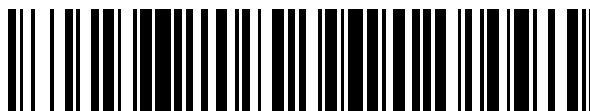


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 501**

51 Int. Cl.:

B23P 19/00 (2006.01)

B23P 19/06 (2006.01)

B25B 23/14 (2006.01)

F16B 31/02 (2006.01)

B64F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2012** **E 12382056 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2015** **EP 2628565**

54 Título: **Dispositivo para remachar fuselajes de aeronaves**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.10.2015

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)
Avda. John Lennon
28906 Getafe, Madrid, ES

72 Inventor/es:

SOTO MARTÍNEZ, JORGE JUAN;
GARCÍA AMADO, JUAN FRANCISCO;
GIMÉNEZ OLAZABAL, MARTA;
GORROTXATEGI TXURRUKA, JOSÉ;
LEKUNBERRI URKIDI, JOKIN y
ALTAMIRA UGARTE, JON ANDER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 547 501 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

Dispositivo para remachar fuselajes de aeronaves

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a dispositivos y métodos de remachado para unir componentes de estructuras tales como fuselajes de los aeronaves y, más concretamente, a dispositivos y métodos de remachado para la instalación automática de los collares en los bulones en fuselajes de aeronaves realizados con materiales compuestos (véase, por ejemplo, el documento US-A-4538483 en cuyo preámbulo se basan las reivindicaciones independientes 1 y 11).

10

Antecedentes

Entre los métodos de unión usados para montar estructuras de aeronaves realizadas con materiales compuestos, preferiblemente Plástico Reforzado con Fibra de Carbono (Carbon Fibre Reinforced Plastic o CFRP), materiales metálicos o combinaciones híbridas de ambos, son bien conocidos métodos de remachado con remaches de rosca corta con un ajuste deslizante, como los remaches Hi-Lite fabricados por Hi Shear Corporation.

15

Estos remaches, desarrollados exclusivamente para la industria aeroespacial, se componen de un bulón roscado cuya cabeza puede ser protuberante o avellanada y una tuerca o collar que limita el par de apriete aplicado mediante la rotura de una parte de la misma. En el caso de estructuras cerradas, tales como los fuselajes, que deben utilizar un gran número de remaches para unir el revestimiento del fuselaje con varios elementos rigidizadores internos (cuadernas, larguerillos, vigas), la instalación de los collares en los bulones introducidos previamente por la parte exterior del fuselaje se lleva a cabo normalmente de forma manual con la ayuda de una herramienta neumática.

20

El proceso de remachado incluye los siguientes pasos básicos:

- Los operarios están distribuidos por áreas al azar para trabajar en paralelo. El orden de instalación de collares no es importante.

25

- Cada operador cuenta con los collares que necesitará (pre-depositados en cajas separadas para cada referencia).

- Para cada bulón específico, se selecciona el collar correspondiente, se realiza una operación manual de roscado del collar en el bulón con un $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ de vuelta y, usando una herramienta neumática o eléctrica, se lleva a cabo el roscado completo del collar hasta su ruptura.

30

- Por último, la parte rota del collar se extrae manualmente de la herramienta neumática o eléctrica con una sacudida.

El cabezal de la herramienta neumática o eléctrica es relativamente simple y, por lo tanto, de pequeño tamaño. Se compone de un vástago hexagonal central que permanece fijo y bloquea el giro del bulón y de un vaso a través del cual se aplica el par de apriete sobre la cabeza hexagonal del collar. Una vez que se alcanza el par correspondiente al collar empleado, la parte desprendida del cuerpo o excedente permanece alojado en el vaso. Una ligera sacudida es suficiente para desprenderla.

35

Este proceso es laborioso y tiene la desventaja de ser muy intensivo en mano de obra, aumentando el coste de fabricación de la aeronave. Además los operarios tienen que adoptar a veces posiciones no ergonómicas para la instalación del collar.

40

La presente invención está orientada a la solución de estos problemas.

Sumario de la invención

Un objeto de esta invención es la automatización de la instalación de collares en bulones en los sistemas de remachado de al menos dos componentes de una estructura, teniendo los collares una primera parte que está diseñada para ser unida a los bulones y una segunda parte para controlar el par de apriete aplicado a los collares, separada de la primera parte por una zona frangible, que está diseñada para romperse cuando el par de apriete alcanza un valor predeterminado, en, sobre todo, grandes estructuras como fuselajes de aeronaves que tienen áreas de baja accesibilidad.

