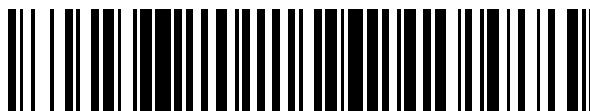


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 502 443**

51 Int. Cl.:

B64D 15/12 (2006.01)

H05B 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2011** **E 11704823 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.06.2014** **EP 2528817**

54 Título: **Aparato eléctrico para un sistema electrotérmico de protección contra hielo**

30 Prioridad:

29.01.2010 GB 201001576

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

03.10.2014

73 Titular/es:

GKN AEROSPACE SERVICES LIMITED (100.0%)
Ferry Road
East Cowes, Isle of Wight PO32 6RA, GB

72 Inventor/es:

LEWIS, STUART MARTIN y
ENGLISH, PETER

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 502 443 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

Aparato eléctrico para un sistema electrotérmico de protección contra hielo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato eléctrico como un calentador electrotérmico para un sistema electrotérmico de protección contra hielo apropiado para usarlo en un avión u otra estructura aerodinámica como una pala de una turbina eólica para evitar que se forme hielo y/o eliminar hielo que ya se ha formado. Estas dos funciones se pueden denominar antihielo y deshielo, respectivamente.

Antecedentes de la invención

Para un avión, no es deseable la formación en vuelo de hielo en la superficie externa del avión. El hielo destruye el flujo suave del aire sobre la superficie del avión, aumenta la resistencia y disminuye la capacidad de un perfil alar para realizar su función prevista.

También, el hielo formado puede impedir el movimiento de una superficie de control movable como una aleta de aumento de sustentación de borde de fuga (o flap) o una aleta de aumento de sustentación de borde de ataque (o slat) de ala. El hielo que se ha formado en una entrada de aire del motor se puede derramar de repente en trozos grandes que son ingeridos por el motor y causar daños.

Por lo tanto es común para un avión, y especialmente para un avión comercial, incorporar un sistema de protección contra hielo. Un avión comercial puede usar un sistema que implique escupir aire caliente desde los motores, y entonces el aire caliente es conducido a los componentes del fuselaje como los bordes de ataque del ala y la cola que son propensos a la formación de hielo. Más recientemente, se han propuestos sistemas accionados eléctricamente, como en el documento EP-A-1757519 (GKN Aerospace) que describe un slat de ala con una cáscara de morro que incorpora un manta o estera calentadora electrotérmica. La estera calentadora está unida a la superficie trasera de un escudo de erosión metálico que comprende la superficie externa que mira hacia delante de la cáscara de morro.

La estera calentadora es del tipo "Spraymat" (marca comercial) y es un producto estratificado que comprende capas dieléctricas hechas de tejido de fibra de vidrio preimpregnado y un elemento calentador formado por rociado por llama a una capa de metal en una de las capas dieléctricas. La "Spraymat" tiene una larga historia desde su desarrollo original en los años 50 por D. Napier & Sons Limited (véase su documento GB-833675 referente a un aparato eléctrico de deshielo o antihielo para un avión) hasta su uso posterior por GKN Aerospace.

Una "Spraymat" reciente fabricada por GKN Aerospace para usarla en un slat de ala se forma en una herramienta macho e implica acumular una pila de capas que comprenden (i) unas 10 capas de tela de fibra de vidrio preimpregnadas con epoxy curado en un autoclave, (ii) una capa conductora de metal (el elemento calentador) que ha sido rociada por llama en el estratificado usando una máscara para formar el patrón de elemento calentador y (iii) unas últimas 3 capas o así de la tela de fibra de vidrio. Se suelda cableado al elemento calentador para permitir la conexión al sistema de alimentación del avión. La estera calentadora se cura entonces en un autoclave.

El cableado que conecta el elemento calentador a una unidad de control y fuente de alimentación es típicamente una lámina, una malla o un alambre que es encapsulado dentro de una película de poliamida y es incrustado dentro del estratificado durante el curado en el autoclave. La película de poliamida es termoplástica y está elegida deliberadamente para no fundirse con el estratificado circundante. De hecho, la poliamida se usa más frecuentemente como una película de liberación o ruptura dentro de un estratificado con el fin de introducir una discontinuidad en el estratificado. Así, cuando la película de poliamida está incrustada en el estratificado de la estera calentadora, proporciona una discontinuidad en la estera calentadora en la que se pueden iniciar las grietas.

Un aparato eléctrico según el preámbulo de la reivindicación 1 se describe en el documento US 5314145.

Sería deseable proporcionar una técnica mejorada para incrustar un conector en un producto estratificado.

Sumario de la invención

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato eléctrico que comprende un estratificado y un conector, donde:

el estratificado comprende capas dieléctricas y un elemento eléctrico;

cada capa dieléctrica del estratificado comprende material termoplástico;

el conector comprende una cinta que tienen extremos primero y segundo y un conductor de metal;

el primer extremo de la cinta comprende material termoplástico, está incrustado en el estratificado y está estratificado a unas primera y segunda adyacentes de las capas dieléctricas del estratificado:

5 el conductor de metal del conector está eléctricamente conectado al elemento eléctrico del estratificado;

el segundo extremo de la cinta se extiende alejándose del estratificado para la conexión a una unidad eléctrica;

10 el material termoplástico del primer extremo de la cinta es (i) el mismo que el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se dispersa o funde en el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado o (ii) compatible con el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se fusiona al material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado; y

15 el material termoplástico del primer extremo de la cinta es (i) el mismo que el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se dispersa o funde en el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado o (ii) compatible con el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se fusiona al material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado.

20 En realizaciones actuales, el estratificado es una estera calentadora y el elemento eléctrico es un elemento calentador, un sensor de temperatura o un plano de tierra conductor. Sin embargo, la presente invención tiene una aplicación más amplia que sólo calentar esteras y estos tipos de elementos eléctricos.

25 Por ejemplo, el estratificado podría ser parte de un sistema de protección contra rayos para un avión, y el elemento eléctrico podría ser un plano de tierra conductor rociado, conectable a una tierra de avión por el conector de cinta. También está previsto que la presente invención pueda encontrar aplicaciones en la industria del automóvil. Por ejemplo, un producto termoplástico estratificado para incorporar en un vehículo como un vehículo eléctrico podría usar el conector de cinta para simplificar y mejorar la seguridad de la conexión eléctrica al resto del sistema eléctrico del vehículo.

30 La formación de una discontinuidad no deseada en las interfaces entre el primer extremo de la cinta y las capas dieléctricas primera y segunda se previene o minimiza sustancialmente porque el material termoplástico del primer extremo de la cinta es el mismo o compatible con el material termoplástico de la primera capa dieléctrica y es el mismo o compatible con el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica. Así, es menos probable que se inicien grietas en las interfaces durante el uso del aparato eléctrico, y es menos probable que suceda la desestratificación. En otras palabras, se mejora la resistencia a la fatiga o estructural.

35 Si el mismo material termoplástico se usa para el primer extremo de la cinta y todas las capas dieléctricas, la estratificación se puede realizar de forma que no haya sustancialmente discontinuidades entre cualquier componente termoplástico del estratificado. Esto da al termoplástico del estratificado una estructura monolítica que resistirá la desestratificación durante el uso

40 Si el material termoplástico del primer extremo de la cinta no es el mismo que el de la primera o segunda capa dieléctrica y es simplemente compatible con el material de la primera o segunda capa dieléctrica, entonces se puede lograr la compatibilidad seleccionando el termoplástico del primer extremo de la cinta de forma que no sea necesario usar adhesivo para unirlo al termoplástico de la primera o segunda capa dieléctrica durante la estratificación. Los materiales distintos pero compatibles se unirán unos a otros en la interfaz por un material termoplástico (por ejemplo, PEEK) fusionándose pero no dispersándose en el otro material termoplástico (por ejemplo, PEKK) cuando la pila de componentes ensamblados se calientan por encima del punto de fusión de uno de los materiales termoplásticos colindantes.

45 El estratificado comprende al menos dos capas dieléctricas en forma de una primera y segunda capa dieléctrica, pero las capas dieléctricas pueden ser mayores en número. Por ejemplo, el estratificado puede comprender al menos 3, 4 ó 5 capas dieléctricas.

50 En realizaciones actuales el elemento eléctrico es un recubrimiento de metal rociado que es poroso. Esto es ventajoso porque el material termoplástico adyacente es capaz de migrar adentro o a través del revestimiento poroso durante la operación de estratificación, reduciendo así el riesgo de desestratificación posterior.

55 En realizaciones actuales, la cinta comprende una capa de sustrato, el primer extremo de la cinta está provisto de un primer extremo de la capa de sustrato y la capa de sustrato se extiende desde el primer extremo al segundo extremo de la cinta. Por ejemplo, se puede cortar una cinta de una hoja dieléctrica hecha del material termoplástico que se va a usar para el conector, y la tira se puede cortar para tener una longitud correspondiente a la longitud deseada del conector. Las capas del sustrato se pueden fabricar en lotes cortando un número correspondiente de tiras de una única hoja dieléctrica.

- En una realización preferida, la cinta comprende además una capa de encapsulación y el conductor está intercalado entre la capa de sustrato y la capa de encapsulación. Así, la capa de encapsulación sirve para proteger el conductor. Preferiblemente, la capa de encapsulación no cubre el primer extremo de la capa de sustrato. Esto puede facilitar
- 5 conectar un extremo expuesto del conductor al elemento eléctrico. Preferiblemente, la capa de encapsulación comprende el mismo material termoplástico que la capa de sustrato y está estratificado a la capa de sustrato. La capa de encapsulación puede estar dispuesta para que se apoye pero no entre en el estratificado.
- En realizaciones actuales, el primer extremo incrustado de la cinta cubre el 10% o menos de una superficie principal
- 10 de la primera o segunda capa dieléctrica en la cual está estratificado el primer extremo de la cinta. La cobertura puede ser 5% o menos, 2% o menos, o 1% o menos. Por ejemplo, cuando el estratificado es una estera calentadora electrotérmica y la estera calentadora es de un tamaño para adaptarse a un avión comercial, la cobertura es probable que sea 1% o menos.
- En realizaciones actuales, el conductor de metal del conector es una pista de metal rociado. Rociar como un rociador de llama permite una deposición eficiente de una pista de metal en material termoplástico. Rociar por llama provocará una pista de metal porosa y esta porosidad permite que el material termoplástico adyacente migre en o a
- 15 través de pista de metal durante la estratificación.
- En realizaciones actuales, la pista de metal rociado incluye un terminal en el primer extremo de la cinta y el elemento eléctrico del estratificado incluye un terminal que está en contacto eléctrico con el terminal en el primer extremo de la cinta. Por ejemplo, los terminales pueden estar soldados juntos.
- 20 Alternativamente, se puede colocar una clavija de metal a la pista de metal rociado en el primer extremo de la cinta y la clavija de metal sobresale en un agujero en la primera o segunda capa dieléctrica del estratificado y está eléctricamente conectado al elemento eléctrico.
- 25 En alguna de realizaciones actuales, el conector tiene un único conductor de metal. Otras realizaciones tienen una pluralidad de conductores de metal tales como dos pistas de metal rociado paralelas.
- 30 En realizaciones actuales, usamos termoplástico de ingeniería de alta temperatura. Un material preferido comprende PEEK, PEKK, PPS, PEI o PES o una mezcla de los mismos. Estos materiales pueden resistir rociado de llama de una pista de metal rociado sin daño significativo. Se prefiere particularmente PEEK y PEKK:
- 35 Preferiblemente, el primer extremo de la cinta y las capas dieléctricas comprenden el mismo material termoplástico. Esto optimiza la fuerza de estratificación de los componentes cuando la pila de componentes ensamblados se calienta y presiona para formar el estratificado.
- El aparato eléctrico puede comprender una pluralidad de dichos conectores y el estratificado puede comprender una
- 40 pluralidad de dichos elementos eléctricos. Cada elemento eléctrico está conectado eléctricamente al conductor o conductores de metal del o de cada uno de un respectivo o una pluralidad de los conectores.
- En realizaciones actuales, el estratificado es una estera calentadora para un sistema de protección contra el hielo y el elemento eléctrico o al menos uno de los elementos eléctricos es un elemento calentador. En un sistema de
- 45 protección contra el hielo, el segundo extremo de la cinta del conector o al menos uno de los conectores está conectado a una unidad de control calentadora. En aparatos protegidos de hielo, la estera calentadora está en contacto térmico con una superficie trasera de la cáscara externa.
- Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para fabricar aparatos eléctricos,
- 50 que comprende los pasos de:
- proporcionar un elemento eléctrico y una pluralidad de capas dieléctricas que comprenden cada una material termoplástico;
- 55 rociar por llama una pista de metal en material termoplástico de una capa de sustrato de un conector;
- formar una pila que comprende las capas dieléctricas, el elemento eléctrico y un primer extremo de la cada de sustrato del conector, con el primer extremo de la capa de sustrato posicionada entre las primeras y segundas de las
- 60 capas dieléctricas, un segundo extremo de la capa del sustrato situado fuera de la pila y la pista de metal del conector eléctricamente conectada al elemento eléctrico; y
- estratificar las capas dieléctricas y el primer extremo de la capa de sustrato de forma que el material termoplástico del primer extremo de la capa del sustrato se disperse o funda o se fusione al material termoplástico de la primera
- 65 capa dieléctrica y de forma que el material termoplástico del primer extremo de la capa del sustrato se disperse o funda o se fusione al material termoplástico de la segunda capa dieléctrica.

