

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 918**

51 Int. Cl.:

G01M 3/00 (2006.01)

G01M 3/02 (2006.01)

G01M 3/24 (2006.01)

G01N 25/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2018** **PCT/EP2018/073626**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2019** **WO19043227**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2018** **E 18765419 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023** **EP 3679339**

54 Título: **Procedimiento y equipo para detectar una fuga**

30 Prioridad:

04.09.2017 DE 102017120272

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

11.12.2023

73 Titular/es:

**DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND
RAUMFAHRT E.V. (50.0%)**

Linder Höhe

51147 Köln, DE y

AIRBUS OPERATIONS GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

UCAN, HAKAN;

HASCHENBURGER, ANJA;

HEIM, CLEMENS y

HESSE, JAN TIMO

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 955 918 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

Procedimiento y equipo para detectar una fuga

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para detectar una fuga en una estructura de vacío, en particular para fabricar un componente compuesto de fibras de un material de fibras y un material de matriz, según el preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere igualmente a un procedimiento para fabricar un componente compuesto de fibras con una tal detección de fugas.
- 10 Debido a su resistencia específica por unidad de peso y a su rigidez, son adecuados componentes compuestos de fibras que están fabricados a partir de un material compuesto de fibras y en particular para el aspecto de la construcción ligera. Y es difícil de imaginar la industria aérea y espacial, así como la industria automovilística sin los mismos. Los materiales compuestos de fibras tienen entonces como componente principal un material de fibras y un material de matriz, que moja el material de fibras y que tras el endurecimiento forma una unidad integral con el material de fibras. De esta manera se ve forzado el material de fibras en su dirección predeterminada para una transferencia de carga.
- 15 Un proceso de fabricación ampliamente difundido es entonces la infiltración en vacío, en la que el material de fibras se suele depositar sobre una herramienta conformadora y se cierra de manera hermética al vacío mediante una estructura de vacío. A continuación se evacúa el material de fibras cerrado de manera hermética al vacío, con lo que debido al gradiente de presión entre material de fibras y entorno exterior, puede infiltrarse el material de matriz en el material de fibras. A continuación puede endurecerse el material de matriz por ejemplo en un autoclave y fabricarse así el componente.
- 20 Pero también en la fabricación de componentes compuestos de fibras mediante preimpregnados resulta importante una estructura de vacío, ya que para el endurecimiento en autoclave se necesita igualmente una estructura hermética al vacío para garantizar una transmisión uniforme de la presión al componente.
- 25 Una tal estructura de vacío está compuesta entonces por lo general por una cubierta de vacío, por ejemplo una lámina de vacío o una campana de vacío, que suele pegarse con ayuda del correspondiente adhesivo (kit de sellado) con la herramienta conformadora y cerrarse de manera hermética al aire.
- 30 Si durante el proceso se produce una fuga en la estructura de vacío, entonces ha de contarse con un fuerte empeoramiento de la calidad del componente o incluso con que el componente se deseché. Un tal daño tiene entonces como consecuencia elevados costes y un retraso en la secuencia de trabajo.
- 35 Por la práctica se conocen al respecto procedimientos para detectar fugas, en los que por ejemplo mediante una medición de una depresión se deduce que existe una fuga. Si tras realizarse el vacío varía la diferencia de presión aplicada, entonces ha de contarse con una fuga. También se conoce el examen de la estructura con ayuda de un aparato de fugas acústico.
- 40 No obstante, los procedimientos tienen el inconveniente de que los mismos son totalmente inadecuados para grandes componentes, como por ejemplo palas de rotor para instalaciones de energía eólica o cubiertas de ala para aeronaves, porque sólo detectan si existe una fuga, pero no dónde se encuentra la misma o bien porque su utilización simplemente dura demasiado y prolonga la secuencia del proceso innecesariamente.
- 45 Por el documento DE 10 2011 100 096 B4 se conoce por ejemplo un procedimiento para detectar una fuga en una estructura hermética al vacío, en el que con ayuda de un sensor de imagen termográfico se determina una diferencia de temperaturas en una estructura hermética al vacío y entonces se detecta una fuga, ya que debido a la fuga el aire del entorno que entra en el material de fibras genera una diferencia de temperaturas dentro de la estructura de vacío. Claramente tampoco es adecuado este procedimiento para grandes componentes planos, ya que con ayuda del sensor de imagen termográfico no puede captarse en el proceso toda la superficie y por lo tanto ha de escanearse, consumiendo mucho tiempo.
- 50 Por el documento US 2014/0 061 962 A1 se conoce un procedimiento para determinar una fuga, en el que se miden parámetros característicos del aire evacuado y entonces se detecta una fuga, realizándose mediante triangulación una localización de la fuga.
- 55 Por el documento WO 2017/032741 A1) se conoce un equipo de medida y un procedimiento para detectar fugas en una estructura de vacío, detectándose con la ayuda de sensores de presión (sensores piezoeléctricos) la evolución de la presión y deduciéndose a continuación en base a la evolución de la presión el lugar de la fuga.
- 60 Es por lo tanto objetivo de la presente invención especificar un procedimiento mejorado y un equipo correspondiente al mismo, con el cual pueda detectarse con rapidez y seguridad una fuga en una estructura de vacío, incluso en componentes muy grandes.

