

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 680**

51 Int. Cl.:

**F16B 33/00** (2006.01)

**F16B 35/06** (2006.01)

**B64D 45/02** (2006.01)

**F16B 33/06** (2006.01)

**F16B 37/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2008 E 08833183 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013 EP 2184227**

54 Título: **Elemento de fijación resistente a los rayos**

30 Prioridad:

**28.09.2007 JP 2007255438**

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

**07.05.2013**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)  
16-5, KONAN 2-CHOME MINATO-KU  
TOKYO 108-8215, JP**

72 Inventor/es:

**KASHIWAGI, MASAHIRO;  
KAMINO, YUICHIRO;  
OGURI, KAZUYUKI;  
TARUMI, TAKEYASU;  
BESSHO, MASAHIRO;  
YAMAKOSHI, HIDEO y  
ISHIKAWA, NAOMOTO**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 402 680 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

Elemento de fijación resistente a los rayos

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un elemento de fijación tipo protección contra rayos, pensado para usarse cuando se emplea un material plástico conductor (por ejemplo, CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono)) como el revestimiento de una aeronave.

**Antecedentes de la técnica**

10 Un elemento de fijación conocido de manera convencional, usado cuando se emplea un material plástico conductor como el revestimiento de una aeronave, tiene una superficie de extremo de una parte de cabeza cubierta con una capa aislante (por ejemplo, remitirse al documento US 4.630.168 A), que se considera como la técnica anterior más cercana.

15 Sin embargo, el elemento de fijación desvelado en el documento mencionado anteriormente tiene el problema de que la tapa aislante puede desprenderse (caerse) de la parte de cabeza del elemento de fijación durante el funcionamiento de la aeronave, debido a que el material dieléctrico es elástico y está unido al cuerpo principal del elemento de fijación en la forma de una tapa dieléctrica encajada a presión sobre la periferia externa de la cabeza para cubrir la parte superior de la cabeza.

20 El documento US 4.884.929 A desvela un conjunto de aeronave en el que un elemento de fijación de protección contra rayos está montado en su sitio para unir un revestimiento y un elemento estructural, y una capa aislante o dieléctrica en la forma de un material termoplástico que se funde tras el calentamiento se une a la superficie superior del elemento de fijación, debido a que el material dieléctrico se llena en un hueco entre la superficie superior rebajada de la cabeza del elemento de fijación y una pared periférica de una perforación avellanada en el revestimiento. Después del endurecimiento, se elimina mecánicamente el material sobrante.

25 La presente invención se ha concebido a la luz de la situación descrita anteriormente, y un objetivo de la misma es proporcionar un elemento de fijación de protección contra rayos que sea capaz de prevenir de manera fiable el desprendimiento de una tapa aislante durante el funcionamiento de una aeronave, y que sea capaz de mejorar la capacidad anti-impacto de rayos del elemento de fijación y la fiabilidad del mismo.

Con el fin de resolver los problemas descritos anteriormente, la presente invención adopta un elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la reivindicación 1, y un conjunto de aeronave de acuerdo con la reivindicación 1, y un conjunto de aeronave de acuerdo con la reivindicación 13.

30 Con el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con el primer aspecto, es posible evitar de manera fiable el desprendimiento (la caída) de la capa aislante 5 de la parte de cabeza 3 durante el funcionamiento de una aeronave y mantener de manera continua el elemento de fijación de protección contra rayos 1 en un estado favorable, debido a que, por ejemplo, como se muestra en las figuras 1 y 2, la capa aislante se adhiere (se une) por fusión a una parte de acoplamiento del lado del elemento de fijación de la parte de cabeza, y la superficie externa de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación y la superficie interna de una parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante están en estrecho contacto a lo largo de la totalidad de las mismas; y también debido a que una parte convexa 7a de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación y una parte 8a de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante, mostradas en las figuras 1 y 2, se acoplan mecánicamente (geoméricamente) una con otra, y una parte cóncava 7b de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación y una parte convexa 8b de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante también se acoplan mecánicamente (geoméricamente) una con otra, produciendo de este modo un estado en el que la capa aislante 5 y la parte de cabeza 3 se sujetan (se fijan) mecánicamente.

En el elemento de fijación de protección contra rayos descrito anteriormente, la capa aislante se forma mediante moldeo por inserción.

45 En un elemento de fijación de protección contra rayos de este tipo, por ejemplo, la capa aislante, hecha de plástico termoplástico o plástico termoestable, se adhiere (se une) por fusión a la parte de acoplamiento del lado del elemento de fijación de la parte de cabeza mediante moldeo por inserción (por ejemplo, moldeo por inyección, moldeo por compresión, y así sucesivamente), la superficie externa de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación y la superficie interna de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante, como se muestra en las figuras 1 y 2, en estrecho contacto a lo largo de la totalidad de las mismas, y la capa aislante 5 también se fija firmemente (de manera fiable) a la parte de cabeza 3 por la fuerza adhesiva de la propia capa aislante 5; por lo tanto, es posible fijar (unir) de manera más fiable la capa aislante 5 a la parte de cabeza 3 y mejorar más la fiabilidad del elemento de fijación de protección contra rayos 1.

55 Además, con un elemento de fijación de protección contra rayos de este tipo, debido a que la capa aislante hecha de, por ejemplo, plástico termoplástico o plástico termoestable se une a la parte de acoplamiento del lado del

elemento de fijación de la parte de cabeza mediante moldeo por inserción (por ejemplo, moldeo por inyección, moldeo por compresión y así sucesivamente), es posible realizar una producción en masa, haciendo posible de este modo reducir el coste de fabricación.

5 En el elemento de fijación de protección contra rayos descrito anteriormente, es aún más preferible que una parte de borde circunferencial de la parte de acoplamiento tenga una forma redonda a lo largo de una dirección circunferencial.

10 Con un elemento de fijación de cabeza a ras convencional, una parte de borde circunferencial de una cabeza a ras se procesa como un cuchillo afilado, y normalmente los rayos atacan de manera selectiva el elemento de fijación debido a que el campo eléctrico se concentra en la parte de borde circunferencial de la cabeza a ras que provoca una descarga en forma de filamento durante la fase precursora antes del impacto de un rayo. Sin embargo, con un elemento de fijación de protección contra rayos de este tipo, debido a que la parte de borde circunferencial de la parte de acoplamiento del lado del elemento de fijación formada en la parte de cabeza se forma de manera que la forma de la misma en una vista en sección transversal es, por ejemplo, redonda, tal como se muestra en las figuras 1 y 2 (por ejemplo, se procesa con el fin de tener un radio (R) de aproximadamente 0,1 a 0,3 mm), es posible evitar la concentración de campo eléctrico durante la fase precursora inmediatamente antes del impacto de un rayo, y por lo tanto puede evitarse el impacto de un rayo en el elemento de fijación de protección contra rayos, además de la capacidad anti-impacto de rayos de la capa aislante.

En el elemento de fijación de protección contra rayos descrito anteriormente, es aún más preferible que la capa aislante se forme con el fin de rodear la parte de borde circunferencial de la parte de acoplamiento.

20 Con un elemento de fijación de protección contra rayos de este tipo, puede evitarse de manera más fiable el impacto de un rayo en el elemento de fijación para la protección contra impacto de rayos debido a que se cubren con la capa aislante la superficie superior de la parte de acoplamiento del lado del elemento de fijación (es decir, la superficie superior de la parte de cabeza del elemento de fijación) y la superficie circunferencial externa de la parte de acoplamiento del lado del elemento de fijación.

25 En el elemento de fijación de protección contra rayos descrito anteriormente, es aún más preferible que el pre-procesamiento para formar una rugosidad de superficie fina se aplique al menos a una parte de la superficie de la parte de acoplamiento.

30 Con un elemento de fijación de protección contra rayos de este tipo, es posible evitar de manera más fiable el desprendimiento (la caída) de la capa aislante de la parte de cabeza durante el funcionamiento de la aeronave y mantener de manera continua el elemento de fijación de protección contra rayos en un estado favorable, debido a que se mejoran más las propiedades de contacto entre la superficie de la parte de acoplamiento y la capa aislante.

En el elemento de fijación de protección contra rayos descrito anteriormente, es aún más preferible que la capa aislante esté hecha de un material que tenga propiedades de contacto superiores con la superficie de la parte de acoplamiento (por ejemplo, polietersulfona (PES), poliimida termoestable, etc.)

35 Con un elemento de fijación de protección contra rayos de este tipo, es posible evitar de manera más fiable el desprendimiento (la caída) de la capa aislante de la parte de cabeza durante el funcionamiento de la aeronave y mantener de manera continua el elemento de fijación de protección contra rayos en un estado favorable, debido a que se mejoran aún más las propiedades de contacto entre la superficie de la parte de acoplamiento y la capa aislante.

40 En el elemento de fijación de protección contra rayos descrito anteriormente, es preferible que la capa aislante tenga una primera capa que cubra la superficie de la parte de acoplamiento y, al menos, una capa que sea una capa que cubra la primera capa, por ejemplo, que la primera capa se forme por recubrimiento mientras que la segunda capa se forme mediante moldeo por inserción, o que la primera capa y la segunda capa se formen mediante moldeo por inserción en dos etapas; es aún más preferible que el material para la primera capa sea uno que tenga propiedades de contacto superiores con la superficie de la parte de acoplamiento (por ejemplo, polietersulfona (PES), poliimida termoestable, etc.)

45 Con un elemento de fijación de protección contra rayos de este tipo, es posible evitar de manera más fiable el desprendimiento (la caída) de la capa aislante de la parte de cabeza durante el funcionamiento de la aeronave y mantener de manera continua el elemento de fijación de protección contra rayos en un estado favorable, debido a que se mejoran aún más las propiedades de contacto entre la superficie de la parte de acoplamiento y la capa aislante.