El elemento dieléctrico puede ser un elemento calentador, un sensor de temperatura o un plano de tierra conductor que se rocíe por llama en el material termoplástico de una de las capas dieléctricas.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Realizaciones específicas de la presente invención se describirán ahora, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:
- 10 La figura 1 es una vista en planta esquemática de un avión que tiene slats en el borde de ataque de un ala.
- La figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de una cáscara de morro de un slat de ala de la figura 1.
- La figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de una capa dieléctrica en una primera etapa de proceso de montaje para fabricar una estera calentadora de acuerdo con una primera realización de la presente invención.
- 15 La figura 4 es una vista en perspectiva esquemática de la capa dieléctrica de la figura 3 en una segunda etapa del proceso de montaje.
- La figura 5 es una vista en perspectiva esquemática de la capa dieléctrica de la figura 4 en una tercera etapa del proceso de montaje.
- 20 La figura 6 es una vista en corte transversal esquemática tomada en la línea de corte de la figura 5.
- La figura 7 es una ampliación esquemática de la zona encerrada por un círculo de la figura 6.
- 25 La figura 8 es una vista en perspectiva esquemática de dos conectores para usarlos en el proceso de montaje.
- La figura 9 es una vista en perspectiva esquemática de la capa dieléctrica de la figura 5 en una cuarta etapa del proceso de montaje cuando se ensambla con conectores del tipo mostrados en la figura 8.
- 30 La figura 10 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 9 en una quinta etapa del proceso de montaje después de ser ensamblada con otra capa dieléctrica.
- La figura 11 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 10 en una sexta etapa del proceso de montaje después de ser rociada por llama con un plano de tierra de cobre.
- 35 La figura 12 es una ampliación con corte transversal esquemático de la zona encerrada por un círculo de la figura 11 y muestra la interfaz entre el plano de tierra y la capa dieléctrica en la cual ha sido rociado el plano de tierra.
- 40 La figura 13 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 11 en una séptima etapa del proceso de montaje después de que un conector del tipo mostrado en la figura 8 se haya conectado al plano de tierra.
- La figura 14 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 13 en una octava etapa del proceso de montaje después de que se haya añadido otra capa dieléctrica.
- 45 La figura 15 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 14 en una novena etapa del proceso de montaje después de que se haya añadido otra capa dieléctrica.
- 50 La figura 16 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 15 en una décima etapa del proceso de montaje después de rociar por llama un segundo plano de tierra.
- La figura 17 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 16 en una undécima etapa del proceso de montaje después de que se hayan añadido otra capa dieléctrica y un conector del tipo mostrado en la figura 8.
- 55 La figura 18 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora de la figura 17 en una duodécima etapa del proceso de montaje después de que los componentes ensamblados de la estera calentadora se hayan estratificado.
- 60 La figura 19 es una vista en perspectiva esquemática que muestra la estera calentadora de la figura 18 unida a un escudo de erosión.
- La figura 20 es una vista en perspectiva esquemática de una etapa intermedia de un proceso de montaje alternativo para fabricar una estera calentadora según una segunda realización de la presente invención.
- 65

La figura 21 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente montada de la figura 20 de una etapa posterior del proceso de montaje alternativo.

5 La figura 22 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 21 es una etapa posterior del proceso de montaje alternativo.

La figura 23 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 22 en una etapa posterior del proceso de montaje alternativo.

10 La figura 24 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 23 en una etapa posterior del proceso de montaje alternativo.

La figura 25 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 24 en una etapa posterior del proceso de montaje alternativo.

15 La figura 26 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 25 en una etapa posterior del proceso de montaje alternativo.

20 La figura 27 es una vista en perspectiva esquemática de la estera calentadora de la figura 26 después de que los componentes de la misma se hayan estratificado.

La figura 28 es una vista en perspectiva esquemática que muestra la estera calentadora de la figura 27 de la segunda realización de la presente invención cuando está ensamblada a un escudo de erosión.

25 La figura 29 es una vista en perspectiva esquemática de un sensor de temperatura de zona alternativo.

La figura 30 es una vista en perspectiva esquemática del sensor de temperatura de zona de la figura 29 después de estar ensamblado en la capa dieléctrica de la figura 3.

30 La figura 31 es una vista en perspectiva esquemática de un conector alternativo.

La figura 32 es una vista en perspectiva esquemática de otro conector alternativo.

35 La figura 33 es una vista esquemática que muestra las conexiones entre una estera calentadora según la presente invención y una fuente de alimentación y unidad de control electrónico de un avión.

40 Aunque la invención es susceptible de varias modificaciones y formas alternativas, realizaciones específicas se muestran a modo de ejemplo en los dibujos y se describen aquí en detalle. Se debe entender, sin embargo, que los dibujos y la descripción detallada de las realizaciones específicas no pretenden limitar la invención a las formas particulares descritas. Por el contrario, la invención cubre todas las modificaciones, equivalentes y alternativas comprendidos en el espíritu y alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Descripciones de realizaciones específicas

45 La figura 1 es una vista en planta de un avión 1 que tiene un ala 11 a lo largo de cuyo borde de ataque (frontal) están colocados cinco slats de ala 12. Cada slat de ala 12 incorpora un sistema electotérmico de protección contra el hielo.

50 La figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de una cáscara de morro desmontable 13 de uno de los slats de ala 12 de la figura 1. La configuración de la cáscara de morro 13 puede ser generalmente la misma que en el documento EP-A-1757519 (GKN Aerospace) que describe un slat de ala con una sección delantera desmontable que comprende una cáscara de morro.

55 La cáscara de morro 13 comprende un escudo de erosión 14 un calentador accionado eléctricamente 2.

El calentador 2 comprende una manta calentadora o estera 3 y un manojo de conectores 4 que conectan la estera calentadora 3 a la fuente de alimentación y electrónica de control del avión 1.

60 El escudo de erosión 14 es generalmente rectangular y tiene una superficie delantera 141 que está curvada de forma convexa y una superficie trasera 142 que está curvada de forma cóncava. Un vértice 1411 de la superficie delantera 141 proporciona el borde de ataque del ala del avión 11.

65 La estera calentadora 3 es generalmente rectangular y tiene una superficie delantera 31 curva de forma convexa y una superficie trasera 32 curvada de forma cóncava. La superficie delantera convexa 31 se adapta a la forma de y está unida a la superficie trasera 142 del escudo de erosión 14. De este modo, la energía térmica generada cuando la estera calentadora 3 está en funcionamiento, pasa, por conducción, al escudo de erosión 14 con el fin de

proporcionar una función de protección contra el hielo. El escudo de erosión 14 es metálico y puede estar hecho de aluminio (que es el material habitual) o titanio (que es caro pero puede ofrecer algunos beneficios funcionales y de procedimiento). Una función importante del escudo de erosión 14 es proteger al avión contra golpes de rayos absorbiendo y disipando la corriente del rayo.

5 La cáscara de morro desmontable 13 es conveniente porque sólo la cáscara de morro se puede retirar de la sección principal o trasera del slat de ala 12 para permitir que la cáscara de morro se repare o reemplace si ha sido dañada, o para permitir que se realice el mantenimiento en el calentador 2.

10 Si el calentador 2 ha desarrollado un fallo, la cáscara de morro 13 se puede desmontar de la sección principal o trasera del slat de ala 12, por ejemplo, deshaciendo o liberando medios de fijación liberables como tornillos. Entonces, el calentador 2 puede ser inspeccionado y probado. Si es posible, el calentador 2 se repara in situ. Si no es posible, la estera calentadora 3 se retira del escudo de erosión 14 de la cáscara de morro 13 y se asegura (por ejemplo, enlazada o pegada) una estera calentadora de un nuevo calentador al escudo de erosión 14. La cáscara de morro 13 está entonces preparada para ser devuelta al servicio. Mientras que la vieja cáscara de morro está siendo reparada, una nueva cáscara de morro tomada de las existencias se puede montar al slat de ala 12 para mantener el avión en condiciones de vuelo.

20 Un proceso de montaje para fabricar una estera calentadora según la primera realización de la presente invención se describirá ahora en referencia a las figuras 3-19, que representan, de forma muy esquemática, los componentes de la estera calentadora y cómo se ensamblan para fabricar la estera calentadora y cómo la estera calentadora se une entonces al escudo de erosión.

25 Los componentes mostrados en las figuras 3-19 son muy esquemáticos. Por ejemplo, en relación a la capa dieléctrica 50 mostrada en la figura 3, el espesor se ha exagerado en aras de la claridad. También, la anchura y longitud de la capa se han reducido en aras de la claridad. En una realización práctica, la capa dieléctrica sería generalmente rectangular y sería una hoja con un rango de anchura típico de 0,25 m a 1 m y un rango de longitud típico de 1 m a 4 m. En uso, la anchura de la hoja normalmente se envolverá alrededor de la cuerda en el borde de ataque del ala, y la longitud de la hoja se extenderá normalmente a lo largo de la extensión del ala. La hoja dieléctrica (la capa dieléctrica) también tendrá típicamente un grosor de 0,05 mm a 2 mm.

La capa dieléctrica 50 está hecha de un termoplástico de ingeniería de alta temperatura o de un material de refuerzo (como fibra de vidrio) que está impregnado con el termoplástico de ingeniería de alta temperatura.

35 De los tipos de termoplásticos de ingeniería de alta temperatura, usamos actualmente PEEK (poliéter éter cetona), PEKK (polietercetona), PPS (sulfuro de polifenileno), PEI (polieterimida) o PES (polietersulfona) o mezclas de los mismos. Estos materiales se han seleccionado basados en los requisitos para una temperatura de transición de vidrio adecuada y un rendimiento adecuado a la fatiga térmica. PEEK y PEKK se prefieren especialmente porque PEEK tiene el rendimiento mecánico necesario y es particularmente receptivo a un revestimiento de metal rociado por llama, y PEKK tiene propiedades similares pero es más fácil de unir al material de metal.

45 Los otros componentes de la estera calentadora (que se describirán más tarde) se seleccionan cada uno para estar hechos de un material igual o compatible con el material de la capa dieléctrica 50 de forma que, cuando los componentes están estratificados al final del proceso de montaje, los componentes pueden combinarse o fundirse para que la estera calentadora sea monolítica. Esto significa que los componentes estratificados de la estera calentadora no se desestratificarán los unos de los otros. Por la ausencia de discontinuidades entre capas discretas, no es posible que las grietas se inicien en los límites (anteriores) entre capas de sustrato adyacentes, y esto mejora la resistencia a la fatiga de la estera calentadora.

50 La figura 3 muestra que la pista de un elemento calentador 501 se ha establecido en la superficie superior principal 502 de la capa de sustrato dieléctrico 50. El elemento calentador 501 se extiende desde un primer terminal 503 a un segundo terminal 504. El elemento calentador 501 se muestra en la figura 3 como que tiene una forma de simple "C". En la práctica, tendrá una forma más complicada como una forma que zigzaguea repetidamente desde el primer terminal 503 al segundo terminal 504. El elemento calentador 501 se muestra en la figura 3 como que tiene una forma simple en aras de la claridad de la descripción esquemática.

La capa dieléctrica 50 tiene cuatro orificios de paso 505 que se extienden desde la superficie superior principal 502 a través de una superficie principal inferior 506 (véase la figura 5). Se usa una máscara para rociar por llama la pista del elemento calentador 501 en la superficie principal superior 502 de la capa dieléctrica 50 de forma que la pista corre desde el primer terminal 503 al segundo terminal 504. El elemento calentador 501 está hecho de un metal resistente como cobre o aleación de metal como aleación de cobre-manganeso. Rociado por llama o metal caliente es una técnica bien establecida desde hace muchos años, por ejemplo, volviendo al documento GB-833675 (D. Napier & Sons Limited) que se refiere a rociado de metal caliente de varias capas de metal de un aparato de deshielo o antihielo para un avión, y el lector se refiere al documento GB -833675 que se incorpora aquí a modo de referencia. El rociado se realiza de forma que el elemento calentador 501 es poroso, con el grado de porosidad dependiendo del número de pasadas de la pistola de rociar y el grosor del revestimiento de metal que forma el

elemento calentador 501. Un pistola de rociar adecuada es la Mark 66E-Man fabricada por Metallisation Limited de Dudley, West Midlands, Reino Unido, en combinación con su equipo de control asociado.

Los orificios de paso 505 se forman antes del rociado por llama del elemento calentador 501. Cada orificio tiene un diámetro típico de 3,5 mm, pero puede variar de 1 a 6 mm en diámetro, más preferiblemente de 2 a 5 mm en diámetro, o de 3 a 4 mm en diámetro. Durante el rociado por llama, algunos de los materiales del elemento calentador 501 se rocía en los dos orificios 505 en los terminales primero y segundo 503, 504.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 4. Se usa una máscara para rociar por llama una zona de sensor de temperatura 507 en la superficie principal superior 502. Así, el sensor de temperatura 507 está presente en la misma capa de sustrato que el elemento calentador 501. La pista del sensor de temperatura 507 se extiende desde un primer terminal 508 a un segundo terminal 509. Cada uno de los terminales 508, 509 está situado en un orificio de paso respectivo 505. Durante el rociado por llama, algunos de los materiales del sensor de temperatura 507 se rocían en los dos orificios 505 en los terminales 508, 509.

El sensor de temperatura de zona 507 se usa como parte de un bucle de control para proporcionar control de temperatura e información de prevención de daño térmico a una unidad de control para el calentador 2. El sensor de temperatura 507 es un sensor dispositivo de resistencia de temperatura (RTD). El rociado por llama establece una pista de metal conductor que un coeficiente de resistencia de temperatura adecuado. Metales adecuados incluyen níquel y aleaciones basadas en níquel, aunque cualquier metal con un coeficiente de resistencia de temperatura alto se puede usar siempre que sea adecuado para ser aplicado en un proceso de rociado por llama. El revestimiento de metal conductor se puede usar para formar la totalidad del sensor de temperatura 507 desde el primer terminal 508 al segundo terminal 509. Alternativamente, como se muestra en la figura 4, el revestimiento de metal conductor con el coeficiente de resistencia de temperatura adecuado puede ser rociado por llama para formar una cabeza de sensor 5010 situada entre dos límites intermedios 5011 en la pista del sensor 507. Los cables 5012 se pueden rociar por llama desde los límites 5011 a los terminales 508, 509 para conectar la cabeza del sensor 5010 a los terminales 508, 509. Los cables 5012 pueden ser de metal conductor como cobre.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 5. Implica dar vueltas a la capa dieléctrica 50 para que la superficie principal inferior 506 esté mirando hacia arriba. Entonces, se usa una máscara para rociar metal conductor (por ejemplo, cobre) o aleaciones para formar terminales o almohadillas de contacto 5013 alrededor de los orificios de paso 505. Durante este rociado por llama, algunos de los materiales del terminal 5013 recubren el agujero de cada orificio de paso 505. Esto se muestra más claramente en la figura 6 con una vista en sección transversal tomada en la línea de corte de la figura 5. El elemento calentador 501 se muestra en la figura 6 como que tiene una proyección generalmente cilíndrica 5014 que se extiende en el orificio de paso 505 desde la superficie principal 502 y forma un revestimiento radialmente externo dentro del orificio de paso 505.

