(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 759 427**

(51) Int. Cl.:

B64D 15/08	(2006.01)
B64D 15/20	(2006.01)
B32B 5/00	(2006.01)
B32B 27/08	(2006.01)
B32B 27/28	(2006.01)
B32B 27/32	(2006.01)
B32B 3/26	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2014 PCT/US2014/063031**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15116265**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2014 E 14864993 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3063065**

(54) Título: **Revestimiento de deshielo multicapa para plataformas de avión**

(30) Prioridad:

01.11.2013 US 201314070344

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.05.2020

(73) Titular/es:

SUNLIGHT AEROSPACE INC. (100.0%)
2045 Lincoln Highway, Suite One West
Edison, NJ 08817, US

(72) Inventor/es:

BRUCE, ALAAN JAMES;
CYRUS, MICHAEL y
FROLOV, SERGEY

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 759 427 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

Revestimiento de deshielo multicapa para plataformas de avión

Descripción breve

Es bien conocido que la acumulación de hielo sobre un avión antes o durante una misión puede perjudicar la actuación aerodinámica y la estabilidad hasta e incluyendo la terminación de la misión o fallo catastrófico. La formación de hielo puede reducir la velocidad de elevación, la velocidad de ascenso y la eficiencia del combustible incrementando al mismo tiempo la resistencia, la velocidad de pérdida, el peso y el requerimiento de potencia. La formación de hielo puede impactar también penalizaciones indirectas, que incluyen la necesidad de equipo de detección y corrección de a bordo que puede reducir la capacidad de carga de pago. La formación de hielo puede impactar también en el despegue, aterrizaje y trayectorias de vuelo. Por todas estas razones, por lo tanto, se ha prestado considerable atención al desarrollo e implementación de técnicas antihielo (AI), que pueden inhibir la acumulación de hielo y técnica de deshielo (DI), que pueden eliminar el hielo acumulado. Las técnicas AI implican generalmente propiedades intrínsecas de la estructura o materiales del avión, procesos activados antes de la acumulación de hielo o la prevención de entornos que conducen a la formación de hielo. Las técnicas DI implican generalmente respuestas activadas después de la acumulación de hielo, incluyendo el cambio de patrones de vuelo, que pueden revertir la acumulación de hielo. En la práctica, los métodos AI y DI individuales raramente son completamente efectivos para una misión entera, incluyendo despegue y aterrizaje. La implementación de métodos AL y/o DI múltiples y complementarios es, por lo tanto, deseable para reducir adecuadamente riesgos de la misión.

La acumulación de hielo en vuelo ocurre típicamente cuando una superficie del avión, a una temperatura por debajo de congelación, encuentra agua super enfriada. Dependiendo de la cantidad de agua presente, el tamaño de las gotitas, la temperatura del aire, la geometría de la superficie y la velocidad, esta agua se puede congelar inmediatamente para formar "hielo escarcha" conforma o puede fluir sobre la superficie antes de la congelación resultando "hielo escarchado" no conforme. El último es identificado generalmente como el más peligroso para la actuación del avión. Condiciones que conducen a la formación de hielo son más prevalentes a temperaturas entre 0 y -35ºC y a altitudes relativamente bajas. Existe una preocupación seria para la mayoría de las operaciones del avión dentro de este rango. Pueden requerirse capacidades AI y/o DI a bordo para operar durante periodos extendidos durante tales vuelos. A altitudes mayores, típicamente existe una humedad atmosférica baja e, incluso a bajas temperaturas, condiciones que son menos conductoras a acumulación de hielo. Para la operación del avión en este rango, las condiciones encontradas durante el ascenso y descenso son las más críticas para la formación de hielo y se pueden necesitar sólo capacidades AI y/o DI a bordo para operar durante estas fases críticas de operación. Además, dependiendo del diseño y operación del avión, la acumulación de hielo se puede localizar predominantemente en ciertas áreas de la estructura, por ejemplo, en hélices y bordes de ataque de las alas y cola. Por lo tanto, puede ser suficiente que las soluciones AI y DI funcionen sólo en estas localizaciones.

Las tecnologías AI actuales incluyen calefacción preventiva y también el uso de revestimientos y/o superficies estructuradas que favorecen la adhesión pobre de gotitas de agua. Las tecnologías DI actuales incluyen calefacción en tierra y/o a bordo, el uso de agentes químicos de deshielo y/o eliminación mecánica. Métodos DI de a bordo existentes introducen típicamente coste añadido, peso añadido, consumo incrementado de potencia, así como potencial compatibilidad del fuselaje y cuestiones ambientales.

