

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 479**

51 Int. Cl.:

**F16B 33/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2017 E 17199481 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3321523**

54 Título: **Elementos de sujeción que tienen propiedades de dispersión de la energía eléctrica potenciadas**

30 Prioridad:

**11.11.2016 US 201615349122**  
**08.12.2016 NL 2017955**

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

**29.11.2019**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)**  
**100 North Riverside Plaza**  
**Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**SISCO, TANNI;**  
**RUFIN, ANTONIO CARLOS;**  
**TANNER, RICHARD B.;**  
**WINTER, DALE;**  
**WILKERSON, JEFFREY ALAN y**  
**HEETER, JOE**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 733 479 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**

Elementos de sujeción que tienen propiedades de dispersión de la energía eléctrica potenciadas

**Campo**

5 La divulgación se refiere al campo de elementos de sujeción, y en particular, a elementos de sujeción que dispersan la energía eléctrica.

**Antecedentes**

10 Se usan elementos de sujeción en la industria aeroespacial para unir mecánicamente diversos componentes estructurales de una aeronave. Por ejemplo, paneles de metal o material compuesto que forman una porción de un revestimiento del ala de una aeronave pueden unirse entre sí por medio de un elemento de sujeción. En estructuras de aeronaves, a menudo es deseable instalar elementos de sujeción en interferencia, lo que significa que el diámetro del elemento de sujeción es mayor que el diámetro del orificio que lo recibe. La instalación por ajuste de interferencia de elementos de sujeción puede facilitar las operaciones de ensamblaje de aeronaves y mejorar el rendimiento de las juntas. Puesto que los elementos de sujeción están destinados a potenciar la resistencia estructural de una aeronave, sigue siendo deseable garantizar que el acto de instalación de un elemento de sujeción no dañe los componentes estructurales subyacentes de la aeronave. En particular, si se fuerza un elemento de sujeción de ajuste de interferencia a través de una parte de material compuesto con demasiada fuerza, puede provocar que la parte de material compuesto se deslamine o experimente otros problemas. Por tanto, un elemento de sujeción de ajuste de interferencia puede utilizar un lubricante que reduce la cantidad de fuerza usada para empujar el elemento de sujeción durante la instalación. Una fuerza excesiva puede dar como resultado también daño en el elemento de sujeción y, en juntas compuestas por partes de metal y material compuesto, puede dar como resultado adicionalmente excoiación, desgaste o deformación excesiva perjudiciales de las partes de metal. La magnitud de la fuerza de inserción del elemento de sujeción puede controlarse mediante la aplicación de lubricantes al elemento de sujeción o al orificio, limitando la cantidad de interferencia o usando medios distintos de empujar o tirar del elemento de sujeción dentro del orificio para crear el estado de interferencia deseado.

25 Aunque resulta importante considerar la resistencia estructural de un elemento de sujeción, es importante también que los elementos de sujeción conduzcan y/o dispersen adecuadamente la energía eléctrica de la estructura circundante. Por tanto, sigue siendo importante que el elemento de sujeción disperse eficazmente la energía eléctrica a los componentes estructurales circundantes de una manera que prevenga que la energía se acumule en el elemento de sujeción.

30 Aunque siguen siendo deseables tanto la resistencia estructural como la compatibilidad eléctrica, es un proceso complicado equilibrar ambos de estos requisitos cuando se diseña un elemento de sujeción. Por ejemplo, un elemento de sujeción puede recubrirse con el fin de potenciar la lubricidad y por tanto reducir la cantidad de fuerza usada para instalar el elemento de sujeción. Sin embargo, los recubrimientos y/o acabados pueden aislar eléctricamente el elemento de sujeción de su entorno circundante, alterando de ese modo la capacidad del elemento de sujeción para disipar adecuadamente la energía eléctrica. Como otro ejemplo, el uso de elementos de sujeción forrados con una cubierta de metal protector puede proporcionar un nivel adecuado de disipación de la energía y reducir la posibilidad de daño de partes de material compuesto durante la instalación del elemento de sujeción. Sin embargo, tales elementos de sujeción pueden ser generalmente costosos.

40 Por al menos estos motivos, los diseñadores siguen buscando diseños de elemento de sujeción que encuentren un equilibrio en el cumplimiento de tanto las restricciones estructurales como de diseño eléctrico.

45 La técnica anterior incluye el documento US 2013/0183119 A1, que da a conocer a un tornillo, mediante el cual el lado inferior de la cabeza del tornillo está dotado de rebajes (bolsillos) que se llenan con lubricante. Cuando el tornillo se aprieta sobre una junta, se libera del lubricante de los bolsillos con el fin de impedir el desgaste y rasgado durante los múltiples aprietes y aflojamientos. El documento US 2013/183119 A1 no es un elemento de sujeción de ajuste de interferencia.

**Sumario**

50 La presente invención se refiere a la aplicación de recubrimientos irregulares (por ejemplo, moteado/salpicado), por ejemplo recubrimientos de pigmentación de metal sobre elementos de sujeción en regiones en las que los elementos de sujeción se instalarán en un orificio en un estado de interferencia. Por ejemplo, los elementos de sujeción pueden comprender pernos de bloqueo de tipo tracción que incluyen un vástago dimensionado para un ajuste de interferencia con componentes estructurales de una aeronave. La superficie del elemento de sujeción puede estar desnuda, o puede estar recubierta parcialmente o en su totalidad con un acabado (por ejemplo, anodizado, o un acabado formado por metal desnudo por medio de granallado, etc.). Adicionalmente, una porción del elemento de sujeción se recubre con un recubrimiento de alta lubricidad irregular (es decir, sin patrón), tal como un recubrimiento de pigmentación de metal y/o un recubrimiento de lubricante de película seca, de manera que el recubrimiento se intercala aleatoriamente con las regiones de metal desnudo (o acabado). De esta manera, la aplicación del recubrimiento potencia la lubricidad sin comprometer sustancialmente la conductividad eléctrica del elemento de

sujeción. Esto se debe a que las regiones expuestas restantes no cubiertas por el recubrimiento (por ejemplo, regiones de metal desnudo o anodizado) proporcionan niveles deseados de dispersión de energía eléctrica en la superficie del elemento de sujeción de manera discontinua a lo largo de toda la circunferencia (es decir, los 360°) del elemento de sujeción.

- 5 En particular la presente invención proporciona un método para proporcionar un elemento de sujeción para su uso en la industria aeroespacial o similar, comprendiendo el método las etapas de:

proporcionar un elemento de sujeción que comprende:

una cabeza,

- 10 un vástago cilíndrico que se extiende desde la cabeza y está dimensionado para encajar en un ajuste con un orificio correspondiente,

vástago cilíndrico que tiene una superficie y,

pulverizar, con un pulverizador, un recubrimiento de una manera no uniforme, discontinua sobre el elemento de sujeción con el fin de dejar porciones irregulares de la superficie del vástago expuestas y libres de recubrimiento, y también con el fin de dejar porciones irregulares de la superficie del vástago cubiertas con recubrimiento,

- 15 en el que el recubrimiento presenta una mayor lubricidad que la superficie del vástago de modo que las porciones cubiertas con recubrimiento, irregulares de la superficie del vástago presentan una mayor lubricidad que las porciones irregulares de la superficie del vástago expuestas y libres de recubrimiento y,

- 20 en el que el recubrimiento presenta un mayor voltaje de resistencia dieléctrica que la superficie del vástago de modo que la carga se disipa por medio de las porciones irregulares de la superficie del vástago expuestas y libres de recubrimiento antes de que se alcance el voltaje de resistencia dieléctrica del recubrimiento, de las porciones cubiertas irregulares de la superficie del vástago,

en el que la presión, el tiempo de exposición y/o el tamaño del orificio para el pulverizador se ajustan con el fin de ajustar el porcentaje de cobertura del área de superficie del vástago cubierta por el recubrimiento como cuestión de elección de diseño.

- 25 El recubrimiento comprende preferiblemente comprende un recubrimiento de pigmento de metal de Al o Cu y/o un recubrimiento de disulfuro de molibdeno.

La superficie del vástago puede anodizarse antes de la pulverización del recubrimiento sobre el vástago.

- 30 Puede aplicarse un lubricante que cubre el vástago, lubricante que se aplica tras haberse aplicado el recubrimiento, lubricante que preferiblemente no se fusiona, hornea o se adhiere firmemente de otra forma sobre/o integral con el elemento de sujeción y lubricante que puede actuar como lubricante de sacrificio durante la instalación del elemento de sujeción y lubricante que comprende preferiblemente alcohol cetílico.

La etapa de pulverización del recubrimiento también pulveriza preferiblemente el recubrimiento sobre una circunferencia de la cabeza del elemento de sujeción.

- 35 La aplicación del recubrimiento puede aumentar la anchura del vástago en menos de 0,0254 cm (una centésima de una pulgada) y el radio del vástago recubierto es mayor que el radio del vástago no recubierto.

El pulverizador de recubrimiento se calibra preferiblemente para ajustar el tamaño de las motas o salpicaduras del recubrimiento pulverizado sobre el elemento de sujeción en el que por ejemplo el pulverizador se calibra para pulverizar motas del recubrimiento que son de aproximadamente una décima y una milésima de la circunferencia del elemento de sujeción.

- 40 La presión, el tiempo de exposición y/o tamaño del orificio para el pulverizador pueden ajustarse con el fin de ajustar el porcentaje de cobertura del área de superficie del vástago cubierto por el recubrimiento como cuestión de elección de diseño a preferiblemente entre el 30% y el 70%.

La invención se refiere específicamente además a un elemento de sujeción, tal como se proporciona preferiblemente mediante este método, para su uso en la industria aeroespacial o similar, comprendiendo el elemento de sujeción:

- 45 una cabeza;

un vástago cilíndrico que se extiende desde la cabeza y está dimensionado para encajar en un ajuste con un orificio correspondiente;

vástago cilíndrico que tiene una superficie lisa y un diámetro,

un recubrimiento en el que el recubrimiento se aplica de una manera no uniforme, discontinua al elemento de sujeción para dejar de ese modo la superficie del vástago con porciones irregulares expuestas y libres del recubrimiento, y también para dejar de ese modo la superficie del vástago con porciones irregulares cubiertas con el recubrimiento,

5 mediante lo cual el recubrimiento aumenta el diámetro del vástago y forma picos sobre la superficie lisa del vástago, en el que el recubrimiento presenta una mayor lubricidad que la superficie del vástago de modo que las porciones cubiertas con recubrimiento, irregulares de la superficie del vástago presentan una mayor lubricidad que las porciones irregulares de la superficie del vástago expuestas y libres de recubrimiento y,

10 en el que el recubrimiento presenta un mayor voltaje de resistencia dieléctrica que la superficie del vástago de modo que la carga se disipa por medio de las porciones irregulares de la superficie del vástago expuestas y libres de recubrimiento antes de que se alcanza el voltaje de resistencia dieléctrica del recubrimiento que cubre las porciones cubiertas con recubrimiento, irregulares de la superficie del vástago.

La superficie del vástago comprende preferiblemente comprende un acabado, por ejemplo una superficie anodizada.

15 El vástago está hecho preferiblemente de un material seleccionado del grupo que consiste en titanio, aleación ferrosa y aleación de níquel.

El recubrimiento puede comprender un recubrimiento de pigmento de metal de Al o Cu y/o un recubrimiento de disulfuro de molibdeno.

20 El elemento de sujeción puede comprender además un lubricante que cubre el vástago y el recubrimiento, lubricante que preferiblemente no se adhiere firmemente al elemento de sujeción de modo que el lubricante actúa como lubricante de sacrificio durante la instalación del elemento de sujeción y lubricante que preferiblemente comprende alcohol cetílico.