El terminal 5013 se muestra como que tiene una proyección generalmente cilíndrica 5015 que se extiende en el orificio 505 desde la superficie principal 506 y forma un revestimiento radialmente interno del orificio de paso 505.

En la figura 6, la proyección cilíndrica 5015 de material de revestimiento se muestra como que deja el orificio 505 como que tiene un agujero de paso 5016. Si el grosor del revestimiento del terminal 5013 y su proyección 5015 es suficientemente gruesa, y/o el diámetro del orificio de paso 505 es suficientemente pequeña, es posible que la proyección 5015 obstruya o bloquee la parte radialmente interna del orificio de paso 505 como para formar una clavija central. Bajo estas circunstancias, no habría agujero de paso 5016 después de que los dos revestimientos 501, 5013 se hayan aplicado.

Como se muestra en la figura 6, el extremo libre 5017 de la proyección de revestimiento 5014 se extiende más allá del extremo libre 5018 de la proyección de revestimiento 5015. Así, la proyección 5014 solapa la proyección 5015 dentro del orificio 505. El extremo libre 5017 se muestra como sin llegar a la superficie principal 506, pero se podría extender sustancialmente a la superficie principal 506 e incluso extenderse algunas veces ligeramente en la superficie principal 506. Esto podría suceder, por ejemplo, si la hoja de material dieléctrico que forma la capa 50 está situada en la mesa de una máquina rociadora de metal y la hoja vibra durante el rociado por llama. Esta vibración facilitaría un efecto de "enchapado de paso" donde pasa el metal rociado todo el camino a través del orificio 505 y continua ligeramente para revestir la superficie lejana 506 alrededor del orificio 505.

Del mismo modo, la proyección de revestimiento 5015 del terminal 5013 se muestra como que tiene su extremo libre 5018 sin llegar a la superficie principal 502. El rociado por llama y otro proceso de aplicación se puede arreglar para asegurar que el extremo libre 5018 se extiende sustancialmente a la superficie principal 502 o, quizás, incluso se extienda alrededor en parte de la superficie principal 502 adyacente al orificio de paso 505. Por supuesto, bajo estas circunstancias, el elemento calentador 501 se interpone entre el extremo libre 5018 y la superficie principal 502.

Debido a la superposición entre el extremo libre 5017 y el extremo libre 5018, a un trayecto conductor continuo entre la superficie principal 502 y la superficie principal 506. Esto es cierto de cada uno de los orificios de paso 505 que están sometidos a la "aerosol chapado" desde ambos extremos para formar una conexión de paso continua.

Con el fin de lograr una conexión de paso satisfactoria, es beneficioso para la capa dieléctrica tener un grosor en el intervalo entre 0,05 mm a 2 mm.

La figura 7 es una ampliación esquemática de la zona encerrada por un círculo en la figura 6 y muestra el solapamiento entre los dos revestimientos que forman las proyecciones 5014, 5015. El rociado por llama produce un revestimiento que tiene partículas con un diámetro medio típicamente entre 30-150 μm . También, cada revestimiento 5014, 5015 forma un conductor microporoso. Las partículas de los revestimientos en la interfaz entre la proyección 5014 y la proyección 5015 están en contacto íntimo con el fin de formar una buena conexión eléctrica entre el elemento calentador 501 y el terminal 5013.

La figura 8 muestra dos conectores 41, 42 que comprenden parte del manido de conectores 4 mostrados en la figura 2 y que se usan para conectar eléctricamente la estera calentadora 3 a la fuente de alimentación de energía y unidad electrónica de control 6 (véase la figura 33) del avión 1.

Cada uno de los conectores 41, 42 comprende una capa de sustrato dieléctrico 411, 421 que es una tira que tiene la longitud deseada para que el conector realice su función de conexión.

Cada capa de sustrato 411, 421 está hecho de termoplástico de ingeniería de alta temperatura que es el mismo que o compatible con los materiales de las otras capas de componentes dieléctricos y conectores del calentador 2 de modo que, cuando al final del proceso de montaje los componentes del calentador están estratificados, las capas de sustrato 411, 421 se dispersan satisfactoriamente en la capa(s) dieléctrica adyacente y/o conector(es) de forma que los componentes del calentador forman una unidad monolítica satisfactoria sin tener que usar adhesivo para conectar las capas de sustrato dieléctrico y conectores.

Así, los materiales preferidos actualmente para la capa de sustrato dieléctrico 411 o 421 son PPS, PEI, PEKK, PEEK y PES. De estos materiales, actualmente preferimos particularmente PEKK o PEEK. Estos materiales son particularmente buenos asegurando que los componentes del calentador 2 se fusionaran o unirán para volverse monolíticos y no desaminarán.

Preferiblemente, cada capa de sustrato 411, 421 está hecha del mismo material termoplástico que los otros componentes ya que esto ayuda a asegurar que la pila de componentes ensamblados se dispersarán o fundirán uno en otro para formar la unidad monolítica cuando el material termoplástico se calienta por encima de su punto de fusión y se aplica presión a la pila.

Si el material de cada capa de sustrato 411, 421 no es el mismo que el de otros componentes y es simplemente compatible con el material de otros componentes, entonces la compatibilidad se puede lograr seleccionando el termoplástico de las capas de sustrato 411, 421 de forma que no es necesario usar adhesivo para unirlos al termoplástico de los otros componentes de la pila durante la estratificación. Los materiales distintos pero compatibles se unirán uno a otro en cada interfaz por un material termoplástico (por ejemplo, PEEK) cuando la pila de componentes ensamblados se caliente por encima del punto de fusión de uno de los materiales colindantes.

Después de que una hoja de material dieléctrico se haya cortado para formar las capas de sustrato como cintas 411 421, entonces se usa una máscara para rociar por llama un metal conductor (por ejemplo cobre) o aleación de metal en una superficie principal 412, 422 como para colocar la alimentación o pistas de señales. En el caso del conector 41, una pista de alimentación 413 se coloca en la dirección longitudinal de la tira dieléctrica 411 y termina en un terminal 414 en un extremo 415 del conector 41.

En el caso del conector 42, rociado por llama se utiliza para colocar las dos pistas de señales generalmente paralelas 423 cada una de la cual termina en un terminal 424 en un extremo 425 del conector 42.

El otro extremo de cada una de las pistas 413, 423 se puede terminar de cualquier modo apropiado para conectarse a la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6.

La figura 9 muestra la siguiente etapa del proceso de montaje. En esta etapa, la capa dieléctrica 50 de la figura 5 está montada con dos conectores 41 y un solo conector 42. Los tres conectores 41, 42 están situados, como se muestra en la figura 9, con sus terminales 414, 424 orientados hacia abajo hacia los terminales 5013 de la capa dieléctrica 50. Los terminales 414, 424 están entonces soldados a los terminales 5013.

De este modo, los dos conectores 41 están conectados a los extremos del elemento calentador 501 de forma que el elemento calentador 501 puede ser alimentado por la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6 a través de los conectores 41. Los extremos del sensor de temperatura 507 están conectados a través del conector 42 a la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6.

La figura 10 muestra la siguiente etapa del proceso de montaje. La estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 9 tiene otra capa dieléctrica 51 situada en la superficie principal 506 de la capa dieléctrica 50. Las capas dieléctricas 50,51 están hechas del mismo material, como PEEK o PEKK. En la figura 10, la capa dieléctrica 51 no

cubre los extremos 415, 425 de los conectores 41, 42 pero se puede disponer para cubrir los extremos de forma que la capa dieléctrica 51 es generalmente del mismo tamaño y forma que la capa dieléctrica 50. Durante la estratificación al final del proceso de montaje, el aumento del espesor del material dieléctrico en los extremos 415, 425 estará, al menos parcialmente, disperso o extendido como resultado del calor y la presión aplicada durante la estratificación. Más aún, en la estera calentadora terminada 3, no importa si, hasta cierto punto, el producto final (el producto estratificado) es local y ligeramente más grueso en lugares como resultado de un aumento del espesor del material dieléctrico que está presente.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 11. En esta etapa, un plano de tierra 71 se rocía por llama en la superficie principal superior 511 de la capa dieléctrica 51 de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 10. El plano de tierra comprende cobre rociado por llama o aleación de cobre y tiene un espesor típico de 0,05 mm, pero puede variar de 0,01 mm a 0,5 mm en grosor, o de 0,03 mm a 0,2 mm en grosor. El grosor exacto se puede elegir dependiendo de la conductividad requerida.

El propósito del plano de tierra 71 es detectar un fallo en la corriente causado por un fallo en el calentador en el elemento calentador 501. Por ejemplo, el fallo podría ser un daño como un apagado del calentador. El plano de tierra 71 está conectado a la tierra del avión 143 (véase la figura 19) igual que a la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6, para que cuando haya un fallo la unidad 6 detecte un cambio en la corriente.

La figura 12 es una ampliación en corte transversal esquemático de la zona encerrada por un círculo de la figura 11 y muestra la interfaz entre el plano de tierra 71 y la capa dieléctrica 51 en la cual el plano ha sido rociado. Las partículas del plano de tierra 71 son microporosas de forma que, durante el calentamiento y presión del proceso de estratificación, el termoplástico de las capas dieléctricas adyacentes pasará o migrará a través del plano de tierra 71 como parte de dar una estructura monolítica a la estera calentadora 3. La migración se indica por las flechas 711 que muestran trayectos de migración entre las partículas 712 del plano de tierra 71. Hay que tener en cuenta que, en la figura 12, sólo algunas de las partículas 712 están etiquetadas para la claridad. Las partículas 712 están situadas aleatoriamente como resultado del rociado y tienen un intervalo de tamaños aleatorios como el diámetro medio típicamente en el intervalo de 30-150 µm.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 13.

En esta etapa, un conector 43, que es igual que el conector 41, está eléctricamente conectado al plano de tierra 71 de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 11. El conector 43 tiene una pista 433 en su superficie inferior que termina en un terminal, y ese terminal está soldado al plano de tierra 71. De este modo, el plano de tierra 71 está eléctricamente conectado a través del conector 43 a la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 14. Una capa dieléctrica 52 está en lo alto del plano de tierra 71 de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 13. La capa dieléctrica 52 está hecha del mismo material que las capas dieléctricas 50, 51. Se muestra como que tiene un recorte en la región del conector 43. Sin embargo, la capa dieléctrica 53 podría ser del mismo tamaño y forma que la capa dieléctrica 50 de forma que cubriría el extremo 435 del conector 43.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 15. La estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 14 está volcada y otra capa dieléctrica 53 está situada en la superficie principal 502 de la capa dieléctrica 50. La capa dieléctrica 53 es del mismo tamaño y forma que la capa dieléctrica 50 y está hecha del mismo material que las otras capas dieléctricas 50, 51 y 52. En la figura 15, es posible ver las pistas 413 de los conectores 41, las pistas 423 del conector 42, y la pista 433 del conector 43.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 16. En esta etapa, la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 15 tiene un segundo plano de tierra 72 rociada por llama en la superficie principal expuesta 531 de la capa dieléctrica 53. Las características del segundo plano de tierra 72 son las mismas que las del primer plano de tierra 71. En particular, es preferible que los planos de tierra 71, 72 sea cobre rociado por llama.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 17. En esta etapa, otra capa dieléctrica 54 está situada en lo alto del plano de tierra 72 de la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 16. La capa dieléctrica 54 está hecha del mismo material que las otras capas dieléctricas 50, 51, 52, 53. Un conector 44 es generalmente el mismo que el conector 41 y tiene, en su superficie inferior en la figura 17, una pista que conduce a un terminal en el extremo 445 del conector 44. Este terminal del conector 44 está eléctricamente conectado al segundo plano de tierra 72 por soldadura para establecer una conexión eléctrica entre el plano de tierra 72 y la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6.

Colectivamente, los conectores 41, 42, 43, 44 comprenden un manojo de conectores 4 que se muestran esquemáticamente en la figura 2.

En la figura 17, la capa dieléctrica 54 se muestra como que tiene un recorte alrededor del extremo 445 del conector 44. Una alternativa sería que la capa 54 omitiera el recorte, de forma que la capa 54 tenga la misma forma rectangular y tamaño que la capa dieléctrica subyacente 53. Esto significaría que la capa dieléctrica 54 cubriría el extremo 445 del conector 44. Esto podría resultar, después de la estratificación, en un ligero aumento local en grosor de la estera calentadora en la vecindad del extremo 445.

Durante la acumulación de las capas dieléctricas, se puede incluir material de refuerzo en la pila de componentes de la estera calentadora. El material de refuerzo sería fibroso y ejemplos de material de refuerzo incluye fibras de vidrio, por ejemplo, ya sea como una cinta unidireccional o como una tela tejida, que sería poroso a las capas dieléctricas termoplásticas adyacentes durante el proceso de estratificación. Cualquier refuerzo necesitaría ser no-conductor con el fin de preservar el aislamiento proporcionado por las capas dieléctricas. También, el material de refuerzo se debe seleccionar tan fino como sea posible.

En la figura 17, todos los componentes de la estera calentadora 3 están en posición dispuestos a ser estratificados. El proceso de estratificación está esquemáticamente ilustrado en la figura 18. El calor y la presión se aplican a la pila de componentes para consolidar el estratificado en una estructura monolítica. El resultado es que las capas dieléctricas y los extremos incrustados de los conectores, todos hechos de termoplásticos de ingeniería iguales o compatibles, se dispersan uno en otro, y las capas dieléctricas y los extremos de los conectores se funden o fusionan para volverse monolíticos. En consecuencia, las capas y los extremos de los conectores no desestratificarán como resultado de la presencia de una discontinuidad en una interfaz causada por material termoplástico que es incompatible y no se ha fundido con el material termoplástico adyacente. Durante la estratificación, los extremos incrustados de los conectores se vuelven parte efectiva de la estera calentadora.

La estratificación se puede realizar usando una autoclave convencional, presión de calor o una gran máquina de estratificar. Tal maquinaria se puede usar para calentar la pila de componentes por encima del punto de fusión del material termoplástico mientras que se aplica presión, con el fin de consolidar el estratificado.

