

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 049**

51 Int. Cl.:

**B23K 26/14** (2006.01)

**B23K 26/28** (2006.01)

**B23K 9/028** (2006.01)

**B23K 26/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06764725 .5**

96 Fecha de presentación: **02.06.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1907161**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2008**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE SOLDADURA QUE COMBINA UN HAZ DE LÁSER Y EL ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO FUSIBLE PARA ENSAMBLAR CONDUCTOS METÁLICOS PUESTOS UNO A CONTINUACIÓN DE OTRO PARA FORMAR CANALIZACIONES METÁLICAS DEL TIPO DE OLEODUCTO.**

30 Prioridad:  
**02.06.2005 FR 0505605**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.04.2012**

73 Titular/es:  
**SERIMAX  
8, RUE MERCIER Z.I. MITRY-MORY  
77290 MITRY-MORY, FR y  
INSTITUT DE SOUDURE**

72 Inventor/es:  
**RICHARD, Gilles y  
CHEHAIBOU, Abdelkrim**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 378 049 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**

5 Procedimiento y dispositivo de soldadura que combina un haz de láser y el arco eléctrico con electrodo fusible para ensamblar conductos metálicos puestos uno a continuación de otro para formar canalizaciones metálicas del tipo de oleoducto.

10 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo de soldadura, en particular de piezas tubulares tales como conductos metálicos puestos uno a continuación de otro para formar canalizaciones metálicas de tipo oleoducto, destinadas al transporte de gas, de petróleo, de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 3 (véase por ejemplo el documento FR 2 832 337).

15 Para formar canalizaciones de tipo oleoducto, es importante que la soldadura realizada entre dos conductos presente cualidades requeridas para el transporte de los materiales tales como el petróleo, el gas, no debiendo presentar por tanto la soldadura defectos que corran el riesgo de provocar debilidades.

20 Para realizar la unión de soldadura de manera fiable, se ha propuesto utilizar un procedimiento de soldadura con láser. Sin embargo, los diferentes procedimientos de soldadura con láser y dispositivos para su puesta en práctica presentan numerosos inconvenientes.

25 Así, de acuerdo con el documento EP 706 849 la fuente de láser está alejada del dispositivo de focalización y es necesario prever numerosos juegos de espejos para hacer girar el haz o los haces de láser alrededor de la circunferencia que hay que soldar, conduciendo por este hecho a una estructura compleja, que necesita una regulación minuciosa y precisa, poco fiable y que con frecuencia da lugar a un problema de calentamiento de los espejos. Además, el dispositivo de soldadura con láser es situado en el interior de los conductos, lo que implica un equipo específico complejo y caro, de mantenimiento delicado.

30 En el documento FR 2 812 227, se propone un dispositivo de soldadura con láser cuyo grupo generador de energía eléctrica es llevado por un vehículo externo, colocándose el haz de láser orbitalmente y presentando una potencia muy elevada superior a 4 kW. Un dispositivo de este tipo necesita por tanto una potencia importante, lo que no es económicamente viable.

35 Se ha podido constatar igualmente que, cuando el láser es utilizado solo para realizar la soldadura, se obtiene una tolerancia muy pequeña sobre las condiciones de aproximación, especialmente cuando se constata la presencia de holgura. Además, siendo pequeña o nula la cantidad de metal de aportación, resulta una dependencia muy grande con respecto a las composiciones de metal de base de los conductos que hay que soldar en lo que concierne a las características mecánicas de la soldadura obtenida. En efecto, no es posible mejorar estas características mecánicas jugando con la composición química del metal de aportación y con la velocidad de llegada de este metal de aportación (tasa de depósito), lo que provoca una disminución de la dureza y un aumento de la tenacidad.

40 En el documento EP 0 852 984, se ha propuesto un procedimiento de soldadura combinado de arco y láser. En particular, se propone realizar en primer lugar una soldadura con arco en el interior de los conductos seguida de una soldadura con láser en el exterior o bien, en primer lugar una soldadura con láser en el exterior seguida de una soldadura con arco en el interior. Así pues, el procedimiento propuesto necesita la utilización de dos dispositivos de soldadura independientes, uno en el interior y el otro en el exterior, lo que implica un coste muy elevado.

