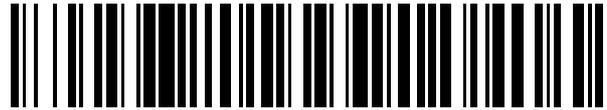


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 511**

51 Int. Cl.:

G01N 21/88 (2006.01)

G01N 21/89 (2006.01)

G01N 21/896 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2010 E 10180291 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015 EP 2390656**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la inspección visual**

30 Prioridad:

28.05.2010 DE 102010021853

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

26.01.2016

73 Titular/es:

**ISRA VISION AG (100.0%)
Industriestrasse 14
64297 Darmstadt, DE**

72 Inventor/es:

**DR. LEUTE, STEFAN y
DR. KUBIAK, ROLF**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 557 511 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 y procedimiento para la inspección visual

5 La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para la inspección visual de un objeto que se mueve en una dirección de transporte en cuanto a errores. El objeto puede componerse en particular de un material transparente tal como vidrio o vidrio estructurado, por ejemplo un disco de vidrio o una banda de vidrio, pero también de material no transparente y puede presentar por ejemplo una superficie lacada. Los errores pueden ser en particular daños sobre la superficie, por ejemplo arañazos, y/o en el caso de material transparente, inclusiones en el interior del material transparente, por ejemplo inclusiones de aire o polvo.

10 Por el documento DE 100 63 293 A1 se conoce un procedimiento y un dispositivo para la inspección por varios canales de superficies en el recorrido, que presenta una primera fuente de luz y una segunda fuente de luz así como una cámara lineal en color. Las fuentes de luz así como la cámara lineal se usan para recoger varios canales de información con respecto a la superficie, tal como por ejemplo información de color y de altura. Para ello se impulsan las fuentes de luz de manera síncrona con la frecuencia de línea de la cámara lineal.

15 Los documentos EP 1 742 041 A1 y EP 1 030 173 A1 divulgan procedimientos y dispositivos correspondientes para la inspección de superficie de productos que se mueven. En este sentido, se registra como imagen la superficie que se mueve que va a examinarse con al menos una cámara. Así mismo, está prevista una configuración de iluminación, en la que, selectivamente, se activan o desactivan individualmente o varias fuentes de luz a partir de un número de fuentes de luz dispuestas una tras otra en la dirección de transporte. Las imágenes individuales resultantes de ello se evalúan para la detección de defectos sobre la superficie.

20 El documento DE 198 13 073 A1 se refiere a la determinación de la calidad óptica de vidrio plano. Para ello está prevista una cámara lineal en color, que observa una iluminación a través del vidrio o en reflexión. El foco de la cámara se encuentra, a este respecto, en el plano del vidrio. La iluminación dispuesta transversalmente con respecto a la dirección de transporte presenta un patrón, cuyas secciones parciales presentan alternativamente dos colores diferentes (por ejemplo rojo, verde). La cámara observa los campos del vidrio iluminados por diferentes secciones parciales de la iluminación. La cámara determina a partir de esto una señal de vídeo con una curva de tensión dependiente de la posición del cuadrado de observación, que se evalúa para el análisis de calidad.

25 Por último, en el documento US 2010/0103661 A1 se divulga un sistema de inspección que presenta una fuente de luz con una pluralidad de líneas de LED dispuestas en forma de arco, que se extienden transversalmente con respecto a la dirección de transporte. De este modo se consigue una densidad lumínica especialmente alta y uniforme.

30 Dispositivo de acuerdo con la invención presenta un dispositivo de iluminación para iluminar el objeto que se mueve en particular para generar un campo claro o un campo oscuro, un dispositivo óptico de toma de imágenes para tomar imágenes de las zonas iluminadas del objeto en particular como campo claro o como campo oscuro así como una unidad de cálculo para la activación del dispositivo de iluminación y el dispositivo de toma de imágenes y para la evaluación de las imágenes tomadas en cuanto a la existencia de errores. El dispositivo óptico de toma de imágenes puede ser de acuerdo con la invención en particular una cámara lineal con exactamente una línea de elementos de toma de imágenes dispuestos uno junto a otro, por ejemplo una cámara lineal de CCD con una línea de elementos fotosensibles, línea que está alineada preferentemente en transversal con respecto a la dirección de transporte del objeto. Opcionalmente el dispositivo óptico de toma de muestras, puede ser también una cámara plana, por ejemplo una cámara CCD, con varias líneas dispuestas una junto a otra de elementos fotosensibles, es decir, una disposición de matriz de elementos fotosensibles.

35 En el caso de la inspección visual de materiales transparentes o reflectantes, tal como por ejemplo vidrio o vidrio estructurado, con cámaras como dispositivos ópticos de toma de imágenes, resulta el problema de que para contrastar los distintos tipos de error, es necesaria tanto una iluminación de campo claro como una iluminación de campo oscuro, dado que distintos tipos de errores pueden seleccionarse con frecuencia sólo en una u otra iluminación mediante las cámaras.

40 De este modo, pueden apreciarse errores de absorción, tal como por ejemplo inclusiones, en la iluminación de campo claro, en el material transparente se atraviesa por el dispositivo de iluminación y la cámara está dispuesta en el otro lado del material transparente. Errores de dispersión o de desviación, tal como por ejemplo arañazos, se establecen, por el contrario, en una iluminación de campo oscuro. En el caso de la iluminación de campo oscuro se ilumina con luz una zona que se encuentra verdaderamente junto a la zona de toma de muestras de la cámara, de modo que la cámara, en el caso ideal, ve sin errores sobre la superficie un campo oscuro. Siempre que se encuentren errores sobre la superficie, se desvía mediante estos errores sin embargo la luz en la imagen de la cámara y se establecen los errores de esta manera. En este caso, se habla también de una iluminación con un campo oscuro.

45 En el caso de los materiales transparentes, se usa por lo tanto, en la mayoría de los casos, una disposición de luz transmitida, a veces, por motivos de accesibilidad también una disposición de luz refleja. En el caso de materiales no transparentes, debe usarse siempre una disposición de luz refleja. La invención se refiere tanto a una disposición de

luz refleja como a una disposición de luz transmitida.

En el caso de una iluminación de campo claro, el dispositivo óptico de toma de imágenes o la cámara mira a un campo iluminado, en la disposición de luz transmitida a través del material transparente también directamente hacia el dispositivo de iluminación. En el campo claro, se forman errores como zonas contrastadas.

- 5 En el caso de una iluminación de campo oscuro mira al dispositivo óptico de toma de imágenes o cámara en el caso libre de errores además la iluminación en la oscuridad y por lo tanto no ve nada. Al aparecer un fallo se detecta, por el contrario, luz desviada por el fallo en la cámara. A este respecto, la dirección de iluminación y la distancia lateral de la iluminación con respecto al fallo es importante como parámetro. La distancia lateral de la iluminación del error no debe ser demasiado grande, porque la desviación de la luz a través del fallo no sería suficiente para dispersar luz suficiente para una detección de errores hacia la cámara. Normalmente, la distancia no puede ser mayor que algunos milímetros.

- 15 Muchos de estos errores que provocan una desviación de la luz, desvían la luz además sólo en determinadas direcciones. Así, por ejemplo los arañazos desvían sólo transversalmente con respecto a su dirección de marcha. Para detectar estos errores con la cámara, la iluminación debe encontrarse por lo tanto en la dirección de desviación además del fallo. Una iluminación, que irradia desde la dirección que se encuentra ortogonalmente con respecto a la dirección de desviación, no se refleja en la cámara y que no es adecuada por lo tanto, para contrastar este fallo. Cuanto mejor está dispuesta la iluminación en la dirección de desviación, más eficaz es para el contacto de un fallo de este tipo.

- 20 El cumplimiento de estas condiciones para una iluminación de campo oscuro es difícil en dispositivos de inspección en línea durante la producción por ejemplo de una banda larga de vidrio. Debido a la alta resolución necesaria, tales condiciones pueden conseguirse en marcos económicamente justificables, cuando la zona de inspección cubierta por los dispositivos ópticos de toma de imágenes o cámaras se realiza como franja transversalmente con respecto a la dirección de transporte de la banda larga (teóricamente sin fin) y la banda o el objeto que va a inspeccionarse, se mueve a través de esta zona de inspección. Para ello se usan preferentemente cámaras de línea, opcionalmente, también cámaras planas.

- 25 Para cubrir toda la anchura del objeto que se mueve, por ejemplo de la banda de vidrio, con la resolución espacial deseada, es opcionalmente necesario, disponer varios dispositivos ópticos de toma de imágenes o cámaras uno junto a otro, que forman entonces un denominado "bando de cámara". Junto con los dispositivos de iluminación asociados a las cámaras del banco de cámara, este banco de cámara forma un denominado "canal de cámara y de iluminación".

- 30 En principio, precisamente en los materiales transparentes pueden existir errores tanto de absorción como de desviación de cualquier tipo. Debido al transporte y el movimiento del objeto, es un tipo de fallo adicional, que se produce con frecuencia, un arañazo en la dirección de transporte. Dado que los arañazos finos pueden apreciarse casi únicamente en una iluminación de campo oscuro, es absolutamente necesaria una iluminación de este tipo. La luz para ello debe proceder, en un porcentaje considerable, de una dirección transversalmente con respecto a la dirección de transporte, para iluminar de manera adecuada los arañazos que se generan con frecuencia en la dirección de transporte en el campo oscuro, e iluminar cualquier zona del objeto que se mueve, por ejemplo de la banda de vidrio, desde una pequeña separación. Esto es costoso desde el punto de vista de la técnica de los aparatos.

- 40 De las explicaciones anteriores se deduce que en la inspección visual de materiales transparentes o reflectantes, tal como por ejemplo vidrio o vidrio estructurado se produce el problema de que para la detección segura de todos los errores posibles, se necesitan distintas disposiciones de cámara-iluminación, dado que distintos tipos de errores pueden verse sólo con una u otra disposición. Además, con frecuencia es necesario no sólo detectar los errores, sino clasificar los errores hallados en cada caso también según el tipo de fallo detectado y, con ello, diferenciarlos entre sí. Para ello no es suficiente, con frecuencia, la información que se obtiene de una disposición de cámara-iluminación. Así, pueden detectarse por ejemplo efectos de desviación óptica en el vidrio sólo cuando a través del vidrio se mira un patrón, cuya distorsión se recoge por la cámara. Los errores en la óptica de reflexión del vidrio pueden detectarse sólo, por el contrario, cuando se mira a través de la superficie de vidrio como espejo en un patrón. Dado que los dos modos de proceder descritos en esta sección se refieren a propiedades completamente distintas del vidrio, por el momento estos errores se registran por dos canales de cámara e iluminación separados.

- 50 Un ejemplo adicional se refiere a la diferencia de burbujas abiertas (es decir, abiertas hacia la superficie del vidrio) y burbujas cerradas (es decir, se encuentran completamente dentro del vidrio). Tanto las burbujas abiertas como las burbujas cerradas pueden detectarse adecuadamente por ejemplo en una disposición de luz transmitida. No obstante, pueden detectarse con dificultad. Sin embargo, la diferencia de los dos tipos de burbujas es con frecuencia importante, dado que en muchos casos las burbujas abiertas se tratan de manera distinta a las burbujas cerradas. Una diferencia de los dos tipos de burbujas puede conseguirse por ejemplo por que la superficie de vidrio se observa adicionalmente en una iluminación de reflexión. En la reflexión se detectan así mismo las burbujas abiertas, pero sin embargo no se detectan las burbujas cerradas.

Por el documento WO 2005/116616 A1 se conocen un dispositivo y un procedimiento para la detección de arañazos sobre un disco de vidrio con un dispositivo de iluminación y un dispositivo de toma de imágenes, que registran una línea de escaneo sobre la superficie de materiales, moviéndose el disco de vidrio pasando por el dispositivo de toma de imágenes y de iluminación. Para poder detectar arañazos en cualquier dirección, el dispositivo de iluminación presenta un listón de luz, que genera una luz paralela transversalmente a la línea de escaneo, difusa en la dirección de la línea de escaneo, así como un listón de luz adicional, que genera una luz difusa transversalmente a la línea de escaneo. De esta manera, se ilumina la superficie de vidrio desde todos lados de manera suficientemente uniforme. Frente al dispositivo de toma de imágenes está diseñada en el otro lado del disco de vidrio, una trampa de luz. Este sistema es excelentemente adecuado para una detección de arañazos. No obstante mediante este sistema no pueden establecerse de forma fiable otros errores de vidrio, en particular inclusiones. Así mismo, la formación de la unidad de iluminación es costosa y requiere mucho espacio constructivo, que ya no se encuentra disponible, en parte, en líneas de producción modernas.

En el documento US 3.814.946 se propone un procedimiento para la detección de errores en material transparente, en el que dos fuentes de luz están dispuestas en distintos lados del material, que junto con la cámara forman primeros y segundos sistemas ópticos, para establecer tanto inclusiones como arañazos en o sobre el material transparente. Las dos fuentes de luz están activas al mismo tiempo. De esta manera se obtiene una superposición de ambas imágenes, que produce una mala calidad de imagen. Así mismo, las dos fuentes de luz se influyen mutuamente. Además, el método conocido está limitado a muy pocas posibilidades de la disposición de las fuentes de luz. Mediante las dos fuentes de luz distintas, el sistema es además muy caro y requiere un espacio constructivo considerable. También la evaluación es propensa a errores. No es posible una evaluación en línea fiable.

