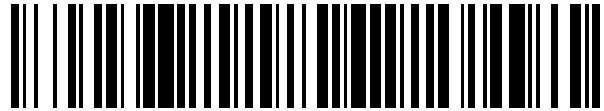


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 478**

51 Int. Cl.:

B64D 45/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2009 E 12164469 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013 EP 2479110**

54 Título: **Detección de impactos de rayos**

30 Prioridad:

20.03.2008 US 52618

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

02.10.2013

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**GEORGESON, GARY E.;
CLARK, GREGORY J.;
DUCE, JEFFREY L. y
FOGARTY, MICHAEL D.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 424 478 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

Detección de impactos de rayos

5 ANTECEDENTES

Las aeronaves de la aviación en general y los grandes reactores comerciales son vulnerables a los rayos. A diferencia de sus antagonistas metálicos, las estructuras compuestas en estos aviones no conducen fácilmente hacia el exterior las extremas corrientes eléctricas y fuerzas electromagnéticas generadas por los rayos.

10 El documento US 2007/0159346 A1 describe un único dispositivo que se puede sondear o interrogar en cada aspa de una turbina eólica. El documento US 4 156 182 A describe una aeronave con medios de detección de impactos de rayos, que miden la corriente del rayo.

15 Las aeronaves con estructuras compuestas pueden estar equipadas con una protección contra rayos (LSP). Por ejemplo, pueden disponerse medios conductores sobre una superficie o una estructura para desviar y distribuir la corriente del rayo.

20 Existe un problema con la determinación de si una corriente ha viajado a través de una región particular de una aeronave. Un rayo podría acoplarse o desacoplarse en lugares separados, y la corriente del rayo podría seguir los caminos LSP o caminos impredecibles entre ellos. Pero como ejemplo, el rayo podría acoplarse en el morro del fuselaje, seguir caminos hacia la popa del fuselaje, y desacoplarse en un lugar aleatorio sobre un estabilizador horizontal. Pueden ocurrir daños en los lugares donde el rayo se acopla y desacopla. También pueden ocurrir daños en el material compuesto a lo largo de los caminos tomados por la corriente del rayo.

25 El daño originado por el rayo podría estar oculto, o podría no ser evidente por inspección visual. Para detectar el daño originado por un rayo, tendrían que examinarse zonas muy grandes de la estructura de la aeronave. Sin embargo, la inspección no destructiva (NDI) en zonas muy grandes consume tiempo y es costosa. Además, se pueden omitir zonas específicas (por ejemplo, zonas que contienen hoyuelos en la superficie y daños en la pintura) si se ha de inspeccionar una zona muy grande.

30 SUMARIO

De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, una aeronave incluye una estructura compuesta y una pluralidad de pequeños dispositivos ligeros que se pueden sondear o interrogar de comunicaciones, para proporcionar la cobertura de detección de impactos de rayos de una región de la estructura, como se define en la reivindicación 1. Cada dispositivo se vuelve inoperativo si está al menos próximo a la corriente del rayo.

40 De acuerdo con otro modo de realización, un método de detección de caminos de los rayos en una aeronave incluye interrogar a una pluralidad de dispositivos de comunicaciones que cubren una región de la aeronave, identificando aquellos dispositivos que están inoperativos, e identificando cualquier zona de inspección de los dispositivos inoperativos, como se define en la reivindicación 10.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una ilustración de una aeronave.

45 Las figuras 2a y 2b son ilustraciones de diferentes patrones de dispositivos de comunicaciones, para proporcionar la cobertura de detección de impactos de rayos en una aeronave.

La figura 3 es una ilustración de un dispositivo de comunicaciones que está montado superficialmente sobre la estructura de la aeronave.

50 La figura 4 es una ilustración de un dispositivo de comunicaciones que está embutido en la estructura de la aeronave.

La figura 5 es una ilustración de un dispositivo de comunicaciones transportado por la decoración de la aeronave.

La figura 6 es una ilustración de un método de detección de un impacto de un rayo.

La figura 7 es una ilustración de un dispositivo de comunicaciones inalámbricas.

55 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se hace referencia a la figura 1, la cual ilustra una aeronave 110 que tiene una pluralidad de estructuras compuestas. Algunas estructuras compuestas pueden estar hechas totalmente de un material compuesto, tal como el plástico reforzado con fibra de vidrio o fibra de carbono (CFRP). Otras estructuras podrían ser una combinación de materiales compuestos y metales. Por ejemplo, una estructura compuesta podría incluir material compuesto, sujeciones de metal, puentes de unión eléctrica y metales para la protección contra rayos.

