



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 323 514**

51 Int. Cl.:

B64D 15/20 (2006.01)

G01N 21/71 (2006.01)

G01J 5/00 (2006.01)

G01J 5/52 (2006.01)

B64F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05851179 .1**

96 Fecha de presentación : **04.05.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1751000**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.02.2007**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la detección de hielo y otros residuos sobre la superficie de un elemento.**

30 Prioridad: **26.05.2004 US 854691**

73 Titular/es: **The Boeing Company
100 North Riverside Plaza
Chicago, Illinois 60606-1596, US**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.07.2009

72 Inventor/es: **Nichols, Davis, B.**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.07.2009

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

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

Sistema y procedimiento para la detección de hielo y otros residuos sobre la superficie de un elemento.

5 Antecedentes de la invención**1) Campo de la invención**

La presente invención se refiere a la detección de residuos sobre una superficie tales como hielo sobre una parte exterior de una aeronave y, más en particular, se refiere a la detección de tales residuos según las características radiantes de la superficie y/o de los residuos.

2) Descripción de la técnica relacionada

La formación de hielo y de otros residuos sobre carreteras, puentes, edificios, vehículos y similares puede afectar negativamente a las características de estos dispositivos. Por ejemplo, la formación de hielo sobre las superficies exteriores de una aeronave puede comprometer el funcionamiento de la aeronave. Por esta razón, muchas aeronaves presentan un detector de hielo que se utiliza para determinar si se ha formado hielo sobre partes críticas de la aeronave. Un detector de hielo típico incluye una sonda que se extiende desde el exterior de la aeronave. La sonda se activa para vibrar a una frecuencia predeterminada. Ya que el hielo u otros residuos se forman o se acumulan sobre la sonda, la masa adicional de los residuos cambia la frecuencia de vibración. La sonda detecta este cambio en la frecuencia y, por tanto, reconoce que existe un estado de formación de hielo en la sonda. Puede determinarse el estado de formación de hielo sobre partes críticas de la aeronave, tales como las alas y las superficies de control, cuando existe un estado de formación de hielo en la sonda y puede activarse un sistema de eliminación de hielo. Por ejemplo, el sistema de eliminación de hielo puede dirigir un flujo de aire caliente desde los motores de la aeronave a través de pasos que se extienden a través de las alas, recubrimientos de los motores u otras partes de la aeronave para derretir el hielo. Como alternativa, el sistema de eliminación de hielo puede incluir elementos de calentamiento resistentes dispuestos en las alas, recubrimientos de motores u otras partes críticas y configurados para calentar las partes críticas para derretir el hielo.

Desafortunadamente, existe un cierto grado de incertidumbre en la relación entre el estado de formación de hielo medido por la sonda y la formación real de hielo sobre las partes críticas de la aeronave. Con el fin de proporcionar un margen de seguridad para cubrir esta incertidumbre, las partes críticas de la aeronave se calientan algunas veces cuando no se ha formado hielo sobre estas partes hasta la intensidad necesaria para eliminar el hielo formado sobre las mismas. Este calentamiento excesivo requiere aire sangrado a partir de los motores de la aeronave o potencia a partir del sistema eléctrico de la aeronave y, por lo tanto, se produce un consumo de combustible innecesario y/o un peor rendimiento de la aeronave, aumentando de ese modo los costes de vuelo de la aeronave.

Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema y de un procedimiento mejorados para la detección de hielo y/o de otros residuos que pueden acumularse sobre las partes críticas de una aeronave u otros dispositivos. Preferentemente, el sistema debería detectar de manera precisa la presencia de residuos sobre las partes críticas del dispositivo para que pueda minimizarse el calentamiento innecesario o la limpieza de estas partes.

El documento DE-A1-19 832 833 está dirigido a una disposición termográfica, especialmente para la investigación termográfica de una pieza de trabajo, que presenta una fuente de radiación infrarroja plana y un dispositivo de detección y de formación de imágenes de infrarrojos que determina posiciones bidimensionales. Una fuente infrarroja irradia una pieza de trabajo mientras que el detector detecta la radiación infrarroja emitida por la pieza de trabajo. Una unidad de procesamiento y de control controla el detector evaluando los datos recibidos desde el mismo. La fuente es una fuente plana que irradia una superficie extendida de la pieza de trabajo. El detector es un dispositivo de detección y de formación de imágenes de infrarrojos que determina posiciones bidimensionales.

El documento US-B1-6.452.180 está dirigido a la inspección infrarroja para determinar películas residuales sobre dispositivos semiconductores. El procedimiento descrito incluye calentar la pieza de trabajo de manera que la película represente mediante imágenes las radiaciones infrarrojas. La firma infrarroja de la radiación emitida desde la película se detecta y se compara con la firma infrarroja conocida y se genera una señal indicativa de una desviación entre la firma infrarroja de la radiación infrarroja emitida y la firma infrarroja conocida. Este procedimiento está especialmente diseñado para la detección de residuos, tales como residuos de óxido, sobre películas de nitruro.

El documento US-A-5.823.474 desvela un sistema de detección de hielo y de eliminación de hielo para una aeronave en el que una aeronave está situada de manera remota con respecto a un generador de rayos láser. Un rayo de energía radiante se refleja desde un espejo de manera que el rayo incide y crea un área de contacto sobre la superficie de la aeronave y el espejo se manipula para mover el área de contacto por la superficie de la aeronave. El calor calienta y elimina el hielo, la nieve y el agua de la superficie de la aeronave a medida que el área de contacto del rayo se mueve por la misma.