45

En un aspecto, estos y otros objetos se consiguen con un cabezal de un dispositivo de remachado que comprende: al menos una herramienta de instalación de collares; medios de suministro de collares a dicha herramienta de instalación

50

de collares; medios de actuación de la herramienta; medios de desplazamiento lineal durante la operación de roscado, medios de retirada de la segunda parte de los collares; medios de control dispuestos para realizar automáticamente la instalación de los collares en los bulones y, después de ello, la retirada de la segunda parte de los mismos, utilizando herramientas y collares apropiados para los bulones.

5 En realizaciones de la invención, el cabezal también comprende medios de visión artificial adaptados para llevar a cabo un reconocimiento de la posición y orientación de los bulones para que el cabezal pueda ser debidamente posicionado respecto a los bulones. De esta manera se consigue un cabezal dotado de una capacidad de reconocimiento de los bulones de utilidad cuando no se dispone de su posición.

10 En realizaciones de la invención, el cabezal también comprende medios de limpieza para eliminar cualquier material sellante que permanece en los bulones. De esta manera se logra un cabezal capaz de realizar una operación de limpieza antes de la instalación de los collares en los bulones.

15 En realizaciones de la invención, dichos medios de actuación de la herramienta comprenden un motor eléctrico o un motor neumático. De esta manera se logra un cabezal con unos medios de actuación de la herramienta con un funcionamiento similar al de las herramientas utilizadas en los procedimientos manuales de instalación de collares en bulones.

En realizaciones de la invención, el cabezal también comprende un conducto de vacío conectado a la herramienta de instalación de collares. De esta manera se logra un cabezal capaz de sujetar el collar lo que permite una instalación efectiva del collar en el bulón.

20 En realizaciones de la invención, los medios de suministro de collares y los medios de retirada comprenden conductos de suministro de collares conectados a depósitos de collares, un conducto de succión conectado a un depósito, un brazo móvil entre la herramienta de instalación de collares y los conductos de suministro de collares o el conducto de succión y un conducto de vacío para el brazo móvil. De esta manera se logra un cabezal capaz de alimentar de manera eficiente la herramienta de instalación de collares con los collares necesarios para ser instalados en los bulones y para retirar eficientemente las partes desprendidas de los collares.

25 En realizaciones de la invención, los medios de actuación de dicho brazo móvil son un actuador rotatorio y un actuador lineal. De esta manera se logra un cabezal con un brazo apropiado para proporcionar collares a la herramienta de instalación de collares y para retirar de la herramienta de instalación de collares las partes desprendidas de los collares.

30 En realizaciones de la invención, la herramienta de instalación de collares se selecciona entre una herramienta recta, que tiene su terminal de actuación en el mismo eje de los medios de actuación de la herramienta y una herramienta acodada, con su terminal de accionamiento en un eje desplazado con respecto al eje de los medios de actuación de la herramienta, y el cabezal está dispuesto de manera que dicho brazo móvil puede llegar a los terminales de las dos herramientas de instalación de collares. De esta manera se logra un cabezal con dos herramientas intercambiables, en el que la herramienta recta se utilizará para instalar collares en bulones de fácil acceso y en el que la herramienta acodada se utilizará para instalar collares en bulones inaccesibles a la herramienta recta.

35 En realizaciones de la invención, el cabezal está configurado con al menos dos conjuntos intercambiables de una herramienta de instalación de collares y un medio de actuación de la herramienta adaptados a tamaños diferentes de collares. De esta manera se logra un cabezal modular para gestionar eficazmente un amplio rango de referencias de collares.

40 En otro aspecto, los objetos antes mencionados se logran con un robot con un brazo articulado que tiene como efector final el cabezal mencionado anteriormente y medios de control dispuestos para la colocación del efector final en una posición adecuada para llegar a los bulones con la herramienta de instalación del collar.

En realizaciones de la invención, dicho robot se utiliza en una sección del fuselaje de una aeronave. De esta manera se logra un dispositivo adecuado para la instalación automática de collares en bulones en una estructura donde el acceso a los bulones no es fácil.

45 En realizaciones de la invención, los componentes de la estructura que se remacha están hechos de materiales compuestos y los bulones se insertan en la estructura sin interferencia. De esta manera se logra un dispositivo adecuado para la instalación automática de collares en bulones cuando el eje de los bulones puede tener cierta desviación con respecto a un eje perpendicular al revestimiento del fuselaje.

50 En otro aspecto, los objetos antes mencionados se consiguen con un método que comprende los siguientes pasos: a) insertar dichos bulones en el fuselaje de la aeronave desde el exterior; b) instalar dichos collares en los bulones desde el interior utilizando el robot antes mencionado.

