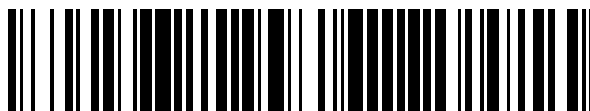


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 747**

51 Int. Cl.:
H05B 3/28 (2006.01)
B64D 15/12 (2006.01)
H05B 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08840048 .6**
96 Fecha de presentación: **15.10.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2218302**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2010**

54 Título: **Unión de termoplásticos**

30 Prioridad:
18.10.2007 GB 0720415

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.07.2012

73 Titular/es:
GKN Aerospace Services Limited
Ferry Road, East Cowes
Isle of Wight, PO32 6RA, GB

72 Inventor/es:
ATKINSON, James William

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 384 747 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

Unión de termoplásticos.

5 **Antecedentes de la invención**

Esta invención se refiere a una malla calefactora y a un procedimiento para fabricar una malla calefactora.

10

Una de tales mallas se conoce por el documento WO 01/43507 A1.

15

Las mallas calefactoras conocidas tales como las que pueden usarse como parte de un sistema de deshielo para un borde de ataque de una aeronave incluyen un elemento calefactor termoeléctrico y una o más capas de un material dieléctrico tal como Kapton. El dieléctrico protege el elemento calefactor termoeléctrico y puede servir para aislarlo eléctricamente de una superficie metálica (tal como una superficie interna de un borde de ataque de aeronave) a la que va a aplicarse la malla calefactora.

Las mallas calefactoras de este tipo presentan varios problemas.

20

Un primer problema es que los materiales dieléctricos usados hasta ahora en mallas calefactoras presentan temperaturas de funcionamiento limitadas. Las temperaturas de funcionamiento máximas de los dieléctricos usados hasta ahora limitan la cantidad de potencia calorífica que pueden producir las mallas calefactoras conocidas. Adicionalmente, las temperaturas limitadas que pueden soportar los dieléctricos usados hasta ahora intensifican los problemas asociados con el desarrollo de "puntos calientes" en una malla calefactora (por ejemplo debido a cortocircuitos internos u otros fallos), que pueden conducir a un fallo catastrófico.

25

Otro problema es que el estado de algunos materiales dieléctricos tales como el Kapton puede deteriorarse con el tiempo. Esto puede conducir al fallo de la malla calefactora por exposición del elemento calefactor termoeléctrico a la humedad, y/o puede conducir a provocar un cortocircuito del elemento calefactor termoeléctrico en una superficie metálica a la que se aplica la malla calefactora.

30

Esta invención se ha realizado considerando por lo menos algunos de los problemas indicados anteriormente.

Sumario de la invención

35

En las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas se exponen aspectos particulares y preferidos de la invención.

40

Según un aspecto de la invención, se proporciona un sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave según la reivindicación 1.

45

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para fabricar un sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave según la reivindicación 9.

50

La capa de termoplástico puede comprender polieteretercetona (PEEK).

Los termoplásticos tales como la PEEK presentan excelentes propiedades mecánicas que los hacen elásticos contra los tipos de deterioro que pueden afectar a los tipos de dieléctricos usados hasta ahora en mallas calefactoras. Los termoplásticos tales como la PEEK asimismo pueden soportar temperaturas más altas que los materiales dieléctricos empleados hasta ahora, permitiendo a las mallas calefactoras según una realización de la invención producir más potencia calorífica que las mallas calefactoras conocidas.

55

Los adhesivos (tales como resinas) normalmente no forman una buena unión con los termoplásticos, lo que las hace inadecuadas como un medio para acoplar una malla calefactora de termoplástico a un componente de borde de ataque. Este problema se resuelve según la invención proporcionando una o más capas de recepción de adhesivo en una superficie del termoplástico.

60

En una realización, una segunda capa de recepción de adhesivo puede situarse sobre una superficie de la capa de termoplástico, por ejemplo sobre una superficie que es opuesta a la primera superficie de la capa de termoplástico. De esta manera, la malla calefactora puede intercalarse entre (y adherirse a) dos componentes de un borde de ataque de aeronave. La propia malla calefactora puede usarse de esta manera como un medio de acoplamiento de componentes (tales como una nervadura y un revestimiento) de un borde de ataque de aeronave juntos.

65

Según la invención, la o cada capa de recepción de adhesivo está insertada parcialmente dentro de la capa de termoplástico de manera que sobresale de una superficie de la capa de termoplástico. Esto permite el acoplamiento robusto de la capa de recepción de adhesivo al termoplástico, al tiempo que todavía se permite que la capa de recepción de adhesivo reciba un adhesivo para acoplar la malla calefactora a otro objeto. Según una realización que

no pertenece a la presente invención, una capa intermedia, el termoplástico y la o cada capa de recepción de adhesivo pueden proporcionarse para acoplar la o cada capa de recepción de adhesivo al termoplástico.

5 En una realización, la o cada capa de recepción de adhesivo puede comprender un material fibroso. Ejemplos de materiales fibrosos adecuados incluyen fibra de vidrio, Kevlar, fibra de carbono y fibra cerámica S.

10 La malla calefactora comprende una capa de estabilización insertada en la capa de termoplástico. Esto puede mejorar la estabilidad, por ejemplo, de un elemento calefactor eléctricamente resistivo metalizado por proyección y del termoplástico durante el proceso de calentamiento. En un ejemplo, el elemento calefactor puede proyectarse directamente sobre la capa de estabilización usando el proceso de metalización por proyección descrito anteriormente.

15 En algunas realizaciones, puede proporcionarse más de una capa de estabilización de este tipo. En una realización, el elemento calefactor puede situarse entre dos capas de estabilización. La capa de estabilización puede comprender, por ejemplo, un vidrio.

20 La malla calefactora puede estar dotada de una forma de doble curvatura para adaptarse a una correspondiente superficie de doble curvatura de un componente de borde de ataque de aeronave a la que va a aplicarse la malla calefactora. Esta forma de doble curvatura puede conseguirse usando un molde.

25 La malla calefactora puede aplicarse a un componente de borde de ataque de aeronave usando un adhesivo que se aplica a la primera capa de recepción de adhesivo. De manera similar, cuando se proporcionan dos o más capas de recepción de adhesivo, puede aplicarse adhesivo a cada capa de este tipo - un objeto adicional tal que una nervadura de soporte del componente de borde de ataque puede acoplarse entonces a la malla calefactora.

