

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 600**

51 Int. Cl.:

G01N 21/84 (2006.01)

G01N 21/27 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.06.2019 PCT/EP2019/064671**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2019 WO19238500**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2019 E 19728441 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024 EP 3803350**

54 Título: **Un procedimiento de calibración para calibrar una cámara de un dispositivo móvil para detectar un analito en una muestra**

30 Prioridad:

11.06.2018 EP 18176998

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

27.03.2025

73 Titular/es:

**F. HOFFMANN-LA ROCHE AG (100.00%)
Grenzacherstrasse 124
4070 Basel, ES**

72 Inventor/es:

**BERG, MAX y
KLEIN, TIMO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 3 009 600 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

Un procedimiento de calibración para calibrar una cámara de un dispositivo móvil para detectar un analito en una muestra

5

Campo técnico

La presente solicitud se refiere a un procedimiento de calibración para calibrar una cámara de un dispositivo móvil para detectar un analito en una muestra y un procedimiento de detección para detectar un analito en una muestra usando una cámara de un dispositivo móvil. La invención se refiere además a un programa informático con medios de programa para ejecutar los procedimientos de acuerdo con la invención. Además, la invención se refiere a un dispositivo móvil. Los procedimientos, programas informáticos y dispositivos móviles de acuerdo con la presente invención se pueden usar en diagnósticos médicos para detectar cualitativa o cuantitativamente uno o más analitos en uno o más líquidos corporales. Sin embargo, son posibles otros campos de aplicación de la presente invención.

10

15

Técnica anterior

En el campo de los diagnósticos médicos, en muchos casos, se tienen que detectar uno o más analitos en muestras de un líquido corporal, tal como sangre, líquido intersticial, orina, saliva u otros tipos de líquidos corporales. Los ejemplos de analitos que se van a detectar son glucosa, triglicéridos, lactato, colesterol u otros tipos de analitos típicamente presentes en estos líquidos corporales. De acuerdo con la concentración y/o la presencia del analito, se puede elegir un tratamiento apropiado, si es necesario.

20

En general, los dispositivos y procedimientos conocidos por el experto en la técnica hacen uso de elementos de prueba que comprenden uno o más productos químicos de prueba que, en presencia del analito que se va a detectar, pueden realizar una o más reacciones de detección detectables, tales como reacciones de detección ópticamente detectables. Con respecto a estos productos químicos de prueba, se puede hacer referencia, por ejemplo, al documento de J. Hoenes *et al.*: The Technology Behind Glucose Meters: Test Strips, Diabetes Technology & Therapeutics, volumen 10, suplemento 1, 2008, de S-10 a S-26. Son posibles otros tipos de productos químicos de prueba y se pueden usar para realizar la presente invención.

25

30

En mediciones analíticas, específicamente mediciones analíticas en base a reacciones de formación de color, una dificultad técnica reside en la evaluación del cambio de color que se debe a la reacción de detección. Además de usar dispositivos analíticos especializados, tales como medidores de glucemia de mano, el uso de dispositivos electrónicos, en general, disponibles, tales como teléfonos inteligentes y ordenadores portátiles, se ha vuelto cada vez más popular en los últimos años. El documento WO 2012/131386 A1 divulga un aparato de prueba para realizar un ensayo, comprendiendo el aparato de prueba: un receptáculo que contiene un reactivo, donde el reactivo reacciona a una muestra de prueba aplicada desarrollando una variación de color o patrón; un dispositivo portátil, por ejemplo un teléfono móvil o un ordenador portátil, que comprende un procesador y un dispositivo de captura de imágenes, en el que el procesador se configura para procesar datos capturados por el dispositivo de captura de imágenes y emitir un resultado de la prueba para la muestra de prueba aplicada.

35

40

El documento WO 2014/025415A2 divulga un procedimiento y dispositivo para realizar pruebas de reacciones basadas en color de materiales biológicos. El procedimiento incluye capturar e interpretar imágenes digitales de un instrumento no expuesto y posteriormente expuesto dentro de un entorno calibrado automáticamente. El instrumento incluye una etiqueta de identificación única (UID), una barra de color de referencia (RCB) que proporciona muestras de colores estandarizados para la calibración del color de imágenes y varias secuencias específicas de prueba de bloques de prueba química (CTP). El procedimiento incluye además localizar el instrumento en la imagen, extraer la UID, extraer la RCB y localizar la pluralidad de CTP en cada imagen. El procedimiento reduce además el ruido de la imagen en los CTP y calibra la imagen automáticamente de acuerdo con mediciones de iluminación realizadas en la RCB. El procedimiento determina además los resultados de la prueba comparando el color de la imagen de CTP con colores de una carta de colores de interpretación del fabricante (MICC). El procedimiento muestra estos resultados en modo gráfico o cuantificado.

45

50

El documento EP 1801568 A1 divulga una tira reactiva y un procedimiento para medir la concentración de analito en una muestra de líquido biológico. El procedimiento implica situar una cámara en una tira reactiva para detectar pictóricamente un indicador de color y un área de color de referencia. Se determina un valor medido para la posición relativa entre la cámara y la tira y se compara con un área de valor deseado. Se mueve la cámara para reducir la desviación con respecto a la tira durante la desviación entre el valor medido y el valor deseado. Un área de imagen asignada al indicador se localiza en una imagen coloreada que se detecta por la cámara. Se determina una concentración de analito en una muestra mediante un valor de comparación.

55

60

El documento EP 1963828 B1 divulga un procedimiento para medir la concentración de al menos un analito que está contenido en una muestra de un líquido biológico, a) en el que se prepara una tira reactiva que tiene al menos un punto de prueba, al menos un indicador de tiempo y al menos un intervalo de colores de referencia que comprende el color blanco y/o una escala de colores, b) en el que la muestra de líquido entra en contacto con el

65

punto de prueba y el indicador de tiempo, c) en el que se dispone un indicador de color en el punto de prueba en función de la concentración del analito, d) en el que el color del indicador de tiempo cambia en función de la duración de tiempo durante la cual el líquido ha entrado en contacto con el punto de prueba e independientemente de la concentración del al menos un analito, e) en el que se sitúa una cámara sobre la tira reactiva, f) en el que se determina al menos un valor medido para la posición relativa entre la cámara y la tira reactiva, y se compara con un intervalo de valores nominal, g) en el que, si existe una discrepancia entre el valor medido y el intervalo de valores nominal, se mueve la cámara con respecto a la tira reactiva para reducir la discrepancia, y se repiten las etapas f) y g), h) en el que se usa la cámara para registrar una imagen a color en la que se obtienen las imágenes de al menos el indicador de color, el indicador de tiempo y el intervalo de colores de referencia, j) en el que las áreas de imagen que están asociadas al indicador de color, el indicador de tiempo y el intervalo de colores de referencia se localizan en la imagen a color, y se determinan los valores de color de estas áreas de imagen, k) en el que la duración de tiempo entre que la muestra de líquido entra en contacto con el punto de prueba y se registra la imagen a color se determina en base al valor de color determinado para el indicador de tiempo, con la ayuda de valores de referencia predeterminados, y l) en el que la concentración de analito en la muestra se determina en base a los valores de color determinados para el indicador de color y el intervalo de colores de referencia y en base a la duración de tiempo, con la ayuda de valores de comparación predeterminados.

La fiabilidad y exactitud de la medición analítica usando dispositivos informáticos móviles en general depende de una gran cantidad de factores técnicos. Específicamente, existe en el mercado una enorme cantidad de dispositivos móviles que tienen cámaras, todos ellos con diferentes propiedades técnicas y ópticas que se deben tener en cuenta para la medición analítica. Por ejemplo, el documento WO 2007/079843 A2 describe un procedimiento para medir la concentración de un analito contenido en una muestra de un líquido biológico. En dicho procedimiento, se proporciona una tira reactiva que comprende al menos un punto de prueba y al menos una sección de color de referencia que engloba el color blanco y/o una escala de colores. Se hace que la muestra de líquido entre en contacto con el punto de prueba y se dispone un indicador de color en el punto de prueba de acuerdo con la concentración del analito. Se coloca una cámara sobre la tira reactiva. Se detecta al menos un valor medido para la posición relativa entre la cámara y la tira reactiva y se compara con un intervalo de valores establecido. Si el valor medido se desvía del intervalo de valores establecido, se mueve la cámara con respecto a la tira reactiva para reducir la desviación. Con ayuda de la cámara se detecta una imagen coloreada en la que están representados al menos el indicador de color y la sección de color de referencia. Se localizan las áreas de imagen asignadas al indicador de color y a la sección de coincidencia de color, y se determinan los valores de color de dichas áreas de imagen. Con ayuda de valores comparativos predefinidos, se determina la concentración del analito en la muestra en base a los valores de color. Los documentos EP 3 108 244 A1 y WO 2015/120819 A1 describen un módulo de tiras reactivas que incluye un estuche, una tira reactiva en el estuche y un anclaje de posición que se extiende hacia abajo más allá de una superficie de acoplamiento hasta la cara de un dispositivo informático móvil. El anclaje de posición tiene una conformación que coincide con un rasgo característico en la cara del dispositivo informático móvil.

El documento WO 2015/038717 A1 describe un sistema y procedimiento para el análisis de un líquido. El sistema tiene un recipiente opaco para recibir una muestra de líquido; un indicador de variación de color dispuesto sobre una superficie de la copa, que cuando la copa contiene una muestra de líquido, la superficie se sumerge en la muestra de líquido; un estándar de color con el que se compara un color del indicador de variación de color, dispuesto sobre la superficie; una cámara, estando la cámara dispuesta próxima al recipiente de modo que la cámara tenga una vista de la superficie, estando la cámara acoplada a un procesador; una fuente de luz artificial que ilumina la superficie con una iluminación estándar; un difusor de luz dispuesto entre la fuente de luz artificial y la superficie. El procesador recibe imágenes capturadas por la cámara, extrae valores de color del indicador de variación de color, estandariza los valores de color con respecto al estándar de color y relaciona cuantitativamente los valores de color con valores de color conocidos del indicador de variación de color cuando se expone a una cantidad estandarizada de un reactivo conocido sometido a prueba.

A pesar de las ventajas implicadas en el uso de dispositivos informáticos móviles para el propósito de realizar una medición analítica, siguen existiendo varias dificultades técnicas. Específicamente, es necesario potenciar y garantizar la fiabilidad y la exactitud de las mediciones. Una dificultad importante es la presencia y el impacto del brillo. El uso de un dispositivo de iluminación incorporado y de dispositivos de formación de imágenes de dispositivos informáticos móviles puede dar como resultado que la luz que se origina inicialmente en el dispositivo de iluminación sea reflejada, al menos parcialmente, por el elemento de prueba. La luz así reflejada puede interferir en la evaluación del color formado en un reactivo cargado del elemento de prueba, de modo que no se puede garantizar la fiabilidad y exactitud del resultado de la medición debido a la presencia y el impacto del brillo. Además, la localización del brillo puede depender de la posición relativa del dispositivo de iluminación y de la cámara del dispositivo móvil que, debido a la enorme cantidad de diferentes dispositivos móviles disponibles en el mercado, puede variar para diferentes tipos o modelos de dispositivo móvil.

Problema que se va a resolver

Por lo tanto, es deseable proporcionar procedimientos y dispositivos que aborden las dificultades técnicas mencionadas anteriormente de las mediciones analíticas usando dispositivos móviles, tales como dispositivos

móviles de electrónica de consumo, específicamente dispositivos móviles multiuso que no estén especializados en mediciones analíticas, tales como teléfonos inteligentes u ordenadores de tipo tableta. Específicamente, se pondrán procedimientos y dispositivos que garanticen la fiabilidad y exactitud de las mediciones.

5 **Sumario**

Este problema se aborda mediante un procedimiento de calibración para calibrar una cámara de un dispositivo móvil para detectar un analito en una muestra, un procedimiento de detección para detectar un analito en una muestra usando una cámara de un procedimiento de dispositivo móvil, un programa informático y un dispositivo móvil con los rasgos característicos de las reivindicaciones independientes. Los modos de realización ventajosos que se pueden realizar de manera aislada o en cualquier combinación arbitraria se enumeran en las reivindicaciones dependientes.

