



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 352 959**

51 Int. Cl.:  
**B23K 11/11** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05826459 .9**

96 Fecha de presentación : **22.12.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1838484**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.10.2007**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de soldadura eléctrica por puntos.**

30 Prioridad: **11.01.2005 DE 10 2005 001 341**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.02.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.02.2011**

73 Titular/es: **KUKA SYSTEMS GmbH**  
**Blücherstrasse 144**  
**86165 Augsburg, DE**

72 Inventor/es: **Rippl, Peter**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 352 959 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).

Á

PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE SOLDADURA ELÉCTRICA PORPUNTOS

## DESCRIPCIÓN

- 5           La invención concierne a un procedimiento y un dispositivo de soldadura eléctrica por puntos de piezas de trabajo por medio de pinzas de soldadura con las características del preámbulo de las reivindicaciones principales de procedimiento y de dispositivo.
- 10           Esta técnica de soldadura por puntos con pinzas de soldadura eléctrica por puntos, por ejemplo pinzas en C o pinzas en X, es conocida por la práctica y por el documento DE 38 03 502 C1. En esta técnica de soldadura se disponen varios puntos de soldadura uno tras otro a lo largo de
- 15 un trayecto de la pieza de trabajo, especialmente una pieza de carrocería de vehículo. La pieza de trabajo y la pinza de soldadura son movidas para ello una con relación a otra por uno o varios robots multieje, especialmente en forma de robots de brazo articulado de seis ejes. En la
- 20 primera variante el robot conduce la pinza de soldadura con respecto a la pieza de trabajo parada. En la segunda variante el robot mueve la pieza de trabajo con respecto a una pinza de soldadura estacionaria. En una tercera variante tanto la pinza de soldadura como la pieza de trabajo pueden ser movidas una con relación a otra por un respectivo robot. Con este movimiento relativo se realiza un movimiento de desplazamiento entre la pieza de trabajo y la pinza de soldadura a lo largo del trayecto hasta alcanzar las distintas posiciones de soldadura. En el estado de
- 25 la técnica se posicionan la pieza de trabajo y la pinza de soldadura una con relación a otra en el sitio de soldadura, ocupándose entonces una posición de reposo sin más mo-
- 30

vimiento de desplazamiento. Al cerrar la pinza de soldadura y durante el proceso de soldadura se conserva la posición relativa de la pinza de soldadura y la pieza de trabajo.

5 El documento US 5,945,011 A se ocupa de una enseñanza de puntos de soldadura de una pinza de soldadura y revela para ello una desviación de la pinza de soldadura y sus electrodos con respecto a obstáculos existentes en el trazado de su trayecto, teniendo que abrirse la pinza de soldadura en grado diferente.

10 Se conoce por el documento US 5,541,382 A un equipo de rotación y vibración de electrodos para arrancar capas de óxido durante la soldadura por puntos. El electrodo es parte integrante de un aparato de soldadura por puntos y es hecho girar con relación a un brazo de apoyo después de aplicarse a la pieza de trabajo durante la soldadura y el paso de la corriente.

20 El documento DE 690 11 359 T2 describe un procedimiento de soldadura de puntos por resistencia, en el que las puntas de los electrodos se posicionan de nuevo mediante una combinación de inclinación y giro para prolongar la vida útil de la punta del electrodo por medio de un desplazamiento y una renovación de las superficies de contacto de los electrodos.

25 En el documento DE 197 29 968 C1 se comenta una máquina de soldadura estacionaria cuyo electrodo inferior es girado alrededor de un eje de giro en la medida de un ángulo de giro determinado. El electrodo inferior esta embridado para ello sobre una placa de sujeción, pudiendo ser hechos girar conjuntamente la placa de sujeción y el electrodo por una unidad de accionamiento lineal.

30 El documento JP 2001-105 153 A revela un procedimien-

to y un equipo de soldadura eléctrica por puntos de piezas de trabajo con efecto de aprendizaje, en donde un robot de brazo articulado mueve una pinza de soldadura con electrodos con respecto a una pieza de trabajo mantenida estacionaria y aplica puntos de soldadura. Se deberán evitar con 5 ello posiciones erróneas de la pinza de soldadura y, por tanto, deformaciones concomitantes no deseadas de la pieza de trabajo al cerrar de la pinza de soldadura, detectándose y corrigiéndose desviaciones de posición de los puntos de soldadura en la pieza de trabajo y soldándose correctamente las bridas deformadas. 10

El documento EP 0 644 014 A1 muestra un robot con una pinza de soldadura de funcionamiento síncrono, en donde coinciden la llegada de los electrodos de soldadura al punto de soldadura y la terminación de la fase de apriete. 15 La pinza de soldadura se mueve de la manera usual transversalmente a la dirección del trayecto durante el alcance y la aplicación de los puntos de soldadura, estando interrumpido entonces el movimiento de desplazamiento.

El documento DE 692 20 409 T2 se ocupa de una desviación de la pinza de soldadura para esquivar obstáculos. En este caso, se abre la pinza de soldadura más de lo habitual para circunvalar una protuberancia u otro obstáculo. La apertura y cierre propiamente dichos de la pinza para 25 el proceso de soldadura tiene lugar con la pinza de soldadura parada y con el movimiento de desplazamiento interrumpido.

El problema de la presente invención consiste en indicar una técnica mejor para la soldadura eléctrica por puntos. 30

La invención resuelve este problema con las características de la reivindicación 1 de procedimiento y de la

reivindicación 9 de dispositivo.

