

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 305**

51 Int. Cl.:

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 15/00 (2006.01)

B64F 5/10 (2007.01)

B25J 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2013** E 13151426 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019** EP 2756934

54 Título: **Aparato y método para ensamblar piezas de trabajo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2020

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS GMBH (100.0%)
Kreetslag 10
21129 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**CLAUSING, NILS;
NEUHAUS, FRANK;
WEIDNER, ROBERT;
WULFSBERG, JENS y
JUEDES, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 754 305 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

Aparato y método para ensamblar piezas de trabajo.

La presente invención se refiere a un aparato de ensamble, un sistema de ensamble que comprende tal aparato de ensamble y un método para ensamblar piezas de trabajo empleando tal sistema de ensamble.

5 En particular, en una realización preferida dicho aparato, dicho sistema y dicho método pueden aplicarse en el campo de la construcción aeronáutica, consistiendo dichas piezas de trabajo en componentes de la estructura de una aeronave, tales como secciones de fuselaje, secciones de ala o secciones de unidad de cola. Sin embargo, dicho aparato, dicho sistema y dicho método pueden aplicarse también en otros campos, tal como la construcción de automóviles, consistiendo en este caso dichas piezas de trabajo en componentes de la estructura de un coche, por ejemplo componentes de la carrocería.

10 Los aparatos de ensamble para la construcción aeronáutica conocidos en la técnica se personalizan usualmente y comprenden una porción estacionaria y una o más porciones de fijación a las que puede fijarse una pieza de trabajo y las cuales se conectan a una porción estacionaria por medio de uno o más actuadores, con lo que, al moverse los actuadores, la pieza de trabajo fijada a las porciones de fijación puede ser movida y posicionada con relación a otra pieza de trabajo, formando así una pieza de trabajo global ensamblada. Sin embargo, dado que antes de ensamblar las dos piezas de trabajo apenas se puede determinar la forma exacta necesaria para adaptar apropiadamente una pieza de trabajo a otra y las piezas de trabajo tienen cierta flexibilidad, la forma de la una pieza de trabajo se ajusta usualmente durante el proceso de ensamble, es decir que se dobla la una pieza de trabajo mientras está posicionada con relación a la otra pieza de trabajo hasta que se obtenga una adaptación deseada de la una pieza de trabajo con respecto a la otra pieza de trabajo. El proceso de doblado puede realizarse mediante un movimiento independiente los diferentes actuadores del aparato de ensamble.

15 Sin embargo, el proceso de doblar y posicionar la pieza de trabajo al mismo tiempo por medio de los actuadores parece ser difícil y necesitar bastante tiempo cuando se requiere una alta precisión de la posición y forma de la una pieza de trabajo con respecto a la otra pieza de trabajo. De hecho, no se puede alcanzar una precisión por encima de cierto nivel con los aparatos antes descritos conocidos en la técnica.

20 Por tanto, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar un sistema de ensamble que permita al mismo tiempo posicionar una pieza de trabajo con relación a otra pieza de trabajo y ajustar la forma de dicha pieza de trabajo de una manera posiblemente fácil y rápida y con una precisión posiblemente alta.

25 Este objeto se consigue con el sistema de ensamble de la reivindicación 1 independiente, que comprende un aparato de ensamble y un dispositivo de posicionamiento tal como un robot industrial. El aparato de ensamble comprende un conjunto de estructura de soporte, tal como una estructura de bastidor, que está provisto de una porción de acoplamiento para acoplar el conjunto de estructura de soporte al dispositivo de posicionamiento, tal como un robot industrial, y una pluralidad de miembros de fijación capaces de fijar una pieza de trabajo, en donde cada miembro de fijación está conectado con el conjunto de estructura de soporte a través de un actuador lineal, un primer extremo del cual está montado en el conjunto de estructura de soporte y un segundo extremo del cual lleva el miembro de fijación, y en donde el actuador lineal está adaptado para ser controlado de tal manera que pueda ajustarse mediante un movimiento lineal la distancia entre el primer extremo y el segundo extremo.

30 De esta manera, el proceso de posicionar la pieza de trabajo puede realizarse por medio del dispositivo de posicionamiento acoplado al conjunto de estructura de soporte, es decir, el bastidor, y el proceso de ajuste de forma de la pieza de trabajo, es decir, el doblado de la misma, se realiza por medio de los actuadores lineales, con lo que estos procesos están desacoplados uno de otro. Así, la forma deseada de la pieza de trabajo puede establecerse por medio de un movimiento lineal de los actuadores lineales y bloquearse cuando se la haya obtenido, tras lo cual la posición deseada de la pieza de trabajo con relación a una u otras más piezas de trabajo se alcanza mediante un respectivo movimiento del dispositivo de posicionamiento. Si es necesario, el conjunto de ensamble puede ejecutar también los pasos anteriormente descritos de una manera iterativa hasta que se consigan la posición y forma deseadas de la pieza de trabajo.

35 Además, gracias a la pluralidad de actuadores lineales pueden aplicarse fuerzas predeterminadas a la respectiva pieza de trabajo en solamente una pequeña región alrededor del punto en el que se fija el miembro de fijación a la pieza de trabajo, mientras que en la técnica anterior se aplican fuerzas a la pieza de trabajo a lo largo de una región grande que no permite predecir el impacto de estas fuerzas sobre la integridad estructural de la pieza de trabajo.