Como se usa en lo que sigue, los términos "tener", "comprender" o "incluir" o cualquier variación gramatical arbitraria de los mismos se usan de forma no excluyente. Por tanto, estos términos se pueden referir tanto a una situación en la que, además del rasgo característico introducido por estos términos, no están presentes otros rasgos característicos en la entidad descrita en este contexto como a una situación en la que están presentes uno o más rasgos característicos adicionales. Como ejemplo, las expresiones "A tiene B", "A comprende B" y "A incluye B" se pueden referir tanto a una situación en la que, además de B, no está presente ningún otro elemento en A (es decir, una situación en la que A consiste única y exclusivamente en B) como a una situación en la que, además de B, uno o más de otros elementos están presentes en la entidad A, tales como un elemento C, elementos C y D o incluso otros elementos.

Además, cabe señalar que los términos "al menos uno/a", "uno/a o más" o expresiones similares que indican que un rasgo característico o elemento puede estar presente una vez o más de una vez, típicamente se usarán solo una vez cuando se introduce el rasgo característico o elemento respectivo. En lo que sigue, en la mayoría de los casos, cuando se hace referencia al rasgo característico o elemento respectivo, las expresiones "al menos uno/a" o "uno/a o más" no se repetirán, a pesar de que el rasgo característico o elemento respectivo pueda estar presente una vez o más de una vez.

Además, como se usa en lo que sigue, los términos "preferentemente", "más preferentemente", "en particular", "más en particular", "específicamente", "más específicamente" o términos similares se usan junto con rasgos característicos opcionales, sin restringir posibilidades alternativas. Por tanto, los rasgos característicos introducidos por estos términos son rasgos característicos opcionales y no pretenden restringir el alcance de las reivindicaciones de ninguna manera. La invención, como reconocerá el experto en la técnica, se puede realizar usando rasgos característicos alternativos. De forma similar, los rasgos característicos introducidos por "en un modo de realización de la invención" o expresiones similares pretenden ser rasgos característicos opcionales, sin ninguna restricción con respecto a modos de realización alternativos de la invención, sin ninguna restricción con respecto al alcance de la invención y sin ninguna restricción con respecto a la posibilidad de combinar los rasgos característicos introducidos de dicha forma con otros rasgos característicos opcionales o no opcionales de la invención.

En un primer aspecto, se divulga un procedimiento de calibración para calibrar una cámara de un dispositivo móvil para detectar un analito en una muestra. El procedimiento comprende las siguientes etapas que, como ejemplo, se pueden realizar en el orden dado. Sin embargo, cabe señalar que también es posible un orden diferente. Además, también es posible realizar una o más de las etapas del procedimiento una vez o repetidamente. Además, es posible realizar dos o más de las etapas del procedimiento simultáneamente o de manera superpuesta en el tiempo. El procedimiento puede comprender otras etapas de procedimiento que no se enumeran.

50 El procedimiento comprende las siguientes etapas:

- a) capturar al menos una imagen de al menos un objeto usando la cámara, en el que, durante dicha captura, se enciende una fuente de iluminación del dispositivo móvil;
- 55 b) determinar, a partir de la imagen capturada en la etapa a), al menos una primera área en la imagen que se ve afectada por reflexión directa de la luz que se origina en la fuente de iluminación y es reflejada por el objeto; y
- c) determinar al menos una segunda área en la imagen que esencialmente no se superponga con la primera área y devolver la segunda área como un área objetivo para la localización de un campo de prueba de una tira reactiva en una etapa de detección posterior, en el que la etapa de detección se realiza después el procedimiento de calibración.

El término "dispositivo móvil", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado común y habitual para un experto en la técnica y no se ha de limitar a un significado especial o personalizado. El término se puede referir específicamente, sin limitación, a un dispositivo electrónico móvil, más específicamente a un dispositivo de comunicación móvil, tal como un teléfono móvil o teléfono inteligente.

Adicionalmente o de forma alternativa, como se explicará con más detalle a continuación, el dispositivo móvil también se puede referir a un ordenador de tipo tableta u otro tipo de ordenador portátil que tenga al menos una cámara.

5 El término "tira reactiva", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado común y habitual para un experto en la técnica y no se ha de limitar a un significado especial o personalizado. El término se puede referir específicamente, sin limitación, a un elemento o dispositivo arbitrario que comprende al menos un soporte en conformación de tira con al menos un campo de prueba aplicado al mismo o integrado en el mismo configurado para realizar una reacción de detección de cambio de color. La tira reactiva
10 puede tener, en particular, un campo de prueba que contiene al menos un producto químico de prueba para detectar el al menos un analito. En general, estas tiras reactivas se usan y están disponibles ampliamente. Una tira reactiva puede llevar un único campo de prueba o una pluralidad de campos de prueba que tengan productos químicos de prueba idénticos o diferentes comprendidos en la misma. La tira reactiva puede tener al menos una muestra aplicada en la misma.

15 Como se usa además en el presente documento, el término "campo de prueba" es un término amplio y se le debe dar su significado común y habitual para un experto en la técnica y no se debe limitar a un significado especial o personalizado. El término se puede referir específicamente, sin limitación, a una cantidad coherente del producto químico de prueba, tal como a un campo, por ejemplo, un campo de conformación redonda, poligonal o rectangular, que tiene una o más capas de material, teniendo al menos una capa del campo de prueba el producto químico de prueba comprendido en la misma. Pueden estar presentes otras capas que proporcionen propiedades ópticas específicas tales como propiedades reflectantes, que proporcionen propiedades de diseminación para diseminar la muestra o que proporcionen propiedades de separación tales como para separar componentes de partículas de la muestra, tales como componentes celulares.

20 El término "producto químico de prueba", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se debe dar su significado común y habitual para un experto en la técnica y no se debe limitar a un significado especial o personalizado. El término se puede referir específicamente, sin limitación, a un compuesto químico o una pluralidad de compuestos químicos tales como una mezcla de compuestos químicos adecuados para realizar una reacción de detección en presencia del analito, en el que la reacción de detección es detectable por medios específicos, por ejemplo ópticos. La reacción de detección puede ser, específicamente, específica del analito. El producto químico de prueba, en el presente caso, puede ser, específicamente, un producto químico de prueba óptico, tal como un producto químico de prueba de cambio de color que cambia de color en presencia del analito. El cambio de color puede depender, específicamente, de la cantidad de analito presente en la muestra. El producto químico de prueba, como ejemplo, puede comprender al menos una enzima, tal como glucosa oxidasa y/o glucosa deshidrogenasa. Adicionalmente, pueden estar presentes otros componentes, tales como uno o más tintes, mediadores y similares. Los productos químicos de prueba son conocidos, en general, por el experto en la técnica y se puede hacer referencia al documento de J. Hoenes *et al.*: Diabetes Technology and Therapeutics, vol. 10, suplemento 1, 2008, páginas 10-26. Sin embargo, también son factibles otros productos químicos de prueba.

35 El término "analito", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le debe dar su significado común y habitual para un experto en la técnica y no se debe limitar a un significado especial o personalizado. El término se puede referir específicamente, sin limitación, a uno o más compuestos químicos específicos y/u otros parámetros que se van a detectar y/o medir. Como ejemplo, el al menos un analito puede ser un compuesto químico que participa en el metabolismo, tal como uno o más de glucosa, colesterol o triglicéridos. Adicionalmente o de forma alternativa, se pueden determinar otros tipos de analitos o parámetros, por ejemplo un valor de pH.

40 El término "detectar un analito en una muestra", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado común y habitual para un experto en la técnica y no se ha de limitar a un significado especial o personalizado. El término se puede referir específicamente, sin limitación, a una determinación cuantitativa y/o cualitativa de al menos un analito en una muestra arbitraria. Por ejemplo, la muestra puede comprender un líquido corporal, tal como sangre, líquido intersticial, orina, saliva u otros tipos de líquidos corporales. El resultado de la medición analítica, como ejemplo, puede ser una concentración del analito y/o la presencia o ausencia del analito que se va a determinar. Específicamente, como ejemplo, la medición analítica
45 puede ser una medición de glucemia; por tanto, el resultado de la medición analítica puede ser, por ejemplo, una concentración de glucemia.

50 Como se usa en el presente documento, el término "calibración" es un término amplio y se le debe dar su significado común y habitual para un experto en la técnica y no se debe limitar a un significado especial o personalizado. El término "calibración" se puede referir a al menos un proceso para garantizar condiciones de captura de imágenes predefinidas o preespecificadas y/o ajustar y/o adaptar las condiciones de captura de imágenes dependiendo del dispositivo móvil y/o de las configuraciones del hardware de la cámara, por ejemplo dependiendo de un tipo o modelo del dispositivo móvil. El procedimiento de calibración se puede configurar para garantizar que se cumplan las condiciones de captura de imágenes predefinidas y/o preespecificadas durante la determinación posterior del analito en la muestra. Esto puede permitir potenciar la robustez, fiabilidad y exactitud de la medición.

El término "cámara", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado común y habitual para un experto en la técnica y no se ha de limitar a un significado especial o personalizado. El término se puede referir específicamente, sin limitación, a un dispositivo que tiene al menos un elemento de formación de imágenes configurado para registrar o capturar información óptica unidimensional, bidimensional o incluso tridimensional espacialmente resuelta. Como ejemplo, la cámara puede comprender al menos un chip de cámara, tal como al menos un chip CCD y/o al menos un chip CMOS configurado para grabar imágenes. Por ejemplo, la cámara puede ser una cámara a color, como se describirá en detalle a continuación, que comprende al menos tres píxeles de colores. La cámara puede ser una cámara CMOS a color. Por ejemplo, la cámara puede comprender píxeles en blanco y negro y píxeles de colores. Los píxeles de colores y los píxeles en blanco y negro se pueden combinar internamente en la cámara. La cámara puede comprender al menos una cámara a color y al menos una cámara en blanco y negro, tal como un CMOS en blanco y negro. La cámara puede comprender al menos un chip CMOS en blanco y negro. En general, la cámara puede comprender una matriz unidimensional o bidimensional de sensores de imagen, tales como píxeles. Como ejemplo, la cámara puede comprender al menos 10 píxeles en al menos una dimensión, tal como al menos 10 píxeles en cada dimensión. Cabe señalar, sin embargo, que también son factibles otras cámaras. La cámara puede ser una cámara de un dispositivo de comunicaciones móviles. La invención será específicamente aplicable a cámaras como se usan normalmente en aplicaciones móviles tales como ordenadores tipo *notebook*, tabletas o, específicamente, teléfonos móviles tales como teléfonos inteligentes. Por tanto, específicamente, la cámara puede formar parte de un dispositivo móvil que, además de la al menos una cámara, comprende uno o más dispositivos de procesamiento de datos, tales como uno o más procesadores de datos. Sin embargo, son factibles otras cámaras. La cámara, además de al menos un chip de cámara o chip de formación de imágenes, puede comprender otros elementos, tales como uno o más elementos ópticos, por ejemplo una o más lentes. Como ejemplo, la cámara puede ser una cámara de enfoque fijo, que tiene al menos una lente que se ajusta de forma fija con respecto a la cámara. De forma alternativa, sin embargo, la cámara también puede comprender una o más lentes variables que se pueden ajustar automática o manualmente.

La cámara puede ser específicamente una cámara a color. Por tanto, tal como para cada píxel, se puede proporcionar o generar información de color, tal como valores de color para tres colores R, G, B. También es factible un mayor número de valores de color, tal como cuatro colores para cada píxel. Las cámaras a color son conocidas, en general, para el experto en la técnica. Por tanto, como ejemplo, cada píxel del chip de cámara puede tener tres o más sensores de color diferentes, tales como píxeles de registro de color como un píxel para el rojo (R), un píxel para el verde (G) y un píxel para el azul (B). Para cada uno de los píxeles, tal como para R, G, B, los valores se pueden registrar por los píxeles, tales como valores digitales en el intervalo de 0 a 255, dependiendo de la intensidad del color respectivo. En lugar de usar tríos de colores tales como R, G, B, como ejemplo, se pueden usar cuartetos, tales como C, M, Y, K o RGGB, BGGR, RGBG, GRGB, RGGB o similares. Las sensibilidades de color de los píxeles se pueden generar mediante filtros de color, tales como matrices de filtros de color, por ejemplo mediante al menos un filtro de Bayer, o mediante sensibilidades intrínsecas apropiadas de los elementos sensores usados en los píxeles de la cámara. Estas técnicas son conocidas, en general, por el experto en la técnica.