25 El recubrimiento se dispone también preferiblemente de una manera no uniforme, discontinua con respecto a la cabeza del elemento de sujeción durante la pulverización, dejando de ese modo la cabeza del elemento de sujeción con porciones irregulares expuestas y libres del recubrimiento y también dejando de ese modo la cabeza del elemento de sujeción con porciones irregulares cubiertas con el recubrimiento, preferiblemente en el que las zonas de la cabeza del elemento de sujeción que no están en contacto con el orificio tras la instalación no están recubiertas.

El recubrimiento puede aumentar la anchura del vástago en menos de 0,0254 cm (una centésima de una pulgada).

El radio del vástago recubierto puede ser mayor que el radio del vástago no recubierto.

30 El recubrimiento cubre preferiblemente entre el 30% y el 70% del área de superficie del vástago.

El elemento de sujeción está también preferiblemente no enmascarado.

### **Descripción de los dibujos**

La presente invención se describe ahora, a modo de ejemplo solo, y con referencia a los dibujos adjuntos. El mismo número de referencia representa el mismo elemento o el mismo tipo de elemento en todos los dibujos.

35 La figura 1 es un diagrama de una aeronave.

La figura 2 es una vista a través de un corte de una sección del revestimiento de un ala que incluye elementos de sujeción según la presente invención.

La figura 3 es una vista ampliada de un elemento de sujeción según la presente invención.

La figura 4A-4B son vistas adicionales de elementos de sujeción según la presente invención.

40 La figura 5 es una vista ampliada de un recubrimiento discontinuo aplicado a un elemento de sujeción según la presente invención.

La figura 6 es una vista ampliada de un recubrimiento discontinuo esparcido en un elemento de sujeción instalado según la presente invención.

45 La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para fabricar un elemento de sujeción según la presente invención.

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método para instalar un elemento de sujeción según la presente invención.

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método para intercambiar energía eléctrica entre un elemento de sujeción y un orificio según la presente invención.

La figura 10 es un diagrama de bloques de un elemento de sujeción según la presente invención.

5 La figura 11 es un diagrama de flujo de la producción de una aeronave y la metodología de servicio según la presente invención.

La figura 12 es un diagrama de bloques de una aeronave según la presente invención.

### Descripción

Las figuras y la siguiente descripción ilustran la presente invención.

10 La figura 1 ilustra la estructura de una aeronave a modo de ejemplo que puede utilizar elementos de sujeción según la presente invención. Específicamente, la figura 1 es un diagrama de una aeronave 100. La aeronave 100 incluye el morro 110, las alas 120, el fuselaje 130 y la cola 140.

15 La figura 2 es una vista a través de un corte de una sección del revestimiento 200 del ala de la aeronave 100 indicado por las flechas 2 de la vista en la figura 1. Tal como se muestra en la figura 2, revestimiento 200 del ala comprende múltiples partes de metal o material compuesto (210, 220), que incluyen orificios 230. Los elementos 250 de sujeción se empujan a través de los orificios 230 (por ejemplo, para formar un ajuste de interferencia), y se sujetan con elementos de fijación 240 (por ejemplo, aros estampados o tuercas roscadas). Los elementos 240 de fijación pueden estamparse sobre los elementos 250 de sujeción en ubicaciones en las que se han roto pernos pinzotes de los elementos 250 de sujeción. Los elementos 250 de sujeción pueden comprender pernos de bloqueo de tipo tracción, pernos de bloqueo de tipo poste, clavijas de marca HI-LOK o cualquier otro tipo de elemento de sujeción de tipo clavija permanente.

20 La figura 3 es una vista ampliada de un elemento 250 de sujeción que une partes (210, 220) que forman una sección del revestimiento 200. La figura 3 corresponde a la región 3 de la figura 2. La figura 3 ilustra que cada parte puede comprender una parte de material compuesto que incluye una o más capas/pliegues 310 (por ejemplo, fibra de carbono dentro de una matriz curada de resina). En ejemplos adicionales, las partes 210 y 220 son de metal. La figura 3 ilustra además que dentro de la región 320, el elemento 250 de sujeción se coloca dentro de un ajuste de interferencia con la parte 210. Aunque se logra un ajuste de interferencia, pequeños huecos de aire (no mostrados) pueden permanecer todavía en determinadas ubicaciones entre el elemento 250 de sujeción y la parte 210. Estos huecos de aire están provocados por irregularidades de superficie que pueden producirse cuando se perforan orificios en materiales compuestos. Estos pequeños huecos de aire a su vez aíslan pequeñas porciones del elemento 250 de sujeción de la 210 de material compuesto. El elemento 250 de sujeción puede incluir además un recubrimiento que proporciona protección frente a la corrosión y lubricidad potenciada. El recubrimiento puede facilitar la instalación del elemento 250 de sujeción, pero también puede aislar eléctricamente el elemento 250 de sujeción de las partes 210 y 220 de material compuesto. Idealmente, el nivel de aislamiento es lo suficientemente bajo como para garantizar un bajo voltaje de resistencia dieléctrica, garantizando de ese modo que no se produce la formación de un arco eléctrico sustancial entre la pared 330 del elemento 250 de sujeción y la pared 340 de la parte 210 de material compuesto en el caso de una descarga eléctrica a través de la región 320. Aunque la figura 3 ilustra el elemento 250 de sujeción que se usa para una junta de material compuesto-material compuesto, el elemento 250 de sujeción también puede usarse para una junta de metal-material compuesto, o cualquier ubicación adecuada.

30 La figura 4A es una vista adicional del elemento 250 de sujeción y se corresponde con la región 4 de la figura 3. La figura 4A ilustra una configuración de perno de bloqueo que está diseñada para su instalación con un aro metálico estampado (no mostrado). El elemento 250 de sujeción incluye además la cabeza 430, el vástago 440, la transición 450 de entrada, la ranura 460 de rotura, la característica 470 y el perno 480 pinzote (que incluye la característica 482). La característica 470 y/o característica 482 pueden tener formas anulares (por ejemplo, anillos), de manera que el elemento 250 de sujeción se fuerza en su sitio empujando directamente el elemento 250 de sujeción dentro del orificio 230. Las características 470 y/o 482 pueden estar roscadas. La figura 4B ilustra un elemento 250 de sujeción implementado como un elemento de sujeción escarado, que incluye las muescas 410 y 420 (por ejemplo, muescas hembra hexagonales, muescas "de estrella"/TORX prismáticas, u otras muescas adecuadas que facilitan la instalación del elemento 250 de sujeción en el orificio 230). La característica 470 puede comprender roscas diseñadas para alojar una tuerca o aro roscado (no mostrado). Las figuras 4A-4B ilustran además el área 490 de cobertura de recubrimiento, en donde se aplica un recubrimiento de alta lubricidad (por ejemplo, un recubrimiento de pigmento de metal o lubricante de película seca) de una manera discontinua no uniforme al elemento 250 de sujeción. Zonas del elemento 250 de sujeción distintas de la cabeza 430 y el vástago 440 pueden recubrirse completamente con recubrimientos de alta lubricidad con el fin de facilitar la instalación del elemento de sujeción.

50 La figura 5 es una vista en primer plano del área 490 de cobertura de recubrimiento del elemento 250 de sujeción de las figuras 4A y 4B. Específicamente, la figura 5 ilustra que el recubrimiento 510 (por ejemplo, un recubrimiento de pigmento de metal de Al o Cu, un recubrimiento de lubricante de película seca tal como disulfuro de molibdeno, etc.) puede aplicarse de manera discontinua dentro del área 490. El área 490 de cobertura de recubrimiento puede abarcar la porción de apoyo del elemento de sujeción, incluyendo la cabeza 430 del elemento de sujeción y el

vástago 440, que llega hasta la transición 450 de entrada del elemento de sujeción. La superficie del área 490 de cobertura de recubrimiento puede comprender metal desnudo (por ejemplo, titanio o una aleación a base de níquel o ferrosa que tiene propiedades potenciadas de conducción eléctrica) o un acabado (por ejemplo, anodizado). La figura 5 ilustra regiones 522 del área 490 de cobertura de recubrimiento en donde parte de la superficie original/acabado 520 del elemento 250 de sujeción permanece visible tras la aplicación del recubrimiento de alta lubricidad. Las zonas de la cabeza 430 del elemento de sujeción que no están en contacto con el orificio 230 tras la instalación no es necesario que reciban el recubrimiento 510.

El recubrimiento 510 aumenta de manera beneficiosa la lubricidad (y/o resistencia a la corrosión) del elemento 250 de sujeción en comparación con metal desnudo o acabados de elementos de sujeción comúnmente usados. Cuando el recubrimiento 510 se aplica sobre la superficie 520 del vástago 440, la mayoría de la fuerza de fricción de deslizamiento soportada por el elemento 250 de sujeción durante la instalación la asume el recubrimiento 510. Afortunadamente, las porciones de vástago 440 cubiertas por el recubrimiento 510 están entre las regiones del elemento 250 de sujeción que necesitan la mayor cantidad de lubricidad durante la inserción del elemento de sujeción en el orificio 230 para un estado instalado de interferencia. Por tanto, el vástago 440 puede deslizarse dentro del orificio 230 a lo largo de sus porciones más lubricadas, reduciendo la cantidad de fuerza implicada en la instalación del elemento 250 de sujeción.

Aunque el recubrimiento 510 proporciona los beneficios indicados anteriormente con respecto a la instalación del elemento de sujeción, el recubrimiento 510 puede no proporcionar una conductividad suficiente para garantizar que el elemento 250 de sujeción disipa apropiadamente la energía eléctrica. Por ejemplo, un recubrimiento 510 formado a partir de recubrimiento de pigmento de metal puede tener un voltaje de resistencia dieléctrica en el intervalo de cero a dos mil voltios, en comparación con metal anodizado que tiene un voltaje de resistencia dieléctrica en el intervalo de cero a sesenta voltios, o algún otro voltaje intrínsecamente bajo. Esto significa que un recubrimiento de pigmento de metal uniforme sobre el vástago 440 provocaría que el vástago 440 experimente descargas de alto voltaje de energía eléctrica (por ejemplo, descargas de aproximadamente dos mil voltios), lo que no se desea. Por tanto, aunque el recubrimiento 510 es deseable para garantizar la compatibilidad con restricciones de diseño estructural, el recubrimiento 510 agrava problemas referentes a las restricciones eléctricas porque presenta un nivel inferior al deseado de conducción de energía eléctrica.

Para abordar este problema, en lugar de recubrir uniformemente todo el elemento 250 de sujeción (o vástago 440 y cabeza 430) con el recubrimiento 510, o aplicar regiones sólidas (por ejemplo, bandas) del recubrimiento 510 al elemento 250 de sujeción, el vástago 440 y/o la cabeza 430 se recubren de manera discontinua con una aplicación en mosaico 590 irregular, no uniforme y/o sin patrón del recubrimiento 510. Esta técnica es beneficiosa porque elimina cualquier necesidad de enmascarar el elemento 250 de sujeción (por ejemplo, con el fin de aplicar tiras o bandas sólidas del recubrimiento 510), lo que elimina una etapa implicada en la fabricación de elementos 250 de sujeción y por tanto reduce el coste. Además, esta técnica equilibra preocupaciones relacionadas con restricciones de diseño estructurales y eléctricas.

El documento US 2016/0169262 A1 da a conocer un tornillo de metal para ajustes de interferencia en materiales compuestos para una aeronave, elemento de sujeción que está dotado de tiras lubricantes y tiras eléctricamente conductoras separadas, alternas de manera regular.

El documento US 2015/0147136 A1 da a conocer un elemento de fijación para sujetar elementos de una aeronave entre sí, elemento de fijación que está dotado de capas lubricantes y capas eléctricamente conductoras hechas de diferentes materiales.

