

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 816 180**

51 Int. Cl.:

**C25D 17/00** (2006.01)  
**B05C 3/109** (2006.01)  
**C25D 17/02** (2006.01)  
**C25D 11/00** (2006.01)  
**C25D 21/04** (2006.01)  
**B05C 3/20** (2006.01)  
**C25D 5/02** (2006.01)  
**C25D 21/12** (2006.01)  
**B05C 9/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2018** **E 18158520 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020** **EP 3530776**

54 Título: **Instalación y método de tratamiento superficial localizado para piezas industriales**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.03.2021**

73 Titular/es:  
**COCKERILL MAINTENANCE & INGENIERIE S.A.**  
**(50.0%)**  
**Avenue Greiner 1**  
**4100 Seraing, BE y**  
**IRT ANTOINE DE SAINT EXUPERY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**VANHEE, LUC y**  
**GMUR, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 816 180 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

Instalación y método de tratamiento superficial localizado para piezas industriales

### Objetivo de la invención

La presente invención se refiere a una instalación y a un método de tratamiento superficial localizado para piezas industriales, en una geometría 2D o 3D y en una superficie predeterminada y perfectamente delimitada.

- 5 La invención se aplica en particular al tratamiento localizado de piezas aeronáuticas de grandes dimensiones y, en particular, a la reparación local del tratamiento superficial preexistente de piezas que han sido soldadas por fricción (FSW por "Friction Stir Welding").

La invención también se puede aplicar en cualquier sector industrial en el que se deba realizar un tratamiento superficial localizado, ya sea en el ámbito de la producción (nueva fabricación) o el de la reparación (mantenimiento).

### Antecedentes tecnológicos y estado de la técnica

- 10 Se conoce en muchas aplicaciones, procedentes del ámbito del automóvil o del aeronáutico en particular, que el tratamiento superficial de las piezas, y en particular de las piezas de grandes dimensiones, se puede realizar antes del ensamblaje de las piezas. Por ejemplo, las piezas se pueden someter a un conjunto de tratamientos a fin de mejorar su protección o para hacer funcional su superficie antes de ser ensambladas mediante pernos o remaches. Estos tratamientos se realizan por lo general sumergiendo las piezas en uno o más baños sucesivos que contienen los productos de tratamiento, a fin de obtener un revestimiento calificado que se ajuste al ámbito de utilización de la pieza. Una secuencia de tratamiento puede estar constituida, por ejemplo, de etapas sucesivas de: desengrasado, enjuagado, decapado, enjuagado, tratamiento de conversión, pasivación, enjuagado y secado.

- 20 Por lo tanto, en el ámbito particular de la aeronáutica, el peso de las piezas y los ensamblajes son una limitación importante. Con el fin de reducir significativamente el peso de las aeronaves, el ensamblaje mediante pernos o remaches se puede sustituir ventajosamente, en particular por la técnica de soldadura por fricción (FSW). Esta técnica permite ensamblar dos piezas en estado sólido, mediante una herramienta no consumible y sin fundir el material de las piezas a ensamblar. El inconveniente de esta técnica es el deterioro del revestimiento superficial de cada pieza en las proximidades de la soldadura por fricción, tras la realización de la propia soldadura y/o su limpieza.

- 25 Por lo tanto, si es necesario reparar o retocar una parte de la superficie, sería interesante poder realizar en esta parte el mismo tratamiento que el definido durante la fabricación. Por lo tanto, se necesita un tratamiento superficial localizado que utilice una sucesión de soluciones químicas aplicadas en las concentraciones y temperaturas adecuadas localmente, justo donde sea necesario, y en una superficie que puede tener una geometría tridimensional compleja. Una solución es desarrollar una celda de tratamiento adecuada a la geometría y dimensiones de la pieza, debiendo ser esta celda mecánica y químicamente compatible con diferentes soluciones y debiendo garantizar una estanqueidad perfecta.

- 30 El documento WO 2016/071633 A1 (o FR 3 027 826 A1) describe un sistema y un método para el tratamiento superficial local de piezas industriales. De acuerdo con esta técnica, la pieza ensamblada se puede tratar localmente en los lugares dañados. El sistema descrito comprende varios depósitos que contienen productos químicos de tratamiento, así como celdas de tratamiento, conocidas como "cajas de baño", que permiten delimitar un espacio estanco localizado en la pieza a tratar. Un circuito de presión controlado que comprende un conjunto de válvulas permite suministrar a las celdas los productos de tratamiento contenidos en los distintos depósitos. De esta manera, se puede tratar localmente una pieza, recubierta o pintada con productos idénticos a los utilizados en las técnicas de inmersión mediante el baño de piezas enteras. Esta técnica permite no poner en peligro la calidad y las posibles certificaciones del tratamiento en comparación con una inmersión por baño, en el caso de las piezas soldadas después de este tratamiento superficial de las piezas individuales por baño.

- 40 No existe ninguna instalación industrial y automatizada de este tipo en el estado de la técnica, que permita reproducir la sucesión de tratamientos superficiales elaborados durante la fabricación inicial de la pieza. Las soluciones existentes consisten por lo general en una preparación mecánica con o sin aporte de material y pintura local. También pueden aplicar un tratamiento superficial alternativo y, por lo tanto, menos eficaz, aplicado manualmente, ya sea con un pincel o una almohadilla (ejemplo: electrólisis con Dalistick™). En este caso, la zona tratada no se cubre de manera estanca y se producen escorrentías que generan pérdidas de soluciones y pueden contaminar o alterar las zonas adyacentes a la zona que requiere tratamiento. Este tratamiento es, por ejemplo, un tratamiento de pasivación que también puede promover la adhesión de la pintura que cubrirá la zona. En el caso de que sea necesario realizar diferentes tratamientos químicos sucesivos, esto se hace en varias etapas, no en el mismo aparato y por lo general de manera no automatizada.

5 El documento US 5.173.161 A se refiere a un dispositivo y a un método de utilización del dispositivo para aplicar y/o quitar un revestimiento en las piezas a tratar. El dispositivo comprende un dispositivo de transporte de fluidos y un contenedor adaptado para recibir las piezas de fabricación. El contenedor incluye una línea de entrada conectada a una fuente de fluido, una línea de salida que conecta el contenedor a la fuente de fluido, estando colocada la fuente de fluido bajo el dispositivo de transporte, y un dispositivo de control que conecta las líneas de entrada y salida a la fuente de fluido. El dispositivo de transporte es una bomba de vacío incorporada en la línea de salida del contenedor.

### Objetivos de la invención

La presente invención tiene por objetivo proporcionar una solución para el tratamiento local de piezas industriales de grandes dimensiones (normalmente de hasta 10 metros de longitud), parte de las cuales se han deteriorado localmente como resultado de un proceso tal como la soldadura.

10 En particular, la invención tiene como objetivo desarrollar un aparato que tenga celdas con una estanqueidad perfecta para permitir localmente una reproducción exacta del protocolo de tratamiento superficial descrito por los fabricantes de aviones (por ejemplo, AIP1 02-01-003 de Airbus).

15 Otro objetivo particular de la invención es desarrollar un equipo y celdas capaces de realizar localmente un tratamiento superficial con los parámetros de solución adecuados y de realizar un tratamiento superficial electrolítico tal como el anodizado, en un contexto con las siguientes limitaciones: cambio rápido de temperatura (de temperatura ambiente a 70 °C por ejemplo y viceversa), utilización de soluciones corrosivas (ácidos, bases, etc.), tratamiento de piezas largas y estrechas con formas 2D o incluso 3D, distribución de la corriente y el aislamiento eléctrico en el caso del tratamiento electrolítico, tratamiento rápido (llenado, vaciado) debido al paso de un gran número de soluciones (por ejemplo, > 10) a través de las celdas y, por último, la necesidad de estanqueidad en un contexto de dilatación térmica.

20 Todavía otro objetivo de la invención es garantizar la integración de un sistema de tratamiento complejo específico en una línea de producción industrial, continuo o con tratamiento por baños sucesivos.

Otro objetivo de la invención es diseñar un equipo que permita un tratamiento equivalente al de la almohadilla, pero que, al ser estanco, evite la contaminación del medio ambiente por los productos de tratamiento y permita la protección de las superficies adyacentes en la pieza contra el goteo, así como la protección del usuario.

25 Otro objetivo de la invención es una utilización a la vez en la fabricación y en las operaciones locales de mantenimiento o reparación, ya sea en dos caras simultáneamente o en una sola superficie a la vez.

### Principales elementos característicos de la invención

Un primer aspecto de la presente invención se relaciona con una estación para el tratamiento superficial localizado de una pieza industrial a tratar que comprende:

30 - al menos una cámara de tratamiento formada por una celda o dos medias celdas, incluyendo cada celda o media celda medios de posicionamiento y estando adaptadas para delimitar un espacio estanco entre las paredes de dicha celda o media celda y una parte o cara respectiva de la pieza a tratar, comprendiendo la celda o cada media celda una pared que tiene una abertura adecuada para cubrir la parte o cara correspondiente de la pieza a tratar, estando la abertura de la celda o media celda delimitada por una junta continua de estanqueidad;

- varias cubas de almacenamiento adecuadas para contener cada una un fluido de tratamiento;

35 - un circuito de alimentación y vaciado de la cámara de tratamiento que conecta cada cuba de almacenamiento con la cámara de tratamiento para alimentar a la cámara de tratamiento con los respectivos fluidos de tratamiento;

caracterizada por que:

40 - la estación de tratamiento comprende un sistema de vacío con respecto a la presión atmosférica de la cámara de tratamiento o del circuito de alimentación y de vaciado que permite la alimentación o el vaciado de la cámara, respectivamente, gracias a la succión, durante dicho vacío, del fluido de tratamiento a través del circuito de alimentación y de vaciado desde las cubas de almacenamiento hasta la cámara de tratamiento, respectivamente gracias al retorno por gravedad, durante la presurización a presión atmosférica del circuito de alimentación y de vaciado, del fluido de tratamiento hacia las cubas de almacenamiento, que se sitúan en un nivel más bajo que la cámara de tratamiento;

45 - el espacio estanco delimitado entre las paredes de dicha celda o media celda y una parte o cara respectiva de la pieza a tratar se garantiza mediante una junta de estanqueidad inflada con aire a una presión comprendida entre 0 y

## ES 2 816 180 T3

5 bares, preferiblemente entre 1 y 2 bares, una vez que los medios de posicionamiento de la celda o de cada media celda hayan colocado a ésta (éstas) última(s) a unas décimas de mm de la superficie de la pieza a tratar.

De acuerdo con las formas de realización preferidas de la invención, la estación de tratamiento localizado comprende además una de las siguientes características o una combinación apropiada de las siguientes características:

- 5 - la celda o cada media celda se fabrica de un metal recubierto en las superficies en contacto con los fluidos con un revestimiento capaz de resistir la corrosión de los fluidos y las temperaturas de funcionamiento; también se puede fabricar de materiales sintéticos como por ejemplo el polipropileno o el PVDF;
- la junta continua de estanqueidad es una junta inflable de labio, preferiblemente fabricada de EPDM;
- 10 - el sistema de vacío de la cámara comprende por lo menos una bomba de vacío, una válvula rompe vacío para la medición y la regulación del vacío y un recipiente de amortiguación o matraz de regulación del vacío, estando el recipiente de amortiguación conectado a la bomba de vacío mediante un condensador que condensa los vapores generados por el vacío;
- la bomba de vacío es una bomba centrífuga de anillo líquido;
- el circuito de alimentación y vaciado incluye tuberías calorifugadas;
- 15 - la cámara de tratamiento comprende medios de agitación del fluido de tratamiento en el espacio estanco;
- la celda o cada media celda comprende un electrodo para un tratamiento electroquímico de la pieza a tratar;
- comprende un pórtico manipulador capaz de transportar la pieza desde un soporte de depósito de una estación anterior hasta un soporte de depósito de la estación de tratamiento, mediante un diámetro variable que le permite acercarse a la pieza sin tocarla y a unas ventosas que permiten el contacto y la sujeción por depresión de la pieza (2) con dicho soporte de depósito (11).
- 20 - comprende una estructura que permite retraer y posicionar la celda o medias celdas de tratamiento, dotadas con varios cilindros de posicionamiento que permiten posicionar la celda o medias celdas a cada lado y cerca de la pieza a tratar, y opcionalmente cilindros para aplicar la celda o medias celdas a la pieza a fin de producir la cámara estanca, si es necesario mediante aprisionamiento;
- 25 - está diseñado para aplicar un tratamiento superficial localizado a grandes piezas industriales que tienen salientes llamados orejetas producidas en cada extremo de la soldadura, dichas orejetas se centran en el eje de la soldadura y permiten el comienzo y el final de la soldadura, dichas orejetas se presentan bien con una parte desmontable para desprender y utilizable como probeta, por ejemplo para efectuar un control no destructivo, o bien como una parte restante en la que se puede efectuar una perforación para permitir una comunicación fluida entre las medias celdas;
- 30 - la estanqueidad de la cámara de tratamiento se garantiza mediante la junta continua de estanqueidad longitudinal en cada lado de la soldadura y en la parte restante de las orejetas en los extremos de la soldadura.

