

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 593**

51 Int. Cl.:
B64D 15/00 (2006.01)
B64D 15/12 (2006.01)
B64D 15/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08854511 .6**
96 Fecha de presentación: **28.11.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2222559**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.09.2010**

54 Título: **Mejoras en relación con monitorización de temperatura**

30 Prioridad:
30.11.2007 GB 0723440
30.11.2007 EP 07270068

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.05.2012

73 Titular/es:
BAE SYSTEMS PLC
BAE SYSTEMS ATC PO BOX 5 FILTON
BRISTOL BS34 7QW, GB

72 Inventor/es:
PRESS, Andrew, Julian

74 Agente/Representante:
González Palmero, Fe

ES 2 381 593 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

Mejoras en relación con monitorización de temperatura

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a mejoras en relación con monitorización de temperatura para detectar estados de sobrecalentamiento en sistemas de protección frente al hielo electrotérmicos para una aeronave.

10 Antecedentes de la invención

Las grandes aeronaves de transporte comercial han utilizado tradicionalmente sistemas de protección frente al hielo de aire caliente. El aire caliente se suministra a través de purga de los motores. Comúnmente los sistemas de aire caliente no emplean equipos de monitorización de temperatura. Previamente se han usado ampliamente sistemas de calentador electrotérmico para proporcionar protección frente al hielo para áreas tales como entradas de motor y rotores de helicóptero. Se ha propuesto usar esterillas de calentador activadas eléctricamente integradas en la estructura del ala para proporcionar protección frente al hielo electrotérmica en el avión de pasajeros Boeing 787. Es necesaria la monitorización de temperatura de tales esterillas de calentador.

Las estructuras de ala tradicionalmente eran de construcción metálica pero hay una tendencia creciente hacia el uso de materiales compuestos. Las esterillas de calentador electrotérmicas o bien se unen a una estructura metálica o bien se construyen directamente en una estructura de material compuesto. Las estructuras de material compuesto normalmente comprenden muchas capas individuales de diferentes materiales y propiedades. Es vital monitorizar la temperatura de las estructuras que incorporan sistemas de protección frente al hielo electrotérmicos para garantizar que no se produzca un sobrecalentamiento que conduzca a un posible fallo estructural, particularmente en estructuras de material compuesto. En sistemas actuales, esto se realiza incrustando sensores discretos (por ejemplo, pares termoeléctricos, etc.) en la estructura de material compuesto durante su fabricación o uniéndolos a la superficie de la estructura.

La integración de sensores discretos en estructuras de material compuesto puede provocar muchos problemas durante el proceso de fabricación. Garantizar que están ubicados en la ubicación correcta a lo largo de todo el proceso de disposición y curado es problemático. Su tamaño físico puede comprometer la integridad estructural y su falta de robustez es tal que hay a menudo números significativos de sensores inutilizables después del proceso de curado. La conexión eléctrica con los sensores puede ser problemática con el problema añadido de la compatibilidad e interferencia electromagnética. Adicionalmente, durante las pruebas y el desarrollo (o bien a escala completa o bien en túnel de viento) se requieren muchos más puntos de detección de temperatura para validar el diseño, lo que agrava estos problemas. Dado los problemas asociados con integrar cada sensor discreto, los sistemas conocidos generalmente sólo monitorizan la temperatura estructural en lo que se percibe como la única ubicación más crítica. Sin embargo, otras ubicaciones, en las que pueden producirse problemas relacionados con la temperatura, pueden ser significativas.

El documento US 2005/ 0184193 A1 da a conocer una pluralidad de elementos de calentador montados en una parte de aeronave y una pluralidad de sensores de temperatura montados dentro de dicha parte.

45 Objetos y sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es superar o al menos sustancialmente reducir algunos de los inconvenientes mencionados anteriormente.

La presente invención proporciona en un primer aspecto un método de monitorización de temperatura para un aparato de protección frente al hielo electrotérmico de una aeronave, en el que el aparato incluye una pluralidad de elementos de calentador, formado cada uno como una esterilla, y montado en una parte de aeronave, estando caracterizado el método por proporcionar al menos un sensor de temperatura de fibra óptica montado dentro de dicha parte y detectar la temperatura respectiva de cada una de dichas esterillas, y determinar un estado de sobrecalentamiento de una de dichas esterillas en caso de tal sobrecalentamiento.

En un segundo aspecto, la invención proporciona un aparato de protección frente al hielo electrotérmico para una aeronave, que comprende una pluralidad de elementos de calentador, formado cada uno como una esterilla, montado en una parte de aeronave, y caracterizado por al menos un sensor de temperatura de fibra óptica montado dentro de dicha parte y situado en o adyacente a dichas esterillas para detectar la temperatura respectiva de cada una de dichas esterillas, para determinar un estado de sobrecalentamiento de dicha esterilla.

