

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 278**

51 Int. Cl.:

**G01N 21/956** (2006.01)

**G01N 21/88** (2006.01)

**G06T 7/00** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2014 E 14167353 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 2801816**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el análisis óptico de un PCB**

30 Prioridad:

**07.05.2013 DE 102013104679**

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

**24.05.2018**

73 Titular/es:

**WITRINS S.R.O. (100.0%)**

**Mezi Zahradami 470**

**25064 Hovorcovice, CZ**

72 Inventor/es:

**WIESER, ROMAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 669 278 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**

Procedimiento y dispositivo para el análisis óptico de un PCB

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para el análisis óptico de un PCB (Printed Circuit Board – placa de circuito impreso), la cual comprende una instalación de detección de imágenes, una instalación de fuentes de luz y una instalación de procesamiento de imágenes.

**Transfondo de la invención**

Del estado de la técnica son conocidos distintos procedimientos de medición y dispositivos ópticos con los que puede determinarse la calidad de la fabricación de un PCB.

10 Así es conocido, entre otros, determinar un perfil de altura de los componentes dispuestos sobre una placa de circuito impreso con la ayuda de una triangulación óptica, por ejemplo, de una triangulación láser, o bien de un procedimiento espectroscópico. Aquí se proyecta un rayo de luz blanca con un ángulo sobre un PCB, el cual es dividido en los colores del espectro mediante un prisma. Basándose en un valor de color reflejado puede deducirse una altura de la estructura superficial del PCB. Los procedimientos de inspección de ese tipo sirven especialmente para detectar errores en una colocación de componentes, y la calidad de los puntos de soldadura. Además, son conocidos procedimientos de radioscopia, en los cuales son analizados ópticamente los PCBs semitransparentes, a fin de comprobar durante el proceso de fabricación, especialmente en una construcción de varias capas de PCB, la alineación y calidad de cada capa de PCB.

Además, es conocido registrar una imagen de luz blanca de una superficie de un PCB, y comparar la misma con una imagen de referencia, por ejemplo, con una pletina de muestra (Golden Sample).

20 Los procedimientos conocidos del estado de la técnica pueden utilizarse individualmente para reconocer distintas fuentes de errores, por ejemplo, el reconocimiento de cortocircuitos, el desplazamiento de capas de una pletina multicapa entre sí, la calidad de las uniones soldadas, o bien los posicionamientos correctos de los componentes. Sin embargo, los procedimientos conocidos fracasan mediante un único procedimiento de análisis, por una parte en un análisis rápido de una gran cantidad de placas de circuito impreso, por otra parte en un análisis de fuentes distintas de errores, como la disposición correcta de superficies conductoras, el reconocimiento de cortocircuitos y el posicionamiento correcto de componentes. Con la ayuda de una triangulación óptica, por ejemplo de una triangulación láser, o bien de un procedimiento espectroscópico, se pueden reconocer solamente diferencias de altura sobre una superficie de una pletina, pero no obstante ningún cortocircuito, o bien ningunas guías defectuosas de los conductores impresos. Con la ayuda de un procedimiento puramente óptico, y especialmente en pletinas semitransparentes, es difícil reconocer las distribuciones correctas del material. Especialmente con comportamientos variables de la luz, y con un ajuste inexacto de la fuente de luz, o bien de la cámara, es muy difícil realizar una comparación con respecto a los datos preestablecidos.

35 Del documento DE 10 2011 018 823 A1 es conocido un dispositivo de inspección y un procedimiento de inspección para el análisis de errores en PCBs impresos, siendo obtenida una imagen óptica antes y después de imprimir una capa de un PCB, se evalúa una imagen de las diferencias, y se analiza la imagen de las diferencias respecto a los errores de impresión. Como unidad de iluminación se utiliza una fuente de luz blanca.

40 El documento EP 2 307 582 B1 se refiere a una instalación de medición de alturas de un producto de PCB, detectándose las distintas alturas de los componentes mediante una parte de un haz reflejado de luz monocromática, que incide en ángulo, y es comparado con una altura de referencia. A través de esto pueden reconocerse malos posicionamientos de componentes y puntos de soldadura defectuosos.

Además, una instalación de medición de alturas de del género expuesto es conocida del documento DE 10 2010 028 894 A1.

45 En el documento DE 10 2010 060 375 A1 es conocido un procedimiento de comparación de imágenes de referencia para la inspección de obleas, en el cual se comparan con una imagen de referencia los valores de colores, o bien de grises de cada pixel de la imagen de la superficie de una oblea.

50 En el documento EP 0 231 941 A2 se describe un dispositivo para la inspección automática de un PCB, a fin de comprobar una correcta colocación y orientación de los componentes de las piezas constructivas sobre una pletina. Para ello se utilizan informaciones de imagen de imágenes de diferentes colores de la pletina ensamblada, las cuales son compensadas entre sí mediante la utilización de procedimientos aritméticos, y comparadas con datos de referencia.

Partiendo del estado de la técnica citado anteriormente, el objetivo de la invención es proponer un procedimiento mejorado de análisis óptico para la determinación de una calidad de fabricación de un PCB, que sea fácilmente utilizable, que pueda garantizar un análisis rápido con elevada precisión, y que sea fácil de implementar constructivamente.

### Publicación de la invención

El objetivo citado anteriormente se alcanza a través de un procedimiento y de un dispositivo según las reivindicaciones independientes. Las formas ventajosas de ejecución de la invención son el objeto de las reivindicaciones subordinadas.

5 Según la invención, se propone un procedimiento para el análisis óptico de un PCB, captando una instalación de captación de imágenes las informaciones de las imágenes en color, de forma separada según los colores básicos, de una luz reflejada desde una instalación de fuente de luz sobre la superficie del PCB, y/o mediante la luz irradiada a través del PCB, y transformando una instalación de tratamiento de imágenes al menos una información de la imagen en color de la pieza, especialmente dos o varias informaciones de la imagen de la pieza, en informaciones analíticas de la imagen, tras de lo cual las informaciones analíticas de la imagen son comparadas con informaciones de referencia de la imagen, y pueden ser reconocidos los errores del PCB, de forma que puede determinarse una calidad de fabricación del PCB.

15 Según la invención, se propone que la instalación de tratamiento de imágenes transforme las informaciones de la imagen en color de la pieza, especialmente las informaciones de la imagen en color RGB, en un espacio de color HSV como informaciones de análisis de la imagen, a fin de analizarlas por comparación con informaciones de imágenes de referencia, especialmente con datos de CAD y datos de distribución del material, permaneciendo ignorados preferentemente los datos de intensidad. Datos típicos de CAD de los PCBs son los llamados datos Gerber, como los que son utilizados por máquina NC (máquinas de control numérico) para la fabricación de placas de PCB en bruto. Los datos de distribución del material describen la distribución de los distintos materiales conductores sobre el PCB, por ejemplo en distintos niveles de capas. A través del conocimiento de los datos del CAD y de la distribución del material pueden elegirse las propiedades de reflexión y las correspondientes informaciones de las imágenes en color, a fin de representar mejor las correspondientes estructuras que esos materiales contienen. Las informaciones existentes de las imágenes en color, especialmente las informaciones de la imagen en color RGB, pueden estar disponibles, por ejemplo, en el espacio HSV, es decir, en un espacio de color en el que se dispone de informaciones separadas del valor del color (hue), de la saturación del color (saturation), y del valor de la luminosidad (value).

25 Alternativamente puede utilizarse un espacio de color HSV o un espacio de color HSB. El espacio de color HSV divide las informaciones de la imagen de color en informaciones que se asemejan a las informaciones del ojo humano. En el ojo humano existen también receptores, separados entre sí, para la luminosidad, para el valor del color, y para la saturación del color. El valor del color (hue) especifica la longitud de onda dominante del color, y puede asignarse inequívocamente a los colores básicos R, G, B, empleados. El valor de saturación del color (saturation) corresponde a una adición de luz blanca, y define la parte del valor puro del color, o bien de su anchura de banda alrededor de la longitud de onda dominante. El valor de la luminosidad (value) corresponde al contenido de energía de la información parcial de la imagen en color, y puede servir como medida para la reflectividad del pixel correspondiente. Se muestra como favorable no tener en cuenta el valor de la luminosidad (value) al realizar el análisis de la información de la imagen. Las informaciones presentes en el espacio HSV pueden utilizarse especialmente para el análisis de la distribución del material, ya que los distintos materiales presentan distintos valores de H, S y V. Por otra parte, para la mejora del contraste, y para el incremento de la resolución, estas informaciones pueden compensarse con las informaciones parciales de la imagen en color, especialmente multiplicarse o escalarse, a fin de obtener datos analíticos mejorados.

30 Además, las informaciones analíticas de la imagen en color pueden combinarse, según la invención, con informaciones parciales de la imagen, realizándose una comparación con informaciones de imágenes de referencia, especialmente con datos de CAD y de la distribución del material, sobre la base de los datos combinados. A través de la combinación puede alcanzarse una mejora incrementada del contraste, pudiéndose alcanzar especialmente una mejora del contraste, teniendo en cuenta un valor de color de transmisión de la luz blanca. En total pueden consultarse al menos 180 combinaciones distintas para el análisis, a fin de poder analizar mezclas de material de distintos tipos sobre el PCB. Las informaciones individuales de la imagen de color pueden multiplicarse y normalizarse unas con otras, pixel a pixel.