Existe un beneficio adicional en el uso de un recubrimiento no uniforme. Específicamente, el recubrimiento 510 puede aplicarse por medio de pulverización para formar una película moteada/salpicada sobre la cabeza 430 y/o el vástago 440. Tal como se usa en el presente documento, una disposición moteada/salpicada comprende una distribución al azar del recubrimiento por todo el perímetro de la cabeza 430 y/o el vástago 440. Ajustando la presión, el tiempo de exposición y/o el tamaño del orificio para el pulverizador, el porcentaje de área de superficie en el área 490 cubierta por el recubrimiento 510 puede ajustarse cuidadosamente. Esto permite que las propiedades eléctricas y físicas del elemento 250 de sujeción se ajusten según se desee. Por ejemplo, el porcentaje de área de superficie del vástago 440 (y/o cabeza 430) cubierta por el recubrimiento 510 puede variarse como cuestión de elección de diseño a entre el treinta y el setenta por ciento. El porcentaje puede incluso variar a lo largo de la longitud axial del elemento 250 de sujeción. El porcentaje de área del recubrimiento 510 puede aumentarse para elementos de sujeción que de lo contrario requerirían altas cantidades de fuerza para instalarse (por ejemplo, elementos de sujeción que tienen longitudes axiales/longitudes de agarre largas para los vástagos 440, o elementos de sujeción que tienen vástagos con diámetros mayores). En cambio, el porcentaje área del recubrimiento 510 puede disminuirse para elementos de sujeción que están expuestos a mayores corrientes eléctricas y en donde los requisitos de fuerza de inserción del elemento 250 de sujeción pueden ser menos exigentes.

El porcentaje de área del recubrimiento 510 sobre el vástago 440 puede variar también dependiendo de si la superficie 520 presenta o no un acabado (por ejemplo, anodizado) o es metal desnudo. Si la superficie 520 es metal desnudo, puede permitirse más recubrimiento 510 mientras que todavía se adapta a las restricciones eléctricas, pero también puede ser necesario más recubrimiento 510 para garantizar que la cantidad de fuerza usada para superar la

fricción con pliegos laminados no excede una cantidad predefinida. Tal como se indicó anteriormente, si el elemento 250 de sujeción se empuja con demasiada fuerza, puede dañar los componentes estructurales subyacentes (por ejemplo, al deslaminar esos componentes en la región alrededor del orificio 230 y provocar la separación de los pliegues). De un modo similar, si la superficie 520 está anodizada, puede permitirse menos recubrimiento 510 para adaptarse a las restricciones estructurales, pero también puede ser necesario menos recubrimiento 510 para garantizar una dispersión suficiente de la energía eléctrica.

Además del recubrimiento 510, se muestra un lubricante 530 opcional. El lubricante 530 se aplica al elemento 250 de sujeción (por ejemplo, por medio de inmersión o pulverización). El lubricante 530 se aplica tras aplicarse por moteado el recubrimiento 510. Además, lubricante 530 puede aplicarse al vástago 440 o a todo el elemento 250 de sujeción. Sin embargo, el lubricante 530 difiere sustancialmente del recubrimiento 510 porque el lubricante 530 no se fusiona, hornea adhiere firmemente de otra forma sobre/integral con el elemento 250 de sujeción. En su lugar, el lubricante 530 comprende un lubricante tradicional (por ejemplo, un aceite, alcohol cetílico, cera, sellante etc.) que actúa como lubricante de sacrificio durante la instalación. Es decir, la mayoría del lubricante 530 se elimina por frotado o se disipa de otra forma durante la instalación, y por tanto las propiedades aislantes del lubricante 530 no tienen un impacto sustancial sobre las propiedades eléctricas del elemento 250 de sujeción. Puesto que la instalación del elemento 250 de sujeción implica un ajuste de interferencia, el lubricante 530 solo (por ejemplo, sin el recubrimiento 510) es insuficiente para garantizar que la fuerza de empuje aplicada al elemento 250 de sujeción estará por debajo de un nivel umbral deseado de fricción. Específicamente, el contacto de interferencia implicado en un ajuste de interferencia garantiza que el lubricante 530 se eliminará por raspado durante la instalación, lo que significa que el recubrimiento 510 define en gran medida la cantidad de fuerza de instalación usada para el elemento 250 de sujeción. Por tanto, el lubricante 530 puede considerarse un complemento opcional al recubrimiento 510, pero no reemplaza el papel del recubrimiento 510. La figura 5 ilustra además un recubrimiento/acabado adicional y/o alternativo que puede aplicarse a la porción/transición 450 de entrada. El recubrimiento 510 puede continuar además en la región 595, incluyendo la transición 450 de entrada. Puede utilizarse un recubrimiento de alta lubricidad diferente en la región 595 que el recubrimiento 510. La cobertura de la región 595 por el recubrimiento 510 puede ser completa (por ejemplo, tal como se muestra) con el fin de cubrir completamente la circunferencia de la transición 450 de entrada. En otra realización, la cobertura puede estar moteada de una manera similar a la descrita anteriormente para el vástago 440.

La figura 6 ilustra una vista adicional del elemento 250 de sujeción tras haberse instalado el elemento 250 de sujeción en el revestimiento 200 de la aeronave 100. Tal como se muestra en la figura 6, la fuerza de instalación del elemento 250 de sujeción (al forzar el elemento 250 de sujeción en la dirección D dentro de un orificio de diámetro más pequeño se ha provocado que porciones del recubrimiento 510 se desgarran, dando como resultado que el recubrimiento 510 tenga un aspecto 600 esparcido. Esto altera la disposición del recubrimiento 510 sobre el elemento 250 de sujeción, pero no cambia sustancialmente la cantidad de área de superficie ocupada por el recubrimiento 510. Para los fines de la discusión, las observaciones referentes a un porcentaje deseado de área de superficie ocupada por el recubrimiento 510 se refieren a la cantidad de área de superficie ocupada por el recubrimiento 510 antes de la instalación.

Se comentarán detalles ilustrativos de la fabricación y el funcionamiento del elemento 250 de sujeción con respecto a las figuras 7-8.

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método 700 para fabricar un elemento 250 de sujeción en una realización a modo de ejemplo. Las etapas del método 700 se describen con referencia al elemento 250 de sujeción de la figura 1, pero los expertos en la técnica apreciarán que el método 700 puede realizarse para otros elementos de sujeción (por ejemplo, pernos, tornillos, remaches, etc.) con el fin de lograr un resultado deseado. Las etapas de los diagramas de flujo descritos en el presente documento no son todas inclusivas y pueden incluir otras etapas no mostradas. Las etapas descritas en el presente documento pueden realizarse también en un orden alternativo.

Según el método 700, se adquiere el elemento 250 de sujeción, incluyendo la cabeza 430 y el vástago 440 cilíndrico (etapa 702). El vástago 440 incluye la superficie 520, que puede ser metal desnudo o metal anodizado. En una realización, el elemento 250 de sujeción puede forjarse a partir de una forma de titanio, aleación ferrosa o aleación de níquel, o puede mecanizarse a partir de una parte precursora. Alternativamente, el elemento 250 de sujeción puede adquirirse de un proveedor que fabrica elementos de sujeción en volumen. El elemento 250 de sujeción puede comprender además un acabado sobre parte de o la totalidad de su superficie.

Un recubrimiento 510 de alta lubricidad se aplica por moteado sobre el vástago 440 (etapa 704). El recubrimiento 510 puede aplicarse además a la cabeza 430 de manera similar. El recubrimiento 510 se aplica de manera discontinua (por ejemplo moteado) sobre porciones irregulares (por ejemplo, conformadas aleatoriamente) de la cabeza 430 y/o el vástago 440, y dejando porciones irregulares del vástago 440 expuestas. Esto forma un mosaico sin patrón de disposición de cobertura salpicada/moteada por la superficie del vástago 440 (por ejemplo, por toda la circunferencia del vástago 440 y/o toda la circunferencia de la cabeza 430, y extendiéndose axialmente), lo que garantiza que un porcentaje deseado del área de superficie del vástago 440 se cubre mediante el recubrimiento 510. Tal como se comentó anteriormente, el recubrimiento 510 potencia la lubricidad del vástago 440, reduciendo la cantidad de esfuerzo usada en la instalación del vástago 440 en un ajuste de interferencia dentro del orificio 230. Este a su vez ayuda a superar la fricción del ajuste de interferencia. Sin embargo, si el recubrimiento 510 se aplicó

por todo el vástago 440 de una manera que cubre completamente toda la superficie del vástago 440, el recubrimiento 510 estaría aislado eléctricamente de las partes 210 y 220, dando como resultado una disminución de la capacidad del elemento 250 de sujeción para dispersar la energía eléctrica.

5 La aplicación del recubrimiento 510 de una manera no uniforme, irregular (por ejemplo, una manera sin patrón) proporciona un beneficio adicional y aparentemente paradójico ya que el recubrimiento 510 permanece, en promedio, distribuido uniformemente a lo largo de toda la circunferencia del vástago 440, aun cuando las regiones específicas ocupadas por el recubrimiento 510 sean aleatorias. De esta manera, ninguna porción de la circunferencia del vástago 440 (por ejemplo, 30°, 60°, 90°, 120°, etc.) tiene una razón sustancialmente diferente de recubrimiento 510 con respecto a superficie 520 expuesta (por ejemplo, la razón de estos componentes permanece sustancialmente igual/constante a medida que se cruza la circunferencia, tal como dentro del diez por ciento de un valor deseado). Por tanto, a diferencia de un patrón "de bandas" de aplicación para el recubrimiento 510 a lo largo de la circunferencia del elemento 250 de sujeción, que provocaría necesariamente que las regiones no cubiertas experimenten mayores cantidades locales de fricción (y por tanto mayor riesgo de daño) durante la inserción, el elemento 250 de sujeción incluye una lubricidad más uniforme (en una base área a área). El elemento 250 de sujeción logra por tanto una mejor lubricidad que los elementos de sujeción con bandas, y el coste de fabricación es menor que el que los elementos de sujeción con bandas, que requieren enmascaramiento. Además, a diferencia del sistema con bandas, la corriente eléctrica no tiene que fluir por bandas/áreas recubiertas sólidas grandes en el elemento 250 de sujeción con el fin de alcanzar una región en la que pueda producirse la disipación de la energía eléctrica. Por tanto, el elemento 250 de sujeción presenta una capacidad de disipación de la energía eléctrica más uniforme/mejor (por ejemplo, voltajes de resistencia dieléctrica) a lo largo de su circunferencia (en promedio) que elementos de sujeción con bandas. El recubrimiento 510 aumenta marginalmente la anchura/diámetro del elemento 250 de sujeción. Por consiguiente el radio del vástago recubierto es por tanto también mayor que el radio del vástago no recubierto.

25 Por ejemplo, el recubrimiento 510 puede aumentar la anchura del elemento 250 de sujeción en varias milésimas de una pulgada (es decir, menos de una centésima de una pulgada). Esto significa que el diámetro del elemento de sujeción recubierto no es constante ya que el recubrimiento no es constante. Sin embargo, el grosor añadido no supone un impacto sustancial en la instalación. El recubrimiento 510 aumenta el diámetro del vástago, de modo que el recubrimiento 510 se extiende más allá de la superficie del vástago en las porciones irregulares expuestas del vástago libres del recubrimiento. Como tal, el recubrimiento 510 crea picos que se proyectan desde y se extiende lejos de la superficie del vástago. El vástago no se pule tras la aplicación del recubrimiento. El recubrimiento 510 puede consistir en un material orgánico pigmentado de metal de alta lubricidad o un lubricante de película seca. El recubrimiento 510 puede procesarse térmicamente (por ejemplo, curarse) tras la aplicación para garantizar que el recubrimiento 510 se fusione por calor al vástago 440 y no se elimine por frotado o se altere de otra forma (excepto por ejemplo cuando el vástago 440 se ajusta dentro del orificio 230). En una realización, la aplicación por moteado comprende salpicar físicamente el recubrimiento 510 sobre el vástago 440. Esto significa que no es necesario enmascaramiento.

