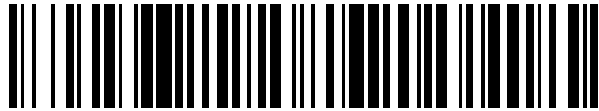


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 042**

51 Int. Cl.:

C23C 14/02 (2006.01)

B64D 45/02 (2006.01)

C23C 14/14 (2006.01)

C23C 14/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2016 E 16382228 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3249072**

54 Título: **Método para aumentar la conductividad eléctrica de una superficie de una pieza de material compuesto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.04.2020

73 Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE, S.A.U. (100.0%)
Paseo John Lennon, s/n
28906 Getafe (Madrid), ES

72 Inventor/es:

NOGUEROLAS VIÑES, PEDRO;
LÓPEZ ROMANO, BERNARDO;
SÁNCHEZ VICENTE, LAURA;
JIMÉNEZ GUERRERO, IGNACIO;
CASCALES FERNÁNDEZ, JOSÉ;
GARCÍA FUENTES, GONZALO;
ALMANDOZ SÁNCHEZ, ELUXKA y
BUENO LÓPEZ, REBECA

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 752 042 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

Método para aumentar la conductividad eléctrica de una superficie de una pieza de material compuesto

Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención se refiere al campo de la fabricación de piezas de material compuesto. Particularmente, se refiere a un método para aumentar la conductividad eléctrica de una superficie de una pieza de material compuesto.

Antecedentes de la invención

Las piezas de material compuesto se usan en varios campos técnicos, tales como vehículos y estructuras aeronáuticos, navales o ferroviarios o turbinas eólicas. Puesto que los materiales compuestos tienen una escasa conductividad eléctrica, se requieren algunas operaciones para aumentar su conductividad eléctrica.

- 10 Se conocen varias soluciones para aumentar la conductividad eléctrica de una superficie de una pieza de material compuesto. Este es el caso, por ejemplo, para proteger la pieza de material compuesto contra impactos de rayos.

- 15 Los métodos conocidos actualmente consisten en recubrir la pieza de material compuesto con una malla o lámina metálica (lámina de cobre expandido, malla de bronce, etc.). El problema principal asociado con estas soluciones es el peso añadido a la pieza de material compuesto, especialmente en los campos mencionados anteriormente en los que el ahorro de peso es de la máxima importancia.

Además, estas operaciones de recubrimiento se realizan habitualmente de forma manual, lo que da como resultado elementos muy caros.

- 20 Métodos para incrementar la conductividad eléctrica de superficies de una pieza de material compuesto mediante la aplicación de una capa de metal por deposición de vapor se describen en las publicaciones del estado del arte "Adherent metallization of carbon-fibre-reinforced plastic composites using a combined vacuum/electrochemical deposition process", Essmann et al., Surface and Coatings Technology, vol. 54-55 (1992), páginas 599-603; y "Lightning strike protection of composites", Gagné et al., Progress in Aerospace Sciences, vol. 64 (2014), páginas 1-16; así como en el documento US 2015/0292074 A1.

Sumario de la invención

- 25 La presente invención proporciona una solución para los problemas mencionados anteriormente mediante un método según la reivindicación 1. Todas las características descritas en esta memoria descriptiva, incluyendo las reivindicaciones, descripción y dibujos, pueden combinarse en cualquier combinación, con la excepción de combinaciones de tales características que se excluyen mutuamente.

- 30 Según un primer aspecto de la invención, la invención proporciona un método para aumentar la conductividad eléctrica de una superficie de una pieza de material compuesto que comprende al menos una superficie, comprendiendo el método la etapa de

aplicar una capa de recubrimiento que comprende un metal, siendo el grosor de la capa de recubrimiento de 0,1-10 μm y aplicándose dicha capa de recubrimiento sobre la al menos una superficie de la pieza de material compuesto, por medio de deposición física en fase de vapor;

- 35 en el que la aplicación de la capa de recubrimiento se hace en condiciones de vacío.

En el contexto de la presente invención, las condiciones de vacío significan que la presión es inferior a 0,1 mbar, preferiblemente de entre 0,001 mbar y 0,08 mbar.