50 Un elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con una realización preferida de la presente invención es un elemento de fijación de protección contra rayos que fija un revestimiento de una aeronave y un elemento estructural situado en el interior del revestimiento, en el que una parte de borde circunferencial de una parte de acoplamiento formada en una superficie de extremo de una parte de cabeza tiene una forma redonda a lo largo de una dirección circunferencial.

- 5 Con el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la realización preferida, es posible evitar de manera fiable el desprendimiento (la caída) de la capa aislante 5 de la parte de cabeza 3 durante el funcionamiento de una aeronave y mantener de manera continua el elemento de fijación de protección contra rayos 1 en un estado favorable, debido a que, por ejemplo, la parte convexa 7a de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación y la parte cóncava 8a de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante, mostradas en las figuras 1 y 2, se acoplan mecánicamente una con otra, y la parte cóncava 7b de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación y la parte convexa 8b de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante también se acoplan mecánicamente una con otra, produciendo de este modo un estado en el que se sujetan (se fijan) la capa aislante 5 y la parte de cabeza 3.
- 10 Un conjunto de aeronave de acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención es un conjunto de aeronave que tiene un revestimiento hecho de un material plástico conductor como un elemento principal, un elemento estructural que soporta el revestimiento desde el interior, y un elemento de fijación que fija el revestimiento y el elemento estructural, en el que se proporciona como el elemento de fijación cualquiera de los elementos de fijación de protección contra rayos descritos anteriormente.
- 15 Con el conjunto de aeronave de acuerdo con la presente invención, debido a que la corriente de impacto de rayo que intenta fluir hacia el cuerpo principal del elemento de fijación se bloquea (se reduce) mediante la capa aislante, pueden evitarse las chispas que se producen en una parte de unión del elemento de fijación debido a la corriente de impacto de rayo.
- 20 Además, debido a que la corriente de impacto de rayo que intenta fluir hacia el cuerpo principal del elemento de fijación se bloquea (se reduce) mediante la capa aislante, es posible eliminar por completo un DI (aislante dieléctrico: placa aislante), necesario de manera convencional para evitar las chispas entre el elemento estructural y el collar, así como una tapa de caucho aislante unida con el fin de cubrir la parte de punta de la parte de tornillo macho del elemento de fijación y todo el collar (unida para evitar una descarga secundaria desde el collar); por lo tanto, es posible reducir significativamente el peso de la aeronave.
- 25 En el conjunto de aeronave descrito anteriormente, es preferible que se llene con material de sellado un hueco entre el elemento de fijación de protección contra rayos y el revestimiento.
- 30 Con un conjunto de aeronave de este tipo, es posible evitar la aparición de una descarga en forma de filamento, que es la fase precursora del impacto de un rayo, que se produce en la parte circundante de la cabeza a ras del elemento de fijación en la que un rayo impacta en una frecuencia especialmente alta debido a la concentración de campo eléctrico provocada por el borde afilado; por lo tanto, es posible evitar el impacto de rayos en el elemento de fijación de protección contra rayos.
- 35 En el conjunto de aeronave descrito anteriormente, es preferible que la capa aislante se forme con el fin de permitir la formación de un hueco entre un agujero perforado a través el revestimiento y una superficie de la capa aislante que se opone al agujero.
- 40 Con un conjunto de aeronave de este tipo, cuando el elemento de fijación de protección contra rayos se inserta en el agujero formado en el revestimiento y se une al mismo, es posible evitar que la superficie de la capa aislante (por ejemplo, la superficie de base cónica cuando se forma un estrechamiento, como se muestra en las figuras 1 y 2) se presione contra la superficie del agujero opuesto a la misma; por lo tanto, es posible evitar daños (grietas) en la capa aislante.
- 45 En el conjunto de aeronave descrito anteriormente, es preferible que se procesen una superficie superior de la capa aislante y una superficie del revestimiento para nivelarse una con otra.
- 50 Con un conjunto de aeronave de este tipo, si la capa aislante sobresale hacia fuera con respecto a la superficie del revestimiento cuando el elemento de fijación de protección contra rayos se inserta en el agujero formado en el revestimiento y se une al mismo, la superficie de la capa aislante se retira de manera que la superficie superior de la capa aislante y la superficie del revestimiento lleguen a nivelarse una con otra. Como alternativa, la capa aislante se forma con un grosor ligeramente mayor (por ejemplo, la dimensión necesaria +0,1 mm) por adelantado y se procesa después del montaje para nivelarse con la superficie del revestimiento. Por lo tanto, puede mejorarse el rendimiento aerodinámico, y puede reducirse el consumo de combustible.
- 55 El elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención proporciona la ventaja de que puede evitarse de manera fiable el desprendimiento durante el funcionamiento de una aeronave, y que puede mejorarse la fiabilidad.
- Breve descripción de los dibujos**
- La figura 1 es una vista en sección transversal de un conjunto de aeronave que muestra un estado en el que un revestimiento y un elemento estructural se fijan mediante un elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con una primera realización de la presente invención.
- La figura 2 es una vista en alzado frontal del elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la

primera realización de la presente invención.

La figura 3A es una vista en alzado frontal de un elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

La figura 3B es una vista en sección transversal de la figura 3A tomada a lo largo de las flechas III-III.

5 La figura 4A es una vista en alzado frontal de un elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con una tercera realización de la presente invención.

La figura 4B es una vista en sección transversal de la figura 4A tomada a lo largo de las flechas IV-IV.

La figura 5 es una vista en planta de un molde de colada metálico para moldeo por inserción usado para fabricar el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención.

10 La figura 6A es un diagrama explicativo para explicar un procedimiento de fabricación del elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención.

La figura 6B es un diagrama explicativo para explicar el procedimiento de fabricación del elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención.

15 La figura 6C es un diagrama explicativo para explicar el procedimiento de fabricación del elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención.

La figura 7A es un diagrama explicativo para explicar un procedimiento de instalación cuando el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención se usa para fijar un revestimiento de una aeronave y un elemento estructural.

20 La figura 7B es un diagrama explicativo para explicar el procedimiento de instalación cuando el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención se usa para fijar el revestimiento de la aeronave y el elemento estructural.

La figura 7C es un diagrama explicativo para explicar el procedimiento de instalación cuando el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención se usa para fijar el revestimiento de la aeronave y el elemento estructural.

25 La figura 7D es un diagrama explicativo para explicar el procedimiento de instalación cuando el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención se usa para fijar el revestimiento de la aeronave y el elemento estructural.

La figura 8 es una vista en sección longitudinal que muestra otra realización de un conjunto de aeronave al que puede aplicarse el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención.

### 30 **Mejor modo de realizar la invención**

A continuación se describirá, haciendo referencia a las figuras 1 y 2, una primera realización de un elemento de fijación de protección contra rayos (elemento de fijación) de acuerdo con la presente invención.

35 Como se muestra en las figuras 1 y 2, un elemento de fijación de protección contra rayos 1 (un elemento de fijación tipo protección contra rayos) de acuerdo con la presente realización está compuesto principalmente de una parte de eje 2 (vástago) en forma de varilla cilíndrica, un cuerpo principal del elemento de fijación 4 que tiene, sustancialmente, una parte de cabeza 3 en forma de cono truncado (cabeza a ras) que se proporciona en un extremo de la parte de eje 2 y cuyo diámetro aumenta con el aumento de distancia desde la parte de eje 2, un capa aislante 5 dispuesta con el fin de cubrir una parte de extremo (la parte superior localizada en el lado superior en las figuras 1 y 2) de la parte de cabeza 3, y una capa conductora 6 dispuesta con el fin de cubrir una superficie de extremo (la superficie de extremo en el lado superior en las figuras 1 y 2) de la capa aislante 5.

40 El cuerpo principal del elemento de fijación 4 está formado integralmente por la parte de eje 2 y la parte de cabeza 3 y se fabrica usando, por ejemplo, aleaciones tales como una aleación de titanio (Ti-6Al-4V: material recocido) e Inconel.

45 Una parte de tornillo macho 2a que está roscado a una parte de tornillo hembra de un collar (tuerca), descrita a continuación, se proporciona (se forma) en la otra parte de extremo (la parte de extremo en el lado inferior en las figuras 1 y 2) de la parte de eje 2.

50 Un parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación (parte de acoplamiento), a la que se sujeta la capa aislante 5, se proporciona (se forma) en una parte de extremo (parte superior) de la parte de cabeza 3. La parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación está localizada en el lado opuesto de la parte de eje 2 (el lado superior en las figuras 1 y 2) y está provista de una parte convexa 7a que sobresale (aumenta en diámetro) radialmente hacia fuera alrededor de la dirección circunferencial, y una parte cóncava 7b que conecta (une) la parte de eje 2 y la parte convexa 7a y que está deprimida (hundida) radialmente hacia el interior alrededor de la dirección circunferencial. La parte convexa 7a y la parte cóncava 7b se forman, respectivamente, de manera que las formas de las mismas en una vista en sección transversal son redondas, como se muestra en las figuras 1 y 2 (por ejemplo, se procesan con el fin de tener un radio (R) de aproximadamente 0,1 a 0,3 mm).

55 Obsérvese que el diámetro en la superficie de extremo de la parte de cabeza 3 es, por ejemplo, de aproximadamente 6 mm.

La capa aislante 5 es un elemento similar a un disco fabricado usando, por ejemplo, un plástico termoplástico (por ejemplo, polieterimida (PEI)) que tiene resistencia y fuerza térmica y, adicionalmente, una alta tensión de ruptura

5 dieléctrica, polietere tercetona (PEEK) que tiene una resistencia y fuerza térmica superiores y, adicionalmente, una conformabilidad y versatilidad superiores, polifenilsulfuro (PPS) que tiene resistencia y fuerza térmica y, adicionalmente, una conformabilidad y versatilidad superiores, y poliamidaimida (PAI), que tiene una resistencia y fuerza térmica especialmente superiores; o un plástico termoestable (por ejemplo, poliimida (PI) que tiene una resistencia y fuerza térmica especialmente superiores). Una parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante, que está sujeta a la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación, se proporciona (se forma) en una parte de borde circunferencial (la parte de extremo en el lado inferior en las figuras 1 y 2) de la capa aislante 5. La parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante está provista de una parte cóncava 8a que está deprimida (hundida) radialmente hacia adentro alrededor de la dirección circunferencial y que se acopla con la parte convexa 7a de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación, y una parte convexa 8b que sobresale (aumenta en diámetro) radialmente hacia fuera alrededor de la dirección circunferencial y que se acopla con la parte cóncava 7b de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación.