La invención también se relaciona con una línea de producción para piezas industriales que comprende una primera estación de ensamblaje de piezas que incluye una etapa de soldadura, una segunda estación de control no destructivo de las soldaduras realizadas, una estación de tratamiento localizado de piezas de acuerdo con la descripción anterior y una estación final de inspección de piezas tratadas.

Un segundo aspecto de la presente invención se relaciona con un método de tratamiento superficial localizado de una pieza industrial a tratar llevado a cabo por la estación de tratamiento descrita anteriormente, caracterizado por las siguientes etapas:

- 40 - establecimiento de un nivel de vacío en el sistema de vacío a un valor inferior de un máximo de 500 mbar, preferiblemente 200 mbar y más preferiblemente 100 mbar de la presión atmosférica;
- apertura de las válvulas y llenado por succión del recipiente de amortiguación o del matraz de regulación de vacío a un nivel predeterminado con un fluido de tratamiento procedente de una cuba de almacenamiento;
- puesta en circulación por bombeo del fluido de tratamiento procedente de una cuba de almacenamiento y llenado de la cámara de tratamiento;

- tratamiento de la pieza a tratar;
- parada de la circulación del fluido de tratamiento;
- parada del vacío, reposición de la presión atmosférica y vaciado por gravedad del fluido de tratamiento hacia la cuba de almacenamiento.

5 Ventajosamente, el método se repite para los tratamientos con diferentes fluidos, posiblemente intercalados con enjuagues, para formar un ciclo de tratamiento.

Preferiblemente, al final del ciclo de tratamiento, las zonas tratadas de la pieza se secan con aire seco y caliente durante aproximadamente 5 minutos.

10 Un tercer aspecto de la presente invención se relaciona con una utilización del método descrito anteriormente, en un proceso de fabricación para garantizar una funcionalidad o ensamblaje adicional, o incluso durante una operación de mantenimiento o reparación de una pieza ya en uso.

Normalmente, la invención proporciona una instalación de tratamiento que tiene por objetivo tratar localmente una zona que tiene una soldadura por fricción de +/-30 mm de anchura en una pieza de gran tamaño que puede llegar hasta 6 e incluso 10 m de longitud.

15 Por lo tanto, la instalación de acuerdo con la invención incluye al menos una celda (en el caso de una sola cara de la pieza a tratar) o dos medias celdas (en el caso de dos caras de la pieza a tratar) aplicable(s) mediante cilindros, o cualquier otro dispositivo de aplicación adecuado, alrededor de la soldadura, si es necesaria una media celda a cada lado de la pieza, controlando la presión y la aplicación de las celdas. Se establece ventajosamente un vacío parcial en la celda, lo que permite llenarla y vaciarla rápidamente con los productos adecuados. Por lo tanto, en caso de fuga, el  
20 aire del ambiente entra en la celda y se impide la salida de producto. La celda se constituirá preferiblemente de acero revestido o de aluminio revestido para que tenga el mismo o similar coeficiente de dilatación térmica que la pieza a tratar, depositándose el revestimiento en las superficies en contacto con el fluido para resistir las diferentes soluciones utilizadas y las temperaturas de los métodos utilizados. Si uno de los tratamientos previstos es electroquímico (por ejemplo, anodizado), la celda se dotará con electrodos específicos compatibles con las diferentes soluciones que  
25 pasan por la celda. Esta instalación permite a la vez los tratamientos químicos y electroquímicos, así como el secado de las celdas y las piezas tratadas antes de abrir las celdas. En este caso, las celdas o medias celdas se tendrán que aislar eléctricamente. El revestimiento o la elección de los materiales de construcción de las celdas o medias celdas puede cumplir este papel.

### Breve descripción de las figuras

30 La figura 1 muestra un ejemplo de una pieza de avión a tratar con la instalación y el método de la invención y la ubicación de esta pieza en el fuselaje de un Airbus A320.

La figura 2 muestra una vista de conjunto de una forma de realización de una estación industrial de tratamiento local de acuerdo con la invención.

La figura 3 muestra una forma de realización para el soporte de la estación de depósito y el pórtico de transporte.

La figura 4 muestra una forma de realización de un sistema de vacío de cámaras y un matraz de regulación del vacío.

35 La figura 5 muestra una forma de realización de la cámara de tratamiento que comprende una media celda inferior y una media celda superior y cilindros de posicionamiento, así como cilindros de aplicación de las celdas.

La figura 6 muestra una vista de detalle de una media celda con sus cilindros de posicionamiento y aplicación.

La figura 7 muestra una forma de realización de medias celdas con juntas inflables situadas en las mismas.

La figura 8 muestra una vista de detalle correspondiente a la figura 7.

40 La figura 9 es una vista en perspectiva de una media celda de acuerdo con la invención que incluye un electrodo de anodizado incorporado.

La figura 10 muestra esquemáticamente las orejetas situadas en los extremos de las soldaduras, antes y después de la supresión de las probetas.

La figura 11 es el esquema de implantación de las juntas en la parte restante de las orejetas (con un ejemplo que muestra dos juntas diferentes a lo largo de una anchura más o menos grande de la cámara).

### Descripción detallada de la invención

5 La solución propuesta consiste en una celda de tratamiento en la que se reproducirán los sucesivos tratamientos idénticos y de acuerdo con el mismo modo de operación que los utilizados durante la producción inicial de la pieza. La invención se refiere a la implementación de esta solución. Esta solución se puede aplicar tanto en una sola cara como en varias caras, como por ejemplo a ambos lados de una pared. Se puede aplicar durante una operación de mantenimiento o de reparación de la pieza ya en uso (por ejemplo, un retoque en la superficie del fuselaje de un avión). Pero también se puede realizar durante un proceso de fabricación, como por ejemplo en el caso donde una parte de la(s) superficie(s) ya tratada(s) de antemano necesita(n) una modificación local para garantizar una funcionalidad o un ensamblaje adicional.

10 La originalidad que constituye el objetivo de esta invención no se encuentra exclusivamente en el equipo que permite este tratamiento, ya conocido en parte y en particular descrito en el documento WO 2016/071633 A1, sino también en la implementación de la solución. De acuerdo con la invención, el equipo se proporciona y se diseña para trabajar a una presión inferior a la presión atmosférica. El nivel de vacío es suficiente para contribuir a la estanqueidad del dispositivo y permitir, en caso de ruptura local del sistema de estanqueidad mecánico de la celda, generar una entrada de aire en lugar de una fuga de fluido hacia el exterior, siendo separado posteriormente el aire de las soluciones. Sin embargo, el nivel de vacío debe ser lo suficientemente bajo como para limitar la evaporación de parte de las soluciones, más particularmente cuando las soluciones deben estar calientes.

15 A continuación, se condensa la parte evaporada y se puede devolver al almacenamiento de soluciones. Para garantizar la estanqueidad de una pieza de geometría compleja que puede ser tridimensional, la invención propone ventajosamente una junta inflable que se puede sustituir eventualmente para determinadas aplicaciones por otro tipo de junta (junta tórica o en "nota de música" por ejemplo). Esta junta va a permitir un esfuerzo limitado en la superficie de la pieza ajustándose a su geometría. Además, va a permitir detener/ubicar el cuerpo de la celda a unas décimas de mm de la superficie de la pieza y mediante inflado rellenar esta separación. Ofrece una superficie que puede ser plana con posiblemente uno o más labios que garanticen la estanqueidad y finalmente, en el caso de una superficie no continua, y cuando la discontinuidad representa unas pocas décimas de mm, permite rellenar una parte del orificio generado de este modo y limita la posible entrada de aire en el sistema.

20 La solución propuesta, de acuerdo con una forma de realización, consiste en reproducir en un cordón de soldadura, que puede llegar hasta 6 m de largo y 22 mm de anchura, el tratamiento de preparación y de anodizado descritos en el documento AIPS 02-01-003 de Airbus. En este caso, la celda en la que se sucederán las distintas soluciones de tratamiento y los enjuagues intermedios es, por ejemplo, una cavidad de 6 m de largo, 40 mm de anchura interiormente que tiene una profundidad de aproximadamente 50 mm. Dos celdas similares pero dispuestas simétricamente a ambos lados de la pieza a reparar permiten que las dos celdas se cierren en la pieza y traten simultáneamente las dos caras del cordón de soldadura. El radio de curvatura de la pieza da lugar a separaciones en comparación con una superficie plana de, por ejemplo, +/- 0,4 mm. Las dos medias celdas se colocan a ambos lados de la pieza con la ayuda de cilindros a una distancia de algunas décimas de mm, pero ajustable mediante topes ajustables. El dispositivo se fija por lo tanto en su lugar. La estanqueidad se garantiza, por ejemplo, mediante una junta de EPDM preferiblemente inflable de 12 mm de anchura, inflada con aire. Esta última se mantiene en su lugar en sus 12 m de circunferencia mediante un labio pellizcado en el costado, entre la media celda y una pieza de sujeción. La presión del aire de inflado es ajustable, por ejemplo, entre cero y 5 bares. Se prefiere una presión de 1 a 2 bares. En cada extremo, la celda de tratamiento se conecta a los depósitos de solución química de forma estanca y sumergida. Las dos conexiones permiten la circulación de un fluido en la cámara de tratamiento. Esto garantiza la renovación de la solución, la turbulencia necesaria para los tratamientos y el aporte calórico necesario para mantener una temperatura uniforme pero también la evacuación de los gases o productos entrantes durante los tratamientos. Un conjunto de válvulas permite el cambio de una solución de tratamiento por otra.

40 El vacío se garantiza preferiblemente mediante una bomba centrífuga de anillo líquido, pero se puede considerar cualquier otro sistema de vacío. El vacío se mide y se regula mediante una válvula rompe vacío. La succión se realiza a través de un recipiente de amortiguación (o matraz de regulación de vacío) garantizando el llenado de las dos medias celdas y facilitando la regulación del vacío. La bomba de vacío se conecta a este recipiente de amortiguación a través de un condensador que permite condensar los vapores emitidos o generados de forma natural por el vacío.

El ciclo de trabajo para un tratamiento es entonces el siguiente:

1. establecimiento del vacío;
2. apertura de válvulas y llenado por succión por vacío del recipiente de amortiguación hasta un nivel deseado, a continuación, ajuste del vacío;

3. puesta en circulación del fluido de tratamiento;
  4. tratamiento propiamente dicho;
  5. parada de la circulación del fluido;
  6. parada del vacío y retorno del fluido de tratamiento a la unidad de almacenamiento apropiada.
- 5 Un dispositivo de este tipo también permite el secado de la pieza al final del ciclo.

### **Descripción de las formas de realización preferidas de la invención**

La presente invención proporciona un sistema de tratamiento local de la superficie, como por ejemplo el tratamiento en las proximidades de las soldaduras de las piezas que se han ensamblado por fricción (FSW). Estas piezas, antes de ser ensambladas, se han sometido a varios tratamientos superficiales, pero la superficie situada en el lugar de la soldadura se ha deteriorado como resultado del ensamblaje por fricción y de la realización/limpieza de la soldadura.

- 10 En las aplicaciones relacionadas con la FSW en piezas estructurales, las piezas a tratar tendrán por lo general una dimensión máxima de 10 m de longitud, 4 m de anchura (diámetro). Por ejemplo, se trata de medios tubos del mismo tipo que se muestran (y se refieren punteados en el fuselaje de un Airbus A320) en la figura 1. En este caso las soldaduras dadas de ejemplo son longitudinales y son soldaduras 2D. Servirán de ilustración durante la descripción de la instalación a continuación, sin que el carácter longitudinal o cualquier otra propiedad de estas soldaduras sea limitativo para el alcance de la invención. Estas piezas tendrán por lo general un grosor medio de, por ejemplo, 1,9
- 15 mm en el caso de las piezas de avión, pero pueden ser más finas o más gruesas localmente (el grosor suele variar entre 1,2 mm y 6 mm en el caso de las piezas de avión).

El diseño debe ser fácilmente transferible a otras dimensiones y geometrías, en particular las geometrías 3D complejas. De hecho, cada soldadura puede ser diferente y se debe poder tratar específicamente por una celda adecuada a sus dimensiones y características geométricas. En particular, podrá tener varias curvaturas.

20

#### Línea de producción y pórtico manipulador

La planta de tratamiento superficial de acuerdo con la invención se puede integrar en una línea de producción convencional, conocida en sí misma, y adaptarse al contexto industrial (con diferentes flujos de materiales, manipulación de piezas a tratar, etc.). Por ejemplo, la línea de producción en la que se inserta la instalación de la invención se dispone preferiblemente de forma longitudinal, y está compuesta de varias estaciones sucesivas, por lo general:

25

- una primera estación, la estación de ensamblaje, donde las piezas se adaptan, se fijan, se mecanizan y luego se sueldan;
- una segunda estación de controles no destructivos de las soldaduras;
- 30 - una planta de tratamiento local 1 mostrada en la figura 2;
- una estación de inspección final.