- 40 La deposición física en fase de vapor se refiere a cualquier método que comprende la formación de un vapor del material que va a aplicarse como una capa de recubrimiento mediante medios físicos, y la deposición de este vapor sobre un sustrato, que en este caso corresponde a la pieza de material compuesto, para formar la capa de recubrimiento. Existen algunos ejemplos particulares de métodos de deposición física en fase de vapor, en los que una capa de recubrimiento se trata para depositarse sobre un sustrato:

- 45 Evaporación térmica: el material de recubrimiento contenido en un anticátodo o crisol se lleva hasta la temperatura de evaporación o sublimación, por medio de un calentador resistivo o mediante un haz de electrones de alta energía dirigido hacia la capa de recubrimiento. Esto se hace a alto vacío, a presiones inferiores a 0,1 mbar, tanto para permitir que el vapor alcance el sustrato sin reaccionar con o dispersarse chocando con otros átomos en fase de gas en la cámara como para reducir la incorporación de impurezas del gas residual en la cámara de vacío.

- 50 Epitaxia de haces moleculares: este es un ejemplo particular de evaporación térmica, en la que las corrientes de vapor que fluyen lentamente del material de recubrimiento se dirigen hacia el sustrato, de modo que la capa de recubrimiento deposita una capa atómica cada vez.

- Pulverización catódica por magnetrón: el material de recubrimiento se sitúa en un anticátodo y se golpea mediante un plasma, habitualmente un gas noble tal como argón, para extraer unos cuantos átomos de este material cada vez. El anticátodo puede mantenerse a una temperatura relativamente baja, puesto que el proceso no es de evaporación. Esto es especialmente útil para compuestos o mezclas, en los que diferentes componentes tenderían, de otro modo, a evaporarse a diferentes velocidades. En la pulverización catódica también se usan gases de nitrógeno y oxígeno para producir nitruros y óxidos del material de anticátodo en el denominado modo de pulverización catódica reactiva. Una realización particular de pulverización catódica por magnetrón es una pulverización catódica por magnetrón mediante impulsos de alta potencia.
- Deposición por arco catódico: un arco eléctrico proyecta literalmente iones desde el cátodo del material de recubrimiento. El arco tiene una densidad de potencia extremadamente alta dando como resultado un alto nivel de ionización (30–100%), iones con carga múltiple, partículas neutras, agregados y macropartículas (gotas). En realizaciones particulares, un gas reactivo, tales como N₂, O₂, H₂, C₂H₂, se introduce durante el proceso de evaporación. En estas realizaciones, puede producirse una disociación, ionización y excitación durante la interacción del gas reactivo con el flujo de iones de la capa de recubrimiento, depositándose, por tanto, el material de recubrimiento.
- Deposición por láser pulsado: pulsos de luz de láser enfocada vaporizan la superficie del material de recubrimiento y lo convierte en plasma; este plasma habitualmente retorna a un gas antes de alcanzar el sustrato.
- Deposición asistida por haz de iones: combina el suministro de átomos de vapor desde una fuente de evaporación o pulverización catódica, con el suministro de iones emitidos por un haz de iones, para formar una capa de recubrimiento a partir de la combinación de átomos e iones.
- A lo largo de todo el documento, la expresión “material de recubrimiento” se entenderá como el material almacenado a granel, y la expresión “capa de recubrimiento” se entenderá como el material de recubrimiento que se ha depositado como una capa sobre la superficie de una pieza de material compuesto.
- Ventajosamente, este método genera una pieza de material compuesto con una conductividad eléctrica mejorada. Por tanto, la pieza de material compuesto obtenida puede emplearse contra un impacto de rayo y presenta un peso más ligero y un mejor acabado de superficie que las piezas de material compuesto fabricadas mediante métodos conocidos.
- Ventajosamente, este método garantiza la fabricación de una pieza más ligera, mediante un método que puede automatizarse y que no necesita espacio adicional para guardar las mallas antes de añadirlas a las piezas de material compuesto.
- El método de acuerdo con la invención comprende además una etapa de preparar la superficie de la pieza de material compuesto antes de la aplicación de la capa de recubrimiento, realizándose esta etapa en condiciones de vacío.
- En una realización particular, la etapa de preparar la superficie de la pieza de material compuesto comprende una modificación por haz de iones de la superficie usando al menos un gas.
- En una realización particular, el al menos un gas es un gas inerte.
- En una realización particular, la etapa de preparar la superficie de la pieza de material compuesto comprende exponer la superficie de la pieza de material compuesto a un gas ionizado.
- La etapa de preparar la superficie de la pieza de material compuesto comprende aplicar una capa de unión intermedia por medio de deposición física en fase de vapor antes de la capa de recubrimiento, en donde la capa de unión comprende un nitruro metálico, tal como TiN y CuN. Esta capa de unión mejora la adherencia de la capa de recubrimiento que se aplica posteriormente.
- En una realización particular, la aplicación de la capa de recubrimiento se aplica a través de deposición por arco catódico y/o pulverización catódica por magnetrón, y/o evaporación térmica.
- En una realización particular, se mantienen las condiciones de vacío entre la etapa de preparar la superficie de la pieza de material compuesto y la etapa de aplicar la capa de recubrimiento. En una realización más particular, la etapa de preparar la superficie de la pieza de material compuesto y la etapa de aplicar la capa de recubrimiento están separadas por un periodo de tiempo específico.
- En una realización particular, la capa de recubrimiento comprende cobre y/o aluminio.
- En una realización particular, la capa de recubrimiento tiene un grosor mayor de 1 µm, preferiblemente de entre 1 y 5 µm. Ventajosamente, este grosor es suficiente para proporcionar una mejor conductividad eléctrica y en particular una protección contra impactos de rayos cuando la capa de recubrimiento se aplica mediante un método según la invención. En una realización más particular, la capa de recubrimiento es de un grosor de entre 2 y 3,5 µm, que tiene