45 El documento W02005/056230 publicado después de la fecha de prioridad de la presente solicitud y antes de su fecha de registro, describe un procedimiento de soldadura con láser en el cual se asocia una cabeza de soldadura con arco eléctrico MSG a la cabeza de soldadura con láser. Esta cabeza de soldadura con arco eléctrico MSG puede ser orientada para actuar con la cabeza de láser en la zona de soldadura con láser o bien ser orientada de manera que siga a la cabeza de láser. Sin embargo, el dispositivo de puesta en práctica de este procedimiento de soldadura no prevé, durante la fase de penetración, poder regular independientemente uno de otro la posición del punto de focalización del haz de láser, el intervalo entre el punto de focalización del haz de láser y la posición del punto de impacto del arco eléctrico así como la posición angular de la antorcha de soldadura MIG con respecto al haz de láser.

50 Por el documento FR 2 832 337, se conoce un procedimiento de soldadura con láser híbrido. Se menciona que el haz de láser se focaliza sobre una parte de las piezas constituidas por un baño de metal en fusión y que el arco eléctrico se forma entre el electrodo fusible y las piezas que hay que soldar a nivel del baño de metal en fusión, convergiendo los dos medios de soldadura con láser y MIG hacia un mismo baño de metal en fusión. Sin embargo, el baño de fusión es creado en primer lugar por la fusión de la pieza que hay que soldar de manera clásica por el arco eléctrico. Un procedimiento de este tipo está descrito igualmente en el documento JP 2003205378.

55 Asimismo, por el documento DE 198 49 117 se conoce un procedimiento de soldadura con láser con dos procedimientos MIG que permite realizar una soldadura sobre juntas muy anchas. Se describe en él la posibilidad de

regular independientemente los dispositivos de soldadura al tiempo que sigue teniendo un esquema de funcionamiento conocido tal como el citado anteriormente.

5 En el documento DE 103 04 709 se describe un procedimiento de soldadura con láser híbrido realizado con la ayuda de una cabeza de soldadura que lleva un haz de láser y medios de soldadura con arco eléctrico. El haz de láser y el arco eléctrico actúan en la misma zona de soldadura, sin embargo estando colocada la cabeza de soldadura con arco delante del haz de láser en la dirección de pasada, ésta por tanto actúa antes que él creando el baño de fusión sobre el cual éste actúa a continuación.

10 Por otra parte, ninguno de los procedimientos y dispositivos descritos anteriormente permite actualmente poder regular parámetros tales como la posición de la extremidad del hilo electrodo MIG con respecto al punto de focalización del haz de láser o la posición angular de la antorcha MIG con respecto al haz de láser en el transcurso de un ciclo de soldadura, siendo posible la regulación solamente fuera de la soldadura.

15 La invención se propone paliar sus inconvenientes, proponiendo un nuevo procedimiento de soldadura en el cual se asocia la potencia de la soldadura con láser para la pasada de penetración a la de la soldadura con arco eléctrico por electrodo fusible, presentando el citado procedimiento una velocidad de soldadura ampliamente mejorada al tiempo que utiliza una baja potencia de láser y presentando una estructura relativamente simple.

20 A tal efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de soldadura, en particular de piezas tubulares tales como conductos metálicos puestos uno a continuación de otro para formar canalizaciones metálicas de tipo oleoducto tal como se define en la reivindicación 1.

25 Así, de manera muy ventajosa, el procedimiento de acuerdo con la invención permite mantener una velocidad de soldadura elevada de varios metros por minuto al tiempo que utiliza una potencia de láser relativamente baja, especialmente inferior a 4 kW, gracias a la aportación de potencia del procedimiento con arco eléctrico. Preferentemente, el procedimiento de soldadura con arco eléctrico es del tipo MIG/MAG. Se puede tener entonces ventajosamente un láser de potencia facilitada sobre los conductos que hay que soldar inferior o igual a 6 kW, preferentemente inferior a 4 kW, y una antorcha MIG de potencia superior a 8 kW.

