



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 178 500**

51 Int. Cl.:  
**B23K 9/028** (2006.01)  
**B23K 9/127** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

- 86 Número de solicitud europea: **99967025 .0**  
86 Fecha de presentación : **21.12.1999**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1077785**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **28.02.2001**

54 Título: **Aparato y procedimiento para soldar tubos juntos.**

30 Prioridad: **24.12.1998 GB 9828727**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **16.12.2002**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **01.03.2008**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **01.03.2008**

73 Titular/es: **Saipem S.p.A.**  
**Via Martiri di Cefalonia, 67**  
**20097 San Donato Milanese, Milano, IT**

72 Inventor/es: **Belloni, Antonio y**  
**Bonasorte, Renato**

74 Agente: **Sugrañes Moliné, Pedro**

ES 2 178 500 T5

# ES 2 178 500 T5

## DESCRIPCIÓN

Aparato y procedimiento para soldar tubos juntos.

5 La presente invención se refiere a un aparato y a un método para soldar tubos juntos. Más específicamente, la invención se refiere a soldaduras con arco eléctrico, de secciones de tubo cuando se instalan tuberías en alta mar (es decir, tuberías submarinas). El proceso de soldadura utilizado cuando se instalan tales tuberías es de tipo común en el que se utiliza un soplete de soldar con arco de alambre continuo.

10 Cuando se instalan tuberías en el mar es costumbre soldar, sobre una barcaza, secciones de tubos individuales en una fila de tubos (la fila de tubos conduce hacia el fondo del mar). El proceso de soldadura se realiza cerca de la superficie del agua. Las secciones de tubo pueden consistir en una pluralidad de segmentos de tubos cada uno de ellos soldados juntos sobre una barcaza para formar las secciones de tubo que sean requeridas.

15 La fila de tubos, en el momento de su colocación, está bajo una gran tensión y las juntas de soldadura deben, obviamente, ser necesariamente suficientemente resistentes para soportar las altas fuerzas impuestas sobre las juntas de soldadura. Cada vez que un tubo es soldado en otro tubo, se realizan pruebas exhaustivas para garantizar que la calidad de la junta de soldadura formada es suficiente. La resistencia de una junta de soldadura depende de varios factores, siendo uno de ellos la geometría de la trayectoria trazada por el punto de contacto del arco en relación con las superficies de los tubos a unir. Si el punto de contacto del arco está desviado tan poco como una décima de milímetro, la calidad de la junta puede reducirse lo suficiente para que la junta de tubo sea rechazada, al ser puesta a prueba, por no tener la calidad suficiente. Por consiguiente, es importante que el metal de soldadura sea depositado en la zona de la junta con gran precisión.

25 Además, la distancia radial del electrodo con respecto a los tubos debe cambiar en relación con la profundidad de la junta de la soldadura. Como la zona de la junta entre los tubos se rellena con metal soldado, la superficie del metal soldado queda más cerca del soplete de soldar.

30 Hay por consiguiente consideraciones especiales que deben ser tomadas en cuenta al diseñar un aparato para soldar tubos juntos.

35 Un método conocido de soldar dos tubos juntos puede describirse a continuación. Los tubos a unir son preparados antes del proceso de soldadura, biselando los extremos de los tubos de tal modo que al estar los tubos dispuestos inmediatamente antes de que el proceso de soldadura empiece (coaxialmente entre sí), se define una ranura circunferencial exterior entre los dos tubos. Los tubos son colocados listos para ser soldados. Se monta un carro sobre uno de los tubos para que se desplace alrededor de la circunferencia de los tubos a unir. Se monta un soplete de soldar sobre el carro y el aparato está instalado de tal manera que el extremo del electrodo de metal del soplete queda opuesto y relativamente cerca de la ranura circunferencial. El carro es desplazado alrededor de la circunferencia del tubo y el soplete es puesto en marcha de tal modo que un arco sea dirigido dentro de la ranura. El arco es guiado manualmente y/o por varios sensores mecánicos para guiar el arco con la máxima precisión posible a lo largo de la longitud de la ranura. El proceso de soldadura se realiza generalmente en varios pases.

45 En el método antes descrito, la resolución de los sensores mecánicos es tal que se requiere un operario humano para ayudar en el proceso de soldadura, para guiar el arco con suficiente precisión.

50 US 4.283.617 describe un aparato y un método para soldar automáticamente secciones de tubos juntos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El aparato incluye un conjunto de transporte de soplete para desplazar dos sopletes a lo largo de la junta circunferencial a soldar entre las secciones de tubos. Los dos sopletes están separados por una distancia equivalente a un cuarto de la circunferencia de las secciones de tubos. Otros aparatos/métodos de soldar están descritos en US 4.485.291 y US 4.631.386.

55 El tiempo necesario para instalar un tramo determinado de tubería está determinado, en gran parte, por el tiempo necesario para efectuar todas las operaciones de soldadura necesarias. Existe por consiguiente un deseo general de reducir el tiempo necesario para soldar dos tubos juntos. Cualquier intento de acelerar el proceso de soldadura no debería sin embargo conducir a una reducción significativa de la calidad de la junta de soldadura.

60 Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato y un método para soldar tubos juntos que atenúe al menos algunas de las desventajas antes mencionadas asociadas con el método y aparato conocidos descritos anteriormente. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un aparato y un método para soldar tubos juntos, que es más rápido para soldar tubos juntos que el conocido método y aparato descritos arriba pero sin reducir significativamente la calidad de la junta de soldadura.

65 Así, la presente invención ofrece un método para formar una tubería, que incluye el paso de soldar dos tubos juntos, dicho paso de soldar dos tubos juntos comprende los pasos de:

disponer dos tubos extremo con extremo, estando conformados los tubos de tal modo que se define una ranura extendida circunferencialmente entre los extremos de los tubos,

## ES 2 178 500 T5

realizar un movimiento relativo de una pluralidad de sopletes de soldar con arco dispuestos sobre un único carro a la misma velocidad esencialmente alrededor de los tubos,

5 y accionar dicha pluralidad de sopletes de soldar con arco de modo que sus arcos formen una soldadura dentro de la ranura,

caracterizado porque

10 la tubería formada es una tubería en alta mar,

el ángulo de separación de las paredes que definen la ranura entre los tubos es inferior a 10 grados,

al menos dos sopletes de dicha pluralidad de sopletes de soldar con arco están dispuestos directamente adyacentes uno respecto del otro, de modo que, durante el funcionamiento de los sopletes, los arcos de dichos al menos dos  
15 sopletes se producen directamente uno tras otro dentro de la ranura, dos de los sopletes efectúan la soldadura del tubo, soldado a diferentes velocidades, y

el arco producido por cada uno de dicha pluralidad de sopletes de soldar con arco es guiado electrónicamente de forma automática e independiente por comprobación de las características eléctricas de la soldadura con respecto a cada tubo respectivamente, y comparando las características eléctricas relativas a uno de los tubos con las características eléctricas relativas al otro de los tubos.

