

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 189**

51 Int. Cl.:

H05B 3/26 (2006.01)

B64D 15/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2010 PCT/SE2010/050029**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2011 WO11087413**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2010 E 10843333 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2523855**

54 Título: **Artículo con una función de descongelación / anticongelación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.11.2017

73 Titular/es:

**SAAB AB (100.0%)
581 88 Linköping, SE**

72 Inventor/es:

**HALLANDER, PER;
PETERSSON, MIKAEL;
WEIDMANN, BJÖRN;
GRANKÄLL, TOMMY;
STRINDBERG, GÖTE y
NORDIN, PONTUS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 640 189 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

Artículo con una función de descongelación / anticongelación

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un artículo estructural con una función de descongelación / anticongelación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La invención se refiere básicamente a artículos fabricados por fabricantes de aeronaves. La invención también puede referirse a fabricantes de otros artículos, en los que el artículo está diseñado con una superficie aerodinámica con un elemento calefactor para la función de descongelación / anticongelación.

Técnica antecedente

10 Hoy día, las superficies aerodinámicas de vehículos aerotransportados, por ejemplo del tipo con forros de ala, estabilizadores verticales, superficies de control, palas de turbinas eólicas, palas de rotores abiertas, etc., con funciones aerodinámicas, son protegidas de la congelación por medio de dispositivos anticongelantes / descongelantes dispuestos en la superficie aerodinámica. Es sabido que la congelación es un fenómeno no deseado, en el que se produce una acumulación de hielo sobre la superficie aerodinámica (superficie exterior del artículo). La superficie aerodinámica podría también estar comprendida en tomas de aire de motores, canales de entrada, etc.

Este sistema ha sido eficaz en artículos de forro fabricados en metal, por ejemplo aluminio, en cuanto el artículo calefactor puede ser situado por debajo del forro y el calor se transferido a través del forro metálico, debido a la satisfactoria propiedad conductora del metal, al fundirse el hielo.

20 Hoy día, sin embargo, los artículos con superficies aerodinámicas más a menudo están fabricados a partir de un material composite matricial reforzado, por ejemplo, con fibras de carbono en el plano del laminado, pero orientado en diferentes direcciones paralelas con el plano del laminado. La resina laminada no presenta unas propiedades de conductividad térmica satisfactorias y, cuando el artículo calefactor es calentado para fundir el hielo sobre la superficie exterior del forro, a menudo la totalidad del forro tiene que ser calentada antes de que el hielo se funda.

25 Esto no es ventajoso dado que las pérdidas térmicas provocan que el consumo de energía se eleve demasiado provocando un consumo de combustible antieconómico de la aeronave lo que tampoco resulta ecológico.

La superficie aerodinámica está definida en la presente memoria como la superficie exterior (húmeda) del artículo que se desplaza a través del aire. El artículo, de modo preferente, es un componente de un vehículo aerotransportado en el que la estructura del artículo comprende una matriz de resina fabricada a partir de un conjunto de pliegues, cada pliegue comprende unas fibras que tienen una orientación diferente de la orientación de las fibras de un pliegue adyacente, en el que el artículo estructural comprende dicha superficie exterior.

30

El documento US 2005/0189345 divulga unas bandas de sustrato composite con unos elementos de resistor de fibras eléctricamente conductoras, artículos que están dispuestos por debajo de un escudo metálico que forma la superficie del forro de la superficie aerodinámica.

35 Hoy día, se llevan a cabo esfuerzos de investigación y desarrollo dentro de la industria aeronáutica para producir unas aeronaves más ecológicas. Una solución es desarrollar las plantas de energía de la aeronave para que sean más eficientes y requieran menos combustible. Otra forma consiste en ahorrar peso en las partes estructurales de la aeronave, para que se reduzca el consumo de combustible.

40 En los últimos años, se han utilizado cada vez más unas nanoestructuras (por ejemplo nanofibras / nanotubos en materiales poliméricos) en diferentes aplicaciones en la industria aeroespacial. Esto se debe a la gran resistencia y rigidez de las nanofibras / nanotubos integrados en el material polimérico, a menudo junto con una matriz de carbono de fibras o de fibras de grafito, dentro del material.

El documento US 2009/0140098 divulga un componente de aeronave con una matriz de resina que incluye unos nanotubos de carbono integrados en su interior para proporcionar una elevada conductividad del componente con el fin de descongelar este último.

45

Una finalidad de la presente invención es por tanto proporcionar un laminado composite matricial que incorpore una función de descongelación / anticongelación, laminado que concentre de manera eficaz el calor térmico generado por el elemento calefactor del artículo de forma óptima reduciendo las pérdidas térmicas, ahorrando con ello la energía de un suministro de energía de la aeronave.

50 Una finalidad adicional es proporcionar resistencia al laminado también en una dirección transversal a la extensión del laminado (dirección z).