40 Con el recubrimiento 510 aplicado satisfactoriamente, el lubricante 530 (por ejemplo, alcohol cetílico) se aplica al elemento 250 de sujeción (etapa 706). Por ejemplo, el elemento 250 de sujeción puede sumergirse y/o pulverizarse uniformemente con lubricante 530 (es decir, saturarse, dando como resultado la ausencia de irregularidades en la cobertura) con el fin de cubrir el elemento 250 de sujeción. En realizaciones en las que el lubricante 530 es alcohol cetílico, el lubricante 530 puede tener una naturaleza de sacrificio, eliminándose por frotado durante la instalación del elemento 250 de sujeción, y garantizando de ese modo una interferencia mínima con (por ejemplo, el aislamiento de) la conductividad del vástago 440.

45 El método 700 puede realizarse por medio de procesos discontinuos de formación, mecanizado, pulverización y/o inmersión con el fin de garantizar un rendimiento suficiente de elementos 250 de sujeción para la fabricación de aeronaves. Puesto que no se requiere enmascaramiento (por ejemplo, puesto que el elemento 250 de sujeción no se enmascara ni luego se pulveriza con bandas sólidas de recubrimiento 510 continuo), la cantidad de trabajo y tiempo implicados en la fabricación de los elementos 250 de sujeción se reduce.

50 Con los elementos 250 de sujeción fabricados satisfactoriamente, un fabricante de aeronaves puede desear instalar elementos 250 de sujeción en una aeronave (por ejemplo, aeronave 100). Para este fin, la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método 800 para instalar un elemento 250 de sujeción usando un proceso de ensamblaje manual o semiautomatizado en una realización a modo de ejemplo. Según el método 800, se perfora un orificio de un diámetro predeterminado en una aeronave (por ejemplo, mediante una máquina automatizada según un programa de control numérico (NC), mediante un técnico, etc.) (etapa 802). La máquina adquiere un elemento 250 de sujeción que tiene una longitud de agarre y diámetro apropiados (etapa 804). El diámetro puede elegirse de manera que sea mayor (por ejemplo, en varias milésimas de una pulgada) que el orificio. Esto puede realizarse, por ejemplo, cargando un elemento de sujeción (o lote de elementos de sujeción) en una máquina de inserción de elementos de sujeción (no mostrada). La máquina de inserción de elementos de sujeción puede consistir en un efector final de máquina que puede funcionar según un programa de control numérico (NC) implementado por un controlador/procesador con el fin de seleccionar un orificio 230 en el que instalar el elemento 250 de sujeción. En una realización, el orificio 230 está ubicado en un depósito de combustible de una aeronave. El diámetro del orificio 230 se dimensiona de manera que cuando el elemento 250 de sujeción se instala, se logra un nivel prescrito de

interferencia dentro de la tolerancia. Con un orificio 230 elegido, la máquina de inserción de elementos de sujeción forma un ajuste de interferencia entre el vástago 440 y el orificio 230, empujando/insertando el vástago 440 dentro del orificio 230 (etapa 806). Esta operación puede realizarse aplicando un par de torsión al vástago 440 dentro del orificio 230 por medio de la característica 470 (por ejemplo, roscado), o forzando directamente el vástago 440 en su sitio. El vástago 440 puede mantenerse en el orificio 230 tras su inserción para impedir su rotación. Esto puede realizarse por ejemplo durante la instalación de un elemento 240 de fijación (por ejemplo, una rosca) sobre el elemento 250 de sujeción. Tras haberse instalado varios elementos 250 de sujeción de esta manera, un operario sigue entonces instalando aros o tuercas usando herramientas automatizadas o manuales según se desee. En todos los casos, puesto que el vástago 440 está cubierto parcialmente con el recubrimiento 510, la lubricidad del vástago 440 se potencia, reduciendo la cantidad de fuerza de instalación usada. Con el vástago 440 en su sitio en un ajuste de interferencia, el elemento 250 de sujeción realiza su papel de sujetar componentes estructurales deseados (por ejemplo, partes de metal o material compuesto que forman cada una una porción del revestimiento 200). Las etapas 802-806 pueden repetirse múltiples veces (por ejemplo, cientos o miles de veces) durante la fabricación de la aeronave 100, con el fin de sujetar los diversos componentes de la aeronave 100. Tras haberse fabricado completamente la aeronave 100, puede entonces hacerse funcionar en vuelo.

Los métodos 700-800 utilizan elementos de sujeción que presentan una ventaja con respecto a los sistemas de elemento de sujeción recubierto anteriores porque los elementos 250 de sujeción garantizan que se cumplan los requisitos estructurales de lubricidad, al tiempo que también garantizan que los elementos 250 de sujeción disipen de manera segura la energía eléctrica. En comparación con elementos de sujeción forrados con cubiertas metálicas, otro sistema usado algunas veces en aplicaciones similares, los métodos 700-800 proporcionan un elemento de sujeción de una pieza con un coste mucho menor.

El documento EP 2947 015 A1 da a conocer un elemento de sujeción de vástago modificado, cuyo objeto es evitar la necesidad de cubiertas extra proporcionadas entre el elemento de sujeción y el orificio en una junta de material compuesto, para disipar la energía de relámpagos/eléctrica. El vástago dado a conocer en el documento EP 2947 015 A1 está dotado de una superficie rugosa, formada mediante estriado/mecanizado, superficie rugosa que luego se dota de un recubrimiento de lubricante seco. El vástago estriado se pule entonces para eliminar el recubrimiento de los picos de la estriación, pero se deja un recubrimiento regular en los valles de la estriación. El recubrimiento y los picos de la estriación se igualan hasta el nivel entre sí en la superficie pulida del vástago del elemento de sujeción, mediante lo cual se eliminan los picos.

Con los elementos 250 de sujeción instalados, el funcionamiento de la aeronave 100 (por ejemplo, durante el vuelo) puede provocar que se acumule energía eléctrica en el elemento 250 de sujeción. Esta energía puede ser el resultado de un relámpago. Esta carga acumulada sigue acumulándose hasta que supera el voltaje de resistencia dieléctrica de la superficie 520, momento en el que se disipa la energía eléctrica entre el orificio 230 y el elemento 250 de sujeción en ubicaciones en la superficie 520. Cuando se disipa la energía en el elemento 250 de sujeción, se produce disipación entre porciones expuestas de la superficie 520 y el orificio 230, y no entre el recubrimiento 510 y el orificio 230. El recubrimiento 510 puede presentar un mayor voltaje de resistencia dieléctrica que la superficie 520. La carga puede disiparse por tanto por medio de la superficie 520 antes de que se alcance el voltaje de resistencia dieléctrica del recubrimiento 510. Esta operación es beneficiosa, ya que la disipación de la carga a través del área relativamente grande de la superficie 520 impide la generación arcos eléctricos, por ejemplo limitando los voltajes de disipación a entre aproximadamente cero y sesenta voltios (preferiblemente entre cero y veinte voltios).

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método 900 para disipar energía eléctrica entre un elemento 250 de sujeción y un orificio 230. Se acumula energía eléctrica entre el elemento 250 de sujeción y el orificio 230 (etapa 902). Esto puede producirse, por ejemplo, durante el vuelo. A continuación, la energía eléctrica acumulada cruza alrededor del recubrimiento 510, que cubre la superficie 520 del elemento 250 de sujeción (etapa 904). Puesto que el recubrimiento 510 presenta un mayor voltaje de resistencia dieléctrica que la superficie 520, la energía eléctrica pasa alrededor del recubrimiento 510 en lugar de pasar al elemento 250 de sujeción por medio del recubrimiento 510. A continuación, la energía eléctrica se disipa entre la superficie 520 del vástago 440 y el orificio 230 (etapa 906). Esta acción se realiza de manera discontinua a lo largo de toda la circunferencia (es decir, los 360°) del vástago 440 en porciones irregulares, puede producirse algo en cada ubicación que no está recubierta por el recubrimiento 510.

En una realización adicional, puede calibrarse un pulverizador para ajustar el tamaño de motas/salpicaduras individuales aplicadas al elemento 250 de sujeción. Por ejemplo, con el fin de garantizar que las motas aplicadas aleatoriamente no varían sustancialmente en cuanto al porcentaje de área de superficie ocupada en una porción dada del elemento 250 de sujeción, puede ser deseable seleccionar tamaños de motas que están entre aproximadamente una décima y una milésima de la circunferencia del elemento 250 de sujeción.

### Ejemplos

En los siguientes ejemplos, se describen procesos, sistemas y métodos adicionales en el contexto de una instalación de elemento de sujeción de perno de bloqueo de tipo tracción semiautomatizada en la estructura de una aeronave.

La figura 10 es un diagrama de bloques de un elemento 1040 de sujeción y la maquinaria acompañante en una realización a modo de ejemplo. Específicamente, la figura 10 ilustra un elemento 1040 de sujeción de perno de bloqueo de tipo tracción de titanio que incluye una cabeza 1041. El elemento 1040 de sujeción incluye además un vástago 1043, que incluye por sí mismo la superficie 1044 (por ejemplo, una superficie anodizada o de metal desnudo) y un recubrimiento 1045 de alta lubricidad. El recubrimiento 1045 se aplica de manera discontinua, irregular, y o de un mono no uniforme (por ejemplo, aleatoriamente) sobre la cabeza 1041 y el vástago 1043, dejando porciones irregulares de la superficie 1044 expuestas mientras que otras porciones de la superficie 1044 se cubren. La aplicación del recubrimiento 1045 se consigue durante la fabricación del elemento 1040 de sujeción usando equipo de pulverización automatizado. El elemento 1040 de sujeción incluye además la transición 1046 de entrada, cuyo diámetro se reduce gradualmente a medida que se extiende desde el vástago 1043 hasta las características 1047 (por ejemplo, roscado). También se ilustra la ranura 1049 de rotura. La característica 1047 y el perno 1052 pinzote están separados por el cuello/ranura 1049 de rotura. El perno 1052 pinzote incluye la característica 1050 (por ejemplo, anillos anulares) que permite que se acople una herramienta de estampado al elemento 1040 de sujeción y se mantenga la junta afianzada durante la instalación y estampación del aro 1053. El perno 1052 pinzote se eliminará por rotura tras la instalación del elemento 1040 de sujeción, y el perno 1052 pinzote incluye la característica 1050 así como la muesca 1051. El elemento 1040 de sujeción se cubre con lubricante 1060. Durante la instalación, el aro 1053 se estampará sobre la característica 1047, bloqueando el elemento 1040 de sujeción en su sitio.

Los componentes adicionales ilustrados en la figura 10 incluyen partes 1070 que comprenden laminados 1080 que comprenden cada uno pliegues 1082 individuales. En algunas zonas, una o más de las partes 1070 estructurales que se unen pueden ser metálicas. El requisito de ensamblaje puede incluir máquinas 1090 de perforación e inserción de elementos de sujeción controladas numéricamente y herramientas de inserción de elementos de sujeción manuales y herramientas 1095 de estampación. El troquel 1010 (a partir de la cual se forma el elemento 1040 de sujeción), el pulverizador 1030 (que aplica el recubrimiento 1045 al vástago 1043 pulverizando el recubrimiento de pigmento de metal (por ejemplo, un recubrimiento pigmentado de aluminio) a partir del depósito 1034 por medio del orificio 1036) y máquina 1090 de inserción de elementos de sujeción (que instala el elemento 1040 de sujeción) también se ilustran. El funcionamiento de la máquina 1090 de inserción de elementos de sujeción y/o el pulverizador 1030 puede estar dirigido por el controlador 1022 según un programa 1024 de NC almacenado.

