

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 776**

51 Int. Cl.:

G21C 3/334 (2006.01)

B23K 37/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2005 E 05822965 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2013 EP 1817776**

54 Título: **Instalación de soldadura de esqueletos de ensamblajes de combustible nuclear, procedimiento de programación, y procedimientos de soldadura de esqueleto y de realización de ensamblaje correspondientes**

30 Prioridad:

30.11.2004 FR 0412707

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

30.01.2014

73 Titular/es:

**AREVA NP (100.0%)
Tour AREVA, 1 Place Jean Millier
92400 Courbevoie , FR**

72 Inventor/es:

TAILLANDIER, THIERRY

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 440 776 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 de soldadura de esqueletos de ensamblajes de combustible nuclear, procedimiento de programación, y procedimientos de soldadura de esqueleto y de realización de ensamblaje correspondientes.

5 La presente invención se refiere a una instalación de soldadura de elementos estructurales sobre unos tubos guías de un esqueleto de ensamblaje de combustible nuclear, comprendiendo la instalación:

- 10 - por lo menos un bastidor de recepción y sujeción de los tubos guías y de los elementos estructurales,
- un carro desplazable paralelamente a los tubos guías,
- por lo menos una herramienta de soldadura, y
- 15 - unos medios de desplazamiento de la herramienta de soldadura, enlazando los medios de desplazamiento la pinza con el carro.

La invención se aplica en particular a la soldadura de rejillas de sujeción de barras de combustible nuclear.

20 A partir del documento FR 2 670 947 se conoce una instalación del tipo citado anteriormente que permite soldar unas rejillas provistas de lengüetas de soldadura que sobresalen desde las caras superiores de las rejillas. Los medios de desplazamiento de la instalación de soldadura comprenden una caja de soporte móvil transversalmente con respecto a los tubos guías, un brazo extensible verticalmente y una muñeca orientable que soporta una pinza de soldadura. La muñeca orientable ofrece posibilidades de rotación con respecto a tres ejes distintos, de tal modo que

25 la pinza de soldadura presenta un total de seis grados de libertad. La instalación descrita más arriba permite alcanzar unas cadencias elevadas de soldadura pero es deseable aumentar todavía más esas cadencias.

Es conocida asimismo por el documento US nº 4.587.394 una instalación de soldadura que comprende cuatro herramientas de soldadura que evolucionan simultáneamente para participar cada una en la soldadura de las rejillas sobre los tubos guías de un mismo esqueleto. Cada herramienta está unida a un carro desplazable longitudinalmente con respecto a los tubos guías, por unos medios de desplazamiento que presentan tres grados de libertad. Aunque las cuatro herramientas de soldadura evolucionan simultáneamente, las cadencias alcanzadas por una instalación de soldadura de este tipo también resultan ser demasiado débiles.

35 Una finalidad de la invención es resolver este problema proporcionando una instalación del tipo mencionado anteriormente que permita alcanzar unas cadencias de soldadura mayores.

Con este fin, el objeto de la invención es una instalación de soldadura según la reivindicación 1.

40 Según unos modos particulares de realización, la instalación puede comprender una o varias de las características de las reivindicaciones 2 a 11.

El objeto asimismo de la invención es un procedimiento de soldadura de un esqueleto de ensamblaje de combustible nuclear según las reivindicaciones 12 y 13.

45 Además, el objeto de la invención es un procedimiento de realización de un ensamblaje de combustible nuclear según la reivindicación 14.

Se comprenderá mejor la invención con la lectura de la descripción que sigue, proporcionada únicamente a título de ejemplo y que hace referencia a los dibujos que se adjuntan, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva que muestra una instalación de soldadura según la invención, no habiendo sido representados los bastidores de recepción de esqueletos,
- 55 - la figura 2 es una vista esquemática frontal de la instalación de la figura 1, tomada según la dirección de la flecha II de la figura 1,
- la figura 3 es una vista esquemática, parcial y en perspectiva, que ilustra una parte del esqueleto de un ensamblaje de combustible nuclear que puede ser soldado por la instalación de la figura 1,
- 60 - las figuras 4 y 5 son unas vistas esquemáticas, parciales y en perspectiva, que ilustran los medios de desplazamiento de la herramienta de soldadura de la instalación de las figuras 1 y 2, y
- la figura 6 es una vista esquemática, parcial y en perspectiva, que ilustra una instalación de soldadura según otro modo de realización.
- 65

Las figuras 1 y 2 ilustran esquemáticamente una instalación 1 de soldadura de elementos estructurales sobre tubos guías de esqueletos de ensamblaje de combustible nuclear.

De forma más precisa, los elementos estructurales considerados a continuación son unas rejillas de sujeción de barras de combustible nuclear, aunque otros elementos estructurales tales como unos manguitos también pueden ser soldados por la instalación 1.

Se recuerda, haciendo referencia a la figura 3, que el ensamblaje 2 comprende principalmente unas barras 3 de combustible nuclear y una estructura o esqueleto 4, de soporte de barras 3.