También es deseable proporcionar y mantener de manera eficaz la lisura de la superficie exterior del artículo laminado durante la fabricación del artículo. También es deseable mantener la lisura de la superficie exterior durante

el servicio y / o el vuelo de la aeronave. Sería por tanto conveniente para la eficiencia aerodinámica del artículo si la superficie exterior fuera lisa a lo largo de la totalidad de la vida útil de servicio, facilitando con ello la reducción de combustible de la aeronave y consiguiendo un transporte de personas y mercancías rentable y ecológico.

Un objeto adicional es también eliminar los inconvenientes de las técnicas conocidas.

5 Sumario de la invención

Esto se consigue mediante la estructura de los componentes de un vehículo aerotransportado definida en la introducción que se caracteriza por los elementos definitorios de la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

10 Ello se consigue de manera que se potencia al máximo la conductividad térmica en la dirección transversal con respecto a la extensión del plano del laminado, de manera que el calor de descongelación / anticongelación se concentre en la superficie aerodinámica (superficie exterior) al mismo tiempo que la resistencia de la estructura se verá potenciada por medio de los filamentos orientados transversalmente de la estructura conductora de los filamentos. Concentrando el calor de descongelación / anticongelación en la superficie aerodinámica se consigue una pérdida térmica mínima. Con ello se consigue una función de descongelación / anticongelación eficaz y de ahorro de energía.

15 Oportunamente, la estructura de filamentos térmicamente conductora del pliegue superior está embebida en este último de tal manera que al menos una porción de la estructura de filamentos conductores quede expuesta en la superficie exterior.

20 Esto también facilitará una mayor concentración del calor de descongelación / anticongelación sobre la superficie aerodinámica, optimizando con ello la eficiencia del sistema de descongelación / anticongelación. Por tanto, se proporciona una función de descongelación / anticongelación eficaz y de ahorro de energía.

Disponiendo la estructura de filamentos conductores también parcialmente expuesta en la superficie exterior del laminado, superficie exterior que, en algunos casos, se corresponde con la superficie aerodinámica, se consigue también una superficie dura. La superficie dura prevalecerá respecto de la lisura de la superficie exterior durante un largo periodo de tiempo (horas de vuelo) reduciendo el consumo de combustible de una aeronave.

25 De modo preferente, la estructura de filamentos térmicamente conductora del pliegue de fondo está embebida en este último de tal manera que la estructura de filamentos esté en contacto con el elemento calefactor.

30 De esta manera, el calor puede ser eficazmente conducido a través del laminado y de esta manera se lleva a cabo el transporte eficaz del calor hacia la superficie exterior. Este será el caso si la superficie exterior está compuesta por el laminado, pero también si la superficie exterior está compuesta por una capa adicional aplicada sobre el pliegue superior. Esta capa adicional puede, por ejemplo, ser una capa de protección contra los rayos eléctricamente aislada de la estructura de filamentos térmicamente conductora. El aislamiento eléctrico se consigue de tal manera que todavía la energía térmica pueda ser conducida hacia la superficie exterior de la capa de protección contra los rayos de manera eficaz. Oportunamente, la capa aislante está dispuesta en posición adyacente a la cara del elemento calefactor opuesta a los pliegues.

35 De esta manera se consigue que el calor generado por el elemento calefactor se concentre aún más en la superficie exterior con menos pérdidas térmicas. Al mismo tiempo un tanque de combustible de una aeronave queda protegido del calor generado por el elemento calefactor.

De modo preferente, la estructura de filamentos térmicamente conductora está dispuesta por una nanoestructura térmicamente conductora.

40 De esta manera se obtiene una superficie exterior dura y un transporte de calor eficiente transversal al laminado. Así mismo, debido al mayor número de nanofilamentos, las propiedades conductoras resultarán fiables incluso en el caso de episodio altamente improbable de que el material composite se deslamine.

Oportunamente, la nanoestructura térmicamente conductora está compuesta por nanofibras de carbono.

45 De esta manera, se consigue una producción rentable del artículo, dado que las nanofibras de carbono son menos costosas de fabricar que los CNTs (nanotubos de carbono).

De modo preferente, la nanoestructura térmicamente conductora está compuesta por nanotubos de carbono.

De esta manera, se consigue una nanoestructura bien definida para la superficie exterior con una resistencia mecánica óptima. Las dimensiones definidas de los nanotubos de carbono facilita una capa de nanoestructuras que pueda ser lo más fina posible.

50 Oportunamente, los nanotubos de carbono presentan la forma de alfombras forestales de nanotubos alineados de carbono de paredes múltiples.