Si el material de refuerzo está presente en la pila de componentes, la presión del proceso de estratificación presiona el material de refuerzo en el termoplástico de las capas adyacentes para formar un estratificado termoplástico reforzado. Si el material de refuerzo es una tela tejida, se debe tener cuidado para asegurar que los tratamientos que se le aplican durante los procesos de tejeduría y acabado son compatibles con las temperaturas de estratificación en el orden de 400°C.

La intención del proceso de estratificación es minimizar o eliminar discontinuidades en el estratificado resultante. El producto final en forma de estera calentadora 3 con los extremos incrustados del manojo de conectores 4 tiene una estructura monolítica que puede experimentar generalmente una expansión uniforme cuando se calienta. Esto reduce las tensiones termomecánicas en la estera calentadora 3. Esto es una consideración importante en vista del hecho de que las tensiones termomecánicas son mayores que las tensiones aerodinámicas que experimenta la estera calentadora 3 cuando se instala en el avión 1.

En productos estratificados convencionales, se utiliza pegamento y el pegamento es un punto débil en las interfaces entre las capas adyacentes del estratificado. En un calentador convencional donde las capas eléctricas están encoladas en el estratificado, las interfaces encoladas están donde puede suceder la desestratificación bajo las cargas de fatiga.

Una ventaja de la estera calentadora de la primera realización de la presente invención como se muestra en la figura 18 es que está libre de pegamento. Específicamente, el pegamento no se usa para estratificar entre sí las capas dieléctricas y los extremos incrustados de los conectores.

La figura 19 muestra cómo la estera calentadora 3 se ofrece hasta la superficie trasera 12 del escudo de erosión 14. Un adhesivo adecuado se usa para pegar o unir la superficie delantera 31 de la estera calentadora 3 a la superficie trasera 142 del escudo de erosión 14. Para facilitar la ilustración, en la figura 19 la estera calentadora 3 y el escudo de erosión 14 se muestran como siendo plano. En una instalación representativa real como se muestra en la figura 2, la superficie delantera 31 está curvada de forma convexa y la superficie trasera 142 está correspondientemente curvada de forma cóncava. La estera calentadora 3 se parece a una hoja grande que es comparativamente larga y ancha respecto a su grosor, y en consecuencia la estera calentadora 3 es flexible y se puede doblar fácilmente para ajustarse a la forma de la superficie trasera 142 del escudo de erosión 14.

Cuando la estera calentadora 3 se ha instalado detrás del escudo de erosión 14, y cuando la cáscara de morro 13 está siendo instalada en el avión 1, los conectores 41, 42, 43 y 44 (que forman colectivamente el manojo de conectores 4) se pueden conectar a la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6 del avión 1. En consecuencia, el calentador 2 está ahora listo para ser usado.

En la primera realización de la estera calentadora como se discutió antes con referencia a las figuras 3-19, es el caso que el calentador puede incorporar dos planos de tierra (plano de tierra 71 y plano de tierra 72). Cuando el avión 1 es golpeado por un rayo en el escudo de erosión 14, una gran corriente (por ejemplo, 200000 A) de muy

corta duración se disipa a una tierra del avión 143 por el escudo de erosión 14. La gran corriente que corre por el escudo de erosión durante el golpe del rayo provocará una corriente en cualquier conductor paralelo subyacente como resultado de la unión electromagnética. Tales conductores paralelos incluyen el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507. Si el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 no están adecuadamente blindados de la unión electromagnética, la corriente que se ha producido en ellos puede ser del orden de 1,000 A y esta corriente puede pasar a lo largo del manojo de conductores 4 a la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6. El resultado podría ser un impulso de corriente en la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6, que sólo se diseña para hacer frente a corrientes en el orden de 10 A. Un impulso de corriente no es deseable porque puede dañar la electrónica dentro de la unidad 6.

En relación con una estera calentadora convencional con un solo plano de tierra, alguna corriente se producirá en el plano de tierra y pasará a la tierra del avión.

En la estera calentadora 3 de la primera realización de la presente invención, como se describe con referencias a las figuras 3-19, es el caso que la estera calentadora 3 incorpora dos planos de tierra 71, 72. Estos planos de tierra 71, 72 están situados sobre y debajo del elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 de forma que el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 están "blindados electromagnéticamente" por los dos planos de tierra 71, 72. Este blindaje es parecido al concepto de blindaje coaxial en un cable.

Los planos de tierra tienen generalmente baja resistencia. Como los dos planos de tierra intercalan el elemento calentador vulnerable 501, el sensor de temperatura 507 y los extremos incrustados del manojo de conexión 4 que están conectados al elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507, ellos blindan esos componentes y la corriente inducida durante un golpe de rayo es preferencialmente inducida en los dos planos de tierra 71, 72 y pasa a la tierra del avión 143. Corrientes mucho más reducidas se inducen en el elemento calentador 501, el sensor de temperatura 507 y los extremos incrustados del manojo de conexión que se dirigen fuera desde el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507, reduciendo así el riesgo de daño a la electrónica en la fuente de alimentación y unidad de control electrónica 6.

Ahora se describirá un proceso de construcción alternativo. Específicamente, las figuras 20-28 ilustran los aspectos relevantes de un proceso de montaje alternativo para producir una estera calentadora según la segunda realización de la presente invención. Las figuras 20-28 ilustran sólo aquellos aspectos del proceso de construcción que difieren de lo que se muestra en las figuras 3-19 en relación a la primera realización de la presente invención.

En consecuencia, en la figura 20, la segunda realización toma la capa dieléctrica 50 de la figura 4 de la primera realización y lo coloque boca abajo, y entonces un plano de tierra 73 se rocía por llama en la superficie principal 506 de la capa dieléctrica 50 de forma que el plano de tierra 73 tiene las mismas características que el plano de tierra 71.

Entonces, en la siguiente etapa de este proceso de montaje alternativo de la segunda realización, una capa dieléctrica 55 está situada en lo alto del plano de tierra 73 (véase la figura 21). La capa dieléctrica 55 está hecha del mismo material que la capa dieléctrica 50. Un conector 45 (que corresponde al conector 43 de la primera realización) está conectado eléctricamente al plano de tierra 73. La capa dieléctrica 55 tiene un recorte alrededor del extremo 455 del conector 45, pero este recorte se puede omitir y la capa dieléctrica 55 puede tener el mismo tamaño y forma que la capa dieléctrica 50 de forma que la capa dieléctrica 55 cubre el extremo 455.

La siguiente etapa del proceso de montaje de la segunda realización se muestra en la figura 22. Los orificios de paso 505 de la capa dieléctrica 50 se extienden a través del plano de tierra 73 y la capa dieléctrica 55. Los terminales o almohadillas de contacto 5513 son entonces rociados por llama en la superficie principal superior 552 de la capa dieléctrica 55, que los terminales 5513 de la segunda realización que tiene las mismas características que los terminales 5013 de la primera realización.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 23. En esta etapa, la estera calentadora parcialmente ensamblada de la figura 22 tiene otra capa dieléctrica 56 situada en lo alto de la capa dieléctrica 55. Dos conectores 46 (que corresponden a los dos conectores 41 de la primera realización) y un conector 47 (que corresponde al conector 42 de la primera realización) tienen sus extremos 465, 475 en contacto eléctrico con los terminales 5513. Un segundo plano de tierra 74 se rocía por llama en la capa dieléctrica 56 y tiene características que corresponden al segundo plano de tierra 72 de la primera realización. En la figura 23, la capa dieléctrica 56 no cubre los extremos 465, 475 de los conectores 46, 47. Podría, alternativamente, disponerse para cubrir los extremos 465, 475 y esto resultaría, en el producto final (la estera calentadora estratificada de la segunda realización) en un ligero aumento de grosor localizado de la estera calentadora.

La siguiente etapa del proceso de montaje de la segunda realización se muestra en la figura 24. Una capa dieléctrica 57 se sitúa en lo alto del segundo plano de tierra 74. Un conector 48 (que corresponde al conector 44 de la primera realización) tiene un extremo 485 conectado eléctricamente al segundo plano de tierra 74. La capa dieléctrica 57 se muestra como que tiene un recorte alrededor del extremo 485. Este recorte se podría omitir, y la capa dieléctrica 57 se podría extender por encima del extremo 485.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 25. Otra capa dieléctrica 58 está en contacto con la superficie principal 502 de la capa dieléctrica 50 para cubrir el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura de zona 507. El resultado se muestra en la figura 26. En la figura 26, todos los componentes de la estera calentadora 3 y los extremos incrustados 455, 465, 475, 485 de los conectores 45, 46, 47, 48 están en posición y dispuestos para ser estratificados.

El calor y la presión se aplican a la pila de componentes de la figura 26 para fabricar el estratificado monolítico de la estera calentadora 3 mostrada en la figura 27. Todas las capas dieléctricas 50, 55, 56, 57, 58 están hechos de termoplástico de ingeniería de alta temperatura igual o compatible (según la primera realización) y así se fusionan durante el proceso de estratificación. Donde es necesario, el material termoplástico corre a través de los planos de tierra porosos 73, 74 y a través del elemento calentador poroso 501 y a través del sensor de temperatura poroso 507. Como el material termoplástico se funde o fusiona en las interfaces entre los componentes apilados de la figura 26, las interfaces desaparecen sustancialmente y así las discontinuidades de las interfaces no están, en efecto, presentes en el producto final (la estera calentadora 3 de la segunda realización). Las discontinuidades no son deseables porque pueden funcionar como sitios de inicios de grietas que son sitios de debilidad potencial estructural o de fatiga. Eliminar sustancialmente las discontinuidades del producto final (la estera calentadora estratificada 3) produce una estera calentadora más duradera.

La estera calentadora 3 de la segunda realización (figura 27) tiene entonces su superficie delantera 31 pegada por adhesivo a la superficie trasera 142 del escudo de erosión 14, como se muestra en la figura 28.

Los conectores 45, 46, 47, 48 forman colectivamente el matojo de conectores 4 que sirven para conectar eléctricamente la estera calentadora 3 a la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6.

En la segunda realización, los dos planos de tierra (planos de tierra 73, 74) tienen posiciones distintas con respecto al elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 cuando se compara con los dos planos de tierra (planos de tierra 71, 72) de la primera realización.

En la segunda realización, el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 no están intercalados entre los dos planos de tierra 73, 74. En su lugar, los dos planos de tierra 73, 74 están situados en el lado del elemento calentador 501 y sensor de temperatura 507 lejos del escudo de erosión 14. En otras palabras, el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 están intercalados entre (i) el escudo de erosión 14 y (ii) los dos planos de tierra 73, 74. Comparado con una estera calentadora que tiene sólo un plano de tierra, los dos planos de tierra 73, 74 de la segunda realización proporcionan protección mejorada contra un golpe de rayo que provoca excesivas corrientes en el elemento calentador 501, el sensor de temperatura 507 y los extremos incrustados del matojo de conexión 4 que se dirigen fuera del elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507. Sin embargo, la protección es menos eficaz que la protección proporcionada por la configuración de los dos planos de tierra de la primera realización, porque en la primera realización los dos planos de tierra 71, 72 intercalan el elemento calentador 501 y un sensor de temperatura 507 y proporciona así un tipo de "blindaje coaxial" al elemento calentador 501 y sensor de temperatura 507.

Las figuras 29 y 30 muestran un sensor de temperatura de zona alternativo. En la figura 29, el sensor de temperatura de zona 507 está situado en un portador 5019 que está separado de la capa dieléctrica 50. El portador 5019 es de menor anchura y longitud que la capa dieléctrica 50 pero está preferiblemente hecho del mismo termoplástico de ingeniería de alta temperatura que la capa dieléctrica 50. Alternativamente pero menos deseable, el portador 5019 está hecho de un termoplástico de ingeniería de alta temperatura que es compatible con la capa dieléctrica 50 y los otros componentes de la estera calentadora 3 con la cual se fusionará durante el proceso de estratificación. Unos materiales preferidos actualmente para el portador 5019 incluyen PPS, PEI, PEKK, PEEK y PES. De estos materiales, PEKK y PEEK se prefieren especialmente.

La figura 29 también muestra cómo el sensor de temperatura 507 puede, opcionalmente, estar parcialmente encapsulado dentro de una capa de encapsulación 5020 que está hecha del mismo material que el portador 5019. La capa de encapsulación 5020 se muestra en una línea de puntos y trazos en la figura 29. Cuando la capa de encapsulación 5020 está situada en el portador 5019, la capa de encapsulación 5020 cubre todas las cabezas del sensor 5010 y las primeras partes adyacentes de los cables 5012.

El sensor de temperatura de zona 507 está rociado por llama en la superficie principal superior 50191 del portador 5019. El rociado por llama del sensor de temperatura 507 resulta en el primer y segundo terminal 508, 509 del sensor de temperatura situado alrededor de los orificios de paso 5021 de la capa del portador 5019.

Entonces, como se muestra en la figura 30, el portador 5019 está situado en la capa dieléctrica 50 de la figura 3. La situación es tal que los orificios de paso 5021 del portador 5019 se alinean con los orificios de paso pertinentes 505 de la capa dieléctrica 50.

Otros aspectos del proceso de fabricación para producir una estera calentadora son los mismos que para la primera realización descrita con referencia a las figuras 3-19 o la segunda realización descrita con referencia a las figuras

20-28.

La figura 31 muestra un conector 49 que es una variante del conector 41 de la figura 8.

- 5 En relación con el conector 49, usa la misma capa de sustrato dieléctrica 411, superficie principal 412, pista de alimentación 413, terminal 414 y extremo 415 que para el conector 41 de la figura 8. La diferencia es que el conector 49 de la figura 31 incluye adicionalmente una capa de encapsulación 491 que está hecha de termoplástico de ingeniería de alta temperatura igual que o compatible con la capa de sustrato dieléctrico 411. La capa de encapsulación 491 se detiene en una posición 492 de la superficie 412 que deja expuesto el terminal 414 y una longitud corta adyacente de la pista de alimentación 413. El conector 49 se puede usar para reemplazar los conectores 41, 43 y 44 de la primera realización de los conectores 45, 46 y 48 de la segunda realización. La posición 492 del conector 49 se elige para que el extremo 493 de la capa de encapsulación 491 se tope, y no entre dentro, de los componentes estratificados de la estera calentadora 3.
- 10
- 15 Cuando se está fabricando el conector 49, se aplica calor y presión a las capas 411, 491 para que se fundan o fusionen para formar una estructura estratificada.