Breve resumen de la invención

La presente invención proporciona una aeronave que comprende un sistema de detección para detectar residuos sobre una superficie de una parte exterior de la aeronave, estando configurado el sistema de detección para usarse durante el vuelo y que comprende:

- un dispositivo de calentamiento montado a bordo de la aeronave en comunicación térmica con la parte exterior y configurado para calentar la superficie exterior de la aeronave;
- un dispositivo de detección infrarrojo montado sobre la aeronave y configurado para detectar la radiación infrarroja emitida desde la parte exterior; y
- un dispositivo de monitorización que se comunica con el dispositivo de detección y configurado para monitorizar un cambio en la emisión desde la parte exterior y, por tanto, para detectar la presencia de residuos sobre la superficie de la parte exterior. La presencia de residuos puede detectarse de manera precisa y sin basarse en una correlación con un estado de formación de hielo presente en una sonda remota.

Según una realización de la presente invención, el sistema de detección incluye un dispositivo de calentamiento en comunicación térmica con el elemento, un dispositivo de detección infrarrojo, y un dispositivo de monitorización que se comunica con el dispositivo de detección. El dispositivo de calentamiento puede ser un sistema de eliminación de hielo convencional, tal como un dispositivo de calentamiento eléctrico o un sistema para dirigir gases calientes a través de un paso en comunicación térmica con un ala u otro elemento de una aeronave. El dispositivo de detección está configurado para detectar la radiación infrarroja emitida desde el elemento, y el dispositivo de monitorización está configurado para monitorizar un cambio en la emisión desde el elemento y, por tanto, para detectar la presencia de residuos sobre la superficie del elemento.

El dispositivo de monitorización puede configurarse para comparar el cambio en la emisión del elemento con una característica predeterminada. Además, el dispositivo de detección puede configurarse para detectar la radiación infrarroja emitida desde una pluralidad de partes sobre la superficie del elemento, y el dispositivo de monitorización puede configurarse para detectar cambios en la radiación emitida desde la pluralidad de partes y, por tanto, para detectar la presencia de residuos sobre la superficie del elemento en cada parte.

El dispositivo de monitorización también puede configurarse para controlar el dispositivo de calentamiento. Por ejemplo, el dispositivo de monitorización puede activar el dispositivo de calentamiento tras la detección de hielo sobre el elemento. Además, el dispositivo de monitorización puede configurarse para transmitir una señal electrónica a un dispositivo indicador de estado que indique la detección de residuos sobre el elemento.

Según un procedimiento de la presente invención, un dispositivo de calentamiento se activa y, por tanto, calienta el elemento, se detecta un cambio resultante en la radiación infrarroja emitida desde el elemento y ese cambio se analiza para determinar la presencia o ausencia de residuos sobre la superficie del elemento. Por ejemplo, puede determinarse un perfil de la radiación emitida desde el elemento en función del tiempo, y ese perfil puede compararse con perfiles temporales de características predeterminadas. Las características de perfil predeterminadas pueden determinarse activando el dispositivo de calentamiento cuando se determine la presencia de residuos sobre el elemento, detectando la radiación infrarroja emitida desde el elemento y determinando el cambio resultante en la radiación infrarroja. Además, los perfiles de la radiación emitida desde el elemento pueden detectarse y monitorizarse para una pluralidad de partes de la superficie para detectar la presencia de hielo sobre la superficie en cada parte.

Los residuos pueden detectarse según el grado de aumento en la radiación emitida desde el elemento durante y después de la etapa de calentamiento, o según el grado de disminución en la radiación emitida desde el elemento después de la etapa de calentamiento. Además, tras la detección de residuos sobre el elemento, puede transmitirse una señal electrónica a un dispositivo indicador de estado y/o el dispositivo de calentamiento puede activarse automáticamente en un modo de limpieza de residuos.

El sistema y el procedimiento de detección se usan para detectar hielo sobre una parte exterior de una aeronave. El dispositivo de calentamiento y el dispositivo de detección están a bordo de la aeronave y están configurados para funcionar durante el vuelo o sobre tierra. Como alternativa, el dispositivo de detección puede estar situado en una ubicación remota con respecto a la aeronave y estar configurado para detectar la radiación emitida cuando la aeronave esté en tierra o durante el vuelo. En cualquier caso, la activación, la detección y la determinación pueden repetirse según una planificación predeterminada.

Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

Después de haber descrito la invención en términos generales, a continuación se hará referencia a los dibujos adjuntos, que no están dibujados necesariamente a escala, y en los que:

la figura 1 es una vista en planta que ilustra una aeronave con un sistema para detectar hielo u otros residuos sobre la aeronave según una realización de la presente invención;

la figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra un ala de la aeronave de la figura 1;

la figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra el sistema de detección según una realización de la presente invención;

la figura 4 es un gráfico que ilustra las magnitudes y el comportamiento temporal de impulsos de energía térmica de diagnóstico que se suministran a la superficie que va a probarse, y las magnitudes y el comportamiento temporal de los impulsos de firma de radiación infrarroja resultantes emitidos por la combinación de la superficie y de cualquier residuo acumulado sobre la misma, tal y como se observa mediante un sistema de detección como el sistema de detección ilustrado en la figura 3;

y la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra las operaciones para detectar hielo u otros residuos sobre una superficie según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

A continuación se describirá la presente invención en mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos en los que se muestran algunas, pero no todas, las realizaciones de la invención. De hecho, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes, tal y como se define en el contenido de las reivindicaciones. Los mismos números se refieren a los mismos elementos a lo largo de las reivindicaciones desveladas.