Según un aspecto adicional de la invención, puede proporcionarse un componente de borde de ataque de aeronave dotado de un sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave del tipo descrito anteriormente. El componente de borde de ataque de aeronave puede comprender, por ejemplo, un ala de aeronave.

30 Según otro aspecto de la invención, puede proporcionarse una aeronave que comprende un componente de borde de ataque de aeronave del tipo descrito anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

35 Para una mejor comprensión de la invención y para mostrar cómo puede llevarse a cabo la misma, a continuación se hace referencia únicamente a modo de ejemplo a los dibujos adjuntos en los que símbolos de referencia similares se refieren a elementos similares y en los que:

40 las figuras 1 y 2 muestran diferentes vistas de un ejemplo de una malla calefactora según una realización de la invención;

la figura 3 ilustra un ejemplo de un proceso para fabricar una malla calefactora según una realización de la invención;

45 la figura 4 muestra un ejemplo de una malla calefactora que incorpora una capa de recepción de adhesivo según la invención mientras que la figura 5 muestra un ejemplo alternativo no cubierto por el alcance de las reivindicaciones presentes;

50 la figura 6 ilustra un ejemplo del uso de una malla calefactora como un medio de unión según una realización de la invención;

55 la figura 7 muestra esquemáticamente un ejemplo de una aleta de borde de ataque de ala que comprende una pluralidad de nervaduras de soporte acopladas a un revestimiento usando una malla calefactora según una realización de la invención;

la figura 8 muestra un ejemplo de un objeto de doble curvatura con una malla calefactora aplicada al mismo según una realización de la invención; y

60 la figura 9 muestra un ejemplo de la fabricación de una malla calefactora de doble curvatura según una realización de la invención.

Descripción de realizaciones particulares

65 A continuación se describirán únicamente a modo de ejemplo realizaciones particulares con referencia a los dibujos adjuntos.

Según una realización de esta invención, puede proporcionarse un sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave. El sistema incluye una malla calefactora termoeléctrica que incluye una capa de termoplástico dentro de la que se inserta un elemento calefactor eléctricamente resistivo. La malla calefactora está dotada de una o más capas de recepción de adhesivo para facilitar el acoplamiento de la malla a una superficie usando un adhesivo. Las realizaciones de esta invención también proporcionan procedimientos de fabricación de un sistema de protección frente al hielo de este tipo.

Los termoplásticos se caracterizan por sus propiedades de material en función de la temperatura. En particular, los materiales termoplásticos son plásticos (deformables) en una temperatura entre una temperatura de transición superior T_m y una temperatura de transición inferior T_g . Por encima de T_m , los materiales termoplásticos se funden para formar un líquido. Por debajo de T_g entran en un estado frágil, vítreo. En el intervalo de temperatura entre T_g y T_m , los termoplásticos normalmente incluyen una mezcla de regiones amorfas y cristalinas. Las regiones amorfas son las que contribuyen a la elasticidad/deformabilidad de un termoplástico en esta fase.

Debe observarse que en la práctica, T_g y T_m pueden no estar bien definidas, y de hecho puede producirse la congelación al estado vítreo por debajo de T_g y la fusión por encima de T_m en un intervalo o ventana de temperatura centrado en T_g y T_m , respectivamente.

Tal como se describe en la presente memoria, los materiales termoplásticos presentan buenas cualidades mecánicas y pueden funcionar a temperaturas relativamente altas, debido a sus altos puntos de fusión.

Los termoplásticos que pueden usarse según una realización de esta invención incluyen poliarilcetonas tales como PEEK, PEK, PEKEKK y PEKK. Otros ejemplos de termoplásticos adecuados incluyen poliarilsulfonas y poliarilimidadas.

Aunque, según una realización de la invención, se han encontrado termoplásticos que constituyen una mejora significativa respecto a los tipos de materiales usados previamente, la elasticidad mecánica y el rendimiento a alta temperatura del termoplástico polietereetercetona (PEEK, también conocido como policetona) lo hace particularmente adecuado para su uso en una malla calefactora del tipo descrito en la presente memoria.

La PEEK presenta un punto de fusión $T_m \approx 350^\circ\text{C}$, que permite usarla en mallas calefactoras que funcionan a temperaturas relativamente altas. La temperatura de funcionamiento típica de una malla calefactora termoeléctrica puede ser del orden de 30°C . No obstante, en algunas condiciones de funcionamiento (tales como cuando se aplican ráfagas cortas de calor), la temperatura de funcionamiento superior puede ser de hasta 260°C o superior. Excepcionalmente, la PEEK presenta dos temperaturas de transición vítrea ($T_{g1} \approx 130\text{-}150^\circ\text{C}$; $T_{g2} \approx 260\text{-}290^\circ\text{C}$), dependiendo del ciclo de curado y la formulación de la PEEK.

Al proporcionar una capa de termoplástico, una malla calefactora según una realización de esta invención es más robusta mecánicamente que las mallas calefactoras conocidas. Una malla calefactora según una realización de la invención puede proporcionar también mayor potencia calorífica que las mallas calefactoras conocidas debido a la capacidad a alta temperatura de termoplásticos tales como la PEEK.

Según una realización de la invención, se ha encontrado que la combinación de una resistencia transversal alta, un módulo de Young alto ($E \approx 3700 \text{ MPa}$), una resistencia a tracción alta ($\sigma \approx 90 \text{ MPa}$), un punto de fusión alto ($T_m \approx 350^\circ\text{C}$) y buena resistencia al desgaste de la PEEK lo hacen particularmente útil en el contexto de mallas calefactoras para sistemas de protección frente al hielo para bordes de ataque de aeronave. Tal como se describe a continuación, la resistencia transversal alta de termoplásticos tales como la PEEK puede permitir el uso de una malla calefactora según una realización de la invención que va a usarse para unir entre sí componentes portantes estructurales (en particular, una nervadura de soporte y un revestimiento) de un borde de ataque de aeronave.

Las figuras 1 y 2 muestran una vista desde arriba y una vista lateral (respectivamente) de un ejemplo de una malla 10 calefactora según una realización de la invención.

Las mallas calefactoras de este tipo encuentran una aplicación particular en el campo de los sistemas de protección frente al hielo para aeronave, aunque están previstos otros usos. Cuando se usan como parte de un sistema de protección frente al hielo para una aeronave, una malla calefactora según una realización de la invención puede acoplarse (por ejemplo, fundirse o adherirse) a una superficie interna de un componente de borde de ataque de la aeronave. El calor producido por la malla calefactora se transfiere al borde de ataque, evitando de este modo una acumulación de hielo que de otro modo degradaría el rendimiento aerodinámico del borde de ataque.

