(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 302 306**

(51) Int. Cl.:
B23K 9/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **06290961 .9**
(86) Fecha de presentación : **13.06.2006**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1736270**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **27.12.2006**

(54) Título: **Soldadura en estado sólido o soldadura TIG con transferencia de metal mediante puente líquido.**

(30) Prioridad: **22.06.2005 FR 05 51709**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2008

(73) Titular/es: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75, quai d'Orsay
75007 Paris, FR
AIR LIQUIDE WELDING FRANCE

(72) Inventor/es: **Bertin, M. Pascal;**
Revel, M. Olivier y
Opderbecke, M. Thomas

(74) Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Soldadura en estado sólido o soldadura TIG con transferencia de metal mediante puente líquido.

La presente invención se refiere a un procedimiento de soldadura, preferiblemente robotizado, con portaelectrodos TIG y metal de aportación en forma de uno o varios alambres fusibles, como se describe en el documento US-A-3483354.

Se conoce, mediante los documentos US-A-5512726 y DE-A-3542984, una configuración convencional de portaelectrodos TIG con aportación de alambre fusible, en la que la alimentación del alambre fusible en el baño de fusión se opera de forma horizontal o casi horizontal, de manera a obtener una transferencia de metal fundido en gotas desde el extremo fusible del alambre fundido hacia la zona de soldadura, es decir las piezas a soldar o soldar en estado sólido entre sí.

Este tipo de configuración de portaelectrodos presenta desventajas. Especialmente, siendo la gravedad la única fuerza presente para transferir el metal hacia la zona de soldadura, la transferencia de metal por gotas genera un aspecto de cordón irregular, un riesgo de contaminación del electrodo no fusible de tungsteno mediante contacto indeseado con una (o más) gota de metal y, en ocasiones, dificultades para realizar un trabajo en posición, especialmente en lugares exiguos o de difícil acceso.

Además, dado que durante la puesta en práctica de dicho procedimiento es necesaria cierta directividad para orientar el alambre en el eje de la junta a soldar, se bloquea el sexto eje del robot que lleva el portaelectrodos TIG, por lo que su grado de libertad queda limitado.

Además, se conoce que este tipo de configuración afecta a la productividad del procedimiento, especialmente en términos de velocidad de soldadura, velocidad de alimentación del alambre y tasa de depósito.

El problema que se plantea es mejorar los procedimientos de soldadura robotizada TIG con metal de aportación existente para poder efectuar soldaduras con una elevada productividad, especialmente a una velocidad de soldadura de por lo menos 50 cm/min, y de buena calidad, es decir con ausencia de proyecciones, silicatos y óxidos, de manera a facilitar la robotización de los procedimientos TIG con metal de aportación e incrementar sus prestaciones.

Una solución de la invención es un procedimiento de soldadura eléctrica en el que se emplea un portaelectrodos TIG dotado de un electrodo no fusible y un alambre de aportación fusible, fundiéndose progresivamente el extremo de dicho alambre fusible por medio de un arco eléctrico generado con el electrodo no fusible y por lo menos una pieza a soldar, de manera a realizar una transferencia de metal fundido desde el alambre hacia dicha pieza y obtener así una junta de soldadura, caracterizado porque la alimentación del alambre fusible se opera según un ángulo (α) inferior a 50º con relación al eje del electrodo, el extremo del alambre fusible es guiado y sujetado continuamente a una distancia (D) inferior a 2 mm aproximadamente con relación al extremo del electrodo de tungsteno, y la transferencia de metal hacia la junta de soldadura se opera mediante puente líquido, de manera a tener, es decir mantener durante la soldadura, un contacto permanente entre el baño de metal en fusión que forma la junta de soldadura y el extremo fundido del alambre de aportación.