Haciendo referencia a continuación a las figuras y, en particular, a las figuras 1 a 3, se muestra un sistema de detección 10 para detectar hielo u otros residuos sobre una aeronave 50. La aplicación del sistema de detección 10 de la presente invención está limitada a una aeronave, y debe entenderse que el sistema de detección 10 puede utilizarse para detectar hielo u otros residuos sobre una variedad de elementos y superficies de la aeronave. El sistema de detección 10 puede usarse para detectar hielo sobre cualquier parte de la aeronave 50. Además, el sistema 10 puede usarse para detectar varios tipos de residuos incluyendo hielo, suciedad o polvo, agua y otros materiales. Tales elementos emiten radiaciones infrarrojas en diferentes magnitudes, y la magnitud de la radiación infrarroja de cada elemento generalmente varía en función de la temperatura.

Tal y como se muestra en las figuras 1 y 2, el sistema de detección 10 incluye al menos un dispositivo de detección infrarrojo 20 que está configurado para detectar la radiación infrarroja emitida por un elemento de la aeronave 50. Por ejemplo, cada dispositivo de detección 20 ilustrado en la figura 1 está configurado para detectar la radiación emitida desde un ala 52 respectiva de la aeronave 50 pero en otras realizaciones el dispositivo de detección 20 puede detectar adicional o alternativamente emisiones desde otros elementos de la aeronave 50 tales como los timones de dirección, los timones de profundidad, el recubrimiento de los motores, las hélices, etc. El dispositivo de detección 20 puede ser una cámara infrarroja que detecte la radiación infrarroja emitida desde una pluralidad de partes o puntos del ala 52 y desde cualquier residuo acumulado sobre la misma. En particular, el dispositivo 20 puede ser un dispositivo de múltiples píxeles, estando configurado cada píxel para detectar la radiación emitida desde una parte correspondiente del ala 52.

Tal y como se ilustra en las figuras 2 y 3, el dispositivo de detección 20 se comunica con un dispositivo de monitorización 30 que está configurado para monitorizar las emisiones infrarrojas del ala 52. Por ejemplo, el dispositivo de monitorización 30 puede estar situado dentro de la cabina de la aeronave 50 y puede estar conectado eléctricamente al dispositivo de detección 20 mediante cables. Como alternativa, el dispositivo de monitorización 30 puede ser una parte integrante del dispositivo de detección 20 o el dispositivo de monitorización 30 puede ser un dispositivo remoto configurado para comunicarse con el dispositivo de detección 20 a través de una transmisión por radio o de diferente manera. Cuando se usan múltiples dispositivos de detección 20, tales como para las alas 52 de la aeronave 50 de la figura 1, cada dispositivo de detección 20 puede conectarse a un dispositivo de monitorización 30 distinto o más de un dispositivo de detección 20 pueden conectarse a un único dispositivo de monitorización 30.

Tal y como se ilustra en las figuras 1 y 2, el sistema de detección 10 también incluye un dispositivo de calentamiento 40 en comunicación térmica con el ala 52. El dispositivo de calentamiento 40 ilustrado es un sistema de eliminación de hielo convencional para derretir y, por tanto, eliminar el hielo 60 de las alas 52 de la aeronave 50 antes o durante el vuelo. Un material eléctricamente resistente 42 está dispuesto en, sobre o cerca del ala 52, por ejemplo, sobre la superficie interior del borde delantero 54 del ala 52. Cuando se utiliza para una eliminación de hielo convencional, el material resistente 42 se excita eléctricamente y la energía térmica resultante calienta el ala 52 y derrite el hielo acumulado sobre la misma. Como alternativa, el sistema de eliminación de hielo puede ser un sistema para dirigir gas caliente, por ejemplo "aire sangrado", desde los motores de la aeronave a través de uno o más pasos en comunicación térmica con las alas 52. El uso de gas caliente y de un calentamiento resistente eléctrico para la eliminación de hielo se describe, por ejemplo, en las patentes estadounidenses números 3.981.466 a nombre de Shah, 5.011.098 a nombre de McLaren *et al.*, 5.865.397 a nombre de Herrmann y 4.741.499 a nombre de Rudolph *et al.*, cada una de las cuales se ha transferido al cesionario de la presente solicitud.

El dispositivo de monitorización 30 está configurado para monitorizar los cambios en una emisión radiada por el ala 52, por ejemplo, un aumento en la emisión infrarroja debido al funcionamiento del dispositivo de calentamiento 40 o una disminución en la emisión infrarroja cuando finaliza el funcionamiento del dispositivo de calentamiento 40. Debe entenderse que la energía infrarroja también puede emitirse por el hielo 60 o por otros residuos acumulados o

depositados sobre el ala 52, y la emisión total de la combinación del ala 52 y del hielo 60 u otros residuos sobre la misma se denomina generalmente en este documento como la radiación del ala 52, incluso aunque parte de la radiación pueda originarse en el hielo 60 o en los residuos. La figura 4 ilustra gráficamente una secuencia en el tiempo de tres impulsos de entrada térmicos 70 suministrados al ala 52, generados por el dispositivo de calentamiento 40, por ejemplo, tres intervalos durante los cuales se activa el dispositivo de calentamiento eléctrico 40. La figura 4 también ilustra gráficamente dos perfiles de emisión 80, 90 resultantes a modo de ejemplo de la radiación que proviene del ala 52 de la aeronave 50 durante y después de los tres impulsos térmicos 70 suministrados por el dispositivo de calentamiento 40. El primer perfil 80 representa la emisión desde un ala 52 sobre la que no hay hielo 60 depositado, es decir, un ala despejada o limpia. En la realización ilustrada, la emisión infrarroja del ala despejada aumenta rápidamente durante el funcionamiento del dispositivo de calentamiento 40, alcanza un valor máximo poco después de que termine cada impulso térmico 70 y disminuye posteriormente. El segundo perfil 90 representa la emisión desde un ala 52 sobre la que hay depositado hielo 60 u otros residuos. Tal y como se muestra, se espera que la emisión del ala cubierta de hielo crezca con menor rapidez que la del ala despejada y que aumente hasta un valor máximo que sea más pequeño que el valor máximo observado en el caso del ala despejada. Además, la emisión desde el ala cubierta de hielo puede disminuir a una velocidad inferior que la velocidad de disminución del ala despejada. Para una mayor simplicidad en la ilustración, la figura 4 muestra un caso en el que tanto la respuesta 80 del ala despejada como la respuesta 90 del ala cubierta de hielo empiezan desde la misma línea de base, que es el mismo nivel de equilibrio de emisión que existe antes de aplicar el impulso térmico de diagnóstico 70. Sin embargo, en otras realizaciones de la presente invención, el sistema de detección 10 puede comparar los perfiles 80, 90 incluso si los perfiles 80, 90 tienen diferentes niveles de línea de base.