En referencia más particularmente a los dibujos, la presente invención puede describirse en el contexto de un método 1100 de fabricación y servicio de una aeronave tal como se muestra en la figura 11 y una aeronave 1102 tal como se muestra en la figura 12. Durante la preproducción, el método 1100 a modo de ejemplo puede incluir la especificación y el diseño 1104 de la aeronave 1102 y la obtención 1106 del material. Durante la producción, tiene lugar la fabricación 1108 de componentes y subensamblajes y la integración 1110 de sistemas de la aeronave 1102. Después de eso, la aeronave 1102 puede pasar a través de la certificación y entrega 1112 con el fin ponerse en servicio 1114. Mientras que un cliente la mantiene en servicio, la aeronave 1102 se programa para mantenimiento y servicio 1116 de rutina (que también pueden incluir modificación, reconfiguración, remodelación, y así sucesivamente). El aparato y los métodos dados a conocer en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más fases adecuadas del método 1100 de producción y servicio (por ejemplo, especificación y diseño 1104, obtención 1106 del material, fabricación 1108 de componentes y subensamblajes, integración 1110 de sistemas, certificación y entrega 1112, servicio 1114, mantenimiento y servicio 1116) y/o cualquier componente adecuado de la aeronave 1102 (por ejemplo, fuselaje 1118, sistemas 1120, interior 1122, propulsión 1124, eléctrico 1126, hidráulico 1128, ambiental 1130).

Cada uno de los procesos del método 1100 pueden realizarse o llevarse a cabo mediante un integrador de sistemas, una tercera parte y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir sin limitación cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; una tercera parte puede incluir sin limitación cualquier número de proveedores, subcontratistas y distribuidores; y un operador puede ser una aerolínea, empresa de alquiler, entidad militar, organización de servicio, y así sucesivamente.

Tal como se muestra en la figura 12, la aeronave 1102 producida mediante el método 1100 a modo de ejemplo puede incluir un fuselaje 1118 con una pluralidad de sistemas 1120 y un interior 1122. Los ejemplos de sistemas 1120 de alto nivel incluyen uno más de un sistema 1124 de propulsión, un sistema 1126 eléctrico, un sistema 1128 hidráulico y un sistema 1130 ambiental. Puede incluirse cualquiera de varios otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la invención pueden aplicarse a otras industrias, tales como la industria automotriz.

Tal como ya se mencionó anteriormente, la presente invención puede emplearse durante una cualquiera o más de las fases del método 1100 de producción y servicio. Por ejemplo, pueden fabricarse o elaborarse componentes o subensamblajes correspondientes a la fase 1108 de producción de una manera similar a componentes o subensamblajes producidos mientras que la aeronave 1102 está en servicio. Además, pueden utilizarse una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas durante las fases 1108 y 1110 de producción, por ejemplo, acelerando sustancialmente el ensamblaje de o reduciendo el coste de una aeronave 1102. De manera similar, pueden utilizarse una o más de realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas mientras que la aeronave 1102 está en servicio, por ejemplo y sin

limitación, para el mantenimiento y servicio 1116. Por ejemplo, las técnicas y los sistemas descritos en el presente documento pueden usarse para las etapas 1106, 1108, 1110, 1114 y/o 1116, y/o pueden usarse para el fuselaje 1118 y/o el interior 1122. Estas técnicas y sistemas pueden utilizarse incluso para los sistemas 1120, incluyendo por ejemplo propulsión 1124, eléctrico 1126, hidráulico 1128 y/o ambiental 1130.

- 5 El elemento 250 de sujeción puede sujetar porciones del fuselaje 1118, y se fabrica durante la fabricación 1108 de componentes y subensamblajes. El elemento 250 de sujeción puede fijarse entonces con el fin de sujetar componentes del fuselaje 1118 durante la integración 1110 de sistemas, y luego utilizarse en servicio 1114 hasta que el desgaste hace que el elemento 250 de sujeción no pueda utilizarse. Entonces, en el mantenimiento y servicio 1116, el elemento 250 de sujeción puede desecharse y reemplazarse por una parte recién fabricada.
- 10 Cualquiera de los diversos elementos de control (por ejemplo, componentes eléctricos o electrónicos) mostrados en las figuras o descritos en el presente documento puede implementarse como hardware, un procesador que implementa un software, un procesador que implementa un firmware, o alguna combinación de éstos. Por ejemplo, un elemento puede implementarse como hardware dedicado. Los elementos de hardware dedicado pueden denominarse "procesadores", "controladores", o alguna terminología similar. Cuando las proporciona un procesador, las funciones puede proporcionarlas un único procesador dedicado, un único procesador compartido o una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales puede compartirse. Además, el uso explícito del término "procesador" o "controlador" no debe interpretarse que se refiere exclusivamente a hardware capaz de ejecutar un software, y puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señales digitales (DSP), un procesador de red, un circuito integrado específico de aplicación (ASIC) u otros circuitos, una matriz de compuertas programables en campo (FPGA), una memoria de solo lectura (ROM) para almacenar software, una memoria de acceso aleatorio (RAM), almacenamiento no volátil, lógica o algún otro módulo o componente de hardware físico.
- 15
- 20

Además, puede implementarse un elemento de control como instrucciones ejecutables por un procesador o un ordenador para realizar las funciones del elemento. Algunos ejemplos de instrucciones son software, código de programa y firmware. Las instrucciones son operativas cuando las ejecuta el procesador para dirigir al procesador en la realización de las funciones del elemento. Las instrucciones pueden almacenarse en dispositivos de almacenamiento que puede leer el procesador. Algunos ejemplos de los dispositivos de almacenamiento son memorias digitales o en estado sólido, medios de almacenamiento magnético tales como discos magnéticos y cintas magnéticas, discos duros o medios de almacenamiento de datos digital legibles ópticamente.

25

30

**REIVINDICACIONES**

1. Método para proporcionar un elemento de sujeción para su uso en la industria aeroespacial o similar, comprendiendo el método las etapas de:

proporcionar un elemento (250) de sujeción que comprende:

5 una cabeza (430),

un vástago (440) cilíndrico que se extiende desde la cabeza (430) y está dimensionado para encajar en un ajuste con un orificio correspondiente,

vástago (440) cilíndrico que tiene una superficie (520) y,

10 pulverizar, con un pulverizador, un recubrimiento (510) de una manera no uniforme, discontinua sobre el elemento (250) de sujeción con el fin de dejar porciones irregulares de la superficie (520) del vástago (440) expuestas y libres del recubrimiento, y también con el fin de dejar porciones (590) irregulares de la superficie (520) del vástago (440) cubiertas con el recubrimiento (510),

15 en el que el recubrimiento (510) presenta una mayor lubricidad que la superficie (520) del vástago (440) de modo que las porciones (590) cubiertas con recubrimiento, irregulares de la superficie (520) del vástago (440) presentan una mayor lubricidad que las porciones irregulares de la superficie (520) del vástago (440) expuestas y libres del recubrimiento y,

20 en el que el recubrimiento (510) presenta un mayor voltaje de resistencia dieléctrica que la superficie (520) del vástago (440) de modo que la carga se disipa por medio de las porciones irregulares de la superficie (520) del vástago (440) expuestas y libres del recubrimiento antes de que se alcance el voltaje de resistencia dieléctrica del recubrimiento (510), de las porciones (590) irregulares, cubiertas de la superficie (520) del vástago (440), en el que la presión, el tiempo de exposición y/o el tamaño del orificio para el pulverizador se ajustan con el fin de ajustar el porcentaje de cobertura del área de superficie del vástago (440) cubierta por el recubrimiento (510) como cuestión de elección de diseño.

25 2. Método según la reivindicación 1, en el que el recubrimiento (510) comprende un recubrimiento de pigmento de metal de Al o Cu y/ o un recubrimiento de disulfuro de molibdeno.

3. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende además anodizar la superficie (520) del vástago (440) antes de la pulverización del recubrimiento (510) sobre el vástago (440).

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-3, que comprende además:

30 aplicar un lubricante (530) que cubre el vástago (440), lubricante (530) que se aplica tras haberse aplicado el recubrimiento (510), lubricante (530) que no se fusiona, hornea o adhiere firmemente de otra forma sobre/o integral con el elemento (250) de sujeción, lubricante (530) que actúa como lubricante (530) de sacrificio durante la instalación del elemento (250) de sujeción y lubricante (530) que comprende preferiblemente alcohol cetílico.

35 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-4, en el que la etapa de pulverización del recubrimiento también pulveriza el recubrimiento (510) sobre una circunferencia de la cabeza (430) del elemento de sujeción.

6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-5, en el que la aplicación del recubrimiento (510) aumenta la anchura del vástago (440) en menos de 0,0254 cm (una centésima de una pulgada), y/o en el que el radio del vástago recubierto es mayor que el radio del vástago no recubierto.

40 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el pulverizador se calibra para ajustar el tamaño de las motas o salpicaduras individuales del recubrimiento (510) pulverizado sobre el elemento (250) de sujeción, en el que el pulverizador se calibra para pulverizar motas del recubrimiento (510) que están entre aproximadamente una décima y una milésima de la circunferencia del elemento (250) de sujeción.

45 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la presión, el tiempo de exposición y/o el tamaño del orificio para el pulverizador se ajustan con el fin de ajustar el porcentaje de cobertura del área de superficie del vástago 440 cubierta por el recubrimiento (510) como cuestión de elección de diseño entre el 30% y el 70%.

9. Elemento (250) de sujeción para su uso en la industria aeroespacial o similar, comprendiendo el elemento (250) de sujeción:

una cabeza (430);

- un vástago (440) cilíndrico que se extiende desde la cabeza (430) y está dimensionado para encajar en un ajuste con un orificio correspondiente; vástago (440) cilíndrico que tiene una superficie (520) y un diámetro, un recubrimiento (510) en el que el recubrimiento (510) se aplica de una manera no uniforme, discontinua al elemento (250) de sujeción para dejar de ese modo la superficie (520) del vástago (440) con porciones irregulares expuestas y libres del recubrimiento, y también para dejar de ese modo la superficie (520) del vástago (440) con porciones (590) irregulares cubiertas con el recubrimiento (510), mediante lo cual el recubrimiento (510) aumenta el diámetro del vástago (440) y forma picos sobre la superficie (520) del vástago (440), en el que el recubrimiento (510) presenta una mayor lubricidad que la superficie (520) del vástago (440) de modo que las porciones (590) cubiertas con recubrimiento, irregulares de la superficie (520) del vástago (440) presentan una mayor lubricidad que las porciones irregulares de la superficie (520) del vástago (440) expuestas y libres del recubrimiento, y en el que
- el recubrimiento (510) presenta un mayor voltaje de resistencia dieléctrica que la superficie (520) del vástago (440) de modo que la carga se disipa por medio de las porciones irregulares de la superficie (520) del vástago (440) expuestas y libres del recubrimiento antes de que se alcance el voltaje de resistencia dieléctrica del recubrimiento (510) que cubre las porciones (590) cubiertas con recubrimiento, irregulares de la superficie (520) del vástago (440).
10. Elemento (250) de sujeción según la reivindicación 9, con uno o más de lo siguiente:
- en el que la superficie (520) del vástago (440) comprende un acabado, por ejemplo una superficie anodizada;
- en el que el vástago (440) está hecho de un material seleccionado del grupo que consiste en titanio, aleación ferrosa y aleación de níquel;
- en el que el recubrimiento (510) comprende un recubrimiento de pigmento de metal de Al o Cu y/o un recubrimiento de disulfuro de molibdeno.
11. Elemento (250) de sujeción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9 o 10, en el que el elemento (250) de sujeción comprende además un lubricante (530) que cubre el vástago (440) y el recubrimiento (510), lubricante (530) que no se adhiere firmemente al elemento (250) de sujeción de modo que el lubricante (530) actúa como lubricante (530) de sacrificio durante la instalación del elemento (250) de sujeción, lubricante (530) que comprende preferiblemente alcohol cetílico.
12. Elemento (250) de sujeción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9-11, en el que el recubrimiento (510) se aplica también de manera no uniforme, discontinua a la cabeza (430) del elemento de sujeción para dejar de ese modo la cabeza (430) del elemento de sujeción con porciones irregulares expuestas y libres del recubrimiento (510), y también para dejar de ese modo la cabeza (430) del elemento de sujeción con porciones irregulares cubiertas con el recubrimiento (510), preferiblemente en el que las zonas de la cabeza (430) del elemento de sujeción que no están en contacto con el orificio tras la instalación no están recubiertas.
13. Elemento (250) de sujeción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9-12, en el que la cobertura de la superficie (520) mediante el recubrimiento (510) aumenta la anchura del vástago (440) en menos de 0,0254 cm (una centésima de una pulgada) y/o en el que el radio del vástago recubierto es mayor que el radio del vástago no recubierto.
14. Elemento (250) de sujeción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9-13, en el que el recubrimiento cubre entre el 30% y el 70% del área de superficie del vástago (440).
15. Elemento (250) de sujeción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 8-14, que no está enmascarado.

