

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 344**

51 Int. Cl.:

G01B 11/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2015 PCT/EP2015/056322**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO15155000**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2015 E 15741811 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2018 EP 3108203**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba**

30 Prioridad:

11.04.2014 DE 102014207022

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

25.05.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**SCHICK, ANTON y
RENTSCHLER, PETER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 669 344 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba

La invención hace referencia a un procedimiento para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba mediante una triangulación codificada por colores.

5 El estado de la técnica diferencia entre procedimientos de triangulación activos y pasivos para determinar la profundidad. Al contrario que los procedimientos de triangulación pasivos, los activos presentan una iluminación del objeto estructurada, en donde las características geométricas del objeto son conocidas. Los procedimientos pasivos utilizan normalmente la luz difusa solar o por proyección como iluminación del objeto, en donde al menos dos sistemas de cámara registran respectivamente una imagen de proyección del objeto de prueba desde diferentes
10 direcciones de observación. Es decisivo que en las al menos dos imágenes de proyección registradas se reconozcan unos puntos de imagen correspondientes. Dos puntos de imagen se corresponden mutuamente, en el caso de que los mismos marquen el mismo punto sobre la superficie del objeto de prueba. La identificación de unos puntos de imagen correspondientes recibe el nombre de problema de correspondencia.

15 En los procedimientos de triangulación activos se agudiza el problema de la correspondencia. En los procedimientos de triangulación activos se proyecta un patrón sobre la superficie del objeto de prueba desde una dirección espacial prefijada y ya conocida y se registra desde una dirección espacial distinta de la misma. A causa de la superficie curvada del objeto de prueba el patrón registrado se distorsiona o deforma. A partir de la distorsión o deformación del patrón puede reconstruirse la estructura tridimensional del objeto de prueba, mediante unos algoritmos correspondientes (determinación de la profundidad).

20 Para determinar la profundidad es necesario que se reconozcan claramente unas características marcadas en el patrón proyectado en el patrón registrado, deformado o distorsionado. Si la claridad citada no se presenta o solo de forma insuficiente, se producen unos puntos erróneos en la estructura tridimensional reconstruida del objeto de prueba.

25 Como mejora el estado de la técnica se propone unos procedimientos de codificación codificados o codificados por colores. Un inconveniente de los procedimientos de triangulación preferidos codificados por colores consiste en que a causa de la absorción se presentan diferencias de color entre el patrón proyectado y el registrado, que conducen a su vez a puntos erróneos y en consecuencia a un problema de correspondencia. Mediante unos algoritmos adaptados de forma correspondiente a la hora de evaluar el patrón registrado se intenta, mediante unos algoritmos de nivelación, interpolar y/o reparar los puntos erróneos citados. Esto se logra según el estado de la técnica solo de
30 forma insuficiente.

En particular en las superficies que absorben colores de una forma muy diferenciada, como por ejemplo tejidos orgánicos, solo se dispone normalmente de un número reducido de puntos de imagen del patrón registrado, de tal manera que el problema de correspondencia se agudiza en el caso de aplicaciones de la triangulación codificada por colores en la cirugía.

35 El documento 10 2008 002 730 A1 describe un dispositivo para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba con un dispositivo de proyección para proyectar un patrón de líneas de color, un dispositivo de registro para registrar el patrón de líneas reflejado desde la superficie del objeto de prueba y un dispositivo de evaluación para determinar la profundidad de la superficie del objeto de prueba mediante una sucesión de líneas de color del patrón de líneas reflejado. En consecuencia el objeto de la presente invención consiste en mejorar un
40 procedimiento de triangulación codificado por colores.

El objeto es resuelto mediante un procedimiento con las características de la reivindicación independiente 1 y mediante un dispositivo con las características de la reivindicación independiente 15. En las reivindicaciones dependientes se exponen unas conformaciones y unos perfeccionamientos ventajosos de la invención.

45 Conforme a la invención se propone un procedimiento para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba, en el que se proyecta un patrón de líneas de color formado por una secuencia de líneas de color sobre una superficie del objeto de prueba, en el que se registra un patrón de líneas reflejado desde la superficie del objeto de prueba y se evalúa mediante un dispositivo de evaluación, en donde el patrón de líneas de color y el dispositivo de evaluación están conformados de tal manera que la determinación de la profundidad de la superficie del objeto de prueba se realiza mediante la sucesión de líneas de color del patrón de líneas reflejado y mediante una sucesión de
50 anchos de las líneas del patrón de líneas reflejado.