Aunque la presente invención no está limitada a ninguna teoría de funcionamiento particular, se considera que si se suministra un impulso térmico 70 al ala 52, la energía de radiación resultante observada por el dispositivo de detección 20 será diferente dependiendo de si el ala 52 presenta o no residuos acumulados tales como hielo. Usando hielo como ejemplo, esta diferencia en la radiación observada puede producirse por los siguientes motivos (entre otros): (a) el hielo 60 que ha formado una capa entre el ala 52 y el dispositivo de detección 20 tiene un coeficiente de absorción infrarroja significativo y por lo tanto tiende a bloquear la radiación transmitida desde el ala 52 hasta el dispositivo de detección 20, de manera que el dispositivo de detección 20 observará menos radiación desde la superficie de ala subyacente y, al mismo tiempo, la propia capa de hielo emitirá una radiación característica desde su superficie que será observada mediante el dispositivo de detección (20); (b) el hielo 60 acumulado habrá añadido masa y por lo tanto habrá añadido una capacidad térmica al ala 52 y, de este modo, reducirá el aumento de temperatura del ala 52 con respecto al aumento de temperatura del ala 52 despejada para una cantidad dada de energía térmica suministrada por el impulso de entrada térmico 70; (c) la difusividad térmica finita del hielo 60 da como resultado un retardo entre el momento del impulso térmico 70 y del aumento de temperatura de la superficie exterior del hielo 60; (d) el hielo 60 posee un calor de fusión significativo y, por lo tanto, para el caso en el que la superficie interior del hielo alcance la temperatura de fusión, el aumento de temperatura de la capa de hielo, incluyendo la superficie exterior de la capa de hielo observada por el dispositivo de detección 20, se retrasa durante el tiempo en el que la superficie interior de la capa de hielo esté convirtiéndose en agua. Por estas razones y/o por otras razones diferentes, un impulso térmico hasta una superficie cubierta de hielo del ala da normalmente como resultado un perfil de radiación dependiente del tiempo, es decir, un perfil de emisión temporal, del ala en la que el valor máximo es más pequeño en magnitud y se produce con posterioridad con respecto al perfil de radiación dependiente del tiempo de la superficie de ala despejada.

El dispositivo de monitorización 30 detecta la presencia de hielo 60 o de otros residuos sobre la superficie del ala 52 según el cambio en la radiación observada del ala 52. Por ejemplo, el dispositivo de monitorización 30 puede comparar el cambio en la emisión del ala 52 con una característica predeterminada, tal como un valor predeterminado, velocidad o perfil de emisión de radiación temporal. Según una realización de la presente invención, la característica de perfil se determina mediante una operación de calibración en la que un impulso térmico se inicia activando el dispositivo de calentamiento 40 en un momento en el que se sabe que hay hielo sobre el ala 52 y, además, en otro momento en el que se sabe que el ala 52 está despejada. El dispositivo de monitorización 30 monitoriza los cambios en la radiación infrarroja emitida y determina una característica de perfil que representa el ala cubierta de hielo y una característica de perfil que representa el ala despejada. Para un impulso térmico particular, la característica de perfil puede tener un grado de aumento o de disminución particular o un intervalo entre tales grados, un perfil de múltiples órdenes u otro perfil complejo que represente el aumento o la disminución de la emisión, un tiempo o un intervalo de tiempos durante los cuales la emisión esté por encima o por debajo de un valor particular, etc. Debe entenderse que puede determinarse una variedad de otras características de perfil incluyendo, por ejemplo, un valor máximo, es decir, la altura máxima de la curva de emisión de radiación de la figura 4; el intervalo de tiempo entre el impulso térmico y el valor máximo o la fase global del perfil de emisión con respecto a un impulso térmico periódico; la radiación total emitida desde el ala 52, por ejemplo, representada por el área definida por el perfil de emisión y determinada como una integral del perfil de emisión; y/u otros aspectos de la forma del perfil de emisión.

Además, la característica de perfil puede determinarse mediante procedimientos teóricos u otros procedimientos. En particular, la característica de perfil puede determinarse en función de la magnitud y de la duración del impulso de calentamiento, de las características térmicas del material del ala, de la presencia y las características térmicas de cualquier residuo sobre el ala 52 y de la emisividad de la superficie del ala 52 y/o del material del residuo.

El dispositivo de monitorización 30 también puede configurarse para comunicarse con el dispositivo de calentamiento 40 para iniciar el funcionamiento del dispositivo de calentamiento 40 en un modo de diagnóstico pulsado para realizar pruebas sobre los residuos siguiendo determinadas instrucciones. El dispositivo de monitorización 30 también

puede activar el dispositivo de calentamiento 40 según una planificación predeterminada para realizar pruebas sobre los residuos periódicamente. En particular, el dispositivo de monitorización 30 puede controlar el dispositivo de calentamiento 40 para iniciar el funcionamiento del dispositivo de calentamiento 40 durante un intervalo predeterminado y, por lo tanto, para iniciar impulsos térmicos para calentar el ala 52. Por ejemplo, el dispositivo de monitorización 30 puede activar el dispositivo de calentamiento 40 durante un intervalo comprendido entre una fracción de segundo y uno o más minutos. El dispositivo de monitorización 30 puede configurarse para iniciar tales impulsos con el fin de determinar las características de perfil mediante la operación de calibración descrita anteriormente.

