

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 009**

51 Int. Cl.:

B64C 3/28 (2006.01)

H05B 3/36 (2006.01)

B64D 15/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08839560 .3**

96 Fecha de presentación: **15.10.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2213139**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.08.2010**

54 Título: **Disposición de unión estructural**

30 Prioridad:
18.10.2007 GB 0720417

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.06.2012

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

72 Inventor/es:
BARDWELL, Anthony Edward

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 384 009 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

Disposición de unión estructural.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a disposiciones de unión estructural en componentes del borde de ataque de una aeronave, que incluyen un sistema de protección contra el hielo.

10 En el documento GB1110217 se proporciona un componente de borde de ataque según la técnica anterior.

Las mallas calefactoras conocidas, como las que se utilizan 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 material dieléctrico como un Kapton. El dieléctrico protege el elemento calefactor termoeléctrico, y puede servir para aislarlo eléctricamente con respecto a una superficie metálica (como una superficie interior de un recubrimiento de un borde de ataque de una aeronave) a la que se debe aplicar la malla calefactora.

Un problema con las mallas calefactoras conocidas es que resultan difíciles de aplicar a partes de una estructura de borde de ataque de una aeronave (por ejemplo un recubrimiento del borde de ataque) inaccesible debido a otras partes de la estructura (por ejemplo, una nervadura de soporte). Las nervaduras de soporte conocidas típicamente incluyen una parte de pestaña a través de la que pueden pasar los acoplamientos, por ejemplo los remaches, para fijar la nervadura al recubrimiento del borde de ataque. Sin embargo, la parte de pestaña generalmente hace inaccesible por lo menos una parte de la superficie del recubrimiento, inhibiendo la aplicación adecuada de una malla calefactora a dicha parte. Aunque la malla calefactora se puede disponer sobre (encima de) la parte de pestaña, el flujo de calor producido por dicha malla calefactora al recubrimiento directamente debajo de la parte de pestaña se seguiría inhibiendo debido a la presencia de dicha parte de pestaña. Además, aunque se puede disponer una malla calefactora entre el recubrimiento y la parte de pestaña, los medios de acoplamiento como los remaches metálicos que pasan a través de la pestaña y en el interior del recubrimiento tenderían a producir cortocircuitos en el elemento calefactor termoeléctrico de la malla.

Los medios convencionales para acoplar las diferentes partes de una estructura de borde de ataque de una aeronave incluyen remaches (tal como se ha mencionado anteriormente) y resinas adhesivas. Aunque las resinas conocidas típicamente pueden ser lo suficientemente fuertes como para adherir una malla calefactora a un borde de ataque de una aeronave, típicamente no resultan lo suficientemente fuertes como para fijar conjuntamente los componentes estructurales, como una nervadura de soporte y un recubrimiento del borde de ataque.

Además, los materiales dieléctricos utilizados hasta la fecha en mallas calefactoras presentan temperaturas de funcionamiento limitadas. Las temperaturas de funcionamiento máximas de los dieléctricos utilizados hasta ahora limitan la cantidad de potencia de calefacción que pueden producir las mallas calefactoras conocidas. Adicionalmente, las temperaturas limitadas que limitan los dieléctricos utilizados hasta el momento pueden soportar problemas exacerbados asociados con el desarrollo de "puntos calientes" en una malla calefactora (por ejemplo debido a cortocircuitos internos u otros fallos), llevando potencialmente a un fallo catastrófico.

Adicionalmente, el estado de algunos materiales dieléctricos como el kapton se puede deteriorar con el paso del tiempo. Esto puede llevar a un fallo de la malla calefactora al exponer el elemento calefactor termoeléctrico a la humedad, y/o puede llevar a cortocircuitos de dicho elemento calefactor termoeléctrico en una superficie metálica a la que se aplica la malla calefactora.

La invención se ha realizado teniendo en cuenta por lo menos algunos de los problemas indicados anteriormente.

50 Sumario de la invención

En las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas se establecen aspectos específicos y preferidos de la invención. Las combinaciones de características de las reivindicaciones dependientes se pueden combinar con las características de las reivindicaciones independientes tal como sea necesario y no únicamente tal como se establece explícitamente en las reivindicaciones.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se puede prever un componente de borde de ataque para una aeronave. El componente incluye por lo menos un elemento de soporte. Dicho componente también incluye un recubrimiento de dicho borde de ataque. El componente incluye además un sistema de protección contra el hielo que comprende una malla calefactora termoeléctrica dispuesta entre el elemento de soporte y el recubrimiento. La malla calefactora comprende un elemento calefactor eléctricamente resistivo embebido en una capa termoplástica. El elemento de soporte está unido al recubrimiento mediante el termoplástico de la malla calefactora.

65 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se puede prever un procedimiento para realizar un componente de borde de ataque para una aeronave. El procedimiento incluye proporcionar por lo menos un elemento de soporte, un

recubrimiento de dicho borde de ataque, así como un sistema de protección contra el hielo que comprende una malla calefactora termoeléctrica que comprende un elemento calefactor eléctricamente resistivo embebido en una capa termoplástica. El procedimiento también incluye la disposición de la malla calefactora entre el elemento de soporte y el recubrimiento. El procedimiento incluye además la unión del elemento de soporte al recubrimiento utilizando el termoplástico de la malla calefactora.

La capa termoplástica puede comprender Polietereetercetona (PEEK).

Debido a la elevada resistencia con respecto al grosor de algunos termoplásticos (como el PEEK), según una forma de realización de la invención se pueden utilizar mallas calefactoras que comprenden termoplásticos, para unir conjuntamente primeros y segundos objetos (típicamente el recubrimiento de un elemento de borde de ataque de una aeronave y un elemento de soporte) provistos en cualquier lado de la malla. La capa termoplástica de la malla calefactora se puede fundir (durante el calentamiento) en cada objeto, para formar una unión adecuada. Se ha observado que las uniones de este tipo resultan extremadamente fuertes.

De este modo, se puede prever la malla calefactora entre dos componentes de un borde de ataque de una aeronave, de manera que no resulta necesario el uso de medios de acoplamiento como remaches. La posición de la malla calefactora permite que el calor fluya hacia, por ejemplo, el recubrimiento de una estructura de borde de ataque, que se hace inaccesible debido a un elemento de soporte, al mismo tiempo que se proporciona, de forma simultánea, un medio de acoplamiento del elemento de soporte al recubrimiento.

Además, los termoplásticos, como el PEEK presentan unas propiedades mecánicas excelentes que los hacen resistentes a los tipos de deterioro que pueden afectar los distintos dieléctricos que se han utilizado hasta la fecha en las mallas calefactoras. Los termoplásticos como el PEEK también pueden soportar temperaturas más elevadas que los materiales dieléctricos empleados hasta ahora, permitiendo que las mallas calefactoras según una forma de realización de la invención produzcan más potencia calorífica que las mallas calefactoras conocidas.

Se pueden conectar hilos conductores metálicos terminales (por ejemplo, hilos conductores terminales de cobre) al elemento calefactor eléctricamente resistivo y, a continuación, se pueden embeber en la capa termoplástica junto con el elemento calefactor eléctricamente resistivo.