Debido al movimiento relativo entre la pieza de trabajo y la pinza de soldadura, especialmente entre la pieza de trabajo y los electrodos, se obtienen diferentes efectos y ventajas al aplicar los puntos de soldadura. Por un  
5 lado, se ahorra tiempo. Se obtienen tiempos de cadencia netamente más cortos junto con, al mismo tiempo, una carga reducida de la máquina. Con el movimiento de desplazamiento se pueden alcanzar velocidades de movimiento altas y  
10 ampliamente constantes junto con fases de aceleración y frenado netamente reducidas. Se produce así un menor desgaste. Además, debido al movimiento relativo entre los electrodos y la pieza de trabajo durante el proceso de soldadura se puede conseguir una mejor calidad de la soldadura por puntos.  
15

Los tiempos de cadencia más cortos hacen posible un mejor aprovechamiento de los robots de soldadura. Además, se puede reducir el número necesario de robots y pinzas de soldadura en una estación de soldadura o en una línea de  
20 fabricación integrada por varias estaciones. El movimiento de desplazamiento homogeneizado tiene ventajas cinemáticas para los robots. Se puede reducir la vibración adicional o temblor incontrolado del robot usual en procedimientos convencionales al comienzo de la operación de soldadura.  
25 En el aspecto de la técnica de soldadura se obtienen una vida útil más larga de las caperuzas de electrodo y la mejora antes mencionada en la calidad de la soldadura por puntos. Esta ventajas se establecen especialmente al soldar chapas revestidas de zinc, ya que la aleación del zinc  
30 con la caperuza del electrodo se comporta mejor que el desprendimiento esporádico incontrolado de la capa extraña desde la superficie de la caperuza, tal como ocurre en el

estado de la técnica. En la soldadura de puntos por resistencia del aluminio esta aleación constituye un problema aún mayor en el estado de la técnica y reduce el número de puntos de soldadura posibles con un juego de electrodos.

5           Con la técnica de soldadura según la invención se pueden incrementar el número de puntos de soldadura y la estabilidad de las caperuzas de los electrodos. Esto aporta claras mejoras y posibilidades de uso ampliadas para el proceso, especialmente en el caso de la soldadura de alu-  
10 minio. En este contexto, es favorable también la menor cantidad de trabajos de repasado en las piezas de trabajo.

          El giro relativo de los electrodos apretados con respecto a la pieza de trabajo tiene, además, ventajas tecnológicas. La reproducibilidad de los parámetros de solda-  
15 dura eléctrica es mejorada por el giro. Esto conduce a una homogeneización de los resultados de soldadura y a un aumento de la calidad. Se puede reducir o suprimir la acomodación gradual usual hasta ahora, es decir, la adaptación escalonada de la tensión de soldadura o de la corriente de  
20 soldadura para compensar parámetros de soldadura fluctuantes al agrandarse, debido al funcionamiento, la superficie operativa de los electrodos.

          El giro de los electrodos en el punto de soldadura aminora o impide la aleación usual hasta ahora de materia-  
25 les de la pieza de trabajo con los electrodos y la variación concomitante de las condiciones del proceso. Además, en la soldadura de puntos por resistencia convencional estas aleaciones pueden desprenderse de manera incontrolada en cualquier momento, lo que puede conducir a una varia-  
30 ción adicional y brusca de las condiciones del proceso. Debido al giro de los electrodos en el sitio de contacto y de soldadura se reducen o anulan estas acciones negativas.

En la soldadura de puntos por resistencia convencional se produce un desgaste de las caperuzas de los electrodos, aplanándose las superficies de contacto y de acción de los electrodos y formando éstas unos bordes más  
5 afilados. Esto conduce, debido al agrandamiento de la superficie, a una disminución de la densidad de corriente, que se contrarresta con una acomodación gradual correspondiente de la corriente de soldadura o de la tensión de soldadura. Debido al giro de los electrodos en el sitio de  
10 contacto y de soldadura se eliminan estos problemas. Se evita la formación de aristas, redondeándose más bien los electrodos de una manera favorable para el proceso. Además, en la técnica de soldadura según la invención se mantiene constante la densidad de corriente durante más  
15 tiempo y ésta no se modifica de manera incontrolable durante el tiempo de vida útil. Por el contrario, se verifican que la densidad de corriente tiene una dependencia respecto del ángulo de giro del electrodo en el sitio de soldadura. Según el ángulo de giro puede incluso aumentar  
20 la densidad de corriente. Esto a su vez ofrece la posibilidad de influir sobre la densidad de corriente a través del giro de los electrodos y del ángulo de giro y ajustar dicha densidad a un valor deseado. El movimiento de giro puede ser aquí, si hubiere lugar a ello, discontinuo y  
25 eventualmente reversible. En tal caso, estarían en primer plano las ventajas tecnológicas a costa del ahorro de tiempo de cadencia.

En las reivindicaciones subordinadas se indican más ejecuciones ventajosas de la invención.

30 La invención está representada a título de ejemplo y esquemáticamente en los dibujos. Muestran en particular:

La figura 1, un equipo de soldadura con robot, pinza

de soldadura por puntos y pieza de trabajo en un alzado lateral esquemático,

Las figuras 2 y 3, un desarrollo de movimiento de los electrodos y los brazos de la pinza al aplicar varios puntos de soldadura a lo largo de un trayecto recto, en alzado lateral y en vista en planta,

La figura 4, un desarrollo de movimiento de los electrodos y los brazos de la pinza en vista en planta a lo largo de un trayecto curvado,

La figura 5, un diagrama para la evolución de las fuerzas y los movimientos de una pinza de soldadura al aplicar un punto de soldadura de una manera convencional y

La figura 6, un diagrama correspondiente para el procedimiento de soldadura según la invención.

La invención concierne a un procedimiento de soldadura eléctrica por puntos de piezas de trabajo 2 y a un equipo de soldadura 1 utilizado para éste y correspondientemente controlado, el cual contiene un sistema de control correspondientemente adecuado 4 y un programa de control.

La figura 1 muestra en alzado lateral un equipo de soldadura 1 de esta clase en una forma de realización esquemática. El equipo de soldadura 1 comprende una pinza de soldadura 10 para la soldadura eléctrica por puntos y un robot 3 con un sistema de control 4, cuyo robot guía la pinza de soldadura 10 en el ejemplo de realización mostrado con relación a una pieza de trabajo 2 representada en forma rota. Se aplican con la pinza de soldadura 10 varios puntos de soldadura 15 a la pieza de trabajo 2 a lo largo de un trayecto 16. La pinza de soldadura 10 es movida aquí por el robot 3 en un movimiento de desplazamiento de un punto de soldadura 15 a otro punto de soldadura 15.