FIG. 1

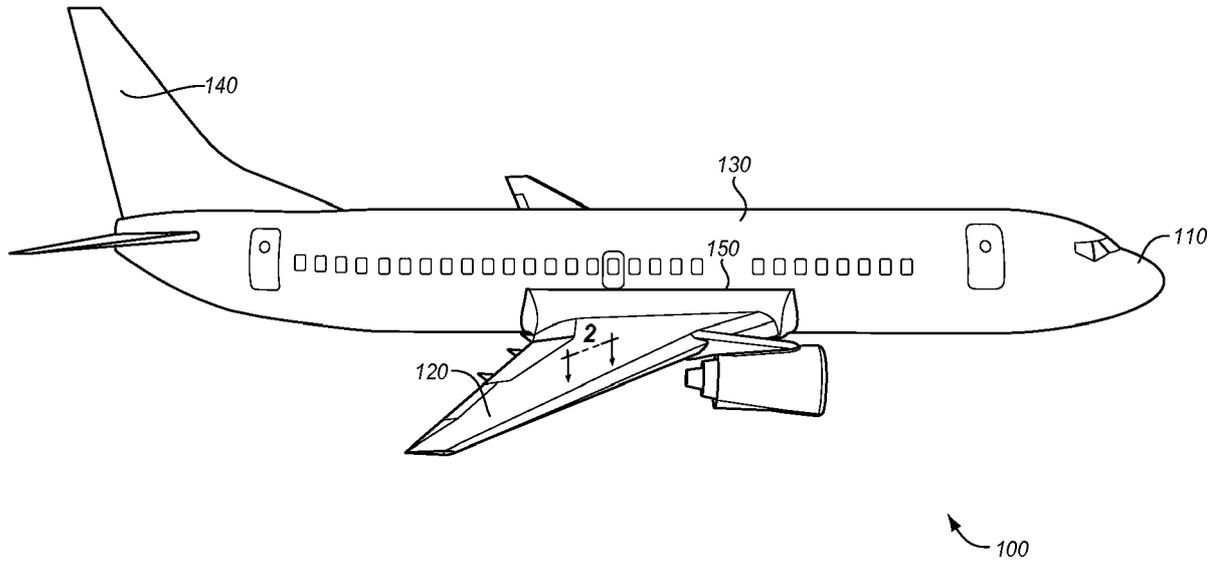


FIG. 2

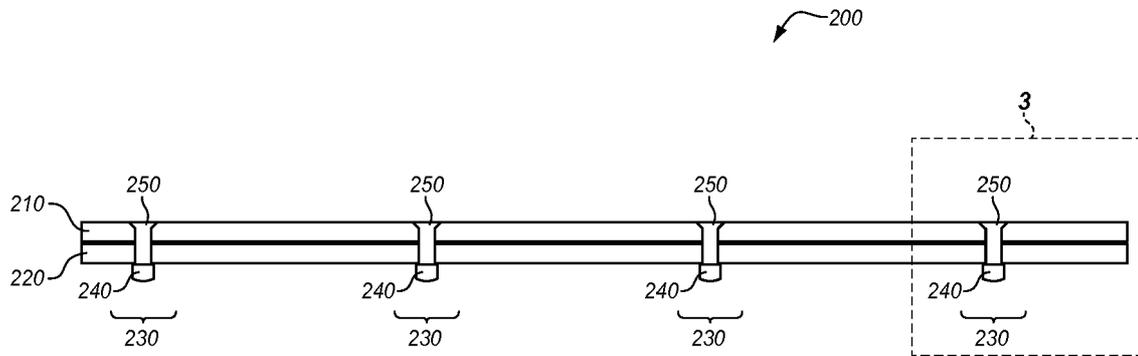
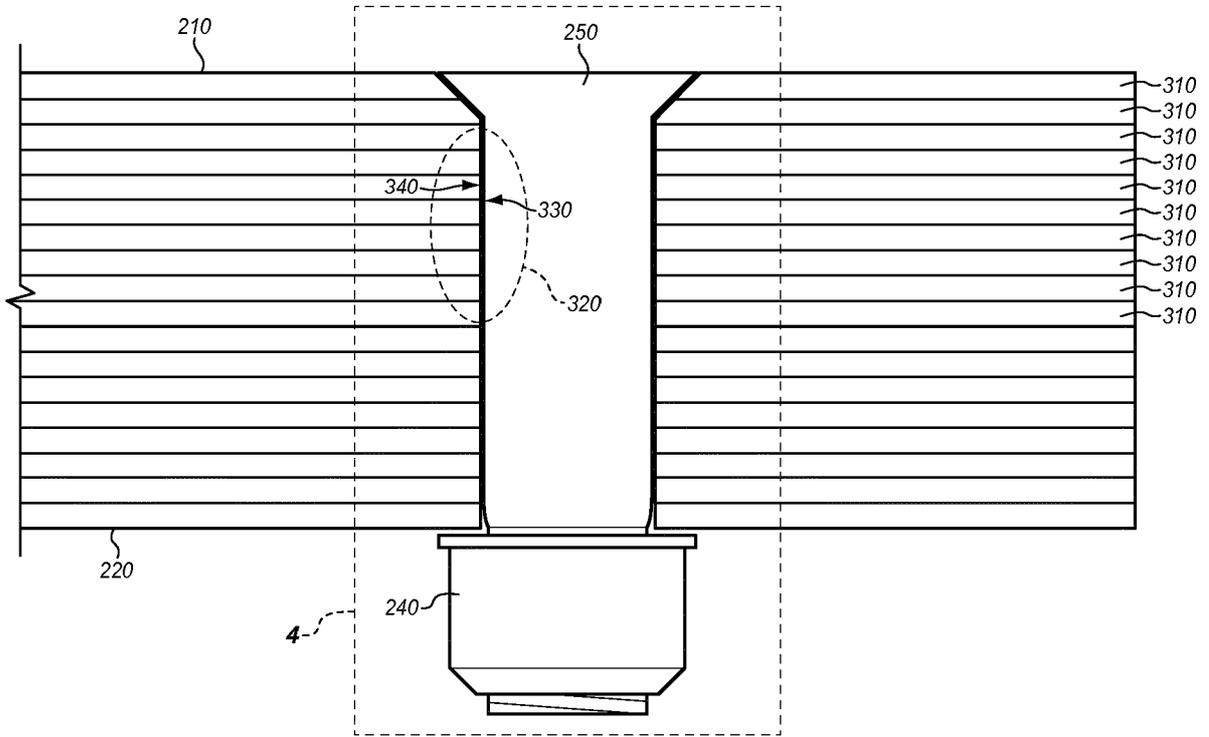
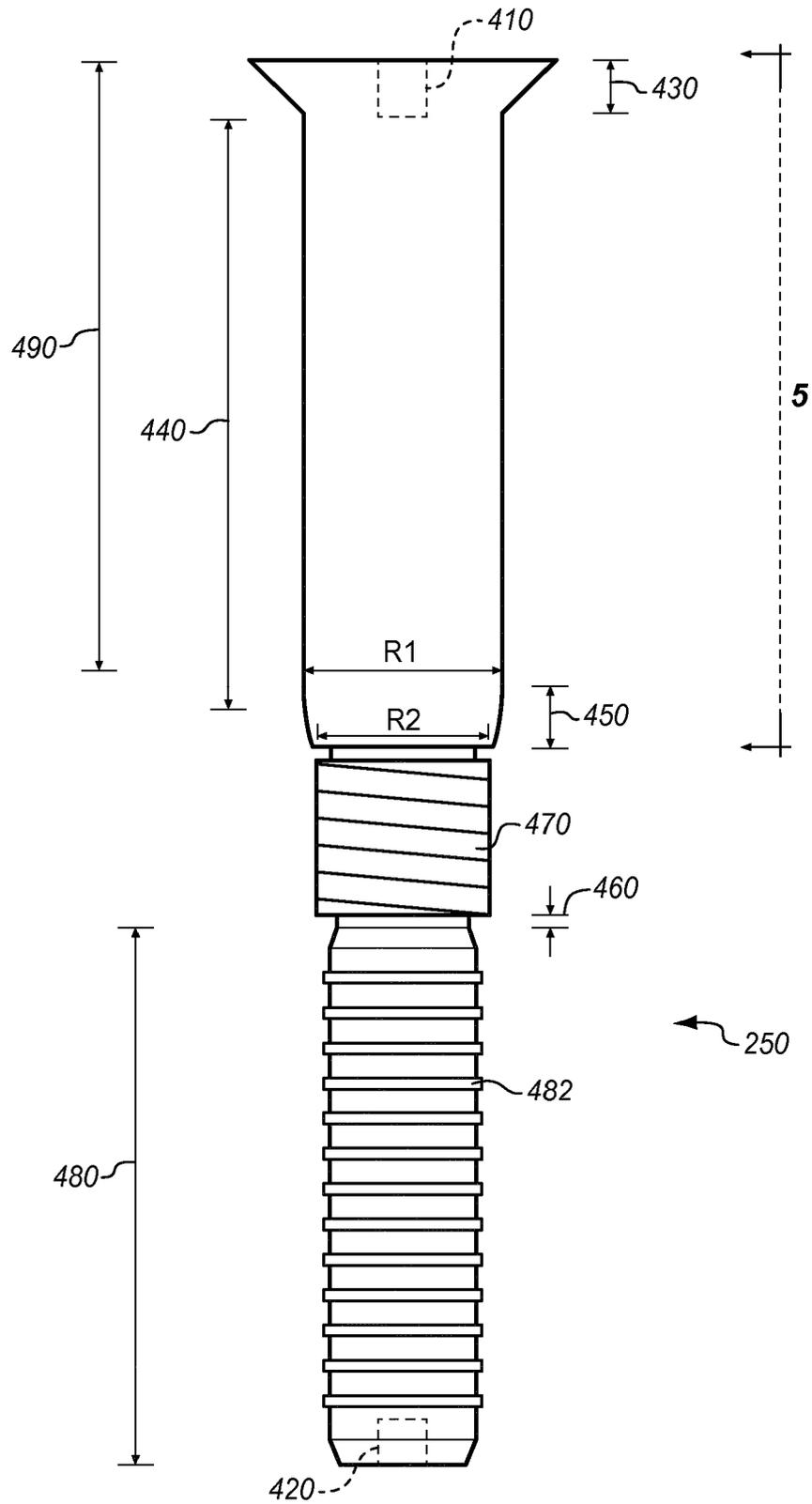