La malla calefactora también puede comprender una capa estabilizadora embebida en la capa termoplástica. Esto puede mejorar la estabilidad de, por ejemplo, un elemento calefactor eléctricamente resistivo pulverizado de metal y del termoplástico durante el proceso de calefacción. En un ejemplo, el elemento calefactor se puede rociar directamente en la capa estabilizadora utilizando el procedimiento de rociado de metal descrito anteriormente.

En algunas formas de realización, se puede prever más de una de dichas capas estabilizadoras. En una forma de realización, el elemento calefactor se puede disponer entre dos capas estabilizadoras. La capa estabilizadora puede comprender, por ejemplo, un vidrio.

La malla calefactora puede presentar una forma de doble curva, que se corresponde con una superficie de doble curva correspondiente de un componente de borde de ataque de una aeronave a la que se debe aplicar la malla calefactora. Esta forma de doble curva se consigue utilizando un molde. En otro ejemplo, se puede conseguir la forma de doble curva adecuada realizando la malla calefactora "in situ" en la superficie de doble curva de un componente del borde de ataque de una aeronave.

Algunos ejemplos del elemento de soporte incluyen una nervadura como una nervadura principal o una nervadura aerodinámica. El elemento de soporte también puede comprender un larguero o travesaño. El elemento de soporte y/o el recubrimiento pueden ser metálicos (por ejemplo de aluminio o titanio).

En un procedimiento según una forma de realización de la presente invención, la unión del elemento de soporte al recubrimiento utilizando el termoplástico de la malla calefactora puede comprender la aplicación de calor para fusionar el termoplástico con el elemento de soporte y en el recubrimiento. Una superficie del elemento de soporte y/o el recubrimiento puede aumentar su rugosidad antes de la aplicación de calor, para mejorar dicha fusión del termoplástico en el elemento de soporte y/o el recubrimiento.

En un procedimiento según una forma de realización de la presente invención, se puede prever la malla calefactora termoeléctrica en partes que comprendan dicho elemento calefactor eléctricamente resistivo dispuesto entre una primera y una segunda capa de material termoplástico. En este ejemplo, cuando se aplica calor tal como se ha descrito anteriormente, el material termoplástico se funde con el elemento calefactor.

El componente de borde de ataque de una aeronave puede comprender, por ejemplo, un ala de la aeronave.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se puede prever una aeronave que comprenda un componente de borde de ataque de una aeronave del tipo descrito anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Para una mejor comprensión de la presente invención, así como para mostrar cómo realizarla, a continuación se hará referencia únicamente a título de ejemplo a los dibujos adjuntos, en los que los signos de referencia iguales se refieren a elementos iguales, y en los que:
- las Figuras 1 y 2 muestran diferentes vistas de un ejemplo de una malla calefactora de acuerdo con una forma de realización de la invención;
- 10 la Figuras 3 ilustra un ejemplo de un procedimiento para realizar una malla calefactora de acuerdo con una forma de realización de la invención;
- las Figuras 4 y 5 muestran ejemplos de una malla calefactora que incorpora una capa de recepción de adhesivo de acuerdo con una forma de realización de la invención;
- 15 la Figura 6 ilustra un ejemplo del uso de una malla calefactora como medio de unión de acuerdo con una forma de realización de la invención;
- la Figura 7 muestra de forma esquemática un ejemplo de un alerón del ala que comprende una pluralidad de nervaduras de soporte acopladas a un recubrimiento que utiliza una malla calefactora de acuerdo con una forma de realización de la invención;
- 20 la Figura 8 muestra un ejemplo de un objeto de doble curva con una malla calefactora aplicada al mismo de acuerdo con una forma de realización de la invención; y
- 25 La Figura 9 muestra un ejemplo de la fabricación de una malla calefactora de doble curva de acuerdo con una forma de realización de la invención.

Descripción de las formas de realización específicas

- 30 A continuación se describirán formas de realización específicas únicamente a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.
- De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, se puede prever un componente de borde de ataque de una aeronave. Dicho componente incluye una nervadura de soporte, un recubrimiento y una malla calefactora termoeléctrica dispuesta entre la nervadura y el recubrimiento. Dicho recubrimiento y dicha nervadura se unen entre sí utilizando una capa termoplástica incluida en la malla calefactora. Dicha capa termoplástica también proporciona protección para el elemento calefactor de la malla calefactora. Las formas de realización de la invención también proporcionan procedimientos para realizar dicho componente de borde de ataque.
- 35 40 Los termoplásticos se caracterizan por sus propiedades materiales como una función de la temperatura. En particular, los materiales termoplásticos son plástico (deformable) en una temperatura entre una temperatura de transición superior T_m y una temperatura de transición inferior T_g . Por encima de la T_m , los materiales termoplásticos se funden para formar un líquido. Por debajo de la T_g entran en un estado frágil y vítreo. En la gama de temperatura entre la T_g y la T_m , los termoplásticos típicamente incluyen una mezcla de zonas amorfas y cristalinas. La zona amorfa es la que contribuye a la elasticidad/deformidad de un termoplástico en esta fase.
- 45 50 Se deberá observar que la T_g y la T_m pueden no estar bien definidas en la práctica, y la congelación hasta el estado vítreo por debajo de la T_g y la fusión por encima de la T_m en realidad pueden tener lugar sobre una gama o ventana de temperatura centrada en una T_g y una T_m , respectivamente.
- Tal como se ha descrito en el presente documento, los materiales termoplásticos muestran buenas cualidades mecánicas y pueden funcionar a temperaturas relativamente elevadas gracias a sus puntos de fusión elevados.
- 55 Los termoplásticos que se pueden utilizar de acuerdo con una forma de realización de la presente invención incluyen los poliarilcetonas, como PEEK, PEK, PEKEKK y PEKK. Otros ejemplos de termoplásticos adecuados incluyen las poliarilsulfonas y las poliarilimidadas.
- Aunque, de acuerdo con una forma de realización de la invención, se ha observado que los termoplásticos constituyen una mejora significativa de los tipos de material utilizados previamente, la resiliencia mecánica y el rendimiento a temperatura elevada del termoplástico polieterecetona (PEEK, y también conocido como policetona) los hace particularmente adecuados para su uso en una malla calefactora del tipo descrito en el presente documento.
- 60 65 El PEEK tiene un punto de fusión de $T_m \approx 350^\circ\text{C}$, que permite su utilización en mallas calefactoras que funcionan a temperatura relativamente elevada. La temperatura típica de funcionamiento de una malla calefactora termoeléctrica

puede ser del orden de 30°C. Sin embargo, Bajo algunas condiciones de funcionamiento (como con la aplicación de una ráfaga de calor corta), la temperatura de funcionamiento superior puede ser tan elevada como 260°C o más. Excepcionalmente, el PEEK presenta dos temperaturas de transición vítrea ($T_{g1} \approx 130-150^\circ\text{C}$; $T_{g2} \approx 260-290^\circ\text{C}$), dependiendo del ciclo de curado y la formulación del PEEK.