El esqueleto de soporte 4 comprende de forma clásica:

- un terminal de extremo inferior 5 y un terminal de extremo superior 6 dispuestos en los extremos longitudinales del ensamblaje 1,
- unos tubos guías 7 destinados a recibir las barras de un racimo, no representado, de mando y de parada del reactor nuclear, y
- unas rejillas 8 de sujeción de las barras 3.

Los terminales de extremo 5 y 6 están fijados en los extremos longitudinales de los tubos guías 7.

Las barras 3 se extienden verticalmente entre los terminales de extremo 5 y 6. Las barras 3 están dispuestas en los nudos de una red sustancialmente regular de base cuadrada donde están sujetos por las rejillas 8. Algunos de los nudos de la red están ocupados por los tubos guías 7 y eventualmente por un tubo central de instrumentación.

Las rejillas 8 comprenden, de forma clásica, unos juegos de plaquetas entrecruzadas que delimitan entre sí unas células centradas en los nudos de la red regular. La mayor parte de las células están destinadas a recibir una barra de combustible 3. Las demás reciben cada una un tubo guía 7, y la célula central recibe eventualmente el tubo de instrumentación 14.

Habitualmente, las rejillas 8 están provistas de patillas de soldadura que sobresalen hacia arriba y que permiten la soldadura de las rejillas 8 sobre los tubos guías 7. Existen también unas rejillas desprovistas de dichas patillas como se ilustra en la patente US nº 4.849.161. Las plaquetas dobles de la rejilla de ese documento presentan entonces unos espacios libres superiores que delimitan unas zonas de soldadura de la rejilla sobre los tubos guías 7.

La instalación 1 de las figuras 1 y 2 comprende, como la del documento FR 2 670 947, un banco de montaje 10 que puede estar cubierto lateralmente por unos paneles de protección. Este banco 10 es un pórtico metálico que comprende unos montantes y dos raíles 11 longitudinales y horizontales de circulación de un carro 12 que soporta un robot de soldadura 13.

El banco 10 delimita dos zonas de trabajo paralelas (figura 2), de longitud por lo menos igual a la de un esqueleto 4 a soldar, y dispuestas una a lado de la otra. En cada una de las zonas está colocado un bastidor 14 que permite el ensamblaje previo de un esqueleto 4. Cada bastidor 14 se extiende paralelamente a los raíles 11 y puede comprender una mesa 16 mecanosoldada y un mármol 18.

Como ilustra la figura 2, el banco 10 comprende también unos raíles 22 dispuestos transversalmente a los raíles 11 y que permiten hacer circular una jaula 24 entre la posición en la que está representada en la figura 2, y en la que se encuentra enfrente de uno de los bastidores 14, y otra posición en la que se encuentra enfrente del otro bastidor 14. Esta jaula 24 está provista de raíles longitudinales para la circulación de un carro 25 de posicionamiento de mandriles expansibles destinados a ser insertados dentro de los tubos guías 7 en los emplazamientos de soldadura con el fin de evitar la deformación de estos tubos. Estos mandriles pueden tener la constitución ya descrita en el documento FR-A-2 533 353 y ser guiados por unos marcos (no representados) soportados por la jaula.

El mármol 18, que se extiende por toda la longitud del bastidor 14, está previsto para recibir, en unos emplazamientos ajustables, unos marcos 20 de posicionamiento y de sujeción de las rejillas 8 del esqueleto a soldar. Estos marcos 20, provistos de medios que permiten abrirlos para insertar una rejilla 8 y volverlos a cerrar, pueden tener una constitución conocida. En el caso ilustrado, estos marcos 20, destinados a recibir las rejillas 8 de un esqueleto 4, tienen sus diagonales orientadas horizontal y verticalmente.

El carro 12 ocupa toda la anchura del banco de ensamblaje y soporta por lo menos un raíl transversal 34.

El robot de soldadura 13 comprende una pinza 36 de soldadura por resistencia y unos medios 38 de desplazamiento de la pinza de soldadura 36, que unen la pinza 36 al carro 12.

Los medios 38 de desplazamiento comprenden:

- una caja de soporte 40 móvil transversalmente sobre el o los raíl(es) 34,
- un brazo articulado 42 que prolonga la caja de soporte 40 hacia abajo, y
- una muñeca orientable 44 que prolonga el brazo 42 y que soporta la pinza de soldadura 36.

5 La caja de soporte 40 puede contener el transformador de soldadura para alimentar la pinza de soldadura 36 con energía eléctrica.

10 Gracias al carro 12, es posible desplazar la pinza de soldadura 36 con respecto al banco 10 en translación según la dirección x como está materializado con la doble flecha A en la figura 1, es decir paralelamente a los tubos guías 7 de un esqueleto dispuesto sobre un bastidor 14. Gracias a la caja de soporte 40, también es posible desplazar la pinza 36 en translación a lo largo de la dirección y, es decir transversalmente a los tubos guías 7, como está materializado con la doble flecha B en la figura 1.