El objetivo se logra de acuerdo con la invención con las características de la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

En consecuencia se propone un proceso de detección de dos etapas, en el que en el primer proceso de detección primeramente se determina globalmente una zona de fuga, dentro de la cual se supone que existe la fuga, mientras que en un segundo proceso de detección se investiga a continuación esa zona de la fuga y se localiza, es decir, se determina la posición.

Para el primer proceso de detección se proporciona entonces una estructura de vacío que tiene una pluralidad de sensores para captar un parámetro. Estos sensores pueden entonces estar integrados en la cubierta de vacío o también en la herramienta conformadora. Bajo una estructura de vacío en el sentido de la presente invención se entiende al respecto que mediante una delimitación correspondiente se genera una cavidad interior que puede evacuarse con ayuda de un sumidero de presión. En la fabricación de un componente compuesto de fibras puede entonces formarse una tal estructura de vacío a partir de una superficie conformadora de herramienta correspondiente a una herramienta conformadora y la lámina de vacío aplicada sobre la misma, así como los otros componentes para impermeabilizar la estructura de vacío. Un tal parámetro puede ser por ejemplo un parámetro físico.

A continuación se determinan a lo largo del tiempo durante la evacuación de la cavidad de la estructura de vacío los valores del parámetro correspondientes a cada sensor, con lo que una vez transcurrido un cierto espacio de tiempo se dispone de una pluralidad de valores del parámetro por cada sensor. A partir de esos valores se genera a continuación para cada sensor una evolución valor-tiempo, que indica para cada sensor la evolución del valor del parámetro durante la evacuación de la cavidad. Estas evoluciones valor-tiempo generadas se comparan entonces entre sí, pudiendo determinarse en esta comparación de las evoluciones valor-tiempo de los distintos sensores diferencias, cuando se encuentra una fuga dentro de la estructura de vacío. Basándose en esas diferencias de las evoluciones valor-tiempo entre sí, puede determinarse entonces una zona de fuga en la estructura de vacío, dentro de la cual se supone que se encuentra la fuga. La zona de la fuga puede entonces delimitarse con exactitud de forma tal que la misma pueda examinarse con seguridad y rapidez con ayuda de otro proceso de detección. No obstante, no es exactamente así que se tenga tiempo suficiente para un examen manual.

En el segundo proceso de detección se analiza a continuación la zona de fuga determinada en el primer proceso de detección con ayuda de un dispositivo detector adicional y a continuación se detecta la fuga dentro de la zona de fuga, es decir, su posición con respecto a un sistema de coordenadas de referencia o punto de referencia. Un tal dispositivo de detección puede ser por ejemplo el sistema para detectar fugas con ayuda de termografía conocido por el documento DE 10 2011 100 096 B4.

Los inventores han detectado al respecto que con ayuda del primer proceso de detección puede determinarse una zona de fuga dentro de la cual se encuentra la fuga, con lo que esta zona de fuga puede detectarse y localizarse entonces rápida y eficientemente con ayuda de un dispositivo detector en un segundo proceso de detección, con lo que de esta manera pueden examinarse en particular grandes componentes como palas de rotor para instalaciones de energía eólica o cubiertas de alas o fuselaje de aviones, cuyas dimensiones exceden no pocas veces los 100 m.

El dispositivo detector para el segundo proceso de detección puede incluir en particular una cámara termográfica así como una unidad de evaluación, captándose la zona de fuga entonces con ayuda de la cámara termográfica y analizándose los datos de la imagen a continuación con ayuda de la unidad de evaluación, detectándose entonces la fuga basándose en diferencias de temperatura en los datos de la imagen. Adicionalmente es concebible que además se atempere adicionalmente la estructura de vacío y/o el aire del entorno, para poder poner mejor de relieve eventuales diferencias de temperatura basadas en una fuga en la estructura de vacío. Al respecto hacemos referencia al contenido del documento DE 10 2011 100 096 B4 en toda su extensión.