Tanto la automatización del proceso como la disposición de una pluralidad de sopletes sobre el carro facilitan la velocidad del proceso de soldar, si bien no necesariamente incrementan de modo significativo la complejidad o el coste del aparato de soldar. Los costes también pueden reducirse porque no hay necesidad de tener un operario experimentado para guiar manualmente el aparato de soldar.

El guiado electrónico automático de la soldadura permite utilizar el método de la presente invención para soldar tubos juntos, en el que el ángulo de separación de las paredes que definen la ranura es inferior a 10 grados. El ángulo de separación de las paredes que definen la ranura es ventajosamente de 6 grados o menos. Generalmente, cuanto más estrecho es el ángulo, menos material de soldadura se necesita para soldar tubos juntos satisfactoriamente. Las paredes que definen la ranura pueden incluso ser sustancialmente paralelas.

Cuando los sopletes son accionados en primer lugar para formar una soldadura, es preferible que un primer soplete empiece a soldar y que otros sopletes empiecen a soldar sólo cuando hayan alcanzado la posición en la cual el primer soplete había empezado. Se puede parar los sopletes en orden de un modo similar.

Se han hecho muchas propuestas en el pasado para acelerar el proceso de soldar al cual se refiere la presente invención. Una de tales propuestas es proporcionar más de un aparato de soldar, siendo manejado cada aparato de soldar por un operario de soldar respectivo. Sin embargo, tal propuesta requiere disponer de carros independientes, lo cual conduce a un aumento de los costes. También porque era costumbre en el pasado que la ranura circunferencial entre los tubos fuera disminuyendo, también era costumbre reducir la velocidad del soplete de soldar relativo al tubo a medida que la profundidad de la junta de soldadura aumentaba, porque a medida que aumenta la profundidad, la anchura de capa de la junta de soldadura a formar aumenta y por consiguiente el tiempo necesario para formar capas sucesivas (de una longitud dada a lo largo de la ranura) también aumenta. Así, las propuestas para proporcionar dos carros que transportan cada uno un soplete requieren a menudo que los carros sean aptos para desplazarse independientemente uno de otro y a diferentes velocidades, lo cual causa complicaciones en el sentido de que se tienen que hacer esfuerzos para evitar que el carro y los conjuntos de sopletes perturben e interfieran uno respecto del otro.

La automatización del guiado de los sopletes de soldar según la presente invención facilita la provisión de una pluralidad de tales sopletes montados sobre un único carro. Si el guiado de los sopletes no fuera totalmente automatizado, se podría necesitar una pluralidad de operarios con respecto a un único carro. Además, el método de guiar automáticamente los sopletes según la presente invención, no requiere un contacto mecánico con las paredes que definen la ranura y se ha descubierto que es altamente preciso, lo cual podría conducir a que se rechacen menos soldaduras en el momento de someterlas a las rigurosas pruebas de calidad necesarias al instalar tuberías. Preferiblemente, al estar siendo desplazados los arcos a lo largo de la longitud de la ranura circunferencial, el guiado de los arcos -en tanto que el movimiento de los arcos en una dirección a lo largo del eje del tubo es controlado-, se efectúa sin ningún sensor mecánico u óptico.

Los ejes de los sopletes pueden ser sustancialmente paralelos. Tal como, los ejes de los sopletes pueden estar dispuestos de tal modo que, durante el uso, cada uno de ellos se extienda de modo sustancialmente radial con respecto al tubo.

El guiado de los arcos puede ser, y preferiblemente es, realizado por un carro que se desplaza circunferencialmente alrededor de los tubos y a lo largo de la ranura, de tal modo que el soplete apunta generalmente hacia la ranura y una unidad de control controla la posición exacta de los arcos, realizando movimientos correctores del soplete en una dirección paralela al eje del tubo. Tales movimientos correctores, preferiblemente, pero no necesariamente, desplazan sustancialmente el arco hasta el lugar exacto deseado.

## ES 2 178 500 T5

Tal como se ha mencionado anteriormente, el arco producido por cada uno de dicha pluralidad de sopletes de soldar con arco es guiado electrónicamente y automáticamente de modo independiente. Guiando cada arco independientemente puede facilitar la producción de una junta de soldadura de mayor calidad. Preferiblemente, el proceso de guiar automáticamente los arcos incluye un paso de obtener la diferencia entre un valor que representa una característica eléctrica relativa a un tubo y un valor que representa la misma característica eléctrica relativa al otro tubo y efectuar luego un movimiento corrector en el cual la posición del arco es desplazada en función del valor de la diferencia. Por ejemplo, la posición del arco puede ser desplazada a una distancia predeterminada (por ejemplo, en una dirección a lo largo del eje del tubo) si el valor de la diferencia sobrepasa un margen predeterminado de valores aceptables. La dirección del movimiento puede depender de si el valor de la diferencia está por encima de un valor de umbral alto o por debajo de un valor de umbral bajo. La magnitud del movimiento corrector podría depender del valor de la diferencia.

Las mediciones a partir de las cuales se obtienen los valores de las características eléctricas comparadas, por supuesto se toman preferiblemente estando el arco sustancialmente a la misma distancia a lo largo de la longitud de la ranura.

Si se realiza un movimiento corrector sólo cuando el valor de la diferencia sobrepasa un margen aceptable de valores, es preferible disponer de un medio complementario para corregir el movimiento. Si durante todo el tiempo el valor de la diferencia es indicativo de que el arco está continuamente fuera de posición, en un lado de la trayectoria deseada, pero no lo suficiente para provocar que el valor de la diferencia sobrepase el margen aceptable predeterminado, entonces, sin embargo es preferible corregir esta pequeña pero persistente discrepancia en la posición del arco. El método, por consiguiente, comprende preferiblemente controlar los valores de las diferencias durante todo el tiempo y si los valores de las diferencias son indicativas de que substancialmente el arco está continuamente a un lado de la trayectoria deseada, se efectúa un movimiento corrector del arco. Por ejemplo, se puede disponer un dispositivo integrador para calcular la suma de los valores de las diferencias calculadas.

Las características eléctricas que se obtienen pueden incluir una o más de voltaje, de diferencia de potencial, de corriente, de intensidad de corriente y de impedancia de arco. Las características se obtienen preferiblemente midiendo las características eléctricas de los arcos de los sopletes de soldar.