40 El conjunto de estructura de soporte puede estar formado preferiblemente como una estructura de bastidor cerrada, pero puede formarse también como cualquier otra estructura de soporte rígida, tal como una estructura superficial, por ejemplo una placa, un conjunto de viga o una estructura de cajón. El dispositivo de posicionamiento puede formarse preferiblemente como un robot industrial adaptado para mover el conjunto de estructura de soporte a lo largo y alrededor de preferiblemente tres ejes ortogonales, pero puede ser también cualquier otro dispositivo capaz

de mover el conjunto de estructura de soporte de una manera predeterminada.

Los miembros de fijación pueden sujetarse rígida o flexiblemente al segundo extremo de los actuadores lineales y pueden conformarse preferiblemente de modo que se sujeten y se desprendan fácilmente de la pieza de trabajo que ellos están fijando. En particular, se proporciona una unión flexible entre el miembro de fijación y el segundo extremo de los actuadores lineales, con lo que, durante el proceso de doblado de la pieza de trabajo, la orientación angular de los miembros de fijación con respecto a los actuadores lineales correspondientes puede ajustarse a la forma real de la pieza de trabajo fija. Los actuadores lineales pueden ser preferiblemente actuadores comunes electromagnética, hidráulica o neumáticamente accionados que emplean cilindros coaxiales.

Según una realización preferida de la presente invención, dicho conjunto de estructura de soporte define un plano de montaje y la dirección de dicho movimiento lineal es perpendicular a dicho plano de montaje. Preferiblemente, dicho plano de montaje puede venir definido por la forma global de dicho conjunto de estructura de soporte o por la superficie del conjunto de estructura de soporte a la cual se sujetan los actuadores lineales.

En particular, se prefiere que los actuadores lineales estén dispuestos en un primer lado del plano de montaje y que dicha porción de acoplamiento apunte hacia fuera de un segundo lado del plano de montaje, en donde dicho segundo lado está enfrente del primer lado. De esta manera, es posible un movimiento considerablemente libre de, por un lado, el conjunto de estructura de soporte por efecto del dispositivo de posicionamiento y, por otro lado, de la pieza de trabajo por efecto de los actuadores lineales.

Además, es posible que dicho plano de montaje tenga una forma plana o una forma curva. Se puede preferir una forma curva del plano de montaje en aquellos casos en que la pieza de trabajo tenga también una forma curva, con lo que la forma del plano de montaje y la forma de la pieza de trabajo son posiblemente compatibles y los actuadores lineales se extienden perpendicularmente tanto al plano de montaje como al plano definido por la pieza de trabajo. En casos de una forma plana de la pieza de trabajo se puede aplicar un conjunto de estructura de soporte que defina un plano de montaje planar.

Según otra realización preferida, se prevén unos medios sensores de fuerza para detectar y vigilar una fuerza aplicada por dichos actuadores lineales durante dicho movimiento lineal. En particular, se prefiere que se prevean unos medios de memoria para almacenar datos detectados por dichos medios sensores de fuerza. De esta manera, el desarrollo de la fuerza aplicada por los actuadores lineales durante el movimiento lineal, es decir, durante el ajuste de la forma de la pieza de trabajo, puede ser vigilado y analizado para fines de control de calidad. Especialmente cuando hay puntos con una fuerte disminución en el desarrollo de fuerza detectado, puede tener que considerarse una fractura de la estructura de la pieza de trabajo, en particular una fractura de fibras en un material compuesto. Además, los medios de memoria permiten vigilar el "historial" completo de las cargas aplicadas a la pieza de trabajo durante todo el proceso de fabricación.

Según otra realización preferida más, uno o más miembros de fijación están conformados como elementos de ventosa. Los elementos de ventosa representan unos miembros de fijación altamente flexibles que pueden sujetarse fácilmente a la pieza de trabajo meramente contactando la pieza de trabajo y haciendo el vacío en el espacio comprendido entre la ventosa y la pieza de trabajo y sin recurrir taladros de ninguna clase en la pieza de trabajo o miembros adicionales para fijar la pieza de trabajo.

Para poner en vacío los elementos de ventosa se puede conectar una bomba de vacío al espacio de dentro de las ventosas por medio de un tubo de vacío. Además, pueden preverse unos medios sensores de vacío en el espacio de dentro de los elementos de ventosa, es decir, en el espacio comprendido entre el cuerpo de la ventosa y la pieza de trabajo fijada por las ventosas, a fin de vigilar la presión del aire en dicho espacio durante el movimiento y ajuste de la forma de la pieza de trabajo. Se pueden prever entonces unos medios de control que controlen la bomba de vacío en función de la presión de aire detectada en los elementos de ventosa a fin de asegurar un nivel de vacío suficiente entre los elementos de ventosa y la pieza de trabajo durante el proceso de mover la pieza de trabajo o de ajustar la forma de la misma, con lo que los elementos de ventosa no pueden desengancharse accidentalmente de la pieza de trabajo durante dichos procesos.

Sin embargo, no todos los miembros de fijación necesitan estar conformados como elementos de ventosa. Es posible también que algunos miembros de fijación estén conformados como elementos de ventosa, mientras que otros miembros de fijación están conformados como, por ejemplo, pernos que se fijan a través de taladros de la pieza de trabajo. Son concebibles también otros miembros de fijación tales como abrazaderas.