60 Algunas de las estructuras compuestas de una aeronave son más susceptibles que otras a los rayos. En una aeronave comercial grande, algunas de las estructuras más susceptibles incluyen góndolas 120, puntas 130 de las

alas y estabilizadores verticales y horizontales, y cúpulas 140 de radar. El fuselaje 150 de la aeronave y otras estructuras 160 podrían ser también altamente susceptibles.

5 Un rayo podría acoplarse y desacoplarse en lugares separados de la aeronave 110, y la corriente podría viajar por un camino LSP o seguir un camino impredecible que podría estar oculto o podría no ser evidente por inspección visual.

10 Se hace referencia a la figura 2a, que ilustra una pluralidad de pequeños dispositivos ligeros que se pueden sondear o interrogar 220 de comunicaciones, para proporcionar la cobertura de detección de impactos de rayos en una región 210 de una estructura susceptible. Cada dispositivo 220 se hace inoperativo si es sacudido por un rayo o está próximo a un rayo. Si durante una tormenta uno de los dispositivos 220 se hace inoperativo, se puede suponer una corriente de un rayo en la región 210. Si se hace inoperativo un camino de dispositivos 220, no solamente se puede suponer una corriente de un rayo en la región 210, sino que puede identificarse un posible camino de la corriente.

15 La operatividad de un dispositivo 220 puede ser determinada interrogándolo. Por ejemplo, un dispositivo 220 conectado y en comunicación con una red podría ser interrogado mediante una llamada. Un dispositivo 220 que esté operativo responderá a la llamada, Un dispositivo 220 que esté fundido o con alimentación excesiva no responderá.

20 Los dispositivos 220 conectados a un bus cableado pueden ser interrogados simplemente leyendo un "valor discreto de estado" (por ejemplo, operativo/inoperativo) del dispositivo. Como el valor discreto siempre estará disponible para un proceso de interrogación, no habría necesidad de esperar una respuesta desde tal dispositivo interrogado 220.

25 Los dispositivos 220 pueden estar organizados en un patrón. Una región 210 puede ser cubierta por dispositivos 220 dispuestos con un patrón de rejilla, tal como el patrón de rejilla ilustrado en la figura 2a, o en un patrón radial, tal como el patrón radial ilustrado en la figura 2b (los círculos concéntricos de la figura 2b son solamente para referencia), o en algún otro patrón repetitivo.

30 Una región 220 puede cubrir toda la estructura o solamente una parte de la estructura. Por ejemplo, se puede usar el patrón de rejilla de la figura 2a para cubrir las puntas de las alas, mientras que el patrón radial de la figura 2b se puede utilizar para proporcionar cobertura para la punta de la cúpula del radar (mirando frontalmente hacia la aeronave). Puede cubrirse más de una estructura por medio de los dispositivos 220 de comunicaciones. Se pueden cubrir múltiples regiones de una estructura por medio de los dispositivos 220 de comunicaciones. Se pueden cubrir las estructuras susceptibles de recibir rayos, y también se pueden cubrir las estructuras no susceptibles de recibir rayos.

35 La "densidad" de los dispositivos 220 en una región 210 se refiere al número de dispositivos 220 distribuidos por unidad de superficie. El número de dispositivos 220 por unidad de superficie podría depender de factores tales como el coste y el peso de añadir dispositivos, la criticidad de la estructura, la probabilidad de que se acoplen o desacoplen los rayos (es decir, la susceptibilidad de recibir rayos), la resolución deseada, la redundancia, etc.

40 Los dispositivos 220 pueden usar componentes que se encuentran en un dispositivo de identificación de radiofrecuencia (RFID). Un solo dispositivo 220 puede proporcionar la identificación (por ejemplo, un número de identificación) o alguna otra información rudimentaria (por ejemplo, lugar, número de modelo, fecha de instalación, número de pieza del componente estructural supervisado de la aeronave, o cifrado de seguridad o clave de autenticación), cuando son interrogados.

45 En algunos modos de realización, todos los dispositivos 220 de una región 210 pueden tener el mismo umbral de recepción de rayos. Es decir, todos los dispositivos 220 que fallan en un cierto umbral.