La malla 10 calefactora a modo de ejemplo mostrada en la figura 1 incluye un elemento calefactor eléctricamente resistivo 12. El elemento calefactor 12 puede comprender normalmente una capa de material eléctricamente resistivo, tal como un metal. En uso, se pasa una corriente eléctrica a través del elemento calefactor 12 para producir calentamiento por efecto Joule. El elemento calefactor 12 puede realizarse de cualquier material eléctricamente resistivo adecuado, normalmente un metal tal como cobre o aluminio. Un espesor típico del elemento calefactor puede ser aproximadamente 0,1 mm en el caso de una malla calefactora de metalizada por proyección

(véase a continuación). Otros tipos de elemento calefactor (por ejemplo, un elemento fabricado por plaqueado) pueden tener un grosor de 0,001 mm.

5 En este ejemplo, el elemento calefactor 12 está configurado con un patrón de una serie de tiras interconectadas, que forman un trayecto de corriente. En otros ejemplos, puede seleccionarse una configuración con un patrón diferente según los requisitos de diseño. Alternativamente, puede omitirse la configuración con un patrón.

10 El elemento calefactor eléctricamente resistivo 12 está insertado en una capa de termoplástico 16. Tal como se muestra en la figura 2, en este ejemplo, el elemento calefactor 10 está completamente insertado en la capa de termoplástico 16. En otros ejemplos, las partes del elemento calefactor 12 pueden no estar insertadas totalmente dentro de la capa de termoplástico 16. Por ejemplo, una parte del elemento calefactor 12 puede sobresalir de la capa de termoplástico 16 para permitir el acoplamiento de cables de transporte de corriente. En el ejemplo presente, se proporcionan cables de transporte de corriente 14 separados para permitir la conexión de un elemento calefactor insertado completamente a una fuente de corriente externa (no mostrada). Tal como se ilustra en las figuras 1 y 2, los cables 14 en este ejemplo se extienden al interior de la malla calefactora desde una posición en la periferia de la capa de termoplástico 16, para formar terminaciones 15 con el elemento calefactor 12.

20 Los cables pueden realizarse, por ejemplo, de cobre o cualquier otro conductor adecuado. A este respecto, se indica que se ha encontrado que los cables de cobre forman un contacto eléctrico excelente con un elemento calefactor insertado en una capa de termoplástico de PEEK.

25 Una malla calefactora del tipo descrito en la presente memoria puede aplicarse (por ejemplo, adherirse) a una superficie a la que va a suministrarse potencia calorífica. Un ejemplo de una superficie de este tipo es una superficie interna de un componente de borde de ataque de aeronave (por ejemplo, el borde de ataque de una aleta de borde de ataque de ala o góndola del motor). El elemento calefactor 12 se aísla eléctricamente de la superficie (que puede ser metálica) mediante la capa de termoplástico 16.

30 La figura 3 ilustra un ejemplo de un proceso para fabricar una malla 10 calefactora según una realización de la invención. En particular, el proceso ilustrado en la figura 3 es adecuado para la construcción de una malla 10 calefactora del tipo mostrado en la figura 1.

35 Tal como se muestra en la figura 3, la malla 10 calefactora puede construirse aplicando un elemento calefactor eléctricamente resistivo 22 a una primera capa de termoplástico 28. El elemento calefactor 22 puede aplicarse mediante diversos procedimientos, tales como mediante un proceso de metalización por proyección. Si se requiere, el elemento calefactor 22 puede configurarse con un patrón como se describió anteriormente en relación con la figura 1. La configuración con un patrón puede conseguirse usando un proceso de enmascaramiento y/o grabado con ácido.

40 En una realización, una o más capas de estabilización 21 puede proporcionarse en la malla 10 calefactora. El fin de la(s) capa(s) de estabilización 21 es estabilizar el material que constituye el elemento calefactor 22 de modo que cuando el conjunto se calienta (tal como se describe a continuación), se impide la migración del material de elemento calefactor. Se ha encontrado también que la(s) capa(s) de estabilización pueden servir para mejorar la conductividad térmica de la malla 10 calefactora durante el uso.

45 En un ejemplo, la(s) capa(s) de estabilización 21 puede comprender un vidrio. El vidrio puede añadirse como una capa 21 delgada adyacente al elemento calefactor 22. Cuando se usa más de una capa de estabilización 21, puede proporcionarse una capa de vidrio en cualquier lado del elemento calefactor 22 tal como se muestra en el ejemplo de la figura 3.

50 En una realización, el elemento calefactor 22 puede aplicarse (por ejemplo, usando un proceso de metalización por proyección) a una capa de vidrio 21 que se coloca sobre la primera capa de termoplástico 28. Una segunda capa de vidrio 21 puede colocarse opcionalmente sobre el elemento calefactor metalizado por proyección 12 y a continuación la segunda capa de termoplástico 26 puede colocarse sobre la segunda capa de vidrio 21. La estructura de termoplástico/estabilizador/calefactor/estabilizador/termoplástico intercalados resultante puede entonces calentarse tal como se describe a continuación.

60 Debe observarse que la inclusión de una capa de estabilización 21 tal como una capa de vidrio en la malla calefactora puede reducir la flexibilidad de la malla. Por consiguiente, puede preferirse una capa delgada de vidrio, que pueda añadir estabilidad durante el proceso de fabricación sin afectar adversamente en exceso a la flexibilidad de la malla calefactora resultante.

65 Tal como se describió anteriormente, los cables 24 puede proporcionarse para formar terminaciones 25 con el elemento calefactor 22. En algunos ejemplos, los cables 24 pueden formarse usando el mismo proceso que el usado para proporcionar el propio elemento calefactor. En el presente ejemplo sin embargo, los cables 24 se proporcionan como tiras de cobre separadas que se colocan sobre el elemento calefactor 22 y la primera capa de termoplástico 28.

