

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 476**

51 Int. Cl.:

**G01N 27/90** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.06.2010 PCT/FR2010/051124**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.01.2011 WO11001056**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010 E 10737957 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2449371**

54 Título: **Dispositivo de control no destructivo de una pieza**

30 Prioridad:

**02.07.2009 FR 0954535**

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

**04.11.2019**

73 Titular/es:

**SAFRAN AIRCRAFT ENGINES (100.0%)  
2 boulevard du Général Martial Valin  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**MARCEAU, CHRISTIAN, ARMAND y  
ROUFF, ANDRÉ**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 729 476 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 control no destructivo de una pieza

5 La invención se refiere a un dispositivo de control no destructivo de una pieza, que actúa por desplazamiento de un sensor enfrente de una parte que haya que explorar. La invención concierne en particular a un control de este tipo por corrientes de Foucault, aplicado a la detección de defectos tales como fisuras (grietas pequeñas) existentes o susceptibles de aparecer en la superficie de la pieza o a una profundidad pequeña.

La invención se aplica de modo muy particular al control de los pies de alabes de una soplante de un motor de avión.

10 En una soplante, los pies de alabes son objeto de sollicitaciones importantes, bajo el efecto de la fuerza centrífuga, del orden de varias toneladas. Las partes más expuestas a la fatiga son las zonas de contacto entre cada pie de alabe y los nervios laterales del alvéolo de la rueda de rotor en la cual el mismo está instalado.

Se sabe que para detectar este tipo de defecto son posibles ciertos controles no destructivos, por ejemplo los controles por ultrasonidos y sobre todo los controles por corrientes de Foucault. Dispositivos de control no destructivo están descritos en los documentos EP 2040069, US 6952094, US 6608478, US 2004051525 y EP 0907077.

15 En tal caso de control no destructivo, debe desplazarse en la superficie de la zona que haya que controlar una sonda que albergue un sensor que desarrolle el fenómeno que se desea explotar, (por ejemplo una simple bobina alimentada de corriente alterna para la detección por corrientes de Foucault, en el caso de una pieza metálica). El paso del sensor enfrente de una fisura genera una perturbación significativa de la señal recibida, la cual puede ser visualizada, por ejemplo en un osciloscopio. Para una buena exploración sistemática de la superficie que haya que revisar, es necesario controlar bien la trayectoria de la sonda con respecto a la pieza. Se admite que en cada trayectoria, se  
20 explora correctamente una banda de algunos milímetros de anchura. Por consiguiente para explorar una cierta zona, el procedimiento más adecuado es describir varias trayectorias paralelas espaciadas una distancia dada inferior a la anchura de una citada banda, esta distancia es elegida para asegurar un recubrimiento suficiente entre las bandas.

25 A modo de ejemplo, en un pie de alabe de una soplante clásica, las superficies que hay que controlar, globalmente rectangulares, se extienden en toda la longitud del pie de alabe sobre aproximadamente un centímetro de anchura. Así pues, se deben definir varias trayectorias paralelas desplazadas, por ejemplo seis trayectorias paralelas que se extienden en toda la longitud del pie de alabe. Las consecuencias de una rotura de alabe son tan graves que se busca sistematizar los controles de los pies de alabe en el transcurso de las operaciones de mantenimiento, para detectar la aparición de la menor fisura susceptible de constituir un inicio de rotura.

30 Hasta ahora, este tipo de control necesitaba un equipo automatizado capaz de definir rigurosamente las trayectorias al tiempo que garantizase una buena ortogonalidad del sensor con respecto a la superficie que haya que controlar, durante toda la fase de exploración de la superficie que haya que controlar. Tales equipos son caros y no pueden ser instalados en todas las unidades de mantenimiento. Por esta razón, se busca desarrollar un sistema manual simple y eficiente que permita efectuar este tipo de control con una buena fiabilidad incluso en las unidades de mantenimiento menos equipadas.

35 La invención permite conseguir este objetivo.

40 De modo más particular, la invención concierne a un dispositivo de control no destructivo de una pieza, por desplazamiento de un sensor enfrente de una parte que haya que explorar, caracterizado por que el mismo comprende una sonda que contiene dicho sensor, montada articulada en el extremo de un mango, una guía que presenta una superficie de referencia y medios de regulación de la posición de la citada guía según una dirección paralela a un eje del citado mango.

Así, el hecho de poder desplazar de modo controlado la guía con respecto a la sonda permite definir las diferentes trayectorias paralelas apoyándola sobre una misma superficie de guía de la propia pieza.