Como se usa en el presente documento, sin limitación, el término "imagen" se puede referir específicamente a datos registrados usando una cámara, tal como una pluralidad de lecturas electrónicas de un dispositivo de formación de imágenes, tal como los píxeles del chip de cámara. La propia imagen, por tanto, puede comprender píxeles, correlacionándose los píxeles de la imagen con los píxeles del chip de cámara. En consecuencia, cuando se hace referencia a "píxeles", se hace referencia a las unidades de información de imagen generadas por los píxeles individuales del chip de cámara o bien directamente a los píxeles individuales del chip de cámara. La imagen puede comprender datos de píxel sin procesar. Por ejemplo, la imagen puede comprender datos en el espacio RGGB, datos de un único color de uno de los píxeles de R, G o B, una imagen de patrón de Bayer o similares. La imagen puede comprender datos de píxeles evaluados, tales como una imagen a todo color o una imagen en RGB. Los datos de píxel sin procesar se pueden evaluar, por ejemplo, usando algoritmos de interpolación cromática y/o algoritmos de filtrado. Estas técnicas son conocidas, en general, por el experto en la técnica. El término "capturar al menos una imagen" se refiere a una o más de formación de imágenes, registro de imágenes, adquisición de imágenes, captura de imágenes. El término "capturar al menos una imagen" puede comprender capturar una única imagen y/o una pluralidad de imágenes, tal como una secuencia de imágenes. Por ejemplo, la captura de la imagen puede comprender grabar de forma continua una secuencia de imágenes, tal como un vídeo o una película. La captura en la etapa a) puede tener lugar en un lapso de tiempo de menos de 1 s, preferentemente en un lapso de tiempo de menos de 0,5 s, más preferentemente en un lapso de tiempo de menos de 0,1 s. Sin embargo, se permiten lapsos de tiempo aún más largos.

La captura de la al menos una imagen se puede iniciar por la acción del usuario o se puede iniciar automáticamente, por ejemplo una vez que la presencia del al menos un objeto dentro de un campo visual y/o dentro de un sector predeterminado del campo visual de la cámara se detecta automáticamente. Estas técnicas de adquisición automática de imágenes son conocidas, por ejemplo, en el campo de los lectores de códigos de barras automáticos, tales como en las aplicaciones de lectura automática de códigos de barras.

Por ejemplo, en la etapa a) se pueden capturar una pluralidad de imágenes. La pluralidad de imágenes puede

comprender la al menos una secuencia de imágenes. En la etapa b) se pueden seleccionar y usar al menos una imagen de la pluralidad de imágenes que cumpla al menos un criterio de selección predefinido y/o preespecificado. El criterio de selección predefinido y/o preespecificado se puede proporcionar en una tabla de búsqueda y/o se puede determinar de forma empírica o semiempírica. El criterio de selección se puede además, como ejemplo, almacenar en un dispositivo de almacenamiento comprendido por el dispositivo móvil. Específicamente, el criterio de selección se puede almacenar en el dispositivo de almacenamiento por un programa informático, más específicamente por una aplicación. El criterio de selección predefinido o preespecificado se puede seleccionar del grupo que consiste en al menos un criterio de nitidez; al menos un criterio espacial; condiciones de luz ambiental. El criterio de nitidez puede comprender al menos un umbral de nitidez por encima del cual o igual al cual la imagen se considera "enfocada" o "nítida". La imagen se puede capturar de modo que el objeto llene y/o cubra un área máxima de la imagen. En la etapa b) se puede seleccionar y usar la imagen de la pluralidad de imágenes en la que el objeto llena y/o cubre un área máxima de la imagen. El criterio espacial puede comprender al menos un umbral angular que se refiere a desviaciones admisibles respecto de una posición paralela al plano del dispositivo móvil con respecto a un plano arbitrario, por ejemplo del objeto. El criterio espacial puede depender de la distancia entre la cámara y el objeto. Por ejemplo, se pueden considerar admisibles desviaciones angulares respecto de una posición paralela al plano del dispositivo móvil que pueden ser inferiores a 25°, lo preferentemente inferiores a 20°, más preferentemente inferiores a 15°. La etapa b) puede comprender seleccionar la mejor imagen de la secuencia de imágenes, por ejemplo, la imagen que cumple mejor el criterio de selección predefinido o preespecificado. La secuencia de imágenes se puede capturar de forma continua durante al menos un intervalo de tiempo. La etapa b), por ejemplo la selección de la imagen, y/o la etapa c) se pueden realizar en línea, es decir, durante la captura de la secuencia de imágenes. La captura se puede repetir, por ejemplo, hasta que se determine que al menos una imagen cumple el criterio de selección.

Se puede proporcionar al usuario una indicación visual, tal como una guía visual, durante la captura de la imagen. La indicación visual se puede proporcionar al usuario antes de capturar la imagen. La indicación visual puede comprender al menos una instrucción, tal como un mensaje de texto y/o una instrucción gráfica. Por ejemplo, la indicación visual puede comprender una visualización del objeto o partes del objeto tal como una figura y/o un contorno del objeto. La indicación visual puede comprender un contorno del objeto o una región de referencia en el objeto, por ejemplo un marco que corresponde a una conformación del objeto, superpuesto en la pantalla del dispositivo móvil, que proporciona una guía visual para situar la cámara con respecto al objeto. La captura de la al menos una imagen se puede iniciar automáticamente en caso de que se determine que se puede cumplir el criterio de nitidez y/o el criterio espacial, en particular en caso de que se determine que el contorno del objeto de la indicación visual se superpone al objeto. La indicación visual puede depender del objeto usado en la etapa a). Por ejemplo, la indicación visual, tal como una silueta y/o un contorno del objeto, se puede determinar empíricamente y/o se puede almacenar en al menos una tabla de búsqueda y/o en al menos un almacenamiento de datos del dispositivo móvil, por ejemplo por un programa informático, específicamente por al menos una aplicación descargada de una tienda de aplicaciones o similar. Adicionalmente o de forma alternativa, se puede proporcionar una guía de audio u otro tipo de guía.

Como se usa en el presente documento, el término "objeto" se refiere a un objeto arbitrario que tiene propiedades de superficie predefinidas, en particular propiedades de superficie plana y/o propiedades de reflexión predefinidas. El objeto usado en la etapa a) se puede seleccionar del grupo que consiste en: al menos una superficie uniforme; una tarjeta de referencia; al menos una tira reactiva para detectar el analito en la muestra, teniendo la tira reactiva al menos un campo de prueba que comprende al menos un producto químico de prueba para realizar una reacción de detección óptica en presencia del analito; al menos un recipiente para tiras reactivas; al menos un envase, en particular de las tiras reactivas. El envase puede ser un envase seleccionado del grupo que consiste en: un envase para una única tira reactiva, un envase para una pluralidad de tiras reactivas tales como dos o más tiras reactivas, un recipiente para tiras reactivas. Por tanto, el propio objeto, tal como uno o más de un recipiente de tiras reactivas, un envase para recibir el al menos un elemento de prueba o la tira reactiva, o una parte del mismo, puede funcionar como objeto. En la etapa a), la distancia entre la cámara y el objeto puede ser de 0,03 m a 0,3 m, preferentemente de 0,03 a 0,15 m, lo más preferentemente de 0,03 a 0,1 m. Pueden ser posibles distancias incluso más pequeñas dependiendo, por ejemplo, del tipo de dispositivo móvil, el ángulo entre el objeto y la cámara y la profundidad del objeto.

El dispositivo móvil y el objeto se pueden situar de modo que la cámara del dispositivo móvil y el objeto, en particular al menos una superficie del objeto, estén esencialmente paralelos entre sí. Como se usa en el presente documento, el término "esencialmente paralelo" se refiere a condiciones en las que el objeto y la cámara son paralelos entre sí con una tolerancia de, por ejemplo, $\pm 20^\circ$ o menos, preferentemente una tolerancia de $\pm 10^\circ$ o menos, más preferentemente una tolerancia de $\pm 5^\circ$ o menos. El objeto puede comprender al menos un marcador de posición. Se puede determinar una posición y/u orientación relativas entre el objeto y la cámara usando el marcador de posición. Por ejemplo, el marcador de posición puede comprender al menos un marcador OpenCV ArUco. Las técnicas para determinar la posición usando el marcador OpenCV ArUco son, en general, conocidas para el experto en la técnica. Adicionalmente, el dispositivo móvil puede comprender al menos un sensor de posición adaptado para determinar una posición espacial, en particular una posición angular y/o al menos una orientación en el espacio. Por ejemplo, el objeto puede ser una superficie uniforme, por ejemplo de una mesa y/o una pared, y un usuario puede situar el dispositivo móvil de forma paralela a, por ejemplo por encima de, la

superficie uniforme. Por ejemplo, el objeto puede ser al menos un envase que tenga al menos una superficie uniforme, por ejemplo un envase cúbico. El dispositivo móvil y/o el envase se pueden situar en un plano paralelo entre sí. Por ejemplo, el objeto se puede colocar sobre una mesa y un usuario puede colocar el dispositivo móvil con respecto al objeto. Se puede dar una indicación visual al usuario cuando sitúa el objeto y el dispositivo móvil uno con respecto al otro para garantizar una orientación paralela. Específicamente, el dispositivo móvil puede comprender una pantalla. El dispositivo móvil se puede adaptar para dar la indicación visual en la pantalla. Por ejemplo, la indicación visual puede comprender al menos un aviso y/o al menos una instrucción para el usuario sobre cómo adaptar y/o cambiar y/o situar el dispositivo móvil con respecto al objeto y/o cómo adaptar y/o o cambiar y/o situar el objeto con respecto al dispositivo móvil. La indicación visual puede comprender al menos un mensaje de texto y/o al menos una instrucción gráfica. En particular, se puede proporcionar una indicación visual al usuario cuando se captura la imagen del objeto. La captura de la al menos una imagen se puede iniciar automáticamente en caso de que se determine que se puede cumplir la posición y/u orientación relativas. Esto puede permitir el funcionamiento en manos libres, específicamente la calibración y/o determinación del analito.

Como se usa en el presente documento, el término "la fuente de iluminación del dispositivo móvil" se refiere a una fuente de luz arbitraria del dispositivo móvil. El término "fuente de iluminación" se refiere a al menos un dispositivo adaptado para generar luz para iluminar el objeto. Como se usa en el presente documento, el término "luz" se refiere, en general, a la radiación electromagnética en uno o más del intervalo espectral visible, el intervalo espectral ultravioleta y el intervalo espectral infrarrojo. El término "intervalo espectral visible" se refiere, en general, a un intervalo espectral de 380 nm a 780 nm. Preferentemente, la luz, como se usa en la presente invención, es luz en el intervalo espectral visible. La fuente de iluminación puede comprender al menos un diodo emisor de luz integrado en el dispositivo móvil. La fuente de iluminación puede tener dos estados, un estado encendido en el que genera al menos un haz de luz para iluminar el objeto y un estado apagado en el que la fuente de iluminación está apagada. Como se usa en el presente documento, el término "se enciende" se refiere a que la fuente de iluminación se activa para iluminar el objeto o está en un estado encendido en el que genera el haz de luz para iluminar el objeto. El dispositivo móvil puede comprender otros dispositivos de iluminación, tales como al menos una fuente de iluminación adaptada para iluminar la pantalla, y/o la pantalla se puede diseñar como otra fuente de iluminación en sí misma.