Conforme a la invención la determinación de la profundidad de la superficie del objeto de prueba se realiza mediante la sucesión de las líneas de color del patrón de líneas reflejado y mediante la sucesión de los anchos de las líneas del patrón de líneas reflejado. En otras palabras, la secuencia de las líneas de color configura un código de colores y

la secuencia de los anchos de las líneas del patrón de líneas reflejado un código de anchos. Con ello el dispositivo de evaluación está configurado para evaluar el código de colores y el código de anchos.

5 El presente código de anchos hace posible ventajosamente una mejora del problema de correspondencia. El problema de correspondencia designa el problema de que es necesario reconocer como el mismo punto de imagen un punto de imagen del patrón de líneas de color proyectado y un punto de imagen del patrón de líneas reflejado registrado para establecer una relación triangular, que se basa en la triangulación.

10 Conforme a la invención el patrón de líneas de color proyectado trata de solucionar o mejorar el problema de correspondencia de al menos dos códigos, un código de colores y uno de anchos. De este modo se mejora la capacidad de reconocimiento de los puntos de imagen que se corresponden. Mediante la mejora del problema de correspondencia que se consigue de este modo se reduce ventajosamente el número de puntos erróneos en el patrón de líneas reflejado registrado y evaluado, de tal manera que se mejora la determinación de la profundidad de la superficie del objeto de prueba.

15 El dispositivo conforme a la invención para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba comprende un dispositivo de proyección, que está configurado para proyectar un patrón de líneas de color sobre una superficie del objeto de prueba, un dispositivo de registro que está previsto para registrar un patrón de líneas reflejado por la superficie del objeto de prueba y un dispositivo de evaluación, que está configurado para determinar la profundidad de la superficie del objeto de prueba mediante una secuencia de líneas de color del patrón de líneas reflejado y mediante una secuencia de anchos de las líneas del patrón de líneas reflejado.

20 Conforme a la invención el dispositivo de evaluación está configurado para evaluar un código de colores – secuencia de las líneas de color del patrón de líneas reflejado – y un código de anchos – secuencia de los anchos de las líneas del patrón de líneas reflejado. Se obtienen unas ventajas del mismo tipo y valor con relación al procedimiento conforme a la invención ya citado.

Conforme a una conformación ventajosa de la invención se utiliza un patrón de líneas de color, que está formado por los colores básicos rojo, verde y azul y/o sus colores de adición y/ negro.

25 De este modo están disponibles ventajosamente para la triangulación codificada por colores ocho colores: rojo, verde, azul, amarillo, magenta, cian, negro y blanco. Mediante la utilización ventajosa de ocho colores se debilita ulteriormente el problema de correspondencia y de esta manera se mejora la determinación de la profundidad. A este respecto se obtiene amarillo mediante la adición de los colores verde y rojo, magenta mediante la adición de los colores azul y rojo, cian mediante la adición de los colores azul y verde, y blanco mediante la adición de los colores rojo, verde y azul. La ausencia de un color recibe el nombre de color negro. Como adición de los colores debe entenderse en consecuencia la adición de colores aditiva de los colores básicos rojo, verde y azul.

35 Mediante la utilización ventajosa de al menos ocho colores se pone a disposición una triangulación codificada por colores, que posee una estructura sencilla y que hace posible determinar la profundidad en el caso de un objeto de prueba que además se mueva. En particular en el caso de una aplicación en la cirugía mínimamente invasiva es ventajosa una triangulación de este tipo codificada por colores, basada en los ocho colores citados.

Conforme a una conformación ventajosa de la invención el patrón de líneas de color se forma de tal manera que, en el caso de una sustracción de al menos un color básico, se obtiene la secuencia de los anchos de las líneas del patrón de líneas reflejado.

40 Por la sustracción de al menos un color básico debe entenderse aquí la supresión del color básico desde el patrón de líneas de color. Por ejemplo la supresión del color básico puede producirse a causa de fallos de color, que se producen a causa de la reflexión en la superficie del objeto de prueba. Si el color de una línea del patrón de líneas de color se compone del color básico, esta línea se transforma en el color negro a causa de la supresión del color básico. Si el color de la línea es un color de adición, el color de la línea se transforma al suprimirse un color básico en un color básico o en un color de adición, formado por los colores básicos no suprimidos, etc. Por ejemplo, a partir del color magenta se obtiene mediante la supresión del color básico azul el color rojo o a partir del color amarillo, mediante la supresión del color básico amarillo, el color rojo, mientras que a causa de la supresión de los colores básicos azul y verde, a partir del color cian se obtiene en consecuencia el negro.

