



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 345 947**

51 Int. Cl.:

B23K 31/12 (2006.01)

B23K 26/03 (2006.01)

B23K 11/25 (2006.01)

G01N 25/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07022804 .4**

96 Fecha de presentación : **24.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1944119**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2008**

54

Título: **Dispositivo de evaluación de la calidad de cordones de soldadura por detección del perfil de temperatura del metal fundido que se enfría durante la soldadura.**

30

Prioridad: **15.01.2007 DE 10 2007 002 110**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.10.2010

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.10.2010

73

Titular/es: **HKS-Prozesstechnik GmbH**
Heinrich-Damerow-Strasse 2
06120 Halle/Saale, DE

72

Inventor/es: **Schauder, Volker;**
Häussler, Matthias;
Kiese, Michael y
Hollmann, Olaf

74

Agente: **Tomás Gil, Tesifonte Enrique**

ES 2 345 947 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).

ES 2 345 947 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de evaluación de la calidad de cordones de soldadura por detección del perfil de temperatura del metal fundido que se enfría durante la soldadura.

5 La invención se refiere a un dispositivo de evaluación de la calidad de cordones de soldadura por detección del perfil de temperatura del metal fundido que se está enfriando durante la soldadura.

10 A los controles automatizados de cordones de soldadura se enfrenta la tarea de efectuar, según la posibilidad, mejor, más rápido y con la misma seguridad que el ser humano el resultado de una soldadura. Es el estado de la técnica de emplear para ello unos dispositivos de vigilancia a base de la medición de un parámetro eléctrico del proceso de soldadura por arco voltaico. Estos procedimientos tienen la gran ventaja de que sólo son necesarias pocas instalaciones anexas para la detección y evaluación del proceso de soldadura y que la evaluación esté disponible directamente después del final de la soldadura. Con esto sólo surgen costes relativamente bajos y el resultado es disponible inmediatamente. Sin embargo hay restricciones considerables en el reconocimiento de irregularidades en la soldadura que no se deben a un funcionamiento erróneo de la técnica de aparatos de soldadura (problemas del suministro de alambres de soldar etc.). Es crítica particularmente la falta de unión entre el metal de base y el metal depositado. Esto se debe a que p.ej. la soldadura misma funciona bien, pero bien por un intersticio modificado de piezas de trabajo a unir o por sus tolerancias un enlace de ambos materiales básicos no se efectúa de ninguna manera o de manera muy fuertemente reducida.

20 Para encontrar estos problemas, se efectúa cada vez más una medición óptica del cordón de soldadura en su estado enfriado. Los escáneres de superficie miden el perfil del cordón de soldadura y comparan los resultados con los valores teóricos. De este modo pueden ser encontradas las irregularidades de soldadura comprobables visualmente, sin embargo existen límites en el reconocimiento de pequeñas irregularidades, como p. ej. poros, también los restos de escoria o silicatos no pueden distinguirse del cordón de soldadura en sí. La falta de unión entre el metal de base y el metal depositado sin embargo también solamente se pueden reconocer, cuando tienen efectos superficiales, lo cual muy raras veces es el caso en faltas de unión de flancos. Un problema principal en la utilización de esta medición óptica del cordón de soldadura son los costes considerables y la pérdida de tiempo. La medición se realiza de manera que se guía un cabezal óptico de nuevo sobre el cordón de soldadura, para lo cual se necesita otra máquina de guiado (robot), y por lo cual surge una etapa de fabricación casi nueva con retardo.

25 Desde hace mucho tiempo se ha reconocido la termografía como procedimiento de prueba sin destrucción, especialmente en la aplicación para la comprobación de cordones de soldadura. Como termografía activa se denominan en este caso aquellos procedimientos, en los que se calienta la pieza de prueba y la conductividad térmica perturbada e irregular permite sacar deducciones en cuanto a rechupes, poros, grietas o uniones defectuosas. Estos procedimientos de prueba usan por cierto la conductividad térmica, pero siempre tienen lugar después del proceso de soldadura.

