

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 891**

51 Int. Cl.:

**G01N 21/88** (2006.01)

**G01N 21/94** (2006.01)

**B23K 31/12** (2006.01)

**B23K 11/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2013 PCT/EP2013/066201**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15014404**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2013 E 13745824 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2938454**

54 Título: **Dispositivo óptico para detectar la calidad de los electrodos de pistola de soldadura**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.07.2017**

73 Titular/es:  
**SINTERLEGHE S.R.L. (100.0%)**  
**Via Cenischia 33**  
**10139 Torino, IT**

72 Inventor/es:  
**LEUCKEFELD, MICHAEL;**  
**KNOBBE, JENS y**  
**PÜGNER, TINO**

74 Agente/Representante:  
**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 622 891 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).

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo óptico para detectar la calidad de los electrodos de pistola de soldadura

**5 Campo técnico de la invención**

La presente invención hace referencia a un dispositivo de sensor óptico para detectar las condiciones de electrodos de soldadura por puntos.

**10 Técnica anterior**

Se sabe que, en las plantas de soldadura por puntos, con el uso, los electrodos de las pistolas de soldadura se desgastan, deforman y contaminan con residuos metálicos y depósitos de óxido. Por lo tanto, los electrodos tienen que repararse con frecuencia para recuperar una superficie limpia y apropiada. Como es conocido, es necesario eliminar cierto espesor de contaminantes que se forman en las superficies de los electrodos. El espesor del depósito contaminante afecta a la conductividad eléctrica y térmica global del electrodo. La forma y tamaño del electrodo, además, tienen una influencia determinante en el tamaño de la denominada "lente" de la soldadura. Si la punta del electrodo es demasiado ancha, puede que no se logre una fusión adecuada en la interfaz entre las superficies de las dos láminas de acero a soldar juntas.

Normalmente, cuando los electrodos superan un cierto tamaño, el operario compensa aumentando la intensidad de la corriente eléctrica que pasa a través de los electrodos. El aumento de la corriente conduce a una serie de factores desfavorables. En primer lugar, el aumento de la corriente provoca un sobrecalentamiento del líquido refrigerante y una ampliación posterior de las puntas de electrodo de soldadura. El sobrecalentamiento provoca una reducción de la dureza del electrodo y un deterioro de sus características mecánicas. Junto con esto, se produce un fenómeno conocido como "crecimiento acelerado", es decir un aumento en el diámetro del electrodo y, con ello, también la deposición de contaminantes.

Se siente la necesidad en este campo técnico de optimizar la eliminación de material depositado en los electrodos. Hasta ahora, los procesos de preparación se han llevado a cabo en intervalos regulares, de acuerdo con parámetros estandarizados, con respecto a la duración de la fase de preparación y la fuerza de sujeción con la que la pistola de soldadura cierra sus electrodos en la unidad de preparación. Los parámetros estándar, en términos de tiempo y fuerza, representan un compromiso que es adecuado en la mayoría de los casos. Sin embargo, la eliminación de material se produce sin un conocimiento del espesor exacto de las capas superficiales de electrodos que se deberían eliminar.

Además, hasta ahora la preparación se ha llevado a cabo de una manera indiferenciada tanto para el ánodo como para el cátodo. Dado que un mayor depósito de contaminantes se produce en el cátodo, con el fin de optimizar la duración y el funcionamiento del electrodo, los depósitos se deben eliminar en mayor medida desde el cátodo que desde el ánodo.

El documento US 2012/0200695 A1 trata de un aparato de inspección de electrodos para soldadura por puntos. El documento DE 202006004456 U1 divulga un dispositivo de pruebas para superficies, especialmente aquellas de electrodos de soldadura por puntos. El documento EP 1964639 describe un procedimiento y un sistema para controlar herramientas que comprenden electrodos de soldadura por puntos usando medios de comparación y obtención de imágenes.

**Sumario de la invención**

Por lo tanto, un objetivo principal de la presente invención es conocer el espesor de las capas superficiales que se van a eliminar, a fin de realizar la preparación de una manera optimizada, es decir, ajustando el tiempo de preparación (por ejemplo, 3 milisegundos) con una presión predeterminada (por ejemplo 150 daN), a fin de eliminar solamente los depósitos de óxido y conservar el material de los electrodos que aún no esté contaminado.

La optimización de la preparación prolonga la vida útil del electrodo. En consecuencia, esto implica una reducción del tiempo de inactividad requerido para detener una línea de producción con el fin de sustituir los electrodos desgastados. Una parada de una línea implica una pérdida económica, que a veces puede ser incluso innecesaria en el caso de que los electrodos realmente no necesiten repararse o reemplazarse.

También se siente una necesidad de mantener constantes los parámetros de soldadura y, en particular, la intensidad de la corriente que se aplica y el tiempo de cierre y soldadura de la pistola de soldadura, de modo que estos parámetros siempre estén correctos y en cumplimiento con estándares optimizados. Sobre todo, se debe evitar el riesgo de que un cambio inadecuado en la intensidad de la corriente o en la duración de la aplicación de la corriente provoque soldaduras defectuosas. Otro objetivo de la invención es, por lo tanto, evitar o reducir la necesidad de mantenimiento a fin de establecer los parámetros de soldadura correctos

(corriente, tiempo).

Una reducción en el número de operaciones manuales también es beneficioso, ya que reduce el riesgo de accidentes. Por lo tanto, un objetivo adicional de la invención es aumentar la seguridad para el personal que trabaja en una línea de soldadura.

Un objetivo adicional de la invención es reducir el consumo de energía de la línea de soldadura, así como una reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Otro objetivo de la invención es certificar la calidad de la soldadura. Actualmente, los controles de calidad de los sistemas de soldadura modernos solamente pueden certificar que las soldaduras se crearon en cumplimiento con ciertos parámetros (intensidad de corriente, tiempo y fuerza o presión de cierre de la pistola de soldadura). Pero una variación de la condición del electrodo, causada por el desgaste normal y la contaminación no se puede detectar. La condición del electrodo es un factor importante que influye en la calidad de la soldadura y en consecuencia se deben llevar a cabo pruebas destructivas frecuentes de soldadura. La invención puede monitorizar y reparar la forma del electrodo y la condición de la superficie, permitiendo a los fabricantes de vehículos a motor certificar todos los principales factores del proceso que pueden influir en la calidad de la soldadura. Esto proporciona una mayor confianza en la fiabilidad del proceso de soldadura y permite una reducción en la frecuencia de pruebas destructivas.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar una herramienta útil para certificar que los puntos de soldadura se han aplicado de acuerdo con ciertos parámetros de soldadura (intensidad de la corriente aplicada, tiempo de aplicación de la corriente, fuerza de sujeción o presión aplicada por la pistola de soldadura) y con electrodos que tienen una forma geométrica óptima. Una certificación de calidad puede permitir una reducción en el número total de puntos de soldadura aplicados a un determinado conjunto soldado, debido a que las soldaduras se certifican. Actualmente, la producción de un vehículo a motor requiere de 5000 a 6000 puntos de soldadura. Ya que los puntos de soldadura no están certificados, por razones de seguridad se requiere un porcentaje bastante elevado de puntos de soldadura adicionales.

