

372882

PATENTE DE INVENCION
=====

B 2948.3.

Memoria Descriptiva

sobre:

Procedimiento de regulación de la focalización
en la soldadura por haz de electrones.

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en: 29, rue de la Fédération, Paris 15^e,
Francia.

La presente invención se refiere a un procedimiento de regulación de la focalización en la soldadura por haz de electrones, permitiendo igualmente este procedimiento el referenciado marcado de los diversos parámetros de soldadura.

5.

- Un problema importante que se plantea en la soldadura por haz de electrones es el de la posibilidad de reproducir una soldadura de características dadas. Para efectuar dos soldaduras idénticas en dos fechas alejadas
5. por un mismo cañón de electrones, es preciso poder reproducir exáctamente los diversos parámetros de soldadura. En particular, es indispensable que la sección de estrangulamiento, ó cuello del haz, adopta la misma posición con respecto a la superficie de la muestra a tratar, ó blanco.
 10. Ahora bien, las características del cañón de electrones evoluciona rápidamente con el tiempo y por consiguiente para una misma corriente de focalización que atraviesa la bobina electromagnética de focalización, la sección de estrangulamiento del haz corre el riesgo de no ocupar la misma posición, siendo entónces diferentes las soldaduras obtenidas. Por consiguiente no se puede contentar con dar de nuevo al cañón la misma posición con respecto al blanco y es necesario referenciar con exactitud la posición de la sección de estrangulamiento.
 - 15.
 20. Según el procedimiento de la técnica anterior, se prueba colócar experimental y empíricamente la sección de estrangulamiento sobre la superficie de la muestra ó blanco a soldar. Con tal fin, el experimentador efectúa una línea de fusión sobre un blanco de composición idéntica a la de la pieza a soldar. Los vapores emitidos por el metal fundido son ionizados en el haz de electrones que se colorea y resulta visible. El experimentador actúa sobre la corriente de focalización, a fin de hacer llegar el punto de estrangulamiento del haz sobre la superficie del blanco.
 - 25.
 - 30.

Dicho procedimiento es empírico, y su precisión varía con la habilidad del experimentador, la naturaleza del metal a soldar, la potencia puesta en juego para soldar, etc., de tal forma que la reproductibilidad de las soldaduras es aleatoria.

5.

La presente invención, que remedia estos inconvenientes, permite regular la focalización a partir de un registro gráfico y se basa en el principio expuesto a continuación.

10.

Si un haz de electrones, cuyo conjunto de características, diferentes de la focalización, se suponen invariables, golpea un blanco metálico de composición conocida, este blanco puede calentarse o permanecer a la temperatura ambiente, según su enfriamiento y según la importancia de la aportación de energía por los electrones proporcionados por el cañón.

15.

Si las condiciones son tales que el blanco no se calienta, los electrones incidentes golpean el blanco y penetran en el metal; ciertos electrones permanecen allí fijados y otros salen; son, por una parte los electrones retrodifundidos de gran energía, y por otra, los electrones secundarios de energía inferior a 50 eV.

20.

La figura 1, resume estas condiciones y muestra que la corriente I_p que atraviesa la pieza 1 es igual a la diferencia entre la corriente incidente I_b , proporcionada por el cañón 2, y las corrientes I_s e I_r debidas a los electrones secundarios e_s y a los electrones retrodifundidos e_r ; se tiene por consiguiente:

25.

$$I_p = I_b - (I_s + I_r)$$

30.

La experiencia muestra que la corriente I_p per-

manece prácticamente constante, cualquiera que sea la corriente de focalización.

5. Si las condiciones son por el contrario, tales que el blanco se caliente y funde bajo el impacto de los electrones que proceden del cañón, este blanco se convierte en un emisor termoeléctrico y emite electrones térmicos e_t de débil energía que salen del metal (figura 2). La corriente en la pieza 1 tiene entonces por valor:

$$I_p = I_b - (I_r + I_s + I_t),$$

10. siendo I_t la corriente debida a los electrones térmicos, y siendo I_r igual I_b , siendo el factor de retrodifusión para el metal considerado.

15. La emisión termoeléctrica es regida por la ley de RICHARDSON-DUSHMANN, según la cual, para un metal dado, la corriente de electrones térmicos varía con la temperatura y la superficie del blanco emisor. Ahora bien, se sabe que la profundidad y la anchura de la zona fundida, y por ende la superficie emisiva, así como la temperatura del baño líquido varían con la focalización del haz de electrones.
20. En consecuencia, I_t es función de esta focalización.

- Además, I_r e I_s varían con la forma, el estado de la superficie del blanco y la incidencia de los electrones y, como la superficie del blanco, bajo el impacto de los electrones, es constantemente deformada y de importancia variable según la focalización del haz, resulta que I_s e I_r son igualmente función de la focalización.
- 25.