Sin embargo, como la capa de encapsulación 491 no penetra en los componentes estratificados de la estera calentadora 3, sería posible cambiar el material de la capa de encapsulación 491 a, por ejemplo, una película protectora que se rocía. La naturaleza del material de la película rociada no importaría especialmente en el contexto de estratificar los componentes de la estera calentadora 3, porque el material de la capa de encapsulación 491 no penetraría en la pila de componentes que forman la estera calentadora 3.

La figura 32 muestra otro conector alternativo 41A que es generalmente igual que el conector 41 de la figura 8, excepto que una clavija metálica (por ejemplo, cobre) está unida (por ejemplo, por soldadura) al terminal 414 de la figura 8, para fabricar así el conector 41A como una variante del conector 41 de la figura 8. La clavija 416 se muestra en la figura 32 como que tiene una porción de base circular 4161 y una porción superior circular 4162 que es de diámetro menor que la porción de base 4161. El diámetro de la porción superior 4162 se establece preferiblemente para ser igual que el de los orificios 505 de la figura 3. Así, en una variante de la figura 9, cuando el conector 41A reemplaza al conector 41, la porción superior 4162 de la clavija 416 se proyectará dentro y anida con esmero dentro del orificio de paso correspondiente 505 de la capa dieléctrica 50.

La figura 33 es una representación esquemática de las conexiones entre la estera calentadora 3 y la fuente de alimentación y unidad electrónica de control 6.

La estera calentadora de la presente invención se puede incorporar en cualquier (por ejemplo, que mira hacia delante) superficie de un avión que pueda ser propensa a formación de hielo durante el vuelo. Por ejemplo, alternativas a incorporar la estera calentadora en el borde de ataque de un ala incluyen incorporarlo en el borde de ataque de una aleta o cola del avión, o en la entrada de aire de un motor, o un flap de borde de fuga para detener la formación de hielo en el flap cuando está desplegado, o en un alerón.

En las realizaciones primera y segunda anteriores, la estera calentadora 3 ha sido montada independientemente y luego estratificada, antes de ser unida al escudo de erosión 14. Una alternativa sería empezar con el escudo de erosión 14 y luego apilar en secuencia, en el escudo de erosión, los componentes de la estera calentadora y los conectores. El primer componente se uniría al escudo de erosión. Luego, cuando todo el montón de componentes se haya montado en el primer componente, podría aplicar calor y presión a los componentes y el escudo de erosión para estratificar los componentes de la estera calentadora y los conectores in situ en el escudo de erosión.

Se han descrito realizaciones primera y segunda de un calentador electrotérmico 2 que son realizaciones de un aparato eléctrico que comprende un estratificado 3 y un conector 41-49 donde: el estratificado 3 comprende capas dieléctricas 50-58 y un elemento eléctrico 501, 507, 71-74; cada capa dieléctrica del estratificado comprende material termoplástico; el conector comprende una cinta 411, 421, 491 que tiene extremos primero y segundo y un conductor de metal 413, 423, 433; el primer extremo 415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485 de la cinta comprenden material termoplástico, está incrustado en el estratificado y está estratificado a otros adyacentes primeros y segundos de las capas dieléctricas 50-58 del estratificado: el conductor de metal del conector está eléctricamente conectado al elemento eléctrico del estratificado; el segundo extremo de la cinta se extiende lejos del estratificado para conexión a una unidad eléctrica 6; el material termoplástico del primer extremo de la cinta es (i) el mismo que el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se dispersa o funde en el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado o (ii) compatible con el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se fusiona con el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado: y el material termoplástico del primer extremo de la cinta es (i) el mismo que el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se dispersa o funde en el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado o (ii) compatible con el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se fusiona al material termoplástico de la segunda capa

dieléctrica del estratificado.

También se han descrito métodos de fabricación de primeras y segundas realizaciones de un calentador electrotérmico 2 que son ejemplos de un método de fabricación de aparatos eléctricos, que comprenden los pasos de: proporcionar un elemento eléctrico 501, 507, 71-74 y una pluralidad de capas dieléctricas 50-58 cada una comprendiendo su material termoplástico; rociar por llama una pista de metal 413, 423, 433 en el material termoplástico de una capa de sustrato 411, 421 de un conector 41-49; formar una pila que comprende las capas dieléctricas, el elemento eléctrico y un primer extremo 415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485 de la capa de sustrato del conector, con el primer extremo de la capa de sustrato situado entre otros primero y segundo de las capas dieléctricas, un segundo extremo de la capa de sustrato situada fuera de la pila y la pista de metal del conector conectada eléctricamente al elemento eléctrico; y estratificar las capas dieléctricas y el primer extremo de la capa de sustrato de forma que el material termoplástico del primer extremo de la capa de sustrato se dispersa o funde o se fusiona al material termoplástico de la primera capa dieléctrica y de forma que el material termoplástico del primer extremo de la capa de sustrato se dispersa o funde o fusiona al material termoplástico de la segunda capa dieléctrica.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato eléctrico (2) que comprende un estratificado (3) y un conector (41-49), en el que:
 - 5 el estratificado (3) comprende capas dieléctricas (50-58) y un elemento eléctrico (501, 507, 71-74);
el conector (41-49) comprende una cinta (411, 421, 491) que tiene extremos primero y segundo (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) y un conductor de metal (413, 423, 433);
 - 10 el conductor de metal (413, 423, 433) del conector (41-49) está conectado eléctricamente al elemento eléctrico (501, 507, 71-74) del estratificado (3); y
el segundo extremo de la cinta (411, 421, 491) se extiende alejándose del estratificado (3) para la conexión a una
15 unidad eléctrica (6);
caracterizado porque:
cada capa dieléctrica (50-58) del estratificado comprende material termoplástico;
 - 20 el primer extremo (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) de la cinta (411, 421, 491) comprende material termoplástico, está incrustado en el estratificado (3) y está estratificado a unas adyacentes primera y segunda de las capas dieléctricas (50-58) del estratificado:
el material termoplástico del primer extremo (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) de la cinta (411, 421, 491) es
25 (i) el mismo que el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado (3) de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta está dispersado o fundido en el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado o (ii) compatible con el material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado (3) de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se fusiona al material termoplástico de la primera capa dieléctrica del estratificado; y
30 el material termoplástico del primer extremo (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) de la cinta (411, 421, 491) es (i) el mismo que el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado (3) de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se dispersa o funde en el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado o (ii) compatible con el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del
35 estratificado (3) de forma que el material termoplástico del primer extremo de la cinta se fusiona al material termoplástico de la segunda capa dieléctrica del estratificado.
2. Un aparato eléctrico (2) según la reivindicación 1, en el que la cinta (411, 421, 491) comprende una capa de sustrato (411, 421), el primer extremo (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) de la cinta está provisto de un primer
40 extremo de la capa de sustrato y la capa de sustrato se extiende desde el primer extremo al segundo extremo de la cinta.
3. Un aparato eléctrico (2) según cualquier reivindicación anterior, en el que el primer extremo incrustado (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) de la cinta (411, 421, 491) cubre el 10% o menos de una superficie principal (506, 511, 531, 552) de la primera o segunda capa dieléctrica en la cual está estratificado el primer extremo de la cinta.
45
4. Un aparato eléctrico (2) según cualquier reivindicación anterior, en el que el conductor de metal (413, 423, 433) del conector (41-49) es una pista de metal rociado.
- 50 5. Un aparato eléctrico (2) según la reivindicación 4, en el que la pista de metal rociado (413, 423, 433) es porosa.
6. Un aparato eléctrico (2) según la reivindicación 4 ó 5, en el que la pista de metal rociado (413, 423, 433) incluye un terminal (414, 424) en el primer extremo (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) de la cinta (411, 421, 491) y el elemento eléctrico (501, 507) del estratificado (3) incluye un terminal (5013) que está en contacto eléctrico con el
55 terminal (414, 424) en el primer extremo de la cinta.
7. Un aparato eléctrico (2) según cualquier reivindicación anterior, en el que el conector (42, 47) comprende una pluralidad de dichos conductores de metal (423).
- 60 8. Un aparato eléctrico (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el o cada material termoplástico comprende PEEK, PEKK o una mezcla de los mismos.
9. Un aparato eléctrico (2) según cualquier reivindicación anterior, en el que el material termoplástico del primer extremo (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) de la cinta (411, 421, 491) es la misma que el material
65 termoplástico de las capas dieléctricas (50-58).

10. Un aparato eléctrico (2) según cualquier reivindicación anterior, en el que el estratificado (3) es una estera calentadora para un sistema de protección contra el hielo y el elemento eléctrico (501) o al menos uno de los elementos eléctricos es un elemento calentador (501).
- 5 11. Una cáscara de morro (13) para un slat de ala (12), comprendiendo la cáscara de morro (13) un escudo de erosión (14) y un aparato eléctrico (2) según la reivindicación 10, en la que la estera calentadora (3) está unida a una superficie trasera (142) del escudo de erosión (14).
- 10 12. Un método de fabricación de un aparato eléctrico (2), que comprende los pasos de:
proporcionar un elemento eléctrico (501, 507, 71-74) y una pluralidad de capas dieléctricas (50-58) que comprenden cada una material termoplástico;
15 rociar por llama una pista de metal (413, 423, 433) en el material termoplástico de una capa de sustrato (411, 421) de un conector (41-49);
formar una pila que comprende las capas dieléctricas (50-58), el elemento eléctrico (501, 507, 71-74) y un primer extremo (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) de la capa de sustrato (411, 421) del conector (41-49), con el primer extremo de la capa de sustrato situado entre las primera y segunda de las capas de sustrato (50-58), un
20 segundo extremo de la capa de sustrato (411, 421) situado fuera de la pila y la pista de metal (413, 423, 433) del conector (41-49) eléctricamente conectado al elemento eléctrico (501, 507, 71-74); y
estratificar las capas dieléctricas (50-58) y el primer extremo (415, 425, 435, 445, 455, 465, 475, 485) de la capa de sustrato (411, 421) de forma que el material termoplástico del primer extremo de la capa de sustrato se dispersa o
25 funde o fusiona al material termoplástico de la primera capa dieléctrica y de forma que el material termoplástico del primer extremo de la capa de sustrato se dispersa o funde o fusiona en el material termoplástico de la segunda capa dieléctrica.
- 30 13. Un método según la reivindicación 12, en el que el elemento eléctrico (501) es un elemento calentador y el método comprende además el paso de rociar por llama el elemento calentador (501) en el material termoplástico de una de las capas dieléctricas (50-58).
- 35 14. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 12 ó 13, en el que el o cada material termoplástico comprende PEEK, PEKK o mezcla de los mismos.
15. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que el material termoplástico de la capa de sustrato (411, 421) es el mismo que el material termoplástico de las capas dieléctricas (50-58).