Un objetivo adicional de la invención es, por lo tanto, reducir el número de puntos de soldadura, así como el tiempo y los costes que esto conlleva.

Otro objetivo de la invención es permitir la selección de la herramienta de preparación más apropiada, es decir más o menos agresiva, dependiendo del nivel de degradación de los electrodos.

Lo anterior y otros objetivos y ventajas, que se comprenderán mejor más adelante, se logran de acuerdo con la presente invención mediante un dispositivo de sensor que tiene las características definidas en la reivindicación 1. Modos de realización preferentes adicionales se definen en las reivindicaciones adjuntas. En resumen, el dispositivo de sensor se basa en un sistema de reflexión óptica, que ilumina las caras de las puntas de los electrodos y toma mediciones tanto de la reflectividad como del área/forma de la superficie de la punta. De esta manera, se evaluará el diámetro de la cara de la punta y la condición del material, que son los dos parámetros clave que determinan la calidad de la soldadura. El dispositivo de sensor generará, a través de una CPU, una medida cuantitativa de la calidad del electrodo, preferentemente en la forma de un porcentaje, en una escala entre un diámetro de la cara de la punta completamente limpio y requerido, a un diámetro negro o desgastado o excesivo, que es una condición que no puede cumplir con los requisitos de calidad de soldadura. Esta información probablemente se pasará y será usada por un sistema de control para controlar un programa para preparar la punta. La misma información también se puede usar para evaluar el índice de degradación o desgaste de las herramientas abrasivas. Se puede elegir un tipo apropiado de herramientas como una función del estado de degradación. Por consiguiente, se puede elegir un tipo más o menos agresivo de herramientas (fresa). El dispositivo de sensor puede estar convenientemente ubicado cerca de una unidad preparadora. El dispositivo de sensor evaluará la calidad de preparación de la punta del electrodo inmediatamente después, o incluso antes de la preparación.

### Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de unos pocos modos de realización preferentes, pero no limitantes, de la misma. Se hace referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra de manera esquemática un alojamiento de un dispositivo de sensor óptico;

- la figura 2 es una vista en perspectiva del alojamiento de la figura 1, donde se han eliminado algunas partes con fines ilustrativos;

- la figura 3 es una vista en perspectiva de algunas partes internas del dispositivo de sensor, en particular una

placa de soporte con componentes ópticos para iluminar y obtener imágenes de las caras frontales de un par de electrodos;

5 - la figura 4 es una vista en perspectiva que ilustra de manera esquemática otras partes internas del dispositivo de sensor, en particular una placa de soporte con componentes ópticos para iluminar y obtener una vista lateral de uno de los electrodos;

10 - la figura 5 es una vista en planta que ilustra de manera esquemática las trayectorias de luz de un par de haces de luz que iluminan las caras frontales o puntas de un par de electrodos;

- la figura 6 es una vista esquemática, en sección transversal vertical tomada a lo largo de la línea VI-VI de la figura 5, que muestra partes verticales de las trayectorias de luz para iluminar las caras frontales de los electrodos;

15 - la figura 7 es una vista esquemática que ilustra trayectorias ópticas de imágenes de las caras frontales de los electrodos;

20 - la figura 8 es una vista esquemática en sección transversal tomada a lo largo en la línea VIII-VIII de la figura 7, que muestra una parte vertical de las trayectorias ópticas seguidas de imágenes de las caras frontales de los electrodos;

- la figura 9 es una vista esquemática en planta de la trayectoria de un haz de luz que ilumina una superficie lateral de uno de los electrodos;

25 - la figura 10 son fotografías, como tomadas por una cámara, de las caras frontales o puntas de los electrodos;

- la figura 11 es una fotografía, como tomada por una cámara, que muestra una vista lateral de un electrodo;

30 - la figura 12 es una vista esquemática en planta de un sistema óptico que puede obtener imágenes de las caras frontales de un par de electrodos, de acuerdo con un modo de realización alternativo de la invención;

- la figura 13 es una vista en perspectiva que ilustra el principio de funcionamiento para tomar imágenes de las caras frontales o puntas de los electrodos;

35 - la figura 14 es una vista en perspectiva que ilustra el principio de funcionamiento para tomar imágenes de los lados de los electrodos; y

40 - la figura 15 es una vista en perspectiva que ilustra el principio de funcionamiento para tomar imágenes de las caras frontales y los lados de los electrodos.

### Descripción detallada

45 Haciendo referencia inicialmente a las figuras 1 y 2, el número 10 designa en su totalidad un alojamiento de un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con un modo de realización de la invención. El dispositivo de sensor óptico está diseñado para detectar imágenes de un par de electrodos de soldadura por puntos llevados por una pistola de soldadura. Las pistolas de soldadura son generalmente conocidas, y por lo tanto no se describirán ni se ilustrarán.

50 El alojamiento 10 tiene un par de aberturas 11, 11a, formadas en este ejemplo en dos lados diferentes del alojamiento. Dos electrodos E1, E2 llevados por una pistola de soldadura (no mostrada) se pueden introducir en el dispositivo a través de las aberturas 11. Solamente una de las aberturas 11 es visible en las figuras 1 y 2; una abertura similar 11a se forma en el lado del alojamiento opuesto al lado 12.

55 A fin de evitar la entrada de luz, polvo y otras impurezas dentro del alojamiento 10, las aberturas 11, 11a están equipadas con tiras de cepillo 13. En la figura 2 las tiras de cepillo 13 se han eliminado solamente con fines ilustrativos.

60 Un par de asientos o lugares de medición 14, 15, separados entre sí, se proporcionan dentro de las aberturas 11, 11a del alojamiento. Cada asiento 14, 15 está configurado para recibir respectivamente uno de un par de electrodos E1, E2 llevados por una pistola de soldadura. Los electrodos, una vez acoplados en los lugares de medición, se iluminan de la siguiente manera para capturar imágenes de sus caras frontales y laterales.

65 La puntas o caras frontales de los electrodos se iluminan usando, en el ejemplo de las figuras 3 y 5, un par de fuentes de luz 16, 17, preferentemente fuentes de luz LED, y una pluralidad de superficies reflectantes.