En definitiva, la intensidad I_p debe ser una función de la corriente de focalización I_f , lo que la experiencia ha permitido verificar.

30. La presente invención recurre al registro de la

curva $I_p = f(I_f)$.

- De un modo preciso, la presente invención se refiere a un procedimiento de regulación de la focalización en la soldadura por haz de electrones, consistiendo este procedimiento en registrar la curva $I_p = f(I_f)$ en la condición de soldadura elegida, es decir con valores bien definidos de los parámetros de soldadura y, en particular, de la velocidad de variación de la corriente de focalización, en referenciar los valores de la corriente de focalización, por una parte, para uno de los picos característicos de esta curva y, por otra, para la primera soldadura realizada, en trazar de nuevo, con vistas a la reproducción de la soldadura, la curva en las mismas condiciones, en referenciar la corriente de focalización del pico característico elegido, y en desfocalizar el haz haciendo variar la corriente de focalización un valor igual a la diferencia entre las dos corrientes registradas durante la primera soldadura.

- Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a continuación de la descripción que sigue, hecha con referencia a los dibujos adjuntos y que dá a título de ejemplo no limitativo una forma de realización de la invención.

En estos dibujos:

- Las figuras 1 y 2, representan de un modo esquemático, como se ha explicado anteriormente, la repartición de las diversas corrientes, respectivamente en el caso en que el blanco no se caliente y en el caso en que funda bajo el impacto de los electrones del cañón.
- La figura 3, representa de un modo esquemático

un dispositivo de regulación de focalización que pone en práctica el procedimiento según la invención.

5. La figura 4, representa una curva de variación de la corriente I_p que pasa por el blanco, en función de la corriente de focalización I_f , y

La figura 5, es una curva análoga a la de la figura 3 pero sobre la que están representadas, de forma esquemática, las secciones de las soldaduras obtenidas para diversas focalizaciones.

10. En la figura 3, un dispositivo de un tipo conocido, utilizado en la soldadura por haz de electrones, comprende un registrador 5 destinado a trazar la curva de I_p en función de I_f . Este dispositivo comprende, de un modo conocido, una bobina de focalización 3; la referencia 4 designa un aislante. El cañón utilizado es un cañón de Pierce.

15. Se mantienen constantes, la corriente de bombardeo I_b , la tensión U de aceleración de los electrones, la distancia H entre la pieza 1 y el cañón 2, así como la velocidad de soldadura V_p ; se hace variar la corriente de focalización I_f a velocidad constante y se registra la curva $I_p = f(I_f)$ en el registrador 5; en la figura 4, se prueba que la corriente I_p varía de modo continuo en función de I_f .

20. La curva de la figura 4 ha sido obtenida para los valores siguientes de los diversos parámetros: $I_b = 100$ mA, $U = 26,5$ kV, $V_p = 36$ mm/mn, y $H = 9,5$ cm, siendo la pieza tratada de acero dulce.

25. Para un blanco de naturaleza y forma dadas, y para valores constantes de los parámetros del haz diferen-

30.

tes de la focalización, la curva obtenida en el registrador 5 es siempre la misma salvo en algunos % y los vértices de los picos corresponden a valores prácticamente fijos y características de la corriente de focalización I_f ,
5. revelándose las variaciones de abcisas, en las condiciones de las experiencias efectuadas, siempre inferiores a 1 %.

Los ensayos efectuados han provisto que había una correlación entre las dimensiones de las soldaduras y las curvas obtenidas en el registrador 5.
10.

Se traza la curva $I_p = f(I_f)$ para una velocidad de variación de I_f nula, es decir punto por punto. Se efectúan líneas de fusión para diversos valores de esta corriente de focalización, permaneciendo el resto de los demás parámetros de soldadura constantes. Los ensayos efectuados muestran que el máximo y el mínimo de la curvas corresponden a dimensiones características de las soldaduras.
15. Es preciso observar que la curva $I_p = f(I_f)$ trazada punto por punto se confunde prácticamente con la curva obtenida, haciendo variar I_f de modo continuo, a condición de que la velocidad de variación de la corriente de focalización sea débil.
20.

La figura 5 representa la curva $I_p = f(I_f)$ obtenida en el caso de una variación continua y lenta de la corriente de focalización, siendo el blanco de acero dulce; en esta figura están representadas, de modo esquemático, las secciones de las soldaduras obtenidas para diversas focalizaciones.
25.

En la primera aproximación, los resultados son los siguientes:
30.

5. 1º).- En las ramas AB y DE de la curva, la fusión del metal del blanco se realiza por conducción y la zona fundida es tan ancha como profunda. En las ramas BC y CD la zona fundida tiene una forma en clavo; más acá de A y mas allá de E la profundidad de la zona fundida es despreciable.

