

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 523**

51 Int. Cl.:

G01N 21/84 (2006.01)

G01N 21/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2020** **PCT/EP2020/067444**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2020** **WO20260246**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2020** **E 20733814 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024** **EP 3990902**

54 Título: **Procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal y dispositivo móvil configurado para determinar una concentración de un analito en un líquido corporal**

30 Prioridad:

26.06.2019 EP 19182555

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

29.10.2024

73 Titular/es:

F. HOFFMANN-LA ROCHE AG (100.0%)
Grenzacherstrasse 124
4070 Basel, CH

72 Inventor/es:

BERG, MAX;
HAILER, FREDRIK;
LIMBURG, BERND;
SKURIDINA, DARIA;
TUERCK, VOLKER y
WINKELNKEMPER, MOMME

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 984 523 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal y dispositivo móvil configurado para determinar una concentración de un analito en un líquido corporal

Campo técnico

La presente solicitud se refiere a un procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara. La invención se refiere además a un programa informático. La invención se refiere además a un dispositivo móvil que tiene una cámara y un procesador, estando configurado el procesador para funcionar para determinar una concentración de un analito en un líquido corporal. La invención se refiere además a un kit para determinar una concentración de un analito en un líquido corporal, comprendiendo el kit al menos un dispositivo móvil que tiene una cámara y un procesador y al menos una tira reactiva óptica que tiene al menos un campo de prueba.

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. Sin limitar el alcance, la invención se describirá específicamente con respecto a mediciones de glucemia. Cabe señalar, sin embargo, que la presente invención también se puede usar para otros tipos de mediciones analíticas usando tiras reactivas.

En general, los dispositivos y procedimientos conocidos para el experto en la técnica hacen uso de tiras reactivas 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, a 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.

Típicamente, se supervisan uno o más cambios ópticamente detectables en el producto químico de prueba para derivar la concentración del al menos un analito que se va a detectar a partir de estos cambios. Para detectar el al menos un cambio de propiedades ópticas del campo de prueba, son conocidos en la técnica diversos tipos de detectores, específicamente detectores personalizados. Por tanto, son conocidos diversos tipos de fuentes de luz para iluminar los campos de prueba, así como diversos tipos de detectores.

Asimismo, además del uso de detectores personalizados que se desarrollan específicamente con el propósito de detectar ópticamente cambios en el producto químico de prueba comprendido por los elementos de prueba correspondientes, los desarrollos recientes apuntan al uso de dispositivos ampliamente disponibles tales como teléfonos inteligentes. Sin embargo, cuando se emplean dispositivos electrónicos de consumo que tienen una cámara, tales como los teléfonos inteligentes, para determinar las concentraciones de analitos, surgen nuevos retos, en particular en lo que se refiere a la exactitud. Esto se puede deber específicamente al procesamiento de datos de imágenes, por ejemplo, mediante funciones de corrección, que en general se usan por los teléfonos inteligentes para obtener una imagen más agradable. Dichas etapas de procesamiento de datos de imágenes normalmente se refieren a una variedad de aspectos de los datos de imágenes. En particular, pueden afectar a la exactitud de la determinación de la concentración de analito que se basa en los datos de imágenes. Se pueden encontrar ejemplos para el procesamiento de datos de imágenes, por ejemplo, en los documentos US 2011/0298819 A1, US 9.230.509 B2, US 2017/0330529 A1 y US 9.842.381 B2.

El documento US 2014/072189 A1 divulga un sistema y un procedimiento para análisis de tiras reactivas colorimétricas y la gestión de enfermedades. El sistema puede incluir un accesorio que está acoplado operativamente a un dispositivo móvil, adquiriendo y/o analizando el dispositivo móvil imágenes de las tiras reactivas colorimétricas. Se puede fijar el accesorio negatoscopio de forma separable al dispositivo móvil, o hacer que permanezca fijado al dispositivo móvil, pero con la capacidad de retirar el accesorio negatoscopio del campo de visión de la cámara con propósitos fotográficos generales. En otros modos de realización, se obtiene una imagen que contiene color(es) de calibración y área(s) de reactivo conocidos sin el negatoscopio para su comparación con una imagen de calibración previa para modelar cambios en las condiciones de iluminación ambiental y determinar una función de corrección de color. Se puede aplicar la corrección al/a los color(es) de área de reactivo detectado(s) para una correspondencia entre el/los color(es) de área de reactivo detectado(s) y el/los color(es) de referencia en la carta de referencia. Opcionalmente, se puede procesar y presentar la información para proporcionar retroalimentación, así como transmitirse a un profesional sanitario para su análisis.

Oliver Burggraaff *et al.*: "Standardized spectral and radiometric calibration of consumer cameras", ARXIV.ORG,

CORNELL UNIVERSITY LIBRARY, 201, OLIN LIBRARY CORNELL UNIVERSITY, ITHACA, NY 14853, 7 de junio de 2019, divulgan que las cámaras de consumo, en particular los teléfonos inteligentes a bordo y los UAV, se usan ahora comúnmente como instrumentos científicos. Sin embargo, sus carteras de productos de procesamiento de datos no están optimizados para radiometría cuantitativa y su calibración es más compleja que la de las cámaras científicas. La falta de una metodología de calibración estandarizada limita la interoperabilidad entre dispositivos y, en un mercado en constante cambio, en última instancia, la vida útil de los proyectos que los usan. La publicación presenta una metodología y una base de datos estandarizadas (SPECTACLE) para calibraciones espectrales y radiométricas de cámaras de consumo, incluyendo linealidad, variaciones de sesgo, ruido de lectura, corriente oscura, velocidad y ganancia ISO, campo plano y respuesta espectral RGB. Esto incluye procedimientos estándar de referencia sobre el terreno y procedimientos manuales adecuados para no expertos. Al aplicar esta metodología a siete cámaras populares, los autores encontraron una alta linealidad en datos RAW pero no en los JPEG, variaciones de ganancia entre píxeles >400 % correlacionadas con patrones de ruido de lectura y sesgo a gran escala, funciones de normalización de velocidad ISO no triviales, factores de corrección de campo plano que varían en hasta 2,79 con respecto al campo de visión, y tanto similitudes como diferencias en la respuesta espectral. Además, estos resultados diferían enormemente entre los modelos de cámara, lo que destaca la importancia de la estandarización y de una base de datos centralizada.

El uso de dispositivos electrónicos de consumo que tienen una cámara, tales como los teléfonos inteligentes, en el campo de la determinación de concentraciones de analitos usando tiras reactivas ópticas es un desarrollo bastante reciente y todavía se enfrenta a muchos retos. Por tanto, con detectores personalizados, los datos de imágenes normalmente están disponibles en forma no procesada. De forma alternativa, las etapas de procedimiento aplicadas a los datos son en general conocidas y se pueden elegir para facilitar la determinación de la concentración del analito. Sin embargo, los procedimientos de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal basados en el uso de dispositivos electrónicos de consumo que tienen una cámara, tales como los teléfonos inteligentes, normalmente tienen que funcionar sin saber si y/o cómo se han procesado los datos de imágenes disponibles.

Problema que se va a resolver

Por lo tanto, es deseable proporcionar procedimientos y dispositivos para determinar una concentración de un analito en un líquido corporal que aborden los retos técnicos mencionados anteriormente de los procedimientos y dispositivos que usan dispositivos móviles tales como dispositivos móviles electrónicos de consumo, específicamente dispositivos móviles multiuso, que no están dedicados a mediciones analíticas, tales como teléfonos inteligentes o tabletas.

Sumario de la invención

Este problema se aborda mediante un procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal, un programa informático y un dispositivo móvil con los rasgos característicos de las reivindicaciones independientes y un kit para determinar una concentración de un analito en un líquido corporal. Los modos de realización ventajosos que se pueden realizar de forma 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 modo 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 estén presentes otros rasgos característicos en la entidad descrita en este contexto como a una situación en la que estén presentes uno o más de otros rasgos característicos. 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 esté presente ningún otro elemento en A (es decir, una situación en la que A consista única y exclusivamente en B) como a una situación en la que, además de B, uno o más de otros elementos estén 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", "uno 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" o "uno 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 se pretende que restrinjan el alcance de las reivindicaciones en modo alguno. 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 están destinados a 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 manera con otros rasgos característicos opcionales o no opcionales de la invención.

En un primer aspecto de la presente invención se divulga un procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara. El procedimiento comprende las siguientes etapas, que específicamente se pueden realizar en el orden dado. Todavía, también puede ser posible un orden diferente. Puede ser posible además realizar dos o más de las etapas de procedimiento total o parcialmente de forma simultánea. Puede ser posible además realizar una o más etapas de procedimiento o incluso todas las etapas de procedimiento una vez o repetidamente. El procedimiento puede comprender etapas de procedimiento adicionales que no se enumeran en el presente documento. En general, el procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara comprende las siguientes etapas:

- a) tomar una serie de imágenes de calibración de al menos una región de interés de un objeto usando la cámara, en el que las imágenes de calibración difieren en su luminosidad;
- b) derivar, a partir de cada imagen de calibración de la serie tomada en la etapa a), al menos una cifra de calibración clave característica para una función de mapeo de tono del dispositivo móvil;
- c) determinar al menos una función de mapeo de tono probable del dispositivo móvil teniendo en cuenta las cifras de calibración claves de las imágenes de calibración de la serie tomada en la etapa a);
- d) tomar al menos una imagen de análisis de al menos parte de un campo de prueba de una tira reactiva óptica, teniendo el campo de prueba el líquido corporal aplicado en el mismo; y
- e) determinar la concentración del analito en el líquido corporal a partir de la imagen de análisis del campo de prueba teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable del dispositivo móvil.

El procedimiento divulgado de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara que comprende las etapas que se acaban de describir también se puede denominar procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal.

El término "analito", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 sustancia, componente o compuesto químico, bioquímico o biológico arbitrario, tal como una molécula, por ejemplo, glucosa, triglicéridos, lactato o colesterol.

El término "determinar una concentración de un analito", que también se puede denominar medición analítica o determinación de una concentración de analito, como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 cualitativa y/o cuantitativa de al menos un analito en una muestra. El resultado de la medición analítica, como ejemplo, puede ser la concentración del analito y/o la presencia o ausencia del analito que se va a determinar.

El término "líquido corporal", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 muestra líquida que comprende al menos un líquido corporal, tal como sangre, líquido intersticial, orina, saliva o similares.

El término "dispositivo móvil", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 que comprende al menos un procesador. El dispositivo móvil puede ser específicamente un teléfono móvil o un teléfono inteligente. Adicionalmente o de forma alternativa, como se explicará con más detalle a continuación, el dispositivo móvil también se puede referir a una tableta o cualquier otro tipo de ordenador portátil que tiene al menos una cámara.

El término "cámara", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 configurado para registrar datos ópticos resueltos espacialmente, tales como una o más imágenes. La cámara puede comprender específicamente uno o más dispositivos de formación de imágenes, tales como chips de cámara o chips de formación de imágenes, por ejemplo, chips CCD y/o CMOS. La cámara, en particular el dispositivo de formación de imágenes, puede

comprender una matriz unidimensional o bidimensional de sensores de imágenes, 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 invención será específicamente aplicable a cámaras como se usan normalmente en aplicaciones móviles tales como ordenadores portátiles ligeros, 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.

El término "imagen", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente. El conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente puede comprender específicamente información óptica sobre una región de un objeto. La imagen también puede ser una imagen parcial de una imagen más grande, por ejemplo, un subconjunto de datos ópticos resueltos espacialmente de un conjunto más grande de datos ópticos resueltos espacialmente. Por tanto, se puede subdividir la imagen de un objeto en una pluralidad de dos o más imágenes parciales que, cada una por sí misma, se pueden considerar como una imagen.