15 Como ilustran las figuras 4 y 5, el brazo 42 comprende tres tramos sucesivos 46, 48 y 50. El primer tramo 46 prolonga la caja de soporte 40 hacia abajo. El segundo tramo 48 está articulado al primer tramo 46 mediante una doble unión rotativa que permite una rotación relativa con respecto a un eje vertical, como está materializado con la doble flecha C en la figura 4, y una rotación relativa con respecto a un eje horizontal, como está materializado con la doble flecha D en las figuras 4 y 5.

20 El tercer tramo 50 está articulado al segundo tramo 48 del brazo 42 mediante una doble unión rotativa que permite una rotación relativa con respecto a un eje horizontal, como está materializado con la doble flecha E en la figura 5, y una rotación relativa con respecto al eje longitudinal del tercer tramo 50, como está materializado con la doble flecha F en las figuras 4 y 5.

25 La muñeca 44 soporta el cofre 52 de la pinza de soldadura 36. Este cofre 52 está provisto de los medios de alimentación de energía eléctrica y neumática habituales, constituidos por unos cables. La muñeca 44 está unida al tercer tramo 50 del brazo 42 mediante una doble unión rotativa que permite una rotación relativa con respecto a un eje ortogonal al eje longitudinal del tercer tramo 50, como está materializado con la doble flecha G en las figuras 4 y 6, y una rotación con respecto al eje longitudinal de la pinza 36, como está materializado con la doble flecha H en las figuras 4 y 5.

30 De este modo, la pinza de soldadura 36 presenta ocho grados de libertad materializados con las flechas A a H procurando los medios 38 de desplazamiento siete grados.

35 Como ilustra la figura 2, la instalación 1 comprende, además, unos medios programables 54 de mando del desplazamiento y del funcionamiento de la pinza 36. Estos medios 54 de control comprenden por ejemplo un ordenador que comprende uno o varios procesadores, unos medios 56 de almacenamiento de datos, unos medios de entrada y salida y unos medios de visualización no representados.

40 Los medios de entrada y salida comprenden por ejemplo una interfaz de usuario, por ejemplo en forma de una manecilla 58, que permite ordenar manualmente el desplazamiento y el funcionamiento de la pinza de soldadura 3.

45 Para programar los medios 54 de mando que están destinados a continuación a pilotar automáticamente el funcionamiento de la pinza de soldadura 36, se puede proceder, por ejemplo, de la siguiente manera.

50 Un operario ordena manualmente, gracias a la manecilla 58, el desplazamiento de la pinza 36 hasta un primer emplazamiento de soldadura de una primera rejilla 8 sobre uno de los tubos guías 7 de un esqueleto 4 ensamblado previamente sobre uno de los bastidores 14, y a continuación el operario ordena la ejecución de una operación de soldadura en este emplazamiento. Los electrodos de la pinza 36 pasan entonces a aplicar la zona correspondiente 9 de la rejilla 8 sobre el tubo guía 7 considerado, garantizando de este modo una soldadura por resistencia. Las coordenadas de este primer emplazamiento de soldadura, facilitadas por ejemplo por unos sensores de posición 60 presentes en los medios 38 de desplazamiento, se registran entonces en los medios 56 de almacenamiento. Estos sensores, clásicos, han sido representados muy esquemáticamente en la figura 1.

55 El operario continuará entonces con la secuencia de soldadura para el conjunto de la primera rejilla 8 considerada, registrando los medios 56 de almacenamiento progresivamente las diferentes coordenadas de los emplazamientos en los que se han efectuado soldaduras así como las posiciones de la pinza 36 durante estas soldaduras. Como esta secuencia de soldadura en una rejilla 8 no es más que una parte de la secuencia completa de soldadura del esqueleto 4, se denominará a continuación sub-secuencia.

60 A continuación, el operario lleva la pinza 36 sobre el primer emplazamiento de soldadura de una segunda rejilla 8 sobre los tubos guías 7 del esqueleto 4. Puede entonces desencadenar la ejecución de la sub-secuencia de soldadura que ha ejecutado previamente manualmente para la primera rejilla 8 y que ha registrado.

65 Al proceder de este modo para cada una de las rejillas 8, los medios 56 de almacenamiento han registrado los datos

necesarios para la realización de todas las operaciones de soldadura que deben ser efectuadas para todas las rejillas 8 presentes a lo largo de los tubos guías 7.

5 Esta secuencia completa de soldadura de las rejillas 8 de un esqueleto 4 queda entonces memorizada y podrá ser ejecutada automáticamente cuando el mismo tipo de esqueleto 4 tenga que ser soldado por la instalación, debiendo entonces el operario únicamente posicionar la pinza 36 sobre el primer emplazamiento de soldadura de la primera rejilla 8 y desencadenar la ejecución del conjunto de la secuencia.