Las tecnologías AI propuestas recientemente que implican soluciones "hielófobas" emplean típicamente revestimientos o superficies hidrófobas sobre las que las gotitas de agua tienen ángulos de contacto altos y adhesión pobre. En la medida en que esta adhesión pobre se puede extender hasta las gotitas cuando se congelan, las gotitas de hielo pueden ser arrojada bajo los efectos de la gravedad, la gradiente del viento o vibración fuera de la plataforma del avión. Los materiales hidrófobos han incluido tradicionalmente materiales de baja energía superficial, incluyendo lubricantes, ceras y otros materiales que incluyen fluoropolímeros, alquil siloxanos y productos similares o relacionados. Más recientemente, han sido diseñadas en el laboratorio superficies "super" hidrófobas micro a nano estructuradas que imitan la biología (por ejemplo, que imitan la topografía de la hoja de loto), que se basan en su estructura topográfica, espaciamiento e intersticios de aire para inhibir la humidificación efectiva de gotitas de agua, resultando ángulos de contacto altos y adhesión pobre. No obstante, estudios recientes de la efectividad de tales superficies micro a nano estructuradas como agentes AI han revelado que pueden ser menos efectivas en condiciones de escarcha, donde se puede formar hielo sobre todas las superficies a partir de agua en la fase de vapor. Esto no sólo obvia las propiedades hielófobas de tales materiales en condiciones experimentadas comúnmente por el avión, sino que proporciona un mecanismo por el que las superficies micro a nano estructuradas se pueden dañar en ciclos repetidos de formación de hielo/deshielo que pueden disminuir también, u obviar, sus características superhidrófobas o hielófobas con respecto a gotitas. Por lo tanto, la opinión actual es que las superficies micro a nano estructuradas no son una solución universal a la formación de hielo para aviones o, en efecto, otras plataformas.

Fluidos químicos actuales de deshielo y/o antihielo depresores del punto de congelación se pulverizan típicamente

sobre una estructura de avión antes del vuelo. Se utilizan más comúnmente fluidos a base de glicol para el deshielo de aviones en tierra y fluidos viscosos a base de glicol para recubrir la estructura del avión para proporcionar protección antihielo antes del vuelo. Esta protección antihielo tiene una vida corta durante el vuelo o bien a través del consumo o debido a pelado, por ejemplo, en flujos de aire. Como un refinamiento en algún avión pilotado se emplea tecnología TKS ("ala exudativa"), por lo que se suministran fluidos de deshielo, a demanda, desde un depósito de a bordo a través de tuberías hasta toberas de superficie en regiones críticas de la estructura del avión. Esto tiene limitaciones evidentes en términos de capacidad del depósito, peso añadido y consumo de potencia que puede hacerlo inadecuado para muchas aplicaciones. El impacto ambiental potencial de residuos químicos es también una preocupación. Aproximadamente 25 millones de galones de fluidos a base de glicol han sido utilizados para el deshielo de aviones en los EE.UU. en 2008.

Para avión pilotado, respuestas permitidas actualmente para deshielo se definen por regulaciones Nacionales e Internacionales. Éstas comprenden diseño del avión, certificación de la plataforma. protocolos de vuelo y medidas correctoras tanto en tierra como en vuelo. Antes del despegue, protocolos actuales incluyen el uso de instalaciones externas DI en tierra o respuestas DI de a bordo iniciadas por el piloto. La acumulación de hielo durante el vuelo es evaluada por el piloto, potencialmente asistido por sensores, y abordada por prevención operativa, o por la activación de capacidades DI de a bordo, que son iniciadas por el piloto.

Están en desarrollo Regulaciones Para Vehículos Aéreos No Tripulados (UAVs), que son aviones no pilotados que o bien son controlados remotamente o están volando de forma autónoma. Las UAVs está catalogadas comúnmente en base a su diseño y actuación cubriendo el rango desde vehículos pequeños de Baja Altitud (LA) hasta vehículos de Alta Altitud de Larga Resistencia (HALE). La tecnología UAV está emergiendo como un factor crecientemente importante en nuestra sociedad para aplicaciones civiles y militares. Las UAV podrían proporcionar servicio mejorado sobre sistemas existentes en un gran número de aplicaciones civiles, que van desde patrulla de frontera, vigilancia costera, supervisión de desastres naturales, meteorología, cartografía y estaciones de retransmisión de telecomunicaciones altamente flexibles. La resistencia requerida puede estar en el intervalo de algunas horas en el caso de cumplimiento de la ley, vigilancia de fronteras, combarte de incendios forestales o inspección de las líneas de potencia. Otras aplicaciones de alta altitud, tales como las que implican investigación meteorológica, previsión y supervisión medioambiental, pueden requerir que las UAVs sean aerotransportadas durante días, semanas, meses o incluso años.

Se percibe que el pilotaje remoto carece de respuesta física de que se crea hielo y que la acumulación de hielo es difícil de evaluar remotamente con sensores hasta que está más allá del punto de reversión. Sin piloto a bordo, las regulaciones comerciales incumplen típicamente la prohibición de vuelos UAV en condiciones meteorológicas que conducen a la formación de hielo. Por consiguiente, las misiones UAV se retrasan o cancelan frecuentemente en respuesta a previsiones meteorológicas adversas. A medida que se expande el alcance de las aplicaciones y misiones UAV y se incrementa la demanda para funcionamiento "para todo tipo de clima", es probable que esto se convierta en una limitación inaceptable.