En particular, el conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente se puede generar, adquirir o registrar simultáneamente, por ejemplo, tomando una imagen de un determinado tiempo de exposición con el dispositivo móvil. El conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente, también denominado en el presente documento conjunto de datos, se puede generar en un procedimiento de dos etapas. En una primera etapa, los datos ópticos resueltos espacialmente se pueden generar, adquirir o registrar por el dispositivo de formación de imágenes, tal como el chip CCD o CMOS, al tomar la imagen. Este conjunto de datos también se puede denominar primer conjunto de datos, datos sin procesar o datos brutos. Es posible que el primer conjunto de datos no esté disponible o no sea accesible para un usuario del dispositivo móvil. En una segunda etapa, el primer conjunto de datos se puede someter a una o varias etapas de procesamiento, por ejemplo, por al menos un procesador del dispositivo móvil, para crear un segundo conjunto de datos que se basa en o se deriva del primer conjunto de datos. En particular, la función de mapeo de tono del dispositivo móvil se puede aplicar al primer conjunto de datos para crear el segundo conjunto de datos. El segundo conjunto de datos también se puede denominar datos procesados. En particular, el segundo conjunto de datos se puede usar por el dispositivo móvil para una representación gráfica de la imagen, por ejemplo, en una pantalla. El segundo conjunto de datos puede además estar disponible y/o ser accesible en el dispositivo móvil, por ejemplo, para un usuario del dispositivo móvil. En particular, la imagen puede comprender el segundo conjunto de datos. El dispositivo de formación de imágenes usado para crear el primer conjunto de datos puede ser el dispositivo de formación de imágenes de la cámara del dispositivo móvil, por ejemplo, el chip CCD y/o CMOS. El conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente puede ser específicamente un conjunto de datos digitales. En particular, el primer conjunto de datos y el segundo conjunto de datos pueden ser cada uno un conjunto de datos digitales. El conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente comprendido por la imagen se puede recibir como un conjunto de datos de salida del dispositivo móvil, específicamente de la cámara del dispositivo móvil, el procesador de la cámara u otro procesador del dispositivo móvil, por ejemplo, en forma de archivo de imágenes. En el contexto de la presente invención, se pueden tomar imágenes en particular en forma de imágenes de calibración y de la imagen de análisis.

En particular, el primer conjunto de datos puede comprender una pluralidad de lecturas electrónicas, también denominadas recuentos, que se originan a partir del dispositivo de formación de imágenes, específicamente a partir de los sensores de imágenes, por ejemplo, los píxeles del chip de cámara. Por tanto, el primer conjunto de datos puede comprender una pluralidad de valores numéricos, en los que cada valor numérico puede representar un número de recuentos detectados por un píxel del chip de cámara. En particular, cada píxel se puede representar mediante más de un valor numérico, por ejemplo, mediante tres valores numéricos, en los que los tres valores numéricos pueden representar el número de recuentos en el canal rojo, verde y azul, respectivamente. También es posible una representación de los recuentos en un espacio de color distinto del espacio de color RGB, en el que "RGB" significa "Rojo Verde Azul". Los segundos datos pueden comprender una pluralidad de valores numéricos que se pueden recibir o deducir de la pluralidad de valores numéricos que se originan a partir del primer conjunto aplicando la etapa de procesamiento, en particular la función de mapeo de tono. Por tanto, como ejemplo, la imagen puede comprender una matriz de datos unidimensional o bidimensional. Los datos ópticos resueltos espacialmente pueden comprender información, por ejemplo, sobre los colores y/o la luminosidad de un objeto del que se forma la imagen.

El término "serie de imágenes", tal como se usa en el contexto de "serie de imágenes de calibración", como se usa en el presente documento es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 pluralidad de imágenes. Las imágenes de la pluralidad de imágenes se

pueden adquirir simultáneamente o en momentos diferentes, tal como en una secuencia de tiempo predeterminada. Las imágenes de la serie de imágenes pueden ser imágenes de uno y el mismo objeto, tomadas al mismo tiempo o tomadas en momentos diferentes, o pueden ser imágenes de diferentes partes del objeto. Por tanto, como ejemplo, la serie de imágenes de calibración puede ser una serie de diferentes campos o regiones de una cuña escalonada de escala de grises o incluso pueden ser imágenes parciales de una imagen más grande de la cuña escalonada de escala de grises. Existen otras posibilidades.

Como se describe anteriormente y como se describe además a continuación, el término píxel se puede referir a los sensores de imágenes de la cámara, específicamente del dispositivo de formación de imágenes de la cámara. Cada píxel puede generar información óptica, por ejemplo, en forma de recuentos. Esta información óptica puede formar parte del primer conjunto de datos y, específicamente en una forma procesada, del segundo conjunto de datos. En consecuencia, cuando se hace referencia a "píxeles", se hace referencia a las unidades de información de imagen generadas por o derivadas de los píxeles únicos del chip de cámara o bien directamente a los píxeles únicos del chip de cámara.

El término "imagen de calibración", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 imagen que se puede tomar y/o usar en el procedimiento de comprobación, evaluación o recopilación de información sobre los ajustes de un dispositivo o un procedimiento y/o en el procedimiento de ajuste, modificación o corrección de los ajustes de un dispositivo o un procedimiento. En particular, como resultado de la calibración, los ajustes del dispositivo o el procedimiento se pueden alinear con los ajustes objetivo. Por tanto, la imagen de calibración y en particular la serie de imágenes de calibración se pueden usar específicamente para obtener información sobre los ajustes del dispositivo móvil, específicamente sobre la función de mapeo de tono, más específicamente para determinar una función de mapeo de tono probable como se describirá con más detalle a continuación.

El término "serie de imágenes de calibración", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 pluralidad de al menos dos imágenes de calibración, en las que las imágenes de calibración se toman por uno y el mismo dispositivo de formación de imágenes, tal como una y la misma cámara, de manera secuencial en el momento oportuno. Por tanto, como ejemplo, la serie de imágenes de calibración puede comprender 2 imágenes, 3 imágenes, 5 imágenes o más imágenes, tal como 10 imágenes o más. Específicamente, las imágenes de la serie se pueden tomar a intervalos cortos, en los que los intervalos pueden diferir o pueden tener un valor constante. Los intervalos pueden tener específicamente un valor de 100 ms a 1 s, más específicamente de 200 ms a 800 ms, más específicamente de 250 ms a 500 ms. Por tanto, como ejemplo, la serie de imágenes de calibración puede comprender 5 imágenes que se pueden tomar en un intervalo de tiempo de 1 s. La serie de imágenes de calibración se puede tomar sin que el usuario se dé cuenta. Los ajustes de la cámara se pueden variar de una imagen a otra de manera controlada, tal como variando un valor de parámetro como se describe con más detalle a continuación. Las imágenes de la serie de imágenes de calibración difieren en su luminosidad.

El término "luminosidad", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 propiedad que caracteriza una imagen o una subsección de la misma, por ejemplo, uno o varios píxeles, en la que la propiedad cuantifica, representa o se refiere a una intensidad de luz que incide sobre el dispositivo de formación de imágenes al generar la imagen, específicamente al generar el primer conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente. Específicamente, la luminosidad de una imagen se puede cuantificar como una media aritmética de las coordenadas de color rojo, verde y azul cuando se usa el espacio de color RGB. De forma alternativa, cada canal de color puede proporcionar un valor de luminosidad. En particular, la luminosidad de una imagen o una subsección de la misma se puede representar mediante un valor numérico denominado valor de luminosidad. El valor de luminosidad puede formar parte del conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente comprendido por la imagen. De forma alternativa, el valor de luminosidad puede ser derivable del conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente comprendido por la imagen. El valor de luminosidad generado por el dispositivo de formación de imágenes puede estar sujeto a etapas de procesamiento, que proporcionan un valor de luminosidad procesado. Específicamente, el valor numérico del valor de luminosidad procesado puede diferir del valor numérico del valor de luminosidad, por ejemplo, del valor de luminosidad original, generado por el dispositivo de formación de imágenes. Para propósitos de distinción, el valor de luminosidad original se puede denominar específicamente valor de luminosidad generado por el dispositivo de formación de imágenes. El valor de luminosidad procesado, por ejemplo, el valor de luminosidad de una imagen después de aplicar una función de procesamiento, tal como, por ejemplo, una función de mapeo de tono, al valor de luminosidad original, se puede denominar en particular valor de luminosidad de una imagen tomada por la cámara. En particular, el valor de luminosidad procesado puede formar parte o puede ser derivable del conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente de la imagen.

El término "región de interés", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 sección o a un segmento o a una partición de un objeto, en el que la sección, segmento o partición se identifica para un propósito particular. Por tanto, la región de interés puede ser, por ejemplo, un área de superficie delimitada del objeto. De forma alternativa, la región de interés se puede referir a un subconjunto de datos de una imagen, en la que el subconjunto representa la sección, segmento o partición del objeto. Como ejemplo, la región de interés puede comprender determinada información o se puede deducir información de ella.

El término "cifra de calibración clave", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 al menos un valor numérico que se puede usar en el procedimiento de comprobación, evaluación o recopilación de información sobre los ajustes de un dispositivo o un procedimiento y/o en el procedimiento de ajuste, modificación o corrección de los ajustes de un dispositivo o un procedimiento. En particular, la cifra de calibración clave puede ser o puede comprender el valor numérico de luminosidad de la región de interés de la imagen de calibración.

El término "función de mapeo de tono", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal y habitual para una persona experta 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 correlación arbitraria que permite la asignación a un primer valor de luminosidad, que se puede generar, detectar o registrar por el dispositivo de formación de imágenes, un segundo valor de luminosidad. La asignación puede comprender al menos una operación matemática, por ejemplo, una multiplicación con al menos un factor u otro tipo de operación matemática. El primer valor de luminosidad puede formar parte del primer conjunto de datos o datos sin procesar. El segundo valor de luminosidad puede formar parte del segundo conjunto de datos o datos procesados. En particular, el segundo valor de luminosidad puede formar parte del conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente comprendido por la imagen, en particular el archivo de imágenes. El segundo valor de luminosidad determinado por la función de mapeo de tono se puede usar en particular para una representación gráfica de la imagen. La correlación puede ser en particular una función, específicamente una función continua o discontinua, una curva, una tabla de consulta, un operador o cualquier otro medio que describa la correlación entre el primer valor de luminosidad y el segundo valor de luminosidad. La función de mapeo de tono puede ser en particular una denominada corrección gamma, en particular la corrección gamma sRGB del espacio de color sRGB, en la que "sRGB" significa "Rojo Verde Azul estándar". La corrección gamma también se puede denominar función de corrección gamma. La función de mapeo de tono puede ser invertible. La función de mapeo de tono puede ser una función que se incrementa de manera monótona, en particular una función que se incrementa de manera estrictamente monótona. De forma alternativa, la función de mapeo de tono puede ser una función que disminuye de manera monótona, en particular una función que disminuye de manera estrictamente monótona. La función de mapeo de tono puede ser no lineal. Es posible que la función de mapeo de tono usada por el dispositivo móvil no sea conocida y/o no sea accesible para un usuario del dispositivo móvil.

El término "función de mapeo de tono probable", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal y habitual para una persona experta 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 función de mapeo de tono que probablemente se use en un determinado procedimiento o por un determinado dispositivo, por ejemplo, el dispositivo móvil. De forma alternativa, la función de mapeo de tono probable se puede referir a una función de mapeo de tono que se aproxima a la función de mapeo de tono que realmente se usa en un determinado procedimiento o por un determinado dispositivo, por ejemplo, el dispositivo móvil. En particular, la función de mapeo de tono probable puede ser la función de mapeo de tono que probablemente se use por el dispositivo móvil para asignar al primer valor de luminosidad generado por el dispositivo de formación de imágenes un segundo valor de luminosidad, que puede formar parte del conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente de la imagen. De forma alternativa, la función de mapeo de tono probable se puede aproximar a la función de mapeo de tono que realmente se usa por el dispositivo móvil para asignar al primer valor de luminosidad el segundo valor de luminosidad. La función de mapeo de tono probable puede ser invertible. La función de mapeo de tono probable inversa se puede aplicar a la imagen, en particular a la imagen de calibración y/o a la imagen de análisis. En particular, la función de mapeo de tono probable inversa se puede aplicar a los datos del conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente de la imagen de calibración y la imagen de análisis para determinar datos probables sin procesar o brutos generados por el dispositivo de formación de imágenes de la cámara. Específicamente, la función de mapeo de tono probable inversa se puede aplicar a la cifra de calibración clave para determinar al menos una cifra de medición de calibración probable. Además, la función de mapeo de tono probable inversa se puede aplicar a una cifra de análisis clave que se describe además a continuación para determinar al menos una cifra de medición de análisis probable.

