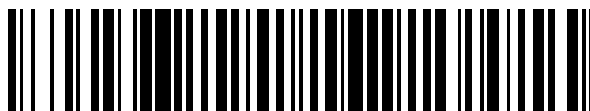


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 148**

51 Int. Cl.:

<b>B23P 19/06</b>	(2006.01)
<b>B21J 15/02</b>	(2006.01)
<b>B23K 20/12</b>	(2006.01)
<b>F16B 25/00</b>	(2006.01)
<b>F16B 25/10</b>	(2006.01)
<b>B23K 20/16</b>	(2006.01)
<b>F16B 5/04</b>	(2006.01)
<b>B23K 101/18</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2015** **E 15001419 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019** **EP 2944418**

54 Título: **Dispositivo para la unión de componentes, especialmente mediante perforación directa, en especial perforación de agujeros de flujo o mediante soldadura por fricción, así como procedimiento para la unión de componentes, especialmente mediante atornillado directo o soldadura por fricción**

30 Prioridad:

**13.05.2014 DE 102014208994**  
**20.11.2014 DE 102014223761**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.10.2019**

73 Titular/es:

**DEPRAG SCHULZ GMBH U. CO. (100.0%)**  
**Carl-Schulz-Platz 1**  
**92224 Amberg, DE**

72 Inventor/es:

**PFEIFFER, ROLF y**  
**ZINN, GERD**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 729 148 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo para la unión de componentes, especialmente mediante perforación directa, en especial perforación de agujeros de flujo o mediante soldadura por fricción, así como procedimiento para la unión de componentes, especialmente mediante atornillado directo o soldadura por fricción

La invención se refiere a un dispositivo, así como a un procedimiento para la unión de componentes, especialmente mediante perforación directa, en especial perforación de agujeros de flujo, o mediante soldadura por fricción.

En el documento DE 103 48 427 A1, por ejemplo, se puede encontrar un procedimiento para la perforación de agujeros de flujo. En el caso de la perforación de agujeros de flujo, dos componentes se atornillan entre sí por medio de una unión atornillada sin una perforación previa de al menos un componente. En este caso, en una primera fase del proceso, se practica un agujero en el componente sin arranque de virutas y, a continuación, en una segunda fase del proceso, se moldea una rosca en el agujero practicado. Ambas fases del proceso se llevan a cabo con un tornillo de orificio de flujo, con el que en primer lugar se practica el agujero sin arranque de virutas y a continuación se moldea la rosca. Finalmente, el tornillo de orificio de flujo también sirve para unir los dos componentes entre sí en una tercera fase del proceso a través de una unión atornillada. Para el proceso de atornillado del orificio de flujo, el tornillo de orificio de flujo se desplaza con un movimiento giratorio y con la ayuda de un accionamiento de avance se mueve en dirección axial con una fuerza de avance preestablecida.

El tornillo de orificio de flujo presenta normalmente una punta cónica. Durante el proceso de conformación del agujero en la primera fase de proceso, el componente se calienta en primer lugar a través del tornillo de orificio de flujo en la posición de perforación deseada mediante una velocidad de giro alta, así como una fuerza de avance elevada, deformándose a continuación plásticamente. Después del proceso de conformación del agujero, el tornillo de orificio de flujo penetra aún más y moldea con su rosca exterior la rosca en el agujero previamente conformado. Para el proceso de conformación de la rosca en la segunda fase de proceso, normalmente se reduce la velocidad de giro del tornillo de orificio de flujo. En la primera fase de proceso, en la que tiene lugar una deformación plástica de los componentes mediante el calentamiento, se alcanzan, según el documento DE 103 48 427 A1, velocidades de giro del orden de 1000 a 5000 rpm y fuerzas de avance y fuerzas de presión del orden de 0,3 a 1,5 kN.

En el documento DE 103 48 427 A1 se prevé además que los componentes se presionen entre sí durante el atornillado por medio de una fuerza de sujeción que se aplica, por ejemplo, neumáticamente o mediante resortes. Adicionalmente, una fuerza de avance actúa sobre el tornillo de orificio de flujo por medio de un husillo roscado.

En el documento DE 199 11 308 A1 se describe otro dispositivo para el surcado de orificios de flujo. Aquí se utiliza una única herramienta que, para la operación de perforación, se controla con un avance más lento en comparación con la posterior conformación de la rosca. En este caso se genera una presión de apriete mediante un resorte de compresión helicoidal.

Además de la perforación de agujeros de flujo, también se conoce como otro elemento de perforación directa un tornillo perforador, generándose el agujero en la primera fase del proceso con ayuda de un tornillo perforador mediante perforación, es decir, con arranque de virutas y, formándose a continuación, en la segunda fase del proceso, una rosca (como en el caso del atornillado de orificios de flujo). Por perforación directa se entiende generalmente un proceso en el que el proceso de conformación de agujeros y el proceso de atornillado tienen lugar en un proceso de atornillado conjunto con un elemento de atornillado también diseñado para la generación del paso en el componente con la conformación de la rosca.

La perforación directa, especialmente la perforación de agujeros de flujo, se utiliza cada vez más en la industria del vehículo motorizado. Aquí se requiere especialmente un alto índice cíclico y, al mismo tiempo, una elevada seguridad del proceso.

Los sistemas disponibles en el mercado se caracterizan por sistemas neumáticos mediante los cuales la fuerza de avance se genera neumáticamente y se transmite al árbol de accionamiento. Especialmente en caso de uso en la industria del vehículo motorizado, los dispositivos correspondientes para la perforación de agujeros de flujo se fijan en una mano robótica de un robot de manipulación, especialmente un robot industrial de varios ejes. Cuando la mano robótica se mueve durante un ciclo de trabajo, se producen, por una parte, valores de aceleración elevados. Por otra parte, a menudo es necesario guiar el dispositivo a espacios de instalación reducidos, por ejemplo, en caso de una carrocería de un vehículo motorizado. Los sistemas disponibles en el mercado son comparativamente voluminosos. Normalmente se prevé un accionamiento de giro para la generación del movimiento giratorio y paralelamente un accionamiento de avance neumático para la generación de las fuerzas de avance en parte muy elevadas. Dicho accionamiento se dispone paralelamente al accionamiento de giro, transmitiéndose las fuerzas de avance a un árbol de accionamiento del accionamiento de giro a través de una estructura de guiado y soporte maciza y, por consiguiente, necesaria. Por este motivo, los sistemas de este tipo requieren en general un cierto volumen de construcción y presentan también un peso elevado debido a la estructura de soporte maciza.