El procedimiento de calibración puede comprender además evaluar si la fuente de iluminación está configurada o no para proporcionar suficiente intensidad de iluminación para realizar un procedimiento de detección. La evaluación de si la fuente de iluminación está configurada o no para proporcionar suficiente iluminación puede usar al menos un procedimiento de umbral. La suficiencia de la intensidad de iluminación puede depender de las propiedades de la superficie del objeto y/o de las condiciones de luz ambiental. En particular, en el caso de objetos brillantes que tienen altas propiedades de reflexión, puede ser suficiente una intensidad de luz menor en comparación con objetos oscuros que tienen bajas propiedades de reflexión. Además, en caso de condiciones de luz ambiental brillante, por ejemplo debido a la luz solar, se puede requerir una intensidad mayor en comparación con condiciones de luz ambiental apantallada.

Como se explica anteriormente, a partir de la imagen capturada en la etapa a), se determina al menos una primera área en la imagen que se ve afectada por la reflexión directa de la luz que se origina en la fuente de iluminación y es reflejada por el objeto. El término "primera área" se refiere a un área de conformación arbitraria en la imagen. En particular, la primera área puede ser una o más de al menos una franja, al menos un cuadrante, al menos un área de conformación rectangular, al menos un círculo. Por ejemplo, la primera área puede corresponder a un círculo con un radio del punto de luz generado por reflexiones directas en la imagen. La fuente de iluminación del dispositivo móvil puede iluminar el objeto. Sin embargo, en los dispositivos móviles, la fuente de iluminación y la cámara están situadas de modo que el objeto refleja, al menos parcialmente, un haz de luz generado por la fuente de iluminación, en particular la luz del *flash*. El término "afectado por la reflexión directa de la luz que se origina en la fuente de iluminación" se refiere a un punto de luz en la imagen generado por reflexión directa del haz de luz generado por la fuente de iluminación. El punto de luz en la imagen puede ser una región más brillante que las áreas circundantes de la imagen.

Se puede usar un análisis de histograma de la imagen para determinar la primera área en la etapa b). El análisis de histograma puede comprender determinar una posición de la primera área en la imagen. El análisis de histograma puede comprender determinar una intensidad máxima en la imagen y determinar una posición de la intensidad máxima en la imagen. La primera área se puede determinar usando al menos un umbral de intensidad en el análisis de histograma. El análisis de histograma puede comprender al menos un ajuste gaussiano bidimensional. Por ejemplo, las regiones de la imagen con intensidades superiores a 1σ se pueden considerar como primera área. El análisis de histograma se puede usar para determinar si la fuente de iluminación funciona suficientemente, es decir, si se genera una cantidad adecuada de luz para iluminar el objeto.

En la etapa c) se determina al menos una segunda área en la imagen que, esencialmente, no se superpone con la primera área y se devuelve la segunda área como un área objetivo para la localización de un campo de prueba de una tira reactiva en una etapa de detección posterior. La etapa de detección se realiza después del procedimiento de calibración. Por tanto, la etapa de detección puede no ser parte del procedimiento de calibración. El término "segunda área" se refiere a un área o zona de la imagen diferente de la primera área, en la que son posibles

pequeñas superposiciones de la primera y la segunda área. La segunda área puede ser una región continua de la imagen. Como se usa en el presente documento, el término "área objetivo" se refiere a una región en la que se puede localizar el campo de prueba de la tira reactiva en la etapa de detección posterior. La región objetivo puede ser una región predeterminada o preespecificada en la que se puede suponer que está localizado el campo de prueba de la tira reactiva durante la captura de la imagen. La segunda zona se puede determinar de modo que se eviten y/o minimicen, y/o al menos se reduzcan significativamente, las influencias debidas a la reflexión directa de la luz procedente de la fuente de iluminación. Se puede determinar que el área objetivo esté fuera de una zona, específicamente fuera de la primera área, que se ve afectada por la reflexión óptica directa de la luz procedente de la fuente de iluminación. Además, se puede determinar el área objetivo de modo que sea posible la determinación del analito, por ejemplo que el campo de prueba esté suficientemente iluminado y se encuentre dentro del campo visual de las cámaras. Se puede determinar que la segunda área sea un área de la imagen con una iluminación esencialmente homogénea. El término "iluminación esencialmente homogénea" se refiere a condiciones de iluminación homogénea con tolerancias de un 10 % o menos, preferentemente de un 5 % o menos, lo más preferentemente de un 1 % o menos. Se puede determinar que la segunda área sea un área con intensidades de iluminación por debajo de al menos un umbral de intensidad. Se puede seleccionar la segunda área de modo que se minimice la iluminación generada por el punto de luz procedente de reflexiones directas.

El procedimiento de detección, como se explicará a continuación, comprende al menos una etapa en la que se proporciona una indicación visual para que el usuario sitúe la tira reactiva con respecto a la cámara de modo que el campo de prueba esté localizado, al menos parcialmente, en el área objetivo. El área objetivo puede tener una conformación idéntica a la conformación o partes de la conformación de la tira reactiva. El área objetivo se puede configurar como un contorno o superposición de la tira reactiva. La indicación visual puede ser una superposición de la imagen en vivo de una cámara en una pantalla del dispositivo móvil con el área objetivo, por ejemplo el contorno de la tira reactiva. Por tanto, cuando la tira reactiva se sitúa en el campo visual de la cámara, la indicación visual mostrará una superposición del área objetivo y la tira reactiva, permitiendo al usuario hacer coincidir el área objetivo y situar fácilmente la tira reactiva.

Como se usa en el presente documento, el término "esencialmente no se superpone" se refiere a que la primera área y la segunda área son regiones espacialmente separadas. Sin embargo, pueden ser posibles regiones de superposición que no influyan en la determinación del analito. Por ejemplo, las áreas de la primera área y la segunda área se pueden superponer menos del 10 %, preferentemente menos del 5 %, lo más preferentemente menos del 1 %. Por ejemplo, la imagen capturada se puede segmentar en al menos cuatro segmentos, por ejemplo en cuadrantes. La primera área se puede asignar a al menos un primer segmento de la imagen. La segunda área se puede asignar a al menos un segundo segmento de la imagen diferente del primer segmento. Por ejemplo, se puede determinar que la primera área está en un cuadrante inferior izquierdo. Se puede asignar la segunda área a un cuadrante superior izquierdo y/o a un cuadrante superior derecho y/o a un cuadrante inferior derecho.

El término "devolver la segunda área como un área objetivo" se refiere a que se genera al menos una información de una localización del área objetivo. Se puede proporcionar la información de la localización del área objetivo, por ejemplo como aviso, a medios informáticos, por ejemplo a medios informáticos externos o medios informáticos del dispositivo móvil, tales como un procesador. Los medios informáticos pueden adaptar y/o generar la indicación visual para situar la tira reactiva y el dispositivo móvil uno con respecto al otro en base a la información de la localización del área objetivo.

En otro aspecto de la presente invención, se divulga un procedimiento de detección para detectar un analito en una muestra usando una cámara de un dispositivo móvil. El procedimiento comprende las siguientes etapas que, como ejemplo, se pueden realizar en el orden dado. Sin embargo, cabe señalar que también es posible un orden diferente. Además, también es posible realizar una o más de las etapas del procedimiento una vez o repetidamente. Además, es posible realizar dos o más de las etapas del procedimiento simultáneamente o de manera superpuesta en el tiempo. El procedimiento puede comprender otras etapas de procedimiento que no se enumeran. El procedimiento comprende las siguientes etapas:

- i) calibrar la cámara usando el procedimiento de calibración de acuerdo con la presente invención;
- ii) proporcionar al menos una tira reactiva para detectar el analito en la muestra, teniendo la tira reactiva al menos un campo de prueba que comprende al menos un producto químico de prueba para realizar una reacción de detección óptica en presencia del analito;
- iii) aplicar al menos una muestra al campo de prueba de la tira reactiva;
- iv) proporcionar una indicación visual para que el usuario sitúe la tira reactiva con respecto a la cámara de modo que el campo de prueba se localice, al menos parcialmente, en el área objetivo;
- v) capturar al menos una imagen del campo de prueba usando la cámara, en el que, durante dicha captura, se enciende la fuente de iluminación del dispositivo móvil; y

vi) determinar, a partir de la imagen capturada en la etapa v), la concentración del analito en la muestra.

Con respecto a modos de realización y a la definición del procedimiento de detección, se hace referencia a la descripción del procedimiento de calibración anterior y como se describe con más detalle a continuación. En particular, con respecto a la etapa de procedimiento i), se puede hacer referencia a la descripción del procedimiento de calibración anterior.

Como se usa en el presente documento, el término "indicación visual" se refiere a una guía visual para un usuario sobre cómo situar el dispositivo móvil y la tira reactiva uno con respecto al otro. El dispositivo móvil puede comprender una pantalla que se puede adaptar para mostrar la indicación visual. La indicación visual puede comprender al menos una instrucción para el usuario, tal como un mensaje de texto, por ejemplo un aviso, y/o al menos una instrucción gráfica. Por ejemplo, la indicación visual puede comprender una visualización de la tira reactiva o partes de las tiras reactivas, tal como una silueta y/o un contorno de la tira reactiva. La indicación visual puede ser, específicamente, una guía visual y puede ser o puede comprender un contorno, por ejemplo en una conformación de la tira reactiva, superpuesto en la pantalla del dispositivo móvil, proporcionando una guía visual para situar la cámara con respecto a la tira reactiva. La indicación visual puede comprender una visualización tanto del dispositivo móvil como de la tira reactiva uno con respecto al otro. La indicación visual puede comprender información de posicionamiento, tales como avisos de orientación y/o distancia, por ejemplo al menos una flecha y/o al menos un mensaje de texto. El término "localizado al menos parcialmente en el área objetivo" se refiere a que la tira reactiva y/o el dispositivo móvil se sitúan de modo que la tira reactiva se superponga y/o cubra y/o coincida completamente con el área objetivo con tolerancias de un 20 % o menos, preferentemente de un 10 % o menos, lo más preferentemente de un 5 % o menos.

La determinación de la concentración del analito puede comprender una detección óptica. Como se usa en el presente documento, el término "detección óptica" se refiere a la detección de una reacción usando un producto químico de prueba óptico, tal como un producto químico de prueba de cambio de color que cambia de color en presencia del analito. El cambio de color puede depender, específicamente, de la cantidad de analito presente en la muestra. La etapa vi) puede comprender analizar el color de un punto en el campo de prueba de la tira reactiva, comprendiendo dicho punto, al menos parcialmente, la muestra. Las técnicas para determinar el analito mediante detección óptica y, en particular, analizar el color del punto en el campo de prueba son, en general, conocidas para el experto en la técnica. Para evaluar la al menos una imagen y derivar la al menos una información analítica de la misma, se pueden usar varios algoritmos que, en general, son conocidos por el experto en la técnica en el campo de la analítica, tal como en el campo de la monitorización de la glucemia. Por tanto, como ejemplo, se puede evaluar un color del elemento de prueba, tal como un color de al menos un campo de prueba que tenga al menos un producto químico de prueba. Como ejemplo, al evaluar la imagen, se puede definir una región de interés dentro de la imagen del elemento de prueba, tal como una región de interés dentro de un campo de prueba del elemento de prueba, y se puede realizar un análisis del color, tal como un análisis estadístico. Como ejemplo, se puede definir una región de interés rectangular, cuadrada, poligonal, ovalada o circular dentro de la parte de la imagen que se reconoce como una imagen del campo de prueba. Posteriormente, se puede realizar un análisis estadístico del color de los píxeles dentro de la región de interés. Como ejemplo, se pueden derivar una o más coordenadas de color para los píxeles, y se puede realizar un análisis estadístico de las coordenadas de color sobre la región de interés. Como ejemplo, se puede determinar el centro de la distribución de la al menos una coordenada de color. El término "coordenada de color", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le debe dar su significado común y habitual para un experto en la técnica y no se debe limitar a un significado especial o personalizado. El término se puede referir específicamente, sin limitación, a la coordenada de un sistema de coordenadas de color arbitrario usado para describir un color usando coordenadas. Varios sistemas de coordenadas de color son, en general, conocidos por el experto en la técnica y también se pueden usar en el contexto de la presente invención. Por tanto, como ejemplo, se puede usar un sistema de coordenadas colorimétrico o un sistema de coordenadas que se base en la percepción humana, tal como el espacio de color CIE 1964, el sistema de color de Munsell u otros sistemas de coordenadas, tales como R, G, B, L, a, b.