El término "determinación de una función", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 designar o especificar la función de acuerdo con o en base a un procedimiento precedente o a criterios predeterminados. Por tanto, la determinación de la función de mapeo de tono probable puede comprender calcular la función, aproximar la función, ajustar la función, extrapolar la función y/o elegir la función, por ejemplo, a partir de un conjunto

predeterminado de funciones, en particular después de comprobar la idoneidad de la función. También pueden ser factibles otros procedimientos para determinar las funciones de mapeo de tono probables. Específicamente, se pueden usar otros procedimientos analíticos, no analíticos e iterativos para determinar la función de mapeo de tono probable.

El término "imagen de análisis", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 imagen que se puede usar en el procedimiento de determinación de una concentración de analito. La etapa d) comprende tomar al menos una imagen de análisis de al menos parte del campo de prueba de la tira reactiva óptica, teniendo el campo de prueba el líquido corporal aplicado en el mismo. Específicamente, se pueden tomar una pluralidad de imágenes de análisis, tal como 2, 3, 5 o incluso más imágenes de análisis.

El término "campo de prueba", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 cantidad coherente de al menos un producto químico de prueba, tal como a un área, por ejemplo, un área 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 en el campo de prueba 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.

El término "tira reactiva óptica", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 portador en conformación de tira, con el al menos un campo de prueba aplicado al mismo o integrado en el mismo, estando configurado el elemento para detectar el analito o determinar la concentración del analito en una muestra líquida, tal como en el líquido corporal, específicamente en una muestra del líquido corporal. La tira reactiva óptica también se puede denominar tira reactiva o elemento de prueba. Estas tiras reactivas, en general, 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 óptica, en particular el campo de prueba que comprende el producto químico de prueba, puede experimentar específicamente una reacción de detección, en particular una reacción de coloración, en presencia del al menos un analito, específicamente una reacción de coloración, en la que la formación de color puede estar relacionada con, por ejemplo, ser proporcional a, la concentración del analito. Puesto que la presencia, la ausencia y/o la concentración del analito pueden ser detectables por la reacción de detección, la reacción de detección también se puede denominar reacción de detección del analito. Algunos principios básicos sobre elementos de prueba y reactivos que también se pueden usar dentro del alcance de la presente invención se describen, por ejemplo, en J. Hönes *et al.*: Diabetes Technology and Therapeutics, vol. 10, suplemento 1, 2008, pp. 10-26.

Las etapas d)-e) se pueden realizar repetidamente. En particular, las etapas a)-c) se pueden realizar solo una vez inicialmente para una pluralidad de repeticiones de las etapas d)-e) o cada vez antes de realizar las etapas d)-e) o con una frecuencia predeterminada. La frecuencia puede ser al menos una de: una frecuencia temporal; una frecuencia definida por un número predeterminado de repeticiones de las etapas d-e).

La etapa a) comprende tomar la serie de imágenes de calibración de la al menos una región de interés del objeto. La serie puede comprender al menos dos imágenes de calibración, específicamente al menos tres imágenes de calibración, más específicamente al menos cinco imágenes de calibración. El objeto puede comprender al menos un elemento del grupo que consiste en: la tira reactiva óptica; una hoja de papel, específicamente una hoja de papel blanco. Específicamente, el objeto puede comprender la tira reactiva óptica y la imagen de análisis puede coincidir con al menos una de las imágenes de calibración, de modo que la imagen de análisis se puede tomar como parte de la serie de imágenes de calibración. Además, la serie de imágenes de calibración se puede tomar con el líquido corporal aplicado al campo de prueba, en la que al menos una de las imágenes de calibración puede comprender la parte del campo de prueba. La región de interés del objeto puede comprender al menos un elemento del grupo que consiste en: un campo blanco; un campo negro; un campo gris; una cuña escalonada de escala de grises. En particular, el objeto puede comprender al menos dos regiones de interés, específicamente un campo negro o un primer campo gris y un campo blanco o un segundo campo gris. El primer campo gris y el segundo campo gris pueden diferir entre sí en la tonalidad de gris. Además, cada imagen de calibración puede comprender las al menos dos regiones de interés, específicamente un campo negro o un primer campo gris y un campo blanco o un segundo campo gris. Además, se puede conocer una proporción de luminosidad física entre las dos regiones de interés.

La etapa b) comprende derivar, a partir de cada imagen de calibración de la serie tomada en la etapa a), al menos una cifra de calibración clave característica para una función de mapeo de tono del dispositivo móvil. En particular,

para cada imagen de calibración, se puede derivar la cifra de calibración clave de al menos un valor de luminosidad de la región de interés de la imagen de calibración. En particular, la cifra de calibración clave puede comprender o puede ser el al menos un valor de luminosidad de la región de interés de la imagen de calibración. El valor de luminosidad puede ser, en particular, el segundo valor de luminosidad como se describe anteriormente. La cifra de calibración clave puede comprender específicamente al menos uno de los siguientes: al menos uno de los valores de luminosidad de la región de interés de la imagen de calibración; al menos un valor de luminosidad promedio derivado de una pluralidad de valores de luminosidad de la región de interés de la imagen de calibración. Las imágenes de calibración de la serie de imágenes de calibración difieren en su luminosidad. En la etapa a), la luminosidad de las imágenes de calibración se puede variar activamente, específicamente de forma gradual. La luminosidad de las imágenes de calibración se puede variar en la etapa a) variando un valor de parámetro de al menos uno de los siguientes parámetros: un tiempo de exposición; una sensibilidad a la luz del sensor de imágenes de la cámara, específicamente una sensibilidad ISO del sensor de imágenes; una intensidad de luz de un iluminante, específicamente un LED del dispositivo móvil, en particular de la cámara. Se encontró que variar el tiempo de exposición proporcionaba resultados más estables y fiables, específicamente una variación gradual mejor definida de los valores de luminosidad del conjunto de datos de la imagen, que variar la sensibilidad a la luz del sensor de imágenes de la cámara. El tiempo de exposición puede ser en particular de 0,1 ms a 100 ms, específicamente de 0,2 ms a 25 ms, más específicamente de 0,5 ms a 15 ms.

El término "valor de parámetro", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 valor de una variable o una cantidad que afecta a un procedimiento o un dispositivo. El valor de parámetro puede ser característico de una configuración del procedimiento o del dispositivo y puede afectar a su resultado o producto.

Los valores de parámetro se pueden seleccionar de modo que el valor de luminosidad de la región de interés de la imagen de calibración tomada con los valores de parámetro pueda formar parte de un intervalo de valores de luminosidad predeterminado. El intervalo de valores de luminosidad se puede determinar, en particular, por al menos un rasgo característico estructural de la cámara del dispositivo móvil, tal como, por ejemplo, el convertidor de analógico a digital, también denominado ADC, y/o la resolución de la imagen. Los valores de parámetro se pueden seleccionar de modo que el valor de luminosidad pueda ser de un 10 % a un 100 %, específicamente de un 10 % a un 90 %, más específicamente de un 20 % a un 90 %, del valor máximo de recuentos convertibles por el ADC. En el caso de una imagen con una resolución de 8 bits, los valores de parámetro de luminosidad se pueden seleccionar de modo que el valor de luminosidad pueda ser de 25 recuentos a 255 recuentos, específicamente de 25 recuentos a 230 recuentos, más específicamente de 50 recuentos a 230 recuentos. En particular, los valores de parámetro pueden ser esencialmente proporcionales a los valores de luminosidad detectados por el sensor de imágenes de la cámara.

La etapa c) comprende determinar la al menos una función de mapeo de tono probable del dispositivo móvil teniendo en cuenta las cifras de calibración claves de las imágenes de calibración de la serie tomada en la etapa a). La etapa c) puede comprender además determinar al menos un punto de muestreo, específicamente al menos un par de valores, para cada imagen de calibración, en la que el punto de muestreo puede comprender la cifra de calibración clave derivada de una de las imágenes de calibración y el valor de parámetro usado para tomar dicha imagen de calibración.

El término "punto de muestreo", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 punto que se puede definir mediante un par de valores, en el que el punto puede contribuir a determinar, por ejemplo, mediante cálculo, comprobación o aproximación, una función, una curva u otro tipo de correlación. En particular, el punto de muestreo se puede usar para determinar la función de mapeo de tono probable. El punto de muestreo asociado con la imagen de calibración puede comprender específicamente el valor de luminosidad de la imagen de calibración, específicamente el valor de luminosidad procesado que puede formar parte de o ser derivable del conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente de la imagen de calibración, y el valor de parámetro usado para la generación de la imagen de calibración, específicamente el tiempo de exposición.

La etapa c) puede comprender además determinar la función de mapeo de tono probable mediante al menos uno de los siguientes: determinar una correlación, en particular una curva de ajuste, para los puntos de muestreo de la serie de imágenes de calibración; elegir una correlación, en particular una función, a partir de un conjunto predeterminado de correlaciones, en el que la correlación elegida se ajusta a los puntos de muestreo de la serie de imágenes de calibración. En particular, el conjunto de funciones predeterminadas puede comprender la corrección gamma sRGB, en la que "sRGB" significa "Rojo Verde Azul estándar".

La etapa e) comprende determinar la concentración del analito en el líquido corporal a partir de la imagen de análisis del campo de prueba teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable del dispositivo móvil. En particular, la etapa e) puede comprender derivar al menos una cifra de análisis clave a partir de al menos un valor de luminosidad de al menos una parte de la imagen de análisis que muestra la al menos una parte del campo de

prueba.

El término "cifra de análisis clave", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 al menos un valor numérico que se puede usar en un procedimiento analítico, específicamente en la determinación de la concentración del analito en el líquido corporal. En particular, la cifra de análisis clave puede comprender al menos uno de los siguientes: el al menos uno del valor de luminosidad de la parte de la imagen de análisis que muestra el campo de prueba; al menos un valor de luminosidad promedio derivado de una pluralidad de valores de luminosidad de la parte de la imagen de análisis que muestra el campo de prueba.

Además, a partir de cada cifra de análisis clave se puede derivar la cifra de medición de analito probable aplicando la función de mapeo de tono probable inversa a la cifra de análisis clave. La cifra de medición de analito probable puede comprender al menos un valor de luminosidad probable, en el que el valor de luminosidad probable se puede aproximar al valor de luminosidad detectado por el dispositivo de formación de imágenes, por ejemplo, el sensor de imágenes, de la cámara, al formar imágenes de la parte del campo de prueba que tiene el líquido corporal aplicado al mismo. Además, en la etapa e) se puede determinar la concentración de analito a partir de la cifra de medición de analito probable usando una correlación predeterminada entre la cifra de medición de analito probable y la concentración de analito.

La etapa c) comprende determinar al menos una función de mapeo de tono probable del dispositivo móvil teniendo en cuenta las cifras de calibración claves de las imágenes de calibración de la serie tomada en la etapa a). La etapa c) puede comprender además aplicar la función de mapeo de tono probable inversa a las cifras de calibración claves para determinar al menos una cifra de medición de calibración probable para cada cifra de calibración clave, en la que determinar la función de mapeo de tono probable comprende elegir una función de mapeo de tono predeterminada de un grupo de funciones de mapeo de tono predeterminadas.

La cifra de medición de calibración probable puede comprender al menos un valor de luminosidad probable, en el que el valor de luminosidad probable se puede aproximar al valor de luminosidad detectado por el dispositivo de formación de imágenes, por ejemplo, el sensor de imágenes, de la cámara, al formar imágenes de la región de interés del objeto, específicamente la tira reactiva óptica. La función de mapeo de tono predeterminado elegida puede ser, en particular, la corrección gamma sRGB. Además, se puede comprobar la linealidad de una relación entre puntos de prueba, en particular pares de valores de prueba, en los que cada punto de prueba puede comprender la cifra de medición de calibración probable y el valor del parámetro. La función de mapeo de tono predeterminada elegida se puede confirmar como la función de mapeo de tono probable si la relación entre los puntos de prueba se clasifica como lineal. Si la relación entre los puntos de prueba se clasifica como no lineal, se puede determinar una correlación residual entre los puntos de prueba, en particular una curva de ajuste, en la que la función de mapeo de tono predeterminada elegida y la correlación residual se pueden ajustar juntas a los puntos de prueba. La correlación residual entre los puntos de prueba se puede aproximar, en particular, mediante una parábola, una función parabólica o un ajuste parabólico. Específicamente, en la etapa c) se puede determinar la función de mapeo de tono probable teniendo en cuenta tanto la función de mapeo de tono predeterminada elegida como la correlación residual. En particular, la función de mapeo de tono probable puede comprender dos etapas, que se pueden llevar a cabo o aplicar secuencialmente. En particular, la función de mapeo de tono probable puede comprender la corrección gamma sRGB, que se puede aplicar a los datos del conjunto de datos de la imagen en una primera etapa, y una correlación residual, por ejemplo, una correlación parabólica, que se puede aplicar en una segunda etapa.

