

401334



Int. Cl.: B 23K

P-50.578

PHN 5438 Spain
VD/EV

SECCION TECNICA

CLASIFICACION I. P. C

CLASE _____

SUBCLASE _____

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de N.V. PHILIPS'GLOELLAMPENFABRIEKEN

entidad holandesa

establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda

por: "UN METODO Y UN DISPOSITIVO PARA SOLDADURA MIG
EN PLASMA"

(Clase Internacional B23k)

12.5.72

401384



La presente invención se refiere a un método de soldadura MIG en plasma, en el cual se mantiene un arco en una corriente de gas entre una pieza de labor y un electrodo no consumible, el plasma de arco está constreñido por una tobera, al plasma de arco se lleva o hace avanzar un alambre de soldadura portador de corriente eléctrica, y se mantiene un arco MIG entre el alambre de soldadura y la pieza de labor.

Con un método como éste ya conocido, se obtiene una elevada tasa o proporción de formación de depósito del alambre de soldadura y, por lo tanto, una elevada velocidad de soldadura con una penetración relativamente pequeña en la pieza de labor y buena fluencia de la soldadura, como resultado de la alimentación o introducción axial del alambre de soldadura en el plasma de arco. En este método ya conocido de soldadura en plasma, la operación de soldar suele realizarse con el electrodo y el alambre de soldadura conectados a los terminales negativos. En ese caso, el arco MIG tiene la forma de un cono con un ángulo pequeño en el vértice. Esta forma de arco MIG no varía en esencia cuando se hace variar la intensidad de la corriente en el alambre de soldadura.

Es objeto del presente invento un método de soldadura en plasma MIG que tiene más amplias posibilidades de aplicación que el método ya conocido.

401384



5 Conforme a la presente invención, este objeto se logra principalmente por realizarse la soldadura con el electrodo y el alambre de soldadura conectados al terminal positivo, obteniéndose una variación del carácter del arco MIG, y de la manera de transferir el material, por variación de la intensidad de corriente en el alambre de soldadura.

10 Con el electrodo y el alambre de soldadura conectados al terminal positivo pueden obtenerse varias maneras de transferir material, por variación de la corriente en el alambre de soldadura: en el caso de que por el alambre de soldadura pase poca intensidad de corriente, tiene lugar una transferencia del material a modo de goteo (transferencia globular) que, al aumentar la intensidad de corriente, se convierte gradualmente y sin que
15 haya una diferenciación neta en transferencia axial de pequeñas gotitas (transferencia de atomización axial); al llegarse a un valor crítico de la corriente que pasa por el alambre de soldadura, aquí denominado valor o intensidad de corriente de transición, esta modalidad de
20 transferencia cambia y se convierte en una transferencia rotatoria de pequeñas gotitas (transferencia de atomización rotatoria).

25 Es de notar que en una operación de soldadura MIG es conocido ya de por sí el recurso de soldar con el

401384



alambre de soldadura conectado al terminal positivo, operación en la cual es posible obtener también las tres modalidades indicadas de transferencia del material por variación de la intensidad de corriente en el alambre de soldadura. La utilidad práctica de dicho método ya conocido se limita a un pequeño intervalo de variación de la corriente que pasa por el alambre de soldadura, con longitudes de tramo relativamente cortas del alambre de soldadura. En contraste con el método de la invención, el procedimiento no puede realizarse de manera controlada con intensidades de corriente superiores a la de la corriente de transición.

El arco MIG cónico obtenido con el citado método conocido de soldadura MIG en plasma da por resultado una penetración relativamente pequeña en la pieza de labor. En contraste con ello, en una forma preferida de realización conforme al presente invento, se obtiene una soldadura estrecha con penetración profunda en la pieza de labor, por el hecho de realizarse la soldadura con una intensidad de corriente tan reducida en el alambre de soldadura que se obtiene un arco MIG no rotatorio con una forma cilíndrica contraída y una transferencia de material concentrada. Esta forma de ejecución del método del presente invento resulta particularmente adecuada para soldar piezas de labor de poco espesor a una velocidad de soldadura muy

401384



alta.