El documento US 5.598.262 divulga un procedimiento para la inspección de un material transparente, en el que una cámara mira el material transparente y el fondo se ilumina por detrás del material transparente. Así mismo, la superficie de material se ilumina lateralmente, para poder diferenciar los errores incluidos en el material de los errores depositados sobre la superficie de material y que difractan la luz lateral. Durante un movimiento del material transparente se toma una sucesión de imágenes contrastadas, para detectar inclusiones en el material transparente. Este tipo de iluminación es muy costoso y caro. Además el procedimiento no puede llevarse a cabo en línea, es decir no es adecuado para inspeccionar discos de vidrio grandes durante la producción, dado que en cada caso se toman una sucesión de imágenes y debe evaluarse el desplazamiento de un fallo.

Hasta el momento se conseguía un análisis de campo claro y de campo oscuro de errores o una detección de errores desde distintos lados del objeto en la mayoría de los casos por que para cada configuración de cámara y de iluminación pueden construirse canales de cámara y de iluminación, por ejemplo un denominado "canal de campo oscuro", en el que las cámaras del banco de cámara miran cerca de una iluminación o un campo iluminado, y un denominado "canal de campo claro", en el que las cámaras de un banco de cámara miran en una iluminación o un campo iluminado, en función de si se seleccionara una disposición de luz refleja o una disposición de luz transmitida.

Una iluminación de campo oscuro lateral desde una pequeña distancia lateral se consiguió en la mayoría de los casos, disponiéndose cuerpos de iluminación lo más cortos posible, por regla general, tubos de sustancias luminiscentes cortos, a una pequeña distancia y girados 45° con respecto a la dirección de transporte uno junto a otro a lo largo de toda la anchura de la cinta.

Este modo de proceder tiene sin embargo varias desventajas. Para una iluminación de campo claro y una iluminación de campo oscuro separada, opcionalmente, desde distintos lados del objeto o bajo distintos ángulos con respecto al objeto se necesitan dos o más canales de cámara y dos o más distintos dispositivos de iluminación con un coste técnico de aparatos correspondientemente alto. Así mismo, se necesitan dos sitios de montaje en una línea de producción, lo que lleva con frecuencia a problemas de espacio. En conjunto, estos sistemas de este tipo son costosos.

Dado que los canales de cámara y de iluminación instalados en dos o más sitios distintos, tiene lugar la inspección en distintos sitios, deben reunirse posteriormente los resultados de inspección individuales. Esto lleva a un coste de cálculo adicional y a imprecisiones, dado que cada posición de fallo va aquejada de un cierto fallo.

También los tubos de sustancia luminiscentes más cortos, comercialmente disponibles, son esencialmente más largos que lo que sería necesario para la realización de un dispositivo de iluminación adecuado tanto para el campo claro como para el campo oscuro. También con ello se necesita más espacio constructivo de lo que es verdaderamente necesario para el banco de cámara bajo puntos de vista técnicos.

Es por lo tanto objetivo de la invención, simplificar y configurar de forma más económica todas las configuraciones de cámara y de iluminación necesarios para la inspección visual de un objeto que se mueve en una dirección de transporte.

Este objetivo se resuelve de acuerdo con la invención con un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 y un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9.

En el caso del dispositivo mencionado al principio está previsto que la unidad de cálculo está configurada para seleccionar la frecuencia de toma de imágenes para el dispositivo de toma de imágenes de tal manera que el

dispositivo de toma de imágenes en un intervalo de resolución del objeto correspondiente a la resolución deseada en la dirección de transporte realiza varias tomas, es decir al menos dos tomas. Esto lleva, en una iluminación instalada de forma fija, a que se detecten distintas situaciones de iluminación en el intervalo de resolución, siempre que la zona detectada mediante el dispositivo de toma de imágenes sea suficientemente grande, es decir no sólo la zona directamente irradiada de un campo claro o de la zona oscura de un campo oscuro, sino también se detecta conjuntamente una zona adyacente.

En esta forma de realización sencilla, se utiliza por lo tanto preferentemente una cámara plana o de matriz, que pueda cubrir con resolución una mayor zona de superficie sobre el objeto. En función de las relaciones geométricas y el dispositivo de iluminación, pueden utilizarse de esta manera al mismo tiempo una iluminación de campo claro, una iluminación de campo oscuro, una iluminación de distintos lados del objeto (es decir de arriba abajo), una iluminación bajo distintos ángulos y/o una iluminación con luz de distinta longitud de onda para el intervalo de resolución. En este sentido se toman por separado opcionalmente las tomas generadas por el intervalo de resolución del dispositivo de toma de imágenes y se componen para formar las imágenes deseadas, por ejemplo una imagen de campo claro, una imagen de campo oscuro, una imagen de reflexión o una imagen de transmisión.

De manera correspondiente se prefiere cuando la unidad de cálculo está configurada para componer a partir de las varias tomas creadas en el intervalo de resolución del objeto al menos dos imágenes del objeto y para evaluar individualmente o de manera combinada en cuanto a la existencia de errores. En este sentido se componen las al menos dos imágenes a partir de las tomas correspondientes de una parte de los intervalos de resolución o de todos los intervalos de resolución del objeto. Por ejemplo se componen una imagen de campo claro y una imagen de campo oscuro del objeto o una imagen de reflexión y una imagen de transmisión del objeto. Estas imágenes pueden evaluarse entonces mediante la unidad de cálculo individualmente o en combinación para la determinación de posición y extensión del fallo y/o para la determinación del tipo de fallo. Por ejemplo, a partir de la evaluación combinada de imagen de reflexión e imagen de transmisión pueden diferenciarse burbujas abiertas y cerradas en un vidrio.

Se ha comprobado que en un dispositivo ventajoso de acuerdo con la presente invención la unidad de cálculo está configurada para activar el dispositivo de toma de imágenes de tal manera que en el intervalo de resolución se realizan tres, cuatro, cinco o seis tomas. Esto significa que el intervalo de resolución se representa mediante, en conjunto, tres, cuatro, cinco o seis imágenes, tomando cada imagen el objeto de diferente manera. En principio, pueden realizarse en el contexto de la invención, naturalmente, también más tomas. Las zonas del objeto cubiertas por las tomas pueden estar diseñadas completamente separadas entre sí o de manera solapante entre sí. En el caso del uso de una cámara lineal, cada imagen corresponde a una línea de imágenes de la cámara, que detecta preferentemente sólo la zona iluminada del objeto o una parte del mismo.

En este caso, es decir en el caso del uso de una cámara lineal con preferentemente, precisamente una línea de cámaras, pero también independientemente de ello, se propone de acuerdo con una forma de realización especialmente preferida que el dispositivo de iluminación presente varios elementos de iluminación que se pueden conmutar individualmente, por ejemplo diodos emisores de luz (LED) o grupos de diodos emisores de luz conmutables conjuntamente (LED). Un elemento de iluminación conmutable individualmente puede estar construido por un cuerpo de iluminación, por ejemplo, un LED, o varios cuerpos de iluminación compuestos en un grupo y conmutables conjuntamente, por ejemplo, un grupo de varios LED. Preferentemente, la unidad de cálculo en esta estructura del dispositivo de iluminación está configurada para activar de manera diferente los elementos de iluminación individuales para las varias tomas en un intervalo de resolución, es decir encender y apagar. Con ello pueden conseguirse de manera flexible distintas configuraciones de iluminación, por ejemplo desde el mismo lado del objeto, desde distintos lados del objeto, bajo distintos ángulos con respecto al objeto y/o con luz de diferente longitud de onda, de modo que debido al dispositivo de iluminación conmutable de manera flexible en esta configuración, pueden conseguirse varias tomas en un intervalo de resolución con las condiciones de iluminación y de toma de imágenes deseadas en cada caso.

Para una activación diferente de acuerdo con la invención de los elementos de iluminación del dispositivo de iluminación para varias tomas dentro de un intervalo de resolución es suficiente en particular cuando en la totalidad de los elementos de iluminación se consigue un patrón diferente del dispositivo de iluminación. No es necesario que en cada activación para cada una de las distintas tomas de cada elemento de iluminación del dispositivo de iluminación debe activarse de manera distinta a la(s) toma(s) anteriores. Es decir, en esta configuración pueden realizarse de manera controlada distintos canales de iluminación, en particular como iluminación de campo claro o iluminación de campo oscuro, como iluminación desde distintos lados del objeto y/o como iluminación con luz de diferente longitud de onda, en el lugar de una cámara o un dispositivo de toma de imágenes.

En una realización que ahorra especialmente espacio de un dispositivo de este tipo, los elementos de iluminación del dispositivo de iluminación están dispuestos exactamente en una línea de iluminación alineada transversalmente con respecto a la dirección de transporte, estando configurada la unidad de cálculo para activar los elementos de iluminación en la línea de iluminación de acuerdo con un ciclo de iluminación predeterminado y predeterminable también de acuerdo con la invención, es decir que puede ajustarse. Preferentemente, el número de activaciones del ciclo de iluminación corresponde exactamente al número de tomas en el intervalo de resolución previsto, es decir el ciclo de iluminación se selecciona de acuerdo con la invención de tal manera que el ciclo de iluminación se llevó a

cabo o se procesó entonces una vez, cuando el objeto se transporta adicionalmente en la dirección de transporte la resolución deseada. Es decir, en el caso de tres, cuatro, cinco o seis tomas en el intervalo de resolución se activa la línea de iluminación de manera correspondiente tres, cuatro, cinco o seis veces en un ciclo de iluminación. Lo correspondiente es válido en el caso de varias tomas.

5 En una forma de realización posible, ventajosa, la unidad de cálculo puede estar configurada para activar tres veces la línea de iluminación en un ciclo de iluminación, en el que en una primera activación se activan los elementos de iluminación pares en la numeración de la línea de iluminación, es decir los elementos 2, 4, 6 etc., en una segunda activación se activan los elementos de iluminación impares respectivos, es decir los elementos 1, 3, 5 etc. y en una tercera activación se encienden todos los elementos de iluminación. Los elementos de iluminación no encendidos en la primera y segunda activación, se apagan, es decir permanecen oscuros para la formación de un campo oscuro. En el caso de la activación de todos los elementos de iluminación (tercera activación), los elementos de iluminación pueden activarse preferentemente con claridad reducida para evitar una radiación excesiva (iluminación de campo claro). También la sucesión de la primera, segunda y tercera activación no está predeterminada de manera fija, sino que puede modificarse. Los comentarios correspondientes son válidos en cada caso también para los ciclos de iluminación concretos, descritos a continuación, que realizan en cada caso iluminaciones de campo claro e iluminaciones de campo oscuro adaptadas entre sí.

Mediante la iluminación de tipo tablero de ajedrez, descrita anteriormente, se ilumina cada punto en el intervalo de resolución una vez en campo oscuro con una iluminación que discurre en perpendicular a la dirección de movimiento, es decir transversalmente con respecto a la dirección de transporte, (primera y segunda activación). Una iluminación de campo claro tiene lugar entonces al mismo tiempo para todas las zonas a lo largo de toda la anchura cubierta durante la tercera activación.

Dado que una iluminación de campo oscuro sin embargo no comienza inmediatamente en el paso de un elemento de iluminación iluminado a uno no iluminado, puede ser ventajoso de acuerdo con la invención, combinar en total varios elementos de iluminación apagados, es decir elementos de iluminación oscuros, uno junto a otro y desplazar dentro de un intervalo de resolución a lo largo de toda la anchura del objeto que va a examinarse. En una realización concreta, puede estar previsto para ello que la unidad de cálculo está configurada para activar cinco veces la línea de iluminación en un ciclo de iluminación en total, en el que en una primera, segunda, tercera y cuarta activación se encienden en cada caso dos elementos de iluminación sucesivos y se apagan dos elementos de iluminación línea de iluminación adyacentes a los elementos de iluminación encendidos. La primera, segunda, tercera y cuarta activación está desplazada a este respecto en cada caso un elemento de iluminación en la línea de iluminación, observándose el desplazamiento también en los ejemplos explicados a continuación siempre en la misma dirección, de modo los elementos de iluminación encendidos y apagados se desplazan dentro de un intervalo de resolución a lo largo de toda la anchura del objeto. En una quinta activación, se encienden entonces todos los elementos de iluminación, opcionalmente con la claridad reducida ya mencionada, para realizar un campo claro. Preferentemente, a este respecto la primera, segunda, tercera y cuarta activación se suceden, teniendo lugar desde una hasta la siguiente activación en cada caso un desplazamiento de sólo un elemento de iluminación en la línea de iluminación. Esto no es sin embargo forzosamente necesario.

Un efecto similar puede conseguirse cuando la unidad de cálculo está configurada para encender la línea de iluminación en un ciclo de iluminación en total cuatro veces, en el que en una primera, segunda y tercera activación se enciende en cada caso un elemento de iluminación y están apagados dos elementos de iluminación adyacentes al elemento de iluminación encendido. A su vez, la primera, segunda y tercera activación están desplazadas en cada caso un elemento de iluminación, pudiendo variarse opcionalmente también el orden de la primera, segunda y tercera activación. En la cuarta activación se encienden todos los elementos de iluminación para generar un campo claro de la manera descrita anteriormente.

Esta disposición corresponde al ciclo de iluminación descrito anteriormente, produciéndose una cobertura completa de toda la anchura del objeto y una repetición correspondiente ya después de tres activaciones.