La pieza de trabajo 2 puede ser de cualquier clase,

tamaño y configuración. Preferiblemente, se trata de componentes de carrocerías brutas de vehículo. En este caso, se unen uno con otro, por ejemplo, dos componentes en una pestaña sobresaliente por medio de puntos de soldadura 15.

5 El trayecto 16 o secuencia de puntos de soldadura 15 que se deben aplicar a la pieza de trabajo 2 viene determinado por la geometría del componente. El trayecto 16 puede tener en la forma más sencilla, como en las figuras 2 y 3, un trazado recto y plano. Por otro lado, puede tener una

10 conformación diferente cualquiera y, por ejemplo, puede disponer del recorrido curvado mostrado en la figura 4. La figura 4 ilustra, por ejemplo, una abertura interior de un componente, por ejemplo un hueco de puerta de una carrocería, en cuyo borde periférico han de aplicarse los puntos de soldadura 15 citados.

Por la llamada aplicación de un punto de soldadura se entiende el proceso o el desarrollo funcional desde el comienzo del cierre de los brazos 14 de la pinza de soldadura 10 con la fase subsiguiente de apriete y soldadura hasta la terminación de la apertura de la pinza de soldadura

20 10.

El robot 3 puede ser de cualquier clase de construcción adecuada. Preferiblemente, se trata de un robot industrial multieje, especialmente un robot de brazo articulado con al menos seis ejes de rotación. El robot 3 puede

25 poseer eventualmente ejes adicionales, en particular uno o varios ejes de traslación adicionales. El robot 3 tiene en la forma de realización preferida un armazón 5 sobre el cual está apoyado un carrusel 6 para girar alrededor de un

30 primer eje principal vertical o eje I del robot. En el carrusel 6 está apoyado un balancín 7 capaz de bascular alrededor de un segundo eje principal o eje II del robot. El

eje II se extiende preferiblemente en dirección horizontal y transversal con respecto al eje I. En el otro extremo del balancín está apoyado un aguilón 8 capaz de bascular alrededor de un tercer eje también horizontal del robot o  
5 eje principal III. En el extremo delantero del aguilón 8 se encuentra una mano de robot 9 que a su vez presenta varios ejes de movimiento o ejes de la mano. En la forma de realización preferida se trata de una mano de robot 9 de tres ejes con tres ejes de mano ortogonales IV, V y VI que  
10 se cortan en el punto 18 de la muñeca. En conjunto, el robot mostrado 3 tiene así seis ejes de rotación I a VI.

En la brida accionada de la mano 9 del robot, giratorio alrededor del eje VI de la mano, está montada la pinza de soldadura 10. La pinza de soldadura 10 es, por ejemplo,  
15 una pinza de soldadura eléctrica por puntos que presenta dos o más electrodos 11, 12 y dos o más brazos de pinza 14. La figura 1 muestra una pinza de soldadura 10 en un llamado modo de construcción en C con un electrodo estacionario 11 y un brazo de pinza fijo correspondiente 14,  
20 así como con un electrodo móvil linealmente aproximable 12 y su brazo de pinza. Para soldar un punto de soldadura 15 se mueven los electrodos 11, 12 aproximándolos a la pieza de trabajo 2 y se les presiona por ambos lados contra la superficie de la pieza de trabajo, conduciéndose a través  
25 de la pieza de trabajo una corriente de soldadura eléctrica que da lugar, en el sitio de contacto de las partes de la pieza de trabajo, a un calentamiento y una plastificación locales de las superficies de la pieza de trabajo que se tocan una con otra, así como a la formación de un punto  
30 de soldadura 15 con una llamada lenteja de soldadura.

El robot 3 está equipado con un sistema de control 4 del mismo que contiene una unidad de cálculo asistida por

ordenador con memorias de datos y de programas y un programa de control para controlar el robot 3 y la pinza de soldadura 10. El control de los ejes I a VI del robot 3 se efectúa de conformidad con un programa de movimiento almacenado. En el sistema 4 de control del robot puede estar integrado también un sistema de control para el proceso de soldadura, con el cual se controlan la pinza de soldadura 10 y una fuente de corriente de soldadura no representada. Como alternativa, el sistema de control del proceso puede estar externamente dispuesto y acoplado con el sistema de control 4 del robot. En el sistema de control 4 del robot están almacenados el trayecto 16 a recorrer y la posición de los distintos puntos de soldadura 15. En el sistema de control de soldadura están archivados los parámetros de soldadura y los parámetros de control de la pinza que son necesarios en cada punto de soldadura 15. Los parámetros necesarios del proceso pueden obtenerse y ajustarse eventualmente también in situ con ayuda de un banco de datos tecnológicos como reacción a las características locales de la pieza de trabajo medidas de manera adecuada. El programa de control acopla los movimientos del robot y el proceso de soldadura de la manera que se describe seguidamente.

La figura 5 ilustra en un diagrama el desarrollo de movimientos y funciones de una pinza de soldadura convencional 10 según el estado de la técnica, habiéndose registrado las funciones y la fuerza de la pinza o de los electrodos con respecto al tiempo.

En el estado de la técnica se mueve primero por el robot 3 la pinza de soldadura 10 en un movimiento de desplazamiento hasta el sitio de soldadura previsto o hasta el punto a ensamblar y se posiciona allí dicha pinza. Tan

pronto como se ha alcanzado el punto de ensamble, se detiene el robot 3 y éste ya no sigue moviendo la pinza de soldadura 10 con relación a la pieza de trabajo 2. Una vez alcanzado el punto de ensamble se da, según el diagrama, la orden de cerrar la pinza. Se mueve entonces, por ejemplo, el electrodo móvil 12 hacia el electrodo fijo 11 y hacia el brazo 14 de la pinza. Cuando el electrodo movido 12 toca la pieza de trabajo 2, ocurre entonces que, estando eventualmente habilitada una compensación de la pinza, el electrodo fijo 11 se mueve hacia la pieza de trabajo 2 bajo la acción del mecanismo de accionamiento de la pinza. Después del contacto de ambos electrodos 11, 12 con la pieza de trabajo 2 se efectúa la acumulación de fuerza entre los electrodos apretados en ambos lados por el accionamiento de la pinza. En el caso de accionamientos neumáticos de la pinza, se pueden evitar puntas de fuerza mediante estranguladores ajustables, pero estos impiden una acumulación de fuerza lo más rápida posible para el tiempo de cadencia. A continuación de este movimiento de cierre, transcurre el tiempo de puesta a disposición con el llamado prensado previo de las partes de la pieza de trabajo y con la reserva de acumulación de fuerza. Bajo fuerzas pre-seleccionadas de manera diferente, se pueden presentar tiempos de acumulación de fuerza diferentes que son iguales por esta reserva de tiempo para no soldar en la zona de fuerzas de electrodo variables y demasiado bajas.