50 Mediante la sustracción del al menos un color básico se forma, a partir del código de colores del patrón de líneas de color proyectado y/o del patrón de líneas reflejado registrado, ventajosamente un código de anchos. Si se suprimen dos de los tres colores básicos, se obtiene un código de anchos monocromático, que comprende por ejemplo solo líneas rojas y negras de diferente ancho.

Mediante el dispositivo de evaluación, que está previsto para evaluar el código de anchos, se emplea conforme a la invención para determinar la profundidad el código de anchos, que se obtiene mediante la sustracción del al menos un color básico a partir de la secuencia de las líneas del patrón de líneas reflejado.

5 En una conformación preferida de la invención, de una secuencia ya conocida de los anchos de las líneas del patrón de líneas reflejado se deriva la secuencia de las líneas de color del patrón de líneas de color, de tal manera que, en el caso de la sustracción de al menos un color básico a partir del patrón de líneas de color, se obtiene la secuencia ya conocida de los anchos de las líneas.

10 En otras palabras, en primer lugar se establece el código de anchos. A este respecto el código de anchos puede generarse aleatoriamente. A partir del código de anchos ya conocido y establecido se determina a continuación un código de colores, en donde mediante la sustracción de al menos un color básico del código de colores se obtiene el código de anchos ya conocido. Mediante una calibración puede realizarse un ajuste fino del dispositivo de evaluación al código de anchos y/o colores.

En una conformación particularmente preferida de la invención, la sustracción del al menos un color básico en el patrón de líneas reflejado se realiza mediante una absorción del color básico.

15 En otras palabras el objeto de prueba absorbe el al menos un color básico, en particular al menos dos colores básicos. Por ejemplo la sangre absorbe los colores básicos verde y azul. Mediante la absorción de los colores básicos verde y azul, los mismos se transforman en negro en el patrón de líneas reflejado. En consecuencia mediante la absorción de los colores básicos azul y verde se transforman en el color negro todos los colores (colores básicos y colores de adición), que están formados sin el color rojo, mientras que todos los colores que contienen el color rojo se convierten en el color rojo. De este modo se obtiene una secuencia de líneas rojas y negras con diferentes anchos, que forman el código de anchos para determinar la profundidad.

20 Conforme a una conformación ventajosa de la invención se establece la determinación de la profundidad a partir de una primera y de una segunda zona parcial del patrón de líneas reflejado registrado, en donde en la primera zona parcial la determinación de la profundidad se realiza mediante la secuencia de las líneas de color y en la segunda zona parcial mediante la secuencia de anchos de las líneas del patrón de líneas reflejado.

30 En otras palabras, en la primera zona parcial se establece la determinación de la profundidad mediante el código de colores y en la segunda zona parcial mediante el código de anchos. Esto es ventajoso debido a que por ejemplo en las zonas parciales muy absorbentes, que configuran la segunda zona parcial del objeto de prueba, mediante el código de anchos se hace posible una determinación de la profundidad de las zonas parciales muy absorbentes (segunda zona parcial). A este respecto una zona parcial muy absorbente debe verse como una zona parcial de la superficie del objeto de prueba que presente una absorción tal, que no sea posible o solo sin dificultad establecer o determinar los colores de las líneas presentes en la zona parcial.

35 En general es ventajoso llevar a cabo la determinación de la profundidad mediante el código de colores, ya que la triangulación codificada por colores – en comparación con la determinación de la profundidad mediante el código de anchos – hace posible una mayor resolución. Sin embargo, si el citado código de colores solo se presenta de forma insuficiente en la segunda zona parcial, por ejemplo a causa de una absorción de colores básicos del código de colores, puede realizarse ventajosamente una determinación de la profundidad, aunque presente con una menor resolución, en la segunda zona parcial mediante el código de anchos. En otras palabras, en la segunda zona parcial del objeto de prueba el código utilizado se conmuta del código de colores al código de anchos, en donde el código de anchos está situado oculto en el código de colores del patrón de líneas de color proyectado.

La utilización del código de anchos en la segunda zona parcial puede determinarse mediante un valor umbral.