Para conseguir un campo oscuro grande, de acuerdo con una forma de realización adicional del dispositivo de acuerdo con la invención, la unidad de cálculo puede estar configurada para activar tres veces la línea de iluminación en un ciclo de iluminación, en el que en una primera y segunda activación está encendido en cada caso un elemento de iluminación y están apagados tres elementos de iluminación adyacentes al elemento de iluminación encendido. También en este caso, la primera y segunda activación están desplazadas un elemento de iluminación, para iluminar toda la anchura del dispositivo de iluminación con una iluminación de campo oscuro. Si bien el ciclo de iluminación propuesto en este caso, no está construido de forma totalmente simétrica, sin embargo cubre toda la anchura del objeto que va a inspeccionarse con una iluminación de campo oscuro y puede realizarse con ya tres ciclos de iluminación, de modo que esta forma de realización puede utilizarse de manera ventajosa a una alta velocidad de transporte. Una iluminación de campo oscuro simétrica pudo conseguirse de manera correspondiente mediante una activación de cinco veces, desplazando las cuatro primeras activaciones el elemento de iluminación encendido en cada caso una posición.

Una disposición que ahorra especialmente tiempo se consigue porque la unidad de cálculo está configurada para activar cuatro veces la línea de iluminación en un ciclo de iluminación, en el que en una primera, segunda, tercera y

cuarta activación se enciende en cada caso un elemento de iluminación y se apagan tres elementos de iluminación adyacentes al elemento de iluminación encendido y la segunda y la cuarta activación está desplazada en cada caso dos elementos de iluminación, la segunda activación está desplazada un elemento de iluminación y la primera activación está desplazada tres elementos de iluminación.

- 5 Se ha comprobado que el modo de proceder descrito en el párrafo anterior necesita considerablemente menos luz para contrastar los errores. Esto se debe por lo tanto, a que debido a la zona de campo oscuro grande con tres elementos de iluminación llega comparativamente menos luz parásita originaria de un fallo, que procede directamente de los elementos de iluminación encendidos, y que empeora el contraste, a la parte central de la zona de campo oscuro. El contraste se mejora en particular en la zona del elemento de iluminación apagado, central, al
10 que se recurre en cada caso para crear la imagen de campo oscuro, dado que en la zona con la toma se detecta únicamente la luz dispersada por errores.

- Esto significa que pueden usarse tiempos de iluminación más cortos, de modo que en total para un ciclo de iluminación y por lo tanto también para la exploración de una pieza de trabajo se requiera menos tiempo o pueda aumentarse la velocidad de banda. Esto es un progreso significativo, dado que la tasa de exploración forma en
15 muchos casos el factor limitante.

Además, en este modo de proceder es ventajoso que debido a la zona de campo oscuro grande, puedan hacerse funcionar los elementos de iluminación encendidos con potencia completa. También con ello se aumenta la intensidad lumínica que llega al dispositivo de toma de imágenes, de modo que puede acortarse el tiempo de iluminación.

- 20 Una forma de realización preferida adicional se refiere a una unidad de cálculo, que está configurada para activar seis veces la línea de iluminación en un ciclo de iluminación, en el que en una primera, segunda, cuarta y quinta activación se enciende en cada caso un elemento de iluminación y se apagan tres elementos de iluminación adyacentes al elemento de iluminación encendido y la primera, segunda, cuarta y quinta activación está desplazada en cada caso dos elementos de iluminación. Esto lleva a que el campo oscuro se desplace en dos ciclos
25 desplazados mutuamente a lo largo de toda la anchura del objeto que va a inspeccionarse. Una zona que, por ejemplo, en el primer ciclo, se encuentra en el borde de un campo oscuro, se encuentra en el segundo ciclo en el centro del campo oscuro y al contrario. De esta manera, se realizan también diferentes situaciones de iluminación en el campo oscuro y se detectan posibles errores de manera especialmente fiable. En una tercera y sexta activación se encienden todos los elementos de iluminación, teniendo lugar también esta iluminación de campo claro preferentemente con claridad reducida. Mediante el campo claro doble se mejora adicionalmente la tasa de
30 detección de errores.

- También cuando en este caso puede variarse en principio el orden de la primera a sexta activación, el orden descrito de la primera a sexta activación forma una forma de realización especialmente preferida, en la que los elementos de iluminación individuales se solicitan aproximadamente de manera uniforme. Así, mediante el ciclo seleccionado se
35 distribuyen los tiempos de pausa y los tiempos de activación de los elementos de iluminación individuales de manera muy uniforme. Esto lleva a condiciones de detección o de inspección muy equilibradas. Además, cada elemento de iluminación estará encendido en el ciclo seleccionado, de media, durante el mismo tiempo. Esto es válido, naturalmente, independientemente del orden de la primera a sexta activación y se da también en una pluralidad de los ciclos de iluminación descritos anteriormente.

- 40 Mediante una variación del número de los elementos de iluminación encendidos y apagados dispuestos en cada caso uno junto a otro, puede influirse en la intensidad lumínica en el campo oscuro. Esto mismo puede conseguirse mediante un encendido de los elementos de iluminación con diferente energía o duración de encendido.

- En un perfeccionamiento del dispositivo de iluminación previsto de acuerdo con la invención, los elementos de iluminación del dispositivo de iluminación puede estar dispuestos también en varias líneas de iluminación, alineadas
45 transversalmente con respecto a la dirección de transporte, estando configurada la unidad de cálculo para activar los elementos de iluminación en las líneas de iluminación de acuerdo con un ciclo de iluminación predeterminado y predeterminable también de acuerdo con la invención, es decir ajustable. Preferentemente, también en este caso, el ciclo de iluminación corresponde exactamente de nuevo al número de tomas en el intervalo de resolución predeterminado, es decir el ciclo de iluminación se selecciona de acuerdo con la invención de tal manera que el ciclo de iluminación está activado o procesado una vez cuando el objeto se ha transportado adicionalmente la resolución
50 deseada en la dirección de transporte. Mediante este dispositivo de iluminación de varias líneas existe una mayor flexibilidad en los patrones de iluminación. En particular es posible conseguir, también en la dirección de transporte, una iluminación de campo oscuro.

- De acuerdo con una configuración propuesta preferentemente de acuerdo con la invención, pueden estar previstas tres líneas de iluminación, estando configurada la unidad de cálculo para encender un número predeterminable de
55 elementos de iluminación (inclusive de cero a todos los elementos de iluminación) en la primera línea de iluminación desde un extremo de la línea de iluminación (y apagar los elementos de iluminación restantes en esta línea de iluminación), no encender ningún elemento de iluminación en la segunda línea de iluminación y encender un número predeterminable de elementos de iluminación (inclusive de cero a todos los elementos de iluminación) en la tercera

línea de iluminación a partir de uno u otro extremo de la línea de iluminación (y apagar los elementos de iluminación restantes en esta línea de iluminación). De este modo se genera de manera sencilla un campo oscuro en la dirección de transporte, es decir la línea de iluminación que va a representarse se selecciona preferentemente en el centro y se enmarca simétricamente desde la primera y tercera línea de iluminación. En el caso de tres líneas, la línea de iluminación que va a representarse está en campo oscuro, es decir, la segunda línea. Lo correspondiente es válido para más de tres líneas de iluminación, previéndose preferentemente un número impar de líneas de iluminación.

Es también posible hacer funcionar los dispositivos de iluminación de varias líneas en combinación con los patrones de activación descritos anteriormente, de modo que en el caso de una u otra activación también en la tercera línea de iluminación puedan activarse (es decir, encenderse) elementos de iluminación. Es decir, la previsión de patrones adicionales puede seleccionarse por el experto aún según la necesidad de inspección respectiva.

Por lo tanto, la invención no está limitada a los patrones y ciclos de iluminación descritos en concreto, que describen únicamente realizaciones especialmente ventajosas, para poder llevar a cabo con el menor gasto de activación posible una detección completa del objeto.

Preferentemente, el dispositivo de acuerdo con la invención está configurado de modo que el dispositivo de iluminación en particular de varias líneas y el dispositivo de toma de imágenes presentan en cada caso exactamente una línea (2c) de iluminación o línea de toma de imágenes que va a representarse, dispuesta transversalmente con respecto a la dirección de transporte del objeto, estando ajustado el dispositivo de toma de imágenes de tal manera que la línea de toma de imágenes del dispositivo de toma de imágenes representa la línea de iluminación que va a representarse o una sección de esta línea de iluminación en la toma.

Esto es evidente en dispositivos de iluminación y de toma de imágenes de una línea, debiendo considerarse en la disposición que el dispositivo de toma de imágenes no reproduce ninguna zona fuera de la línea de iluminación. En el caso de un dispositivo de iluminación de varias líneas, es decir un dispositivo de iluminación con elementos de iluminación dispuestos unos junto a otros en varias líneas en la dirección de transporte, la presente invención propone seleccionar exactamente una línea de iluminación como línea de iluminación que va a reproducirse y que va a inspeccionarse. Esto puede realizarse mediante la disposición del dispositivo de toma de imágenes, en particular si se emplea una cámara lineal con exactamente una línea. Alternativamente, esta asignación también puede realizarse durante la evaluación de las imágenes si el dispositivo de toma de imágenes es una cámara de superficie, por ejemplo una CCD matricial, y varios elementos de toma de imágenes dispuestos unos junto a otros en la dirección de transporte cubren la una línea de iluminación o su fragmento deseado. Estos elementos de toma de imágenes, que registran la línea de iluminación que va a reproducirse pueden agruparse entonces en la evaluación de imágenes. Esto es de interés en particular en el caso de varias líneas de iluminación, estando dispuesta entonces la línea de iluminación que va a reproducirse preferentemente en el centro, tal como ya se ha mencionado,

En el uso de una cámara lineal la resolución en la dirección de avance del objeto que se mueve se determina en particular por dos factores, concretamente por la geometría de la representación óptica junto con la expansión de píxeles y por la velocidad a la que las líneas individuales se toman unas tras otras.

La geometría de la reproducción óptica junto con la expansión de píxeles de la cámara lineal determina la longitud de la trayectoria que se reproduce en una línea de la cámara. Dado que la mayoría de las cámaras lineales poseen píxeles cuadrados y las ópticas reproducen de manera radialmente simétrica respecto al eje óptico, la resolución en la dirección de avance es, la mayoría de las veces, igual a la resolución perpendicular a la trayectoria. También es posible producir otras relaciones mediante la selección de una óptica correspondiente asimétrica, o mediante la selección de píxeles no cuadrados, no obstante, esto es caro debido a los componentes especiales necesarios, y por lo tanto poco común. Una adaptación de este tipo es también posible solamente de manera muy limitada

El segundo factor que determina la resolución en dirección de avance del objeto que se mueve se refiere a la velocidad a la que las líneas individuales se toman unas tras otras. En principio es válido: cuanto más alta pueda seleccionarse la velocidad, más alta es la resolución. Por ejemplo, para obtener en el caso de píxeles cuadrados en la dirección de avance la misma resolución que en la dirección transversal, debe explorarse en un ciclo tan rápidamente que el avance de línea a línea corresponde conjuntamente a la resolución transversal.

La invención aprovecha el hecho de que las cámaras lineales modernas pueden tomar líneas individuales de manera muy rápida unas tras otras. Por consiguiente, también pueden tomarse muchas más líneas de lo que sería realmente necesario para la resolución necesaria en la dirección de transporte. Esta propiedad es aprovechada por la invención de manera que el dispositivo de toma de imágenes para una línea que va a inspeccionarse transversalmente respecto a la dirección del movimiento del objeto, es decir un intervalo de resolución en forma de líneas, no solamente toma una sino un ciclo entero de varias líneas de imágenes, encendiéndose en cada línea dentro de un ciclo otro tipo de iluminación de modo sincrónico a las líneas o de modo sincrónico a las tomas. Esto puede realizarse por ejemplo mediante iluminaciones LED con destellos. De la imagen en bruto formada por las tomas generadas de manera correspondiente del dispositivo de toma de imágenes puede componerse para cada tipo de iluminación empleado en un ciclo una imagen en cada caso que contenga solamente líneas del tipo de iluminación correspondiente. Las imágenes de los diferentes tipos de iluminación pueden procesarse adicionalmente

de la misma manera que si procedieran de diferentes canales de cámara. Aunque estas imágenes registran zonas del objeto ligeramente desplazadas unas respecto a otras, mientras que la longitud explorada en un ciclo de la zona de objeto sea menor que la resolución requerida en la dirección de transporte, este desplazamiento no juega ningún papel en el uso del dispositivo de acuerdo con la invención, o bien en el procedimiento de acuerdo con la invención.

- 5 El dispositivo de acuerdo con la invención puede emplearse tanto para materiales transparentes, en particular banda de vidrio estructural, como también para materiales no transparentes y puede realizarse tanto en una disposición de iluminación de luz incidente como también en una disposición de iluminación al trasluz.

Para adaptar la luz a determinados fines de inspección, entre el dispositivo de iluminación y el objeto, y/o entre el objeto y el dispositivo de toma de imágenes puede estar dispuesta una unidad óptica de conformación de luz y/o un patrón, en particular una rejilla Moiré.

- 10 Para adaptar la luz a determinados fines de inspección, entre el dispositivo de iluminación y el objeto, y/o entre el objeto y el dispositivo de toma de imágenes puede estar dispuesta una unidad óptica de conformación de luz y/o un patrón, en particular una rejilla Moiré.
- 15 La unidad de conformación de luz está construida en particular de lentes, difusores y/o microlentes. Las unidades de conformación de luz de este tipo son especialmente adecuadas para la inspección de un objeto de vidrio estructural, en particular una banda de vidrio estructural, en la disposición al trasluz. En el caso de la iluminación de campo claro para vidrio estructural, la luz debe irradiar lo más homogéneamente posible al vidrio estructural desde delante, detrás, derecha e izquierda, es decir desde todas las direcciones, para que el patrón de estructura existente pueda distinguirse lo más débilmente posible y los efectos buscados en la disposición al trasluz puedan distinguirse con gran cantidad de contrastes. Por otro lado, en la iluminación de campo oscuro es necesaria una iluminación orientada más bien perpendicular a la dirección de transporte, para que los límites entre los grupos LED claros y oscuros sean lo más nítidos posibles.

