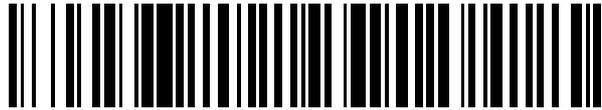


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 451**

51 Int. Cl.:

B64D 15/12 (2006.01)

H05B 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.01.2011 PCT/GB2011/000121**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2011 WO11092479**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2011 E 11704822 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 2528816**

54 Título: **Esterilla calentadora que comprende un componente dieléctrico con conexión eléctrica**

30 Prioridad:

29.01.2010 GB 201001574

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

21.02.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WINTER, NICHOLAS JOHN;
LEWIS, STUART MARTIN y
ENGLISH, PETER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 602 451 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

Esterilla calentadora que comprende un componente dieléctrico con conexión eléctrica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una esterilla calentadora laminada, tal como una esterilla calentadora electotérmica para un sistema de protección de hielo electotérmico adecuado para uso en una aeronave u otra estructura aerodinámica tal como una cuchilla de una turbina eólica para evitar la formación de hielo y/o para eliminar el hielo que ya se ha formado. Estas dos funciones se pueden denominar anti formación de hielo y de descongelación, respectivamente.

Antecedentes de la invención

15 Para una aeronave, la formación en vuelo de hielo en la superficie externa de la aeronave no es deseable. El hielo destruye el buen flujo de aire sobre la superficie de la aeronave, aumenta la resistencia y disminuye la capacidad de un perfil aerodinámico para llevar a cabo su función prevista.

Además, el hielo acumulado puede impedir el movimiento de una superficie de control movable, tal como una aleta anterior del ala o dispositivo hipersustentador. El hielo que se ha acumulado en una entrada de aire del motor puede hacerse trizas repentinamente en grandes trozos que son ingeridos en el motor y causan daños.

Por tanto, es común para las aeronaves, y en particular para las aeronaves comerciales, que incorporen un sistema de protección contra el hielo. Una aeronave comercial puede utilizar un sistema que consiste en el purgado de aire caliente fuera de los motores, y el aire caliente es canalizado a continuación, a los componentes del fuselaje, como los bordes de ataque de las alas y la cola, que son propensos a la formación de hielo. Más recientemente, se han propuesto sistemas accionados eléctricamente, tal como en el documento EP-A-1.757.519 (GKN Aerospace), que describe una aleta anterior del ala que tiene un revestimiento de nariz que incorpora una manta o esterilla térmica electotérmica. La esterilla calentadora está unida a la superficie trasera de un escudo de erosión metálico que comprende la superficie externa orientada hacia delante del revestimiento de nariz.

La esterilla calentadora es del tipo "Spraymat" (marca comercial) y es un producto estratificado que comprende capas dieléctricas hechas de tela de fibra de vidrio preimpregnada y un elemento calefactor formado por pulverización a la llama de una capa metálica sobre una de las capas dieléctricas. El "Spraymat" tiene una larga historia de su desarrollo original en la década de 1950 por D. Napier & Sons Limited (ver su documento GB-833.675 relativo a un aparato eléctrico de deshielo o anti-formación de hielo para una aeronave) hasta su uso posterior por GKN Aerospace.

Una reciente "Spraymat" producida por GKN Aerospace para uso en una aleta anterior del ala se forma sobre una herramienta macho y consiste en apilar hojas que comprenden (i) aproximadamente 10 capas de tela de fibra de vidrio preimpregnadas con resina epoxi curada en un autoclave, (ii) una capa de metal conductor (el elemento calentador), que se ha pulverizado a la llama sobre del laminado utilizando una máscara para formar el patrón del elemento calentador y (iii) un final de 3 o menos capas de tela de fibra de vidrio. El cableado está soldado al elemento calentador para permitir la conexión al sistema de potencia de la aeronave. La esterilla calentadora se cura a continuación en una autoclave.

Una esterilla calentadora a menudo incorpora una conexión de metal que se extiende a través de varias capas dieléctricas y varias capas conductoras, tales como el elemento calentador y un terminal en el extremo del cableado para conectar el elemento calentador al cableado. La conexión de metal es un elemento separado que es grueso y voluminoso. La naturaleza heterogénea de la conexión de metal con relación a los componentes circundantes, tales como las capas dieléctricas induce tensiones térmicas y mecánicas de la esterilla calentadora que puede resultar en un fallo por fatiga.

Sería deseable proporcionar una esterilla calentadora laminada mejorada.

El documento US-6.074.567 divulga un paquete de semiconductores que incluye un laminado de substratos que tengan orificios pasantes y los patrones de circuito. Los orificios pasantes y algunos de los patrones de circuitos están recubiertos con una capa chapada de níquel/oro.

60 Sumario de la invención

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una esterilla calentadora laminada como se define en la reivindicación 1.

65 La presente invención permite proporcionar una conexión barata, limpia y delgada a través de la capa dieléctrica o la pila de capas dieléctricas del componente dieléctrico.

En relación con la pulverización de la primera y segunda capas de metal, nuestras realizaciones actuales utilizan pulverización a la llama como una manera barata y ordenada para formar los recubrimientos.

5 En nuestras realizaciones actuales, la pulverización produce recubrimientos metálicos primero y segundo que son porosos. Esto es ventajoso cuando el componente dieléctrico con conexión eléctrica está intercalado entre capas de termoplástico, porque el material termoplástico de las capas es capaz de migrar a los recubrimientos porosos metálicos primero y segundo, reduciendo así el riesgo de posterior deslaminación.

10 En una de nuestras realizaciones actuales, dicha al menos una capa dieléctrica del componente dieléctrico comprende una sola capa dieléctrica.

La longitud de la superposición de las porciones segunda y cuarta puede ser al menos 20 % de la longitud del orificio, más preferiblemente al menos 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 % o 90 %.

15 En algunas realizaciones, la longitud de la superposición es sustancialmente 100 % o mayor que 100 %.

La segunda porción puede tener un extremo distal que se extiende sustancialmente a la segunda superficie principal o alrededor en parte de la segunda superficie principal adyacente al orificio.

20 La cuarta porción puede tener un extremo distal que se extiende sustancialmente a la primera superficie principal o alrededor en parte de la primera superficie principal adyacente al orificio.

25 En nuestras realizaciones actuales, utilizamos termoplástico de ingeniería de alta temperatura. Nuestro material preferido comprende PEEK, PEKK, PPS, PEI o PES o una mezcla de los mismos. Estos materiales son capaces de resistir pulverización a la llama sin daños significativos. Se prefiere particularmente PEEK y PEKK.

30 En nuestras realizaciones actuales, la primera porción de la primera capa de metal pulverizado comprende un terminal del elemento calentador. Preferiblemente, el primer recubrimiento de metal pulverizado proporciona toda la longitud de la pista del elemento calentador. Por lo tanto, la segunda porción en el orificio puede ser determinada al mismo tiempo que la operación de pulverización que establece el elemento calentador.

35 En nuestras realizaciones actuales, el espesor de la capa o de cada capa dieléctrica del componente dieléctrico es 0,05 a 2 mm. El orificio tiene un diámetro de 1 a 6 mm. Estas dimensiones parecen funcionar bien para producir el pulverizado "a través de la conexión".

En nuestras realizaciones actuales de las esterillas calentadoras, la o cada capa dieléctrica es una lámina generalmente rectangular con una anchura de 0,25 a 1 m y una longitud de 1 a 4 m.

40 El metal de la primera capa de metal pulverizado puede ser el mismo que el del metal de la segunda capa de metal pulverizado (por ejemplo, de cobre o aleación de cobre, que son particularmente adecuados para ser pulverizados a la llama).

45 En nuestras realizaciones actuales, la segunda porción es cilíndrica y la cuarta porción es cilíndrica, con la cuarta porción estando anidado dentro de la segunda porción. Preferiblemente, la cuarta porción es hueca de tal manera que una perforación se extiende a través de la cuarta porción de la primera superficie principal a la segunda superficie principal.

50 En nuestras realizaciones actuales, la capa dieléctrica o la pila de capas dieléctricas del componente dieléctrico tiene una pluralidad de dichos orificios con cada orificio teniendo un respectivo dicho primer recubrimiento pulverizado de metal y un respectivo dicho segundo recubrimiento pulverizado de metal. Por ejemplo, el elemento calentador puede tener uno respectivo de dichos orificios en cada extremo de la pista del elemento calentador.

55 La esterilla calentadora puede formar parte de un calentador electrotérmico que también incluye al menos un conector que tiene un primer extremo que está conectado eléctricamente al elemento de calentamiento a través de la trayectoria(s) conductora continua a través del orificio(s) del componente dieléctrico con conexión eléctrica y un segundo extremo que se extiende lejos de la esterilla calentadora para la conexión a una unidad de control del calentador.

60 En un sistema de protección contra el hielo electrotérmico, el segundo extremo del o de cada conector está conectado a la unidad de control del calentador.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de una esterilla calentadora laminada como se define en la reivindicación 10.

65 En algunas realizaciones, la primera capa de metal se pulveriza en el orificio desde la primera superficie principal de tal manera que la segunda porción se extiende sustancialmente a la segunda superficie principal. Alternativamente,

la primera capa de metal se pulveriza en el orificio desde la primera superficie principal de tal manera que la segunda porción se extiende alrededor sobre parte de la segunda superficie principal adyacente al orificio.

5 En algunas realizaciones, la segunda capa de metal se pulveriza en el orificio desde la segunda superficie principal de manera que la cuarta porción se extiende sustancialmente a la primera superficie principal. Alternativamente, la segunda capa de metal se pulveriza en el orificio desde la segunda superficie principal de manera que la cuarta porción se extiende alrededor sobre parte de la primera superficie principal adyacente al orificio.

Breve descripción de los dibujos

10 A continuación, se describirán formas de realización específicas de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos en los que: -

15 La figura 1 es una vista esquemática en planta de una aeronave que tiene listones en el borde de ataque de un ala.

La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de un revestimiento de nariz de una aleta anterior de ala de la figura 1.

20 La figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de una capa dieléctrica en una primera etapa de un proceso de montaje para la producción de una esterilla de calentamiento, de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

25 La figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de la capa dieléctrica de la figura 3 en una segunda etapa del proceso de montaje.

La figura 5 es una vista esquemática en perspectiva de la capa dieléctrica de la figura 4 en una tercera etapa del proceso de montaje.

30 La figura 6 es una vista esquemática en sección transversal tomada en la línea de sección en la figura 5.

La figura 7 es una ampliación esquemática de la zona encerrada en un círculo de la figura 6.

35 La figura 8 es una vista esquemática en perspectiva de dos conectores para su uso en el proceso de montaje.

La figura 9 es una vista esquemática en perspectiva de la capa dieléctrica de la figura 5 en una cuarta etapa del proceso de montaje cuando se monta con los conectores del tipo mostrado en la figura 8.

40 La figura 10 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 9 en una quinta etapa del proceso de montaje después de ser ensamblado con una capa dieléctrica adicional.

45 La figura 11 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 10 en una sexta etapa del proceso de montaje después de ser pulverizado a la llama un plano de tierra de cobre.

50 La figura 12 es una ampliación de la sección transversal esquemática de la zona encerrada en un círculo de la figura 11 y muestra la interfaz entre el plano de tierra y la capa dieléctrica en la que se ha pulverizado el plano de tierra.

La figura 13 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 11 en una séptima etapa del proceso de montaje después de un conector del tipo mostrado en la figura 8 se ha conectado al plano de tierra.

55 La figura 14 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 13 en una octava etapa del proceso de montaje después de que se ha añadido una capa dieléctrica adicional.

60 La figura 15 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 14 en novena etapa del proceso de montaje después de que se ha añadido una capa dieléctrica adicional.

65 La figura 16 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 15 en una décima etapa del proceso de montaje después de la pulverización a la llama de un segundo plano de tierra.

La figura 17 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 16 en una undécima etapa del proceso de montaje después de que se han añadido una capa dieléctrica adicional y un conector del tipo mostrado en la figura 8.

5 La figura 18 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora de la figura 17 en una etapa duodécima del proceso de montaje después de que los componentes montados de la esterilla calentadora han sido laminados juntos.

10 La figura 19 es una vista en perspectiva esquemática que muestra la esterilla calentadora de la figura 18 unida a un escudo de erosión.

15 La figura 20 es una vista en perspectiva esquemática de una etapa intermedia de un proceso de montaje alternativo para producir una esterilla calentadora, de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

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

20 La figura 22 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 21 en una fase posterior del proceso de montaje alternativo.

La figura 23 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 22 en una fase posterior del proceso de montaje alternativo.

25 La figura 24 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 23 en una fase posterior del proceso de montaje alternativo.

30 La figura 25 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 24 en una fase posterior del proceso de montaje alternativo.

La figura 26 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 25 en una fase posterior del proceso de montaje alternativo.

35 La figura 27 es una vista esquemática en perspectiva de la esterilla calentadora de la figura 26 después de que los componentes de la misma han sido laminados juntos.

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

40 La figura 29 es una vista esquemática en perspectiva de un sensor de temperatura de área alternativo.

La figura 30 es una vista esquemática en perspectiva del sensor de temperatura de área de la figura 29 después de haber sido ensamblado sobre la capa dieléctrica de la figura 3.

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

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

50 La figura 33 es una vista esquemática que muestra las conexiones entre una esterilla calentadora, de acuerdo con la presente invención y una unidad de fuente de alimentación y la electrónica de control de una aeronave.

Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, realizaciones específicas se muestran a modo de ejemplo en los dibujos y se describen en el presente documento en detalle. Debe entenderse, 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 que caigan dentro del alcance de la presente invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

60 Descripción de realizaciones específicas

La figura 1 es una vista en planta de una aeronave 1 que tiene un ala 11 a lo largo del borde de ataque de la cual (hacia adelante) están situadas cinco aletas anteriores de ala 12. Cada aleta anterior de ala 12 incorpora un sistema de protección contra el hielo electrotérmico.

65 La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de un revestimiento de nariz desmontable 13 de uno de los listones de las alas 12 de la figura 1. La configuración del revestimiento de nariz 13 puede ser generalmente el

mismo que en el documento EP-A-1.757.519 (GKN Aerospace), que describe una aleta anterior de ala que tiene una sección delantera desmontable que comprende un revestimiento de nariz.

El revestimiento de nariz 13 comprende un escudo de erosión 14 y un calentador alimentado eléctricamente 2.

El calentador 2 comprende una manta o esterilla térmica 3 y un conjunto de conectores 4 que conectan la esterilla calentadora 3 a la fuente de alimentación y a la electrónica de control de la aeronave 1.

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

La esterilla calentadora 3 es generalmente rectangular y tiene una superficie frontal 31 que está curvada de forma convexa y una superficie trasera 32 que está curvada de manera cóncava. La superficie frontal convexa 31 se ajusta a la forma de y está unida a la superficie posterior 142 del escudo de erosión 14. De esta manera, la energía térmica generada cuando la esterilla calentadora 3 es operada 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 algunas ventajas funcionales y de procesamiento). Una función importante del escudo de erosión 14 es proteger el aparato contra la caída de rayos al absorber y disipar la corriente del rayo.

El revestimiento de nariz desmontable 13 es conveniente porque solo el revestimiento de nariz puede ser retirado de la sección principal o trasera de la aleta anterior de ala 12 para permitir que el revestimiento de nariz sea reparado o reemplazado si se ha dañado, o para permitir el mantenimiento a realizar en el calentador 2.