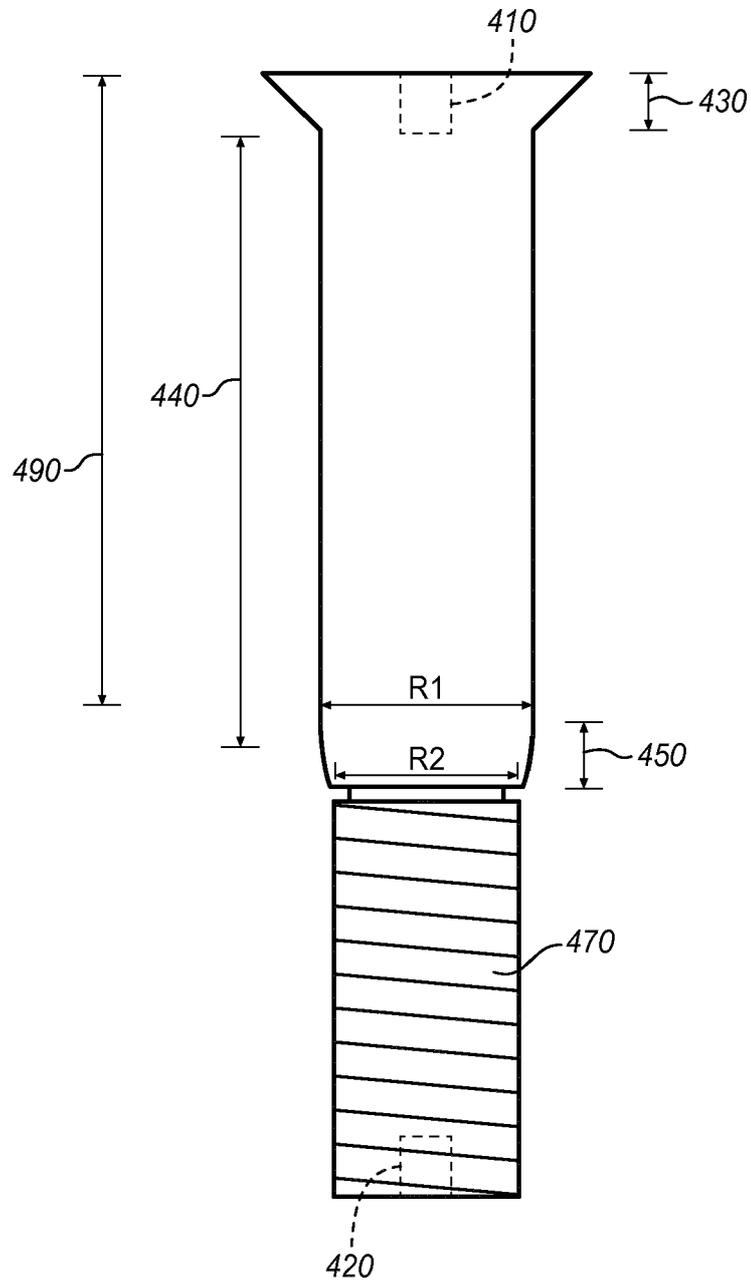
FIG. 3



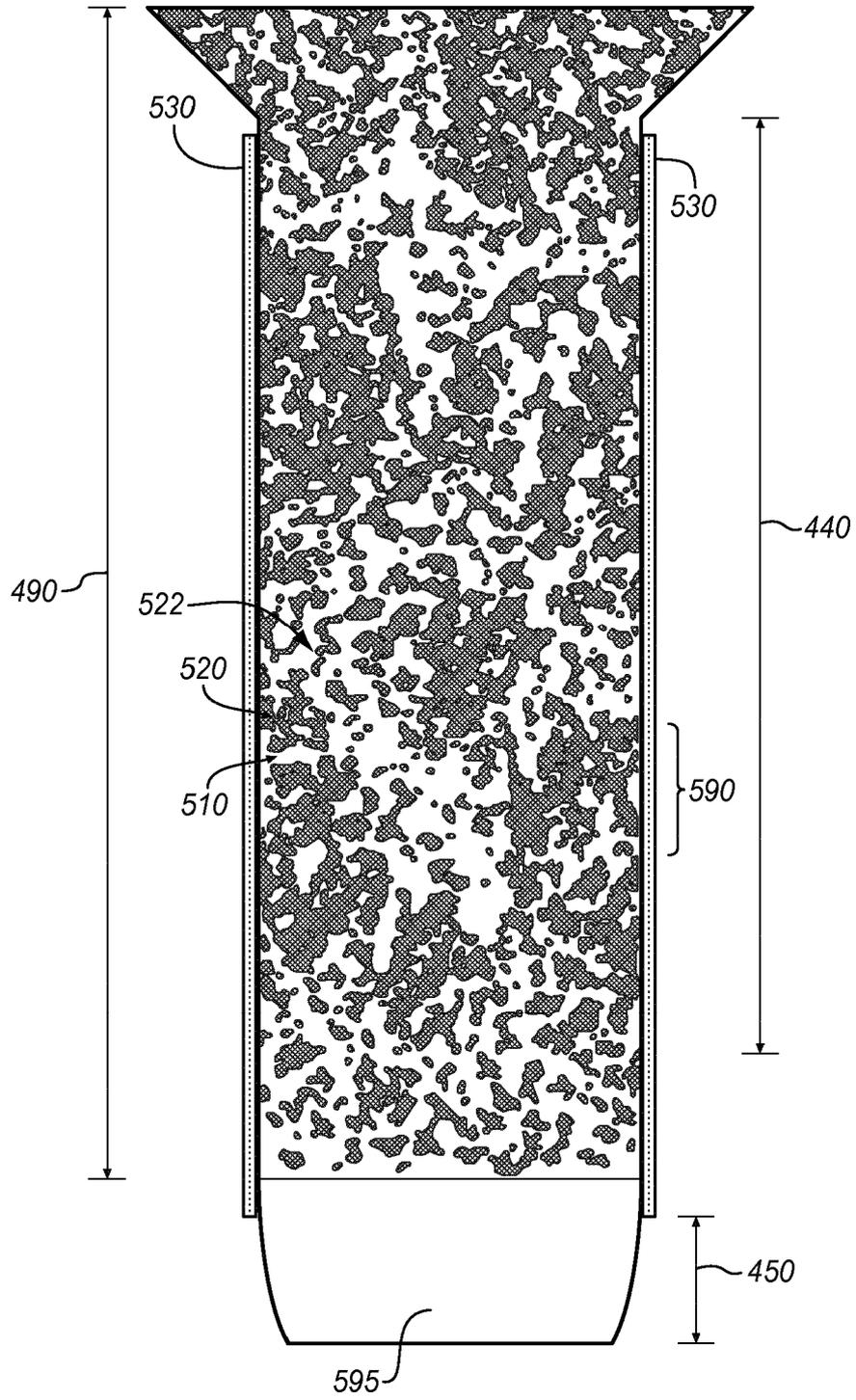
**FIG. 4A**



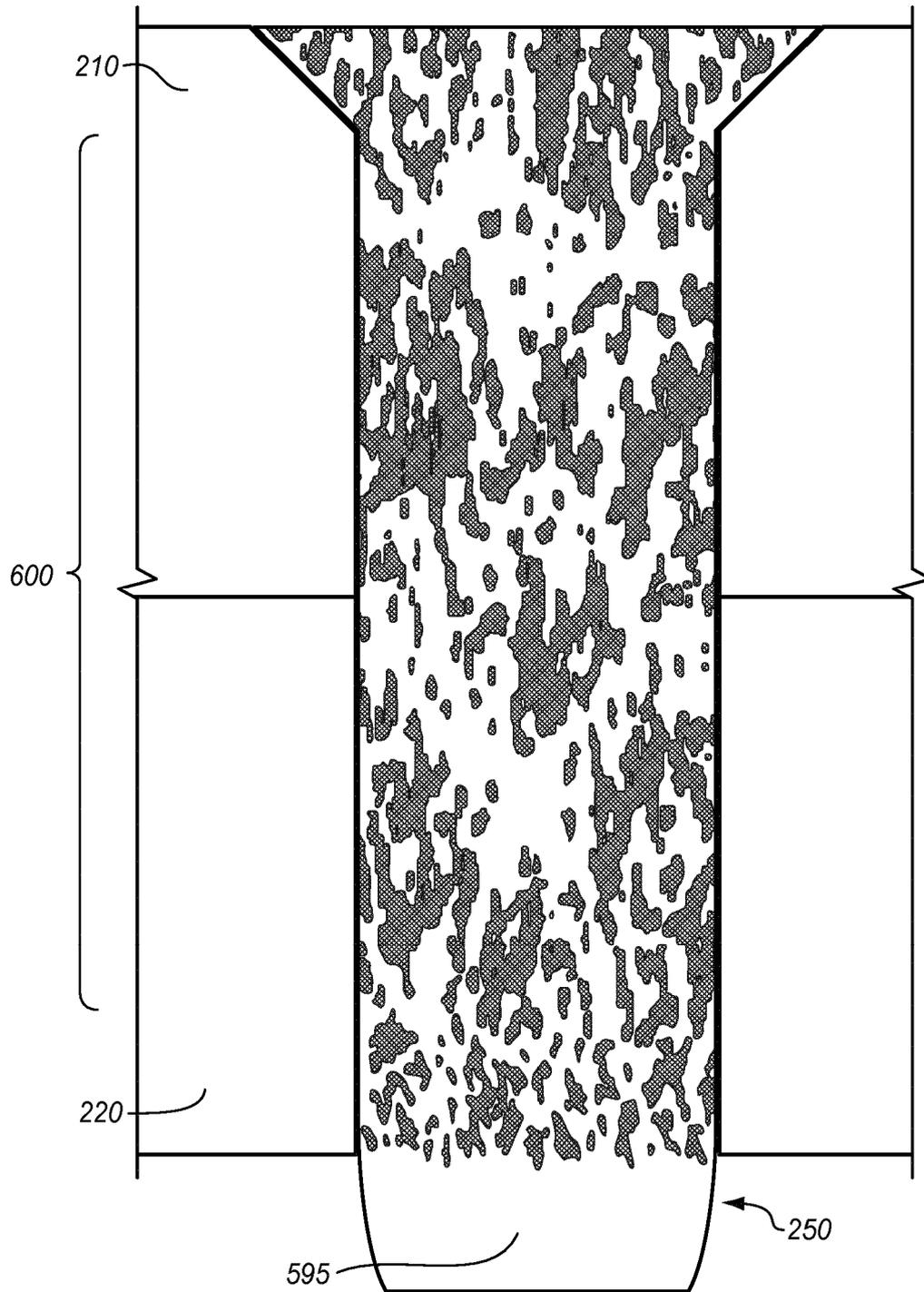
**FIG. 4B**



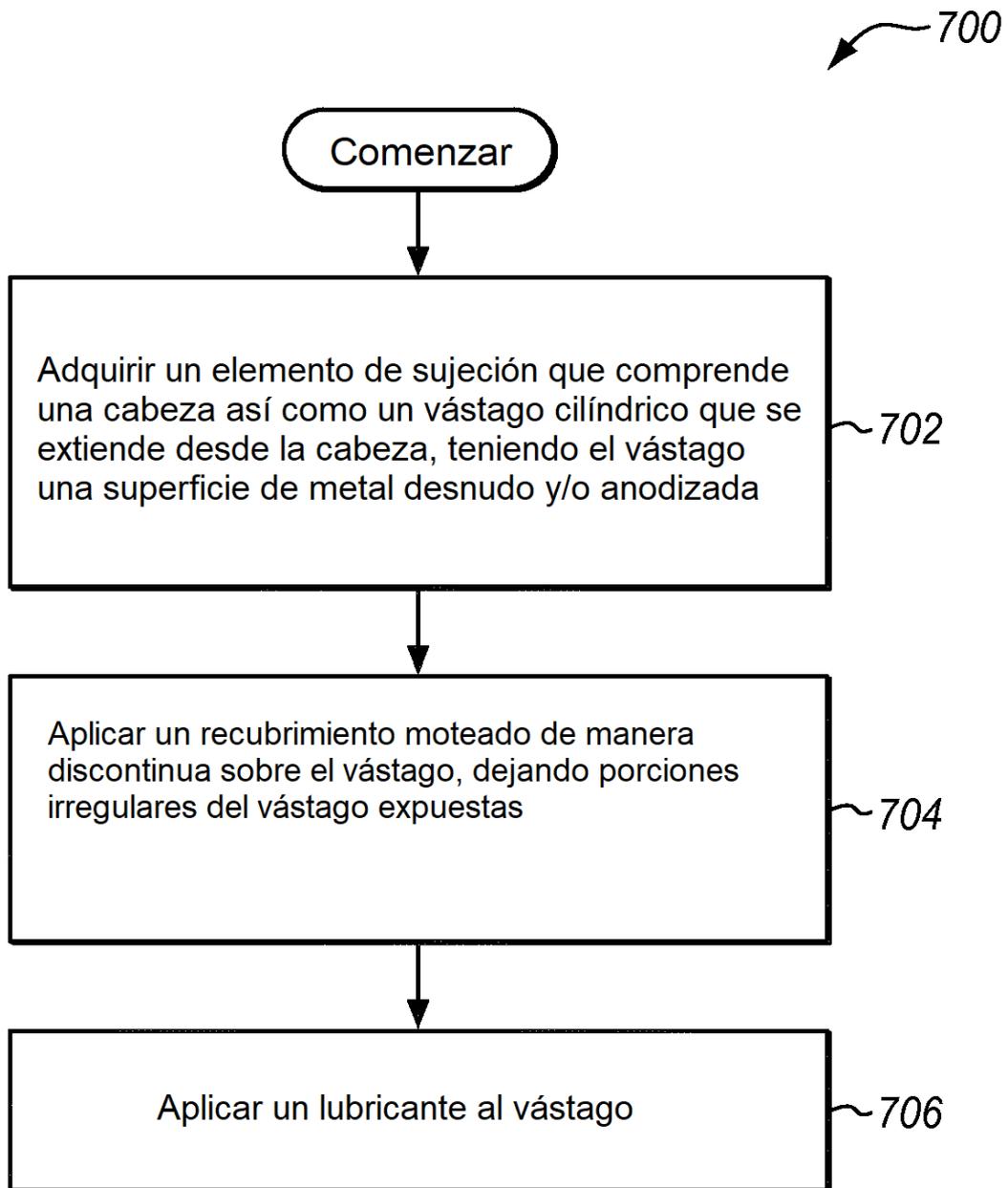
**FIG. 5**



**FIG. 6**

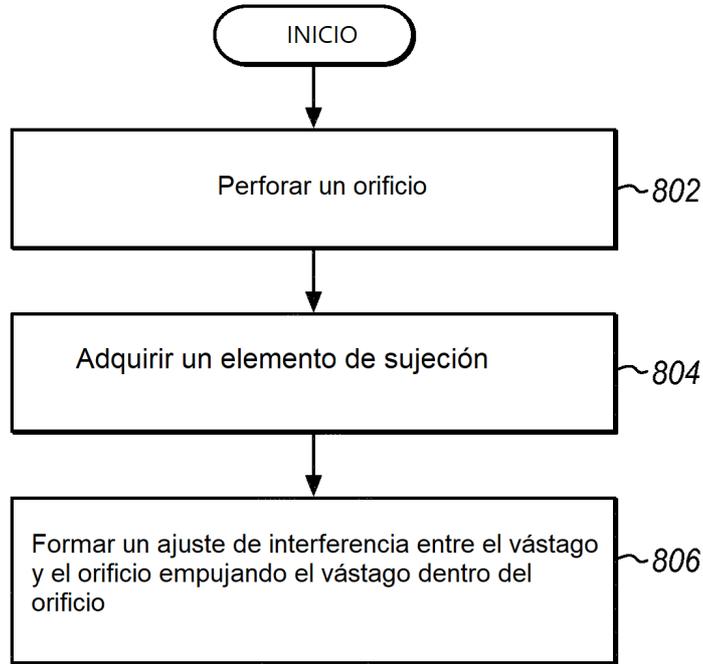