- 20 Una unidad de conformación de luz especialmente ventajosa para este fin es una lente Fresnel cilíndrica dispuesta entre el elemento de iluminación y el objeto, preferentemente en unidad con un difusor que está dispuesto entre la lente Fresnel y el elemento de iluminación o el dispositivo de iluminación.

- 25 La lente Fresnel cilíndrica distribuye la luz especialmente en la dirección de transporte y el elemento de iluminación enfoca entonces al objeto que va inspeccionarse. El elemento de iluminación, por ejemplo un LED o un grupo de LED conmutados simultáneamente se reproduce a través de la lente Fresnel cilíndrica, es decir reducida sobre el material, en particular el vidrio estructural. A pesar de la dispersión de la luz a través del vidrio estructural el dispositivo óptico de toma de imágenes mira en la medida de lo posible siempre a la línea de iluminación delgada y no pasando por ella.

- 30 El difusor es útil para homogeneizar algo la intensidad a lo largo de la línea de iluminación, es decir transversalmente con respecto a la dirección de transporte porque entre los elementos de iluminación en la una línea de iluminación, por ejemplo LED dispuestos unos junto a otros existe relativamente mucho espacio o bien espacio que no ilumina. El propio vidrio estructural tiene un efecto difusor adicional. No obstante, la disposición de acuerdo con la invención de la unidad de conformación de luz no está limitada a una inspección de objetos de vidrio estructural. El difusor debería presentar preferentemente propiedades ópticas de dispersión débil, dado que sino, los límites entre los elementos de iluminación individuales se borran y limitan la calidad de la detección de campo oscuro

- 35 Como patrón puede emplearse por ejemplo una rejilla Moiré que puede servir para la representación de errores de distorsión. Alternativamente pueden emplearse otros patrones, por ejemplo un patrón de tablero de ajedrez. La rejilla Moiré genera junto con los píxeles del dispositivo de toma de imágenes un efecto Moiré en la toma del dispositivo de toma de imágenes o bien en la imagen compuesta de las tomas.

- 40 En particular en una forma de realización de la invención, el dispositivo de iluminación presenta varios elementos de iluminación conmutables independientemente unos de otros que están dispuestos en distintos lados del objeto que se mueve y/o bajo distintos ángulos con respecto al objeto que se mueve. En el uso de elementos de iluminación que están dispuestos bajo diferente ángulo con respecto al objeto que se mueve pueden suprimirse por ejemplo texturas sobre una superficie para diferenciar estas de errores topológicos.

- 45 En una forma de realización adicional el dispositivo de iluminación puede presentar alternativamente o adicionalmente varios elementos de iluminación conmutables independientemente unos de otros que emiten luz de distintos intervalos de longitud de onda. Mediante el uso de luz de diferente longitud de onda la luz transmitida o reflejada por el objeto, registrada por el dispositivo de toma de imágenes puede diferenciarse exactamente considerando de qué elemento de iluminación procede. Para ello se requiere que el dispositivo de toma de imágenes pueda diferenciar la luz que llega de los distintos intervalos de longitud de onda.

- 50 De acuerdo con la invención, la invención se refiere también a un procedimiento para la inspección visual de un objeto que se mueve en una dirección de transporte en cuanto a errores de acuerdo con las características de la reivindicación 13, en particular con el uso del dispositivo anteriormente descrito. En el caso del procedimiento, el objeto se ilumina con un dispositivo de iluminación preferentemente para la generación de un campo claro o de un campo oscuro. Además, las zonas iluminadas en particular como campo claro o como campo oscuro se toman con un dispositivo óptico de toma de imágenes, en particular una cámara lineal o una cámara plana con elementos foto sensibles, y se evalúan las imágenes tomadas en cuanto a la existencia de errores. La frecuencia de toma depende

de la resolución deseada en la dirección de transporte y de la velocidad del objeto que se mueve.

5 Para alcanzar diferentes situaciones de iluminación dentro de la resolución deseada la frecuencia de toma de imágenes se selecciona de acuerdo con la invención de tal manera que el dispositivo de toma de imágenes en intervalo de resolución del objeto correspondiente a la resolución deseada en la dirección de transporte hace varias tomas, es decir al menos dos tomas. Por ello, en el caso de la disposición geométrica adecuada y/o de la activación del dispositivo de iluminación pueden realizarse distintas situaciones de iluminación (campo claro, campo oscuro, bajo distintos ángulos en cuanto al objeto, desde diferentes lados del objeto, con luz de distinta longitud de onda) con únicamente un banco de cámara.

10 De acuerdo con una forma de realización preferente del procedimiento propuesto, el dispositivo de toma de imágenes hace en el intervalo de resolución dos, tres, cuatro, cinco o seis tomas. Fundamentalmente en el uso del procedimiento pueden hacerse también muchas más imágenes.

15 Además el dispositivo de iluminación presenta preferentemente varios elementos de iluminación que se pueden conmutar individualmente, por ejemplo LED o grupos de LED, en una o varias líneas de iluminación dispuestas transversalmente con respecto a la dirección de transporte del objeto, que pueden activarse de diferente manera para las varias tomas en el un intervalo de resolución. En este caso, preferentemente con una cámara lineal, es decir una cámara con elementos de toma de imágenes dispuestos en exactamente una línea alineada transversalmente con respecto a la dirección de transporte, pueden hacerse diferentes tomas del objeto en el un intervalo de resolución bajo relaciones de luz completamente diferentes.

20 Mediante el uso de estas variantes de procedimiento propuestas se reproduce el intervalo de resolución, es decir mediante dos, tres, cuatro, cinco o seis o más imágenes, presentando cada imagen una zona del objeto distinta al menos parcialmente. Estas pueden estar configuradas de acuerdo con la invención por tanto completamente separadas unas de otros o solapadas unas en otras. Cada imagen corresponde preferentemente a una línea de imágenes de la cámara lineal.

25 Mediante este procedimiento pueden realizarse de manera encauzada diferentes canales de iluminación, en particular como campo claro y campo oscuro, en el un lugar de la cámara o bien el dispositivo de toma de imágenes. Para ello la unidad de cálculo está orientada para conmutar los elementos de iluminación conmutables individualmente como iluminación de campo claro o iluminación de campo oscuro. Para una iluminación de campo claro se encienden uno, o dado el caso varios, elementos de iluminación preferentemente adyacentes. El encendido puede realizarse para evitar una irradiación con claridad reducida como se describe a continuación en relación con ejemplos concretos. Esta técnica puede aplicarse sin embargo en general en cada forma de realización de la invención con una iluminación de campo claro. En el caso de la iluminación de campo oscuro se combinan de manera encauzada elementos de iluminación encendidos y apagados en una disposición adecuada, teniendo lugar la evaluación de errores en el intervalo de los elementos de iluminación apagados. Allí se detectan errores de luz desviada, que se emitió por los elementos de iluminación encendidos.

35 Un activación especialmente flexible puede alcanzarse si los elementos de iluminación se activan en la una línea de iluminación o en varias líneas de iluminación de acuerdo con un ciclo de iluminación predeterminado y que puede predeterminarse también de acuerdo con la invención, es decir ajustable, para la generación de distintos patrones de iluminación. Patrones y ciclos de iluminación ventajosos se describieron ya y pueden realizarse también mediante el procedimiento sin que la realización del procedimiento se limite a exactamente estos ejemplos concretos.

40 Tal como se expuso anteriormente, a partir de las varias tomas creadas en el intervalo de resolución del objeto se componen al menos dos imágenes del objeto, y se evalúan, individualmente o combinadas, en cuanto a la existencia de errores. A este respecto, cada imagen se produce de la toma correspondiente de todos los intervalos de resolución que se extienden por el objeto.

45 De la siguiente descripción de ejemplos de realización y del dibujo resultan ventajas, características y posibilidades de aplicación adicionales de la presente invención. A este respecto, todas las características descritas y/o representadas gráficamente, por sí mismas o en cualquier combinación, forman el objeto de la presente invención, también independientemente de su composición en las reivindicaciones o en sus referencias.

Muestran:

- la Figura 1 esquemáticamente la estructura de un dispositivo de acuerdo con la invención;
- 50 la Figura 2 esquemáticamente la situación en una exploración convencional del intervalo de resolución de acuerdo con el estado de la técnica;
- la Figura 3 esquemáticamente una primera forma de realización de la presente invención con un dispositivo de iluminación de una línea con un primer ciclo de iluminación;
- la Figura 4 esquemáticamente la representación de un segundo ciclo de iluminación;

- la Figura 5 esquemáticamente la representación de un tercer ciclo de iluminación;
- la Figura 6 esquemáticamente la representación de un cuarto ciclo de iluminación;
- la Figura 7 esquemáticamente la representación de un quinto ciclo de iluminación;
- la Figura 8 esquemáticamente la representación de un sexto ciclo de iluminación;
- 5 la Figura 9 esquemáticamente una segunda forma de realización de la presente invención con un dispositivo de iluminación de tres líneas;
- la Figura 10 un patrón concreto de iluminación para la forma de realización representada en la figura 8
- la Figura 11 esquemáticamente una tercera forma de realización de la presente invención con una unidad de conformación de luz en una vista en la dirección de transporte y
- 10 la Figura 12 esquemáticamente la tercera forma de realización en una vista transversalmente con respecto a la dirección de transporte.

En la Figura 1 se representa una disposición de acuerdo con la invención de una primera forma de realización en la que un objeto 3 que se mueve en una dirección 4 de transporte en forma de un material transparente debe inspeccionarse en cuanto a errores 8 tal como se indica en la Figura 2.

15 Para ello, el dispositivo de acuerdo con la invención presenta un dispositivo 2 de iluminación que de acuerdo con la figura 1 se forma de una línea 2c de iluminación con elementos 6 de iluminación conmutables dispuestos unos junto a otros en su lado superior. Los elementos 6 de iluminación en particular pueden ser LED individuales (Light Emitting Diodes, diodos emisores de luz). La línea 2c de iluminación del dispositivo 2 de iluminación está dispuesta transversalmente con respecto a la dirección 4 de transporte del objeto 3. Además, el dispositivo de acuerdo con la
 20 invención presenta un dispositivo 1 óptico de toma de imágenes para tomar imágenes de las zonas iluminadas 5 del objeto 3. En el caso de una zona iluminada 5 no tiene que tratarse necesariamente de la zona irradiada del objeto 3 (campo claro), sino que puede ser también una zona adyacente a una zona irradiada (campo oscuro). La zona tomada e iluminada en el sentido anteriormente descrito como campo claro o campo oscuro se denomina también línea 5 de inspección. La zona 5 tomada e iluminada por el dispositivo 2 de iluminación cubre preferentemente la
 25 anchura total del objeto 3, de modo que la zona iluminada 5 coincide con la línea de inspección

De acuerdo con la expansión de los píxeles en la cámara lineal, la línea 5 de inspección en la dirección 4 de transporte cubre una franja estrecha del material 3. El dispositivo 2 de iluminación debe tener en la dirección 4 de transporte una expansión que sea al menos tan grande que recubra esta anchura en la zona 5 iluminada.

30 En el ejemplo representado, en el caso del objeto 3 se trata de material transparente, por ejemplo una banda de vidrio continua. Por tanto el dispositivo de acuerdo con la invención, en el ejemplo representado, está construido como disposición al trasluz, en la que dispositivo 1 óptico de toma de imágenes y el dispositivo 2 de iluminación están dispuestos en distintos lados del material transparente 3, estando alineado el dispositivo 1 óptico de toma de imágenes de tal manera que registra la zona iluminada 5 con respecto a la línea 5 de inspección en cuanto al objeto 3 como imagen.

35 El dispositivo óptico de toma de imágenes o bien la cámara 1 mira por tanto a través del material transparente 3 en la línea 2 de iluminación y sus elementos 6 de iluminación que pueden apagarse y encenderse instalados en el lado superior. El enfoque de la cámara tiene lugar en el material transparente 3. Dado que el material transparente 3 avanza en la dirección 4 de transporte, por tanto todo el objeto 3 se inspecciona en cuanto a errores al tomarse imágenes de la línea 5 de inspección, de tal manera que las líneas de inspección tomadas unas tras otras registran
 40 con la resolución deseada todo el objeto 3.

Esto se aclara en la Figura 2 en la que la situación en el caso de una exploración convencional de acuerdo con estado de la técnica está representada desde arriba intensamente ampliada. El material 3 se mueve en la dirección 4 de transporte, es decir en la representación gráfica hacia abajo. El objeto 3 se explora en este caso por franjas, representando la anchura de una franja 7 en la dirección de transporte la resolución requerida o deseada en la
 45 dirección 4 de transporte. La resolución indica el tamaño mínimo de un error 8 que debe registrarse de manera segura en la inspección. Un error 8 de este tipo se dibuja en la Figura 2 esquemáticamente.

En el caso de una exploración convencional habitual una unidad de cálculo no representada en las figuras controla el dispositivo de toma de imágenes en función de la velocidad del objeto 3 en la dirección de transporte, de tal manera que, en cada franja 7, que también se denomina intervalo de resolución, se toma una imagen que se
 50 examina a continuación en cuanto a errores por medio de una evaluación de imágenes en la unidad de cálculo. Esto se muestra en la Figura 2 como toma momentánea para la franja superior de las tres franjas 7 representadas completamente. Allí el dispositivo 2 de iluminación se representa como una línea de iluminación con elementos 6 conmutables, que transiluminan el material transparente. Mediante dispositivo óptico 1 de toma de imágenes se reproduce una parte de la zona iluminada 5, concretamente la línea 5 de inspección. En una imagen de este tipo, en

el caso de un material transparente sin errores se encuentra una zona clara desestructurada. El error 8 aparece en ella como contraste oscuro y se detecta por ello.