Debido a la provisión de una capa termoplástica, una malla calefactora de acuerdo con una forma de realización según la presente invención es más robusta mecánicamente que las mallas calefactoras conocidas. Una malla calefactora según una forma de realización de la invención también puede proporcionar una potencia de calefacción mayor que las mallas calefactoras conocidas, debido a la capacidad de temperatura elevada de los termoplásticos como el PEEK.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, se ha observado que la combinación de una elevada resistencia con respecto al grosor, un módulo de Young ($E \approx 3700 \text{ MPa}$), una resistencia a la tracción elevada ($\sigma \approx 90 \text{ MPa}$), un punto de fusión elevado ($T_m \approx 350^\circ\text{C}$) y una buena resistencia al desgaste del PEEK hacen que resulte particularmente útil en el contexto de malla calefactora para sistemas de protección contra el hielo para bordes de ataque de una aeronave. Tal como se describirá a continuación, la elevada resistencia con respecto al grosor de los termoplásticos como el PEEK puede permitir el uso de una malla calefactora según una forma de realización de la invención que se va a utilizar para unir los componentes de soporte de carga y estructurales (en particular, una nervadura de soporte y un recubrimiento) de un borde de ataque de una aeronave.

Las Figuras 1 y 2 muestran una vista superior y una vista lateral (respectivamente) de un ejemplo de una malla calefactora 10 de acuerdo con una forma de realización de la invención.

Las mallas calefactoras de este tipo encuentran una aplicación específica en el campo de los sistemas de protección contra el hielo para aeronaves, aunque también se prevén otros usos. Cuando se utiliza como parte de un sistema de protección contra el hielo para una aeronave, se puede acoplar una malla calefactora según una forma de realización de la invención (por ejemplo fundida o adherida) a una superficie interior 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 la formación de hielo que, de otro modo, degradaría el rendimiento aerodinámico del borde de ataque.

La malla calefactora 10 de ejemplo que se muestra en la Figura 1 incluye un elemento calefactor eléctricamente resistivo 12. El elemento calefactor 12 típicamente puede comprender una capa de material eléctricamente resistivo, como un metal. En uso, se pasa una corriente eléctrica a través del elemento calefactor 12 para producir el calentamiento por efecto Joule. Dicho elemento calefactor 12 puede estar realizado en cualquier material adecuado eléctricamente resistivo, típicamente un metal como el cobre o el aluminio. Un grosor típico del elemento calefactor puede ser de 0,1 mm, aproximadamente, en el caso de una malla calefactora metálica pulverizada (véase más adelante). Otros tipos de elemento calefactor (por ejemplo un elemento fabricado mediante electroplastia) pueden ser tan finos como 0,001 mm.

En este ejemplo, el elemento calefactor 12 presenta un patrón en una serie de tiras interconectadas, formando un paso de corriente. En otros ejemplos, se puede seleccionar un patrón diferente de acuerdo con los requisitos de diseño. De forma alternativa, se puede omitir el patrón.

El elemento calefactor eléctricamente resistivo 12 está embebido en una capa termoplástica 16. Tal como se muestra en la Figura 2, en este ejemplo, el elemento calefactor 10 está completamente embebido en la capa termoplástica 16. En otros ejemplos, algunas partes del elemento calefactor 12 pueden no estar completamente embebidos en la capa termoplástica 16. Por ejemplo, una parte del elemento calefactor 12 puede sobresalir de la capa termoplástica 16, para permitir el acoplamiento de hilos conductores de corriente. En el presente ejemplo, se prevén hilos conductores de corriente 14 separados, para proporcionar la conexión de un elemento completamente embebido a un suministro de corriente externo (que no se muestra). Tal como se ilustra en las Figuras 1 y 2, los hilos conductores 14 en este ejemplo se extienden en la malla calefactora desde una posición en la periferia de la capa termoplástica 16, para formar terminaciones 15 con el elemento calefactor 12.

Los hilos conductores pueden estar realizados, por ejemplo, en cobre o cualquier otro conductor adecuado. A este respecto, se ha observado que los hilos conductores de cobre forman un contacto eléctrico excelente con un elemento calefactor embebido en una capa termoplástica de PEEK.

Se puede aplicar una malla calefactora del tipo descrito en el presente documento (por ejemplo adherida) a una superficie a la que se suministrará potencia calorífica. Un ejemplo de dicha superficie es una superficie interior de un componente de borde de ataque de una aeronave (por ejemplo el borde de ataque de un alerón de ala o góndola de motor). El elemento calefactor 12 está aislado eléctricamente de la superficie (que puede ser metálica) por la capa termoplástica 16.

La Figura 3 ilustra un ejemplo de un proceso para realizar una malla calefactora 10 de acuerdo con una forma de realización de la invención. En particular, el proceso ilustrado en la Figura 3 resulta adecuado para la construcción de una malla calefactora 10 del tipo que se muestra en la Figura 1.

Tal como se muestra en la Figura 3, la malla calefactora 10 se puede construir aplicando un elemento calefactor eléctricamente resistivo 22 a una primera capa termoplástica 28. El elemento calefactor 22 se puede aplicar mediante diversos métodos, como por ejemplo mediante un proceso de pulverizado de metal. Si se requiere, el elemento calefactor 22 puede presentar un patrón según se ha descrito anteriormente en relación con la Figura 1. El patrón se puede conseguir utilizando un procedimiento de enmascarado y/o grabado.

En una forma de realización, se pueden prever una o más capas estabilizadoras 21 en la malla calefactora 10. El objetivo de dicha/s capa/s estabilizadora/s 21 es estabilizar el material que conforma el elemento calefactor 22, de manera que cuando el conjunto se caliente (tal como se describe más adelante), se inhiba la migración del material del elemento calefactor. También se ha observado que la/s capa/s estabilizadora/s pueden servir para mejorar la conductividad térmica de la malla calefactora 10 durante el uso.

En un ejemplo, la/ capa/s estabilizadora/s 21 pueden comprender un vidrio. Dicho vidrio se puede añadir como una capa fina 21 adyacente al elemento calefactor 22. Cuando se utilice más de una capa estabilizadora 21, se puede proporcionar una capa de vidrio en cada lado del elemento calefactor 22, tal como se muestra en el ejemplo de la Figura 3.

En una forma de realización, el elemento calefactor 22 se puede aplicar (por ejemplo utilizando un procedimiento de pulverizado de metal) a una capa de vidrio 21 dispuesta sobre la primera capa termoplástica 28. Opcionalmente, se puede disponer el elemento calefactor de metal pulverizado 12 en una segunda capa de vidrio 21 y, a continuación, se puede disponer la segunda capa de termoplástico 26 sobre la segunda capa de vidrio 21. Entonces, la estructura de sándwich de termoplástico/estabilizador/calefactor/estabilizador/termoplástico resultante se puede calentar, tal como se describirá más adelante.

Se deberá observar que la inclusión de una capa estabilizadora 21 como una capa de vidrio en la malla calefactora puede reducir la flexibilidad de dicha malla. De acuerdo con esto, se puede preferir una capa fina de vidrio, que puede añadir estabilidad durante el proceso de fabricación sin presentar un efecto demasiado adverso sobre la flexibilidad de la malla calefactora resultante.

Tal como se ha descrito anteriormente, se pueden proporcionar los hilos conductores 24 para formar terminaciones 25 con el elemento calefactor 22. En algunos ejemplos, los hilos conductores 24 se pueden formar utilizando el mismo proceso que se ha utilizado para proporcionar el propio elemento calefactor. Sin embargo, en el ejemplo actual, los hilos conductores 24 están provistos como tiras de cobre, separadas dispuestas sobre el elemento calefactor 22 y la primera capa termoplástica 28.