Además del atornillado directo de dos componentes, también se conoce la soldadura por fricción, por ejemplo, por el documento DE 10 2004 034 498 A1. En el caso de la soldadura por fricción aquí descrita, un componente configurado como elemento de unión se presiona contra un componente estacionario y se gira. Mediante la fricción

generada, los componentes se calientan durante una fase de calentamiento hasta que el componente estacionario se vuelve plástico. Esta plasticidad se manifiesta en un descenso del par de giro que se puede detectar por medio de un sistema de control. La velocidad de giro disminuye y se reduce hasta la parada. Al mismo tiempo se puede aumentar la fuerza de presión, conformándose la unión de soldadura por fricción.

5 Por el documento US 2007/228104 A1 se conoce otro dispositivo y otro procedimiento para la unión de componentes mediante soldadura por fricción.

Partiendo de esta base, la invención se basa en la tarea de proponer un dispositivo de construcción compacto para una unión de componentes, especialmente mediante atornillado directo o soldadura por fricción, que pueda fijarse de un modo compacto en una mano robótica de un robot de manipulación, transmitiéndose al mismo tiempo la fuerza de manera fiable. La invención también se basa en la tarea de hacer posible un procedimiento para la unión de componentes, especialmente mediante atornillado directo o mediante soldadura por fricción con un dispositivo compacto.

La tarea se resuelve según la invención mediante un dispositivo con las características de la reivindicación 1. El dispositivo comprende un elemento de guiado que se extiende en una dirección axial y que se configura en especial como un tubo de guiado con una cavidad interior normalmente cilíndrica. El contorno exterior del tubo de guiado puede diferir de una forma circular. En el interior de este elemento de guiado se dispone un árbol de accionamiento accionado durante el funcionamiento por un accionamiento de giro que presenta un motor de giro. Aquí, el árbol de accionamiento se dispone en el interior del elemento de guiado de manera que pueda desplazarse en dirección axial. El dispositivo comprende además un accionamiento de avance controlado para la generación de un movimiento de avance, comprendiendo el accionamiento de avance preferiblemente un motor de avance no neumático. El accionamiento de avance presenta una unidad de avance para la transmisión del movimiento de avance, así como de una fuerza de avance de al menos 500 N, especialmente de al menos 1000 N. Un componente de la unidad de avance se puede desplazar en dirección axial para la transmisión del movimiento de avance, así como de la fuerza de avance al árbol de accionamiento.

El dispositivo comprende además una unidad de control para el control del accionamiento de avance, configurándose la unidad de control de manera que, durante el funcionamiento, la fuerza de avance se conmute en dependencia de un parámetro del proceso. Durante un proceso de perforación del agujero de flujo se conmuta de una fuerza de avance elevada a una fuerza de avance reducida. En caso de un proceso de soldadura por fricción, después de un ablandamiento del material normalmente se conmuta a una fuerza de avance más alta.

En este caso, el dispositivo se configura además de manera que la unidad de avance se disponga coaxialmente con respecto al árbol de accionamiento dentro de la unidad de guiado, actuando sobre el árbol de accionamiento en la dirección axial para la transmisión céntrica de la fuerza de avance. Por este motivo, la transmisión de la fuerza se lleva a cabo sin fuerzas transversales, es decir, no se producen momentos de flexión que deban ser absorbidos por una estructura de soporte maciza.

Por consiguiente, este dispositivo se concibe especialmente para el atornillado directo. Del mismo modo, el dispositivo también es apropiado para la soldadura por fricción. El dispositivo comprende dos accionamientos, en concreto el accionamiento de avance y el accionamiento de giro. De especial importancia resulta la disposición concéntrica coaxial de la unidad de avance con respecto al árbol de accionamiento, de manera que las elevadas fuerzas de avance se transmitan directamente de forma centrada al árbol de accionamiento, por lo que no se necesita ni se prevé ninguna inversión de la fuerza de avance y se prescinde de una fuerte estructura de soporte mecánica.

Por el extremo anterior del árbol de accionamiento se sujeta durante el funcionamiento respectivamente un elemento de unión. En el proceso de atornillado directo se trata de un elemento roscado, especialmente de un tornillo de orificio de flujo, y en el proceso de soldadura por fricción de un componente de soldadura por fricción idóneo como el que se describe, por ejemplo, en el documento DE 10 2010 017 550 A1 y que se configura generalmente a modo de pivote. Por lo tanto, por el extremo frontal se dispone en el árbol de accionamiento un mango de herramienta correspondiente o un soporte correspondiente para un elemento de unión de este tipo. Por consiguiente, con este concepto de disposición coaxial de la unidad de avance respecto al árbol de accionamiento para la transmisión centrada de la fuerza de avance se consigue, en conjunto, un dispositivo de construcción muy compacto y en comparación ligero, configurado a pesar de ello para la transmisión de fuerzas elevadas y a la vez de números de revoluciones elevados.

En caso de aplicación para la perforación de agujeros de flujo, el dispositivo se diseña para la transmisión de fuerzas de normalmente hasta 5000 N y para números de revoluciones elevados para el árbol de accionamiento de normalmente hasta 8000 rpm. En caso de aplicación para la soldadura por fricción, el dispositivo se diseña para la transmisión de fuerzas de normalmente hasta 10000 N y para números de revoluciones elevados para el árbol de accionamiento de normalmente hasta 20000 rpm. Por lo tanto, el dispositivo resulta especialmente apropiado para la aplicación prevista en la industria del automóvil, en particular para el montaje del dispositivo en un robot industrial. Durante el funcionamiento, el dispositivo se fija preferiblemente en una mano robótica.

Según la invención, la unidad de avance comprende un accionamiento de husillo con dos elementos de husillo, concretamente con una tuerca de husillo y un husillo roscado. Por consiguiente, la fuerza de avance y el movimiento de avance se transmiten de manera eficaz a través del accionamiento de husillo y con una construcción compacta.

Debido a la disposición coaxial, la configuración a modo de accionamiento de husillo resulta especialmente adecuada, dado que así la disposición coaxial respecto al árbol de accionamiento es especialmente sencilla. En el caso del accionamiento de husillo se trata, por ejemplo, de un husillo de rosca de rodillos o de bolas.