Una vez que el elemento calefactor 22 (y, si es apropiado, los cables 24 y la(s) capa(s) de estabilización 21) están en su sitio, puede aplicarse una segunda capa de termoplástico 26 al conjunto. El conjunto se calienta a continuación para fundir las capas de termoplástico primera (28) y segunda (26) entre sí. El calentamiento puede aplicarse, por ejemplo, colocando el conjunto que incluye las capas de termoplástico primera y segunda sobre una plancha de calentamiento (por ejemplo, una plancha metálica). Normalmente, el conjunto se calienta a una temperatura por encima del punto de fusión del termoplástico (por ejemplo cuando se usa PEEK, la temperatura de calentamiento está normalmente en el intervalo de 360-380°C), para permitir que tenga lugar al proceso de fusión. Tras el calentamiento, el conjunto se enfría por debajo de la temperatura de transición vítrea T_g , por lo que el termoplástico entra en un estado vítreo. En algunos ejemplos, el enfriamiento puede tener lugar rápidamente (temple instantáneo), para evitar la cristalización no deseada del termoplástico.

Tras el calentamiento, y el subsiguiente enfriamiento, las capas de termoplástico primera (28) y segunda (26) se funden entre sí, formando una única capa de termoplástico (por ejemplo, la capa 16 en la figura 1) dentro de la que se insertan el elemento calefactor 22 y opcionalmente los cables 24 y las capa(s) de estabilización 21.

El calentamiento descrito anteriormente puede realizarse a vacío para evitar oxidación no deseada. En algunos ejemplos, el proceso puede realizarse en una autoclave. En otro ejemplo, el proceso puede realizarse colocando el conjunto que incluye las capas de termoplástico primera (28) y segunda (26) y el elemento calefactor 22 y los cables 24 en una bolsa de vacío (no mostrada en la figura 3) antes del calentamiento. La bolsa de vacío debe ser adecuada para soportar la temperatura de calentamiento deseada. Por ejemplo, la bolsa de vacío puede ser una bolsa de vacío de aluminio.

Por consiguiente, se ha descrito un proceso para fabricar una malla calefactora del tipo mostrado en las figuras 1 y 2.

Tal como se describe en la presente memoria, una malla 10 calefactora según una realización de la invención puede acoplarse a un componente de borde de ataque de una aeronave, por ejemplo una aleta de borde de ataque de ala. Según una realización de la invención, la malla 10 calefactora incluye una superficie exterior de termoplástico. Los termoplásticos tales como la PEEK generalmente son difíciles de acoplar a una superficie usando un adhesivo, debido a que los adhesivos normalmente no forman una buena unión con una superficie de PEEK. Para mitigar este problema, según una realización de esta invención, la malla 10 calefactora puede estar dotada de una o más capas de recepción de adhesivo. A continuación se describen ejemplos de esto en relación con las figuras 4 y 5.

Las mallas 10 calefactoras a modo de ejemplo mostradas en las figuras 4 y 5 son generalmente similares a la malla calefactora mostrada en la figura 1, pero cada ejemplo incluye además una capa de recepción de adhesivo 18 tal como se describió anteriormente. Según una realización de la invención, la(s) capa(s) de recepción de adhesivo descrita(s) en la presente memoria puede(n) comprender un material fibroso. El material fibroso puede seleccionarse de manera que pueda impregnarse de manera eficaz por el termoplástico de la capa de termoplástico. Ejemplos de materiales fibrosos adecuados incluyen fibra de vidrio, Kevlar, fibra de carbono y fibra cerámica S.

En el ejemplo de la figura 4, la capa de recepción de adhesivo 18 está insertada parcialmente dentro de la capa de termoplástico 16 de la malla 10 calefactora, y sobresale de la superficie de la malla 10 calefactora. La parte que sobresale de la capa de recepción de adhesivo 18 puede recibir por tanto un adhesivo 20 (por ejemplo, resina epoxídica) para adherir la malla 10 calefactora a una superficie 30.

La capa de recepción de adhesivo 18 puede añadirse a la malla 10 calefactora durante la fabricación, colocándola sobre una de las capas de termoplástico (por ejemplo la capa 26 o la capa 28 mostradas en la figura 3) antes del calentamiento. Durante el calentamiento, el termoplástico se funde y recibe parcialmente la capa de recepción de adhesivo 18, aunque se deja que una parte de la capa 18 sobresalga de la superficie de la malla 10 calefactora tal como se describió anteriormente.

En el ejemplo alternativo mostrado en la figura 5, no cubierto por la presente invención, se proporciona una capa intermedia 19, para acoplar la capa de recepción de adhesivo 18 a la capa de termoplástico 16. La capa intermedia 19 comprende normalmente un material que forma una buena unión tanto con la capa de termoplástico 16 como con la capa de recepción de adhesivo 18. A modo de ejemplo, la capa intermedia 19 puede comprender un termoplástico diferente al termoplástico que constituye la capa 16. En particular, el termoplástico de la capa intermedia 19 puede comprender un termoplástico que realiza una unión mejor con un adhesivo dado que el termoplástico de la capa 16. En un ejemplo de este tipo, la capa 16 puede comprender PEEK, mientras que la capa intermedia 19 puede comprender una poliarilsulfona.

Según una realización de la invención, la malla 10 calefactora puede estar dotada de más de una capa de recepción de adhesivo. A modo de ejemplo, una capa de recepción de adhesivo tal como la descrita en relación con las figuras 4 y 5 puede proporcionarse tanto sobre una superficie superior como inferior de la capa de termoplástico 16. Esto puede permitir que la malla 10 calefactora se adhiera a la superficie de un componente de borde de ataque de aeronave al tiempo que se permite también que un objeto adicional (por ejemplo, capas aislantes/protectoras

adicionales) se adhiera a la superficie superior de la malla 10. En un ejemplo, una o más capas conductoras/resistivas pueden adherirse a la superficie superior para formar un sistema de detección de daño/fallo. Tales capas pueden proporcionarse para detectar avería eléctrica si la malla 10 calefactora sufre daños mecánicos causados por influencias externas (por ejemplo, fallo mecánico de la estructura a la que está acoplada).

5 Como alternativa al uso de un adhesivo tal como se describió anteriormente, según una realización de la invención una malla calefactora que comprende una capa de termoplástico puede acoplarse a una superficie calentando el termoplástico por encima de T_m , por lo que el termoplástico se funde con la superficie. En algunos ejemplos, la superficie (que puede ser normalmente metálica) puede tratarse (por ejemplo, hacerse rugosa) de antemano, para mejorar la unión con el termoplástico de la malla calefactora.

10 Se ha encontrado que una unión formada de esta manera, entre el termoplástico de la malla calefactora y la superficie de un componente de borde de ataque, es extremadamente resistente. Además, el termoplástico presenta una alta resistencia transversal. Según una realización de la invención, la capa de termoplástico de una malla calefactora puede usarse por su parte como una sustancia adhesiva, para ensamblar dos o más partes de una estructura de borde de ataque.