30 Por otra parte, el coste del dispositivo de soldadura utilizado para poner en práctica el procedimiento de la invención resulta reducido puesto que el kW producido con arco eléctrico es netamente menos caro que el kW producido por el láser. El procedimiento es por tanto económicamente muy ventajoso al tiempo que ofrece una velocidad de soldadura muy rápida especialmente de más de 3 m/min.

35 Preferentemente, el procedimiento se pone en práctica con una potencia de láser comprendida en la banda de 2 kW a 4 kW, obteniéndose entonces la velocidad de soldadura de aproximadamente 2,5 m/min a 4 m/min. Así pues, el procedimiento es muy fiable, económico y menos voluminoso al tiempo que propone una velocidad de soldadura ventajosa.

40 El procedimiento de acuerdo con la invención permite ventajosamente eliminar los inconvenientes que pueden estar ligados a las condiciones de aproximación (alineación de los conductos). En efecto, si a nivel del plano de unión entre los conductos, existe una luz, el haz de láser puede pasar a través, el procedimiento MIG que interviene de manera simultánea al láser permite arrancar la fusión lo que no habría podido tener lugar si el láser estuviese solo o si el procedimiento MIG hubiera intervenido de manera desfasada.

45 Además, cuando existe un defecto de alineación de los conductos, el procedimiento MIG permite alisar el perfil de penetración mientras que el procedimiento con láser utilizado solo habría conducido en este caso a un perfil de penetración en escalera.

50 La invención se refiere igualmente a un dispositivo de soldadura para la puesta en práctica del procedimiento de acuerdo con la invención tal como se define en la reivindicación 3.

55 De acuerdo con la invención, en el transcurso de la pasada de penetración realizada bajo la acción combinada del láser y del arco eléctrico, se puede regular independientemente uno de otro la posición del punto de focalización del haz de láser, el intervalo entre el punto de focalización del haz de láser y la posición del punto de impacto del arco eléctrico así como la posición angular de la antorcha de soldadura MIG con respecto al haz de láser. El dispositivo de acuerdo con la invención comprende medios de regulación en altura del haz de láser, medios de desplazamiento de la antorcha MIG para desplazar el punto de impacto del arco eléctrico y medios de desplazamiento angular de la antorcha MIG.

60 Así, anteriormente, punto, intervalo y posición angular eran definidos previamente a la soldadura de modo que en caso de variación del punto de focalización del haz de láser, se inducía un cambio del intervalo entre el punto de focalización y el punto de impacto del arco eléctrico sin poder remediarlo, lo que no era deseable. Además, en el

transcurso del desplazamiento orbital del dispositivo de soldadura alrededor de los conductos, es interesante modificar la posición angular de la antorcha MIG con respecto al haz de láser para definir la anchura de la junta.

5 De acuerdo con la invención, el punto de focalización del haz de láser es ajustable en una banda de +/- 5 mm, el intervalo entre el punto de focalización y el punto de impacto del arco eléctrico está en la banda de - 5 mm a + 5 mm a una y otra parte del punto de focalización del láser y la banda angular en la cual varía la antorcha MIG con respecto al haz de láser es de 5° a 45°.

10 La regulación del punto de focalización del haz de láser, del intervalo entre el punto de focalización y la posición del punto de impacto y/o de la posición angular de la antorcha MIG permite absorber las variaciones que sobrevengan en el transcurso de la pasada de penetración, debido a holguras y/o defectos de alineación que pueden aparecer a nivel del plano de unión y debido a la influencia de la gravedad en función de la posición orbital alrededor de los conductos sobre la consistencia del baño de fusión, para llegar a las condiciones de soldadura óptimas definidas.

15 Se puede así jugar sobre el poder de penetración global del dispositivo de soldadura y sobre el perfil de unión con el fin de mejorar el conjunto.

20 De esta manera, de acuerdo con la invención, antes de cada soldadura, se pueden programar para cada una de las variables (punto de focalización del haz de láser, intervalo entre el punto de focalización del haz de láser y el punto de impacto del arco eléctrico y posición angular de la antorcha MIG) valores de consigna para cada una de las posiciones orbitales del dispositivo de soldadura alrededor de los conductos (pudiendo ser dada la posición angular especialmente por un sensor embarcado en la cabeza de soldadura).