La acumulación de hielo puede ser un problema particularmente serie para UAVs debido a sus diseños únicos, peso ligero, patrones de vuelo y las demandas añadidas aplicadas sobre sus sistemas de control autónomos. Por lo tanto, las operaciones UAV pueden requerir sistemas mejorados de soporte y detección de previsiones en las bases de los vehículos o en los propios vehículos. HALE y UAVs son capaces de volar por encima de niveles de formación de hielo, pero están típicamente en alto riesgo durante el ascensor y descenso debido a sus formas de las alas optimizadas. Otros UAVs con diseños más estándar pueden ser incapaces de volar por encima de los niveles de formación de hielo. Los métodos Al y Dl actuales no están optimizados generalmente para UAVs.

El documento US4434201 A describe un panel de deshielo para aviones, que comprende un panel poroso para la distribución de fluido, que comprende una lámina exterior de material poroso sobre cuya superficie debe distribuirse el fluido, una lámina de refuerzo de material microporoso en con tacto con un lado de la lámina exterior, y una lámina de material impermeable a fluido que está espaciada de la lámina microporosa, de manera que se puede introducir fluido en el espacio entre la lámina microporosa y la lámina impermeable, desde donde puede pasar a través de las láminas porosas hasta la superficie exterior de la lámina exterior, estando aseguradas las láminas entre sí por unión adhesiva sobre una región localizada fuera de dicho espacio.

Sumario

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una estructura resistente al hielo que incluye una plataforma estructural autoportante, una capa protectora de retención y una capa antihielo (Al) y/o de deshielo (DI) debajo de la superficie. La capa protectora de retención está dispuesta sobre la plataforma estructurar autoportante. la capa antihielo (Al) y/o de deshielo (DI) debajo de la superficie está localizada entre la plataforma estructural autoportante y la capa protectora de retención. La capa Al y/o DI debajo de la superficie es una capa funcional, de tal manera que se libera un agente Al y/o Dl o se dirige de otra manera a una superficie de la capa protectora de retención por un mecanismo de activación sensible a un cambio en una condición medioambiental.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista superior de un ejemplo de un vehículo aéreo no tripulado (UAV), al que se puede aplicar la presente invención.

La figura 2 muestra un diagrama esquemático de la sección transversal de una realización de un ala de avión, tal como el ala de un UAV mostrado en la figura 1.

Las figuras 3 y 4 muestran realizaciones alternativas del ala del avión mostrada en la figura 2.

Descripción detallada

En la descripción detallada siguiente se muestran numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión profunda de realizaciones ejemplares u otros ejemplos descritos aquí. No obstante, se comprenderá que estas realizaciones y ejemplos se pueden practicas sin los detalles específicos. En otros casos, métodos, procedimientos, componentes bien conocidos no han sido descritos en detalle, para no oscurecer la siguiente descripción. Además, las realizaciones descritas son sólo para fines ejemplares y se pueden emplear otras realizaciones en lugar de, o en combinación con, las realizaciones descritas.

Como se detalla a continuación, se proporciona un revestimiento antihielo (AI) y/o de deshielo (DI) para las superficies exteriores de un avión. El revestimiento está compuesto de múltiples capas integradas que pueden estar formadas monolíticamente o por métodos híbridos. Las diferentes capas del revestimiento pueden estar fabricadas de diferentes materiales y/o tener diferentes estructuras y/o diferente funcionalidad.

En algunas realizaciones, por ejemplo, aplicaciones en vehículos aéreos no tripulados (UAV), el revestimiento actúa como un elemento estructural exterior, es de peso ligero y requiere poca o ninguna potencia para las funciones AI y/o DI. Además, están diseñadas funcionalidades AI y/o DI para que sean de vida larga y efectivas en condiciones medioambientales que conducen a la formación de hielo. En casos donde materiales AI y/o DI críticos se consumen, erosionan o transforman, es deseable tener un método fácil para reponerlos y/o restablecer y/o mantener su funcionalidad, mientras el UAV está en funcionamiento y/o entre operaciones.

Aunque la invención se ilustrará como siendo aplicable a las alas de un UAV, más generalmente la invención es aplicable a cualquier número de superficies expuestas diferentes, tales como la superficie del fuselaje, hélices y similares, y para una amplia gama de diseños de aviones diferentes. Además, la invención es aplicable también a una amplia gama de otras plataformas y superficies para las que son deseables propiedades resistentes al hielo.

La figura 1 muestra una vista superior de un ejemplo de un UAV de alta altitud, de larga resistencia, accionado con energía solar, al que se puede aplicar la presente invención. El avión incluye un fuselaje tubular 1 con alas 6 y una aleta de cola que soporta un plano de cola 3, un plano principal 4 y hélices 8. En algunas realizaciones, la superficie superior de cada ala 6 puede estar cubierta con series de células voltaicas (no mostradas separadamente), o tales células pueden estar alojadas dentro de la estructura de plano principal cerca de un revestimiento superior transparente. Cada ala 6 incluye un revestimiento estructural autoportante que se extiende sobre un bastidor abierto.