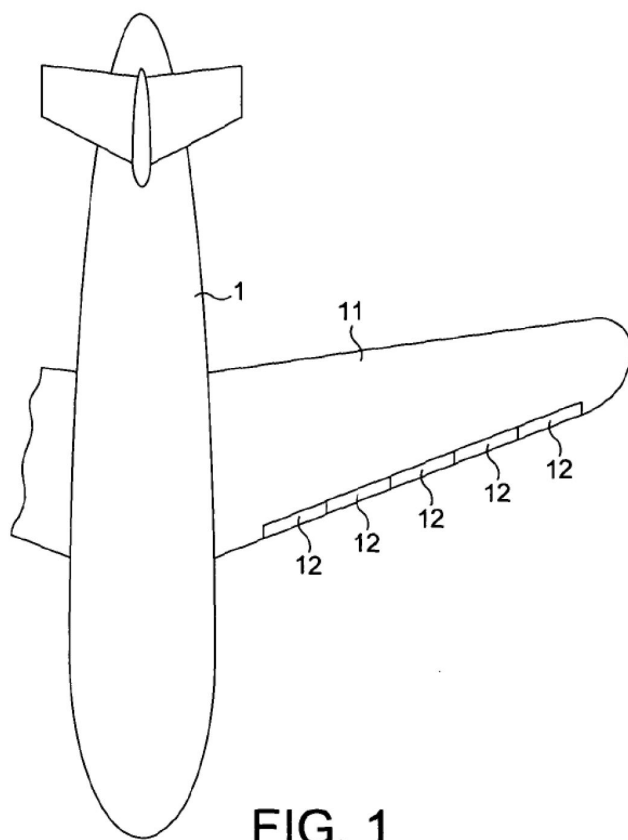


FIG. 1

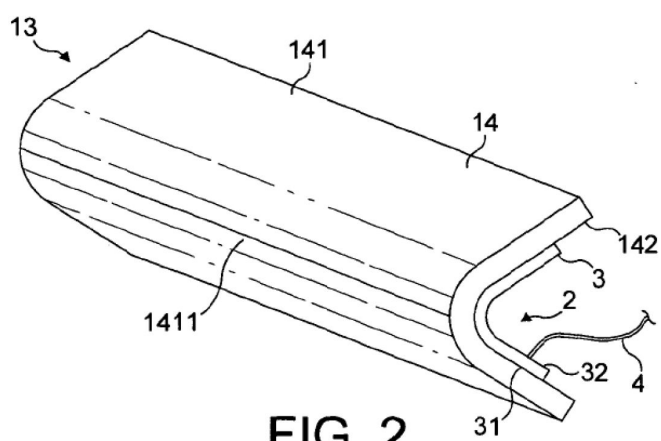


FIG. 2

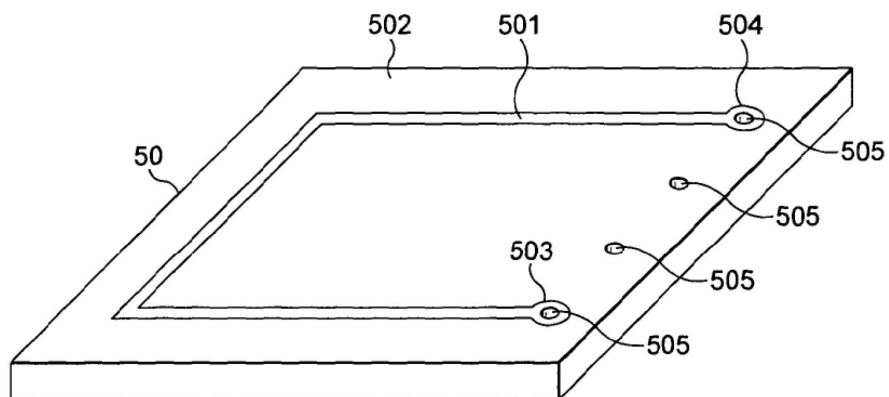


FIG. 3

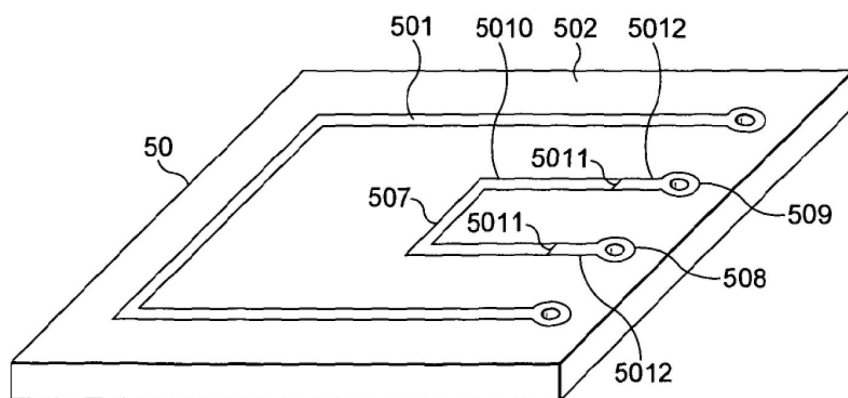


FIG. 4

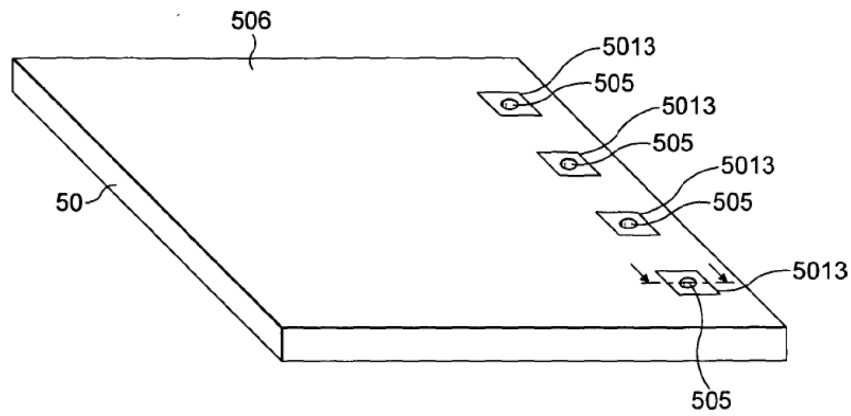


FIG. 5

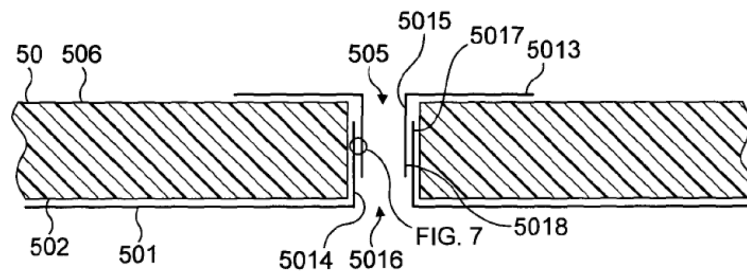


FIG. 6

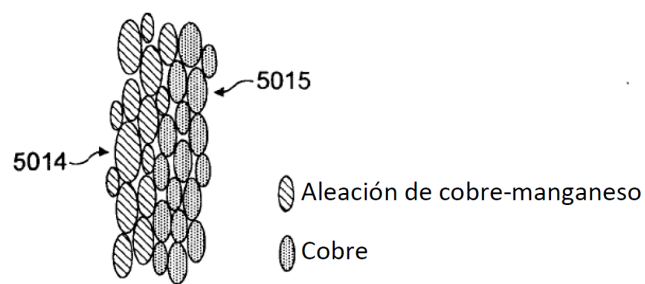


FIG. 7

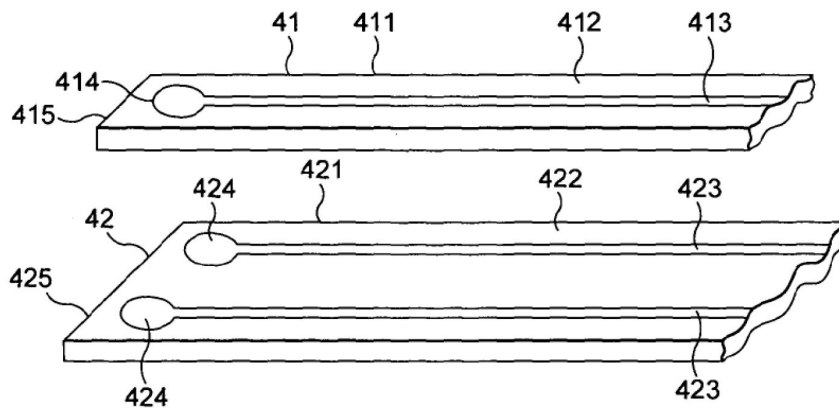


FIG. 8

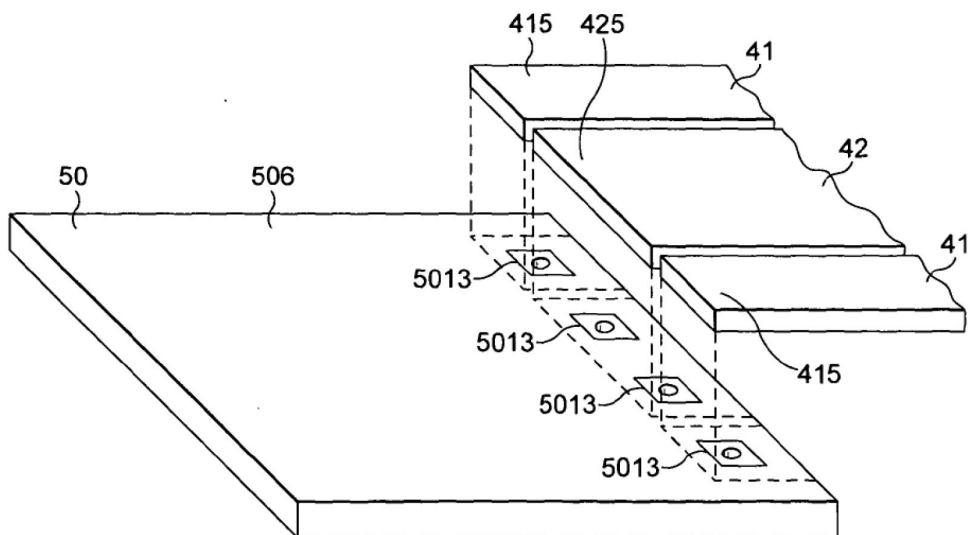


FIG. 9

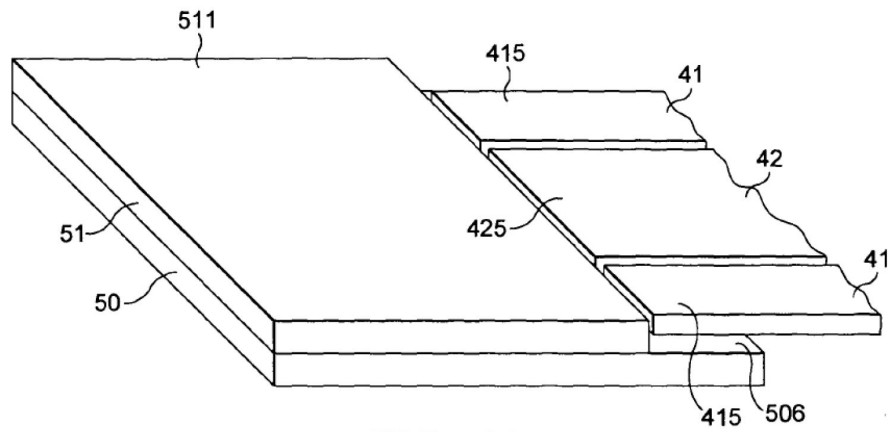


FIG. 10

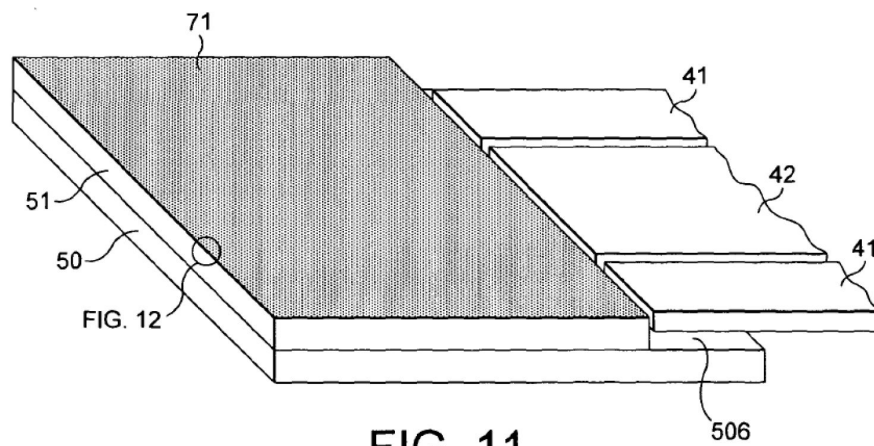


FIG. 11

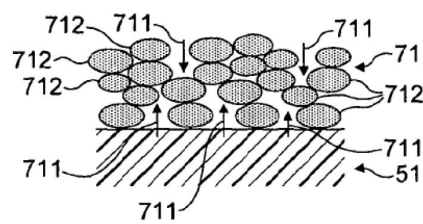


FIG. 12

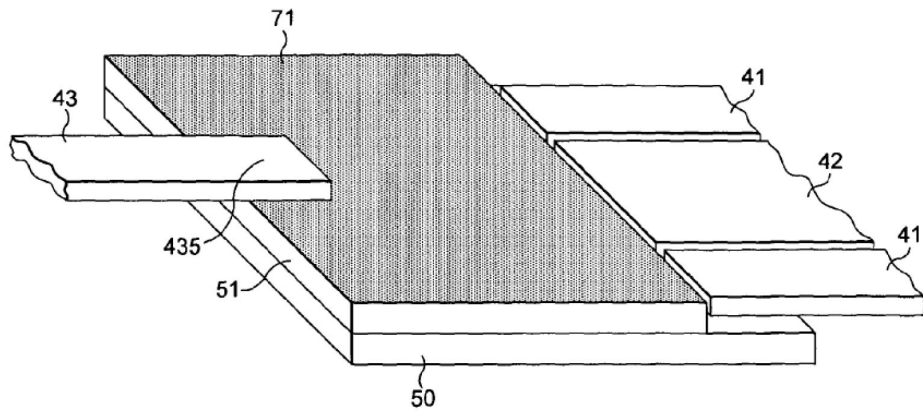


FIG. 13

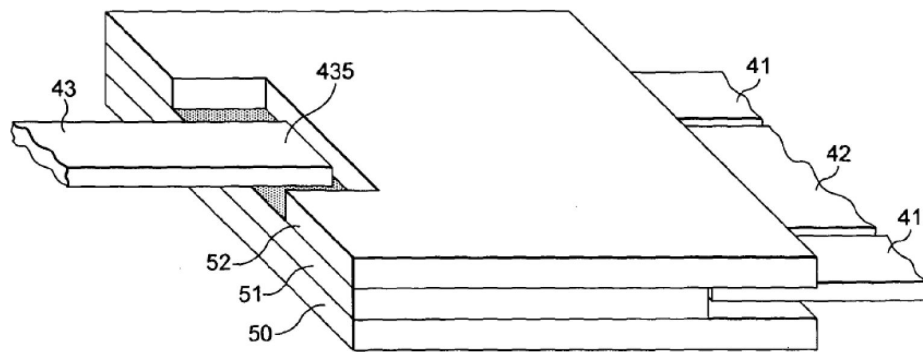
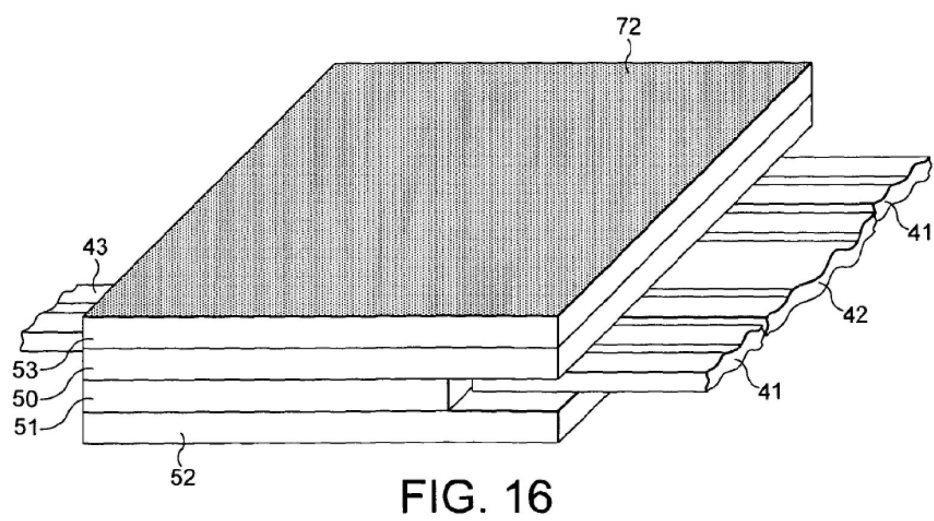
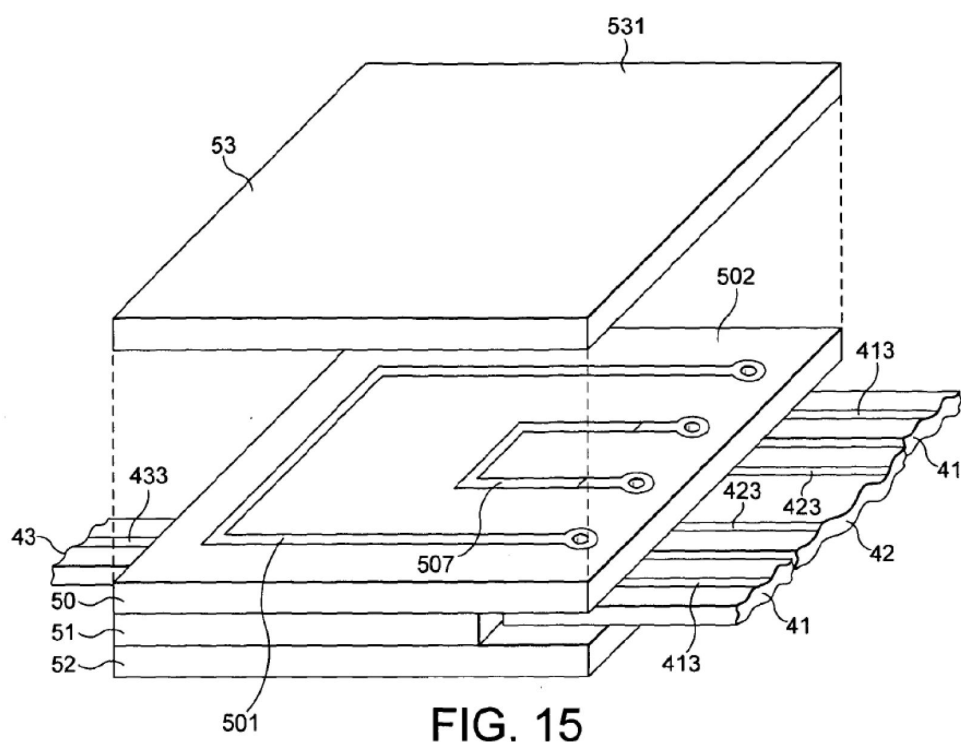