30 El empleo de cámaras infrarrojas en la soldadura se conoce especialmente de los laboratorios de desarrollo. En este caso se comparan p. ej. los modelos de la producción de calor con los valores reales, para obtener algoritmos de cálculo capaces de declarar para formar un modelo.

Las patentes citadas a continuación deben representar en ejemplos detallados el estado de la técnica encontrado.

35 El documento BE-A-1005941 divulga un dispositivo para la evaluación de la calidad de cordones de soldadura mediante receptores infrarrojos.

40 Según DD 15 73 98 se propone un procedimiento para la evaluación de la radiación térmica emitida por la arista cortante o el cordón de soldadura. La radiación térmica emitida aquí es fotografiada mediante una instalación de termovisión y analizada mediante un dispositivo de evaluación conectado posteriormente, utilizando las señales obtenidas para el mando y la regulación del proceso. Por medio de unidades de ajuste correspondientes en el aparato de mando se asignan determinados campos de temperatura a las señales de color y se detectan desviaciones por comparaciones de valores teóricos y reales con los valores prefijados. Un reajuste de los parámetros de soldadura debe evitar en este caso posibles irregularidades de la unión por soldadura. A parte de que se siguió un otro objetivo, es aquí desventajoso que la técnica radiológica no puede ser posicionada suficientemente cerca al soplete de soldadura y se tiene que impulsar un esfuerzo técnico considerable en aparatos. Esta técnica es por consiguiente no adecuada para ser utilizada en una célula de robot durante la producción en serie.

45 En DE 10 2004 028 607 A1 se presenta un dispositivo y un procedimiento para un ensayo no destructivo de la calidad de la unión por soldaduras de espárragos.

50 También aquí el examen de la unión por soldadura tiene lugar a continuación del proceso de ensambladura finalizado. También aquí se habla del empleo de la cámara infrarroja, sin tener en cuenta los problemas relacionados con el ensuciamiento y la robustez, los gastos de adquisición y los tamaños de construcción.

65 El calentamiento a ser posible uniforme de las piezas de trabajo antes de la toma de una imagen infrarroja con una cámara IR es aquí el elemento inventivo esencial, debiendo que automatizar el procedimiento de control mediante el dispositivo y ahorrar energía.

ES 2 345 947 T3

Con DE 199 35 777 B4 se menciona un dispositivo para valorar la calidad de soldadura. Este es utilizado especialmente para la comprobación de uniones por soldadura a tope por chispa una vez efectuada la soldadura. Las piezas de trabajo unidas permanecen sujetadas en la posición de soldadura y durante el desbarbado del cordón de soldadura es arrastrado un pirómetro de irradiación de calor sobre toda su longitud o un dispositivo termográfico como otra variante, de manera que se pueda producir una curva de temperatura o se captan la luminosidad y el color del cordón de soldadura, de lo cual se pueden deducir en su caso irregularidades existentes del cordón de soldadura. Soldaduras posteriores inmediatas se realizarán en el caso dado. Sin embargo también aquí tiene lugar la aplicación según el proceso de soldadura en el sentido de una etapa de prueba, de modo que estas declaraciones no corresponden al objetivo inventivo.

La patente DE 692 07 476 T2 ofrece un procedimiento para la supervisión de una soldadura a tope entre bandas de metal. El control se realiza de manera termográfica en estado caliente, p. ej. de bandas de chapa unidas que deben ser sometidas a sucesivos tratamientos mecánicos.

La "ficha térmica" que se puede crear se presenta después de la realización de la soldadura. Para el cordón de soldadura se han creado áreas fijas para la elaboración de perfiles de temperatura transversalmente al cordón de soldadura y un perfil de temperatura por toda la longitud. La medida de la comprobación de la calidad son los valores mínimos y máximos de temperatura que se han de cumplir. Puesto que durante la medición de la temperatura está finalizado el proceso de soldadura o en una realización después del ajuste se efectúa la medición (de manera termográfica) antes de la soldadura, pueden realizarse distancias de medición relativamente cortas. El empleo de aparatos termográficos, particularmente con sistemas ópticos, sin embargo no se debe recomendar en la soldadura por arco voltaico abierto, en proximidad del metal fundido que se está enfriando, es decir durante el proceso de soldadura, p. ej. a causa de condiciones ambientales duras.