Una vez que el elemento calefactor 22 (y, si resulta adecuado, los hilos conductores 24 y la/s capa/s estabilizadora/s 21) se encuentra en su lugar, se puede aplicar una segunda capa termoplástica 26 al conjunto. Entonces, se calienta el conjunto para fundir la primera (28) y la segunda (26) capa de termoplástico conjuntamente. Se puede aplicar el calor, por ejemplo, disponiendo el conjunto incluyendo la primera y la segunda capa termoplástica en la placa calefactora (por ejemplo una placa metálica). Típicamente, se calienta el conjunto hasta una temperatura superior al punto de fusión del termoplástico (por ejemplo cuando se utiliza PEEK, la temperatura de calentamiento típicamente está entre 360°C y 380°C), para permitir que tenga lugar el proceso de fusión. Después del calentamiento, se enfría el conjunto por debajo de la temperatura de transición vítrea T_g , en la que el termoplástico entra en un estado vítreo. En algunos ejemplos, el enfriamiento puede tener lugar rápidamente (enfriamiento brusco), para evitar la cristalización no deseada del termoplástico.

Después del calentamiento, seguido del enfriamiento, la primera (28) y la segunda (26) capas de termoplástico quedan fusionadas entre sí, formando una sola capa termoplástica (por ejemplo la capa 16 en la Figura 1) en la que se embeben el elemento calefactor 22 y los hilos conductores 24 opcionales, así como la/s capa/s estabilizadora/s 21.

El calentamiento descrito anteriormente se puede realizar en un vacío, para evitar una oxidación no deseada. En algunos ejemplos, el proceso se puede realizar en una autoclave. En otro ejemplo, el proceso se puede realizar disponiendo el conjunto incluyendo la primera (28) y la segunda (26) capa de termoplástico y el elemento calefactor 22 y los hilos conductores 24 en una bolsa de vacío (que no se muestra en la Figura 3) con anterioridad a su calentamiento. Dicha bolsa de vacío debería resultar adecuada para soportar la temperatura de calentamiento deseada. Por ejemplo, la bolsa de vacío puede ser una bolsa de vacío de aluminio.

De acuerdo con esto, se ha descrito un proceso para realizar una malla calefactora del tipo que se muestra en las Figuras 1 y 2.

Tal como se ha descrito en el presente documento, la malla calefactora 10 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, se puede acoplar a un componente de borde de ataque de una aeronave, por ejemplo un alerón de ala. De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, la malla calefactora 10 incluye una superficie exterior termoplástica. Los termoplásticos como el PEEK generalmente resultan difíciles de acoplar a una

superficie utilizando un adhesivo, debido a que los adhesivos típicamente no forman una buena unión con una superficie de PEEK. Con el fin de mitigar este problema, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, la malla calefactora 10 puede estar provista de una o más capas de recepción de adhesivo. A continuación se describen algunos ejemplos con respecto a las Figuras 4 y 5.

5 Las mallas calefactoras 10 de ejemplo que se muestran en las Figuras 4 y 5 generalmente son similares a la malla calefactora que se muestra en la Figura 1, pero cada ejemplo incluye además una capa de recepción de adhesivo 18 tal como se ha descrito anteriormente. De acuerdo con una forma de realización de la invención, la/s capa/s de recepción de adhesivo descrita/s en el presente documento puede/n comprender un material fibroso. Dicho material fibroso se puede seleccionar de manera que se impregne de forma efectiva mediante el termoplástico de la capa termoplástica. Algunos ejemplos de materiales fibrosos adecuados incluyen tela de vidrio, kevlar, fibra de carbono y fibra de cerámica tipo S.

10 En el ejemplo de la Figura 4, la capa de recepción de adhesivo 18 está parcialmente embebida en la capa termoplástica 16 de la malla calefactora 10, y sobresale de la superficie de la malla calefactora 10. De este modo, dicha parte que sobresale de la capa receptora de adhesivo 18 puede recibir un adhesivo 20 (por ejemplo resina epoxi) para adherir la malla calefactora 10 a una superficie 30.

15 La capa receptora de adhesivo 18 se puede añadir a la malla calefactora 10 durante la fabricación, disponiéndola sobre una de las capas de termoplástico (por ejemplo la capa 26 o la capa 28 que se muestran en la Figura 3) con anterioridad al calentamiento. Durante el calentamiento, el termoplástico se funde y recibe parcialmente la capa de recepción de adhesivo 18, aunque una parte de dicha capa 18 se deja sobresalir de la superficie de la malla calefactora 10 tal como se ha descrito anteriormente.

20 En el ejemplo alternativo que se muestra en la Figura 5, se proporciona una capa intermedia 19, para acoplar la capa de recepción de adhesivo 18 a la capa termoplástica 16. Típicamente, la capa intermedia 19 comprende un material que forma una buena unión, tanto con la capa termoplástica 16 como con la capa receptora de adhesivo 18. A título de ejemplo, la capa intermedia 19 puede comprender un termoplástico diferente al termoplástico que conforma la capa 16. En particular, el termoplástico de la capa intermedia 19 puede comprender un termoplástico que obtenga una unión mejor con un adhesivo concreto que la que realiza el termoplástico de la capa 16. En un ejemplo, la capa 16 puede comprender PEEK, mientras que la capa intermedia 19 puede comprender una poliariilsulfona.

25 De acuerdo con una forma de realización de la invención, la malla calefactora 10 puede estar provista de más de una capa receptora de adhesivo. A título de ejemplo, se puede proporcionar una capa receptora de adhesivo como la descrita con relación a las Figuras 4 y 5 tanto en una superficie superior como en una inferior de la capa termoplástica 16. Esto puede permitir que la malla calefactora 10 se adhiera a la superficie de un componente de borde de ataque de una aeronave, al mismo tiempo que permite también la adhesión de un objeto adicional (por ejemplo, capas de aislamiento/protectoras adicionales) a la superficie superior de la malla 10. En un ejemplo, se pueden acoplar una o más capas conductoras/resistivas a la superficie superior para formar un sistema contra daños/fallos. Dichas capas se pueden proporcionar para detectar el fallo eléctrico en el caso en el que la malla calefactora 10 sufriese algún daño mecánico provocado por influencias exteriores (por ejemplo, fallo mecánico de la estructura a la que está acoplada).

30 Como una alternativa a la utilización de un adhesivo tal como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, una malla calefactora que comprende una capa termoplástica se puede acoplar a una superficie mediante el calentamiento del termoplástico por encima de la T_m , donde se fusiona el termoplástico con la superficie. En algunos ejemplos, la superficie (que típicamente puede ser metálica) se puede tratar (por ejemplo aumentando la rugosidad) con anterioridad, para mejorar la unión al termoplástico de la malla calefactora.

35 Se ha observado que una unión formada de este modo, entre el termoplástico de la malla calefactora y la superficie de un componente de borde de ataque, resulta extremadamente resistente. Además, el termoplástico presenta una elevada resistencia con respecto al grosor. De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, la propia capa termoplástica de la malla calefactora se puede utilizar como un agente de unión, para ensamblar dos o más partes de una estructura de borde de ataque.