Como se mencionó anteriormente, el sensor es ventajosamente un sensor de corrientes de Foucault, para el control de una pieza metálica.

45 Además, en el caso específico del control de un pie de alabe, es ventajoso aprovechar el perfil constante del mismo, para facilitar el guiado de la sonda y la definición de las diferentes trayectorias.

Dicho de otro modo, la guía y la sonda están conformadas respectivamente para entrar en contacto con una superficie radial interna de un pie de alabe y con una superficie radial externa adyacente del mismo pie de alabe.

50 Según la invención la guía tiene la forma general de un manguito coaxial con el citado mango del que emerge la citada sonda.

Para una buena adaptación de la posición de la sonda y especialmente para asegurarse de que el sensor esté siempre sensiblemente perpendicular a la superficie que haya que explorar, el dispositivo está caracterizado ventajosamente

por que la citada sonda está montada articulada en un soporte, para girar según un eje perpendicular al eje del citado mango y por que el citado soporte está instalado en el interior del manguito, en un extremo del citado mango.

5 Según otra característica ventajosa, el mango comprende un tramo fileteado sobre el cual está montada una tuerca solidarizada con el citado mango. Este tramo fileteado puede ser tubular. Ventajosamente, la pared interior del citado tramo fileteado tubular está guarnecida con un tubo que sobresale hacia el interior del manguito y que constituye una parte del citado soporte de la sonda.

Según otra característica ventajosa, el citado tubo constituye un conducto de paso de cables eléctricos, estando los citados cables conectados al sensor de la sonda.

10 La invención se comprenderá mejor y otras ventajas de la misma se pondrán de manifiesto de modo más claro a la luz de la descripción que sigue de un dispositivo de control no destructivo de acuerdo con su principio, dada únicamente a modo de ejemplo y hecha refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un pie de alabe que haya que controlar,
- la figura 2 es una vista en perspectiva del dispositivo de control de acuerdo con la invención;
- la figura 3 ilustra la guía de la figura 2, después de la rotación de una media vuelta;
- 15 - la figura 4 es una vista en corte longitudinal del dispositivo de la figura 2; y
- la figura 5 ilustra las operaciones de control.

20 En un pie de alabe 11 del tipo representado, se distinguen dos nervios laterales 12, 13 rectilíneos destinados a retener el alabe en un alvéolo de la rueda de soplante. Cada nervio comprende una superficie inclinada radial externa 15 y una superficie inclinada radial interna 17. La superficie 15 es la más expuesta porque la misma está en contacto, bajo el efecto de la fuerza centrífuga, con los nervios laterales correspondientes (no representados) del alvéolo de la rueda de rotor. Según una característica ventajosa, la superficie adyacente 17 puede servir de superficie de guía para un control manual con la ayuda de una sonda de diseño simple.

La parte que hay que controlar se presenta aquí como un rectángulo de una cierta anchura constante que se extiende en toda la longitud del pie de alabe.

25 Se pone en práctica aquí el control clásico por corrientes de Foucault. Se recuerda que una sonda que contiene una bobina (sensor) alimentada en señal alterna es desplazada, aquí manualmente, a lo largo de una trayectoria definida en la zona que haya que controlar. La señal genera corrientes de Foucault en la pieza metálica, por ejemplo de acero o titanio. La señal controlada durante el desplazamiento relativo entre la pieza y la sonda es visualizada en un osciloscopio en forma de un punto luminoso cuya posición es aproximadamente estable mientras que el sensor se  
30 desplace enfrente de una superficie homogénea. Si el sensor pasa enfrente de una heterogeneidad (fisura aparente o subyacente) el punto se desplaza bruscamente en razón de una variación rápida de las corrientes de Foucault en la pieza. Este desplazamiento es el indicio de la presencia de una fisura.

35 Se recuerda que en el ejemplo descrito, cada trayectoria 25 de la sonda permite controlar una banda estrecha y que se ha determinado que la citada zona que haya que explorar podía ser controlada eficazmente definiendo seis trayectorias paralelas espaciadas una distancia predeterminada, permitiendo el recubrimiento de las bandas exploradas garantizar una detección de cualquier fisura.

40 Para que el control sea eficaz y fiable, se ha puesto a punto un dispositivo de control no destructivo que comprende una sonda 20 que contiene un sensor de corrientes de Foucault 21, montada articulada en el extremo de un mango 27. Además, este mango está asociado a una guía 29 que presenta una superficie de referencia 31. Más concretamente, la citada guía 29 tiene la forma general de un manguito coaxial con el citado mango del que emerge la citada sonda. Un extremo de este manguito presenta una superficie anular frontal que constituye la citada superficie de referencia 31. Según el ejemplo, esta superficie de referencia está definida en el extremo de un collarín agrandado del manguito.

