

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 628**

51 Int. Cl.:
B23K 9/095 (2006.01)
B23K 26/03 (2006.01)
G01N 21/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07801929 .6**
96 Fecha de presentación: **28.08.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2061621**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.05.2009**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA SOLDADURA DURANTE LA SOLDADURA.**

30 Prioridad:
06.09.2006 CH 14312006

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.01.2012

73 Titular/es:
PRECITEC VISION GMBH & CO. KG
UNTERORTSTRASSE 48
65760 ESCHBORN, DE

72 Inventor/es:
SCHWARZ, Joachim

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 372 628 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).

DESCRIPCION

Procedimiento y dispositivo para la evaluación óptica de la calidad de la soldadura durante la soldadura

Antecedentes

5 La invención se refiere a un procedimiento para la evaluación óptica de la calidad de la soldadura según el preámbulo de la reivindicación 11, especialmente durante la soldadura láser, para lo cual se toma una imagen de la zona de soldadura. La invención se refiere además a un dispositivo conforme al preámbulo de la reivindicación 18 destinado a realizar el procedimiento.

Estado de la técnica

10 Es conocido el sistema de realizar una comprobación óptica de los cordones de soldadura. Para ello se traza en particular mediante un escáner láser 2D una línea de luz láser (línea de triangulación láser) transversalmente sobre el cordón de soldadura, y a partir de ahí se determinan datos relativos a la geometría del cordón. Por el documento JP 200511 1538 se conoce además el procedimiento de captar la imagen de la masa fundida durante la soldadura láser y compararla con datos de referencia.

Exposición de la invención

15 La invención tiene como base el objetivo de mejorar la comprobación de calidad óptica de los cordones de soldadura.

Esto se consigue en el procedimiento citado inicialmente mediante un procedimiento según la reivindicación 1. El documento DE 198 52 302 A da a conocer un procedimiento de esta clase y un dispositivo de esta clase.

20 Mediante los tres elementos de imagen diferentes sobre la imagen con las dos zonas de imagen se puede llevar a cabo de modo óptimo la evaluación de la calidad de la soldadura durante el proceso de soldadura.

25 En la invención se captan los diversos elementos de imagen en un único sensor que presenta varias zonas de imagen sobre las que se pueden realizar tomas (MultipleRegions of Interest, MROI). Entonces solamente es preciso leer este sensor para poder evaluar todas las zonas de la imagen con los tres elementos de imagen de la imagen. Al efectuar la toma se capta preferentemente una primera toma de imagen con la iluminación debida al propio proceso con un tiempo de exposición de 5 µs o inferior. La primera zona de imagen en la que se capta como elemento de imagen la iluminación debida al propio proceso se acondiciona preferentemente con una curva característica logarítmica del sensor.

30 Además se prevé preferentemente una segunda zona de imagen en la que están captados juntos el elemento de imagen de la línea de triangulación láser y el elemento de imagen de la imagen en gris o color del cordón. Para ello se ilumina por ejemplo la segunda zona de imagen con un tiempo de exposición de aprox. 10 µs y con una duración de iluminación realizada por una fuente de luz de flash, inferior a 10 µs. Igualmente se prefiere que los parámetros de la toma para la toma de la primera y segunda zona de imagen se modifiquen entre las tomas. En un ejemplo de realización preferente está previsto un sistema óptico plano con diferentes zonas de transparencia para la primera y la segunda zona del sensor o zona de imagen, en particular directamente encima del chip sensor.

35 Igualmente se prefiere que la toma tenga lugar mediante la óptica láser del láser de soldadura, lo cual da lugar a una disposición especialmente compacta. En el caso de soldadura con arco eléctrico, o soldadura MIG/MAG, se emplea un sistema óptico dispuesto al lado del soplete.

La invención tiene además como objetivo crear un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento. Este está realizado de acuerdo con la reivindicación correspondiente al dispositivo.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Otras realizaciones, ventajas y aplicaciones de la invención se deducen de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción, sirviéndose de las figuras. Estas muestran:

- la figura 1 una representación esquemática de un cabezal de soldadura que tiene dispuesta una cámara;
- 45 la figura 2 una imagen tomada de acuerdo con la invención de una soldadura o cordón de soldadura sin defectos; y
- la figura 3 una imagen tomada de acuerdo con la invención con defectos de soldadura provocados por un fallo del hilo de soldadura.