El aparato de protección frente al hielo puede instalarse ventajosamente en cualquier parte apropiada de una aeronave, pero una ubicación preferida es el ala de aeronave, especialmente el borde de ataque, que es vulnerable a problemas de formación de hielo. Se apreciará que la invención tiene una aplicación particular para una aleta (*slat*) situada a lo largo del borde de ataque.

El uso de fibras ópticas y su inmunidad a efectos de interferencia electromagnética y a rayos proporciona una ventaja considerable sobre conexiones metálicas tradicionales para sensores de temperatura discretos convencionales.

5 Adicionalmente, pueden realizarse muchas mediciones de temperatura en múltiples ubicaciones usando una única fibra óptica con una única conexión. Esto reduce drásticamente el peso, la complejidad y el número de componentes en comparación con los métodos de medición eléctrica equivalentes que comprenden múltiples termopares, que requieren cada uno cables y conexiones individuales.

10 Cuando una pluralidad de esterillas de calentador están colocadas adyacentes entre sí, una hebra de fibra óptica continua puede extenderse a través de y entre cada esterilla. En algunas circunstancias, puede desearse conectar conjuntamente con elementos de conector apropiados longitudes más cortas de fibra para proporcionar una única longitud de fibra continua. El sensor de fibra continua puede usarse entonces para determinar la temperatura en ubicaciones arbitrarias a lo largo de su longitud y dentro de las esterillas de calentador, proporcionando así
15 información de distribución de temperatura a través de las esterillas de calentador. Esta información de temperatura se usa para monitorizar posibles problemas de sobrecalentamiento dentro de la estructura o parte de aeronave. Esta capacidad de detección distribuida no sólo proporciona posibles mejoras de seguridad (al monitorizar una extensión del sistema de calentador mayor de lo que es posible usando tecnología de sensor discreto) sino que también ayuda a optimizar las distribuciones de potencia de las esterillas de calentador.

20 Normalmente, al usar una tecnología de sensor discreto conocida, se monitorizan temperaturas estructurales en sólo una ubicación de esterilla de calentador (habiéndose estimado esta esterilla como la más crítica) debido al gasto y complicación de instalar muchos dispositivos de sensor. Usar el enfoque de detección de fibra óptica según realizaciones de la invención permite que se monitoricen las temperaturas de todas las esterillas. Entonces pueden detectarse problemas de sobrecalentamiento en cualquiera de las esterillas y puede adoptarse una acción apropiada. Por ejemplo, la potencia podría reducirse sólo para esterillas en un estado de sobrecalentamiento, mientras que, con un único sensor discreto, normalmente tendría que reducirse la potencia para todo el conjunto de esterillas de calentador puesto que tendría que suponerse que toda la disposición puede estar experimentando un problema.

30 La disposición de sensor de fibra óptica según una realización preferida de la invención pasa información de temperatura de esterilla de calentador de vuelta a una unidad de control del sistema de protección frente al hielo (IPS) a través de una conexión directa dentro del tubo de cableado del sistema o a través de un bus de datos del sistema sensor. La unidad de control de IPS puede controlar la distribución de potencia eléctrica a las esterillas de calentador individuales. La información de temperatura desde los calentadores permite que la unidad de control de IPS monitoree problemas de sobrecalentamiento y reaccione gestionando la distribución de potencia a las esterillas individuales. Es probable que la capacidad del aparato/sistema de protección frente al hielo según realizaciones de la invención de monitorizar eficazmente todas las temperaturas de esterilla de calentador mejore la seguridad de las plataformas en las que está instado en comparación con los sistemas de sensor único conocidos, y que permita una respuesta medida para cualquier problema identificado. La unidad de control de IPS adicionalmente tiene el potencial, con la monitorización de temperatura de esterillas de calentador más extensa de la invención, de ajustar la potencia que se distribuye a cada esterilla para obtener un rendimiento óptimo en términos de consumo de potencia mínima para lograr un nivel dado de protección.

45 Según realizaciones de la invención, pueden obtenerse beneficios de seguridad añadidos de la monitorización de la estructura en muchas ubicaciones, conjuntamente con la posibilidad de usar información de temperatura para optimizar la distribución de potencia de calentador. Convenientemente, la invención puede emplearse inmediatamente en pruebas y desarrollo (o bien a escala completa o bien en túnel de viento), cuando se requieren muchos más puntos de detección de temperatura para validar el diseño.