15 Además, la capa aislante 5 se forma mediante moldeo por inyección con el fin de unirse a la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación de la parte de cabeza 3. Por lo tanto, las superficies externas de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación (con más detalle, una superficie superior (superficie plana) de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación, una superficie lateral (superficie circunferencial externa) de la parte convexa 7a, y una superficie lateral (superficie circunferencial externa) de la parte cóncava 7b) y las superficies internas de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante (con más detalle, una superficie inferior (la superficie plana localizada en el lado inferior en las figuras 1 y 2) de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante, una superficie lateral (superficie circunferencial interna) de la parte cóncava 8a, y una superficie lateral (superficie circunferencial interna) de la parte convexa 8b) están en estrecho contacto a lo largo de la totalidad de las mismas; por lo tanto, la capa aislante 5 está fijada firmemente (de manera fiable) a la parte de cabeza 3 por la fuerza adhesiva de la propia capa aislante 5.

25 Obsérvese que es preferible hacer el espesor de placa de la capa aislante 5 (la longitud entre la superficie superior (la superficie plana localizada en el lado superior en las figuras 1 y 2) y la superficie inferior (la superficie plana localizada en el lado inferior en las figuras 1 y 2)), por ejemplo, de aproximadamente 0,6 a 1,0 mm, con el fin de proporcionar suficiente resistencia dieléctrica incluso en contra de la tensión (de aproximadamente 40 kV) del ensayo de impacto de rayos de zona 1 de la norma MIL-STD-1757A.

30 La capa conductora 6 es, por ejemplo, un elemento similar a un disco hecho de lámina de cobre, que tiene un diámetro externo que es sustancialmente igual en dimensión al diámetro externo de la capa aislante 5, y está fijada (unida) a la superficie superior de la capa aislante 5 con, por ejemplo, adhesivo.

Obsérvese que la capa conductora 6 no es un elemento esencial y puede omitirse dependiendo del nivel requerido de fiabilidad.

35 El elemento de fijación de protección contra rayos 1 fabricado de este modo se usa para, por ejemplo, fijar un revestimiento 10 de una aeronave y un elemento estructural 11 (por ejemplo, un resalte, un larguero, y así sucesivamente), como se muestra en la figura 1. Obsérvese que el revestimiento 10 y el elemento estructural 11 se fijan mediante el elemento de fijación de protección contra rayos 1, formando de este modo un conjunto A de aeronave (por ejemplo, un conjunto de ala principal, un conjunto de ala de cola, un conjunto de fuselaje, y así sucesivamente).

40 El revestimiento 10 está fabricado principalmente de material plástico 12 (por ejemplo, CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono), denominado "CFRP" en lo sucesivo en el presente documento) que tiene conductividad (una conductividad de aproximadamente 1/100 a 1/1000 la del aluminio), cuya superficie frontal completa (la superficie localizada en el exterior después del montaje) y superficie posterior completa (la superficie localizada en el interior después del montaje) están laminadas con unos materiales 13 y 14 plásticos que tienen una propiedad aislante (por ejemplo, GFRP (plástico curado de fibra de vidrio), denominado "GFRP" en lo sucesivo en el presente documento).

Además, la superficie frontal (la superficie localizada en el exterior después del montaje) del GFRP 13, localizada en el lado de la superficie frontal del CFRP 12, está laminada con un elemento 15 similar a una malla (o similar a una placa) (por ejemplo, cobre, denominado "malla conductora" en lo sucesivo en el presente documento) cuya totalidad es conductora.

50 El elemento estructural 11 está fabricado de, por ejemplo, aleación de aluminio, material de titanio, o CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono), y está dispuesto en una localización predeterminada en la superficie posterior (la superficie localizada en el interior después del montaje) del GFRP 14.

55 Los sitios (agujeros) cóncavos 16 que penetran en el revestimiento 10 y el elemento estructural 11 en una dirección del espesor de la placa, y que son capaces de recibir el elemento de fijación de protección contra rayos 1, se perforan a través de unas localizaciones predeterminadas de una estructura que tiene el elemento estructural 11 dispuesto en la superficie posterior del GFRP 14. A continuación, el elemento de fijación de protección contra rayos 1 se aloja en cada sitio cóncavo 16, y un collar 17 (tuerca) fabricado usando, por ejemplo, aleaciones tales como una aleación de titanio e Inconel, se fija a la parte de tornillo macho 2a que sobresale hacia adentro desde la superficie

posterior del elemento estructural 11.

5 Obsérvese que, en la figura 1, el número 18 de referencia es un material de sellado (por ejemplo, polímero de polisulfuro de especificación AMS 3281, fabricado por PRC-Desoto, número de artículo PR1776M B2) que llena un hueco entre el elemento de fijación de protección contra rayos 1 y el sitio cóncavo 16, y el número 19 de referencia es una cinta de aluminio fijada (unida) con adhesivo en la superficie (con más detalle, la superficie de la capa conductora 6) del elemento de fijación de protección contra rayos 1 y la superficie de la malla 15 conductora.

Además, la cinta 19 de aluminio no es un elemento esencial y puede omitirse dependiendo del nivel requerido de fiabilidad.

10 Con el elemento de fijación de protección contra rayos 1 de acuerdo con la presente realización, la parte convexa 7a de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación y la parte cóncava 8a de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante se acoplan mecánicamente una con otra, y la parte cóncava 7b de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación y la parte convexa 8b de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante se acoplan mecánicamente una con otra, produciendo de este modo un estado en el que la capa aislante 5 está sujeta (fija) a la parte de cabeza 3. Por lo tanto, es posible evitar de manera fiable que la capa aislante 5 se desprenda (se caiga) de la parte de cabeza 3 durante el funcionamiento de la aeronave y mantener de manera continua el elemento de fijación de protección contra rayos 1 en un estado favorable.

20 Además, con el elemento de fijación de protección contra rayos 1 de acuerdo con la presente realización, la capa aislante 5, hecha de plástico termoplástico o plástico termoestable, se une a la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación de la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, la superficie externa de la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación y la superficie interna de la parte de acoplamiento 8 del lado de la capa aislante están en estrecho contacto a lo largo de la totalidad de las mismas, y la capa aislante 5 se fija firmemente (de manera fiable) a la parte de cabeza 3 por la fuerza adhesiva de la propia capa aislante 5. Por lo tanto, es posible fijar (unir) de manera fiable la capa aislante 5 a la parte de cabeza 3 y mejorar más la fiabilidad del elemento de fijación de protección contra rayos 1.

25 Además, con el elemento de fijación de protección contra rayos 1 de acuerdo con a la presente realización, la parte convexa 7a se forma de manera que la forma de la misma en una vista en sección transversal es redonda, como se muestra en las figuras 1 y 2 (por ejemplo, se procesa con el fin de tener un radio (R) de aproximadamente 0,1 a 0,3 mm). Por lo tanto, es posible evitar el impacto de un rayo en el elemento de fijación de protección contra rayos 1 aliviando la concentración de campo eléctrico del mismo antes del impacto de un rayo, mejorando de este modo el rendimiento de protección contra rayos.

Además, con el elemento de fijación de protección contra rayos 1 de acuerdo con la presente realización, debido a que la capa aislante 5 hecha de plástico termoplástico o de plástico termoestable está unida a la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación de la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, es posible realizar una producción en masa, haciendo posible de este modo reducir el coste de fabricación.

35 Además, debido a que la capa aislante 5 está dispuesta entre la capa conductora 6 y el cuerpo principal del elemento de fijación 4, incluso si el rayo impacta directamente en la capa conductora 6, es posible bloquear (reducir) la corriente de impacto de rayo que intenta fluir desde la capa conductora 6 hacia el cuerpo principal del elemento de fijación 4.

40 Además, cuando el elemento de fijación de protección contra rayos 1 de acuerdo con la presente realización se usa para, por ejemplo, fijar el revestimiento 10 de la aeronave y el elemento estructural 11 (por ejemplo, un resalte, un larguero, y así sucesivamente), como se muestra en la figura 1, debido a que la corriente de impacto de rayo que intenta fluir desde la capa conductora 6 hacia el cuerpo principal del elemento de fijación 4 se bloquea (se reduce) por la capa aislante 5, puede evitarse la inyección de la corriente de impacto de rayo en el CFRP 12; por lo tanto, es posible evitar que el CFRP 12 se dañe por la corriente de impacto de rayo.

45 Además, cuando el elemento de fijación de protección contra rayos 1 de acuerdo con la presente realización se usa para, por ejemplo, fijar el revestimiento 10 de la aeronave y el elemento estructural 11 (por ejemplo, un resalte, un larguero, y así sucesivamente), como se muestra en la figura 1, debido a que se evita que la corriente de impacto de rayo fluya (se hace difícil que fluya) hacia el cuerpo principal del elemento de fijación 4, es posible eliminar por completo un DI (aislante dieléctrico), necesario de manera convencional para evitar las chispas entre el elemento estructural 11 y el collar 17, así como una tapa de caucho aislante unida con el fin de cubrir la parte de punta de la parte de tornillo macho 2a y todo el collar 17 (unida para evitar una descarga secundaria desde el collar 17); por lo tanto, es posible reducir significativamente el peso de la aeronave.