Vías para la realización de la invención

La figura 1 muestra en una vista muy esquematizada un cabezal de soldadura 1 que está dispuesto encima del material a soldar 2, que en este ejemplo se compone de dos chapas 2' y 2'' que se han de soldar entre sí. El soplete de soldadura está formado en este caso preferente por un rayo láser 3, que a través de un sistema óptico 4 incide sobre el material a soldar 2, realizando allí la soldadura. De acuerdo con la invención se pueden evaluar también otros procedimientos de soldadura distintos a la soldadura láser, en particular soldaduras con todos los procedimientos de arco eléctrico conocidos. La soldadura se realiza preferentemente como soldadura MIG/MAG con la correspondiente alimentación de gas, lo cual no está representado en la representación esquemática de la figura 1. Por medio de una cámara 6 se observa la zona de soldadura en el material a soldar. La cámara es preferentemente una cámara CMOS de alta dinámica y en particular una cámara que esté equipada para tomar varias imágenes sobre el chip del sensor (lo que también se conoce como MROI (MultipleRegions of Interest)) que se emiten como una sola imagen. En particular se puede emplear una cámara del tipo PhotonfocusHurricane, MV-1024 CL-80/160 de la firma Photonfocus AG, ch 8853 Lachen, Suiza, que está equipada con MROI y que permite trabajar con tiempos de exposición diferentes para las diferentes zonas. Pero también se pueden emplear dos cámaras o dos sensores. La toma se realiza preferentemente sin embargo mediante una sola cámara y en particular por medio de una cámara 6 que está situada directamente en el cabezal de soldadura. La toma se realiza preferentemente directamente a través del sistema óptico 4 para el rayo láser, tal como está representado en el ejemplo mostrado. A través de un divisor de rayo 7 para la luz visible observada por la cámara 6, la luz emitida por el material de soldadura 2 llega a través del sistema óptico de la cámara 8 a su sensor CMOS 6'. Un sistema de iluminación destinado a iluminar las zonas captadas, que ilumina preferentemente el material de soldadura 2 a través del divisor del rayo 7, está formado por el rayo 9. El correspondiente trayecto de los rayos para la iluminación está designado por 5. Esta iluminación es una iluminación mediante flash de xenón o una iluminación por LED, en particular una iluminación con diodos láser de emisión superficial (Vertical Cavity Surface Emitting Laser/VCSEL). Estos diodos tienen la propiedad de su alto rendimiento óptico con una reducida densidad de empaquetamiento y reducida divergencia de los rayos, y pueden iluminar la zona de soldadura con suficiente claridad. La toma de la zona de soldadura a través del sistema óptico de la soldadura 4 para todas las zonas que se han de captar de acuerdo con la invención requiere unas intensidades de iluminación muy elevadas, ya que los parámetros del sensor CMOS se ajustan de modo insensible a la luz, para poder captar la iluminación debida al propio proceso, de gran intensidad, y no presentando el sistema óptico del láser unas características de transparencias buenas para la luz visible. La disposición representada en la que la cámara 6 observa la zona de soldadura a través del sistema de soldadura 4 es sin embargo la disposición preferida, si bien son también posibles otras disposiciones en las que la cámara no contempla la zona de soldadura a través de la óptica láser 4. Mediante una disposición conocida 11 con otro láser se proyecta por lo menos una línea de triangulación cubriendo el cordón de soldadura solidificado, tal como se puede ver en las siguientes figuras. El circuito de control y/o de evaluación 10, que por lo general está formado por un ordenador, recibe los datos de imagen leídos por la cámara para su evaluación. En el caso de una soldadura por arco eléctrico (soldadura MIG/MAG) la toma de la imagen se efectúa mediante una cámara con un sistema óptico dispuesto muy próximo al soplete de soldadura, lo cual aquí no se explica con mayor detalle.