50 Debe entenderse que la forma precisa del sensor de fibra óptica puede adoptar una variedad de formas. En una realización preferida de la invención, se forman redes de Bragg a intervalos a lo largo de la longitud de la fibra, de modo que la reflexión desde cada red a una longitud de onda particular proporciona una indicación de temperatura en la red. Alternativamente, puede emplearse una detección continua a lo largo de la toda la longitud del sensor, monitorizando la luz dispersada desde el interior de la fibra.

60 Opcionalmente, se incorpora un sensor basado en fibra óptica (FO) en una esterilla de calentador formada de material compuesto. El sensor de FO está incrustado en el material compuesto preformado, que comprende o bien una de las capas de una estructura de material compuesto que incorpora esterillas de calentador electrotérmicas antes del proceso de curado o bien en la esterilla de calentador basada en material compuesto unida a una estructura metálica. La capacidad de incorporar el sensor de fibra óptica en una disposición de material compuesto simplifica en gran medida el proceso de fabricación, en comparación con usar sensores discretos, garantizándose la consistencia de ubicación y un compromiso mínimo para la integridad estructural. Además, debido a que se ha demostrado eficazmente la robustez de las fibras ópticas a lo largo del proceso de curado con fibras que pueden soportar los entornos mecánicos, químicos y térmicos que pueden implicar presiones y temperaturas típicas de 80
65 psi y 200°C para materiales compuestos de carbón curados en autoclave, se minimiza el problema de que los

sensores se vuelvan inutilizables durante el proceso de fabricación.

No hay ningún enfoque estandarizado para la incrustación de fibras en estructuras de material compuesto, desarrollando los proveedores individuales sus propios enfoques propietarios basándose en ensayos de fabricación para aplicaciones específicas. En general, las fibras ópticas se empaquetan de alguna manera de modo que puedan manipularse fácilmente por fabricantes no especialistas. El empaquetado normalmente consiste en una funda protectora sobre la longitud de la fibra. La funda debe ser compatible con el material en el que va a incrustarse y se realiza idealmente de la misma fibra estructural que el material compuesto (por ejemplo funda trenzada de fibra de vidrio / carbón). Algunos proveedores proporcionarán fibras ópticas listas incorporadas en 'multifilamentos continuos' de fibra preimpregnados de resina o secos. Las fibras empaquetadas se ponen luego en el material compuesto cuando se dispone capa a capa.

Puede realizarse una conexión con los sensores de fibra óptica (FO) en una ubicación conveniente usando una tecnología de conector de FO incrustado, si se requiere (véase I. Read's paper on "Development and testing of connectors for optical fibres embedded into high strength composite materials": International workshop on structural health monitoring, Stanford, septiembre de 2005). Las fibras ópticas pueden empaquetarse con sus conectores de modo que todo el conjunto puede situarse como un todo en el material compuesto durante su disposición. El resultado final es un artículo de material compuesto con una fibra óptica incrustada completada con un conector semiincrustado. Otros métodos para tratar la conexión con la fibra incrustada usan conductores de salida en los que la fibra incrustada sale del material compuesto a través de la superficie o en un borde adecuado.

Las anteriores y otras características de la invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas y se explicarán a continuación mediante referencia a una realización preferida que se ilustra en los dibujos adjuntos, en los que:

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una sección transversal del borde de ataque de una aleta de un ala de aeronave que incorpora una realización de la invención;

la figura 2 es una vista de diagrama esquemático de una serie de esterillas de calentador colocadas a lo largo de la envergadura de la aleta de la figura 1;

la figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de la realización de la figura 1 que ilustra una ubicación típica para un sensor de temperatura de fibra óptica y que muestra temperaturas de esterilla de calentador típicas; y

la figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema de control que incorpora la realización de la figura 1.

Descripción detallada de la realización preferida

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, se define una aleta 2 de borde de ataque de un ala de aeronave por una superficie curvada, que en este ejemplo se forma como un blindaje 4 frente a la erosión metálico externo, capas 6, 10 internas de material compuesto dieléctrico y estructural y una capa 8 de esterillas de calentador. Cada esterilla de calentador se extiende en cierta medida en el sentido de la cuerda, en una dirección perpendicular a la longitud o envergadura de la aleta. Las esterillas 12₁, 12₂ de calentador, adyacentes al borde de ataque, definen lo que se conoce como banda de separación, donde el control de la descongelación es crítico, y son más pequeñas en anchura que las esterillas 12₃, 12₄ de calentador, etc., separadas del borde de ataque. Se determinará la anchura de cada esterilla de calentador, entre otras cosas, en la medida en que las consideraciones de descongelación varíen a través de la cuerda, y esto se determinará fácilmente por el experto en la técnica.