- Las fuentes de luz LED 16 y 17 proyectan haces de luz L1 y L2 que iluminan dos difusores ópticos 29 y 30 con una cierta longitud de onda. La longitud de onda depende de la combinación de material entre el electrodo y las láminas de acero soldadas, para lograr un contraste óptimo de las contaminaciones en el electrodo. El difusor óptico es preferentemente de vidrio opalino, debido a su capacidad para conformar la intensidad de perfil del haz localmente desigual del LED a una casi perfecta, difusa intensidad de perfil del haz (distribuida de manera uniforme). Esto es necesario para lograr una iluminación por igual de una parte frontal del electrodo para las mediciones.
- Los ahora difusos haces de luz L1 y L2 están orientados en un plano geométrico intermedio p1 entre los dos asientos o lugares de medición 14, 15. Los haces de luz L1 y L2 se reflejan desde un juego de espejos frontales hasta los elementos ópticos 24 y 25, como se muestra en las figuras 5 y 6. En este ejemplo, los espejos 18 y 19 son espejos frontales triangulares y 20 a 23 son espejos frontales planos.
- Los dos haces de luz L1 y L2 convergen en dos respectivos elementos ópticos reflectantes de forma oblicua 25 y 26. Estos elementos se interponen entre los dos asientos 14, 15 en los que los electrodos E1, E2 se reciben (figura 6). De acuerdo con un modo de realización preferente, los elementos ópticos 25 y 26 son prismas rectangulares aglutinados con hipotenusas recubiertas reflectantes que se extienden en planos geométricos que están sesgados con respecto al plano geométrico intermedio p1. Debido a esta disposición, los elementos ópticos 25 y 26 reflejan los haces de luz L1 y L2 perpendicularmente al plano geométrico p1 en direcciones opuestas, hacia las caras frontales o puntas de los electrodos E1, E2.
- Los dos elementos reflectantes oblicuos 25, 26 reflejan los primeros y segundos haces de luz L1 y L2 en dos direcciones opuestas primero y el segundo asiento, donde estos haces golpean las caras frontales o puntas de los electrodos E1, E2.
- Los electrodos E1 y E2 están acoplados sobre ventanas ópticas 27 y 28, que determinan las posiciones y en parte forman los asientos o lugares de medición y protegen el sistema óptico. Convenientemente, las ventanas ópticas 27 y 28 son ventanas de zafiro, sostenidas por el alojamiento 10. Estas ventanas proporcionan puntos de apoyo ubicados con precisión y topes para los electrodos. Se prefieren las ventanas de zafiro, ya que son resistentes a los arañazos y mecánicamente lo suficientemente fuertes para resistir la fuerza de cierre completa de una pistola de soldadura (aproximadamente de 3,5 kN, 1,75 kN por ventana).
- Los haces de luz L1 y L2, que impactan en las caras frontales de los electrodos, producen respectivas imágenes I1, I2 que siguen una trayectoria inversa entre los espejos, como se representa de manera esquemática en la figura 7. Estas imágenes son capturadas por un medio de grabación de imágenes, en este modo de realización una cámara 31 con un objetivo 31a. Como se muestra de manera esquemática en la figura 10, las imágenes frontales I1, I2 proporcionan información sobre las condiciones de desgaste y limpieza de las puntas de electrodo, así como de su diámetro. Las caras frontales de los electrodos se iluminan usando sustancialmente la misma trayectoria óptica que la de las imágenes de los electrodos que regresan a la cámara 31 y la cámara objetivo 31a, como se muestra en las figuras 3, 5 y 7.
- De acuerdo con un modo de realización particularmente compacto, los haces de luz L1, L2 y las fuentes de luz 16, 17 están dispuestos de forma simétrica, en lados opuestos de un plano de simetría p2 en el que la cámara 31 se ubica y orienta. El espacio disponible se optimiza aún más mediante la disposición de los juegos de superficies reflectantes 18-26 de tal manera que cree dos trayectorias luminosas de acuerdo con una línea poligonal cerrada (en este ejemplo de acuerdo con un rectángulo, figuras 5 y 7) llegando por tanto a los dos elementos reflectantes oblicuos 25, 26 que desvían los dos haces de luz sobre cada una de las caras frontales de los electrodos.
- Los componentes ópticos ilustrados en la figura 3 (fuentes de luz 16, 17, superficies reflectantes 18-26 y cámara 31) se pueden montar sobre una estructura de soporte intermedio 40 que abarca el plano geométrico intermedio p1. De acuerdo con un modo de realización ventajoso, la estructura de soporte 40 forma una pluralidad de asientos y huecos para montar dichos componentes en posiciones predeterminadas.
- Aunque el modo de realización ilustrado en la figura 3 proporciona una única cámara 31 adaptada para capturar imágenes de las caras frontales de los dos electrodos, de acuerdo con otros modos de realización se pueden usar dos cámaras separadas, cada una destinada para capturar imágenes de una de las caras frontales del electrodo.
- Un modo de realización alternativo, ejemplar, que proporciona dos cámaras distintas 31, 131, se muestra de manera esquemática en una vista en planta en la figura 12. De acuerdo con la figura 12, para iluminar las caras frontales de los electrodos, dos fuentes de luz 16, 17 proyectan un respectivo par de haces de luz L1 y L2 en un plano geométrico intermedio entre los asientos del electrodo o los lugares de medición 14, 15. En este ejemplo, los dos elementos reflectantes oblicuos 25, 26 están colocados en una posición intermedia entre las dos fuentes de luz 16 y 17. Los dos haces L1, L2 emitidos de estas fuentes están alineados y dirigidos uno hacia el otro, en una dirección sustancialmente perpendicular al plano de simetría p2. Entre cada una de las