La figura 2 muestra un ejemplo de una imagen tomada en la zona de la soldadura, tratándose en este caso de una soldadura o cordón de soldadura sin defectos. La figura 2 muestra una toma con un gran campo de la cámara, de modo que la iluminación debida al propio proceso y el cordón ya solidificado después del proceso se toman en el mismo sensor como una sola imagen, se leen como una sola imagen y a continuación se pueden comprobar. Se entiende por iluminación debida al propio proceso o evaluación de la luz debida al propio proceso la toma y aplicación de la zona de soldadura estando el material de soldadura todavía fluido y luminoso dentro del campo visible. De acuerdo con la invención se toman tres elementos de imagen diferentes. La identificación de puntos de defectos locales del cordón tiene lugar con la triangulación láser, de por sí conocida, para lo cual se toma la línea de triangulación proyectada sobre el cordón y con un análisis de la imagen en gris o en todo caso un análisis de la imagen de color, para lo cual se ha tomado la imagen del cordón. Adicionalmente se toma la iluminación debida al propio proceso. Para ello se puede proceder de modo que el sensor 6' de la cámara esté dividido en dos zonas principales A y B. Estas pueden ser en particular dos zonas de insolación independiente situadas en el mismo sensor de la cámara 6'. En la zona principal A según la figura 2 para visualizar la iluminación debido al propio proceso se trata la zona del sensor con una curva característica logarítmica y con unos tiempos de exposición preferentemente inferiores a 5 μ s. En la zona principal B se trabaja con una zona característica lineal o logarítmica y con tiempos de exposición del orden de 10 μ s, para captar en la zona B1 como elemento de imagen la línea de triangulación y en la zona B2 como otro elemento de imagen, la imagen del cordón. El tiempo de exposición está elegido para ello de tal modo que en la zona B1 la línea de triangulación esté representada todavía con suficiente intensidad luminosa para la evaluación, pero se evite un exceso de radiación debido a la iluminación propia del proceso. En este tiempo de iluminación se realiza la iluminación con una fuente de luz de flash o con las citadas fuentes de luz VCSEL, con un impulso de luz de una duración de <10 μ s. La fuente de iluminación de flash de xenón utilizada en el dispositivo de inspección óptica de cordones SOUVIS 5000 de la firma Soudronic AG, Bergdietikon, Suiza, puede trabajar con una duración de impulsos de 5 μ s a 10 μ s y se puede emplear para ello iluminando con suficiente intensidad luminosa el cordón de soldadura. La breve duración del flash evita desenfoques causados por el movimiento. Los parámetros de la cámara se conmutan preferentemente para la toma de ambas zonas con el fin de optimizar la situación de toma según la zona. Para ello se puede emplear el módulo de cámara SoudronicFastTrack de la firma Soudronic AG, Bergdietikon, Suiza, que permite una conmutación rápida de los

5 parámetros de la cámara así como la lectura rápida de las dos zonas del sensor CMOS 6' y cuyo módulo trabaja junto con la antes citada cámara Hurricane de la firma Photonfocus. El correspondiente sistema de control para la cámara está indicado en la figura 1 con la referencia 10. Para la toma de las zonas A y B se puede subdividir preferentemente el sensor en dos zonas de diferente sensibilidad de acuerdo con las zonas A y B de las figuras 2 y 3, dotándolo de una óptica plana dispuesta directamente sobre el chip sensor o distanciado de este. El sistema de óptica plana puede consistir en un cristal de cubierta con dos zonas de diferente transparencia. La transparencia puede ser del 100% para la zona B, para la evaluación de la geometría y de la imagen de grises y menor que un 50% para la evaluación de la luz debida al propio proceso o la zona A.