40 Típicamente, las partes que se van a montar pueden comprender un recubrimiento del borde de ataque y un elemento de soporte como una nervadura (por ejemplo un componente principal o nervadura aerodinámico), larguero o travesaño.

45 A título de ejemplo, la disposición que se muestra en la Figura 6 permite el acoplamiento de una nervadura de soporte 40 a la superficie interior de un borde de ataque 30 en una aeronave.

50 En el ejemplo que se muestra en la Figura 6, la malla calefactora 10 está interpuesta entre la nervadura 40 y el borde de ataque 30, para formar la unión. La capa termoplástica de la malla calefactora 10 se ha fundido

(calentando el termoplástico por encima de su punto de fusión T_m) tanto en la nervadura 40 como en el borde de ataque 30.

5 Las uniones de este tipo pueden, en algunos ejemplos, sustituir la provisión de medios de acoplamiento convencionales, como los remaches. Esto presenta la ventaja adicional de que no se requieren remaches (típicamente mecánicos) o similares para pasar a través de una malla calefactora provista entre la nervadura 40 y el borde de ataque 30, de manera que se evita un posible cortocircuito en el elemento calefactor.

10 Además, el uso de una malla calefactora 10 para proporcionar una unión, tal como se muestra en la Figura 6, permite la aplicación del calor directamente a la parte del borde de ataque 30 debajo de la nervadura 40, incluso aunque esté cubierta, por ejemplo, por una pestaña 42 de la nervadura 40. En las disposiciones convencionales, las mallas calefactoras 10 se han provisto sobre la pestaña 42, de manera que el calor producido por la malla calefactora debe pasar a través de dicha pestaña 42 antes de alcanzar el borde de ataque 30. De acuerdo con esto, se reduce sustancialmente la potencia calorífica producida en las disposiciones convencionales debido a la
15 gradiente de temperatura a través de la pestaña de nervadura 42.

La Figura 7 muestra esquemáticamente una parte de un ala de aeronave. El borde de ataque 30 del alerón está provisto de una pluralidad de nervaduras de soporte separadas. En este ejemplo, las nervaduras incluyen una pluralidad de nervaduras principales 70 y una pluralidad de nervaduras aerodinámicas 72. Dichas nervaduras aerodinámicas 72 están separadas entre nervaduras principales adyacentes 70. Tal como se puede apreciar a partir de la Figura 7, las nervaduras en disposiciones convencionales que, típicamente, están provistas de pestañas para el acoplamiento tal como se ha descrito anteriormente, pueden inhibir el acceso a las muchas partes del borde de ataque 30, con el objetivo de proteger contra el hielo mediante calentamiento. Sin embargo, utilizando una disposición del tipo descrito anteriormente en relación con la Figura 6, se puede solucionar este problema, al mismo tiempo que se proporciona, de forma simultánea, la unión fuerte y robusta de las nervaduras 70, 72 al borde de
20 ataque 30.

Las estructuras de bordes de ataque en aeronaves típicamente pueden comprender superficies curvadas en más de una dirección. Para conformar con la forma de doble curva de una superficie en un componente de borde de ataque de una aeronave, también se puede prever una malla calefactora con una forma de doble curva según una forma de realización de la invención. Esto puede permitir que un sistema de protección contra el hielo que incluye una o más mallas calefactoras del tipo descrito en el presente documento aplique calor de manera uniforme y efectivo a través de la superficie del borde de ataque.
30

La Figura 8 muestra un ejemplo de un objeto de doble curva en conjunción con el que se puede utilizar una malla calefactora 10 según una forma de realización de la invención. La superficie de doble curva en este ejemplo es una parte de un ala de una aeronave 50. Se prevé que las mallas calefactoras según la presente invención se puedan utilizar con otros tipos de objetos que presenten una superficie de doble curva.
35

Tal como se muestra en la Figura 8, se aplica una malla calefactora 10 a una superficie interior 54 de un ala de aeronave 50. Haciendo referencia a los ejes cartesianos que se muestran en la Figura 8, la superficie 54 está curvada alrededor del eje x y del eje z (que se extiende desde el plano de la página). De acuerdo con esto, la superficie 54 en este ejemplo está doblemente curvada.
40

En algunos ejemplos, la malla calefactora 10 se puede construir in situ en la superficie de doble curva. Por ejemplo, la malla calefactora se puede construir aplicando una primera capa termoplástica a la superficie de doble curva, aplicando después el elemento calefactor a la primera capa termoplástica (opcionalmente, la primera capa termoplástica se puede calentar para fundirla en la superficie, antes de la aplicación del elemento calefactor), aplicando seguidamente una segunda capa termoplástica y calentando el conjunto. Se deberá observar que estos procedimientos también se pueden utilizar para realizar calefactores planos in situ.
45
50

El elemento calefactor se puede aplicar utilizando los procedimientos descritos anteriormente (por ejemplo usando un proceso de pulverizado de metal).

Las capas termoplásticas se pueden aplicar de varias maneras. Por ejemplo, cada capa termoplástica se puede aplicar como un revestimiento en polvo, que se funde durante el proceso de calentamiento. Algunos métodos alternativos incluyen el pulverizado por llama y el revestimiento por dispersión.
55

Tal como se ha descrito anteriormente, durante el calentamiento, el termoplástico se puede fusionar directamente con la superficie 54. Tal como se ha descrito anteriormente, el termoplástico se puede calentar a una temperatura entre 360°C y 380°C. Con el enfriamiento (que puede tener lugar rápidamente (enfriamiento rápido) tal como se ha descrito anteriormente), el termoplástico entra en su estado vítreo, obteniendo una malla calefactora de doble curva que sigue la forma de doble curva de la superficie 54.
60

En un procedimiento alternativo, la malla calefactora se puede construir utilizando un molde que corresponda a la forma concebida. A continuación, la malla calefactora moldeada se puede aplicar a la superficie de doble curva
65

5 utilizando, por ejemplo, un adhesivo. Tal como se ha descrito anteriormente con respecto a las Figuras 4 y 5, se pueden prever una o más capas de recepción de adhesivo (por ejemplo un material fibroso como tela de vidrio) para recibir el adhesivo. Dichas capas de recepción de adhesivo se pueden utilizar en situaciones en las que no resulta práctico construir la malla calefactora in situ (por ejemplo debido a que se requieran condiciones de vacío). En la Figura 9 se muestra un ejemplo de ello.

10 En la Figura 9, se aplica una primera capa de termoplástico 28 a una sección de molde 62 que soporta una superficie de doble curva que corresponde a la forma concebida. Se aplica también una segunda capa de termoplástico 26 a una sección de molde 60 que soporta una superficie de doble curva que corresponde a la forma concebida. Las capas termoplásticas pueden aplicarse, por ejemplo, utilizando revestimiento en polvo, pulverizado por llama o revestimiento por dispersión, tal como se ha descrito en relación con la Figura 8.

15 A continuación, se puede aplicar un elemento calefactor 22 a una de las capas termoplásticas (en este ejemplo, la segunda capa termoplástica 26) y se pueden disponer en su lugar cualquier hilo de conexión y capa de estabilización deseados.