50 Sin embargo, en otros modos de realización, los distintos dispositivos 220 pueden tener umbrales diferentes. Esto es, algunos dispositivos 220 pueden ser capaces de soportar una corriente de magnitud más alta. Por ejemplo, un solo dispositivo 220 que tenga un umbral alto está rodeado por dispositivos 220 con un umbral bajo. Si los dispositivos circundantes se destruyen por la corriente del rayo, pero el dispositivo que tiene el umbral alto sigue funcionando, se puede suponer que el rayo tiene una magnitud entre los umbrales alto y bajo. Entremezclando tales dispositivos 220 con diferentes umbrales, se puede determinar la directividad o los gradientes de la magnitud de la corriente.

55 Los umbrales de los dispositivos 220 pueden variarse de diversas maneras. Como primer ejemplo, se puede aplicar una gama de recubrimientos conductores a las superficies sobre las cuales están montados los dispositivos 220. Como segundo ejemplo, dispositivos 220 diferentes pueden tener diodos diferentes para supresión de transitorios para protegerse contra la alta tensión.

60 Los dispositivos 220 pueden cablearse conjuntamente. Por ejemplo, los dispositivos 220 pueden estar conectados a

5 un bus cableado que discurra cerca de una superficie de la aeronave. Los dispositivos 220 pueden ser interrogados por un ordenador de a bordo que esté conectado al bus cableado. Por ejemplo, un ordenador de mantenimiento no crítico para la seguridad u otro ordenador exclusivo similar puede interrogar los dispositivos 220, y después hacer de interfaz con un ordenador de vuelo u otro ordenador de a bordo. El bus cableado puede ser capaz también de proporcionar alimentación eléctrica a los dispositivos 220, tal como puede ser necesario para el almacenamiento local de datos de los dispositivos, para el proceso y/o entrada y salida de datos.

10 Los buses cableados tienen problemas inherentes. Por ejemplo, la corriente del rayo podría fluir a través de un bus cableado en lugar de hacerlo por un conductor LSP. En ese caso, el bus cableado podría facilitar de manera inadvertida el transporte de la corriente inducida por el rayo a otras partes de la aeronave. Además, podría destruirse una cadena de dispositivos 220 por la corriente del rayo. Estos dispositivos destruidos 220 tendrían que ser sustituidos.

15 Los buses cableados tienen otros problemas inherentes. El bus cableado podría crear problemas de interferencia electromagnética (EMI) con otros sistemas de a bordo. El bus cableado podría ser destruido por la corriente del rayo, por lo que los dispositivos 220 no podrían ser interrogados. Los dispositivos inalámbricos evitan estos problemas inherentes.

20 Se hace referencia a la figura 7, la cual ilustra un ejemplo de dispositivo inalámbrico 710 de comunicaciones. El dispositivo inalámbrico 710 incluye un procesador 720, una antena 730, una memoria 740 y un transmisor/receptor 750. La memoria 740 puede ser programada con información de identificación exclusiva. El dispositivo 710 transmite información de identificación exclusiva cuando es interrogado por un dispositivo de interrogación (por ejemplo, un lector de RFID). El dispositivo de interrogación efectúa la interrogación enviando señales de radio que contienen órdenes.

25 El dispositivo inalámbrico 710 puede ser una etiqueta RFID pequeña, de poco peso y económica. Es de esperar que las etiquetas convencionales RFID fallen cuando están próximas a la corriente producida por un rayo (en una etiqueta RFID convencional, la tensión máxima típica en cualquier patilla de RFID es solamente de 1,5 voltios y la corriente máxima permitida es solamente de 1,5 miliamperios). Aunque las etiquetas RFID tienen incorporados generalmente diodos para la protección contra la capacitancia inherente (electricidad estática), el paso de una corriente de un rayo en su cercanía originará probablemente que falle la etiqueta.

30 Los dispositivos inalámbricos 710, tal como los dispositivos RFID u otros dispositivos pasivos, pueden ser alimentados por técnicas de recogida de energías (por ejemplo, electromagnética, vibraciones, térmicas). Una etiqueta RFID pasiva utiliza energía de las ondas de radio para alimentarse eléctricamente y transmitir una respuesta (por ejemplo, información de identificación exclusiva) para las órdenes del dispositivo de interrogación.