- fuentes de luz 16, 17 y los elementos reflectantes oblicuos 25, 26 se interpone un respectivo elemento reflectante parcialmente transparente 18a, 19a. Esto deja que el respectivo haz de luz L1, L2 venga directamente del filtro de fuente 16, 17 hacia el respectivo elemento reflectante oblicuo 25, 26 y refleja la imagen frontal I1, I2 del respectivo electrodo E1, E2, que viene del mismo elemento reflectante oblicuo 25, 26 desviado en el plano p1 hacia una respectiva cámara 31, 131. Las ubicaciones de las cámaras, así como los ángulos de refracción y reflexión de los haces de luz y las imágenes de los electrodos, no deben interpretarse como limitantes.
- Las figuras 4 y 9 muestran uno de dos conjuntos adaptados para generar y capturar imágenes laterales de uno de los electrodos, en este ejemplo electrodo inferior E2.
- Una tercera fuente de luz 32 se usa para emitir un tercer haz de luz L3 para iluminar un lado del electrodo E2 alojado en el asiento inferior 15. Una parte central del tercer haz de luz se oscurece mediante el electrodo E2, mientras que una parte periférica I3 de este haz se captura mediante un medio de grabación de imágenes 33, en este modo de realización una cámara con un objetivo 33a. Esa parte periférica del tercer haz de luz que pasa más allá del electrodo E2 genera una imagen que es indicativa del tamaño y forma del contorno del electrodo, y por lo tanto de su condición de desgaste (figura 11).
- En el modo de realización mostrado en las figuras 4 y 9, con el fin de optimizar el espacio disponible dentro del alojamiento, el tercer haz de luz L3 sigue una trayectoria no rectilínea o angular, siendo desviado por una superficie reflectante 34. El tercer haz de luz L3 cruza un difusor óptico 35, en este modo de realización vidrio opalino, además de dos ventanas de zafiro 36 y 37. Estos se montan sobre cada lado del electrodo E2, para proteger el sistema óptico.
- Los componentes 32-37 mostrados en la figura 4 y 9 se pueden montar sobre una estructura de soporte inferior 41 que preferentemente tenga una pluralidad de asientos y huecos para montar con precisión esos componentes en posiciones predeterminadas. La estructura de soporte 41 puede asegurarse debajo de la estructura intermedia 40 dentro del alojamiento 10.
- De acuerdo con un modo de realización preferente, un segundo conjunto, idéntico al mostrado en las figuras 4 y 9, está diseñado para generar y capturar imágenes laterales del electrodo superior E1. El segundo conjunto (visible en la figura 14) incluye una cuarta fuente de luz 43 que emite un cuarto haz de luz L4 para iluminar un lado del electrodo E1 ubicado en el asiento superior 14. Una parte central del cuarto haz de luz se oscurece mediante el electrodo E1, mientras que una parte periférica I4 de este haz, que pasa alrededor y más allá del electrodo E1, se captura como una imagen de un medio de grabación de imágenes 44, como una cámara o videocámara.
- De manera similar al conjunto mostrado en la figura 4, y de acuerdo con una disposición planimétrica sustancialmente idéntica, el cuarto haz de luz L4 puede seguir una trayectoria no rectilínea desviada por una superficie reflectante 45. A lo largo de la trayectoria del cuarto haz de luz L4 puede ajustarse un vidrio opalino 44 justo hacia abajo de la cuarta fuente de luz 43 así como dos ventanas de zafiro 47, 48 situadas respectivamente justo hacia arriba y hacia abajo del electrodo E2.
- De acuerdo con un modo de realización, los componentes 43-48 se pueden montar sobre una base de estructura de soporte (no mostrada), similar a la estructura superior 41 y que tiene una pluralidad de asientos y huecos para montar componentes 43-48 con precisión en posiciones predeterminadas. La estructura de soporte inferior se puede fijar en la parte superior de la estructura de soporte intermedio 40 dentro del alojamiento 10.
- Conforme a un modo de realización adicional, todos los haces de luz, a saber tanto aquellos destinados a proporcionar imágenes de las caras frontales, como aquellos destinados a proporcionar información e imágenes del contorno de los electrodos, pueden proceder de una única fuente de luz en lugar de fuentes de luz separadas, individuales.
- Del mismo modo, volviendo a disponer adecuadamente las superficies reflectantes, es posible dirigir todas las imágenes a un único medio de grabación de imágenes, por ejemplo, una única cámara o videocámara, que pueda grabar imágenes en estructuras o ventanas que sean parte de una única imagen general.
- El dispositivo de sensor también puede incorporar un circuito neumático (no mostrado) para mantener limpias de manera permanente las superficies que entran en contacto con el electrodo.
- El dispositivo de sensor puede incorporar una CPU 24 (figura 4) que esté protegida de la contaminación de elementos externos (polvo, calor).
- Como se apreciará, el dispositivo de sensor permite detectar de manera simultánea imágenes en general de un par de electrodos de soldadura.

5 La imagen de la vista lateral (figura 11) proporciona información relativa a la forma de la punta y la altura que se deja, para la decisión de cambiar o preparar el electrodo. La fotografía lateral también proporciona información acerca del espesor de la pared del electrodo. La vista frontal (figura 10) proporciona información acerca del grado de impureza y desgaste en la superficie de contacto del electrodo causados por el proceso de soldadura.

10 De acuerdo con un modo de realización, las fuentes de luz pueden producir luz difusa, roja (~ 650 nm) que da el mejor contraste en electrodos de cobre usados para soldadura de láminas de acero. Debido a las purificaciones habituales hay estaño (del revestimiento de estaño de la lámina de acero) que forma una fase intermetálica con el cobre (bronce) y una deposición de carbono (polvo negro) de los restos de aceite en las láminas de acero (que viene del estirado en frío de las láminas de acero). Estas purificaciones absorben la longitud de onda roja en su mayoría, mientras que el cobre la refleja, de modo que se obtiene un buen contraste entre ambas. También puede haber una iluminación azul (~470 nm), integrada en la misma fuente de luz (p.ej. 2 LEDs azules y 2 rojas en el mismo tablero), controlable de manera individual. Luz azul se usa para electrodos de cobre usados para soldar hojas de aluminio. En este caso el aluminio forma también una fase intermetálica en la superficie del electrodo. Estas purificaciones también tienen una alta reflectividad, como el cobre en longitudes de onda rojas. De modo que se usa una longitud de onda de luz azul que refleja mejor en aluminio que en cobre. Esta luz azul se absorbe principalmente en cobre, pero se refleja por el aluminio. Como resultado, la fotografía de purificaciones de aluminio muestra áreas brillantes de suciedad y áreas oscuras del cobre.

25 Aunque las LEDs han demostrado ser las fuentes de luz más baratas y adecuadas, se pueden usar otras fuentes de luz de longitud de onda discretas. Por ejemplo, se puede usar un láser de una longitud de onda discreta como una posible fuente de luz, aunque un láser es más costoso y requiere disposiciones especiales para la conformación del haz un área relativamente amplia a iluminar.