La presente invención se refiere a un sistema de ensamble que comprende un aparato de ensamble según se ha descrito anteriormente y un dispositivo de posicionamiento, tal como un robot individual, que tiene una porción extrema provista de un conector, en donde el dispositivo de posicionamiento esté adaptado para mover la porción extrema con relación a la posición de una base del dispositivo de posicionamiento y en donde la porción de acoplamiento del aparato de ensamble está acoplada con el conector. El sistema de ensamble comprende tanto el aparato de ensamble como el dispositivo de posicionamiento al que se conecta el aparato de ensamble y por el cual es movido dicho aparato para posicionar la posición de trabajo con relación a otra pieza de trabajo. Tal dispositivo de

posicionamiento se ha descrito ya más arriba en relación con el aparato de ensamble y puede ser básicamente un robot industrial multiaxial común.

El sistema de ensamble comprende unos medios de detección que están adaptados para determinar las posiciones en el espacio de una pluralidad de puntos de la pieza de trabajo. Preferiblemente, los medios de detección son estacionarios y en una primera opción está previsto un dispositivo de proyección estacionario para proyectar una rejilla sobre una pieza de trabajo fijada por dichos miembros de fijación, y está previsto un sistema de cámara para registrar la forma de la rejilla sobre la pieza de trabajo. Como alternativa, se puede emplear como dispositivo de detección un rastreador de láser, tal como un LEICA LTD 500, detectando el rastreador de láser la posición espacial de elementos reflectores sujetos a la pieza de trabajo. Además, está prevista una unidad de control adaptada para controlar el ajuste de la distancia entre el primer extremo y el segundo extremo de uno o más de dichos actuadores lineales en función de la forma de dicha rejilla de láser registrada por dicho dispositivo de detección. Por ejemplo, dado que se ajusta la forma de la pieza de trabajo, cambia la forma de la rejilla de láser proyectada sobre dicha pieza de trabajo, con lo que, tras estos cambios de la forma de dicha rejilla detectados por el sistema de cámara, los actuadores lineales pueden ser controlados por medio de la unidad de control, en donde se ajusta la distancia entre el primer extremo y el segundo de los actuadores lineales, ajustando así a su vez la forma de la pieza de trabajo fijada sobre el miembro de fijación acoplado al segundo extremo de dichos actuadores lineales. Se ajusta así la forma real de la pieza de trabajo de una manera controlada hasta que se consiga la forma deseada.

Otro aspecto más de la presente invención se refiere a un método para ensamblar piezas de trabajo según la reivindicación 8 independiente, que comprende los pasos siguientes:

- a. habilitar una primera pieza de trabajo y una segunda pieza de trabajo,
- b. fijar dicha primera pieza de trabajo sobre los miembros de fijación,
- c. ajustar la forma de dicha primera pieza de trabajo ajustando la distancia entre el primer extremo y el segundo extremo de los actuadores lineales, y
- d. posicionar la primera pieza de trabajo conformada con relación a la segunda pieza por medio del dispositivo de posicionamiento a fin de conformar una pieza de trabajo global.

Como ya se ha descrito más arriba en relación con el aparato de ensamble, se desacoplan uno de otro por tal método el proceso de ajuste de la forma de la primera pieza de trabajo y el proceso de posicionamiento de la primera pieza de trabajo con relación a la segunda pieza de trabajo, ya que el ajuste de forma de la primera pieza de trabajo se realiza por los actuadores lineales, mientras que el posicionamiento de la primera pieza de trabajo con relación a la segunda pieza de trabajo se realiza por el dispositivo de posicionamiento. Ambos pasos pueden realizarse y controlarse independientemente uno de otro, seguidamente o en paralelo, es decir que la descripción antes mencionada del método no determina el orden en que se tienen que realizar los pasos c. y d. Es concebible que estos pasos se ejecutan en paralelo uno después de otro.

Además, es concebible que, después de que se ha realizado el paso d., se separen temporalmente una de otra las piezas de trabajo por medio de un movimiento correspondiente del dispositivo de posicionamiento para facilitar la preparación de conexiones entre las piezas de trabajo, al tiempo que se mantiene la forma de la pieza de trabajo tal como se ajustó antes. Después de que se ha completado este paso de preparación, se moverán nuevamente las piezas de trabajo una hacia otra por medio del dispositivo de posicionamiento.

Podría haber también más de una segunda pieza de trabajo con relación a la cual se posiciona la primera pieza de trabajo. Además, la distancia entre el primer extremo y el segundo extremo de los actuadores lineales se ajusta por medio de un movimiento del actuador lineal, en particular por medio de un desplazamiento relativo de dos porciones de los actuadores lineales. Los pasos c. y d. pueden ejecutarse también repetidamente a fin de formar un proceso iterativo.

En una realización preferida el ajuste de la distancia entre el primer extremo y el segundo extremo de los actuadores lineales se controla en función de la fuerza aplicada por dichos actuadores lineales durante dicho movimiento lineal y detectada por dichos medios sensores de fuerza. De esta manera, el proceso de ajuste de forma de la primera pieza puede controlarse y adaptarse al desarrollo de las fuerzas detectadas aplicadas por los actuadores lineales, es decir que se puede detener el desplazamiento aplicado entre los extremos primero y segundo de los actuadores lineales cuando se detecte una repentina caída de fuerza a fin de evitar un daño adicional a la pieza de trabajo.