Tan pronto como el objeto 3 se ha movido adicionalmente en la dirección 4 de transporte exactamente una anchura de franja, la unidad de cálculo activa el dispositivo de toma de imágenes óptico para una nueva toma. Por tanto se toma en cada caso un fragmento de la franja 7 que, al tomar una línea, se sitúa en la zona de visibilidad de la cámara (línea 5 de inspección). En el caso de una exploración convencional en cada franja 7 se hace solo una toma de una línea 5 de inspección. Por lo tanto solamente es posible un único tipo de iluminación. Si se ve, o no, un error 8, que solo es tan grande como la resolución requerida depende por tanto de si puede comprobarse o no con el tipo de iluminación seleccionada.

En la Figura 3 se explica ahora esquemáticamente el concepto de la presente invención según el cual el objeto 3 se explora con una frecuencia de exploración más alta de lo que se requiere para la resolución en la dirección de transporte. Esto lleva a que la franja o bien intervalo 7 de resolución se divide en varias franjas parciales 7a para las que se presenta en cada caso una imagen tomada por la cámara 1.

Estas imágenes, dado que el dispositivo no se mueve y el objeto 3 se mueve en la dirección de transporte están tomadas naturalmente en la misma posición espacial, pero en diferentes tiempos. Esto se representa en la Figura 3 y en las figuras siguientes mediante franjas parciales 7a situadas unas junto a otras, que pueden representar una zona colindante sobre el objeto 3, pero también zonas solapadas sobre el objeto 3.

De acuerdo con la invención, la unidad de cálculo no representada está alineada por tanto para seleccionar la frecuencia de toma para el dispositivo 1 de toma de imágenes, de tal manera que el dispositivo 1 de toma de imágenes en un intervalo 7 de resolución del objeto 3 correspondiente a la resolución deseada en la dirección 4 de transporte realiza varias tomas, y divide el intervalo 7 de resolución en franjas parciales 7a. En el ejemplo mostrado en la figura 3 se utiliza el triple de la frecuencia de toma de imágenes o bien la velocidad de toma de imágenes. El límite superior para la velocidad que puede usarse (frecuencia de toma de imágenes) depende de los datos técnicos del dispositivo 1 óptico de toma de imágenes que puede usarse, en particular de la velocidad, con la que pueden leerse las líneas del dispositivo de toma de imágenes configurado como cámara lineal 1, o el tiempo de iluminación necesario.

El uso de la triple frecuencia de tomas tiene como consecuencia que la franja o el intervalo 7 de resolución se divida en tres franjas parciales 7a. Si los elementos 6 de iluminación del dispositivo 2 de iluminación se conmutan sincrónicamente con la toma de imágenes de una franja parcial 7a, las imágenes de las franjas parciales 7a individuales se toman en tres tipos de iluminación, de modo que dentro de la resolución deseada (intervalo 7 de resolución) son posibles tres evaluaciones diferentes en cuanto a errores. La toma individual en el dispositivo de acuerdo con la figura 3 tiene lugar en este caso de acuerdo con el principio descrito en la Figura 2, al registrar el dispositivo 1 óptico de toma de imágenes con su línea 5 de inspección la zona iluminada de los elementos 6 de iluminación individuales del dispositivo 2 de iluminación.

Una toma de imágenes registrada de esta manera está representada en la Figura 4, en la que cada una de las franjas parciales 7a se tomó en otro momento, y en la representación de acuerdo con la figura 4 se compusieron todas las tomas de imágenes en una imagen. En la Figura 4 las franjas parciales 7a respectivas están representadas con el estado de los elementos 6 de iluminación respectivos en ese momento. En ellos 6a denominan elementos 6 de iluminación oscura apagada, y 6b claros encendidos. 6c representa un elemento de iluminación con claridad reducida. Esto puede generarse de diferente manera: o se disminuye la energía y/o duración de iluminación en el elemento 6 de iluminación o la duración de iluminación de la cámara 1. Un error 8 en el tamaño de la resolución mínima se presenta ahora en tres franjas parciales 7a distintas y puede por tanto iluminarse en tres modos diferentes.

En el caso de un primer activación (en la Figura 4 de la franjas parcial 7a superior en un intervalo 7 de resolución) se activan en cada caso los elementos 6 de iluminación pares en la numeración. En la segunda activación en la franja parcial 7a situada por debajo se activan en cada caso los elementos 6 de iluminación impares. Esto lleva a un patrón a modo de tablero de ajedrez de las dos franjas parciales 7a superiores con elementos 6 de iluminación claros y elementos 6a de iluminación oscuros alternando en cada caso. que en las dos franjas parciales 7a están dispuestos desplazados uno respecto a otro. En la tercera activación de la franja parcial 7a más inferior en la Figura 4 del un intervalo 7 de resolución todos los elementos 6 de iluminación se encienden con claridad 6c reducida. Como imagen de campo claro se componen todas las tomas que se generaron por la cámara 1 en la tercera activación. La imagen de campo oscuro se averigua por que las tomas de la cámara tomadas en la zona del elemento 6a de iluminación apagado se componen en la primera y la segunda activación.

El error 8 se registra por tanto en el campo claro con claridad 6c reducida como también en el campo oscuro 6a de modo que la probabilidad para la detección del error en la evaluación de la imagen es, en conjunto, muy alta.

En las Figuras 5 a 7 descritas a continuación se representan en cada caso ciclos de iluminación adicionales, reproduciendo la Figura 5 un ciclo de iluminación de cinco líneas, la Figura 6 un ciclo de iluminación de cuatro líneas y la Figura 7 un ciclo de iluminación de tres líneas. Fundamentalmente los ciclos de iluminación con menos líneas

permiten por tanto una velocidad de exploración y de producción. Los ciclos de iluminación con más líneas generan un mejor contraste. La decisión sobre el tipo del ciclo de iluminación puede tener lugar según el planteamiento en el caso concreto, dado que los ciclos de iluminación en el dispositivo de acuerdo con la invención pueden configurarse.

5 En el ciclo representado en la Figura 5 una línea de iluminación se activa de acuerdo con una franja parcial 7a en un ciclo de iluminación cinco veces, encendiéndose en cada caso en una primera, segunda, tercera y cuarta activación (de acuerdo con la primera, segunda, tercera y cuarta franja parcial 7a) dos elementos 6b de iluminación consecutivos y apagándose dos elementos 6a de iluminación que siguen a los elementos 6a de iluminación encendidos. La primera, segunda, tercera y cuarta activación está desplazada en cada caso un elemento de iluminación 6, de modo que los campos oscuros 6a en el objeto 3 transitan de toma en toma transversalmente con respecto a la dirección 4 de transporte por el objeto. En una quinta activación se encienden todos los elementos 6c de iluminación con claridad reducida para crear un campo claro.

10 En los elementos 6a de iluminación apagados los campos oscuros 9 están marcados como zonas sombreadas que representan en una franja parcial 7a en cada caso el campo oscuro. Las iluminaciones laterales correspondientes a cada lado del campo oscuro se realizan mediante los elementos 6b de iluminación claros situados al lado en cada caso. Sin embargo, las zonas no sombreadas de los elementos 6b de iluminación oscuros, situadas entre el campo oscuro 9 y el elemento 6b de iluminación claro no pueden utilizarse como campo oscuro 9, dado que están situadas demasiado cerca en la iluminación 6b respectiva y se llega a irradiaciones.

15 En esta disposición el campo oscuro 9 transita por tanto dentro de un ciclo de iluminación transversalmente con respecto a la dirección 4 de transporte, de modo que, en un ciclo entero, toda la superficie también se cubre en caso de grandes anchuras. La última franja parcial se conmuta de nuevo como campo claro con elementos 6c de iluminación de claridad reducida. Esto sirve, tal como ya se ha mencionado para evitar una irradiación. En otros ciclos de iluminación, tal como están representados en la Figuras 6 y 7 esto sucede de manera análoga.

20 En el ciclo de iluminación representado en la figura 6 se activa una línea de iluminación en total cuatro veces, lo que lleva en total a cuatro franjas parciales 7a. En una primera, segunda y tercera activación está encendido en cada caso un elemento 6b de iluminación y apagados dos elementos de iluminación que siguen al elemento 6b de iluminación encendido. La primera, segunda y tercera activación está desplazada en cada caso un elemento 6 de iluminación, de modo que también en este caso el campo oscuro 9 transita transversalmente con respecto a la dirección 4 de transporte por el objeto 3 y dentro de un ciclo de iluminación, que corresponde al intervalo 7 de resolución, cubre el objeto 3 completamente.

25 En el patrón realizado en la Figura 7 la línea 2c de iluminación se activa en un ciclo de iluminación tres veces, encendiéndose en una primera y segunda activación en cada caso un elemento 6b de iluminación y apagándose tres elementos 6a de iluminación que siguen al elemento 6b de iluminación encendido. La primera y segunda activación están desplazadas en cada caso un elemento 6 de iluminación. En una tercera activación todos los elementos 6c de iluminación con claridad reducida se encienden de nuevo. En esta configuración se alcanza un campo oscuro 9 más ancho que transita de modo más rápido transversalmente con respecto a la dirección 4 de transporte por todo el ancho del objeto 3, de modo que el ciclo de iluminación se acorta y la velocidad de transporte 4 puede aumentarse.

30 En el patrón realizado en la Figura 8 retoma el patrón de acuerdo con la figura 7 y representa un ciclo de iluminación en el que la línea 2c de iluminación se activa seis veces, encendiéndose en cada caso un elemento 6b de iluminación en una primera, segunda, cuarta y quinta activación y apagándose tres elementos 6a de iluminación que siguen al elemento 6b de iluminación encendido, y estando desplazada la primera, segunda, cuarta y quinta activación en cada caso dos elementos 6 de iluminación. En una tercera y sexta activación todos los elementos 6c de iluminación se encienden preferentemente con la claridad reducida ya mencionada. Los elementos 6 de iluminación están encendidos en este ciclo de iluminación no solamente en los medios con igual longitud sino que los tiempos de encendido y de pausa son en este ciclo de iluminación aproximadamente iguales para todos los elementos 6 de iluminación. Esto lleva a condiciones de detección especialmente equilibradas.

35 Tal como se indica a través de las dos líneas superiores de la representación, el dispositivo 2 de iluminación está construido de varios módulos que presentan en cada caso ocho elementos 6 de iluminación conmutables individualmente, pudiendo estar construido un elemento de iluminación de acuerdo con la invención también de varios cuerpos de iluminación (LED) conmutables conjuntamente. El modo de construcción modular del dispositivo 2 de iluminación facilita una adaptación sencilla a las diferentes líneas de producción.

40 Un ciclo de iluminación adicional no mostrado representa un perfeccionamiento del patrón ilustrado en la Figura 7. Con respeto al ciclo mostrado en la Figura 7 se omite ahora la activación, en la que todos los elementos de iluminación de la línea de iluminación se encienden con claridad reducida. En su lugar se realizan en total cuatro activaciones en las que se enciende en cada caso un elemento de iluminación y se apagan tres elementos de iluminación que siguen al elemento de iluminación encendido. La segunda y la cuarta activación están desplazadas en cada caso dos elementos de iluminación, la segunda activación un elemento de iluminación y la primera activación tres elementos de iluminación.

Los elementos de toma de imágenes tomados por el dispositivo de toma de imágenes en la zona de los elementos de iluminación encendidos durante todo el ciclo de iluminación del intervalo de resolución se componen para formar una línea de una imagen de campo claro del objeto. Dado que los elementos de iluminación encendidos durante todo el ciclo de iluminación registran la anchura total del intervalo de resolución se genera también una imagen de campo claro debidamente equilibrada. Tal como ya se mencionó anteriormente los elementos de iluminación pueden funcionar en este caso con claridad completa, de modo que el tiempo de iluminación se acorta visto durante todo el ciclo de iluminación.

Además, en cada caso solamente se recurre al elemento de toma de imágenes para la creación de una imagen de campo oscuro que se generó mediante el central de los tres elementos de iluminación apagados. Los elementos de toma de las cuatro activaciones se componen para formar una línea de la imagen del campo oscuro del intervalo de resolución respectivo en cuanto al objeto. Mediante este proceso, tal como ya se expuso anteriormente se genera un buen contraste en la imagen de campo oscuro, de modo que también mediante esta medida puede realizarse un acortamiento del tiempo de iluminación requerido y por tanto una exploración más rápida.

La Figura 9 muestra una forma de realización adicional de la presente invención en la que el dispositivo 2 de iluminación presenta en total tres líneas 2a, 2b y 2c de iluminación en cada caso con elementos 6 de iluminación. La línea 5 de inspección de la cámara, que representa una toma del fragmento del objeto 3, se encuentra en la línea 2c de iluminación central. Las líneas 2a y 2b de iluminación circundantes no se registran mediante la cámara 1. Por lo demás la disposición de acuerdo con la figura 8 corresponde a la disposición de acuerdo con la invención según la figura 3, pudiendo tomarse en particular distintas franjas parciales 7a de acuerdo con la línea 5 de inspección.