A continuación, tiene lugar el proceso de soldadura propiamente dicho, al que sigue un prensado adicional dentro del cual se transfiere el punto de soldadura 15 desde el estado pastoso hasta la fase sólida. En el tramo siguiente se inicia la apertura de la pinza, la cual necesita también cierto tiempo y conduce luego a la acumulación

real de fuerza y a la separación de los electrodos 11 y 12 respecto de la pieza de trabajo 2. En un momento subsiguiente se emite desde la pinza de soldadura 10 una señal referente a la apertura realmente realizada en la pinza. A  
5 continuación, se inicia el siguiente movimiento de desplazamiento del rotor y la aproximación al siguiente punto de soldadura. El rotor 3 acelera los ejes I a VI implicados en el movimiento de desplazamiento desde el estado parado, pudiendo convertirse ejes diferentes, según el estado de  
10 la instalación, en ejes conductores. En este caso, se presentan considerables aceleraciones. Según la distancia entre los puntos de soldadura 15, se efectúa entonces, antes o después, el proceso de frenado en el siguiente punto de ensamble.

15 Según la distancia entre puntos, el robot 3 no llega con frecuencia a su máxima velocidad de desplazamiento. En el siguiente punto de ensamble tiene lugar nuevamente el proceso anteriormente descrito. En esta técnica de soldadura ya conocida el robot 3 mueve constantemente la gran  
20 masa de la pinza de soldadura 10 entre una aceleración máxima durante el movimiento de desplazamiento y una parada para el proceso de soldadura. En el caso de un tiempo de soldadura relativamente corto de, por ejemplo, 0,2 s, el tiempo calculado y realmente necesario para el movi-  
25 miento de desplazamiento es en general varias veces más largo que el tiempo de soldadura pura y puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 2 s. Estos largos tiempos de desplazamiento o los llamados tiempos de punto a punto aumentan el tiempo de cadencia en el estado de la técnica y,  
30 por otro lado, obligan a agotar las reservas de aceleración y de fuerza del robot 3. Esta mayor carga del robot puede tener como consecuencia un "temblor" del robot 3 en

el estado parado y al cerrar la pinza de soldadura 10. En ciertas circunstancias, no se alcanza entonces exactamente el punto de soldadura 15.

En el procedimiento según la invención se mueven la  
5 pieza de trabajo 2 y la pinza de soldadura 10 una con relación a otra al aplicar los puntos de soldadura 15 a lo largo del trayecto 16. Esto significa que en el intervalo comprendido entre el cierre y la nueva apertura de la pinza de soldadura 10 tienen lugar un movimiento relativo y  
10 un movimiento de guía entre la pieza de trabajo 2 y la pinza de soldadura 10.

Existen diferentes posibilidades para este movimiento relativo al aplicar los puntos de soldadura 15. En particular, la pieza de trabajo 2 y la pinza de soldadura 10  
15 son hechas girar entonces una con relación a otra. Con estos movimientos relativos citados puede moverse discrecionalmente la pinza de soldadura 10, como en la forma de realización mostrada, con relación a la pieza de trabajo 2 situada en posición de reposo. Como alternativa, es posi-  
20 ble guiar la pieza de trabajo 2 con el robot 3 por medio de unas tenazas adecuadas y moverla con relación a la pinza de soldadura estacionaria 10. En una tercera variante un robot 3 puede sujetar, guiar y eventualmente también mover una pinza de soldadura 10 al aplicar los puntos de  
25 soldadura y otro robot puede hacer lo mismo con la pieza de trabajo 2. A continuación, se explica la variante representada en el dibujo con la pinza de soldadura 10 movida por el robot 3. Las operaciones y medidas descritas se aplican de manera correspondiente también para las otras  
30 dos variantes.

Como ilustran las figuras 2 a 4, se tiene que, por un lado, la pinza de soldadura 10 en posición cerrada y con

electrodos apretados 11, 12 puede ser hecha girar alrededor del punto de soldadura 15 con relación a la pieza de trabajo 2. Este movimiento de giro tiene lugar, por ejemplo, durante las fases de acumulación de fuerza, prensado  
5 previo, soldadura y prensado posterior. Tiene lugar una superposición del movimiento de la pinza y del proceso de soldadura.

En la forma de realización preferida el movimiento relativo se produce durante toda la fase de contacto entre  
10 los electrodos 11, 12 y la pieza de trabajo 2. Como alternativa, el movimiento relativo puede tener lugar solamente en algunas de estas fases. El movimiento de giro relativo alrededor del punto de soldadura 15 está orientado aquí en la dirección de seguimiento 17 del trayecto 16 y, por tanto,  
15 en dirección hacia el siguiente punto de soldadura 15 que debe ser alcanzado. Durante este movimiento relativo se hace que giren también los brazos 14 de la pinza alrededor del punto de soldadura 15 y alrededor del eje 13 de los electrodos que discurre a través de los sitios de contacto de los electrodos 11, 12. El eje de giro puede discurrir perpendicularmente a la superficie solicitada de la  
20 pieza de trabajo. Sin embargo, como alternativa, puede presentar también un ángulo diferente y discurrir en forma oblicua. Las figuras 3 y 4 ilustran esto por medio de una representación desplegada en abanico y esquemática de los  
25 brazos 14 de la pinza.