25 A tal efecto, el dispositivo, de acuerdo con la invención, comprende medios de programación de los valores de consigna y medios de reconocimiento de la posición orbital del dispositivo de soldadura tal como un sensor angular embarcado en el dispositivo y medios de mando de los medios de regulación en altura del haz de láser, medios de desplazamiento de la antorcha MIG para desplazar el punto de impacto del arco eléctrico y medios de desplazamiento angular de la antorcha MIG.

30 De acuerdo con la invención, se regulan en tiempo real cada una de las variables en función de informaciones resultantes de la detección y del análisis de las condiciones de aproximación en tiempo real en el transcurso de la fase de penetración.

35 De acuerdo con la invención, durante la soldadura orbital es posible concentrar más o menos las potencias de láser y de MIG en un solo punto, lo que permite repartir la densidad de la potencia y hacer variar especialmente el poder de penetración así como el mojado exterior del baño de fusión y esto, con parámetros ligados al haz de láser y al arco eléctrico MIG constante.

40 A tal efecto, el dispositivo de acuerdo con la invención comprende medios de detección y de análisis de las condiciones de aproximación en tiempo real en el transcurso de la pasada de penetración y medios de mando en tiempo real de los medios de regulación en altura del haz de láser, medios de desplazamiento de la antorcha MIG para desplazar el punto de impacto del arco eléctrico y regular el intervalo entre el punto de focalización del haz de láser y el punto de impacto del arco eléctrico y medios de desplazamiento angular de la antorcha MIG.

45 Esta capacidad de modificación así como la programación posible en función de la posición orbital o la regulación en tiempo real en función de las condiciones de aproximación detectadas en tiempo real, permiten garantizar una calidad (compacidad) incrementada, especialmente durante la realización de la pasada de penetración así como para las pasadas de recubrimiento posteriores.

50 Se describirá ahora la invención más en detalle refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

La figura 1 representa una vista en perspectiva de un dispositivo de soldadura de acuerdo con la invención fuera de la soldadura;

55 La figura 2 representa una vista en corte en el plano de unión de un dispositivo de soldadura de acuerdo con la invención en el transcurso de un ciclo de soldadura;

La figura 3 representa una vista en corte de un baño de fusión a nivel de un chaflán durante una soldadura con láser solo y

La figura 4 representa una vista en corte similar a la figura 3 pero durante una soldadura de acuerdo con la invención.

60 Como puede verse en la figura 1, el dispositivo de acuerdo con la invención presenta al menos medios de generación de un haz de láser 1 y al menos una fibra óptica que guía a éste hasta el plano de unión entre dos conductos C1 y C2.