El CNT (nanotubo de carbono) puede ser fabricado por la tecnología CNT emergente lo que se traduce en el crecimiento de bosques de CNT de gran eficiencia. Es sabido que el CNT puede crecer de la misma forma que los "bosques" (alfombras de CNTs alineadas) con nanotubos verticales, inclinados u horizontalmente dispuestos. También son posibles combinaciones de estas disposiciones, por ejemplo, como dos o más capas separadas apiladas unas encima de otras. También es posible hacer crecer los CNTs como motivos bien definidos, adecuados para la aplicación propuesta. El término CNT en la presente aplicación incluye todos los tipos de nanotubos de carbono. Estos pueden ser nanotubos de pared única, de doble pared o de múltiples paredes. Así mismo, pueden ser utilizados materiales tipo CNT como grafeno, materiales a base de carbono de grafeno y similares con propiedades eléctricas adecuadas. Esto incluye capas únicas o múltiples dispuestas en el plano de la superficie exterior o situadas en un ángulo apropiado con respecto a este plano. Los CNTs y materiales similares descritos anteriormente ofrecen una excelente conductividad eléctrica y, por tanto, están perfectamente indicados para la función del artículo de protección contra los rayos.

De modo preferente, el nanofilamento (CNT, nanofibra, nanofilamento de paredes múltiples, nanofilamento de pared doble, nanoalambre, etc.) tiene una longitud de 0,125 mm o menor. Esto está indicado para un pliegue pre-preg común con un grosor de 0,125 mm utilizado en la producción de aeronaves. Si se utilizan nanofilamentos inclinados u orientados en el plano, la longitud, de modo preferente, puede ser mayor. La definición de nano significa que una partícula de filamento presenta al menos una dimensión no superior a 200 nm, 1nm (nanómetro) se define como 10^{-9} metros (0,000 000 001 metros). De modo preferente, el diámetro de un nanotubo de paredes múltiples es de 15 - 35 nm, de modo preferente 18 - 22 nm. Oportunamente, el diámetro de un nanotubo de pared única es de 1,2 - 1,7 nm, de modo preferente de 1,35 - 1,45 nm.

De modo preferente, el artículo comprende una capa protectora contra los rayos adherida al pliegue superior de una capa aislante.

Por tanto, el sistema de descongelación / anticongelación está protegido contra una posible sacudida de un rayo. La capa protectora contra los rayos está eléctricamente aislada de la nanoestructura térmicamente conductora. El aislamiento eléctrico está dispuesto de tal manera que la energía térmica pueda seguir siendo conducida hacia la superficie exterior de la capa protectora contra los rayos de una manera eficaz.

Oportunamente, el artículo es una envoltura de ala de aeronave.

Por tanto, se obtiene una aeronave ecológica que atiende al menor consumo de energía para la función de descongelación / anticongelación.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirá la presente invención en forma de ejemplos con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los que:

La FIG. 1 ilustra una sección transversal de una envoltura de material composite con matriz de resina de un artículo estructural de acuerdo con una primera forma de realización;

la FIG. 2 ilustra una sección transversal de una matriz de resina de material composite reforzada con fibras de acuerdo con una segunda forma de realización;

la FIG. 3 ilustra una sección transversal de una matriz de resina de material composite reforzada con fibras de acuerdo con una tercera forma de realización;

las FIGS. 4a - 4b ilustran una porción de tamaño ampliado en una vista en perspectiva del artículo estructural adaptado para una envoltura de ala de acuerdo con una cuarta forma de realización;

las FIGS. 5a - 5b ilustran una aleta de una aeronave que comprende un artículo estructural de acuerdo con la cuarta forma de realización; y

las FIGS. 6a - 6b ilustran un ala que comprende un artículo estructural de acuerdo con una quinta forma de realización.

Descripción detallada

A continuación se describirán con detalle, formas de realización de la presente invención, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que, en aras de la claridad para la mejor comprensión de la invención, se suprimen de los dibujos algunos detalles no importantes.

Así mismo, los dibujos ilustrativos muestran unas nanoestructuras de diferentes tipos, que se ilustran de forma extremadamente exagerada y de forma esquemática para la comprensión de la invención. Las nanoestructuras conductoras se ilustran exageradas en las figuras también en aras de la comprensión de la orientación y alineación de los nanofilamentos conductores. Las estructuras de los filamentos térmicamente conductores también se ilustran únicamente en parte en las figuras en aras de la claridad.

La FIG. 1 ilustra esquemáticamente una sección transversal de un material composite matricial de resina de un artículo 1 estructural de acuerdo con una primera forma de realización. El artículo 1 estructural, en este caso bajo la forma de una envoltura 3 de ala, comprende una superficie 5 exterior, que sirve como superficie aerodinámica cuando el artículo 1 estructural es sometido a una corriente de aire. El artículo 1 estructural comprende además un laminado 7 matricial de resina que incluye un pliegue superior P1, un pliegue intermedio P2, y un pliegue de fondo P3. Cada pliegue P1, P2, P3 comprende una estructura 9 de filamentos térmicamente conductores que incorpora una orientación de los filamentos tal que la prolongación de los filamentos 11 (los nanotubos 11' de carbono térmicamente conductores) presenta una extensión esencialmente perpendicular a la extensión E del laminado 7. La nanoestructura 9 térmicamente conductora está así compuesta por los nanotubos 11' de carbono térmicamente conductores. Un elemento 13 calefactor está dispuesto en contacto con el pliegue de fondo P3 y acoplado a una unidad de suministro de energía (no mostrada) con la finalidad de descongelar / anticongelar la superficie 5 exterior por medio de los nanotubos 11' de carbono conductores. El elemento 13 calefactor está fabricado a partir de unas bandas 15 de bronce que están embebidas en un sustrato 17 conductor dispuesto para generar calor cuando es sometido a una corriente alimentada por la unidad de alimentación de energía.