30 Se han divulgado un número de modos de realización y aspectos de la invención. Debe entenderse que cada modo de realización puede combinarse con cualquier otro aspecto/modo de realización. Además, la invención no se restringe a los modos de realización descritos, sino que se puede variar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes legales.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de sensor óptico para detectar imágenes de un par de electrodos de soldadura por puntos (E1, E2) llevados por una pistola de soldadura, comprendiendo el dispositivo:
- 5 - un alojamiento (10) que tiene al menos un par de aberturas (11, 11a);
- al menos un primer (14) y un segundo (15) asiento espaciado uno de otro dentro del alojamiento, cada asiento comunicándose con una de las respectivas aberturas (11, 11a), cada asiento (14, 15) estando adaptado para alojar uno de los electrodos llevados por la pistola de soldadura;
- 10 - primeros medios de iluminación (16, 17) adaptados para emitir un primer (L1) y un segundo (L2) haz de luz en un plano geométrico intermedio (p1) entre los asientos (14, 15);
- 15 - dos elementos reflectantes oblicuos (25, 26), interpuestos entre los dos asientos (14, 15), los elementos reflectantes oblicuos estando adaptados para reflejar los primeros (L1) y segundos (L2) haces de luz en dos direcciones opuestas perpendiculares al plano geométrico (p1) hacia el primero y el segundo asiento;
- segundos medios de iluminación (43, 32) adaptados para emitir terceros (L3) y cuartos (L4) haces de luz en lados opuestos del plano geométrico (p1) para iluminar el primero y el segundo asiento (14, 15);
- 20 - medios de grabación de imágenes (31, 131, 33, 44) adaptados para capturar imágenes (I1, I2) reflejadas por los dos elementos reflectantes oblicuos (25, 26) y al menos parte de los terceros y cuartos haces de luz (L3, L4) hacia abajo de los primeros y segundos asientos (14, 15) a lo largo de las trayectorias de los terceros y cuartos haces de luz.
- 25
2. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los medios de iluminación comprenden fuentes de luz de longitud de onda discretas.
- 30
3. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que los medios de iluminación comprenden LEDs como fuentes de luz.
4. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 o 3, en el que los medios de iluminación comprenden fuentes de luz que emiten luz difusa, roja con una longitud de onda de aproximadamente 650 nm.
- 35
5. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de grabación de imágenes incluyen cámaras con objetivos.
- 40
6. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos ópticos reflectantes de forma oblicua (25, 26) comprenden prismas rectangulares aglutinados con hipotenusas recubiertas reflectantes que se extienden en planos geométricos que están sesgados con respecto al plano geométrico intermedio (p1).
- 45
7. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada asiento (14, 15) está provisto de una ventana óptica fija (27, 28) que proporciona una superficie de tope para cada electrodo (E1, E2).
- 50
8. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con la reivindicación 7, en el que las ventanas ópticas (27, 28) comprenden ventanas de zafiro.
9. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada abertura (11, 11a) está provista de medios de cepillo (13) para evitar que la luz y el polvo entren en el alojamiento (10).
- 55
10. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:
- 60 los primeros medios de iluminación comprenden dos fuentes de luz (16, 17) dispuestas en lados opuestos de un plano de simetría (p2) para proyectar los primeros y segundos haces de luz (L1, L2) en dos juegos de espejos (18, 20, 21; y 19, 22, 23) dispuestos así para reflejar los primeros y segundos haces de luz sobre los dos elementos reflectantes oblicuos (25, 26), y
- 65 los medios de grabación de imágenes comprenden un único medio de grabación de imágenes (31) orientado en el plano de simetría hacia los dos juegos de espejos a fin de capturar imágenes (I1, I2) reflejadas de vuelta por los dos elementos reflectantes oblicuos (25, 26) y los dos juegos de espejos.

5 11. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que los dos juegos de espejos (18, 20, 21; y 19, 22, 23) están dispuestos así para determinar dos trayectorias luminosas de acuerdo con una línea poligonal cerrada, por medio de la que los primeros y segundos haces de luz (L1, L2) proyectados de las dos fuentes de luz (16, 17) alcanzan los dos elementos reflectantes oblicuos (25, 26) que desvían los dos haces de luz (L1, L2) sobre cada una de las caras frontales de los electrodos (E1, E2).

10 12. Un dispositivo de sensor óptico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

15 los primeros medios de iluminación comprenden dos fuentes de luz (16, 17), y los dos elementos reflectantes oblicuos (25, 26) están dispuestos en una posición intermedia entre las dos fuentes de luz (16, 17), por medio de las que los dos haces de luz (L1, L2) emitidos de las fuentes de luz (16, 17) están alineados y dirigidos uno hacia el otro, y en el que

20 entre cada una de las fuentes de luz (16, 17) y los elementos reflectantes oblicuos (25, 26) está interpuesto un respectivo elemento reflectante parcialmente transparente (18a, 19a) que deja que el respectivo haz de luz (L1, L2) venga directamente del filtro de la fuente de luz (16, 17) hacia el respectivo elemento reflectante oblicuo (25, 26) y refleja una imagen frontal (I1, I2) del respectivo electrodo (E1, E2), que viene del mismo elemento reflectante oblicuo (25, 26), hacia uno de dos respectivos medios de grabación de imágenes (31, 131).