20 Seguidamente, se juntan las dos secciones (60, 62) del molde, tal como se muestra mediante las flechas en la Figura 9, y se calienta el conjunto para permitir que se fundan las capas termoplásticas. Se observa que cuando se utiliza un molde de este modo, no se precisa realizar ninguna provisión para aplicar un vacío durante el calentamiento, ya que el propio molde excluye el contacto del aire con el termoplástico.

25 Siguiendo al enfriamiento (que, una vez más, puede ser rápido), la malla calefactora resultante, con su forma de doble curva, se puede retirar del molde y aplicar a la superficie de doble curva concebida, tal como se ha descrito anteriormente.

30 Tanto si la malla calefactora de doble curva se realiza in situ, como si se realiza utilizando un molde, se pueden incluir las capas de estabilización más o menos del mismo modo que se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 3.

35 De acuerdo con esto, se ha descrito un componente de borde de ataque para una aeronave. El componente incluye por lo menos una nervadura de soporte; un recubrimiento de dicho borde de ataque; y un sistema de protección contra el hielo que comprende una malla calefactora termoeléctrica dispuesta entre la nervadura y el recubrimiento, comprendiendo dicha malla calefactora un elemento calefactor eléctricamente resistivo embebido en una capa termoplástica, en la que la nervadura está unida al recubrimiento mediante el termoplástico de la malla calefactora.

40 Un procedimiento para realizar el componente de borde de ataque para una aeronave. Dicho procedimiento incluye: proporcionar por lo menos una nervadura, un recubrimiento del borde de ataque, y un sistema de protección contra el hielo que comprende una malla calefactora termoeléctrica que comprende un elemento calefactor eléctricamente resistivo embebido en una capa termoplástica; estando la malla calefactora dispuesta entre la nervadura y el recubrimiento; y uniendo dicha nervadura a dicho recubrimiento utilizando el termoplástico de la malla calefactora.

REIVINDICACIONES

1. Componente de borde de ataque para una aeronave, comprendiendo dicho componente:
- 5 por lo menos un elemento de soporte (40);
un recubrimiento del borde de ataque (30); y
un sistema de protección contra el hielo que comprende una malla calefactora termoeléctrica (10) dispuesta entre el
10 elemento de soporte y el recubrimiento, comprendiendo la malla calefactora un elemento calefactor eléctricamente
resistivo (12) embebido en una capa termoplástica (16), estando unido el elemento de soporte al recubrimiento
mediante el termoplástico de la malla calefactora.
- 15 2. Componente de borde de ataque según la reivindicación 1, en el que la malla calefactora comprende unos hilos
conductores metálicos terminales (14) conectados al elemento calefactor eléctricamente resistivo, en el que los hilos
conductores están parcialmente embebidos en la capa termoplástica.
- 20 3. Componente de borde de ataque según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la malla
calefactora presenta una forma de doble curva para adaptarse a una superficie de doble curva (50) correspondiente
del recubrimiento.
4. Componente de borde de ataque según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de
soporte comprende una nervadura.
- 25 5. Componente de borde de ataque según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento de soporte
comprende un larguero o un travesaño.
6. Componente de borde de ataque según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de
soporte y/o el recubrimiento son metálicos.
- 30 7. Componente de borde de ataque según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el componente es
un ala de aeronave.
- 35 8. Aeronave que comprende el componente de borde de ataque según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
9. Procedimiento de fabricación de un componente de borde de ataque para una aeronave, comprendiendo dicho
procedimiento:
40 proporcionar por lo menos un elemento de soporte (40), un recubrimiento del borde de ataque (30), y un sistema de
protección contra el hielo que comprende una malla calefactora termoeléctrica (10) que presenta un elemento
calefactor eléctricamente resistivo (12) embebido en una capa termoplástica (16),
colocar la malla calefactora entre el elemento de soporte y el recubrimiento; y
45 unir el elemento de soporte al recubrimiento utilizando el termoplástico de la malla calefactora.
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que dicha unión del elemento de soporte al recubrimiento
utilizando el termoplástico de la malla calefactora comprende la aplicación de calor para fusionar el termoplástico
con el elemento de soporte y el recubrimiento.
- 55 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que proporcionar dicha malla calefactora termoeléctrica
comprende proporcionar dicho elemento calefactor eléctricamente resistivo dispuesto entre una primera y una
segunda capa de material termoplástico, y en el que mediante la aplicación de calor se fusiona el material
termoplástico eléctricamente resistivo con el elemento calefactor.
- 60 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la malla calefactora presenta una forma
de doble curva para adaptarse a una superficie de doble curva (50) correspondiente del recubrimiento.
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que el elemento de soporte comprende una
nervadura.
- 65 14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que el elemento de soporte comprende un
larguero o travesaño.
15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que el elemento de soporte y/o el
recubrimiento son metálicos.