Con arreglo a otra forma preferida de realización del método del presente invento, la soldadura se realiza con una intensidad de corriente tan elevada en el alambre de soldadura que se obtienen un arco MIG rotatorio y una transferencia de material extensa y controlada. Aumentando la intensidad de corriente en el alambre de soldadura, el arco MIG primitivamente cilíndrico y no rotatorio, al alcanzarse la intensidad de corriente de transición, cambia bruscamente convirtiéndose en un arco MIG rotatorio que describe la superficie de un cilindro en el plasma envolvente. Los experimentos realizados han demostrado, de manera sorprendente, que la extremidad plástica del alambre de soldadura se deforma en espiral y describe una superficie cónica en el plasma de arco envolvente, mientras el arco MIG que se aplica a la extremidad del alambre de soldadura describe una superficie cilíndrica; la transferencia de material a la pieza de labor tiene lugar de tal manera que se produce una soldadura ancha, de una penetración muy pequeña pero uniforme, con salpicaduras o chisporroteo insignificantes. Esto contrasta con la operación de soldadura MIG ya mencionada, en la que, con intensidades de corriente en el alambre de soldadura sólo ligeramente superiores a la de la corriente de transición, el material es materialmente escupido o lanzado lateralmente por rota-

12.5.72



401384

ción, a consecuencia de lo cual este procedimiento no resulta útil en la práctica para corrientes elevadas. La forma ya mencionada de ejecución del método conforme al presente invento puede utilizarse con ventaja para formar por depósito una capa metálica en una pieza de labor, operación en la que se obtiene una amplia tasa de formación de depósito del alambre de soldadura, y un recubrimiento de superficie proporcionalmente ancho y llano.

Para poner en práctica el método de la invención se utiliza un dispositivo ya conocido que comprende un soplete de soldadura dotado de una envolvente o alojamiento con una boquilla o tobera provista de una abertura de plasma, un electrodo no consumible y medios para transportar el alambre de soldadura haciéndolo avanzar por el centro de la abertura de plasma, dispositivo que comprende además dos fuentes de alimentación o suministro de corriente que pueden ser controladas independientemente una de otra. Conforme a la invención, este dispositivo se caracteriza por unos medios para conectar el alambre de soldadura al terminal positivo de una (primera) de las fuentes de alimentación y para conectar el electrodo al terminal positivo de la otra fuente de alimentación, siendo controlable la velocidad de avance o transporte del alambre de soldadura.

En una forma preferida de realización del dispo-

401384



sitivo conforme al presente invento, la fuente de alimentación a la cual puede conectarse el electrodo presenta una característica de caída muy acentuada, y la fuente de alimentación a la cual puede conectarse el alambre de soldadura presenta una característica llana. Con las características indicadas de las fuentes de alimentación o suministro de corriente, el potencial del alambre de soldadura puede ajustarse mejor respecto al potencial del plasma de arco envolvente, a consecuencia de lo cual es posible controlar el procedimiento con mayor facilidad.

En otra forma preferida de realización del dispositivo conforme al presente invento, las dos fuentes de alimentación forman parte de una unidad común de mando o control.

Para que la invención pueda comprenderse mejor, se describirá en lo que sigue con mayor detalle, a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo para poner en práctica el método ya conocido;

- la figura 2 ilustra un soplete de soldadura para poner en práctica el método de la invención;

- la figura 3 representa esquemáticamente la forma del arco MIG obtenido con una forma de realización del método del presente invento;



401384

- la figura 4 ilustra un ejemplo de soldadura obtenida con la forma de arco ilustrada en la figura 3;

- la figura 5 muestra la forma del arco MIG obtenido con otra forma de ejecución del método del presente invento; y

- la figura 6 ilustra una forma de ejecución de soldadura obtenida con la forma del arco representada en la figura 5.