55 En realizaciones preferentes del método, el paso a) se realiza utilizando un dispositivo automático para la inserción de los bulones que puede proporcionar las coordenadas de su ubicación y en el paso b) dichas coordenadas son utilizados por los medios de control de dicho robot para colocar el cabezal en una posición adecuada para alcanzar los bulones con la herramienta de instalación del collar.

Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención y de las reivindicaciones en relación con las figuras adjuntas.

Breve descripción de las figuras

- 5 Las Figuras 1a-1e muestran esquemáticamente la secuencia de operaciones para la instalación manual de un collar en un bulón usando remaches tipo HI-LITE.
- Las Figuras 2a y 2b muestran, respectivamente, un collar roscado sobre un bulón y un collar instalado en un bulón después de la eliminación de la parte desprendida.
- 10 La Figura 3 es una vista en perspectiva de un robot para una instalación automatizada de collares según la presente invención.
- La Figura 4 es una vista detallada del efector final de dicho robot.
- Las Figuras 5a y 5b ilustran la secuencia de operaciones para alimentar un collar a una herramienta recta del efector final.
- 15 Las Figuras 6a y 6b ilustran la secuencia de operaciones para alimentar un collar a una herramienta acodada del efector final.
- La Figura 7 muestra un efector final que se puede estar configurado con una herramienta recta o con una herramienta acodada.

Descripción detallada de la invención

- 20 La Figura 1 muestra de forma esquemática los pasos típicos del proceso manual de instalación de un collar 13 en un bulón 11 de un remache tipo HI-LITE en una estructura 10.
- En el primer paso (Figura 1a), el bulón 11 se inserta en la estructura 10 de manera deslizante, es decir, sin interferencias.
- 25 En el segundo paso (Figura 1b) se realiza manualmente un primer roscado (de pequeño tamaño) del collar 13 en el bulón 11.
- En el tercer paso (Figura 1c) se prepara una herramienta 7 (similar a una llave Allen) para instalar definitivamente el collar 13 en el bulón 11. La herramienta cuenta con un terminal de accionamiento compuesto por un vástago hexagonal central 8, que permanece fijo y bloquea la rotación del bulón 11 cooperando con un hueco 12 en su extremo y un vaso 9 para la aplicación de un par de apriete sobre la cabeza del collar 13 para roscarlo en el bulón 11.
- 30 En el cuarto paso (Figura 1d), se muestra el proceso de aplicación del par de apriete al collar 13, usando la herramienta 7 mencionada anteriormente.
- En el quinto paso (Figura 1e) se muestra el resultado final. Después de alcanzar un par predeterminado la segunda parte 17 del collar 13 se rompe y queda alojada en la herramienta 7. Una ligera sacudida es suficiente para desprenderla.
- 35 Las Figuras 2a y 2b ilustran en detalle el estado final de, respectivamente, los pasos cuarto y quinto.
- El objetivo de la presente invención se centra en la automatización de las operaciones de instalación de los collares en los bulones de una estructura tal como una sección del fuselaje de una aeronave que se llevan a cabo durante su proceso de ensamblaje que se hace normalmente utilizando plataformas de montaje.
- 40 Los bulones se pueden insertar en el fuselaje de forma manual o mediante un sistema automatizado que puede estar coordinado con la instalación automática de los collares. En ambos casos, el bulón se debe insertar en orificios perpendiculares a la superficie del fuselaje para garantizar la orientación adecuada del bulón.
- En una realización de la invención logra la automatización antes mencionada mediante un robot 21 (ver Figura 3), con un brazo articulado 23 con un cabezal 25, como efector final, con medios para la instalación de collares en bulones insertados previamente en el fuselaje, que está adaptado para moverse a través de las plataformas de montaje del fuselaje para posicionar correctamente el efector final 25 en relación con cada bulón para proceder a la instalación del collar.
- 45

A continuación se describen con más detalle los principales componentes del dispositivo.

El robot

El robot 21 está dispuesto como un dispositivo móvil en la plataforma de montaje del fuselaje para que pueda acercarse a la zona objetivo para la instalación de un collar 13 en un bulón 11. Después de alcanzar la posición deseada, el robot 21 mueve el brazo 23 para alinear su efector final 25 con el bulón 11 en el que debe instalarse un collar 13.