15 Las partes que van a ensamblarse puede comprender normalmente un revestimiento del borde de ataque y un elemento de soporte tal como una nervadura (por ejemplo una nervadura cardinal o aerodinámica), larguero o nervaduras.

A modo de ejemplo, la disposición mostrada en la figura 6 permite el acoplamiento de una nervadura de soporte 40 a la superficie interior de un borde 30 de ataque de una aeronave.

20 En el ejemplo mostrado en la figura 6, la malla 10 calefactora se interpone entre la nervadura 40 y el borde 30 de ataque para formar la unión. La capa de termoplástico de la malla 10 calefactora se ha fundido (calentando el termoplástico por encima de su punto de fusión T_m) tanto con la nervadura 40 como con el borde 30 de ataque.

25 Las uniones de este tipo pueden, en algunos ejemplos, sustituir a la provisión de medios de acoplamiento convencionales tales como remaches. Esto presenta la ventaja adicional de que no se requieren remaches (normalmente metálicos) o similares que pasan a través de una malla calefactora proporcionada entre la nervadura 40 y el borde 30 de ataque, por lo que se evita un posible cortocircuito dentro del elemento calefactor.

30 Además, el uso de una malla 10 calefactora para proporcionar una unión tal como se muestra en la figura 6 permite aplicar al calentamiento directamente a la parte del borde 30 de ataque por debajo de la nervadura 40, aunque esté cubierta, por ejemplo, por un reborde 42 de la nervadura 40. En disposiciones convencionales, las mallas 10 calefactoras se han proporcionado sobre el reborde 42, por lo que el calor producido por la malla calefactora se requiere que pase a través del reborde 42 antes de alcanzar el borde 30 de ataque. Por consiguiente, la potencia calorífica que se produce en disposiciones convencionales se reduce sustancialmente debido al gradiente de temperatura a través del reborde 42 de nervadura.

35 La figura 7 muestra esquemáticamente una parte de una aleta de borde de ataque de ala de aeronave. El borde 30 de ataque de la aleta de borde de ataque está dotado de una pluralidad de nervaduras de soporte separadas. En este ejemplo, las nervaduras incluyen una pluralidad de nervaduras cardinales 70 y una pluralidad de nervaduras aerodinámicas 72. Las nervaduras aerodinámicas 72 están separadas entre nervaduras cardinales 70 adyacentes. Tal como puede verse a partir de la figura 7, las nervaduras en disposiciones convencionales, que están normalmente dotadas de rebordes para el acoplamiento tal como se ha comentado anteriormente, pueden impedir el acceso a muchas partes del borde 30 de ataque con el fin de protección frente al hielo mediante calentamiento. Sin embargo, empleando una disposición del tipo descrito anteriormente en relación con la figura 6, este problema puede resolverse, al tiempo que se proporciona de manera simultánea una unión resistente y robusta de las nervaduras 70, 72 con el borde 30 de ataque.

40 Las estructuras de bordes de ataque en una aeronave pueden comprender normalmente superficies que están curvadas en más de una dirección. Para adaptarse a la forma de doble curvatura de una superficie en un componente de borde de ataque de aeronave, una malla calefactora según una realización de la invención también puede estar dotada de una forma de doble curvatura. Esto puede permitir que un sistema de protección frente al hielo que incluye una o más mallas calefactoras del tipo descrito en la presente memoria aplique un calentamiento uniforme y eficaz a través de la superficie del borde de ataque.

45 La figura 8 muestra un ejemplo de un objeto de doble curvatura que puede usarse en combinación con una malla 10 calefactora según una realización de la invención. La superficie de doble curvatura en este ejemplo es una parte de una aleta 50 de borde de ataque de ala de aeronave. Está previsto que las mallas calefactoras según esta invención puedan usarse con otros tipos de objeto que presentan una superficie de doble curvatura.

50 Tal como se muestra en la figura 8, una malla 10 calefactora se aplica a una superficie interna 54 de la aleta 50 de borde de ataque de ala de aeronave. Con referencia a los ejes cartesianos mostrados en la figura 8, la superficie 54

está curvada alrededor del eje x y el eje z (que se extiende desde el plano de la página). Por consiguiente, la superficie 54 en este ejemplo es de doble curvatura.

5 En algunos ejemplos, la malla 10 calefactora puede construirse *in situ* sobre la superficie de doble curvatura. Por ejemplo, la malla calefactora puede construirse aplicando una primera capa de termoplástico a la superficie de doble curvatura, aplicando entonces el elemento calefactor a la primera capa de termoplástico (opcionalmente, la primera capa de termoplástico puede calentarse para fundirla con la superficie, antes de la aplicación del elemento calefactor), aplicando entonces una segunda capa de termoplástico y calentando el conjunto. Debe observarse que estos procedimientos pueden usarse también para realizar mallas calefactoras planas *in situ*.

10 El elemento calefactor puede aplicarse usando los procedimientos descritos anteriormente (por ejemplo, usando un proceso de metalización por proyección).

15 Las capas de termoplástico pueden aplicarse de diversas maneras. Por ejemplo, cada capa de termoplástico puede aplicarse como un recubrimiento con polvo metálico, que se funde durante el proceso de calentamiento. Procedimientos alternativos incluyen metalización por soplete y recubrimiento por dispersión.

20 Tal como se describió anteriormente, durante el calentamiento, el termoplástico puede fundirse directamente con la superficie 54. Tal como se describió anteriormente, el termoplástico puede calentarse a una temperatura en el intervalo de 360-380°C. Al enfriarse (que puede tener lugar rápidamente (temple instantáneo) tal como se describió anteriormente), el termoplástico entra en su estado vítreo, lo que da como resultado una malla calefactora de doble curvatura que sigue la forma de doble curvatura de la superficie 54.

25 En un procedimiento alternativo, la malla calefactora puede construirse usando un molde que corresponde a la forma pretendida. La malla calefactora moldeada puede aplicarse entonces a la superficie de doble curvatura, usando, por ejemplo, un adhesivo. Tal como se describió anteriormente en relación con las figuras 4 y 5, pueden proporcionarse una o más capas de recepción de adhesivo (por ejemplo un material fibroso tal como fibra de vidrio) para recibir el adhesivo. Pueden usarse capas de recepción de adhesivo en situaciones en las que no es práctico construir la malla calefactora *in situ* (por ejemplo, porque pueden requerirse condiciones de vacío). Un ejemplo de esto se ilustra en la figura 9.