En la estación de tratamiento local 1 (figura 2), cada ubicación de soldadura será "encerrada" en una celda estanca a fin de su tratamiento por diferentes productos o fluidos químicos (ver más adelante). Los diferentes fluidos de tratamiento (por ejemplo, los fluidos respectivos de desengrasado, decapado, decapado por ácido, anodizado, etc.) se almacenan en las cubas de almacenamiento 3A, 3B, 3C, 3D, etc. situadas más abajo de la estación de tratamiento 1 propiamente dicha y se llevan de forma secuencial uno tras otro por un sistema de vacío 6 que garantiza el vacío automático de las celdas.

35

La pieza a tratar 2 se sujeta con la ayuda de ventosas (no mostradas) y se traslada de una estación a otra, en este caso en un soporte adecuado 11 (estación de depósito) situado en la estación 1, con la ayuda de un pórtico de transporte o manipulador 7 (figura 3). Esta herramienta de transporte 7 tiene la capacidad de localizar su ubicación en cada estación y de localizar la ubicación de la pieza a desplazar.

40

Ventajosamente, el pórtico 7 tiene un diámetro variable, lo que le permite recoger la pieza 2 depositada en la estación anterior, ajustada a su diámetro más pequeño antes de ajustarse a continuación al diámetro de la pieza (su diámetro máximo) pero sin tocarla. Estas son por tanto ventosas (no mostradas) en contacto con la pieza que, por vacío, "presionarán" la pieza a tratar contra los soportes por ejemplo Ertalon® incluidos en la estructura del pórtico 7. El

45

pórtico 7 cerrará entonces la pieza a su diámetro mínimo por medio de un simple pivote de las partes superiores y podrá entonces levantarla y transportarla a la siguiente estación. El mecanismo de depósito se hace de manera similar, pero a la inversa.

#### Pieza a tratar

5 La pieza a tratar 2, cuyo ejemplo típico se muestra en la figura 1, es un conjunto de elementos ensamblados por soldaduras FSW 16 realizadas en la estación de ensamblaje. Antes de la etapa de soldadura, las piezas 2 han sido procesadas por mecanizado y se han sometido a un tratamiento superficial. Por ejemplo, fueron desengrasadas, preparadas, anodizadas y pintadas. Por ejemplo, la pintura es una imprimación anticorrosiva y, por supuesto, no se puede dañar durante su tratamiento o durante su manipulación.

10 Por lo tanto, las dos caras del cordón de soldadura 16 tienen superficies no tratadas. En la cara superior, por ejemplo, estas zonas son expuestas por el fresado. En la cara inferior, estas zonas están desprovistas de hecho, por ejemplo, de un enmascaramiento con una cinta adhesiva durante los tratamientos. Las dos soldaduras 16 que componen el conjunto se deben reprocesar preferiblemente de forma simultánea en la estación 1.

15 En el contexto de la invención, la pieza a tratar 2 incluye las orejetas 9, 10A, 10B, según se ilustra en las figuras 1, 10 y 11, algunas de las cuales están perforadas, sirviendo para fijar o transportar las piezas, y sirviendo además las perforaciones precisas ("localizadores") para la ubicación de la pieza. También se realizan orejetas 10A, 10B en cada extremo de la soldadura 16 y se centran en el eje de la misma, para permitir el comienzo y el final de la soldadura 16 (figuras 10 y 11). Después de la soldadura, las orejetas 10A se cortan parcialmente (en orejetas 10B) para realizar cupones indicadores con fines de análisis (control no destructivo) y para eliminar las partes inadecuadas de la soldadura 16 (figura 11).

20 En la zona restante de las orejetas 10B de inicio y final de la soldadura 16, se pueden realizar perforaciones. Permitirán una comunicación entre las cámaras de tratamiento y la evacuación del líquido o de gas, según se explica a continuación.

#### Estación de tratamiento superficial localizado

25 Según se muestra en la figura 5, se colocan dos medias celdas, una media celda superior 4A y una media celda inferior 4B en utilización a ambos lados de la pieza a tratar 2, para crear una cámara estanca 5 centrada a lo largo de toda la longitud de la soldadura 16, donde se va a aplicar el tratamiento requerido.

También se puede realizar un tratamiento de anodizado de la soldadura mediante electrodos 15 proporcionados en las celdas 4A, 4B (véase la figura 9).

30 Las piezas de gran tamaño, como por ejemplo las del ámbito aeronáutico, se pueden tratar fácilmente mediante un sistema de este tipo. Sin embargo, una dificultad con las piezas con poco espesor es que la presión aplicada debe ser la misma en cada lado para evitar su deformación.

35 La estación de tratamiento superficial 1 comprende la estación de depósito de piezas 11 así como todas las medias celdas de tratamiento 4A, 4B. El pórtico manipulador 7 coloca la pieza en la estación de tratamiento deslizando la pieza a tratar 2 entre la estación de depósito 11 y las medias celdas superiores (no mostradas).

40 Las medias celdas 4A, 4B permanecen en su lugar en la estación 1 pero se retraen cuando no se utilizan. Su movimiento puede ser, por ejemplo, vertical o perpendicular en relación con la posición de la soldadura, con un recorrido de, por ejemplo, aproximadamente 100 mm para las medias celdas inferiores y un mínimo de 400 mm para las medias celdas superiores, pudiendo garantizar este último mediante los cilindros de posicionamiento 12 o cualquier otro montaje similar.

45 Según se ilustra en la figura 5, por un lado, los cilindros de posicionamiento 12 permiten posicionar con precisión las dos medias celdas 4A, 4B alrededor de la pieza 2, o más exactamente en las mordazas alrededor de la soldadura 16, con el fin de formar la cámara estanca 5. Estos cilindros serán por lo general un total de dos por cada media celda 4A, 4B. Por otra parte, se pueden proporcionar además cilindros de aplicación 17 para permitir la aplicación precisa de la cámara 5 en la pieza 2. Estos se ilustran en las figuras 5 y 6, a título puramente ilustrativo, en un total de once, que permiten distribuir la presión de la celda correspondiente 4A, 4B en un máximo de puntos para evitar la deformación de la pieza 2. Estos cilindros de aplicación 17 son absolutamente necesarios sólo en el caso de que la junta utilizada no sea una junta de inflado, es decir, en el caso de que se necesite garantizar un esfuerzo de compresión.

## Cámara de tratamiento

La cámara de tratamiento 5 incluye ventajosamente los siguientes equipos y funcionalidades con el fin de permitir la implementación del método solicitado:

- medias celdas de tratamiento 4A, 4B;
- 5 - una conexión 14 entre las medias celdas superiores e inferiores que permite la transferencia de líquidos aguas arriba y aguas abajo de las cámaras de tratamiento 5 (figuras 7 y 8);
- un sistema de vacío y de llenado de las cámaras de tratamiento 6 (figura 4);
- electrodos de anodizado 15 y juego de barras y rectificadores (figura 9);
- un sistema de secado 21 de la cámara de tratamiento (figura 2).

- 10 Las dos medias celdas 4A, 4B se diseñan para permitir cubrir la totalidad de la soldadura 16 de la pieza, es decir, sus dos caras/lados a ambos lados de la pieza 2 (figura 5). Estas se alinean en el eje de la soldadura 16 y se colocan debajo y encima de la pieza a tratar 2. Cada cámara 5 crea una estanqueidad con la pieza a tratar 2.

Ventajosamente, una o las dos celdas 4A, 4B son pueden extraer con el fin de permitir el depósito y la recuperación de la pieza 2 en el utillaje.

- 15 La forma interior de cada media celda 4A, 4B tiene un perfil que permite garantizar el rápido drenaje y la evacuación de las paredes. Por ejemplo, tienen esencialmente la forma de medios tubos cerrados en sus extremos por una parte de forma esencialmente esférica. De esta manera, las zonas de retención se reducen al mínimo. Si las zonas de retención del utillaje persisten, entonces su contenido se puede aspirar ventajosamente por medio de un sistema de venturi o equivalente con el fin de ser devuelto a las tuberías de alimentación y evacuación. Con el fin de evitar cualquier rastro residual de líquido en las piezas, se puede proporcionar un sistema de secado que se detalla a continuación.
- 20

- Preferiblemente, la zona abierta de la cámara de tratamiento 5 tiene una dimensión de 45 mm de anchura y 50 mm de alto. La longitud de la cámara de tratamiento 5 se limita por la longitud de la pieza, así como por la parte restante de las orejetas 10B mencionadas anteriormente, con el fin de realizar un tratamiento en la totalidad de la soldadura 16.
- 25

Si bien cada media celda 4A, 4B se debe adecuar a la geometría de la pieza, su diseño será tal que una reducción de la sección de la celda, y en particular de su tamaño en anchura, siempre será posible en función de la evolución del método, esto con el fin de permitir una adaptación a una soldadura 16 más estrecha y poder efectuar un tratamiento en un sitio de anchura reducida (véase la figura 10).

- 30 Además, la media celda 4A, 4B es perfectamente estanca en la pieza y su vaciado debe ser prácticamente total. Una estanqueidad, según se explica a continuación, se realiza en la pieza 2 así como en la parte restante de las orejetas 10B. Todo el equipo tiene además una ligera inclinación (alrededor del 2% de inclinación), para la evacuación del aire durante las fases de llenado y de los líquidos durante las fases de vaciado. Del mismo modo, la evacuación de las bolsas de gas que se puedan formar durante los llenados o durante las fases de tratamiento se deben evacuar de la cámara de tratamiento 5 a través de canales o, si es necesario, mediante la perforación de orificios en las orejetas 10A, 10B situadas en los extremos de las soldaduras 16.
- 35

- El material empleado para la cámara de tratamiento 5 puede necesitar la utilización de un soporte con el fin de rigidizarla y de aceptar las tensiones mecánicas. La elección de los materiales para la cámara 5, así como su soporte y su modo de ensamblaje, tienen en cuenta preferiblemente la dilatación térmica diferencial de los materiales y su resistencia química.
- 40

- Por ejemplo, la elección del polipropileno como material de la cámara provoca una elongación de ésta de 45 mm a una temperatura de 60 °C. De esta forma, la media celda 4A, 4B se podrá dejar libre en la pieza o, por el contrario, se podrá forzar en su soporte para reducir estos fenómenos de dilatación. Las tensiones provocadas por esta dilatación contenida se deberán tener en cuenta en el dimensionamiento de los componentes. La celda estará constituida alternativa y preferiblemente de acero revestido o aluminio revestido para tener el mismo o similar coeficiente de dilatación térmica que la pieza a tratar, con por ejemplo un revestimiento en forma de Halar®.
- 45

Las cubas 3A a 3D se equipan con toda la instrumentación necesaria para el funcionamiento autónomo de la cámara 5 (las temperaturas, los niveles, el pH, la conductividad, entre otros, se medirán individualmente para cada uno de los productos utilizados).

La conexión de las celdas superior e inferior

- 5 Las cajas de conexión 14 de las cámaras de tratamiento 5 permiten hacer la unión entre las medias celdas superiores y las medias celdas inferiores aguas arriba y aguas abajo de estas últimas y, por lo tanto, desde una tubería común, alimentar (o vaciar) ambas medias celdas al mismo tiempo y con la misma solución. El sistema de conexión 14 de las cámaras debe permitir una conexión estanca entre las dos medias celdas 4A, 4B. Preferiblemente, este sistema 14 no requiere de la intervención humana para su implantación. Sólo se puede requerir una intervención para el bloqueo del mismo.

Las conexiones entre las cámaras 5 tendrán una estanqueidad garantizada por las juntas 13 (figuras 7, 8 y 9). Las juntas inflables 13 se pueden utilizar ventajosamente para garantizar esta función.

El sistema de conexión 14 también garantiza las funciones de llenado aguas arriba de las dos medias celdas 4A, 4B y debe permitir la evacuación de las burbujas de aire en las cámaras de tratamiento 5 aguas abajo.

- 15 Otra función del sistema de conexión 14 es garantizar una buena distribución de caudales entre las medias celdas superior e inferior. Puede ser necesario la utilización de diafragmas o cualquier otro sistema que permita garantizar esta distribución. Dado que los caudales entre las medias celdas de tratamiento 4A, 4B deben ser idénticos, se proporciona un orificio que permite controlar y ajustar esta distribución de caudales. Se puede implantar una medición del caudal común a todos los productos que deban circular en las cámaras de tratamiento 5.