El ajuste de la distancia entre el primer extremo y el segundo extremo de los actuadores lineales se controla en función de la forma de la primera pieza de trabajo fijada sobre los miembros de fijación. En particular, se prefiere que la forma de la primera pieza de trabajo sea detectada ópticamente por un dispositivo de detección estacionario. En particular, es concebible que se empleen un dispositivo de proyección que proyecte una rejilla sobre dicha primera pieza de trabajo, y un sistema de cámara que registre la forma de la rejilla sobre la pieza de trabajo. Como se ha descrito más arriba en relación con el sistema de ensamble, el ajuste de la forma de la primera pieza de trabajo por

los actuadores lineales puede controlarse de esta manera por medio de la unidad de control en función de la forma actual de la primera pieza de trabajo hasta que se obtenga una forma deseada de la primera pieza de trabajo. La forma actual de la primera pieza de trabajo se detecta por medio del sistema de cámara que detecta cambio de la forma de una rejilla proyectada sobre la superficie de la primera pieza de trabajo por medio de un dispositivo de proyección.

Como alternativa, se prefiere que la forma real de la primera pieza de trabajo sea detectada por un dispositivo rastreador de láser que detecte la posición de elementos reflectores sujetos en los bordes de dicha primera pieza de trabajo. El método más apropiado para detectar la forma real de la primera pieza de trabajo puede determinarse teniendo en cuenta individualmente la forma y tamaño de la pieza de trabajo, así como la infraestructura prevista.

Según una realización preferida de la presente invención, la primera pieza de trabajo y la segunda pieza de trabajo están conformadas como componentes de la estructura de una aeronave, en particular secciones de fuselaje, secciones de ala o secciones de unidad de cola. Usualmente, durante el ensamble se tiene que posicionar los componentes de la estructura de aeronave uno con relación a otro y éstos tienen que ajustarse en su forma, es decir, doblarse, a fin de que casen con precisión uno con otro, debido a que éstos se fabrican comúnmente a gran escala. Sin embargo, las piezas de trabajo primera y segunda pueden conformarse también como otros componentes, tales como componentes de carrocería de coche.

En lo que sigue se describe una realización preferida de la presente invención con ayuda de un dibujo. El dibujo muestra en:

La figura 1, una vista lateral de una realización preferida del sistema de ensamble,

La figura 2, una primera vista en perspectiva del sistema de ensamble de la figura 1 y

La figura 3, una segunda vista en perspectiva del sistema de ensamble de la figura 1.

En la figura 1 se ilustra un sistema de ensamble 1 que comprende un aparato de ensamble 3 y un dispositivo de posicionamiento 5 al que se acopla el aparato de ensamble 3 y por medio del cual se puede mover el aparato de ensamble 3 en el espacio de una manera controlada.

En la presente realización el dispositivo de posicionamiento 5 está conformado como un robot industrial que comprende una base estacionaria 7 y una porción extrema 9, siendo móvil dicha porción extrema 9 con respecto a la base 7 a lo largo y alrededor de tres ejes ortogonales. La porción extrema 9 comprende un conector 11 al que se acopla el aparato de ensamble 3.

El aparato de ensamble 3, que se ilustra con más detalle en las figuras 2 y 3, comprende un conjunto de estructura de soporte 13 y una pluralidad de miembros de fijación 15 conectados al conjunto de estructura de soporte 13 a través de una pluralidad de actuadores lineales 17. El conjunto de estructura de soporte 13 en la presente realización está conformado como una estructura de bastidor cerrada que tiene una porción de acoplamiento 19 que se acopla al conector 11 del dispositivo de posicionamiento 5. Dicho conjunto de estructura de soporte 13 está conformado de tal manera que define un plano de montaje 21 que tiene una forma planar, en donde los actuadores lineales 17 están dispuestos en un primer lado 21a de dicho plano de montaje 21 y la porción de acoplamiento 19 está dispuesta en un segundo lado 21b de dicho plano de montaje 21 opuesto al primer lado 21a. Además, en dicho segundo lado 21b del plano de montaje 21 de dicho conjunto de estructura de soporte 13 están previstos unos miembros 23 de acoplamiento para transporte adaptados para ser acoplados a un medio de transporte (no mostrado en las figuras), tal como una grúa, para que sean transportados cuando no están acoplados a un dispositivo de posicionamiento 5 (véanse las figuras 2 y 3).

Los miembros de fijación 15 en la realización actual están conformados como unos elementos de ventosa 25 que son capaces de fijar una primera pieza de trabajo 27, en la presente realización un componente de la estructura de una aeronave, en particular una sección de estructura de fuselaje, al ser aplicados a la superficie de dicha primera pieza de trabajo 27 y poner en vacío el espacio confinado entre los elementos de ventosa 25 y la superficie de dicha primera pieza de trabajo 27 (como se ilustra en las figuras 2 y 3). Dichos elementos de ventosa 25 están formados por material elástico, en particular plástico o material de caucho.

Los actuadores lineales 17 comprenden un primer extremo 29 montado en el conjunto de estructura de soporte 13 y un segundo extremo 31 al que se sujetan los miembros de fijación 15. Los actuadores lineales 17 comprenden, además, dos cilindros coaxiales 33a, 33b que pueden ser movidos uno con relación a otro por un accionamiento electromagnético, hidráulico o neumático 35, con lo que se puede ajustar la distancia entre el primer extremo 29 y el segundo extremo 31 de los actuadores lineales 17 por efecto de un movimiento lineal controlado, siendo la dirección 36 de dicho movimiento lineal perpendicular al plano de montaje 21. Entre el segundo extremo 31 de los actuadores lineales 17 y los miembros de fijación 15 está prevista una unión flexible 37, con lo que se puede adaptar la orientación angular de los miembros de fijación 15 con respecto a los actuadores lineales 17 durante el movimiento

lineal de los actuadores lineales 17.