55 Obsérvese que cuando el elemento de fijación de protección contra rayos 1 de acuerdo con la presente realización se usa para, por ejemplo, fijar el revestimiento 10 de la aeronave y el elemento estructural 11, como se muestra en la figura 1, es más preferible que la capa aislante 5 se forme de manera que pueda formarse un hueco entre una superficie cónica de la capa aislante 5 (una superficie opuesta a una superficie cónica del sitio cóncavo 16) y el sitio cóncavo 16 perforado a través del revestimiento 10 (con más detalle, una superficie cónica del sitio cóncavo 16). Por consiguiente, cuando el elemento de fijación de protección contra rayos 1 se inserta en el sitio cóncavo 16 formado

en el revestimiento 10 y se fija al mismo, es posible evitar que la superficie cónica de la capa aislante 5 se presione contra la superficie (superficie cónica) del sitio cóncavo 16, y por lo tanto, es posible evitar daños (grietas) en la capa aislante.

5 A continuación se describirá, usando las figuras 3A y 3B, una segunda realización de un elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención.

10 Un dispositivo de fijación de protección contra rayos 21 de acuerdo con la presente realización difiere del de la primera realización descrita anteriormente en que se proporcionan las partes de acoplamiento 22 y 23 en lugar de las partes de acoplamiento 7 y 8 descritas anteriormente. Debido a que los otros componentes son los mismos que los de la primera realización descrita anteriormente, las descripciones de dichos componentes se omiten en el presente documento.

Obsérvese que se dan los números de referencia idénticos para los elementos idénticos a los de la primera realización descrita anteriormente.

15 Las partes de acoplamiento 22 del lado del elemento de fijación (partes de acoplamiento), a las que se sujeta la capa aislante 5, se proporcionan (se forman) en una parte de extremo (parte superior) de la parte de cabeza 3. Las partes de acoplamiento 22 del lado del elemento de fijación son una pluralidad (ocho en la presente realización) de agujeros pasantes que penetran en la dirección de espesor de placa y están dispuestos a lo largo de la parte de borde circunferencial de la parte de cabeza 3. Además, como se muestra en las figuras 3A y 3B, cada agujero pasante se extiende radialmente desde la superficie superior (la superficie plana localizada en el lado superior en la figura 3A) de la parte de cabeza 3 hacia un lado de la parte de eje 2, es decir, de manera que los extremos de abertura localizados en la superficie superior de la parte de cabeza 3 están localizados radialmente hacia dentro de los extremos de abertura localizados en la superficie lateral de la parte de cabeza 3.

En cuanto a la parte de borde circunferencial de la parte de cabeza del elemento de fijación, es más preferible que se forme de manera que la forma de la misma en una vista en sección transversal sea redonda (procesada con el fin de tener un radio (R)).

25 Las partes de acoplamiento 23 del lado de la capa aislante, que están sujetas a las partes de acoplamiento 22 del lado del elemento de fijación, se proporcionan (se forman) en la superficie inferior (la superficie plana localizada en el lado inferior en la figura 3A) de la capa aislante 5. Las partes de acoplamiento 23 del lado de la capa aislante son una pluralidad (ocho en la presente realización) de salientes similares a una varilla circular (partes convexas) que se acoplan a las partes de acoplamiento 22 del lado del elemento de fijación y están dispuestas alrededor de la parte de borde circunferencial. Obsérvese que, debido a que la capa aislante 5 está unida a la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, las partes de acoplamiento 23 del lado de la capa aislante se moldean (se forman) en el momento del moldeo por inyección con el fin de introducirse en las partes de acoplamiento 22 del lado del elemento de fijación. A continuación, teniendo la capa aislante 5 unida a la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, la superficie de la capa aislante 5 (con más detalle, la superficie inferior de la capa aislante 5 y la superficie circunferencial externa de las partes de acoplamiento 23 del lado de la capa aislante) y la superficie de la parte de cabeza 3 (con más detalle, la superficie superior de la parte de cabeza 3 y la superficie circunferencial interna de las partes de acoplamiento 22 del lado del elemento de fijación) están en estrecho contacto a lo largo de la totalidad de las mismas; por lo tanto, la capa aislante 5 se fija firmemente (de manera fiable) a la parte de cabeza 3 por la fuerza adhesiva de la propia capa aislante 5.

40 Con el elemento de fijación de protección contra rayos 21 de acuerdo con la presente realización, las partes de acoplamiento 22 del lado del elemento de fijación y las partes de acoplamiento 23 del lado de la capa aislante se acoplan mecánicamente unas con otras, produciendo de este modo un estado en el que la capa aislante 5 se sujeta (se fija) mecánicamente a la parte de cabeza 3. Por lo tanto, es posible evitar de manera fiable que la capa aislante 5 se desprenda (se caiga) de la parte de cabeza 3 durante el funcionamiento de la aeronave y mantener de manera continua el elemento de fijación de protección contra rayos 21 en un estado favorable.

Además, en el elemento de fijación de protección contra rayos 21 de acuerdo con la presente realización, la capa aislante 5, hecha de plástico termoplástico o plástico termoestable, se une a la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, la superficie de la capa aislante 5 y la superficie de la parte de cabeza 3 están en estrecho contacto a lo largo de la totalidad de las mismas, y la capa aislante 5 se fija firmemente (de manera fiable) a la parte de cabeza 3 por la fuerza adhesiva de la propia capa aislante 5. Por lo tanto, es posible fijar (unir) de manera fiable la capa aislante 5 a la parte de cabeza 3 y mejorar más la fiabilidad del elemento de fijación de protección contra rayos 21.

Además, con el elemento de fijación de protección contra rayos 21 de acuerdo con la presente realización, debido a que la capa aislante 5 hecha de plástico termoplástico o de plástico termoestable está unida a la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, es posible realizar una producción en masa, haciendo posible de este modo reducir el coste de fabricación.

Además, debido a que la capa aislante 5 está dispuesta entre la capa conductora 6 y el cuerpo principal del elemento de fijación 4, incluso si el rayo impacta directamente en la capa conductora 6, es posible bloquear (reducir) la corriente de impacto de rayo que intenta fluir desde la capa conductora 6 hacia el cuerpo principal del elemento de

fijación 4.

Además, cuando el elemento de fijación de protección contra rayos 21 de acuerdo con la presente realización se usa para, por ejemplo, fijar el revestimiento 10 de la aeronave y el elemento estructural 11 (por ejemplo, un resalte, un larguero, y así sucesivamente), como se muestra en la figura 1, debido a que la corriente de impacto de rayo que intenta fluir desde la capa conductora 6 hacia el cuerpo principal del elemento de fijación 4 se bloquea (se reduce) mediante la capa aislante 5, puede evitarse la inyección de la corriente de impacto de rayo en el CFRP 12.

Además, cuando el elemento de fijación de protección contra rayos 21 de acuerdo con la presente realización se usa para, por ejemplo, fijar el revestimiento 10 de la aeronave y el elemento estructural 11 (por ejemplo, un resalte, un larguero, y así sucesivamente), como se muestra en la figura 1, debido a que se evita que la corriente de impacto de rayo fluya (se hace difícil que fluya) hacia el cuerpo principal del elemento de fijación 4, es posible eliminar por completo un DI (aislante dieléctrico), necesario de manera convencional para evitar las chispas entre la estructura 11 y el collar 17, así como una tapa de caucho aislante unida con el fin de cubrir la parte de punta de la parte de tornillo macho 2a y todo el collar 17 (unida para evitar una descarga secundaria desde el collar 17); por lo tanto, es posible reducir significativamente el peso de la aeronave.

A continuación se describirá, usando las figuras 4A a 6C, una tercera realización de un elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención.

El dispositivo de fijación de protección contra rayos 31 de acuerdo con la presente realización difiere de los de las realizaciones descritas anteriormente en que se proporcionan las partes de acoplamiento 32 y 33 en lugar de las partes de acoplamiento 7, 8, 22, y 23 descritas anteriormente. Debido a que los otros componentes son los mismos que los de las realizaciones descritas anteriormente, las descripciones de dichos componentes se omiten en el presente documento.

Obsérvese que se dan los números de referencia idénticos para los elementos idénticos a los de las realizaciones descritas anteriormente.

Las partes de acoplamiento 32 del lado del elemento de fijación (partes de acoplamiento), a las que se sujeta la capa aislante 5, se proporcionan (se forman) en una parte de extremo (parte superior) de la parte de cabeza 3. La parte de acoplamiento 32 del lado del elemento de fijación está provista de una primera parte convexa 34 que tiene una forma circular en una vista en planta y está situada en la parte central de la misma, y una segunda parte convexa 35 que tiene una forma circular en una vista en planta y está situada en la parte de borde circunferencial. Las alturas de la primera parte convexa 34 y la segunda parte convexa 35 (las longitudes en la dirección vertical en la figura 4A) se establecen de 0,2 a 0,4 mm; las colas de milano 36 se forman, respectivamente, en las superficies laterales (superficies circunferenciales externas) de la primera parte convexa 34 y la segunda parte convexa 35. Además, es más preferible que las partes de borde circunferenciales de la primera parte convexa 34 y la segunda parte convexa 35 y la parte de borde circunferencial de la parte de cabeza 3 del elemento de fijación se formen, respectivamente, de manera que las formas de las mismas en una vista en sección transversal sean redondas (procesadas con el fin de tener un radio (R)).