En resumen se puede decir que también son conocidos una serie de exámenes y aplicaciones, mediante los cuales las faltas de unión visibles e invisibles, como también agujeros o grietas son detectables mediante una propagación de calor heterogénea. La idea de utilizar la temperatura del baño de fusión que se está enfriando, siempre era nuevamente el objeto de investigaciones científicas, pero fracasaba en la práctica durante la soldadura por arco voltaico en los factores siguientes:

- Las temperaturas pueden ser captadas solamente sin contacto mediante procedimientos de medición pirométricos.
- El arco voltaico representa una fuente luminosa, que pasa por todas las gamas de frecuencia y por lo tanto resplandece sobre la radiación térmica del baño de fusión.
- Las condiciones ambientales son extremas enemigas para sistemas ópticos debido al vapor de metal y salpicaduras.
- El tamaño de construcción y la accesibilidad al soplete de soldadura deben ser mantenidos.

Con el estado de la técnica inicialmente descrito no pueden ser solucionados los problemas de la detección actuales, la evaluación de irregularidades contenidas en el baño de soldadura.

Es por lo tanto tarea de la invención desarrollar un dispositivo que debe permitir la detección, a base de modos de funcionamiento conocidos de la termografía, de las temperaturas de la superficie del metal fundido que se está enfriando y de los materiales básicos participados en proximidad directa del arco voltaico de soldadura y de reconocer y evaluar automáticamente, sobre la base de esto, las irregularidades de soldadura, como las faltas de unión de flancos, las faltas de unión entre el metal de base y el metal depositado como también otras irregularidades de soldadura.

En este caso el dispositivo debe ser dimensionado según la invención de manera que pueda ser fijado en cuanto al tamaño y peso sobre un soplete convencional y que en proximidad directa al proceso de soldadura por arco voltaico y bajo las condiciones de humos de soldadura, salpicaduras de soldadura y de alta temperatura ambiente detecte sin contacto el perfil de temperatura transversalmente al cordón de soldadura en gran parte sin perturbación de la radiación térmica de un arco voltaico.

Según la invención se soluciona la tarea mediante las características típicas mencionadas en la reivindicación 1. La configuración ulterior de la invención se deduce de las reivindicaciones 2 a 6.

Las siguientes indicaciones complementarias referente a la teoría según la invención son necesarias.

La radiación térmica del metal fundido que se está enfriando y sus zonas marginales se detecta por un cabezal detector aproximadamente paralelepípedo según la invención como línea transversal al cordón de soldadura. Este cabezal detector corresponde de manera constructiva con el soplete de soldadura, de modo que se guía la línea de detección de la temperatura del cabezal detector con la velocidad del soplete de soldadura sobre el cordón de soldadura que se está enfriando. Este cabezal detector está muy cerca al arco voltaico y por lo tanto está expuesto a los humos de soldadura, a la temperatura alta, a la radiación por arco voltaico considerable y las salpicaduras de soldadura.

ES 2 345 947 T3

Según la invención se aplica dentro del cabezal detector un colimador sin cristal en forma de un bloque que contiene agujeros profundos delgados que están dispuestos en la mayoría de los casos en una fila y en cuyo extremo se halla respectivamente un receptor de la radiación y se forma por consiguiente una línea de detección. Debido a los agujeros profundos en el colimador se dejan pasar solamente las partes de radiación que entran paralelamente a los agujeros, todas las demás partes de la radiación son absorbidas por la pared interior de los agujeros, puesto que estos presentan allí un revestimiento absorbente. El colimador, como se mencionó inicialmente, está alineado transversalmente sobre el metal fundido que se está enfriando, por lo cual la radiación por arco voltaico y otra radiación térmica se descartan de manera intencionada. Con la profundidad y el diámetro de los agujeros en el colimador se pueden influir la ilustración óptica y la magnitud del área detectado, teniendo que tomar en consideración las posibilidades constructivas realistas del tamaño del receptor. Por un flujo de gas continuo a través de los agujeros se impide según la invención, que puedan entrar sedimentaciones y ensuciamientos, como también por ello se efectúa una refrigeración de las paredes interiores de las partes de la radiación absorbidas.