El parámetro a detectar puede ser entonces por ejemplo el sonido, la fuerza o el caudal del material de matriz. Así es concebible que en la estructura de vacío estén distribuidos por toda la estructura de vacío en diversas posiciones varios sensores de sonido, que comenzando con la evacuación captan simultáneamente los correspondientes valores y los transmiten a una unidad de evaluación. Cuando entonces aparece una fuga dentro de la estructura de vacío, puede detectarse la misma mediante una evolución valor-tiempo correspondientemente característica de la señal de sonido, ya que cambia la amplitud de la señal de sonido. Cuando ahora se comparan las distintas evoluciones de la señal de sonido de los sensores entre sí, entonces puede detectarse en base a la desviación de la fase de la señal la posición aproximada dentro de la estructura de vacío y con ello determinarse la zona de la fuga.

Lo mismo es válido también para el parámetro fuerza, que por ejemplo significa la fuerza que actúa sobre la estructura de vacío, que igualmente varía a lo largo del tiempo de forma característica durante la evacuación cuando existe una fuga y en la cual igualmente en base a una desviación de fase de las distintas evoluciones de la señal de fuerza, puede determinarse la zona de la fuga.

Así es por ejemplo ventajoso que las distintas evoluciones valor-tiempo se normalicen en cuanto a su evolución, para así poder detectar la diferencia de fase de la señal dependiente del tiempo.

Al respecto es ventajoso que en particular se comparen las amplitudes y/o el tiempo para detectar las diferencias. Es ventajoso al respecto además que una evolución valor-tiempo se fije como evolución de referencia, frente a la cual se comparan entonces las demás evoluciones valor-tiempo y se detectan las diferencias.

5 En otra forma de realización ventajosa se proporciona el dispositivo detector adicional de forma tal que el mismo tiene una zona de captación dentro de la cual está configurado el dispositivo detector para detectar una fuga, estando orientado el dispositivo detector de forma tal que la zona de captación se encuentre, al menos parcialmente, dentro de la zona de la fuga.

10 En función del tamaño de la zona de la fuga es concebible entonces que el dispositivo detector se mueva de forma tal que la zona de detección del dispositivo detector se desplace dentro de la zona de la fuga.

Por lo demás, se logra el objetivo de acuerdo con la invención también con el procedimiento para fabricar un material compuesto de fibras de acuerdo con la reivindicación 8, realizando el procedimiento durante la fabricación del componente compuesto de fibras una detección de la fuga con ayuda del procedimiento antes descrito.

15 La invención se describirá a modo de ejemplo en base a la figura adjunta. Se muestra en:

20 figura 1 una representación esquemática del procedimiento de acuerdo con la invención durante la fabricación de un componente compuesto de fibras.

La figura 1 muestra, en una forma esquemática muy simplificada, el principio operativo de la presente invención. Al respecto se proporciona primeramente una estructura de vacío 1, que tiene una herramienta conformadora 2 y una cubierta 3. En la herramienta conformadora 2 de la estructura de vacío 1 están introducidos entonces varios sensores 4, configurados para captar una señal de sonido dentro de la estructura de vacío 1.

25 Con ayuda de un sumidero de presión 5 conectado con la estructura de vacío 1, se evacúa entonces la cavidad dentro de la estructura de vacío 1, para poder generar así una diferencia de presión entre el aire del entorno y el interior de la estructura de vacío 1. En el ejemplo de realización de la figura 1 se encuentra entonces dentro de la estructura de vacío una fuga 6, a través de la cual durante la evacuación de la estructura de vacío 1 se aspira aire del entorno con ayuda del sumidero de presión 5.

Debido a la fuga 6, durante la evacuación de la estructura de vacío 1 y la entrada de aire exterior a través de la fuga 6, se genera una señal de sonido, que reciben los cuatro sensores de sonido 4a a 4d. Debido a la posición de la fuga 6 con respecto a la estructura de vacío 1, se recibe la señal de sonido en cada caso en distintos instantes t_1 a t_4 , lo cual puede detectarse comparando las evoluciones de las señales de sonido correspondientes a cada sensor individual 4a a 4d. Así necesita la señal de sonido de la fuga 6 con respecto al sensor de sonido 4a el espacio de tiempo t_1 mientras que el segundo sensor de sonido 4b recibe la señal de sonido después de t_2 . Lo mismo es válido para el tercer sensor 4c y el cuarto sensor 4d.