Tal como se muestra esquemáticamente en la figura 2, una serie de esterillas 12₁, 12₂, 12₃ de calentador, etc., se extiende a lo largo de la envergadura o longitud de la aleta, teniendo cada esterilla una longitud predeterminada; tal como apreciará el experto en la técnica, esta longitud puede determinarse mediante consideraciones prácticas al formar las esterillas de calentador en la aleta. Las esterillas de calentador forman parte de un aparato/sistema de protección frente al hielo electrotérmico, y cada esterilla se acopla a conductores de alimentación eléctrica (véase la figura 4) para proporcionar cantidades controladas de densidad de potencia eléctrica para cada esterilla, según se determine por un sistema de control. Cada esterilla de calentador comprende una almohadilla de material compuesto en la que pueden incrustarse elementos de calentador (tal como se describió anteriormente), y esta almohadilla puede formar parte de una capa de material compuesto estructural de la aleta, o, en una modificación, puede unirse a una capa metálica, tal como un blindaje 4 frente a la erosión.

Tal como se muestra en la figura 2, se proporciona una serie de fibras 14 ópticas de detección de temperatura a lo largo de la longitud del ala, extendiéndose cada sensor de fibra óptica (FO) en una dirección transversal (en el sentido de la cuerda), y estando asignado un sensor a cada conjunto de esterillas que tienen la misma ubicación a lo largo de la envergadura del ala. Un sensor o una serie de sensores en una única o múltiples fibras se incorpora normalmente en una disposición preimpregnada de material compuesto antes de la inyección de resina y el curado. También son posibles configuraciones alternativas en las que los sensores de temperatura de fibra óptica se aplican

como características unidas a la superficie después de la fabricación de la estructura. Los extremos de las fibras ópticas se conectan a piezas de conector adecuadas en ubicaciones remotas que no son críticas para la detección de temperatura o la integridad estructural.

5 La temperatura de las esterillas tal como se detecta por las fibras 14 ópticas se alimenta de vuelta al sistema de control para monitorizar y controlar posibles problemas de sobrecalentamiento. Tal como se mencionó anteriormente, cada fibra puede detectar la temperatura de manera continua a lo largo de la longitud de la fibra, o en ubicaciones específicas a lo largo de la longitud de la fibra por medio de redes de Bragg. Comúnmente, será suficiente la detección en una única ubicación central para cada esterilla, tal como se indica en 16. Sin embargo, para propósitos de pruebas iniciales, puede desearse tomar muestras de la temperatura en un gran número de ubicaciones. Pueden incorporarse fibras adicionales o redes de Bragg adicionales para permitir tales pruebas.

15 La figura 3 ilustra una ubicación típica para el sensor de fibra óptica (FO) y las ubicaciones típicas en las que la temperatura puede monitorizarse alrededor de la cuerda de aleta a través de cada una de las zonas de calentador individuales. Ubicaciones de esterilla de calentador típicas alrededor de la cuerda de una aleta se han sombreado para ilustrar una distribución de temperatura típica. Se ilustra la ubicación de una fibra óptica incrustada para detectar temperatura a través de la región de esterilla de calentador.

20 En referencia a la figura 4, se muestra un diagrama de bloques de un aparato/sistema de protección frente al hielo electro térmico que incorpora la realización de la figura 1. Se muestra una única fibra 14 óptica que tiene redes 16_1-16_n de Bragg, situadas en los puntos medios de respectivas esterillas 12_1-12_n de calentador. La fibra 14 óptica se acopla a través de un conector 18 a la unidad 20 de control de IPS, en la que se demodulan las señales de impulso óptico que pasan a lo largo de la fibra, de modo que se determina la frecuencia de luz que se dispersa por cada red de Bragg. El valor preciso de la frecuencia de luz dispersada para cada red de Bragg proporciona una medida precisa de la temperatura de la respectiva esterilla de calentador. Tal como se muestra esquemáticamente en 22, se determina una señal de tensión que representa el valor de frecuencia de cada impulso de red de Bragg como en 22_1-22_n , y se proporciona en el bus 24 a un procesador 26. El procesador 26 determina si cada señal de frecuencia es mayor que un respectivo valor umbral. Esto indica un estado de sobrecalentamiento de la respectiva esterilla de calentador, y se proporcionan señales de control de salida apropiadas en un bus 28, desde allí, a líneas 30_1-30_n de control. Cada línea de control controla una respectiva unidad 32_1-32_n de conmutación/ganancia en una respectiva línea 34_1-34_n de potencia para cada esterilla 16_1-16_n de calentador.