Los receptores de la radiación detectan solamente la proporción de radiación infrarroja que permite sacar deducciones sobre la temperatura, lo cual puede ocurrir mediante los receptores de la radiación conocidos mismos o mediante un filtro óptico colocado directamente encima. Éstos están conectados a su vez respectivamente con una electrónica de evaluación, realizando una amplificación, una digitalización y linealización de cada una de las señales proporcionales mediante elementos eléctricos conocidos. Esta detección puede suceder tanto cíclicamente como también continuamente.

Según la invención, para refinar las tomas de valores medidos y para realizar perfiles de calor explícitos puede estar previsto que se deduzcan de la radiación que parte del baño de fusión y del arco voltaico las partes de la luz visible y infrarroja por separado y se envíen a un respectivo receptor, se transforman electrónicamente y se evalúan como diferencia.

Puesto que el campo de calor no contiene partes algunas de luz visible, pero la luz del arco voltaico posee partes proporcionales de radiación visible e infrarroja, puede tener lugar una compensación aproximadamente completa de una proporción de arco voltaico difundida por esta formación de una diferencia.

Según la invención, la radiación puede ser guiada por medio de fibras ópticas por el cabezal detector hacia la electrónica de evaluación, siendo posible por ello una estructura aún mas compacta.

Según la invención se siguen elaborando, se representan y memorizan las tomas de una tal línea de radiación para obtener magnitudes características e imágenes infrarrojas bidimensionales en un ordenador de evaluación. El reconocimiento automático de irregularidades de soldadura se resuelve de manera que las tomas se analicen utilizando algoritmos de elaboración de líneas e imágenes conocidas en línea en el ordenador de evaluación, pudiendo utilizar en este caso también cordones de soldadura sin errores ya memorizados como comparación.

Las faltas de unión de flancos, en los que el ligamiento a la materia básica no está suficientemente dado, están marcadas en este punto p. ej. por las temperaturas elevadas que son reconocibles claramente en comparación con tomas sin errores.

La invención debe ser descrita ahora más en detalle con ayuda de ejemplos de realización del dispositivo necesario para la realización.

Las figuras individuales muestran en este caso:

Figura 1: Una representación esquemática para la disposición del cabezal detector sobre un soplete de soldadura y su unión para obtener una unidad electrónica.

Figura 2: Estructura principal del cabezal detector como representación lateral en sección.

Figura 3: Cabezal detector en una realización orbital como vista desde arriba desde abajo.

Figura 4: Campo de calor de un cordón de soldadura longitudinal con alteración.

Las referencias utilizadas significan:

- 1 - Materia básica
- 2 - Cordón de soldadura
- 3 - Radiación térmica
- 4 - Cabezal detector

ES 2 345 947 T3

- 5 - Soplete de soldadura
- 6 - Dirección de traslación
- 5 7 - Cable de conexión
- 8 - Unidad electrónica
- 10 9 - Línea de conexión digital
- 10 10 - Ordenador de evaluación
- 11 - Unidad de señalización acústica
- 15 12 - Señalización óptica
- 13 - Conexión al mando jerárquico superior
- 14 - Materia básica
- 20 15 - Colimador de agujero
- 16 - Radiación
- 25 17 - Salida del gas de lavado
- 18 - Tubito
- 19 - Receptor infrarrojo
- 30 20 - Alimentación de gas de lavado
- 21 - Alambre de soldar
- 35 22 - Tobera de gas
- 23 - Colimador orbital
- 24 - Imagen infrarroja de un cordón de soldadura
- 40 25 - Magnitud calculada integral de calor de la imagen infrarroja