35 El procedimiento se basa en una división de una luz reflectada por un PCB, o bien a través de un PCB en partes individuales de color, de forma que son extraídas las informaciones parciales de la imagen en color del PCB, o bien de la superficie del PCB a analizar. Los colores pueden generarse directamente por una instalación de fuente de luz, o bien ser filtrados a través de una instalación de captación de imágenes, o bien en un paso de posprocesamiento. Si se dispone de las informaciones parciales de la imagen en color, éstas pueden transformarse en informaciones analíticas de la imagen, y compensarse especialmente entre sí las informaciones individuales parciales de la imagen, o bien transformarse en otros espacios de color, y a continuación compensarse entre sí y combinarse.

40 Las informaciones analíticas de la imagen obtenidas con ello se comparan con informaciones de referencia de la imagen, por ejemplo, con informaciones sobre una distribución de material, o bien informaciones sobre un modelo de CAD de una placa de circuitos integrados, a fin de reconocer errores de PCB, especialmente errores de distribución de material, errores de geometría, cortocircuitos y similares. Las informaciones parciales de la imagen en color pueden ser captadas según los colores básicos de la luz irradiada sobre la superficie de una placa y reflectada sobre

la misma, o bien de una luz irradiada. A título de ejemplo, puede utilizarse el espacio de color RGB como base de color. No obstante, puede utilizarse también otro espacio de color complementario. Existen informaciones parciales de la imagen en color, especialmente en colores básicos complementarios, que pueden ser combinadas entre sí. Es imaginable combinar entre sí las informaciones parciales de la imagen en color de luz reflectada e irradiada. Las informaciones parciales de la imagen en color pueden transformarse unidas, como informaciones completas de color, en otro espacio de color, como por ejemplo en un rango HSV, HSB, HSY, HLS o bien en un rango CMYK, Lab, YIQ, o bien en un rango de escalas de grises, y los datos de imagen transformados pueden compensarse, por ejemplo, con informaciones de imagen en color, y las informaciones analíticas individuales de imagen pueden compensarse entre sí, a fin de proporcionar combinaciones de imágenes de distintos colores. Según la distribución de material existente, especialmente del material del PCB, y del material de los circuitos impresos, por ejemplo cobre, oro, aluminio, titanio o similares, o bien materiales de similar conductividad, o bien no conductores, como por ejemplo dieléctricos, pasivados o vidrio, pueden combinarse entre sí distintas informaciones del color, a fin de representar de forma bien contrastada los correspondientes materiales, y poder reconocer especialmente bien los errores.

La utilización del procedimiento, y de un dispositivo correspondiente, sirve para para cualquier tipo de PCB, especialmente para PCBs semitransparentes, los cuales utilizan como soporte portador cristal, cerámica o material sintético (semi-)transparente. Especialmente los PCBs LTCC- o bien los PCBs HTCC (Low Temperature Cofired Ceramics, o bien High Temperature Cofired Ceramics), o los PCBs equiparables. Estos pueden ser analizados, debido a su soporte semitransparente o transparente, mediante el procedimiento óptico. El procedimiento sirve para un control final de PCBs en bruto y completamente ensambladas, pero también para el análisis de PCBs en el transcurso del procedimiento de fabricación, por ejemplo, como escaneado de capas en la fabricación de PCBs multicapas, tras la aplicación de una nueva capa de un PCB multicapa. Con ello puede utilizarse el procedimiento de análisis y el dispositivo tanto para un control final como también en las fases individuales de fabricación de un PCB, para el aseguramiento de la calidad.

El procedimiento puede ser utilizado también, por ejemplo, para una producción de soportes OLED. Das Allí no se aplican las distintas capas mediante un procedimiento de impresión, sino que se crean mediante iluminación y grabación una superficie de un PCB.

Según un ejemplo de ejecución ventajoso, los elementos de captura parcial de imágenes en color del dispositivo de captura de imágenes pueden capturar directamente las informaciones parciales de las imágenes en color. En ese ejemplo de ejecución se propone que el dispositivo de captura de imágenes sea una cámara, la cual comprende sensores individuales para los elementos individuales de captura parcial de imágenes en color, es decir sensores individuales para las informaciones parciales de las imágenes en color a capturar, por ejemplo sensores RGB en el caso de un espacio de color RGB, los cuales están diseñados para capturar los componentes de color rojo, verde o azul. Para ello pueden anteponerse filtros ópticos de color delante de los sensores de la cámara, y la sensibilidad de los elementos de captación de las imágenes pueden estar optimizados para los correspondientes rangos de color.

Alternativamente a esto, el dispositivo de captura de imágenes puede ser una cámara de escalas de grises, y las informaciones individuales parciales de las imágenes en color pueden ser captadas como informaciones de luminosidad de una luz monocromática, emitida por la instalación de fuente de luz. Así puede una cámara de escalas de grises captar, por ejemplo, luz de la instalación de fuente de luz, emitiendo la instalación de fuente de luz una luz monocromática, por ejemplo una luz roja, una luz verde y una luz azul, de forma secuencial o aditiva. Los valores individuales de luminosidad pueden ser asignados según el momento de la emisión de la luz monocromática de ese color de luz. Las cámaras de escalas de grises presentan una resolución más elevada, y son capaces de definir las oscilaciones individuales de luminosidad mejor que las cámaras de color. Son más baratas, y pueden captar informaciones de imágenes más rápidamente que las cámaras de escaneado lineal en color, de forma que puede ser alcanzada una mayor capacidad de escaneo.

Según un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la luz emitida de la instalación de fuente de luz puede ser una parte del color, o bien una superposición de una o más, especialmente de todas las partes del color, pudiendo contener la luz partes del color del espectro de luz visible y/o en el espectro de luz ultravioleta, y/o en el espectro de los infrarrojos. La instalación de fuente de luz puede ser diseñada como monocromática y puede emitir la luz irradiada como una parte monocromática de color, o bien como una superposición de varias partes de color. Alternativamente, la instalación de fuente de luz puede emitir una luz blanca, pudiendo ser captadas las informaciones individuales parciales de las imágenes en color mediante una cámara de color. Es imaginable que la luz sea emitida en un rango especial de ultravioleta o infrarrojos, a fin de poder captar otras informaciones en ese rango de frecuencias, por ejemplo, la resolución de estructuras pequeñas. Una combinación de partes de luz del espectro de infrarrojos con partes de luz del espectro de color puede ofrecer también precisiones de detalle adicionales.

Adicionalmente, las partes de color pueden ser elegidas a discreción. De forma especialmente ventajosa, las partes de color pueden ser elegidas correspondiendo a una distribución prevista de material, o bien de las propiedades de reflexión y de transmisión de los materiales del PCB utilizados. Por ejemplo, la luz azul y la luz amarilla ofrece un elevado contraste de color para una capa de oro. En ello, es adecuado que las partes de color sean de colores

complementarios, especialmente colores RGB y/o colores IR y/o colores UV, y que las informaciones individuales parciales de las imágenes en color sean informaciones de imagen en rojo, verde y azul, o bien combinaciones de las mismas, siendo operadas preferentemente la instalación de fuentes de luz y/o la instalación de captación de imágenes en modo de reloj con 20kHz a 200kHz, y especialmente con 40kHz a 100kHz, y siendo la luz filtrada por polarización a través de la instalación de fuentes de luz y/o de la instalación de captación de imágenes.

Se ha demostrado que una utilización de luz infrarroja es ventajosa para el examen de superficies orgánicas húmedas, las cuales son sinterizadas mediante un proceso subsiguiente de sinterización, y que pierden en ello componentes orgánicos. En una impresión adicional del mismo material, en la misma posición, la reimpresión en húmedo puede distinguirse claramente de la impresión anterior que está debajo mediante el uso de luz infrarroja, y con ello pueden ser detectadas con gran exactitud las posiciones mal impresas. Mediante una iluminación en distintos ángulos pueden descartarse las posiciones que conducen a la reflexión total cuando la pasta está mojada. Durante el escaneado se conoce siempre qué color y qué posición de iluminación está activo. A través de esto pueden sustituirse los píxeles sobreiluminados mediante una información de otro ángulo de la luz. Con ello, el procedimiento se hace más robusto respecto a la detección de pasta mojada.

Especialmente las informaciones de imágenes RGB se ofrecen como informaciones parciales de las imágenes en color, ya que los elementos RGB de la luz proporcionan especialmente bandas LED monocromáticas, y las cámaras RGB de escaneado lineal en color, con altas resoluciones, están disponibles a un coste bajo. Además, las instalaciones de fuentes de luz de ese tipo pueden ser atenuadas en la intensidad, de forma que las distintas informaciones de luminosidad pueden albergarse en la luz del análisis. Especialmente en la utilización de una cámara de escalas de grises, se ofrece manejar la instalación de fuentes de luz y/o la instalación de cámara en un modo de reloj de 20 a 200kHz, a fin de captar secuencialmente las informaciones parciales de las imágenes en color de las distintas partes del color, a fin de poder combinar las mismas a continuación. De forma ventajosa, la luz de la instalación de fuentes de luz y/o de la instalación de captación de imágenes es filtrada por polarización, a fin de eliminar el efecto de espejo y mejorar la resolución y la nitidez de las informaciones parciales recibidas de la imagen en color.