No todos los sopletes necesitan funcionar del mismo modo. Por ejemplo, algunos sopletes pueden funcionar a diferentes corrientes. Dos de los sopletes que efectúan la soldadura del tubo sueldan a diferentes velocidades. Por ejemplo, un soplete puede estar alimentado con alambre de soldar a una velocidad diferente.

Preferiblemente, hay dos sopletes de soldar montados sobre el carro. Preferiblemente, cada soplete es un soplete de soldar por arco de alambre continuo. Por ejemplo, en uso, el alambre es alimentado en el soplete y, por el proceso de soldadura con arco, rellena la ranura entre los tubos para formar la junta de soldadura. El suministro de alambre es montado ventajosamente lejos del carro. Teniendo el suministro de alambre instalado lejos hace al carro más ligero y consecuentemente más fácil de manejar. El alambre puede estar montado en un carrete. Un carrete típico de alambre puede pesar unos 2,5 kg.

Preferiblemente, cada soplete es movable independientemente en una dirección que tiene un componente paralelo al eje del tubo.

Un método adecuado para obtener los valores necesarios de las características eléctricas relativas a cada tubo respectivo está descrito a continuación. Un paso de este método incluye preferiblemente hacer oscilar cada soplete de soldar de modo que la posición de cada arco se desplace alternativamente de un lado a otro de la trayectoria general siendo trazada a lo largo de la ranura por cada soplete respectivo. Los sopletes son así desplazados preferiblemente de modo que las posiciones respectivas de los arcos dentro de la ranura oscilan entre las paredes que definen la ranura. Cada soplete de soldar es oscilado preferiblemente de modo que la posición de cada arco generalmente se desplace alternativamente hacia y lejos de las paredes de la ranura. El movimiento oscilatorio de cada arco es preferiblemente en una dirección que tiene un componente en una dirección a lo largo del eje del tubo. Preferiblemente, la dirección del movimiento oscilatorio es sustancialmente perpendicular a la longitud de la ranura. Preferiblemente, la dirección del movimiento oscilatorio es sustancialmente paralela al eje del tubo. El movimiento oscilatorio de los arcos hacia y lejos de las paredes de la ranura es ventajosamente pequeño en comparación con la anchura de la capa de soldadura que está siendo depositada en un momento dado. La amplitud del movimiento oscilatorio es ventajosamente tan pequeña que la calidad de la soldadura formada no está significativamente afectada. Por ejemplo, la amplitud de las oscilaciones del arco puede, al menos durante alguna fase del proceso de soldadura, ser inferior a una décima de milímetro.

Como se ha indicado arriba, el paso de obtener las características eléctricas de la soldadura con respecto a cada tubo incluye preferiblemente el paso de hacer oscilar la posición de los arcos dentro de la ranura. Debido a que las características eléctricas de un arco cambian en función de la posición relativa del arco dentro de la ranura, se puede obtener la posición del arco dentro de la ranura observando y comparando las características eléctricas del arco, a medida que cambia la distancia del arco desde las paredes.

El movimiento de cada soplete en dicha dirección que tiene un componente paralelo al eje del tubo es impulsado preferiblemente por un respectivo motor principal independiente. Un único motor principal efectúa preferiblemente

## ES 2 178 500 T5

el movimiento de los sopletes a lo largo de la longitud de la ranura. El o cada motor principal puede ser un motor eléctrico, preferiblemente un motor eléctrico sin escobillas.

Ventajosamente, cada soplete es refrigerado durante la operación. En tal caso, cada soplete puede estar provisto de medios para refrigerar el soplete durante la operación. Cuando un soplete trabaja muy cerca de otro soplete que está siendo también utilizado, la cantidad excesiva de calor generado por los dos sopletes puede causar problemas mecánicos a los sopletes o a otros aparatos cercanos si el calor no se disipa adecuadamente. Preferiblemente, los sopletes son refrigerados cada uno con agua. Preferiblemente, el sistema de refrigeración con agua de un soplete realiza la refrigeración de la boquilla de soldadura de tal soplete.

La invención también proporciona un método como el descrito anteriormente, en el que los tubos tienen un tamaño y un grosor de paredes adecuados para formar una tubería submarina y en el que los tubos son unidos mediante soldadura a tope realizada por un aparato de soldar de guiado automático, comprendiendo el método los pasos de:

- disponer coaxialmente dos tubos a unir uno al lado del otro, delimitando las paredes extremas de los tubos enfrentadas la una respecto la otra una ranura biselada extendida circunferencialmente que tiene una pared izquierda y una pared derecha,
- proporcionar un aparato de soldar que incluye:
  - una guía montada alrededor de la circunferencia del tubo,
  - al menos un carro de arrastre automático montado sobre la guía, para desplazar a lo largo y alrededor del tubo bajo el control de una unidad de control, comprendiendo el o cada carro unos dispositivos de bloqueo y de deslizamiento acoplables con la guía, y unas unidades de arrastre para arrastrar el o cada carro a lo largo de la guía,
  - dos sopletes de soldar oscilantes de alambre continuo montados sobre el o cada carro, y
  - un medio alimentador de alambre para alimentar alambre en cada soplete de soldar oscilante,
- desplazar los sopletes de soldar alrededor de la guía y hacer funcionar los sopletes para efectuar la soldadura de la pared izquierda y de la pared derecha de la ranura para soldar los tubos juntos, con respecto a cada soplete, obtener, en cada uno de una multiplicidad de momentos durante todo el tiempo, los valores de los parámetros eléctricos relativos al voltaje, a la intensidad de corriente y a la impedancia de arco voltaico, tanto de la pared izquierda como de la pared derecha de la ranura durante el movimiento continuo de los sopletes oscilantes,
- con respecto a cada soplete, calcular la diferencia entre los valores de los parámetros eléctricos para la pared derecha y para la pared izquierda,
- con respecto a cada soplete, comparar los valores de las diferencias calculadas, en cada momento, con los valores predeterminados almacenados en un medio procesador para determinar, en cada momento, los cambios de dichos valores,
- dirigir la variación de los movimientos de cada soplete de soldar oscilante, activando, cada vez que el cambio en relación con el soplete respectivo sobrepase un límite predeterminado, un medio motor para orientar el soplete de modo que el aporte de soldadura se deposite en el centro de la garganta de la ranura y superponiendo luego sustancialmente el aporte de soldadura sobre la línea central nociónal de la ranura, y
- proporcionar una atmósfera protectora de gas dióxido carbónico activo, de modo que los tubos con paredes que son relativamente gruesas y por tanto biseladas de modo que el ángulo entre las paredes izquierda y derecha de la ranura definidas entre los extremos de los tubos sea relativamente pequeño, puedan ser soldados juntos rápidamente de un modo económico.

La presente invención también proporciona un método para construir tuberías submarinas, que incluye utilizar el método según la presente invención como se describe aquí. La técnica utilizada para instalar tuberías submarinas puede ser el método de tendido en J.