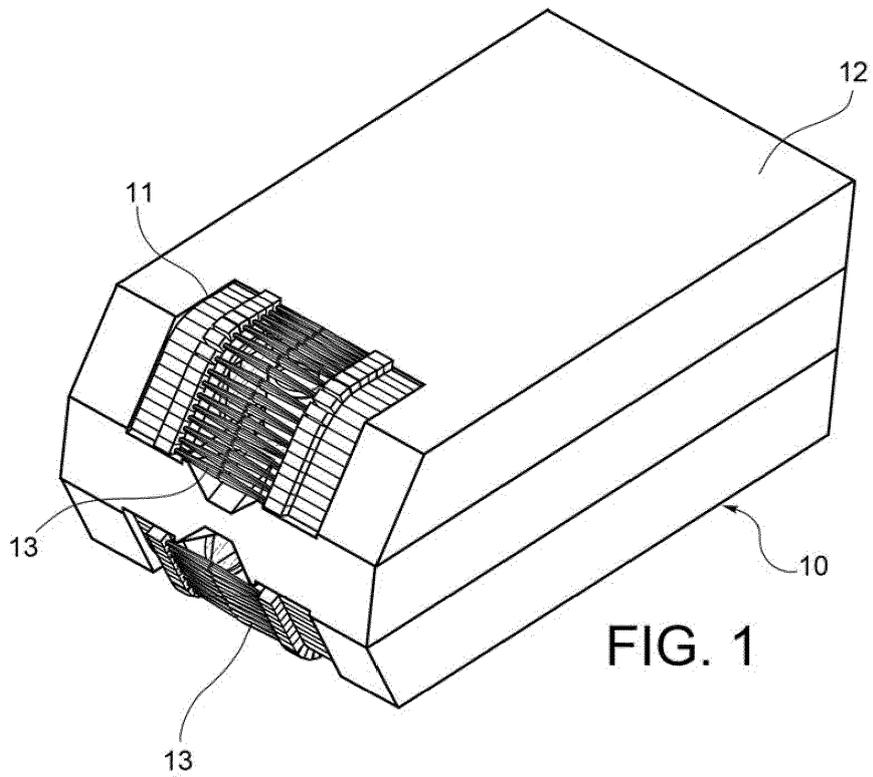


FIG. 1

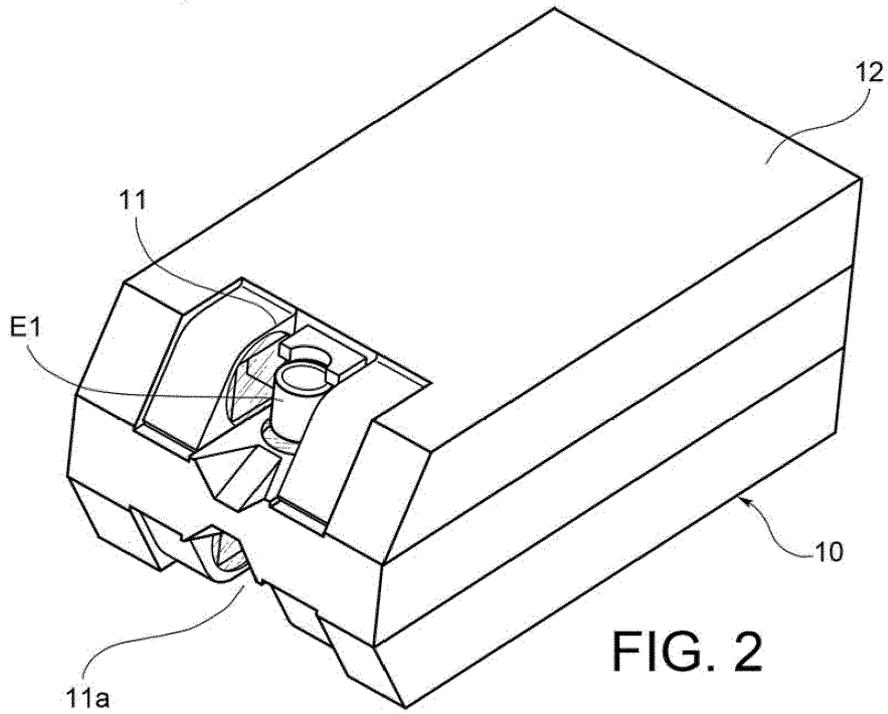


FIG. 2



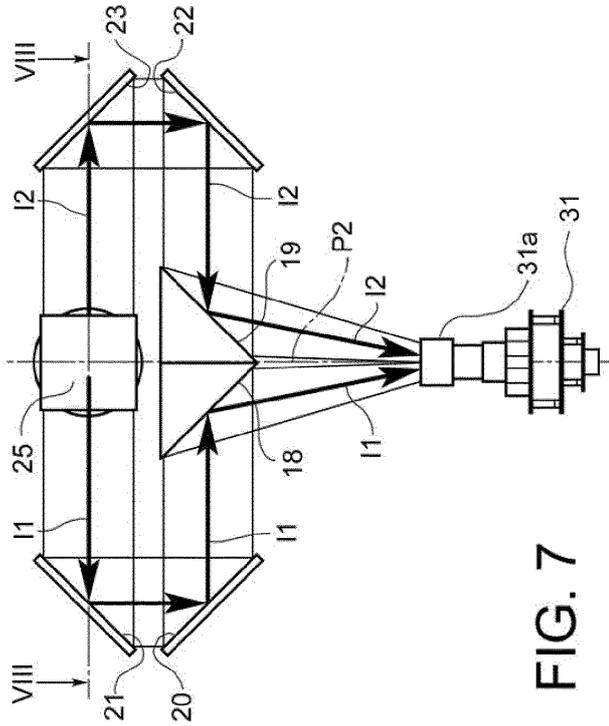


FIG. 7

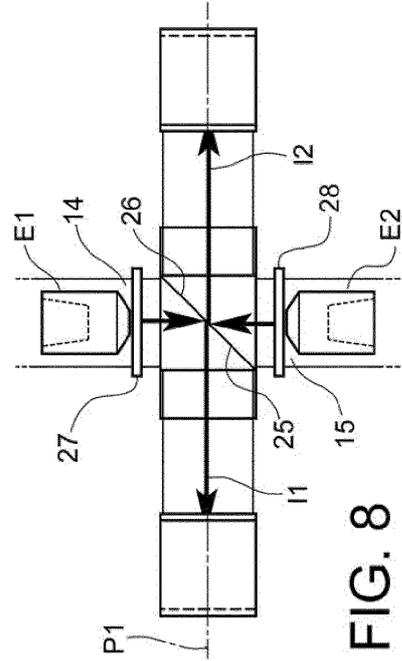


FIG. 8