El dispositivo consiste en un cabezal detector 4, en el cual se halla un colimador de agujeros 15 y, estando dispuestos detrás del dispositivo unos receptores infrarrojos 19 funcionalmente unidos con la unidad electrónica 8 respectivamente sobre un agujero. El colimador de agujeros 15 contiene los agujeros de un diámetro pequeño dispuestos en serie. Cada uno de los tubitos 18 individuales del colimador de agujeros 15 que se conectan al mismo está provisto al interior con un revestimiento antirreflejos. Así se detectan solamente partes de la radiación paralelamente a la alineación del respectivo tubito 18, el cual - como se ha mencionado - está dispuesto perpendicularmente sobre un metal fundido en el cabezal detector 4. A todos los tubitos 18 está asignada una alimentación de gas de lavado 20 que actúa de manera continua y trabaja con una presión de gas definida, de modo que la velocidad de corriente en los agujeros 17 impide con seguridad la entrada de salpicaduras y humos de soldadura.

El respectivo receptor infrarrojo 19, como se mencionó anteriormente, está conectado mediante un cable de conexión 7 con la unidad electrónica 8, que consiste en un procesador de señales digital y que amplifica, digitaliza y linealiza las señales eléctricas recibidas de los receptores infrarrojos 19. Las mismas se emiten al ordenador de evaluación 10 por medio de una línea de conexión digital 9. La representación de un perfil de calor que se puede realizar de manera cíclica o continua tiene lugar en el ordenador de evaluación 10.

Todas las irregularidades de soldadura conducen a variaciones en la imagen infrarroja de un cordón de soldadura 24. Según la invención se efectúa por eso una comparación de imágenes infrarrojas previamente aprendidas o sus características, que están presentes como magnitud calculada de un integral de calor de la imagen infrarroja 25, de cordones de soldadura sin errores con las soldaduras actuales. Al mismo tiempo se utilizan también algoritmos que no solamente reconocen la desviación, sino también el tipo de irregularidad de soldadura, como p.ej. la combustión completa, la falta de unión entre el metal de base y el metal depositado, la falta de unión de flancos.

ES 2 345 947 T3

Las características arriba indicadas pueden ser:

- Integral del aporte de calor por encima de una temperatura determinada
- Posición del centro de gravedad del calor
- Valor máximo de la temperatura en la línea
- Simetría del perfil de temperatura en la línea

De este modo resultan convenientemente pocos de los mismos, que marcan un perfil de temperatura. En aplicaciones simples con campos de calor largos y continuos como en la producción de tubos pueden ser comparadas estas características con valores por defecto fijos averiguados. Durante la soldadura por robot con campos de calor dependientes fuertemente de los componentes, se toman estos por cada cordón de soldadura previamente y luego se comparan. La colocación de un tal dispositivo en función de la dirección puede ser anulada de manera que se realice el colimador de agujero 15 como colimador orbital 23, evaluando solamente aquellos elementos que reciben una radiación infrarroja.

Documentos citados en la descripción

Esta lista de los documentos relacionados por el solicitante ha sido recopilada exclusivamente para la información del lector y no forma parte del documento de patente europea. La misma ha sido confeccionada con la mayor diligencia; la OEP sin embargo no asume responsabilidad alguna por eventuales errores u omisiones.

Documentos de patente mencionados en la descripción

- BE 1005941 A [0005]
- DD 157398 [0006]
- DE 102004028607A1 [0007]
- DE 19935777 B4 [0008]
- DE 69207476 T2 [0009]

ES 2 345 947 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo de evaluación de la calidad de cordones de soldadura (2) por detección del perfil de temperatura del metal fundido que se está enfriando durante la soldadura, **caracterizado** por el hecho de que un cabezal detector (4) puede ser emplazado de manera fija sobre un soplete de soldadura (5) en proximidad directa de su tobera, de manera que un colimador de agujeros (15) que se encuentra allí está alineado transversalmente al cordón de soldadura (2) y un número definido de agujeros con tubitos (18) del colimador de agujeros (15) que se conectan allí están posicionados perpendicularmente encima del metal fundido que se está enfriando, del cordón de soldadura (2), y a cada tubito (18) del colimador de agujeros (15) está asignado un receptor infrarrojo (19), estando funcionalmente unidos todos los receptores infrarrojos (19) con una unidad electrónica (8) y la unidad electrónica (8) a su vez corresponde con un ordenador de evaluación (10).