incluso una mejor conductividad eléctrica y un mejor comportamiento para la protección contra rayos sin un peso excesivo.

5 En una realización particular, la al menos una superficie se somete a un tratamiento específico con el fin de mejorar la adherencia de la capa de recubrimiento posterior. Más particularmente, la al menos una superficie de una pieza de material compuesto se somete a un tratamiento de preparación de superficie en condiciones de no vacío antes de la aplicación de la capa de recubrimiento, preferiblemente un tratamiento mediante proyección de arena.

10 En una realización particular, en una etapa anterior a la etapa de preparar la superficie de la pieza de material compuesto, la al menos una superficie de una pieza de material compuesto se somete a un tratamiento de preparación de superficie, preferiblemente a un tratamiento mediante proyección de arena en condiciones de no vacío.

15 En otra realización particular, la al menos una superficie de una pieza de material compuesto comprende una capa curada conjuntamente separable. En esta realización particular, la capa curada conjuntamente separable es una capa que puede retirarse de la pieza de material compuesto antes de aplicar la capa de recubrimiento posterior. En este contexto, el término curada conjuntamente se conoce como un proceso de curado en el que se cura conjuntamente una pieza de material compuesto curada unida a una capa separable. En esta realización, la capa curada conjuntamente separable se retira en condiciones de no vacío antes de la aplicación de la capa de recubrimiento.

20 En otra realización particular, en una etapa anterior a la etapa de preparar la superficie de la pieza de material compuesto, la al menos una superficie de la pieza de material compuesto comprende una capa curada conjuntamente separable, retirándose la capa curada conjuntamente separable en esta etapa anterior en condiciones de no vacío.

Ventajosamente, estas realizaciones mejoran la rugosidad de la superficie de la pieza de material compuesto, y la adhesión posterior de la capa de recubrimiento.

Descripción de los dibujos

25 Estas y otras características y ventajas de la invención se entenderán con claridad en vista de la descripción detallada de la invención que se hace evidente a partir de realizaciones preferidas de la invención, proporcionadas simplemente como ejemplo y no limitándose a las mismas, con referencia a los dibujos.

Figura 1: Esta figura muestra una pieza de material compuesto sin realizar el método de la invención.

30 Figura 2: Esta figura muestra un esquema de una primera etapa de una realización particular del método de la invención.

Figura 3: Esta figura muestra una pieza de material compuesto que se ha sometido a la primera etapa de la misma realización particular del método según la presente invención.