10 También es posible almacenar, por ejemplo de la manera descrita anteriormente, en los medios 56 de almacenamiento unas secuencias completas de soldadura para diferentes tipos de esqueletos.

15 Este procedimiento de programación, por registro de una secuencia de aprendizaje efectuada bajo mando manual es muy agradable y muy rápido de realizar. Sobre todo es menos engorroso que los procedimientos del estado de la técnica en los que era necesario definir una por una todas las coordenadas de todas las posiciones de soldadura. De todas formas, con la instalación 1, se pueden utilizar otros modos de programación diferentes del que se acaba de describir. A la inversa, este modo de programación por aprendizaje se puede utilizar con una instalación 1 en la que el número de grados de libertad de la pinza 36 es un número cualquiera, por ejemplo seis como en el documento FR 2 670 977.

20 Se observará asimismo que las secuencias completas de soldadura programadas pueden comprender unas sub-secuencias diferentes para algunas de las rejillas 8 así como una sub-secuencia de soldadura de los tubos 7 guías en uno de los terminales de extremo 5 y 6 o en unos elementos de unión con uno de los terminales de extremo 5 y 6.

25 Debido a los numerosos grados de libertad que presenta la pinza 36, ha resultado ser que las secuencias de soldadura se podían efectuar de manera mucho más rápida que en el estado de la técnica. De forma sorprendente, más vale efectivamente aumentar el número de grados de libertad que multiplicar las herramientas de soldadura.

30 Esto es debido al hecho de que se pueden tomar unos recorridos más cortos entre los diferentes emplazamientos de soldadura.

35 Además, debido a los grados de libertad en rotación introducidos, y sobre todo a la posibilidad de rotación con respecto a un eje horizontal, materializada por la doble flecha D, la pinza 36 se puede desplazar con unas velocidades muy elevadas, superiores en particular a 13 m/s.

40 Además, debido al gran número de grados de libertad, la pinza 36 puede alcanzar zonas difícilmente accesibles, y en particular las zonas de soldadura de rejillas tales como las que se describen en la patente US nº 4.849.161. La instalación 1 puede por lo tanto garantizar la soldadura de todos los tipos de rejillas 8 y en particular los que no presentan patillas de soldadura.

Además, la pinza es capaz de aplicar unas fuerzas de soldadura elevadas, por ejemplo del orden de 60 daN, incluso en emplazamientos difícilmente accesibles.

45 Como en el documento FR 2 670 947, la presencia de dos bancos 14 permite usar uno de ellos para ensamblar previamente un esqueleto mientras que el otro se utiliza para soldar, gracias a la pinza 36, los elementos de un esqueleto 4 que ya ha sido ensamblado previamente. Gracias a este funcionamiento en tiempo enmascarado, el robot de soldadura 13 se utiliza de forma casi permanente.

50 Sin embargo, en determinadas variantes, la instalación 1 puede comprender únicamente un bastidor 14.

De forma general, los medios 48 de desplazamiento pueden presentar menos grados de libertad, por ejemplo únicamente siete.

55 Asimismo, los grados de libertad no son necesariamente los descritos anteriormente. Se pueden prever en particular otras combinaciones de rotación(es) y de translación(es) que las descritas.

La figura 6 ilustra otro modo de realización de una instalación 1 de soldadura que se distingue principalmente de la descrita anteriormente por lo expuesto a continuación.

60 El pórtico 10 está montado deslizante sobre el bastidor 14 de recepción de un esqueleto a soldar. La caja de soporte 40 está fijada sobre el alma superior 62 del pórtico 10 y no presenta, por lo tanto, ningún grado de libertad con respecto al mismo. La doble flecha B del modo de realización precedente no es por lo tanto visible en la figura 6.

65 La unión entre los tramos 48 y 50 del brazo 42 es una simple unión rotativa, materializada por la doble flecha E. La unión entre el tramo 50 y la muñeca 44 es una triple unión rotativa, materializada por las dobles flechas F a H.

ES 2 440 776 T3

Los medios 38 de desplazamiento de la herramienta 36 presentan, por lo tanto, seis grados de libertad, materializados por las flechas C a H.

5 El montaje del pórtico 10 sobre el bastidor 14 permite, por lo tanto, eliminar un grado de libertad, en este caso el materializado por la flecha B en las figuras precedentes.

Además, el montaje del pórtico 10 sobre el bastidor 14 permite mejorar el posicionamiento de la herramienta 36 con respecto a un esqueleto a soldar.