45 El dispositivo comprende además medios de regulación de la posición de la citada guía según una dirección paralela a un eje X del citado mango.

50 Como está representado, la sonda 20 está montada en un soporte 32. Más concretamente, la misma está montada para girar según un eje Y perpendicular al eje X del citado mango. El soporte 32 está instalado en el interior del manguito en un extremo del mango 27. El manguito que forma la guía 29 es móvil con respecto al mango 27 y por consiguiente con respecto a la sonda 20. A tal efecto, el mango comprende un tramo fileteado 35 sobre el cual está montada una tuerca solidarizada con la guía 29.

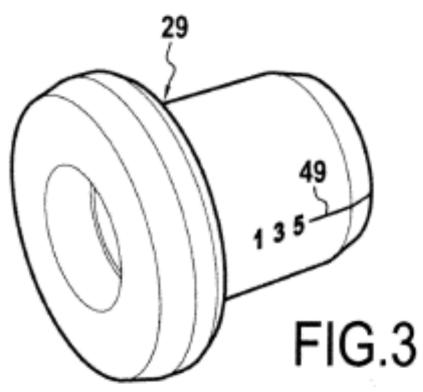
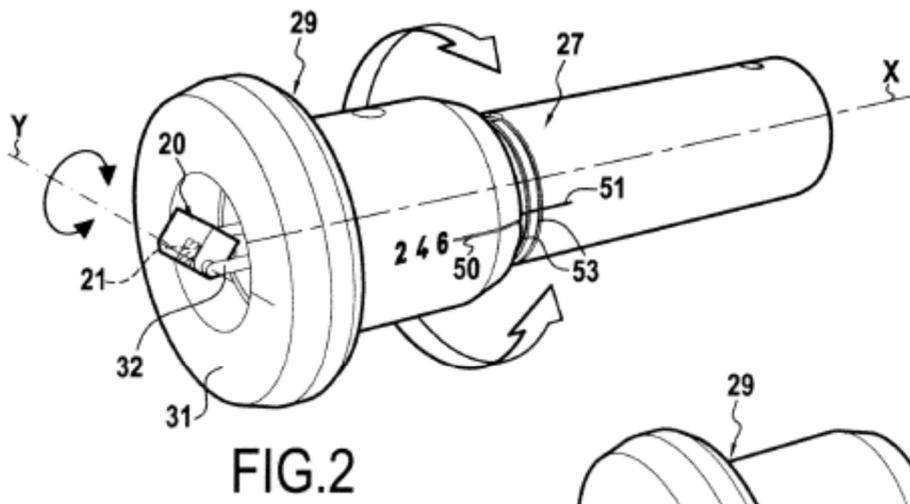
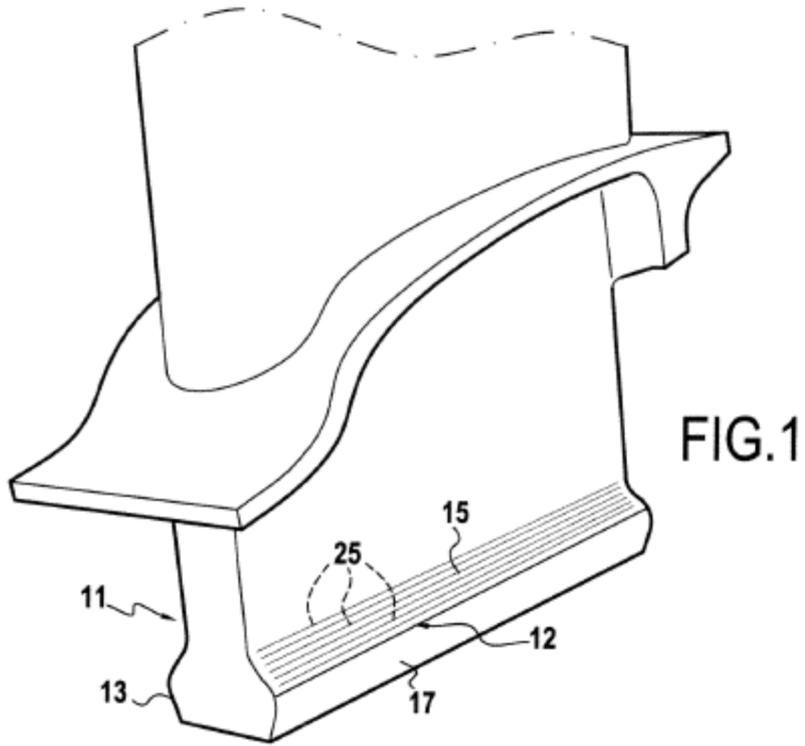
El tramo fileteado 35 es tubular para el paso de los cables eléctricos. Ventajosamente, la pared interior del tramo fileteado tubular está guarnecida con un tubo 39 que sobresale hacia el manguito y que constituye una parte del