Adicionalmente o de forma alternativa, la función de mapeo de tono predeterminada elegida se puede seleccionar de un conjunto de funciones de mapeo de tono predeterminadas, tales como una pluralidad de funciones de mapeo de tono predeterminadas. En particular, de la pluralidad de funciones de mapeo de tono predeterminadas, se puede seleccionar una función de mapeo de tono que dé lugar a una relación entre los puntos de prueba lo más cercana a una relación lineal.

Adicionalmente o de forma alternativa, la función de mapeo de tono probable se puede derivar determinando una correlación residual entre los puntos de prueba, específicamente mediante una curva de ajuste. Por ejemplo, la correlación residual, por ejemplo, la curva de ajuste, se puede aproximar específicamente mediante una función arbitraria, por ejemplo, mediante una función polinómica, tal como por un ajuste polinómico.

En resumen, se pueden usar específicamente los siguientes tres procedimientos para determinar la función de mapeo de tono probable en la etapa c):

(A) elegir al menos una función de mapeo de tono predeterminada, tal como la función de mapeo de tono sRGB, y aplicar la función de mapeo de tono predeterminada inversa a las cifras de calibración claves, generando de este modo un conjunto de cifras de medición de calibración probables y, posteriormente, aplicando una función de correlación residual, tal como una función parabólica, para corregir las no linealidades residuales entre las cifras de medición de calibración probables y los valores de parámetro, en la que la función de mapeo de tono probable

es la combinación de la función de mapeo de tono predeterminada y la función de correlación residual inversa;

(B) seleccionar la función de mapeo de tono probable de un conjunto de funciones de mapeo de tono usando al menos un criterio de selección, tal como seleccionar del conjunto de funciones de mapeo de tono la función de mapeo de tono que, cuando se aplica la función de mapeo de tono inversa a las cifras de calibración clave, generando de este modo cifras de medición de calibración probables, da lugar a la mejor relación lineal entre las cifras de medición de calibración probables y los valores de parámetro;

(C) determinar la función de mapeo de tono probable generando una función de ajuste y/o una curva de ajuste que correlaciona los valores de parámetro y las cifras de calibración claves. Específicamente, la función de ajuste se puede generar de modo que pueda vincular los valores de parámetro y las cifras de calibración claves.

Estos procedimientos también se pueden combinar, tal como, aplicando, en primer lugar, el procedimiento (B) y posteriormente corrigiendo los errores residuales aplicando la etapa de corrección residual del procedimiento (A). Además, pueden ser posibles otros procedimientos de determinación de la función de mapeo de tono probable.

El procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal puede comprender además la etapa f):

f) establecer la función de mapeo de tono del dispositivo móvil en una función de mapeo de tono lineal, específicamente una función de mapeo de tono caracterizada por una proporcionalidad entre un valor de luminosidad detectado por un sensor de imágenes, por ejemplo, un valor de luminosidad original, y un valor de luminosidad de una imagen tomada por la cámara, por ejemplo, un valor de luminosidad procesado.

Específicamente, la etapa f) puede preceder a la etapa a). En particular, la función de mapeo de tono, en la que se establece la función de mapeo de tono, puede ser de modo que el valor de luminosidad de una imagen tomada por la cámara, por ejemplo, el valor de luminosidad procesado, sea igual al valor de luminosidad detectado por el sensor de imágenes, por ejemplo, el valor de luminosidad original. En particular, la función de mapeo de tono, en la que se establece la función de mapeo de tono, puede ser de modo que el valor de luminosidad procesado sea igual al valor de luminosidad original. Por tanto, la función de mapeo de tono se puede seleccionar de modo que, al aplicar la función de mapeo de tono al valor de luminosidad, el valor de luminosidad, por ejemplo, permanezca sin cambios, generando de este modo un valor de luminosidad procesado igual al valor de luminosidad original. Además, se puede comprobar la linealidad de una relación entre puntos de muestreo, en la que cada punto de muestreo puede comprender la cifra de calibración clave derivada de una de las imágenes de calibración y el valor del parámetro usado para tomar dicha imagen de calibración. La función de mapeo de tono lineal, en la que se estableció la función de mapeo de tono, se puede determinar además como la función de mapeo de tono probable si la relación entre los puntos de muestreo se clasifica como lineal.

En este caso, la cifra de análisis clave derivable de la imagen de análisis puede ser proporcional, específicamente igual, al valor de luminosidad detectado por el dispositivo de formación de imágenes de la cámara. Por tanto, la concentración del analito en el líquido corporal se puede determinar a partir de la cifra de análisis clave.

La etapa e) comprende determinar la concentración del analito en el líquido corporal a partir de la imagen de análisis del campo de prueba teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable del dispositivo móvil. En la etapa e) se puede determinar específicamente la concentración de analito teniendo en cuenta una proporción de luminosidad entre el campo de prueba que tiene el líquido corporal aplicado y la región de interés del objeto. La proporción de luminosidad entre el campo de prueba que tiene el líquido corporal aplicado y la región de interés del objeto puede en particular ser o puede ser igual a al menos un factor de desviación para la al menos una imagen de análisis. La imagen de análisis se puede caracterizar, por ejemplo, por el valor de parámetro usado para tomar la imagen de análisis y la cifra de análisis clave que comprende al menos un valor de luminosidad. El factor de desviación puede describir específicamente la proporción entre el valor de parámetro de la imagen de análisis y el valor de parámetro de un punto en una curva que representa la función de mapeo de tono probable. El punto en la curva se puede caracterizar, por ejemplo, por el valor de parámetro y la cifra de calibración clave que comprende el mismo valor que la cifra de análisis clave, específicamente el valor de luminosidad. La función de mapeo de tono probable se puede representar específicamente de forma semilogarítmica, en la que el valor de parámetro se puede representar de forma logarítmica, mientras que el valor de luminosidad se puede representar de forma lineal, específicamente no logarítmica.

Además, se puede usar una pluralidad de al menos dos, específicamente tres, más específicamente cinco, imágenes de análisis, en las que se puede determinar el al menos un factor de desviación para cada imagen de análisis, en las que se puede determinar al menos un factor de desviación promediado a partir de la pluralidad de factores de desviación.

Además, el objeto puede comprender la tira reactiva óptica y cada imagen de análisis puede coincidir con una de las imágenes de calibración, de modo que las imágenes de análisis se tomen como parte de la serie de imágenes de calibración.

La proporción de luminosidad del campo de prueba con el líquido corporal aplicado y la región de interés, por ejemplo, el campo blanco, se puede establecer en relación con una proporción de luminosidad de referencia. La proporción de luminosidad de referencia puede ser, por ejemplo, la proporción de luminosidad entre el campo de prueba sin el líquido corporal aplicado y la región de interés. Específicamente, la proporción de luminosidad de referencia puede ser o puede comprender la proporción de luminosidad entre el campo de prueba seco, antes de la aplicación del líquido corporal, y la región de interés, por ejemplo, el campo blanco. En este caso, se puede tomar una imagen del campo de prueba sin el líquido corporal aplicado como parte de la serie de imágenes de calibración o como una imagen separada. De forma alternativa, la proporción de luminosidad de referencia puede ser la proporción de luminosidad entre un campo de referencia en la tira reactiva óptica y la región de interés. En particular, la proporción de luminosidad de referencia puede ser o puede comprender la proporción de luminosidad entre el campo de referencia, tal como un campo que representa el color del campo de prueba antes de la aplicación del líquido corporal, y la región de interés, por ejemplo, el campo blanco. En este caso, la proporción de luminosidad de referencia se puede deducir a partir de la imagen de análisis. A partir de la proporción entre las dos proporciones de luminosidad, por ejemplo, la proporción de luminosidad entre el campo de prueba que tiene el líquido corporal aplicado y la región de interés del objeto y la proporción de luminosidad de referencia, se puede determinar la concentración de analito tal como usando al menos una de una curva de código; una tabla de consulta; una red neuronal.

El dispositivo móvil usado en el procedimiento puede comprender al menos un dispositivo de almacenamiento, también denominado dispositivo de memoria. La función de mapeo de tono probable determinada en la etapa c) se puede almacenar en el al menos un dispositivo de almacenamiento del dispositivo móvil. En particular, después de realizar repetidamente las etapas a)-c), se puede almacenar en el dispositivo de almacenamiento una pluralidad de funciones de mapeo de tono probables determinadas. Se puede comparar la función de mapeo de tono probable determinada en la etapa c) con al menos una de las funciones de mapeo de tono probables almacenadas en el dispositivo de almacenamiento. Además, se puede descartar la función de mapeo de tono probable determinada en la etapa c) si una desviación de la función de mapeo de tono probable determinada en la etapa c) de al menos una de las funciones de mapeo de tono probables almacenadas excede un valor umbral predeterminado. Además, de la pluralidad de funciones de mapeo de tono probables almacenadas se pueden deducir datos estadísticos, por ejemplo, un valor promedio y/o una desviación estándar, de al menos un parámetro de ajuste, que se puede usar para determinar la función de mapeo de tono probable en la etapa c). Los datos estadísticos se pueden usar específicamente para evaluar, específicamente para aceptar o rechazar una función de mapeo de tono probable determinada más recientemente. Se puede rechazar la función de mapeo de tono más reciente si el al menos un parámetro de ajuste de la curva de mapeo de tono más reciente se desvía del promedio del parámetro de ajuste en un valor umbral predeterminado o más. Se puede aceptar la función de mapeo de tono más reciente si el al menos un parámetro de ajuste de la curva de mapeo de tono más reciente se desvía del promedio del parámetro de ajuste en menos de un valor umbral predeterminado. El uso de datos estadísticos en la determinación de la función de mapeo de tono probable puede ser en particular ventajoso. Los reflejos de la luz pueden dar lugar a imágenes de calibración inservibles y/o funciones de mapeo de tono probables inservibles o erróneas, que se pueden identificar como tales más fácilmente usando datos estadísticos.

Las etapas de procedimiento b), c) y e) del procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara se pueden implementar por ordenador. Además, las etapas a) y d) pueden ser solicitadas por ordenador.

En lo que sigue se describen diferentes modos de realización opcionales del procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal.

En un modo de realización, la función de mapeo de tono probable se puede determinar determinando, a partir de cada imagen de calibración, el al menos un punto de muestreo, en la que cada punto de muestreo puede comprender la cifra de calibración clave derivada de la imagen de calibración y el valor de parámetro de la cámara usada al tomar la imagen de calibración. La función de mapeo de tono probable se puede determinar a continuación en la etapa c) usando los puntos de muestreo. Específicamente, se puede determinar una correlación, en particular una curva de ajuste, de acuerdo con los puntos de muestreo de la serie de imágenes de calibración como la función de mapeo de tono probable. Adicionalmente o de forma alternativa, se puede elegir una correlación, en particular una función, como la función de mapeo de tono probable de un conjunto predeterminado de correlaciones, en el que la correlación elegida se ajusta a los puntos de muestreo de la serie de imágenes de calibración. A continuación, se puede derivar al menos una cifra de análisis clave a partir de al menos un valor de luminosidad de al menos una parte de la imagen de análisis que muestra la al menos parte del campo de prueba como parte de la etapa e). La cifra de análisis clave puede comprender específicamente al menos uno de los siguientes: el al menos uno de los valores de luminosidad de la parte de la imagen de análisis que muestra el campo de prueba; al menos un valor de luminosidad promedio derivado de una pluralidad de valores de luminosidad de la parte de la imagen de análisis que muestra el campo de prueba. Además, a partir de cada cifra de análisis clave se puede derivar al menos una cifra de medición probable aplicando la función de mapeo de tono probable inversa a la cifra de análisis clave. La cifra de medición probable puede comprender específicamente al menos un valor de luminosidad probable, en el que el valor de luminosidad probable se puede aproximar al valor de luminosidad

detectado por el sensor de imágenes de la cámara. En la etapa e) se puede determinar a continuación la concentración de analito a partir de la cifra de medición probable usando una correlación predeterminada entre la cifra de medición probable y la concentración de analito.