- 20 Sistema de vacío y llenado de las cámaras de tratamiento

- 25 Durante el llenado de la instalación, las cámaras de tratamiento 5 realizadas por la conexión de las celdas 4A, 4B se ponen en vacío con el fin de permitir su llenado con diferentes líquidos procedentes de las cubas de almacenamiento 3A, 3B, etc. Las bombas de circulación no se utilizan en esta etapa. Un matraz que tiene la función de un vaso de dilatación 18 se coloca a un nivel más alto que el de las cámaras de tratamiento 5 (figuras 2 y 4). Este matraz de regulación de vacío 18 incluye diversos equipos, entre los cuales una conexión a un sistema que genera el vacío 6 en todas las celdas, las tuberías 19 que permiten hacer el vacío en el circuito y las conexiones de fluidos. El vacío realizado permite el llenado del conjunto y la subida del líquido en este tanque 18.

- 30 Una vez que la instalación se llena, las bombas de circulación toman el relevo para la fase de tratamiento (no mostrada). Estas se instalan aguas abajo de las celdas de tratamiento 5 para mantener un ligero vacío durante el tratamiento. El vaso de dilatación 18 también permite la evacuación del aire residual o el gas producido por el tratamiento de la pieza 2.

- 35 El sistema que genera el vacío 6 se puede realizar en forma de una bomba volumétrica o una bomba de vacío, capaz de garantizar el vacío requerido, y se conecta a las medias celdas 4A, 4B mediante una tubería 19 a través del vaso de dilatación 18 y se equipa con una válvula de cierre automático. También se ha instalado una válvula de ventilación en este tanque.

Preferiblemente, se instala una función de control de nivel en el tanque de dilatación 18. Durante la fase de llenado, el fluido debe alcanzar un determinado nivel antes de permitir el arranque de las bombas de circulación. A continuación, el nivel de fluido se controla permanentemente durante el ciclo de tratamiento con el fin de garantizar una buena desgasificación de las cámaras.

- 40 También se puede instalar una función de medición de la presión en este matraz 18 o en las cámaras de tratamiento 5. Esta controla el buen vacío durante la fase de llenado, así como la evacuación del vacío de la instalación durante las fases de tratamiento.

Una vez completado el ciclo de tratamiento, todas las cámaras 5, el vaso de dilatación 18 y las tuberías 19 se liberan al aire libre. El conjunto se vacía por gravedad, fuera de las zonas de retención.

- 45 Las descargas del grupo de bombeo se canalizan hacia un sistema de tratamiento de efluentes gaseosos.

Los equipos en contacto con la pieza a tratar 2 y las partes de los circuitos comunes a las diferentes soluciones de tratamiento y a las aguas de enjuagado tienen preferiblemente la capacidad de vaciarse totalmente sin dejar ningún volumen muerto. Este vaciado se puede hacer por gravedad (almacenamiento en un pozo por debajo del nivel de las celdas de tratamiento) pero también puede ser asistido (por ejemplo, con aire comprimido).

## Definición de gamas de tratamiento

5 El equipo de acuerdo con la invención se puede utilizar en régimen estacionario (es decir, sin circulación), pero también se puede implementar una agitación forzada, que tiene por objetivo uniformizar los tratamientos, pero también aportar las calorías necesarias para el calentamiento rápido y el mantenimiento de la temperatura de la cámara 5 y de la pieza a tratar 2. Esta agitación se hará mediante el cizallamiento y la turbulencia de la circulación. Entonces, se garantizará preferiblemente una velocidad de caudal mayor de 1 m/s en las medias celdas 4A, 4B. Una alternativa podrá completar este dispositivo colocando a lo largo de toda la longitud de la media celda promotores de turbulencia. En este caso preciso, hay que tener cuidado de no perturbar localmente el campo eléctrico necesario para el anodizado.

10 Preferiblemente, las pérdidas térmicas se minimizan mediante tuberías calorifugadas. Los espesores de calorifugado no superan los 25 mm con el fin de no dificultar con su tamaño y evitar de este modo la adición de una gran masa térmica que dificulte los cambios de temperatura debido a su inercia. Las cubas con una temperatura que exceda los 45 °C también se calorifugan. En general, cualquier superficie cuya temperatura pueda alcanzar o superar los 50 °C se calorifugará de esta manera. Por otro lado, las medias celdas 4A, 4B no se calorifugan forzosamente.

15 Los calentadores se dimensionarán de modo que garanticen la uniformidad de la temperatura en las cubas de almacenamiento 3, en los conductos 22, 23 y las celdas 4A, 4B durante todo el tiempo de tratamiento y esto para los valores más altos. Durante la puesta en régimen, las desviaciones no deben exceder un total de 5 °C en relación con el valor objetivo, mientras que las variaciones serán de +/- 2 °C en régimen estacionario.

## Electrodos de anodizado

20 Las celdas 4A, 4B se pueden equipar con electrodos 15 que permitan el anodizado o cualquier otro tratamiento electroquímico de la pieza a tratar (figura 9). Estos electrodos 15 son, por ejemplo, de grafito, plomo o acero inoxidable, con preferencia por el grafito, y se colocan en el interior de la cámara de tratamiento 5.

25 La forma de los electrodos 15 no debe bloquear el flujo de líquido en las medias celdas 4A, 4B, pero puede contribuir al aumento de la turbulencia en éstas. El perfil de estos electrodos 15 preferiblemente no debe tener zonas de retención. Para ello, éstos pueden ser planos, cilíndricos o en forma de rejilla, por ejemplo. De acuerdo con la forma de realización mostrada en la figura 9, los electrodos son planos y de sección triangular.

Los electrodos 15 se compondrán ventajosamente de piezas adyacentes que permitan compensar la dilatación de los materiales.

30 Los electrodos de anodizado 15 se alimentan, por ejemplo, mediante un rectificador con una corriente continua y suavizada, para permitir el anodizado de dos cámaras de tratamiento 5 (no mostradas). Los electrodos 15 se conectan eléctricamente entre sí mediante un material conductor en el exterior de la cámara de tratamiento 5. Los electrodos 15 deben ser reemplazables individualmente sin tener que desmontar todas las conexiones.

Los electrodos 15 garantizan una densidad de corriente uniforme en las dos caras de la pieza y una distribución idéntica entre las dos medias celdas 4.

35 Para un resultado óptimo, el tratamiento debe ser uniforme en toda la longitud de la pieza y en toda la anchura tratada, y es idéntico tanto en las dos caras superior e inferior. La distancia entre los electrodos y las zonas a revestir es preferiblemente uniforme y suficiente para garantizar la uniformidad del espesor de depósito.

## Sistema de secado de las cámaras de tratamiento

40 Después del tratamiento y antes de abrir las medias celdas 4A, 4B, se realiza un secado de las zonas tratadas de la pieza 2 al final del ciclo de tratamiento. Se preferirá la utilización de aire seco y calentado con el fin de aumentar la eficacia del tratamiento. El secado se realiza preferiblemente en unos 5 minutos. El principal componente de este sistema es un calentador de aire que permite aumentar simultáneamente la capacidad de intercambio del aire con la humedad contenida en las cámaras de tratamiento.

45 Si es necesario, el sistema de secado se puede complementar con un deshidratador de aire mediante absorbentes sólidos tales como gel de sílice o tamiz molecular. El aire transportado a través de este deshumidificador pasa sobre una bandeja con el fin de secarse. La bandeja, que soporta el absorbente sólido, está dividida en dos sectores. Uno permite la deshumidificación del aire y el segundo la regeneración del absorbente con un flujo de aire seco o incluso calentado. El soporte es por lo general giratorio para permitir el reciclaje en continuo del absorbente.

Como complemento de este proceso de secado, pueden ser necesarias otras soluciones con el fin de garantizar la evacuación de las gotas residuales en las piezas y los utillajes. Puede ser necesario utilizar sopladores

complementarios o canalones extraíbles con el fin de evitar que haya agua residual en la pieza antes o durante su traslado a la siguiente estación.

5 El secado se limitará a las cámaras de tratamiento 5, con la exclusión de los alimentadores y cualquier zona de retención de líquido. Esto permitirá limitar el volumen de agua a evacuar a las cámaras de tratamiento 5 (zonas que se abrirán durante las fases de desplazamiento de la pieza).

Las descargas de aire seco que salen de la cámara 5 y que contienen vapor de agua se envían directamente a una lavadora de vahos 6 antes de ser evacuadas. Los materiales utilizados deben ser compatibles con las temperaturas del sistema. Se podrá instalar un manguito o un supresor de llamas en la red de descargas.

## Sistema de cierre/apertura

10 El sistema de cierre/apertura de las cámaras de tratamiento 5 permite que las cámaras de tratamiento se desplacen y garantiza una aproximación suficiente y un mantenimiento en su posición durante todo el ciclo de tratamiento.

15 Este sistema puede ser mecánico, eléctrico, hidráulico o neumático y es capaz de garantizar un movimiento lento de las cámaras de tratamiento 5 (para evitar los goteos y las tensiones en las piezas). Compensa la inclinación de la pieza 2 y permite despejar suficientemente las medias celdas de tratamiento 4A, 4B para permitir el paso de las piezas y su sistema de manipulación.

Los actuadores del sistema se deben guiar si su sección o su diseño no permite garantizar un desplazamiento y posicionamiento repetitivos. Entonces, se utilizan columnas de guiado que permiten garantizar la repetibilidad de los movimientos. Si se utilizan varios actuadores, los movimientos deben estar perfectamente coordinados.

20 Las cámaras de tratamiento 5 se pueden garantizar en la posición abierta por medio de un brochado o un cierre. Además, el sistema también debe permitir garantizar el mantenimiento de las medias celdas 4A, 4B en posición durante las fases de tratamiento y compensar el posible esfuerzo de presión interna en las cámaras de tratamiento 5 y el de la junta de estanqueidad 13.

Las posiciones abierta y cerrada de las cámaras de tratamiento 5 se controlarán mediante sensores de fin de carrera.

25 El sistema de cierre/apertura tiene en cuenta las posibles dilataciones de las cámaras de tratamiento 5 y sus soportes, respetando las limitaciones de las flechas.

## Sistema de estanqueidad

El sistema de estanqueidad es un sistema que garantiza la estanqueidad entre la celda de tratamiento 5 y la pieza a tratar 2. El sistema de estanqueidad, alojado en la media celda de tratamiento 4A, 4B, se apoya en la pieza a tratar 2 con el fin de crear la estanqueidad.

30 La estanqueidad de las cámaras de tratamiento 5 se garantiza preferiblemente mediante una junta 13 de material flexible compatible con los diversos tratamientos definidos en la AIPi (Instrucción de Proceso de Airbus). Esta junta 13 debe resistir a los productos contenidos en la cámara de tratamiento 5. La junta 13 se coloca en la periferia de la soldadura en la dirección longitudinal. También se apoya en las partes de las orejetas 10B (véase anteriormente) a ambos lados de la soldadura 16.

35 Esta junta 13 debe ser capaz de garantizar el radio de curvatura necesario para la unión de las celdas 4 y al mismo tiempo garantizar la estanqueidad de las cámaras 5 con la pieza 2. También debe ser capaz de compensar el radio de curvatura de la superficie inferior de la pieza, así como las flechas permitidas de las cámaras de tratamiento 5. Por último, se elegirá en función de su capacidad para minimizar las fugas de líquido o de aire en caso de superficies no planas en la parte superior.

40 Para esta aplicación se prefieren las tecnologías de junta inflable, o de junta flexible compatible y acoplada a una junta inflable. Hay que tener en cuenta los esfuerzos de este tipo de junta en las piezas a tratar 2 y en las cámaras de tratamiento 5.

## Cubas de almacenamiento

45 Estas cubas 3A, 3B, 3C, etc., permiten el almacenamiento y el calentamiento de los productos de tratamiento. Se colocan una al lado de otra en la estación 1 pero en un pozo a un nivel inferior en relación con las cámaras de tratamiento 5 con el fin de permitir un retorno gravitacional hacia las cubas de los fluidos que han sido transferidos sucesivamente a las cámaras para el tratamiento. Preferiblemente, la profundidad de este pozo será del orden de 2,5

a 3,5 m, determinándose esta profundidad por la accesibilidad necesaria a los equipos, los instrumentos y las tomas de muestras.

5 Las cubas 3A, 3B, 3C, etc. se agrupan por función de tratamiento. Cada conjunto de cubas incluye un recinto para el producto de tratamiento y dos recintos para los enjuagues asociados. Estos recintos están cerrados por tapas que permiten un acceso para el mantenimiento de los equipos dentro de las cubas, así como su limpieza.

Todas las válvulas automáticas de suministro o de transferencia entre los baños se equipan con una válvula de cierre manual aguas arriba. Debe ser posible vaciar los tramos aislados para una intervención segura. Además, los aportes de agua o las transferencias de baños se controlan mediante un caudalímetro.

10 Los aportes de agua también se pueden efectuar manualmente a través de una válvula manual en paralelo con la válvula automática.

Los conjuntos de cubas de almacenamiento 3A, 3B, 3C, etc., son similares en cuanto a diseño y se instalan en retenciones independientes para no ocasionar la mezcla de productos en caso de fuga.