35 Los dispositivos inalámbricos tales como las etiquetas RFID no están limitados a ninguna frecuencia operativa específica. Las etiquetas RFID de baja frecuencia funcionan típicamente en la gama de 120 - 134 kHz. Las etiquetas RFID de alta frecuencia funcionan típicamente a 13,56 MHz. Los dispositivos inalámbricos pueden incluso funcionar a frecuencias ultra altas, típicamente en la gama de 850 - 960 MHz.

40 Los dispositivos inalámbricos ofrecen otras ventajas. Son pequeños y ligeros. No tienen contactos y no necesitan una línea de visión. Y debido a que no se necesitan cables, pueden añadirse dispositivos inalámbricos sin añadir un peso medible a la aeronave (lo cual aumentaría los costes de combustible y las emisiones). Además, los dispositivos inalámbricos están eléctricamente aislados y pueden ser añadidos a lugares en los que no podrían discurrir los cables. Los dispositivos inalámbricos pueden comunicarse directamente con un ordenador de vuelo en lugar de un ordenador intermedio (por ejemplo, un ordenador no crítico para la seguridad).

45 Los dispositivos inalámbricos 710 pueden ser pasivos. Una ventaja de los dispositivos pasivos es que no necesitan alimentación por baterías. Sin embargo, en algunos modos de realización, los dispositivos inalámbricos 710 pueden ser alimentados por baterías.

50 Los dispositivos inalámbricos de comunicaciones podrían ser interrogados en vuelo por un ordenador de a bordo. El dispositivo inalámbrico de comunicaciones puede ser interrogado también en tierra por un dispositivo de mano u otro dispositivo fijo o portátil de tierra.

55 Un dispositivo de comunicaciones puede ser montado en una estructura compuesta de diversas maneras. En las figuras 3 - 5, se ilustran diferentes ejemplos de montaje de un dispositivo de comunicaciones.

60 Se hace referencia a la figura 3, la cual ilustra un dispositivo inalámbrico 310 de comunicaciones que se monta sobre la superficie de una estructura (por ejemplo, revestimiento, travesaño estructural, tiras de sujeción) 320. En algunos modos de realización, se puede unir un dispositivo inalámbrico 310 a una estructura 320 mediante un agente

sellador, epoxi, o adhesivo sensible a la presión que sea térmicamente curable u ópticamente curable. En algunos modos de realización, a un elemento estructural 320 se puede unir con sujeciones un dispositivo inalámbrico 310 fabricado sobre un sustrato rígido. Tales sujeciones pueden estar hechas de material no conductor (por ejemplo, nylon) o pueden estar hechas de un material conductor (por ejemplo, metal) pero tiene un buen camino conductor lejos de él. En algunos modos de realización, se puede unir un dispositivo inalámbrico 310 fabricado sobre un sustrato rígido o flexible a una estructura 320 con cinta adhesiva.

Para cada lugar de instalación deseado, pueden considerarse las condiciones ambientales para dispositivos montados sobre una superficie. Se puede considerar un revestimiento superior (por ejemplo, pintura u otra cubrición protectora).

Se hace referencia a la figura 4, la cual ilustra un dispositivo inalámbrico tal como una etiqueta 410 de RFID, que está embutida en una estructura compuesta, tal como el revestimiento compuesto 420. Una etiqueta 410 de RFID que tenga la configuración geométrica de una etiqueta, por ejemplo, podría colocarse entre capas (dentro de los primeros laminados) de fibra de vidrio, antes de la curación de la fibra de vidrio. Tal etiqueta 410 de RFID puede soportar un ciclo de curación estándar. Las pruebas han verificado la capacidad de lectura/escritura de una etiqueta 410 de RFID tras unas temperaturas de curación de un panel de fibra de vidrio en autoclave a 220°F (104°C). Las pruebas han verificado también que tal etiqueta 410 de RFID pasaría la prueba de inspección no destructiva (NDI) (por ejemplo, la etiqueta 410 de RFID no aparecería como desunida o deslaminada).

Se hace referencia a la figura 5, la cual ilustra un dispositivo 510 de comunicaciones que es transportado en la decoración 520. La decoración, que típicamente tiene un espesor entre 2 - 4 milímetros, proporciona un revestimiento protector para las estructuras compuestas tal como el revestimiento del fuselaje, y el revestimiento de las alas (en lugar de las pinturas y otros revestimientos). El dispositivo inalámbrico 510 puede montarse en superficie sobre la decoración 520. La decoración se une después a la superficie de una estructura compuesta 530, usando por ejemplo epoxi, sellador, adhesivo sensible a la presión, adhesivo de curación por temperatura, o adhesivo de curación óptica.