Según el caso, el procedimiento de la invención puede incluir una o varias de las siguientes características:

- se suelda aplicando una velocidad de alambre (Valambre) de hasta 20 m/min, especialmente entre 1 y 10 m/min según el diámetro del alambre empleado;

- se sueldan varias piezas metálicas entre sí;

- la alimentación del alambre fusible se opera según un ángulo de entre 10 y 25º con relación al eje del electrodo, preferiblemente de entre 15 y 20º aproximadamente;

- se gula y mantiene constantemente el extremo del alambre fusible a una distancia inferior a 1,5 mm con relación al extremo del electrodo de tungsteno del portaelectrodos TIG, preferible a una distancia del orden de 1 mm aproximadamente. Sin embargo, en cualquier caso, la superficie del extremo del alambre no debe entrar en contacto con el electrodo de tungsteno;

- durante la soldadura, se lleva a cabo una protección gaseosa de la junta de soldadura en formación, del electrodo de tungsteno y del alambre;

- se lleva a cabo una protección gaseosa mediante un gas elegido entre el argón, el helio, el nitrógeno y las mezclas de argón e hidrógeno;

- se lleva a cabo en un brazo de soldadura robotizado que lleva un portaelectrodos TIG de electrodo no fusible y medios de alimentación de alambre de soldadura fusible o en soldadura manual o automática;

- se lleva a cabo para soldar o soldar en estado sólido una o varias piezas de acero, especialmente acero galvanizado o cincado, aluminio, aceros inoxidables u otros materiales metálicos;

- la intensidad de la corriente que alimenta el portaelectrodos TIG está incluida entre 10 A y 350 a 400 A, y la tensión está incluida entre 10 V y 20 V;

- el alambre tiene un diámetro de entre 0,6 mm y 1,6 mm, con una velocidad de alambre de hasta 20 m/min, en función del diámetro de alambre utilizado.

Por lo tanto, el procedimiento de la invención se basa en el hecho de realizar una transferencia de metal fundido en forma de un punto líquido o una vena de metal líquido entre el alambre de aportación y la zona a soldar, de manera a obtener un contacto permanente entre el baño de metal en fusión y el metal de aportación.

Dicho de otro modo, la transferencia de metal no se efectúa gota a gota, como en la técnica anterior, sino según un puente líquido de metal en fusión.

La transferencia mediante puente líquido de la invención puede obtenerse en una horquilla de parámetros de velocidad de alimentación del alambre amplia y elevada con relación a los procedimientos TIG convencionales.

Sin embargo, este tipo de transferencia puede difícilmente obtenerse mediante una configuración de portaelectrodos convencional ya que, en semejante portaelectrodos, el alambre está dirigido de manera paralela u horizontal con relación a la superficie de la o las piezas a soldar y, por lo tanto, toca el baño de fusión sin transferir en el arco.

Desde ahora, el procedimiento de la invención se lleva a cabo preferiblemente con un portaelectrodos con alambre fusible que atraviese la pared de la boquilla según un ángulo (α) de menos de 50º, por ejemplo un portaelectrodos similar o idéntico al descrito en el documento EP-A-1459831.

La alimentación del alambre, que está integrada en el portaelectrodos, se efectúa según un ángulo (α) generalmente del orden de entre 10º y 20º, por ejemplo del orden de entre 15º y 20º, con relación al eje del electrodo no fusible del electrodo no fusible del portaelectrodos, manteniendo una escasa distancia entre el extremo del alambre y el extremo del cono del electrodo de tungsteno, por ejemplo aproximadamente 1 mm o el diámetro del alambre de aportación.

En cualquier caso, para obtener una transferencia de metal mediante puente líquido eficaz, se guía y mantiene en permanencia el extremo del alambre fusible a una distancia D inferior a 2 mm aproximadamente con relación al extremo del electrodo de tungsteno, es decir que la distancia entre la superficie externa del alambre fusible y el electrodo no debe exceder 2 mm aproximadamente, siendo preferiblemente del orden de 1 mm. En efecto, si la distancia D alambre/electrodo se vuelve demasiado importante, es decir superior a 2 mm, se hace muy difícil, incluso imposible, obtener una transferencia mediante puente liquido eficaz y duradero.

La configuración de dicho portaelectrodos permite por lo tanto el empleo del procedimiento de transferencia de metal mediante puente líquido en soldadura robotizada, automática y manual.