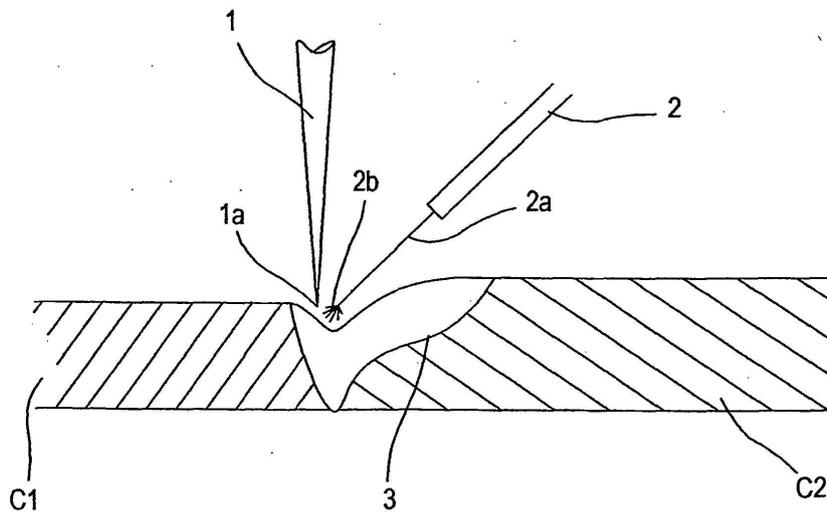
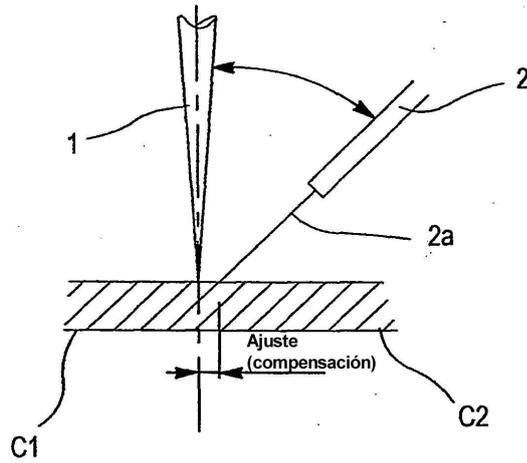
- 5 El haz de láser 1 interviene sensiblemente perpendicularmente al talón del chaflán creado entre los conductos C1, C2. El dispositivo comprende, además, una antorcha MIG 2 provista de un electrodo fusible 2a y medios de distribución de un gas de protección. La antorcha MIG 2 está situada desplazada angularmente con respecto al haz de láser 1 según un ángulo  $\alpha$  de modo que el punto de impacto del arco eléctrico 2b se encuentra próximo al punto de focalización 1a del haz de láser 1 para generar un baño de fusión 3 único como se ve en la figura 2.
- 10 El intervalo entre el punto de focalización 1a del haz de láser 1 y el arco eléctrico (sensiblemente la extremidad del electrodo fusible 2a) es denominado « Ajuste o compensación ».
- 15 El dispositivo de acuerdo con la invención comprende medios de regulación en altura del haz de láser 1, medios de desplazamiento de la antorcha MIG 2 para desplazar el punto de impacto del arco eléctrico y medios de desplazamiento angular de la antorcha MIG 2.
- 20 El punto de focalización 1a del haz de láser 1 es de acuerdo con la invención ajustable en altura con respecto al fondo de chaflán en una banda de +/- 5 mm.
- 25 El intervalo « ajuste o compensación » entre el punto de focalización 1a y el punto de impacto del arco eléctrico 2b se encuentra de acuerdo con la invención en la banda de - 5 mm a + 5 mm a una y otra parte del punto de focalización del láser 1 y la banda angular en la cual varía el ángulo de la antorcha MIG con respecto al haz de láser es de 5° a 45°.
- 30 La regulación del punto de focalización del haz de láser, del intervalo entre el punto de focalización y la posición del punto de impacto y/o de la posición angular de la antorcha MIG permite absorber las variaciones que sobrevengan en el transcurso de la pasada de penetración, debido a holguras y/o defectos de alineación que pueden aparecer a nivel del plano de unión y debido a la influencia de la gravedad en función de la posición orbital alrededor de los conductos sobre la consistencia del baño de fusión, para llegar a las condiciones de soldadura óptimas definidas.
- 35 Así, como puede verse en la figura 3, cuando se utiliza un dispositivo de láser solo y a nivel del chaflán hay una desalineación, sobreviene un efecto de peldaño o de escalera 4.
- En la figura 4, se puede ver que para un mismo defecto de alineación, el procedimiento de soldadura de acuerdo con la invención permite gracias a la generación de un baño de fusión único atenuar el efecto de escalera 4'.
- La invención no está limitada a los ejemplos representados sino que cubre igualmente todas las variantes que entran en el campo de protección definido en las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento de soldadura, en particular de piezas tubulares tales como conductos metálicos puestos uno a  
continua- ción de otro para formar canalizaciones metálicas de tipo oleoducto, en el cual se realiza la pasada de  
penetra- ción por el exterior, en el cual se crea un baño de fusión único bajo la acción simultánea de al menos un haz  
de láser (1) transmitido por fibra óptica y de al menos un arco eléctrico bajo protección gaseosa generado a partir de  
un electrodo fusible (2a) que constituye el material de aportación, **caracterizado porque** se regula  
independientemente uno de otro, la posición del punto de focalización del haz de láser (1), el intervalo entre el punto  
de focalización (1a) del haz de láser (1) y la posición del punto de impacto (2b) del arco eléctrico así como la  
10 posición angular de la antorcha de soldadura MIG con respecto al haz de láser, **porque** se ajusta el punto de  
focalización del haz de láser en una banda de +/-5 mm por encima o por debajo del fondo del chaffán formado por  
los dos conductos, variando el intervalo entre el punto de focalización y el punto de impacto del arco eléctrico en la  
banda de - 5 mm a + 5 mm a una y otra parte del punto de focalización del láser, mientras que la banda angular ( $\alpha$ )  
en la cual varía la antorcha MIG con respecto al haz de láser es de 5° a 45°, **porque** se regula en tiempo real cada  
15 una de las variables en función de informaciones resultantes de la detección y del análisis de las condiciones de  
aproximación en tiempo real en el transcurso de la pasada de penetración y **porque**, antes del inicio de la soldadura,  
se programan para cada una de las variables, punto de focalización del haz de láser, intervalo entre el punto de  
focalización del haz de láser y el punto de impacto del arco eléctrico y la posición angular de la antorcha MIG,  
20 valores de consigna para cada una de las posiciones orbitales del dispositivo de soldadura alrededor de los  
conductos.