Una capa 19 aislante está dispuesta en posición adyacente al lado 21 del elemento calefactor 13opuesto a los pliegues P1, P2, P3. De esta manera se consigue que el calor generado por el elemento 13 calefactor se concentre en mayor medida hacia la superficie 5 exterior con menos pérdidas térmicas.

Los nanotubos 11' de carbono térmicamente conductores del pliegue superior P1 están integrados en este último de tal manera que al menos una porción de los nanotubos 11' de carbono térmicamente conductores está expuesta en la superficie 5 exterior. Los nanotubos 11' de carbono térmicamente conductores de la estructura 9 de filamentos térmicamente conductores están cada uno compuesto por un primer extremo 23 y un segundo extremo 25. La estructura 9 de filamentos térmicamente conductores queda así parcialmente expuesta en la superficie 5 exterior de manera que una parte de la estructura 9 de filamentos térmicamente conductores que comprende los primeros extremos 23 está expuesta en la superficie 5 exterior (primeros extremos 23 que están expuestos en la superficie 5 exterior).

De tal manera que se consigue que la conductividad térmica en la dirección transversal con respecto a la extensión E del plano P del laminado 7 se potencie, de manera que el calor de descongelación / anticongelación (marcado con la letra H) generado por los elementos 13 calefactores se concentren en la superficie aerodinámica (superficie 5 exterior) al mismo tiempo que se potencia la resistencia del artículo 1 estructural por medio de los nanotubos 11' de carbono térmicamente conductores orientados en sentido transversal. Mediante la concentración del calor de descongelación / anticongelación sobre la superficie aerodinámica, se conseguirá una pérdida térmica mínima. Así, se proporciona una función de descongelación / anticongelación eficaz y con ahorro de energía. Mediante la adaptación de los nanotubos 11' de carbono térmicamente conductores, se consigue una estructura de nanofilamentos bien definida para la superficie 5 exterior con una resistencia mecánica óptima. Las dimensiones bien definidas de los nanotubos 11' térmicamente conductores facilita que los tres pliegues P1, P2, P3 puedan ser lo más finos posible manteniendo la resistencia y al mismo tiempo ahorrando peso al artículo 1 estructural lo que mejora la eficiencia de una aeronave.

Disponiendo la estructura 9 de filamentos térmicamente conductores también parcialmente expuestos en la superficie 5 exterior del laminado 7, superficie 5 exterior que se corresponde con la superficie aerodinámica, se consigue también una superficie dura. La superficie dura prevalecerá sobre la lisura de la superficie 5 exterior durante un largo periodo de tiempo (horas de vuelo) reduciendo el consumo de combustible de una aeronave. Durante la manipulación de los laminados para el personal durante la producción, la superficie 5 exterior dura impedirá también los arañazos de la superficie 5 exterior, lo que, de no ser así, afectaría a las propiedades aerodinámicas.

Se consigue de esta manera la superficie exterior dura y el transporte de calor eficiente transversal al laminado del artículo 1 estructural. Así mismo, debido al gran número de nanotubos 11' térmicamente conductores, las propiedades conductoras pueden ser fiables incluso en el caso de un episodio altamente improbable de que el material composite del laminado 7 se deslamine.

El grosor T1 en esta forma de realización es para cada pliegue P1, P2, P3, de 0,22 - 0,28 mm, de modo preferente 0,18 - 0,30 mm. El grosor T2 del elemento 13 calefactor es de 1,8 - 2,2 mm, de modo preferente, de 1,5 - 2,5 mm. El grosor T3 de la capa 19 aislante es de 2,8 - 3,2 mm, de modo preferente de 2,5 - 3,5 mm.

La FIG. 2 esquemáticamente ilustra una sección transversal de una matriz de resina composite reforzada con fibras de un artículo 1 estructural de acuerdo con una segunda forma de realización. Esta segunda forma de realización también se refiere a un artículo 1 estructural que comprende una superficie 5 exterior, que sirve como superficie aerodinámica cuando el artículo 1 estructural es sometido a una corriente de aire. El artículo 1 estructural comprende un laminado 7 matricial de resina, que incluye 6 pliegues P1, P2, P3, P4, P5, P6. Un elemento 13 calefactor está dispuesto en contacto con el pliegue de fondo P6 y acoplado a una unidad de alimentación de energía (no mostrada) con la finalidad de descongelar / anticongelar la superficie 5 exterior.