Una parte de acoplamiento 33 del lado de la capa aislante, que está sujeta a la parte de acoplamiento 32 del lado del elemento de fijación, se proporciona (se forma) en la superficie inferior de la capa aislante 5 (la superficie plana situada en el lado inferior en la figura 4A). La parte de acoplamiento 33 del lado de la capa aislante está provista de una primera parte cóncava 37 que está dispuesta en el centro de la misma y se acopla a la primera parte convexa 34, y una segunda parte cóncava 38 que está dispuesta a lo largo de la parte de borde circunferencial de la misma y se acopla a la segunda parte convexa 35. Obsérvese que, debido a que la capa aislante 5 está unida a la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, la capa aislante 5 se moldea (se forma) en el momento del moldeo por inyección con el fin de introducir las colas de milano 36 dentro de un hueco. A continuación, teniendo la capa aislante 5 unida a la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, las superficies externas de la parte de acoplamiento 32 del lado del elemento de fijación (con más detalle, la superficie superior de la primera parte convexa 34, la superficie lateral de la primera parte convexa 34, la superficie superior de la segunda parte convexa 35, y la superficie lateral de la segunda parte convexa 35) y las superficies internas de la parte de acoplamiento 33 del lado de la capa aislante (con más detalle, la superficie inferior de la primera parte cóncava 37, la superficie circunferencial interna de la primera parte cóncava 37, la superficie inferior de la segunda parte cóncava 38, y la superficie circunferencial interna de la segunda parte cóncava 38) están en estrecho contacto a lo largo de la totalidad de las mismas; por lo tanto, la capa aislante 5 se fija firmemente (de manera fiable) a la parte de cabeza 3 por la fuerza adhesiva de la propia capa aislante 5.

Con el elemento de fijación de protección contra rayos 31 de acuerdo con la presente realización, la parte de acoplamiento 32 del lado del elemento de fijación y la parte de acoplamiento 33 del lado de la capa aislante se acoplan mecánicamente una con otra, produciendo de este modo un estado en el que la capa aislante 5 se sujeta (fija) mecánicamente a la parte de cabeza 3. Por lo tanto, es posible evitar de manera fiable que la capa aislante 5 se desprenda (se caiga) de la parte de cabeza 3 durante el funcionamiento de la aeronave y mantener de manera continua el elemento de fijación de protección contra rayos 31 en un estado favorable.

Además, con el elemento de fijación de protección contra rayos 31 de acuerdo con la presente realización, la capa aislante 5, hecha de plástico termoplástico o plástico termoestable, se une a la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, las superficies de la capa aislante 5 y la superficie de la parte de cabeza 3 están en estrecho contacto a lo largo de la totalidad de las mismas, y la capa aislante 5 se fija firmemente (de manera fiable) a la parte de cabeza 3 por la fuerza adhesiva de la propia capa aislante 5; por lo tanto, es posible fijar (unir) de manera fiable la capa aislante 5 a la parte de cabeza 3 y mejorar más la fiabilidad del elemento de fijación de protección contra rayos 31.

Además, con el elemento de fijación de protección contra rayos 31 de acuerdo con la presente realización, debido a que la capa aislante 5 hecha de plástico termoplástico o de plástico termoestable está unida a la parte de cabeza 3 mediante moldeo por inyección, es posible realizar una producción en masa, haciendo posible de este modo reducir el coste de fabricación.

Además, debido a que la capa aislante 5 está dispuesta entre la capa conductora 6 y el cuerpo principal del elemento de fijación 4, incluso si el rayo impacta directamente en la capa conductora 6, es posible bloquear (reducir) la corriente de impacto de rayo que intenta fluir desde la capa conductora 6 hacia el cuerpo principal del elemento de fijación 4.

Además, cuando el elemento de fijación de protección contra rayos 31 de acuerdo con la presente realización se usa para, por ejemplo, fijar el revestimiento 10 de la aeronave y el elemento estructural 11 (por ejemplo, un resalte, un larguero, y así sucesivamente), como se muestra en la figura 1, debido a que la corriente de impacto de rayo que intenta fluir desde la capa conductora 6 hacia el cuerpo principal del elemento de fijación 4 se bloquea (se reduce) mediante la capa aislante 5, puede evitarse la introducción de la corriente de impacto de rayo en el CFRP 12.

Además, cuando el elemento de fijación de protección contra rayos 31 de acuerdo con la presente realización se usa para, por ejemplo, fijar el revestimiento 10 de la aeronave y el elemento estructural 11 (por ejemplo, un resalte, un larguero, y así sucesivamente), como se muestra en la figura 1, debido a que se evita que la corriente de impacto de rayo fluya (se hace difícil que fluya) hacia el cuerpo principal del elemento de fijación 4, es posible eliminar por completo un DI (aislante dieléctrico), necesario de manera convencional para evitar las chispas entre la estructura 11 y el collar 17, así como una tapa de caucho aislante unida con el fin de cubrir la parte de punta de la parte de tornillo macho 2a y todo el collar 17 (unida para evitar una descarga secundaria desde el collar 17); por lo tanto, es posible reducir significativamente el peso de la aeronave.

A continuación, se describirá, usando la figura 5 y las figuras 6A a 6C, un ejemplo de un procedimiento de fabricación de los elementos de fijación de protección contra rayos 1, 21, y 31 descritos anteriormente.

Obsérvese que las figuras 6A a 6C son diagramas explicativos basados en la forma del elemento de fijación de protección contra rayos 1, y pueden aplicarse de manera similar a los elementos de fijación de protección contra rayos 21 y 31.

(1) Se prepara el cuerpo principal del elemento de fijación 4, en el que la parte de tornillo macho 2a se proporciona en la otra parte de extremo de la parte de eje 2, y se procesan en la parte de cabeza 3 la parte de acoplamiento 7 del lado del elemento de fijación, en el caso del elemento de fijación de protección contra rayos 1, una pluralidad de partes de acoplamiento 22 del lado del elemento de fijación, en el caso del elemento de fijación de protección contra rayos 21, y la parte de acoplamiento 32 del lado del elemento de fijación, en el caso del elemento de fijación de protección contra rayos 31.

(2) A continuación, el elemento de fijación de protección contra rayos 1, que tiene la capa aislante 5 se moldea usando una máquina de moldeo por inyección vertical (no mostrada) con una fuerza de cierre del molde de 30 toneladas y un molde 41 para el moldeo por inserción con una cantidad de producción de cuatro piezas (véase la figura 5). La poliimida termoplástica (denominada "plástico" en lo sucesivo en el presente documento) se usa como el material para la capa aislante 5, y la temperatura del cilindro se establece en 380 °C. Además, la temperatura del molde se ajusta a 180 °C mediante un calentador 45 de cartucho (véase la figura 5) construido en el molde.

(3) El molde 41 está unido a una placa de la máquina de inyección por adelantado, y un elemento 41b de tapa del molde 41 está abierto (véase la figura 6A). El cuerpo principal del elemento de fijación 4 con la parte de cabeza 3 procesada se inserta en la parte 44 de agujero, formada en el cuerpo principal 41a del molde 41, que recibe el elemento de fijación de protección contra rayos. Si el cuerpo principal del elemento de fijación 4 se precalienta a la temperatura del molde o una temperatura en las proximidades del mismo en este momento, se obtienen propiedades de contacto superiores entre el plástico y el cuerpo principal del elemento de fijación 4, así como una buena fluidez del plástico.

(4) Se cierra el elemento de tapa 41b del molde (véase la figura 6b), se aplica una fuerza de cierre de molde predeterminada, y a continuación se realiza el llenado por inyección del plástico desde un punto (compuerta) de inyección 43a del plástico proporcionado cerca de la parte de cabeza 3, formando de este modo la capa aislante 5 en la parte de cabeza 3. El punto de inyección 43a tiene forma de compuerta de aguja y está localizado cerca del centro de la parte de cabeza 3. Proporcionando el punto de inyección 43a del plástico de manera perpendicular al plano de la parte de cabeza 3, el cuerpo principal del elemento de fijación 4 se presiona contra el cuerpo principal 41a del molde 41 por la presión del plástico generada con el llenado por

inyección del plástico. Por consiguiente, se reduce el hueco entre la superficie inclinada de la parte de cabeza 3 y la superficie inclinada correspondiente del cuerpo principal 41a del molde 41, y por lo tanto se evita la aparición de rebabas.

5 (5) Después de completarse la inyección, se aplica una presión de mantenimiento durante un período predeterminado para evitar la formación de rechupes mientras se enfría durante una cantidad establecida de tiempo; a continuación, se abre el elemento de tapa 41b del molde, y se extrae el elemento de fijación de protección contra rayos 1 que tiene la capa aislante 5 en la parte de cabeza 3.

10 (6) El elemento de fijación de protección contra rayos 1 retirado se deja enfriar durante una cantidad establecida de tiempo; a continuación, si es necesario, se post-procesa una marca de compuerta en el producto moldeado usando una tenaza, papel abrasivo, un cortador o similares para completarlo. Sin embargo, el procedimiento de procesamiento para la marca de compuerta no se limita a estos procedimientos.

Además, con el fin de eliminar la tensión residual en el momento del moldeo, el elemento de fijación de protección contra rayos 1 que tiene la capa aislante se somete a recocido si fuera necesario, usando un horno de calentamiento o similar.

15 Obsérvese que debido a que la presión del plástico generada con el llenado por inyección del plástico es alta, por ejemplo, aproximadamente 100 MPa, es poco probable que se produzca un vacío (vacío) entre la capa aislante 5 y la parte de cabeza 3, y por lo tanto pueden mejorarse las propiedades de contacto entre la capa aislante 5 y la parte de cabeza 3.

20 Además, como pre-procesamiento para el moldeo por inyección descrito anteriormente, con el propósito de mejorar las propiedades de contacto entre el cuerpo principal del elemento de fijación 4 y la capa aislante de plástico, puede aplicarse un pre-procesamiento a la superficie de la parte de cabeza 3 en la que se forman rugosidades de superficie finas en la superficie de la parte de cabeza 3 mediante un procesamiento de superficie, tal como la irradiación con plasma a presión atmosférica, etc. Como procedimiento de pre-procesamiento puede proporcionarse, por ejemplo, el ejemplo concreto siguiente.

25 (1) Cuando se irradia con plasma a presión atmosférica, el aire (oxígeno, nitrógeno o los gases que contiene) se usa como gas de partida, y el procesamiento se aplica durante 20 segundos en las condiciones en las que caudal = 10 s/cm, presión = presión atmosférica, y una antorcha de corriente continua (no mostrada) (como alternativa, puede usarse una antorcha RF, una antorcha de microondas o una antorcha de vacío) se establece en 40 W.