El efector final

En la realización de la invención ilustrada en la Figura 4, los componentes de efector final 25 son los siguientes:

- Una herramienta para la instalación de collares unida a una interfaz de acoplamiento 33. En la Figura 4 se muestra una herramienta acodada 31', pero también se puede utilizar una herramienta recta 31 como veremos más adelante unida a dicha interfaz de acoplamiento 33. El terminal de accionamiento de dichas herramientas 31, 31' tiene una configuración similar al terminal de accionamiento de la herramienta 7 antes mencionada (un vástago central hexagonal 8 para bloquear la rotación del bulón 11 y un vaso 9 para la aplicación del par de apriete al collar 13).

- Un motor eléctrico o neumático 35 como medios de accionamiento de la herramienta 31, 31'.

- Un conducto de vacío 39 conectado a la herramienta que sujeta el collar en la herramienta 31, 31'.

- Medios de suministro de collares 13 a la herramienta 31, 31' que comprenden uno o más conductos de suministro 41 (dependiendo del número de referencias de collares utilizados), una brida de distribución 43 de los conductos 41 de suministro de collares, un brazo en forma de L 45 para la alimentación de la herramienta 31, 31' con collares, un actuador lineal 47 del brazo en forma de L 45, un actuador rotatorio del brazo en forma de L 45 que comprende un motor de giro 49, una correa de transmisión 51 y una barra de guiado 53, y un conducto de vacío 55 para el brazo en forma de L 45.

- Medios de desplazamiento lineal durante la operación de roscado (no mostrados en la Figura 4). Estos medios pueden desplazar o bien la herramienta 31, 31' o un conjunto motor 35- herramienta 31, 31' o, incluso, el efecto final 24 completo. En el último caso se utilizaría el robot 21 como actuador. En los otros casos se pueden usar como actuadores, actuadores eléctricos, actuadores neumáticos o muelles.

- Medios de retirada para la eliminación de la segunda parte 17 del collar 13 que comprenden un conducto de succión 57.

- Medios de visión artificial 59.

Este efector final 25 funciona esquemáticamente como sigue. Una vez que se localiza el bulón 11 en el que se debe instalar un collar 13 utilizando, si se necesitan, los medios de visión artificial 59 y una vez posicionado correctamente el efector final 25 con respecto al bulón 11, los medios de suministro de collares colocan un collar 13 adecuado para el bulón 11 en el brazo 45 y este lleva el collar 13 a la herramienta 31', combinado un movimiento lineal (flecha F1 hacia abajo) y un movimiento de rotación (flecha F2), y se la transfiere por el efecto del vacío. Tras ello la herramienta 31' instala el collar 13 en el bulón 11 y los medios de retirada llevan la segunda parte 17 del collar 13 a un depósito de material sobrante.

El motor eléctrico o neumático 35 para el accionamiento de la herramienta 31, 31' es común para los diferentes tipos de herramienta 31, 31' (recta o acodada) y para los distintos tamaños de collar 13. Puede tener medios de control para adaptar su funcionamiento al tamaño de cada collar 13. La interfaz de acoplamiento 33 permite el acoplamiento neumático y mecánico entre el motor eléctrico 35 y la herramienta 31, 31'.

La elección de una herramienta recta 31 o una herramienta acodada 31' depende por supuesto de la ubicación del bulón 11.

El efector final 25 es coaxial con el eje de rotación del último grado de libertad del robot 21.

El robot 21 también comprende una plataforma (generalmente llamada cambiador automático de herramientas) unida a él con una herramienta apropiada para el almacenamiento de los diferentes tipos de herramientas utilizadas, los diferentes collares utilizados por dicho dispositivo de suministro de collares y el exceso de material.

Las Figuras 5a y 5b muestran la secuencia de la alimentación de un collar 13 a una herramienta recta 31. En la Figura 5a se puede observar cómo el brazo 45 está tomando un collar 13 del conducto 41 de suministro de collares y en la Figura 5b se puede observar cómo se transfiere el collar 13 desde el brazo 45 a la herramienta 31.

Las Figuras 6a y 6b muestran la secuencia de alimentación de un collar a una herramienta acodada 31'.

La intercambiabilidad entre las herramientas recta y acodada 31, 31' requiere que el eje de la herramienta recta 31 y el eje de la herramienta acodada 31' estén dentro del radio de giro del brazo 45.

El control del desplazamiento del robot

5 Deseablemente, el fuselaje debe estar preparada en una plataforma de montaje para que el robot 21 pueda utilizar la información disponible en el sistema CAD utilizado para el diseño del fuselaje tanto con respecto a su geometría interior como a la ubicación de los bulones insertados previamente por un sistema manual o automatizado (con un mayor o menor margen de error con respecto a la ubicación especificada en el diseño).