10 La figura 3 muestra una toma que ha sido realizada del mismo modo e igual que la de la figura 2, pero donde en este caso ha aparecido un defecto en la soldadura provocado por un defecto del hilo de soldadura. Se puede ver que por una parte en la zona B1 de la zona principal B, la triangulación hace visible el defecto de cordón en la zona solidificada. Por otra parte se reconoce también en la toma de la imagen en gris, en la zona B2 de la zona principal B la correspondiente rugosidad del cordón de soldadura. Por lo tanto es posible sin ningún problema comprobar el defecto del cordón de soldadura mediante una evaluación que también puede tener lugar en el sistema de control 10 o en un ordenador independiente. Por otra parte, en la zona A en la que se ha efectuado la toma de la iluminación debido al propio proceso, se reconoce también claramente una variación respecto a la imagen normal, tal como está representada en la figura 2. También esto se puede determinar sin problemas mediante una evaluación de la imagen y se puede emplear para el control de calidad del proceso de soldadura. En la iluminación debido al propio proceso la cámara B ve cada vez una distribución de luz típica dentro del campo visible, tal como se puede reconocer bien en la figura 2, que al existir una soldadura defectuosa queda perturbado tal como se puede ver por la figura 3. Mediante la toma de la línea láser y de la imagen en gris en la zona B se pueden medir además de forma conocida la anchura del cordón y la posición del cordón así como se pueden medir los datos geométricos tales como convexidad, concavidad y eventualmente un desplazamiento de los bordes. También se puede medir de forma conocida el volumen del cordón. La medición de los datos geométricos tiene lugar por medio de la triangulación láser, y la identificación de puntos defectuosos locales y globales por medio del análisis de la imagen en gris y la triangulación láser.

15 La evaluación de la luminosidad debida al proceso en cuanto a intensidad y características geométricas, junto con la medición geométrica con el cordón de soldadura y el análisis de la imagen en gris da una información fiable relativa a la calidad del cordón de soldadura. La posibilidad de realizar una rápida conmutación de los campos del sensor A y B permite obtener unas curvas características ópticas del sensor o parámetros de la cámara para los diferentes planteamientos de los objetivos de las dos tomas en las dos zonas del sensor. Todas las tomas se realizan preferentemente con un solo sensor lo cual reduce notablemente el volumen de aparatos, el trabajo de maniobra y el gasto de mantenimiento.

20 Con la disposición del sensor o de la cámara directamente en el soplete de soldadura se requiere un aparato considerablemente menor que para un manejo independiente en una verificación de soldadura independiente. La presente invención se puede emplear en el control de calidad de cordones de soldadura, en particular en cordones de soldadura MIG/MAG de todas clases. También para la supervisión de la geometría de las superficies con inspección simultánea del acabado superficial y la supervisión del proceso de soldadura.