Básicamente, la luz de la instalación de fuentes de luz puede incidir perpendicularmente sobre la superficie del PCB. Se ha demostrado además como ventajoso que la luz de las fuentes de luz incida en un ángulo definido previamente, a fin de aprovechar los efectos sombra. Así pueden incidir, por ejemplo, varias fuentes de luz desde distintos ángulos sobre la superficie del PCB, a fin de eliminar sombras, o bien para sostear efectos sombra que aparecen en una incidencia vertical de luz. Para ello puede ser ventajoso equipar la instalación de fuentes de luz con varias fuentes de luz, incidentes desde distintos ángulos, o bien orientar las mismas de forma curvada o desplazable.

Tiene sentido que la elección de las partes del color, es decir, del espacio de color, se efectúe en dependencia de los materiales del PCB a analizar. Así, como base puede actuar, por ejemplo, el espacio de color RGB, pero, con una buena reflectividad de determinados materiales sobre el amarillo, el naranja o el verde, los colores RGB pueden mezclarse conforme a ello para la captación de las informaciones parciales de las imágenes en color, a fin de captar una imagen amarilla, una imagen de luz blanca, o bien una imagen naranja del PCB. Eso se transforma en un espacio de color HSV, y puede mezclarse a continuación con informaciones parciales de las imágenes en color de la imagen amarilla, naranja o blanca captada. Con ello pueden ponerse a disposición una cantidad muy elevada de distintas informaciones analíticas de la imagen, que pueden conseguirse, adaptadas a la respectiva mezcla de material del PCB, mediante una comparación con datos de distribución de materiales y con datos de CAD del PCB, o bien con datos de referencia de un „PCB ideal “. Así, son adecuados especialmente el amarillo y el azul para el análisis de estructuras de oro, de forma que un espacio de color sobre la base de esos colores puede ser utilizado de forma óptima para un análisis de una estructura de oro. Con ello se pueden reconocer los errores de fabricación del PCB con una alta precisión.

En un aspecto secundario, la invención se refiere a un dispositivo para el análisis óptico de un PCB, el cual sirve preferentemente para la realización de un procedimiento según uno de los ejemplos de ejecución citados anteriormente. El dispositivo comprende una instalación de captación de imágenes, una instalación de fuentes de luz, una instalación de procesamiento de imágenes y una instalación de alojamiento de un PCB. La instalación de captación de imágenes está configurada para captar, separándola según los colores básicos, una luz recibida desde la instalación de fuentes de luz sobre una superficie de un PCB alojado en la instalación de alojamiento, como luz reflejada y/o como luz irradiada sobre el PCB. La instalación de procesamiento de imágenes está configurada para transformar en informaciones analíticas de la imagen al menos una información parcial de las imágenes en color, especialmente dos o más informaciones parciales de las imágenes, tras de lo cual pueden compararse las informaciones analíticas de las imágenes con informaciones de referencia de las imágenes, y reconocerse fallos del PCB. Mediante la comparación de las informaciones analíticas y las de las imágenes de referencia puede determinarse una calidad de fabricación del PCB. La instalación de alojamiento del PCB sirve para desplazar el PCB con relación a la instalación de captación de imágenes y a la instalación de fuentes de luz. En ello, puede imaginarse desplazar la instalación de fuentes de luz y la instalación de procesamiento de imágenes a lo largo del PCB, pero es especialmente ventajoso desplazar el PCB, por ejemplo, mediante una banda de transporte, por debajo, o bien a través de la instalación de fuentes de luz y la instalación de procesamiento de imágenes. Preferentemente, para el movimiento relativo se utiliza un accionamiento lineal electromecánico, hidráulico o neumático, por ejemplo un motor

lineal o similar. De forma ventajosa, la instalación de captación de imágenes y la instalación de fuentes de luz se desplazan respecto al PCB para un escaneo de análisis. A través de la velocidad de la captación de imágenes puede ajustarse correspondientemente una velocidad de transporte de la instalación de alojamiento. Mediante la instalación de alojamiento del PCB también son posibles los análisis repetitivos y dar varias pasadas del PCB bajo la zona de análisis. La instalación de captación de imágenes puede ser una cámara de escaneo lineal en color o una cámara de escalas de grises, especialmente una cámara lineal, o bien una cámara de escaneo lineal. La instalación de fuentes de luz puede ser especialmente una tira de LED en color RGB, con una óptica antepuesta. Delante de la instalación de captación de imágenes y/o de la instalación de fuentes de luz pueden estar colocados filtros de polarización. La instalación de procesamiento de imágenes controla la instalación de fuentes de luz, y registra los datos de la instalación de captación de imágenes, y puede procesar los mismos, por ejemplo, según el procedimiento citado anteriormente, de tal forma que las distintas informaciones parciales de las imágenes en color pueden ser combinadas hasta informaciones analíticas de las imágenes, y ser comparadas con informaciones de imágenes de referencia, a fin de reconocer una calidad de fabricación de un PCB. En ello pueden ajustarse barreras de error configuradas, por ejemplo desviaciones de la distribución de materiales, una detección de un cortocircuito, o bien un error geométrico, a fin de señalar a un PCB como defectuoso.

Según la invención, la instalación de procesamiento de imágenes comprende una unidad de transformación del espacio de color, la cual puede transformar las informaciones de las imágenes en color, captadas por la instalación de procesamiento de imágenes, en informaciones de análisis de la imagen, una unidad de comparación, la cual compara las informaciones de análisis de la imagen, especialmente sin tener en cuenta los valores de intensidad, y con la combinación de las informaciones de análisis de la imagen con las informaciones parciales de las imágenes en color y con informaciones de imágenes de referencia, especialmente con datos CAD del PCB y con datos de distribución de materiales, y una unidad de valoración, la cual puede determinar una calidad de fabricación del PCB, sobre la base de los resultados de las comparaciones.

Además, según la invención se propone que la instalación de procesamiento de imágenes, la cual puede controlar, por una parte, a la instalación de fuentes de luz, y por otra parte registra la información parcial de las imágenes en color de la instalación de captación de las imágenes, contenga una unidad de transformación del espacio de color. La unidad de transformación del espacio de color sirve para transformar la información parcial de las imágenes en color en otro espacio de color, por ejemplo en un espacio de color HSV. Como preparación antes de la transformación pueden calcularse las informaciones resumidas de las imágenes en color hasta una imagen RGB combinada. Esta puede ser transferida a un espacio de color HSV, y las tres informaciones de color H, S, V resultantes pueden ser combinadas individualmente con las informaciones parciales de las imágenes en color, o bien consigo mismas, y especialmente multiplicadas y escaladas, a fin de proporcionar informaciones de análisis de la imagen. De forma ventajosa, la luminosidad no se considera, ya que su información es redundante a efectos de los análisis. Mediante la utilización de una transiluminación, o bien de una luz inferior, se incrementa ópticamente el contraste de una estructura de un PCB. A través del análisis de los valores de intensidad se puede conseguir una normalización de los valores individuales de los píxeles, de forma que los mismos pueden ser analizados independientemente del estado de la iluminación. La transiluminación puede ser utilizada ópticamente, en la captación de una imagen RGB, para el incremento de un contraste, o bien los datos de la imagen conseguidos mediante la transiluminación pueden ser calculados posteriormente en la parte de procesamiento de datos de imágenes para el incremento del contraste. Con ello, a través de una instalación de transiluminación puede preajustarse o normalizarse una intensidad de color, de forma que, en el rango de los datos de la imagen, y tras una transformación de los datos de la imagen en un espacio HSV, no hay que considerar los valores de la intensidad. Con ello se disminuye un flujo de datos a procesar con fines de análisis, y se incrementa la velocidad de análisis.

La unidad de comparación puede comparar las informaciones de análisis de las imágenes con las informaciones de imágenes de referencia, especialmente con datos Gerber, o bien con datos CAD del PCB, y con datos de distribución de materiales, a fin de constatar las desviaciones, y reconocer un error del PCB según el grado de la desviación. La unidad de valoración registra el grado de la desviación y valora la calidad del PCB, de forma que ya puede reconocerse si el PCB ha de ser rechazado, o bien puede seguir siendo utilizado en la producción.

Según un perfeccionamiento ventajoso del dispositivo, la instalación de alojamiento del PCB puede realizar un desplazamiento relativo del PCB respecto a la instalación de captación de imágenes y a la instalación (16) de fuentes de luz, por ejemplo en forma de cadena de montaje, cadena transportadora, disco giratorio o similar. A través de ello se posibilita un transcurso automático de la inspección, el cual puede ser integrado en un proceso automático de fabricación. Es razonable utilizar un accionamiento de baja vibración, el cual desplace espacialmente la instalación de iluminación y de fuentes de luz respecto al PCB.

Es imaginable que dos instalaciones contrapuestas de captación de las imágenes puedan escanear simultáneamente una parte superior y una parte inferior de un PCB, y, especialmente, las respectivas instalaciones de fuentes de luz correspondientes actúen como instalación de fuente de luz de transiluminación de la otra respectiva instalación de captación de imágenes. A través de ello pueden analizarse especialmente PCBs equipados por ambos lados, pudiéndose incrementarse la calidad del análisis, o bien evitar un escaneo repetido del otro lado de un PCB.