35 Tal como se indicó anteriormente, la detección de un estado de sobrecalentamiento puede provocar que la unidad de control de IPS apague selectivamente la potencia para la esterilla de calentador apropiada, y para esterillas cercanas según se requiera, o que reduzca la potencia suministrada. El sistema es completamente flexible y puede realizarse cualquier respuesta apropiada a la determinación de un estado de sobrecalentamiento. En una configuración común, tal como se muestra en las figuras 1 y 3, las esterillas $12_1, 12_2$ de calentador se activan con una cantidad apropiada de potencia para garantizar que no pueda formarse hielo en las esterillas; las esterillas $12_1, 12_2$ de calentador forman lo que se conoce como banda de separación. El hielo que pueda formarse sobre las esterillas 12_3 de calentador, etc. o bien se retira por las fuerzas aerodinámicas y/o bien se suministran cantidades apropiadas de potencia a las esterillas para garantizar que el hielo no pueda adherirse a la superficie de aleta.

45 La detección por fibra óptica (FO) permite que se monitoricen las temperaturas en todas las esterillas de calentador. En el caso de la detección de un único evento de sobrecalentamiento de esterilla, la potencia puede reducirse para esa esterilla particular. Dependiendo de la ubicación de la esterilla problemática, puede regularse la potencia para otras esterillas para intentar evitar cualquier impacto en el nivel de protección frente al hielo. Por ejemplo, las esterillas aguas arriba podrían asumir un modo de evaporación, o podrían modificarse ciclos de descongelación para garantizar que sólo se acumule hielo en las esterillas delanteras desde las que puede deshacerse posteriormente. Este modo de funcionamiento sería subóptimo en términos de potencia consumida pero garantizaría niveles continuados de protección frente al hielo.

55 El sistema de control mostrado en la figura 4 es ilustrativo, y pueden emplearse otras implementaciones. Por ejemplo, una implementación alternativa según otra realización de la invención es que las señales de fibra óptica (FO) se decodifican en el ala de aeronave y se pasan los datos a la unidad de control de IPS mediante un bus de datos de sensor de ala electrónico a través de una unidad de interfaz remota (RIU).

60 Debe entenderse que cualquier característica descrita en relación con una realización cualquiera puede usarse sola, o en combinación con otras características descritas, y también puede usarse en combinación con una o más características de cualquier otra de las realizaciones o cualquier combinación de cualquier otra de las realizaciones. Además, también pueden emplearse equivalentes y modificaciones no descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de monitorización de temperatura para un aparato de protección frente al hielo electrotérmico de una aeronave, en el que el aparato incluye una pluralidad de elementos (12) de calentador, formado cada uno como una esterilla, y montado en una parte (2) de aeronave, estando caracterizado el método por proporcionar al menos un sensor (14) de temperatura de fibra óptica montado dentro de dicha parte y detectar la temperatura de cada una de dichas esterillas, y determinar un estado de sobrecalentamiento de una de dichas esterillas en caso de tal sobrecalentamiento.
- 10 2. Método según la reivindicación 1, que incluye ajustar y/o conmutar selectivamente la potencia suministrada a los elementos (12) de calentador tras la detección de un estado de sobrecalentamiento.
- 15 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho sensor (14) está o bien dispuesto para detectar temperatura en una región continua a lo largo de su longitud, o bien en ubicaciones predeterminadas a lo largo de su longitud.
- 20 4. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que dicha parte de aeronave comprende una aleta (2) para el borde de ataque de un ala de aeronave.
- 25 5. Aparato de protección frente al hielo electrotérmico para una aeronave, que comprende una pluralidad de elementos de calentador, formado cada uno como una esterilla (12), montado en una parte (2) de aeronave y caracterizado por al menos un sensor (14) de temperatura de fibra óptica montado dentro de dicha parte y situado en o adyacente a dichas esterillas para detectar la temperatura de cada una de dichas esterillas, para determinar un estado de sobrecalentamiento de una de dichas esterillas.
- 30 6. Aparato según la reivindicación 5, que incluye medios (26) para determinar la temperatura de cada esterilla en relación con un valor umbral, para proporcionar una señal de sobrecalentamiento.
- 35 7. Aparato según la reivindicación 5 ó 6, que incluye medios (32) para ajustar y/o conmutar selectivamente la potencia suministrada a cada esterilla (12) dependiendo de la detección de un estado de sobrecalentamiento de una esterilla.
- 40 8. Aparato según la reivindicación 5 ó 6 ó 7, en el que dicha parte comprende una aleta (2) para el borde de ataque de un ala de aeronave.
- 45 9. Aparato según la reivindicación 8, en el que dicha aleta (2) incluye una parte de borde de ataque formada de una construcción de tipo sándwich que incluye un blindaje (4) metálico externo y una capa (6, 10) interna de material compuesto.
- 50 10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en el que dicha esterilla (12) comprende una esterilla de material compuesto.
- 55 11. Aparato según la reivindicación 10, en el que dicha parte (2) está formada de material compuesto, y dichas esterillas (12) están incorporadas en dicho material compuesto.
- 60 12. Aparato según la reivindicación 10, en el que dicha parte (2) incluye una capa (4) metálica, y dichas esterillas (12) están unidas a dicha capa metálica.
- 65 13. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que dichas esterillas (12) están colocadas de manera contigua a través del borde de ataque de la aleta (2), siendo las esterillas adyacentes al borde de ataque de una dimensión relativamente pequeña, y siendo las esterillas alejadas del borde de ataque de una dimensión más grande.
14. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que están previstas una serie de esterillas (12) de calentador extendiéndose a lo largo de la longitud de la aleta (2).
15. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que dicho al menos un sensor (14) se extiende transversalmente en una dirección en el sentido de la cuerda a través de dicha aleta (2).
16. Aparato según la reivindicación 14 ó 15, en el que están previstos una serie de sensores (14), extendiéndose cada uno transversalmente a la aleta (2).
17. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, en el que dicho al menos un sensor (14) está incrustado en el material compuesto preformado de dichas esterillas (12).
18. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 17, en el que dicho al menos un sensor (14) está