Además, la pinza de soldadura 10 puede ser hecha girar con relación a la pieza de trabajo 2 al abrir los brazos 14 de dicha pinza. Este movimiento de giro se efectúa  
30 alrededor del punto 18 de la muñeca de la mano 9 del robot y está dirigido también hacia el siguiente punto de soldadura 15 que debe ser alcanzado. El eje de este movimiento

de giro está orientado de preferencia en dirección sustancialmente perpendicular al trayecto 16 o al movimiento de guía 20 del robot 3.

El movimiento de giro tiene lugar también al aproximarse a un punto de soldadura 15 y al cerrar la pinza de soldadura 10 y sus brazos 14. La pinza de soldadura 10 y sus brazos 14 se han orientado antes oblicuamente durante esta aproximación en la dirección de seguimiento 17 del trayecto 16. Los electrodos se encuentran así delante de la mano 9 del robot en la dirección de seguimiento 17. Por tanto, durante los movimientos de apertura y de cierre de la pinza de soldadura 10 tienen ya lugar movimientos de desplazamiento superpuestos y movimientos de traslación relativos entre la pinza de soldadura 10 y la pieza de trabajo 2.

En una forma de realización modificada los movimientos de giro relativos - citados al principio - de la pinza de soldadura 10 con respecto a la pieza de trabajo 2 alrededor del punto de soldadura 15 pueden tener lugar solamente al hacer contacto los electrodos, realizándose la apertura y/o el cierre de la pinza de soldadura 10, como en el estado de la técnica, en una posición de reposo relativa entre la pinza de soldadura 10 y la pieza de trabajo 2.

Para lograr el movimiento relativo descrito se mueve el robot 3 con su mano 9, especialmente con el punto 18 de la muñeca, sobre sus primeros ejes principales I a III en un movimiento de guía sustancialmente constante 20 a lo largo del trayecto 16, realizando la mano 9 del rotor con uno o varios de sus ejes IV a VI un movimiento de compensación superpuesto 21, 22. La superposición de movimientos tiene la ventaja de que el robot 3 ofrece la posibilidad de no llegar o llegar relativamente poco al estado de pa-

rado, con lo que se pueden evitar altas cargas del robot por efecto de un frenado y una aceleración continuos.

Durante el movimiento de guía 20 y en el curso de un giro de la pinza de soldadura 10 alrededor del punto de soldadura 15, el punto 18 de la muñeca es guiado en un arco correspondiente alrededor del punto de soldadura 15. El movimiento de guía 20 no es aquí recto. Por lo demás, el movimiento de guía 20 puede estar orientado en dirección paralela al trayecto 16. Esto no es obligatorio. Es posible desviarse del paralelismo, especialmente en función de aristas perturbadoras u otras particularidades de la pieza de trabajo.

Conforme a las posibilidades de realización anteriormente descritas, el movimiento de compensación de la mano 9 del rotor, estando cerrada la pinza de soldadura 10, es un movimiento de reajuste basculante 21 con orientación alrededor del punto de soldadura 15. La pinza de soldadura 10 posicionada y orientada oblicuamente en la pieza de trabajo 2 y en el punto de soldadura 15, inicialmente en la dirección de traslación 17, es hecha girar hacia la posición de cierre alrededor del punto de soldadura 15 o del eje 13 de los electrodos por efecto del movimiento adicional del robot y por efecto del movimiento de guía 20 dirigido sustancialmente a lo largo del trayecto 16. Gracias al movimiento de reajuste 21 de la mano 9 del robot y eventualmente a un cierto movimiento de desviación de los otros ejes 1, 2, 3 del robot se compensan las variaciones de orientación que resultan en el transcurso del giro.

El movimiento de compensación de la mano 9 del robot durante el proceso de apertura y de cierre de la pinza de soldadura 10 es un movimiento de orientación 22 en el que se invierte la cinemática y se gira la pinza de soldadura

10 con relación a la pieza de trabajo 2 y se la orienta hacia el siguiente punto de soldadura 15. Este movimiento de orientación 22 se desarrolla con relativa rapidez y especialmente con más rapidez que el movimiento de guía 20  
5 del robot 3. Al final de la fase de contacto de los electrodos con la pieza de trabajo 2 y del movimiento de giro alrededor del punto de soldadura 15, la mano 9 del robot se ha desplazado ya por delante del punto de soldadura 15, estando orientados los brazos 14 de la pinza hacia atrás y  
10 en sentido contrario a la dirección de seguimiento 17. En el movimiento giratorio de orientación 22 se reorienta rápidamente la pinza de soldadura 10 después de la apertura de los brazos 14 de la misma y se la lleva a una posición adelantada en la que dicha pinza, al alcanzar el siguiente punto de soldadura 15, está orientada oblicuamente  
15 hacia éste, encontrándose los electrodos 11, 12 delante de la mano de robot.

La figura 6 ilustra en un diagrama y en comparación con el diagrama de la figura 5 para la técnica convencional el desarrollo del procedimiento según la invención.  
20 Con la pinza de soldadura 10 dirigida de antemano oblicuamente al alcanzar el punto de soldadura 15 tiene lugar ya, al alcanzar dicho punto de soldadura 15, el movimiento de cierre de los electrodos 11, 12 y de los brazos 14 de la  
25 pinza, de modo que el contacto de los electrodos con la pieza de trabajo y la acumulación de fuerza pueden tener lugar de una manera correspondientemente más rápida. Por consiguiente, la fase de soldadura comienza antes que en el estado de la técnica y puede desarrollarse más rápida-  
30 mente debido al movimiento relativo entre los electrodos 11, 12 y la pieza de trabajo 2. Al abrir la pinza de soldadura 10 comienza ya nuevamente el movimiento de despla-

zamiento y el movimiento de orientación 22. Dado que unas pequeñas variaciones angulares de orientación en la mano 9 del rotor tienen como consecuencia grandes movimientos de desplazamiento de los electrodos 11, 12 y del punto central de herramienta (TCP = tool center point) de la pinza de soldadura 10, se producen tiempos de desplazamiento muy cortos. En conjunto, resulta de la comparación de los diagramas de las figuras 5 y 6 un neto ahorro de tiempo en el procedimiento según la invención.