15 2. Dispositivo de evaluación de la calidad de cordones de soldadura por detección del perfil de temperatura del metal fundido que se está enfriando durante la soldadura según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que los tubitos (18) del colimador de agujeros (15) están dispuestos en una fila así como al mismo tiempo en paralelo y perpendicularmente los unos respecto a los otros y presentan tal número que junto al cordón de soldadura (2) son detectados también los flancos de una materia básica (1,14).

20 3. Dispositivo de evaluación de la calidad de cordones de soldadura por detección del perfil de temperatura del metal fundido que se está enfriando durante la soldadura según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que el colimador de agujeros (15) posee en otra realización una configuración circular que está dispuesta de manera orbital alrededor del soplete de soldadura (5).

25 4. Dispositivo de evaluación de la calidad de cordones de soldadura por detección del perfil de temperatura del metal fundido que se está enfriando durante la soldadura según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que los tubitos (18) están provistos de un revestimiento absorbente antirreflejo en una de sus paredes interiores.

30 5. Dispositivo de evaluación de la calidad de cordones de soldadura por detección del perfil de temperatura del metal fundido que se está enfriando durante la soldadura según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que los receptores infrarrojos (19) están alojados en la unidad electrónica (8) y que la radiación puede ser pasada por el cabezal detector (4) al ordenador de evaluación (10) por medio de un cable de conexión (7) que es una fibra óptica.

35 6. Dispositivo de evaluación de la calidad de cordones de soldadura por detección del perfil de temperatura del metal fundido que se está enfriando durante la soldadura según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que la radiación (16) puede ser pasada a dos receptores (19), recibiendo el uno la proporción visible y el otro la proporción infrarroja y la radiación térmica del arco voltaico puede ser eliminada calculando la diferencia entre las dos señales.