Si la invención antes descrita es utilizada para conectar un sección de tubo con una tubería, uno de los dos tubos será la sección de tubo y el otro será por supuesto el extremo libre de la tubería a la cual debe ser conectada la sección de tubo. Si bien en caso de que una sección de tubo deba ser soldada a una tubería es necesario impedir su rotación, al menos algunas de las características de la presente invención pueden, por supuesto, ser utilizadas también cuando se suelden tubos juntos, tal como por ejemplo al soldar segmentos de tubos juntos para formar una sección de tubo, en el que es posible que los tubos giren y que el aparato de soldar permanezca fijo.

## ES 2 178 500 T5

De acuerdo con la invención, se proporciona también un aparato de soldar para usar con el método de la invención antes descrita, comprendiendo el aparato:

5 un carro que transporta una pluralidad de sopletes de soldar con arco,

una unidad de control para facilitar el guiado automático de los arcos producidos por los sopletes, en la cual el aparato está configurado de modo que puede ser utilizado para soldar juntos dos tubos dispuestos extremo contra extremo, definiendo entre ellos una ranura, disponiendo el aparato de modo que

10 el carro está montado para desplazarse alrededor de la circunferencia de los tubos,

la unidad de control recibe señales que representan las características eléctricas de la soldadura con respecto a cada tubo, respectivamente, mediante lo cual

15 la unidad de control facilita el guiado automático independiente del arco de cada soplete a lo largo de la ranura, comparando las señales relativas a uno de los tubos con las señales correspondientes relativas al otro de los tubos. Cada soplete está provisto preferiblemente de una unidad de control respectiva. Otros ejemplos de cómo el aparato puede estar configurado para realizar un aspecto del método de la presente invención incluyen que cada soplete de soldar esté preferiblemente dispuesto de modo que sea capaz, en uso, de efectuar un movimiento oscilatorio del arco y cada soplete de soldar sea capaz preferiblemente de ser oscilado de modo que, en uso, la posición de cada arco generalmente se desplace alternativamente hacia y lejos de las paredes de la ranura.

25 Unas realizaciones de la presente invención serán descritas ahora, mediante unos ejemplos, con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

la Fig. 1 es una vista lateral esquemática de un aparato de soldar que incluye dos sopletes de soldar (se muestra uno sólo de ellos por motivos de claridad) según una primera realización de la presente invención;

30 la Fig. 2 es un diagrama en bloque esquemático que ilustra el sistema de guiado automático del aparato de soldar de la primera realización; y

la Fig. 3 es una vista en perspectiva esquemática de un aparato de soldar que incluye dos sopletes de soldar según una segunda realización de la presente invención.

35 La Figura 1 muestra en sección transversal parcial los extremos de los tubos 2 y 4 para ser soldados juntos y una vista lateral esquemática de un aparato de soldar 10 que tiene dos sopletes 1 de soldar con arco voltaico (sólo puede ser visto uno de ellos en la Figura 1) para soldar a tope los tubos 2 y 4 juntos. El soplete de soldar es del tipo de soldadura bien conocido GMAW (soldadura con arco metálico) y puede ser o del tipo usado en soldadura MAG (gas activo metálico) o del tipo utilizado en soldaduras MIG (gas inerte metálico). El gas utilizado puede ser por ejemplo dióxido de carbono.

40 Los tubos 2, 4 están dispuestos con sus ejes alineados y sus extremos 26, 27 uno cerca de otro. Los extremos 26, 27 de los tubos están biselados, de modo que cuando se unen forman una ranura exterior extendida circunferencialmente 28.

45 Un carril 6 está montado fijo como una sola unidad sobre el tubo izquierdo 2 (como se ve en la Figura 1). El carril 6 se extiende circunferencialmente alrededor del tubo 2. El carril 6 tiene dos guías de carril 29, 30 que se extienden alrededor del tubo 2. El aparato de soldar 10 está montado para desplazarse a lo largo del carril 6. Unas ruedas 5 están montadas rotativamente sobre una placa base 7 del aparato de soldar 10. Las ruedas 5 se acoplan con las guías de carril 29, 30 y facilitan el movimiento guiado del aparato 10 a lo largo del carril 6. Uno de los carriles 30 proporciona también una cremallera dentada que se extiende alrededor del tubo. Una rueda de piñón (no mostrada), montada para engranar con la cremallera, es conducida de modo que el aparato pueda ser conducido alrededor del tubo 2. La rueda de piñón conducida puede ser girada mediante una cadena conducida, la cual es impulsada por un motor de velocidad gradual, o por una fuente conductora similar (no ilustrada). El carril 6 está posicionado de modo sobre el tubo 2 que los sopletes 1 del aparato 10 están posicionados cada uno directamente encima de la ranura 28. Tales métodos de posicionar un carril y un aparato de soldar sobre un tubo de tal modo que un soplete del aparato de soldar esté correctamente posicionado encima de la junta de soldadura a formar son bien conocidos y por consiguiente no están descritos aquí con mayor detalle.

50 En uso, el aparato 10 es conducido alrededor de los tubos 2, 4, y los sopletes de soldar 1 son manejados y controlados de modo que depositan material de soldar en el centro de la ranura 28 para formar una junta de soldadura 3. Los sopletes de soldar están dispuestos uno al lado del otro. Cuando el aparato se acciona, el primer soplete (el soplete en la parte frontal en función de la dirección inicial de movimiento de los sopletes) se acciona el primero y el otro soplete no se acciona hasta que alcanza el principio de la soldadura depositada por el primer soplete. Luego, a medida que el aparato 10 pasa a lo largo de la ranura 28, el material de soldadura es depositado dentro de la ranura por el primer soplete para formar la junta de soldadura 3 y poco después más material de soldadura es depositado encima de la junta de soldadura 3 por el segundo soplete. El aparato 10 realiza varios pases, depositando más capas de material

## ES 2 178 500 T5

de soldadura dentro de la ranura para unir los tubos juntos. El aparato de soldar 10 gira en ambas direcciones alrededor de la circunferencia de los tubos 2, 4. El aparato de soldar 10 se desplaza alrededor de los tubos 2, 4 en una dirección (es decir, en sentido horario u antihorario) hasta que ha recorrido la circunferencia entera de los tubos al menos una vez.

5

Ambos sopletes 1 funcionan de modo similar. La descripción siguiente se refiere a uno solo de los dos sopletes y a su sistema de guiado, pero se sobreentenderá que el otro soplete funciona de modo sustancialmente similar.