Una variante de la aplicación puede ser una configuración de portaelectrodos con dos alimentaciones de alambres situadas en caras opuestas y perpendiculares al plano de junta. Esto permite efectuar aplicaciones de recarga o aplicarse a la realización de cordones muy anchos, ya que permite incrementar la tolerancia al juego entre las piezas a soldar.

La transferencia mediante puente líquido según la invención presenta las siguientes ventajas:

- punto de impacto por debajo del arco, lo que facilita el posicionamiento del portaelectrodos;

- transferencia ininterrumpida de metal bien dirigida en el baño;

- aspecto estético del cordón de soldadura de alta calidad;

- presencia constante de una fuerza de transferencia mediante tensión de superficie facilita el trabajo en posición;

- facilidad de ajuste del parámetro de velocidad alambre ya que el baño puede absorber un exceso de alambre;

- realización de cordones de soldadura multidireccionales sin cambio de orientación del alambre a nivel del portaelectrodos TIG;

- el alambre atraviesa las zonas más calientes del arco, lo que tiene un efecto de precalentamiento sobre el alambre e implica un incremento en el rendimiento y la velocidad. Este fenómeno se parece al procedimiento denominado “alambre caliente”, descrito en el documento US-A-2791673, donde el precalentamiento se realiza por efecto julio en el metal de aportación. Sin embargo, según la invención, la energía de precalentamiento es aportada directamente por el arco eléctrico, no por una fuente energética distinta, como en el procedimiento “alambre caliente”;

- después de la soldadura, al extinguirse el arco, se recorta el alambre en punta, lo que facilita la fusión del alambre al realizarse un nuevo cordón;

- posibilidad de realizar sinergias de soldadura, como para el procedimiento de soldadura MIG/MAG. La velocidad de alambre preferida se da en función de los distintos parámetros elegidos por el operario: material a ensamblar, naturaleza y diámetro del alambre de aporte, intensidad, gas protector, velocidad de soldadura, etc.

La invención se entenderá mejor por medio de las siguientes explicaciones, con referencia a las figuras ilustrativas adjuntas.

La Figura 1 ilustra lo que se entiende por "transferencia mediante puente líquido" según la invención, a saber el paso ininterrumpido del metal de aporte 3 que se funde en el arco 5 eléctrico generado por el electrodo 4 de tungsteno entre el extremo del alambre de aportación 1 y el baño de metal en fusión 2 por medio de una vena o puente de metal líquido 3 en fusión, de manera a obtener la junta de soldadura 6 deseada entre las piezas 8 a ensamblar mediante soldadura.

Como se puede observar, la entrada del alambre 1 fusible se efectúa según un ángulo (α) generalmente del orden de entre 10º y 20º, por ejemplo del orden de entre 15º y 20º, con relación al eje del electrodo 4 no fusible de tungsteno, y la superficie o extremo del alambre fusible 1 es guiada y mantenida en permanencia a una distancia (D) inferior a 2 mm con relación a la superficie del extremo del electrodo 4 de tungsteno.

En la Figura 2 se esquematiza una transferencia por gotas 7 según la técnica anterior. En este caso, no existe puente líquido permanente alguno entre el electrodo 4 y el baño de soldadura 2 y, además, el extremo del alambre fusible no es habitualmente guiado o mantenido en permanencia a una distancia inferior a 2 mm con relación al extremo cónico del electrodo.

La figura 3 ilustra la frecuencia de las gotas en función de la velocidad de alambre para una intensidad de 200 A, una velocidad de soldadura de 2 m/min y un alambre de CuSi3 de 1 mm de diámetro.

En el ámbito de la transferencia por gotas, el incremento de la velocidad de alambre implica el aumento de la frecuencia de goteo hasta tener el aspecto de un umbral de paso en transferencia mediante vena líquida con frecuencia de goteo nula.