La figura 2 es un diagrama esquemático de la sección transversal de una realización de un revestimiento de avión, tal como el revestimiento 116 mostrado en la figura 1. El revestimiento 200 está estirado o se extiende de otra manera sobre un bastidor, tal como el bastidor 118 mostrado en la figura 1. Más generalmente, la plataforma estructural 205 puede ser cualquier estructura o bastidor autoportante o similar sobre el que se forman o cubren, parcial o completamente, capas antihielo y/o de deshielo. Una capa de funcional deshielo 203, descrita con más detalle a continuación, está dispuesta sobre la plataforma estructural 205. Una capa protectora de retención 201 está dispuesta sobre la capa de funcional deshielo 203. De esta manera, en esta realización, el ala está provista con un mecanismo de deshielo que tiene componentes funcionales localizados en una capa debajo de la superficie.

Como se muestra, además, en la figura 2, en algunas realizaciones, se pueden prever capas opcionales 204 y 202, que separan, respectivamente, la plataforma estructural 205 de la capa de funcional deshielo 203 y la capa de funcional deshielo 203 de la capa protectora de retención 201. Las capas opcionales 202 y 204 pueden ser o no capas estructurales y pueden proporcionar o no o facilitar de otra manera la funcionalidad de deshielo o antihielo.

En algunas realizaciones, la capa funcional de deshielo 203 puede realizar su función de deshielo utilizando deshielo químico, en el que un agente químico (incluyendo sus precursores) son almacenados dentro de la capa funcional 203, que actúa, en efecto, como un depósito. Ejemplos de tales agentes o precursores químicos incluyen, a modo de ejemplo, aceites hidrófobos, geles, materiales fluorados, los llamados líquidos "deslizantes", así como sus combinaciones. Un ejemplo de un líquido deslizante es un aceite fluorado tal como Krytox®. En algunas realizaciones, los agentes líquidos presentes en la capa de deshielo 203 se pueden recargar durante o entre misiones.

Una clase alternativa de materiales deslizantes se refiere como un material de superficie porosa infundida con líquido deslizante (SLIPS). En un material SLIPS, se infunde un líquido "deslizante", comúnmente un lubricante comercial, en una superficie porosa/texturizada (aunque no una superficie micro a nano estructurada típica) que tiene una afinidad para el líquido. La afinidad permite al líquido se retenido, pero expuesto en la superficie, donde puede impartir sus características resistentes a la formación de hielo de líquidos hidrófobos. Estudios han demostrado que la nucleación del hielo sobre tales superficies en condiciones conductoras a la formación de escarcha puede ser inhibida significativamente incluso después de ciclos repetidos de formación de hielo/deshielo.

Debería indicarse que, en algunas realizaciones, la capa funcional de deshielo puede ser sustituida con una capa funcional Al o incluso capas funcionales Dl y Al.

Materiales adecuados para la capa protectora de retención 201 pueden seleccionarse para que la capa 201 sea resistente a corrosión, tenga alta resistencia, sea plegable y/o moldeable, sea permeable y químicamente retentiva selectivamente Dl, si se requiere, para permitir la funcionalidad Dl o Al sobre un intervalo adecuado de temperaturas y condiciones operativas. En algunos casos, la capa protectora de retención 201 puede incorporar también características antihielo. Esto se puede conseguir utilizando un material de baja energía superficial o un material micro a nano estructurado para inducir características hidrófobas. Un ejemplo de un material adecuado que se puede emplear para la capa protectora de retención 201 puede ser un polímero a base de flúor, tal como Etileno Tetrafluoroetileno (ETFE), que es hidrófobo y, además, se puede formar con micro nano estructuración de la superficie.

Las capas del revestimiento específico pueden unirse de varias maneras que incluyen: fusión de capas de materiales similares o disimilares, pero separados (por ejemplo, por laminación térmica), o utilizando adhesivos. El revestimiento se puede formar también por deposición secuencial y/p estructuración de capas de material en una forma monolítica. Un método de deposición secuencial de este tipo que se puede emplear es impresión 3D.

Los agentes químicos pueden ser transportados desde la capa funcional de deshielo 203, a través de cualquier capa opcional, hasta la capa protectora de retención 201, donde realizan su función de deshielo. En algunas realizaciones, se utiliza un mecanismo de activación pasiva para impulsar o liberar de otra manera los agentes químicos hasta la capa protectora de retención 201, cuando se necesita deshielo, después de lo cual se utiliza el mismo mecanismo para retornar los agentes químicos a la capa funcional de deshielo 203. Naturalmente, para que los agentes químicos migren de esta manera es necesario que exista una trayectoria de permeación entre la capa funcional de deshielo 203 y la superficie de la capa protectora de retención 201.

A modo de ejemplo, algunos mecanismos de activación pasiva que se pueden emplear son sensibles a temperatura, de tal manera que cuando la temperatura cae por debajo del punto de congelación del agua, los agentes químicos migran a la superficie de la capa protectora de retención 201 y migran de retorno a la capa funcional de deshielo 203 cuando la temperatura se eleva por encima del punto de congelación del agua. La migración puede ser conducida reversiblemente, por ejemplo, por separación de fases entre, por ejemplo, un polímero tal como polidimetilsiloxano (PDMS) y un agente químico tal como una molécula de alquilo. El periodo de tiempo sobre el que los agentes químicos migran a la superficie de la capa protectora de retención 201 se puede extender sobre la longitud de un vuelo o misión individual o múltiples vuelos o misiones. Haciendo la migración reversible, el agente químico puede conservarse y reutilizarse sustancialmente.