10 El alambre de soldar 9 es introducido continuamente desde un carrete 11 de alambre en el soplete 1. El alambre de soldar 9 se desenrolla del carrete de alambre 11 por medio de un dispositivo de arrastre 14 que transporta el alambre 9 a través de un tubo de guía 8 hasta un dispositivo de tensado 12, desde el cual el alambre se introduce en el soplete 1.

15 La soldadura de los tubos 2 y 4 por el soplete de soldar es controlada por un sistema de guiado automático. El sistema de guiado guía el soplete de soldar, comprobando los valores de los parámetros eléctricos relativos a la impedancia de arco voltaico. La impedancia de arco depende, entre otras cosas, de la posición del arco de soldar en relación con las paredes que definen la ranura 28. Si el arco instalado en el plano central nocional (que contiene la línea central de la ranura 28) a medio camino entre las paredes de la ranura 28, entonces la influencia de esas paredes sobre los parámetros eléctricos antes mencionados es prácticamente idéntica. Por otra parte, si el arco del soplete voltaico 1 no está posicionado directamente en el centro de la ranura 28, la influencia de las paredes de la ranura sobre/en\*\* 20 los valores de parámetros será diferente. Monitorizar las magnitudes de un parámetro eléctrico obtenidas permite a la unidad de control (no mostrada en la Figura 1) del aparato calcular la desviación de la posición central del arco del soplete 1 dentro de la ranura 28. Más específicamente, la magnitud de los valores de voltaje, corriente e impedancia (V, I, R) relativos a una pared de la ranura 28 son comparados con los relativos a la otra pared de la ranura, durante el movimiento continuo del soplete 1. El voltaje y la corriente del arco son medidos con un equipo fijado a o en el 25 soplete de soldar y la impedancia del arco puede ser calculada entonces utilizando estos valores medidos. El método de obtener estos valores con respecto a una pared dada de la ranura 28 es explicado a continuación con referencia a la Figura 2.

30 Si el arco está en una posición descentrada, en el sentido de arco, el extremo del alambre 9 y el baño de soldadura están más cerca de una de las paredes de la ranura, habrá una disminución de impedancia de arco voltaico con respecto a la pared opuesta, ya que el aparato de soldar es tal que el valor de voltaje tiende a disminuir y la intensidad de corriente tiende a aumentar. Las correcciones en la orientación y en la posición del soplete 1 en relación con la ranura 28 y la soldadura 3 se realizan mediante el sistema de guiado automático en tiempo real.

35 El diagrama de bloques de la Figura 2 ilustra esquemáticamente el sistema de guiado automático del aparato de soldar según la primera realización (ilustrada en la Figura 1) de la presente invención. Cada soplete está provisto de un sistema de guiado pero el sistema está ilustrado y descrito con referencia a un único soplete por motivos de simplicidad.

40 El sistema de guiado comprueba periódicamente los valores de los parámetros eléctricos de voltaje, de intensidad de corriente y de impedancia de arco voltaico relativos a la pared derecha y a la pared izquierda que definen la ranura 28 (ver Figura 1). El soplete de soldar es oscilado de modo que la posición del arco oscila con una pequeña amplitud en una dirección sustancialmente paralela al eje del tubo (de modo que el arco se desplaza hacia y lejos de cada pared). El voltaje y la corriente del arco son medidos prácticamente de forma continua y las señales correspondientes a los 45 valores medidos pasan desde el soplete 1 a través de un cable 25 a una unidad de gobierno 15. La unidad de gobierno 15 incluye un medio procesador que procesa las señales. La unidad de gobierno 15 envía señales representativas de los valores de los parámetros eléctricos medidos para las paredes izquierda y derecha a dos filtros digitales 16, 18, un filtro 16 para generar señales relativas a la pared derecha, y un filtro 18 para la pared izquierda. La unidad de gobierno 15 y los filtros 16, 18 son de este modo, capaces de extraer eficazmente de las señales del soplete 1, las señales correspondientes a los valores de los parámetros medidos con respecto al arco en relación con la pared izquierda y la 50 pared derecha, respectivamente, de la ranura 28. Las señales de salida son producidas así por los filtros 16, 18 relativas al voltaje, corriente y valores de impedancia relativos a su respectiva pared de la ranura.

55 Una unidad de diferencia 19 calcula una indicación de la posición dentro de la ranura del arco del soplete, calculando las diferencias en los valores relativos a las paredes izquierda y derecha respectivamente, extraídas de las señales recibidas de los filtros 16, 18. Los cálculos, los cuales se hacen prácticamente de forma continua, son utilizados en tiempo real para controlar la posición y la orientación del soplete 1 en relación con la ranura 28.

60 Si los cálculos efectuados indican que la diferencia en la posición deseada del arco y la posición actual del arco es mayor que una distancia de umbral fija y predeterminada, entonces se genera una señal que hace que una unidad de ganancia 21 active una señal de mando, la cual, por medio de un amplificador 22, hace que una unidad impulsora 23, en asociación con una unidad de regulación de centrado 24 desplace el soplete de soldar 1, de modo que el arco se desplaza hacia la posición deseada (la línea central de la ranura).

65 Si los cálculos hechos (por la unidad de diferencia 19) indican que la diferencia en la posición deseada del arco y la posición actual del arco es menor que o igual que la distancia de umbral predeterminada, la unidad de ganancia 21 no hace que el soplete se desplace. Sin embargo, las señales que representan los valores de diferencia calculados por la unidad de diferencia 19 son enviadas a una unidad integradora 20 que está también provista para regular el

## ES 2 178 500 T5

5 posicionamiento del soplete 1 durante el proceso de soldadura. Si la posición del arco permanece cerca de la línea central de la ranura 28 y la suma de las distancias a la izquierda de la línea es prácticamente igual, durante todo el tiempo, a la suma de las distancias a la derecha de la línea, el integrador 20 no generará ninguna señal de mando de centrado a través del amplificador 22. Sin embargo, si la posición del arco, aunque permanezca dentro del margen tolerado de distancias desde la línea central de la ranura, se encuentra prevalentemente a un lado de la línea, entonces el integrador 20 activa una señal de mando, la cual, por medio del amplificador 22, hace que la unidad impulsora 23 y la unidad de regulación de centrado 24 desplacen el soplete de soldar 1, de modo que el arco se desplaza hacia el lugar deseado (la línea central de la ranura).

10 Los cálculos realizados por el sistema de guiado automático puede incluir el realizar comparaciones entre los valores calculados relativos al estado actual del sistema de soldadura y los valores muestra guardados en la memoria del sistema de guiado. Tales valores muestra pueden ser entrados en la memoria manualmente a través de un teclado.