5 Como alternativa al accionamiento de husillo se emplea, por ejemplo, un accionamiento lineal o un accionamiento hidráulico.

Según la invención, los movimientos de giro del accionamiento de avance, por una parte, especialmente del accionamiento de husillo, y del árbol de accionamiento, por otra parte, se desacoplan el uno del otro. Por lo tanto, el movimiento de giro del accionamiento de avance, sobre todo el del accionamiento de husillo o, en general, el de un motor de avance, no ejerce ninguna influencia sobre el árbol de accionamiento y no se transmite al mismo. Sólo se transmiten al árbol de accionamiento el movimiento de avance axial y la fuerza de avance. Con vistas al movimiento de giro se trata de dos accionamientos completamente desacoplados. Gracias a esta medida es posible conseguir una activación sencilla separada de los dos accionamientos, en concreto, la del accionamiento de avance, así como la del accionamiento de giro. De hecho, en el caso del atornillado directo es necesaria una conmutación rápida entre las dos fases del proceso (formación de agujeros y formación de roscas). La soldadura por fricción también requiere una rápida conmutación entre dos fases del proceso (calentamiento y unión). En caso contrario, con un movimiento de giro acoplado, se necesitaría una conmutación rápida sincronizada de los dos accionamientos que sólo se puede conseguir con mucho esfuerzo.

En el caso del accionamiento de husillo existe, en principio, la posibilidad de posicionar opcionalmente la tuerca de husillo o el husillo roscado en un punto fijo y de desplazar respectivamente el otro elemento de husillo en dirección axial, a fin de transferir el movimiento de avance al árbol de accionamiento.

En una variante de realización conveniente, el husillo roscado se posiciona en dirección axial en un punto fijo y la tuerca de husillo se dispone de manera regulable en dirección axial.

En una forma de realización preferiblemente perfeccionada, el elemento de husillo fijo, es decir, especialmente el husillo roscado, y el árbol de accionamiento se solapan en dirección axial y se disponen especialmente coaxialmente el uno dentro del otro. Uno de estos dos componentes se configura, por lo tanto, como cuerpo hueco, especialmente a modo de manguito. Se trata en especial del árbol de accionamiento. Así se consigue una construcción compacta.

Uno de los elementos de husillo, en especial el husillo roscado, y el árbol de accionamiento se disponen uno dentro de otro a través de una longitud de guía axial que corresponde preferiblemente, como mínimo, a una carrera de trabajo máxima. Gracias a esta disposición de las dos unidades, que interactúan al mismo tiempo para la transmisión de las fuerzas de avance, se consiguen una estructura muy compacta de todo el dispositivo y al mismo tiempo una longitud reducida.

La carrera de trabajo máxima y, por lo tanto, más o menos también la longitud de guía axial, son preferiblemente del orden de 100 a 150 mm.

Como motor de avance para el accionamiento de avance se utiliza preferiblemente un motor no neumático, especialmente un primer motor eléctrico. En principio existe además la posibilidad de emplear, por ejemplo, un motor hidráulico. Un accionamiento de avance como éste, especialmente un motor eléctrico con accionamiento de husillo, presenta, en comparación con un cilindro neumático, un tamaño considerablemente más pequeño. El motor eléctrico es especialmente un motor eléctrico (motor de corriente continua) sin escobillas. Con este primer motor eléctrico se puede aplicar de manera sencilla la fuerza de avance necesaria.

40 Por otra parte, un primer motor eléctrico de estas características se puede controlar de forma especialmente sencilla y definida. En comparación con un motor neumático, se puede realizar con el mismo una conmutación definida rápida en un momento de conmutación predeterminado entre la primera y la segunda fase del proceso. Precisamente en la perforación de agujeros de flujo surge el problema de que la conmutación a una fuerza de avance menor y una velocidad de avance menor se debe llevar a cabo con la mayor rapidez posible entre la primera fase de proceso, en la que se forma el agujero, y la siguiente segunda fase del proceso, en la que se forma una rosca. En caso contrario existe el problema de que la rosca del elemento roscado, especialmente del tornillo de orificio de flujo, choque a gran velocidad y con mucha fuerza contra el componente y sufra daños.

Por esta razón, en una forma de realización preferida se prevé que una conmutación entre dos fases de proceso se produzca en dependencia de un parámetro correlacionado con la fuerza de avance. En el caso del atornillado directo, la conmutación se produce de una fuerza de avance elevada del accionamiento de avance y de una velocidad de giro alta a una fuerza de avance reducida y a una velocidad de giro baja. En el caso de la soldadura por fricción, la conmutación se produce a una velocidad de giro más alta y a una velocidad de giro más baja, procediéndose especialmente a la parada del movimiento de giro. En principio, el parámetro del que depende que se produzca la conmutación puede ser la propia fuerza de avance que se mide, por ejemplo, con una caja dinamométrica. Sin embargo, con preferencia se trata de un parámetro de accionamiento del accionamiento de avance que define indirectamente la fuerza de avance. Al utilizar un motor eléctrico se evalúa especialmente su corriente de motor, es decir, la corriente absorbida. La configuración de la evaluación de un parámetro al menos correlacionado con la fuerza de avance se basa en la reflexión de que, después del proceso de formación de agujeros, la fuerza de avance, y por consiguiente el parámetro de accionamiento correlacionado, disminuyen de forma característica durante la perforación de agujeros de flujo o después del calentamiento del material en la

soldadura por fricción. Como criterio de conmutación se evalúa opcionalmente un valor umbral característico o una caída característica del parámetro. El procedimiento para el control del proceso del atornillado directo, especialmente de esta conmutación, se produce preferiblemente de acuerdo con el procedimiento descrito en el documento DE 10 2014 208 989.1 presentado al mismo tiempo.

- 5 En el caso de la soldadura por fricción, el proceso se realiza, por ejemplo, en la forma descrita en el documento DE 10 2004 034 498 A1 inicialmente descrito.