Por tanto, para derivar la información analítica de la imagen, como ejemplo, se puede monitorizar una relación predeterminada o determinable entre la al menos una coordenada de color del elemento de prueba, tal como el campo de prueba. Como se explica anteriormente, el análisis estadístico se puede realizar sobre el elemento de prueba o una parte del mismo, tal como sobre un campo de prueba que contiene el al menos un producto químico de prueba y/o sobre una región de interés dentro del campo de prueba que contiene el al menos un producto químico de prueba. Por tanto, como ejemplo, se puede reconocer el al menos un campo de prueba dentro de la imagen del elemento de prueba, preferentemente de forma automática, por ejemplo, por reconocimiento de patrones y/u otros algoritmos, como se describe en los ejemplos a continuación. De nuevo, se pueden definir una o más regiones de interés dentro de la imagen parcial del campo de prueba. Sobre la región de interés se pueden determinar las coordenadas de color, por ejemplo, de nuevo, las coordenadas de color azul y/u otras coordenadas de color, por ejemplo, de nuevo, usando uno o más histogramas. El análisis estadístico puede comprender colocar una o más curvas de ajuste, tal como se describe anteriormente, en el al menos un histograma, determinando de este modo, por ejemplo, un centro de un pico. Por tanto, la reacción de formación de color se puede monitorizar usando una o más imágenes, en la que, para la una o más imágenes, usando análisis estadístico, se puede determinar el centro del pico, determinando de este modo un cambio de color dentro de la al menos una

5 coordinada. Una vez que la reacción de formación de color termina o ha alcanzado un punto final predeterminado o determinable, como el experto en la técnica conoce en general, por ejemplo, a partir de la monitorización de la glucemia, se puede determinar el cambio en la al menos una coordenada de color o una coordenada de color de punto final y se puede transformar, por ejemplo, en una concentración del analito en la muestra usando una correlación predeterminada o determinable entre la coordenada de color y la concentración. La correlación, como ejemplo, una función de transformación, una tabla de transformación o una tabla de búsqueda, se puede determinar, por ejemplo, empíricamente y, como ejemplo, se puede almacenar en al menos un dispositivo de almacenamiento de datos del dispositivo móvil, por ejemplo por el programa informático, específicamente por la aplicación descargada de una tienda de aplicaciones o similar.

10 Como se explicará con más detalle a continuación, el procedimiento de calibración y el procedimiento de detección se pueden implementar, total o parcialmente, en un ordenador, específicamente en un ordenador del dispositivo móvil, tal como un procesador del dispositivo móvil. Por tanto, específicamente, los procedimientos pueden comprender el uso de al menos un procesador e instrucciones de programa informático para realizar al menos las etapas de procedimiento b) y c) del procedimiento de calibración y/o una o más de las etapas de procedimiento i), iv) y vi) del procedimiento de detección. Específicamente, los procedimientos se pueden implementar, total o parcialmente, como las denominadas aplicaciones, por ejemplo para Android o iOS, y, como ejemplo, se pueden descargar desde una tienda de aplicaciones. Las instrucciones de programa informático, específicamente la aplicación, pueden proporcionar además instrucciones de usuario, por ejemplo mediante una o más de una pantalla, mediante instrucciones de audio u otras instrucciones, para respaldar las etapas de procedimiento del procedimiento de calibración y/o el procedimiento de detección. En las mismas, como se indica anteriormente, las etapas de procedimiento a), b) y c) también se pueden implementar por ordenador total o parcialmente, por ejemplo obteniendo automáticamente la al menos una imagen del al menos un objeto usando la cámara una vez que el objeto esté dentro de un campo visual de la cámara y/o dentro de un determinado intervalo dentro del campo visual. El procesador para realizar, específicamente, el procedimiento de calibración y/o el procedimiento de detección puede ser parte del dispositivo móvil.

25 Como se explica anteriormente, el dispositivo móvil puede ser, específicamente, un ordenador portátil y/o un dispositivo de comunicaciones móvil. Por tanto, específicamente, el dispositivo móvil se puede seleccionar del grupo que consiste en: un dispositivo de comunicaciones móvil, específicamente un teléfono inteligente; un ordenador portátil, específicamente un ordenador tipo *notebook*; un ordenador tipo tableta.

30 Como se indica anteriormente, se pueden implementar por ordenador o asistir por ordenador otras etapas de procedimiento, específicamente mediante un procesador del dispositivo móvil. Por tanto, como ejemplo, la guía visual para que un usuario sitúe el dispositivo móvil con respecto al objeto y/o la tira reactiva se puede implementar por ordenador o asistir por ordenador. Adicionalmente o de forma alternativa, se puede proporcionar una guía de audio u otro tipo de guía.

35 En otro aspecto, la presente invención se refiere a un programa informático como se define en las reivindicaciones. En particular, el programa se ejecuta en un ordenador o en una red informática, específicamente en un procesador de un dispositivo móvil que tiene al menos una cámara.

40 Por tanto, hablando en general, en el presente documento se divulga y propone un programa informático que incluye instrucciones ejecutables por ordenador para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con la presente invención en uno o más de los modos de realización incluidos en el presente documento cuando el programa se ejecuta en un ordenador o red informática. Específicamente, el programa informático se puede almacenar en un soporte de datos legible por ordenador. Por tanto, específicamente, una, más de una o incluso todas las etapas de procedimiento, como se indica anteriormente, se pueden realizar usando un ordenador o una red informática, preferentemente usando un programa informático. Específicamente, el ordenador puede estar integrado, total o parcialmente, en el dispositivo móvil, y los programas informáticos se pueden realizar, específicamente, como una aplicación de programa informático. De forma alternativa, sin embargo, al menos parte del ordenador también se puede localizar fuera del dispositivo móvil.

45 En el presente documento se divulga y propone además un soporte de datos que tiene una estructura de datos almacenada en el mismo que, después de cargarse en un ordenador o red informática, tal como en una memoria de trabajo o memoria principal del ordenador o red informática, puede ejecutar el procedimiento de detección de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento, específicamente una o más de las etapas de procedimiento mencionadas anteriormente.

50 En el presente documento se divulga y propone además un producto de programa informático con medios de código de programa almacenados en un soporte legible por máquina, para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento, cuando el programa se ejecuta en un ordenador o red informática. Como se usa en el presente documento, un producto de programa informático se refiere al programa como un producto comercializable. El producto puede existir, en general, en un formato arbitrario, tal como en un formato impreso o en un soporte de datos legible por ordenador. Específicamente, el producto de programa informático se puede distribuir a través de una red de datos.

Por último, en el presente documento se divulga y propone una señal de datos modulada que contiene instrucciones legibles por un sistema informático o red informática para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento, específicamente una o más de las etapas del procedimiento de calibración como se mencionan anteriormente.

Específicamente, en el presente documento se divulga además:

- un ordenador o una red informática que comprende al menos un procesador, en el que el procesador se adapta para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción,

- una estructura de datos que se puede cargar en un ordenador que se adapta para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción mientras se ejecuta la estructura de datos en un ordenador,

- un programa informático, en el que el programa informático se adapta para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción mientras se ejecuta el programa en un ordenador,

- un programa informático que comprende medios de programa para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción mientras se ejecuta el programa informático en un ordenador o en una red informática,

- un programa informático que comprende medios de programa de acuerdo con el modo de realización precedente, en el que los medios de programa se almacenan en un medio de almacenamiento legible para un ordenador,

- un medio de almacenamiento, en el que una estructura de datos se almacena en el medio de almacenamiento y en el que la estructura de datos se adapta para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción después de haberse cargado en un almacenamiento principal y/o de trabajo de un ordenador o de una red informática, y

- un producto de programa informático que tiene medios de código de programa, en el que los medios de código de programa se pueden almacenar o se almacenan en un medio de almacenamiento para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción, si los medios de código de programa se ejecutan en un ordenador o en una red informática.

En otro aspecto de la presente invención se divulga un programa informático para realizar al menos las etapas de procedimiento a), b) y c) del procedimiento de calibración como se describe en el presente documento, y las etapas de procedimiento iv) y vi) del procedimiento de detección como se describe en el presente documento mientras se ejecuta el programa informático en un ordenador o en una red informática, específicamente en un procesador del dispositivo móvil, en el que la captura de la imagen en la etapa a) se inicia automáticamente una vez que se detecta automáticamente la presencia del al menos un objeto dentro de un campo visual y/o dentro de un sector predeterminado del campo visual de la cámara.

Específicamente, el programa informático se puede almacenar en un soporte de datos legible por ordenador. Por tanto, específicamente, las etapas de procedimiento, como se indica anteriormente, se pueden realizar usando un ordenador o una red informática, preferentemente usando un programa informático. Específicamente, el ordenador puede estar integrado, total o parcialmente, en el dispositivo móvil, y los programas informáticos se pueden realizar, específicamente, como una aplicación de programa informático. De forma alternativa, sin embargo, al menos parte del ordenador también se puede localizar fuera del dispositivo móvil.

En el presente documento se divulga y propone además un soporte de datos que tiene una estructura de datos almacenada en el mismo que, después de cargarse en un ordenador o red informática, tal como en una memoria de trabajo o memoria principal del ordenador o red informática, puede ejecutar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento, específicamente una o más de las etapas de procedimiento mencionadas anteriormente.

En el presente documento se divulga y propone además un producto de programa informático con medios de código de programa almacenados en un soporte legible por máquina para realizar el procedimiento de detección de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento, cuando el programa se ejecuta en un ordenador o red informática. Como se usa en el presente documento, un producto de programa informático se refiere al programa como un producto comercializable. El producto puede existir, en general, en un formato arbitrario, tal como en un formato impreso o en un soporte de datos legible por ordenador.

Específicamente, el producto de programa informático se puede distribuir a través de una red de datos.

Por último, en el presente documento se divulga y propone una señal de datos modulada que contiene instrucciones legibles por un sistema informático o red informática para realizar el procedimiento de detección de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento, específicamente una o más de las etapas del procedimiento de detección como se mencionan anteriormente.

Específicamente, en el presente documento se divulga además:

- un ordenador o una red informática que comprende al menos un procesador, en el que el procesador se adapta para realizar el procedimiento de detección de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción,

- una estructura de datos que se puede cargar en un ordenador que se adapta para realizar el procedimiento de detección de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción mientras se ejecuta la estructura de datos en un ordenador,

- un programa informático, en el que el programa informático se adapta para realizar el procedimiento de detección de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción mientras se ejecuta el programa en un ordenador,

- un programa informático que comprende medios de programa para realizar el procedimiento de detección de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción mientras se ejecuta el programa informático en un ordenador o en una red informática,

- un programa informático que comprende medios de programa de acuerdo con el modo de realización precedente, en el que los medios de programa se almacenan en un medio de almacenamiento legible para un ordenador,

- un medio de almacenamiento, en el que una estructura de datos se almacena en el medio de almacenamiento y en el que la estructura de datos se adapta para realizar el procedimiento de detección de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción después de haberse cargado en un almacenamiento principal y/o de trabajo de un ordenador o de una red informática, y

- un producto de programa informático que tiene medios de código de programa, en el que los medios de código de programa se pueden almacenar o se almacenan en un medio de almacenamiento para realizar el procedimiento de detección de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción, si los medios de código de programa se ejecutan en un ordenador o en una red informática.

En otro aspecto de la presente invención, se divulga un dispositivo móvil para realizar una medición analítica. El dispositivo móvil comprende

- al menos una cámara;

- al menos una fuente de iluminación; y

- al menos un procesador, que comprende medios de programa para realizar el procedimiento de calibración de acuerdo con uno de los modos de realización precedentes, en el que la captura de la imagen se inicia automáticamente una vez que se detecta automáticamente la presencia del al menos un objeto dentro de un campo visual y/o dentro de un sector predeterminado del campo visual de la cámara.

Para la mayoría de los términos usados en el presente documento y las posibles definiciones, se puede hacer referencia a la descripción de los procedimientos anteriores.