A través de los pliegues P1, P2, P3, P4, P5, P6 están las fibras 27 de carbono térmicamente conductoras dispuestas transversalmente por medio de unos mecanismos de cabeza (no mostrados). Durante la producción del artículo estructural, unas espigas Z son introducidas en el laminado 7 mediante presión y alta frecuencia. Estas fibras de carbono transversalmente orientadas también son denominadas espigas 29 en Z de manera que las fibras de carbono (espigas 29 en Z) tengan una orientación tal que la prolongación de las espigas en Z presenten una sección esencialmente perpendicular a la extensión del plano P del laminado 7. Las espigas 29 en Z comprenden un primer extremo 23 y un segundo extremo 25. Los primeros extremos 23 están situados cerca de la superficie 5 exterior y los segundos extremos 25 están situados cerca del elemento 13 calefactor.

Así mismo, cada pliegue P1, P2, P3, P4, P5, P6 comprende fibras de carbono (aquí definidas como fibras 31 horizontales o fibras de mayor tamaño) dispuestas con una orientación paralela con la extensión del plano P del laminado 7 para reforzar el laminado 7 en una dirección correspondiente con la extensión del plano P del laminado 7. Sin embargo, la orientación de las fibras 31 horizontales en un pliegue P1 es diferente de la orientación de las fibras horizontales (el diámetro de estas fibras de mayor tamaño es de aproximadamente 6 - 8 micrómetros) de un pliegue adyacente P2 para un mayor refuerzo del laminado 7 en dicho plano P.

Las espigas 29 en Z conductoras refuerzan el laminado 7 en dirección transversal con respecto a dicho plano P y facilitan al mismo tiempo una concentración de calor a través del laminado 7 desde el elemento 13 calefactor hasta la superficie 5 exterior.

El elemento 13 calefactor genera calor que será conducido a través de las espigas 29 en Z hacia la superficie exterior, cuando se efectúe la detección de hielo por medio de los sensores de detección (no mostrados) o cuando se produzca un riesgo de formación de hielo.

La FIG. 3 ilustra esquemáticamente una sección transversal de una matriz de resina composite reforzada con fibras de un artículo 1 estructural de acuerdo con una tercera forma de realización.

La tercera forma de realización de la FIG. 3 se corresponde casi con la segunda forma de realización, pero con la diferencia de que los segundos extremos 25 de las espigas 29 en Z grafónicas, situadas en el pliegue de fondo P6, están embebidas en este último de tal manera que las espigas 29 en Z estén en contacto con el elemento 13 calefactor. Los primeros extremos 23 de las espigas 29 en Z grafónicas están expuestas en la superficie 5 exterior. De esta manera el calor será eficazmente conducido a través del laminado de forma que las espigas 29 en Z facilitan un transporte eficaz del calor hacia la superficie 5 exterior. Un efecto adicional de las espigas en Z es un incremento de la resistencia y rigidez del laminado 7 e impide (lo que es altamente improbable) una delaminación potencial entre los pliegues.

La FIG. 4a esquemáticamente ilustra una porción de tamaño ampliado de un artículo 1 estructural adaptado para una envoltura de ala de acuerdo con una cuarta forma de realización. El artículo 1 estructural comprende un laminado 7 matricial de resina que incluye cuatro pliegues P1, P2, P3, P4; un pliegue superior P1, un segundo pliegue P2, un tercer pliegue P3 y un pliegue de fondo P4. El artículo 1 estructural también comprende una superficie 5 exterior que sirve como superficie aerodinámica cuando el artículo 1 estructural es sometido a una corriente de aire. La capa 37 protectora de los rayos está adherida al pliegue superior P1 por medio de una capa 39 aislante. La superficie 5 exterior, por tanto, en esta forma de realización, está compuesta por una capa 37 protectora de los rayos fabricada en bronce neto 41 integrado en una capa 43 de resina. Cada pliegue P1, P2, P3, P4 comprende unas fibras 31' cerámicas con una extensión paralela al plano P del laminado 7, pero con diferentes orientaciones en dicho plano P. Cada pliegue P1, P2, P3, P4 que comprende las fibras 31' cerámicas (fibras 31' horizontales) dispuestas con una orientación paralela a la extensión del plano P del laminado 7 facilita el refuerzo del laminado 7 en una dirección correspondiente a la extensión del plano P del laminado 7.