Para la transmisión del movimiento de giro del accionamiento de giro al árbol de accionamiento, este último se configura preferiblemente a modo de árbol nervado, especialmente con dentado exterior, que se puede accionar a través de una rueda de salida fijada en dirección axial para la transmisión del movimiento de giro y también de un par de giro. En principio, el árbol de accionamiento y la rueda de salida, o sea, en general un elemento de accionamiento para la generación del movimiento de giro, se disponen relativamente desplazables entre sí en dirección axial, a fin de transmitir a lo largo de toda la carrera de trabajo el movimiento de giro al árbol de accionamiento, estando el motor de giro al mismo tiempo en una posición fija en dirección axial. Como alternativa a la variante preferida antes descrita, también existe la posibilidad de conformar el árbol de accionamiento como cubo nervado y de realizar un elemento de accionamiento del motor de giro como árbol nervado.

En este caso, la rueda de salida se dispone convenientemente en dirección axial en el extremo anterior del elemento de guiado. La rueda de salida se dispone con preferencia lateralmente en el elemento de guiado y actúa sobre el árbol de accionamiento interior a través de una escotadura correspondiente dentro del elemento de guiado especialmente tubular. Con esta disposición en el extremo anterior del elemento de guiado se consigue la ventaja especial de que la transmisión del par de giro se produce en la parte final, de manera que una torsión del árbol de accionamiento se reduzca al mínimo. Alternativamente también existe en principio la posibilidad de conducir el árbol de accionamiento a través de todo el elemento de guiado, por ejemplo, incluso a través de una tuerca de husillo, por medio de la cual el árbol de accionamiento se desplaza en dirección axial, y de impulsar el árbol de accionamiento por el extremo posterior con ayuda del accionamiento de giro.

- 25 En una variante convenientemente perfeccionada, el accionamiento de giro presenta también un motor eléctrico, en concreto un segundo motor eléctrico. Con preferencia, éste se diseña igualmente como motor eléctrico (de corriente continua) sin escobillas.

En el caso de este segundo motor eléctrico se trata de un motor eléctrico regulado, a través del cual se controla el propio proceso de perforación. Para ello se prevé, por ejemplo, un sistema de control del par de giro o también cualquier otro sistema de control para apretar el elemento roscado con un par de giro definido. Además de un sistema de control del par de giro también se pueden prever otros criterios de interrupción para finalizar el proceso de enroscado, por ejemplo, un sistema de control del ángulo de giro, etc.

Con vistas a una construcción lo más compacta posible, el elemento de guiado presenta una longitud axial del orden de sólo 250 a 350 mm. No se ha tenido en cuenta una eventual integración de un motor en disposición coaxial dentro del elemento de guiado. Con una disposición coaxial de este tipo de un motor, por ejemplo, del primer motor eléctrico para el accionamiento de avance, se alarga el elemento de guiado en la longitud de dicho motor, por ejemplo, en unos 100 a 150 mm. En principio cabe la posibilidad de disponer este motor de avance coaxialmente con respecto al árbol de accionamiento o incluso al lado del elemento de guiado de forma lateral respecto al árbol de accionamiento. En el caso mencionado en último lugar, el accionamiento de husillo se acoplaría al motor de avance a través de la rueda de salida montada radialmente, de manera similar a la que se ha descrito antes en relación con el accionamiento de giro.

Con vistas a una construcción lo más compacta posible en dirección radial, es decir, para que incluso en caso de espacios de construcción estrechos no se forme en lo posible ningún contorno de interferencia, el dispositivo presenta, de forma perpendicular con respecto a un eje de giro y hacia un lado, una extensión radial de como máximo 35 mm y preferiblemente de como máximo 30 mm. Esto se refiere especialmente a una disposición coaxial del motor de avance. Éste presenta, en su configuración como motor eléctrico, una construcción muy compacta y un diámetro de sólo 40 mm, por ejemplo. Al mismo tiempo se pueden disponer y se disponen lateralmente en el elemento de guiado otros componentes, sobre todo el ya mencionado accionamiento de giro. Esto no se considera crítico, puesto que en los espacios de construcción estrechos con frecuencia sólo se exige una distancia mínima hacia un lado, mientras que hacia el otro lado se dispone de un espacio de construcción mayor. Por medio de la estructura aquí descrita se crea por lo tanto, en conjunto, un dispositivo para el atornillado directo o para la soldadura por fricción que define únicamente un pequeño contorno de interferencia radial y que, en conjunto, presenta una construcción muy compacta y en comparación también ligera.

Para la perforación de agujeros de flujo, la unidad de control se configura en conjunto de manera que en dependencia del parámetro de proceso, especialmente de la corriente de motor, se conmute de una fuerza de avance elevada del orden de más de 1000 N a una fuerza de avance reducida del orden de hasta 500 N aproximadamente y, al mismo tiempo, de una velocidad de giro elevada del árbol de accionamiento del orden de 5000 a 8000 rpm a una velocidad de giro reducida del orden de 500 a 2500 rpm.

En el caso de un proceso de soldadura por fricción, la unidad de control se diseña en conjunto de manera que en dependencia del parámetro de proceso, especialmente de la corriente de motor, se conmute de una fuerza de avance alta del orden de más de 2000 N, en especial de más de 5000 N, a una fuerza de avance máxima, por

ejemplo, 1000 – 2000 N más alta y especialmente de unos 10000 N. Al mismo tiempo se cambia de una velocidad de giro alta del árbol de accionamiento del orden de 5000, preferiblemente de 10000 a 20000 rpm, a una velocidad de giro más baja hasta llegar a la parada.

5 Una unidad de evaluación integrada, por ejemplo, en el accionamiento de avance y que forma parte de la unidad de control, detecta si se ha llegado al punto de conmutación definido, es decir, a la caída característica de la corriente del motor, o si no se ha alcanzado el valor de conmutación característico de la corriente del motor. A continuación se envía una señal de control correspondiente al accionamiento de giro que cambia a una velocidad de giro más baja.

10 La tarea se resuelve además según la invención por medio de un procedimiento para la unión de dos componentes, especialmente mediante el atornillado directo, especialmente mediante la perforación de agujeros de flujo, o por medio de soldadura por fricción con ayuda del dispositivo aquí descrito. Las ventajas señaladas con vistas al dispositivo y los diseños preferidos se pueden transferir en su sentido al procedimiento.

A continuación se explica más detalladamente un ejemplo de realización de la invención a la vista de las figuras. Éstas muestran en la:

15 Figura 1 en una representación esquemática y fuertemente simplificada, un dispositivo para la perforación de agujeros de flujo;

Figura 2 un corte de un dispositivo para la perforación de agujeros de flujo, así como la

Figura 3 una vista desde arriba sobre un dispositivo según una variante alternativa.