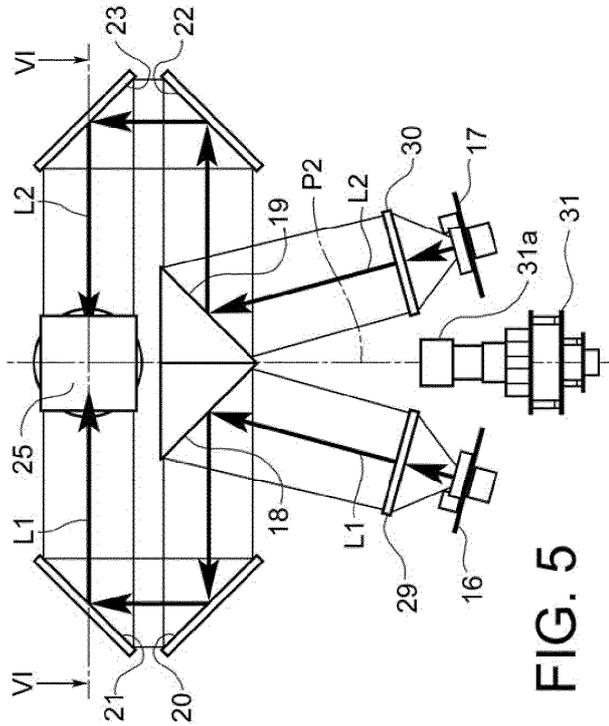


FIG. 5

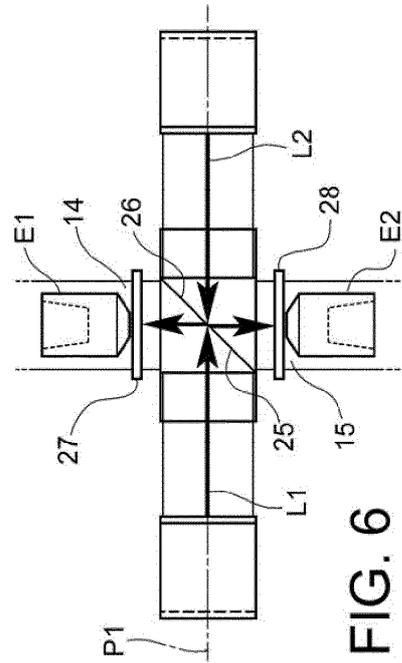


FIG. 6

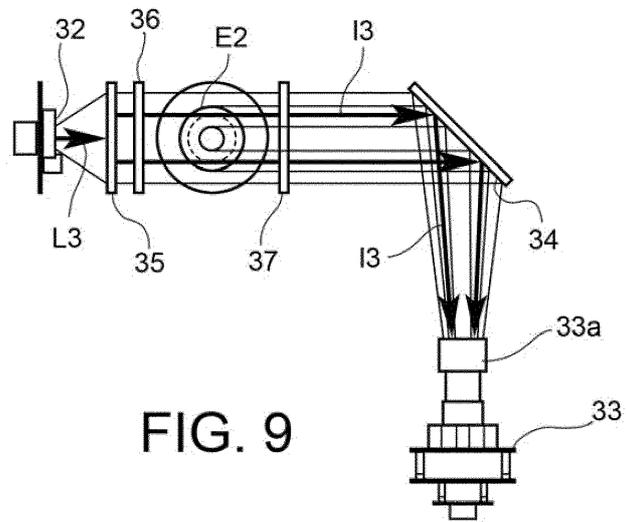


FIG. 9

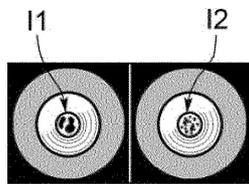


FIG. 10

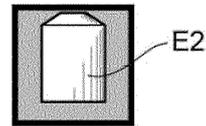