Otros métodos además de o en lugar de la separación de fases se pueden emplear para conducir reversiblemente los agentes químicos hasta la superficie de la capa protectora de retención 201 cuando se emplea un mecanismo de activación pasiva que es sensible a temperatura. Por ejemplo, las diferencias de expansión térmica entre y en medio de las varias capas y/o la plataforma estructura mostrada en la figura 2 pueden emplearse para conducir físicamente los agentes químicos hasta la superficie de la capa protectora de retención 201. A modo de ejemplo, la plataforma estructural (por ejemplo, el bastidor del ala y/o el revestimiento) y/o la capa opcional 204 pueden estar formadas de un material que se contrae más que el agente químico a medida que se reduce la temperatura, conduciendo de esta manera el agente químico hasta la superficie de la capa protectora de retención 201.

Otro mecanismo que se puede utilizar para conducir reversiblemente el agente químico hasta la capa protector de retención 201 emplea cambios en la afinidad química de las capas con el agente químico con temperatura. Por ejemplo, la adhesión física del agente químico a la capa protector de retención 201 puede ser mayor a bajas temperaturas que la adhesión física del agente químico a la capa funcional de deshielo 203. Es decir, que haciendo la capa protectora de retención 201 más receptiva al agente químico a bajas temperaturas y haciendo la capa funcional de deshielo 203 más receptiva al agente químico a temperaturas más altas, se puede conseguir la migración del agente químico entre las dos capas.
Como se ha indicado anteriormente, se necesita una trayectoria de permeación entre la capa funcional de deshielo 203 y la superficie de la capa protectora de retención 201 con el fin de que los agentes químicos migren hasta la superficie. La trayectoria de permeación se puede conseguir con una estructura porosa o acanalada, con tamaño

apropiado o selectividad química tal como una membrana de difusión. Adicionalmente, puede ser deseable proporcionar una capa sustancialmente impermeable entre la capa de deshielo funcional 203 y la plataforma estructural 205 para asegurar que los agentes químicos sólo son conducidos en una dirección, es decir, hasta la superficie de la capa protectora de retención 201.

La figura 3 es un diagrama esquemático de la sección transversal de una realización particular del ala del avión mostrada en la figura 2, en el que la capa funcional de deshielo 203 de la figura 2 es una capa química de depósito de deshielo 303 para almacenar un agente de deshielo. Como se muestra, una capa 302 opcional permeable al agente de deshielo puede estar en contacto con la capa química de depósito de deshielo 303, sobre la que se proporciona una capa exterior 301 receptora de agente de deshielo y protectora. Una capa 304 opcional impermeable a agente de deshielo está localizada entre la capa química de depósito de deshielo 303 y la plataforma estructural 305.

Aunque se ha descrito anteriormente un mecanismo de activación pasiva para conducir los agentes químicos hasta la superficie de la capa protectora de retención, en algunas realizaciones se puede utilizar un mecanismo activo como un suplemento o sustitución de un mecanismo de activación pasiva. La figura 4 muestra tal realización, que es similar a la realización mostrada en la figura 3, excepto que se proporciona una cada de activación de agente de deshielo 406 entre la plataforma estructural 405 y la capa impermeable a agente de deshielo 404. Dependiendo de una variedad de factores, la capa de activación de agente de deshielo 406 puede estar localizada entre o dentro de otras capas mostradas en la figura 4. La capa de activación de agente de deshielo 406 puede funcionar por constricción física, calentamiento o estimulación de otro tipo de la liberación del agente químico. Por ejemplo, en una realización se puede prever un elemento piezoeléctrico para conducir físicamente el agente químico hasta la superficie de la capa protectora de retención 401.

La presente invención constituye materiales o revestimientos multifuncionales, en donde incorpora funcional estructural además de otras funciones, tales como antihielo o deshielo. Los materiales multifuncionales, en general, en oposición a combinaciones de componentes que funcionan separadamente pueden impartir varias ventajas, incluyendo uso reducido de materiales, compacidad más alta, peso más ligero, durabilidad más alta, mayor facilidad de fabricación y costo bajo. En el caso de avión, UAVs o plataformas similares, donde tales aspectos pueden habilitar la misión, es deseable también incluir funcionalidades adicionales, tales como para generación de potencia, detección, electrónica, comunicaciones, etc.

En aquellos casos donde se integran varias o múltiples funciones juntas en materiales o estructuras comunes, debería prestarse atención, naturalmente, a la compatibilidad de estas funciones. Por ejemplo, en casos donde energía electromagnética o señales eléctricas o especies químicas necesitan penetrar hasta una localización para la funcionalidad dada, por ejemplo, una capa de absorción debajo de la superficie, entonces cualquier material, capas o estructuras que separan estas funciones de la fuente del efecto de influencia, o su salida resultante, deberían ser adecuadamente transparentes o permeables al medio.