soporte 32 de la sonda. Este tubo constituye un conducto de paso de los cables eléctricos 41 conectados al sensor 21 de la sonda 20. En el otro extremo, el tubo 39 desemboca en una cavidad axial 43 del mango y los cables eléctricos están conectados a los terminales de un conector 45 situado en el extremo trasero del mango 27. Después del tratamiento, la señal puede ser visualizada en un osciloscopio no representado.

- 5 Se ve que el manguito que forma la guía 29 comprende un faldón trasero 47 en recubrimiento con una parte cilíndrica el mango 27. Por consiguiente, el roscado o desenroscado del manguito se traduce en una posición ajustable de la sonda 20 con respecto a la superficie de referencia 31, que puede ser medida fácilmente por el desplazamiento del extremo del faldón 47 con respecto al mango. Así, para definir las seis trayectorias paralelas que permitan la exploración de toda la superficie que haya que controlar, se ha determinado el paso de rosca para pasar de una
- 10 trayectoria a otra en una media vuelta de rotación del manguito. Así, el manguito lleva dos trazos 49, 50 diametralmente opuestos, uno de los trazos 49 corresponde a las trayectorias impares 1, 3 y 5 mientras que el otro 50 corresponde a las trayectorias pares 2, 4 y 6. Por otra parte, el mango comprende un trazo 51 y seis marcas circulares 53 paralelas correspondientes a las seis trayectorias. Para pasar de una trayectoria a otra, basta girar el manguito una media vuelta y el borde trasero del mismo pasa de una marca circular a la siguiente.
- 15 La parte delantera del tubo 39, estrechada, acoge el elemento de giro de la sonda que comprende dos brazos 55 opuestos que forman una especie de horquilla y que definen un eje de giro Y alrededor del cual la sonda es obligada a girar. La misma comprende caras planas inclinadas que aseguran el buen posicionamiento de la sonda sobre la superficie que haya que controlar. En esta posición, se está seguro de que la bobina 21 que constituye el sensor tiene su eje sensiblemente perpendicular a la superficie que haya que controlar. Cuando la superficie frontal que constituye
- 20 la citada superficie de referencia 31 está entonces en contacto con la superficie 17 del pie de alabe, la sonda queda en contacto con la superficie 15 del pie de alabe y con su orientación deseada. En cada trayectoria, el control se efectúa preferentemente en dos pasadas partiendo del centro del pie de alabe hacia un extremo y después hacia el otro.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de control no destructivo de una pieza, por desplazamiento de un sensor (21) enfrente de una parte que haya que explorar, comprendiendo el dispositivo una sonda (20) que contiene dicho sensor (21), montada articulada en el extremo de un mango (27), una guía (29) que presenta una superficie de referencia (31) y medios de regulación de la posición de la citada guía según una dirección paralela a un eje (X) del citado mango, en el cual la citada guía (29) tiene la forma general de un manguito coaxial con el citado mango (27) del que emerge la citada sonda, presentando un extremo de este manguito una cara anular frontal que constituye la citada superficie de referencia (31).
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que la citada sonda está montada articulada en un soporte (32), para poder girar según un eje (Y) perpendicular al eje (X) del citado mango y por que el citado soporte está instalado en el interior del manguito en un extremo del citado mango.
3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el citado mango (27) comprende un tramo fileteado (35) sobre el cual está montada una tuerca (37) solidarizada con el citado manguito.
- 15 4. Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado por que el citado tramo fileteado (35) es tubular.
5. Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado por que la pared interior del citado tramo tubular está guarnecida con un tubo (39) que sobresale en el interior del manguito y que constituye una parte del citado soporte.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por que el citado tubo (39) constituye un conducto de paso de cables eléctricos (41), estando los cables eléctricos conectados al sensor (21) de la citada sonda.
- 20 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el citado sensor es un sensor de corrientes de Foucault.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la guía (29) y la sonda (20) están conformadas respectivamente para entrar en contacto con una superficie radial interna (17) de un pie de alabe y con una superficie radial externa (15) adyacente del citado pie de alabe.