Cada pliegue P1, P2, P3, P4 comprende una estructura 9 de filamentos térmicamente conductores que presenta una orientación de los filamentos de manera que la prolongación de los filamentos 11 tenga una extensión perpendicular a la extensión del laminado 7. La estructura 9 de filamentos térmicamente conductores está compuesta por una nanoestructura térmicamente conductora bajo la forma de alfombras forestales de nanotubos 11" alineados de carbono de paredes múltiples (solo se muestra una porción A con fines ilustrativos). Por tanto, se proporciona un transporte de calor eficiente transversal al laminado 7 a partir del artículo 13 calefactor. El artículo 13 calefactor está dispuesto en contacto con el pliegue de fondo P4 y con la estructura 9 de nanofilamentos térmicamente conductores que comprende los nanotubos 11" alineados de carbono de paredes múltiples. El artículo 13 calefactor está también conectado a una unidad 45 de alimentación de energía con la finalidad de descongelar / anticongelar la superficie 5 exterior por medio de la estructura 9 de nanofilamentos térmicamente conductores.

El lado 47 del laminado 7 encarado hacia la capa 37 protectora contra los rayos presenta unos nanotubos 11" expuestos de carbono térmicamente conductores de paredes múltiples (vista exagerada desde arriba en la FIG. 4b) facilitando una mayor concentración del calor de descongelación / anticongelación sobre la superficie aerodinámica (superficie 5 exterior) del artículo 1 estructural, optimizando así la eficiencia del sistema 49 de descongelación / anticongelación. Se proporciona con ello una función de descongelación / anticongelación eficaz y ahorradora de energía, la cual también es protegida de posibles sacudidas por rayos. La capa 37 protectora contra los rayos está eléctricamente aislada de la nanoestructura 9 térmicamente conductora. El aislamiento eléctrico se dispone de tal

manera que la energía térmica pueda seguir siendo conducida hacia la superficie 5 exterior de la capa 37 protectora contra los rayos de manera eficaz. Los nanotubos de paredes múltiples son más rentables de fabricar que en el ejemplo de los nanotubos dobles o únicos.

5 La FIG. 5a esquemáticamente ilustra una cola 51 de aeronave y una aleta 53 que comprende un artículo 1 estructural de acuerdo con la cuarta forma de realización descrita anteriormente. Los componentes 55 eléctricos, mostrados en la FIG. 5b que están dispuestos en la aleta 53 son sensibles a un destello de sacudida posible de rayos y la capa 37 protectora contra los rayos protege los componentes eléctricos del artículo 1 estructural y también el sistema 49 de descongelación / anticongelación de la aeronave. La FIG. 5b es una vista en sección transversal de la aleta 53 ilustrada en la FIG. 5a y muestra los componentes eléctricos del sistema 49 de descongelación / anticongelación.

10 La FIG. 6a esquemáticamente ilustra una aeronave 57 desde la parte delantera. Una porción de la sección transversal de la envoltura 3 del ala de la aeronave 57 tomada en la FIG. 6a se muestra en la FIG. 6b. La envoltura 3 del ala está compuesta por un artículo 1 estructural de acuerdo con una quinta forma de realización. Esta forma de realización también afecta a la finalidad de concentrar el calor en la superficie 5 exterior, que sirve como superficie aerodinámica cuando el artículo 1 estructural es sometido a una corriente de aire. El artículo 1 estructural comprende un laminado 7 matricial de resina que incluye varios pliegues que incluyen un pliegue superior (no mostrado). Un elemento 13 calefactor está dispuesto en contacto con el pliegue de fondo y está acoplado a una unidad de alimentación de energía (no mostrada) con la finalidad de descongelar / anticongelar la superficie 5 exterior. La superficie 5 exterior es parte de una capa 37 protectora contra los rayos cocurada con el laminado 7.

15 Cada pliegue por debajo de la capa 37 protectora contra los rayos comprende una estructura 9 de filamentos térmicamente conductores que presenta una orientación de los filamentos tal que la prolongación de los filamentos 11 presenta una extensión sustancialmente perpendicular a la extensión del laminado 7, de forma que la estructura 9 de filamentos térmicamente conductores esté compuesta por una nanoestructura térmicamente conductora que incluye las nanofibras 11" de carbono.

20 Una capa 19 aislante está dispuesta en posición adyacente al lado 21 del artículo 13 calefactor opuesto a los pliegues del laminado 7. La capa 19 aislante de esta manera queda dispuesta entre el artículo 13 calefactor y el tanque 61 del ala izquierda de la aeronave. De esta manera se consigue que el calor generado por el artículo 13 calefactor se concentre aún más en la superficie 5 exterior con menos pérdidas térmicas. Al mismo tiempo, el tanque 61 del ala izquierda estará protegido del calor generado por el artículo 13 calefactor.

25 La presente invención por supuesto no está de ningún modo restringida a las formas de realización preferentes descritas en las líneas anteriores, sino que deben resultar evidentes al experto en la materia muchas posibilidades de modificaciones o combinaciones de las formas de realización descritas, sin apartarse de la idea básica de la invención según queda definida en las reivindicaciones adjuntas.