El procesador puede comprender además medios de programa para realizar el procedimiento de detección de acuerdo con uno cualquiera de los modos de realización precedentes. El dispositivo móvil puede ser un dispositivo de comunicaciones móvil.

Los procedimientos y dispositivos de acuerdo con la presente invención pueden proporcionar un gran número de ventajas sobre los procedimientos y dispositivos conocidos para mediciones analíticas. La presente invención puede mejorar la fiabilidad y la facilidad de uso del proceso de realizar una medición analítica, en comparación con los procesos conocidos en la técnica. Específicamente, la presente invención puede mejorar la fiabilidad y facilidad de uso de una aplicación, por ejemplo una aplicación, que incluye instrucciones ejecutables por ordenador para realizar una medición analítica, en comparación con aplicaciones o programas informáticos conocidos. En particular, la presente invención puede permitir garantizar condiciones de captura de imágenes robustas, en

particular no variables, para diferentes dispositivos móviles y/o configuraciones de hardware de cámara, tales como diferentes posiciones del *flash* LED con respecto a la cámara para cada dispositivo móvil específico. Específicamente, esto se garantiza situando dinámicamente un contorno de tira reactiva, tal como un marco de la tira reactiva para el reconocimiento de tiras reactivas, en la pantalla de un dispositivo móvil fuera de la zona que se ve afectada por la reflexión óptica directa de la luz que se origina inicialmente en la fuente de iluminación y se refleja por la tira reactiva. La invención puede proporcionar una mayor fiabilidad y exactitud de las aplicaciones o programas informáticos que usan las imágenes de la cámara del teléfono móvil porque esencialmente se evita, o al menos se reduce significativamente, el impacto del brillo.

10 Breve descripción de las figuras

Otros rasgos característicos y modos de realización opcionales se divulgarán con más detalle en la posterior descripción de los modos de realización, preferentemente junto con las reivindicaciones dependientes. En las mismas, los rasgos característicos opcionales respectivos se pueden realizar de forma aislada, así como en cualquier combinación factible arbitraria, como se dará cuenta el experto en la técnica. El alcance de la invención no está restringido por los modos de realización preferentes. Los modos de realización se representan esquemáticamente en las figuras. En las mismas, los números de referencia idénticos en estas figuras se refieren a elementos idénticos o funcionalmente comparables.

20 En las figuras:

la figura 1 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de calibración y un procedimiento para detectar un analito;

25 la figura 2 muestra una vista en perspectiva de un modo de realización de un dispositivo móvil para realizar un procedimiento de calibración de acuerdo con la presente invención,

las figuras 3A y 3B muestran modos de realización de imágenes capturadas por el dispositivo móvil; y

30 las figuras 4A y 4B muestran modos de realización de indicaciones visuales.

Descripción detallada de los modos de realización

35 En la figura 1 se muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de calibración 110 para calibrar una cámara 112 de un dispositivo móvil 114 para detectar un analito en una muestra y de un procedimiento para detectar un analito 115. El procedimiento de calibración 110 comprende las siguientes etapas:

40 a) (indicada con el número de referencia 118) capturar al menos una imagen de al menos un objeto 116 usando la cámara 112, en el que, durante dicha captura, se enciende una fuente de iluminación 120 del dispositivo móvil 114;

45 b) (indicada con el número de referencia 122) determinar, a partir de la imagen capturada en la etapa a), al menos una primera área 124 en la imagen que se ve afectada por la reflexión directa de la luz que se origina en la fuente de iluminación 120 y es reflejada por el objeto 116; e

c) (indicada con el número de referencia 126) determinar al menos una segunda área 128 en la imagen que esencialmente no se superpone con la primera área 124 y devolver la segunda área 128 como un área objetivo 130 para la localización de un campo de prueba 132 de una tira reactiva 134 en una etapa de detección posterior.

50 En la figura 2 se muestra un dispositivo móvil 114 para realizar el procedimiento de calibración 110 en una vista en perspectiva. Además, se muestra el al menos un objeto 116. El objeto 116 se puede seleccionar del grupo que consiste en: al menos una superficie uniforme; una tarjeta de referencia; la al menos una tira reactiva 134 para detectar el analito en la muestra, teniendo la tira reactiva 134 al menos un campo de prueba 132 que comprende al menos un producto químico de prueba para realizar una reacción de detección óptica en presencia del analito; al menos un recipiente para tiras reactivas; al menos un envase 136, en particular de las tiras reactivas 134. En el modo de realización mostrado en la figura 2, el objeto 116 puede ser un envase 136. En la etapa a) 118, una distancia entre la cámara 112 y el objeto 116 puede ser de 0,03 m a 0,3 m, preferentemente de 0,03 a 0,15 m, lo más preferentemente de 0,03 a 0,1 m.

60 El dispositivo móvil 114 y el objeto 116 se pueden situar de modo que la cámara 112 del dispositivo móvil 114 y el objeto 116, en particular al menos una superficie del objeto 116, estén esencialmente paralelos entre sí. El objeto 116 puede comprender al menos un marcador de posición 138, por ejemplo al menos un marcador OpenCV ArUco. Se puede determinar una posición y/u orientación relativas entre el objeto 116 y la cámara 112 usando el marcador de posición 138, en particular el marcador OpenCV ArUco. Como se muestra en la figura 2, el objeto 116 puede ser el al menos un envase 136 que tiene al menos una superficie uniforme que comprende el al menos un marcador de posición 138. Por ejemplo, el envase 136 puede ser un envase cúbico. El dispositivo móvil 114 y/o el envase 136 se

5 pueden situar en un plano paralelo entre sí. Por ejemplo, el objeto 116 se puede colocar sobre una mesa y un usuario puede colocar el dispositivo móvil 114 con respecto al objeto 116. Se puede proporcionar una indicación visual al usuario cuando sitúa el objeto 116 y el dispositivo móvil 114 uno con respecto al otro. Específicamente, el dispositivo móvil 114 puede comprender una pantalla 140 y se puede proporcionar una indicación visual en la pantalla 140. El dispositivo móvil 114 puede comprender al menos un procesador 142. El procesador 142 se puede adaptar para generar la indicación visual. Por ejemplo, la indicación visual puede comprender al menos un aviso y/o al menos una instrucción para el usuario sobre cómo adaptar y/o cambiar y/o situar el dispositivo móvil 114 con respecto al objeto 116 y/o cómo adaptar y/o o cambiar y/o situar el objeto 116 con respecto al dispositivo móvil 114. La indicación visual puede comprender al menos un mensaje de texto y/o al menos una instrucción gráfica. En particular, se puede proporcionar una indicación visual al usuario cuando se captura la imagen del objeto 116. La captura de la al menos una imagen se puede iniciar automáticamente en caso de que se determine que se puede cumplir la posición y/u orientación relativas. Esto puede permitir el funcionamiento en manos libres, específicamente la calibración y/o determinación del analito.

10

15 La fuente de iluminación 120 puede comprender al menos un diodo emisor de luz integrado en el dispositivo móvil 114. La fuente de iluminación 120 puede tener dos estados, un estado encendido en el que genera un haz de luz para iluminar el objeto 116 y un estado apagado en el que la fuente de iluminación 120 está apagada. El dispositivo móvil 114 puede comprender otros dispositivos de iluminación tales como al menos una fuente de iluminación que ilumina la pantalla 140, y/o la pantalla 140 se puede diseñar como otra fuente de iluminación en sí misma. El procedimiento de calibración 110 puede comprender además evaluar si la fuente de iluminación 120 está configurada o no para proporcionar suficiente intensidad de iluminación para realizar un procedimiento de detección. La evaluación de si la fuente de iluminación 120 está configurada o no para proporcionar suficiente iluminación puede usar al menos un procedimiento de umbral. La suficiencia de la intensidad de iluminación puede depender de las propiedades de la superficie del objeto 116 y/o de las condiciones de luz ambiental. En particular, en el caso de objetos brillantes 116 que tienen altas propiedades de reflexión, puede ser suficiente una intensidad de luz menor en comparación con objetos oscuros 116 que tienen bajas propiedades de reflexión. Además, en caso de condiciones de luz ambiental brillante, por ejemplo debido a la luz solar, se puede requerir una intensidad mayor en comparación con condiciones de luz ambiental apantallada.

20

25

30 En la etapa a) 118 se puede capturar una única imagen del objeto 116 y/o se puede capturar una pluralidad de imágenes del objeto 116, tal como una secuencia de imágenes. Por ejemplo, la captura de la imagen puede comprender grabar de forma continua una secuencia de imágenes, tal como un vídeo o una película. La captura en la etapa a) 118 puede tener lugar en un lapso de tiempo de menos de 1 s, preferentemente en un lapso de tiempo de menos de 0,5 s, más preferentemente en un lapso de tiempo de menos de 0,1 s. La captura de la al menos una imagen del objeto se puede iniciar por la acción del usuario o se puede iniciar automáticamente, por ejemplo una vez que se detecta automáticamente la presencia del al menos un objeto 116 dentro de un campo visual y/o dentro de un sector predeterminado del campo visual de la cámara 112. Estas técnicas de adquisición automática de imágenes son conocidas, por ejemplo, en el campo de los lectores de códigos de barras automáticos, tales como en las aplicaciones de lectura automática de códigos de barras.

35

40

45 Por ejemplo, en la etapa a) 118 se pueden capturar una pluralidad de imágenes. La pluralidad de imágenes puede comprender la al menos una secuencia de imágenes. En la etapa b) 122 se pueden seleccionar y usar al menos una imagen de la pluralidad de imágenes que cumpla al menos un criterio de selección predefinido y/o preespecificado. El criterio de selección predefinido y/o preespecificado se puede proporcionar en una tabla de búsqueda y/o se puede determinar de forma empírica o semiempírica. Como ejemplo, el criterio de selección se puede almacenar además en un dispositivo de almacenamiento comprendido por el dispositivo móvil 114. Específicamente, el criterio de selección se puede almacenar en el dispositivo de almacenamiento por un programa informático, más específicamente por una aplicación. El criterio de selección predefinido o preespecificado se puede seleccionar del grupo que consiste en al menos un criterio de nitidez; al menos un criterio espacial; condiciones de luz ambiental. El criterio de nitidez puede comprender al menos un umbral de nitidez por encima del cual o igual al cual la imagen se considera "enfocada" o "nítida". El criterio espacial puede comprender al menos un umbral de ángulo que se refiere a desviaciones admisibles respecto de una posición paralela al plano del dispositivo móvil 114 con respecto a un plano arbitrario, por ejemplo del objeto 116. La etapa b) 122 puede comprender seleccionar la mejor imagen de la secuencia de imágenes, por ejemplo la imagen que cumple mejor el criterio de selección predefinido o preespecificado. La secuencia de imágenes se puede capturar de forma continua durante al menos un intervalo de tiempo. La etapa b) 122, por ejemplo la selección de la imagen, y/o la etapa c) 126, se pueden realizar en línea, es decir, durante la captura de la secuencia de imágenes. La captura se puede repetir, por ejemplo, hasta que se determine que al menos una imagen cumple el criterio de selección. Como se explica anteriormente, se puede proporcionar una indicación visual, tal como guía visual, al usuario cuando se captura la imagen del objeto 116. Por ejemplo, la indicación visual puede comprender una visualización del objeto 116 o partes del objeto 116, tal como una silueta y/o un contorno del objeto 116. La indicación visual puede comprender un contorno del objeto 116 o una región de referencia en el objeto 116, por ejemplo un marco que corresponde a una conformación del objeto 116, superpuesto en la pantalla 140 del dispositivo móvil 114, proporcionando una guía visual para situar la cámara 112 con respecto al objeto 116. La captura de la al menos una imagen del objeto 116 se puede iniciar automáticamente en caso de que se determine que se puede cumplir el criterio de nitidez y/o el criterio espacial, en particular en caso de que se determine que el contorno del objeto 116

50

55

60

65

de la indicación visual se superpone al objeto 116. Adicionalmente o de forma alternativa, se puede proporcionar una guía de audio u otro tipo de guía.