Además, están previstos en los actuadores lineales 17 unos medios sensores de fuerza 39 que detectan una fuerza aplicada por dichos actuadores lineales 17 durante el movimiento lineal de dichos actuadores lineales 17, y están previstos unos medios de memoria 41 para almacenar los datos de fuerza detectados por dichos medios sensores de fuerza 39.

Para controlar la forma de la primera pieza de trabajo 25 fijada por los miembros de fijación 15 se ha previsto una unidad de control 43 adaptada para controlar el ajuste de la distancia entre los extremos primero y segundo 29, 31 de los actuadores lineales 17 controlando el accionamiento 35 de los actuadores lineales 17 en función de la forma real de una primera pieza de trabajo 27. Dicha forma real de la primera pieza de trabajo 27 es detectada por un dispositivo de detección óptica estacionario 45 que proyecta una rejilla sobre la superficie de la primera pieza de trabajo 27 y por un sistema de cámara que registra la forma de la rejilla proyectada sobre dicha primera pieza de trabajo 27, cambiando dicha forma de la rejilla al cambiar la forma de la primera pieza de trabajo 27 sobre la superficie de la cual se proyecta la rejilla (en las figuras no se ilustran ni el dispositivo de proyección ni el sistema de cámara).

Como alternativa, el dispositivo de detección óptica 45 está conformado como un rastreador de láser de un dispositivo rastreador de láser 45, y están previstos unos elementos reflectores en la pieza de trabajo y/o en los miembros de fijación 15 de modo que se pueda determinar la forma real de la pieza de trabajo 25 por medio del haz de láser emitido por el dispositivo rastreador de láser 45, reflejado por los medios reflectores y detectado nuevamente por el dispositivo rastreador 45.

El método para ensamblar piezas de trabajo según la presente invención empleando un sistema de ensamble 1 según se ha descrito anteriormente comprende los pasos de habilitar una primera pieza de trabajo 27 y una segunda pieza de trabajo (paso a.), fijar dicha primera pieza de trabajo 27 con su superficie sobre los miembros de fijación 15 aplicando un vacío entre los elementos de ventosa 25 y la superficie de la primera pieza de trabajo 27 (paso b.), ajustar la forma de dicha primera pieza de trabajo 27 ajustando la distancia entre los extremos primero y segundo 29, 31 de los actuadores lineales 17 conectados a la primera pieza de trabajo 27 por medio de los miembros de fijación 15 (paso c.), y posicionar la primera pieza de trabajo 27 de forma ajustada con relación a la segunda pieza de trabajo por medio del dispositivo de posicionamiento 5, es decir, por movimiento de la porción extrema 9 con respecto a la base 7, a fin de formar una pieza de trabajo global (paso d.).

El ajuste de la distancia entre los extremos primero y segundo 29, 31 de los actuadores lineales 17 se controla en función de tanto la fuerza detectada por los medios sensores de fuerza 39 y aplicada por los actuadores lineales 17 durante el movimiento lineal como de la forma real de la primera pieza de trabajo 27 fijada sobre los miembros de fijación 15 y detectada por la rejilla proyectada sobre la superficie de la primera pieza de trabajo 25 y vigilada por el sistema de cámara que registra la forma de dicha rejilla. Otros métodos para detectar la forma real de la primera pieza de trabajo 27 comprende los pasos de disponer elementos reflectores en los bordes de la primera pieza de trabajo 27 y detectar la posición de dichos elementos reflectores por un dispositivo rastreador de láser (el dispositivo escaneador de láser, el dispositivo rastreador de láser y los elementos reflectores no se ilustran tampoco en las figuras).

Por medio del método antes descrito para ensamblar piezas de trabajo empleando el sistema de ensamble 1 antes descrito una primera pieza de trabajo 27 puede ser adaptada en su forma y posicionada con relación a una segunda pieza de trabajo, estando estos pasos desacoplados uno de otro, es decir que el paso de ajuste de la forma de la primera pieza de trabajo 25 es realizado por los actuadores lineales 17, mientras que el paso de posicionamiento de la primera pieza de trabajo 25 con relación a la segunda pieza de trabajo es realizado por el dispositivo de posicionamiento 5. Ambos pasos no dependen uno de otro y pueden realizarse seguidamente o en paralelo sin influir uno en el otro. De esta manera, el proceso de ensamble de piezas de trabajo durante su fabricación resulta más fácil, más rápido y más preciso, es decir, más fiable.