En la figura 1 se ilustra esquemáticamente un dispositivo para llevar a la práctica el método ya conocido de soldadura en plasma, en el cual se mantiene un arco B entre una pieza de labor C y un electrodo no consumible D, por ejemplo, de tungsteno, en una corriente de gas A. El arco B está constreñido por la tobera E. En el plasma del arco B se introduce en sentido axial un alambre de soldadura F portador de corriente, nanteniéndose un arco MIG, G, entre el alambre de soldadura F y la pieza de labor C. El electrodo D está conectado al terminal negativo de una fuente de alimentación H, en tanto que el alambre de soldadura F va conectado al terminal negativo de una segunda fuente de alimentación K; los terminales positivos de las fuentes de alimentación H y K están conectados a la pieza de labor C. Por medio de una tobera L se suministra un gas protector M (por ejemplo, una mezcla de argón con dióxido de carbono). En este método, el arco MIG, G, tiene la

401384



forma de un cono con un ángulo pequeño en el vértice, como se ilustra en la figura 1. Al aumentarse la intensidad de corriente en el alambre de soldadura, se obtiene un cordón de soldadura relativamente estrecho y alto, en el cual la forma del arco MIG permanece sensiblemente invariable.

5

Las posibilidades de aplicación de la soldadura MIG en plasma se acrecientan considerablemente mediante el método de la invención, cuya característica más sobresaliente es la conexión del electrodo y del alambre de soldadura a los terminales positivos de las fuentes de alimentación. La figura 2 ilustra un dispositivo 1 para poner en práctica el método de la invención. Este dispositivo comprende un soplete de soldadura 2 dotado de una envolvente o alojamiento 3 que está provista de una tobera 5 dotada de una abertura de plasma 7; en la envolvente 3, y en posición excéntrica respecto a la abertura de plasma 7, va colocado un portaelectrodo 8 provisto de un electrodo 9 no consumible, por ejemplo de tungsteno. En el centro de la abertura de plasma 7 se introduce, avanzando en sentido axial, un alambre de soldadura 11, por medio de una guía de alambre 13; el transporte del alambre de soldadura 11 tiene lugar por medio de unos rodillos de transporte 15 movidos por un motor 17 a velocidad controlable. El soplete de soldadura 2 comprende además un conducto de alimentación 19 para el suministro de un gas de plasma,

10

15

20

25

12.5.72



401384

22 por ejemplo, argón, y unas conexiones 21 para el suministro de un gas protector (por ejemplo, una mezcla de argón con dióxido de carbono). La envolvente 3, el portaelectrodo 8 y la guía 13 del alambre están provistos de unas cámaras de enfriamiento, o refrigeración, de las cuales solamente se representa en el dibujo la cámara de enfriamiento 22 de la envolvente; estas cámaras de enfriamiento comunican con unas conexiones 23', 23", 25', 25", 27', 27" para el suministro y la descarga de agua de refrigeración. El electrodo 9 está conectado al terminal positivo de una fuente de alimentación 29 que posee una característica de acentuada caída, por medio de un generador de alta frecuencia 31, en tanto que el alambre de soldadura 11 va conectado, por medio de su guía 13, al terminal positivo de una segunda fuente de alimentación 33 independiente y de característica llana. A los terminales negativos de las dos fuentes de alimentación 29 y 33 va conectada la pieza de labor 35. Con el símbolo X se designa la distancia que hay entre la tobera 5 y la pieza de labor 35, y \underline{d} es el diámetro de la abertura de plasma 7.

20 Durante la soldadura con el soplete representado en la figura 2, se mantiene, entre el electrodo 9 y la pieza de labor 35, un arco de plasma constreñido por la abertura de plasma 7 y envuelto en un flujo o corriente de gas protector. Se mantiene también un arco MIG entre la pieza

401384



de labor 35 y el alambre de soldadura 11, que va guiado en sentido axial e introducido en el plasma del arco y se funde. Con una intensidad de corriente relativamente reducida en el alambre de soldadura, el arco MIG tiene la forma de un cilindro contraído, no giratorio. La figura 3 ilustra esquemáticamente esta situación, en la cual el arco de plasma está designado con el número 37 y el arco MIG con el 39. Como se indica en la figura 4, la citada forma del arco da por resultado una soldadura de dos piezas de labor 35' y 35", con un estrecho cordón de soldadura 41 y una penetración profunda en las piezas de labor.