15 La Figura 3 muestra esquemáticamente un aparato de soldar 110 según una segunda realización de la presente invención en una vista en perspectiva. El aparato opera de modo similar al de la primera realización descrita anteriormente. Los sopletes de soldar 101 están alineados de modo que cuando el aparato 110 está montado sobre un tubo (no mostrado en la Fig. 3), señalan ambos hacia la misma línea circunferencial nociónal que se extiende alrededor del tubo. Las ruedas 105 están provistas para acoplarse con un carril guía (no mostrado en la Fig. 3) que, en uso, se extiende alrededor de uno de los tubos a soldar.

20 Las diferencias principales entre el aparato según la segunda realización y el de la primera realización serán descritas ahora.

25 El alambre de soldar (no mostrado) de la segunda realización no es provisto sobre el aparato de soldar móvil 110, sino que está montado en un lugar alejado del aparato e introducido desde tal lugar remoto, a través de un tubo guía, en el aparato de soldar a medida que se desplaza alrededor del tubo. Es por consiguiente útil que el aparato sea capaz de desplazarse en sentido horario y en sentido antihorario alrededor del tubo, para reducir los riesgos de que el alambre de soldar se retuerza.

30 Los sopletes 101 son refrigerados cada uno con agua. El agua es bombeada alrededor de un sistema de refrigeración (no mostrado) que incluye partes del soplete. El agua calentada por el soplete en funcionamiento pasa dentro de un intercambiador de calor, tal como un radiador, de modo que es refrigerada.

35

40

45

50

55

60

65

# ES 2 178 500 T5

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para formar una tubería, que incluye el paso de soldar dos tubos (2, 4) juntos, dicho paso de juntar dos tubos (2, 4) juntos comprende los pasos de:
- disponer dos tubos (2, 4) extremo (26) contra extremo (27), estando conformados los tubos (2, 4) de modo que se define una ranura extendida circunferencialmente (28) entre los extremos (26, 27) de los tubos (2, 4),
- 10 efectuar un movimiento relativo de una pluralidad de sopletes de soldar con arco (1) dispuestos sobre un único carro (10) a sustancialmente la misma velocidad alrededor de los tubos (2, 4),
- y accionar dicha pluralidad de sopletes de soldar con arco (1), de modo que sus arcos formen una soldadura (3) dentro de la ranura (28),
- 15 **caracterizado** porque
- la tubería formada es una tubería submarina,
- 20 el ángulo de separación de las paredes que definen la ranura (28) entre los tubos (2, 4) es inferior a 10 grados,
- al menos dos sopletes (1) de dicha pluralidad de sopletes de soldar con arco (1) están dispuestos directamente adyacentes uno respecto del otro, de modo que durante el accionamiento de los sopletes (1), los arcos de dichos al menos dos sopletes (1) se producen directamente uno tras otro dentro de la ranura (28),
- 25 dos de los sopletes (1) efectúan la soldadura del tubo (2, 4), soldado a diferentes velocidades, y
- el arco producido por cada uno de dicha pluralidad de sopletes de soldar con arco (1) es guiado electrónica y automáticamente de modo independiente, obteniendo (15) las características eléctricas de la soldadura con respecto a cada tubo (2, 4), respectivamente, y comparando (19) las características eléctricas relativas a uno de los tubos (2, 4) con las características eléctricas relativas al otro de los tubos (2, 4).
- 30
2. Método según la reivindicación 1, en el que los ejes de dichos al menos dos sopletes (1) dispuestos directamente adyacentes uno respecto del otro son sustancialmente paralelos.
- 35
3. Método según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dicha pluralidad de sopletes de soldar con arco (1) son sopletes de soldar GMAW (soldadura con arco de gas metálico).
- 40
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha pluralidad de sopletes de soldar con arco (1) funcionan utilizando un proceso de soldar MAG (gas activo metálico).
- 45
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye el paso de obtener la diferencia entre un valor que representa una característica eléctrica relativa a un tubo (2, 4), y un valor que representa la misma característica eléctrica relativa al otro tubo (2, 4) y realizar luego un movimiento corrector que desplaza la posición del arco en función del valor de la diferencia.
- 50
6. Método según la reivindicación 5, en el que se efectúa un movimiento corrector cuando el valor de la diferencia se aparta de un margen aceptable predeterminado de valores.
7. Método según la reivindicación 6, que comprende además monitorizar los valores de las diferencias durante todo el tiempo y si los valores de las diferencias son indicativos de que el arco está sustancial y continuamente a un lado de la trayectoria deseada, efectuar un movimiento corrector del arco.
- 55
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las características eléctricas que se obtienen incluyen uno o más voltajes del arco, corriente e impedancia del arco.
9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada soplete es un soplete de soldar (101) con arco de alambre continuo, y el suministro de alambre está montado lejos del carro.
- 60
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el ángulo de separación de las paredes que definen la ranura (28) es de 6 grados o menos.
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las paredes que definen la ranura (28) son sustancialmente paralelas.
- 65
12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada soplete es desplazable independientemente, en una dirección que tiene un componente paralelo al eje del tubo (2, 4).

## ES 2 178 500 T5

13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los sopletes (1) son desplazados de modo que las posiciones respectivas de los arcos dentro de la ranura (28) oscilan entre las paredes en una dirección que tiene un componente paralelo al eje del tubo (2, 4).

5 14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el movimiento de cada soplete en dicha dirección que tiene un componente paralelo al eje del tubo (2, 4) es conducido por un motor principal independiente respectivo.

10 15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho motor principal único efectúa el movimiento de los sopletes (1) a lo largo de la longitud de la ranura (28).

16. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada soplete (101) es refrigerado durante la operación.

15 17. Método según la reivindicación 17, en el que los sopletes (101) son refrigerados con agua.

18. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los tubos (2, 4) son de un tamaño y tienen un grosor de pared adecuado para formar una tubería submarina, y los tubos (2, 4) son unidos mediante soldadura a tope efectuada por un aparato de soldar de guiado automático (10), comprendiendo el método los pasos de:

25 - disponer coaxialmente dos tubos (2, 4) para ser unidos uno al lado del otro, definiendo las paredes extremas de los tubos enfrentadas una ranura biselada extendida circunferencialmente(28), que tiene una pared izquierda y una pared derecha,

- proporcionar un aparato de soldar (10) que incluye:

- una guía (6, 29, 30) montada alrededor de la circunferencia del tubo (2, 4),

30 - al menos un carro de arrastre automático montado sobre la guía (6, 29, 30) para el movimiento a lo largo y alrededor del tubo (2, 4) bajo el control de una unidad de control, comprendiendo el o cada carro unos dispositivos de bloqueo y de deslizamiento (5) acoplables con la guía (6, 29, 30), y unas unidades de arrastre para arrastrar el o cada carro a lo largo de la guía,

35 - dos sopletes de soldar oscilantes de alambre continuo (1) montados sobre el o cada carro, y