FIG. 14



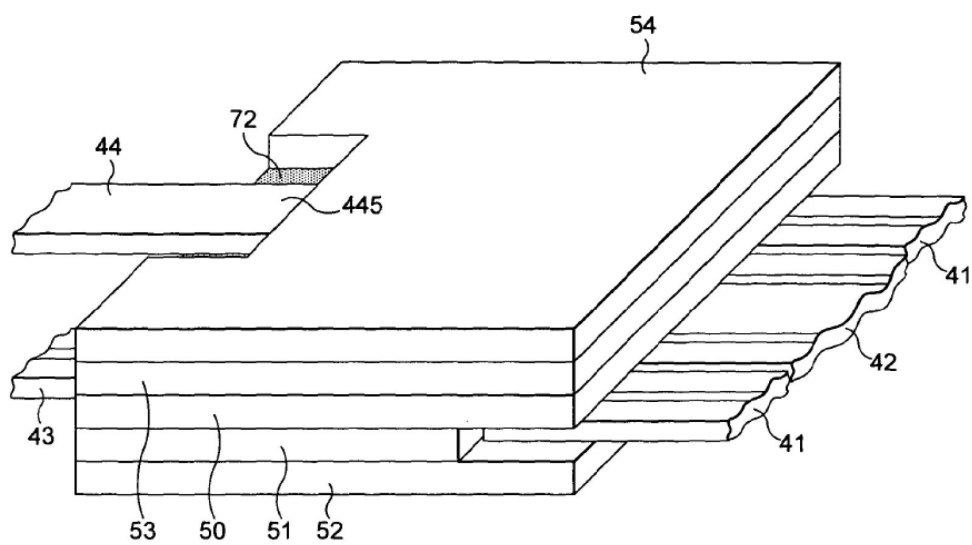


FIG. 17

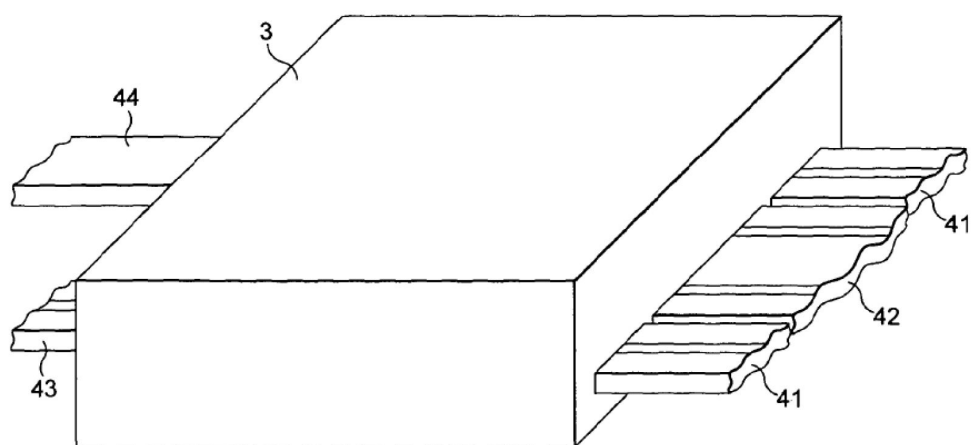


FIG. 18

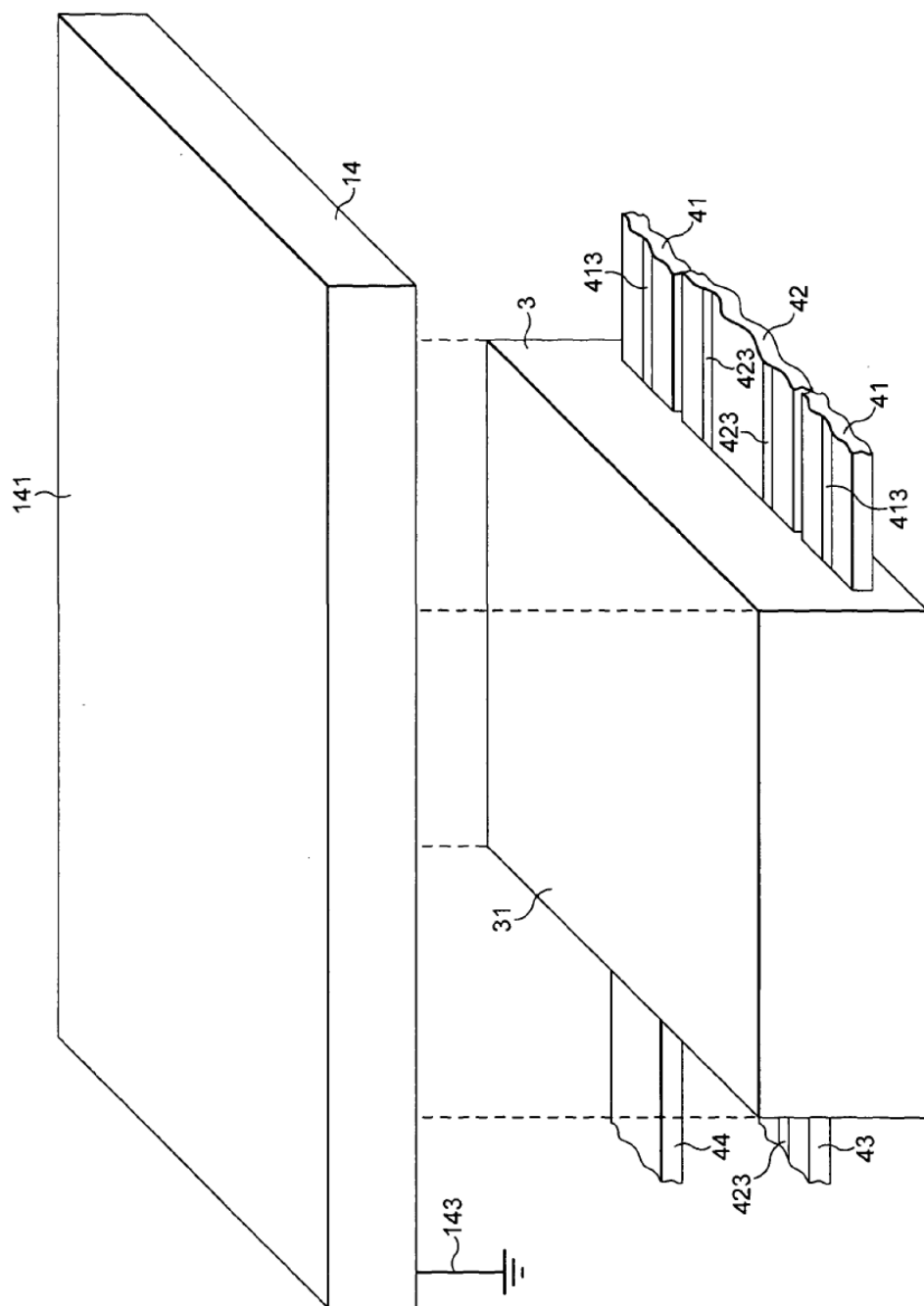


FIG. 19

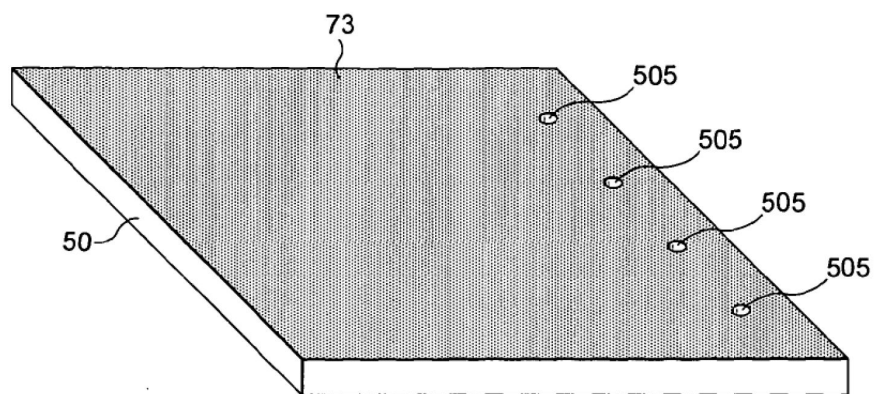


FIG. 20

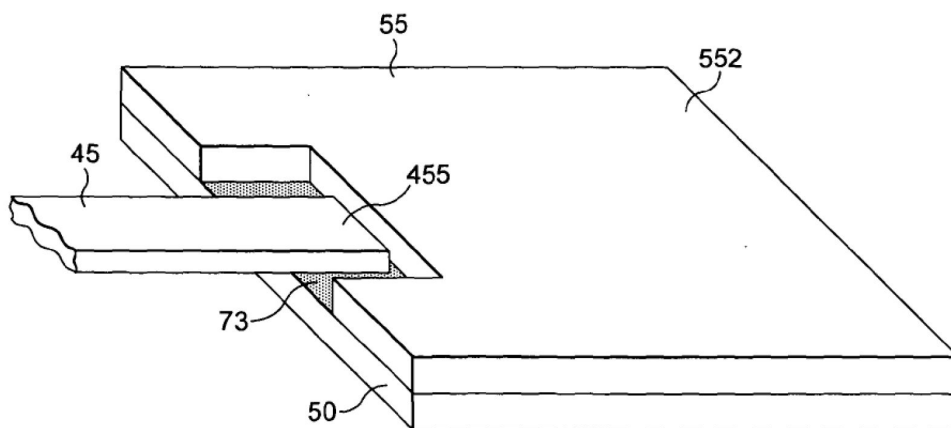


FIG. 21

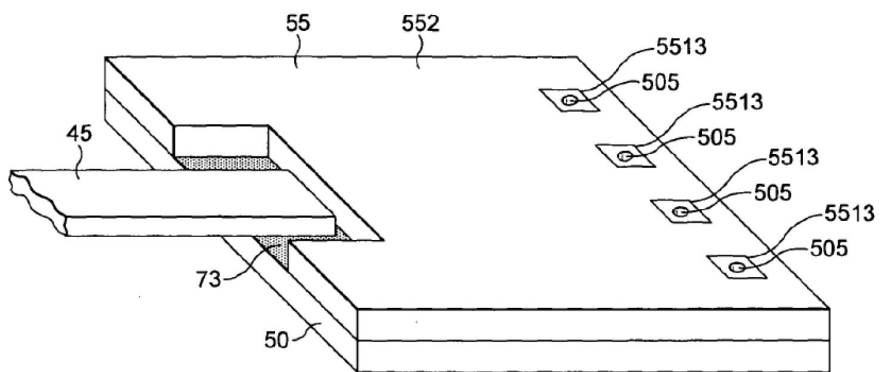


FIG. 22

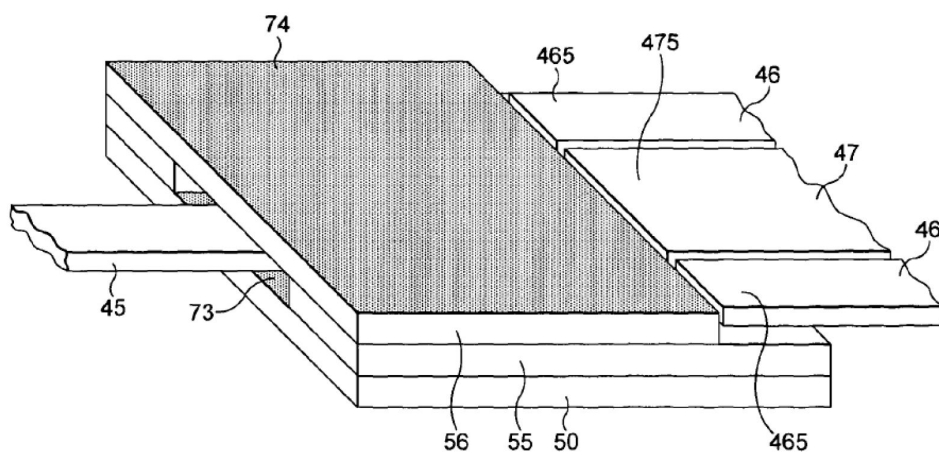


FIG. 23

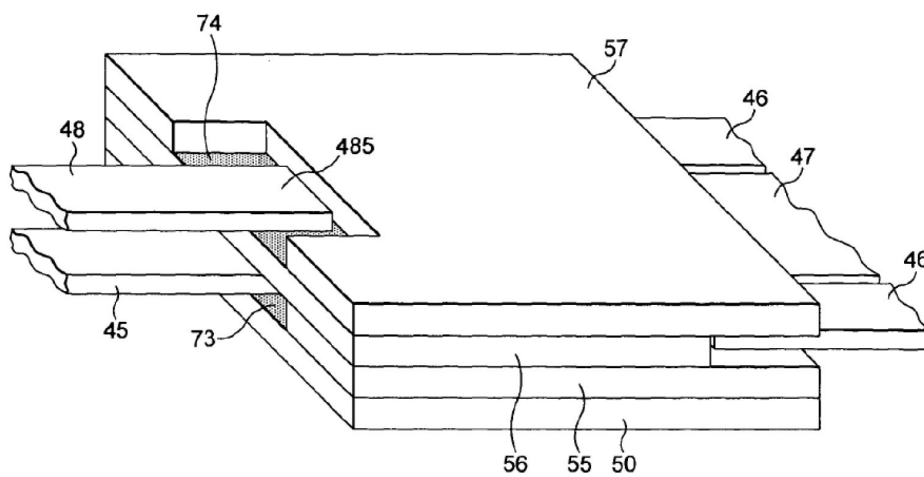


FIG. 24