En algunas realizaciones, una o más células fotovoltaicas semiconductoras puede estar localizadas dentro, entre y/o debajo de una o más de las capas mostradas en la figura 3. Si las capas en las que las células fotovoltaicas están localizadas y las que están por encima son sustancialmente transparentes a longitudes de ondas seleccionadas de radiación electromagnética (por ejemplo, luz solar), entonces las células fotovoltaicas serán capaces de producir portadores de energía allí. Éste es un ejemplo de un revestimiento multifuncional de nivel más alto para la finalidad añadida de generación de potencia en plataforma, así como potencia de funcionalidad estructural y de deshielo, que pueden impartir beneficios adicionales en funcionalidad, durabilidad, reducción de peso y coste. Otros ejemplos de este tipo incluyen realizaciones donde se integran antenas RF en el revestimiento para la finalidad de soportar funciones de comunicaciones. Otros ejemplos de este tipo incluyen realizaciones donde se integran dispositivos químicos, físicos, electrónicos u otros dispositivos sensores en el revestimiento sin perjuicio de su funcionalidad deseada.

Los revestimientos antihielo y/o de deshielo descritos anteriormente proporcionan un número de ventajas sobre tecnologías antihielo y/o de deshielo convencionales. Por ejemplo, en comparación con las tecnologías de ala exudativa, la presente invención tiene una estructura altamente integrada, es apta para ser activada pasivamente y puede consumir relativamente pocos o ningún material Al/Dl. En comparación con tecnologías de superficies "hielófobas" micro a nano estructuradas, la invención puede operar en condiciones de escarcha e incluye capas debajo de la superficie para realizar funcionalidad Al/Dl. También permite o mejora el rendimiento o longevidad con el uso de una capa protectora de retención. Además, a diferencia de tecnologías de superficies "hielófobas" micro a nano estructuradas, la funcionalidad de la invención se puede implementar de una manera dinámica más que una manera estática.

En comparación con tecnologías de superficies hielófobas SLIPS, la invención tiene una capa superior de retención y protección. Además, la invención funciona tanto dinámica como reversiblemente más que estáticamente e incluye mecanismos para suministrar los agentes químicos a la superficie. La invención puede incorporar también una

superficie micro a nano estructurada como la capa superior, en oposición a la estructura porosa opuesta que los materiales SLIPs utilizan simplemente para retención de fluido.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura resistente al hielo, que comprende:

- una plataforma estructural autoportante;
- una capa protectora de retención dispuesta sobre la plataforma estructural, autoportante; y
- una capa antihielo (Al) y/o de deshielo (DI) debajo de la superficie localizada entre la plataforma estructural autoportante y la capa de protección de retención, siendo la capa Al y/o Dl debajo de la superficie una capa funcional, de tal manera que se libera un agente Al y/o Dl a una superficie de la capa protectora de retención por un mecanismo de activación sensible a un cambio en una condición medioambiental.

2. La estructura resistencia al hielo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la plataforma estructural define un ala de avión y la capa protectora de retención y la capa Al y/o Dl debajo de la superficie definen un revestimiento sobre al menos una porción del ala del avión, y en donde el ala del avión es preferentemente un ala de Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV).

3. La estructura resistencia al hielo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el mecanismo de activación es un mecanismo de activación pasiva.

4. La estructura resistencia al hielo de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la condición medioambiental es la temperatura.

5. La estructura resistente al hielo de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el método de activación pasiva:

- conduce el agente Al y/o DI sobre la superficie utilizando separación de fases o diferentes en tasas de expansión térmica, de tal manera que las diferencias en las tasas de expansión térmica conducen físicamente el agente Al y/o Dl hasta la superficie; o
- conduce el agente Al y/o DI sobre la superficie utilizando cambios de afinidad química de la capa protectora de retención y la capa Al y/o Dl debajo de la superficie con respecto al agente Al y/o Dl; o
- conduce reversiblemente el agente Al y/o Dl sobre la superficie de tal manera que el agente Al y/o Dl es suministrado sobre la superficie de la capa protectora de retención en respuesta a una primera condición medioambiental y/o al menos algo del agente Al y/o Dl retorna a la capa Al y/o Dl debajo de la superficie en respuesta a una segunda condición medio ambiental, y, preferiblemente, en donde la primera condición medioambiental es una temperatura a o por debajo de aproximadamente 0º y la segunda condición medioambiental es una temperatura por encima de aproximadamente 0ºC o en donde el agente Al y/o Dl es preservado sustancialmente después de ser suministrado sobre la superficie y retornado a la capa Al y/o Dl debajo de la superficie.

6. La estructura resistencia al hielo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la capa protectora de retención tiene características Al y/o Dl.

7. La estructura resistencia al hielo de acuerdo con la reivindicación 6, en donde las características Al y/o Dl son impartidas por una naturaleza química de agentes contenidos en la capa protectora de retención o por una naturaleza estructural de la capa protectora de retención que tiene preferiblemente una microestructura o nanoestructura.

8. La estructura resistente al hielo de acuerdo con la reivindicación 1,

- en donde el mecanismo de activación es un mecanismo de activación activa, o
- en donde el agente Dl está seleccionado del grupo que consta de un aceite hidrófobo, gel, y un material fluorado.

9. La estructura resistente al hielo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la capa de Al y/o Dl debajo de la superficie incluye un material de superficie porosa infundida de líquido (SLIPS); o en donde la capa de Al y/o Dl debajo de la superficie incluye polidimetilsiloxano (PDMS) y el agente Al y/o Dl incluye una molécula de alquilo.