2º).- La soldadura más profunda se obtiene para la focalización correspondiente al punto C (es decir, por ejemplo, el caso de una soldadura de piñón).

10. 3º).- En la rama CD, la profundidad de las soldaduras varía considerablemente y son visibles sopladuras. Las soldaduras más regulares son obtenidas sobre la rama BC.

15. 4º).- La naturaleza de las curvas varía con el número atómico del blanco, de tal forma que las curvas y las formas de las soldaduras deben ser comparadas al menos una vez para cada metal o aleación, estableciéndose a continuación correlaciones.

20. El procedimiento según la presente invención presenta la ventaja de ser inmediato e independiente de la habilidad del experimentador y de los parámetros de soldadura. La precisión de las medidas es siempre superior a $\pm 1\%$.

25. Los diversos parámetros del haz tales como la intensidad del bombardeo, la tensión de aceleración de los electrones y las distancias entre el cañón y el blanco, etc., tienen una influencia sobre la forma de la curva proporcionada por el registrador 5 ó sobre la posición de los picos, pero en la práctica la acción de estos parámetros
30. no se manifiesta más que para variaciones importantes (erro-

res accidentales, incidentes de funcionamiento, etc.).

5. El procedimiento según la presente invención permite el referenciado ó marcado inmediato de las variaciones accidentales e importantes de un parámetro de soldadura (los picos en los diversos registros efectuados se desplazan, ó bien la forma de la curva se modifica).

10. El procedimiento según la presente invención permite igualmente el referenciado inmediato de las ramificaciones de corrientes de focalización que aseguran una forma de soldadura dada, dando la determinación inmediata de la focalización la soldadura más profunda para los parámetros de soldadura elegidos, y el referenciado inmediato de la ramificación de corriente de focalización que dá soldaduras que tienen el mínimo de defectos y una profundidad regular.
- 15.

N O T A

20. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de patente presentada en Francia con fecha 25 de octubre de 1968, nº PV 171.534, acogiéndose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: Procedimiento de regulación de la focalización en la soldadura por haz de electrones; caracterizándose por
25. lo siguiente:
- 30.

- 1ª.- Procedimiento de regulación de la focalización en la soldadura por haz de electrones, caracterizado porque consiste en registrar la curva $I_p = f(I_f)$ en la condición de soldadura elegida, es decir con valores bien definidos de los parámetros de soldadura, y, en particular,
5. la velocidad de variación de la corriente de focalización, en referenciar ó marcar los valores de la corriente de focalización, por una parte para uno de los picos característicos de esta curva, y por otra, para la primera soldadura realizada,
10. en trazar de nuevo, con vistas a la reproducción de la soldadura, la curva en las mismas condiciones, en referenciar ó señalar la corriente de focalización del tipo característico elegido, y en desfocalizar el haz haciendo variar la corriente de focalización en un valor igual a la
15. diferencia entre las dos corrientes anotadas durante la primera soldadura.

- 2ª.- Procedimiento de regulación de la focalización en la soldadura por haz de electrones; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.
- 20.

Esta memoria consta de diez hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.