5 Las figuras 3A y 3B muestran modos de realización de imágenes capturadas por el dispositivo móvil 114. A partir de la imagen capturada en la etapa a) 118, se determina al menos una primera área 124 en la imagen que se ve afectada por la reflexión directa de la luz que se origina en la fuente de iluminación 120 y es reflejada por el objeto 116. Como se muestra en las figuras 3A y 3B, se genera un punto de luz 144 en la imagen por reflexión directa de un haz de luz 146 generado por la fuente de iluminación 120. El punto de luz 144 en la imagen puede ser una región más brillante que las áreas circundantes de la imagen. Se puede usar un análisis de histograma de la imagen para determinar la primera área 124 en la etapa b) 122. El análisis de histograma puede comprender determinar una posición de la primera área 124 en la imagen. El análisis de histograma puede comprender determinar una intensidad máxima en la imagen y determinar una posición de la intensidad máxima en la imagen. La primera área 124 se puede determinar usando al menos un umbral de intensidad en el análisis de histograma. El análisis de histograma puede comprender al menos un ajuste gaussiano bidimensional. Por ejemplo, las regiones de la imagen con intensidades superiores a 1σ se pueden considerar como primera área 124. Las imágenes mostradas en las figuras 3A y 3B se pueden segmentar en al menos cuatro segmentos, por ejemplo en cuadrantes. La primera área 124 se puede asignar a al menos un primer segmento de la imagen. Por ejemplo, en la imagen mostrada en la figura 3A, se puede determinar que la primera área 124 se localice en los dos segmentos superiores del cuadrante. Por ejemplo, en la imagen mostrada en la figura 3B, se puede determinar que la primera área 124 se localice en los dos segmentos inferiores.

25 En la etapa c) 126 se determina al menos una segunda área 128 en la imagen que esencialmente no se superpone con la primera área 124 y se devuelve la segunda área 128 como un área objetivo 130 para la localización del campo de prueba 132 de la tira reactiva 134 en la etapa de detección posterior. La segunda área 128 se puede determinar de modo que se eviten, y/o al menos se reduzcan significativamente, las influencias debidas a la reflexión directa de la luz procedente de la fuente de iluminación 120. Se puede determinar que el área objetivo 130 esté fuera de una zona, específicamente fuera de la primera área 124, que se ve afectada por la reflexión óptica directa de la luz procedente de la fuente de iluminación 120. Además, se puede determinar el área objetivo 130 de modo que sea posible la determinación del analito, por ejemplo que el campo de prueba 132 esté suficientemente iluminado y se encuentre dentro del campo visual de las cámaras 112. Se puede determinar que la segunda área 128 sea un área de la imagen con una iluminación esencialmente homogénea. Se puede determinar que la segunda área 128 sea un área con intensidades de iluminación por debajo de al menos un umbral de intensidad. Se puede seleccionar la segunda área de modo que se minimice la iluminación generada por el punto de luz procedente de reflexiones directas. Por tanto, se puede determinar que la segunda área 128 se localice en al menos otro segmento de la imagen diferente del primer segmento en el que se determinó la primera área 124. Además, se puede determinar que la segunda área 128 esté suficientemente separada de los bordes de la imagen para permitir una iluminación suficiente por la fuente de luz y para evitar efectos de borde debidos a los bordes de la imagen. Las figuras 3A y 3B muestran las segundas áreas 128 determinadas y las respectivas regiones objetivo 130. En la figura 3A, donde se determinó que la primera área 124 estaba localizada en los dos segmentos superiores, se puede determinar que la segunda área 128 esté localizada en uno o ambos de los dos segmentos inferiores del cuadrante. En la figura 3B, donde se determinó que la primera área 124 estaba localizada en los dos segmentos inferiores, se puede determinar que la segunda área 128 esté en los dos segmentos superiores.

45 Se puede proporcionar la información de la localización del área objetivo 130, por ejemplo como aviso, a medios informáticos, por ejemplo a medios informáticos externos o medios informáticos del dispositivo móvil 114, tales como al procesador 142. El procesador 142 puede adaptar y/o generar la indicación visual para situar la tira reactiva 134 y el dispositivo móvil 114 uno con respecto al otro en base a la información de la localización del área objetivo 130.

50 El procedimiento de detección 115 comprende la etapa 146 de proporcionar la al menos una tira reactiva 134 para detectar el analito en la muestra. La figura 2 muestra un modo de realización de la tira reactiva 134 que tiene el al menos un campo de prueba 132 que comprende al menos un producto químico de prueba para realizar una reacción de detección óptica en presencia del analito. El procedimiento de detección 115 comprende la etapa 148 de aplicar al menos una muestra al campo de prueba 132 de la tira reactiva 134.

55 El procedimiento de detección 115 comprende la etapa 152 de proporcionar una indicación visual 150 para que el usuario sitúe la tira reactiva 134 con respecto a la cámara 112 de modo que el campo de prueba 132 se localice, al menos parcialmente, en el área objetivo 130. El área objetivo 130 puede tener una conformación idéntica a la conformación o partes de la conformación de la tira reactiva 134. El área objetivo 130 se puede configurar como un contorno o superposición de la tira reactiva 134. La indicación visual 150 puede ser una superposición de la imagen en vivo de una cámara en la pantalla 140 del dispositivo móvil 114 con el área objetivo 130, por ejemplo el contorno de la tira reactiva 134. Por tanto, cuando la tira reactiva 134 se sitúa en el campo visual de la cámara 112, la indicación visual 150 mostrará una superposición del área objetivo 130 y la tira reactiva 134, permitiendo al usuario hacer coincidir el área objetivo 130 y situar fácilmente la tira reactiva 134. La indicación visual 150 puede comprender al menos una instrucción para el usuario, tal como un mensaje de texto, por ejemplo un aviso, y/o al menos una instrucción gráfica. Por ejemplo, la indicación visual puede comprender una visualización de la tira

reactiva 134 o partes de las tiras reactivas 134, tal como una silueta y/o un contorno de la tira reactiva 134. La indicación visual 150 puede ser, específicamente, una guía visual y puede ser o puede comprender un contorno, por ejemplo en una conformación de la tira reactiva 134, superpuesto en la pantalla 140 del dispositivo móvil 114, proporcionando una guía visual para situar la cámara con respecto a la tira reactiva 134. La indicación visual 150 puede comprender una visualización tanto del dispositivo móvil 114 como de la tira reactiva 114 uno con respecto al otro. La indicación visual 150 puede comprender información de posicionamiento, tales como avisos de orientación y/o distancia, por ejemplo al menos una flecha y/o al menos un mensaje de texto. Las figuras 4A y 4B muestran modos de realización de indicaciones visuales 150 en la pantalla 140 del dispositivo móvil 114. En la figura 4A, la indicación visual 150 puede comprender una superposición 154 correspondiente a la tira reactiva 134 que se usará en el procedimiento de detección 115. La superposición 154 se puede determinar empíricamente y/o se puede almacenar en al menos una tabla de búsqueda y/o en al menos un almacenamiento de datos del dispositivo móvil, por ejemplo por un programa informático, específicamente por al menos una aplicación descargada de una tienda de aplicaciones o similar. Además, en la pantalla 140 se puede mostrar la imagen en vivo de la cámara de la tira reactiva 134 de modo que el usuario pueda adaptarla para que la superposición 154 y la tira reactiva 134 coincidan. En la figura 4B se muestra otra indicación visual 150. En particular, la indicación visual 150 puede comprender un mensaje de texto y una indicación gráfica que solicita al usuario que cambie el lateral de la tira reactiva.

El procedimiento de detección 115 comprende la etapa 156 de capturar al menos una imagen del campo de prueba 132 usando la cámara 112, en el que, durante dicha captura, se enciende la fuente de iluminación 120 del dispositivo móvil 114. El procedimiento de detección 115 comprende la etapa 158 en la que, a partir de la imagen capturada en la etapa 156 previa, se determina la concentración del analito en la muestra.

Lista de números de referencia

- 25 110 procedimiento de calibración
- 112 cámara
- 30 114 dispositivo móvil
- 115 procedimiento para detectar un analito
- 116 objeto
- 35 118 etapa a)
- 120 fuente de iluminación
- 40 122 etapa b)
- 124 primera área
- 126 etapa c)
- 45 128 segunda área
- 130 área objetivo
- 50 132 campo de prueba
- 134 tira reactiva
- 136 envase
- 55 138 marcador de posición
- 140 pantalla
- 60 142 procesador
- 144 punto de luz
- 146 haz de luz
- 65 148 etapa de procedimiento

	150	indicación visual
5	152	etapa de procedimiento
	154	superposición
	156	etapa de procedimiento
10	158	etapa de procedimiento

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de calibración (110) para calibrar una cámara (112) de un dispositivo móvil (114) para detectar un analito en una muestra, que comprende:
- 5 a) (118) capturar al menos una imagen de al menos un objeto (116) usando la cámara (112), en el que, durante dicha captura, se enciende una fuente de iluminación (120) del dispositivo móvil (114);
- 10 b) (122) determinar, a partir de la imagen capturada en la etapa a), al menos una primera área (124) en la imagen que se ve afectada por la reflexión directa de la luz que se origina en la fuente de iluminación (120) y es reflejada por el objeto (116); y
- 15 c) (126) determinar al menos una segunda área (128) en la imagen que esencialmente no se superpone con la primera área (124) y devolver la segunda área (128) como un área objetivo (130) para la localización de un campo de prueba (132) de una tira reactiva (134) en una etapa de detección posterior, en el que la etapa de detección se realiza después el procedimiento de calibración.
- 20 2. El procedimiento de calibración (110) de acuerdo con la reivindicación precedente, en el que se usa un análisis de histograma de la imagen para determinar la primera área (124) en la etapa b) (122).
3. El procedimiento de calibración (110) de acuerdo con la reivindicación precedente, en el que la primera área (124) se determina usando al menos un umbral de intensidad en el análisis de histograma.
- 25 4. El procedimiento de calibración (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el procedimiento de calibración (110) tiene en cuenta además una perspectiva y/o un ángulo entre la cámara (112) y el objeto (116).
- 30 5. El procedimiento de calibración (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, en la etapa a) (118), se captura una pluralidad de imágenes, en el que la pluralidad de imágenes comprende al menos una secuencia de imágenes, y en el que, en la etapa b) (122), se selecciona y usa al menos una imagen de la pluralidad de imágenes que cumple al menos un criterio de selección predefinido.
- 35 6. El procedimiento de calibración (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, en la etapa a) (118), una distancia entre la cámara (112) y el objeto (116) es de 0,03 m a 0,3 m, preferentemente de 0,03 a 0,15 m, lo más preferentemente de 0,03 a 0,1 m.
- 40 7. El procedimiento de calibración (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el objeto (116) usado en la etapa a) (118) se selecciona del grupo que consiste en: al menos una superficie uniforme; una tarjeta de referencia; al menos una tira reactiva (134) para detectar el analito en la muestra; al menos un recipiente para tiras reactivas; al menos un envase (136).
- 45 8. El procedimiento de calibración (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la fuente de iluminación (110) del dispositivo móvil (114) comprende al menos un diodo emisor de luz integrado en el dispositivo móvil (114).
- 50 9. El procedimiento de calibración (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la captura en la etapa a) (118) tiene lugar en un lapso de tiempo de menos de 1 s, preferentemente en un lapso de tiempo de menos de 0,5 s, más preferentemente en un lapso de tiempo de menos de 0,1 s.
- 55 10. Un procedimiento de detección (115) para detectar un analito en una muestra usando una cámara (112) de un dispositivo móvil (114), comprendiendo el procedimiento:
- 55 i) calibrar la cámara (112) usando el procedimiento de calibración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes;
- 60 ii) proporcionar al menos una tira reactiva (134) para detectar el analito en la muestra, teniendo la tira reactiva (134) al menos un campo de prueba (132) que comprende al menos un producto químico de prueba para realizar una reacción de detección óptica en presencia del analito;
- 60 iii) aplicar al menos una muestra al campo de prueba (132) de la tira reactiva (134);
- 65 iv) proporcionar una indicación visual (150) para que el usuario sitúe la tira reactiva (134) con respecto a la cámara (112) de modo que el campo de prueba (132) se localice, al menos parcialmente, en el área objetivo (130);
- v) capturar al menos una imagen del campo de prueba (134) usando la cámara (112), en el que, durante dicha captura, se enciende la fuente de iluminación (120) del dispositivo móvil (114); y

vi) determinar, a partir de la imagen capturada en la etapa v), la concentración del analito en la muestra.