A continuación se consignan los datos de soldadura de dos formas de ejecución de una soldadura como esta:

15	Piezas de labor	chapa de acero dulce	acero inoxidable
	Espesor de las piezas	1,5 mm	8 mm
	Forma de la costura	costura en I	costura en I
	Abertura previa	1 mm	1 mm
	Gas de plasma	argón	argón
20	Cantidad de gas de plasma	6,5 litros/min.	6,5 litros/min.
	Gas protector:	80% A 15% CO ₂ 5% O ₂	66,6% A 33,3% CO ₂

25

401384



	Cantidad de gas protector	15 litros/min.	15 litros/min.
5	Composición del alambre de soldadura, % en peso:	1,6% Mn 0,8% Si 0,1% C resto Fe	20,6% Cr 9,7% Ni 1,8% Mn 0,85% Si 0,025% C resto Fe
10	Diámetro alambre de soldadura	1,6 mm	1,2 mm
	Diámetro abertura de plasma	6 mm	6 mm
	Distancia tobera-pieza	18 mm	15 mm
	Corriente de arco de plasma	105 A	100 A
15	Corriente en alambre soldadura	300 A	190 A
	Velocidad de soldadura	385 cm/min.	38 cm/min
	Tasa de formación depósito	120 g/min	90 g/min

20 En particular se desprende, de la primera forma de ejecución, que con dicho método son posibles velocidades muy elevadas de soldadura y de formación de depósito.

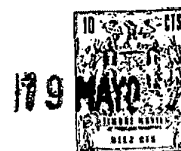
Si ahora, partiendo de esta situación, se va aumentando gradualmente la intensidad de corriente en el alambre de soldadura, el arco cilíndrico no rotatorio 39

401384



cambia repentinamente, transformándose en un arco rotato-
rio 43 que describe una superficie cilíndrica 45 para la
intensidad de corriente de transición ya señalada; la ve-
locidad de rotación del arco 43 es tan alta que, a simple
5 vista, sólo puede observarse un ancho haz cilíndrico. Este
fenómeno se produce por el hecho de que la extremidad 47
del alambre de soldadura 11 se ha llegado a hacer plástica
en una longitud de algunos milímetros, se dobla lateral-
mente en forma de espiral y gira a gran velocidad, descri-
10 biendo de esta manera una superficie cónica 49. El arco
MIG 43 que se aplica a la extremidad del alambre de solda-
dura gira también, y describe de la manera ya citada la
superficie cilíndrica 45, observable a simple vista. Esta
rotación del arco MIG es probablemente originada por fuer-
15 zas mecánicas de reacción y por fuerzas electromagnéticas.
Además, el campo magnético producido por la corriente en
el plasma de arco ejerce una fuerza que restringe el diá-
metro de la pista o traza descrita por el arco MIG; en
el mencionado método de soldadura MIG ya conocido, esta
20 fuerza no está presente, lo cual puede explicar las sal-
picaduras o chisporroteo y el lanzamiento de material que
se producen. Esta forma del arco resulta particularmente
adecuada para aplicar una capa metálica en la pieza de la-
bor por recubrimiento con una gran anchura de cordón y con
25 muy poca penetración de la pieza de labor. La figura 6 re-

401384



presenta una pieza de labor 36 con un cordón de depósito
51 obtenido de esta manera. A pesar de la elevada veloci-
dad de rotación del arco secundario 43, la transferencia
de material a la pieza de labor tiene lugar siempre de ma-
5 nera muy controlable y casi sin chisporroteo.

En una forma práctica de ejecución de recubri-
miento por aplicación de acero inoxidable sobre chapa de
acero dulce, se utilizaron los siguientes parámetros de
soldadura:

10	Gas de plasma	Argón
	Cantidad de gas de plasma	6,5 litros/min
	Gas protector	80% A; 20% CO ₂
	Cantidad de gas protector	15 litros/min
15	Composición del alambre de soldadura % en peso:	20,6% Cr 9,7% Ni 1,8% Mn 0,85% Si 0,025% C Resto Fe
20	Diámetro del alambre de soldadura	1,2 mm
	Diámetro de la abertura de plasma	10 mm
	Distancia de tobera a pieza de labor	22 mm
	Corriente del arco de plasma	94 A
25	Corriente en el alambre de soldadura	400 A