La siguiente tabla muestra ejemplos de parámetros de soldadura a adoptar para poner en práctica el procedimiento de la invención en el caso de una velocidad de soldadura (Vs) de entre 100 y 200 cm/min, para un ángulo de alambre del orden de entre 15º y 20º y una distancia (D) electrodo/alambre de 1 mm aproximadamente.

TABLA

Material soldado	Grosor (en mm)	Gas	Alambre	U [V]	I [A]	Va mín. (m/min)	Va máx. (m/min)	Vs (m/min)	Configuración
Acero carbono	2	Arcal 10	G3Si1 Ø 1	11	160	1	1,6	1	Ángulo exterior
Acero al carbono galvanizado (10µm)	1	Arcal 10	CuSi3 Ø 1	13	200	5,8	7	2	Solapa
Inox 304L	2	Arcal 10	308 Ø 1,2	14,5	210	4,8	5,6	1,5	Solapa
Acero al carbono galvanizado (10µm)	1	Arcal 1	CuAl8 Ø 1	14	180	5,5	6,8	1,75	Solapa
Acero al carbono	1	Arcal 10	CuSi3 Ø 1	13	150	3,2	3,8	1	Línea de fusión

ARCAL® 10 es un gas que contiene argón al que se añade un 2,5% en volumen de hidrógeno, y ARCAL® 1 es un gas que contiene argón puro; estos gases son comercializados por L'Air Liquide.

Las velocidades de alambre mínima (Va min.) y máxima (Va máx.) son las que se deben aplicar para alcanzar la transferencia mediante puente líquido. Por debajo de dichas velocidades, se obtiene una transferencia mediante gotas, mientras que por encima, se obtienen perturbaciones en el procedimiento.

Los modos de transferencia pueden conseguirse en cualquier tipo de material y en distintas configuraciones de junta: de tope, de solapa, ángulos y bordes abatidos.

Además, con objeto de validar el procedimiento de la invención, se han realizado pruebas de duración de vida del electrodo de tungsteno.

Dichas pruebas de duración de vida del electrodo se realizaron con piezas de acero galvanizado con revestimiento de cinc superficial de 20 μm de grosor, primero sin metal de aportación.

En estas condiciones, se han podido realizar 240 cordones de 1 m de largo, con 240 cebados/cordones, y se ha soldado una duración total de 240 min sin cambio de electrodo. Sin embargo, después de dichos 240 cebados/cordones, el electrodo de tungsteno presenta, en su parte terminal, un desgaste, es decir la aparición de nódulos de tungsteno.

Se repitió la prueba en las mismas condiciones, pero con alambre fusible de aportación y "puente líquido", de conformidad con la presente invención.

En este caso, se pudieron realizar 270 cebados/cordones, es decir 30 cordones más, sin la aparición notable de nódulos en el extremo del electrodo.

Además, se observó un efecto protector del alambre de aportación contra la contaminación del electrodo mediante vapores de cinc procedentes del revestimiento de las piezas a soldar, dado que el alambre forma "pantalla" frente a los vapores de cinc, impidiendo que contaminen el electrodo de tungsteno.

Dichas pruebas muestran la eficacia del procedimiento de la invención, ya que permite incrementar en cerca del 10% el número de cebados y, por lo tanto, de cordones realizables con un mismo electrodo de tungsteno, en las condiciones anteriores, es decir con aportación de alambre fusible.

Optimizando los parámetros y condiciones de soldadura, se puede esperar incluso obtener una mejora aún mayor.

El procedimiento de la invención puede utilizarse para la soldadura de cualquier tipo de material y con juntas de distintas configuraciones, especialmente de tope, de solapa o ángulos y bordes abatidos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de soldadura con arco en el que se emplea un portaelectrodos TIG dotado de un electrodo (4) no fusible y un alambre de aportación fusible (1), fundiéndose progresivamente el extremo de dicho alambre fusible (1) por medio de un arco eléctrico (5) generado entre el electrodo no fusible (4) y por lo menos una pieza (8) a soldar, de manera a realizar una transferencia de metal fundido desde el alambre hacia dicha pieza y obtener así una junta de soldadura (6), realizándose la alimentación de alambre fusible (1) según un ángulo (α) inferior a 50º con relación al eje del electrodo, **caracterizado** porque:

- el extremo del alambre fusible (1) es guiado y mantenido en permanencia a una distancia (D) inferior a 2 mm con relación al extremo del electrodo (4) de tungsteno del portaelectrodos TIG, y

- la transferencia de metal hacia la junta de soldadura se opera mediante puente líquido (3), de manera a tener un contacto permanente entre el baño (2) de metal en fusión que forma la junta de soldadura y el extremo fundido del alambre de aportación (1).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se suelda aplicando una velocidad de alambre (Valambre) de hasta 20 m/min, especialmente entre 1 y 10 m/mn.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado** porque la alimentación de alambre fusible se opera según un ángulo (α) de entre 10 y 25º con relación al eje del electrodo.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque se guía y mantiene en permanencia el extremo del alambre fusible a una distancia (D) inferior a 1,5 mm con relación al extremo del electrodo de tungsteno del portaelectrodos TIG, preferiblemente del orden de 1 mm aproximadamente.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque, durante la soldadura, se opera una protección gaseosa de la junta de soldadura en formación, del electrodo de tungsteno y del alambre.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque se opera una protección gaseosa mediante un gas elegido entre el argón, helio, nitrógeno y las mezclas de argón e hidrógeno.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque se aplica en un brazo de soldadura robotizado que lleva un portaelectrodos TIG con electrodo no fusible y medios de alimentación de alambre de soldadura fusible, o en soldadura manual o automática.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque se emplea para soldar una o varias piezas de acero, especialmente acero galvanizado o cincado, aluminio, aceros inoxidables u otros materiales metálicos.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque la intensidad de la corriente que alimenta el portaelectrodos TIG está incluida entre 10 A y 400 A, y la tensión está incluida entre 10 V y 20 V.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque el alambre tiene un diámetro incluido entre 0,6 mm y 1,6 mm.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque se sueldan entre sí varias piezas metálicas.