Figura 4: Esta figura muestra un esquema de una segunda etapa de una realización particular del método de la invención.

35 Figura 5: Esta figura muestra una pieza de material compuesto que se ha sometido a la segunda etapa de una realización particular del método según la invención.

Figura 6: Esta figura muestra una vista en sección de la pieza de material compuesto después de realizar una realización particular del método según la invención.

40 Figura 7: Esta figura muestra una aeronave con una pieza de material compuesto tratada según el método de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Una vez que se ha perfilado el objeto de la invención, a continuación en el presente documento se describen realizaciones no limitativas específicas.

45 En una realización preferida de la invención, el método comprende dos etapas: una primera etapa de preparar la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1), y una segunda etapa de aplicar una capa de recubrimiento que comprende aluminio. Ambas etapas se realizan en condiciones de vacío.

50 La figura 1 muestra una superficie (2) de una pieza de material compuesto en bruto (1) que se tratará con el método de esta realización para aumentar la conductividad eléctrica de dicha superficie. En esta figura particular, esta pieza de material compuesto (1) es una pieza de un estabilizador horizontal de una aeronave (9), pero el método de la invención puede aplicarse a cualquier otra pieza de material compuesto empleada en una aeronave o cualquier vehículo.

La figura 2 muestra un ejemplo de la primera etapa del método, en la que la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1) se trata usando una modificación por haz de iones (3) con un gas inerte. En una realización particular el gas inerte es nitrógeno. La primera etapa del método mejora la adhesión de la capa de recubrimiento que va a aplicarse en la segunda etapa.

- 5 Una vez que se ha aplicado la modificación por haz de iones (3), la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1) se convierte en una superficie preparada (4) que está lista para la segunda etapa, tal como se muestra en la figura 3.

- 10 En una realización alternativa, la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1) comprende una capa curada conjuntamente separable. La capa curada conjuntamente separable se retira en una condición de no vacío y antes de la etapa de preparar la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1) mostrada en la figura 2.

- 15 La figura 4 muestra un ejemplo de la segunda etapa del método, en la que una capa de recubrimiento (6) se aplica mediante deposición física en fase de vapor (5) sobre la superficie preparada (4). En una realización preferida, el tiempo transcurrido después de que se ha realizado la primera etapa es de 30 segundos o menos. En esta realización particular, la deposición física en fase de vapor (5) se aplica a través de deposición por arco catódico y/o pulverización catódica por magnetrón, y/o evaporación térmica.

Una vez que se ha aplicado la deposición física en fase de vapor (5), la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1) comprende la capa de recubrimiento (6) tal como se muestra en la figura 5. Ventajosamente, se ha aumentado la conductividad eléctrica de la superficie tratada (2) de la pieza de material compuesto (1), resolviendo, por tanto, los problemas revelados en el estado de la técnica.

- 20 Opcionalmente, la pieza de material compuesto (1) se pinta entonces o se somete a cualquier otro tratamiento adecuado que la deja en un estado apto para su uso en una estructura adecuada, tal como una aeronave.

La figura 6 muestra una vista en sección de la distribución de capas de la pieza de material compuesto (1) después de aplicar un método de la invención según una realización adicional.

- 25 En dicha realización, la capa de recubrimiento (6) comprende cobre con un grosor de 3 μm y durante la primera etapa del método una capa de unión intermedia (7) de TiN y CuN se aplica por medio de deposición física en fase de vapor. Una vez que se ha realizado el método de esta realización, la pieza de material compuesto (1) comprende un núcleo de pieza de material compuesto (8), la capa de unión (7) y la capa de recubrimiento (6).

- 30 En una realización alternativa, la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1) se somete a un tratamiento mediante proyección de arena. El tratamiento mediante proyección de arena se aplica en condición de no vacío y antes de la etapa de preparar la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1).