45 La utilización del código de anchos se determina por ejemplo a partir de un valor umbral de ruido de fondo. Si un ruido de fondo y en consecuencia un error a la hora de reconocer los distintos colores del patrón de líneas reflejado está situado en la segunda zona parcial por encima del citado valor umbral de ruido de fondo, la determinación de la profundidad se realiza en la segunda zona parcial mediante el código de anchos. En las restantes zonas parciales (primera zona parcial) de la superficie del objeto de prueba la determinación de la profundidad se realiza mediante el código de colores, ya que el ruido de fondo en la citada primera zona parcial está situado por debajo del valor umbral de ruido de fondo. Aquí el dispositivo de evaluación registra y reconoce el valor umbral de ruido de fondo y conmuta automáticamente entre código de anchos y código de colores. Los puntos erróneos, que se presentarían a causa del ruido de fondo en la segunda zona parcial, pueden evitarse en consecuencia mediante la utilización del código de anchos, que está situado oculto en el código de colores. De este modo se mejora la determinación de la profundidad de la superficie del objeto de prueba.

En una conformación preferida de la invención se proyecta una luz blanca sobre la superficie del objeto de prueba y se registra una imagen de proyección de la luz blanca reflejada por el objeto de prueba, en donde la determinación

del valor umbral se realiza mediante una comparación entre la imagen de proyección reflejada de la luz blanca y del patrón de líneas reflejado.

5 En otras palabras, mediante la imagen de proyección reflejada de la luz blanca se hace posible un ajuste del color. Con ello para cada zona parcial de la superficie del objeto de prueba puede decidirse, mediante la formación de un valor umbral o de una relación – con relación al patrón de líneas de color proyectado – para los colores del patrón de líneas reflejado, si el código de colores y/o el código de anchos se utiliza para la determinación de la profundidad en la zona parcial contemplada. El patrón de líneas reflejado se registra de forma preferida mediante una cámara de tres chips.

10 Ventajosamente mediante la cámara de tres chips se registran individualmente los colores básicos rojo, verde y azul del patrón de líneas reflejado. Está prevista una evaluación paralela, en particular simultánea, de los colores básicos.

De forma particularmente ventajosa, la secuencia de los anchos de las líneas del patrón de líneas reflejado (código de anchos) se obtiene de una señal de un único chip de la cámara de tres chips.

De este modo se hace posible ventajosamente una evaluación y un registro simultáneos y paralelos del código de colores y del código de anchos.

15 Si el código de anchos está formado por un color básico, por ejemplo rojo, y el color negro, el código de anchos se establece a partir de la señal del chip que está previsto para registrar el color rojo. Como color negro se designa aquí la falta del color rojo, en donde la falta del color rojo puede establecerse a su vez mediante un valor umbral.

Conforme a una conformación ventajosa de la invención se genera el patrón de líneas de color mediante una transparencia.

20 En otras palabras, el dispositivo de proyección está configurado como un proyector de transparencias. Pueden estar previstos otros dispositivos de proyección, por ejemplo proyectores (proyectores DOE) que comprendan un elemento óptico refractivo (abreviado DOE).

Conforme a una conformación preferida de la invención se genera aleatoriamente la secuencia de las líneas de color del patrón de líneas de color.

25 Una generación aleatoria de la secuencia de las líneas del patrón de líneas de color es una generación sencilla y con ahorro de recursos del código de colores. Aquí es necesario asegurarse de que tras su generación se comprueben las ambigüedades del código de colores generado aleatoriamente. Si se presentan estas ambigüedades, puede realizarse por ejemplo una nueva generación aleatoria del código de colores. Esto se prosigue hasta que se presente un código de colores sin ambigüedades. Con ello se genera también aleatoriamente el código de anchos, de tal manera que también se realiza una comprobación de las ambigüedades del código de anchos.

30 Conforme a una conformación de la invención el objeto de prueba está rodeado por un líquido complejo, en particular por sangre.

35 La sangre absorbe casi por completo los colores básicos verde y azul del patrón de líneas de color proyectado. En otras palabras, la sangre absorbe casi por completo la luz con una longitud de onda inferior a 600 nm. De este modo la presente invención es particularmente preferida para objetos de prueba que estén rodeados por sangre, por ejemplo tejidos orgánicos. La presente invención es consecuentemente ventajosa en particular en la cirugía mínimamente invasiva.

40 De los ejemplos de realización descritos a continuación y en base a los dibujos se deducen ventajas, características y detalles adicionales de la invención. A este respecto muestran:

la figura 1 una secuencia de líneas de color, que comprende tres colores, y una secuencia de anchos de líneas, que se obtiene de la secuencia de las líneas de color;

la figura 2 una secuencia de líneas de color, que comprende ocho colores, y una secuencia de anchos de líneas, que se obtiene de la secuencia de las líneas de color;

45 la figura 3 una primera y una segunda zona parcial de un objeto de prueba; y

la figura 4 un diagrama de flujo esquemático del procedimiento para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba.