FIG. 11

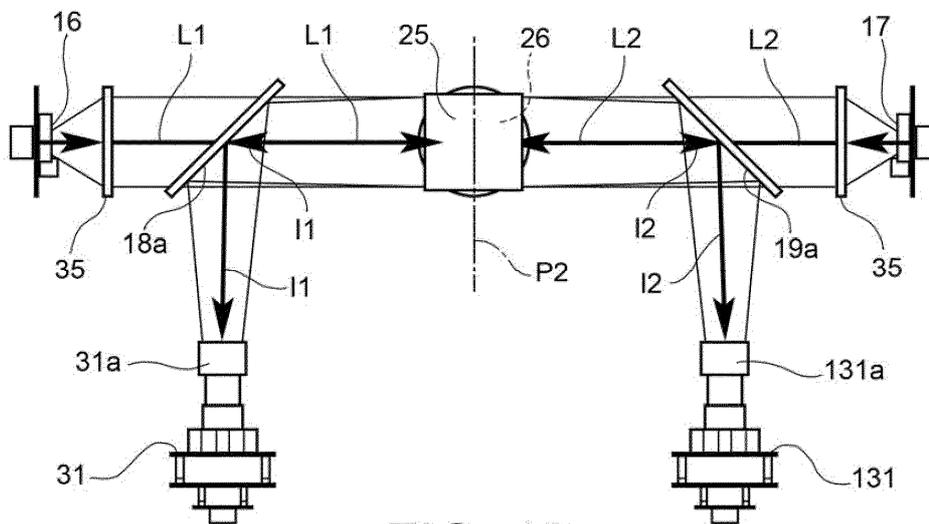


FIG. 12

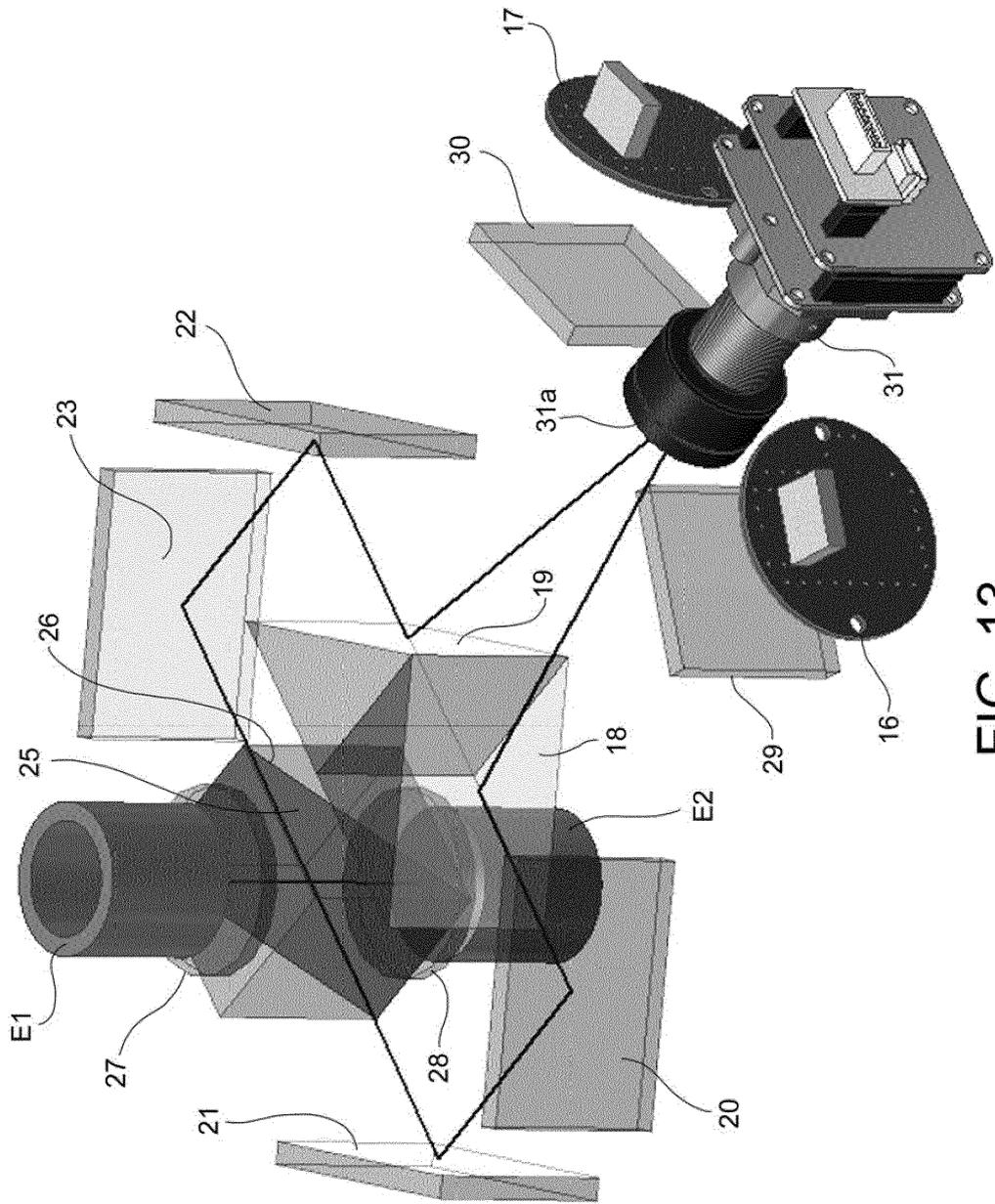


FIG. 13

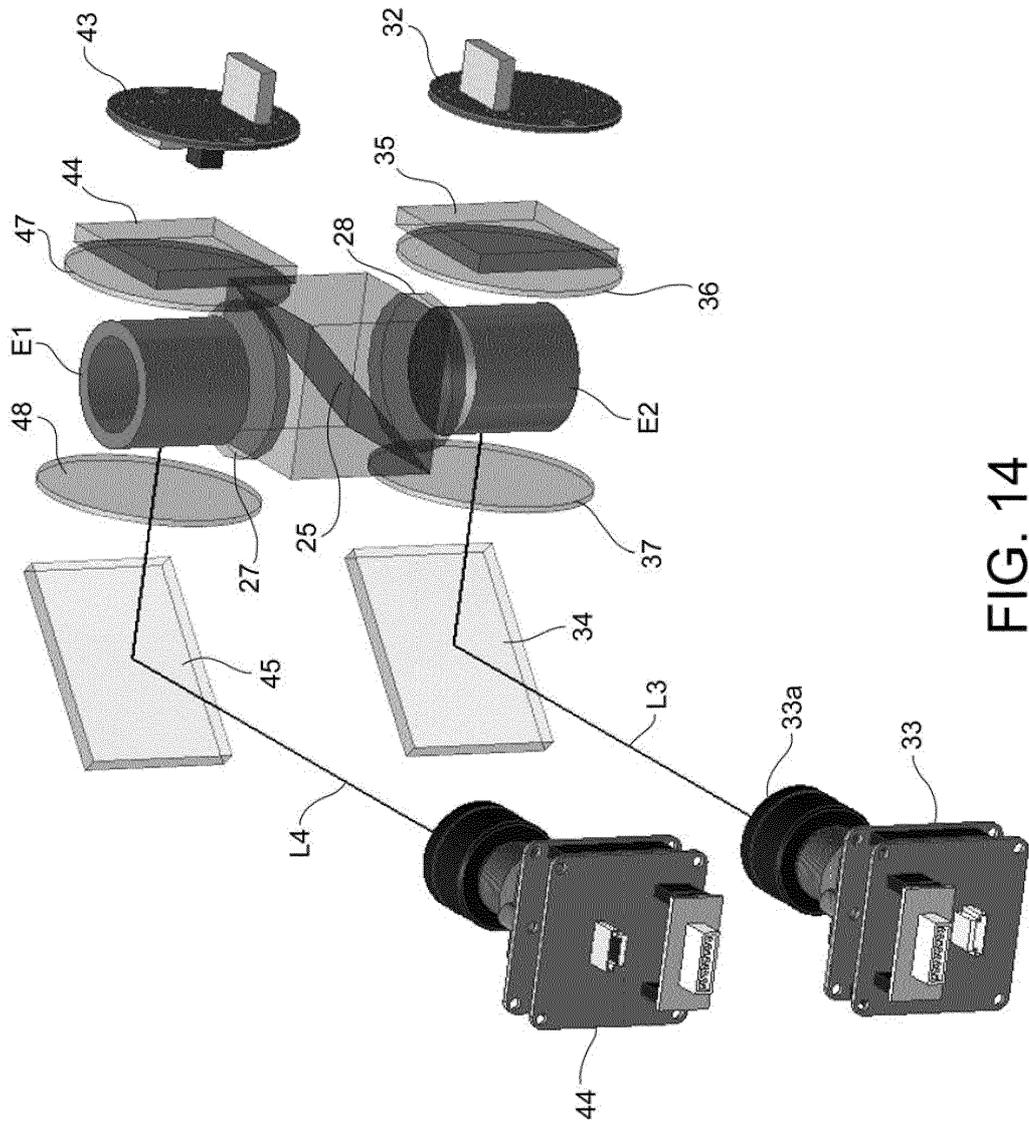


FIG. 14

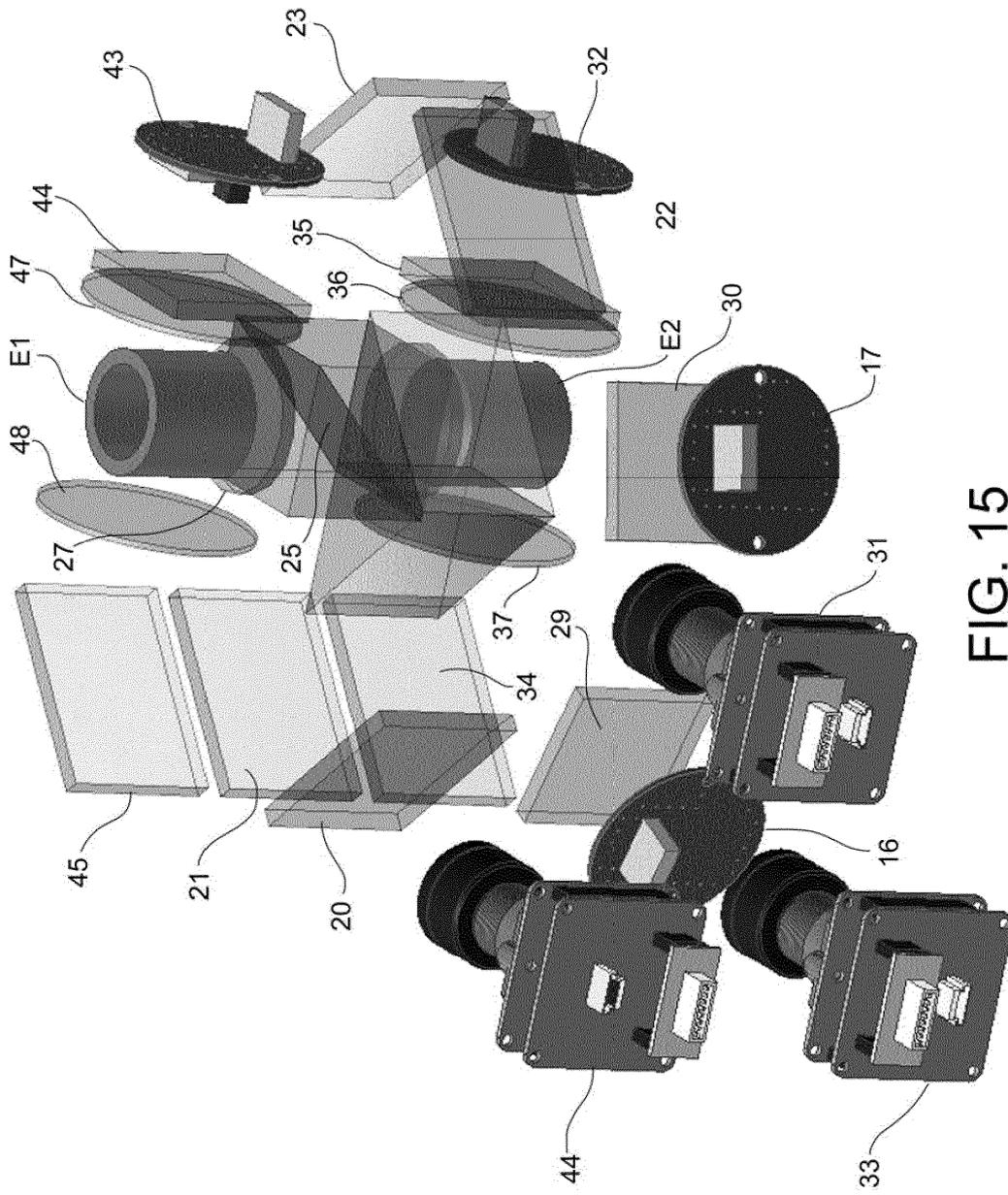


FIG. 15