A partir de esa información y de la información proporcionada por su sistema de sensores pueden programarse los movimientos del robot 21 para optimizar la ejecución de la operación de instalación de los collares 13 en los bulones 11.

10 Aunque se ha descrito la presente invención en conexión con varias realizaciones, puede apreciarse a partir de la descripción que pueden hacerse varias combinaciones de elementos, variaciones o mejoras en ellas y que están dentro del alcance de la invención definido en las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Cabezal (25) de un dispositivo de remachado para instalar collares (13) en bulones (11) previamente insertados en una estructura, teniendo dichos collares (13) una primera parte (15) que está diseñada para ser unida a los bulones (11) y una segunda parte (17), separada de la primera parte (15) por una zona frangible, que está diseñada para romperse cuando el par de apriete aplicado a los collares (13) alcanza un valor predeterminado, caracterizado por que comprende:
 - al menos una herramienta de instalación de collares (31, 31');
 - 10 - medios de suministro de collares (41, 45, 55) a dicha herramienta de instalación de collares (31, 31');
 - un medio de actuación de la herramienta (35);
 - medios de desplazamiento lineal durante la operación de roscado;
 - medios de retirada (57, 45) de la segunda parte (17) de los collares (13);
 - 15 - medios de control dispuestos para realizar automáticamente la instalación de collares (13) en bulones (11) y después de ello la retirada de la segunda parte (17) de los mismos, utilizando herramientas (31, 31') y collares (13) apropiados para los bulones (11).
- 20 2.- Cabezal (25) de un dispositivo de remachado según la reivindicación 1, que también comprende medios de visión artificial (59) adaptados para llevar a cabo un reconocimiento de la posición y orientación de los bulones (11) para que el cabezal (25) puede ser posicionado correctamente con respecto de a los bulones (11).
- 3.- Cabezal (25) de un dispositivo de remachado según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que también comprende medios de limpieza para eliminar cualquier material sellante que permanece en los bulones (11).
- 25 4.- Cabezal (25) de un dispositivo de remachado según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que también comprende un conducto de vacío (39) conectado a la herramienta de instalación de collares (31, 31').
- 5.- Cabezal (25) de un dispositivo de remachado según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que los medios de suministro de collares (41, 45, 55) y los medios de retirada (57, 45) comprenden:
 - 30 - conductos de suministro de collares (41) conectados a depósitos de collares;
 - un conducto de succión (57) conectado a un depósito de material sobrante;
 - un brazo móvil (45) entre la herramienta de instalación de collares (31, 31') y los conductos de suministro de collares (41) o el conducto de succión (57)
 - un conducto de vacío (55) conectado al brazo móvil (45).
 - 35
- 6.- Cabezal (25) de un dispositivo de remachado según la reivindicación 5, en el los medios de actuación de dicho brazo móvil (45) comprenden un actuador rotatorio (49, 51) y un actuador lineal (47).
- 7.- Cabezal (25) de un dispositivo de remachado según cualquiera de las reivindicaciones 5-6, en el que:
 - 40 - dicha herramienta de instalación del collar (31, 31') se selecciona entre una herramienta recta (31), que tiene su terminal de actuación en el mismo eje que el medio de actuación de la herramienta (35), y una herramienta acodada (31'), con su terminal de accionamiento en un eje desplazado con respecto al eje del medio de actuación de la herramienta (35);

- el cabezal (25) está dispuesto de manera que dicho brazo móvil (45) puede llegar a los terminales de las dos herramientas de instalación del collar (31, 31').

5 8.- Cabezal (25) de un dispositivo de remachado según cualquiera de las reivindicaciones 5-6, en el que está configurado con al menos dos conjuntos intercambiables de una herramienta de instalación de collares y un medio de actuación de la herramienta adaptados a diferentes rangos de tamaños de collares (13).

9.- Cabezal (25) de un dispositivo de remachado según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que dicho medio de actuación de la herramienta (35) es un motor eléctrico o un motor neumático.

10

10.- Robot (21) para remachar al menos dos componentes de una estructura para instalar collares (13) en bulones (11) previamente insertados en la estructura, teniendo dichos collares (13) una primera parte (15) que está diseñada para ser unida a los bulones (11) y una segunda parte (17), separada de la primera parte (15) por una zona frangible, que está diseñada para romperse cuando el par de apriete aplicado a los collares (13) alcanza un valor predeterminado, caracterizado por que comprende un brazo articulado (23) que tiene como efector final un cabezal (25) según cualquiera de las reivindicaciones 1-9 y medios de control dispuestos para la colocación del efector final (25) en una posición adecuada para llegar a los bulones (11) con la herramienta de instalación del collar (31, 31').