20 El dispositivo 2 representado en la figura 1 sirve para la realización de un proceso de perforación de agujeros de flujo. En el mismo se inserta un llamado tornillo de orificio de flujo 4 en al menos un componente 6. En el ejemplo de realización se representan dos componentes 6 a unir entre sí a través de tornillos de orificio de flujo 4 que, de forma complementaria, se unen entre sí por medio de una capa adhesiva 8.

25 En principio, el dispositivo también es apropiado para un proceso de soldadura por fricción, en el que un elemento de unión, en concepto de al menos un componente, se une a un componente fijo. En el caso de este elemento de unión de soldadura por fricción se trata habitualmente de un perno de unión con una parte de cabeza y una parte de vástago. El dispositivo sostiene el elemento de unión en la cabeza y lo presiona durante el proceso contra el segundo componente, girándolo al mismo tiempo a gran velocidad hasta que, debido al calor de fricción, el material se ablanda. A continuación, el elemento de unión se introduce a presión en el material ablandado y se suelda con el componente. El giro se reduce en este proceso a cero.

30 El dispositivo se explica a continuación con mayor detalle por medio de un ejemplo de realización de la perforación de agujeros de flujo.

35 El dispositivo 2 comprende un elemento de guiado 10 configurado preferiblemente como tubo de guiado. Dentro del elemento de guiado 10 se aloja un árbol de accionamiento 12 conformado a modo de árbol de atornillado que gira alrededor de un eje de giro 14. El dispositivo 2 comprende además un accionamiento de avance 16 para la generación de un movimiento de avance en dirección axial 18, así como para la generación de una fuerza de avance F. La fuerza de avance F, así como el movimiento de avance se transmiten al árbol de accionamiento 12. A través del accionamiento de avance 16 se transmite una velocidad de avance v al árbol de accionamiento 12, con la que éste se desplaza en dirección axial 18.

40 El accionamiento de avance 16 presenta un primer motor eléctrico 20, con cuya ayuda se generan la fuerza de avance F, así como la velocidad de avance v, que se transmiten por medio de otros componentes, explicados detalladamente en relación con la figura 2, al árbol de accionamiento 12. En la representación esquematizada de la figura 1, el primer motor eléctrico 20 se fija lateralmente en el elemento de guiado 10.

45 El dispositivo 2 comprende además un accionamiento de giro 22 diseñado como accionamiento de atornillado que provoca el movimiento de giro del árbol de accionamiento 12 alrededor del eje de giro 14. El accionamiento de giro 22 presenta un segundo motor eléctrico 24, cuyo accionamiento se une al árbol de accionamiento 12 para la generación del movimiento de giro.

El dispositivo comprende también una unidad de control 26 para el control del proceso de perforación directa, especialmente del proceso de perforación de agujeros de flujo. La unidad de control 26 transmite señales de control a los dos accionamientos 16, 22.

50 Durante el proceso de perforación de agujeros de flujo se forma en los componentes 6, en una primera fase del proceso, un agujero no representado en detalle. Para ello, el árbol de accionamiento 12 se impulsa por medio del accionamiento de giro 22 con un número de revoluciones elevado. Al mismo tiempo se ejerce una fuerza de avance alta F por medio del accionamiento de avance 16. Esta fuerza es del orden de más de 1000 N. El elevado número de revoluciones oscila, por ejemplo, entre las 5000 rpm y las 8000 rpm. Una vez terminado el proceso de formación de agujeros, el número de revoluciones se conmuta, en una segunda fase del proceso, a un número de revoluciones más bajo que sólo es de 500 a 2500 rpm. A la vez se ajusta además una fuerza de avance menor que sólo llega hasta los 500 N. Como criterio de conmutación se evalúa especialmente un valor característico al menos correlacionado con la fuerza de avance de un parámetro de accionamiento del accionamiento de avance 16, en

especial la corriente de motor del primer motor eléctrico 20, tal como se describe en el documento DE 10 2014 208 989.1 presentado el 13-05-2014.

El tornillo de orificio de flujo 4 se ha configurado especialmente para este proceso. El mismo presenta una cabeza de tornillo 30, un vástago con rosca 32 adyacente al mismo, así como una punta normalmente cónica 34 por el extremo.

5 La punta 34 se ha realizado de manera que, durante la formación del agujero, sólo se produzca una deformación plástica y ningún proceso de arranque de virutas.

A la vista de la figura 2 se representa en detalle una estructura especial preferida del dispositivo 2. El dispositivo 2 comprende el elemento de guiado 10 conformado como tubo cilíndrico, que en el ejemplo de realización se compone de dos piezas y que presenta una sección de guiado anterior 10a, a la que sigue como prolongación alineada una sección de accionamiento posterior 10b. El primer motor eléctrico 20 se integra en la sección de accionamiento tubular 10b. El primer motor eléctrico 20 presenta un primer árbol reductor 20a, a través del cual se produce el movimiento de giro de un husillo roscado 40. El husillo roscado se guía dentro de una tuerca de husillo 42. La tuerca de husillo 42 se protege contra un movimiento de giro. En el ejemplo de realización se prevé con esta finalidad una espiga cilíndrica 44 guiada de manera longitudinalmente desplazable en una ranura longitudinal 46 que se extiende en dirección axial 18 dentro del elemento de guiado 10 configurado como tubo de guiado. Por un extremo frontal anterior de la tuerca de husillo 42, ésta interactúa con un extremo posterior del árbol de accionamiento 12 para transmitir la fuerza de avance  $F$ , así como la velocidad de avance  $v$  al árbol de accionamiento 12. Como se puede deducir de la figura 2, el husillo roscado 40 se apoya, por su extremo cilíndrico posterior sin rosca, a través de un primer cojinete 48. Éste se conforma preferiblemente a modo de rodamiento. En el ejemplo de realización se ha configurado en forma de una combinación de cojinete axial y cojinete radial.