25 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la pasada de penetración se realiza con  
una potencia de láser facilitada sobre los conductos que hay que soldar inferior o igual a 6 kW y con una antorcha de  
soldadura con arco eléctrico tal como una antorcha MIG de potencia superior a 8 kW.

30 3. Dispositivo para la puesta en práctica del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, que  
comprende al menos medios de generación de un haz de láser (1) y al menos una fibra óptica que guía a éste hasta  
el plano de unión entre dos conductos, interviniendo el haz de láser (1) confundido con el plano de unión (P) creado  
entre los conductos (C1, C2) así como una antorcha de soldadura (2) con arco eléctrico tal como una antorcha MIG  
35 provista de un electrodo fusible (2a) y de medios de distribución de un gas de protección,  
la antorcha de soldadura (2) con arco eléctrico está situada desplazada angularmente con respecto al haz de láser  
(1) de modo que el punto de impacto (2b) del arco eléctrico se encuentra próximo al punto de focalización del haz de  
láser (1) para formar un baño de fusión único durante la pasada de penetración, **caracterizado porque** comprende  
medios de regulación en altura del haz de láser, medios de desplazamiento de la antorcha MIG para desplazar el  
punto de impacto del arco eléctrico y medios de desplazamiento angular de la antorcha MIG, medios de  
40 programación de los valores de consigna, medios de reconocimiento de la posición orbital del dispositivo de  
soldadura tal como un sensor angular embarcado en el dispositivo, **caracterizado porque** comprende medios de  
detección y de análisis de las condiciones de aproximación en tiempo real en el transcurso de la fase de penetración  
y medios de mando en tiempo real de los medios de regulación en altura del haz de láser.



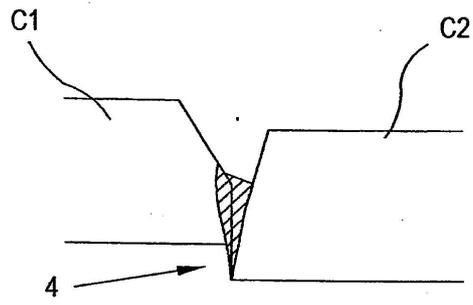


Fig.3

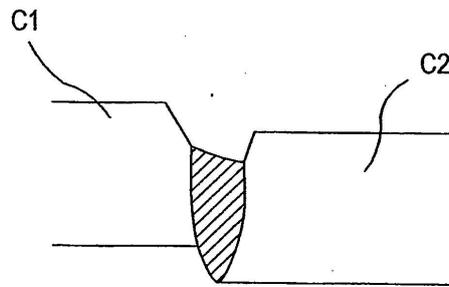


Fig.4