La Figura 10 aclara en un patrón las posibilidades para la generación de distintos campos oscuros 9a, 9b, 9c con una iluminación lateral en la dirección 4 de transporte. Para ello en la primera línea 2a desde un lateral está encendido un número determinado de elementos 6 de iluminación. Sin embargo, los dos últimos elementos de iluminación de la línea 2 de iluminación están apagados, sin que en ellos se vea un número preferente de elementos 6a, 6b de iluminación encendidos y apagados. En la segunda línea 6c de iluminación, que se toma mediante el dispositivo 1 de toma de imágenes todos los elementos 6a de iluminación están apagados de modo que esta línea 2c de iluminación representa un campo oscuro que cubre la anchura total del objeto 3. En la última línea 2 de iluminación que rodea la línea 2c de iluminación en el otro lado, los tres primeros elementos 6a de iluminación están apagados y los elementos 6b de iluminación restantes de la línea 2 de iluminación están encendidos, representado tampoco en este caso el número de los elementos de iluminación, 6b, 6a encendidos y apagados ninguna configuración preferida de acuerdo con la invención.

Este patrón de acuerdo con la figura 10 se seleccionó más bien para explicar los distintos campos oscuros 9a, 9b y 9c que pueden alcanzarse mediante el dispositivo 2 de iluminación con tres líneas 2a, 2b, 2c de iluminación. El campo oscuro 9a representa una disposición de campo oscuro con una iluminación en la dirección 4 de transporte desde atrás. El campo oscuro 9b muestra una iluminación a ambos lados desde delante y detrás, y el campo oscuro 9c muestra una iluminación en un lado desde delante, en cada caso en la dirección 4 de transporte. Estas disposiciones posibilitan la generación de campos claros y oscuros también en otra dirección de iluminación para poder comprobar rasguños también transversalmente con respecto a la dirección de transporte.

Para simplificar la conmutación, en el dispositivo de acuerdo con la invención, independientemente de la configuración concreta del dispositivo 2 de iluminación, también los elementos 6 de iluminación, que a su vez pueden componerse de un grupo de cuerpos de iluminación individuales (como por ejemplo LED) se conmutan a modo de grupo, dado que en los ciclos de iluminación preferentemente siempre se conectan los mismos patrones.

En la Figura 11 se representa una forma de realización adicional de la invención, que es similar a la primera forma de realización representada en la Figura 1. Muestra un dispositivo de acuerdo con la invención con un dispositivo 1 óptico de toma de imágenes configurado en particular como cámara lineal, y un dispositivo 2 de iluminación, que está construido de una línea 2c de iluminación con elementos 6 de iluminación dispuestos unos junto a otros. Se trata de una disposición a trasluz en la que el dispositivo 1 de toma de imágenes y el dispositivo 2 de iluminación están dispuestos en distintos lados de un objeto 3 transparente, en este caso en particular una banda de vidrio estructural. La banda 3 de vidrio estructural se mueve mediante un dispositivo 10 de transporte simbolizado en este caso como rodillos.

La Figura 11 muestra una vista del dispositivo en la dirección 4 de transporte, en el que se ve desde el lateral hacia el dispositivo 1 de toma de imágenes y el dispositivo 2 de iluminación. Por la línea 2c de iluminación dispuesta transversalmente respecto a la dirección 4 de transporte está representado por tanto solamente un elemento 6 de iluminación.

En esta forma de realización, que puede emplearse especialmente bien para el examen de vidrio estructural, entre el dispositivo 2 de iluminación y el vidrio estructural que va a inspeccionarse (objeto 3) está dispuesta una unidad 11 óptica de conformación de luz que presenta como unidad una lente Fresnel 12 cilíndrica y un difusor 13. El difusor 13 está dispuesto adyacente a la lente Fresnel 12, es decir preferentemente directamente junto a la lente Fresnel 12, entre la lente Fresnel 12 y el dispositivo 2 de iluminación.

La distancia focal de la lente Fresnel 12 y la posición de la unidad 11 de conformación de luz, entre el dispositivo 2 de iluminación y el objeto 3 que va a inspeccionarse, se selecciona de tal manera que la luz emitida por el dispositivo 2 de iluminación y registrada mediante la unidad 11 de conformación de luz se proyecta al menos en la zona iluminada 5, es decir la línea de inspección registrada mediante el dispositivo 1 de toma de imágenes. Esta zona 5 expandida en la práctica en la dirección 4 de transporte está representada en la figura 11 en forma de rayas. La trayectoria de los rayos de la luz se esboza como cono luminoso 14.

Mediante la lente Fresnel 12 el dispositivo 2 de iluminación se ensancha ópticamente en la dirección 4 de transporte, y la luz del dispositivo 2 de iluminación se enfoca entonces en la anchura de la zona 5 iluminada e inspeccionada. Con ello, la luz emitida por el dispositivo 2 de iluminación se homogeniza en todas las direcciones. Esto es especialmente importante a la hora de encontrar errores en un campo claro. No obstante, el dispositivo 1 óptico de toma de imágenes mira siempre en la proyección lo más estrecha posible de la línea 2c de iluminación sobre el vidrio estructural.

Sin embargo para la iluminación de campo oscuro es necesaria una iluminación más bien alineada en perpendicular respecto a la dirección 4 de transporte, en la que los límites entre los fragmentos iluminados y los no iluminados de la zona 5 iluminada deben ser lo más nítidos posibles. Los fragmentos iluminados o bien los no iluminados se generan mediante elementos 6b o 6a de iluminación encendidos o bien apagados respectivamente.

Como puede desprenderse de la figura 12 que muestra la disposición de acuerdo con la figura 11 desde la dirección 4 de transporte, la lente Fresnel 12 no tiene ningún efecto significativo transversalmente respecto a la dirección 4 de transporte. En particular la luz de los distintos elementos 6 de iluminación dispuestos unos junto a otros del dispositivo 2 de iluminación no se homogeniza mediante la lente Fresnel 12 de la unidad 11 de conformación de luz en esta dirección, para alcanzar un límite nítido entre elementos 6b de iluminación encendidos y elementos 6a de iluminación apagados para una iluminación de campo oscuro efectiva.

El difuso 13 homogeniza algo la luz en particular en la dirección de la línea de iluminación 6c, aunque de acuerdo con la invención está configurada de manera tan débilmente dispersa que los límites entre los elementos 6 de iluminación individuales están muy borrosos, lo que influiría negativamente en la calidad de la iluminación de campo oscuro.

Esta disposición mostrada en las Figura 11 y 12 con la unidad 11 óptica de conformación de luz es especialmente adecuada para la inspección de vidrio estructural.

En un ejemplo de realización adicional se disponen una primera línea von elementos de iluminación, por ejemplo LED, en el lado (superior) del objeto, y una segunda línea de elementos de iluminación, por ejemplo LED, en el otro lado (inferior) del objeto. Ambas líneas de los elementos de iluminación forman el dispositivo de iluminación y pueden activarse de manera independiente entre sí. Opcionalmente también los elementos de iluminación individuales de cada línea pueden activarse individualmente. El dispositivo de toma de imágenes configurado como cámara lineal está dispuesto en el lado del objeto en el que también se encuentra la primera línea de elementos de iluminación. Alternativamente a los elementos de iluminación individuales puede emplearse también grupos de elementos de iluminación, que también se denominan unidades de iluminación.

En el funcionamiento del dispositivo, la primera línea y la segunda línea de elementos de iluminación mediante la unidad de cálculo se encienden separadas unas de otras en un ciclo, en el que la frecuencia de toma de la cámara lineal se selecciona de tal manera que las tomas generadas mediante la primera línea y la segunda línea de elementos de iluminación corresponden al mismo intervalo de resolución. Como resultado, mediante la cámara lineal se genera una toma en bruto, que contiene de manera alterna una línea de una toma del objeto en reflexión y una línea de una toma en transmisión. En la unidad de cálculo los datos pueden separarse por medio de multiplexación de manera que, por ejemplo, las líneas con un número par se asignan a una primera imagen, y las líneas de la toma en bruto con un número impar a una segunda imagen. La primera imagen generada de esta manera contiene por tanto una toma del objeto que se mueve en reflexión, y la segunda imagen una toma en transmisión. Por tanto, las dos imágenes mediante el dispositivo de cálculo pueden evaluarse, individualmente o combinadas, de manera adicional para la detección y/o clasificación de errores.

Análogamente a la forma de realización anteriormente descrita, en un ejemplo de realización adicional una primera línea de elementos de iluminación, alternativamente o adicionalmente, pueden emitir luz al objeto que se mueve bajo un primer ángulo, y una segunda línea de elementos de iluminación bajo un segundo ángulo, encendiéndose las dos líneas separadamente unas de otras (por ejemplo una tras otra) y generando la cámara tomas de las dos configuraciones de iluminación a partir de un intervalo de resolución. Preferentemente la primera línea de elementos de iluminación y la segunda línea de elementos de iluminación en cada caso realizan una iluminación de luz incidente. Si ahora la primera imagen generada con el procedimiento de acuerdo con la invención, y la segunda imagen que contienen las propiedades del objeto con iluminación, bajo distintos ángulos se restan (sustraen) una de otra mediante la unidad de cálculo durante la evaluación adicional, pueden suprimirse texturas sobre una superficie para diferenciar esta de errores topológicos.

5 En un ejemplo de realización adicional el dispositivo de iluminación comprende tres líneas de elementos de iluminación en disposición al trasluz bajo tres ángulos diferentes con respecto a la superficie del objeto que se mueve. A este respecto se activan los elementos de iluminación dispuestos en diagonal con respecto a la superficie como iluminaciones de campo oscuro, y el elemento de iluminación dispuesto aproximadamente en perpendicular con respecto a la superficie del objeto como iluminación de campo claro. Por ello la cámara ve en error sobre/en el objeto bajo tres relaciones de iluminación diferentes, lo que en particular en el caso de errores topológicos es de gran ventaja para la clasificación del error. También estos elementos de iluminación se conectan conjuntamente con el dispositivo de toma de imágenes de manera que las tomas que se originan se sitúan en un intervalo de resolución.

10 Una forma de realización de la invención desarrolla adicionalmente el ejemplo de realización representado en la Figura 11. Entre los elementos 6 de iluminación, que por ejemplo están configurados como una línea de LED se dispone una rejilla Moiré que genera junto con los píxeles de cámara un efecto Moiré en la imagen de la cámara. Además están previstos elementos de iluminación adicionales, que configuran una línea de LED que está dispuesta en el mismo lado del objeto como la cámara. Los elementos de iluminación, que emiten la luz que penetra en el objeto se activan de manera que la disposición actúa como disposición de campo oscuro. Por el contrario, la fila de
15 LED que están dispuesta junto a la cámara en el mismo lado del objeto forma una iluminación de campo claro. Mediante esta disposición pueden registrarse errores de distorsión.

En todas las disposiciones mencionadas en último lugar todos o varios de los elementos de iluminación pueden estar realizados a su vez como filas de LED conmutables

Lista de números de referencia

- 20
- | | |
|------------|--|
| 1 | dispositivo óptico de toma de imágenes, cámara |
| 2 | dispositivo de iluminación |
| 2a, 2b, 2c | línea de iluminación |
| 3 | objeto, material transparente |
| 25 | 4 dirección de transporte |
| | 5 zona iluminada, línea de inspección |
| | 6 elemento de iluminación, LED |
| | 7 franja, intervalo de resolución |
| | 7a franja parcial |
| 30 | 8 error |
| | 9 campo oscuro |
| | 10 dispositivo de transporte, rodillos de transporte |
| | 11 unidad óptica de conformación de luz |
| | 12 lente Fresnel cilíndrica |
| 35 | 13 difusor |
| | 14 cono luminoso |