Además, es concebible que, después de que se hayan posicionado las piezas de trabajo en estrecha proximidad correspondiente al estado finalmente conectado, las piezas de trabajo pueden apartarse una de otra por medio del dispositivo de posicionamiento, al tiempo que se mantiene la forma de las piezas de trabajo. En esta posición espaciada se pueden preparar las conexiones entre las piezas de trabajo antes de que estas piezas de trabajo se muevan de nuevo una hacia otra para ser finalmente conectadas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de ensamble (1) que comprende un aparato de ensamble (3) y un dispositivo de posicionamiento (5), tal como un robot industrial, que tiene una porción extrema (9) que comprende un conector (11), comprendiendo el aparato de ensamble (3):
- 5 un conjunto de estructura de soporte (13), tal como una estructura de bastidor, que está provisto de una porción de acoplamiento (19) para acoplar el conjunto de estructura de soporte (13) al dispositivo de posicionamiento (5), tal como un robot industrial, y
- una pluralidad de miembros de fijación (15) capaces de fijar una pieza de trabajo (27),
- 10 en el que cada miembro de fijación (15) está conectado con el conjunto de estructura de soporte (13) a través de un actuador lineal (17), un primer extremo (29) del cual está montado en el conjunto de estructura de soporte (13) y un segundo extremo (31) del cual lleva el miembro de fijación (15),
- en el que el actuador lineal (17) está adaptado para ser controlado de tal manera que la distancia entre los extremos primero y segundo (29, 31) pueda ser ajustada por un movimiento lineal,
- 15 en el que el dispositivo de posicionamiento (5) está adaptado para mover la porción extrema (9) con relación a la posición de una base (7) del dispositivo de posicionamiento (5) y para posicionar una pieza de trabajo (27) con relación a otra pieza de trabajo a fin de formar una pieza de trabajo global,
- en el que la porción de acoplamiento (19) del aparato de ensamble (3) está acoplada con el conector (11),
- en el que el sistema de ensamble (1) comprende, además, unos medios de detección (45) que están adaptados para determinar las posiciones en el espacio de una pluralidad de puntos de una pieza de trabajo (27), y
- 20 en el que está prevista una unidad de control (43) adaptada para controlar el ajuste de la distancia entre los extremos primero y segundo (29, 31) de uno o más de dichos actuadores lineales (17) en función de las posiciones determinadas por los medios de detección (45),
- caracterizado** por que
- 25 para controlar la forma de una pieza de trabajo (27) fijada sobre los miembros de fijación (15), la unidad de control (43) está adaptada para controlar el ajuste de la distancia entre los extremos primero y segundo (29, 31) de los actuadores lineales (17) controlando un accionamiento (35) de los actuadores lineales (17) en función de la forma real de la pieza de trabajo (27) detectada por los medios de detección (45).
2. Un sistema según la reivindicación 1, en el que dicho conjunto de estructura de soporte (13) define un plano de montaje (21) y en el que la dirección (36) de dicho movimiento lineal es perpendicular a dicho plano de montaje (21).
- 30 3. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que están previstos unos medios sensores de fuerza (39) para detectar una fuerza aplicada por dicho actuador lineal (17) durante dicho movimiento lineal.
4. Un sistema según la reivindicación 3, en el que están previstos unos medios de memoria (41) para almacenar datos detectados por dichos medios sensores de fuerza (39).
- 35 5. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dichos miembros de fijación (15) están conformados como elementos de ventosa (25).
6. Un sistema según la reivindicación 1, en el que los medios de detección (45) comprenden una pluralidad de elementos reflectores adaptados para fijarse en ubicaciones espaciadas sobre la pieza de trabajo (27) y un dispositivo de escaneo óptico adaptado para emitir luz en una pluralidad de direcciones y determinar la posición en el espacio de los elementos reflectores cuando están fijados a los miembros de fijación mediante la detección de reflexiones desde los elementos reflectores generadas por la luz emitida.
- 40 7. Un sistema según la reivindicación 1, en el que los medios de detección (45) comprenden un dispositivo de proyección para proyectar una rejilla sobre la pieza de trabajo (27) cuando está fijada por dichos miembros de fijación (15), y
- un sistema de cámara para registrar la forma de la rejilla sobre la pieza de trabajo (27).
- 45 8. Un método para ensamblar piezas de trabajo empleando un conjunto de ensamble (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende los pasos siguientes:
- a. habilitar una primera pieza de trabajo (27) y una segunda pieza de trabajo,

- b. fijar dicha primera pieza de trabajo (27) sobre los miembros de fijación (15),
- c. ajustar la forma de dicha primera pieza de trabajo (27) ajustando la distancia entre los extremos primero y segundo (29, 31) de los actuadores lineales (17) y
- 5 d. posicionar la primera pieza de trabajo conformada (27) con relación a la segunda pieza de trabajo por medio del dispositivo de posicionamiento (5) a fin de formar una pieza de trabajo global,

caracterizado por que

el ajuste de la distancia entre los extremos primero y segundo (29, 31) de los actuadores lineales (17) es controlado en función de la forma de la primera pieza de trabajo (27) fijada sobre los miembros de fijación (15), y

la forma de la primera pieza de trabajo (27) es detectada por los medios de detección (45).

- 10 9. Un método según la reivindicación 8, en el que están previstos unos medios sensores de fuerza (39) para detectar una fuerza aplicada por dicho actuador lineal (17) durante dicho movimiento lineal, y en el que el ajuste de la distancia entre los extremos primero y segundo (29, 31) de los actuadores lineales (17) se controla en función de la fuerza aplicada por dichos actuadores lineales (17) durante dicho movimiento lineal y detectada por dichos medios sensores de fuerza (39).
- 15 10. Un método según la reivindicación 8 o 9, en el que la primera pieza de trabajo (27) y la segunda pieza de trabajo están conformadas como componentes de la estructura de una aeronave, en particular secciones de fuselaje, secciones de ala o secciones de la unidad de cola.

