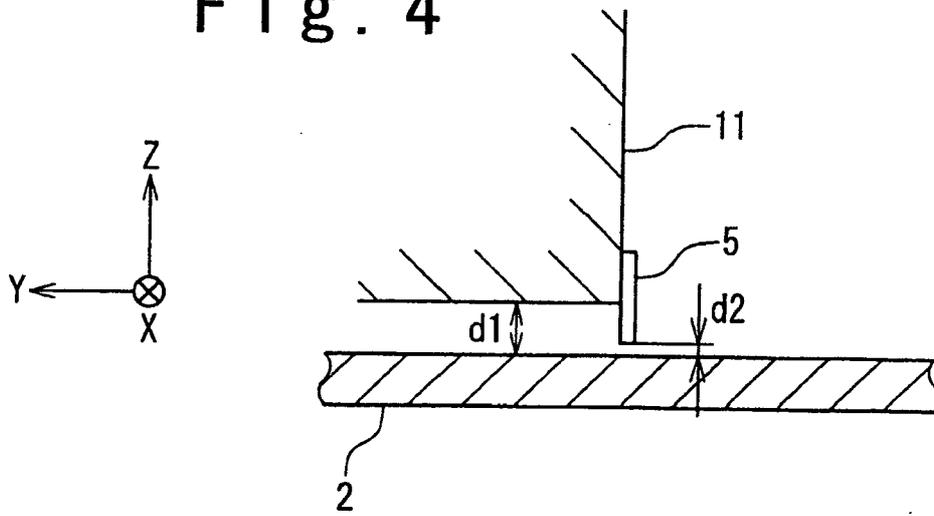


Fig. 5

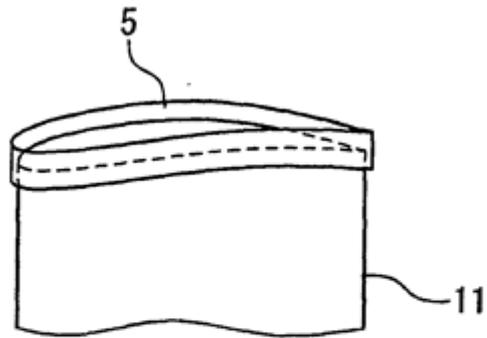


Fig. 6

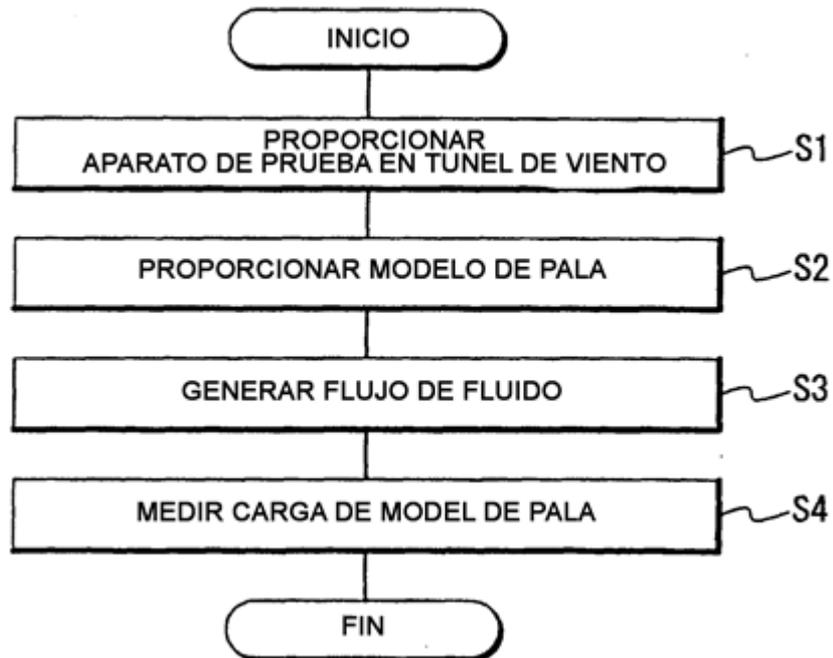


Fig. 7

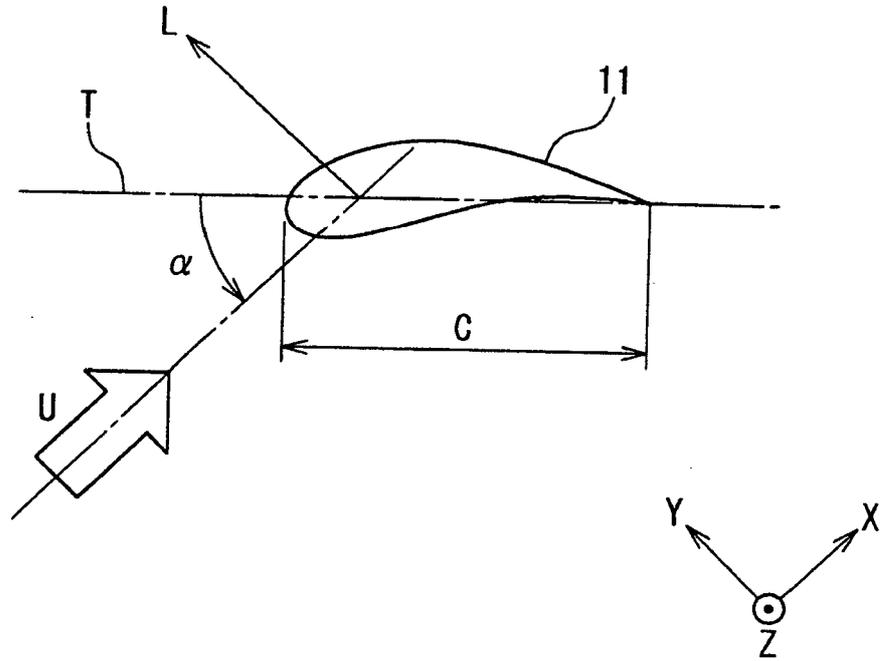


Fig. 8