## Transferencia de baños

15 La transferencia de los baños entre las cubas de tratamiento 3A, 3B, 3C, etc., y las cámaras de tratamiento 5 se garantiza por un conjunto de tuberías 22, 23. Este sistema de conexión 22, 23 permite la transferencia de todas las necesidades de alimentación a las cámaras de tratamiento 5 de forma automática. Garantiza un caudal suficiente para evitar pérdidas térmicas de la pieza y garantizar los tiempos de proceso.

20 Las tuberías se diseñan teniendo en cuenta las limitaciones de resistencia mecánica, de soporte y los fenómenos de dilatación. En el caso de conductos horizontales, la consideración de la temperatura de funcionamiento de la instalación puede hacer más racional el soporte en continuo de las tuberías con un diámetro exterior inferior a 50 mm. Este soporte continuo se puede realizar, por ejemplo, en las esquinas, con perfil en U o semicircular de materiales metálicos o plásticos termoendurecibles.

25 Hay que prestar especial atención a la fase de vaciado de las tuberías para que éstas no incluyan zonas de retención. Además, estas tuberías se deben poder vaciar en su totalidad para sus necesidades de mantenimiento y no deben incluir líquidos residuales. Los puntos bajos se equiparán con válvulas de vaciado manuales o automáticas si estos puntos bajos causan una contaminación de las siguientes etapas del método.

Las tuberías pueden se pueden calorifugar con el fin de limitar las pérdidas caloríficas durante las transferencias de líquido.

30 Este conjunto de tuberías se puede proteger de los golpes mediante protecciones mecánicas en las zonas de paso del personal y de los equipos de manipulación. Las tuberías que transporten productos peligrosos para los operadores se protegerán mediante máscaras o protección para impedir las salpicaduras. Las conexiones embridadas se deben proteger por una cubierta flexible contra salpicaduras. Las posibles salpicaduras durante la rotura de tuberías se canalizarán hacia las retenciones.

35 Se instalarán alimentadores de distribución cerca de las cubas de almacenamiento 3A, 3B, 3C, etc., para reducir las longitudes de tuberías múltiples, así como el armario eléctrico. Los alimentadores de entrada y salida permiten conectar las diferentes cubas de preparación y almacenamiento a las cámaras de tratamiento 5. Estos alimentadores comprenden todas las válvulas de cierre procedentes de las cubas. Durante la fase de llenado de las cámaras de tratamiento 5, un conjunto de válvulas se abre para permitir el paso del líquido. Durante la fase de vaciado, el mismo conjunto de válvulas se abre para permitir que el líquido regrese hacia la cuba de almacenamiento. Los alimentadores se diseñan para no crear retención de líquido. Se prefieren las piezas mecanizadas con el fin de garantizar un colector sin zonas de retención.

## Utilización y ventajas de la invención

45 Este tipo de solución se puede utilizar en diferentes industrias en las que se necesite un tratamiento superficial para la producción del producto o una parte del producto acabado y cuando este tratamiento se deba hacer localmente en la superficie. Este tipo de solución también se puede aplicar durante las operaciones de mantenimiento o de reparación (fuselaje del avión en servicio, carrocería de automóvil, etc.). Permite, por ejemplo, preparar una superficie antes de aplicar el promotor de adhesión necesario para la pintura. Como la aplicación es estanca, las superficies adyacentes y los operadores están de este modo protegidos. El vacío y la estanqueidad permiten entonces el tratamiento en cualquier superficie, con una geometría no plana y, dentro de determinados límites, no continua, por ejemplo, una superficie abombada o una superficie localmente acanalada. También ofrece la interesante ventaja de poder aplicarse independientemente de la orientación de la superficie a tratar. Por último, el vacío no garantiza únicamente la

estanqueidad, sino que también contribuye a la aplicación de la celda de tratamiento en la pieza. Un vacío de 100 mbar contribuye para una superficie de 4 dm<sup>2</sup> a un esfuerzo de chapado de 400 Newton.

Lista de símbolos de referencia

- 1 Estación de tratamiento superficial local
- 5 2 Pieza a tratar
  - 3A, 3B, 3C, 3D Cubas de almacenamiento
  - 4A Media celda superior
  - 4B Media celda inferior
  - 5 Cámara
- 10 6 Sistema de vacío (y depurador de gases de combustión)
  - 7 Pórtico manipulador
  - 9 Perforación ("localización")
  - 10A Parte de la orejeta extraíble (para la probeta)
  - 10B Orejeta restante
- 15 11 Estación de depósito
  - 12 Cilindro de posicionamiento
  - 13 Sistema de estanqueidad
  - 14 Sistema (o caja) de conexión
  - 15 Electrodo de anodizado
- 20 16 Soldadura
  - 17 Cilindro de aplicación de celdas
  - 18 Matraz de regulación del vacío
  - 19 Conducto de vacío
  - 20 Abertura de la media celda
- 25 21 Succión de aire y secador de aire
  - 22 Conducto de alimentación de fluido de tratamiento (llenado)
  - 23 Conducto de vaciado de fluidos de tratamiento
  - 24 Primer tipo de junta
  - 25 Segundo tipo de junta
- 30 26 Alimentación eléctrica
  - 27 Soldadura FSW y bordes de la zona no recubierta

**REIVINDICACIONES**

1. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de una pieza industrial (2) a tratar, que comprende:

5 - al menos una cámara de tratamiento (5) formada por una celda o dos medias celdas (4A, 4B), incluyendo cada celda o media celda (4A, 4B) medios de posicionamiento y siendo adecuada para delimitar un espacio estanco entre las paredes de dicha celda o media celda (4A, 4B) y una parte o cara respectiva de la pieza a tratar (2), incluyendo la celda o cada media celda (4A, 4B) una pared que tiene una abertura (20) adaptada para cubrir la parte o cara correspondiente de la pieza a tratar (2), estando la abertura (20) de la celda o media celda (4A, 4B) delimitada por una junta continua de estanqueidad (13);

- varias cubas de almacenamiento (3A, 3B, 3C, 3D) cada una capaz de contener un fluido de tratamiento;

10 - un circuito de alimentación y de vaciado (22, 23) de la cámara de tratamiento (5) que conecta cada cuba de almacenamiento (3A, 3B, 3C, 3D) a la cámara de tratamiento (5) para alimentar la cámara de tratamiento (5) con los fluidos de tratamiento respectivos;

caracterizada por que:

15 - la estación de tratamiento comprende un sistema de vacío (6) de la cámara de tratamiento (5) y del circuito de alimentación y vaciado (22, 23) en relación con la presión atmosférica, lo que permite, durante dicha puesta en vacío, la alimentación y el vaciado respectivos, de la cámara (5) gracias a la succión del fluido de tratamiento a través del circuito de alimentación y de vaciado (22, 23) desde las cubas de almacenamiento (3A, 3B, 3C, 3D) hasta la cámara de tratamiento (5), respectivamente gracias al retorno por gravedad, durante la presurización a presión atmosférica del circuito de alimentación y de vaciado (22, 23), del fluido de tratamiento hacia las cubas de almacenamiento (3A, 20 3B, 3C, 3D), que se sitúan a un nivel más bajo que el de la cámara de tratamiento (5);

25 - el espacio estanco delimitado entre las paredes de dicha celda o media celda (4A, 4B) y una parte o cara respectiva de la pieza a tratar (2) se garantiza mediante una junta de estanqueidad (13) inflada con aire a una presión comprendida entre 0 y 5 bares, preferiblemente entre 1 y 2 bares, una vez que los medios de posicionamiento de la celda o de cada media celda hayan colocado a ésta (éstas) última(s) a unas décimas de mm de la superficie de la pieza a tratar.

2. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la celda o cada media celda (4A, 4B) se fabrica de un metal recubierto en las superficies en contacto con los fluidos con un revestimiento capaz de resistir la corrosión de los fluidos y a las temperaturas de funcionamiento o se fabrica de materiales sintéticos, preferiblemente polipropileno o PVDF;

30 3. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la junta de estanqueidad continua (13) es una junta de labios hinchables preferiblemente fabricada de EPDM.

35 4. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el sistema de vacío (6) para la cámara (5) comprende al menos una bomba de vacío, una válvula rompe vacío para la medida y la regulación del vacío y un recipiente de amortiguación o matraz de regulación del vacío (18), estando el recipiente de amortiguación (18) conectado a la bomba de vacío mediante un condensador que condensa los vapores generados por el vacío.

5. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada por que la bomba de vacío es una bomba centrífuga de anillo líquido.

40 6. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el circuito de alimentación y de vaciado (22, 23) comprenden conductos calorifugados.

7. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la cámara de tratamiento (5) comprende medios de agitación del líquido de tratamiento en el espacio estanco.

45 8. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la celda o cada media celda (4A, 4B) comprende un electrodo para un tratamiento electroquímico (15) de la pieza a tratar (2).

- 5 9. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que comprende un pórtico manipulador (7) capaz de transportar la pieza (2) desde un soporte de depósito de una estación precedente hasta un soporte de depósito (11) de la estación de tratamiento (1), mediante un diámetro variable que le permite acercarse a la pieza (2) sin tocarla y a unas ventosas que permiten el contacto y la sujeción por vacío de la pieza (2) con dicho soporte de depósito (11).
- 10 10. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que comprende una estructura que permite retraer y posicionar la celda o medias celdas de tratamiento (4A, 4B), dotadas con varios cilindros de posicionamiento (12) que permiten posicionar la celda o las medias celdas (4A, 4B) a cada lado y cerca de la pieza a tratar (2) y posiblemente con cilindros de aplicación (17) de la celda o de las medias celdas (4A, 4B) en la pieza a tratar (2) a fin de producir la cámara estanca (5), si es necesario mediante aprisionamiento.
- 15 11. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por aplicar un tratamiento superficial localizado a piezas industriales (2) de grandes dimensiones que tienen salientes llamados orejetas (10A, 10B) realizados en cada extremo de la soldadura, estando centradas dichas orejetas (10A), 10B) en el eje de soldadura y que permiten el comienzo y el final de la soldadura, dichas orejas están provistas ya sea de una parte desmontable (10A) que se puede separar y utilizar como probeta, por ejemplo para efectuar un control no destructivo, o como parte restante (10B) en la que puede se puede efectuar una perforación para permitir una comunicación fluida entre las medias celdas (4A, 4B).
- 20 12. Estación de tratamiento superficial localizado (1) de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizada por que la estanqueidad de la cámara de tratamiento (5) se garantiza por la junta continua de estanqueidad (13) longitudinalmente a cada lado de la soldadura y en la parte restante (10B) de las orejetas en los extremos de la soldadura.
- 25 13. Línea de producción de piezas industriales que comprende una primera estación para el ensamblaje de las piezas que comprende una etapa de soldadura, una segunda estación de control no destructivo de las soldaduras realizadas, una estación para el tratamiento localizado de las piezas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes y una estación final para la inspección de las piezas tratadas.
- 30 14. Método de tratamiento superficial localizado (1) de una pieza industrial a tratar (2) que aplica la estación de tratamiento (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 12, caracterizado por las siguientes etapas:
- establecimiento de un nivel de vacío en el sistema de vacío (6) a un valor inferior como máximo de 500 mbar, preferiblemente 200 mbar y más preferiblemente 100 mbar de la presión atmosférica;
  - apertura de las válvulas y llenado por succión del recipiente de amortiguación o matraz de regulación de vacío (18) hasta un nivel predeterminado con un fluido de tratamiento procedente de una cuba de almacenamiento (3A, 3B, 3C, 3D)
  - 35 - puesta en circulación mediante bombeo del fluido de tratamiento procedente de una cuba de almacenamiento (3A, 3B, 3C, 3D) y llenado de la cámara de tratamiento (5);
  - tratamiento de la pieza a tratar (2);
  - parada de la circulación del fluido de tratamiento;
  - parada del vacío, reposición de la presión atmosférica y vaciado por gravedad del fluido de tratamiento hacia la cuba de almacenamiento (3A, 3B, 3C, 3D).
- 40 15. Método de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado por que se repite para tratamientos con diferentes fluidos, opcionalmente intercalados con enjuagues, para constituir un ciclo de tratamiento.
16. Método de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado por que al final del ciclo de tratamiento las zonas tratadas de la pieza (2) se secan con aire seco y se calientan durante unos 5 minutos.
- 45 17. Utilización del método de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, en un proceso de fabricación para garantizar una funcionalidad o un ensamblaje adicional, o incluso en una operación de mantenimiento o de reparación de una pieza ya en uso.