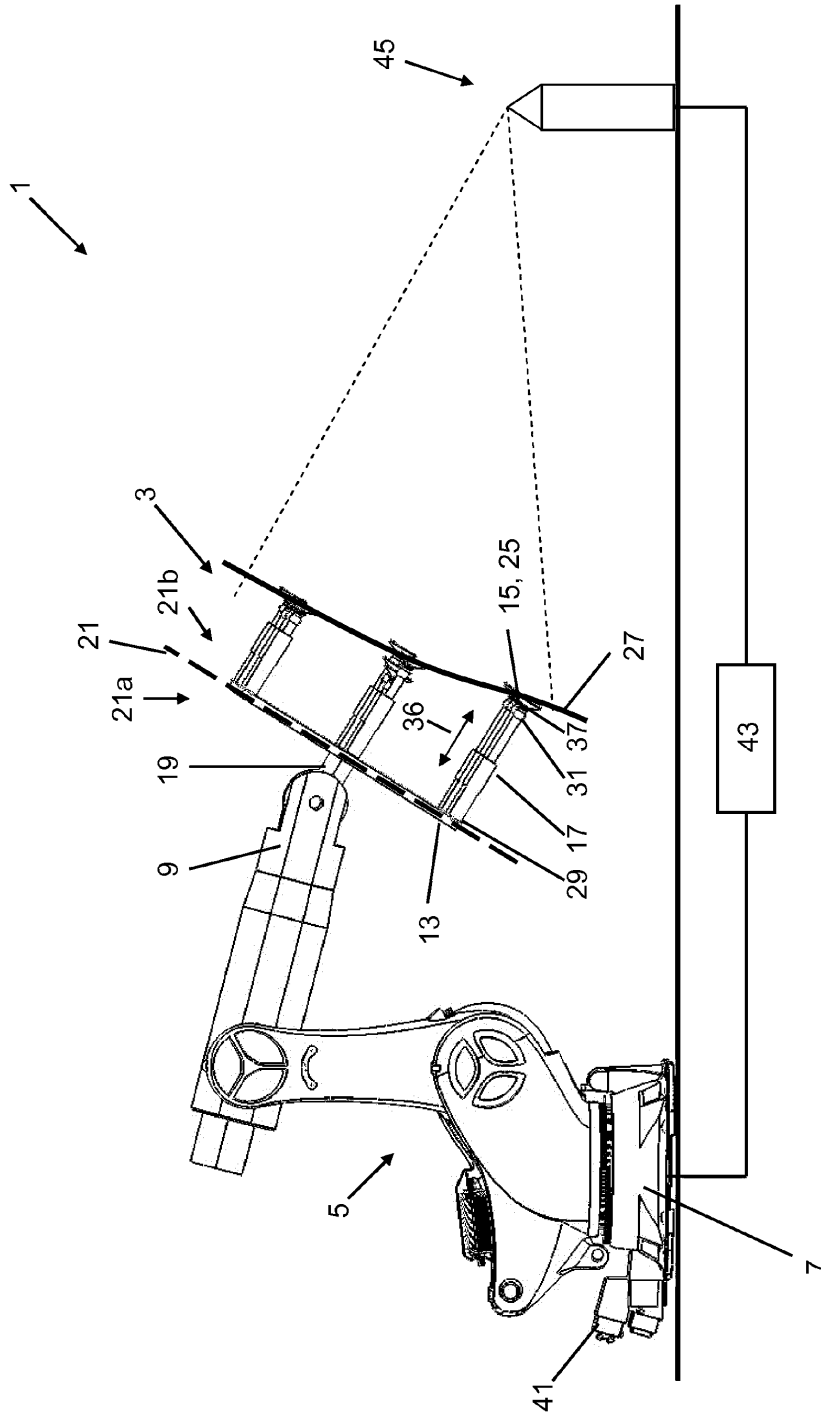


Fig. 1

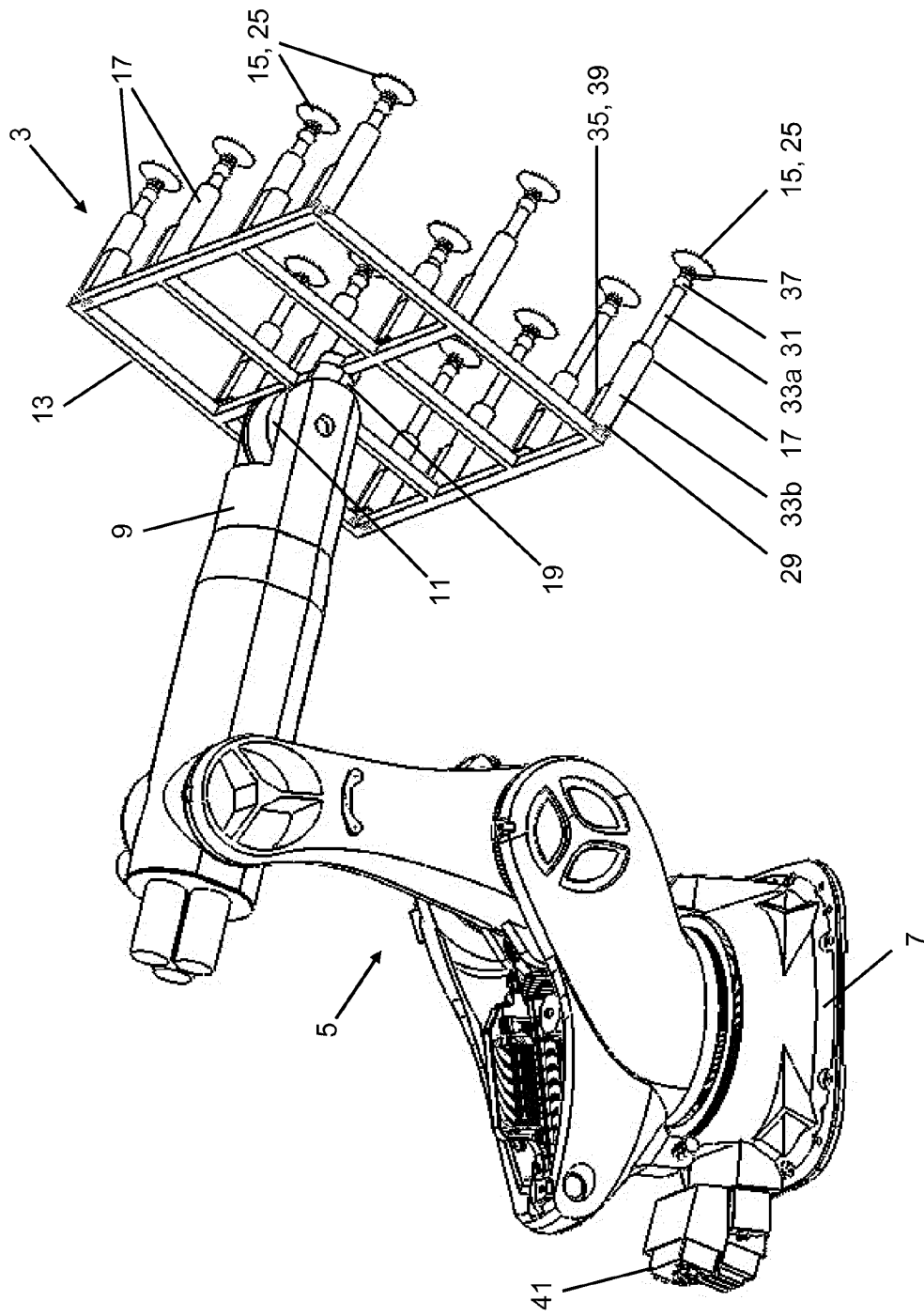