dispuesto para detectar la temperatura de manera continua a lo largo de su longitud.

19. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 17, en el que dicho al menos un sensor (14) incorpora una serie de redes (16) de Bragg a lo largo de su longitud para detectar la temperatura en las ubicaciones de dichas redes.

5

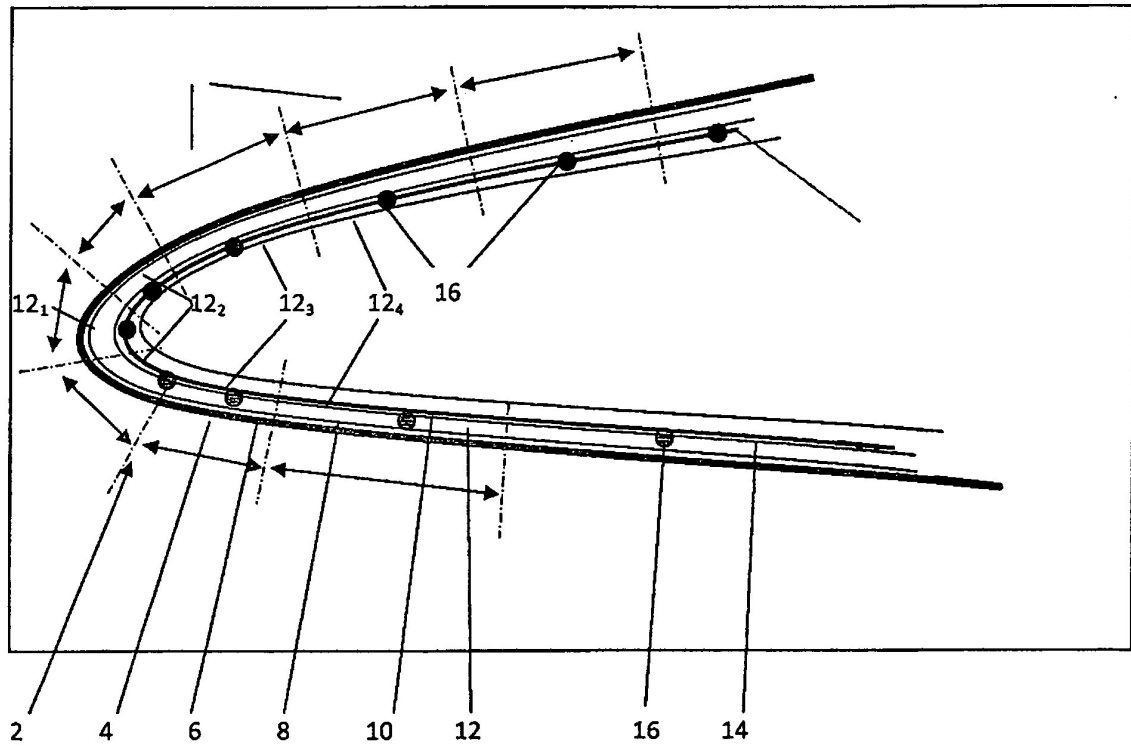