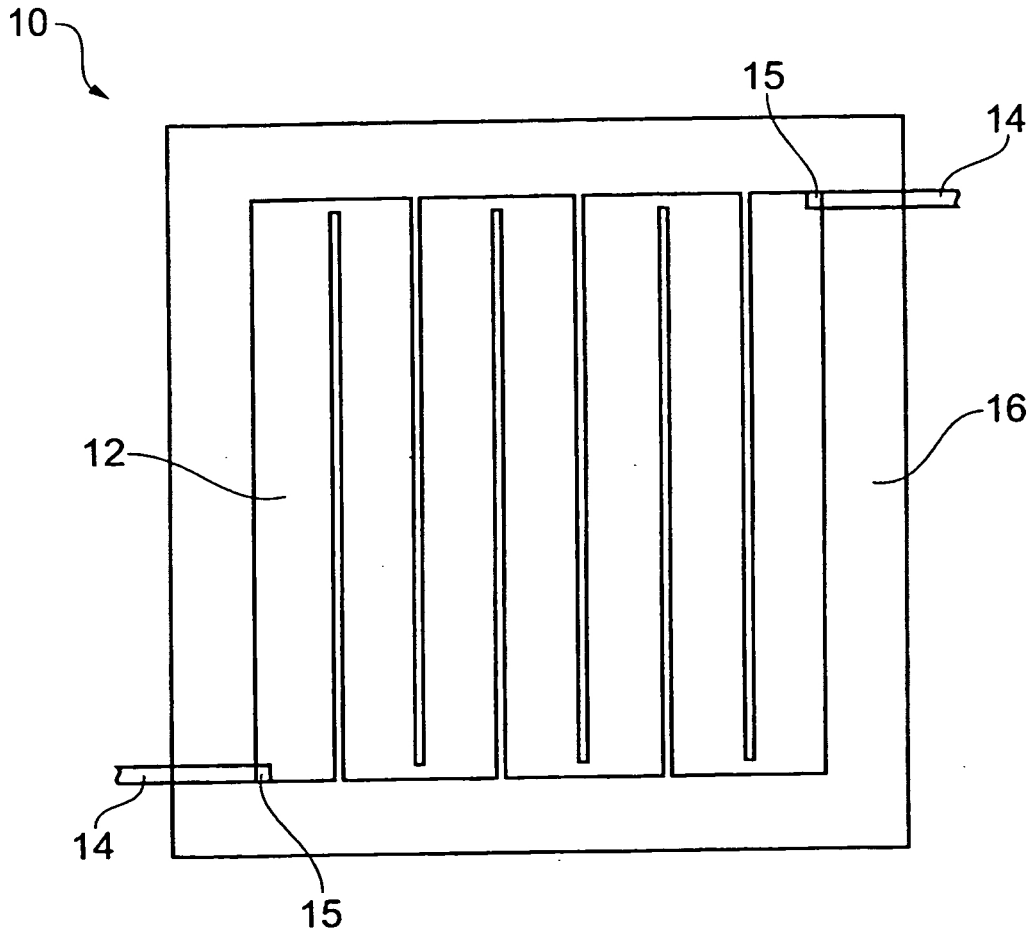


FIG. 1

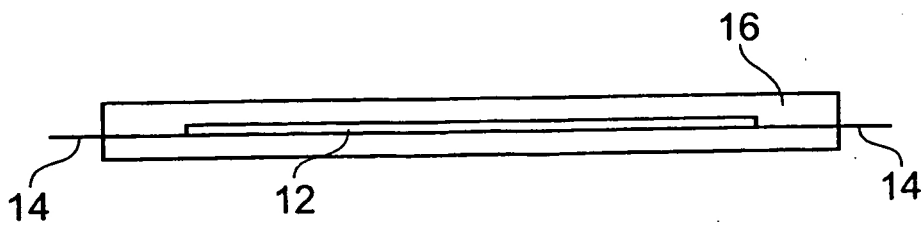


FIG. 2

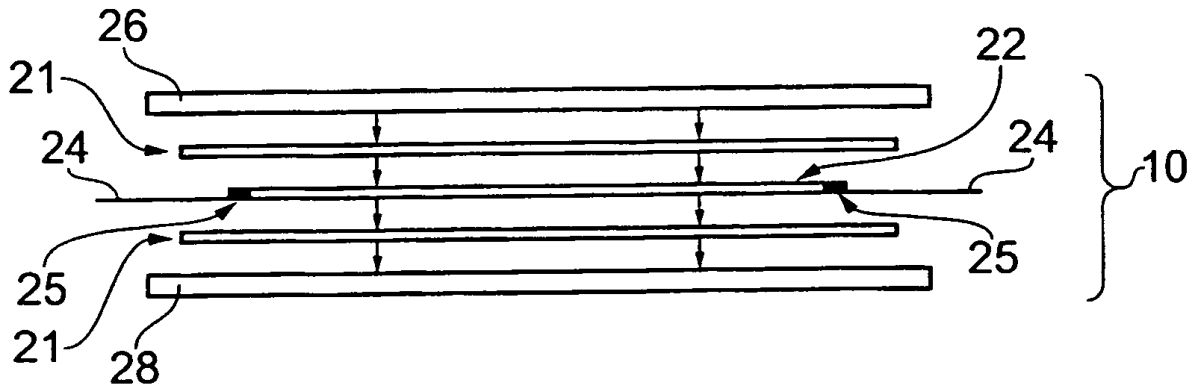


FIG. 3

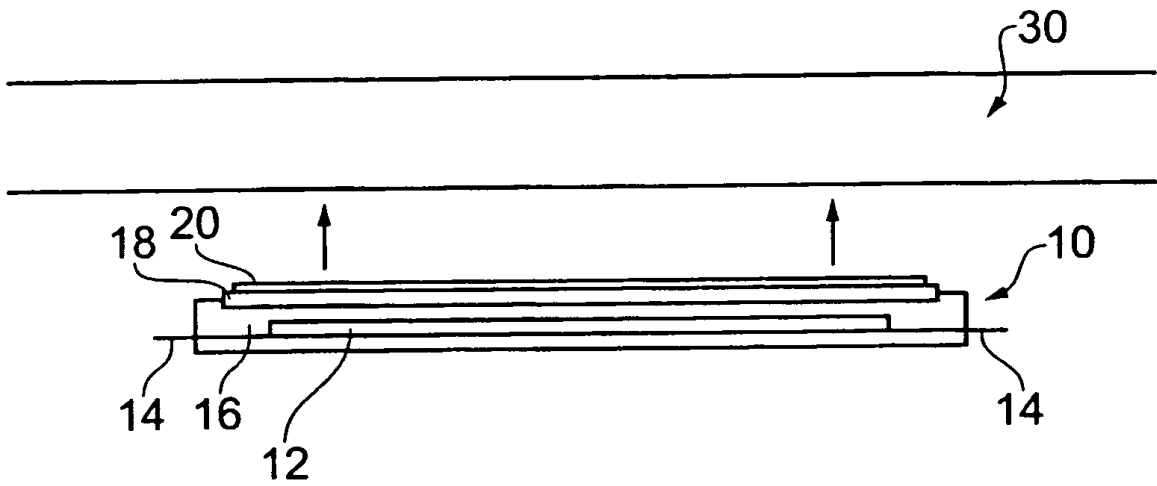


FIG. 4

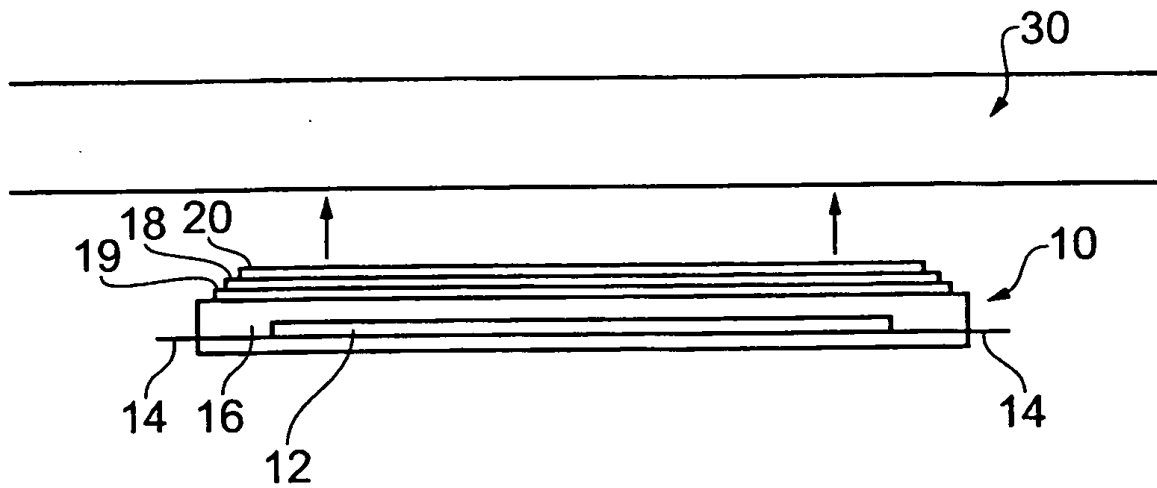