De forma ventajosa, la instalación de captación de imágenes puede ser una instalación de captación de escalas de grises, especialmente una cámara de escalas de grises, y la instalación de fuente de luz puede emitir partes del color monocromáticas, especialmente una superposición de partes monocromáticas del color. Con ello la cámara de escalas de grises puede grabar informaciones de luminosidad de la parte monocromática del color emitida momentáneamente, o del color emitido, de forma que la distribución de luminosidad puede ser asignada a un valor del color, ofreciendo una cámara de escalas de grises una alta resolución de luminosidad.

Alternativamente a ello, la instalación de captación de imágenes puede ser una instalación de captación de partes del color, especialmente una cámara de escaneado de líneas en color con líneas de color sensibles a las partes del color, especialmente a las líneas de color RGB. Así, la instalación de captación de imágenes puede estar concebida como una cámara de líneas, y especialmente como una cámara de escaneado, y contener líneas individuales de luz para las respectivas partes del color que pueden ser emitidas por la instalación de fuentes de luz. La instalación de fuentes de luz puede emitir luz blanca, la cual contiene todas las partes de la luz, pudiéndose obtener las informaciones parciales de la imagen en color mediante la elección de las correspondientes líneas del color. Con ello, la información parcial de la imagen en color puede generarse continuamente, con o sin una gran frecuencia de conmutación de los colores de la luz.

La instalación de fuentes de luz puede rodear, al menos parcialmente, a la instalación de captación de imágenes, a lo largo de una línea perimetral cerrada, especialmente con forma circular, rectangular o elíptica, conteniendo preferentemente al menos partes de la instalación de fuentes de luz y/o de la instalación de captación de imágenes una unidad de polarización, y pudiendo efectuar preferentemente, al menos partes de la instalación de fuentes de luz y/o de la instalación de captación de imágenes, en un funcionamiento en modo reloj con una frecuencia de reloj de 20kHz a 200kHz, especialmente de 40kHz a 100kHz, un escaneado con cambio de color. Las instalaciones de fuentes de luz están dispuestas de forma simétrica alrededor de la instalación de captación de imágenes, por ejemplo, una línea de escaneo de la cámara puede estar rodeada por dos bandas de luz LED, o bien una cámara de escaneo de áreas, con forma de anillo o forma rectangular, estar rodeada por un anillo de fuentes de luz, especialmente un anillo de luz LED. Cuanto más homogénea sea la iluminación, especialmente en las fuentes de luz que sean responsables de las partes de luz reflejadas, mejor pueden captarse detalladamente las informaciones parciales de la imagen en color.

La luz de la instalación de fuentes de luz incide normalmente de forma perpendicular sobre la superficie del PCB. No obstante, la instalación de fuentes de luz puede presentar varios elementos de fuente de luz, que emiten luz sobre la superficie del PCB en diferentes ángulos, a fin de eliminar los efectos de sombra, o bien de utilizar los mismos para el análisis. Así, la instalación de fuentes de luz puede ser desplazable en forma de círculo respecto a la superficie del PCB, o bien puede poder cambiarse de posición, o bien los elementos de la fuente de luz pueden estar colocados curvados o inclinados con respecto a la superficie de la placa de circuitos impresos.

Una fuente de luz para la luz translúcida, colocada debajo del PCB, está dispuesta, de forma ventajosa, en posición refleja respecto a la instalación de captación de imágenes. Mediante una unidad de polarización pueden ser suprimidos los errores de paralaje, o bien las reflexiones no deseadas. Mediante un funcionamiento en modo reloj pueden captarse sucesivamente las informaciones individuales del color, a fin de ser registradas y procesadas por separado. Para ello puede estar pensada una frecuencia de reloj de 20 a 200 kHz, pudiendo presentar especialmente los elementos de fuentes de luz LED una frecuencia sonora tan elevada.

Una cámara de escaneo de áreas puede estar diseñada de tal forma que puedan ser leídas solamente una cantidad determinable de líneas, de forma que la misma pueda utilizarse opcionalmente como una cámara de escaneo de líneas, o como una cámara de escaneo de áreas. A través de esto puede incrementarse la velocidad de escaneo. Es posible además leer, por ejemplo, todas las informaciones de color de una captura de imagen directamente de una línea de la cámara de escaneo de áreas, leyendo una línea determinada una información individual del valor del color, y conmutándose distintos colores en una frecuencia rápida, la cual sobrepasaría en sí misma el tiempo de reacción de la cámara de escaneo de áreas. Todas las informaciones de color en una captura de imagen pueden leerse también directamente, por ejemplo, con una iluminación con cinco valores de color distintos.

Según un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el PCB a analizar puede estar colocada entre la instalación de captación de imágenes y a menos una parte de la instalación de fuentes de luz, de forma que una luz irradiada a través del PCB sea captada por la instalación de captación de imágenes, y la luz irradiada sea preferentemente una luz blanca. Especialmente como luz blanca puede añadirse como luz irradiada a las informaciones parciales captadas de la imagen de color RGB de partes reflejadas de la luz, para la mejora del contraste. Así, pueden ser obtenidas las informaciones parciales individuales de la imagen de color RGB, y ser conseguida una información de la imagen transparente sobre la base de la luz blanca, y las partes individuales del color pueden ser calculadas con la información de la imagen transparente, para la mejora del contraste de la imagen. En lugar de la luz blanca puede utilizarse una fuente de luz multicolor para la luz irradiada, a fin de dejar incidir una luz monocromática a través del PCB.

Si se han colocado sobre el PCB los llamados „fiducials“, es decir, marcas de alineación (fids), una instalación de procesamiento de imágenes puede reconocer distorsiones ópticas, translaciones, rotaciones, alargamientos, y aplastamientos, y ser compensados, o bien corregidos mediante una instalación de corrección de imágenes. Con

ello, el procedimiento puede realizar una corrección óptica de la imagen captada por la instalación de captación de imágenes, antes o incluso después de una elaboración de la información analítica de la imagen.

5 El procedimiento y el dispositivo pueden utilizarse especialmente para descubrir cortocircuitos, para detectar una trayectoria de circuitos que esté cerrada en sí misma, una falta de humidificación de la pasta en zonas de delimitación, desviaciones locales de las trayectorias de circuitos, o bien daños en las trayectorias de circuitos o en la estructuración de los conductores, y especialmente para analizar, tras el aporte de pasta de soldar todavía húmeda, las distribuciones de la misma sobre la almohadilla de contactos.

### Dibujos

10 Otras ventajas resultan de la presente descripción de los dibujos. En el dibujo se representan ejemplos de ejecución de la invención. El dibujo, la descripción y las reivindicaciones contienen numerosas características en combinación. El especialista considerará adecuadamente las características, también individualmente, y las agrupará en otras combinaciones razonables.

Se muestran:

- 15 **Fig. 1** un primer ejemplo de ejecución de un dispositivo de inspección según la invención;
- Fig. 2** una vista esquemática en planta desde arriba sobre un ejemplo de ejecución de un dispositivo de inspección;
- Fig. 3** una vista en planta desde arriba sobre una forma de ejecución de otro dispositivo de inspección;
- Fig. 4** un diagrama de bloques de una instalación de procesamiento de imágenes para una forma de ejecución de un dispositivo de inspección;
- 20 **Fig. 5** otro ejemplo de ejecución de un dispositivo de inspección;
- Fig. 6** otro ejemplo de ejecución de un dispositivo de inspección;
- Fig. 7** esquemáticamente, un ejemplo de ejecución de un flujo del proceso para la inspección de un PCB.

En las figuras, las mismas cifras de referencia definen características iguales o similares de la invención.

25 En la figura 1 se representa un primer ejemplo de ejecución 10 de un dispositivo de análisis según la invención. El dispositivo de análisis 10 comprende una instalación de captación de imágenes 14, que puede estar configurada como una cámara de escaneo de líneas, o como una cámara de escaneo de áreas. Simétricamente alrededor de la instalación de captación de imágenes 14 están dispuestas dos instalaciones 16a, 16b de fuentes de luz, de tal forma que su luz emitida 22 es reflejada por un PCB 12 a la instalación de captación de imágenes 14. Las instalaciones 16 de fuentes de luz pueden englobar por ejemplo, junto a un medio de iluminación, elementos de enfoque de una línea de LEDs, como lentes y filtros de polarización. La luz reflejada 22 incide desde un PCB 12 en la instalación de captación de imágenes 14, y es captada allí. Debajo del PCB 12, y simétricamente respecto a la instalación de captación de imágenes 14 está colocada una instalación de iluminación 54, 16c, que irradia luz blanca. La luz desde abajo puede atravesar un PCB 12 semitransparente, lo cual puede ser captado asimismo por la instalación de captación de imágenes 14. Las instalaciones de iluminación 16a, 16b y 16c son controladas mediante una instalación 18 de procesamiento de imágenes. Además, la instalación 18 de procesamiento de imágenes controla a una instalación de transporte 26 del PCB, el cual está alojado en una instalación 20 de alojamiento del PCB, y la cual puede desplazar al PCB 12 relativamente respecto a la instalación de captación de imágenes 14 y a las instalaciones de iluminación 16a, 16b y 16c. Con ello pueden comprobarse un gran número de PCBs 12, con gran velocidad, mediante el dispositivo de análisis 10. La instalación 18 de procesamiento de imágenes puede controlar el color de la luz de las instalaciones de iluminación 16a, 16b y 16c, y especialmente conectar una luz blanca que incide como luz translúcida 24, a través de la placa de circuitos impresos PCB, en la instalación de captación de imágenes 14, a fin de mejorar el contraste de las informaciones parciales de la imagen en color, captadas individualmente.