En la figura 7 se muestra un ejemplo de una aeronave (9) que comprende al menos una pieza de material compuesto (1) en la que su superficie se ha tratado mediante el método para aumentar la conductividad eléctrica de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para aumentar la conductividad eléctrica de una superficie de una pieza de material compuesto (1) adecuado para una aeronave, la pieza de material compuesto (1) comprende al menos una superficie (2), comprendiendo el método la etapa de
- 5 aplicar una capa de recubrimiento (6) de material metálico, siendo el grosor de la capa de recubrimiento (6) de material metálico de 0,1-10 μm y aplicándose dicha capa de recubrimiento (6) de material metálico sobre la al menos una superficie (2) de la pieza de material compuesto (1), por medio de deposición física en fase de vapor (5);
- en el que la aplicación de la capa de recubrimiento (6) de material metálico se hace en condiciones de vacío,
- 10 caracterizado porque el método además comprende una etapa de preparar la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1) antes de la aplicación de la capa de recubrimiento (6) de material metálico, realizándose esta etapa en condiciones de vacío, y comprendiendo aplicar una capa de unión intermedia (7) por medio de deposición física en fase de vapor (5) antes de la capa de recubrimiento (6) de material metálico y en el que la capa de unión (7) comprende un nitruro metálico.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la aplicación de la capa de recubrimiento (6) de material metálico se aplica a través de deposición por arco catódico y/o pulverización catódica por magnetrón, y/o evaporación térmica.
- 15 3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de recubrimiento (6) de material metálico comprende cobre y/o aluminio.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el grosor de la capa de recubrimiento (6) de material metálico está entre 1 y 5 μm .
- 20 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el grosor de la capa de recubrimiento (6) de material metálico está entre 2 y 3,5 μm .
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que en una etapa anterior a la etapa de preparar la superficie (2) de la pieza de material compuesto (1)
- 25 - la al menos una superficie (2) de una pieza de material compuesto (1) se somete a un tratamiento de preparación de superficie, preferiblemente un tratamiento mediante proyección de arena en condiciones de no vacío o
- la al menos una superficie (2) de la pieza de material compuesto (1) comprende una capa curada conjuntamente separable, retirándose la capa curada conjuntamente separable en esta etapa anterior en condiciones de no vacío.

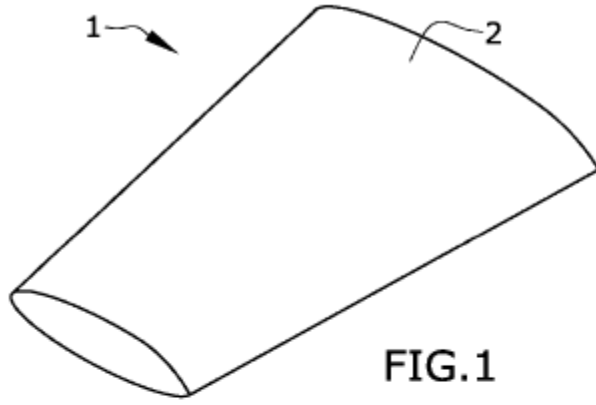


FIG.1

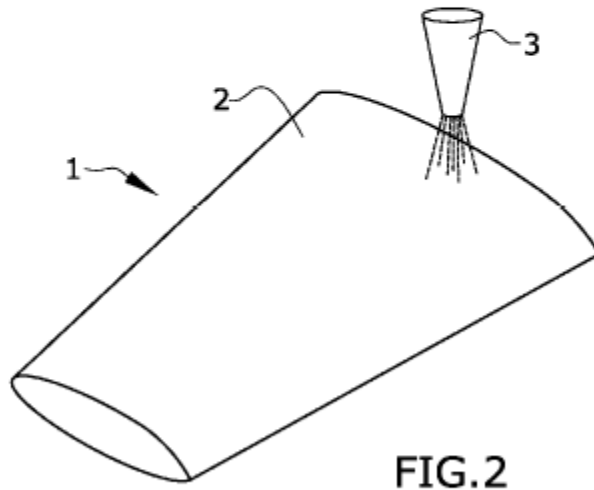
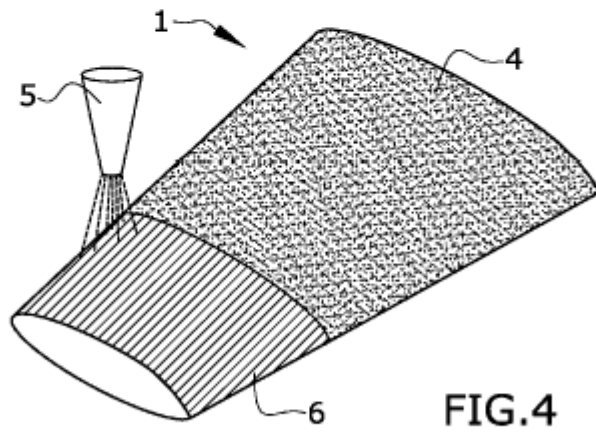
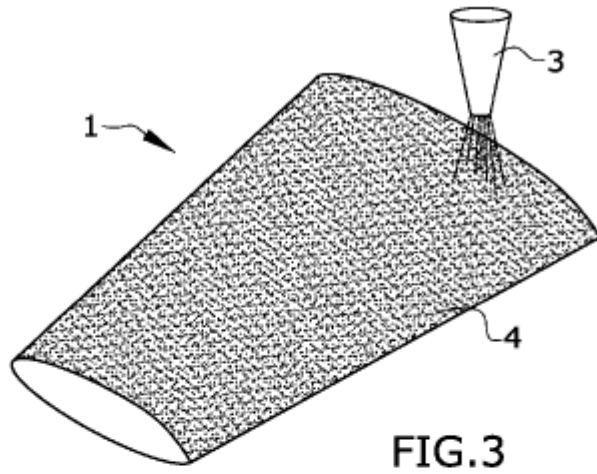