40 En base a las evoluciones de las señales, puede detectarse entonces un desplazamiento de fase y con ello diferencias en el tiempo de propagación de la señal de sonido que se genera debido a la fuga 6, pudiendo detectarse entonces basándose en estas diferencias de tiempo de propagación una zona de fuga 7, dentro de la cual se supone que existe la fuga 6. El cálculo de la zona de la fuga 7 basándose en las evoluciones de las señales de los sensores 4a a 4d puede realizarse entonces con ayuda de una unidad evaluadora 8, conectada con los sensores 4a a 4d. Al respecto es concebible que la unidad evaluadora 8 esté igualmente conectada con el sumidero de presión 5 o bien con su sistema de control, para poder así normalizar los valores determinados por los sensores correspondientemente al comienzo de la evacuación mediante el sumidero de presión 5.

50 Puesto que ahora se ha detectado ya la zona de la fuga 7 con ayuda de los sensores de sonido 4, se analiza a continuación la zona de la fuga 7 con ayuda de otro dispositivo detector 9. El dispositivo detector 9 es en el ejemplo de realización de la figura 1 un dispositivo para realizar un procedimiento termográfico, en el que se capta la zona de la fuga 7 con ayuda de una cámara termográfica 10. A partir de las diferencias de temperatura que pueden detectarse en la zona de la fuga 7, puede localizarse a continuación la posición de la fuga con gran exactitud y detectarse exactamente su posición, con lo que en particular en componentes de gran superficie puede encontrarse la fuga 6 dentro de un tiempo mínimo.

60 Al respecto varía la señal de sonido al existir una fuga 6 correspondientemente de forma característica, tal que esto puede detectarse inmediatamente dentro de la evolución de la señal, ya que sin la fuga como mucho se detectaría el ruido relativo al sumidero de presión 5, mientras que con la fuga 6, debido a la entrada de flujo del aire contiguo, se configura una correspondiente señal de sonido característica. Una tal desviación característica respecto a la señal de sonido sin fuga es por ejemplo la no linealidad o la desviación respecto a la evolución lineal de la señal del sonido sin fuga.

Lista de referencias

	1	estructura de vacío
	2	herramienta conformadora
5	3	cubierta de vacío
	4	sensores de sonido
	5	sumidero de presión
	6	fuga
	7	zona de la fuga
10	8	unidad evaluadora
	9	dispositivo detector
	10	cámara termográfica

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para detectar una fuga (6) en una estructura de vacío (1), con las etapas:
 - Realización de un primer proceso de detección para determinar una zona de fuga (7) con
 - aportación de una estructura de vacío (1) que tiene una pluralidad de sensores (4) para captar un parámetro físico,
 - determinación de valores de parámetros a lo largo del tiempo durante la evacuación de una cavidad de la estructura de vacío (1),
 - generación para cada sensor (4) de la estructura de vacío (1) de una evolución valor-tiempo a partir de los valores determinados de los respectivos sensores (4) mediante una unidad de evaluación (8),
 - comparación de las evoluciones valor-tiempo generadas entre sí y determinación de diferencias en función de la comparación mediante la unidad de evaluación (8) y
 - determinación de una zona de fuga (7) en la estructura de vacío (1) en función de las diferencias detectadas entre las evoluciones valor-tiempo y de la correspondiente posición del sensor (4) respecto a la estructura de vacío (1),
 - caracterizado por
 - realización de un segundo proceso de detección tras el primer proceso de detección para detectar la fuga (6) dentro de la zona de fuga (7) determinada con
 - aportación de un dispositivo detector adicional (9, 10), configurado para detectar una fuga (6) en una estructura de vacío (1) y
 - detección de una fuga (6) dentro de la zona de fuga (7) mediante el dispositivo detector (9, 10).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se proporciona el dispositivo detector adicional (9, 10) de forma tal que el mismo tiene una zona de captación, dentro de la cual está configurado el dispositivo detector (9, 10) para detectar una fuga (6), estando orientado el dispositivo detector (9, 10) de forma tal que la zona de captación se encuentre, al menos parcialmente, dentro de la zona de fuga (7).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque la zona de captación se desplaza dentro de la zona de fuga (7).
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo detector adicional (9, 10) se proporciona tal que el mismo está configurado para detectar una fuga (6) mediante termografía.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el parámetro físico a captar es el sonido, la fuerza o el caudal.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las evoluciones valor-tiempo generadas se normalizan en cuanto a su evolución característica y así se comparan para detectar diferencias.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque se comparan las amplitudes y/o el tiempo de las evoluciones valor-tiempo, determinándose a continuación en función de las diferencias en cuanto a amplitud y/o tiempo la zona de fuga (7).
8. Procedimiento para fabricar un componente compuesto de fibras a partir de un material de fibras y un material de matriz, en el que el material de fibras se aloja en una cavidad de una estructura de vacío (1), se infiltra con el material de matriz y se endurece, caracterizado porque durante la evacuación de la cavidad de la estructura de vacío se ejecuta un procedimiento para detectar una fuga (6) en esa estructura de vacío (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.