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la inspección visual de un objeto (3) que se mueve en una dirección (4) de transporte en cuanto a errores
 con un dispositivo (2) de iluminación para iluminar el objeto (3) que se mueve, presentando el dispositivo (2) de
 5 iluminación varios elementos (6) de iluminación que se pueden conmutar individualmente, que están dispuestos en
 una línea (2c) de iluminación alineada transversalmente con respecto a la dirección de transporte,
 con un dispositivo (1) óptico de toma de imágenes para tomar imágenes de las zonas iluminadas (5) del objeto así
 como
 con una unidad de cálculo para la activación del dispositivo (2) de iluminación y el dispositivo (1) de toma de
 10 imágenes y para la evaluación de las imágenes tomadas en cuanto a la existencia de errores, estando configurada
 la unidad de cálculo para conmutar los elementos (6) de iluminación que pueden conmutarse individualmente como
 iluminación de campo claro o iluminación de campo oscuro y para controlar los elementos (6) de iluminación en la
 línea (2c) de iluminación de acuerdo con un ciclo de iluminación predeterminado para la generación de distintos
 patrones de iluminación, estando configurada la unidad de cálculo además para seleccionar la frecuencia de toma
 15 de imágenes para el dispositivo (1) de toma de imágenes de tal manera que el dispositivo (1) de toma de imágenes
 en un intervalo (7) de resolución correspondiente a la resolución deseada en la dirección (4) de transporte del objeto
 (3) realiza varias tomas, y para componer a partir de las varias tomas creadas en el intervalo de resolución del objeto
 al menos dos imágenes del objeto y para evaluar individualmente o de manera combinada en cuanto a la existencia
 de errores.
- 20 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la unidad de cálculo está configurada de
 manera que el dispositivo (1) de toma de imágenes en el intervalo de resolución realiza tres, cuatro, cinco o seis
 tomas.
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la unidad de cálculo está configurada para
 25 activar tres veces la línea (2c) de iluminación en un ciclo de iluminación, en el que en una primera activación se
 encienden los elementos (6b) de iluminación pares en la numeración, en una segunda activación los elementos (6b)
 de iluminación impares respectivos y en una tercera activación todos los elementos (6c) de iluminación,
 o
porque la unidad de cálculo está configurada para activar cinco veces la línea (2c) de iluminación en un ciclo de
 30 iluminación, en el que en una primera, segunda, tercera y cuarta activación se encienden en cada caso dos
 elementos (6b) de iluminación sucesivos y se apagan dos elementos (6a) de iluminación adyacentes a los elementos
 (6b) de iluminación encendidos y la primera, segunda, tercera y cuarta activación está desplazada en cada caso un
 elemento (6) de iluminación, y en el que en una quinta activación se encienden todos los elementos (6c) de
 iluminación,
 o
 35 **porque** la unidad de cálculo está configurada para activar cuatro veces la línea (2c) de iluminación en un ciclo de
 iluminación, en el que en una primera, segunda y tercera activación se enciende en cada caso un elemento (6b) de
 iluminación y se apagan dos elementos (6a) de iluminación adyacentes a los elementos de iluminación encendidos
 (6b) y la primera, segunda y tercera activación está desplazada en cada caso un elemento (6) de iluminación, y en el
 que en una cuarta activación se encienden todos los elementos (6c) de iluminación,
 40 o
porque la unidad de cálculo está configurada para activar cuatro veces la línea de iluminación en un ciclo de
 iluminación, en el que en una primera, segunda, tercera y cuarta activación se enciende en cada caso un elemento
 de iluminación y se apagan tres elementos de iluminación adyacentes al elemento de iluminación encendido y la
 segunda y la cuarta activación está desplazada en cada caso dos elementos de iluminación, la segunda activación
 45 está desplazada un elemento de iluminación y la primera activación está desplazada tres elementos de iluminación,
 o
porque la unidad de cálculo está configurada para activar tres veces la línea (2c) de iluminación en un ciclo de
 iluminación, en el que en una primera y segunda activación se enciende en cada caso un elemento (6b) de
 iluminación y se apagan tres elementos (6a) de iluminación adyacentes al elemento (6b) de iluminación encendido y
 50 la primera y segunda activación está desplazada un elemento (6) de iluminación, y en el que en una tercera
 activación se encienden todos los elementos (6c) de iluminación,
 o
porque la unidad de cálculo está configurada para activar seis veces la línea (2c) de iluminación en un ciclo de
 55 iluminación, en el que en una primera, segunda, cuarta y quinta activación se enciende en cada caso un elemento
 (6b) de iluminación y se apagan tres elementos (6a) de iluminación adyacentes al elemento (6b) de iluminación
 encendido y la primera, segunda, cuarta y quinta activación está desplazada en cada caso un elemento (6) de
 iluminación, y en el que en una tercera y sexta activación se encienden todos los elementos (6c) de iluminación.
4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los elementos (6) de iluminación del
 60 dispositivo (2) de iluminación están dispuestos en varias líneas (2a, 2b, 2c) de iluminación alineadas
 transversalmente con respecto a la dirección de transporte, estando configurada la unidad de cálculo para activar los
 elementos (6) de iluminación en las líneas (2a, 2b, 2c) de iluminación de acuerdo con un ciclo de iluminación
 predeterminado.

5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** están previstas tres líneas (2a, 2b, 2c) de iluminación, estando configurada la unidad de cálculo para encender un número predeterminado de elementos (6b) de iluminación en la primera línea (2a) de iluminación a partir de un extremo de la línea (2a) de iluminación, para no encender ningún elemento de iluminación (6a) en la segunda línea (2c) de iluminación y para encender un número predeterminado de elementos (6b) de iluminación en la tercera línea de iluminación (2b) a partir de uno u otro extremo de la línea de iluminación (2b).
6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo (2) de iluminación y dispositivo (1) de toma de imágenes presentan en cada caso exactamente una línea (2c) de iluminación o línea de toma de imágenes que va a representarse, dispuesta transversalmente con respecto a la dirección de transporte del objeto, estando configurado el dispositivo (1) de toma de imágenes de tal manera que la línea de toma de imágenes del dispositivo de toma de imágenes representa la línea (2c) de iluminación o una sección de esta línea de iluminación durante una toma.
7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** entre el dispositivo (2) de iluminación y el objeto (3) y/o el objeto (3) y el dispositivo (1) de toma de imágenes, está dispuesta una unidad (11, 12, 13) óptica de conformación de luz y/o un patrón, en particular una rejilla Moire.
8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo (2) de iluminación presenta varios elementos de iluminación que pueden conmutarse independientemente uno de otro, que están dispuestos en distintos lados del objeto (3) que se mueve y/o bajo distintos ángulos con respecto al objeto (3) que se mueve y/o emiten luz de distintos intervalos de longitud de onda.
9. Procedimiento para la inspección visual de un objeto (3) que se mueve en una dirección (4) de transporte en cuanto a errores con el uso del dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el objeto (3) se ilumina con un dispositivo (2) de iluminación y en el que se toman imágenes de las zonas iluminadas (5) con un dispositivo óptico de toma de imágenes (1) y se evalúan las imágenes tomadas en cuanto a la existencia de errores, en el que el dispositivo (2) de iluminación presenta varios elementos (6) de iluminación que se pueden conmutar individualmente en una o varias líneas (2a, 2b, 2c) de iluminación dispuestas transversalmente con respecto a la dirección de transporte del objeto, que se activan de manera diferente para varias tomas en un intervalo (7) de resolución, en el que los elementos de iluminación (2) se activan en la una línea (2c) de iluminación o las varias líneas (2a, 2b, 2c) de iluminación de acuerdo con un ciclo de iluminación predeterminado para la generación de distintos patrones de iluminación, en el que la frecuencia de toma de imágenes depende de la resolución deseada en la dirección (4) de transporte y la velocidad del objeto (3) que se mueve y se selecciona de tal manera que el dispositivo (1) de toma de imágenes en un intervalo (7) de resolución correspondiente a la resolución deseada en la dirección (4) de transporte del objeto (3) realiza varias tomas, en el que a partir de las varias tomas creadas en el intervalo de resolución del objeto se componen al menos dos imágenes del objeto y se evalúan individualmente o de manera combinada en cuanto a la existencia de errores.
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** el dispositivo (1) de toma de imágenes realiza tres, cuatro, cinco o seis tomas en el intervalo (7) de resolución.