45 En la figura 2 se representa una vista en planta desde arriba sobre un ejemplo de ejecución de un dispositivo de análisis 10, en el cual una cámara 14 de escaneo de áreas está rodeada en forma de círculo por instalaciones individuales de iluminación 16, a fin de iluminar un PCB 12 de forma homogénea. En ello se analizan especialmente la posición y forma de las almohadillas de contactos 40 sobre el PCB 12. Las instalaciones de iluminación 16 están colocada a lo largo de una línea perimetral cerrada 42 alrededor de la cámara 14 de escaneo de áreas, a fin de garantizar una iluminación homogénea de la zona parcial del PCB 12 a analizar.

50 Alternativamente a esto, en la figura 3 se representa otra vista en planta desde arriba sobre un ejemplo de ejecución de un dispositivo de análisis. Éste comprende una instalación de captación de imágenes 14, configurada como una cámara 62 de escaneo de líneas, la cual está flanqueada por ambos lados, en la dirección de un recorrido de transporte del PCB 12, por líneas 64 de LEDs como instalaciones de iluminación 16a, 16b. Las líneas 64 de LEDs están alineadas de tal forma que una luz reflejada 22 es reflejada en la instalación de captación de imágenes 14 con

una iluminación uniforme. Contrapuesta simétricamente a la cámara 62 de escaneo de líneas está colocada, en la parte inferior del PCB 12, una cinta 64 de LEDs de luz blanca, la cual emite una luz translúcida 24 a través de la placa 12 de circuitos impresos. Mediante una cámara alargada 62 de escaneo de líneas, y líneas 64 de luz de LED, puede analizarse efectivamente, y procesarse secuencialmente zonas del PCB 12, de forma que puede mantenerse una elevada precisión de la calidad de producción del PCB.

En la figura 4 se representa esquemáticamente la estructura interior de una instalación 18 de procesamiento de imágenes de un ejemplo de ejecución de un dispositivo de análisis 10. La instalación 18 de procesamiento de imágenes contiene una unidad 36 de transformación del color, la cual recibe imágenes de una instalación 14 de captación de imágenes, y puede transformar las mismas en otro espacio de color, por ejemplo en un espacio de color HSV. Una unidad de comparación 44 recibe las imágenes transformadas, y las informaciones parciales de las imágenes en color de la instalación 14 de captación de imágenes, y puede combinar las mismas, por ejemplo multiplicarlas y normalizarlas píxel a píxel. Una unidad de evaluación 38 recibe la información analítica de la imagen conseguida y compara la misma con informaciones de imágenes de referencia, las cuales pueden ser puestas a disposición desde una unidad 48 de almacenamiento de imágenes de referencia. Las informaciones de imágenes de referencia pueden contener, por ejemplo, datos de CAD del diseño del PCB, como son los datos Gerber y los datos de la distribución de los materiales, es decir, del tipo y distribución de los distintos materiales dentro del PCB. Una unidad de comparación 44 está conectada con la unidad 48 de almacenamiento de imágenes de referencia, y compara las informaciones analíticas de las imágenes con informaciones de imágenes de referencia, y proporciona el grado de la desviación a la unidad de evaluación 38, la cual, sobre la base de la desviación, emite una evaluación de si un PCB 12 se corresponde con la calidad de fabricación, o bien debe ser desechado. Conectadas a la instalación 18 de procesamiento de imágenes están, por ejemplo, una instalación de protocolización 58, en forma de una impresora, una instalación de señalización óptica 56, la cual muestra a un operario si un PCB 12 no contiene errores, o bien es incorrecto, y una unidad de memoria 60 para la protocolización electrónica de la calidad de fabricación del PCB 12. La instalación 18 de procesamiento de imágenes contiene además una unidad 50 de control de fuentes de luz, la cual puede controlar una frecuencia de la luz, o bien un color de la luz de las instalaciones 16 de iluminación. Las instalaciones de fuentes de luz 16a, 16b están ejecutadas como cintas de LEDs, las cuales pueden generar una luz RGB. La instalación 54 de iluminación translúcida colocada debajo del PCB puede estar configurada como un LED de luz blanca, y la instalación 14 de captación de imágenes puede estar configurada como una cámara de escaneo de líneas, por ejemplo como una cámara de escala de grises, o bien una cámara 62 de escaneo de líneas en color. Por último, la instalación 18 de procesamiento de imágenes contiene una unidad de control 52 del avance del PCB, la cual controla un avance de un PCB 12, o bien la puesta a disposición de otro PCB 12 a comprobar. La unidad de control 52 del avance del PCB está conectada a una unidad 26 de transporte del PCB de la instalación 20 de alojamiento de PCBs, la cual controla el proceso del transporte.

En la figura 5 está representado, correspondiendo con la representación de la figura 1, otro ejemplo de ejecución de un dispositivo de análisis 10. En este caso, las instalaciones de iluminación 16a, 16b contienen líneas 64 de LEDs multicolores, y la instalación 54 de iluminación translúcida está configurada asimismo como una línea 16c, 64 de LEDs multicolores.

La figura 6 muestra asimismo, correspondiendo con la representación de la figura 1, otro ejemplo de ejecución de un dispositivo de análisis 10. Al contrario que en el dispositivo según la figura 1, sobre la parte superior y la parte inferior del PCB 12 a analizar se han colocado instalaciones 14a o 14b de captación de imágenes, así como instalaciones de fuentes de luz 16a1, 16a2, o bien 16b1, 16b2. Mediante este ejemplo de ejecución pueden inspeccionarse especialmente PCBs equipados por ambos lados, y también se pueden reducir las tasas de datos de las dos instalaciones de captación de imágenes con la misma calidad de resolución, pero para ello han de ser procesados simultáneamente dos flujos de datos de imágenes. No se precisa una instalación 54 de iluminación translúcida, dado que para la generación de una luz translúcida, especialmente para el incremento del contraste, pueden ser utilizadas las respectivas instalaciones contrapuestas de fuentes de luz 16a o 16b. Especialmente, los PCBs equipados por ambos lados pueden ser analizados con una elevada exactitud, pudiendo ser captados los datos de imágenes a ambos lados, mediante la iluminación translúcida de las instalaciones contrapuestas de fuentes de luz, con una iluminación con contraste mejorado.

Finalmente, la figura 7 muestra, a modo de un diagrama de flujo, las etapas individuales de un ejemplo de ejecución de un procedimiento según la invención. En la etapa S1 se ilumina un PCB 12 con distintos colores de luz R, G, B desde arriba, y con una luz blanca W desde abajo, y las informaciones parciales de la imagen en color son captadas por una cámara 14. En la etapa S2 se componen los colores individuales de las imágenes parciales en color RGB hasta una imagen en color RGB, siendo añadidas en la etapa S3 las informaciones de la imagen en color de la luz blanca translúcida, para la mejora del contraste. De la imagen RGB con incremento de contraste se generan, mediante una transformación de color, imágenes parciales en el espacio de color HSV, las cuales reproducen la intensidad del color, la saturación y la distribución de colores. En la etapa S5 pueden combinarse las informaciones individuales de color del espacio de color HSV con las informaciones parciales de la imagen en color del espacio RGB, a fin de conseguir las informaciones analíticas de la imagen en diferentes colores. Así están representadas, a título de ejemplo, tres imágenes analíticas, las cuales se componen de rojo (R), azul (B) e intensidad de color (H), de verde (G) y saturación (S), así como de rojo (R), verde (G) y W (luz blanca de contraste desde el lado inferior). En la etapa S6 se comparan las informaciones analíticas de ese tipo de la imagen con datos de CAD, por ejemplo con datos Gerber o con datos de referencia de una placa óptima de circuitos integrados, a fin de poder tomar una

decisión definitiva de si la calidad de fabricación del PCB se corresponde con los requerimientos deseados, o no. En ese punto se analiza, por ejemplo, una imagen analítica que se compone de azul (B), saturación (S) y valor de luminosidad (H).