10. La estructura resistente al hielo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la capa protectora de retención incluye un polímero a base de flúor, en donde el polímero a base de flúor incluye Etileno Tetrafluoroetileno (ETFE).

11. La estructura resistente al hielo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el agente Al y/o Dl en la capa antihielo (Al) y/o la capa de deshielo (DI) debajo de la superficie es recargable, en donde capa antihielo (Al) y/o la capa de deshielo (DI) es recargable preferiblemente por migración de agentes químicos Al o Dl desde el exterior de capas exteriores de la estructura resistente al hielo a través de capas intermedias hasta las capas debajo de la

superficie que retienen el agente químico.

12. La estructura resistente al hielo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos algunas de las capas son sustancialmente transparentes a longitudes de ondas seleccionadas de radiación electromagnética.

13. La estructura resistente al hielo de acuerdo con la reivindicación 12, en donde al menos algunas de las capas son sustancialmente transparentes a luz solar, en donde la estructura resistente al hielo comprende preferiblemente, además, células fotovoltaicas dentro, entre y/o debajo de una o más de las capas, de tal manera que las células fotovoltaicas reciben luz solar suficiente para producir allí portadores eléctricos.

14. La estructura resistente al hielo de acuerdo con la reivindicación 12, en donde al menos algunas de las capas son sustancialmente transparentes a radiación de radio frecuencia (RF), en donde la estructura resistente al hielo comprende preferiblemente, además, una o más estructura de antena aseguradas a la plataforma estructural para funcionar como parte de dispositivos de recepción y/o de transmisión de RF.

15. La estructura resistente al hielo de acuerdo con la reivindicación 12, en donde al menos algunas de las capas son sustancialmente permeables a agentes químicos, radioactivos o similares, indicadores o señales que deben ser detectables por sensores, en donde la estructura resistente al hielo comprende preferiblemente, además, uno o más dispositivos o estructuras para agentes químicos, radioactivos o similares para realizar detección sensoria o informativa y/o análisis.

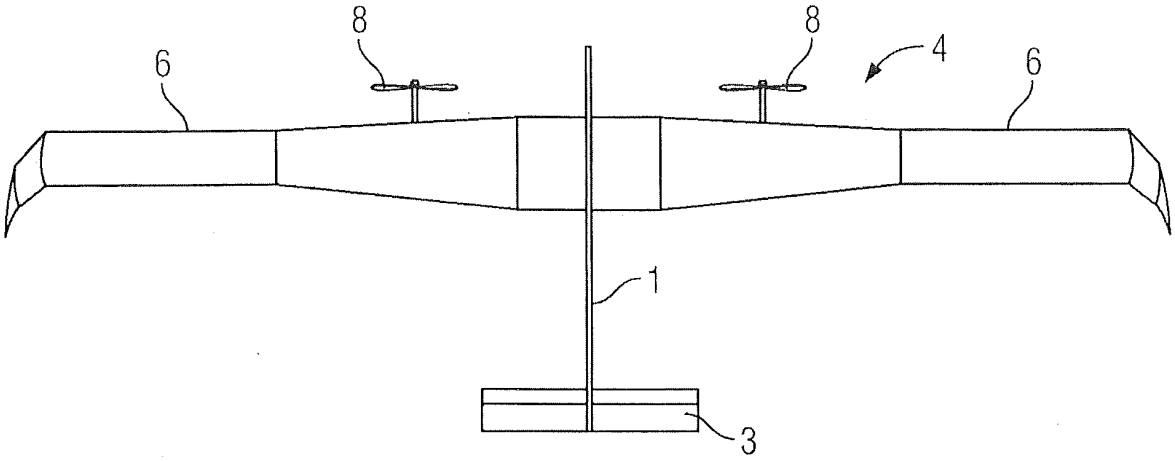
8
8
4
6
6
1
3

FIG. 1

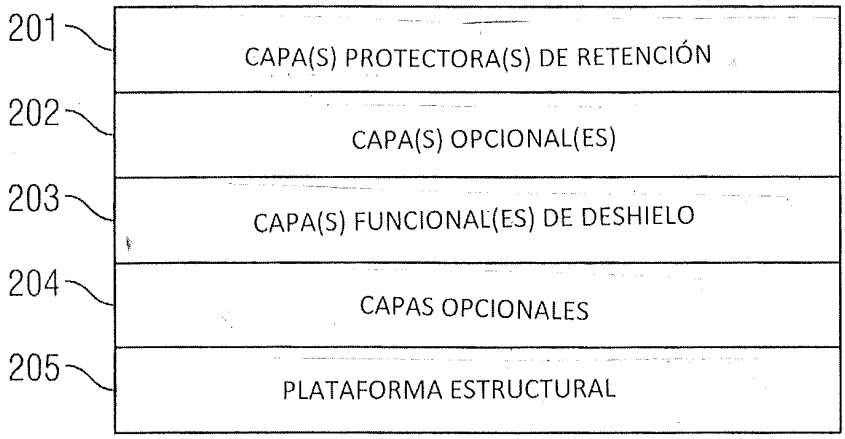
201
CAPA(S) PROTECTORA(S) DE RETENCIÓN
202
CAPA(S) OPCIONAL(ES)
203
CAPA(S) FUNCIONAL(ES) DE DESHIELO
204
CAPAS OPCIONALES
205
PLATAFORMA ESTRUCTURAL