- unos medios alimentadores de alambre (8, 11, 12, 14) para alimentar alambre (9) en cada soplete de soldar oscilante,

40 - desplazar los sopletes de soldar (1) alrededor de la guía (6, 29, 30) y accionar los sopletes para que efectúen la soldadura de la pared izquierda y de la pared derecha de la ranura (28) para soldar los tubos (2, 4) juntos,

45 - con respecto a cada soplete (1), obtener, en cada uno de una multiplicidad de tiempos durante todo el tiempo, los valores de parámetros eléctricos relativos al voltaje, intensidad de corriente e impedancia de arco voltaico tanto de la pared izquierda como de la pared derecha de la ranura (28) durante el movimiento continuo de los sopletes oscilantes (1),

50 - con respecto a cada soplete (1), calcular la diferencia entre los valores de parámetros eléctricos para la pared derecha y para la pared izquierda,

- con respecto a cada soplete (1), comparar los valores de las diferencias calculadas, en cada momento, con los valores predeterminados almacenados en un medio procesador para determinar, en cada momento, los cambios de aquellos valores,

55 - dirigir la variación de los movimientos de cada soplete oscilante (1), activando, cada vez que el cambio en relación con el soplete respectivo exceda un límite predeterminado, un medio conductor para orientar el soplete (1) de modo que el aporte de soldadura se deposite en el centro de la garganta de la ranura (28) y superponiendo luego sustancialmente el aporte de soldadura sobre la línea central nominal de la ranura, y

60 - proporcionar una atmósfera protectora de gas dióxido carbónico activo, con lo cual

65 los tubos (24) con paredes que sean relativamente gruesas y biseladas de modo que el ángulo entre las paredes izquierda y derecha de la ranura (28) definidas entre los extremos de los tubos es relativamente pequeño puedan ser soldadas juntas rápidamente de un modo económico.

## ES 2 178 500 T5

19. Aparato de soldar (10) para ser utilizado con el método según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo el aparato:

- 5 - un carro que transporta una pluralidad de sopletes de soldar con arco (1), que están dispuestos directamente adyacentes unos respecto de los otros, y
- 10 - una unidad de control para facilitar el guiado automático de los arcos producidos por los sopletes (1), en la cual el aparato está configurado de modo que puede ser utilizado para soldar juntos dos tubos (2, 4) dispuestos extremo contra extremo, definiendo entre ellos una ranura (28), definiendo las paredes la ranura que está separada por un ángulo de menos de 10 grados,
- montándose el carro para que pueda desplazarse alrededor de la circunferencia de los tubos (2, 4),
- 15 - produciéndose los arcos de al menos dos sopletes (1), en uso, directamente uno detrás del otro dentro de la ranura (28),
- configurándose la unidad de control para recibir, en uso, señales que representan las características eléctricas de la soldadura con respecto a cada tubo (2, 4), respectivamente, mediante lo cual
- 20 - la unidad de control facilita el guiado automático independiente del arco de cada soplete (1) a lo largo de la ranura (28), comparando las señales relativas de uno de los tubos (2, 4) con las señales correspondientes relativas al otro de los tubos (2, 4).

25 20. Aparato según la reivindicación 19, en el que cada soplete (1) está provisto de una unidad de control respectiva.