10 La magnitud del ángulo de giro de los electrodos 11, 12 en el punto de soldadura 15 y en contacto con la pieza de trabajo 2 puede determinarse según criterios diferentes. Cuando el ahorro de tiempo de cadencia está en primer plano, es recomendable un ángulo de giro mayor que esté comprendido, por ejemplo, entre  $1^\circ$  y  $45^\circ$ , típicamente en 15 el intervalo entre  $15^\circ$  y  $20^\circ$ . El ángulo de giro puede acomodarse a criterios diferentes, por ejemplo a la distancia entre puntos y al tamaño de la pinza.

Por otro lado, debido al giro de los electrodos se obtienen ventajas en la reproducibilidad de los parámetros de soldadura eléctrica. En particular, resultan densidades de corriente diferentes en función del ángulo. El ángulo de giro en el punto de soldadura 15 puede acomodarse también a estos criterios de proceso o de calidad y puede ser 25 más pequeño que un ángulo de giro que sería óptimo para un ahorro de tiempo de cadencia. En este caso, se busca un compromiso entre la optimización del proceso durante la soldadura y el tiempo de cadencia. Como alternativa, el ángulo de giro puede acomodarse exclusivamente a la optimización del proceso. 30

Los electrodos 11, 12 o las caperuzas de los electrodos pueden estar hechos de materiales adecuados de cual-

quier clase, por ejemplo los materiales usuales hasta ahora, tales como cobre, aleaciones de cobre-cromo o similares. Alternativamente, como adaptación al giro en el sitio de soldadura, pueden estar especialmente preparados, por ejemplo templados o revestidos, o pueden consistir en materiales especialmente resistentes al desgaste y al calor, como, por ejemplo, acero fino, aleaciones que contienen wolframio o molibdeno o similares, o bien pueden tener un revestimiento de estos materiales.

10 Los electrodos 11, 12 pueden presentar una forma favorable para el giro, estando redondeada en forma bombeada, por ejemplo, la superficie de contacto. Un radio de redondeamiento favorable puede ser, por ejemplo, el radio que, en superficies de contacto planas, resulta por sí sólo durante el funcionamiento debido a recrecimiento por aleación, etc. Este radio puede obtenerse por medio de ensayos de vida útil.

20 Son posibles diferentes maneras de modificación de las formas de realización mostradas. Esto afecta, por un lado, a la configuración del robot 3, que puede tener mas o menos ejes. El robot 3 puede poseer además una cinemática diferente, según el campo de utilización, y especialmente puede presentar uno o varios ejes lineales o bien una combinación de ejes lineales y ejes de giro. Asimismo, es variable la configuración de la pinza de soldadura 10. 25 Ésta puede estar configurada, por ejemplo, como una pinza de soldadura en X con brazos de pinza 14 giratorios uno con relación a otro. Además, son posibles otras ejecuciones de cualquier naturaleza.

Lista de símbolos de referencia

	1	Equipo de soldadura
	2	Pieza de trabajo
	3	Robot
5	4	Sistema de control
	5	Bastidor
	6	Carrusel
	7	Balancín
	8	Aguilón
10	9	Mano del robot
	10	Pinza de soldadura
	11	Electrodo fijo
	12	Electrodo móvil
	13	Eje de electrodo
15	14	Brazo de pinza
	15	Punto de soldadura, punto de contacto
	16	Trayecto
	17	Dirección de seguimiento
	18	Punto de la muñeca
20	19	Movimiento de desplazamiento de la pinza de soldadura
	20	Movimiento de guía del robot
	21	Movimiento de compensación, movimiento de reajuste
25		de la mano del robot
	22	Movimiento de compensación, movimiento de orientación
		de la mano de robot
	I,II,III	Ejes del robot
30	IV,V,VI	Ejes de la mano

## REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de soldadura eléctrica por puntos de piezas de trabajo (2) por medio de pinzas de soldadura (10) con electrodos (11, 12), en donde se aplican varios  
5 puntos de soldadura (15) a lo largo de un trayecto (16), y la pieza de trabajo (2) y la pinza de soldadura (10) son movidas una con relación a otra por uno o varios robots multieje (3), especialmente robots de brazo articulado, en un movimiento de desplazamiento (19) entre los puntos de  
10 soldadura (15), y en donde la pieza de trabajo (2) y la pinza de soldadura (10) se mueven una con relación a otra al aplicar los puntos de soldadura (15) a lo largo del trayecto (16), caracterizado porque, estando cerrada la pinza de soldadura (10), la pieza de trabajo (2) y dicha  
15 pinza de soldadura (10) son hechas girar una con relación a otra alrededor del punto de soldadura (15).

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, estando cerrada la pinza de soldadura (10), la pieza de trabajo (2) y dicha pinza de soldadura (10)  
20 son giradas una con relación a otra alrededor del eje de electrodo (13) que discurre entre los electrodos apretados (11, 12).

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el movimiento de giro alrededor del  
25 punto de soldadura (15) está orientado en la dirección de seguimiento (17) del trayecto (16).

4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la pieza de trabajo (2) y la pinza de soldadura (10) son hechas girar una  
30 con relación a otra al abrir dicha pinza de soldadura (10).

5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones

ciones anteriores, caracterizado porque la pieza de trabajo (2) y la pinza de soldadura (10) son hechas girar una con relación a otra al cerrar dicha pinza de soldadura (10).

5           6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el robot (3) realiza con sus primeros ejes principales I, II, III un movimiento de guía sustancialmente constante (20) a lo largo del trayecto (16) y realiza también con su mano robótica  
10 multieje (9) un movimiento de compensación superpuesto.