El árbol de accionamiento 12 se extiende en dirección axial 18 dentro del elemento de guiado 10, especialmente dentro de la sección de guiado 10a, y sale con una sección de árbol anterior 12a del elemento de guiado 10. En la parte posterior, el árbol de accionamiento 12 se ha configurado como árbol hueco en el que penetra el husillo roscado 40. El árbol de accionamiento 12 y el husillo roscado 40 se disponen uno dentro de otro y se pueden mover relativamente el uno respecto al otro. En dirección a la parte posterior de la tuerca de husillo 42, el árbol de accionamiento 12 se apoya de forma giratoria en un segundo cojinete 50 realizado de nuevo preferiblemente a modo de rodamiento. El cojinete 50 consiste también en una combinación de cojinete axial y cojinete radial. El cojinete axial desacopla la tuerca de husillo 42 del árbol de accionamiento 12 en dirección de giro. Por consiguiente, con respecto al movimiento de giro del árbol de accionamiento 12, el árbol de accionamiento 12 queda desacoplado de todo el accionamiento de husillo formado por el husillo roscado 40 y la tuerca de husillo 42.

Este segundo cojinete 50 se dispone dentro de un manguito de acoplamiento 52 unido a la tuerca de husillo 42 sin posibilidad de giro y apoyado de manera que se pueda desplazar junto con la misma en dirección axial 18. A través del manguito de acoplamiento 52, el accionamiento de husillo se acopla al árbol de accionamiento 12 para la transmisión de la fuerza de avance  $F$  y de la velocidad de avance. El árbol de accionamiento 12 se guía al mismo tiempo dentro del manguito de acoplamiento 52. El dispositivo representado en la figura 2 se muestra en una posición completamente retirada, en la que el árbol de accionamiento 12 se encuentra en una posición completamente retraída. En caso de un movimiento de avance, el primer motor eléctrico 20 provoca un movimiento de giro del husillo roscado 40, con lo que la tuerca de husillo 42 dispuesta sin posibilidad de giro se desplaza en dirección axial 18. Este movimiento de avance se transmite a través del manguito de acoplamiento 52 y del segundo cojinete 50 al árbol de accionamiento 12, de manera que éste se desplace en la dirección axial 18 hacia delante para la realización del movimiento de avance. La tuerca de husillo 42 y, por lo tanto, también el árbol de accionamiento 12 se pueden desplazar en la dirección axial (18) en una carrera de trabajo máxima  $\Delta H$ . Ésta es preferiblemente del orden de entre 100 y 150 mm. La sección del árbol de accionamiento 12 configurada a modo de árbol hueco se extiende a través de una longitud de guiado axial  $\Delta F$  que con preferencia corresponde al menos a la carrera de trabajo máxima  $\Delta H$ . De este modo se garantiza que el árbol de accionamiento 12 y el husillo roscado 40 estén dispuestos el uno dentro del otro a lo largo de toda la carrera de trabajo  $\Delta H$ .

Para el accionamiento del árbol de accionamiento 12, es decir, para imponer al mismo un movimiento de giro, se prevé el segundo motor eléctrico 24. Este motor se dispone lateralmente al lado del elemento de guiado 10, en el ejemplo de realización concretamente en la sección de guiado 10a. A este segundo motor eléctrico 24 sigue un sensor de par de giro 54 que se dispone en la zona de un segundo árbol reductor 24a del segundo motor eléctrico 24 y que registra el par de giro aplicado por el segundo motor eléctrico 24. Por el extremo del segundo árbol reductor 24a se dispone una rueda de salida 56 que atraviesa una escotadura del elemento de guiado 10 en dirección radial y que está unida a un elemento de engranaje configurado en el ejemplo de realización a modo de cubo nervado 58. En correspondencia al cubo nervado 58, el árbol de accionamiento 12 está provisto, por su parte exterior, de un dentado, especialmente de un dentado de árbol nervado 60. A través del cubo nervado 58 y del dentado de árbol nervado 60, un movimiento de giro transmitido por el segundo motor eléctrico 24 a través de la rueda de salida 56, se transmite al árbol de accionamiento 12. Como consecuencia del dentado de árbol nervado 60, éste se apoya de manera que se pueda desplazar en dirección longitudinal 18 a través del cubo nervado 58. Por lo tanto, el cubo nervado 58 se dispone de forma fija en dirección axial 18 y de forma giratoria a través de un tercer cojinete 62 dentro del elemento de guiado 10. Este cojinete presenta dos partes axialmente distanciadas, especialmente unidades de rodamiento. A través de la rueda de salida 56, el cubo nervado 58 y junto a éste, a través del dentado de árbol nervado 60, el árbol de accionamiento 12, realizan un movimiento de giro alrededor del eje de rotación 14. El movimiento se transmite a través del extremo frontal del árbol de accionamiento al elemento roscado, especialmente

al tornillo de orificio de flujo 4. Para ello se dispone por el extremo del árbol de accionamiento 12 un soporte no representado en detalle que también se ha configurado para la transmisión del movimiento de giro y del par de giro necesario al tornillo de orificio de flujo 4.

5 Por medio del sensor de par de giro 54 se vigila, por ejemplo, el desarrollo del par de giro al apretar el tornillo de orificio de flujo 4 y se controla el proceso de atornillado.

10 También forma parte del dispositivo 2 la unidad de control 26 no representada en detalle en la figura 2. Ésta se dispone, por ejemplo, como unidad separada fuera del elemento de guiado 10 y se comunica, por ejemplo, con una unidad de control superior. El dispositivo 2 ilustrado en la figura 2 se conecta a esta unidad de control 26 a través de las correspondientes líneas de control y de suministro 64. Alternativamente se integran al menos algunas partes de la unidad de control 26 en los dos motores 20, 24. Durante el funcionamiento la unidad de control 26 controla y vigila todo el proceso del atornillado directo. En el caso de la perforación de agujeros de flujo, ésta se puede dividir en las siguientes fases parciales:

- a) Movimiento de aproximación
- b) Calentamiento
- 15 c) Penetración
- d) Formación de un paso
- e) Prensado de rosca
- f) Atornillado y desatornillado del tornillo de orificio de flujo 4
- g) Apriete del tornillo de orificio de flujo 4.

20 Durante el movimiento de aproximación se produce un movimiento de avance hasta que el tornillo de orificio de flujo 4 llega al primer componente 6. La unidad de control acelera el movimiento de giro del árbol de accionamiento a un número de revoluciones elevado de hasta 5000 rpm y ejerce a través del accionamiento de avance 16 una fuerza de avance elevada de, por ejemplo, hasta 3500 N sobre el árbol de accionamiento 12. Como consecuencia, el componente 6 se calienta y se deforma al mismo tiempo plásticamente, de manera que se forme un agujero.