FIG. 2

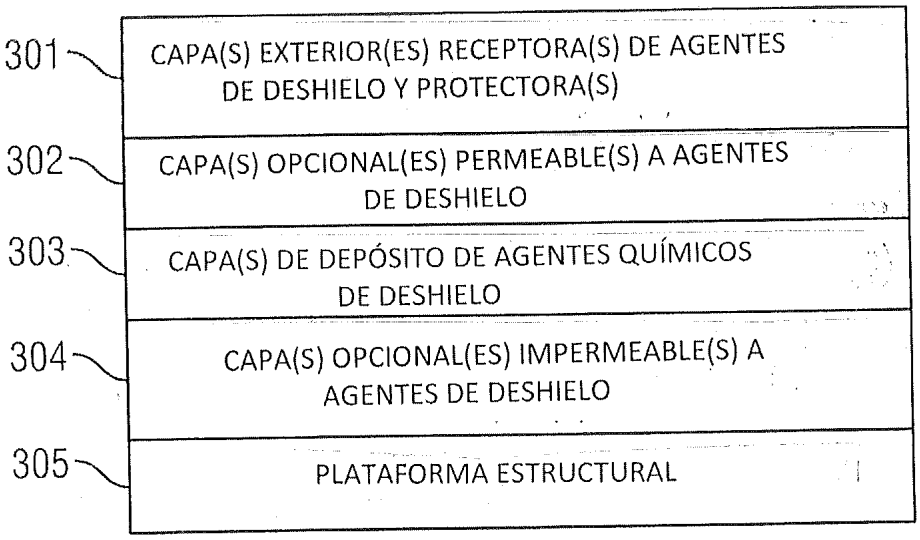
301
CAPA(S) EXTERIOR(ES) RECEPTORA(S) DE AGENTES DE DESHIELO Y PROTECTORA(S)
302
CAPA(S) OPCIONAL(ES) PERMEABLE(S) A AGENTES DE DESHIELO
303
CAPA(S) DE DEPÓSITO DE AGENTES QUÍMICOS DE DESHIELO
304
CAPA(S) OPCIONAL(ES) IMPERMEABLE(S) A AGENTES DE DESHIELO
305
PLATAFORMA ESTRUCTURAL

FIG. 3

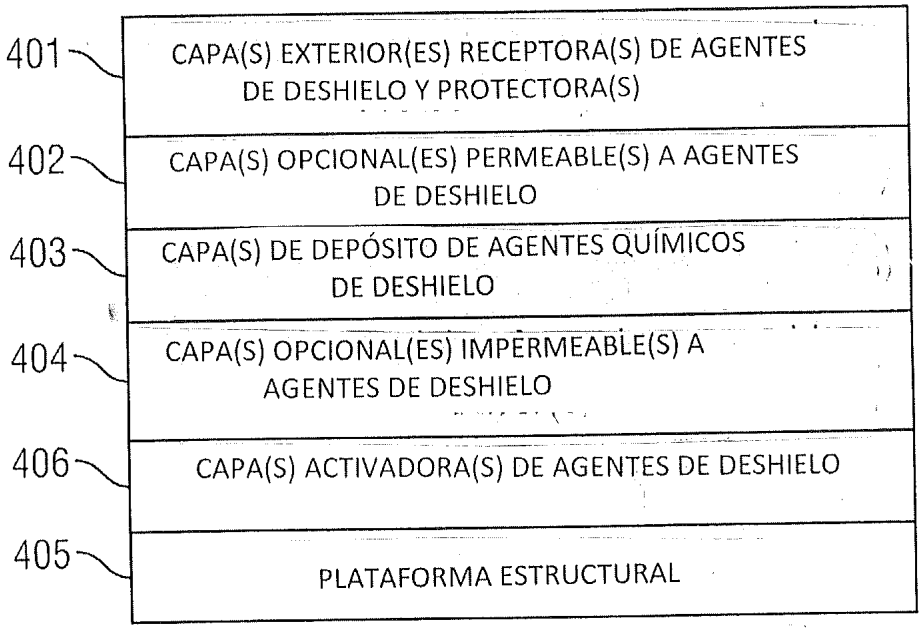
401
CAPA(S) EXTERIOR(ES) RECEPTORA(S) DE AGENTES DE DESHIELO Y PROTECTORA(S)
402
CAPA(S) OPCIONAL(ES) PERMEABLE(S) A AGENTES DE DESHIELO
403
CAPA(S) DE DEPÓSITO DE AGENTES QUÍMICOS DE DESHIELO
404
CAPA(S) OPCIONAL(ES) IMPERMEABLE(S) A AGENTES DE DESHIELO
406
CAPA(S) ACTIVADORA(S) DE AGENTES DE DESHIELO
405
PLATAFORMA ESTRUCTURAL

FIG. 4