13.5.72

401384

13



Velocidad de soldadura	23 cm/min
Velocidad de formación de depósito	296 g/min
Altura del cordón de soldadura	5 mm
Anchura del cordón de soldadura	37 mm

5 Mediante experiencias se estableció que la corriente de transición en el alambre de soldadura aumenta con el diámetro del alambre de soldadura. Las formas de ejecución que siguen ponen de manifiesto esta relación; en ellas se aplicó un recrecimiento en plano sobre una cha
10 pa de acero dulce tratada al chorro de arena, empleando un alambre de soldadura que tenía la siguiente composición en peso: 1,6% de Mn; 0,8% de Si; 0,1% de C; resto Fe. Como gas de plasma se empleó argón a razón de cinco litros por
15 minuto, y como gas protector se utilizó una mezcla de 12 litros de argón con 3 litros de CO₂, por minuto; el diámetro de la abertura de plasma era de 10 mm; y la distancia de la tobera a la pieza de labor, de 15 mm. La soldadura se llevó a cabo a una velocidad de soldadura de 25 cm/min, con una intensidad de corriente de 125 A en el arco de plas
20 ma. La variación de la corriente de transición en el alambre de soldadura, con arreglo al diámetro del alambre de soldadura, fue la siguiente:

25

401384



<u>Diámetro del alambre de soldadura en μm</u>	<u>Corriente de transición en A</u>
0,9	175 \pm 10
1,2	250 \pm 10
1,6	330 \pm 10

5

A unas intensidades de corriente superiores a la de transición, de, por ejemplo, 280 A para un alambre de soldadura de un diámetro de 1,2 mm, se obtiene una situación estable en la cual la rotación del arco MIG es muy regular.

10

Los experimentos han demostrado además que la transición tiene lugar con intensidades de corriente relativamente bajas, tanto con pequeñas longitudes o extensiones del alambre de soldeo, en particular, como con longitudes grandes, de aproximadamente 35 mm y más. Por longitud se entiende la parte del alambre de soldadura que va desde la extremidad de la guía y tubo de contacto hasta el origen del arco MIG. En el método ya conocido, la corriente de transición, con gran longitud del alambre de soldeo, es reducida; ahora bien, debido al excesivo chisporroteo, no tiene lugar una transferencia útil del material rotatorio. En el caso de pequeñas longitudes del alambre de soldadura, la transición tiene lugar a intensidades de corriente superiores, siendo variable la corriente dentro de un intervalo útil de transferencia en rotación; ahora bien,

20

25



en la práctica no es posible realizar la soldadura con
alargamientos del alambre de soldadura menores de 30 mm,
porque a este fin el tubo de contacto ha de colocarse de-
masiado próximo al electrodo de tungsteno y sufre daños
5 por fusión, a consecuencia de la radiación térmica.

Se estableció asimismo que el diámetro de la
abertura de plasma tiene influencia también en la corrien-
te de transición que pasa por el alambre de soldadura. De
la forma de realización que sigue se desprende que, al dis-
10 minuir el diámetro de la apertura de plasma, se reduce la
corriente de transición. En esta forma de ejecución se
utilizó un alambre de soldadura que tenía un diámetro de
1,2 mm, y una tobera cuya apertura de plasma tenía un diá-
metro de 6 mm. Los demás parámetros de soldadura eran
15 iguales a los de la forma de ejecución precedente, en la
cual la corriente de transición, usando un alambre de
soldadura de un diámetro de 1,2 mm y una apertura de plas-
ma de 10 mm, era de 250 A; en tanto que en la presente
forma de ejecución, con una apertura de plasma de un diá-
20 metro de 6 mm, la corriente de transición era en 210 A.

En el método de la invención, la tasa o velo-
cidad de formación de depósito aumenta considerablemente
al aumentar la intensidad de corriente que pasa por el
alambre de soldadura. Con un alambre de soldadura de un
25 diámetro de 1,4 mm, la tasa de formación de depósito a una

401384



intensidad de corriente de 300 A era de 180 g/min, y, con un paso de corriente de 500 A en el alambre de soldadura, era de 570 g/min. En contraste con esto, la tasa de formación de depósito en el método de soldadura MIG ya conocido permanece sensiblemente constante al aumentar la corriente.