Si el calentador 2 ha desarrollado un fallo, el revestimiento de nariz 13 puede ser desmontado de la sección principal o posterior de la aleta anterior de ala 12, por ejemplo, deshaciendo o liberando los medios de fijación liberable tales como tornillos. El calentador 2 puede entonces ser inspeccionado y probado. Si es posible, el calentador 2 es reparado in situ. Si esto no es posible, la esterilla calentadora 3 se retira del escudo de erosión 14 del revestimiento de nariz 13 y una esterilla calentadora de un calentador nuevo se fija (por ejemplo, unida o pegada a) al escudo de erosión 14. El revestimiento de nariz 13 está entonces listo para ser devuelto al servicio. Mientras se está reparando el viejo revestimiento de nariz, un nuevo revestimiento de nariz tomado desde el almacén puede ser montado en la aleta anterior de ala 12 para mantener la aeronave en condiciones de vuelo.

Un proceso de montaje para la producción de una esterilla calentadora, de acuerdo con la primera realización de la presente invención se describirá ahora con referencia a las figuras 3-19, que representan, de una manera muy esquemática, los componentes de la esterilla calentadora y la forma en que se ensamblan entre sí para producir la esterilla calentadora y cómo la esterilla calentadora se une luego a un escudo de erosión.

Los componentes mostrados en las figuras 3-19 son muy esquemáticos. Por ejemplo, en relación con la capa dieléctrica 50 se muestra en la figura 3, el espesor se ha exagerado en aras de la claridad. Además, la anchura y la 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 lámina que tiene una anchura que varía típicamente de 0,25 m a 1 m y una longitud que va de típicamente 1 m a 4 m. En uso, la anchura de la hoja por lo general envuelta alrededor de la cuerda en el borde de ataque del ala, y la longitud de la hoja por lo general se extiende a lo largo de la envergadura del ala. La lámina dieléctrica (la capa dieléctrica) también tiene típicamente un espesor 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 fibras de vidrio) que se impregna con el termoplástico de ingeniería de alta temperatura.

De la clase de termoplásticos de ingeniería de alta temperatura, actualmente utilizamos: PEEK (poliéter-éter-cetona), PEKK (polietercetona), PPS (sulfuro de fenileno), PEI (polieterimida) o PES (polietersulfona) o mezclas de los mismos. Estos materiales han sido seleccionados en base a la necesidad de una temperatura de transición vítrea adecuada y comportamiento a la fatiga térmica adecuado. PEEK y PEKK son particularmente preferidos porque La PEEK tiene el rendimiento mecánico necesario y es particularmente receptiva un recubrimiento de metal pulverizado a la llama, y la PEKK tiene propiedades similares, pero es más fácil de unir al material de metal.

Los otros componentes de la esterilla calentadora (que se describirán más adelante) se seleccionan cada uno siendo hechos de un mismo material o compatible con el material de la capa dieléctrica 50 de manera que, cuando los componentes se laminan juntos en el final del conjunto proceso, los componentes pueden fundirse o fusionarse de manera que la esterilla calentadora es monolítica. Esto significa que los componentes laminados de la esterilla calentadora no se deslaminan uno del otro. Debido a la ausencia de discontinuidades entre capas discretas, no es posible que se inicien grietas en los (anteriores) límites entre capas de sustrato adyacentes, y esto mejora la resistencia a la fatiga de la esterilla calentadora.

La figura 3 muestra que la pista de un elemento calentador 501 se ha colocado en la superficie principal superior 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 teniendo una sencilla forma de "C". En la práctica, se tendrá una forma más complicada tal 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 teniendo una forma simple para el bien de la claridad de la representación esquemática.

La capa dieléctrica 50 tiene cuatro orificios pasantes 505 que se extienden desde la superficie principal superior 502 a través de una superficie principal inferior 506 (ver figura 5). Una máscara se utiliza para pulverizar a la llama la pista del elemento calentador 501 sobre la superficie principal superior 502 de la capa dieléctrica 50 de manera que la pista se extiende desde el primer terminal 503 al segundo terminal 504. El elemento calentador 501 está hecho de un metal resistente tal como el cobre o aleación de metal tal como una aleación de cobre-manganeso. La pulverización a la llama o de metal caliente es una técnica bien establecida desde hace muchos años, por ejemplo, de nuevo en el documento GB-833.675 (D. Napier & Sons Limited), que se refiere a pulverizar metal en caliente varias capas de metal de un aparato eléctrico de deshielo o anti formación de hielo para una aeronave, y se remite al lector al documento GB-833.675.

La pulverización se lleva a cabo de modo que el elemento calentador 501 es poroso, con el grado de porosidad en función del número de pasadas de la pistola de pulverización y el grosor de la capa de metal que forma el elemento calentador 501. Una pistola de pulverización adecuada es la Mark 66E-Man producida por Metallisation Limited of Dudley, West Midlands, Reino Unido, en combinación con su equipo de control asociado.

Los orificios pasantes 505 se forman antes de la pulverización a la llama del elemento calentador 501. Cada orificio tiene un diámetro típico de 3,5 mm, pero puede variar de 1 a 6 mm de diámetro, más preferiblemente de 2 a 5 mm de diámetro, o 3 a 4 mm de diámetro. Durante la pulverización a la llama, algunos de los materiales del elemento calentador 501 se pulverizan hacia abajo en los dos orificios 505 en el primer y segundo terminales 503, 504.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 4. Una máscara se utiliza para la pulverización a la llama de un sensor de temperatura de área 507 sobre la superficie principal superior 502. Por lo tanto, el sensor de temperatura 507 está presente en la misma capa de sustrato como 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 respectivo orificio pasante 505. Durante la pulverización a la llama, una parte del material del sensor de temperatura 507 se pulveriza hacia abajo en los dos orificios 505 en los terminales 508, 509.

El sensor de temperatura de área 507 se utiliza como parte de un bucle de control para proporcionar control de la temperatura y la información de prevención de daño térmico a una unidad de control para el calentador 2. El sensor de temperatura 507 es un dispositivo sensor de temperatura de resistencia (RTD). La pulverización a la llama establece una pista de metal conductor que tiene un coeficiente de temperatura de la resistencia adecuada. Los metales adecuados incluyen níquel y aleaciones de base de níquel, aunque cualquier metal con un alto coeficiente de temperatura de resistencia podría ser usado siempre que sea adecuado para ser aplicado por un proceso de pulverización a la llama. El recubrimiento de metal conductor puede ser utilizado 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 recubrimiento de metal conductor con el coeficiente de temperatura de resistencia adecuado puede ser pulverizado a la llama para formar una cabeza de sensor 5010 situada entre dos límites intermedios 5011 en la pista del sensor 507. Los conductores 5012 pueden ser pulverizados a la llama desde los límites 5011 a los terminales 508, 509 con el fin de conectar la cabeza del sensor 5010 a los terminales 508, 509. Los conductores 5012 pueden ser de un metal conductor tal como cobre.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 5. Se trata de girar la capa dieléctrica 50 de modo que la superficie principal inferior 506 está orientada hacia arriba. A continuación, una máscara se utiliza para pulverizar metal conductor (por ejemplo, cobre) o de una aleación para formar terminales o almohadillas de contacto 5013 alrededor de los orificios pasantes 505. Durante esta pulverización a la llama, algunos de los materiales de los terminales 5013 recubre el calibre de cada orificio pasante 505. Esto se muestra más claramente en la figura 6 que es una vista en sección transversal tomada en la línea de la sección en la figura 5. El elemento calentador 501 se muestra en la figura 6 como teniendo una proyección generalmente cilíndrica 5014 que se extiende dentro del orificio pasante 505 de la superficie principal 502 y forma una capa radialmente exterior en el interior del orificio pasante 505.

El terminal 5013 se muestra como teniendo una proyección generalmente cilíndrica 5015 que se extiende dentro del orificio 505 de la superficie principal 506 y forma un recubrimiento radialmente interior del orificio pasante 505.

En la figura 6, la proyección cilíndrica 5015 de material de recubrimiento se muestra como dejando el orificio 505 como teniendo un orificio pasante 5016. Si el espesor del recubrimiento del terminal 5013 y su proyección 5015 es suficientemente grueso, y/o si el diámetro del orificio pasante 505 es suficientemente pequeño, es posible que la proyección 5015 se ocluya o bloquee la parte radialmente interior del orificio pasante 505 a fin de formar un tapón

central. En estas circunstancias, no habría un orificio pasante 5016 después de que los dos recubrimientos 501, 5013 se han aplicado.

5 Como se muestra en la figura 6, el extremo libre 5017 de la proyección de recubrimiento 5014 se extiende más allá del extremo libre 5018 de la proyección de recubrimiento 5015. Por lo tanto, la proyección 5014 se superpone a la proyección 5015 en el orificio 505. El extremo libre 5017 se muestra como sin llegar a la superficie principal 506, pero podría extenderse sustancialmente a la superficie principal 506 e incluso a veces se extienden ligeramente sobre la superficie principal 506. Esto podría ocurrir, por ejemplo, si la lámina de material dieléctrico que forma la capa 50 se coloca sobre la mesa de una máquina de pulverización de metal y la lámina vibra durante la pulverización de llama. Esta vibración facilitaría un efecto "chapado a través" donde el metal pulverizado pasa todo el camino a través del orificio 505 y sigue un poco para cubrir la superficie alejada 506 alrededor del orificio 505.

15 Del mismo modo, la proyección de recubrimiento 5015 del terminal 5013 se muestra como teniendo su extremo libre 5018 sin llegar a la superficie principal 502. La pulverización a la llama u otro proceso de aplicación podrían estar dispuestos para asegurar que el extremo libre 5018 se extiende sustancialmente a la superficie principal 502 o, tal vez, incluso se extiende alrededor en parte de la superficie principal 502 adyacente al orificio pasante 505. Por supuesto, en estas circunstancias, el elemento calentador 501 se interpone entre el extremo libre 5018 y la superficie principal 502.

20 Debido a la superposición entre el extremo libre 5017 y el extremo libre 5018, hay una trayectoria conductora continua entre la superficie principal 502 y la superficie principal 506. Esto es cierto en cada uno de los orificios pasantes 505 que se someten al "chapado por pulverización" de ambos extremos para formar una conexión continua a través.

25 Con el fin de lograr una conexión a través satisfactoria, es beneficioso que la capa dieléctrica tenga un grosor en el intervalo de 0,05 mm a 2 mm.

30 La figura 7 es una ampliación esquemática del área encerrada en un círculo en la figura 6 y muestra la superposición entre las dos capas que forman las proyecciones 5014, 5015. La pulverización a la llama produce un recubrimiento que tiene partículas con un diámetro medio típicamente entre 30 y 150 μm . Además, cada recubrimiento 5014, 5015 forma un conductor microporoso. Las partículas de los recubrimientos 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.

35 La figura 8 muestra dos conectores 41, 42 que comprenden parte del conjunto de conectores 4 mostrados en la figura 2 y que se utilizan para conectar eléctricamente la esterilla calentadora 3 a la unidad de fuente de alimentación y a la electrónica de control 6 (ver figura 33) de la aeronave 1.

40 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.

45 Cada capa de sustrato 411, 421 está hecha de termoplástico de ingeniería de alta temperatura que es igual o compatible con los materiales de las otras capas de los componentes dieléctricos y conectores del calentador 2 de modo que, cuando al final del proceso de montaje los componentes del calentador se laminan juntos, las capas de sustrato 411, 421 se dispersarán satisfactoriamente en la(s) capa(s) y/o el(los) conector(es) dieléctrico(s) adyacente(s), de manera que los componentes del calentador forman una unidad monolítica satisfactoria sin tener que utilizar pegamento para conectar juntos las capas de sustrato dieléctrico y los conectores.

50 Por lo tanto, los materiales actualmente preferidos 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 a garantizar que los componentes del calentador 2 se fusionan o unen entre sí para convertirse en monolítico y no deslaminarse.

55 Preferiblemente, cada capa de sustrato 411, 421 se hace del mismo material termoplástico que los otros componentes ya que esto ayuda a asegurar que la pila de componentes ensamblados se dispersará o se fusionarán entre sí para formar la unidad monolítica cuando el material termoplástico se calienta por encima su punto de fusión y se aplica presión a la pila.

60 Si el material de cada capa de sustrato 411, 421 no es el mismo que el de los otros componentes y es simplemente compatible con el material de los otros componentes, a continuación, la compatibilidad se puede lograr mediante la selección del termoplástico de las capas de sustrato 411, 421 tal que no es necesario el uso de adhesivo para unirlos al termoplástico de los otros componentes en la pila durante la laminación. Los materiales diferentes pero compatibles se unirán entre sí en cada 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 calienta por encima del punto de fusión de uno de los materiales de tope.

Después de una lámina de material dieléctrico se ha cortado para formar las capas de sustrato en forma de tira 411, 421 una máscara se utiliza entonces para pulverizar a la llama un metal conductor (por ejemplo, cobre) o aleación de metal sobre una superficie principal 412, 422 de manera que se colocan señales de energía o pistas. En el caso del conector 41, una pista de energía 413 se establece 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, la pulverización a la llama se utiliza para colocar las dos pistas de señal generalmente paralelas 423 cada una de las cuales termina en un terminal 424 en un extremo 425 del conector 42.

El otro extremo de cada una de las pistas 413, 423 puede ser terminado de cualquier forma adecuada para la conexión a la fuente de alimentación y la 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 se monta con dos conectores 41 y un solo conector 42. Los tres conectores 41, 42 están posicionados, como se muestra en la figura 9, con sus terminales 414, 424 hacia abajo hacia los terminales 5013 de la capa dieléctrica 50. Los terminales 414, 424 se sueldan o se sueldan a los terminales 5013.

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

La figura 10 muestra la etapa siguiente del proceso de montaje. La esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 9 tiene una capa adicional dieléctrica 51 posicionada en la superficie principal 506 de la capa dieléctrica 50. Las capas dieléctricas 50, 51 están hechas del mismo material, tal como PEEK o PEKK. En la figura 10, la capa dieléctrica 51 no cubre los extremos 415, 425 de los conectores 41, 42, pero podría estar dispuesta para cubrir los extremos de manera que la capa dieléctrica 51 es generalmente el mismo tamaño y forma que la capa dieléctrica 50. Durante la laminación en el extremo del proceso de montaje, el aumento del grosor de material dieléctrico en los extremos 415, 425 será, al menos parcialmente, dispersado o hacia fuera como resultado del calor y la presión aplicada durante la laminación. Además, en la esterilla calentadora terminada 3, no importa si, en cierta medida, el producto final (el producto laminado) es localmente ligeramente más grueso en algunos lugares como resultado de un aumento del espesor al estar presente material dieléctrico.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 11. En esta etapa, un plano de tierra 71 es pulverizado a la llama sobre la superficie principal superior 511 de la capa dieléctrica 51 de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 10. El plano de tierra comprende cobre o aleación de cobre pulverizado a la llama y es típicamente de 0,05 mm de espesor, pero puede variar de 0,01 mm a 0,5 mm de espesor, o de 0,03 mm a 0,2 mm de espesor. El espesor exacto puede ser elegido en función de la conductividad que se requiere.