30 En la figura 9, una primera capa de termoplástico 28 se aplica a una sección de molde 62 que soporta una superficie de doble curvatura que corresponde a la forma pretendida. Una segunda capa de termoplástico 26 se aplica también a una sección de molde 60 que soporta una superficie de doble curvatura que corresponde a la forma pretendida. Las capas de termoplástico pueden, por ejemplo, aplicarse usando recubrimiento con polvo metálico, metalización por soplete o recubrimiento por dispersión tal como se describió anteriormente en relación con la figura 8.

35 Un elemento calefactor 22 puede aplicarse entonces a una de las capas de termoplástico (en este ejemplo, la segunda capa de termoplástico 26), y pueden colocarse cualquier capa de estabilización y cable de conexión deseados.

40 Las dos secciones (60, 62) del molde se juntan entre sí a continuación tal como se representa mediante las flechas en la figura 9, y el conjunto se calienta para permitir que se fundan las capas de termoplástico. Debe observarse que cuando se usa un molde de esta manera, no es necesario prever nada especial para aplicar un vacío durante el calentamiento, ya que el propio molde impide que el aire entre en contacto con el termoplástico.

45 Tras el enfriamiento (que, de nuevo, puede ser rápido), la malla calefactora resultante, con su forma de doble curvatura puede retirarse del molde y aplicarse a la superficie de doble curvatura pretendida tal como se describió anteriormente.

50 Independientemente de que la malla calefactora de doble curvatura se realice *in situ* o usando un molde, pueden incluirse capas de estabilización de manera similar a como se ha descrito anteriormente en relación con la figura 3.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave, comprendiendo el sistema:
- 5 una malla (10) calefactora termoeléctrica que puede fijarse a un componente de borde de ataque de una aeronave, comprendiendo la malla calefactora:
- un elemento calefactor eléctricamente resistivo (12) insertado en una capa de termoplástico (16), presentando la capa de termoplástico una primera superficie; y
- 10 una primera capa de recepción de adhesivo (18) situada sobre la primera superficie de la capa de termoplástico;
- en el que dicha primera capa de recepción de adhesivo está insertada parcialmente dentro de la capa de termoplástico y por lo menos una parte de la misma sobresale de dicha superficie de la capa de termoplástico;
- 15 en el que la malla calefactora comprende además una capa de estabilización (21) insertada en la capa de termoplástico.
2. Sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave según la reivindicación 1, que comprende una segunda capa de recepción de adhesivo situada sobre una superficie de la capa de termoplástico, y en el que la segunda capa de recepción de adhesivo está situada sobre una superficie de la capa de termoplástico que es opuesta a la primera superficie.
- 20 3. Sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave según la reivindicación 2, en el que la segunda capa de recepción de adhesivo está insertada parcialmente dentro de la capa de termoplástico y una parte de la misma sobresale de la superficie de la capa de termoplástico que es opuesta a la primera superficie.
- 25 4. Sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la o cada capa de recepción de adhesivo comprende un material fibroso.
- 30 5. Conjunto que comprende un componente (30) de borde de ataque de aeronave y el sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 35 6. Conjunto según la reivindicación 5, en el que el componente de borde de ataque de aeronave comprende un borde de ataque de un ala de aeronave.
7. Aeronave que comprende el conjunto según la reivindicación 5 o 6.
8. Procedimiento para fabricar un sistema de protección frente al hielo de borde de ataque de aeronave, comprendiendo el procedimiento:
- 40 fabricar una malla (10) calefactora termoeléctrica insertando un elemento calefactor eléctricamente resistivo (12) en una capa de termoplástico (16), presentando la capa de termoplástico una primera superficie; y
- 45 situar una primera capa de recepción de adhesivo (18) sobre la primera superficie de la capa de termoplástico
- en el que situar dicha primera capa de recepción de adhesivo comprende insertar parcialmente dicha segunda capa de adhesivo dentro de la capa de termoplástico, de manera que por lo menos una parte de la misma sobresale de una superficie de la capa de termoplástico
- 50 en el que fabricar la malla calefactora comprende añadir una capa de estabilización (21) a la malla.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, que comprende
- 55 situar una segunda capa de recepción de adhesivo sobre una superficie de la capa de termoplástico, y
- situar la segunda capa de recepción de adhesivo sobre una superficie de la capa de termoplástico que es opuesta a la primera superficie.
- 60 10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que dicha acción de situar la segunda capa de recepción de adhesivo comprende insertar parcialmente dicha segunda capa de recepción de adhesivo dentro de la capa de termoplástico de manera que sobresale de la superficie de la capa de termoplástico que es opuesta a la primera superficie.
- 65 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la o cada capa de recepción de adhesivo comprende un material fibroso.

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que comprende además:

5 aplicar un adhesivo a la primera capa de recepción de adhesivo (18), y

usar el adhesivo para fijar la malla calefactora a un componente de borde de ataque (30) para una aeronave; y

aplicar un adhesivo a la segunda capa de recepción de adhesivo; y

10 usar el adhesivo para fijar un objeto (40) adicional a la malla calefactora;

en el que el objeto adicional es una nervadura de soporte del componente de borde de ataque.

15 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que fabricar la malla calefactora comprende usar un molde para producir una capa de termoplástico conformada que presenta una forma de doble curvatura que corresponde a una superficie de doble curvatura de un componente de borde de ataque de aeronave al que va a aplicarse la malla calefactora.