**FIG. 7**



**FIG. 8**

800



**FIG. 9**

900

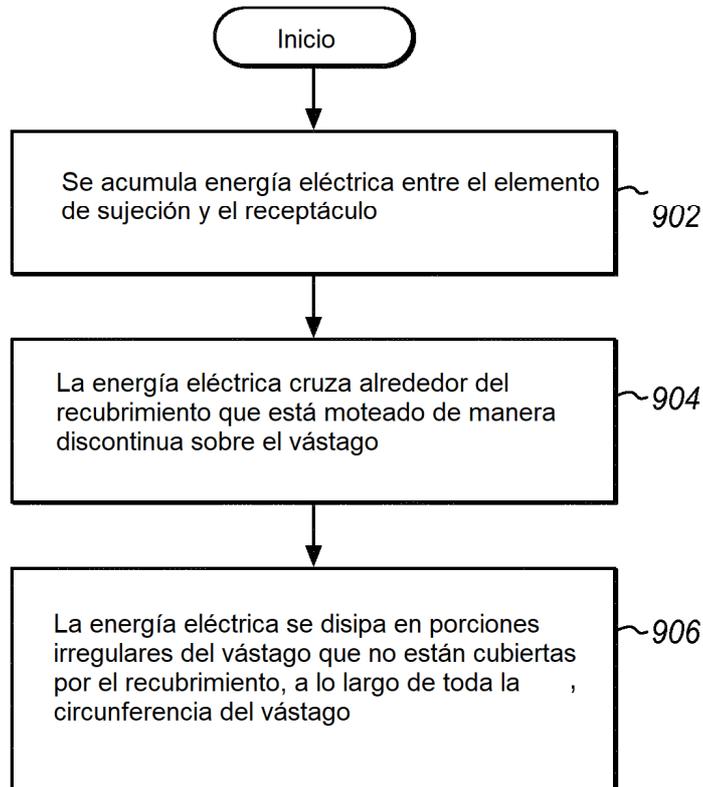
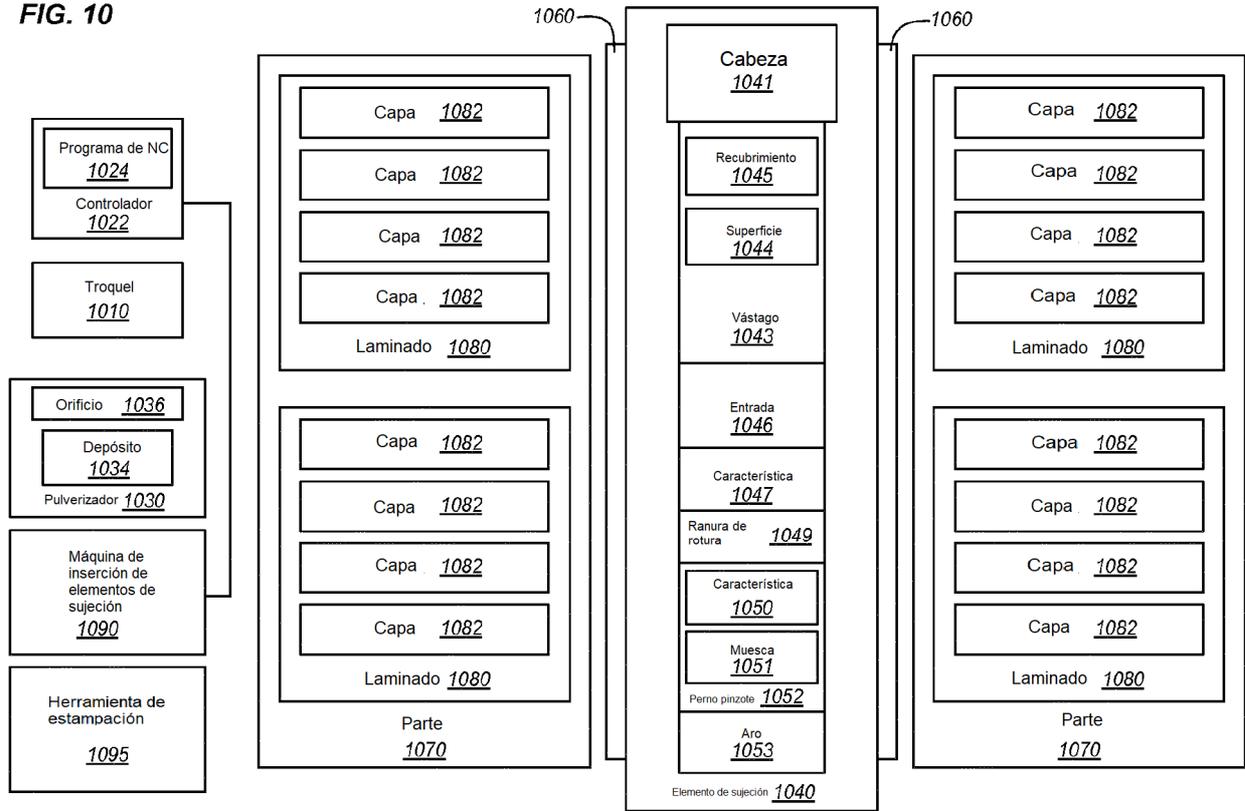
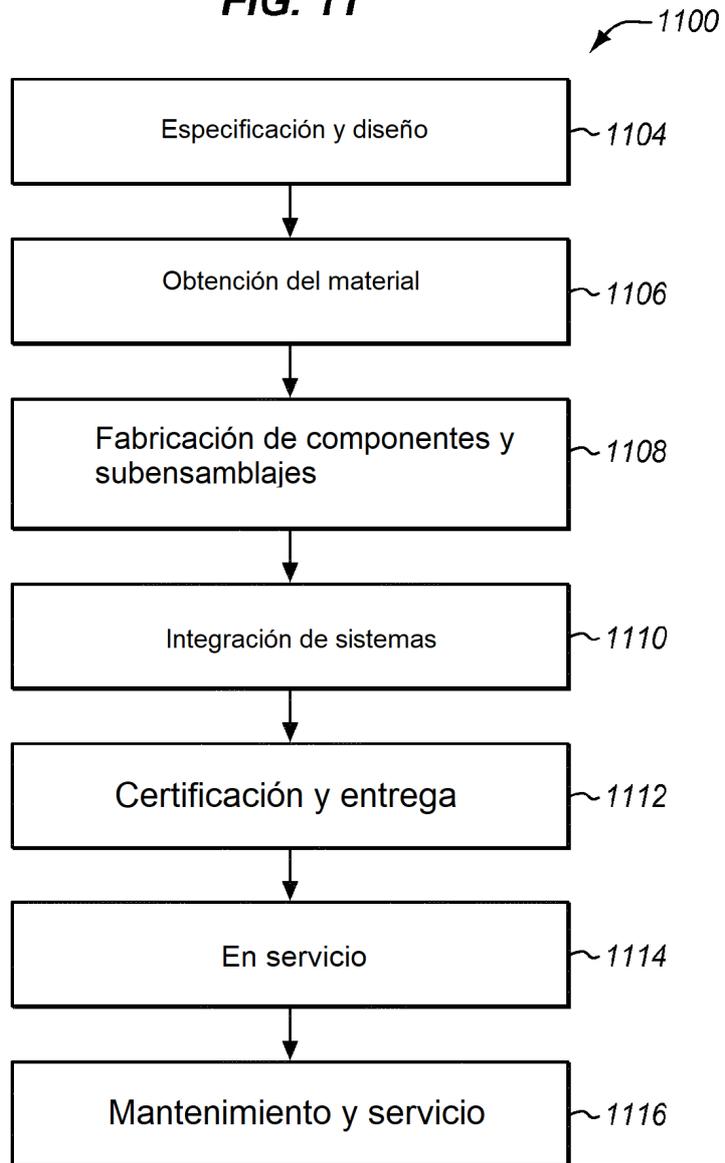


FIG. 10



**FIG. 11**



**FIG. 12**