El propósito del plano de tierra 71 es detectar una corriente por defecto causada por un fallo del calentador en el elemento calentador 501. Por ejemplo, el fallo podría ser daños tales como el agotamiento del calentador. El plano de tierra 71 está conectado a la tierra de la aeronave 143 (ver figura 19), así como a la unidad de fuente de alimentación y la electrónica de control 6, de modo que cuando se produce un fallo la unidad 6 detecta un cambio en la corriente.

La figura 12 es una ampliación de la sección transversal esquemática del área encerrada en un círculo de la figura 11 y muestra la interfaz entre el plano de tierra 71 y la capa dieléctrica 51 sobre la que el plano de tierra se ha pulverizado. Las partículas de la placa de tierra 71 son microporosas, de modo que, durante el calentamiento y la presión del proceso de laminación, el material 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 esterilla calentadora 3. Esta migración se indica mediante las flechas 711 que muestran las rutas de migración entre las partículas 712 del plano de tierra 71. Tenga en cuenta que, en la figura 12, solo algunas de las partículas 712 están etiquetadas para mayor claridad. Las partículas 712 se colocan al azar como resultado de la pulverización y tienen una gama aleatoria de tamaños con el diámetro medio típicamente oscilando de 30 a 150 µm.

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

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

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 14. Una capa dieléctrica 52 se coloca en la parte superior del plano de tierra 71 de la esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 13. La capa dieléctrica 52 está hecha del mismo material que las capas dieléctricas 50, 51. Se muestra como teniendo un recorte en la

región del conector 43. Sin embargo, la capa dieléctrica 52 puede ser del mismo tamaño y forma que la capa dieléctrica 50 tal que cubriría el extremo 435 del conector 43.

5 La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 15. La esterilla calentadora montada parcialmente de la figura 14 se gira al revés y una capa dieléctrica adicional 53 se coloca 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 se hace 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.

10 La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 16. En esta etapa, la esterilla calentadora parcialmente montada de la figura 15 tiene un segundo plano de tierra 72 pulverizado a la llama sobre la superficie principal expuesta 531 de la capa dieléctrica 53. Las características de la segunda placa de tierra 72 son los mismos que los del primer plano de tierra 71. En particular, es preferible que los planos de tierra 71, 72 sean de cobre pulverizado a la llama.

15 La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 17. En esta etapa, una capa adicional dieléctrica 54 se coloca en la parte superior del plano de tierra 72 de la esterilla calentadora montada parcialmente 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 conectado eléctricamente al segundo plano de tierra 72 por unión o soldadura a fin de establecer una conexión eléctrica entre el plano de tierra 72 y la fuente de alimentación y la unidad electrónica de control 6.

20 Colectivamente, los conectores 41, 42, 43, 44 comprenden el conjunto de los conectores 4, que se muestra esquemáticamente en la figura 2.

25 En la figura 17, la capa dieléctrica 54 se muestra como teniendo un recorte de alrededor del extremo 445 del conector 44. Una alternativa sería que la capa 54 omita el recorte, de tal manera que la capa 54 tiene 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 dar como resultado, después de la laminación, un ligero aumento local en el espesor de la esterilla de calefacción en la proximidad del extremo 445.

30 Durante la colocación de las capas dieléctricas, puede incluirse material de refuerzo en la pila de componentes de la esterilla calentadora. El material de refuerzo sería fibroso y los ejemplos del material de refuerzo incluyen fibras de vidrio, por ejemplo, ya sea como una tira unidireccional o como una tela tejida, que sería porosa a las capas dieléctricas termoplásticas adyacentes durante el proceso de laminación. Cualquier refuerzo tendría que ser no conductor con el fin de preservar el aislamiento proporcionado por las capas dieléctricas. Además, el material de refuerzo debe ser seleccionado para ser lo más fino posible.

35 En la figura 17, todos los componentes de la esterilla calentadora 3 se encuentran en posición listos para ser laminados juntos. El proceso de laminación se ilustra esquemáticamente en la figura 18. El calor y la presión se aplican a la pila de componentes a fin de consolidar el laminado en una estructura monolítica. El resultado es que las capas dieléctricas y los extremos de los conectores integrados, todos ellos hechos de los mismos termoplásticos de ingeniería o compatibles, se dispersan uno en el 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 se deslaminan como resultado de la presencia de una discontinuidad en una interfaz ocasionada por el material termoplástico que es incompatible y no se ha fusionado con el material termoplástico adyacente. Durante la laminación, los extremos de los conectores integrados se convierten en parte integrante de la esterilla calentadora.

40 La laminación puede llevarse a cabo utilizando un autoclave convencional, prensa calentada o máquina de laminación de gran tamaño. Dicha maquinaria se puede utilizar 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 laminado.

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

50 La intención del proceso de laminación es reducir al mínimo o eliminar las discontinuidades en el laminado resultante. El producto final en la forma de la esterilla calentadora 3 con los extremos incrustados del conjunto de conectores 4 tiene una estructura monolítica que puede someterse a expansión generalmente uniforme a medida que se calienta. Esto reduce las tensiones termomecánicas en la esterilla calentadora 3. Esta es una consideración importante en vista del hecho de que las tensiones termomecánicas son mayores que las tensiones aerodinámicas que la esterilla calentadora 3 experimenta cuando se instala en la aeronave 1.

55

60

65

En los productos laminados convencionales, se utiliza pegamento y el pegamento es un punto débil en las interfaces entre capas adyacentes del laminado. En un calentador convencional donde las capas dieléctricas se pegan juntas en el laminado, siendo en las interfaces pegadas donde puede producirse la deslaminación bajo cargas de fatiga.

5 Una ventaja de la esterilla calentadora de la primera forma de realización de la presente invención como se muestra en la figura 18 es que es libre de pegamento. Específicamente, la cola no se utiliza para laminar juntas las capas dieléctricas y los extremos incrustados de los conectores.

10 La figura 19 muestra cómo la esterilla calentadora 3 se ofrece a la superficie trasera 142 del escudo de erosión 14. Un adhesivo adecuado se utiliza para pegar o unir la superficie frontal 31 de la esterilla calentadora 3 a la superficie trasera 142 del escudo de erosión 14. Para facilitar la ilustración, en la figura 19 la esterilla calentadora 3 y el escudo de erosión 14 se muestran como planos. En una instalación real representativa tal como se muestra en la figura 2, la superficie frontal 31 es curvada de forma convexa y la superficie posterior 142 es correspondientemente curvada de manera cóncava. La esterilla calentadora 3 se parece a una lámina grande que es comparativamente larga y ancha en relación con su espesor, y así la esterilla calentadora 3 es flexible y puede doblarse fácilmente para ajustarse a la forma de la superficie trasera 142 del escudo de erosión 14.

15 Cuando la esterilla calentadora 3 se ha instalado detrás del escudo de erosión 14, y cuando el revestimiento de nariz 13 está siendo montado en la aeronave 1, los conectores 41, 42, 43 y 44 (que forman colectivamente el conjunto de conectores 4) puede estar conectado a la fuente de alimentación y la unidad electrónica de control 6 de la aeronave 1. Por lo tanto, el calentador 2 está ahora listo para su uso.

20 En la primera forma de realización de la esterilla calentadora como se discutió anteriormente con referencia a las figuras 3-19, es el caso de que la esterilla calentadora incorpora dos planos de tierra (plano de tierra 71 y plano de tierra 72). Cuando la aeronave 1 es golpeada por un rayo en el escudo de erosión 14, una gran corriente directa (por ejemplo, 200.000 amperios) de una duración muy corta se disipa a una tierra de la aeronave 143 por el escudo de erosión 14. La corriente muy grande que fluye en el escudo de erosión durante el rayo inducirá una corriente en cualquier conductor paralelo subyacente como resultado de un acoplamiento electromagnético. 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 protegidos contra el acoplamiento electromagnético, la corriente que se induce en ellos puede ser del orden de 1.000 amperios y esta corriente puede pasar a lo largo del conjunto de conectores 4 a la fuente de alimentación y la unidad de electrónica de control 6. El resultado podría ser un pico de corriente en la unidad de fuente de alimentación y la unidad electrónica de control 6, que solo está diseñado para hacer frente a las corrientes en el orden de 10 amperios. Un incremento de corriente no es deseable, ya que podría dañar los componentes electrónicos dentro de la unidad 6.

25 En relación con una esterilla calentadora convencional con un solo plano de tierra, se inducirá parte de la corriente en el plano de tierra y pasará a la tierra de la aeronave.

30 En la esterilla calentadora 3 de la primera realización de la presente invención, como se describe con referencia a las figuras 3-19, que es el caso en que la esterilla calentadora 3 incorpora dos planos de tierra 71, 72. Estos planos de tierra 71, 72 se colocan encima y debajo del elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 de modo que el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 están "electromagnéticamente protegidos" por los dos planos de tierra 71, 72. Este blindaje es bastante similar al concepto de blindaje coaxial en un cable.

35 Los planos de tierra, en general, tienen una baja resistencia. Debido a que los dos planos de tierra son en sándwich, el elemento calentador vulnerable 501, el sensor de temperatura 507 y los extremos incrustados del haz de conexión 4 que están conectados al elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507, que protegen los componentes y la corriente inducida durante un rayo se induce preferentemente en los dos planos de tierra 71, 72 y pasa a la tierra de la aeronave 143. Corrientes muy reducidas son inducidas en el elemento calentador 501, el sensor de temperatura 507 y los extremos incrustados del conjunto de conexión que conducen lejos del elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507, lo que reduce el riesgo de daño a la electrónica en la fuente de energía y la unidad electrónica de control 6.

40 No se describirá ahora un proceso de construcción alternativa. Específicamente, las figuras 20-28 ilustran los aspectos relevantes de un proceso de montaje alternativo para producir una esterilla calentadora, de acuerdo con la segunda realización de la presente invención. Las figuras 20-28 ilustran solo aquellos aspectos del proceso de construcción que difieren de lo que se muestra en las figuras 3-19 en relación con la primera realización de la presente invención.

45 Por lo tanto, en la figura 20, la segunda realización toma la capa dieléctrica 50 de la figura 4 de la primera realización y la vuelve boca abajo, y luego un plano de tierra 73 se pulveriza a la llama sobre la superficie principal 506 de la capa dieléctrica 50, de modo que el plano de tierra 73 tiene las mismas características que el plano de tierra 71.

50 Luego, en la siguiente etapa de este proceso de montaje alternativo de la segunda forma de realización, una capa dieléctrica 55 se coloca en la parte superior del plano de tierra 73 (ver 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 forma de realización) está conectado eléctricamente al plano de tierra 73. La capa dieléctrica 55 tiene un recorte de alrededor del extremo 455 del conector 45, pero este recorte puede ser omitido y la capa dieléctrica 55 puede tener el mismo tamaño y forma que la capa dieléctrica 50 tal 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 pasantes 505 de la capa dieléctrica 50 se extienden a través del plano de tierra 73 y la capa dieléctrica 55. Terminales o adaptadores de contacto 5513 son entonces pulverizados a la llama sobre la superficie principal superior 552 de la capa dieléctrica 55, con los terminales 5513 de la segunda realización teniendo 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 esterilla calentadora parcialmente montada de la figura 22 tiene una capa dieléctrica adicional 56 posicionada en la parte superior de la capa dieléctrica 55. Dos conectores 46 (que corresponden a los dos conectores 41 de la primera forma de realización) y un conector 47 (que corresponde al conector 42 de la primera forma de realización) tienen sus extremos 465, 475 puestos en contacto eléctrico con los terminales 5513. Un segundo plano de tierra 74 es pulverizado a la llama sobre la capa dieléctrica 56 y tiene características correspondientes al segundo plano de tierra 72 de la primera forma de realización. En la figura 23, la capa dieléctrica 56 no cubre los extremos 465, 475 de los conectores 46, 47. Podría, como alternativa, estar dispuesta para cubrir los extremos 465, 475 y esto, en el producto final (la esterilla calentadora laminada de la segunda forma de realización), resultando en un ligero aumento de espesor localizado de la esterilla calentadora.

La siguiente etapa del proceso de montaje de la segunda realización se muestra en la figura 24. Una capa dieléctrica 57 se coloca en la parte superior de la segunda placa de tierra 74. Un conector 48 (que corresponde al conector 44 de la primera forma de realización) tiene un extremo 485 conectado eléctricamente al segundo plano de tierra 74. La capa dieléctrica 57 se muestra como teniendo un recorte de alrededor del extremo 485. Este recorte podría omitirse, y la capa dieléctrica 57 puede extenderse sobre el extremo 485.

La siguiente etapa del proceso de montaje se muestra en la figura 25. Una capa dieléctrica adicional 58 se pone en contacto con la superficie principal 502 de la capa dieléctrica 50 de manera que cubra el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura de área 507. El resultado se muestra en la figura 26. En la figura 26, todos los componentes de la esterilla calentadora 3 y los extremos incrustados 455, 465, 475, 485 de los conectores 45, 46, 47, 48 están en posición y listos para ser laminados juntos.

El calor y la presión se aplican a la pila de componentes de la figura 26 para producir el laminado monolítico de la esterilla calentadora 3 que se muestra en la figura 27. Todas las capas dieléctricas 50, 55, 56, 57, 58 están hechas del mismo termoplástico de ingeniería de alta temperatura o compatible (según la primera forma de realización) y por lo tanto se funden durante el proceso de laminación. Cuando sea necesario, el material termoplástico fluye 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. Debido a que el material termoplástico se funde o se fusiona en las interfaces entre los componentes apilados de la figura 26, las interfaces sustancialmente desaparecen, y por lo tanto las discontinuidades de interfaz, en efecto, no están presentes en el producto final (la esterilla calentadora 3 de la segunda realización). Las discontinuidades no son deseables debido a que pueden funcionar como sitios de iniciación de grietas que son sitios de potencial debilidad estructural o fatiga. Eliminando sustancialmente discontinuidades del producto final (la esterilla calentadora laminado 3) se produce una esterilla calentadora más duradera.

La esterilla calentadora 3 de la segunda realización (figura 27), entonces tiene su superficie frontal 31 unida adhesivamente a la superficie posterior 142 del escudo de erosión 14, como se muestra en la figura 28.

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

En la segunda forma de realización, los dos planos de tierra (planos de tierra 73, 74) tienen diferentes posiciones relativas al elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507, en comparación con los dos planos de tierra (planos de tierra 71, 72) de la primera forma de realización.

En la segunda realización, el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 no se intercalan entre los dos planos de tierra 73, 74. En lugar de ello, los dos planos de tierra 73, 74 están posicionados en el lado del elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 a distancia desde el escudo de erosión 14. En otras palabras, el elemento calentador 501 y el sensor de temperatura 507 se intercalan entre (i) el escudo de erosión 14 y (ii) los dos planos de tierra 73, 74. En comparación con una esterilla calentadora que tiene solo un único plano de tierra, los dos planos de tierra 73, 74 de la segunda forma de realización proporcionan una mejor protección contra un impacto de un rayo que induce corrientes excesivas en el elemento calentador 501, el sensor de temperatura 507 y los extremos incrustados del conjunto de conexión 4 que conducen lejos 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 forma de realización, debido a que, en la primera realización, los dos planos de tierra 71, 72 en sándwich del elemento 501 y del sensor de temperatura del calentador 507 y por lo tanto proporcionan un tipo de "blindaje coaxial" al sensor 507 elemento calentador 501 y la temperatura.