25 Después de la penetración, la resistencia ejercida por el componente 6 disminuye de golpe, por lo que la fuerza de avance F disminuye comparativamente de manera brusca. Esta circunstancia es registrada por la unidad de control 26 y evaluada como momento de conmutación. Se registra y evalúa en especial la corriente de motor absorbida por el primer motor eléctrico 20. Al registrar este criterio de conmutación, se cambia a una fuerza de avance F reducida en un valor máximo de, por ejemplo, 500 N y se envía a la vez una señal de conmutación al segundo motor eléctrico

30 24 para la reducción del número de revoluciones a un valor máximo de, por ejemplo, 500 a 2500 rpm. Al mismo tiempo se produce una limitación de la velocidad de avance. Para ello se prevé una limitación del número de revoluciones para el primer motor eléctrico 20. Gracias a esta medida se garantiza de forma segura que la rosca 32 no incida en el componente 6 a una velocidad elevada ni con una fuerza de avance elevada. A continuación se produce en la fase parcial e) el prensado de rosca, antes de realizar el propio atornillado y apriete del tornillo de orificio de flujo 4. Este proceso de atornillado del tornillo de orificio de flujo 4 se controla a través del accionamiento de giro 22, por ejemplo, controlando el par de giro.

35 Como consecuencia de la estructura aquí descrita del dispositivo 2, éste presenta una construcción en conjunto muy compacta. La misma presenta una longitud axial L del elemento de guiado 10 en la zona de la sección de guiado 10a del orden de sólo 250 mm a 350 mm. Al mismo tiempo presenta una extensión radial máxima R hacia un lado del orden de hasta sólo 30 mm, preferiblemente del orden de hasta 25 mm (compárese a este respecto especialmente también la figura 3). Esta extensión radial R corresponde al radio del elemento de guiado 10. Los demás componentes dispuestos en un lado del accionamiento de giro 22 ciertamente sobresalen, pero lo importante es que hacia uno de los lados el dispositivo 2 sólo produce un contorno de interferencia reducido con la distancia radial reducida R.

45 En lugar de la disposición coaxial del primer motor eléctrico 20 según la figura 2, existe también la posibilidad de disponerlo radialmente, de forma similar a la del accionamiento de giro 22 en la sección de guiado 10a, fuera del elemento de guiado 10. En una vista desde arriba, el dispositivo 2 muestra un contorno exterior delimitable aproximadamente mediante un triángulo con los tres componentes configurados normalmente de forma circular que son el elemento de guiado 10, el primer motor eléctrico 20, así como el segundo motor eléctrico 24. Este diseño se muestra en la figura 3. Como se puede ver, los ejes centrales de los tres componentes 10, 20, 24 se encuentran en los vértices de un triángulo.

50 El dispositivo 2 aquí descrito se dispone durante el uso preferiblemente en una mano robótica de un robot industrial. Los distintos elementos roscados, especialmente los tornillos de orificio de flujo 4, se aportan una y otra vez a través de una unidad de alimentación automática, por ejemplo, desde un depósito de reserva o a través de un tubo flexible de alimentación. El dispositivo 2 sirve especialmente para el atornillado directo de dos componentes 6 de una carrocería de automóvil.



Lista de referencias

	2	Dispositivo
	4	Tornillo de orificio de flujo
	6	Componente
5	8	Capa Adhesiva
	10	Elemento de guiado
	10a	Sección de guiado
	10b	Sección de accionamiento
	12	Árbol de accionamiento
10	12a	Sección de árbol anterior
	14	Eje de giro
	16	Accionamiento de avance
	18	Dirección axial
	20	Primer motor eléctrico
15	20a	Primer árbol reductor
	22	Accionamiento de giro
	24	Segundo motor eléctrico
	24a	Segundo árbol reductor
	26	Unidad de control
20	30	Cabeza de tornillo
	32	Rosca
	34	Punta
	40	Husillo roscado
	42	Tuerca de husillo
25	44	Espiga cilíndrica
	46	Ranura longitudinal
	48	Primer cojinete
	50	Segundo cojinete
	52	Manguito de acoplamiento
30	54	Sensor de par de giro
	56	Rueda de salida
	58	Cubo nervado
	60	Dentado de árbol nervado
	62	Tercer cojinete
35	64	Línea de control y de suministro
	F	Fuerza de avance
	v	Velocidad de avance
	$\Delta H$	Carrera de trabajo máxima
	$\Delta F$	Longitud de guiado axial
40	L	Longitud axial
	R	Extensión radial