**Lista de signos de referencia**

- 5 10 dispositivo de análisis
- 12 PCB
- 14 instalación de captación de imágenes
- 16 instalación de fuentes de luz
- 18 instalación de procesamiento de imágenes
- 10 20 instalación de alojamiento del PCB
- 22 luz reflejada de la superficie del PCB
- 24 luz translúcida a través de la placa de circuitos impresos PCB
- 26 instalación de transporte del PCB
- 28 instalación de captación de escalas de grises
- 15 30 instalación monocromática de fuentes de luz
- 32 cámara de escaneado lineal en color
- 34 líneas de color RGB
- 36 unidad de transformación del espacio de color
- 38 unidad de evaluación
- 20 40 almohadilla de contactos
- 42 línea perimetral cerrada alrededor de la instalación de captación de imágenes
- 44 unidad de comparación
- 46 unidad de control de fuentes de luz
- 48 unidad de memoria de imágenes de referencia
- 25 50 unidad de control de fuentes de luz
- 52 unidad de control del avance del PCB
- 54 instalación de iluminación translúcida de luz blanca
- 56 instalación de señalización óptica
- 58 instalación de protocolización
- 30 60 instalación de memoria
- 62 cámara de líneas
- 64 cinta de LED
- 66 vía / almohadilla de conectores

35

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el análisis óptico de un PCB (Printed Circuit Board – placa de circuitos impresos) (12), captando una instalación de captación de imágenes (14), separadas según los colores básicos, las informaciones parciales de la imagen en color de una instalación de fuentes de luz (16), de una luz (22) reflejada sobre una superficie del PCB (12) y/o de una luz (24) translúcida a través de la placa de circuitos impresos PCB (12), y una instalación (18) de procesamiento de imágenes, la cual transforma al menos una información parcial de la imagen en color, especialmente dos o más informaciones parciales de la imagen en color, en informaciones analíticas de la imagen, después de lo cual se comparan las informaciones analíticas de la imagen con informaciones de imágenes de referencia, y se identifican los errores del PCB, de forma que puede determinarse una calidad de fabricación del PCB, **caracterizado por que** la instalación (18) de procesamiento de imágenes transforma las informaciones parciales de la imagen en color, en un espacio de color HSV, como informaciones analíticas de la imagen, combinándose las informaciones analíticas de la imagen del espacio de color HSV con informaciones parciales de la imagen en color, después de lo cual se realiza una comparación de las informaciones combinadas de la imagen con informaciones de imágenes de referencia, especialmente con datos de CAD y datos de distribución de los materiales.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los elementos de captación de imágenes parciales en color de la instalación de captación de imágenes (14) captan directamente las informaciones parciales de la imagen en color.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la instalación de captación de imágenes (14) capta las informaciones parciales de la imagen en color como informaciones de luminosidad de una luz monocromática emitida por una instalación (16) de fuentes de luz.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la luz de emitida por la instalación (16) de fuentes de luz es una es una parte del color o, o bien una superposición de una o más, especialmente de todas las partes de color, conteniendo la luz partes de color en el espectro visible de la luz, y/o en el espectro ultravioleta, y/o en el espectro infrarrojo.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** las partes de color son colores complementarios, especialmente colores RGB, y/o colores IR, y/o colores UV, y las informaciones parciales de la imagen en color son informaciones de imagen roja, verde y azul, o bien combinaciones de las mismas, siendo accionadas preferentemente la instalación (16) de fuentes de luz y la instalación de captación de imágenes (14) con un funcionamiento en modo reloj, con una frecuencia de reloj de 20kHz a 200kHz, especialmente de 40kHz a 100kHz un escaneado con cambio de color, y la luz es filtrada además, preferentemente por polarización, a través de la instalación (16) de fuentes de luz y/o de la instalación de captación de imágenes (14).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones citadas anteriormente, **caracterizado por que** la elección de las partes de color se realiza en dependencia de los materiales del PCB (12) a analizar.
7. Dispositivo (10) para el análisis óptico de un PCB (Printed Circuit Board – placa de circuitos impresos) (12), preferentemente para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones citadas anteriormente, conteniendo una instalación de captación de imágenes (14), una instalación (16) de fuentes de luz, una instalación (18) de procesamiento de imágenes y una instalación (20) de alojamiento de PCBs, estando preparada la instalación de captación de imágenes (14) para captar, separadas según los colores básicos, las informaciones parciales de la imagen en color de una luz (22) de la instalación (16) de fuentes de luz, reflejada sobre una superficie de un PCB (12) alojado en la instalación (20) de alojamiento, y/o de una luz (24) translúcida a través de la placa de circuitos impresos PCB (12), y la instalación (18) de procesamiento de imágenes está preparada para transformar al menos una información parcial de la imagen en color, y especialmente dos o más informaciones parciales de la imagen en color, en informaciones analíticas de la imagen, después de lo cual puede realizarse una comparación de las informaciones analíticas de la imagen con informaciones de imágenes de referencia, y pueden identificarse los errores del PCB, de forma que puede determinarse una calidad de fabricación del PCB **caracterizado por que** la instalación (18) de procesamiento de imágenes contiene una unidad (36) de transformación del espacio de color, la cual está preparada para transformar las imágenes captadas por la instalación de captación de imágenes (14) en un espacio de color HSV, contiene una unidad (44) de comparación, que está preparada para comparar las informaciones analíticas de las imágenes, combinadas con informaciones parciales de la imagen en color hasta informaciones combinadas de la imagen, con informaciones de imágenes de referencia, y contiene una unidad (38) de evaluación, que está preparada para determinar una calidad de fabricación del PCB sobre la base de los resultados de la comparación.
8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la instalación (20) de alojamiento de PCBs está preparada para efectuar un desplazamiento relativo del PCB (12) respecto a la instalación de captación de imágenes (14) y a la instalación (16) de fuentes de luz.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por que** la instalación de captación de imágenes (14) es una instalación (28) de captación de escalas de grises, especialmente una cámara de escalas de grises, y la instalación (16, 30) de fuentes de luz está preparada para emitir partes monocromáticas de luz, especialmente una superposición de partes monocromáticas de luz.
- 5 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por que** la instalación de captación de imágenes (14) es una instalación de detección de partes de color, especialmente una cámara (32) de escaneado lineal en color con líneas de color sensibles a las partes de color, especialmente a las líneas (34) de color RGB:
- 10 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado por que** la instalación (16) de fuentes de luz rodea, al menos parcialmente, a la instalación (14) de captación de imágenes, a lo largo de una línea perimetral cerrada (42), preferentemente con forma circular, rectangular o elíptica, conteniendo preferentemente, al menos partes de la instalación (16) de fuentes de luz y/o de la instalación (14) de captación de imágenes, una unidad de polarización, y estando preparadas preferentemente, al menos partes de la instalación (16) de fuentes de luz y/o de la instalación (14) de captación de imágenes, para realizar un escaneado con cambio de color en un funcionamiento en modo reloj con una frecuencia de reloj de 20kHz a 200kHz, especialmente de 40kHz a 100kHz.
- 15 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizado por que** el PCB (12) a analizar está colocado entre la instalación (14) de captación de imágenes y al menos una parte de la instalación (16) de fuentes de luz, de forma que una luz (24), irradiada a través del PCB (12), sea captada mediante la instalación (14) de captación de imágenes, siendo la luz irradiada (24) preferentemente una luz blanca.
- 20