- 5 En otro modo de realización, la etapa c) del procedimiento puede comprender determinar la función de mapeo de tono probable eligiendo o suponiendo una correlación, en particular una función, como la función de mapeo de tono probable de un conjunto predeterminado de correlaciones. La correlación elegida o supuesta como función de mapeo de tono probable puede ser en particular la corrección gamma sRGB. La elección o suposición se puede comprobar a continuación aplicando la función de mapeo de tono probable inversa a las cifras de calibración claves para determinar, para cada cifra de calibración clave, al menos una cifra de medición posible. La linealidad de la relación entre los puntos de prueba, en particular los pares de valores de prueba, se puede comprobar a continuación como parte de la etapa c), en la que cada punto de prueba puede comprender la cifra de medición posible y el valor de parámetro. La función de mapeo de tono predeterminada elegida o supuesta se puede determinar o confirmar a continuación como la función de mapeo de tono probable como parte de la etapa c) si la relación entre los puntos de prueba se clasifica como lineal. La clasificación puede depender de un valor umbral que cuantifique una desviación de una relación estrictamente lineal. Además, si la relación entre los puntos de prueba se clasifica como no lineal, se puede determinar una correlación residual entre los puntos de prueba, en particular una curva de ajuste, en la que la correlación residual se puede ajustar a los puntos de prueba. La correlación residual entre los puntos de prueba se puede aproximar en particular mediante al menos uno de: una parábola; una función parabólica; un ajuste parabólico. La función de mapeo de tono probable determinada en la etapa c) puede comprender a continuación dos funciones que se pueden aplicar, por ejemplo, en un procedimiento de dos etapas. En particular, en la etapa c) se puede determinar la función de mapeo de tono probable teniendo en cuenta tanto la función de mapeo de tono predeterminada elegida como la correlación residual.
- 25 En otro modo de realización, el procedimiento puede comprender además la etapa f), como se describe anteriormente. Por tanto, la función de mapeo de tono del dispositivo móvil se puede establecer en una función de mapeo de tono lineal, específicamente una función de mapeo de tono caracterizada por una proporcionalidad entre un valor de luminosidad detectado por un sensor de imágenes y un valor de luminosidad de una imagen tomada por la cámara. En particular, la etapa f) puede preceder a la etapa a) del procedimiento, de modo que la función de mapeo de tono realmente usada por el dispositivo móvil pueda ser conocida si el dispositivo móvil permite el establecimiento de la función de mapeo de tono como se describe en la etapa f). Como parte de la etapa c) se pueden formar puntos de muestreo que comprenden la cifra de calibración clave derivada de una de las imágenes de calibración y el valor de parámetro usado para tomar dicha imagen de calibración. Además, se puede comprobar la linealidad de la relación entre los puntos de muestreo. Por tanto, se puede comprobar o someter a prueba en particular si la función de mapeo de tono del dispositivo móvil se puede establecer realmente en la función de mapeo de tono lineal en la etapa f). La función de mapeo de tono lineal, en la que se puede establecer la función de mapeo de tono del dispositivo móvil en la etapa f), se puede determinar como la curva de mapeo de tono probable en la etapa c) si la relación entre los puntos de muestreo se clasifica como lineal. La clasificación puede depender de un valor umbral que cuantifique una desviación de una relación estrictamente lineal. Si la función de mapeo de tono del dispositivo móvil es configurable, la función de mapeo de tono probable determinada en la etapa c) puede ser en particular la función de mapeo de tono realmente usada por el dispositivo móvil. Además, si la función de mapeo de tono se establece en una función de mapeo de tono lineal, específicamente en una función de mapeo de tono que genera los datos de entrada, la etapa e) puede comprender determinar la concentración de analito usando la cifra de análisis clave derivada de la imagen de análisis sin la aplicación de la función de mapeo de tono probable inversa o aplicando la función de mapeo de tono probable inversa a la cifra de análisis clave.

En otro aspecto de la presente invención se divulga un programa informático, comprendiendo el programa informático instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando el programa informático se ejecuta por un ordenador, específicamente un procesador de un dispositivo móvil, hacen que el ordenador lleve a cabo las etapas de procedimiento b), c) y e) y opcionalmente f) del procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara como se describe anteriormente o como se describe además a continuación. Con respecto a los términos y definiciones, se puede hacer referencia a los términos y definiciones como se divulgan en el contexto del procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara. El programa informático puede comprender además instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando el programa informático se ejecuta por el ordenador, hacen que el ordenador solicite la toma de la serie de imágenes de calibración de acuerdo con la etapa a) del procedimiento. El programa informático puede comprender además instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando el programa informático se ejecuta por el ordenador, hacen que el ordenador solicite la toma de la al menos una imagen de análisis de acuerdo con la etapa d) del procedimiento.

En otro aspecto de la presente invención se divulga un dispositivo móvil que tiene una cámara y al menos un procesador, estando el procesador configurado para realizar las siguientes etapas:

- 65 i.) solicitar a un usuario que tome una serie de imágenes de calibración de al menos una región de interés de un objeto usando la cámara, en el que las imágenes de calibración difieren en su luminosidad;

ii.) derivar, a partir de cada imagen de calibración de la serie tomada en la etapa i.), al menos una cifra de calibración clave característica para una función de mapeo de tono del dispositivo móvil;

5 iii.) determinar al menos una función de mapeo de tono probable del dispositivo móvil teniendo en cuenta las cifras de calibración claves de las imágenes de calibración de la serie tomada en la etapa i.);

iv.) solicitar al usuario que tome al menos una imagen de análisis de al menos parte de un campo de prueba de una tira reactiva óptica, teniendo el campo de prueba el líquido corporal aplicado en el mismo; y

10 v.) determinar una concentración de un analito en un líquido corporal a partir de la imagen de análisis del campo de prueba teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable del dispositivo móvil.

15 Con respecto a los términos y definiciones, se puede hacer referencia a los términos y definiciones como se divulgan en el contexto del procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara. El dispositivo móvil, específicamente el procesador, se puede configurar para realizar las etapas del procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara como se describe anteriormente o como se describe además a continuación.

20 El término "solicitar", como se usa en el presente documento, es un término amplio y se le ha de dar su significado normal 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 pedir, invitar o solicitar una acción. En particular, se puede solicitar a un usuario que lleve a cabo una acción tal como tomar una fotografía, por ejemplo, recibiendo un
25 mensaje en una pantalla del dispositivo móvil y/o por medio de una señal audible. Pueden ser factibles otras formas de solicitud.

En otro aspecto de la presente invención se divulga un kit para determinar una concentración de un analito en un líquido corporal, comprendiendo el kit:

30 - al menos un dispositivo móvil que tiene una cámara y al menos un procesador como se describe anteriormente o como se describe además a continuación; y

35 - al menos una tira reactiva óptica que tiene al menos un campo de prueba.

La tira reactiva óptica puede ser en particular una tira reactiva óptica como se describe anteriormente o como se describe además a continuación. Específicamente, la tira reactiva óptica puede comprender al menos una región de interés.

40 Con respecto a los términos y definiciones, se puede hacer referencia a los términos y definiciones como se divulgan en el contexto del procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil que tiene una cámara. La tira reactiva óptica puede comprender en particular al menos una región de interés.

45 Los procedimientos y dispositivos divulgados anteriormente en los diferentes aspectos de la presente invención tienen numerosas ventajas sobre los procedimientos y dispositivos descritos en la técnica. Los dispositivos móviles que tienen una cámara normalmente aplican funciones de mapeo de tono a los datos sin procesar adquiridos por el dispositivo de formación de imágenes de la cámara para generar el conjunto de datos procesados en base a los datos sin procesar. Los datos procesados se usan en general para presentar una representación gráfica de la
50 imagen tomada por la cámara. La función de mapeo de tono es, en general, una función no lineal. En la mayoría de los casos, ni la función de mapeo de tono usada ni los datos sin procesar son accesibles ni están disponibles, por ejemplo, para un usuario o un desarrollador de una aplicación. En cambio, el conjunto de datos procesados es en general accesible para el usuario y/o desarrollador de una aplicación, por ejemplo, en forma de un archivo de imágenes. Además, a menudo no es posible para el usuario o el desarrollador de la aplicación establecer la función
55 de mapeo de tono del dispositivo móvil en una función de mapeo de tono específica, por ejemplo, conocida. Si se usa una imagen de análisis de la al menos una parte del campo de prueba de la tira reactiva óptica para determinar la concentración de analito en un líquido corporal aplicado al campo de prueba, la determinación de la concentración de analito usando los datos procesados puede dar lugar a concentraciones de analito inexactas, específicamente debido a la no linealidad de la función de mapeo de tono usada por el dispositivo móvil. Por tanto,
60 determinar una función de mapeo de tono probable, y teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable al determinar la concentración de analito, puede incrementar la exactitud de la concentración de analito determinada en comparación con los procedimientos conocidos en la técnica.

65 Además, los procedimientos y dispositivos divulgados anteriormente en los diferentes aspectos de la presente invención pueden ser en particular ventajosos debido a su alta flexibilidad, que puede permitir el uso de este procedimiento con un elevado número de dispositivos móviles. Normalmente, los diferentes dispositivos móviles,

tales como diferentes teléfonos inteligentes, pueden tener diferentes restricciones que pueden permitir o impedir el uso de un determinado procedimiento con un dispositivo móvil particular. El procedimiento de acuerdo con la presente invención se puede usar con un gran número de dispositivos móviles debido a su flexibilidad. Específicamente, esto implica una gran facilidad de uso, ya que los usuarios pueden cambiar sus dispositivos móviles y seguir usando el mismo procedimiento familiar, por ejemplo, para determinar la glucemia.

Breve descripción de las figuras

Otros rasgos característicos y modos de realización opcionales se divulgarán con más detalle en la posterior descripción de modos de realización, preferentemente junto con las reivindicaciones dependientes. En las mismas, los respectivos rasgos característicos opcionales se pueden realizar de forma aislada, así como en cualquier combinación factible arbitraria, como advertirá 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.

En las figuras:

- la figura 1 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal;
- la figura 2 muestra una función de mapeo de tono probable determinada como se describe en la etapa c) del procedimiento;
- las figuras 3A y 3B muestran una cuña escalonada de escala de grises (3A) y un número de puntos de muestreo (3B) determinados a partir de una serie de imágenes de calibración tomadas usando la cuña escalonada de escala de grises;
- las figuras 4A y 4B muestran una serie de imágenes de calibración (4A) y una función de mapeo de tono probable (4B) determinada en parte a partir de la serie de imágenes de calibración mostradas en la figura 4A;
- las figuras 5A y 5B muestran cada una un número de diferentes funciones de mapeo de tono probables, en las que en 5A se varía el tiempo de exposición mientras que en 5B se varía la sensibilidad ISO de la cámara para la generación de las imágenes de calibración en las que se basa la función de mapeo de tono probable;
- las figuras 6A, 6B y 6C muestran una función de mapeo de tono probable determinada como se describe en la etapa c) (6A), la función de mapeo de tono probable de la figura 6A después de la compensación de la corrección gamma sRGB (6B), y un ajuste parabólico (6C) que se aproxima a la curva mostrada en la figura 6B;
- las figuras 7A y 7B muestran una función de mapeo de tono probable determinada como se describe en la etapa c), así como pares de valores determinados mediante un tiempo de exposición de la cámara y un valor de luminosidad correspondiente de un campo de prueba como parte de un conjunto de datos de una imagen de análisis (7A) y los datos de la figura 7A representados con los valores de luminosidad en una escala logarítmica (7B); y
- la figura 8 muestra un kit que comprende un dispositivo móvil y una tira reactiva óptica.

Descripción detallada de los modos de realización

En un primer aspecto de la presente invención se divulga un procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil 110 que tiene una cámara 112. La figura 1 muestra un diagrama de flujo del procedimiento, en el que los componentes del dispositivo móvil 110 se muestran en la figura 8. Otros detalles del procedimiento se muestran en las figuras 2 a 7B. En lo que sigue se hace referencia a todas estas figuras.