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (2) para la unión de componentes (6), especialmente mediante perforación directa, en especial perforación de agujeros de flujo, o también mediante soldadura por fricción que presenta
- 5 - un elemento de guiado (10) que se extiende en una dirección axial (18),  
 - un árbol de accionamiento (12) que puede accionarse por medio de un accionamiento de giro (22) y que puede desplazarse en la dirección axial (18),  
 - un accionamiento de avance (16) configurado para la generación de un movimiento de avance, así como de una fuerza de avance (F) de al menos 500 N,
- 10 - comprendiendo el accionamiento de avance (16) una unidad de avance (40, 42) configurada para la transmisión del movimiento de avance (V), así como de la fuerza de avance (F) al árbol de accionamiento (12) y presentando para ello un componente (42) desplazable en la dirección axial (18),  
 - una unidad de control (26) para el control del accionamiento de avance (16), configurándose la unidad de control (26) de manera que, durante el funcionamiento, se conmute de una primera fuerza de avance (F) a una segunda fuerza de avance (F) en dependencia de un parámetro del proceso,
- 15 - disponiéndose la unidad de avance (40, 42) coaxialmente con respecto al árbol de accionamiento (12) dentro del elemento de guiado (10), de manera que la fuerza de avance se transmita al árbol de accionamiento (12) de forma centrada y sin fuerzas transversales y sin que se produzcan momentos de flexión,  
 - presentando la unidad de avance (40, 42) un accionamiento de husillo con dos elementos de husillo, concretamente con una tuerca de husillo (42) y con un husillo roscado (40),  
 - desacoplándose unos de otros los movimientos de giro del accionamiento de avance (16) y del árbol de accionamiento (12).
2. Dispositivo (2) según la reivindicación anterior, en el que el husillo roscado (40) se posiciona de forma fija en la dirección axial (18) y en el que la tuerca de husillo (42) se dispone de forma ajustable en la dirección axial (18), actuando sobre el árbol de accionamiento (12).
- 25 3. Dispositivo (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que uno de los elementos de husillo y el árbol de accionamiento (12) se disponen concéntricamente unos dentro de otros.
- 30 4. Dispositivo (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el husillo roscado (40) se dispone centrado en el árbol de accionamiento (12) configurado como árbol hueco.
5. Dispositivo (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que uno de los elementos de husillo (40) y el árbol de accionamiento (12) se disponen unos dentro de otros a lo largo de una longitud de guiado axial ( $\Delta F$ ) que corresponde al menos a una carrera de trabajo máxima ( $\Delta H$ ).
- 35 6. Dispositivo (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el accionamiento de avance (16) presenta un primer motor eléctrico (20) como motor de avance y/o en el que el accionamiento de giro (22) presenta un segundo motor eléctrico (24).
- 40 7. Dispositivo (2) según la reivindicación anterior, en el que la unidad de control (16) se configura de manera que, en dependencia de un parámetro al menos correlacionado con la fuerza de avance (F), especialmente de una corriente de motor del primer motor eléctrico (20), conmute de la primera fuerza de avance (F) a una fuerza de avance (F) menor o a una fuerza de avance (F) mayor.
- 45 8. Dispositivo (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el árbol de accionamiento (12) se configura a modo de un árbol nervado y se puede accionar a través de una rueda de salida (56) fijada en dirección axial, mediante la cual el árbol de accionamiento (12) se puede desplazar en la dirección axial (18).
- 50 9. Dispositivo (2) según la reivindicación anterior, en el que la rueda de salida (56) se dispone en la dirección axial (18) en un extremo anterior del elemento de guiado (10).
10. Dispositivo (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de guiado (10) (sin tener en cuenta una eventual disposición coaxial de un motor de accionamiento (20)) presenta una longitud axial (L) del orden de 250 mm a 350 mm.
- 55 11. Dispositivo (2) según una de las reivindicaciones anteriores que se extiende a lo largo de un eje de giro (14) y que presenta hacia un lado una extensión radial (R) de como máximo 35 mm, preferiblemente de como máximo 30 mm.
- 60 12. Dispositivo (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de control (16)  
 - se configura especialmente para la perforación de agujeros de flujo de manera que, en dependencia del parámetro de proceso, se conmute de una fuerza de avance (F) elevada del orden de más de 1000 N a una fuerza de avance

(F) reducida del orden de 500 N y, al mismo tiempo, de una velocidad de giro alta del árbol de accionamiento (12) del orden de 5000 a 8000 rpm a una velocidad de giro reducida del orden de 500 a 2500 rpm o

5 - se configura especialmente para la soldadura por fricción de manera que, en dependencia del parámetro de proceso, se conmute de una fuerza de avance (F) reducida a una fuerza de avance (F) mayor y de una velocidad de giro alta a una velocidad de giro baja especialmente a una velocidad de giro de 0 rpm.

13. Procedimiento para la unión de dos componentes, especialmente mediante perforación directa, en especial perforación de agujeros de flujo, o mediante soldadura por fricción con ayuda del dispositivo (2) según una de las reivindicaciones anteriores.

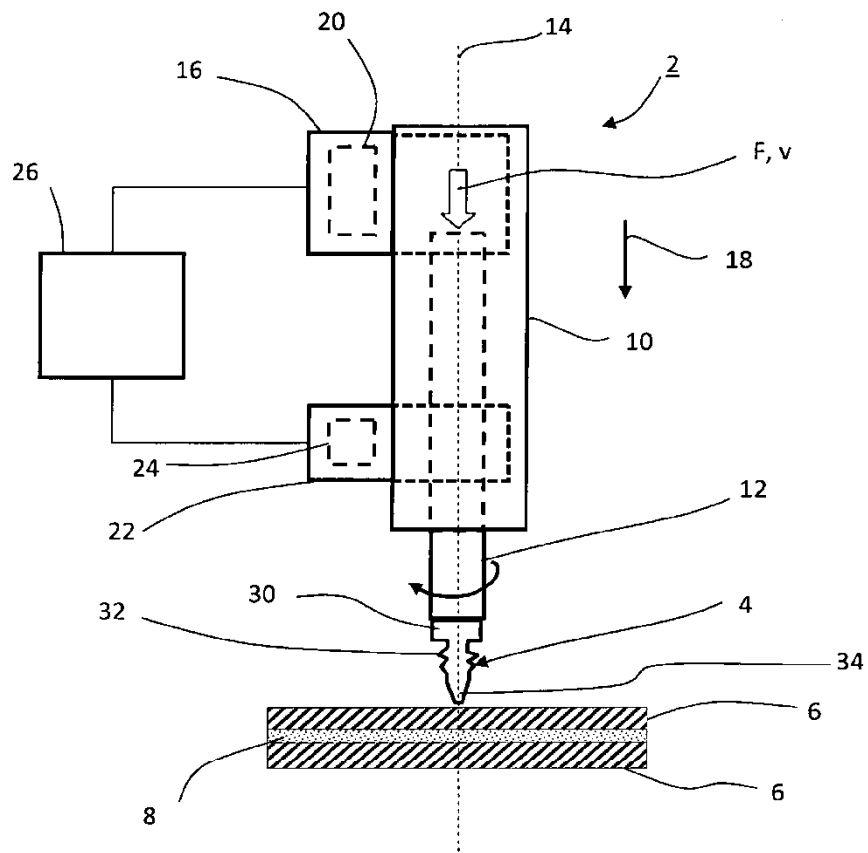


FIG 1

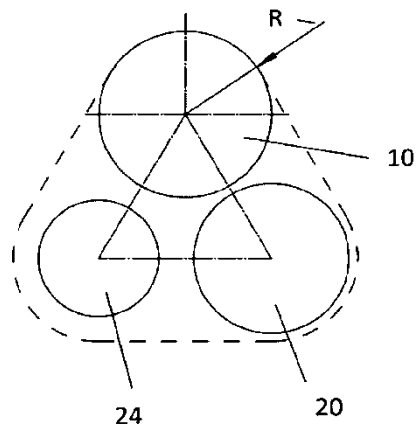


FIG 3