Las soluciones de montaje de las figuras 3 - 5 pueden ser aplicadas a una estructura compuesta. Las soluciones de montaje de las figuras 3 y 5 pueden ser aplicadas a una estructura metálica.

Los dispositivos de comunicaciones podrían ser instalados por los proveedores antes de enviarlos a un integrador del fuselaje. Los dispositivos de comunicaciones podrían ser instalados por un integrador del fuselaje. Los dispositivos de comunicaciones podrían ser instalados por las líneas aéreas privadas, las líneas aéreas comerciales, los operadores de aviación miliar, los operadores individuales de aviación y los proveedores del mantenimiento.

La detección de impactos de rayos descrita en esta memoria puede ser automatizada, y puede ser efectuada rápida y económicamente. Se puede hacer una rápida diagnosis sin ningún conocimiento por adelantado del lugar del impacto del rayo.

Además, la detección de impactos de rayos puede ser realizada en vuelo o en tierra. Una ventaja de la detección en vuelo es que una aeronave capaz de efectuar la NDI en vuelo puede valorar la salud estructural inmediatamente, tras un impacto de un rayo.

Se hace referencia ahora a la figura 6, que ilustra un método para valorar la salud estructural de una aeronave. En el bloque 610, se efectúa el interrogatorio a una pluralidad de dispositivos que cubren una región de la aeronave. El interrogatorio puede ser efectuado periódicamente o como respuesta a un evento (por ejemplo, el impacto de un rayo), o ambas cosas. Todos los dispositivos operativos responderán al interrogatorio proporcionando, por ejemplo, información de la identificación.

En el bloque 620, se identifican los dispositivos inoperativos. Es decir, se identifican aquellos dispositivos que no responden al interrogatorio.

En el bloque 630, se identifican la situación de cualquier dispositivo inoperativo. Los lugares pueden identificarse accediendo a una tabla de consulta que devuelve un lugar específico de instalación en la aeronave, como respuesta a un dispositivo en particular.

En el bloque 640, se efectúa el análisis de la región afectada para identificar zonas de inspección. Las zonas de inspección serán examinadas con mayor detalle por la NDI. Como mínimo, el análisis puede indicar si la región bajo comprobación fue sacudida por un rayo. Si hay múltiples dispositivos inoperativos, el análisis puede sugerir también un camino seguido por la corriente, donde el rayo se ha desacoplado, la magnitud del impacto del rayo, etc. En algunos modos de realización, el análisis puede indicar si ha fallado la LSP.

5 Un análisis más sofisticado puede enlazar los identificadores de los dispositivos que han fallado con un registro del lugar de instalación real, y presentar una representación geométrica de la aeronave, de la instalación de dispositivos, y del camino del daño basado en la falta de respuesta de dispositivos. El análisis puede incluir toda la información almacenada en el dispositivo que ha fallado (por ejemplo, la fecha de instalación, el número de modelo del dispositivo, etc.), así como actuar como interfaz de programación para grabar un identificador exclusivo de una etiqueta dada recientemente instalada. El análisis puede enlazar también con una base de datos de tendencias históricas, u otras, para comparar el daño en múltiples aeronaves.

10 En el bloque 650, se efectúa la inspección no destructiva originada por el impacto de un rayo en las zonas de inspección. Por ejemplo, se puede efectuar la comprobación ultrasónica o por espectroscopia de infrarrojos en una zona de inspección.

15 Así, el método de la figura 6 permite localizar rápidamente una NDI, sin ningún conocimiento por adelantado del impacto del rayo. Hay zonas muy grandes de la aeronave que no tienen que ser inspeccionadas, y es mucho menos probable que se omitan indicadores específicos (por ejemplo, zonas que contienen hoyos superficiales y daños en la pintura).

20 Las funciones en el bloque 610 - 640 pueden ser efectuadas en vuelo. Si la aeronave puede efectuar la NDI en vuelo, la función en el bloque 650 puede ser realizada también en vuelo. Los resultados de la detección de impactos de rayos pueden ser enviados a un ordenador que esté a bordo de la aeronave, y/o pueden ser transmitidos a un ordenador que esté en tierra. Si se detecta el impacto de un rayo, se toma una acción apropiada. Como primer ejemplo, se notifica al piloto que la aeronave ha sido impactada por un rayo y la región que ha sido impactada. Si la aeronave puede efectuar la NDI en vuelo, podría inspeccionar cualquier zona de inspección e informar al piloto de cualquier daño. Se puede hacer entonces una recomendación de abortar el vuelo o continuarlo.