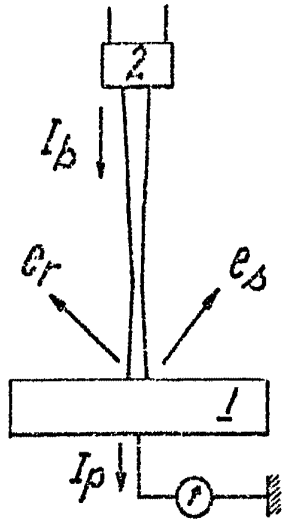


FIG.1 $I_b - (I_r + I_s)$

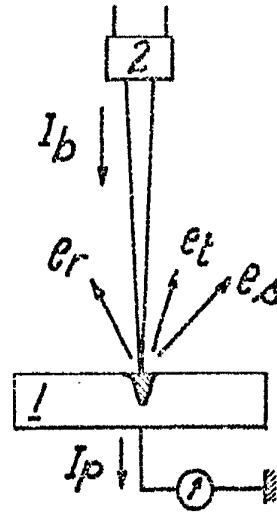


FIG.2 $I_b - (I_r + I_s + I_t)$

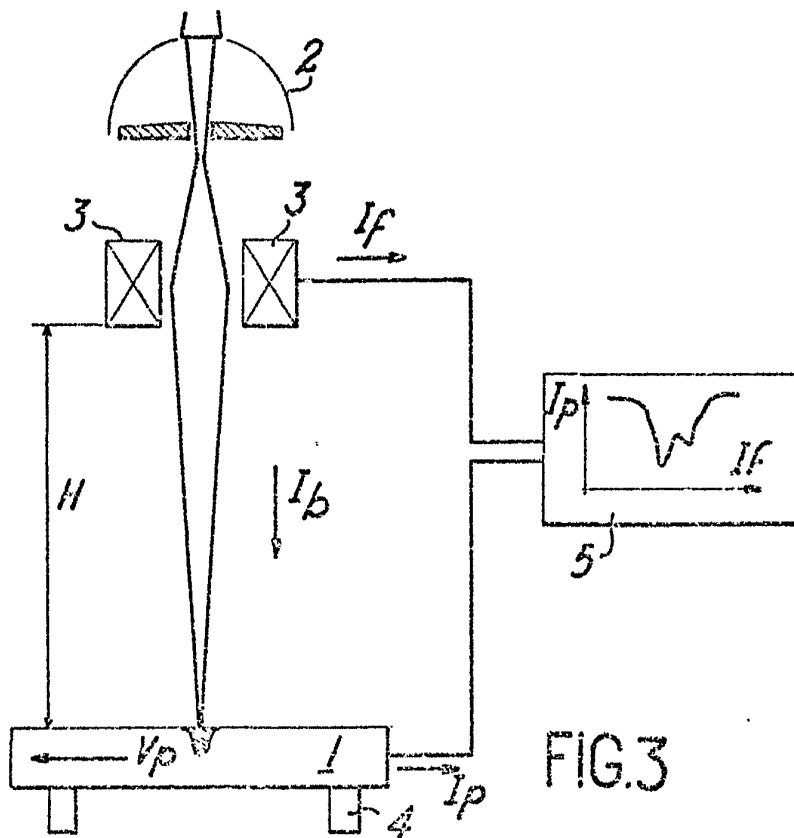


FIG.3

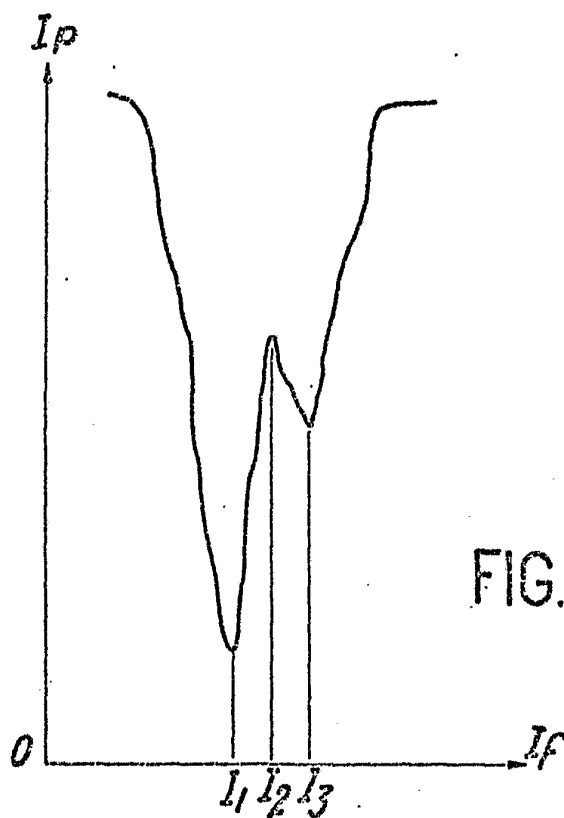


FIG.4

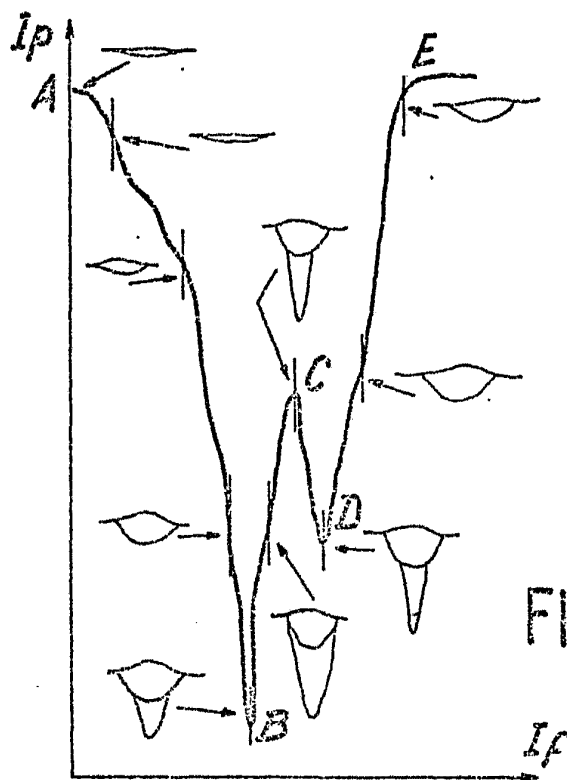


FIG.5