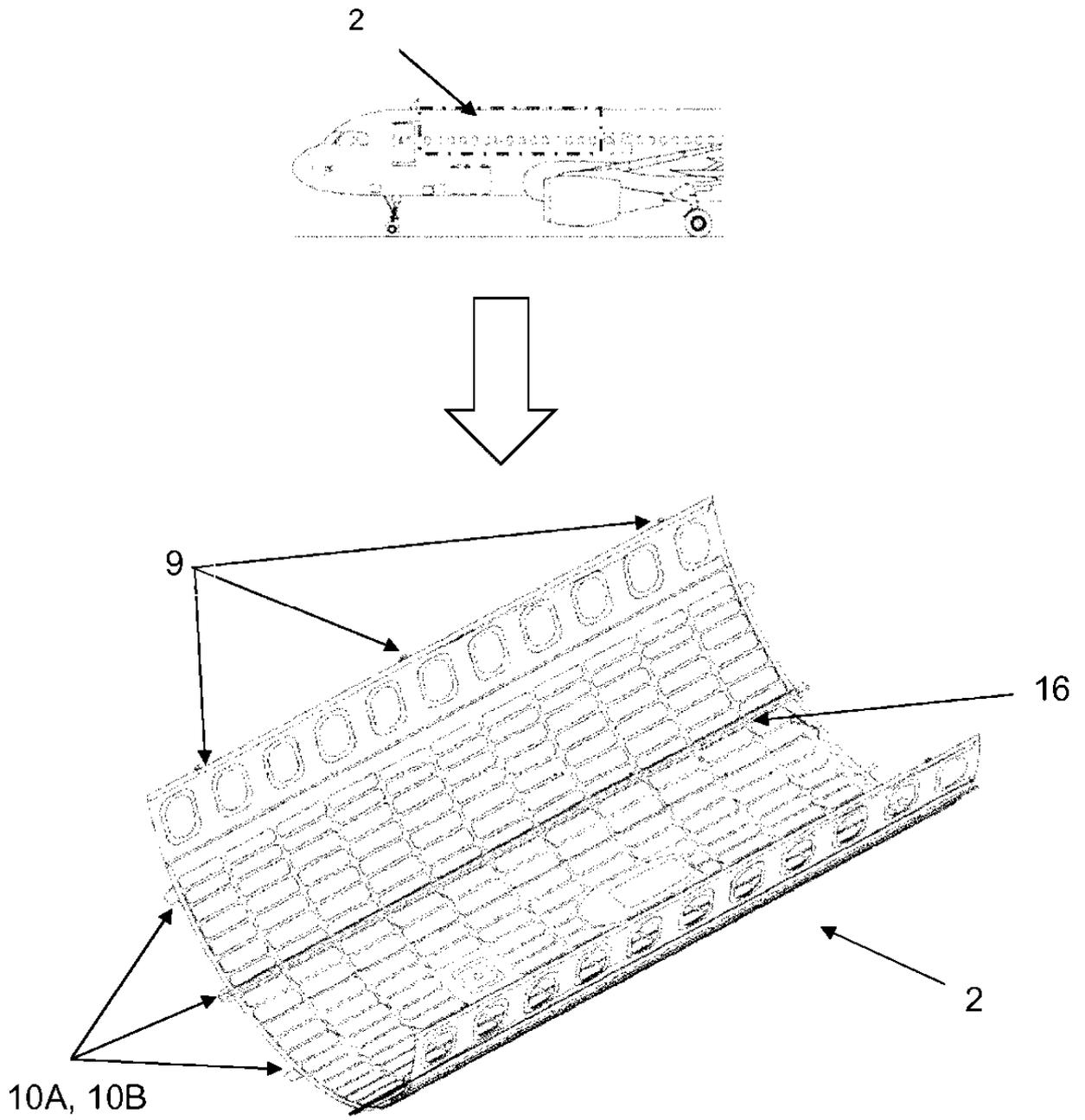


FIG. 1

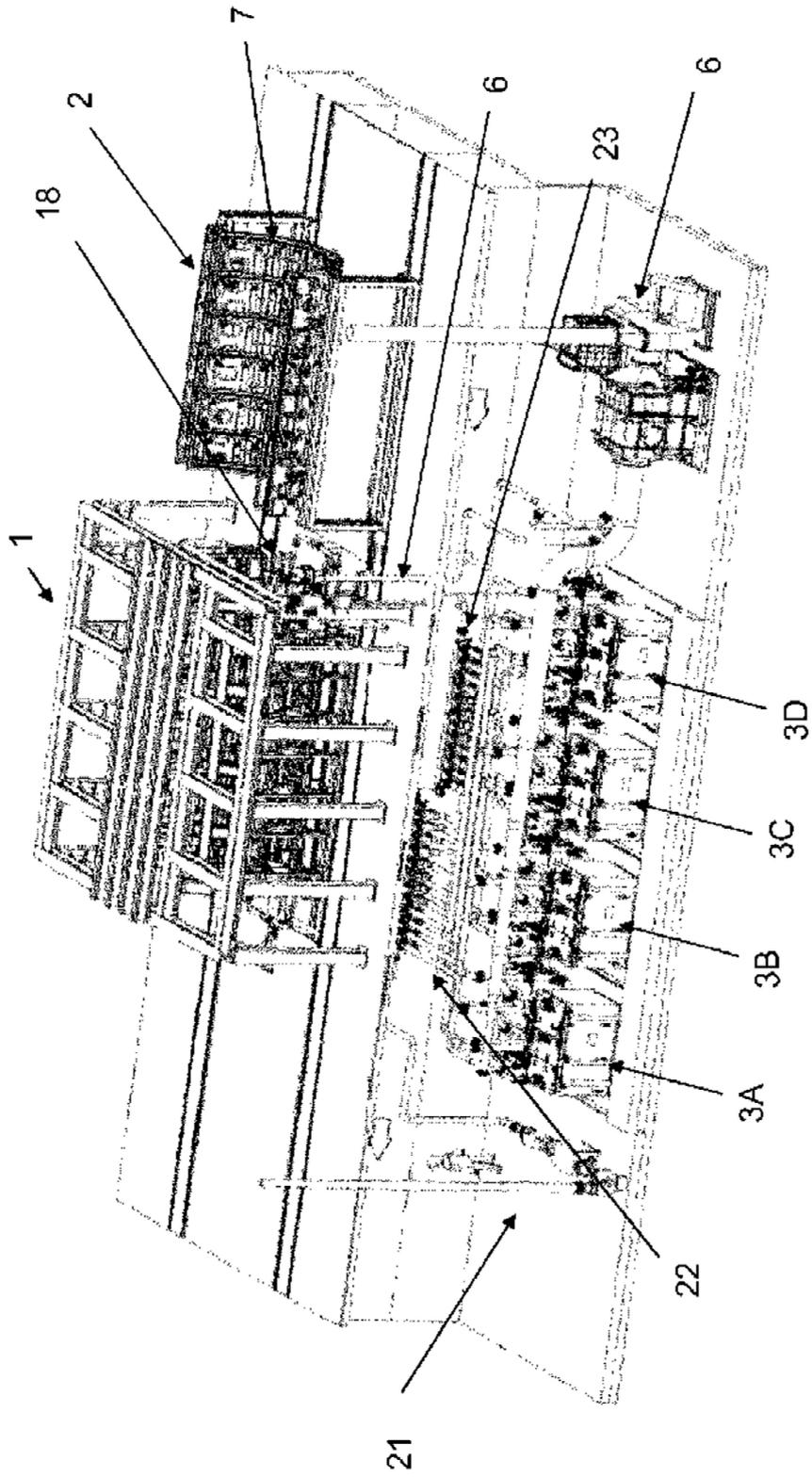


FIG. 2

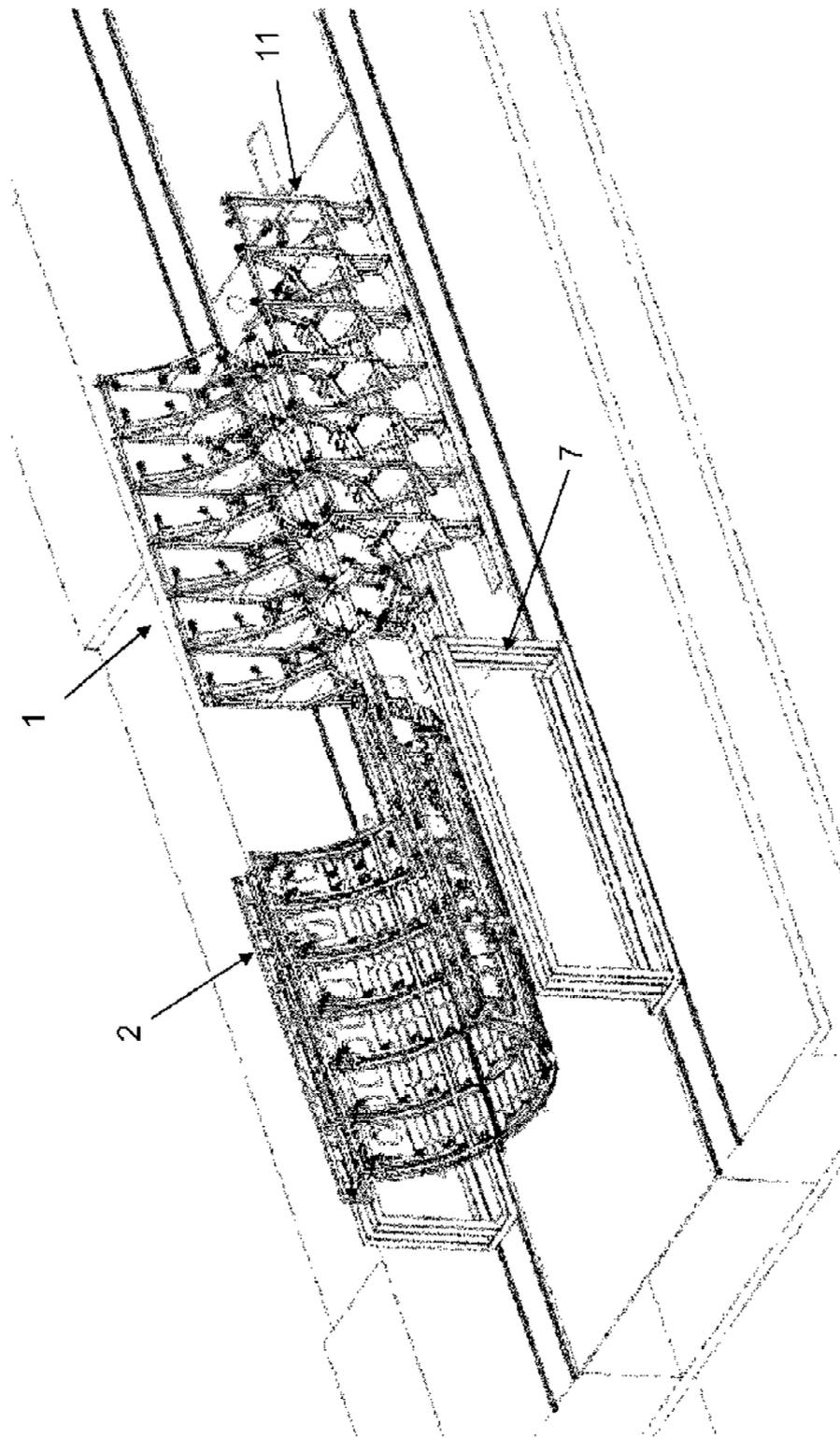


FIG. 3

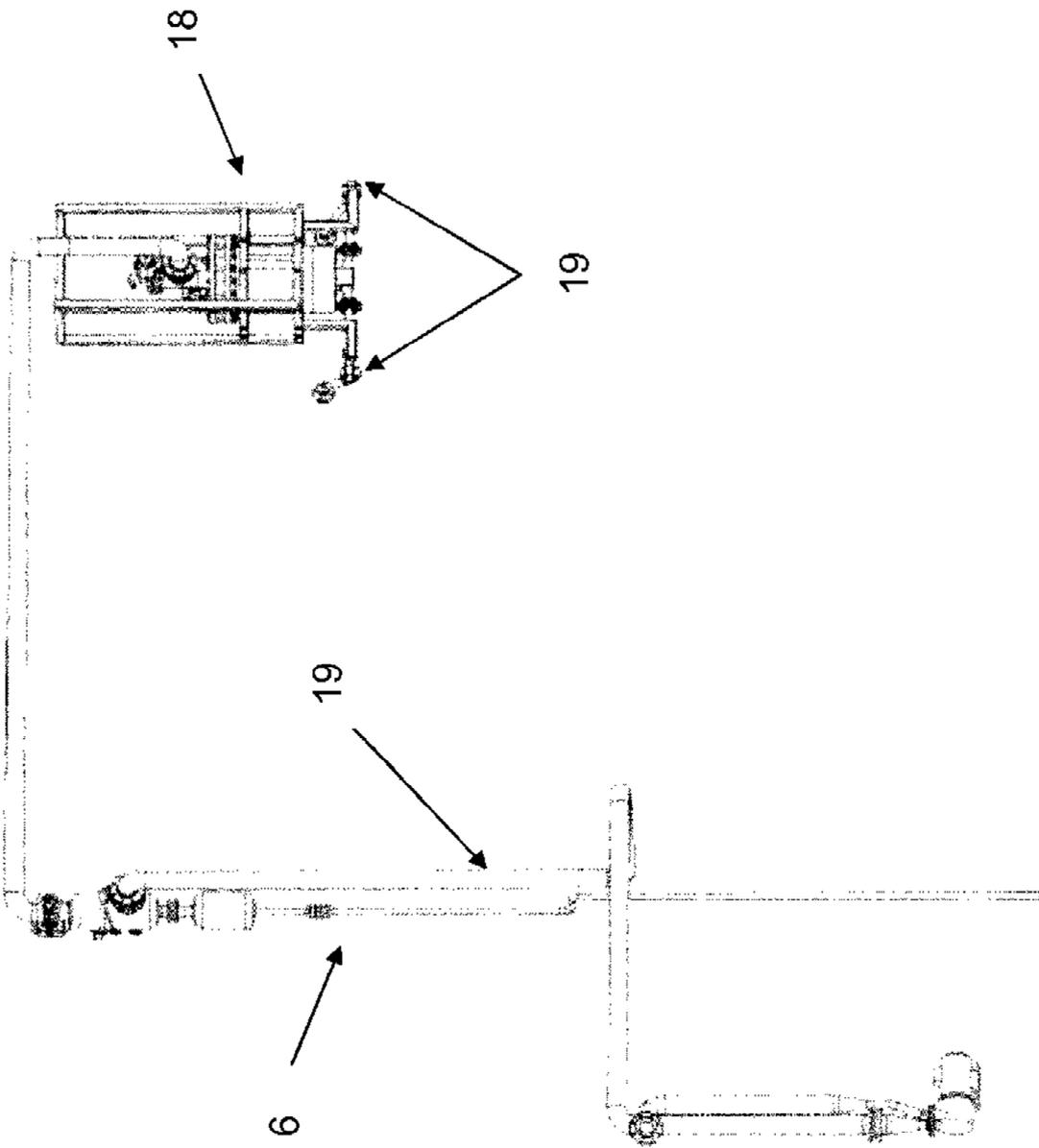