25 Como segundo ejemplo, si la detección de impacto de un rayo indica que una región ha sido impactada por un rayo, se podría realizar una NDI por la tripulación de tierra después de que la aeronave haya aterrizado, o podría ser realizada más tarde por un servicio de mantenimiento de la salud del vehículo (VHMS). Una vez que la aeronave está en tierra, se podría efectuar una NDI adicional utilizando técnicas convencionales.

30 La comprobación en vuelo aumenta la seguridad de la aeronave. La detección de impactos de rayo descrita en esta memoria puede reducir también los costes de mantenimiento de una línea aérea y eliminar la necesidad de abortar vuelos por problemas no críticos.

35 En el bloque 660, una vez que la aeronave está en tierra, se pueden valorar completamente los daños estructurales, y estos daños estructurales pueden ser reparados. Además, los dispositivos inoperativos pueden ser sustituidos por el personal de mantenimiento. Si un dispositivo inoperativo estaba montado sobre una superficie, puede ser retirado, y se puede montar el dispositivo de sustitución en el mismo lugar. Si un dispositivo inoperativo está embutido, se puede montar sobre la superficie un dispositivo de sustitución en el lugar que está sobre el dispositivo inoperativo.

40 La detección de impactos de rayo descrita en esta memoria no está limitada a aeronaves de material compuesto. La detección de impactos de rayo se puede aplicar también a estructuras metálicas. La detección podría identificar también problemas originados por los impactos de rayos en aeronaves metálicas. Por ejemplo, se podrían identificar problemas relacionados con rayos en sistemas de aviónica en aeronaves.

45 La detección descrita en esta memoria no está limitada a la detección de impactos de rayos. El rayo es un efecto electromagnético (EME). Más en general, la detección descrita en esta memoria puede aplicarse a la detección de EME. Se puede utilizar una pluralidad de dispositivos inalámbricos de comunicaciones dispuestos en una región de una carrocería, para detectar los efectos EME sobre esa región.

50

REIVINDICACIONES

1. Una aeronave que comprende:
- 5 una estructura compuesta (120, 130, 140, 150, 160); una pluralidad de pequeños dispositivos que se pueden sondear o interrogar portátiles ligeros (220) para proporcionar cobertura de detección de impactos de rayo en una región de la estructura, donde cada dispositivo se hace inoperativo si está al menos próximo a la corriente del rayo, **caracterizado por que** los dispositivos están organizados en una disposición repetitiva que permite localizar los daños de la corriente del rayo.
- 10 2. La aeronave de la reivindicación 1, en la que la estructura es una entre una góndola (120), una cúpula de radar (140), la punta de un ala (130), la punta de un estabilizador horizontal (130) y la punta de un estabilizador vertical (130).
- 15 3. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los dispositivos operables solamente proporcionan información de identificación cuando son interrogados.
4. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que al menos alguno de los dispositivos (220) tiene diferentes umbrales de corriente y tensión, de manera que se puede determinar la direccionalidad o los gradientes de magnitud del rayo.
- 20 5. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los dispositivos (220) son dispositivos inalámbricos.
- 25 6. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los dispositivos (220) son etiquetas de RFID.
7. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que al menos algunos de los dispositivos (220) están montados en la superficie de la estructura compuesta.
- 30 8. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que al menos algunos de los dispositivos (220) están embutidos en la estructura compuesta.
9. La aeronave de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que al menos algunos de los dispositivos (220) son transportados en la decoración de la estructura compuesta.
- 35 10. Un método para detectar caminos de impacto de los rayos en una aeronave (110), comprendiendo el método:
- 40 interrogar una pluralidad de dispositivos (220) de comunicaciones que cubren una región de la aeronave, donde los dispositivos están organizados en una disposición repetitiva que permite localizar los daños por la corriente del rayo;
 identificar aquellos dispositivos que están inoperativos;
 identificar cualquier zona de inspección entre los dispositivos inoperativos.
- 45 11. El método de la reivindicación 10, que comprende además efectuar una inspección no destructiva sobre cualquier zona de inspección, para los daños causados por la corriente del rayo.
12. El método de la reivindicación 10 u 11, en el que una zona de inspección incluye al menos uno entre un lugar de acoplamiento del rayo, un lugar de desacoplamiento del rayo y un lugar a lo largo del camino tomado por la corriente del rayo.
- 50 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que la zona de inspección es identificada en vuelo.
- 55 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que la zona de inspección es identificada en tierra.