5 Las figuras 29 y 30 muestran un sensor de temperatura de área alternativo. En la figura 29, el sensor de temperatura de área 507 está colocado en un soporte 5019 que está separado de la capa dieléctrica 50. El soporte 5019 es de menor anchura y la longitud de la capa dieléctrica 50, pero preferiblemente está hecho del mismo termoplástico de ingeniería de alta temperatura que la capa dieléctrica 50. Alternativamente, pero menos deseablemente, 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 esterilla calentadora 3 con los que se fusiona durante el proceso de laminación. Nuestrs materiales actualmente preferidos para el portador 5019 incluyen PPS, PEI, PEKK, PEEK y PES. De estos materiales, PEKK y PEEK son particularmente preferidos.

15 La figura 29 también muestra cómo el sensor de temperatura 507 puede, opcionalmente, ser encapsulado parcialmente dentro de una capa de encapsulamiento 5020 que está hecha del mismo material como el soporte 5019. La capa de encapsulamiento 5020 se muestra en la línea de puntos y trazos en la figura 29. Cuando la capa de encapsulamiento 5020 se coloca en el soporte 5019, la capa de encapsulamiento 5020 cubre toda la cabeza del sensor 5010 y las primeras partes adyacentes de los conductores 5012.

20 El sensor de temperatura de área 507 es pulverizado a la llama sobre la superficie principal superior 50191 del soporte 5019. La pulverización a la llama del sensor de temperatura 507 resulta en que el primer y segundo terminales 508, 509 del sensor de temperatura se coloquen alrededor de los orificios pasantes 5021 de la capa de soporte 5019.

25 Entonces, como se muestra en la figura 30, el soporte 5019 se coloca sobre la capa dieléctrica 50 de la figura 3. La colocación es tal que los orificios pasantes 5021 del soporte 5019 se alinean con los orificios pasantes relevantes 505 de la capa dieléctrica 50.

30 Otros aspectos del proceso de fabricación para la producción de una esterilla calentadora son los mismos que para la primera realización descrita con referencia a las figuras 3-19 o de 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.

35 En relación con el conector 49, que utiliza la misma capa del sustrato dieléctrico 411, la superficie principal 412, la pista de alimentación 413, el terminal 414 y el extremo 415 como para el conector 41 de la figura 8. La diferencia es que el conector 49 de la figura 31, además, incluye una capa de encapsulamiento 491 que está hecha de un termoplástico de ingeniería de alta temperatura igual o compatible con la capa de sustrato dieléctrico 411. La capa de encapsulamiento 491 se detiene en una posición 492 de la superficie principal 412 que deja expuesto el terminal 414 y un corto tramo adyacente de la pista de alimentación 413. El conector 49 puede ser usado para reemplazar los conectores 41, 43 y 44 de la primera realización o los conectores 45, 46 y 48 de la segunda forma de realización. La posición 492 del conector 49 se elige de manera que el extremo 493 de la capa de encapsulación 491 topa hasta, y no entra en, los componentes laminados de la esterilla calentadora 3.

45 Cuando se produce el conector 49, el calor y la presión se aplican a las capas 411, 491 de manera que se funden o fusionan para formar una estructura laminada.

50 Sin embargo, debido a que la capa de encapsulación 491 no penetra en los componentes laminados de la esterilla calentadora 3, sería posible cambiar el material de la capa de encapsulación 491 a, por ejemplo, una película protectora pulverizada encima. La naturaleza del material de la película pulverizada no importará en el contexto de la laminar juntos los componentes de la esterilla calentadora 3, porque el material de la capa de encapsulación 491 no penetrará en la pila de componentes que forman la esterilla calentadora 3.

55 La figura 32 muestra un conector alternativo adicional 41A que es generalmente el mismo que el conector 41 de la figura 8, excepto que se une un enchufe metal (por ejemplo, cobre) 416 (por ejemplo, por soldadura o unión blanda) al terminal 414 de la figura 8, para producir con ello el conector 41A como una variante del conector 41 de la figura 8. El enchufe 416 se muestra en la figura 32 como teniendo una parte de base circular 4161 y una parte superior circular 4162 que es de menor diámetro que la porción de base 4161. El diámetro de la porción superior 4162 está configurado preferentemente para que sea el mismo que el de los orificios 505 de la figura 3. Por lo tanto, en una variante de la figura 9, cuando el conector 41A reemplaza el conector 41, la porción superior 4162 del enchufe 416 se proyectará en nido y cuidadosamente dentro del orificio pasante correspondiente 505 de la capa dieléctrica 50.

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

5 La esterilla calentadora de la presente invención se puede incorporar en cualquier superficie (por ejemplo, orientada hacia delante) de una aeronave que puede ser propensa a la formación de hielo en vuelo. Por ejemplo, las alternativas a la incorporación de la esterilla calentadora en el borde de ataque de un ala incluyen la incorporación en el borde de ataque de una aleta o plano de cola, o en la toma de aire de un motor, o en un dispositivo hipersustentador del borde de salida para detener la formación de hielo en el dispositivo hipersustentador cuando se despliega, o en un alerón.

10 En las realizaciones anteriores primera y segunda, la esterilla calentadora 3 se ha montado de forma independiente y luego laminado, antes de ser unida al escudo de erosión 14. Una alternativa sería la de comenzar con el escudo de erosión 14 y luego apilar en secuencia, en el escudo de erosión, los componentes de la esterilla calentadora y los conectores. El primer componente puede estar unido al escudo de erosión. Entonces, cuando la pila completa de los componentes ha sido montada sobre el primer componente, el calor y la presión se podrían aplicar a los componentes y el escudo de erosión, así como para laminar entre sí los componentes de la esterilla calentadora y los conectores in situ en el escudo de erosión.

15

REIVINDICACIONES

1. Una esterilla calentadora laminada (3) que comprende capas dieléctricas, que intercalan un componente dieléctrico con conexión eléctrica, comprendiendo el componente dieléctrico con conexión eléctrica:
 - al menos una capa dieléctrica (50, 55) que comprende material termoplástico, donde la capa dieléctrica (50) o una pila de capas dieléctricas (50, 55) tiene primera y segunda superficies principales (502, 506, 552) y un orificio (505) que se extiende entre la primera y segunda superficies principales;
 - un primer recubrimiento pulverizado de metal (501) que comprende una primera porción (503) depositada sobre la primera superficie principal (502) adyacente al orificio (505) y una segunda porción (5014) que sobresale dentro del orificio (505); y
 - un segundo recubrimiento pulverizado de metal (5013, 5513) que comprende una tercera porción depositada sobre la segunda superficie principal (506, 552) adyacente al orificio (505) y una cuarta porción (5015) que sobresale dentro del orificio (505);
 - en la que la segunda parte (5014) se superpone a la cuarta porción (5015) para formar un camino conductor continuo entre la primera superficie principal (502) y la segunda superficie principal (506, 552); y
 - en la que un elemento calentador (501) comprende una pista de metal pulverizado depositada sobre la primera superficie principal (502) y al menos parte (503) del elemento calentador (501) es proporcionada por la primera porción (503) de la primera capa de metal pulverizado (501).
2. Una esterilla calentadora laminada (3) según la reivindicación 1, en la que la segunda parte (5014) tiene un extremo distal (5017) que se extiende alrededor sobre parte de la segunda superficie principal (506) adyacente al orificio (505).
3. Una esterilla calentadora laminada (3) según la reivindicación 1 o 2, en la que la cuarta porción (5015) tiene un extremo distal (5018) que se extiende alrededor sobre parte de la primera superficie principal (502) adyacente al orificio (505).
4. Una esterilla calentadora laminada (3) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el o cada material termoplástico comprende PEEK, PEKK o una mezcla de los mismos.
5. Una esterilla calentadora laminada (3) según cualquier reivindicación anterior, en la que la primera capa de metal pulverizado (501) proporciona toda la longitud de la pista del elemento calentador (501).
6. Una esterilla calentadora laminada (3) según cualquier reivindicación anterior, en la que el orificio (505) tiene un diámetro de 1 a 6 mm.
7. Un calentador electrotérmico (2) que comprende una esterilla calentadora laminada (3) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y al menos un conector (41-49) que tiene un primer extremo que está conectado eléctricamente al elemento calentador (501) a través de la(s) trayectoria(s) conductora(s) continua(s) a través del orificio(s) (505) del componente dieléctrico con conexión eléctrica y un segundo extremo que se extiende lejos de la esterilla calentadora (3) para la conexión a una unidad de control del calentador (6).
8. Un sistema de protección electrotérmico contra el hielo que comprende un calentador electrotérmico (2) según la reivindicación 7 y una unidad de control del calentador (6) a la que está conectado el segundo extremo del o de cada conector (41-49).
9. Un revestimiento de nariz (13) para una aleta anterior de ala (12), comprendiendo el revestimiento de nariz (13) un escudo de erosión (14) y un calentador electrotérmico (2) según la reivindicación 7, en el que la esterilla calentadora (3) está unida a una superficie posterior (142) del escudo de erosión (14).
10. Un método de fabricación de una esterilla calentadora laminada (3) según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende las etapas de:
 - formar el orificio (505) a través de la capa dieléctrica (50) o pila de capas dieléctricas (50, 55) para extenderse desde la primera a la segunda superficie principal de la capa dieléctrica o pila de capas dieléctricas;
 - pulverizar a la llama la primera capa de metal (501) sobre la primera superficie principal (502) para formar la primera porción (503) adyacente al orificio (505) y la segunda porción (5014) que se extiende dentro del orificio (505); y
 - pulverizar a la llama la segunda capa de metal (5013, 5513) sobre la segunda superficie principal (506, 552) para formar la tercera porción adyacente al orificio (505) y la cuarta porción (5015) que se extiende dentro del orificio (505).
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el primer recubrimiento de metal (501) se pulveriza en el orificio (505) desde la primera superficie principal (502) de manera que la segunda porción (5014) se extiende alrededor sobre parte de la segunda superficie principal (506) adyacente al orificio (505).

12. Un método según la reivindicación 10 u 11, en el que el segundo recubrimiento de metal (5013) se pulveriza en el orificio (505) de la segunda superficie principal (506) de manera que la cuarta porción (5015) se extiende alrededor sobre parte de la primera superficie principal (502) adyacente al orificio (505).