FIG. 4

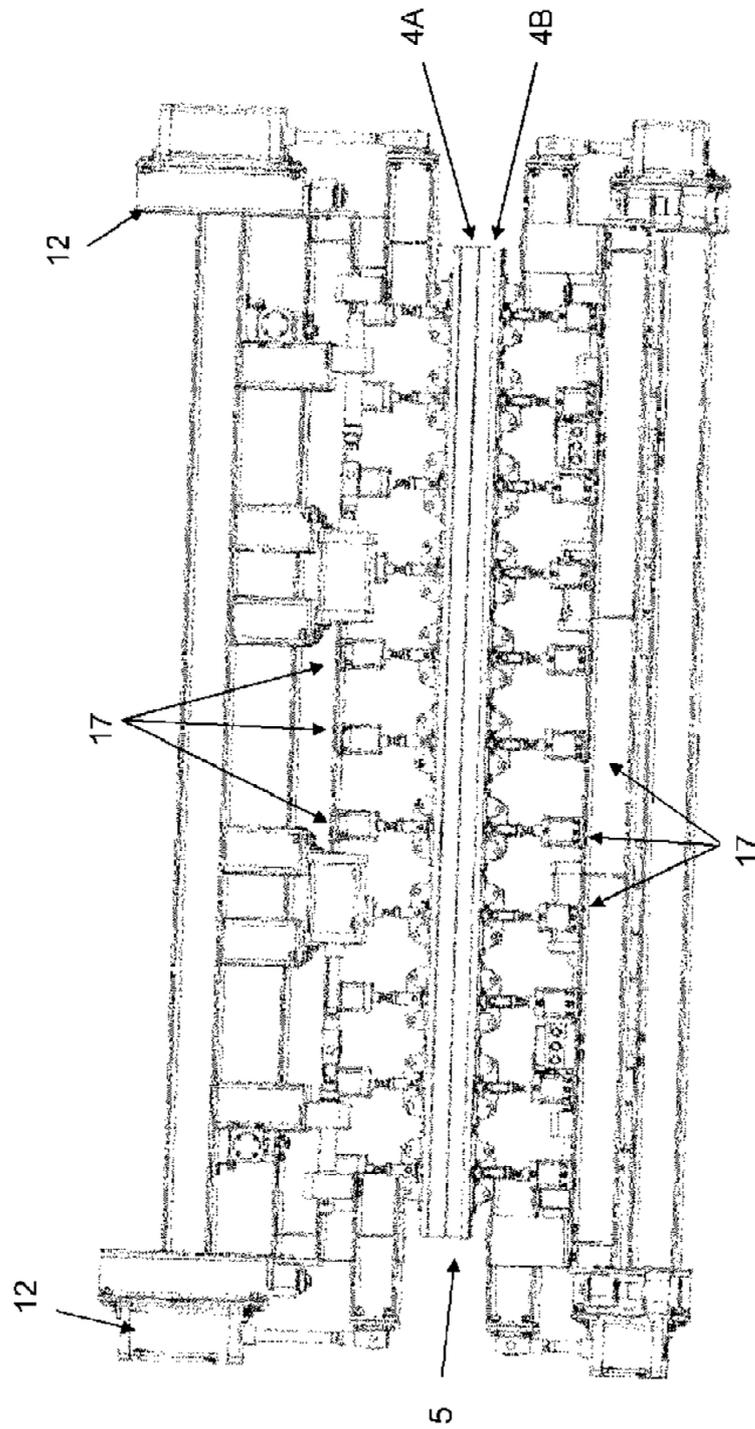


FIG. 5

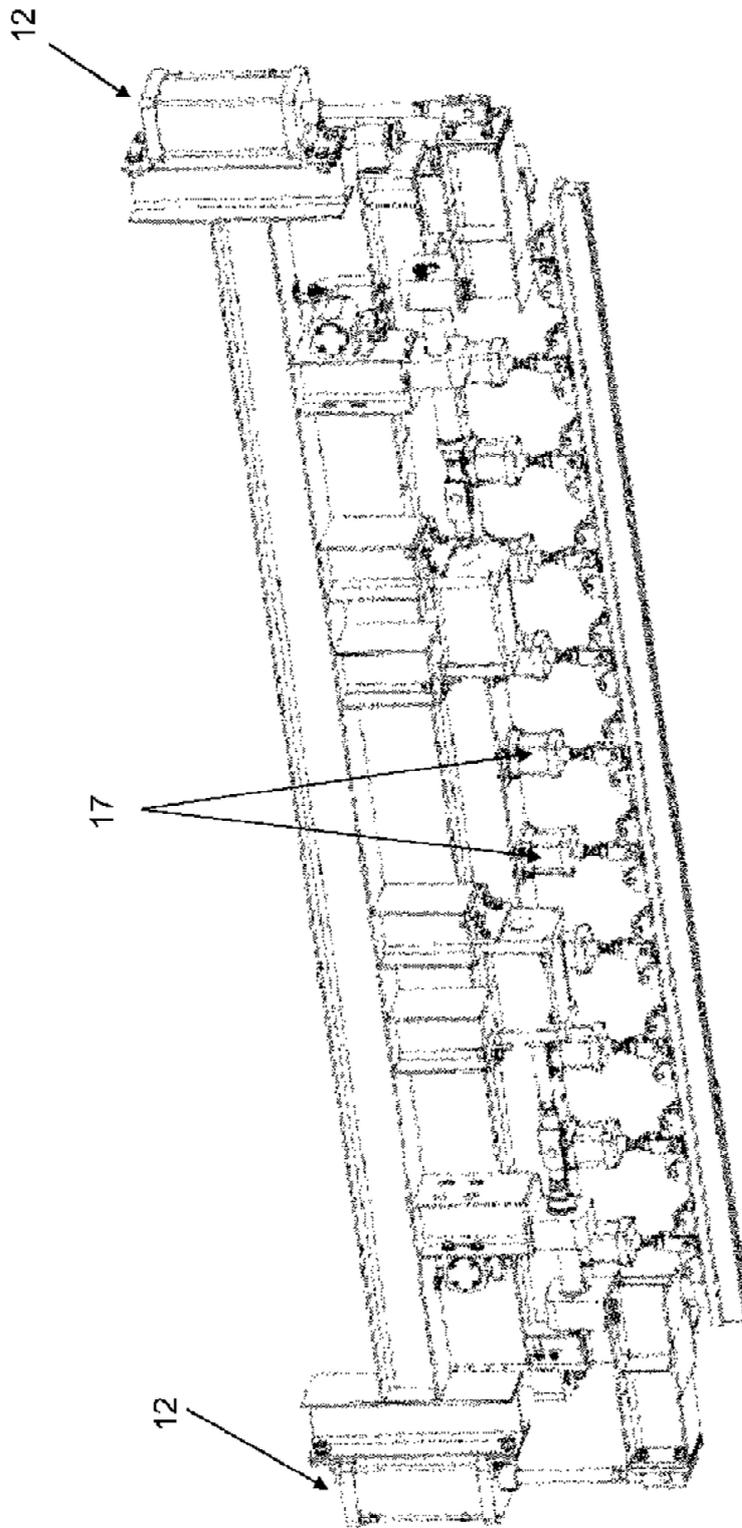


FIG. 6

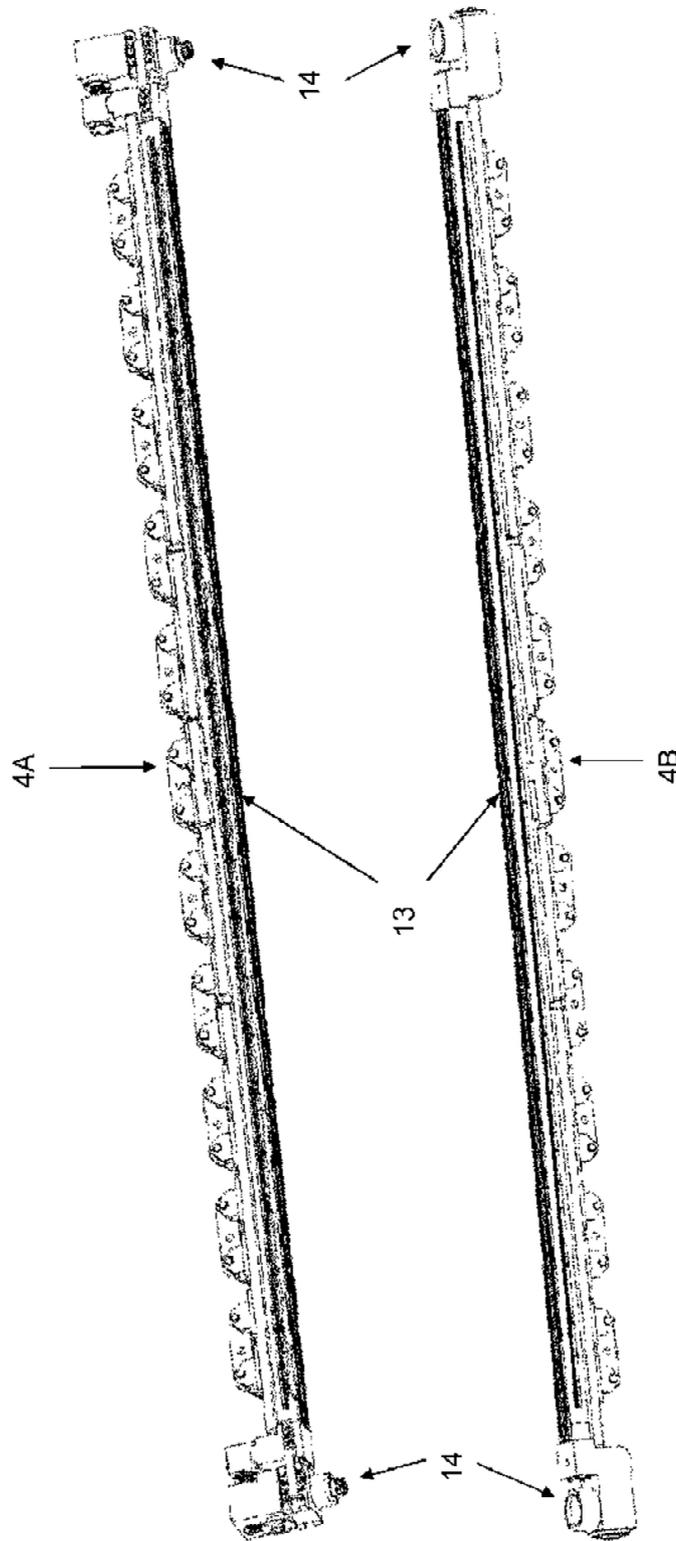


FIG. 7