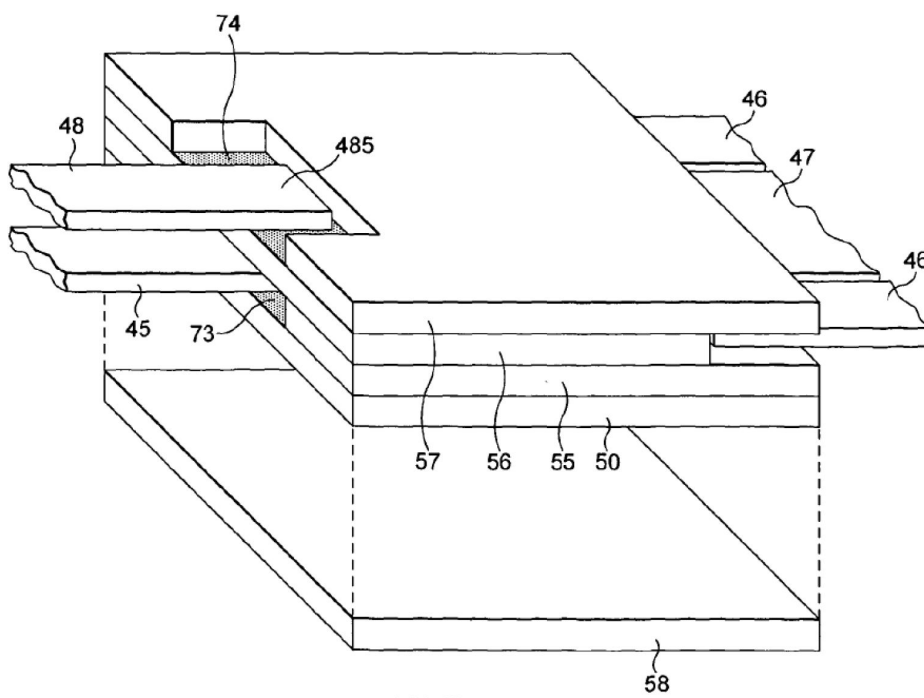


FIG. 25

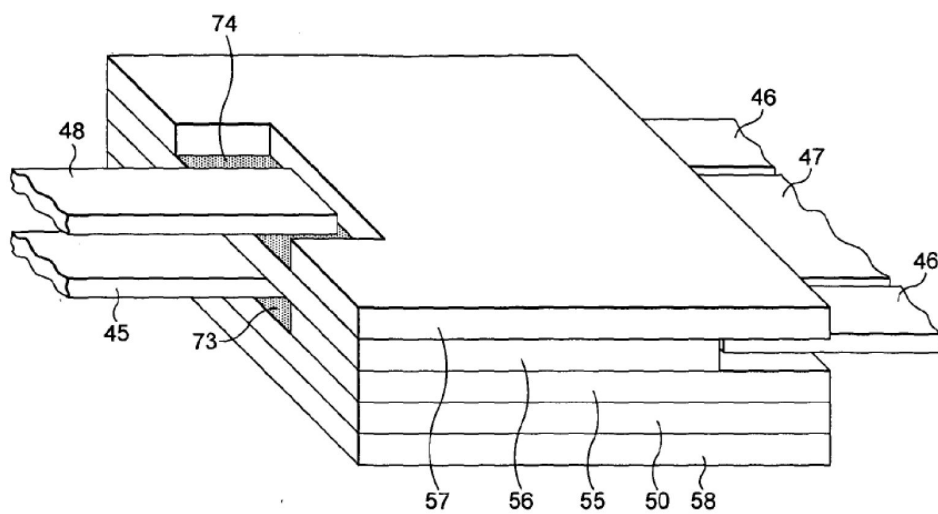


FIG. 26

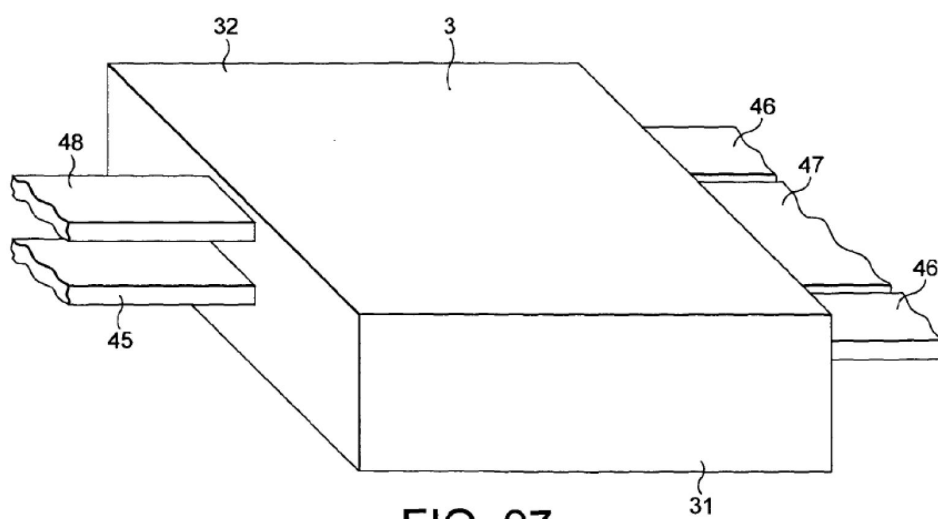


FIG. 27

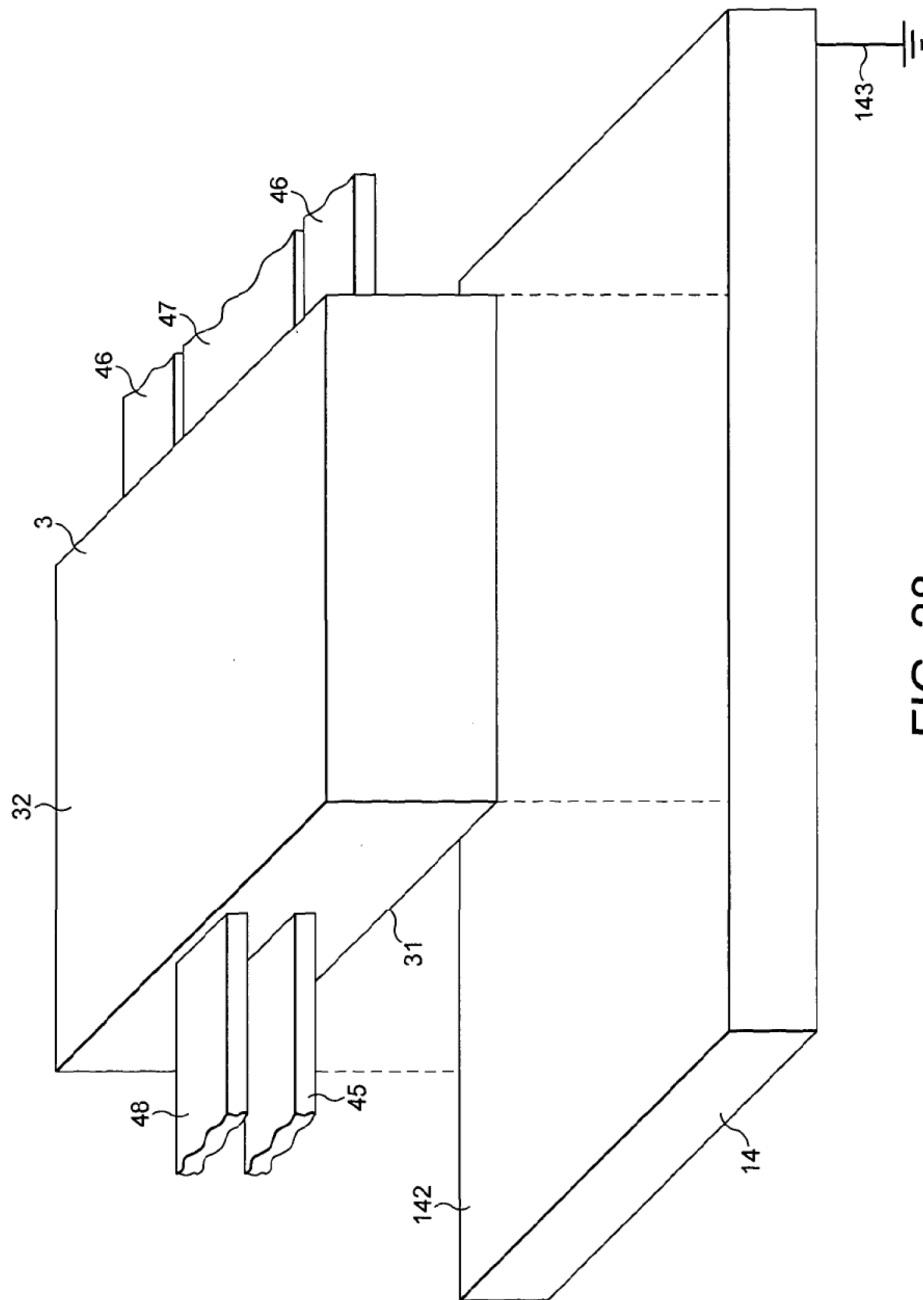


FIG. 28

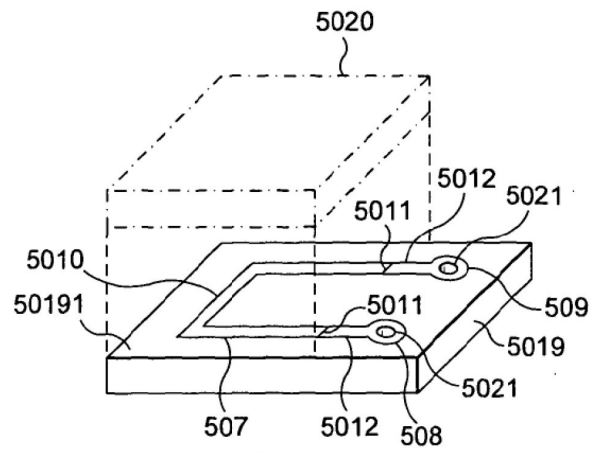


FIG. 29

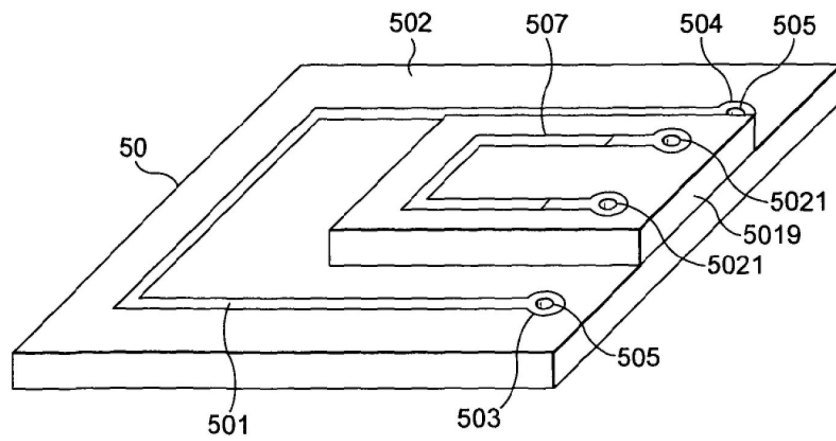


FIG. 30

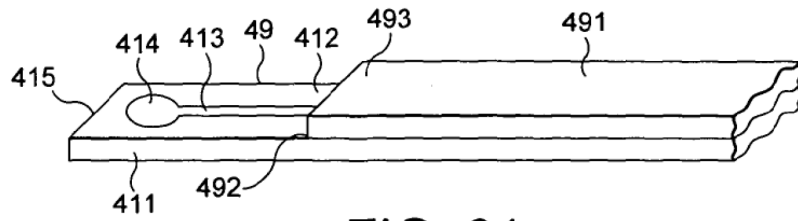


FIG. 31

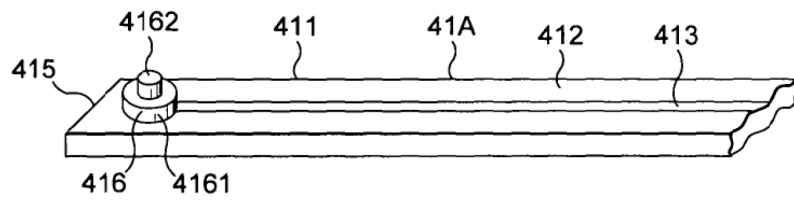


FIG. 32

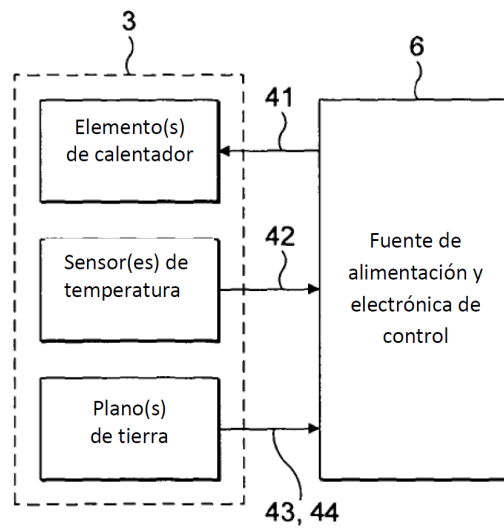


FIG. 33