25 Mientras que en la presente solicitud se describen realizaciones preferentes de la invención, hay que señalar claramente que la invención no está limitada a estas, y que también se puede realizar de otro modo dentro del volumen de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la evaluación óptica de la calidad de la soldadura durante el proceso de soldadura, en particular durante la soldadura láser o la soldadura con arco eléctrico, donde se contempla la zona de soldadura por medio de un sensor óptico y se sitúa una línea de triangulación láser sobre la parte ya solidificada del cordón de soldadura, captándose por una parte la luminosidad del proceso del material de soldadura todavía líquido, luminoso dentro del campo visible, y por otra parte una imagen en grises o en color del cordón de soldadura solidificado y de la línea de triangulación láser en distintas zonas de la imagen (A, B), captándose las distintas zonas de imagen (A, B) sobre un único sensor (6') y se leen como una sola imagen, efectuándose la toma de una primera imagen (A) con la luminosidad del proceso, con independencia de una segunda zona de imagen (B) con la línea de triangulación y la imagen en grises o en color, **caracterizado porque** las distintas zonas de imagen (A; B) se leen con tiempos de exposición diferentes.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la toma que se realiza sobre la primera zona de imagen (A) para la luminosidad del proceso tiene lugar con un tiempo de exposición de 5 μ s o inferior.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la toma en la primera zona de imagen (A) correspondiente a la luminosidad del proceso tiene lugar con la curva característica logarítmica del sensor.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la segunda zona de la imagen (B) comprende una subzona (B1) que contiene la línea de triangulación láser, y una subzona (B2) que contiene la imagen en grises o de color, las cuales se toman juntas, tomándose en particular la segunda zona de la imagen (B) con un tiempo de exposición de unos 10 μ s, siendo iluminada mediante una fuente de luz de flash con una duración de iluminación inferior a 10 μ s.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** los parámetros de la toma para la toma de las distintas zonas de imagen (A y B) se modifican entre las tomas.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la toma se realiza por medio del sistema óptico (4) de un láser de soldadura.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** sobre el sensor y preferentemente directamente sobre el chip sensor, está previsto un sistema óptico plano con distinta transparencia para las zonas (A y B).
8. Dispositivo para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por** comprender un dispositivo de soldadura, en particular con una fuente de rayo láser, un dispositivo (11) para generar por lo menos una línea de triangulación luminosa y una cámara (6) dispuesta en la instalación de soldadura, que está dirigida sobre la zona de la soldadura y está dispuesta y realizada para efectuar la toma de la luminosidad del proceso y de la subsiguiente zona de cordón de soldadura solidificada, tomándose las distintas zonas de la imagen sobre un único sensor (6') que se lee como una sola imagen, efectuándose la toma de una primera zona de la imagen (A) con la luminosidad del proceso de modo independiente de la toma de una segunda zona de imagen (B) con la línea de triangulación y la imagen en grises o de color, **caracterizado porque** la cámara permite diferentes tiempos de exposición para las distintas zonas de imagen (A; B).
9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la cámara contempla la zona de soldadura por medio de un divisor de rayo (7) a través del sistema óptico de soldadura (4).
10. Dispositivo según la reivindicación 8 o 9, **caracterizado porque** está prevista una iluminación con luz de flash mediante diodos láser de emisión superficial.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 10, **caracterizado porque** sobre el sensor (6') y en particular directamente sobre el sensor, está dispuesto un filtro de grises que presenta distintas zonas de transparencia para las distintas zonas del sensor (A, B), en particular una transparencia del 100% para la zona (B) en la cual se pueden captar la línea de triangulación y la imagen en gris o en color, y una transparencia inferior al 50% para la zona (A) en la que se puede captar la luminosidad del proceso.
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado porque** la toma sobre la primera zona de imagen (A) para la luminosidad del proceso tiene lugar con un tiempo de exposición de 5 μ s o inferior.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado porque** la toma en la primera zona de imagen (A) para la luminosidad del proceso tiene lugar con la curva característica logarítmica del sensor.
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizado porque** la segunda zona de imagen (B) comprende una subzona (B1) que contiene la línea de triangulación láser así como una subzona (B2) que contiene la imagen en grises o en color, las cuales se toman juntas.

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado porque** la segunda zona de imagen (B) se toma con un tiempo de exposición de aprox. 10 μ s, y para ello se ilumina con una duración de iluminación realizada por una fuente de luz de flash, inferior a 10 μ s.

5 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 15, **caracterizado porque** los parámetros de toma para la toma de las distintas zonas de imagen (A y B) se modifican entre las tomas.