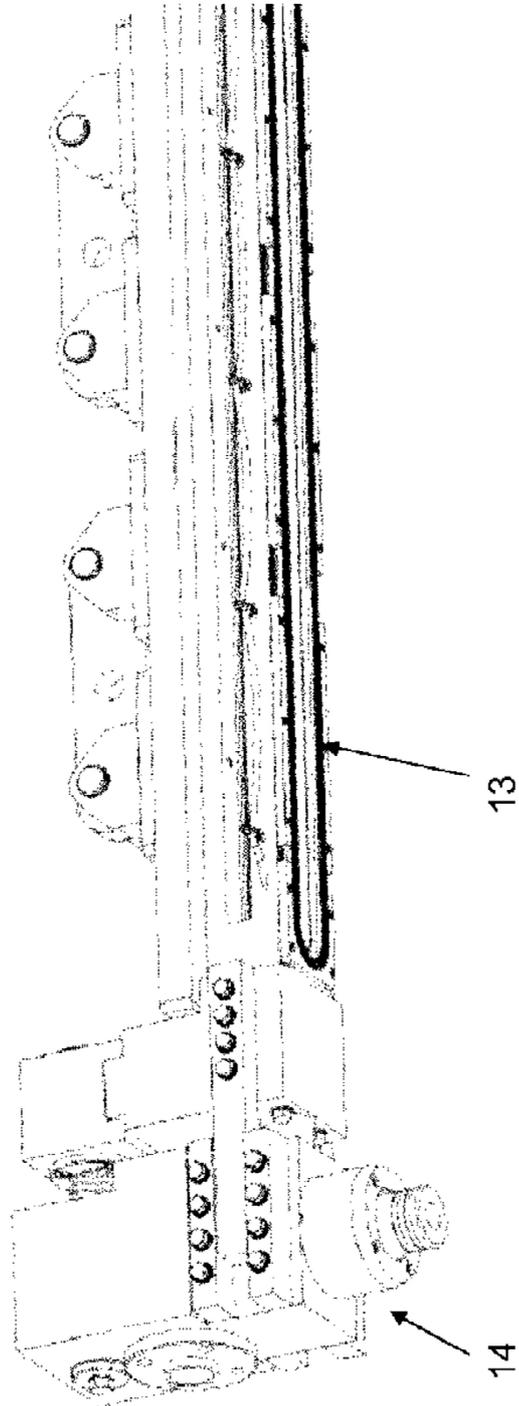


FIG. 8

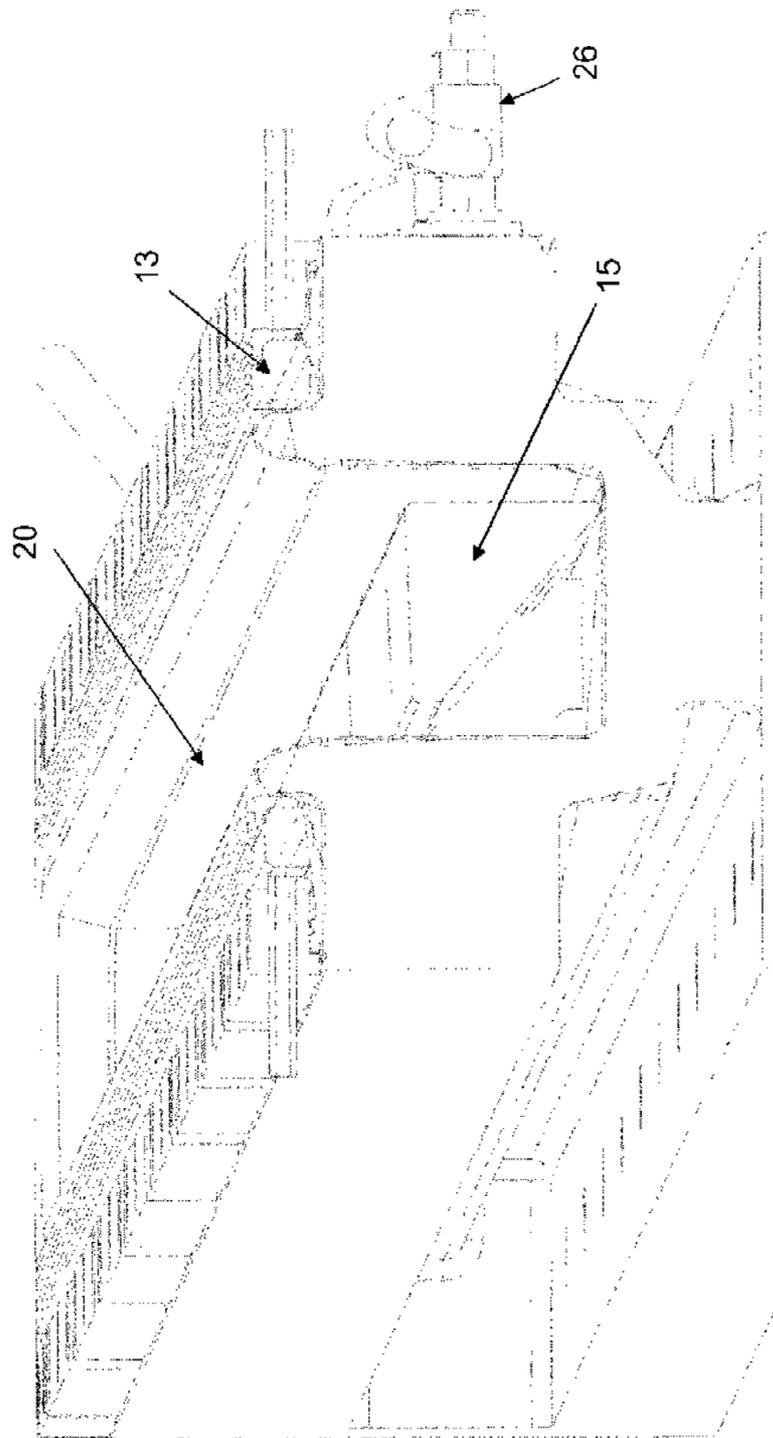


FIG. 9

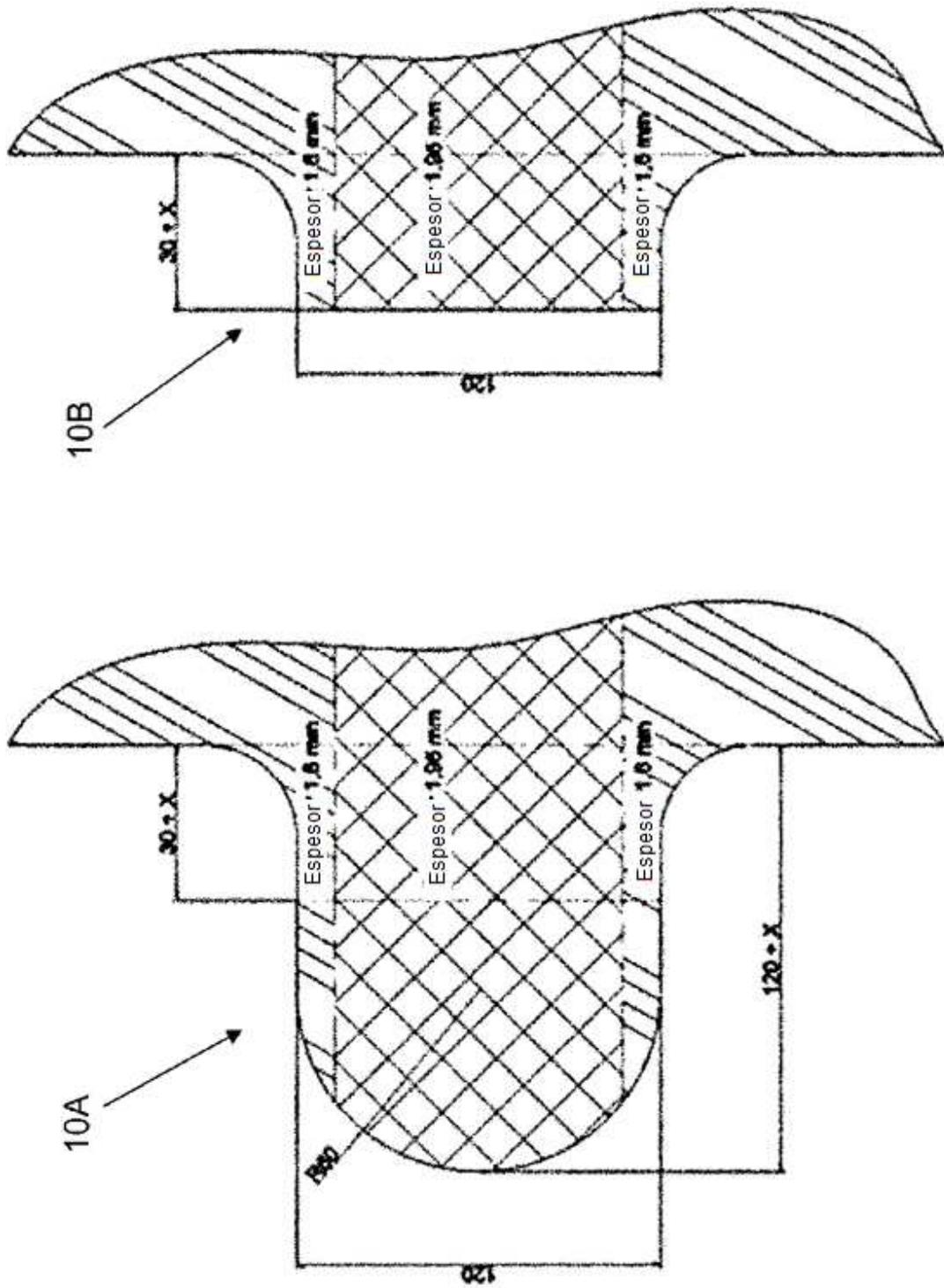


FIG. 10

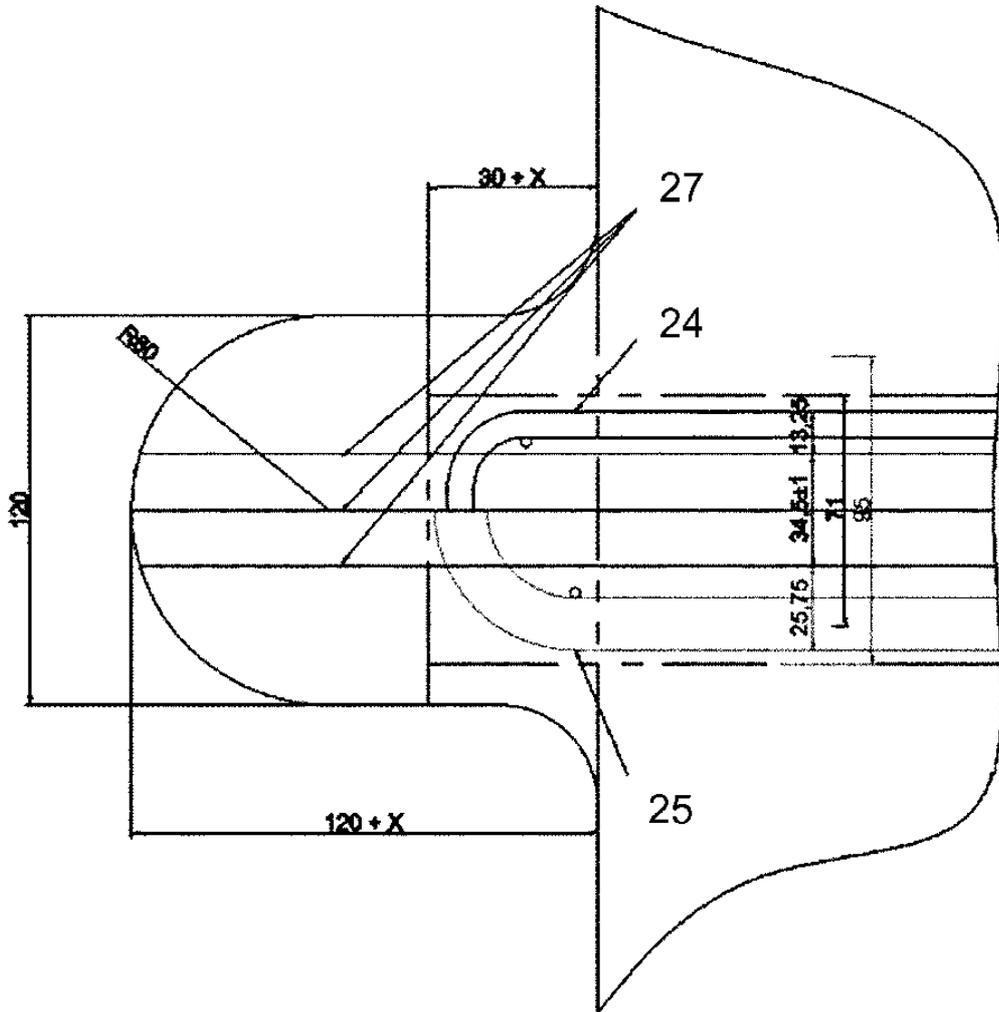


FIG. 11