5 11. El procedimiento de detección (115) de acuerdo con la reivindicación precedente, en el que la etapa vi) comprende analizar el color de un punto en el campo de prueba (132) de la tira reactiva (134), comprendiendo dicho punto, al menos parcialmente, la muestra.

10 12. Un programa informático que comprende medios de programa para realizar al menos las etapas de procedimiento b) y c) del procedimiento de calibración (110) de acuerdo con la reivindicación 1 mientras se ejecuta el programa informático en un ordenador o en una red informática, específicamente en un procesador del dispositivo móvil (114).

15 13. Un programa informático de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además medios de programa para realizar al menos la etapa de procedimiento a) del procedimiento de calibración (110) de acuerdo con la reivindicación 1, y las etapas de procedimiento iv) y vi) del procedimiento de detección (115) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11 mientras se ejecuta el programa informático en un ordenador o en una red informática, específicamente en un procesador del dispositivo móvil (114), en el que la captura de la imagen en la etapa a) se inicia automáticamente una vez que se detecta automáticamente la presencia del al menos un objeto dentro de un campo visual y/o dentro de un sector predeterminado del campo visual de la cámara.

20 14. Un dispositivo móvil (114), que comprende:

- al menos una cámara (112);

25 - al menos una fuente de iluminación (120); y

- al menos un procesador (142), que comprende medios de programa para realizar el procedimiento de calibración (110) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes que se refieren a un procedimiento de calibración, en el que la captura de la imagen se inicia automáticamente una vez que se detecta automáticamente la presencia del al menos un objeto dentro de un campo visual y/o dentro de un sector predeterminado del campo visual de la cámara.

30 15. El dispositivo móvil (114) de acuerdo con la reivindicación precedente, en el que el procesador (142) comprende además medios de programa para realizar al menos las etapas de procedimiento iv) y vi) del procedimiento de detección (115) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes que se refieren a un procedimiento de detección.

35

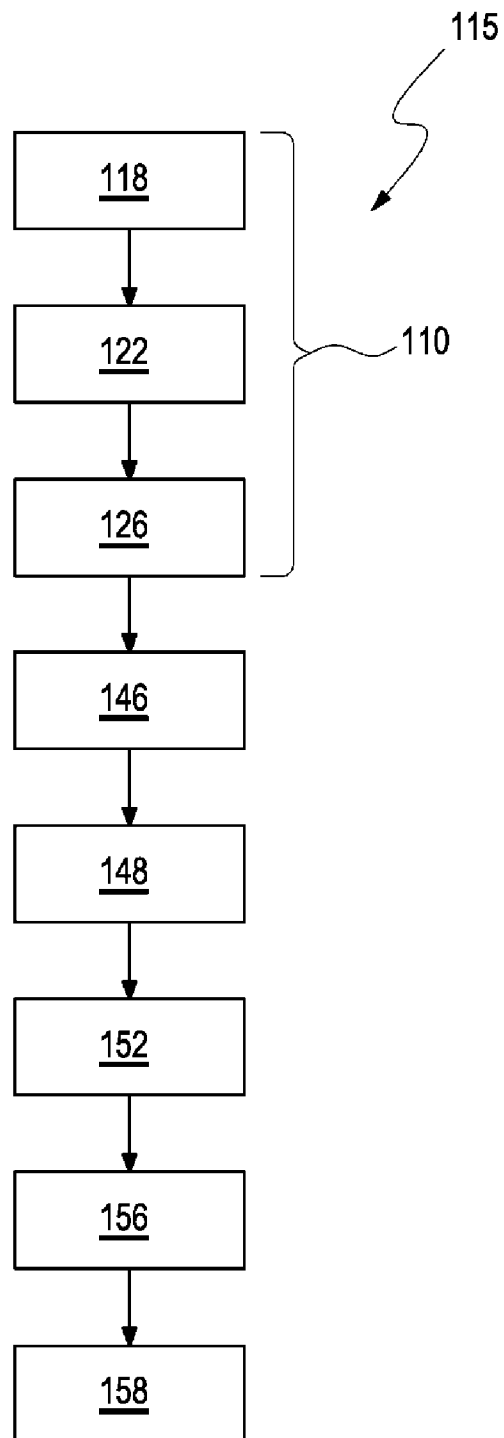


Fig. 1

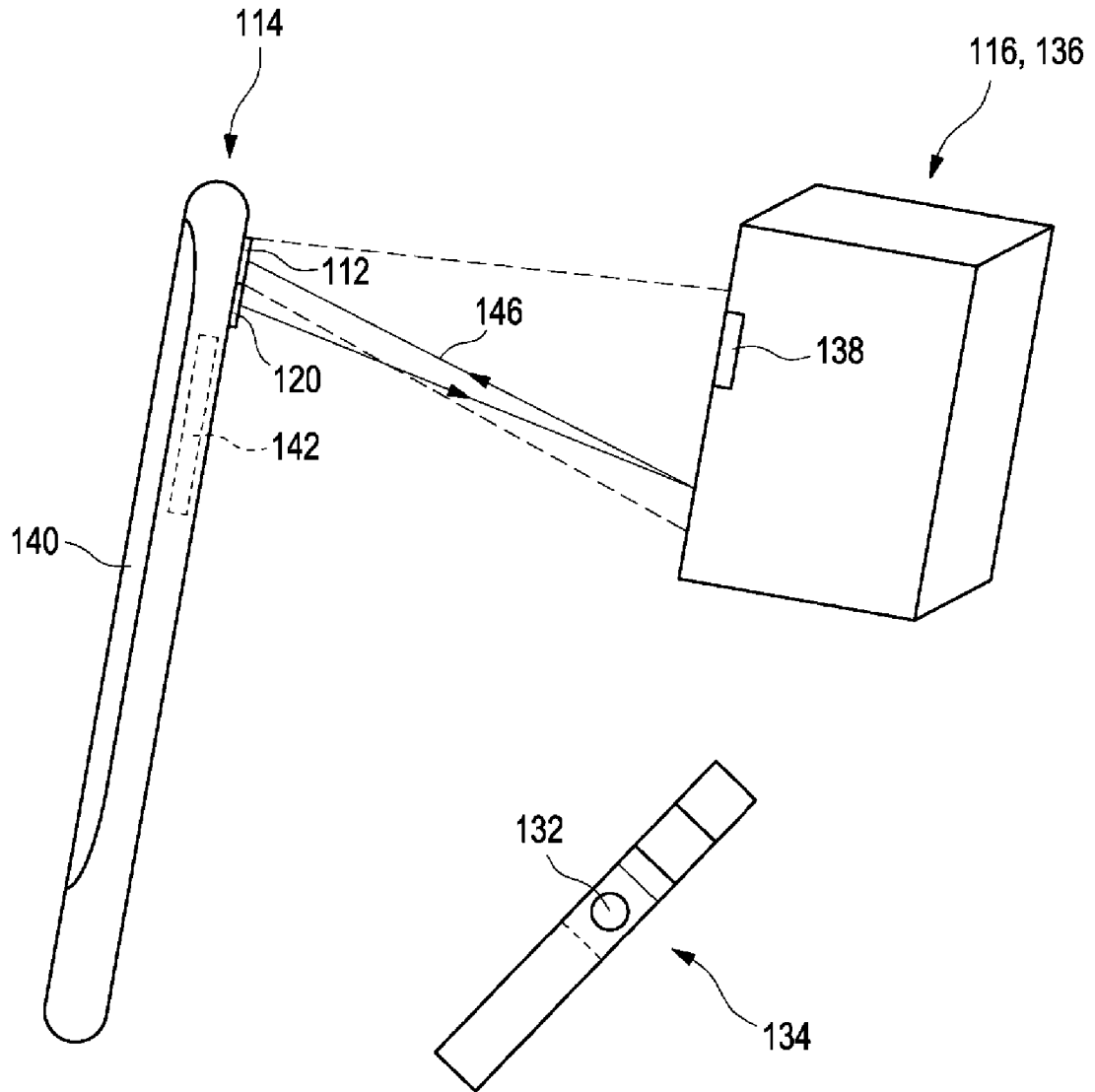


Fig. 2

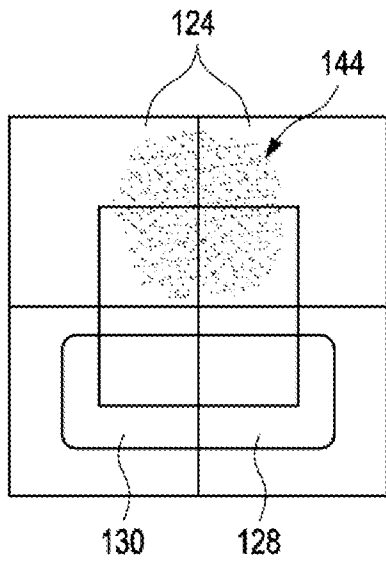


Fig. 3 A

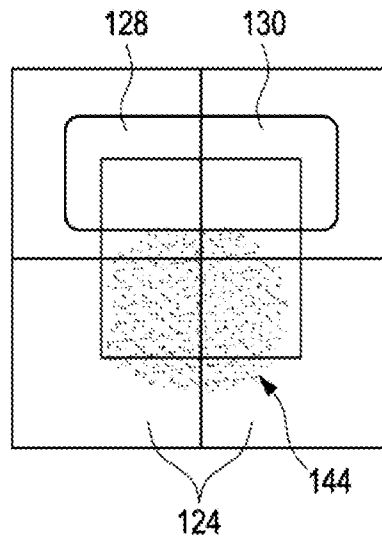


Fig. 3 B

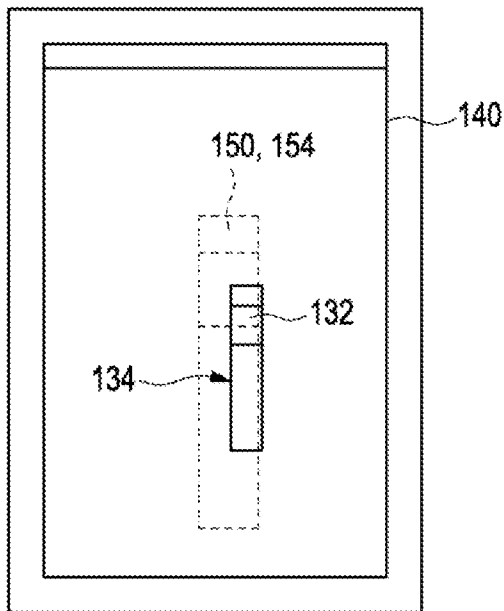


Fig. 4 A

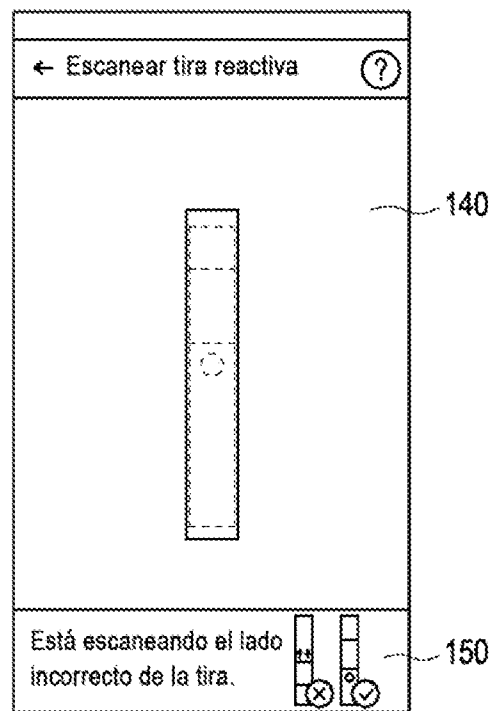


Fig. 4 B