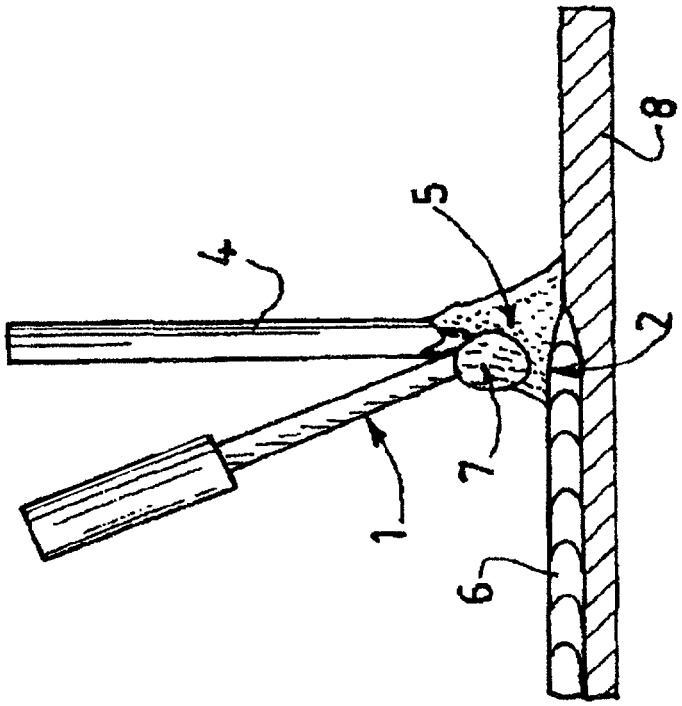

FIG.2

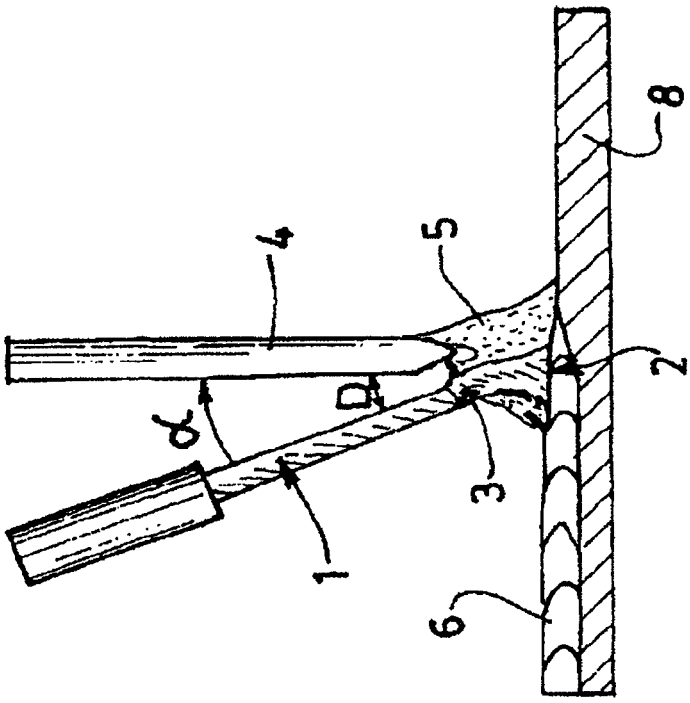

FIG.1

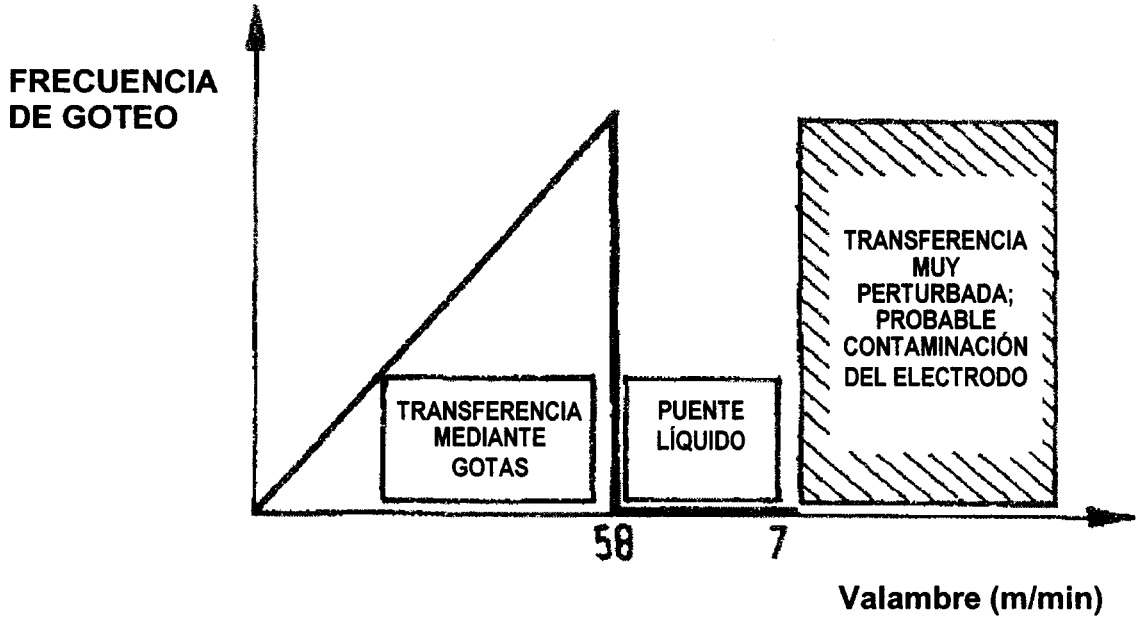
FRECUENCIA
DE GOTEO
TRANSFERENCIA
MEDIANTE
GOTAS
PUENTE
LÍQUIDO
TRANSFERENCIA
MUY
PERTURBADA;
PROBABLE
CONTAMINACIÓN
DEL ELECTRODO
58
7
Valambre (m/min)

FIG.3