FIG. 1

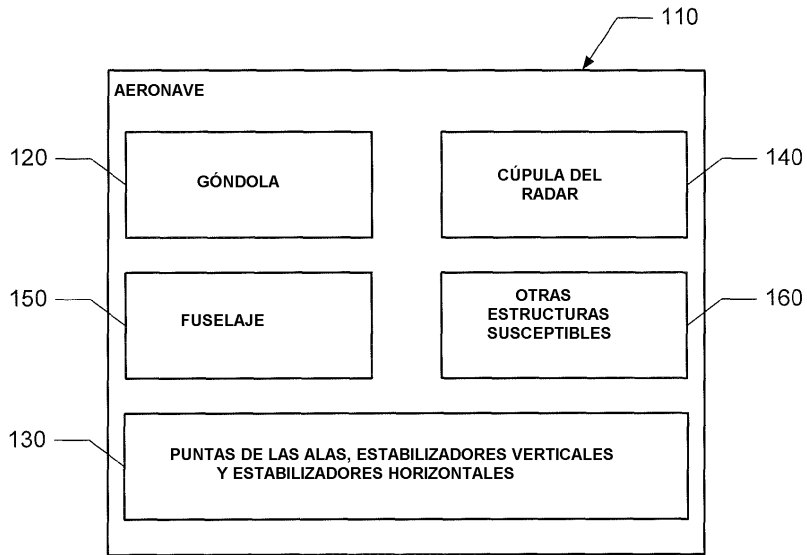


FIG. 2a

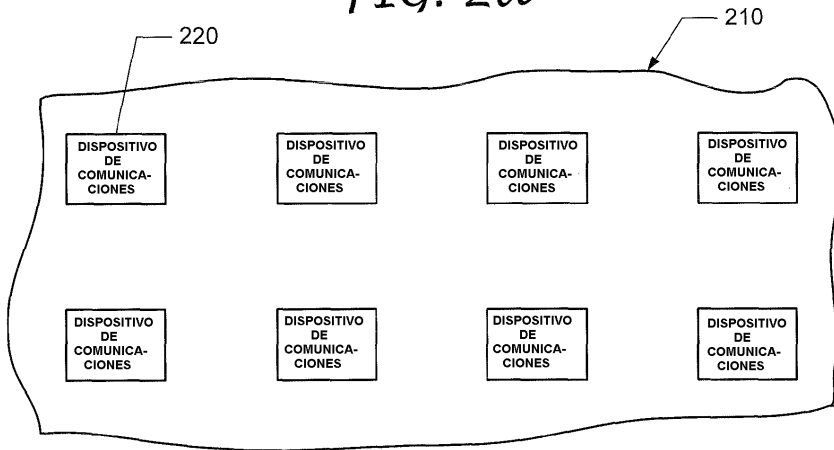


FIG. 2b

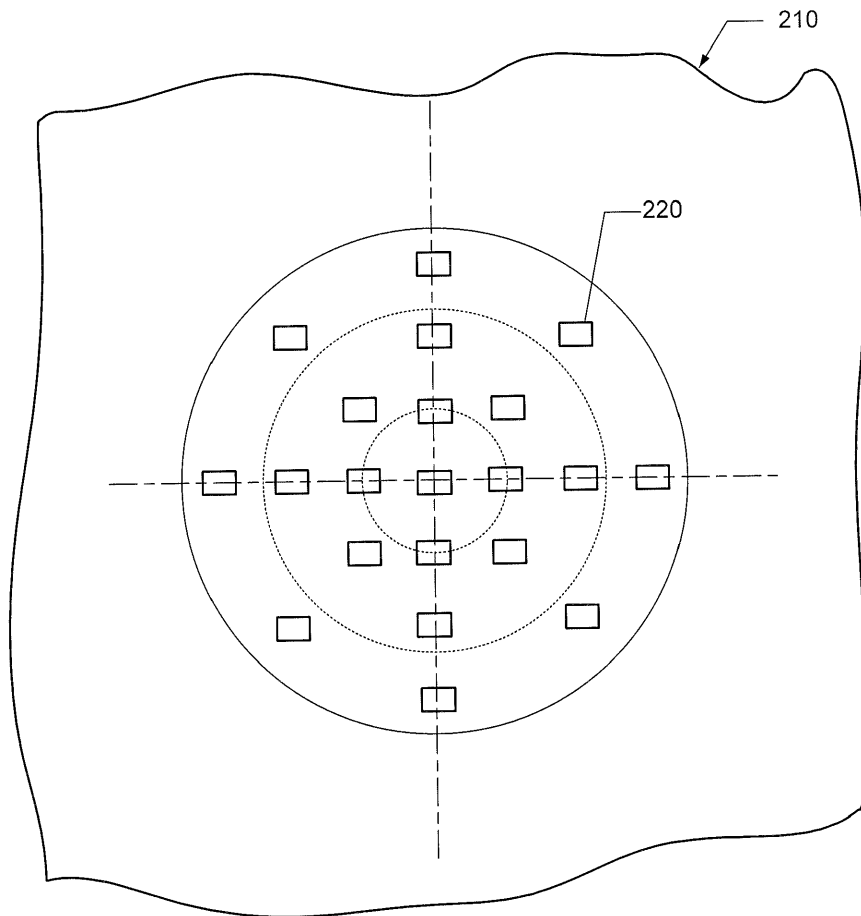


FIG. 3