15

11.- Método para remachar al menos dos componentes de un fuselaje de aeronave utilizando remaches bulones (11) y collares (13) cooperantes con una primera parte (15) que está diseñada para ser unida a los bulones (11) y una segunda parte (17), separada de la primera parte (15) por una zona frangible, que está diseñada para romperse cuando el par de apriete aplicado a los collares (13) alcanza un valor predeterminado, caracterizado porque comprende los siguientes pasos:

20

- a) insertar dichos bulones (11) en dicho fuselaje de aeronave desde el exterior;

25

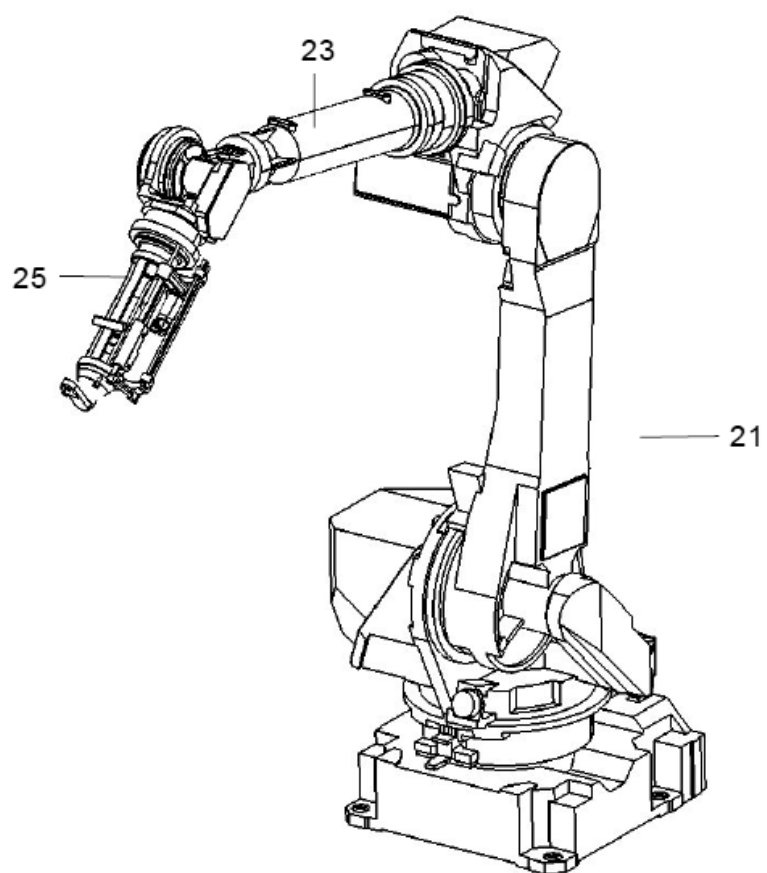
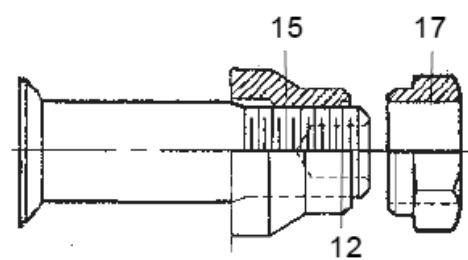
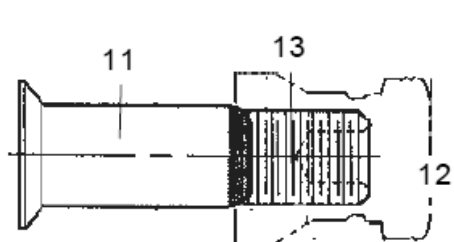
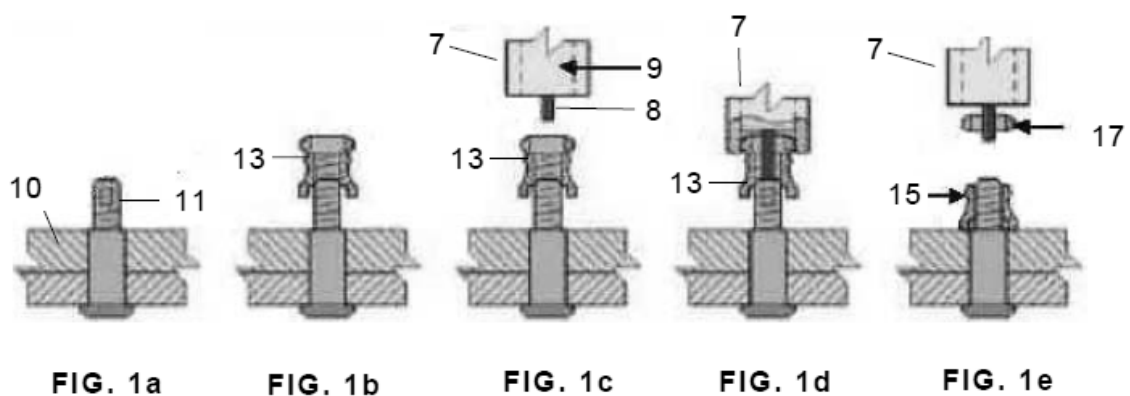
- b) instalar dicho collares (13) en los bulones (11) desde el interior utilizando un robot (21) según la reivindicación 10.