Además, el dispositivo de monitorización 30 puede configurarse para realizar varias funciones tras la detección de hielo 60 sobre el ala 52. Por ejemplo, el dispositivo de monitorización 30 puede transmitir una señal electrónica a un dispositivo indicador de estado 32 tal como una alarma visual o sonora en la cabina de mando de la aeronave para avisar al piloto o a otros miembros de la tripulación. Además, el indicador de estado puede registrarse como una entrada de datos en el libro de vuelo o en otro registro. El dispositivo de monitorización 30 también puede configurarse para activar el dispositivo de calentamiento 40 para iniciar automáticamente un proceso de eliminación de hielo tras la detección de hielo 60. Mientras que el dispositivo de calentamiento 40 puede hacerse funcionar mediante impulsos o de manera selectiva en el modo de diagnóstico, el dispositivo de calentamiento 40 puede hacerse funcionar en el modo de eliminación de hielo para proporcionar el suficiente rendimiento térmico para eliminar el hielo del ala 52, por ejemplo, calentando constantemente el ala 52 hasta que se derrita el hielo acumulado sobre la misma.

En una realización ventajosa de la presente invención, el dispositivo sensor 20 es un dispositivo de múltiples píxeles y el dispositivo de monitorización 30 está configurado para detectar de manera independiente el hielo 60 sobre una pluralidad de partes del ala 52. El término “píxel” no pretende ser restrictivo y debe entenderse que cada píxel puede incluir uno o más de los elementos de detección más elementales del dispositivo 20. Cada píxel del dispositivo sensor 20 puede configurarse para detectar la radiación emitida desde una parte correspondiente del ala 52 y el dispositivo de monitorización 30 puede configurarse para monitorizar cada píxel de manera independiente y para detectar hielo sobre cada parte del ala 52 según las características de perfil de cada parte. Por tanto, el sistema de detección 10 puede usarse para “mapear” la ubicación del hielo 60 sobre el ala 52. Además, una vez que se haya detectado el hielo, el dispositivo de monitorización 30 puede controlar unidades individuales del dispositivo de calentamiento 40, por ejemplo, los materiales resistentes 42 individuales, de manera que el dispositivo de calentamiento 40 calienta aquellas partes del ala 52 cubiertas por hielo 60. En algunas realizaciones de la presente invención pueden utilizarse múltiples dispositivos de monitorización 30 para analizar espacialmente distintas partes de un elemento.

La figura 5 ilustra las operaciones para detectar residuos sobre una superficie de un elemento según un procedimiento de la presente invención. En el bloque 100 se activa un dispositivo de calentamiento en comunicación térmica con el elemento para calentar el elemento. El dispositivo de calentamiento puede ser un sistema de eliminación de hielo que sea una parte integrante del ala de una aeronave o de otro elemento, tal como un dispositivo de calentamiento eléctrico o un sistema para dirigir gas caliente a través de un paso en comunicación térmica con el elemento. Se detecta la radiación infrarroja resultante que se emite desde el elemento. Véase el bloque 110. Si el elemento es parte de una aeronave, la radiación puede detectarse durante el vuelo o cuando la aeronave esté en tierra. Posteriormente, se analizan las características del perfil temporal observado de la radiación infrarroja para determinar si hay residuos sobre el elemento. Véase el bloque 120. Por ejemplo, puede determinarse un perfil de la radiación que se emite desde el elemento y el perfil puede compararse con una característica de perfil predeterminada que puede determinarse activando el dispositivo de calentamiento y detectando la radiación infrarroja en el momento en que se sepa que haya residuos sobre el elemento. Tras la detección de hielo o de otros residuos sobre el elemento, el dispositivo de calentamiento puede activarse automáticamente y/o una señal electrónica puede comunicarse a un dispositivo indicador de estado. Véase el bloque 130.

A los expertos en la materia, a los cuales pertenece esta invención, se les ocurrirán muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención expuesta en este documento gracias al beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y a los dibujos asociados. Por lo tanto, debe entenderse que la invención no está limitada a las realizaciones específicas desveladas y que las modificaciones y otras realizaciones están incluidas siempre que permanezcan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Aeronave que comprende un sistema de detección (10) para detectar residuos sobre una superficie de una parte exterior de la aeronave (50), estando configurado el sistema de detección (10) para usarse durante el vuelo y comprendiendo:

- un dispositivo de calentamiento (40) montado a bordo de la aeronave (50) en comunicación térmica con la parte exterior y configurado para calentar la superficie exterior de la aeronave (50);
- un dispositivo de detección infrarrojo (20) montado sobre la aeronave (50) y configurado para detectar la radiación infrarroja emitida desde la parte exterior; y
- un dispositivo de monitorización (30) que se comunica con el dispositivo de detección (20) y configurado para monitorizar un cambio en la emisión desde la parte exterior y, por tanto, para detectar la presencia de residuos sobre la superficie de la parte exterior.

2. Aeronave según la reivindicación 1, en la que el dispositivo de calentamiento (40) es un sistema de eliminación de hielo para eliminar el hielo de la parte exterior.

3. Aeronave según la reivindicación 1 ó 2, en la que el dispositivo de monitorización (30) está configurado para controlar el dispositivo de calentamiento (40) para activar selectivamente el dispositivo de calentamiento (40) en un modo de diagnóstico para la detección de residuos y en un modo de eliminación de residuos.

4. Aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de monitorización (30) está configurado para comparar el cambio en la emisión de la parte exterior, producido por un calentamiento de diagnóstico de la parte exterior mediante el dispositivo de calentamiento (40), con una característica predeterminada.

5. Aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de detección (20) está configurado para detectar la radiación infrarroja emitida desde una pluralidad de partes sobre la superficie de la parte exterior de la aeronave (50), y el dispositivo de monitorización (30) está configurado para detectar cambios en la radiación emitida desde la pluralidad de partes y, por tanto, para detectar la presencia de residuos sobre la superficie de la parte exterior en cada parte.

6. Aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de monitorización (30) está configurado para activar el dispositivo de calentamiento (40) en un modo de eliminación de residuos tras la detección de residuos sobre la parte exterior.

7. Aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de monitorización (30) está configurado para transmitir una señal electrónica a un dispositivo indicador de estado que indica la detección de residuos sobre la parte exterior.

8. Aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el residuo que ha de detectarse comprende hielo y en la que:

- el dispositivo de detección infrarrojo (20) está configurado para detectar de manera independiente la radiación infrarroja emitida desde una pluralidad de partes de la superficie; y
- el dispositivo de monitorización (30) se comunica con el dispositivo de detección (20) y con el dispositivo de calentamiento (40), estando configurado el dispositivo de monitorización (30) para controlar el dispositivo de calentamiento (40) y monitorizar los cambios en la radiación emitida desde la pluralidad de partes para determinar un perfil de emisión temporal para cada una de las partes y, por tanto, detectar la presencia de hielo sobre la superficie de cada parte.

9. Aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de calentamiento (40) es un dispositivo de calentamiento eléctrico.

10. Aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de calentamiento (40) incluye un sistema para dirigir gases calientes a través de un paso en comunicación térmica con la superficie.

11. Aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en la que la superficie define al menos una parte de un ala de la aeronave (50).

12. Aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de monitorización (30) está configurado para comparar cada perfil de emisión temporal con una característica de perfil de emisión temporal predeterminada.

ES 2 323 514 T3

13. Procedimiento de detección de residuos sobre una superficie de una parte exterior de una aeronave (50) durante el vuelo de dicha aeronave (50), comprendiendo el procedimiento:

- calentar la parte exterior de la aeronave (50) durante el vuelo mediante un dispositivo de calentamiento (40) que está dispuesto a bordo de la aeronave (50);
- detectar una radiación infrarroja emitida desde la parte exterior durante el vuelo; y
- determinar un cambio resultante en la radiación infrarroja y, por tanto, detectar la presencia de residuos sobre la superficie de la parte exterior.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que dicha etapa de determinación comprende determinar un perfil de emisión temporal de la radiación emitida desde la parte exterior.

15. Procedimiento según la reivindicación 14, en el que dicha etapa de determinación comprende comparar el perfil de emisión temporal de la parte exterior con una característica de perfil predeterminada y, por tanto, detectar la presencia de residuos.

16. Procedimiento según la reivindicación 15, que comprende además antes de dicha etapa de calentamiento:

- calentar la parte exterior en el momento que se sepa que haya residuos sobre la parte exterior;
- detectar la radiación infrarroja emitida desde la parte exterior; y
- determinar un cambio en la radiación infrarroja y, por tanto, establecer la característica de perfil predeterminada.

17. Procedimiento según la reivindicación 14, 15 ó 16, en el que dicha etapa de determinación comprende determinar el perfil de la radiación emitida desde la parte exterior durante dicha etapa de calentamiento.

18. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, en el que dicha etapa de determinación comprende determinar el perfil de la radiación emitida desde la parte exterior después de dicha etapa de calentamiento.

19. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, que comprende además activar automáticamente un dispositivo de calentamiento (40) en un modo de limpieza de residuos tras la detección de residuos sobre la parte exterior.

20. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19, que comprende además repetir dichas etapas de calentamiento, de detección y de determinación según una planificación predeterminada.

21. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 20, en el que el residuo que ha de detectarse comprende hielo y comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- calentar la superficie como una medida de diagnóstico activando el dispositivo de calentamiento (40);
- detectar de manera independiente la radiación infrarroja emitida desde una pluralidad de partes de la superficie; y
- determinar cambios en la radiación infrarroja emitida desde la pluralidad de partes para determinar un perfil de emisión para cada una de las partes y, por tanto, detectar la presencia de hielo sobre la superficie de cada parte.

22. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 21, en el que se usa un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