10 De forma general, la herramienta de soldadura 36 puede realizar otro tipo de soldadura que no sea la soldadura por resistencia.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación (1) de soldadura de elementos estructurales (8) sobre unos tubos guías (7) de un esqueleto de ensamblaje de combustible nuclear, comprendiendo la instalación:
- por lo menos un bastidor (14) de recepción y de sujeción de los tubos guías (8) y de los elementos estructurales (8),
 - un carro (12) desplazable paralelamente a los tubos guías (7),
 - por lo menos una herramienta de soldadura (36), y
 - unos medios (38) de desplazamiento de la herramienta de soldadura (36), uniendo los medios (38) de desplazamiento la herramienta de soldadura (36) con el carro (12);
- 10 15 caracterizada porque los medios (38) de desplazamiento presentan por lo menos seis grados de libertad.
- 20 2. Instalación según la reivindicación 1, en la que los medios (38) de desplazamiento presentan por lo menos siete grados de libertad.
- 25 3. Instalación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios (38) de desplazamiento comprenden un brazo (42) del cual por lo menos dos tramos (46, 48, 50) están articulados uno al otro, y en la que los medios (38) de desplazamiento comprenden, además, una muñeca (44) que soporta la herramienta de soldadura (36), prolongando la muñeca (44) el brazo (42) y estando articulada al brazo (42) mediante una unión que presenta por lo menos dos grados de libertad.
- 30 4. Instalación según la reivindicación 3, en la que la muñeca (44) está articulada al brazo (42) mediante una unión que permite unas rotaciones (G,H) con respecto a por lo menos dos ejes distintos.
- 35 5. Instalación según la reivindicación 3 o 4, en la que el brazo (42) comprende por lo menos tres tramos (46, 48, 50) articulados uno a otro.
6. Instalación según una de las reivindicaciones 3 a 5, en la que por lo menos dos tramos (46, 48, 50) del brazo (42) están articulados uno a otro mediante una unión que permite unas rotaciones (C, D, E, F) con respecto a dos ejes diferenciados.
7. Instalación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios (38) de desplazamiento comprenden una caja de soporte (40) móvil transversalmente a los tubos guías (7).
- 40 8. Instalación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el carro (12) está montado móvil sobre el bastidor (14).
- 45 9. Instalación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la herramienta de soldadura es una pinza (36) de soldadura por resistencia.
- 50 10. Instalación según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende unos medios programables (54) de mando de los medios (38) de desplazamiento de la herramienta de soldadura (36), y unos medios manuales (58) de mando de los medios (38) de desplazamiento de la herramienta de soldadura (36).
- 55 11. Instalación según la reivindicación 10, en la que los medios (38) de desplazamiento comprenden unos sensores (60) de posición.
- 60 12. Procedimiento de soldadura de un esqueleto (4) de ensamblaje de combustible nuclear, comprendiendo el esqueleto unos tubos guías (7) y unos elementos estructurales (8) soldados sobre los tubos guías (7), comprendiendo el procedimiento unas etapas de soldadura de los elementos estructurales (8) sobre los tubos guías (7) mediante una instalación según una de las reivindicaciones 1 a 11.
- 65 13. Procedimiento de soldadura según la reivindicación 12 en el que la instalación es una instalación según las reivindicaciones 10 u 11, y el procedimiento de soldadura comprende la programación de la instalación, comprendiendo dicha programación las etapas siguientes:
- ordenar manualmente los medios (38) de desplazamiento para que la herramienta de soldadura (36) ejecute una secuencia de soldadura, y
 - registrar la secuencia de soldadura en los medios programables (54) de mando.

14. Procedimiento de realización de un ensamblaje (2) de combustible nuclear, comprendiendo el ensamblaje unas barras (3) de combustible nuclear y un esqueleto (4) de soporte de las barras (3), comprendiendo el esqueleto (4) unos tubos guías (7) y unos elementos estructurales (8) soldados sobre los tubos guías (7), el cual utiliza un procedimiento de soldadura de esqueleto (4) según la reivindicación 12.