40

45

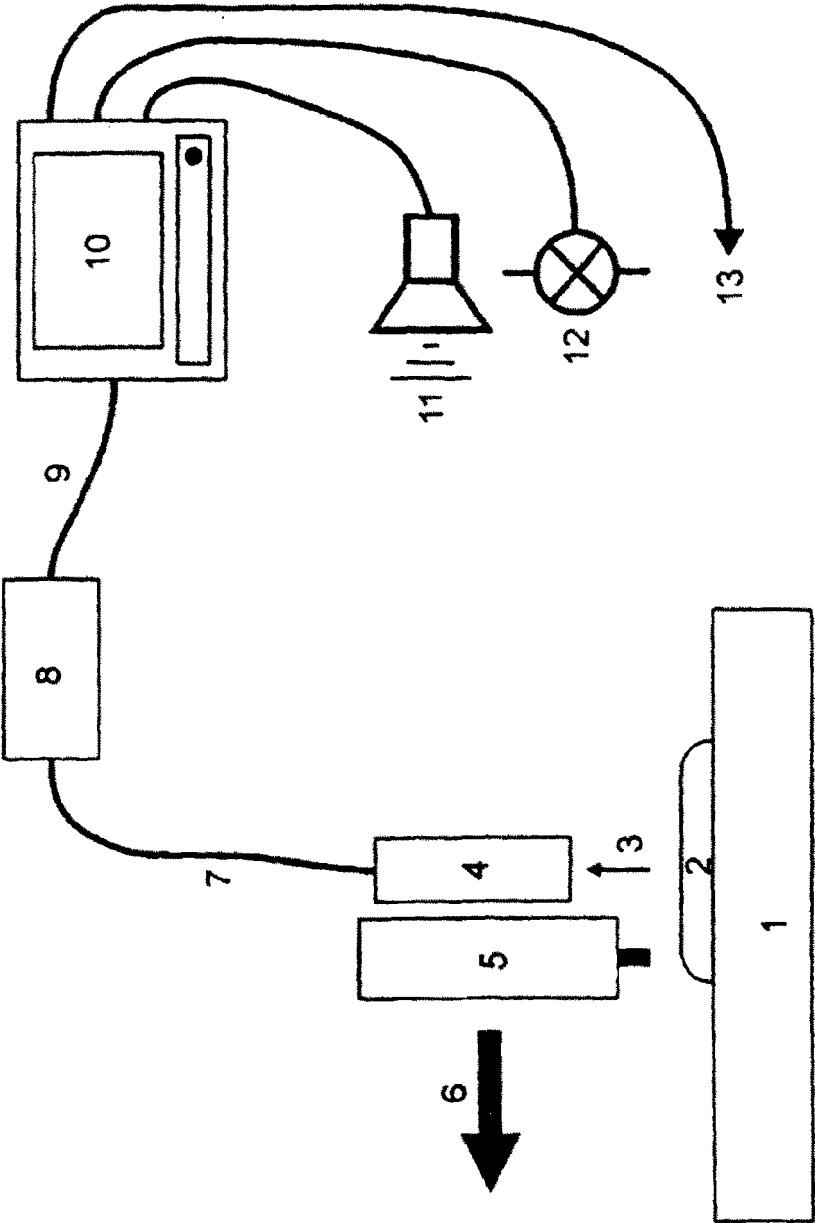
50

55

60

65

Figura 1



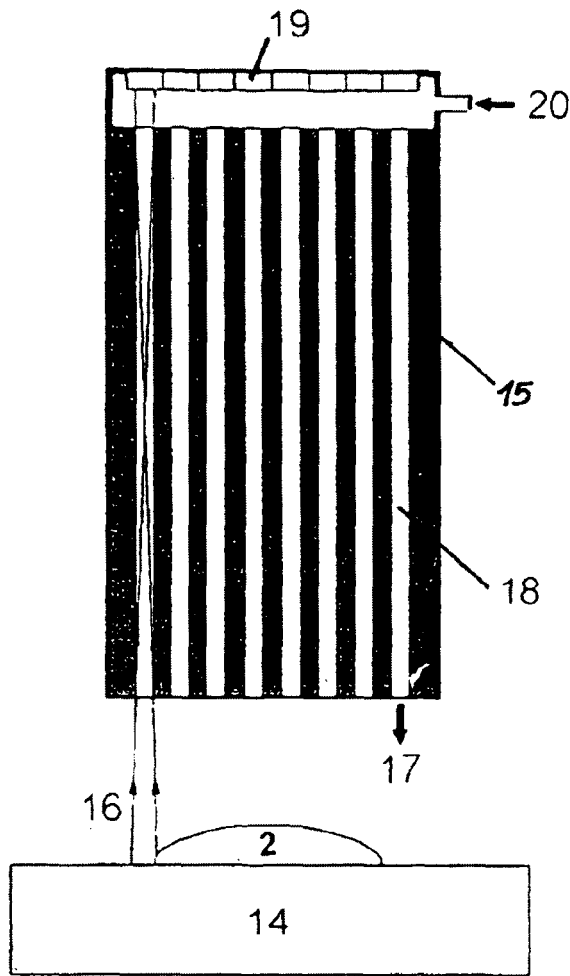


Figura 2

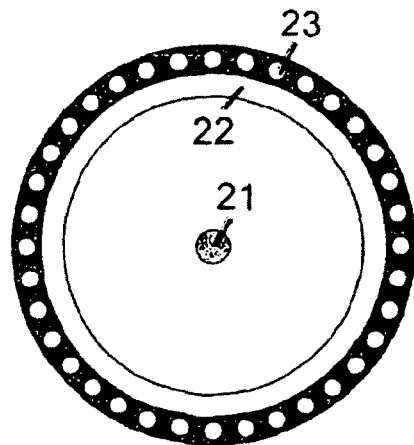


Figura 3

Figura 4