30 Los nanofilamentos de la estructura térmicamente conductores pueden quedar insertados en el pliegue superior de tal manera que una porción de los nanofilamentos quede expuesta en la superficie exterior. Esto significa que una porción de la nanoestructura está expuesta en la superficie exterior, lo que significa que los primeros extremos de los filamentos de esa porción están expuestos. De esta manera se proporciona una función de descongelación / anticongelación de ahorro de energía.

35 Un componente de material composite típico como un forro de ala o un borde de ataque de ala integrado de CFRP o material similar podría, a modo de ejemplo, ser curado en una herramienta hembra. Los pliegues (curados o no curados) pueden ser situados en esta herramienta antes de la operación de curado para formar la capa exterior del conjunto curado. La capa de superficie reforzada de CNT (nanotubo de carbono) del laminado puede estar embebida en el tendido de capas y curar el artículo de armazón aéreo de material composite. Los pliegues pueden fabricarse por separado y unirse al artículo estructural composite después de su curado.

40 La presente solicitud incluye todos los tipos de nanofilamentos, como por ejemplo nanoalambres, nanotubos de carbono, nanofibras, etc. El CNT pueden ser nanotubos de pared única, de doble pared o de paredes múltiples. Así mismo, pueden ser utilizados materiales tipo CNT como grafeno, grafono y materiales a base de carbono similares con propiedades térmicas apropiadas. El material composite de pliegues puede ser epoxi, polímidas, bismaleimidias, fenólicos, cianatésteros, PEEK, PPS, poliéster, viniléster y otras resinas curables o mezclas de éstas. Si se utiliza, la estructura de fibras con fibras de refuerzo "horizontales" puede ser de material cerámico, de carbono y de metal o mezclas de éstos.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un artículo estructural que comprende una superficie (5) exterior, que sirve como superficie aerodinámica cuando el artículo (1) estructural es sometido a una corriente de aire, comprendiendo el artículo (1) estructural un laminado (7) matricial de resina que incluye un pliegue superior (P1) y un pliegue de fondo (P3, P4, P6), un elemento (13) calefactor está dispuesto en contacto con el pliegue de fondo (PE, P4, P6), y acoplado a una unidad (45) de alimentación con la finalidad de descongelar / anticongelar la superficie (5) exterior, **caracterizado porque** cada pliegue (P1, P2, ... P6) comprende una estructura (9) de filamentos térmicamente conductores que presenta transversalmente orientados unos filamentos de manera que la prolongación de los filamentos (11) presenta una extensión esencialmente perpendicular a la extensión (E) del laminado (7), en el que la estructura (9) de filamentos térmicamente conductores del pliegue superior (P1) está embebida en este último, de tal manera que al menos una porción de la estructura (9) de filamentos térmicamente conductores está expuesta en la superficie (5) exterior.
- 2.- El artículo de acuerdo con la reivindicación 1, **en el que** la estructura (9) de filamentos térmicamente conductores del pliegue de fondo (P3, P4, P6) está embebida en este último, de manera que la estructura (9) de filamentos térmicamente conductores está en contacto con el elemento (13) calefactor.
- 3.- El artículo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **en el que** una capa (19) aislante está dispuesta en posición adyacente al lado (21) del elemento (13) calefactor encarado alejado de los pliegues (P1, P2, ... P6)
- 4.- El artículo estructural de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **en el que** la estructura de filamentos térmicamente conductores está comprendida por una nanoestructura (11', 11". 11''') térmicamente conductora.
- 5.- El artículo de acuerdo con la reivindicación 4, **en el que** la nanoestructura térmicamente conductora está comprendida por nanofibras (11''') de carbono.
- 6.- El artículo de acuerdo con la reivindicación 4, **en el que** la nanoestructura térmicamente conductora está comprendida por nanotubos (11', 11'') de carbono.
- 7.- El artículo de acuerdo con la reivindicación 6, **en el que** los nanotubos de carbono presentan la forma de alfombras forestales de nanotubos (11'') de carbono alineados de paredes múltiples.
- 8.- El artículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **en el que** el artículo comprende una capa (37) protectora contra los rayos adherida al pliegue superior (P1) por medio de una capa (39) aislante.
- 9.- El artículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **en el que** el artículo es una envoltura (3) de ala de aeronave.