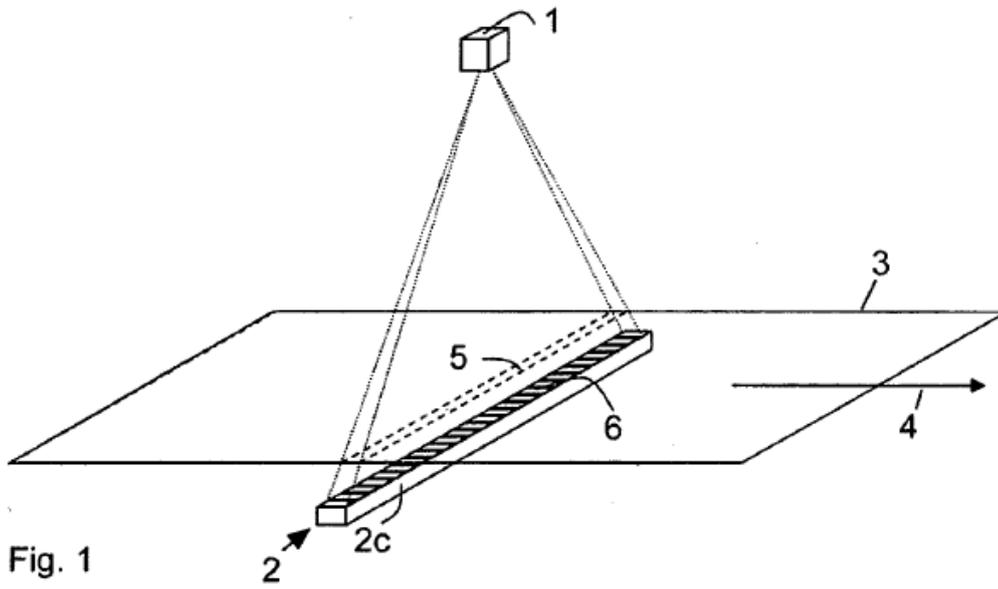


Fig. 1

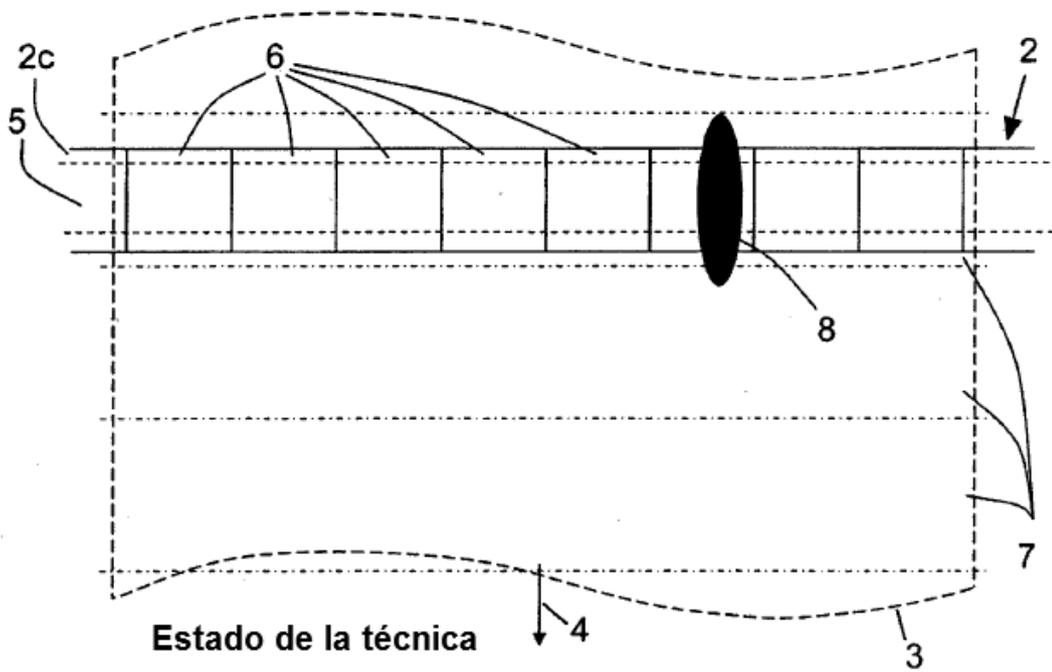


Fig. 2

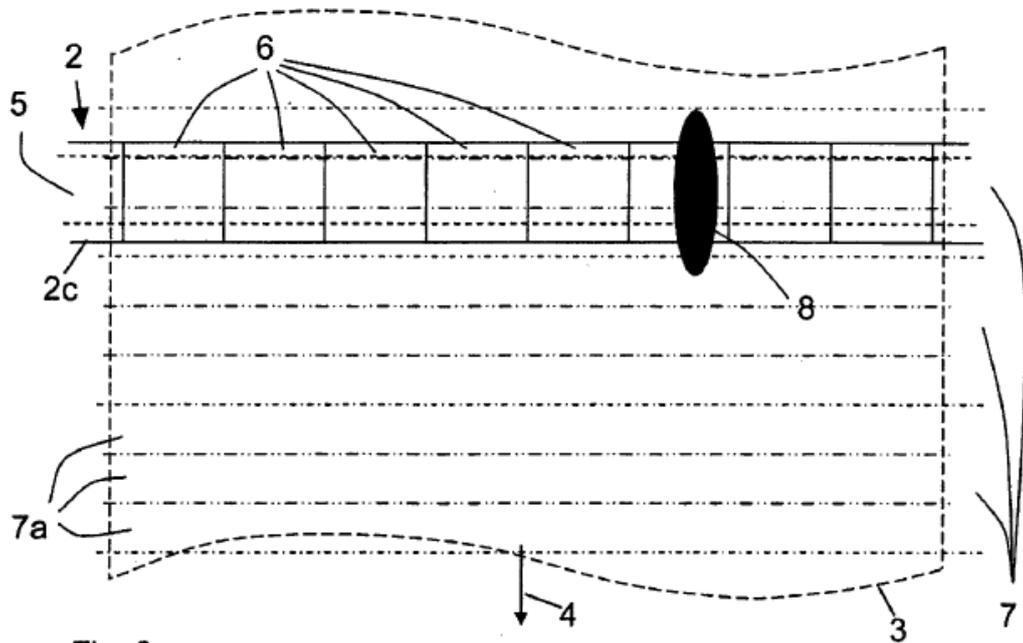


Fig. 3

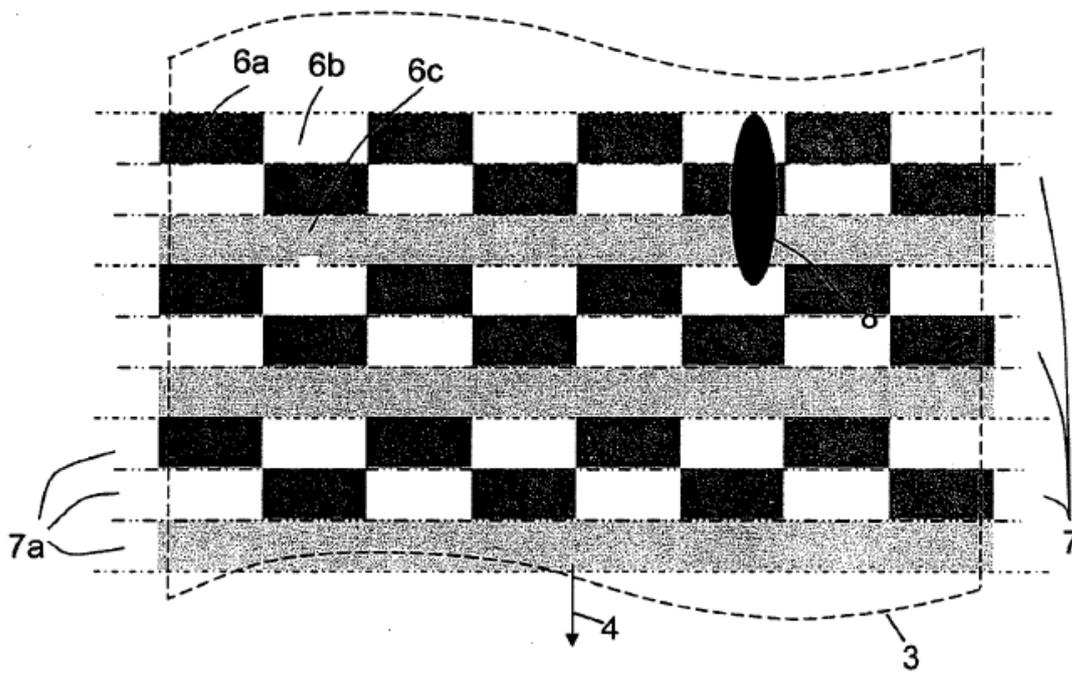


Fig. 4

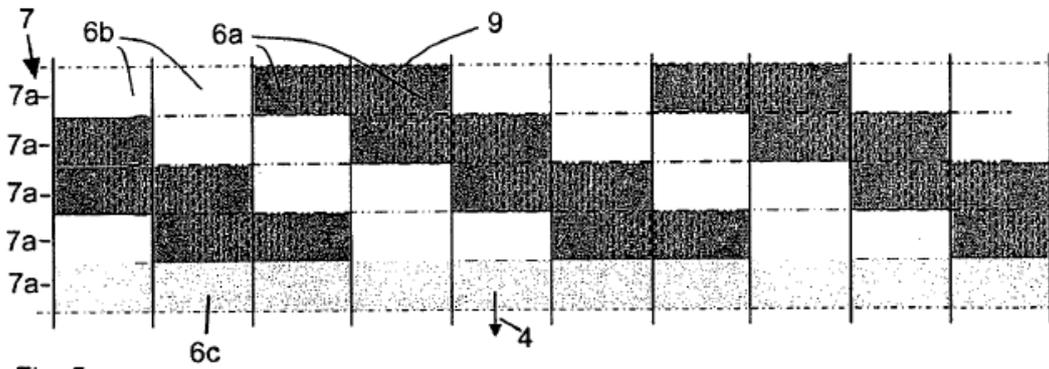


Fig. 5

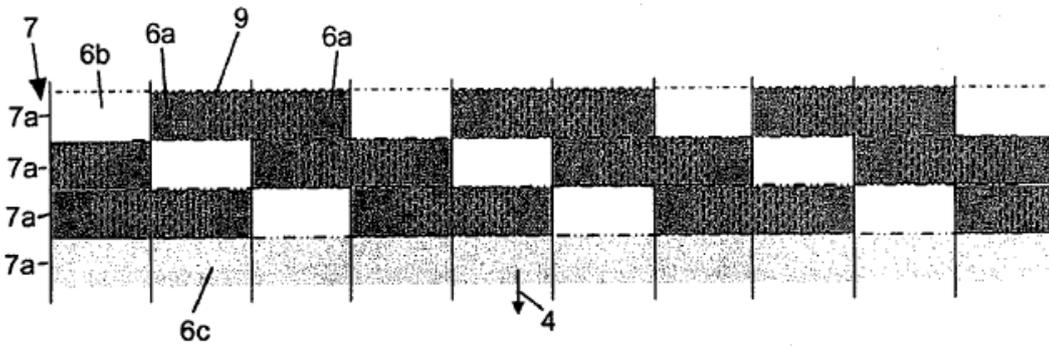


Fig. 6

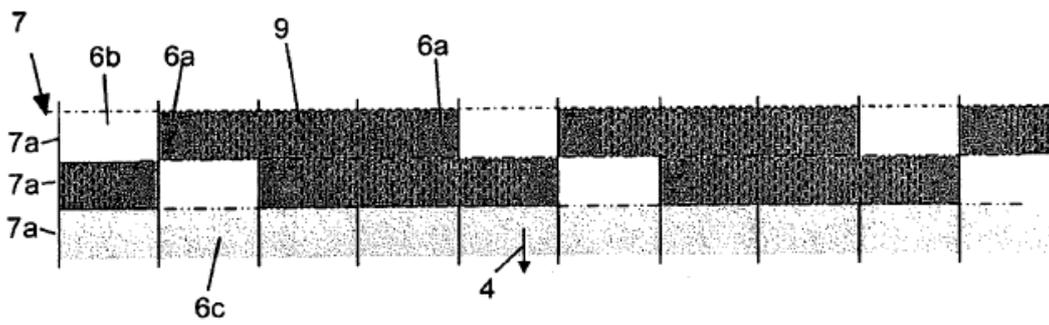


Fig. 7

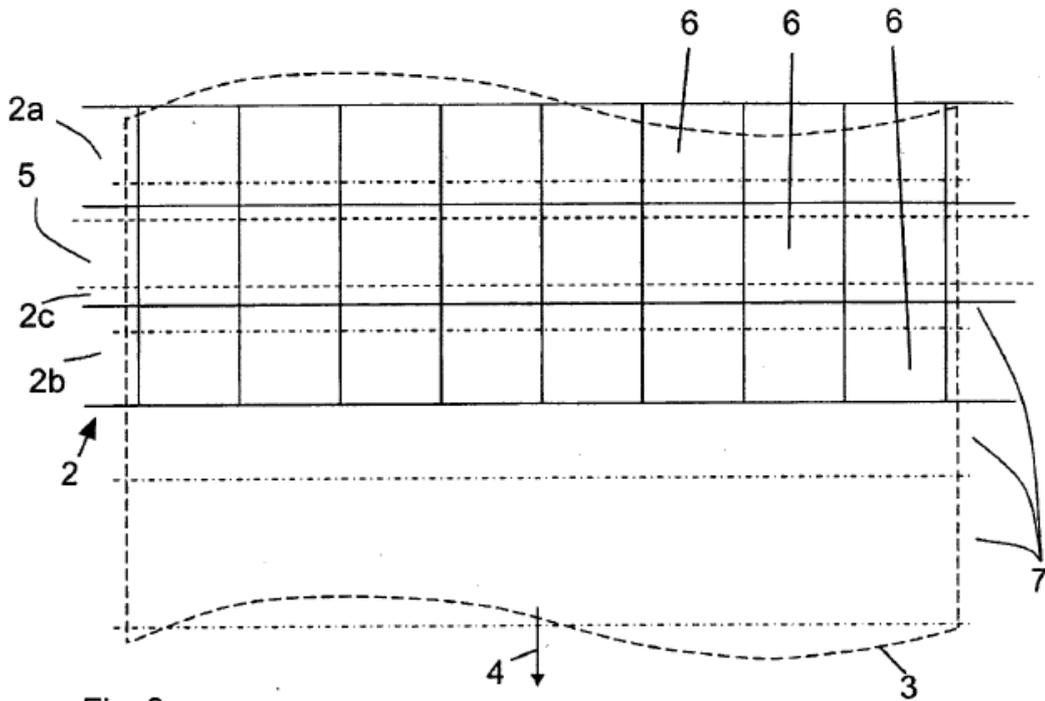


Fig. 9

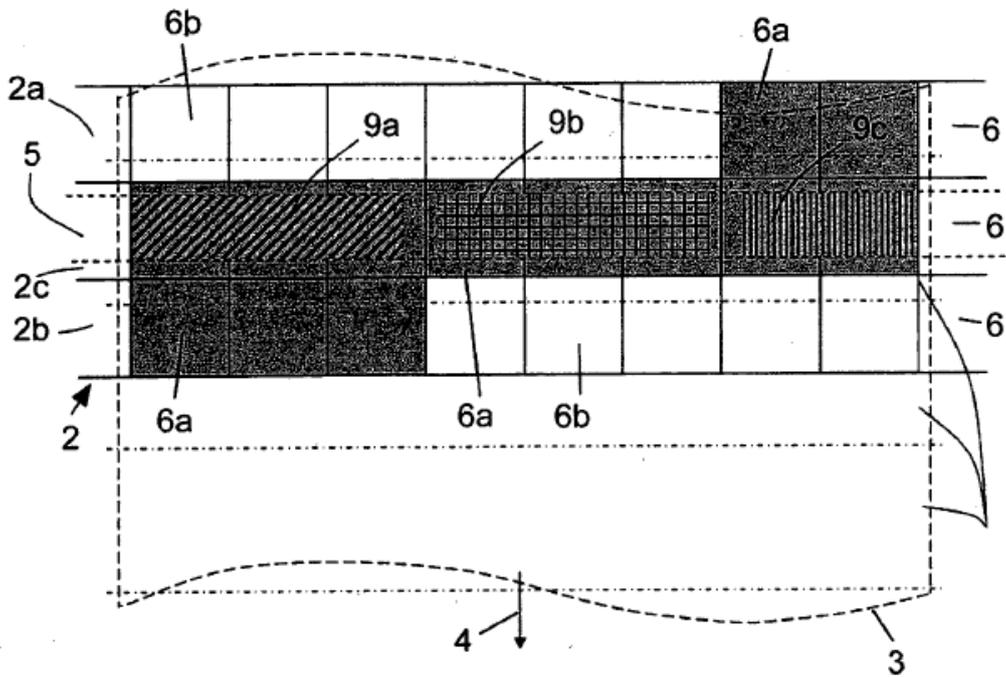
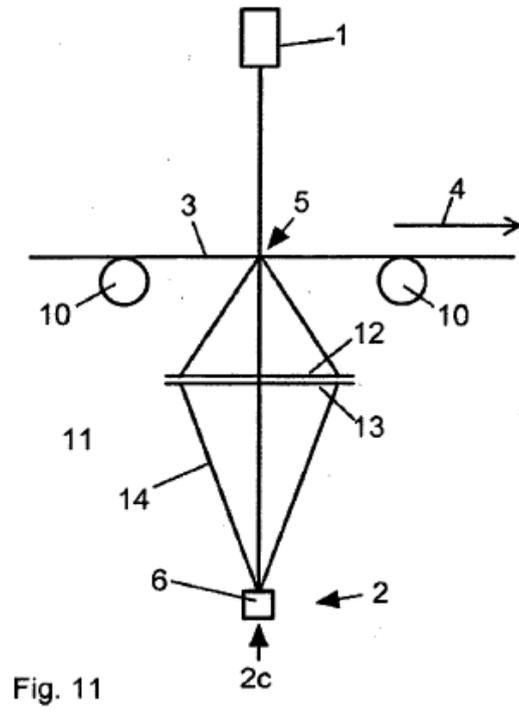
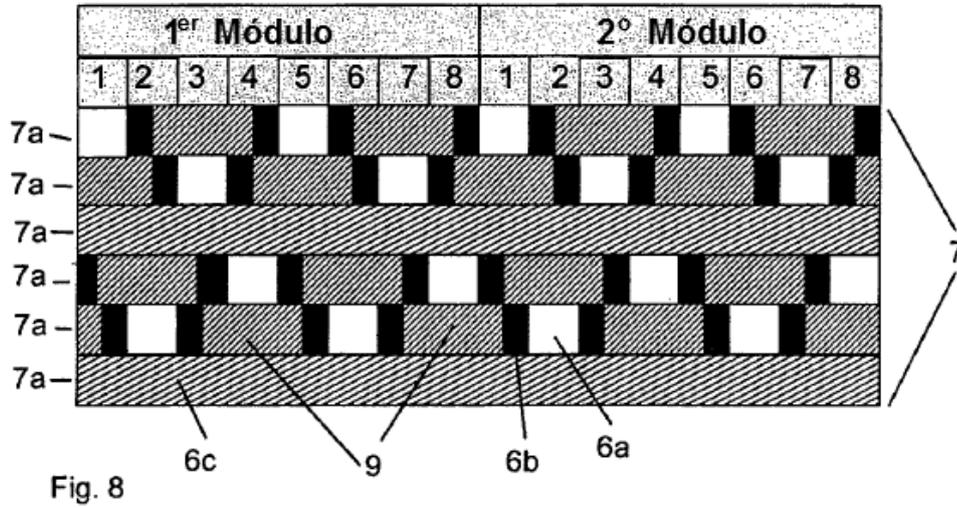


Fig. 10



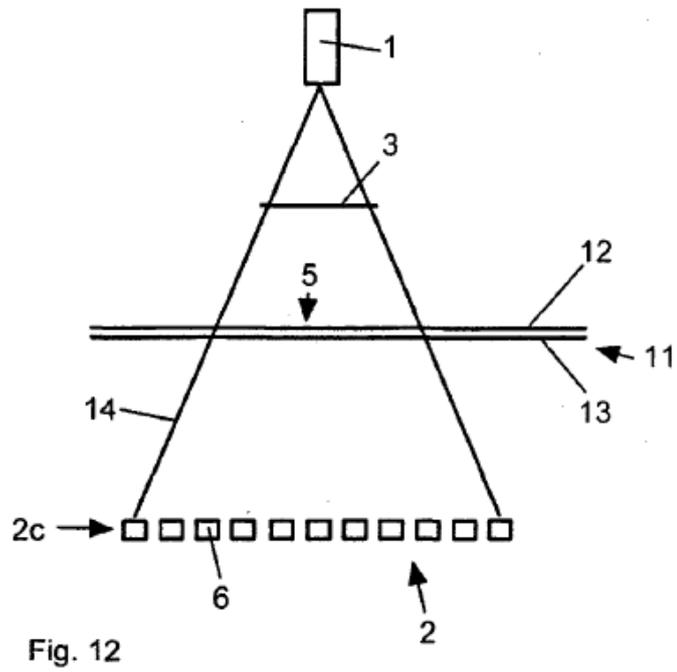


Fig. 12