Los elementos de mismo tipo pueden poseer en las figuras los mismos símbolos de referencia. En general en las figuras los colores se han representado como un rayado, en donde un rayado representa respectivamente un color.

5 La figura 1 muestra una secuencia de líneas de color 8, que configura un código de colores 4. Aquí el código de colores 4 está formado por tres colores básicos rojo 11, verde 12 y azul 13. Mediante una sustracción 40 de los colores básicos verde 12 y azul 13, por ejemplo mediante absorción, el código de colores 4 se transforma en una secuencia de anchos de líneas, que forman un código de anchos 5. El código de anchos 5 comprende con ello los colores rojo 11 y negro 32, en donde el negro 32 caracteriza la ausencia de un color. La ausencia de un color se realiza por ejemplo mediante la sustracción 40 o la absorción del color. Está configurado un dispositivo de evaluación no representado para evaluar el código de colores 4 y el código de anchos 5.

10 En la figura 2 se ha representado la formación de una secuencia de anchos de líneas – código de anchos 5 – a partir de una secuencia de líneas de color 8 – código de colores 4. A este respecto se forma un color de una línea 8 del código de colores 4 a partir de los colores básicos 1, 2, 3. Como colores básicos 1, 2, 3 se utilizan los colores rojo 11, verde 12 y azul 13. De aquí se obtienen los colores de adición amarillo 22, magenta 21, cian 23 y blanco 31. El color negro 32 caracteriza la ausencia o la no presencia de un color. El amarillo 22 se obtiene mediante la adición de colores aditiva del rojo 11 y del verde 12, el magenta 21 mediante la de adición de colores aditiva del rojo 11 y del azul 13 y el cian mediante la de adición de colores adictiva del verde 12 y del azul 13.

15 Mediante una sustracción 40 o una supresión 40 de los colores básicos verde 12 y azul 13 se obtiene, a partir del código de colores 4, el código de anchos 5. El código de anchos 5 comprende en consecuencia los dos colores rojo 11 y negro 32, de tal manera que se presenta un código de anchos 5 monocromático. La sustracción 40 de los colores básicos verde 12 y azul 13 se realiza mediante una absorción 40, por ejemplo en una sangre no representada. En otras palabras, el código de colores 4 se transforma mediante la absorción de los colores básicos verde 12 y azul 13 en el código de anchos 5, que puede evaluarse mediante un dispositivo de evaluación no representado.

20 Dentro de la óptica el color rojo 11 está caracterizado por un rango espectral dominante superior a 600 nm, el color verde 12 por un rango espectral dominante de 520 nm a 565 nm y el color azul 13 por un rango espectral dominante de 460 nm a 480 nm. Los colores de adición amarillo 22, magenta 21, cian 23 y blanco 31 se obtienen mediante una adición de colores aditiva de los colores básicos rojo 11, verde 12 y azul 13.

25 En la figura 3 se han representado una primera y una segunda zona parcial 16, 18 de un objeto de prueba, en donde la superficie comprende al menos una parte de la superficie total del objeto de prueba. Aquí se proyecta un patrón de líneas de color sobre la superficie del objeto de prueba y se registra un patrón de líneas 7 reflejado. Las líneas 8 del patrón de líneas 7 reflejado presentan respectivamente uno de los ocho colores rojo 11, verde 12, azul 13, magenta 21, amarillo 22, cian 23, blanco 31 o negro 32.

La segunda zona parcial 18 de la superficie del objeto de prueba está cubierta por sangre 42. De este modo la segunda zona parcial 18 presenta una absorción 40 casi completa de los colores básicos 12 y azul 13.

30 En la figura 3 puede verse que mediante la absorción 40 los colores verde 12, azul 13 y cian 23 se transforman en el color negro 32. Los colores magenta 21, amarillo 22 y blanco 31 se transforman en rojo 11. Las líneas rojas conservan después de la reflexión fundamentalmente el color rojo 11.

35 Mediante la sustracción 40 causado por absorción de los colores verde 12, azul 13 y cian 23 en la segunda zona parcial 18 se configura un código de anchos 5, que se emplea para determinar la profundidad de la superficie del objeto de prueba en la segunda zona parcial 18. Por fuera de la segunda zona parcial 18 muy absorbente, es decir en la primera zona parcial 16, en donde la primera zona parcial 16 solo es poco absorbente, la determinación de la profundidad de la superficie del objeto de prueba se realiza mediante el código de colores 4. De este modo se cierran puntos erróneos en el código de colores 4, que se producen mediante la segunda zona parcial 18, mediante una evaluación del código de anchos 5 en la segunda zona parcial 18, de tal manera que se hace posible una determinación de la profundidad de la superficie del objeto de prueba casi impecable y clara.