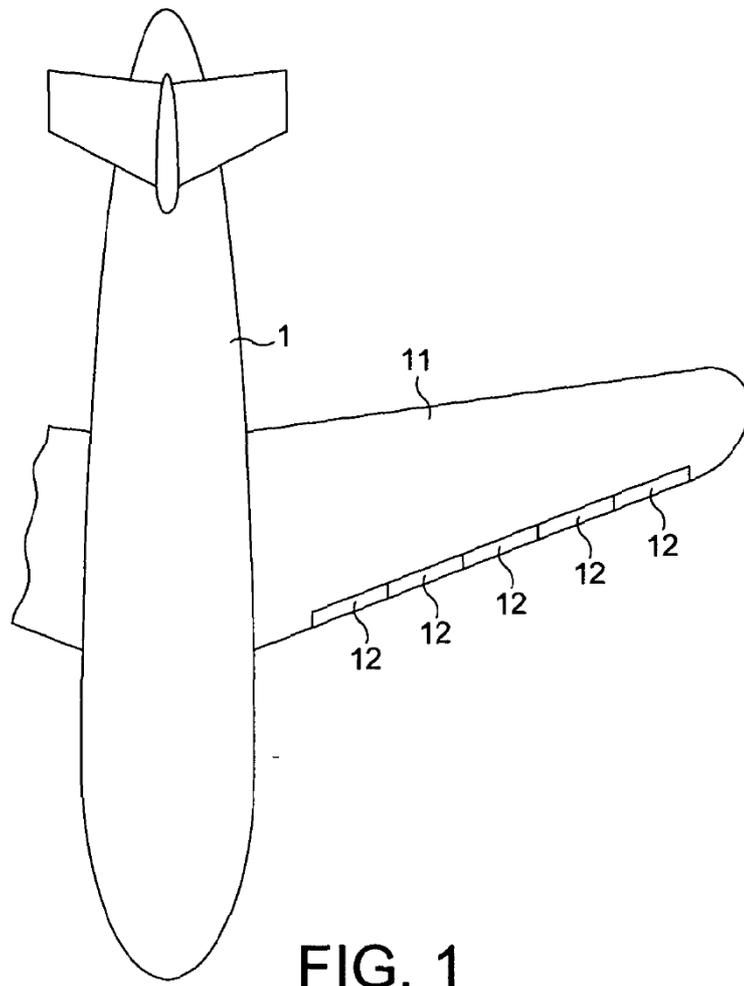


FIG. 1

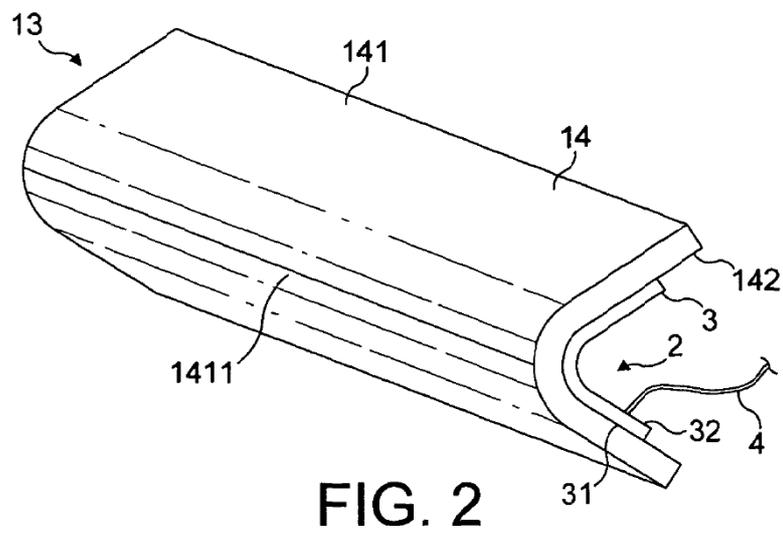


FIG. 2

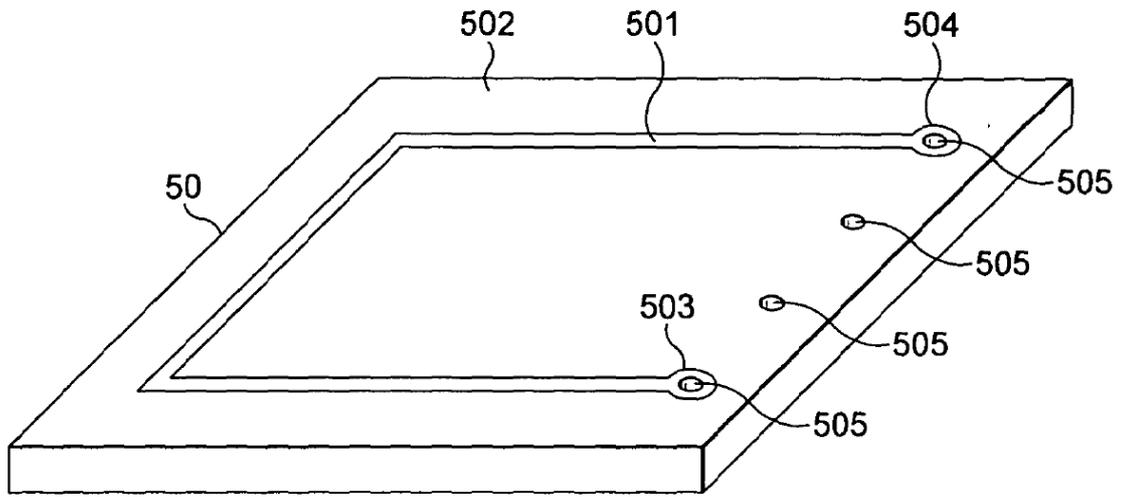


FIG. 3

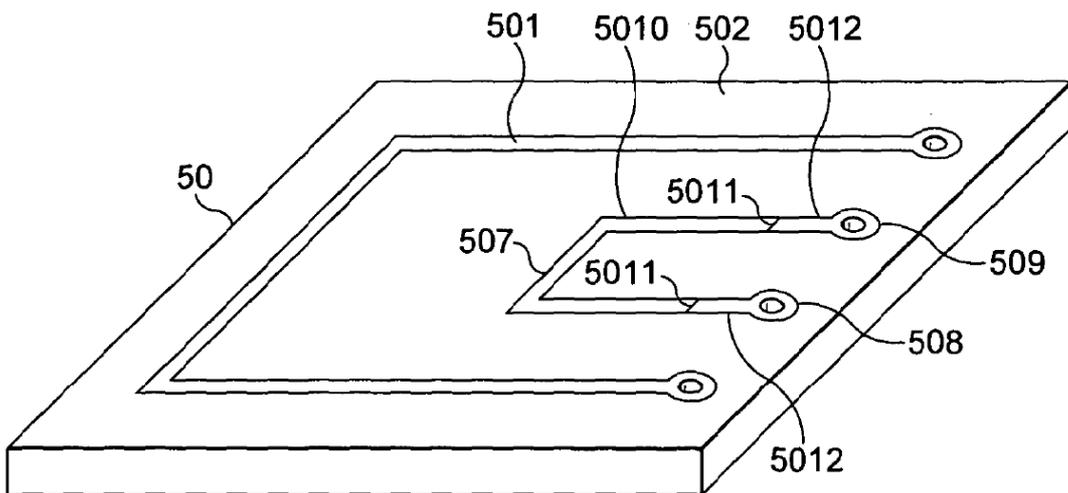


FIG. 4

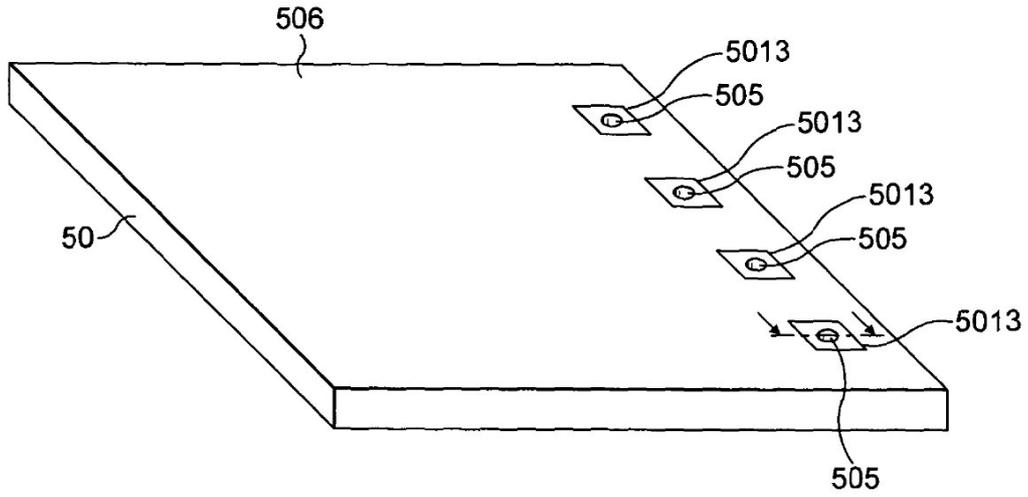


FIG. 5

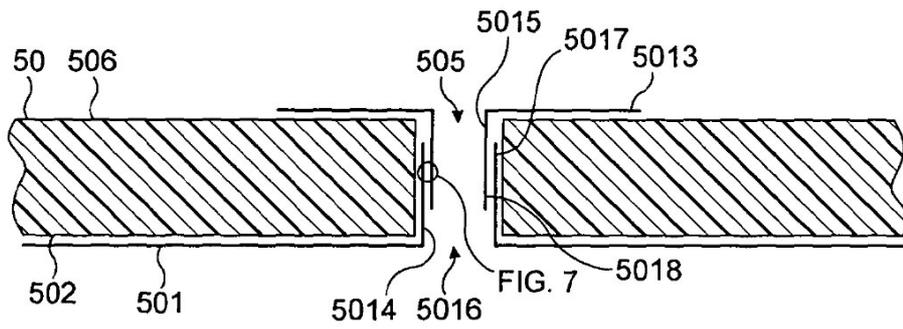


FIG. 6

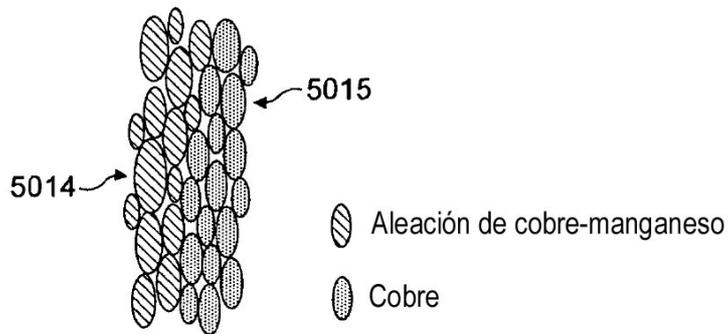


FIG. 7

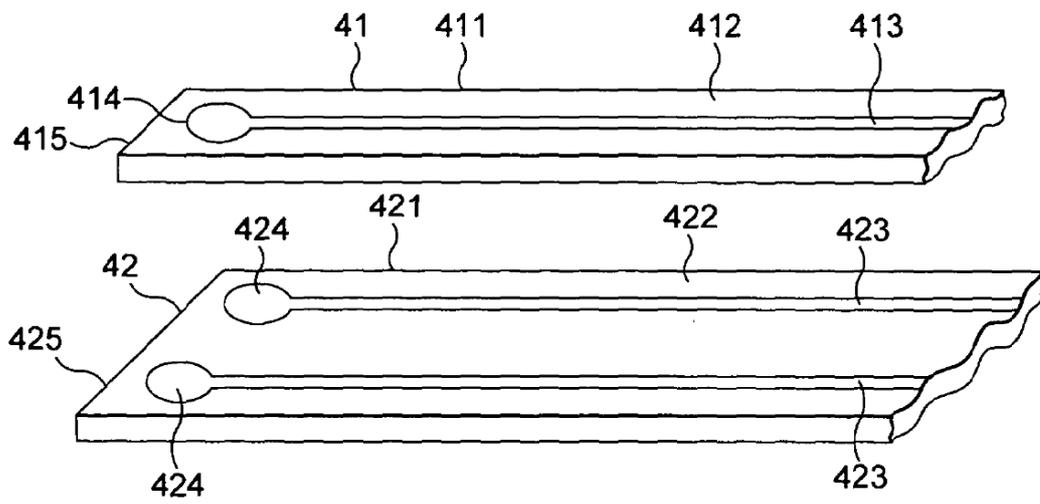


FIG. 8