Las mediciones ejecutadas con un alambre de soldadura que tenía un diámetro de 1,2 mm y con los mismos parámetros arriba mencionados han puesto de manifiesto que la velocidad de rotación η (rotaciones por segundo) depende principalmente de la corriente que pasa por el alambre de soldadura, aumentando la velocidad de rotación con la corriente, con arreglo a la fórmula: $\eta = 0,53 I + 26$, en la que I (amperios) es la corriente que pasa por el alambre de soldadura.

En el dibujo se representan dos fuentes de alimentación por separado para el electrodo y el alambre de soldadura. De preferencia, no obstante, las dos fuentes de alimentación forman parte de una unidad común de mando, en la que ambas puedan controlarse con independencia una de otra.

401384



Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda, el 1 de abril de 1971, bajo el número 71.04337 se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años son los siguientes:

15

1.- Un método de soldadura MIG en plasma, en el cual se mantiene un arco en una corriente de gas entre una pieza de labor y un electrodo no consumible, el plasma de arco está constreñido por una tobera, al plasma de arco se lleva o hace avanzar axialmente un alambre de soldadura portador de corriente eléctrica, y se mantiene un arco MIG entre el alambre de soldadura y la pieza de labor, caracterizado dicho método por realizarse la soldadura con el electrodo y el alambre de soldadura conectados al terminal positivo, obteniéndose una variación del carácter del arco

20

25

13.5.72

- 19 -



401384

16



MIG y de la manera de transferir el material, por variación de la intensidad de corriente en el alambre de soldadura.

5 2.- El método de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la soldadura se realiza con una intensidad de corriente tan reducida en el alambre de soldadura que se obtiene un arco MIG no rotatorio con una forma cilíndrica contraída y una transferencia de material concentrada.

10 3.- El método de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de realizarse la soldadura con una intensidad de corriente tan elevada en el alambre de soldadura que se obtiene un arco MIG rotatorio y una transferencia de material extensa y controlada.

15 4.- Un dispositivo para poner en práctica el método de la reivindicación 1, 2 ó 3, que comprende un soplete de soldadura dotado de una envolvente o alojamiento con una tobera o boquilla provista de una abertura de plasma, un electrodo no consumible y medios para transportar el alambre de soldadura haciéndolo avanzar por el
20 centro de la abertura de plasma, comprendiendo además dicho dispositivo dos fuentes de alimentación o suministro de corriente que puedan controlarse con independencia una de otra, caracterizado dicho dispositivo por unos medios
25 para conectar el alambre de soldadura al terminal po-

11.9.72
MCM

401384



sitivo de una de las fuentes de alimentación y para conectar el electrodo al terminal positivo de la otra fuente de alimentación, siendo controlable la velocidad de avance o transporte del alambre de soldadura.

5 5.- El dispositivo de la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que la fuente de alimentación a la cual puede conectarse el electrodo presenta una característica de caída muy acentuada, y la fuente de alimentación a la cual puede conectarse el alambre de soldadura presenta una característica llana.

10 6.- El dispositivo de la reivindicación 4 ó 5, caracterizado por el hecho de que las dos fuentes de alimentación forman parte de una unidad común de mando o control.

15 7.- Un método y un dispositivo para soldadura MIG en plasma.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de veintiuna hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 16 SET. 1972

P.A.