Fig. 1

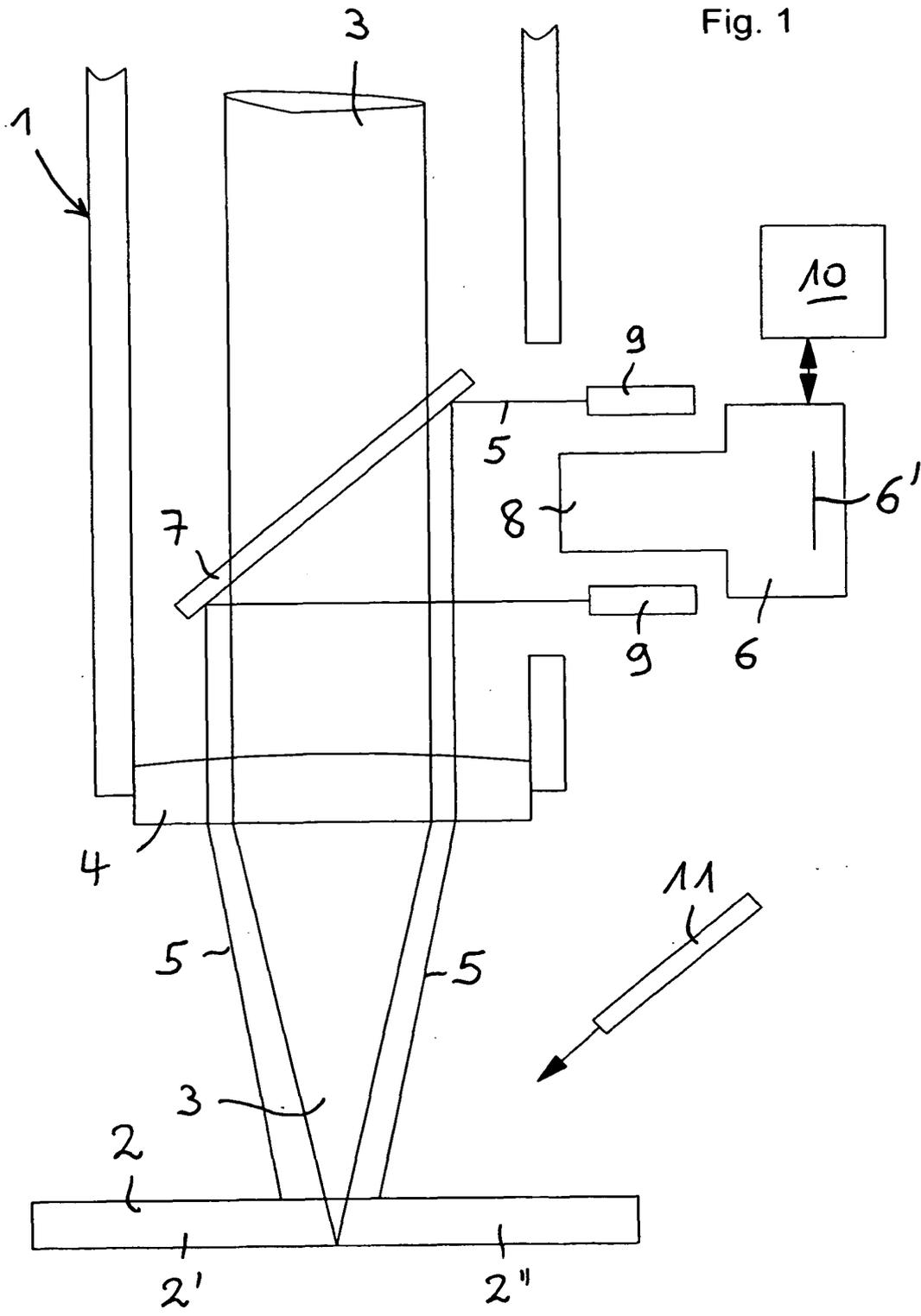


Fig. 2

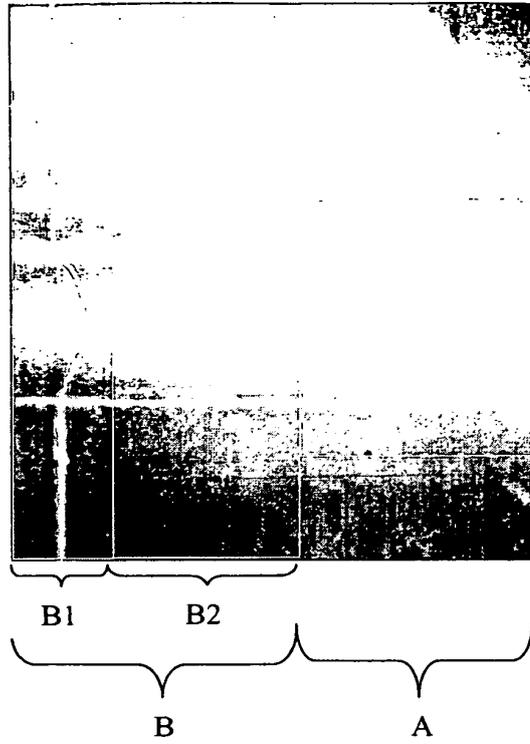


Fig. 3