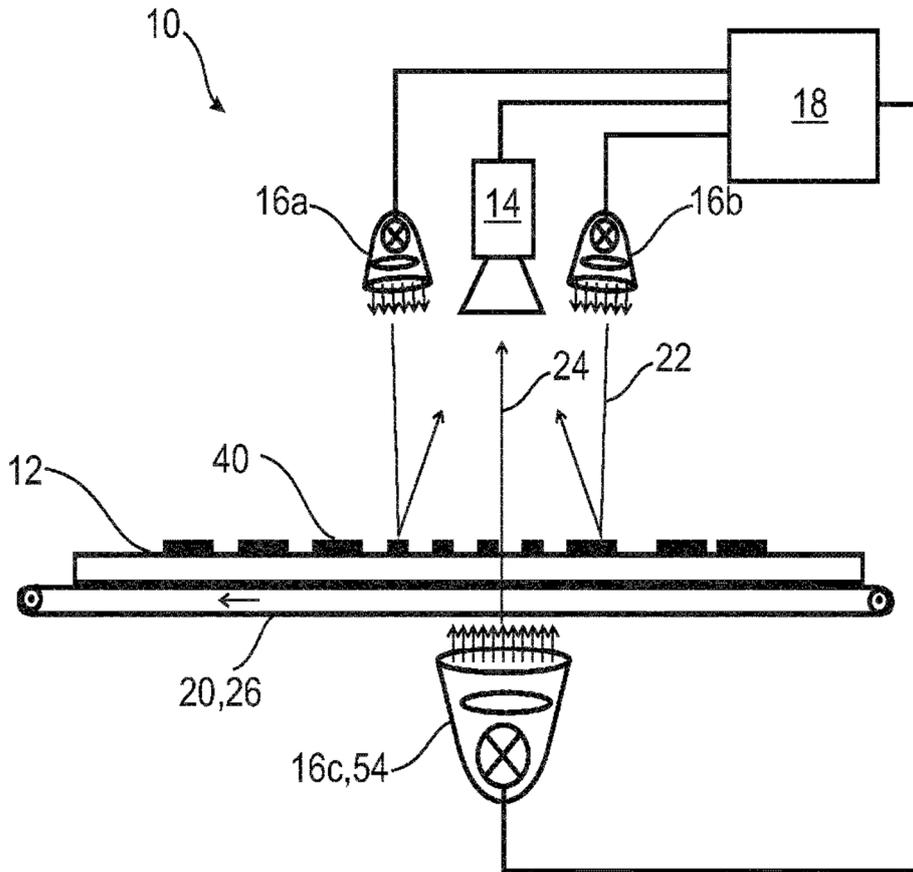


Fig. 1

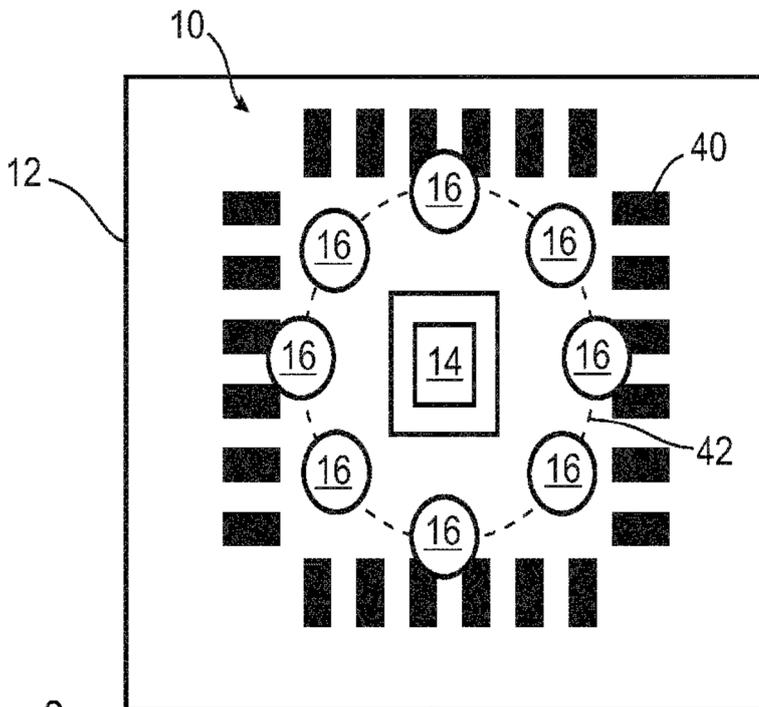


Fig. 2

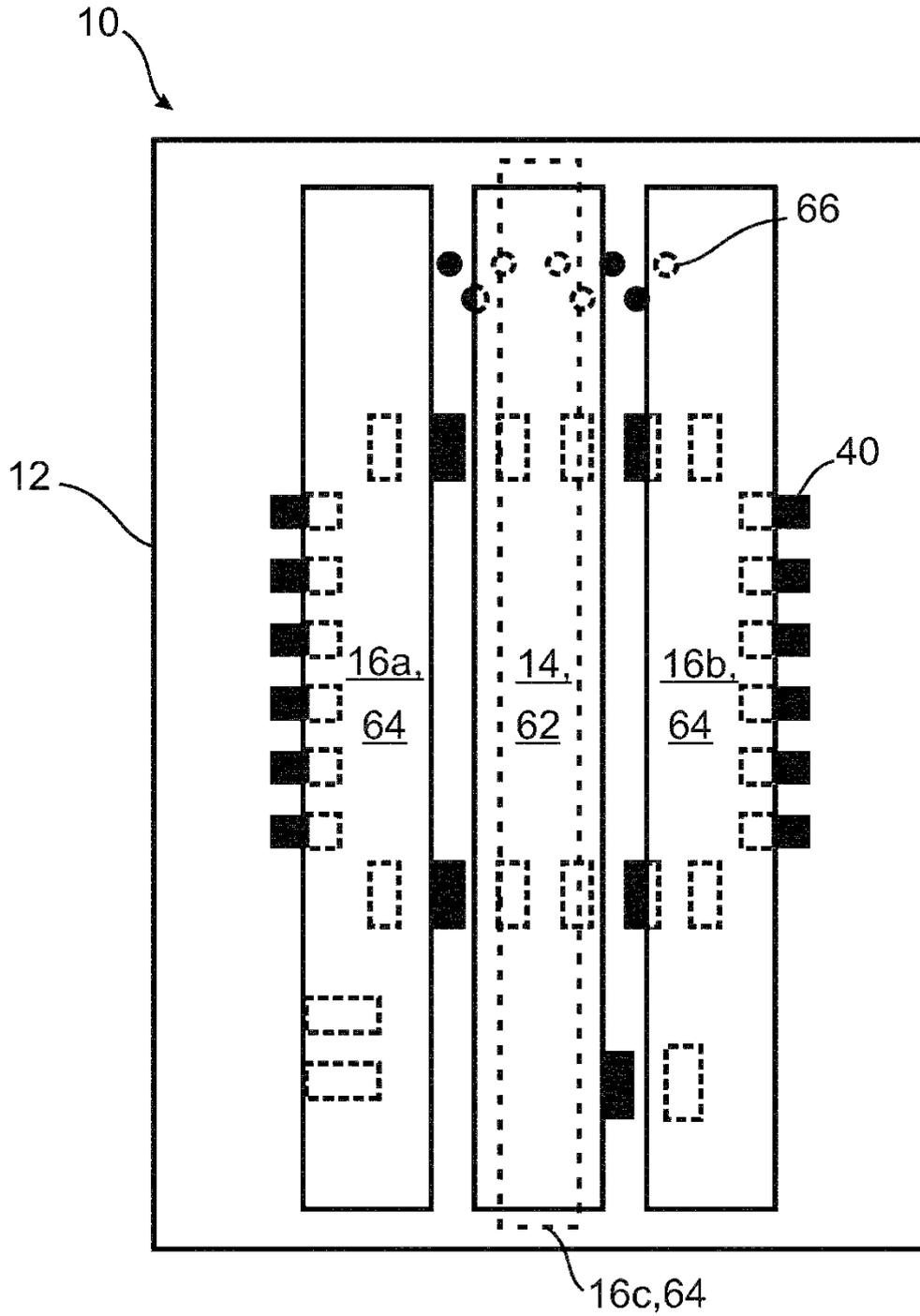


Fig. 3

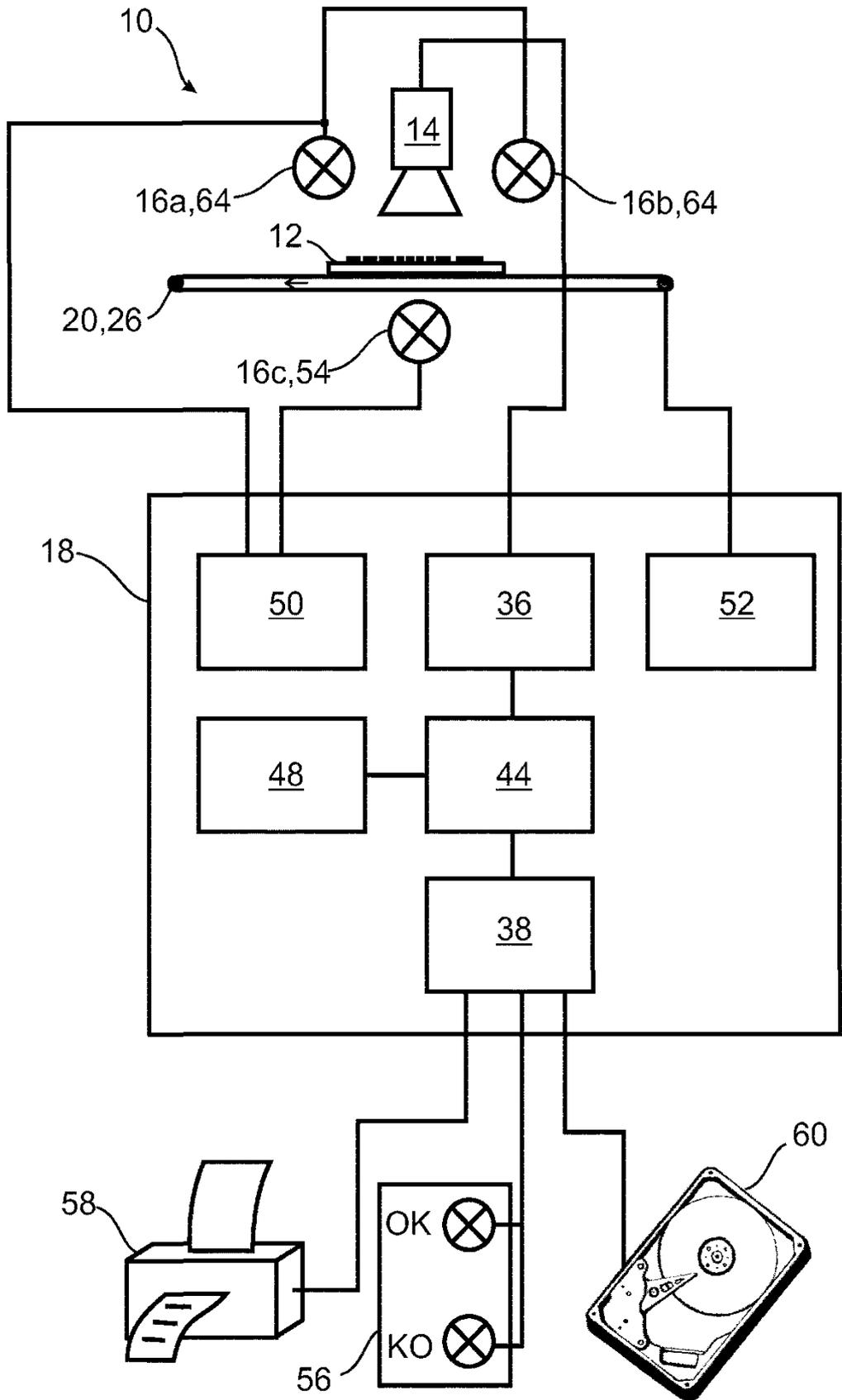