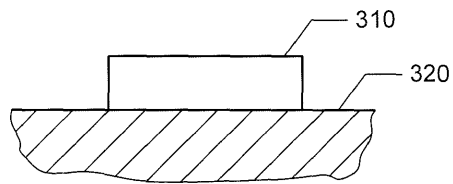


FIG. 4

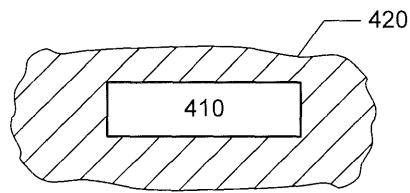


FIG. 5

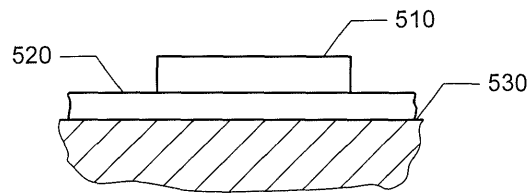


FIG. 6

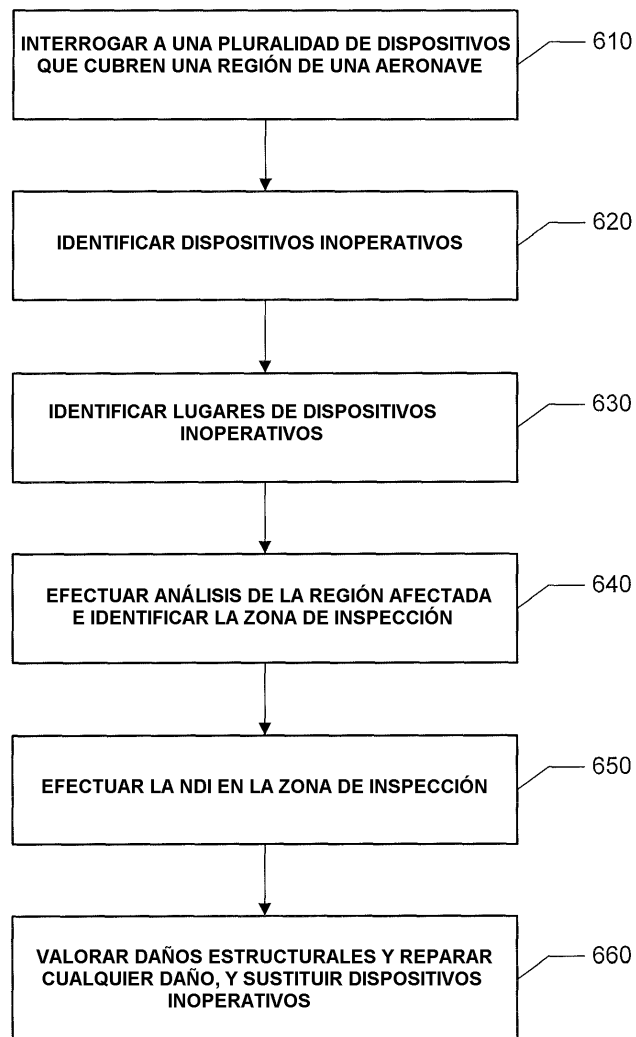


FIG. 7