En la figura 4 se ha reproducido un diagrama de flujo esquemático del procedimiento para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba.

En un primer paso S1 se forma un patrón de líneas de color a partir de la secuencia de unas líneas de color. Aquí la secuencia de las líneas de color del patrón de líneas de color puede generarse aleatoriamente.

40 En un segundo paso S2 el patrón de líneas de color formado se proyecta mediante un dispositivo de proyección sobre la superficie del objeto de prueba. En particular está previsto como objeto de prueba un tejido orgánico, que está rodeado por sangre.

En un tercer paso S3 se registra un patrón de líneas reflejado por la superficie del objeto de prueba. El registro se realiza por ejemplo mediante una cámara, en particular mediante una cámara de tres chips.

5 En un cuarto paso S4 la determinación de la profundidad se realiza mediante un dispositivo de evaluación, en donde la determinación de la profundidad se realiza mediante una evaluación de un código de colores S41 y mediante una evaluación de un código de anchos S42.

De este modo se hace posible ventajosamente un procedimiento de triangulación codificado por colores, que combina sinérgicamente un código de colores y uno de anchos, con lo que se mejora la determinación de la profundidad de la superficie del objeto de prueba. La invención descrita es ventajosa en particular en la cirugía mínimamente invasiva, por ejemplo si se utiliza en endoscopias.

10 Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en detalle con más precisión mediante los ejemplos de realización preferidos, la invención no está limitada por los ejemplos descritos o el técnico puede derivar de ellos otras variaciones, sin abandonar el ámbito de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba, en el que se proyecta un patrón de líneas de color formado por una secuencia de líneas (4) de color sobre una superficie del objeto de prueba, en el que se registra un patrón de líneas (7) reflejado desde la superficie del objeto de prueba y se evalúa mediante un dispositivo de evaluación, en donde el patrón de líneas de color y el dispositivo de evaluación están conformados de tal manera que la determinación de la profundidad de la superficie del objeto de prueba se realiza mediante la sucesión de líneas (4) de color del patrón de líneas (7) reflejado y mediante una sucesión de anchos de las líneas (5) del patrón de líneas (7) reflejado.
- 10 2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1, en el que se utiliza un patrón de líneas de color, que está formado por los colores básicos rojo (11), verde (12) y azul (13) y/o sus colores de adición (21, 22, 23, 31) y/ negro (32).
- 15 3. Procedimiento conforme a la reivindicación 2, en el que el patrón de líneas de color se forma de tal manera que, en el caso de una sustracción (40) de al menos un color básico (12, 13), se obtiene la secuencia de los anchos (5) de las líneas del patrón de líneas (7) reflejado.
- 15 4. Procedimiento conforme a la reivindicación 3, en el que de una secuencia ya conocida de los anchos de las líneas (5) del patrón de líneas (7) reflejado se deriva la secuencia de las líneas (4) de color del patrón de líneas de color, de tal manera que, en el caso de la sustracción (40) de al menos un color básico (12, 13) a partir del patrón de líneas de color, se obtiene la secuencia ya conocida de los anchos (5) de las líneas.
- 20 5. Procedimiento conforme a la reivindicación 3 ó 4, en el que la sustracción (40) de al menos un color básico (12, 13) en el patrón de líneas (7) reflejado se realiza mediante una absorción del color básico (12, 13).
- 20 6. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores, en el que se establece la determinación de la profundidad a partir de una primera y de una segunda zona parcial (16, 18) del patrón de líneas (7) reflejado registrado, en donde en la primera zona parcial (16) la determinación de la profundidad se realiza mediante la secuencia de las líneas (4) de color y en la segunda zona parcial (18) mediante la secuencia de anchos de las líneas (5) del patrón de líneas (7) reflejado.
- 25 7. Procedimiento conforme a la reivindicación 6, en el que la segunda zona parcial (18) se determina mediante un valor umbral.
- 30 8. Procedimiento conforme a la reivindicación 7, en el que se proyecta una luz blanca sobre la superficie del objeto de prueba y se registra una imagen de proyección de la luz blanca reflejada por el objeto de prueba, en donde la determinación del valor umbral se realiza mediante una comparación entre la imagen de proyección reflejada de la luz blanca y del patrón de líneas (7) reflejado.
- 30 9. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores, en el que el patrón de líneas (7) reflejado se registra mediante una cámara de tres chips.
- 35 10. Procedimiento conforme a la reivindicación 9, en el que la secuencia de los anchos de las líneas (5) del patrón de líneas (7) reflejado se obtiene de una señal de un único chip de la cámara de tres chips.
- 35 11. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores, en el que se genera el patrón de líneas de color mediante una transparencia.
- 40 12. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores, en el que se genera aleatoriamente la secuencia de las líneas (4) de color del patrón de líneas de color.
- 40 13. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones anteriores, en el que el objeto de prueba está rodeado por un líquido complejo
- 45 14. Procedimiento conforme a la reivindicación 13, en el que como líquido complejo se utiliza sangre (42).
- 45 15. Dispositivo para determinar la profundidad de la superficie de un objeto de prueba, que comprende un dispositivo de proyección, que está configurado para proyectar un patrón de líneas de color sobre una superficie del objeto de prueba, un dispositivo de registro que está previsto para registrar un patrón de líneas (7) reflejado por la superficie del objeto de prueba y un dispositivo de evaluación, que está configurado para determinar la profundidad de la superficie del objeto de prueba mediante una secuencia de líneas (4) de color del patrón de líneas (7) reflejado y mediante una secuencia de anchos de las líneas (5) del patrón de líneas (7) reflejado.