Fig. 2

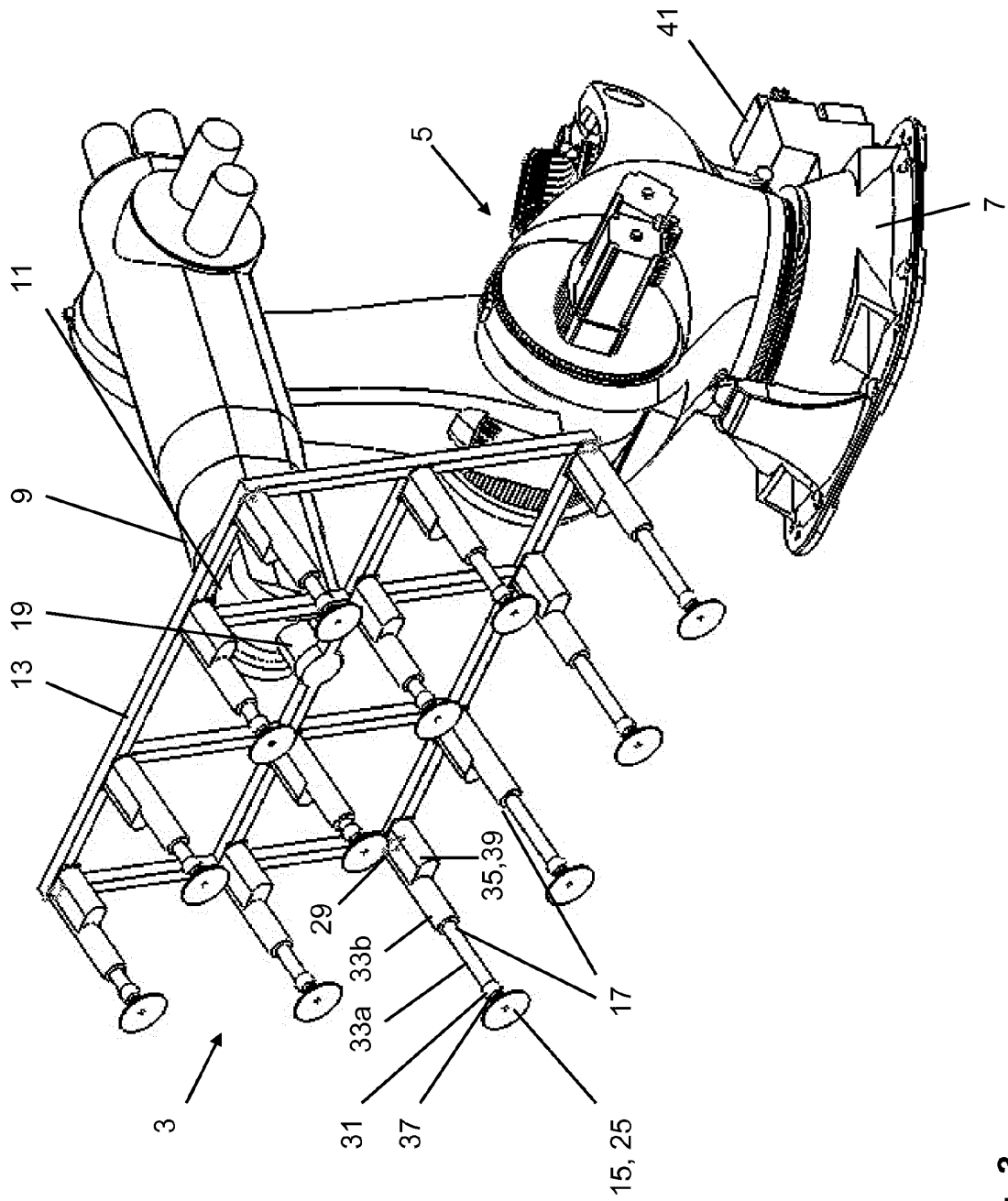


Fig. 3