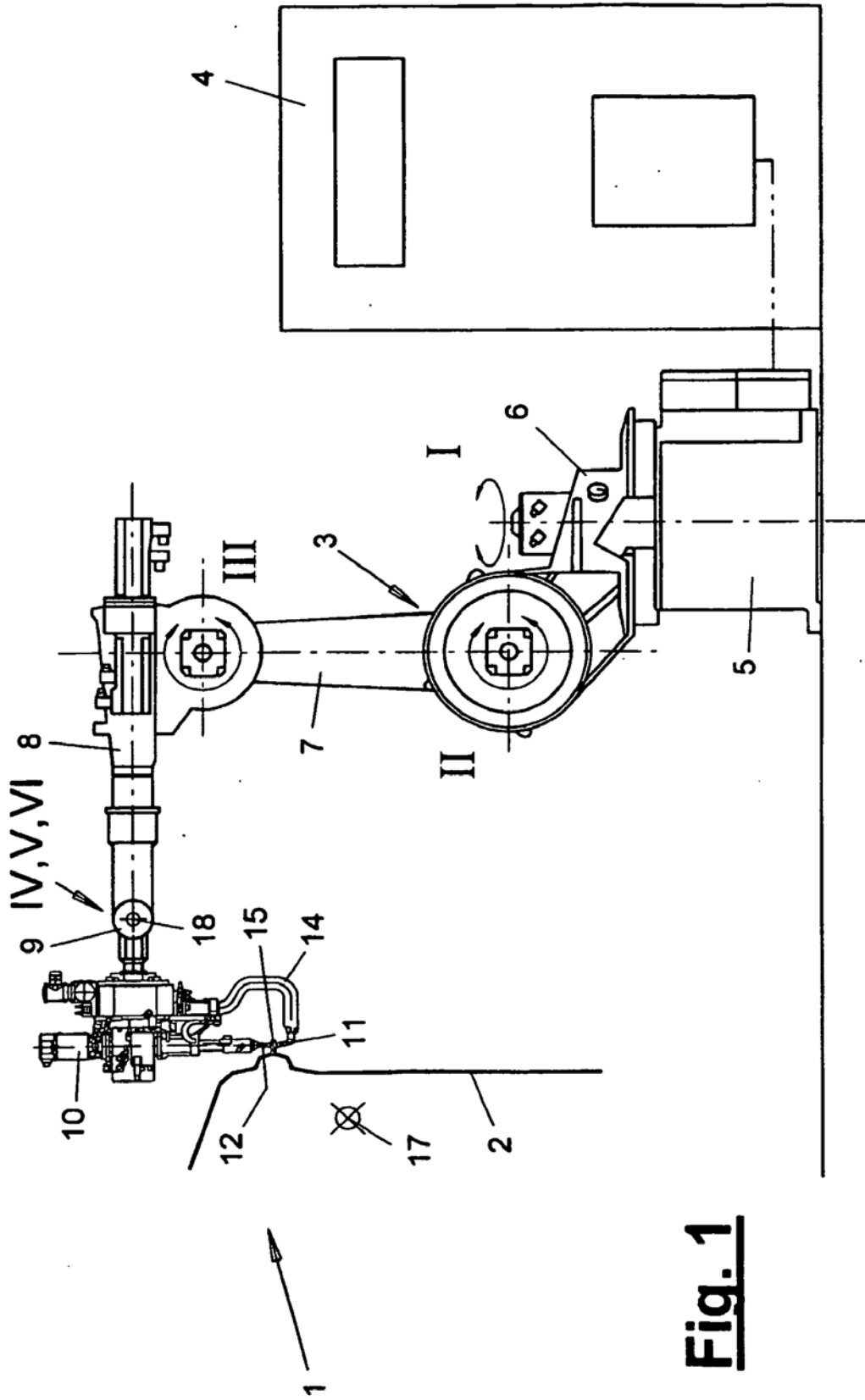
          7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, estando cerrada la pinza de soldadura (10), el movimiento de compensación de la mano robótica (9) es un movimiento de reajuste (21)  
15 alrededor del punto de soldadura (15).

          8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, estando abierta la pinza de soldadura (10), el movimiento de compensación de la mano robótica (9) es un movimiento de orientación  
20 (22) alrededor del punto (18) de la muñeca de la mano en dirección al siguiente punto de soldadura (15).

          9.- Dispositivo de soldadura eléctrica por puntos de piezas de trabajo (2) con uno o varios robots multieje (3), especialmente robots de brazo articulado, con un sistema de control (4) y al menos una pinza de soldadura (10)  
25 con electrodos (11, 12), en donde se aplican varios puntos de soldadura (15) a lo largo de un trayecto (16), y la pieza de trabajo (2) y la pinza de soldadura (10) pueden ser movidas una con relación a otra en un movimiento de  
30 desplazamiento (19) entre los puntos de soldadura (15), y en donde el dispositivo de soldadura (1) es controlado de tal manera que la pieza de trabajo (2) y la pinza de sol-