FIG 1

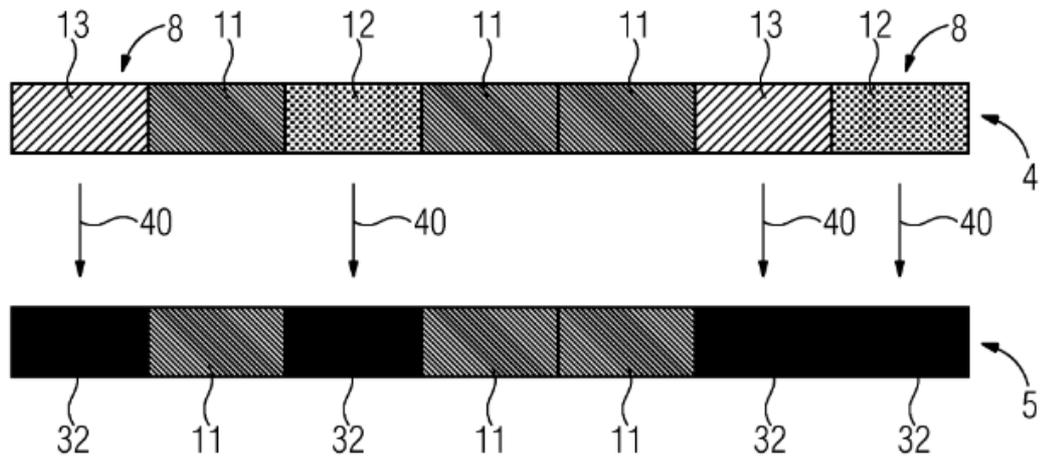
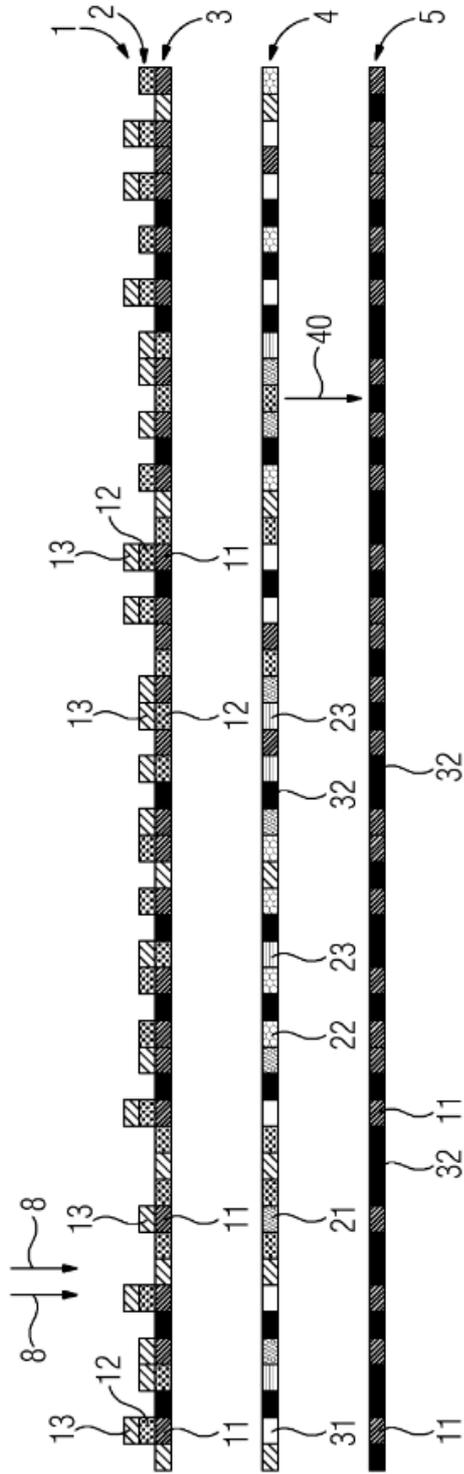