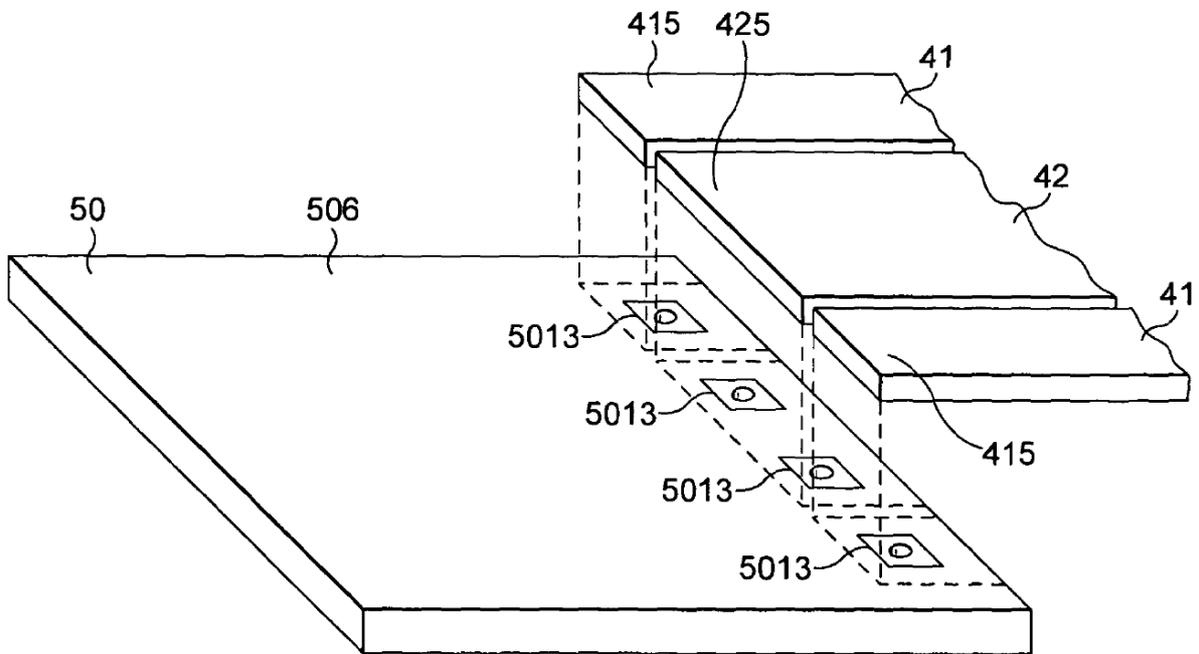


FIG. 9

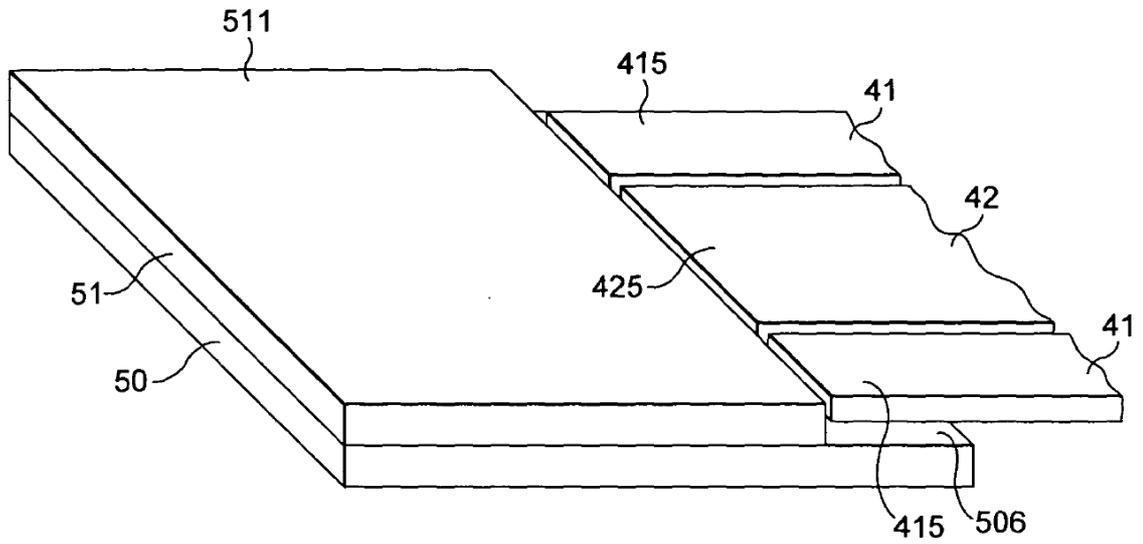


FIG. 10

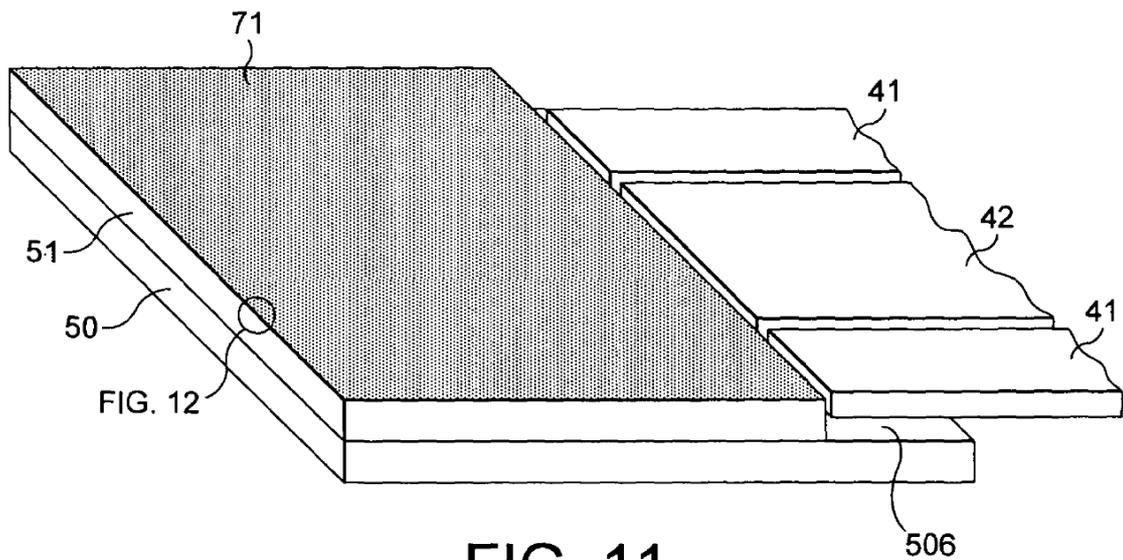


FIG. 11

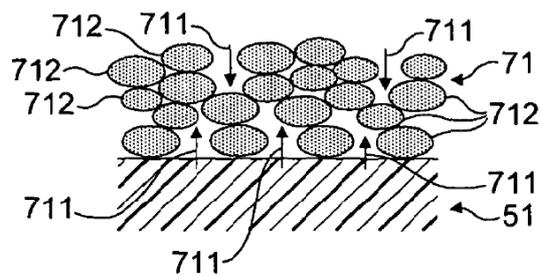


FIG. 12

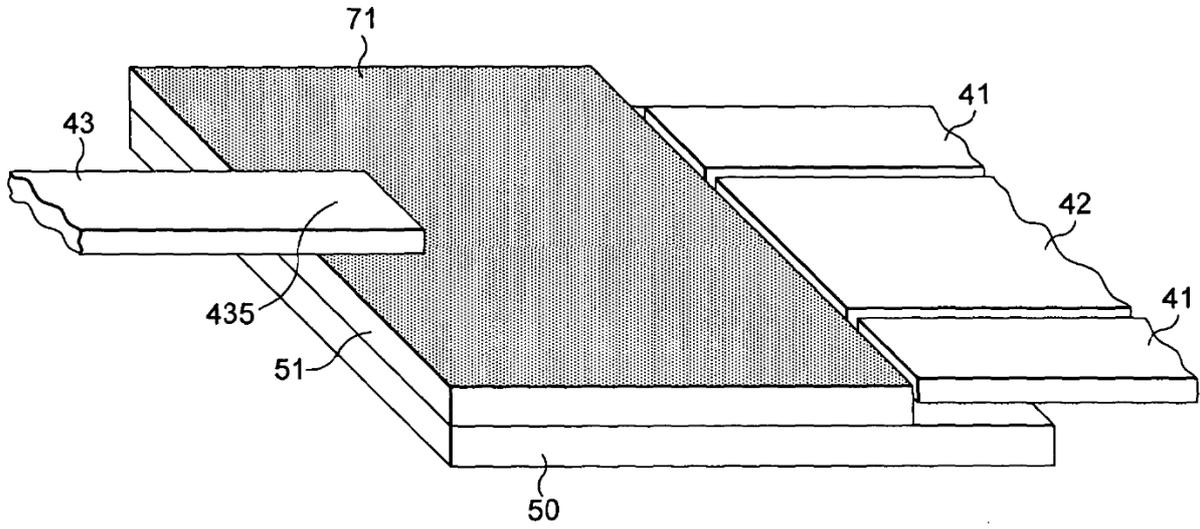


FIG. 13

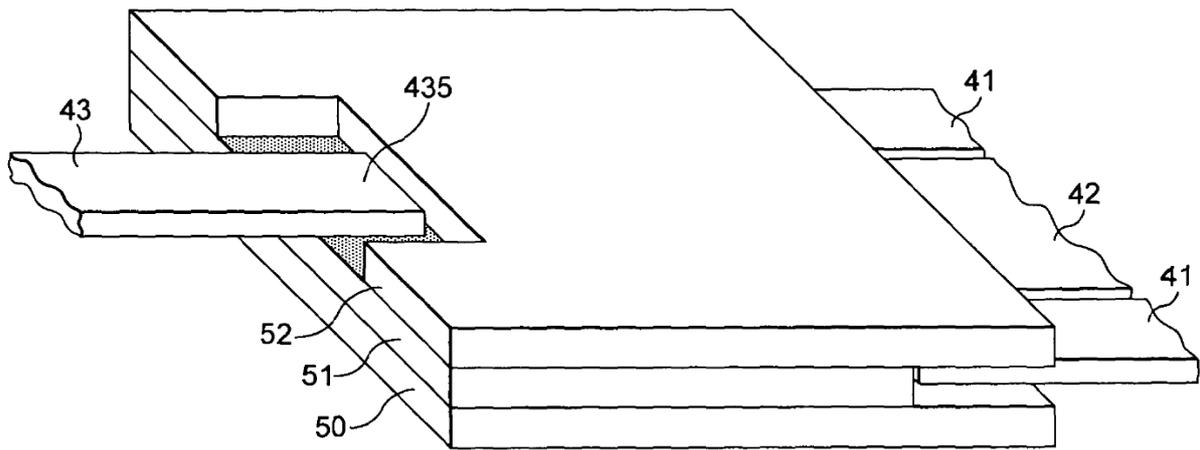


FIG. 14

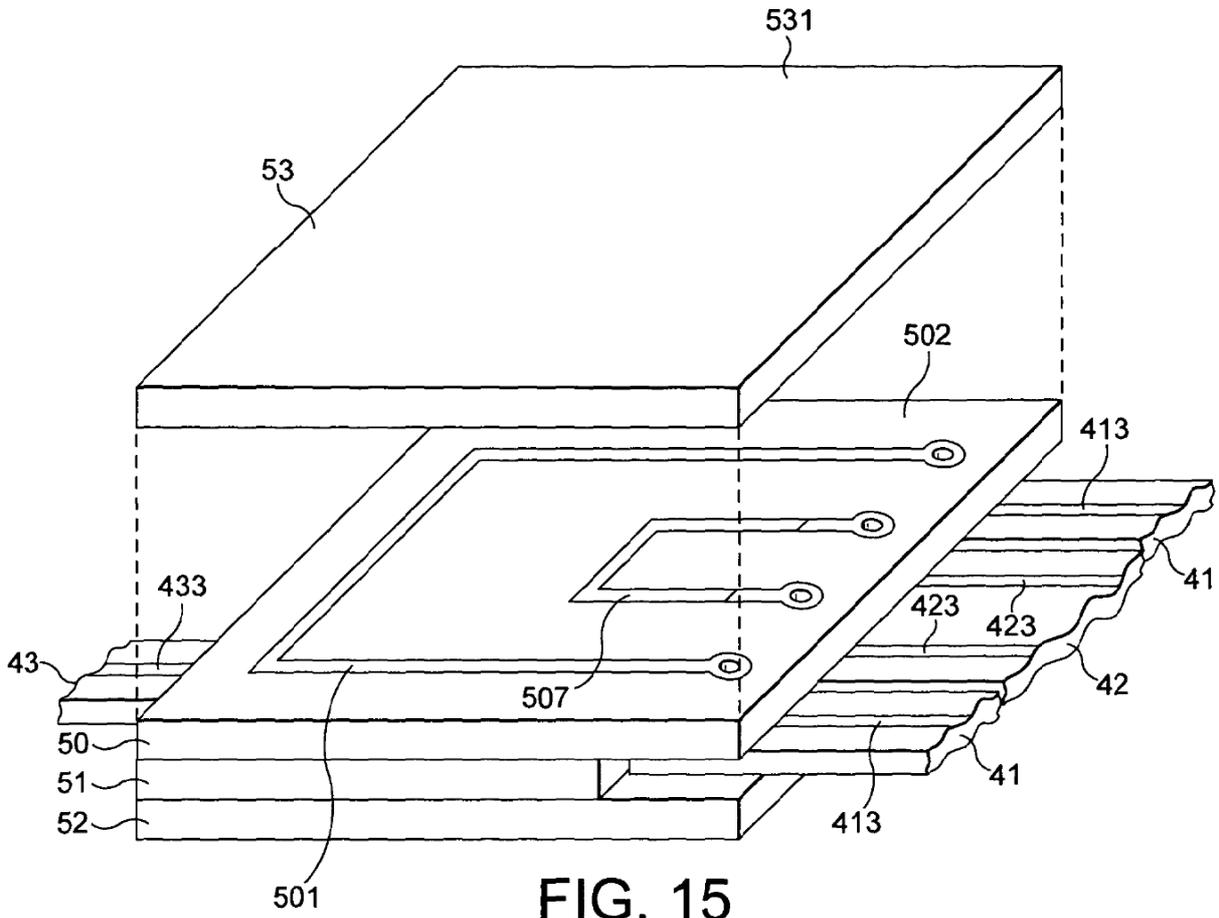


FIG. 15

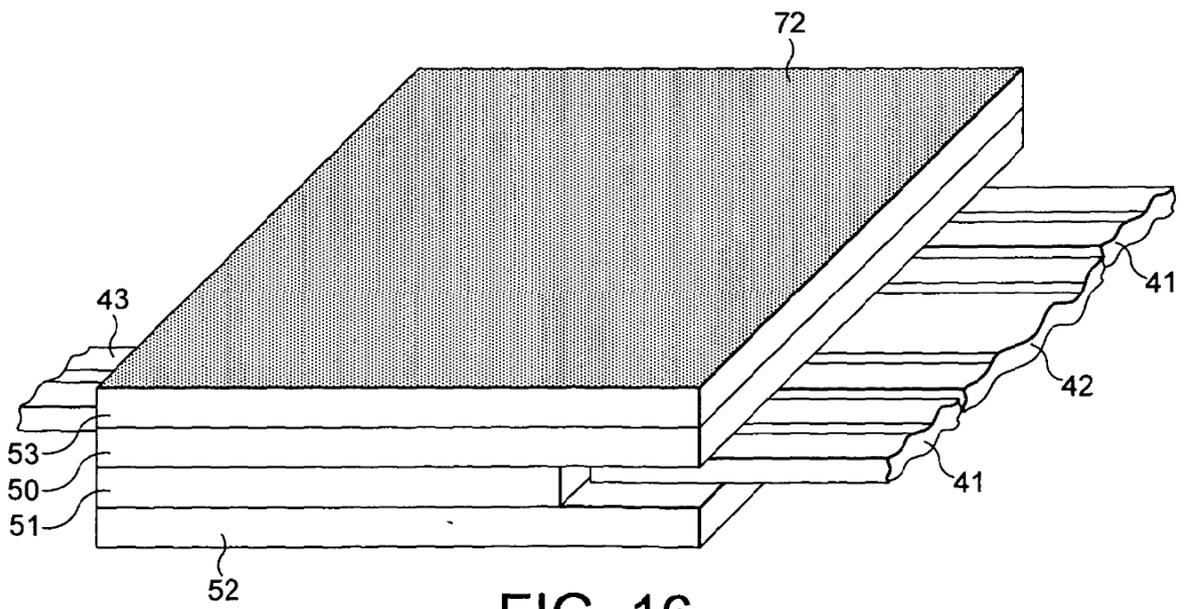


FIG. 16

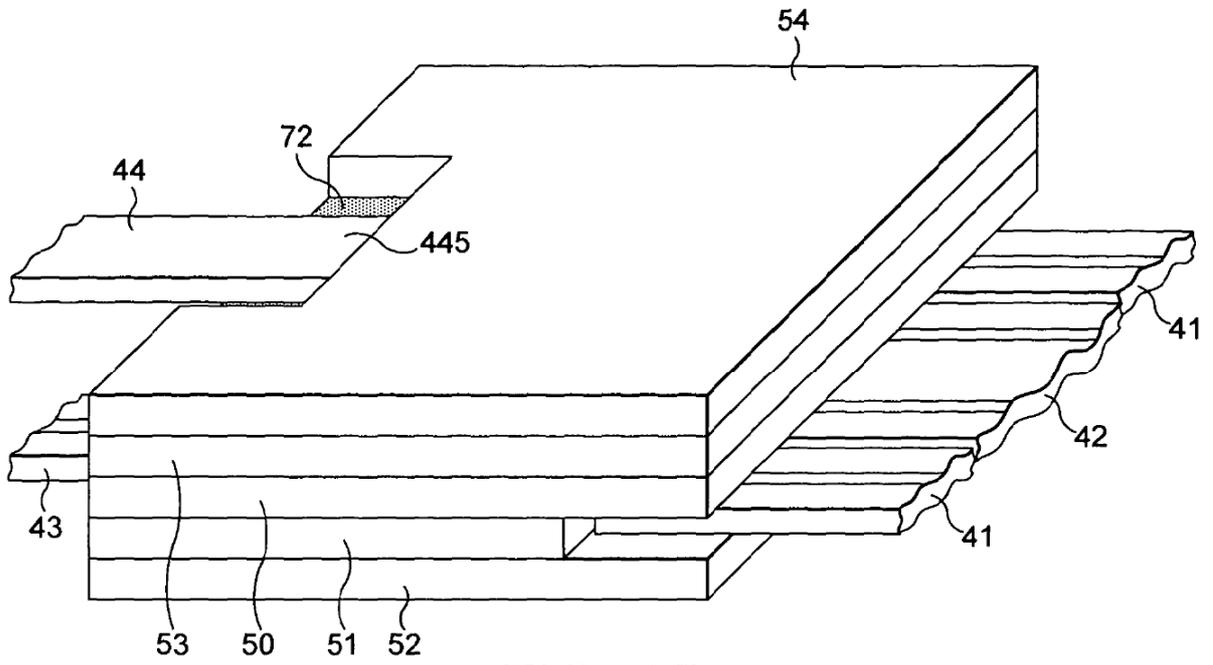