30

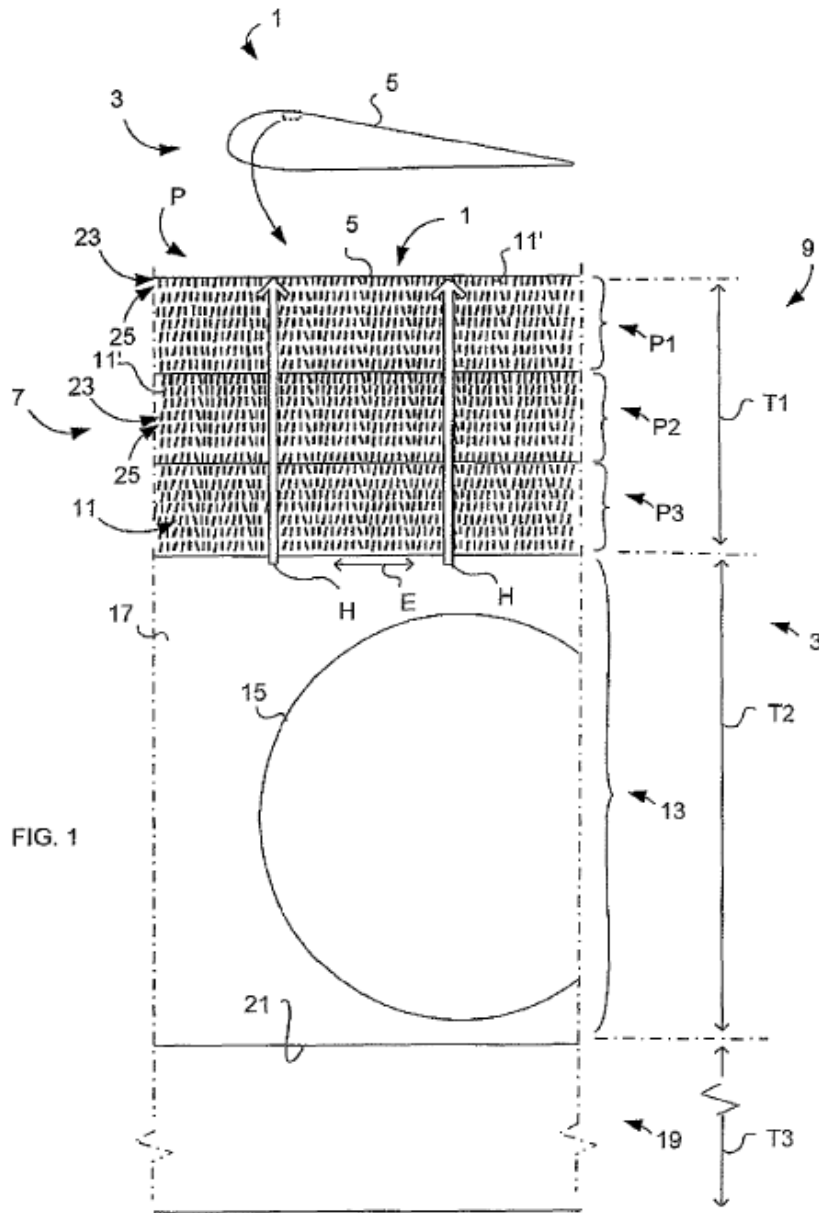


FIG. 1

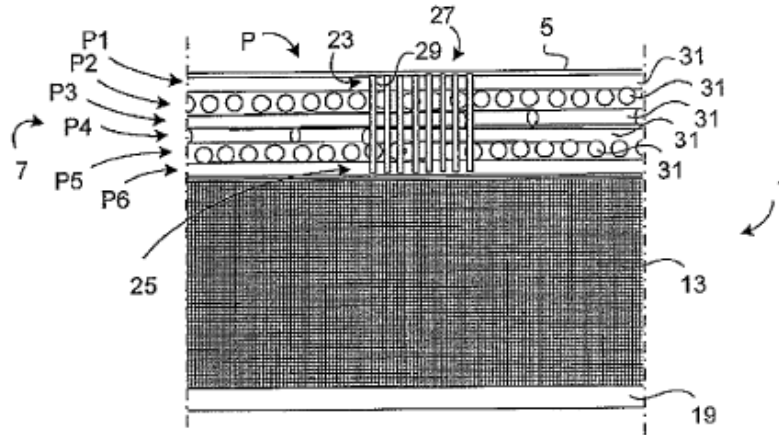


FIG. 2

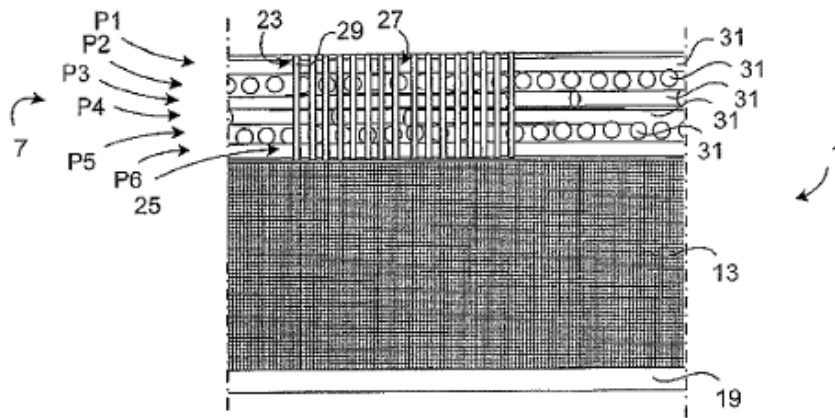


FIG. 3