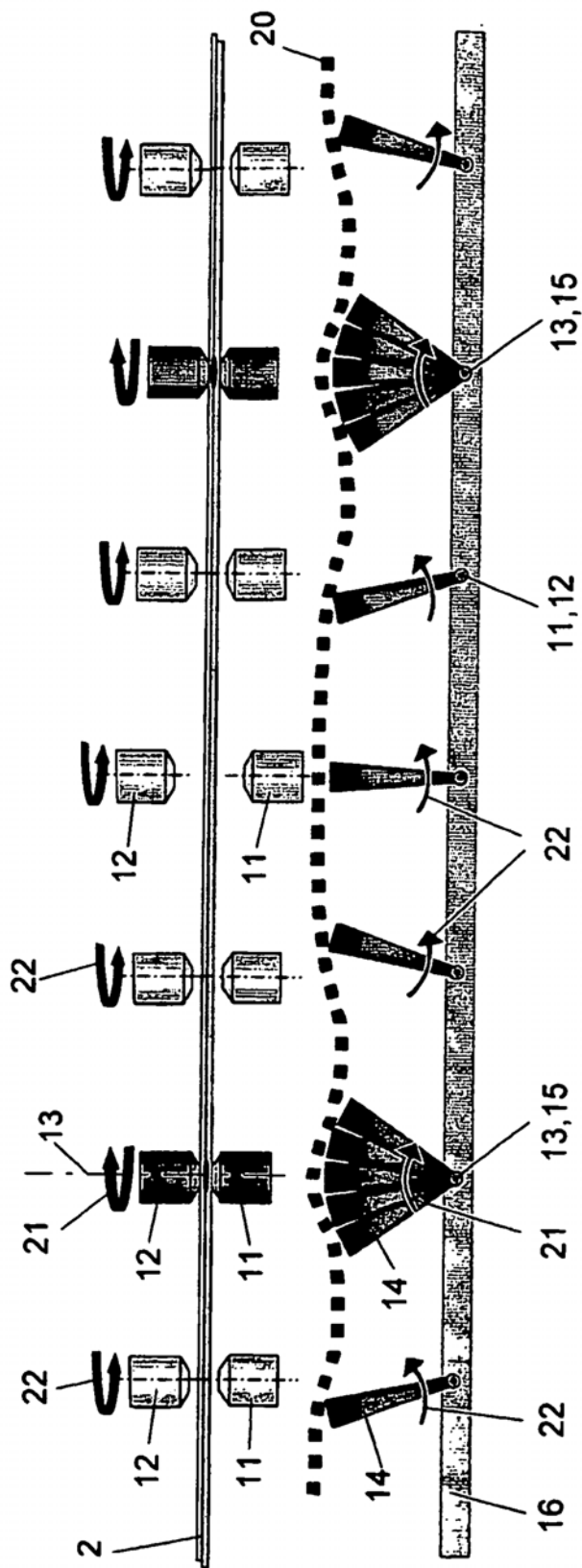
dadura (10) sean movidas una con relación a otra al aplicar los puntos de soldadura (15) a lo largo del trayecto (16), caracterizado porque el control se efectúa de tal manera que, estando cerrada la pinza de soldadura (10), la  
5 pieza de trabajo (2) y dicha pinza de soldadura (10) sean hechas girar una con relación a otra alrededor del punto de soldadura (15).

10 10.- Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque el dispositivo de soldadura (1) presenta un programa de control para ejecutar un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

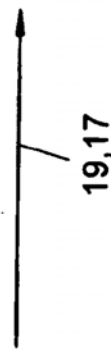


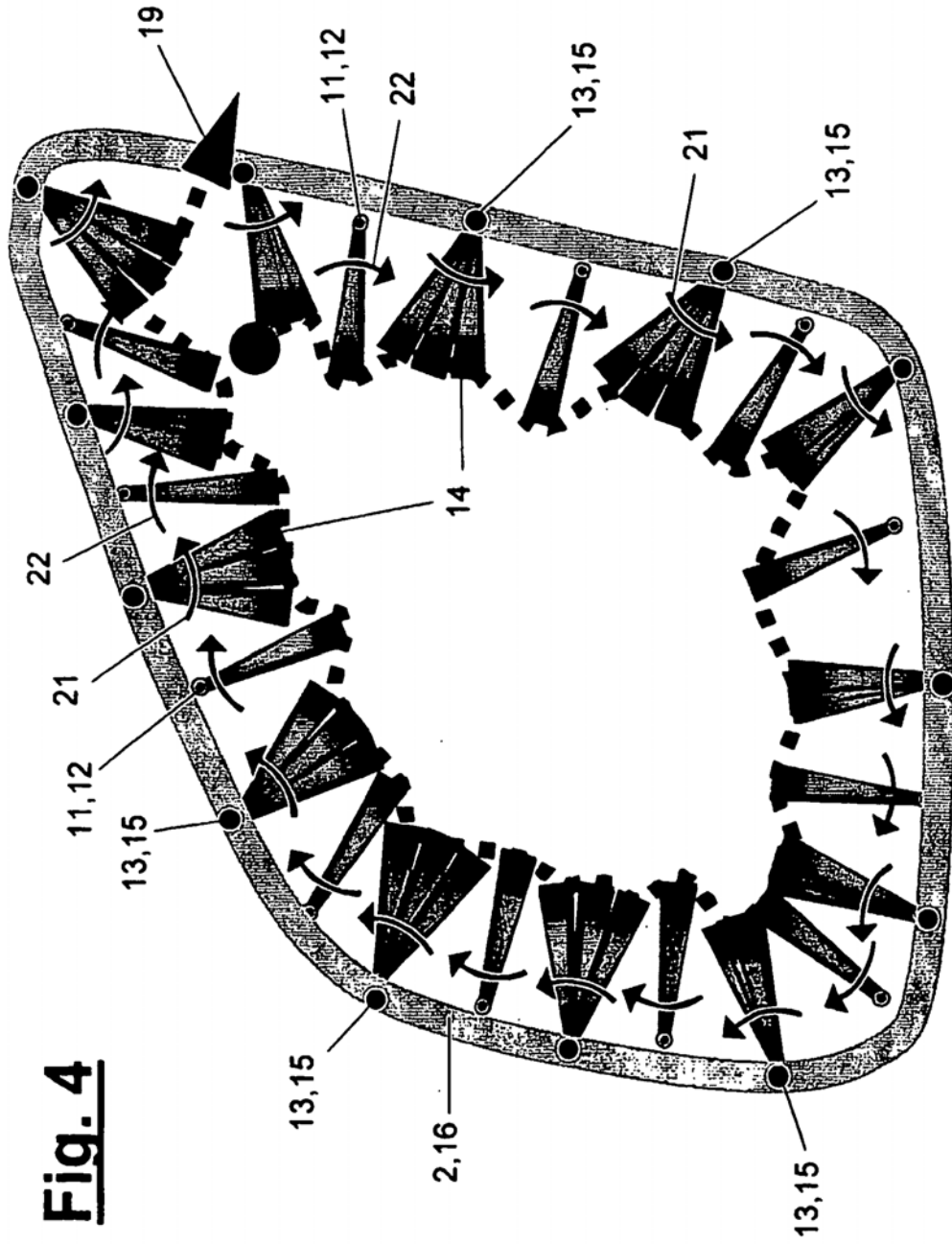
**Fig. 1**

**Fig. 2**



**Fig. 3**





**Fig. 4**