11.9.72
MCM

- 21 -

401394

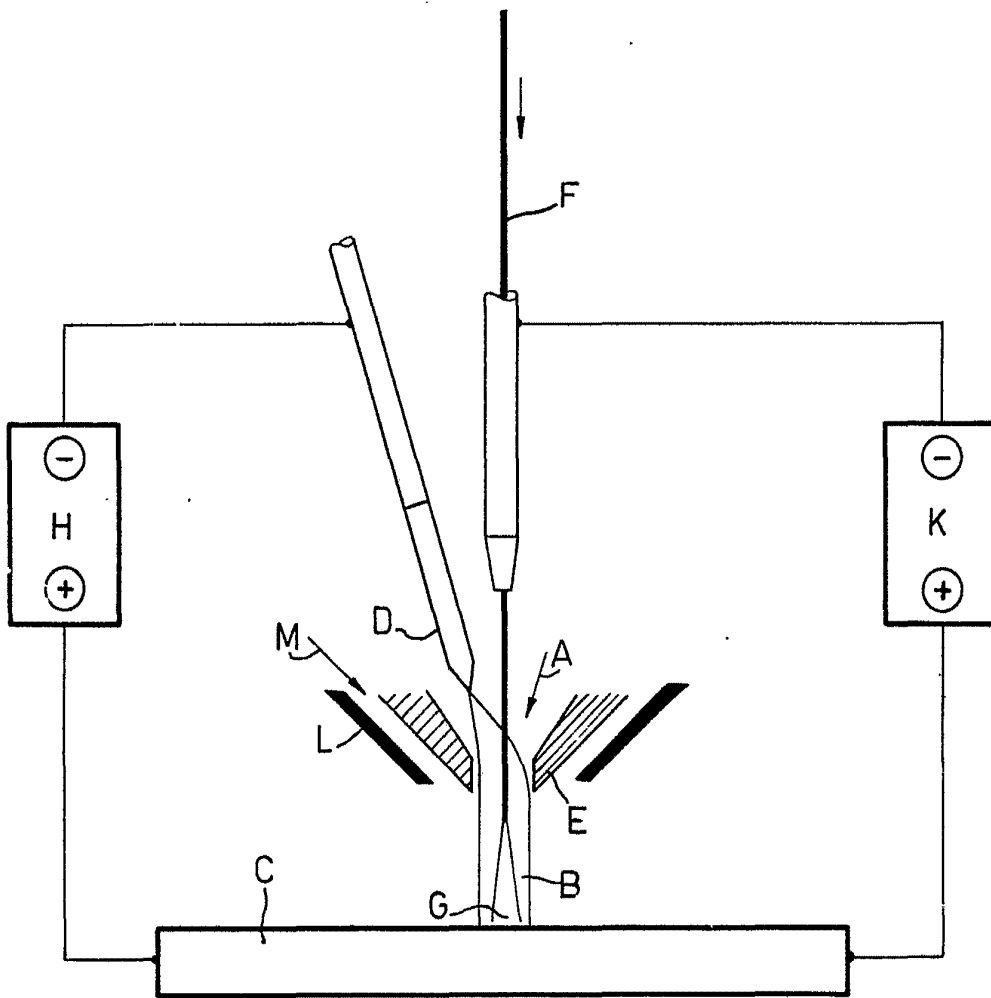


Fig.1

Alberto de Elzaburu
Por Pedic

401384

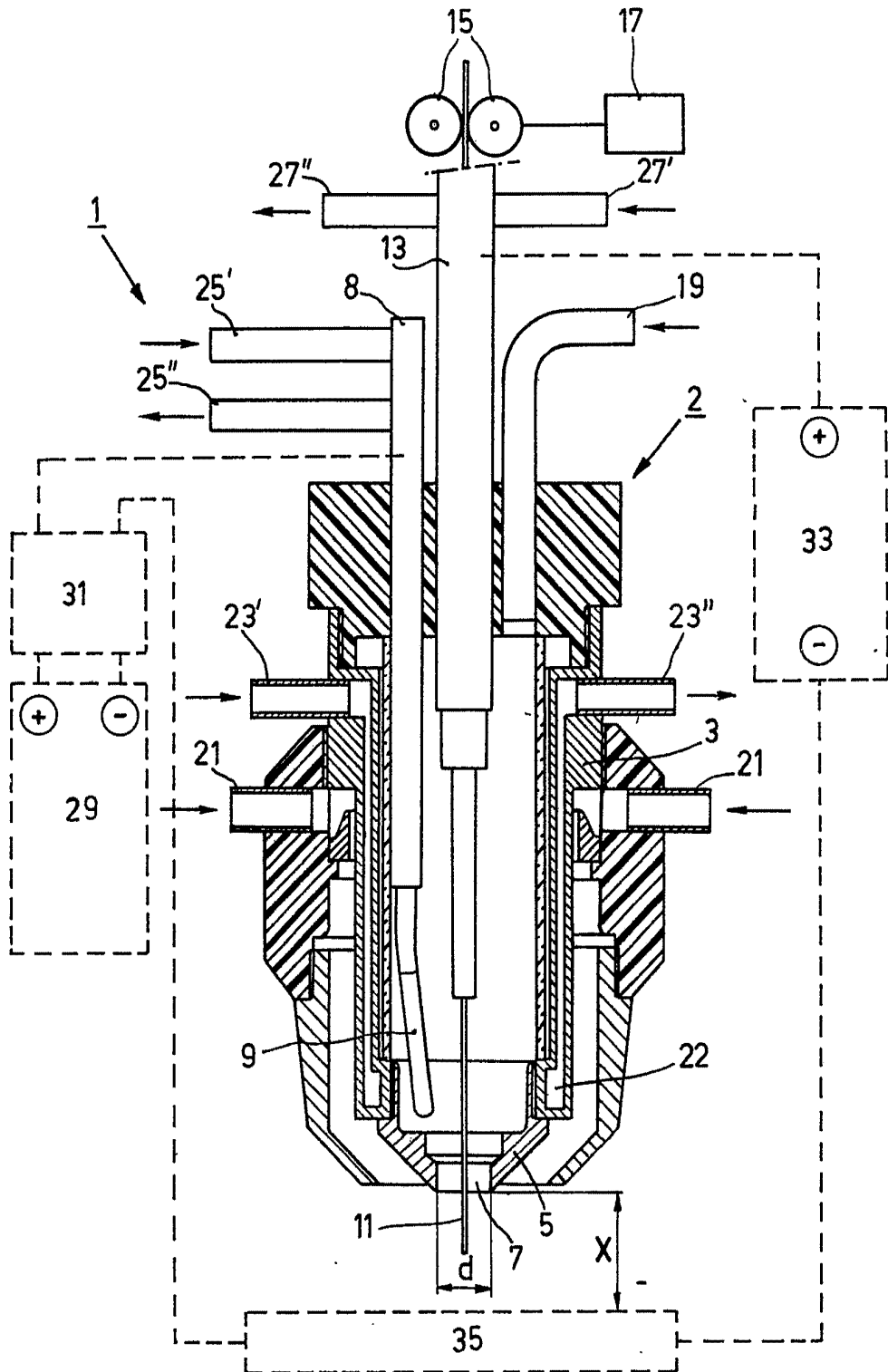


Fig 2

[Handwritten signature]

401384