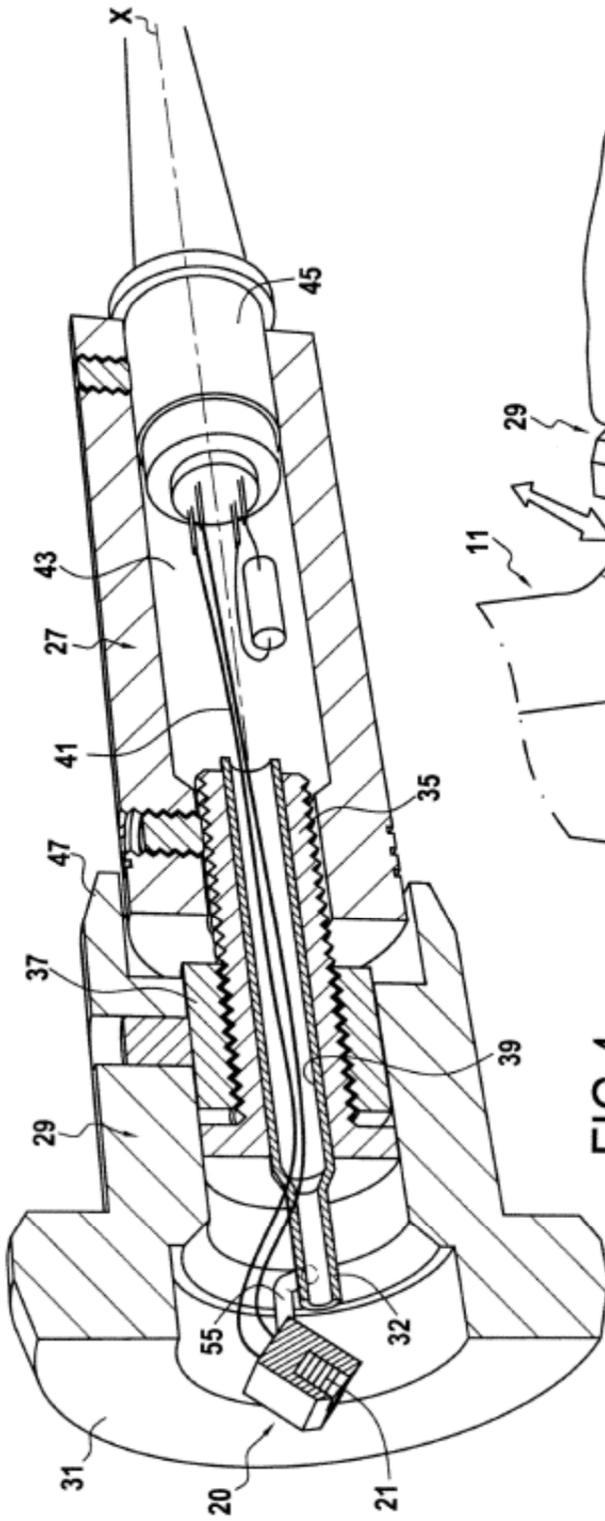


FIG. 4

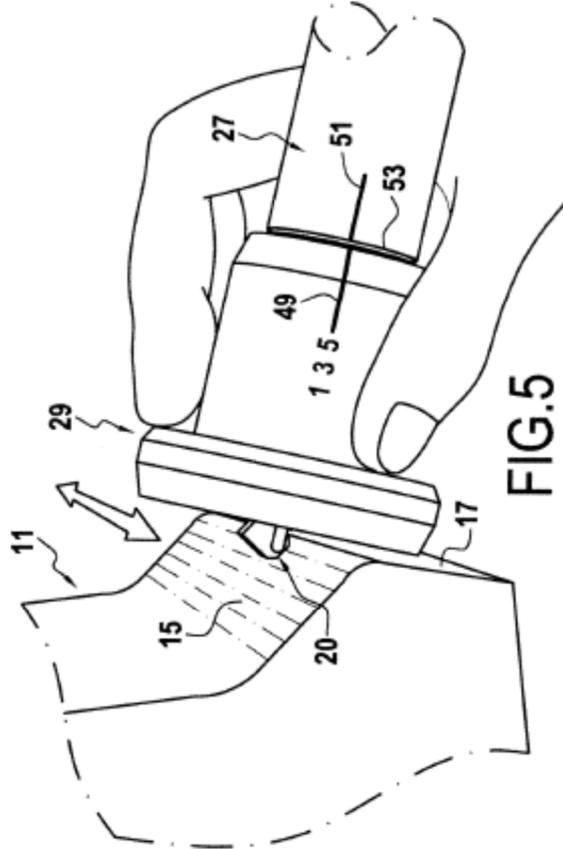


FIG. 5