Fig. 4

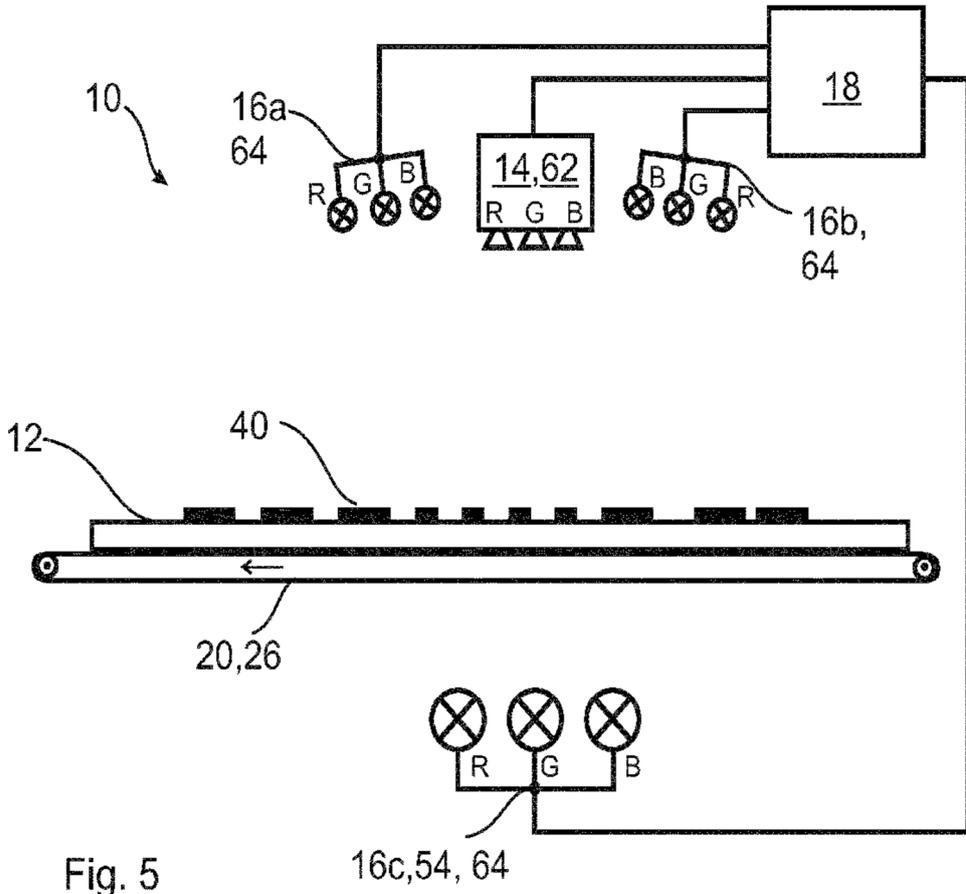


Fig. 5

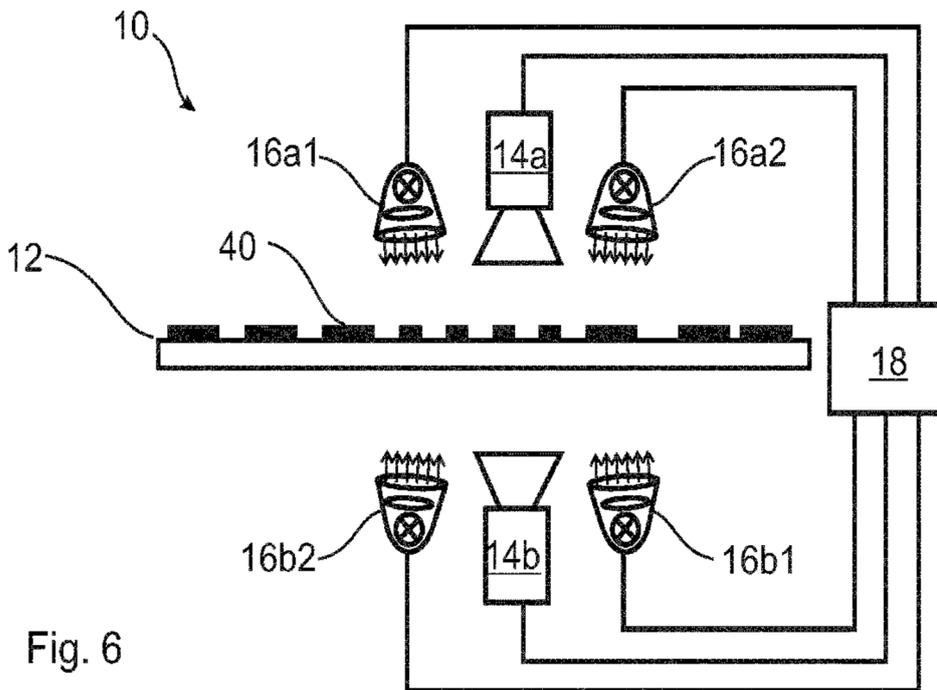


Fig. 6

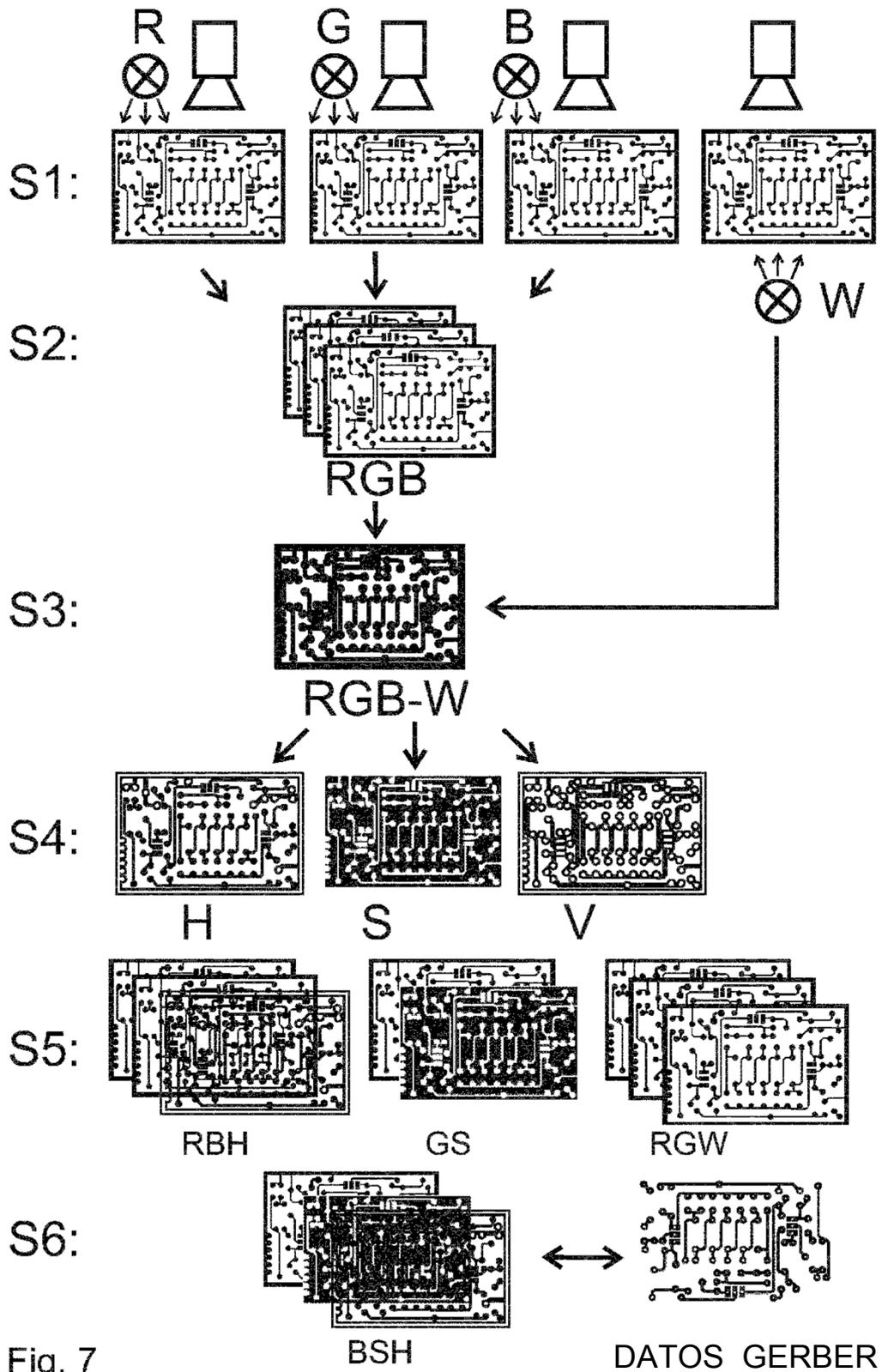


Fig. 7