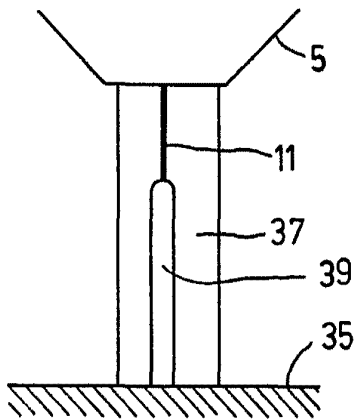


Fig. 3

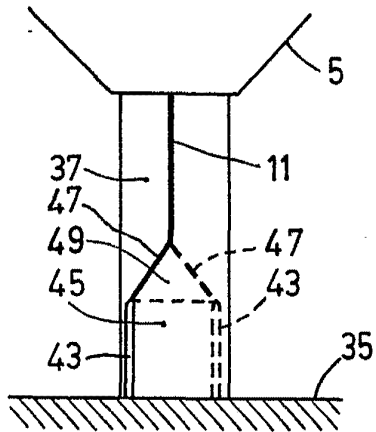


Fig. 5

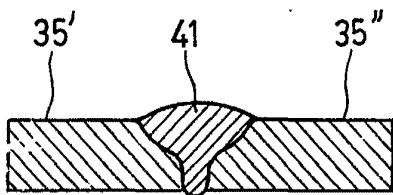


Fig. 4

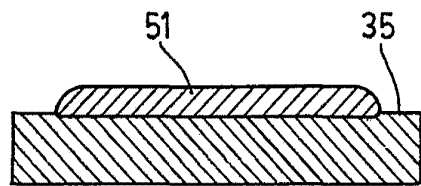


Fig. 6

Handwritten signature