30

35

40

45

50

55

60

65

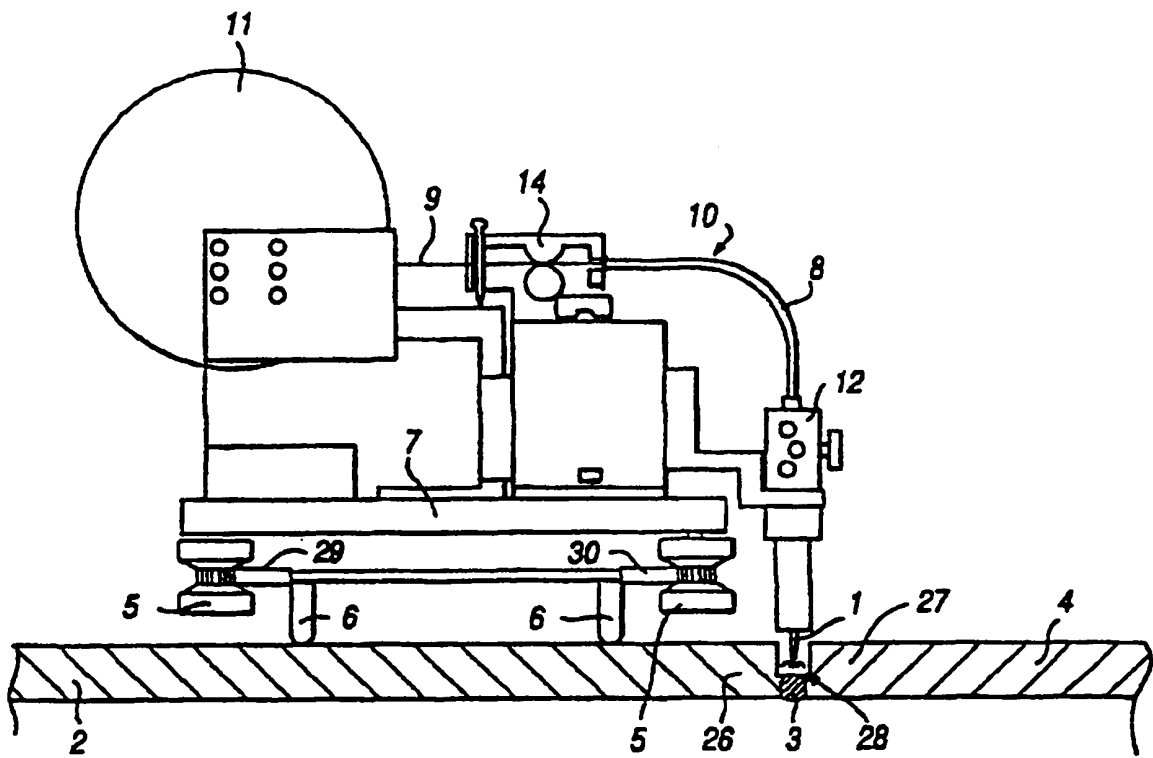


Fig.1

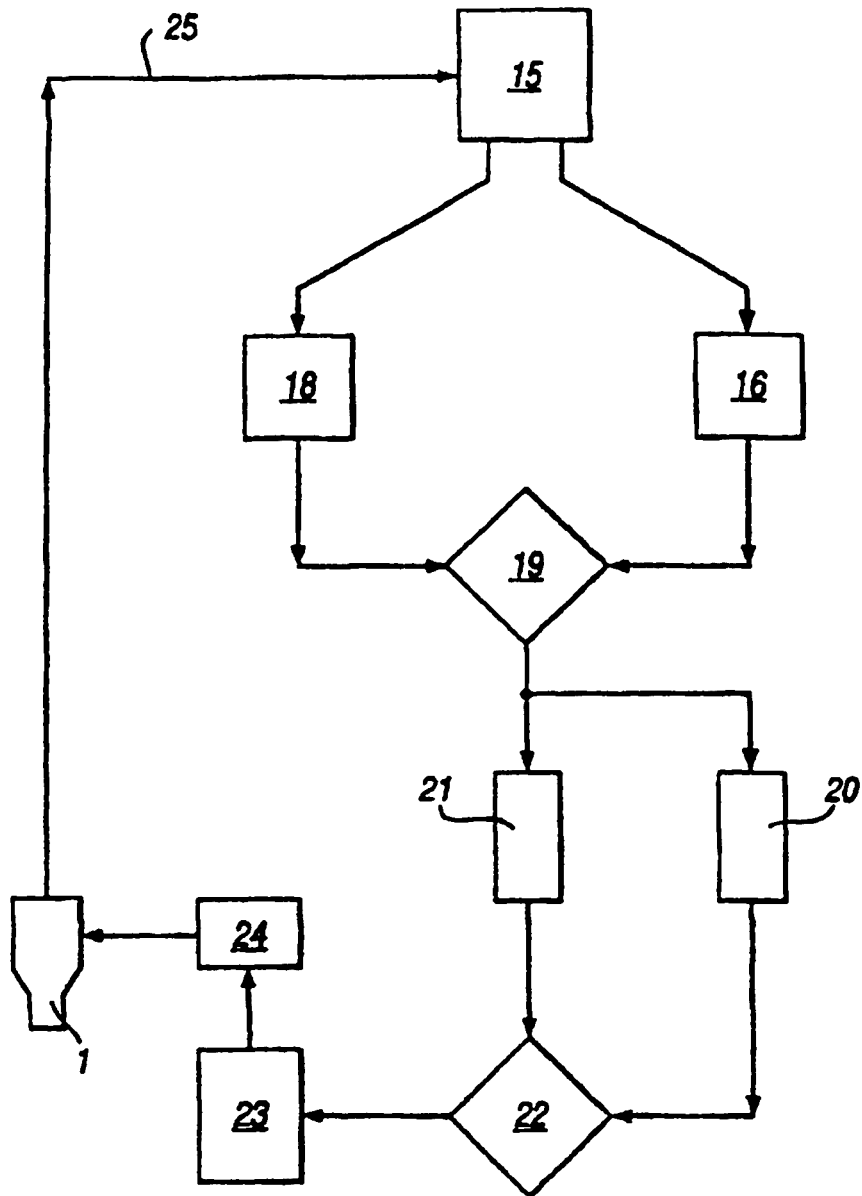


Fig.2

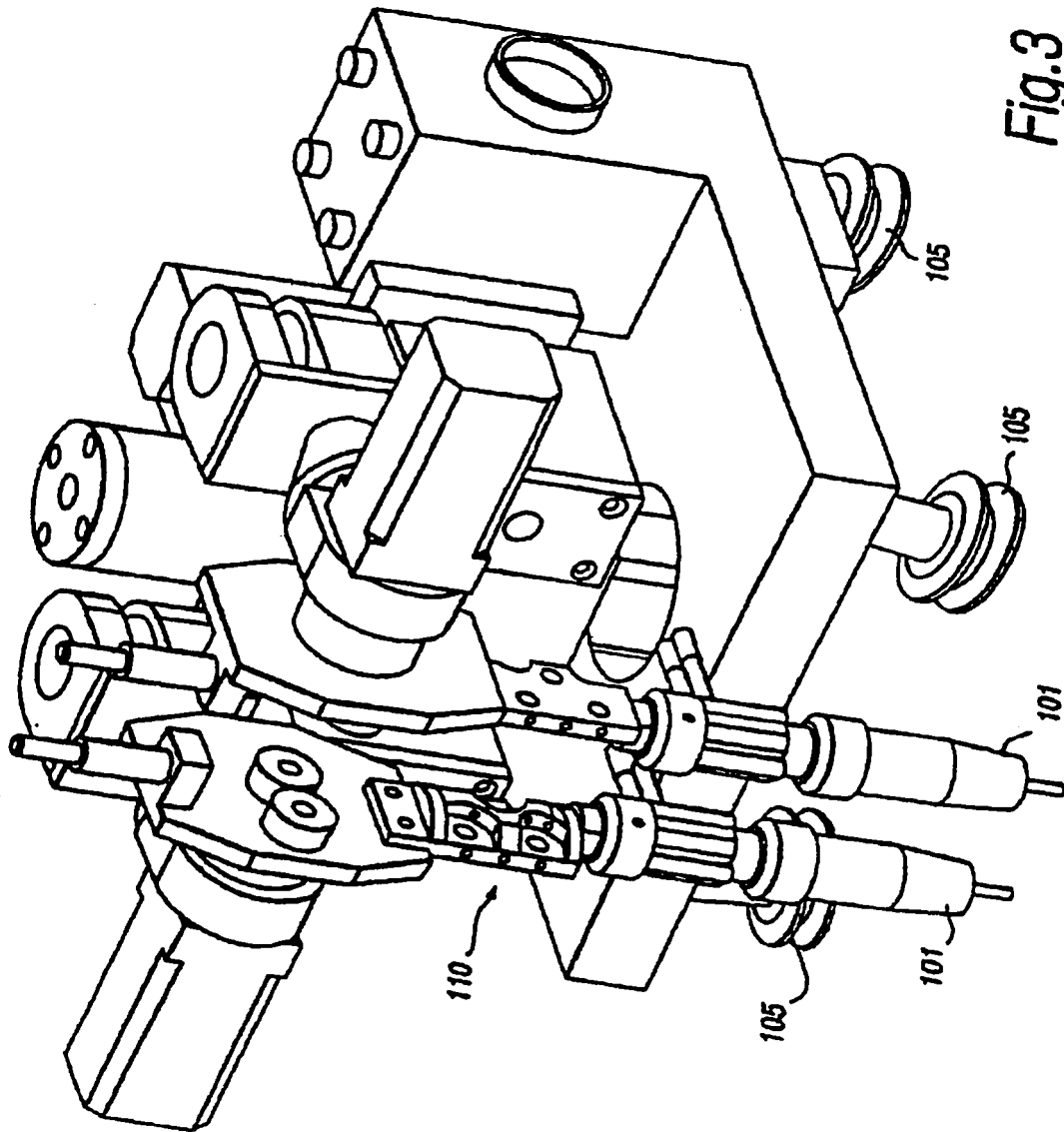


Fig.3