5

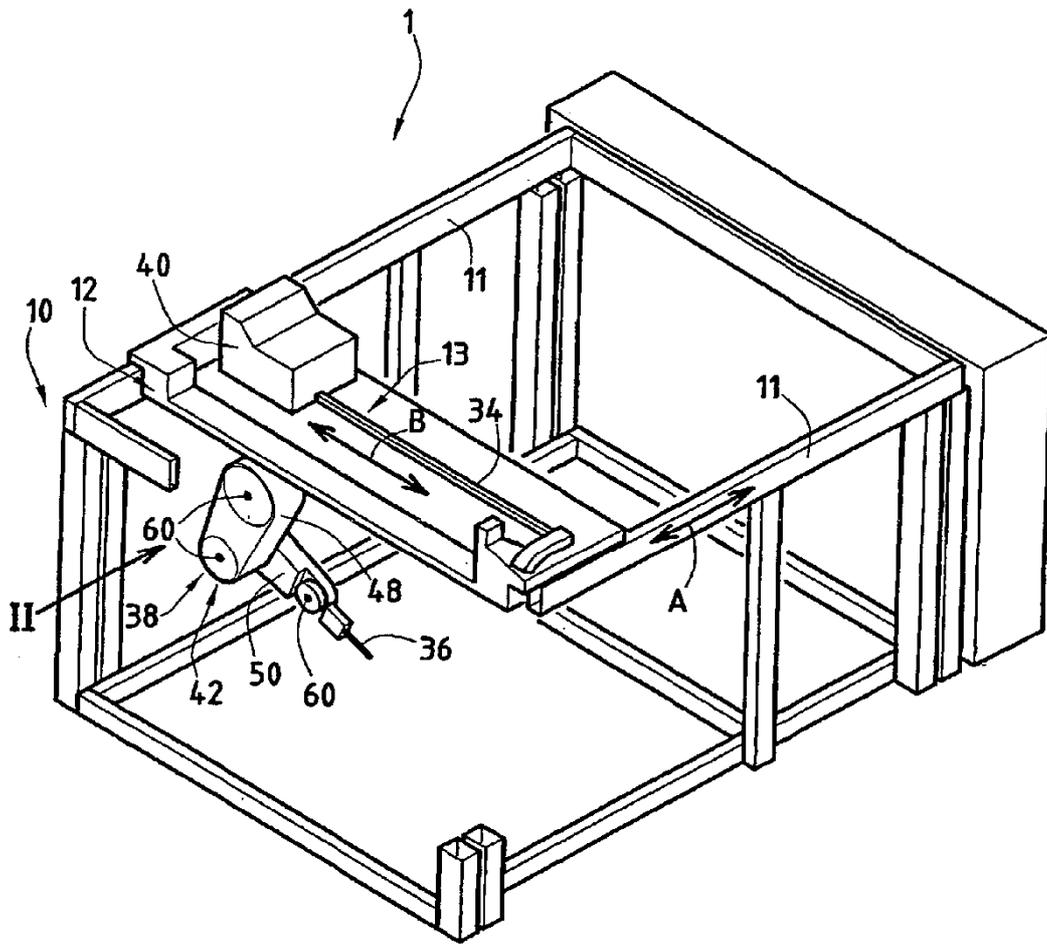


FIG.1

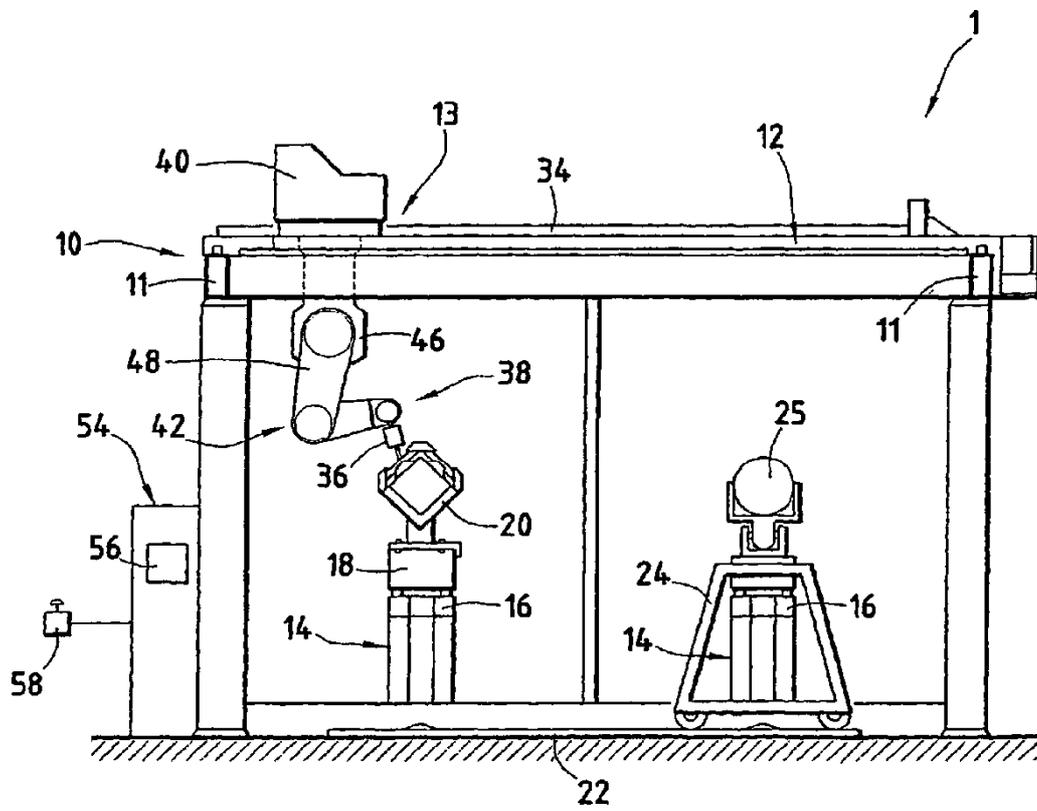