FIG.2



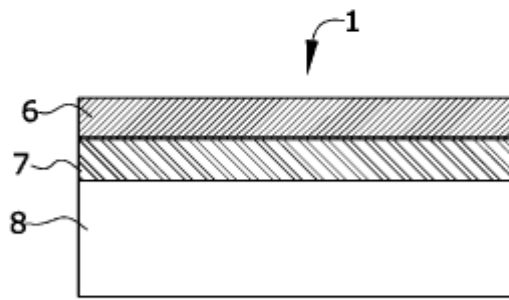
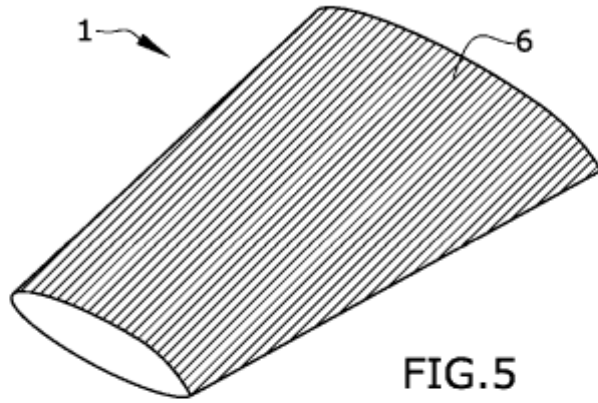


FIG. 6

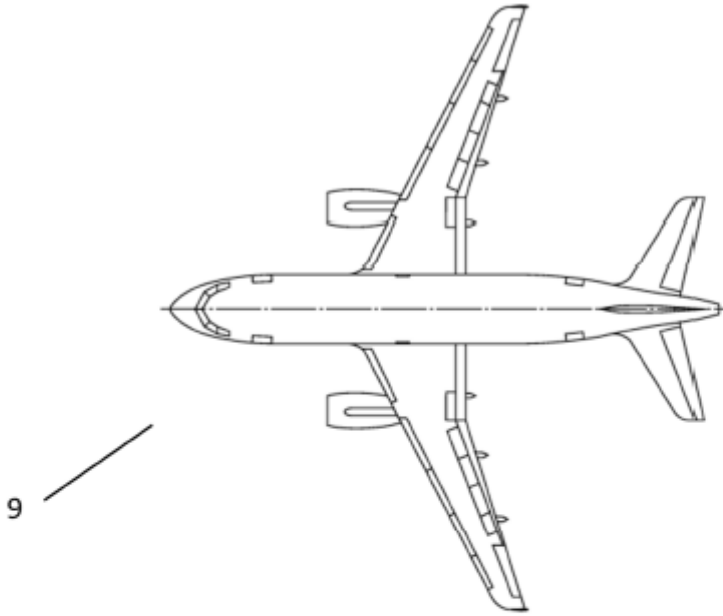


FIG. 7