FIG. 5

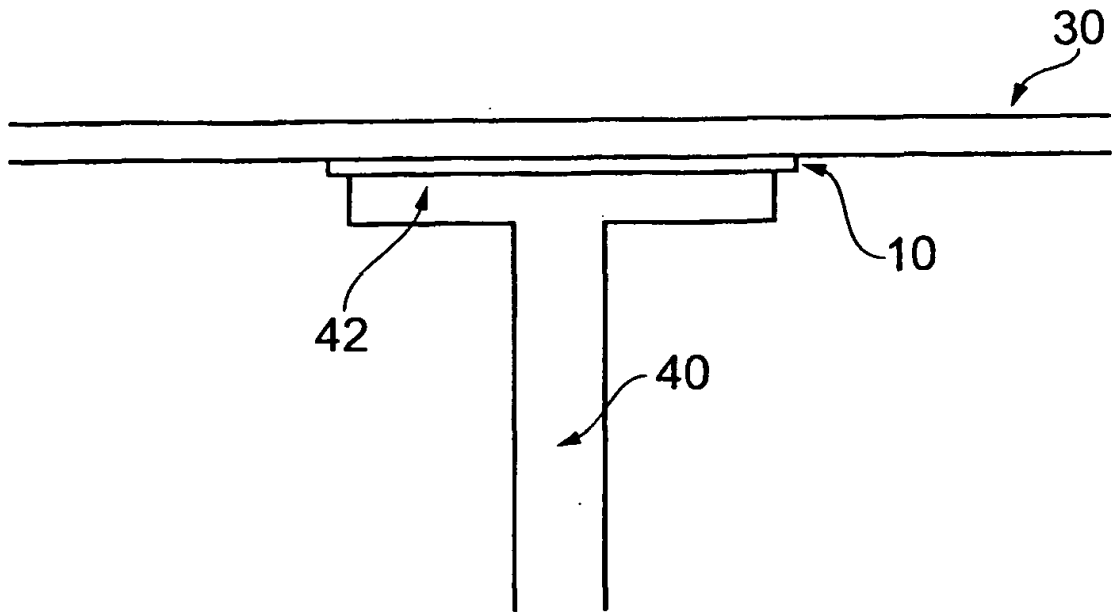


FIG. 6

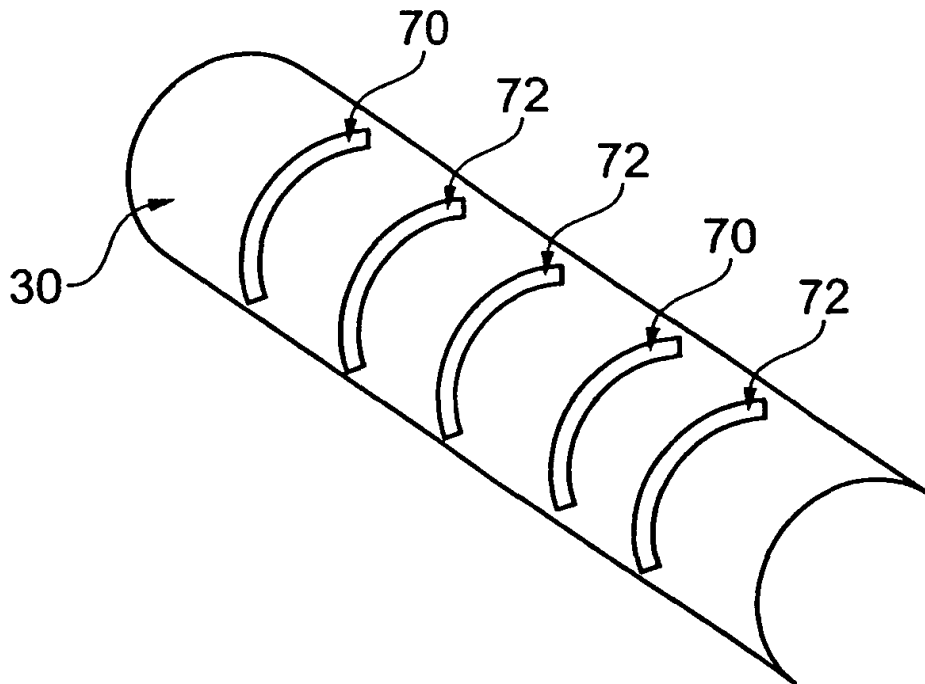


FIG. 7

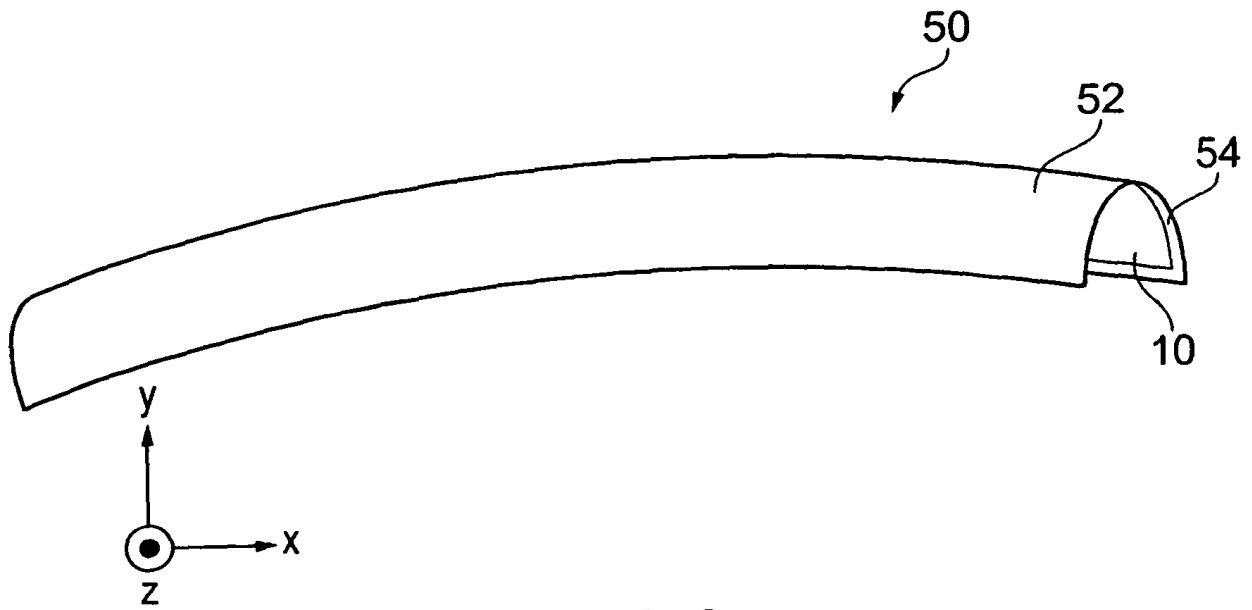


FIG. 8

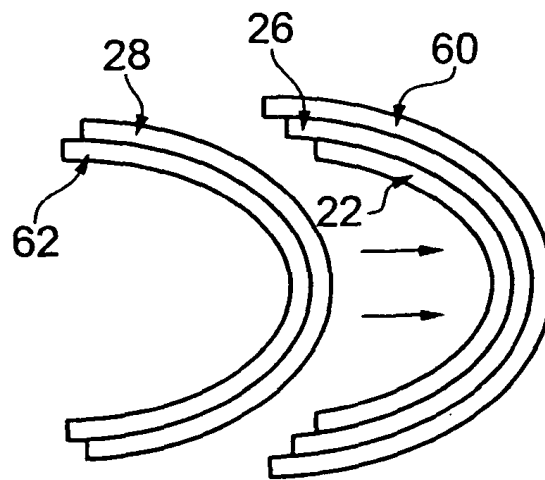


FIG. 9