El procedimiento comprende las siguientes etapas, que específicamente se pueden realizar en el orden dado. Todavía, también puede ser posible un orden diferente. Puede ser posible además realizar dos o más de las etapas de procedimiento total o parcialmente de forma simultánea. Puede ser posible además realizar una o más etapas de procedimiento o incluso todas las etapas de procedimiento una vez o repetidamente. El procedimiento puede comprender etapas de procedimiento adicionales que no se enumeran en el presente documento. Las etapas de procedimiento son las siguientes:

a) tomar una serie de imágenes de calibración 114, véase por ejemplo la figura 4A, de al menos una región de interés 116 de un objeto 118 usando la cámara 112, véase la figura 8, en el que las imágenes de calibración 114 difieren en su luminosidad;

b) derivar, a partir de cada imagen de calibración de la serie tomada en la etapa a), al menos una cifra de calibración clave característica para una función de mapeo de tono del dispositivo móvil 110;

c) determinar al menos una función de mapeo de tono probable 120, véase por ejemplo la figura 2, 4B, 5A, 5B, 6A, 7A y 7B, del dispositivo móvil 110 teniendo en cuenta las cifras de calibración claves de las imágenes de calibración 114 de la serie tomada en la etapa a);

d) tomar al menos una imagen de análisis de al menos parte de un campo de prueba 122 de una tira reactiva óptica 124, teniendo el campo de prueba 122 el líquido corporal aplicado en el mismo, véase por ejemplo la figura 8; y

e) determinar la concentración del analito en el líquido corporal a partir de la imagen de análisis del campo de prueba 122 teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable 120 del dispositivo móvil 110.

En el diagrama de flujo mostrado en la figura 1, la etapa a) está representada por el número de referencia 126, la etapa b) está representada por el número de referencia 128, la etapa c) está representada por el número de referencia 130, la etapa d) está representada por el número de referencia 132 y la etapa e) está representada por el número de referencia 134.

La figura 2 muestra una función de mapeo de tono probable típica 120 como se determina de acuerdo con la etapa c) del procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal. El eje de abscisas del diagrama de la figura 2 muestra un tiempo de exposición 136 en milisegundos. El eje de ordenadas del diagrama de la figura 2 muestra un valor de luminosidad 138 de un campo blanco 143, siendo el campo blanco la región de interés 116 en el caso mostrado en la figura 2. Otras regiones de interés son posibles, por ejemplo, un campo negro 139, un campo gris y una cuña escalonada de escala de grises 142. Las imágenes de calibración 114 difieren en su luminosidad. En la etapa a), la luminosidad de las imágenes de calibración 114 se puede variar activamente, específicamente de forma gradual. En el caso mostrado en la figura 2, la luminosidad de las imágenes de calibración 114 se varía variando el tiempo de exposición 136 de la cámara 112 del dispositivo móvil 110. El dispositivo móvil 110 puede usar la función de mapeo de tono para asignar, a cada valor de luminosidad 138 generado como datos sin procesar por un dispositivo de formación de imágenes 141 de la cámara 112, un valor de luminosidad 138 que puede formar parte de un archivo de imágenes como datos procesados de la imagen de calibración 114. El valor de luminosidad 138 procesado se puede derivar a partir de la imagen de calibración y servir como cifra de calibración clave. El conjunto de datos que comprende los datos procesados de la imagen de calibración 114 puede ser accesible, por ejemplo, para el usuario.

Es posible que no se conozcan tanto los datos sin procesar como la función de mapeo de tono del dispositivo móvil 110. Para determinar la función de mapeo de tono probable 120 del dispositivo móvil 110, se puede derivar el valor de luminosidad 138 procesado a partir de cada conjunto de datos que comprende los datos procesados de la imagen de calibración 114. El valor de luminosidad 138 procesado de la imagen de calibración 114 y un valor de parámetro de la cámara 112 usada para la generación de la imagen de calibración 114, que en el caso de la figura 2 es el tiempo de exposición 136, pueden formar juntos un punto de muestreo 140. La figura 2 muestra un número total de 14 puntos de muestreo 140. La función de mapeo de tono probable 120 se puede determinar usando las cifras de calibración claves, en particular los valores de luminosidad 138 procesados, específicamente los puntos de muestreo 140. En particular, la función de mapeo de tono probable se puede determinar ajustando una función a los puntos de muestreo 140.

La figura 3A muestra una cuña escalonada de escala de grises 142 que puede servir como región de interés 116. El eje de abscisas del diagrama de la figura 3B muestra un valor de escala de grises 144. El valor de escala de grises 144 de la cuña escalonada de escala de grises puede cambiar de forma gradual. El eje de ordenadas del diagrama de la figura 3B muestra un valor del canal rojo 146, específicamente una intensidad del canal de color rojo, del espacio de color RGB. También se pueden usar otros canales de color. La figura 3B muestra además cuatro conjuntos de puntos de muestreo. Para cada conjunto se usa un filtro de densidad neutra diferente que tiene valores de filtrado de un 100 %, un 48,8 %, un 29,4 % y un 23,6 %. Los puntos de muestreo 140 mostrados en la figura 3B pueden comprender el valor de escala de grises 144 de al menos uno de los campos de la cuña escalonada de escala de grises 142 como una coordenada en el eje de abscisas y el valor procesado del canal de color rojo 146 de la imagen de calibración 114 como la coordenada en el eje de ordenadas. Los puntos de muestreo adquiridos con el filtro de densidad neutra de un 100 % se denominan con el número de referencia 148. Los puntos de muestreo adquiridos con el filtro de densidad neutra de un 48,8 % se denominan con el número de referencia 150. Los puntos de muestreo adquiridos con el filtro de densidad neutra de un 29,4 % se denominan con el número de referencia 152. Los puntos de muestreo adquiridos con el filtro de densidad neutra de un 13,6 % se denominan con el número de referencia 154. Cada uno de los conjuntos se puede usar para determinar la función de mapeo de tono probable 120.

La figura 4A muestra una serie ejemplar de imágenes de calibración 114, siendo el objeto 118 en este caso la tira reactiva óptica 124 que comprende el campo de prueba 122 así como la región de interés 116, que puede, por ejemplo, ser el campo blanco 143 o el campo negro 139. El tiempo de exposición 136 de las diferentes imágenes de calibración 114 puede diferir. Por tanto, el tiempo de exposición 136 de la primera y segunda imagen de calibración 114 situada en el extremo izquierdo y a la izquierda de la serie mostrada en la figura 4A puede ser 0,25 y 0,5 veces el tiempo de exposición de la tercera imagen de calibración situada en el medio de la serie, mientras que el tiempo de exposición de la cuarta y quinta imagen de calibración situadas a la derecha y en el extremo derecho de la serie puede ser 2 y 4 veces el tiempo de exposición de la tercera imagen de calibración 114 situada en el medio de la serie. Como se describe anteriormente, el término "imagen" se puede referir específicamente a un conjunto de datos ópticos resueltos espacialmente. En particular, en el caso de la figura 4A, la representación gráfica del conjunto de datos también se puede denominar imagen.

La figura 4B muestra otra función de mapeo de tono probable 120 ejemplar determinada usando una serie de imágenes de calibración 114, que difieren en su tiempo de exposición 136. El eje de abscisas del diagrama de la figura 4B muestra el tiempo de exposición 136 en ms. El eje de ordenadas del diagrama de la figura 4B muestra el valor de luminosidad 138 del campo blanco. La función de mapeo de tono probable 120 se determina usando siete puntos de muestreo 140. Cada punto de muestreo 140 puede comprender el tiempo de exposición 136 en el que se toma la imagen de calibración 114 como la coordenada en el eje de abscisas y el valor procesado del valor de luminosidad 138 de la región de interés 116, específicamente el campo blanco 143, de la imagen de calibración 114 generado con el tiempo de exposición 136.

Las figuras 5A y 5B muestran funciones de mapeo de tono probables 120 como se determina usando el procedimiento de acuerdo con la presente invención. La luminosidad de las imágenes de calibración 114 de la serie de imágenes de calibración 114 difiere de acuerdo con la etapa a). En el caso de la figura 5A, la luminosidad de las imágenes de calibración 114 se varía activamente variando el tiempo de exposición 136 mientras la sensibilidad ISO de la cámara se mantiene constante en un valor de 100. En el caso de la figura 5B, la luminosidad de las imágenes de calibración 114 se varía activamente variando la sensibilidad ISO de la cámara 112 mientras el tiempo de exposición 136 se mantiene constante en 1 ms. En ambos casos, el dispositivo móvil usado es un Samsung J7 y se usa el canal de color rojo para derivar la cifra de calibración clave 137 en forma del valor de luminosidad 138 del canal de color rojo. Tanto para 5A como para 5B, un campo gris sirve como región de interés 116. En las figuras 5A y 5B se muestran cinco conjuntos de datos, comprendiendo cada conjunto dos funciones de mapeo de tono probables 120. Los conjuntos corresponden a diferentes niveles de gris del campo gris, que tienen diferentes valores de luminosidad 138. Los niveles de gris con valores de luminosidad relativos de un 20 %, 30 %, 40 %, 50 % y 60 % se denominan con los números de referencia 158, 160, 162, 164 y 166, respectivamente. En particular, los valores de luminosidad relativos dados en % pueden indicar específicamente una proporción o porcentaje de negro mezclado con blanco. Por tanto, un nivel de gris con un valor de luminosidad relativo de un 20 % puede indicar, por ejemplo, un nivel de gris con un 20 % de negro y un 80 % de blanco. Los puntos de muestreo 140 representados en la figura 5A pueden comprender el tiempo de exposición 136 en el que se toma la imagen de calibración 114 como coordenada en el eje de abscisas y el valor de luminosidad procesado 138 del campo gris de la imagen de calibración 114 como coordenada en el eje de ordenadas. Los puntos de muestreo 140 representados en la figura 5B pueden comprender la sensibilidad ISO de la cámara, en particular del dispositivo de formación de imágenes 141, con la que se toma la imagen de calibración 114 como coordenada en el eje de abscisas y el valor de luminosidad 138 procesado del campo gris de la imagen de calibración 114 como la coordenada en el eje de ordenadas. Las figuras 5A y 5B muestran además las funciones de mapeo de tono probables 120 como se determina de acuerdo con la etapa c) del procedimiento. La variación activa del tiempo de exposición 136 proporciona resultados más consecuentes que la variación activa de la sensibilidad ISO, en particular en forma de curvas de mapeo de tono más suaves 120, como se puede observar al comparar las figuras 5A y 5B.

La etapa a) del procedimiento comprende tomar la serie de imágenes de calibración 114 de la al menos una región de interés 116 del objeto 118. El objeto 118 también puede comprender una pluralidad de regiones de interés 116, por ejemplo, dos regiones de interés 116 tales como un campo blanco 143 y un campo negro 139. La figura 6A muestra una función de mapeo de tono probable 120 determinada de acuerdo con la etapa c) del procedimiento. Las cifras de calibración claves tenidas en cuenta en la etapa c) pueden ser los valores de luminosidad 138 derivados a partir de las imágenes de calibración tomadas en la etapa a), como es el caso de la figura 6A. Los valores de luminosidad 138 pueden ser específicamente los valores de luminosidad 138 procesados generados por el dispositivo móvil aplicando la función de mapeo de tono a los valores de luminosidad detectados por el dispositivo de formación de imágenes 141 de la cámara 112. Los valores de luminosidad 138 procesados pueden formar parte de los puntos de muestreo 140, como se puede observar en la figura 6A. En particular, los valores de luminosidad 138 procesados, que pueden formar parte de o derivarse a partir del conjunto de datos de la imagen de calibración 114, pueden ser la coordenada en el eje de ordenadas del punto de muestreo 140, como se muestra en la figura 6A. Además, el tiempo de exposición 136 de las imágenes de calibración 114 se puede variar para variar la luminosidad de las imágenes de calibración 114. Específicamente, el punto de muestreo 140 puede comprender el tiempo de exposición 136 de la imagen de calibración 114 como la coordenada en el eje de abscisas, como se ilustra en la figura 6A. El diagrama representado en la figura 6A traza el valor de luminosidad 138

procesado de la imagen de calibración 114 en el eje de ordenadas frente al tiempo de exposición 136 en el eje de abscisas. El diagrama de la figura 6A muestra cinco puntos de muestreo 140 con una cifra de calibración clave 137, en particular el valor de luminosidad 138 usado como coordenada en el eje de ordenadas, que se deriva a partir de una imagen de calibración 114 generada por la subexposición gradual del campo blanco 143 del objeto 118. Estos puntos de muestreo 140 están marcados además con el número de referencia 168. El diagrama de la figura 6A muestra además cinco puntos de muestreo 140 con una cifra de calibración clave 137, en particular el valor de luminosidad 138 usado como coordenada en el eje de ordenadas, que se deriva a partir de una imagen de calibración 114 generada por la sobreexposición gradual del campo negro 139 del objeto 118. Estos puntos de muestreo 140 están marcados con el número de referencia 170.