FIG. 2

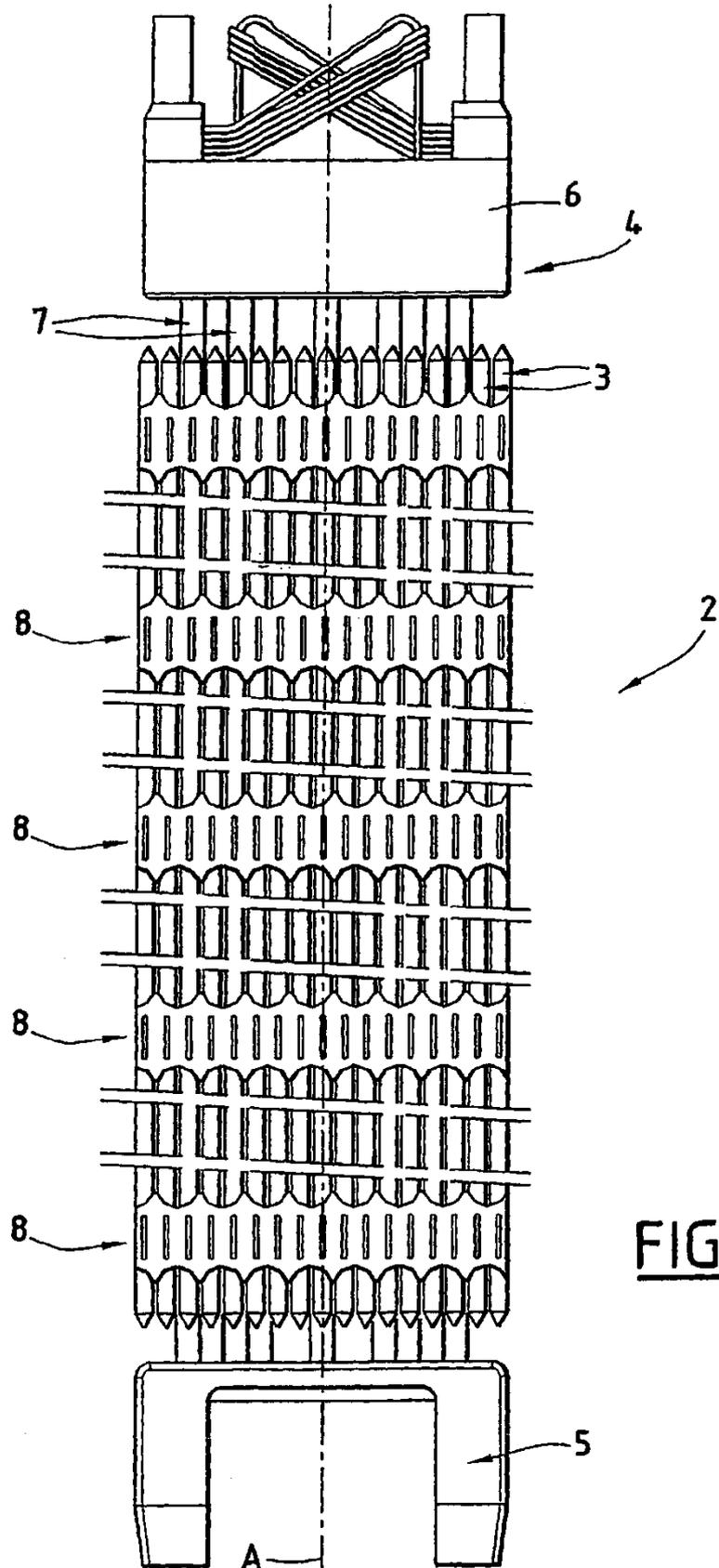


FIG.3