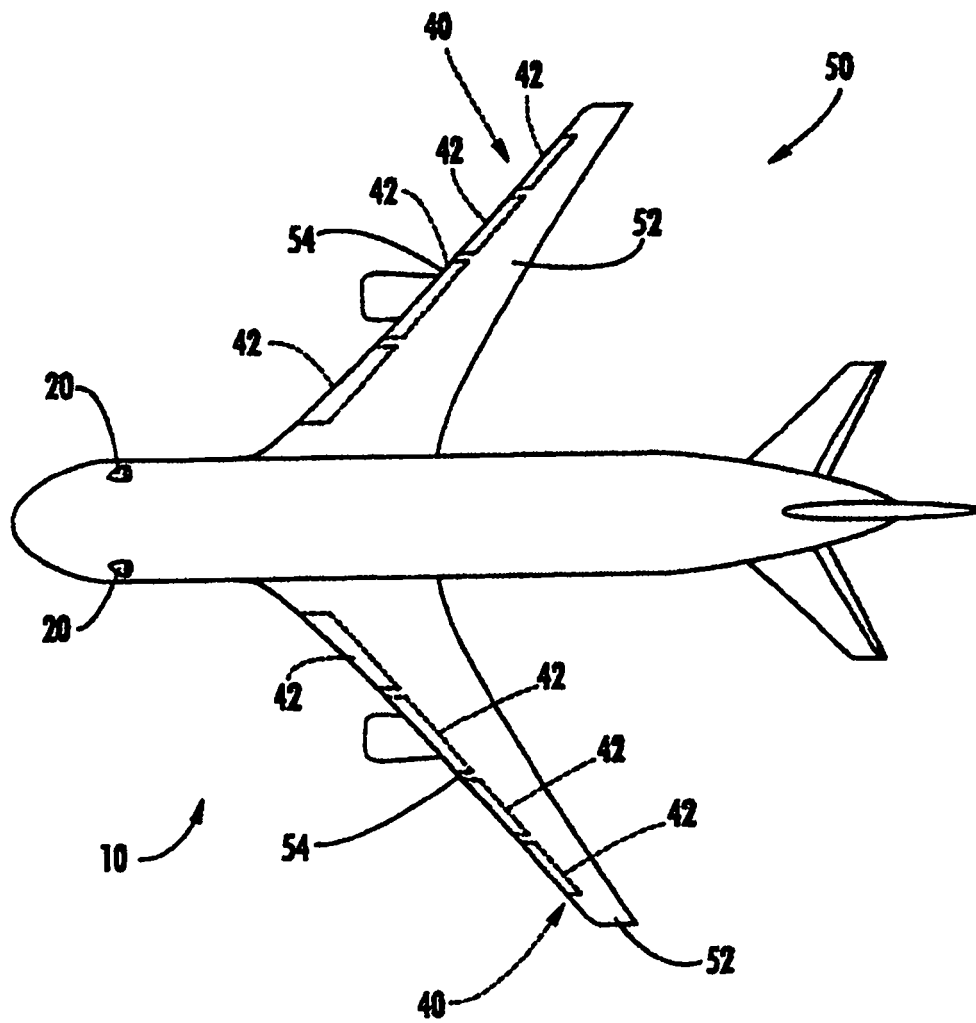


FIG. 1

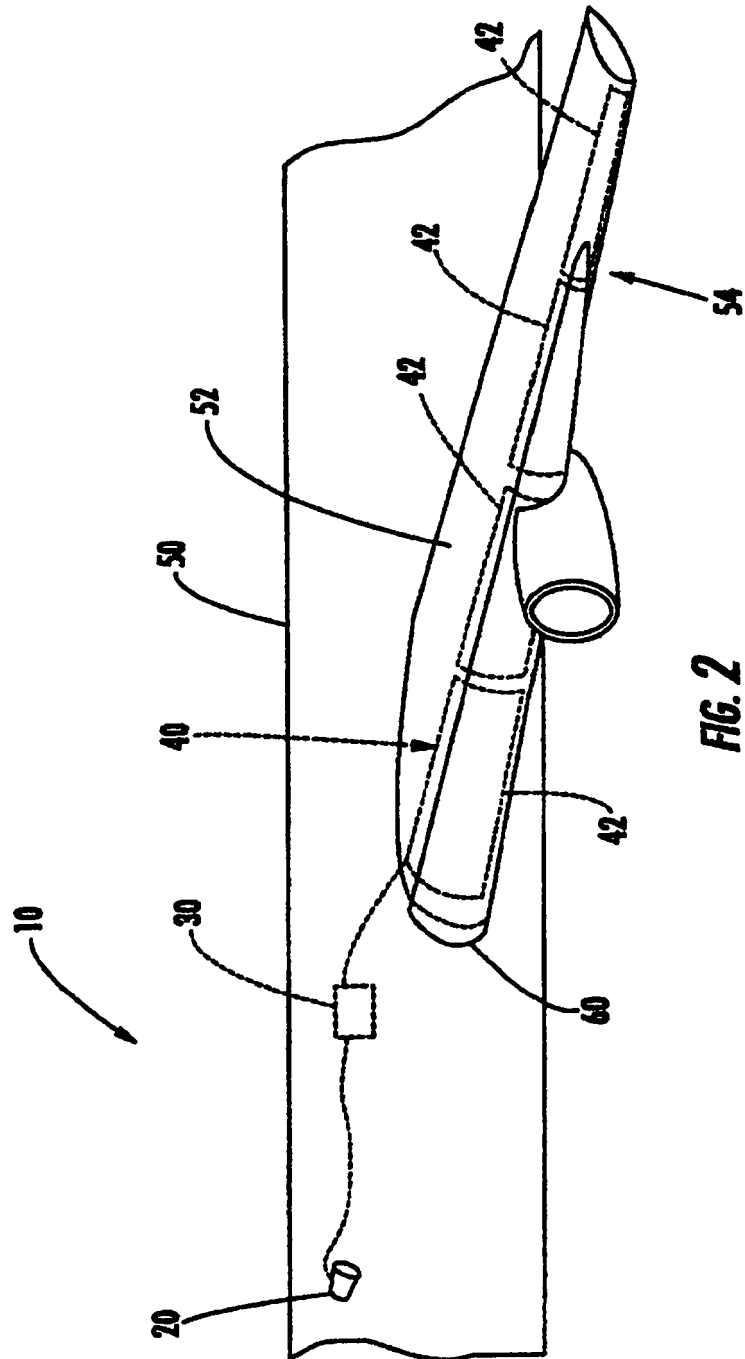


FIG. 2

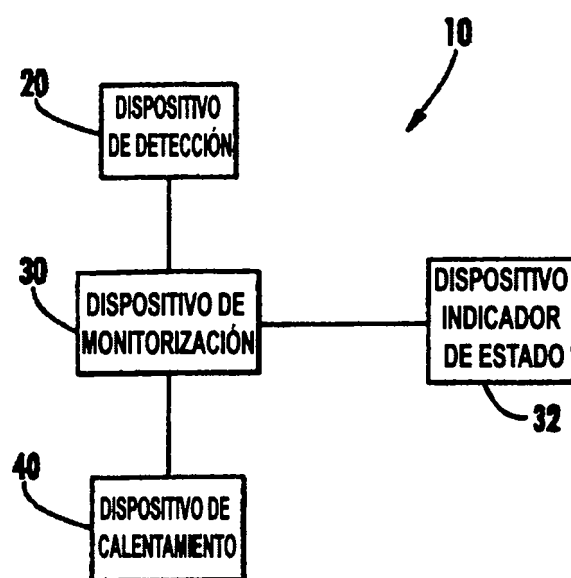