FIG. 17

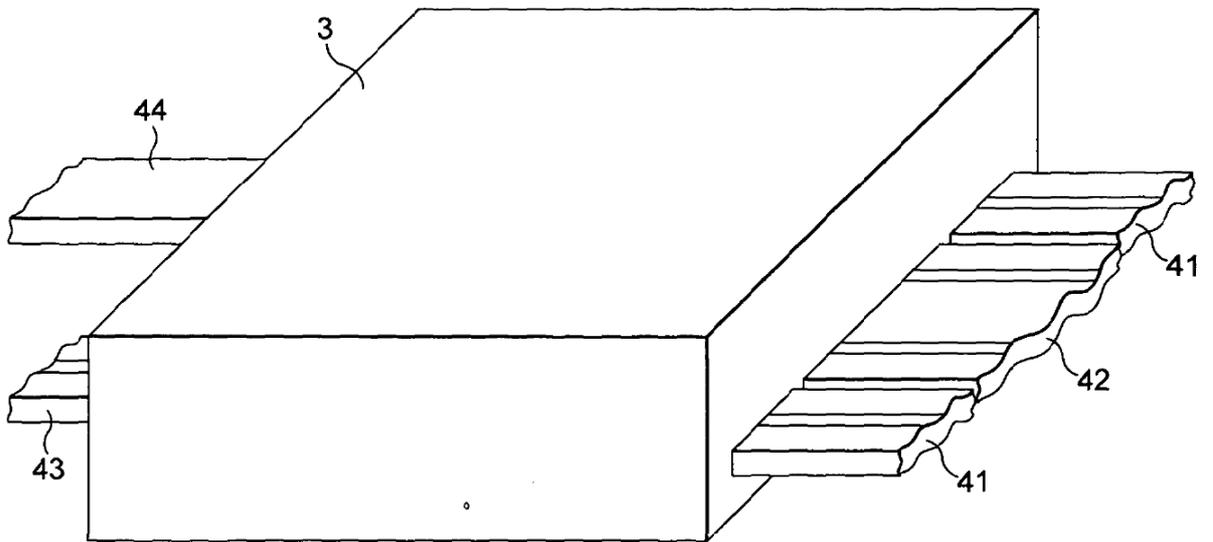


FIG. 18

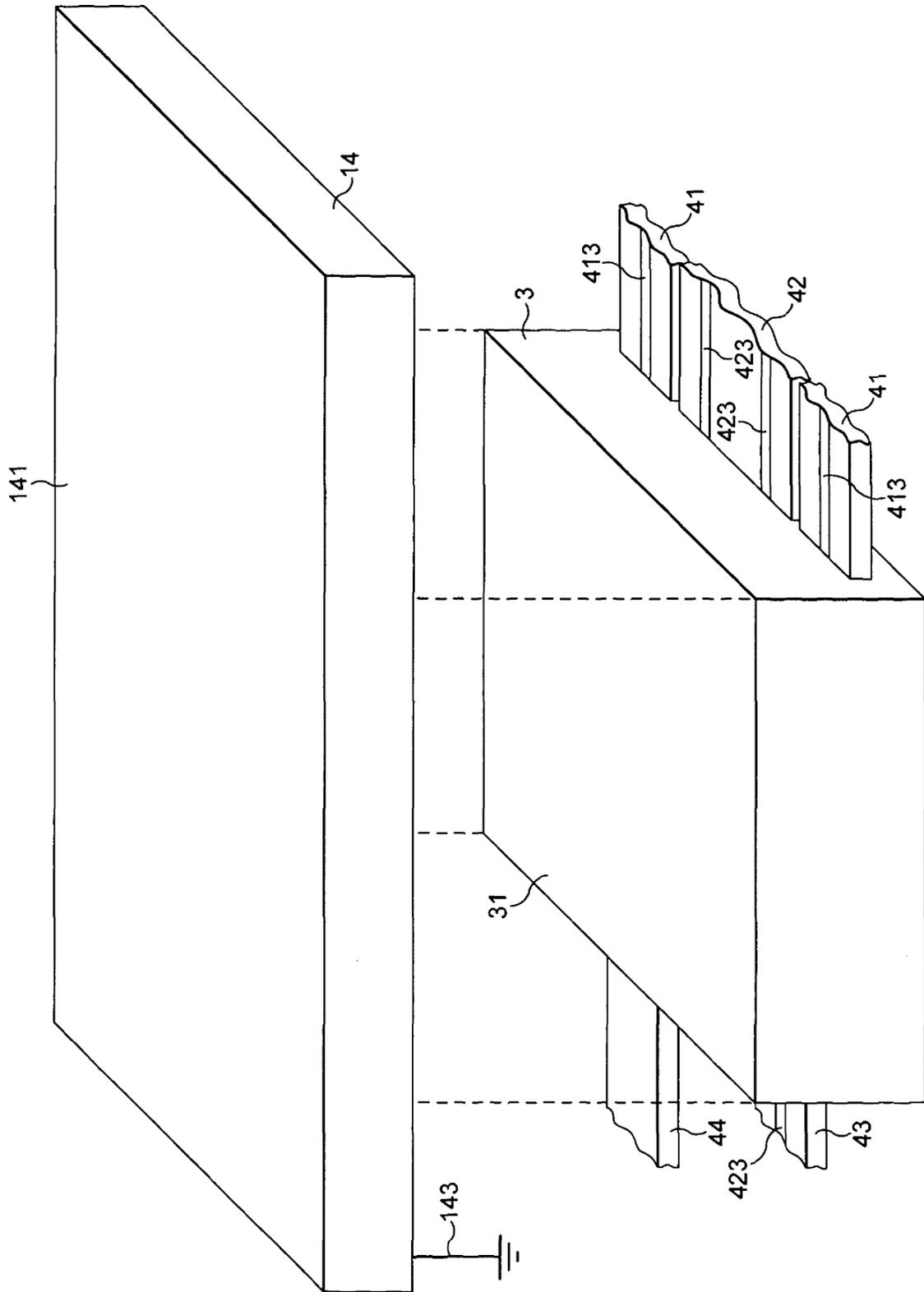


FIG. 19

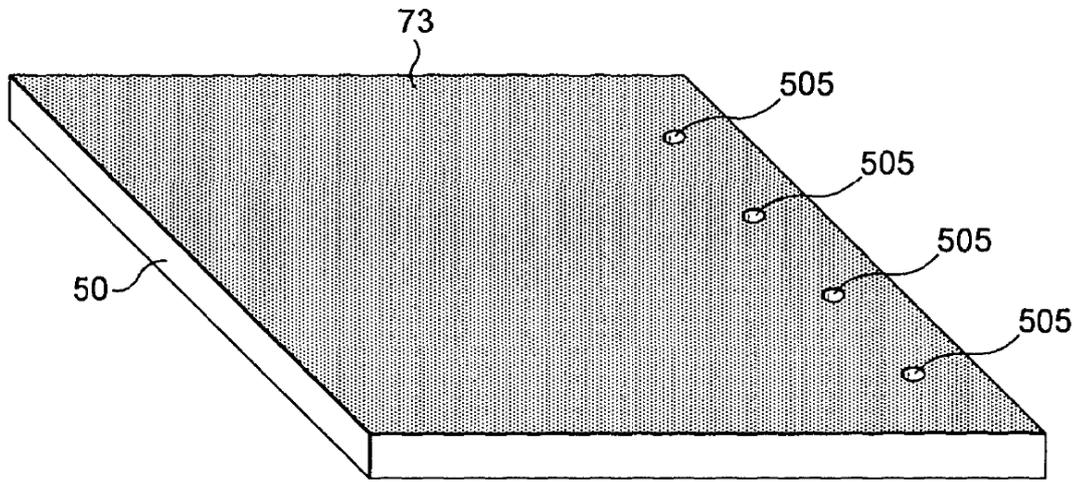


FIG. 20

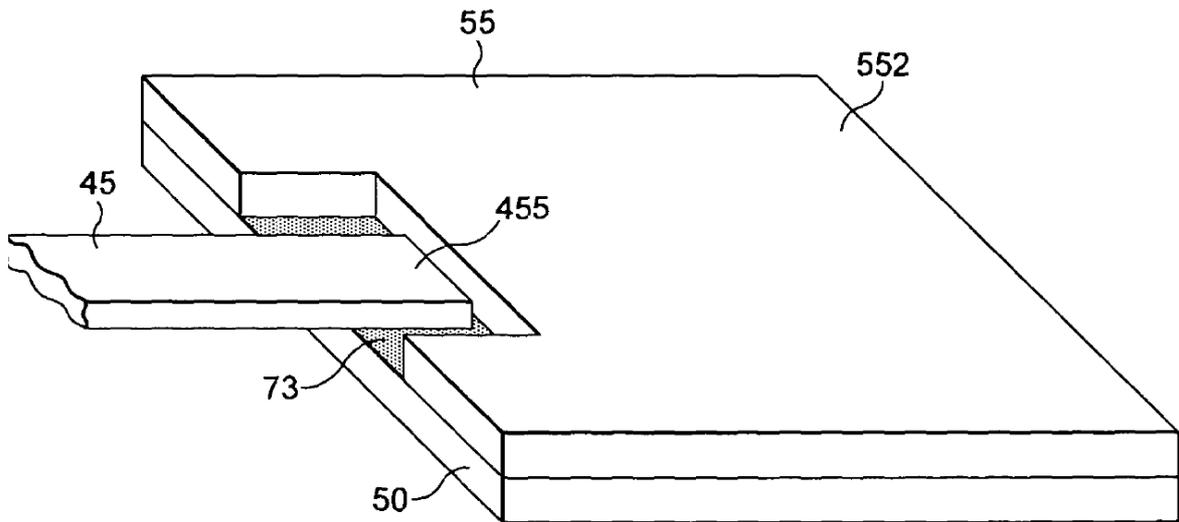


FIG. 21

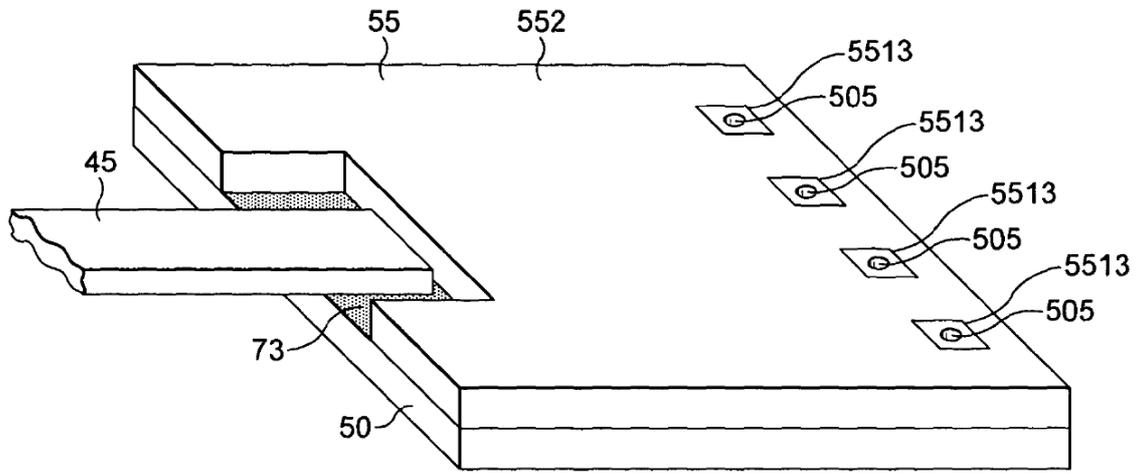


FIG. 22

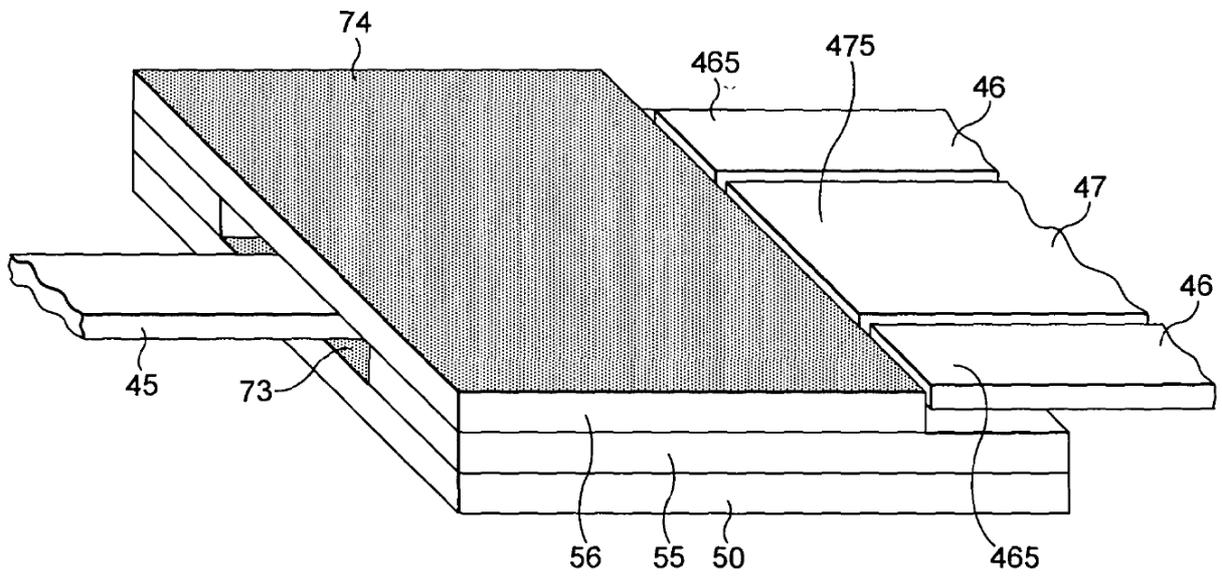


FIG. 23

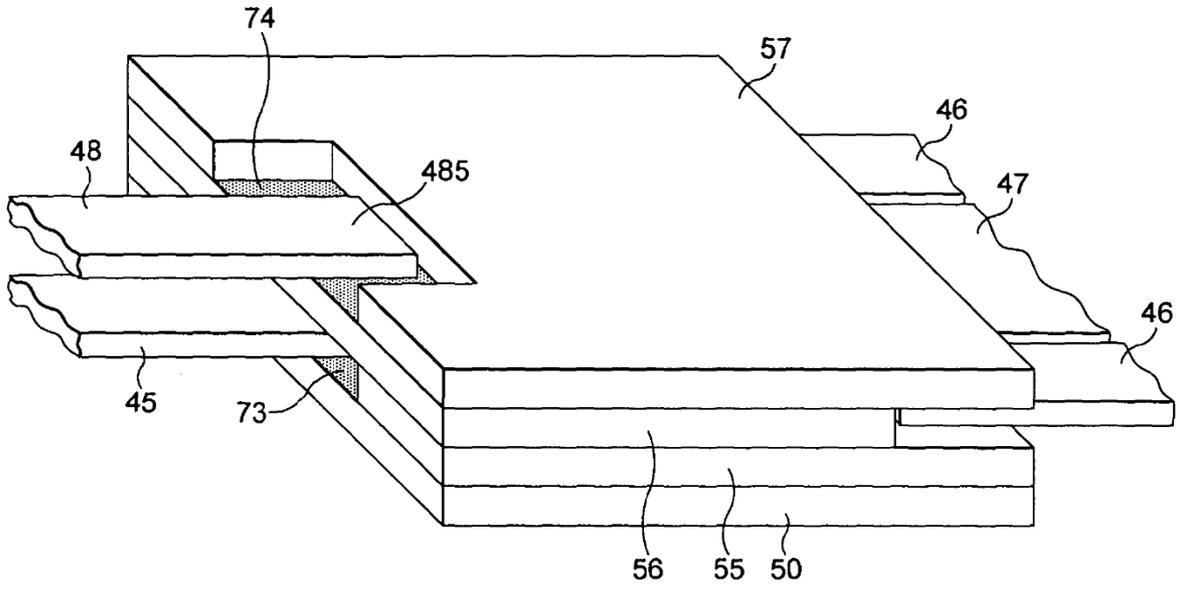


FIG. 24

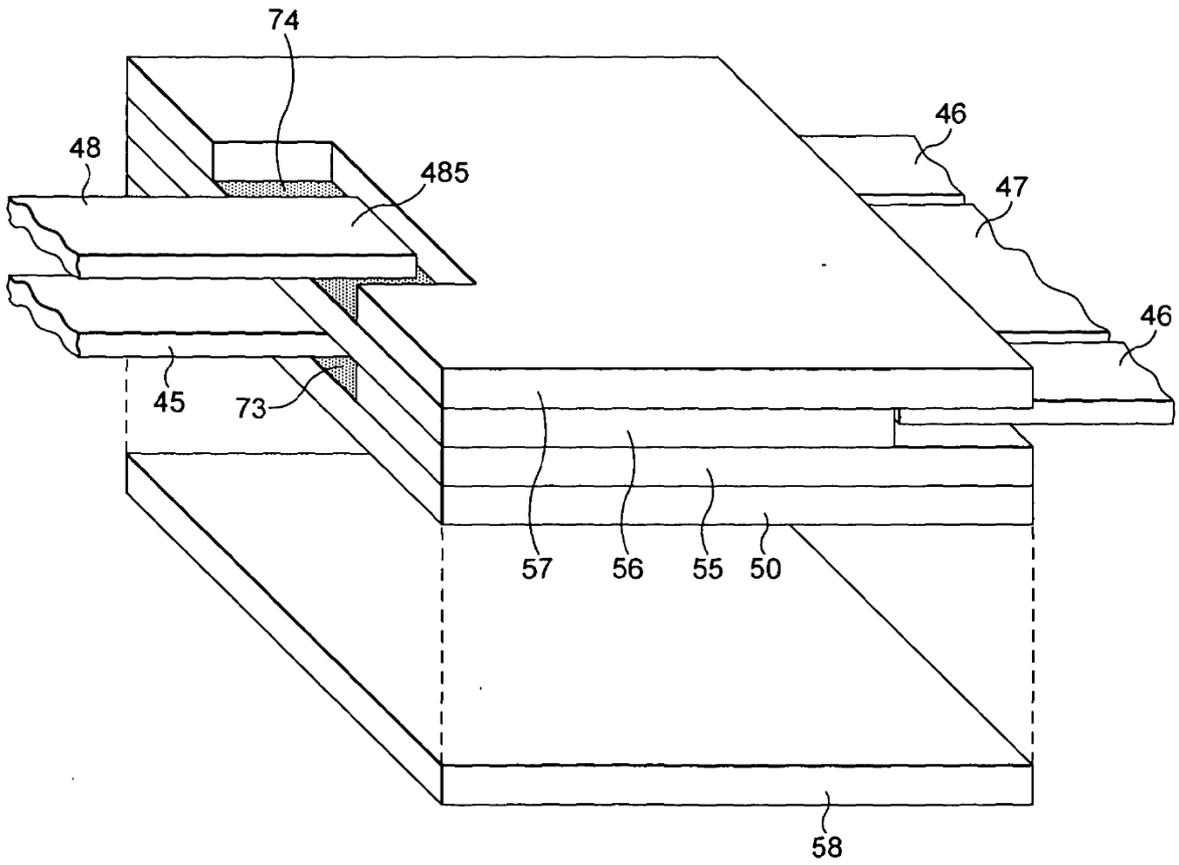