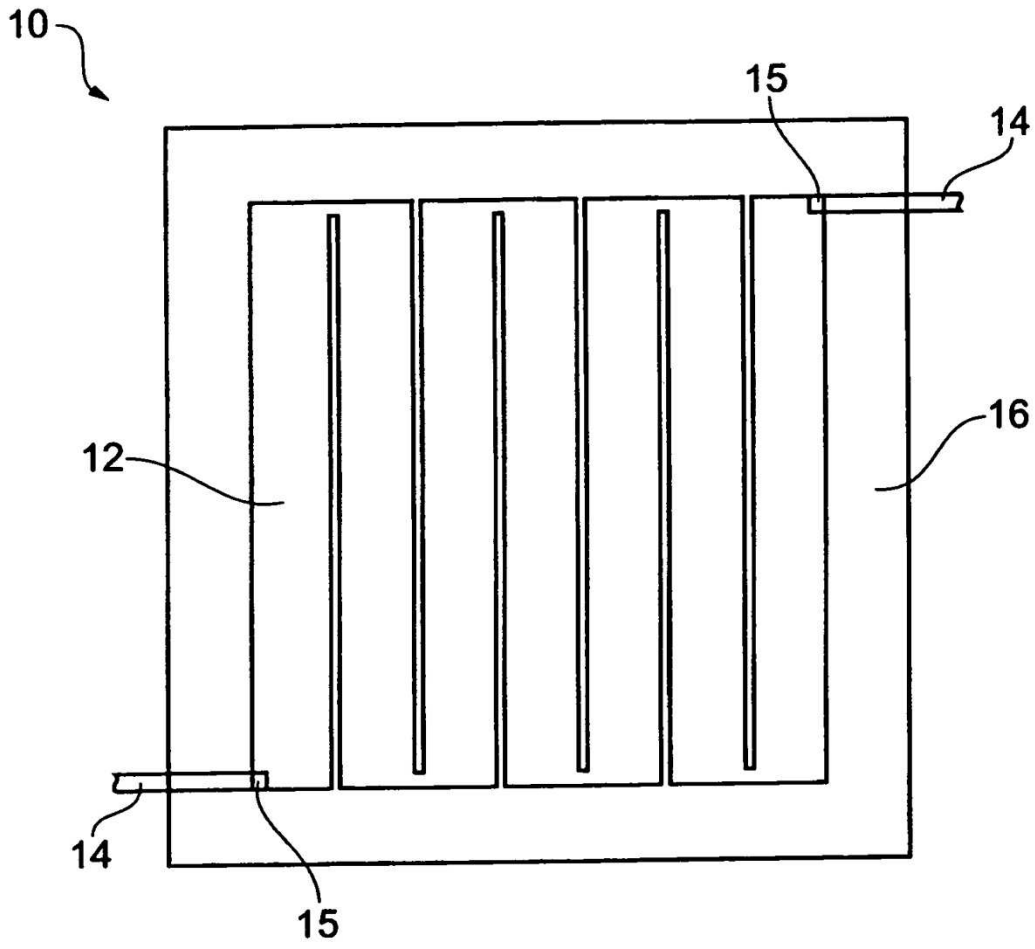


FIG. 1

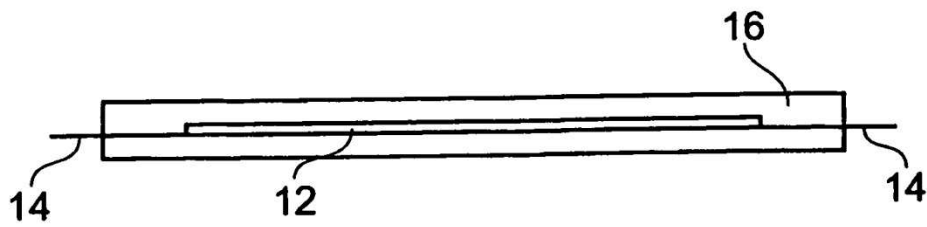


FIG. 2

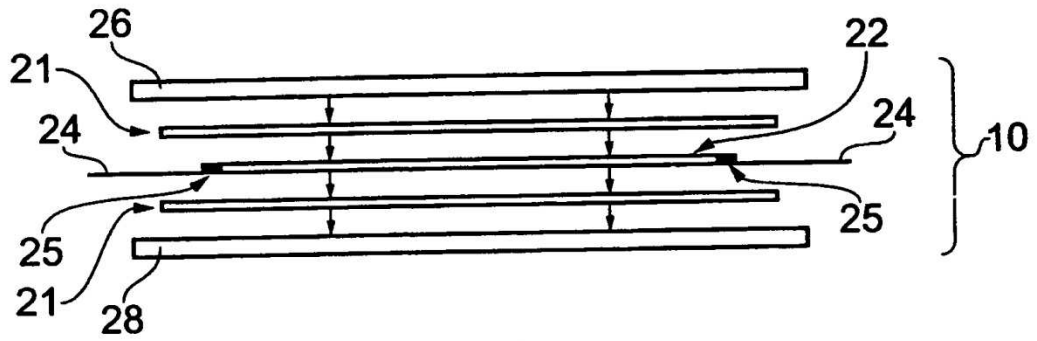


FIG. 3

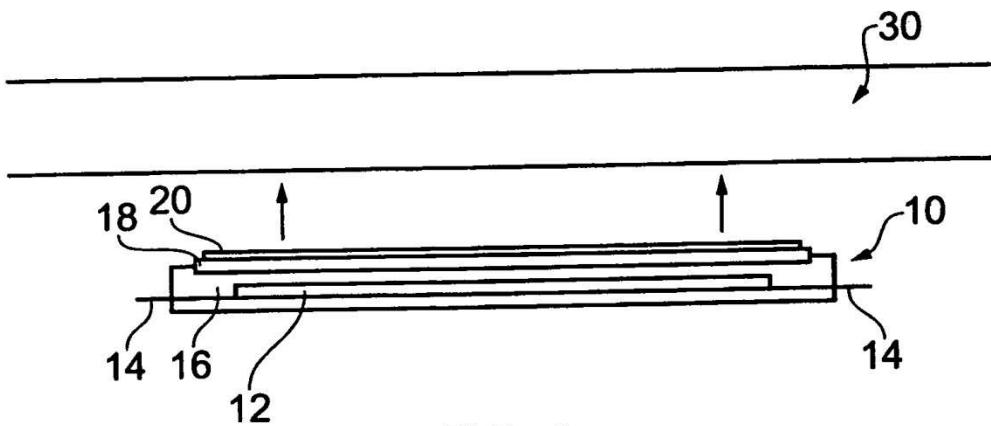


FIG. 4

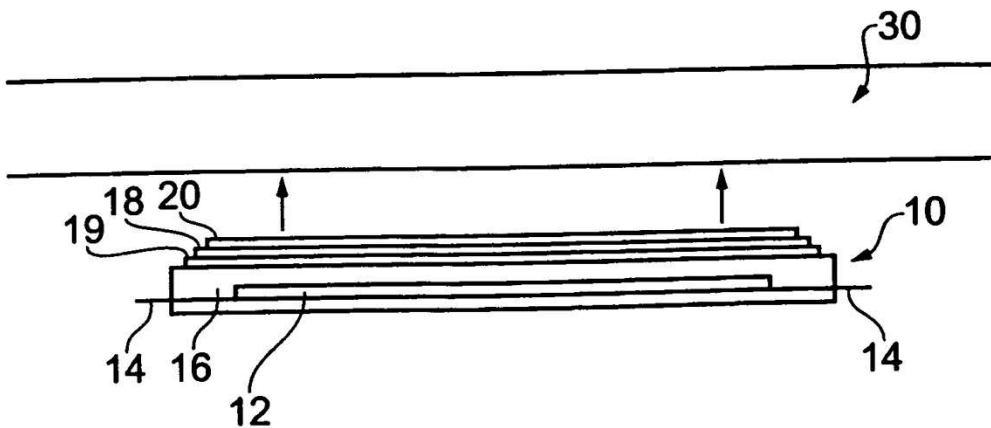