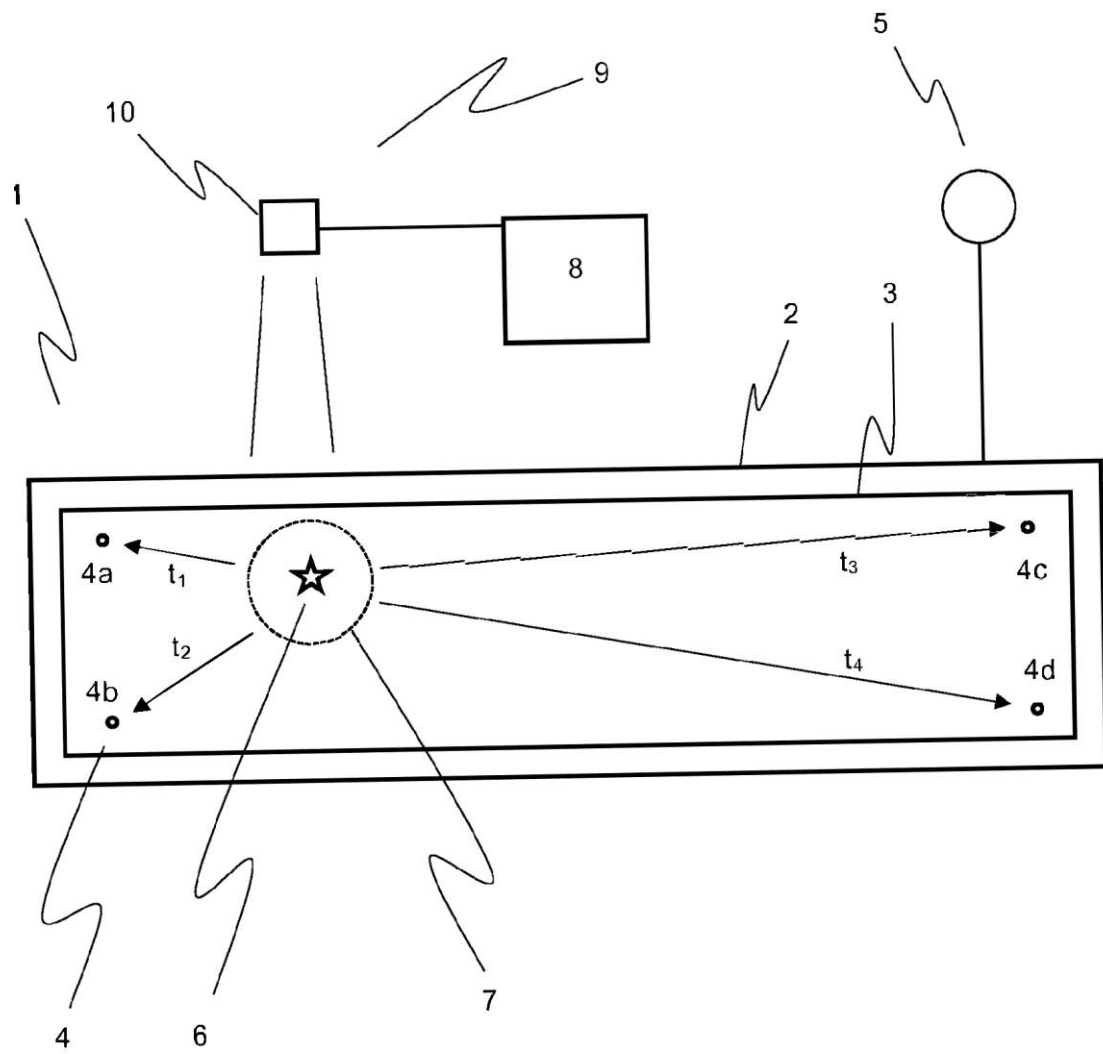


Fig 1