La figura 6B muestra la función de mapeo de tono probable 120 de la figura 6A después de la linealización parcial lograda mediante la aplicación de la corrección gamma sRGB inversa. En el diagrama de la figura 6B, los valores de luminosidad 138 se trazan en el eje de ordenadas y el tiempo de exposición 136 se traza en el eje de abscisas. Como resulta evidente a partir de una función resultante 174 representada en la figura 6B, la función resultante 174 muestra cierta no linealidad residual de modo que la función de mapeo de tono probable 120 determinada de acuerdo con la etapa c) y representada en la figura 6A puede no ser idéntica a la corrección gamma sRGB. Por tanto, la función de mapeo de tono realmente usada por el dispositivo móvil 110 puede no ser idéntica a la corrección sRGB.

En la figura 6B, los valores de luminosidad 138 después de la aplicación de la corrección gamma sRGB están marcados además con el número de referencia 172. Los puntos de muestreo 140 de la función resultante 174 pueden comprender los valores de luminosidad 138 después de la aplicación de la corrección gamma inversa 172 como coordenadas en el eje de ordenadas y el tiempo de exposición 136 de la imagen de calibración correspondiente 114 como coordenadas en el eje de abscisas. La función de mapeo de tono probable 120 puede ser la función de mapeo de tono que probablemente se usa por el dispositivo móvil 110, por ejemplo, aplicando la función de mapeo de tono al conjunto de datos generado por el dispositivo de formación de imágenes 141 de la cámara 112. La función de mapeo de tono probable 120 se puede aproximar, de forma alternativa, a la función de mapeo de tono que realmente se usa por el dispositivo móvil 110. Como parte de la determinación de la función de mapeo de tono probable 120, se puede aproximar la función resultante 174 o al menos una sección de la misma, por ejemplo, mediante un ajuste parabólico 176, como se ilustra en la figura 6C. Una sección pertinente de la función resultante 174, que puede comprender los valores de luminosidad 138 adecuados para determinar la concentración de analito a partir de la imagen de análisis del campo de prueba 122. Los puntos de muestreo 140 comprendidos por la sección pertinente en la figura 6C están marcados con recuadros y el número de referencia 178. Por tanto, puede ser posible describir una desviación de la función de mapeo de tono probable 120 con respecto a la corrección gamma sRGB mediante un único parámetro, por ejemplo, un término cuadrático. Adicionalmente, se pueden usar otros términos tales como términos de orden superior, por ejemplo, un término de tercer orden.

La etapa e) del procedimiento comprende determinar la concentración del analito en el líquido corporal a partir de la imagen de análisis del campo de prueba 122 teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable 120 del dispositivo móvil 110. En la etapa e) se puede determinar específicamente la concentración de analito a partir de una proporción de luminosidad entre el campo de prueba 122 que tiene el líquido corporal aplicado y la región de interés 116 del objeto 118. La proporción de luminosidad entre el campo de prueba 122 con el líquido corporal aplicado y la región de interés 116 puede ser desconocida y es posible que se deba determinar. En particular, puede que no sea posible determinar dicha proporción de luminosidad dividiendo los respectivos valores de luminosidad 138 disponibles a partir del conjunto de datos procesados de la imagen de análisis y el conjunto de datos procesados de la imagen de calibración 114 debido a la no linealidad de la curva de mapeo de tono aplicada por el dispositivo móvil 110.

Las figuras 7A y 7B ilustran una forma opcional de determinar, en particular aproximar, la proporción de luminosidad entre el campo de prueba 122 que tiene el líquido corporal aplicado y la región de interés 116. La figura 7A muestra un diagrama con el tiempo de exposición 136 trazado en el eje de abscisas y los valores de luminosidad trazados en el eje de ordenadas. El diagrama representa la función de mapeo de tono probable 120 como se determina usando los puntos de muestreo 140, que están igualmente indicados. Como coordenada en el eje de ordenadas, los puntos de muestreo 140 pueden comprender la cifra de calibración clave, en este caso específicamente el valor de luminosidad 138 del campo blanco 143 que sirve en este caso como la región de interés 116, derivándose el valor de luminosidad 138 a partir del conjunto de datos procesados de la imagen de calibración 114. Como coordenada en el eje de abscisas, los puntos de muestreo 140 pueden comprender el tiempo de exposición 136 usado para tomar la imagen de calibración 114. Además, en la figura 7A se indican los puntos de análisis 184 determinados por una coordenada en el eje de ordenadas, que puede ser la cifra de análisis clave 186, específicamente el valor de luminosidad 138 del campo de prueba 122 con el líquido corporal aplicado como se puede derivar a partir del conjunto de datos procesados de la imagen de análisis, y una coordenada en el eje de abscisas, específicamente el tiempo de exposición 136 usado para tomar la imagen de análisis. Específicamente, los datos mostrados en la figura 7A se pueden adquirir simultáneamente. Específicamente, cada imagen de análisis puede coincidir con una de las imágenes de calibración 114.

La figura 7B muestra los datos representados en la figura 7A, específicamente la función de mapeo de tono probable 120, los puntos de muestreo 140 y los puntos de análisis 184, con el eje de abscisas en una escala logarítmica. La figura 7B indica además con flechas que los puntos de análisis 184 se pueden desplazar hacia la función de mapeo de tono probable 120 o su extrapolación adaptando su coordenada en el eje de abscisas. El desplazamiento se puede lograr específicamente para todos los puntos de análisis 184 multiplicando las coordenadas en el eje de abscisas de los puntos de análisis 184 con un factor de desviación común. El factor de desviación puede ser específico para o puede reflejar la proporción de luminosidad entre el campo de prueba 122 que tiene el líquido corporal aplicado y la región de interés 116 del objeto 118. En el diagrama de la figura 7B, el factor de desviación puede ser 0,465. Los puntos de análisis desplazados están marcados con el número de referencia 188.

La proporción de luminosidad del campo de prueba 122 con el líquido corporal aplicado y la región de interés 116 se puede establecer en relación con una proporción de luminosidad de referencia. La proporción de luminosidad de referencia puede ser, por ejemplo, la proporción de luminosidad entre el campo de prueba 122 sin el líquido corporal aplicado y la región de interés 116. De forma alternativa, la proporción de luminosidad de referencia puede ser la proporción de luminosidad entre un campo de referencia en la tira reactiva óptica 124 y la región de interés 116. A partir de la proporción entre las dos proporciones de luminosidad, por ejemplo, la proporción de luminosidad entre el campo de prueba 122 que tiene el líquido corporal aplicado y la región de interés 116 del objeto 118 y la proporción de luminosidad de referencia, se puede determinar la concentración de analito tal como usando al menos una de: una curva de código; una tabla de consulta; una red neuronal (no mostradas en las figuras).

Como se explica anteriormente, en la figura 8, se muestra un modo de realización de un dispositivo móvil 110 en una vista en perspectiva, teniendo el dispositivo móvil 110 una cámara 112 y al menos un procesador 180. El procesador 180 se configura, por ejemplo, mediante programación, para realizar las siguientes etapas:

- i.) solicitar a un usuario que tome una serie de imágenes de calibración 114 de al menos una región de interés 116 de un objeto 118 usando la cámara 112, en el que las imágenes de calibración 114 difieren en su luminosidad;
- ii.) derivar, a partir de cada imagen de calibración 114 de la serie tomada en la etapa i.), al menos una cifra de calibración clave 137 característica para una función de mapeo de tono del dispositivo móvil 110;
- iii.) determinar al menos una función de mapeo de tono probable 120 del dispositivo móvil 110 teniendo en cuenta las cifras de calibración claves 137 de las imágenes de calibración 114 de la serie tomada en la etapa i.);
- iv.) solicitar al usuario que tome al menos una imagen de análisis de al menos parte de un campo de prueba 122 de una tira reactiva óptica 124, teniendo el campo de prueba 122 el líquido corporal aplicado en el mismo; y
- v.) determinar una concentración de un analito en un líquido corporal a partir de la imagen de análisis del campo de prueba 122 teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable 120 del dispositivo móvil 110.

La figura 8 muestra además un modo de realización en el que se divulga un kit 182 para determinar una concentración de un analito en un líquido corporal, comprendiendo el kit 182:

- al menos un dispositivo móvil 110 que tiene una cámara 110 y al menos un procesador 180 como se describe anteriormente o como se describe además a continuación; y
- al menos una tira reactiva óptica 124 que tiene al menos un campo de prueba 122.

La tira reactiva óptica 124 puede comprender en particular al menos una región de interés 116.

Lista de números de referencia

- 110 dispositivo móvil
- 112 cámara
- 114 imagen de calibración
- 116 región de interés
- 118 objeto
- 120 función de mapeo de tono probable
- 122 campo de prueba

	124	tira reactiva óptica
	126	etapa a)
5	128	etapa b)
	130	etapa c)
	132	etapa d)
10	134	etapa e)
	136	tiempo de exposición
15	137	cifra de calibración clave
	138	valor de luminosidad
	139	campo negro
20	140	punto de muestreo
	141	dispositivo de formación de imágenes
25	142	cuña escalonada de escala de grises
	143	campo blanco
	144	valor de escala de grises
30	146	valor del canal de color rojo
	148	filtro de densidad neutra de un 100 %
35	150	filtro de densidad neutra de un 48,8 %
	152	filtro de densidad neutra de un 29,4 %
	154	filtro de densidad neutra de un 13,6 %
40	156	sensibilidad ISO
	158	nivel de gris con un valor de luminosidad relativo de un 20 %
45	160	nivel de gris con un valor de luminosidad relativo de un 30 %
	162	nivel de gris con un valor de luminosidad relativo de un 40 %
	164	nivel de gris con un valor de luminosidad relativo de un 50 %
50	166	nivel de gris con un valor de luminosidad relativo de un 60 %
	168	subexposición del campo blanco
55	170	sobreexposición del campo negro
	172	valores de luminosidad después de la aplicación de la corrección gamma inversa
	174	función resultante
60	176	kit parabólico
	178	puntos de muestreo de la sección pertinente de la función resultante
65	180	procesador