FIG 2



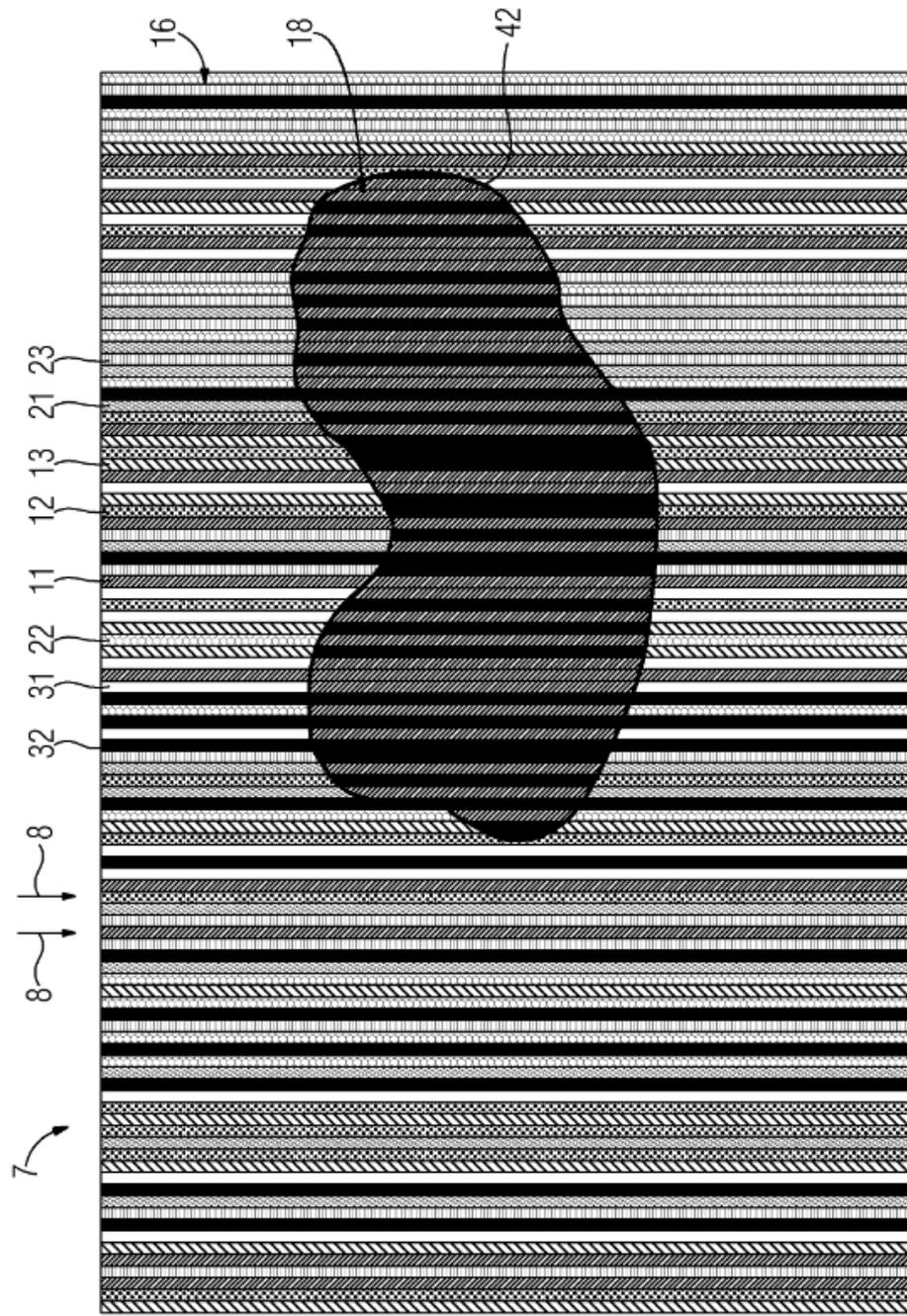


FIG 3

FIG 4