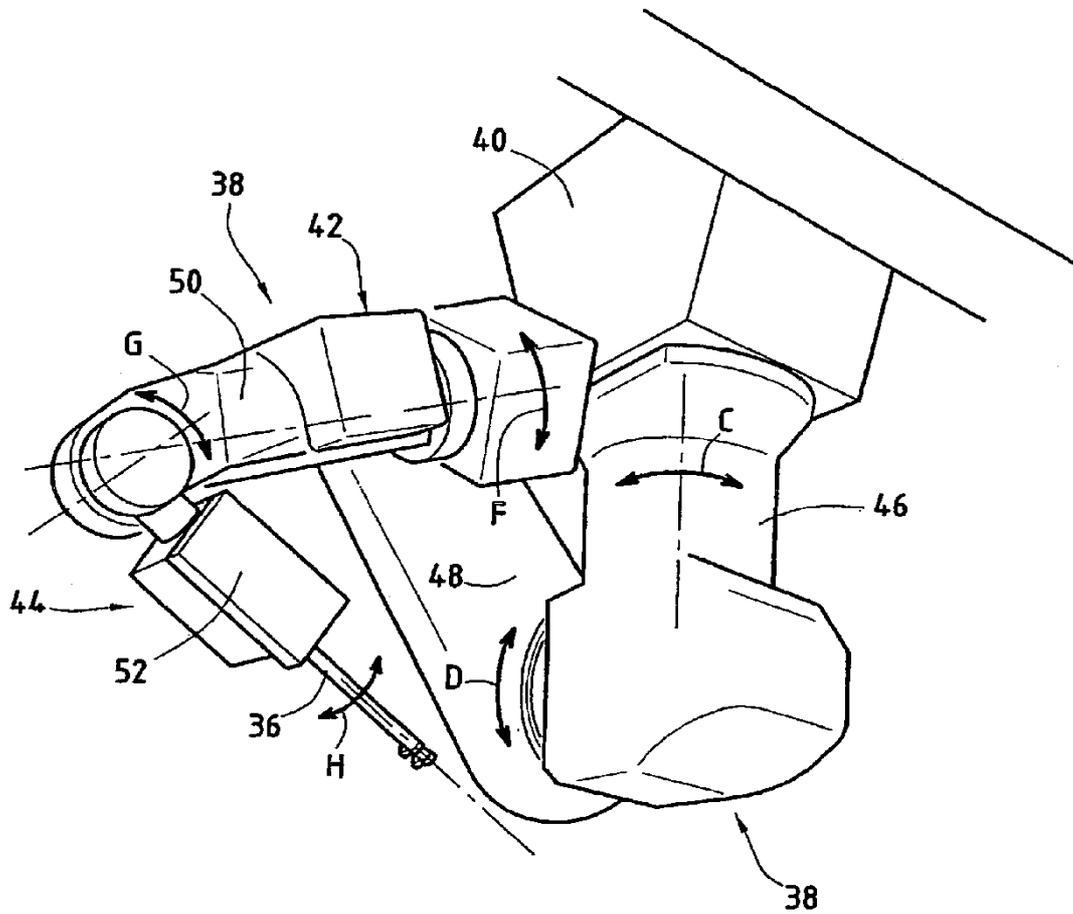


FIG.4

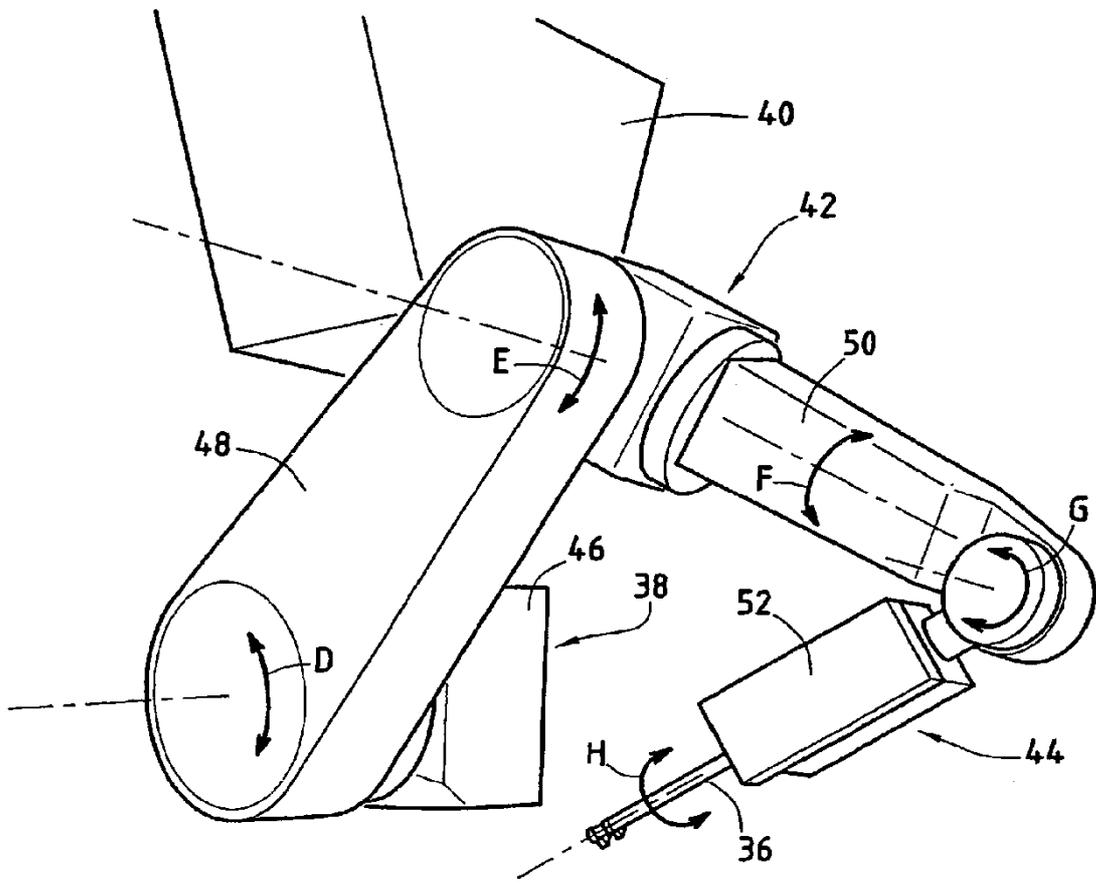


FIG.5