FIG. 25

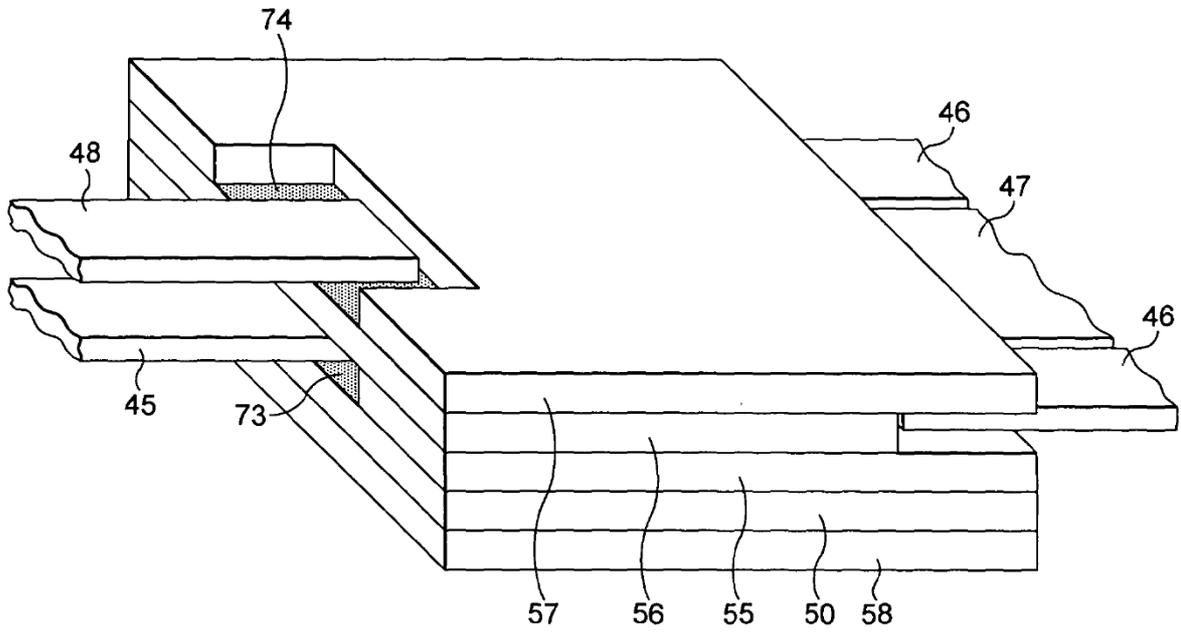


FIG. 26

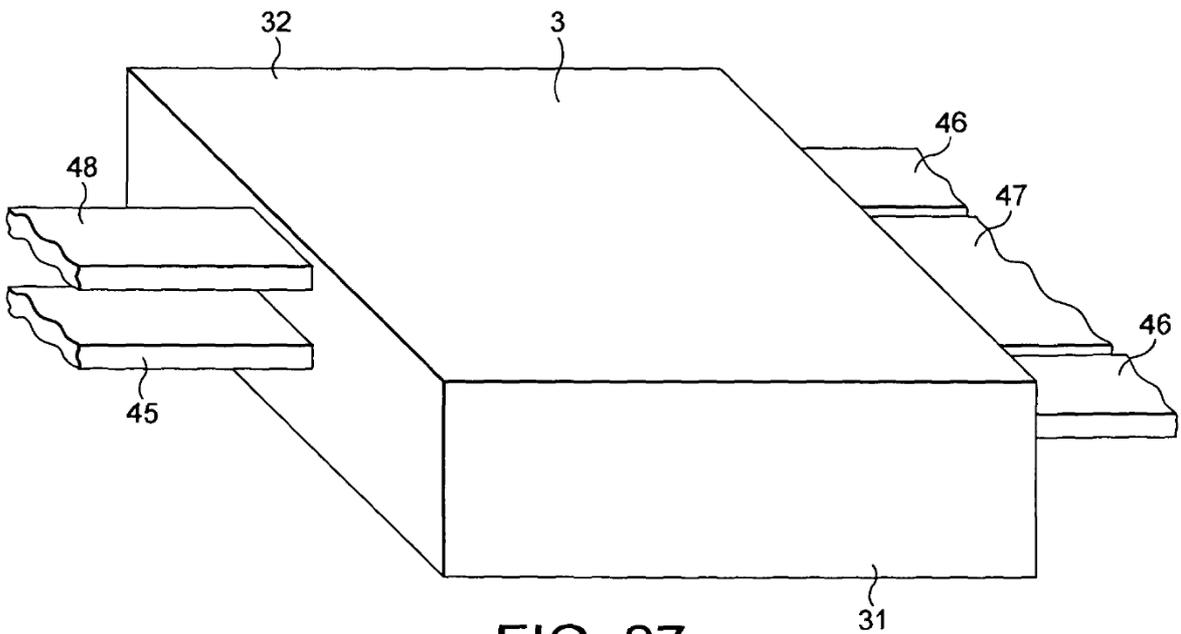


FIG. 27

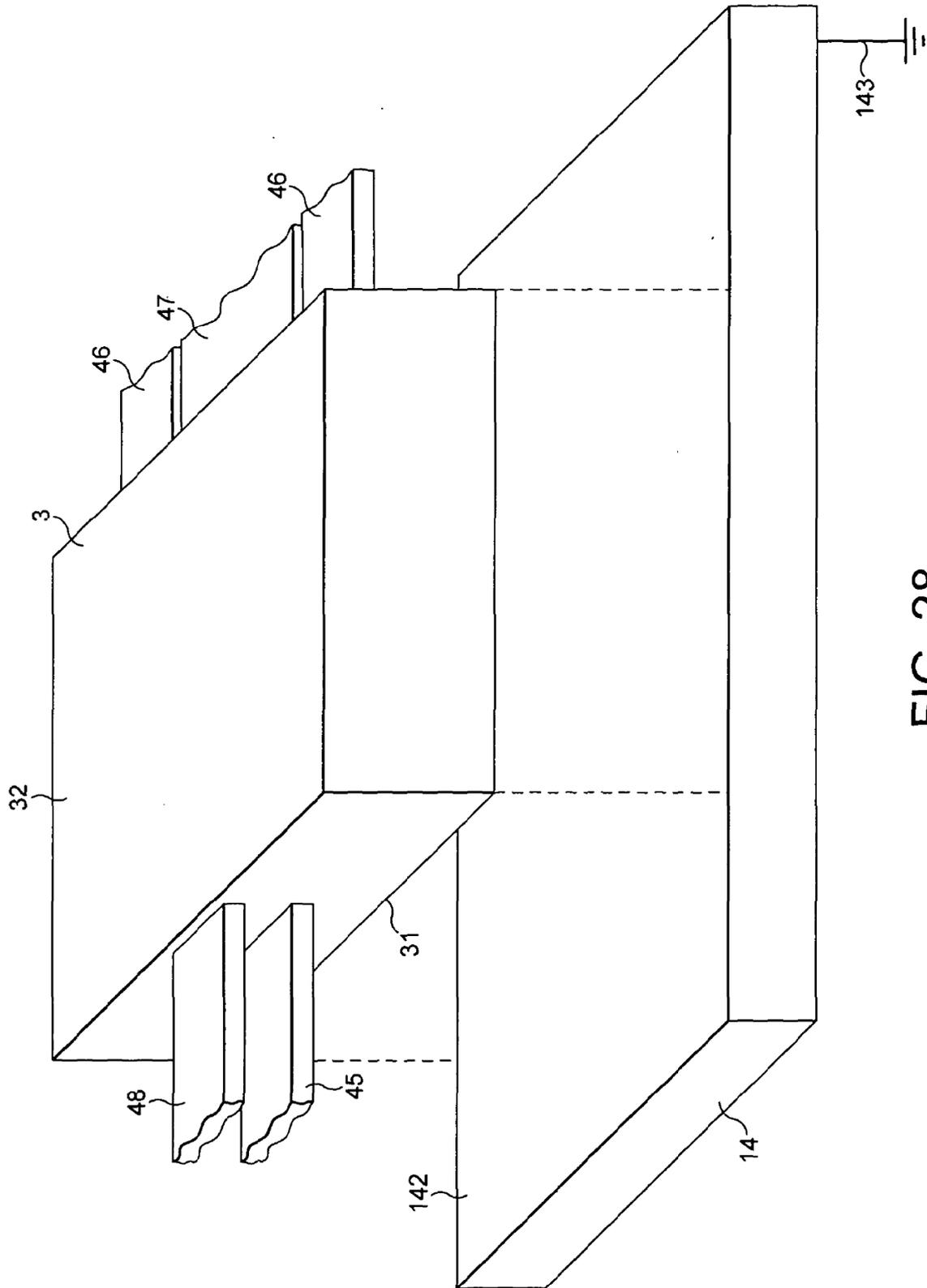


FIG. 28

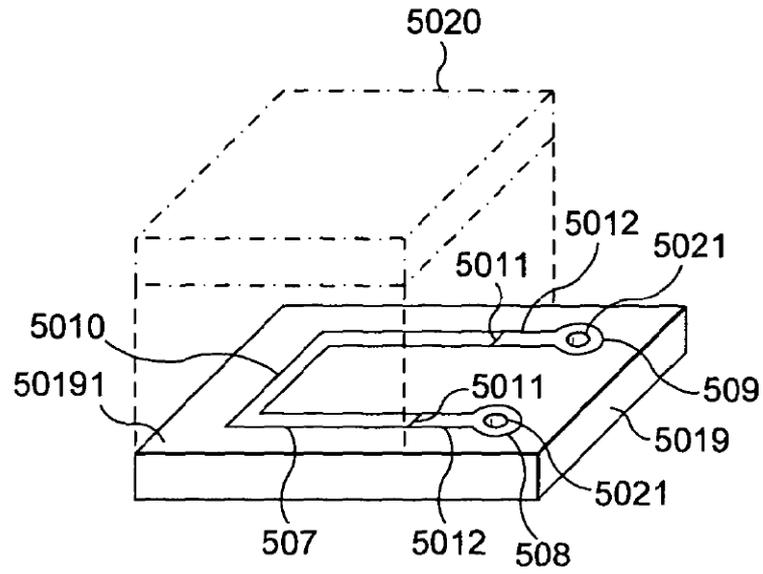


FIG. 29

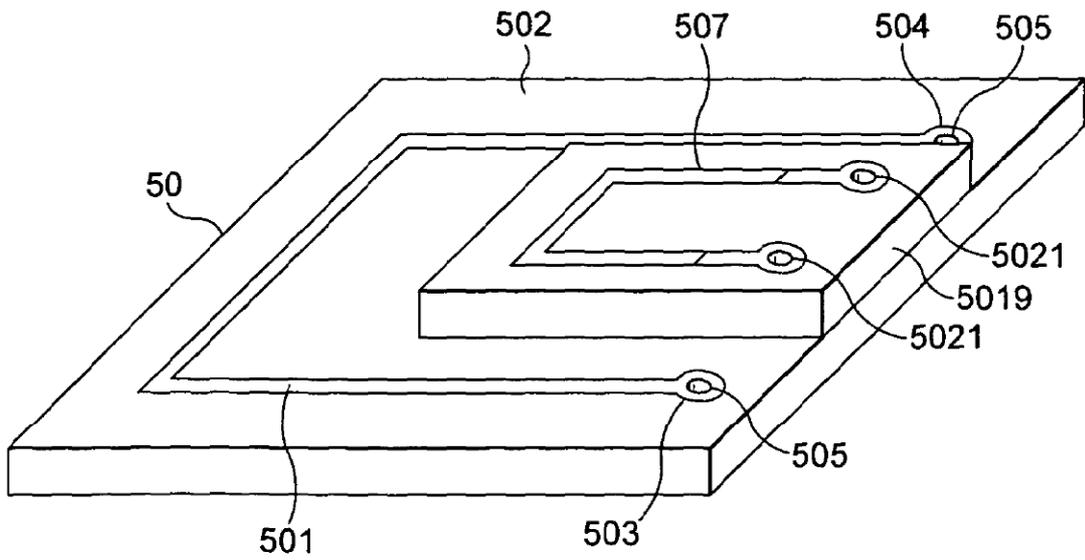


FIG. 30

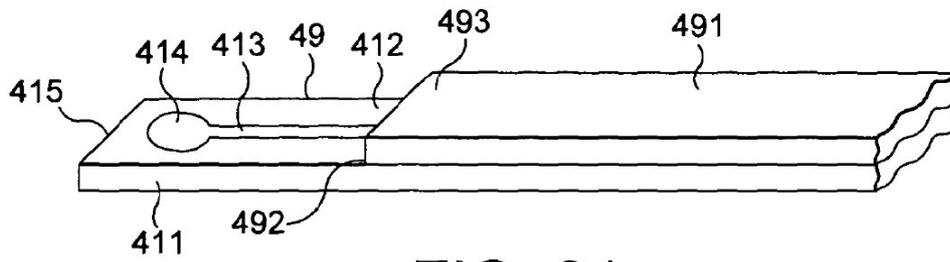


FIG. 31

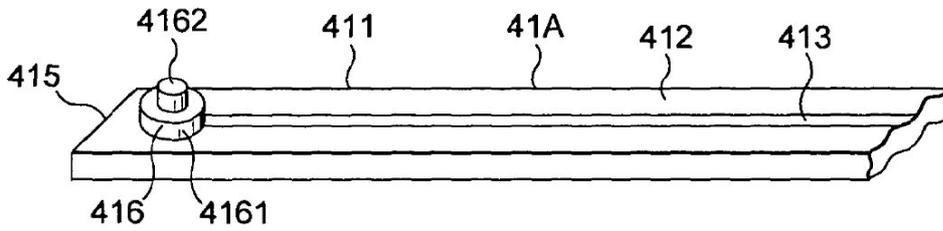


FIG. 32

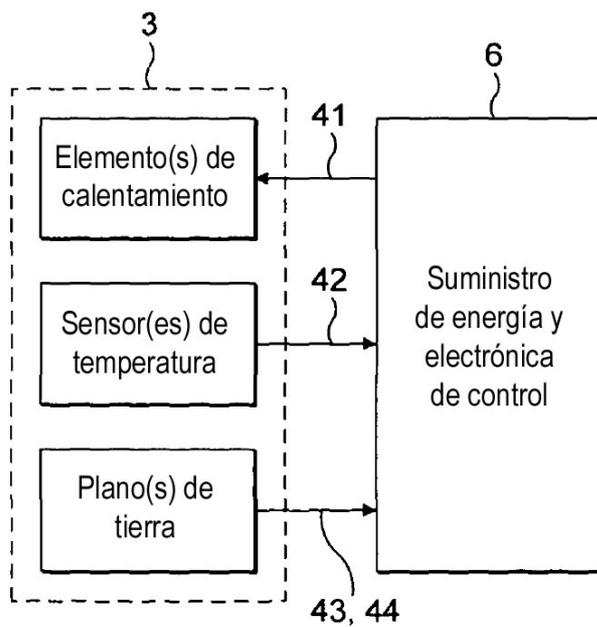


FIG. 33