30

12.- Método según la reivindicación 11, en el que el paso a) se realiza utilizando un dispositivo automático para la inserción de los bulones (11) que puede proporcionar las coordenadas de su ubicación y en el paso b) dichas coordenadas son utilizados por los medios de control de dicho robot (21) para colocar el efector final (25) en una posición adecuada para alcanzar los bulones (11) con la herramienta de instalación del collar (31, 31').

35

13.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 11-12, en el que los al menos dos componentes de un fuselaje de aeronave están hechos de un material compuesto y dichos bulones (11) están insertados en el fuselaje de la aeronave sin interferencia.



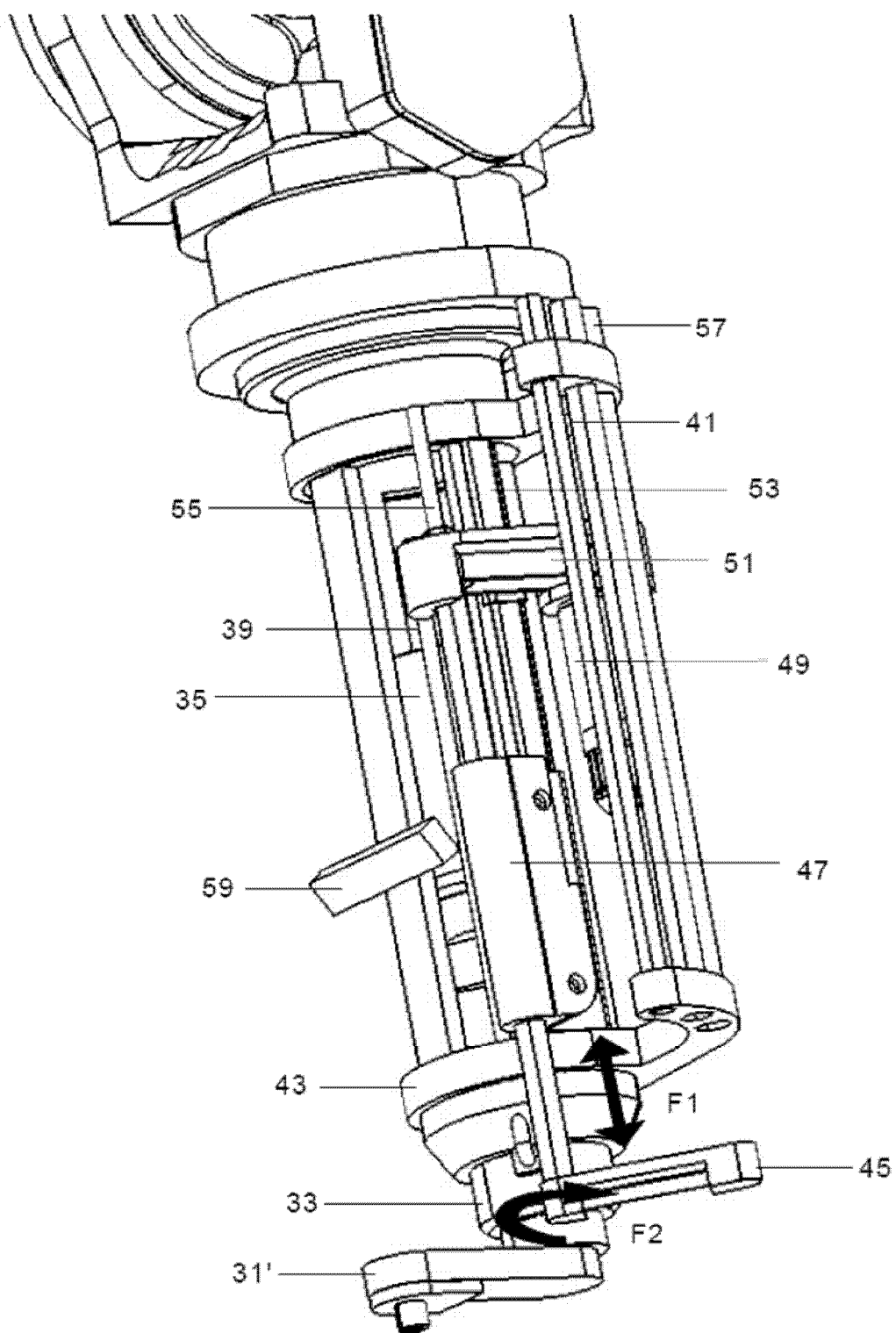


FIG. 4

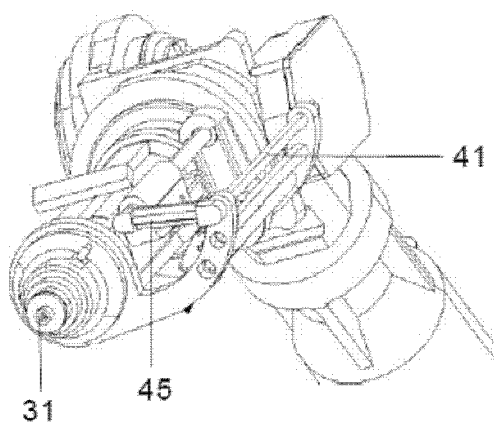


FIG. 5a

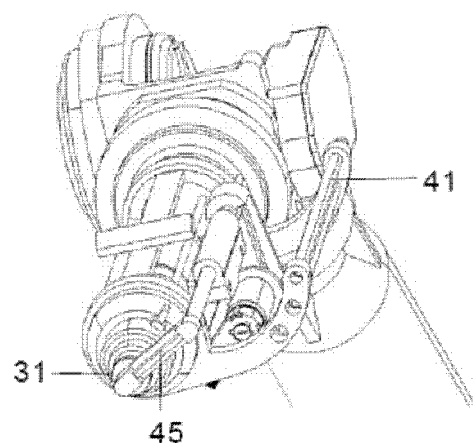


FIG. 5b

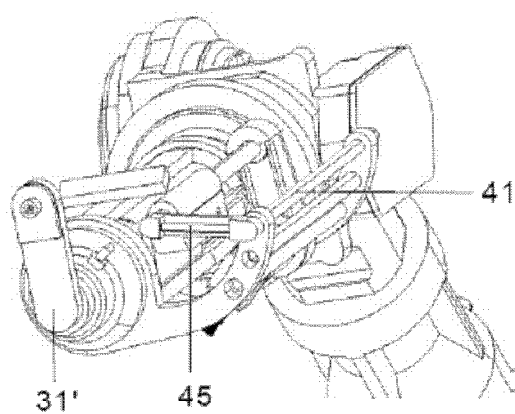


FIG. 6a

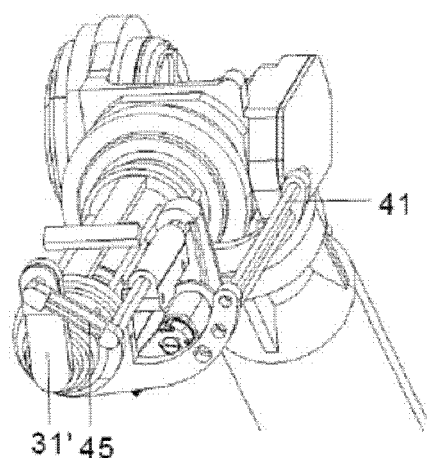


FIG. 6b

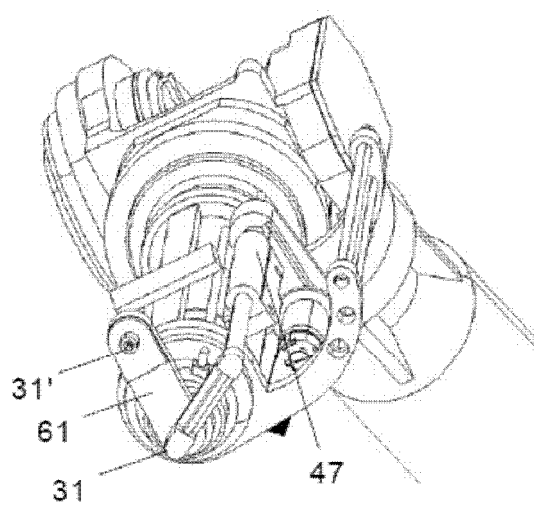


FIG. 7