FIG. 3

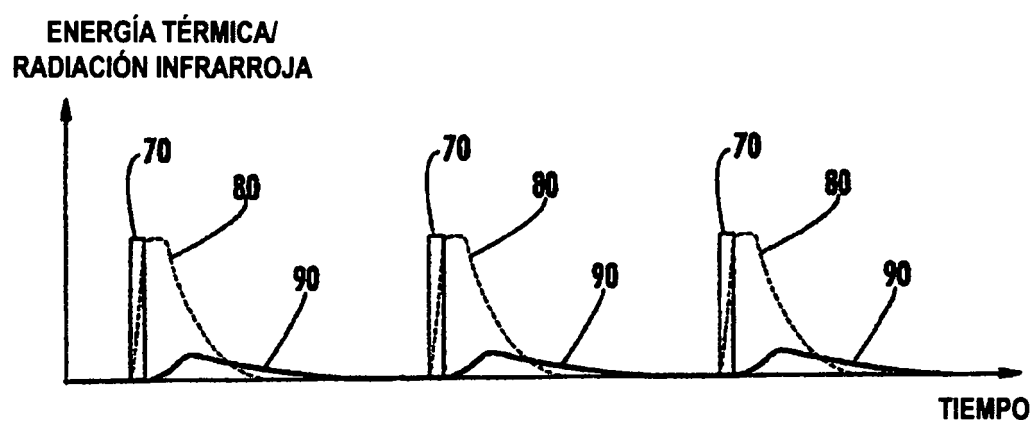


FIG. 4

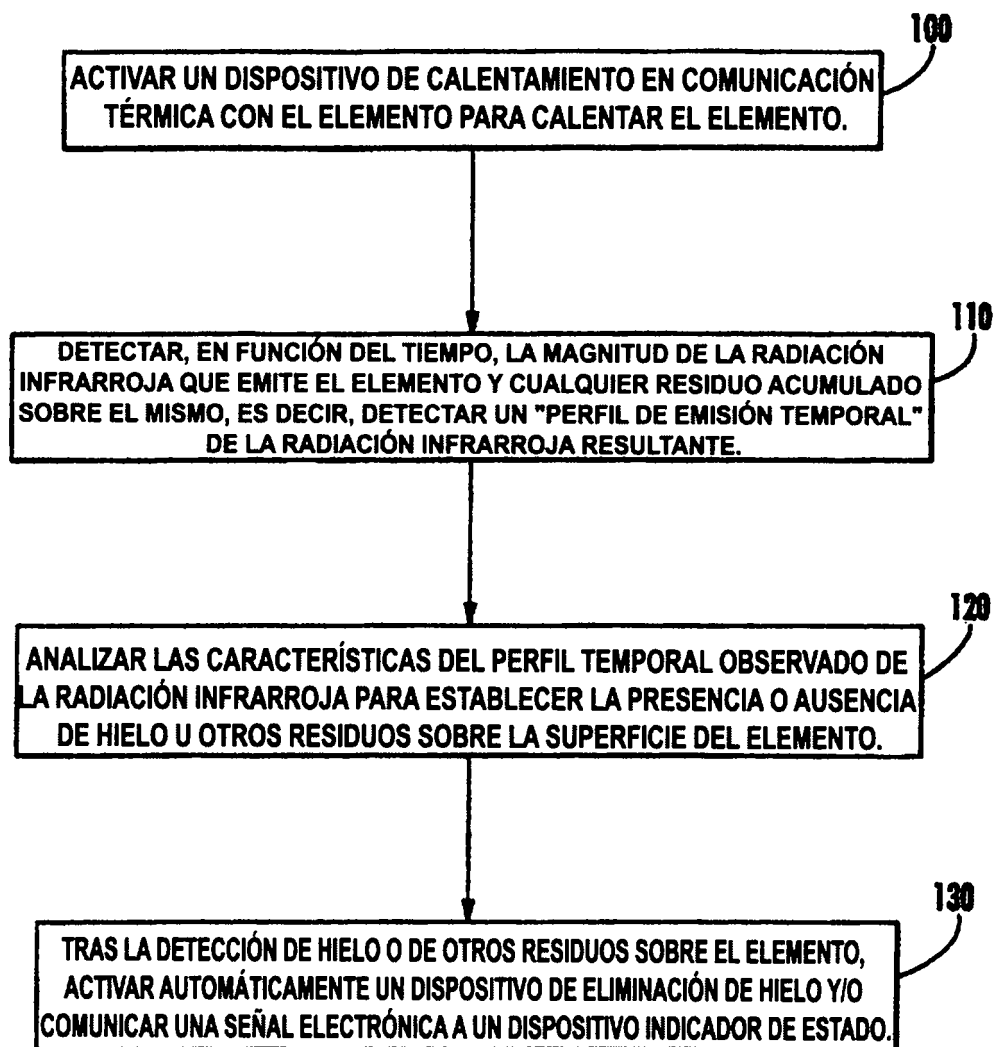


FIG. 5