30 (2) Cuando se realiza el pre-procesamiento para desbastar la superficie de la parte de cabeza 3 granallando la superficie de la parte de cabeza 3 con partículas de granalla, por ejemplo, partículas duras tales como metal, cerámica, vidrio, y así sucesivamente (tal procesamiento se conoce generalmente como granallado por disparo), se realizó con las condiciones siguientes: presión = 400 kPa, la grava usada está fabricada de alúmina con grava #60, tiempo de irradiación = 10 s/20 piezas, distancia entre la boquilla y la muestra = 100 mm, rugosidad de la superficie después de la fabricación Ra = 1,6 μm, y cobertura = 100%.

35 (3) El recubrimiento por oxidación anódica se aplica a la superficie de la parte de cabeza 3.

(4) Como procedimientos alternativos para desbastar la superficie de la parte de cabeza 3, pueden usarse marcas de pulimento, moleteado, y así sucesivamente; también puede usarse el grabado químico.

40 Además, la imprimación puede aplicarse a la parte de cabeza del elemento de fijación con el fin de mejorar las propiedades de contacto de las partes adheridas por fusión de la parte de cabeza del elemento de fijación y el aislante. Por ejemplo, recubriendo la parte de cabeza del elemento de fijación con polietersulfona (PES), las propiedades de contacto entre la poliimida y el cuerpo principal del elemento de fijación 4 pueden mejorarse por aproximadamente tres veces.

45 Como alternativa, las propiedades de contacto entre la capa aislante y la parte de cabeza del elemento de fijación pueden mejorarse haciendo que la primera capa aislante se adhiera por fusión a la parte de cabeza del elemento de fijación usando un plástico con mejores propiedades de contacto en comparación con la capa aislante formada en el mismo. Por ejemplo, puede fabricarse un elemento de fijación de protección contra rayos que tenga un alto contacto, así como un alto aislamiento usando un elastómero con altas propiedades de contacto como la primera capa aislante y teniendo una poliimida, cuya tensión no disruptiva sea alta, moldeada en el mismo. Puede usarse como procedimiento de fabricación, por ejemplo, el moldeo por inyección de dos colores de elastómero y poliimida. El uso de un aislante elástico, tal como un elastómero, como la primera capa aislante, no solo mejora las propiedades de contacto, sino que también puede producir un efecto de evitación de fallos en las partes de acoplamiento aliviando la tensión en las partes de acoplamiento mecánicas.

55 A continuación se describirá, usando las figuras 7A a 7D, un procedimiento de instalación cuando el elemento de fijación de protección contra rayos 31 se usa para, por ejemplo, fijar el revestimiento 10 de la aeronave y el elemento estructural 11 (por ejemplo, un resalte, un larguero, y así sucesivamente).

Obsérvese que las figuras 7A a 7D son diagramas explicativos basados en la forma del elemento de fijación de protección contra rayos 31, y pueden aplicarse de manera similar a los elementos de fijación de protección contra rayos 1 y 21.

(1) Después de que se superponen el revestimiento 10 de una aeronave y el elemento estructural 11, se perfora el sitio (agujero) cóncavo 16 en una localización predeterminada (véase la figura 7A) usando una herramienta (máquina) de perforación tal como un taladro.

5 (2) La superficie interna (superficie circunferencial interna) del sitio cóncavo 16 se recubre con el material de sellado 18 (véase la figura 7B).

(3) La parte de eje 2 del elemento de fijación de protección contra rayos 31 se pone (se introduce) en el agujero 16 recubierto con el material de sellado 18, y el collar 17 (véase la figura 1) se enrosca en la parte de tornillo macho 2a que sobresale hacia dentro (hacia el lado de superficie posterior) del elemento estructural 11 (véase la figura 7C).

10 (4) La cinta 19 de aluminio se aplica a la superficie del elemento de fijación de protección contra rayos 31 (con mayor detalle, la superficie de la capa conductora 6), la superficie del material de sellado 18, y la superficie de la malla conductora 15 (véase la figura 7D).

Obsérvese que la presente invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, y pueden hacerse diversas modificaciones sin alejarse de la esencia de la presente invención.

15 Por ejemplo, la capa conductora 6 no es un elemento esencial en el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención y puede omitirse. Es decir, la superficie de la capa aislante 5 y la superficie de la malla conductora 15 pueden configurarse con el fin de colocarse en el mismo plano (con el fin de nivelarse una con otra).

20 Además, el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con la presente invención no solo se usa para fijar el elemento estructural 11 y el revestimiento 10 de la aeronave, como se muestra en la figura 1; también puede usarse, por ejemplo, para fijar el elemento estructural 11 y un revestimiento 50 de una aeronave, como se muestra en la figura 8.

25 El revestimiento 50 está fabricado principalmente de un material plástico 12 (por ejemplo, CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono), denominado "CFRP" en lo sucesivo en el presente documento) que tiene conductividad (una conductividad de aproximadamente 1/100 a 1/1000 la del aluminio), cuya superficie completa (la superficie localizada en el exterior después del montaje) está laminada con un elemento conductor 51 (por ejemplo, cobre) y cuya superficie posterior completa (la superficie localizada en el interior después del montaje) está laminada con un material plástico 14 que tiene propiedades aislantes (por ejemplo, GFRP (plástico curado de fibra de vidrio), denominado "GFRP" en lo sucesivo en el presente documento).

30 Además, la totalidad de la superficie del elemento conductor 51 localizado en el lado de superficie frontal de CFRP 12 está laminada con un material plástico 52 que tiene propiedades aislantes (por ejemplo, GFRP (plástico curado de fibra de vidrio)).

**REIVINDICACIONES**

1. Un elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31) para fijar un revestimiento (10) de una aeronave y un elemento estructural(11) situado en el interior del revestimiento (10), empleando el revestimiento (10) un material plástico conductor, que comprende
- 5 una capa aislante (5) formada mediante moldeo por inserción con el fin de adherirse por fusión con el fin de cubrir una superficie de extremo de una parte de cabeza (3) de un cuerpo principal del elemento de fijación (4), y también con el fin de acoplarse mecánicamente con una parte de acoplamiento (7, 8; 22, 23; 32, 33) formada en una parte de extremo de la parte de cabeza (3).
2. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la capa aislante (5) se forma mediante moldeo por inyección o mediante moldeo por compresión.
- 10 3. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que una parte de borde circunferencial (7a, 7b, 8a, 8b) de la parte de acoplamiento (7, 8) tiene una forma redonda a lo largo de una dirección circunferencial.
4. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la capa aislante (5) se forma con el fin de rodear una/la parte de borde circunferencial de la parte de acoplamiento (7, 8; 22, 23; 32, 33).
- 15 5. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el pre-procesamiento para formar una rugosidad de superficie fina se aplica al menos a una parte de la superficie de la parte de acoplamiento (7, 8; 22, 23; 32, 33) para mejorar las propiedades de contacto entre el cuerpo principal del elemento de fijación (4) y la capa aislante (5).
- 20 6. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la capa aislante (5) está hecha de un material que tiene por sí mismo una fuerza adhesiva con la superficie de la parte de acoplamiento (7, 8; 22, 23; 32, 33).
7. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la capa aislante (5) tiene una primera capa que cubre la superficie de la parte de acoplamiento (7, 8; 22, 23; 32, 33) y al menos una capa que es una capa que cubre la primera capa, y la primera capa está hecha de un material que tiene por sí mismo una fuerza adhesiva con la superficie de la parte de acoplamiento.
- 25 8. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la capa aislante (5) se forma mediante múltiples rondas de moldeo por inserción.
- 30 9. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que una capa conductora (6) está dispuesta con el fin de cubrir una superficie de extremo de la capa aislante (5).
10. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que se trunca una periferia externa de la capa aislante (5) de manera que se forma un hueco entre la capa aislante (5) y un sitio cóncavo (16) formado en el revestimiento (10) de una aeronave para recibir la parte de cabeza (3) del elemento de fijación (1; 21; 31), teniendo dicho hueco una forma triangular cuando se observa en sección transversal en una vista en alzado frontal.
- 35 11. El elemento de fijación de protección contra rayos (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que
- 40 la parte de borde circunferencial de la parte de acoplamiento (7, 8) formada en una superficie de extremo de la parte de cabeza (3) tiene una parte convexa (7a) que sobresale radialmente hacia fuera alrededor de la dirección circunferencial, y una parte cóncava (7b) que conecta una parte de eje (2) del cuerpo principal del elemento de fijación (4) y la parte convexa (7a) y que está rebajada radialmente hacia dentro alrededor de la dirección circunferencial.
- 45 12. El elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que se usa como elemento de fijación (1; 21; 31) que fija un revestimiento (10) de una aeronave, en el que el material plástico (13, 14) que tiene una propiedad aislante está laminado entre un material plástico conductor (12) y un elemento conductor (15) laminado en un lado exterior del revestimiento (10), y un elemento estructural (11) situado en el interior del revestimiento (10).
- 50 13. Un conjunto de aeronave que comprende un revestimiento (10) compuesto de un material plástico conductor (12) como elemento principal, un elemento estructural (11) que soporta el revestimiento (10) desde el interior, y un elemento de fijación (1; 21; 31) que fija el revestimiento (10) y el elemento estructural (11), en el que el elemento de fijación (1; 21; 31) es el elemento de fijación de protección contra rayos de acuerdo con una

## ES 2 402 680 T3

cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

14. El conjunto de aeronave de acuerdo con la reivindicación 13, en el que un hueco entre el elemento de fijación de protección contra rayos (1; 21; 31) y el revestimiento (10) se llena con un material de sellado (18).