FIG. 5

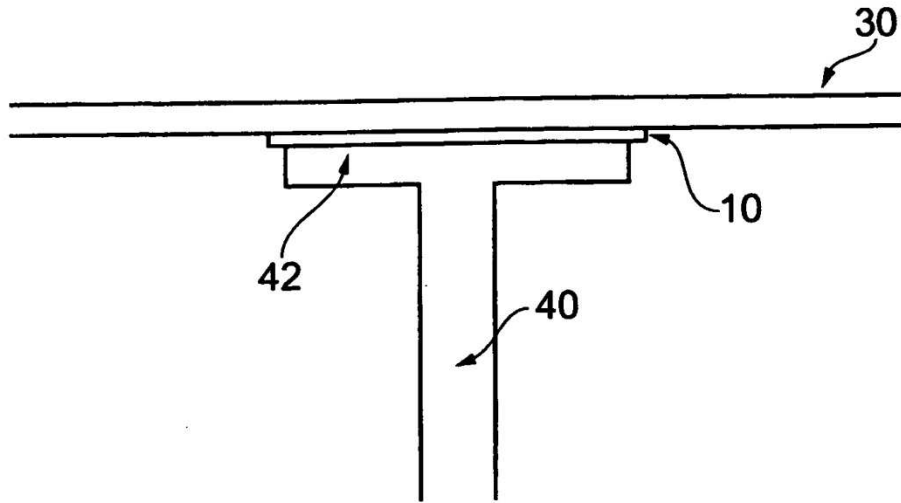


FIG. 6

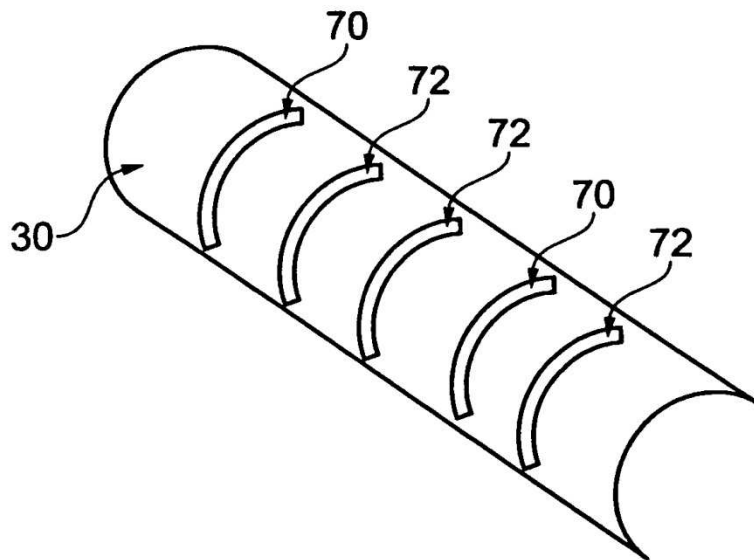


FIG. 7

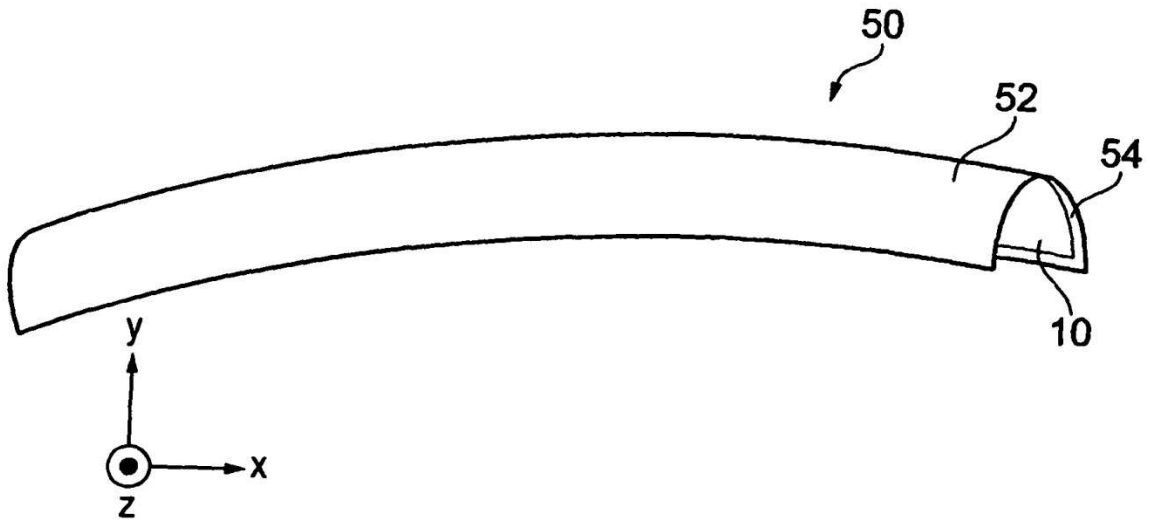


FIG. 8

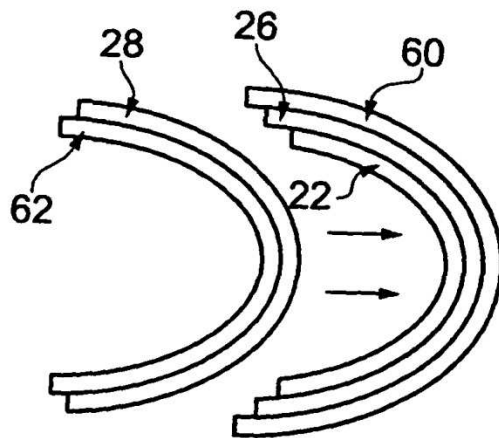


FIG. 9