Figura 1

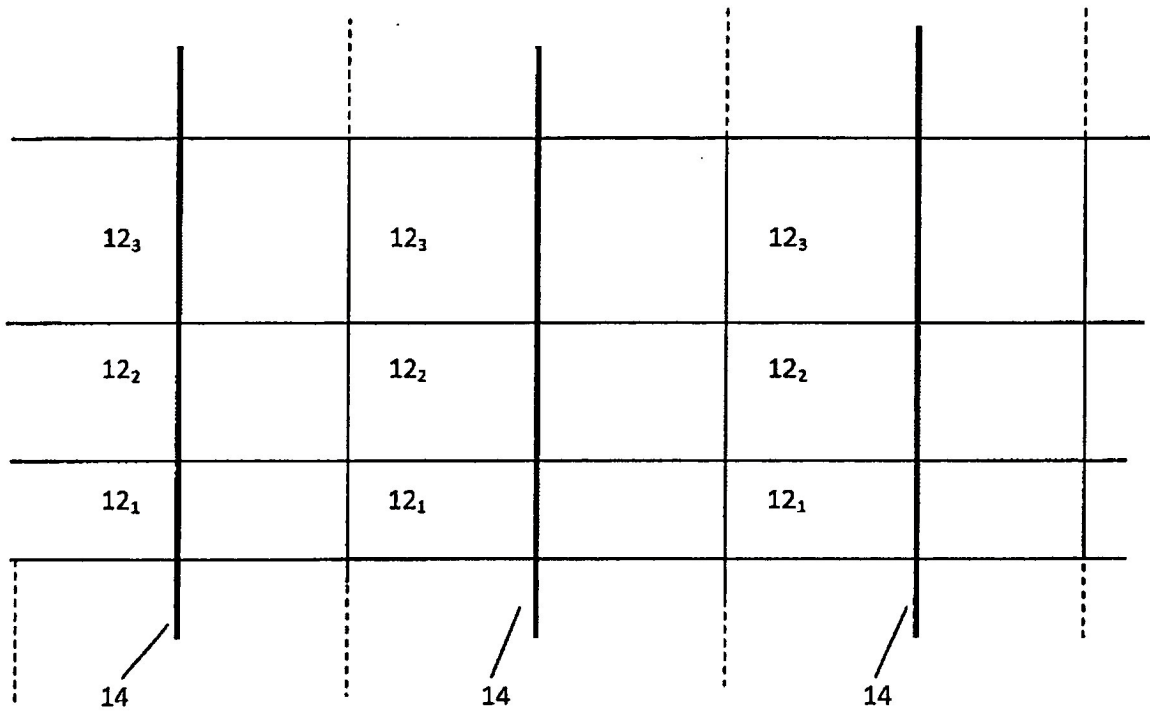


Figura 2

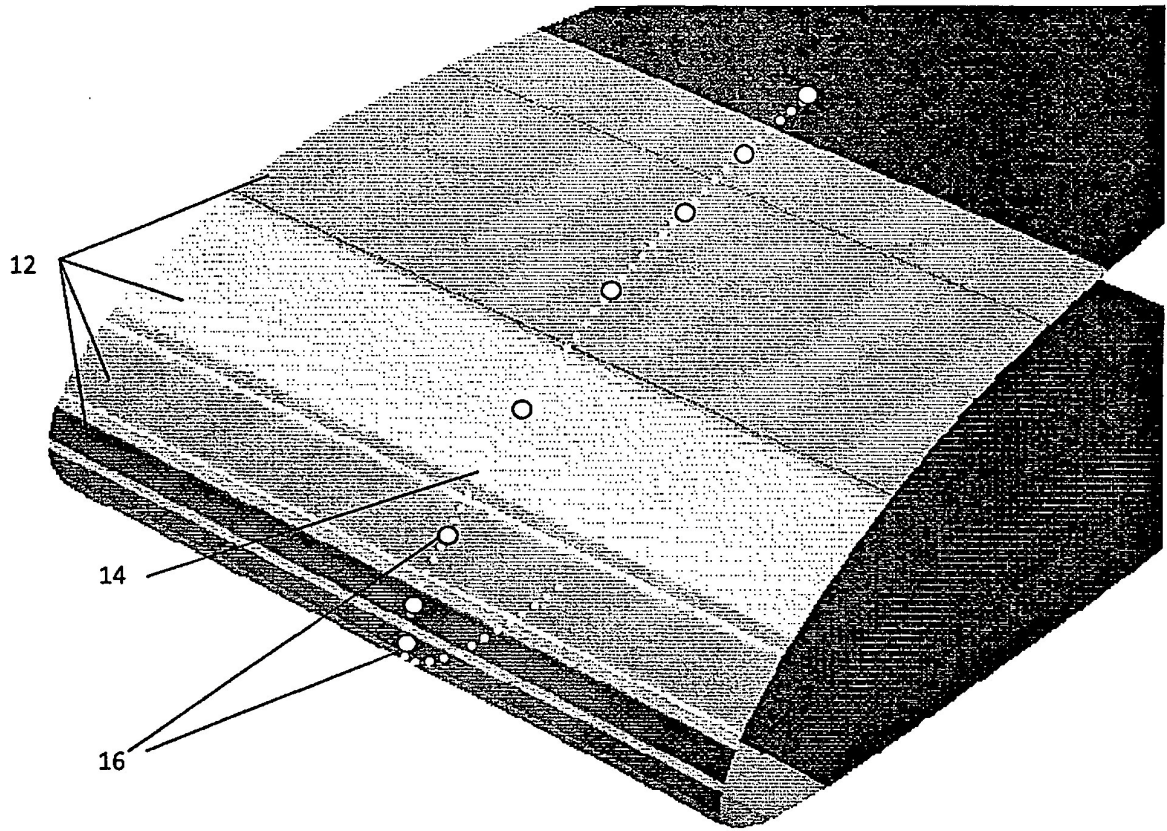


Figura 3

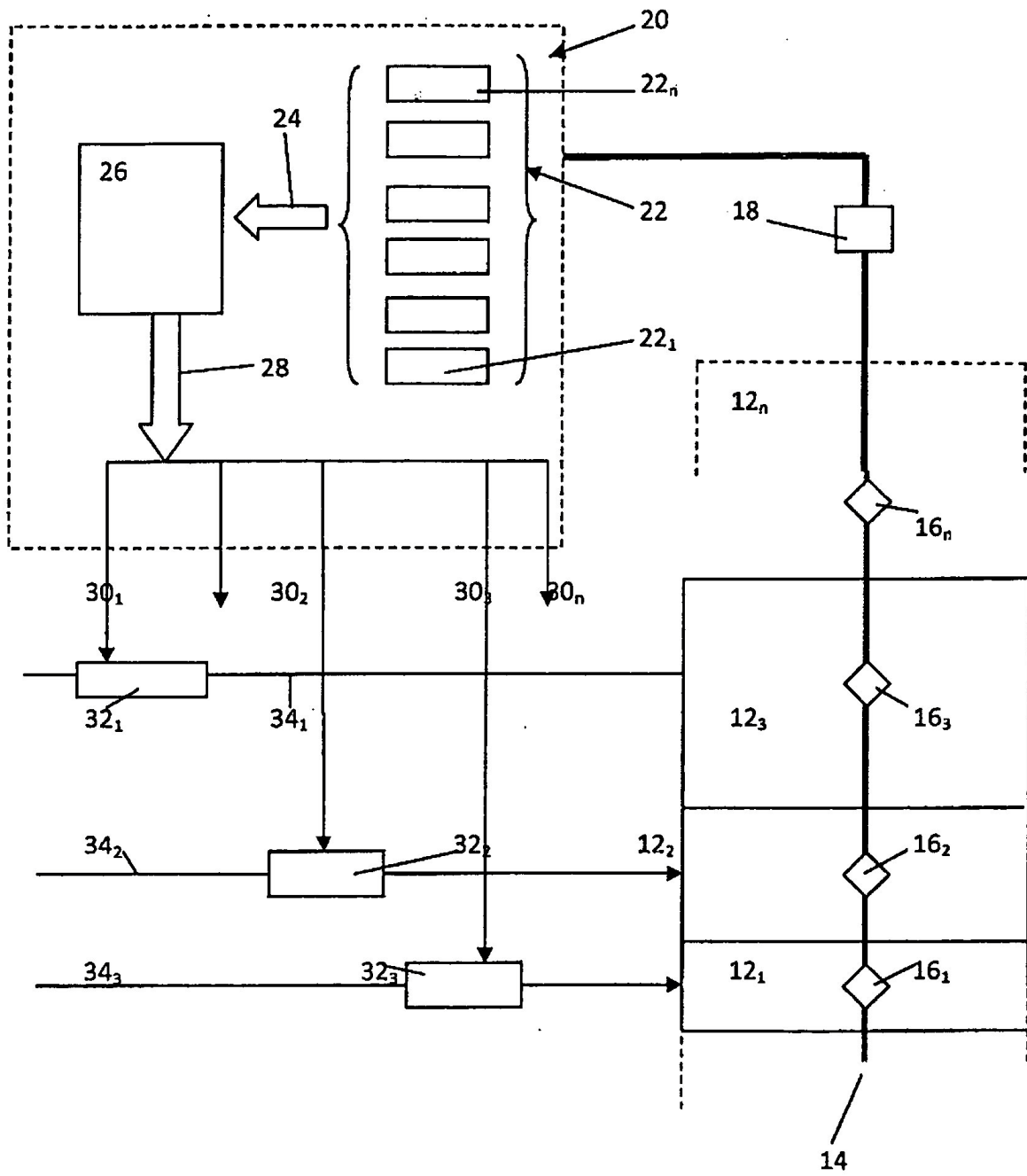


Figura 4