5 15. El conjunto de aeronave de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, en el que la capa aislante (5) se forma con el fin de permitir la formación de un hueco entre un agujero (16) perforado a través del revestimiento (10) y una superficie de la capa aislante (5) que se opone al agujero (16).

16. El conjunto de aeronave de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en el que una superficie superior de la capa aislante (5) y una superficie del revestimiento (10) se procesan para nivelarse una con otra.

10 17. El conjunto de aeronave de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en el que el revestimiento (10) tiene un material plástico (13, 14) que tiene una propiedad aislante laminada entre el material plástico conductor (12) y un elemento conductor (15) laminado en un lado exterior del revestimiento (10).

FIG. 1

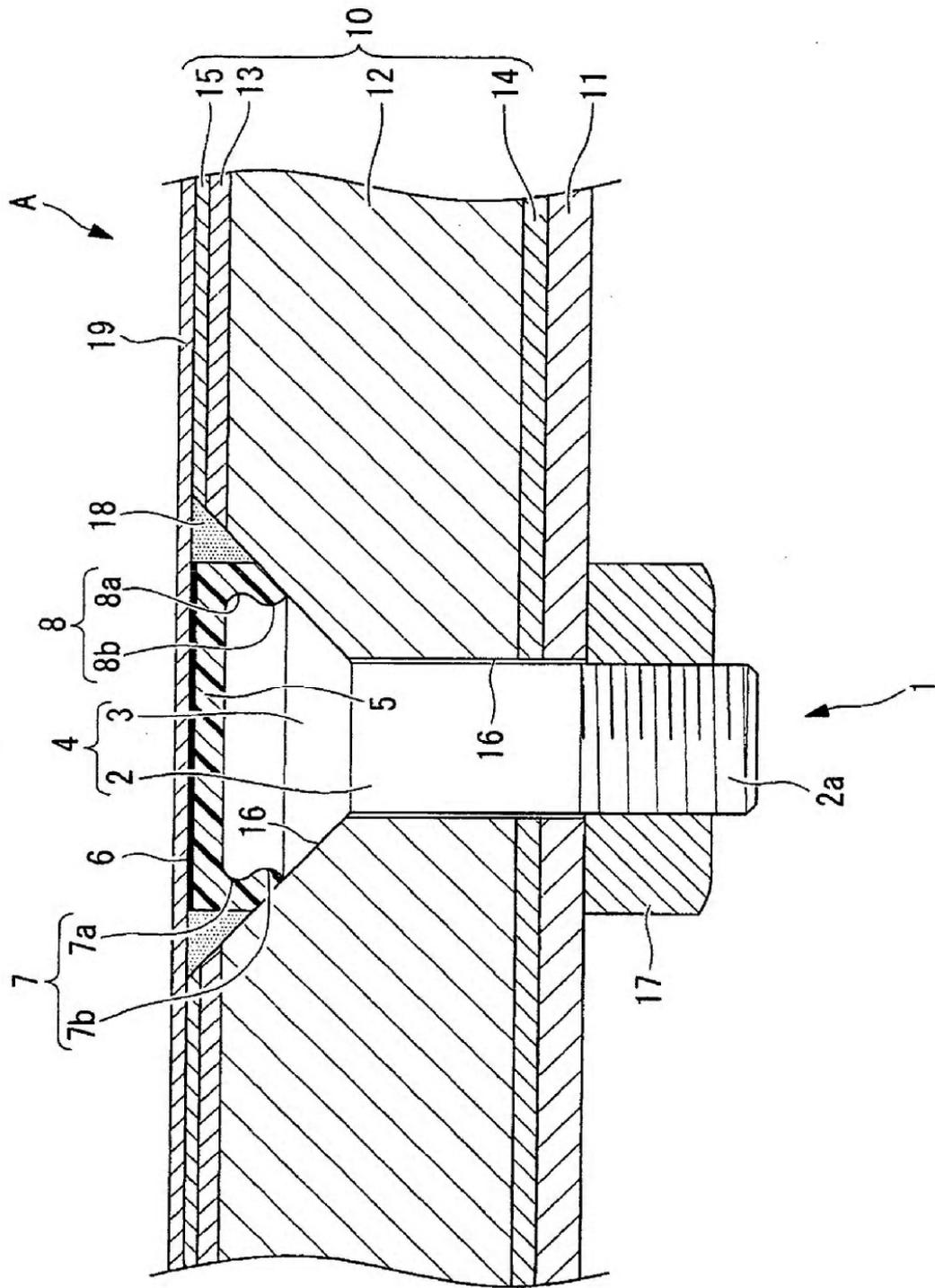


FIG. 2

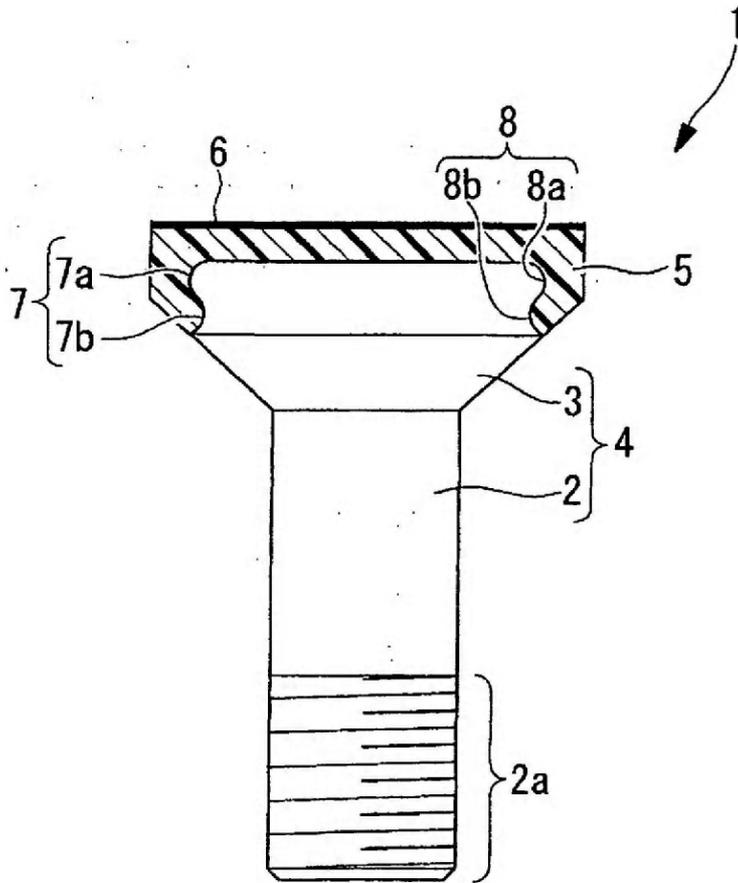


FIG. 3A

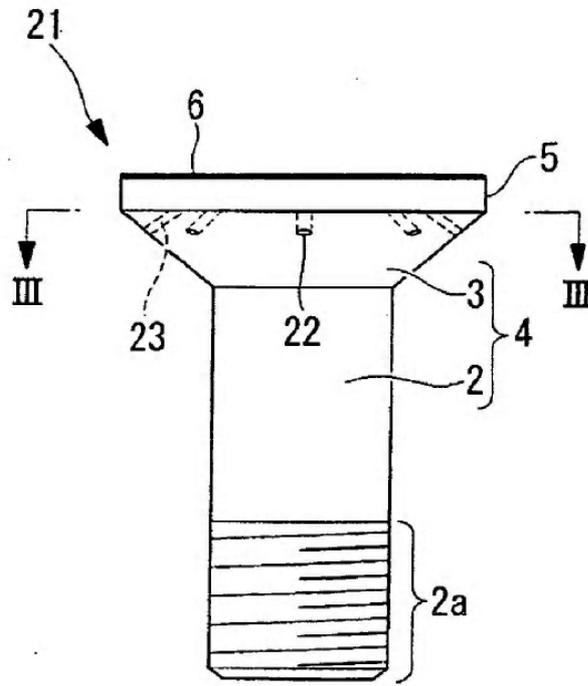


FIG. 3B

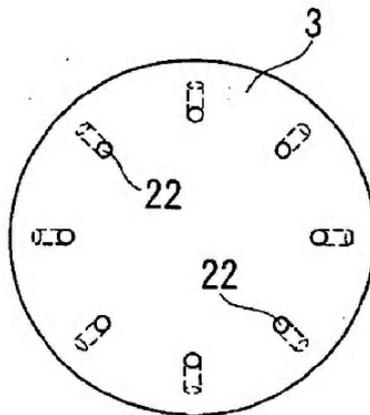


FIG. 4A

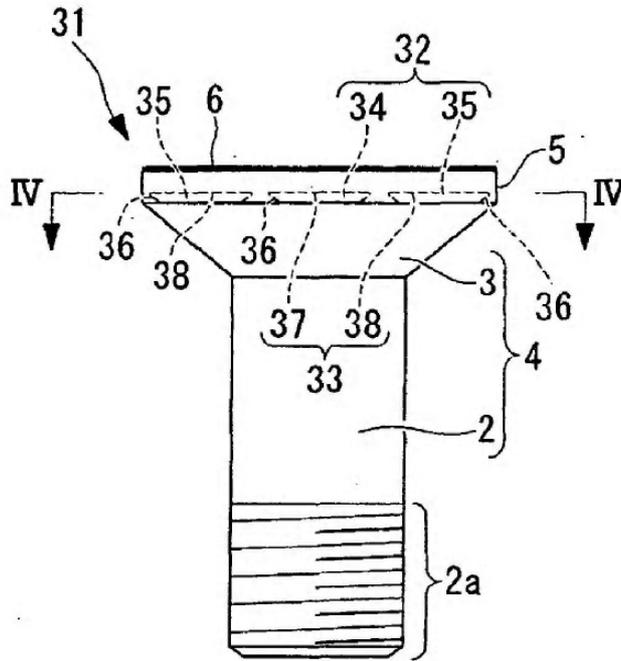


FIG. 4B

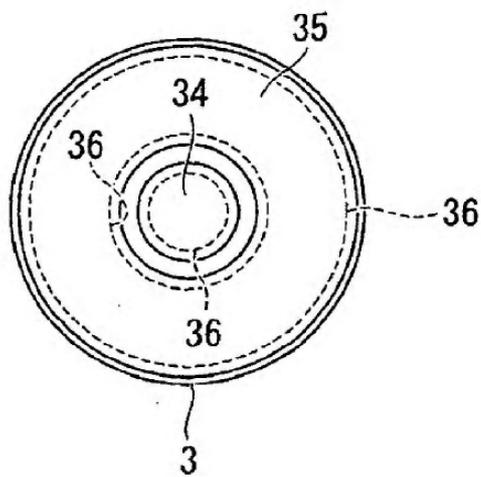


FIG. 5

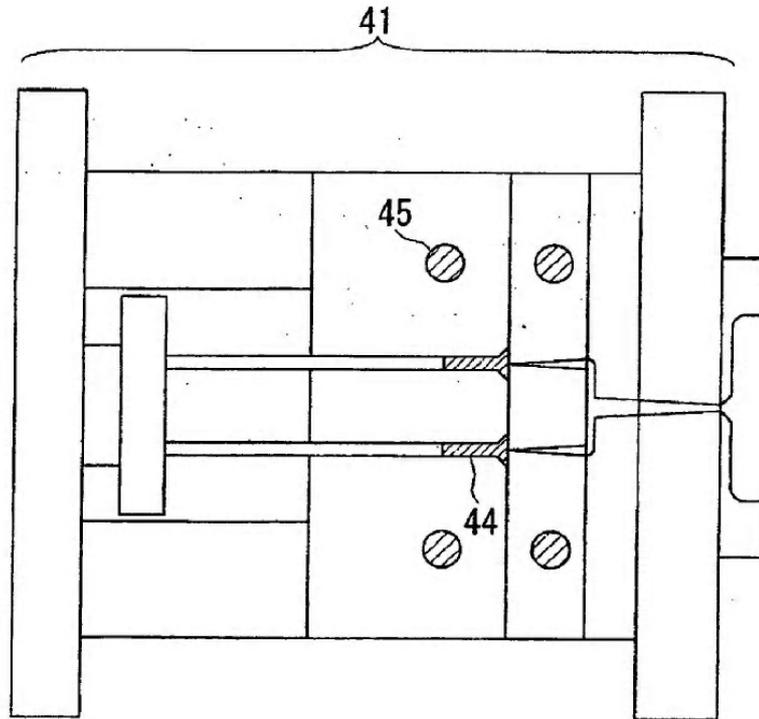


FIG. 6A

MOLDE ABIERTO

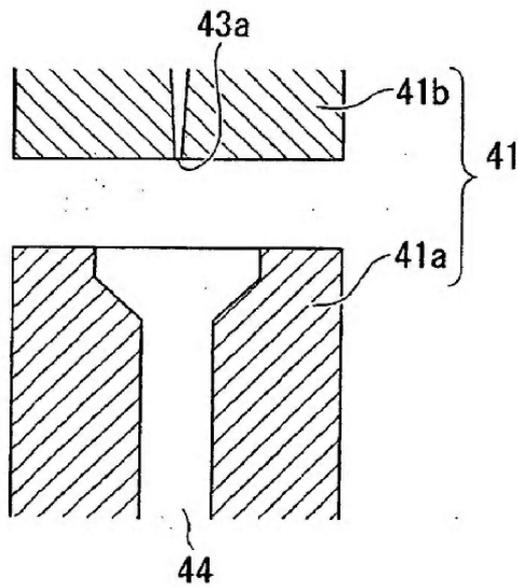


FIG. 6B

MOLDE CERRADO DESPUÉS DE  
INSERTARSE EL ELEMENTO DE FIJACIÓN

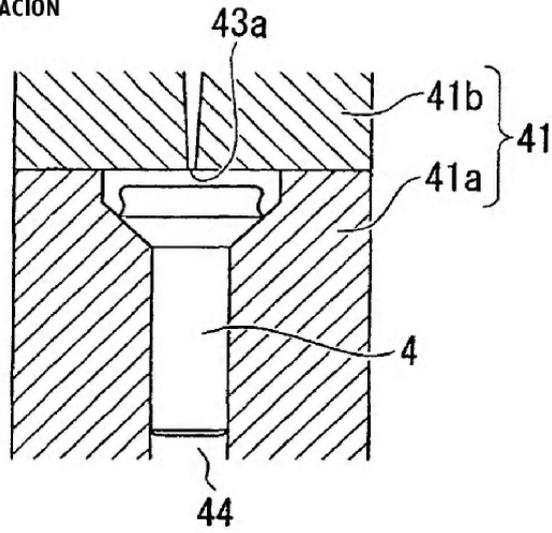


FIG. 6C

PLÁSTICO INYECTADO

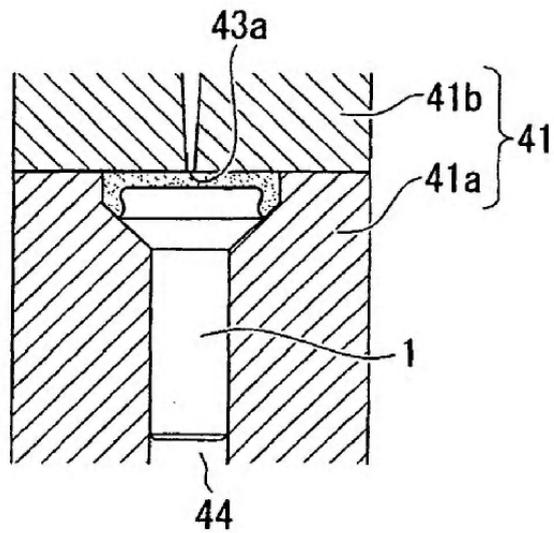


FIG. 7A

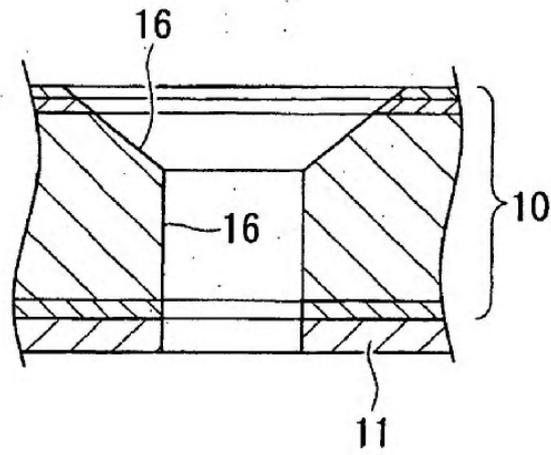


FIG. 7B

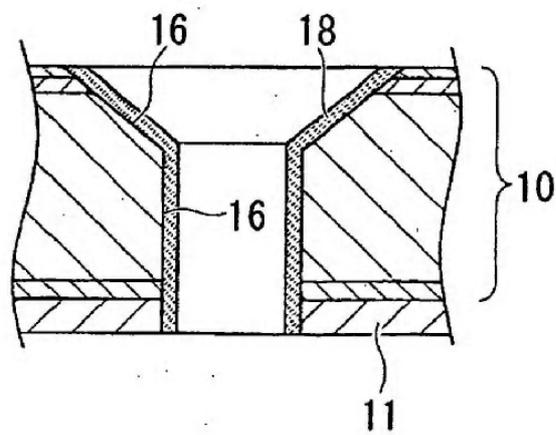


FIG. 7C

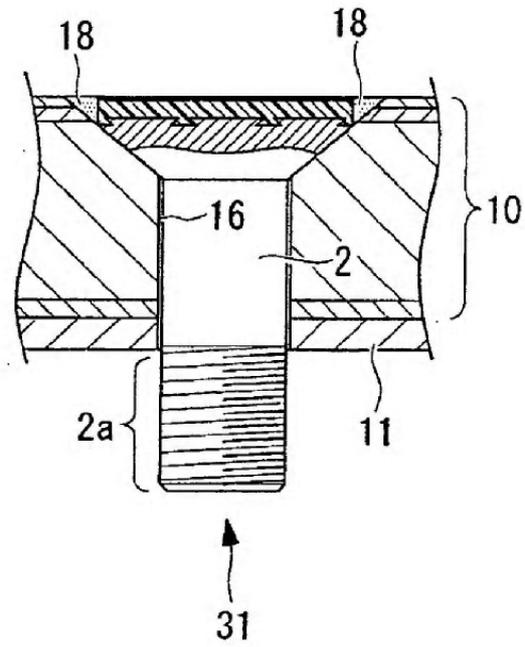


FIG. 7D

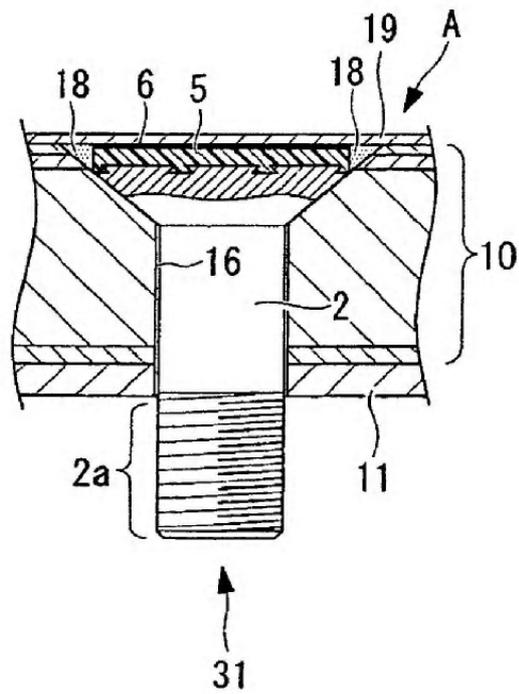


FIG. 8