182 kit

184 punto de análisis

5 186 cifra de análisis clave

188 punto de análisis desplazado

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de determinación de una concentración de un analito en un líquido corporal usando un dispositivo móvil (110) que tiene una cámara (112), comprendiendo el procedimiento:
 - a) tomar una serie de imágenes de calibración (114) de al menos una región de interés (116) de un objeto (118) usando la cámara (112), en el que las imágenes de calibración (114) difieren en su luminosidad;
 - b) derivar, a partir de cada imagen de calibración (114) de la serie tomada en la etapa a), al menos una cifra de calibración clave (137) característica para una función de mapeo de tono del dispositivo móvil (110);
 - c) determinar al menos una función de mapeo de tono probable (120) del dispositivo móvil (110) teniendo en cuenta las cifras de calibración claves (137) de las imágenes de calibración (114) de la serie tomada en la etapa a);
 - d) tomar al menos una imagen de análisis de al menos parte de un campo de prueba (122) de una tira reactiva óptica (124), teniendo el campo de prueba (122) el líquido corporal aplicado en el mismo; y
 - e) determinar la concentración del analito en el líquido corporal a partir de la imagen de análisis del campo de prueba (122) teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable (120) del dispositivo móvil (110).
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, en el que las etapas d)-e) se realizan repetidamente, en el que las etapas a)-c) se realizan inicialmente solo una vez para una pluralidad de repeticiones de las etapas d)-e) o cada vez antes de realizar las etapas d)-e) o bien con una frecuencia predeterminada.
3. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el objeto (118) comprende la tira reactiva óptica (124), en el que la imagen de análisis coincide con al menos una de las imágenes de calibración (114), de modo que la imagen de análisis se toma como parte de la serie de imágenes de calibración (114).
4. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la región de interés (116) comprende al menos un elemento del grupo que consiste en: un campo blanco; un campo negro (139); un campo gris; una cuña escalonada de escala de grises (142).
5. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada imagen de calibración (114) comprende al menos dos regiones de interés (116), en el que es conocida en particular una proporción de luminosidad física entre las dos regiones de interés (116).
6. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, para cada imagen de calibración (114), la cifra de calibración clave (137) se deriva a partir de al menos un valor de luminosidad de la región de interés (116) de la imagen de calibración (114).
7. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la luminosidad de las imágenes de calibración (114) se varía en la etapa a) variando un valor de parámetro de al menos uno de los siguientes parámetros: un tiempo de exposición (136); una sensibilidad a la luz de un sensor de imágenes de la cámara (112); una intensidad de luz de un iluminante.
8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, en el que la etapa c) comprende determinar al menos un punto de muestreo (140) para cada imagen de calibración (114), en el que el punto de muestreo (140) comprende la cifra de calibración clave (137) y el valor de parámetro.
9. El procedimiento de acuerdo con reivindicación precedente, en el que la etapa c) comprende determinar la función de mapeo de tono probable (120) mediante al menos uno de los siguientes: determinar una correlación, en particular una curva de ajuste, para los puntos de muestreo (140) de la serie de imágenes de calibración (114); elegir una correlación, en particular una función, de un conjunto predeterminado de correlaciones, en el que la correlación elegida se ajusta a los puntos de muestreo (140) de la serie de imágenes de calibración (114).
10. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa e) comprende derivar al menos una cifra de análisis clave (186) a partir de al menos un valor de luminosidad (138) de al menos una parte de la imagen de análisis que muestra la al menos una parte del campo de prueba (122).
11. El procedimiento de acuerdo con reivindicación precedente, en el que, a partir de cada cifra de análisis clave (186), se deriva al menos una cifra de medición de analito probable aplicando la función de mapeo de tono probable inversa (120) a la cifra de análisis clave (186).
12. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, en la etapa

e), la concentración de analito se determina a partir de una proporción de luminosidad entre el campo de prueba (122) que tiene el líquido corporal aplicado y la región de interés (116) del objeto (118).

5 13. Un programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando el programa informático se ejecuta por un ordenador, específicamente un procesador de un dispositivo móvil (110), hacen que el ordenador lleve a cabo las etapas de procedimiento b), c) y e) de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

10 14. Un dispositivo móvil (110) que tiene una cámara (112) y un procesador (180), estando el procesador (180) configurado para realizar las siguientes etapas:

15 i.) solicitar a un usuario que tome una serie de imágenes de calibración (114) de al menos una región de interés (116) de un objeto (118) usando la cámara (112), en el que las imágenes de calibración (114) difieren en su luminosidad;

ii.) derivar, a partir de cada imagen de calibración (114) de la serie tomada en la etapa i.), al menos una cifra de calibración clave (137) característica para una función de mapeo de tono del dispositivo móvil (110);

20 iii.) determinar al menos una función de mapeo de tono probable (120) del dispositivo móvil (110) teniendo en cuenta las cifras de calibración claves (137) de las imágenes de calibración (114) de la serie tomada en la etapa i.);

25 iv.) solicitar al usuario que tome al menos una imagen de análisis de al menos parte de un campo de prueba (122) de una tira reactiva óptica (124), teniendo el campo de prueba (122) el líquido corporal aplicado en el mismo; y

v.) determinar una concentración de un analito en un líquido corporal a partir de la imagen de análisis del campo de prueba (122) teniendo en cuenta la función de mapeo de tono probable (120) del dispositivo móvil (110).

30 15. Un kit (182) para determinar una concentración de un analito en un líquido corporal, comprendiendo el kit (182):

35 - al menos un dispositivo móvil (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en referencia a un dispositivo móvil (110); y

- al menos una tira reactiva óptica (124) que tiene al menos un campo de prueba (122).

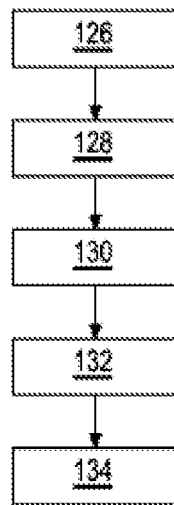


Fig. 1

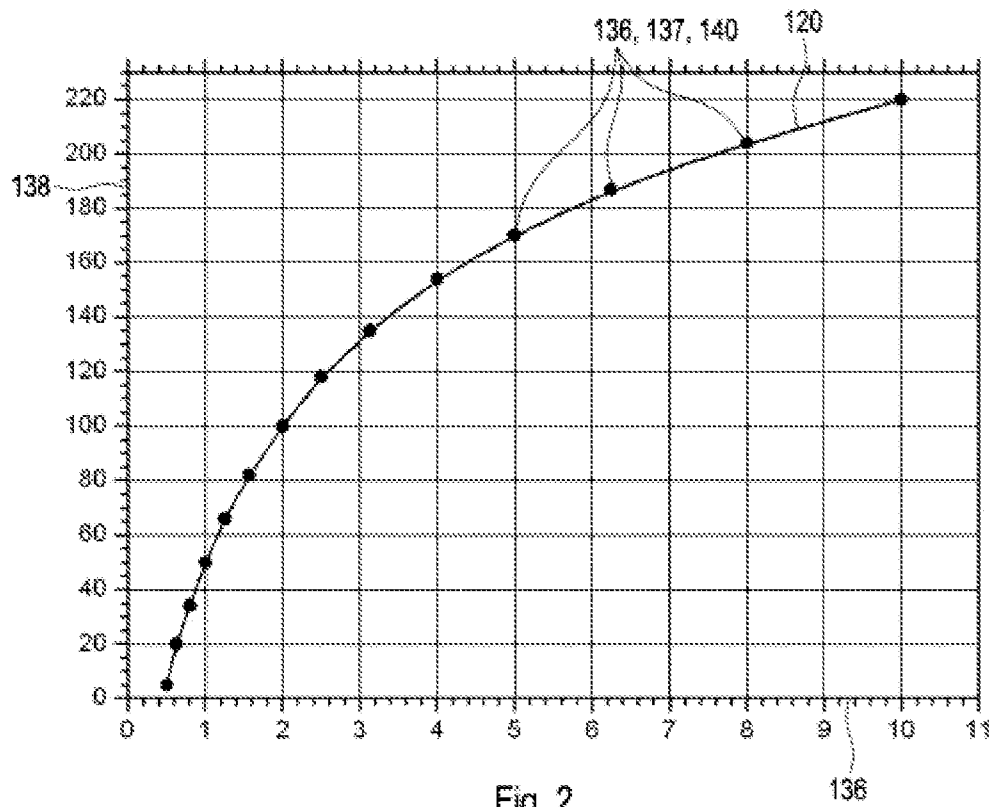


Fig. 2

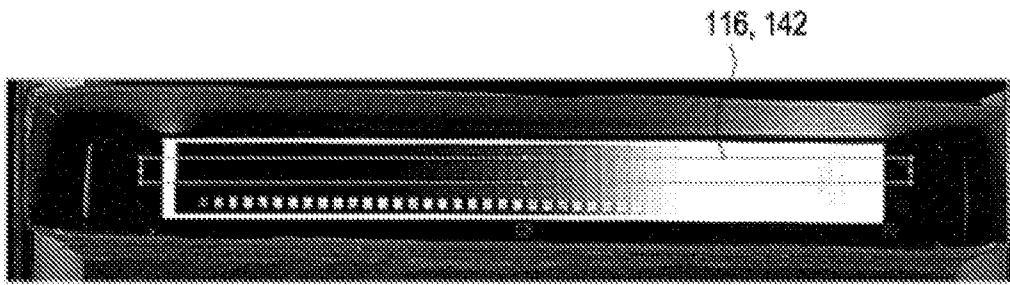


Fig. 3 A

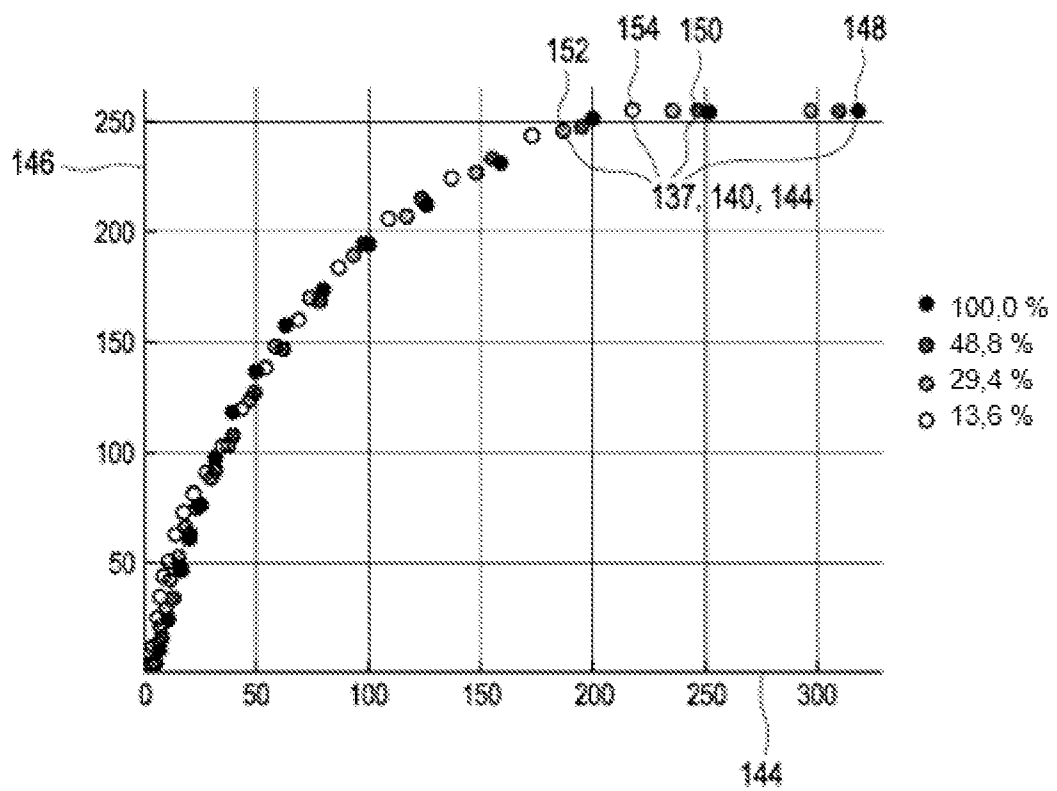


Fig. 3 B

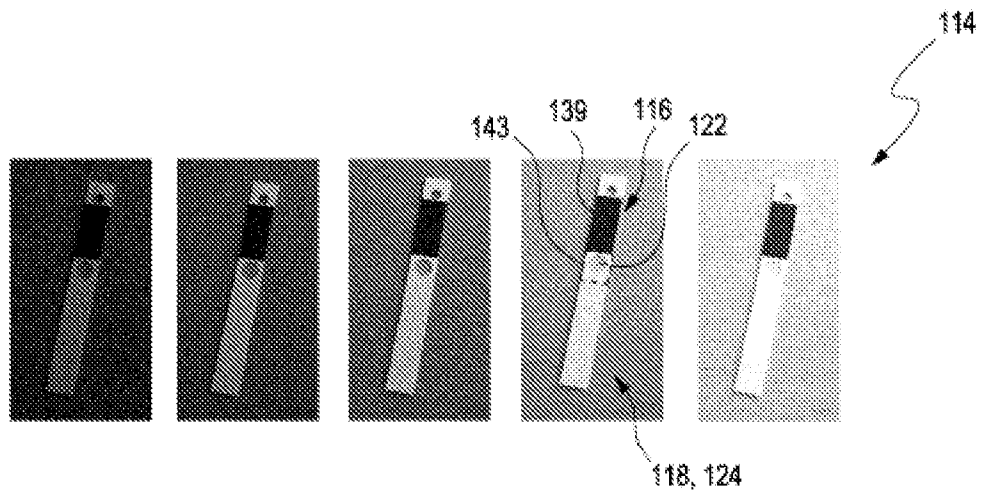


Fig. 4 A

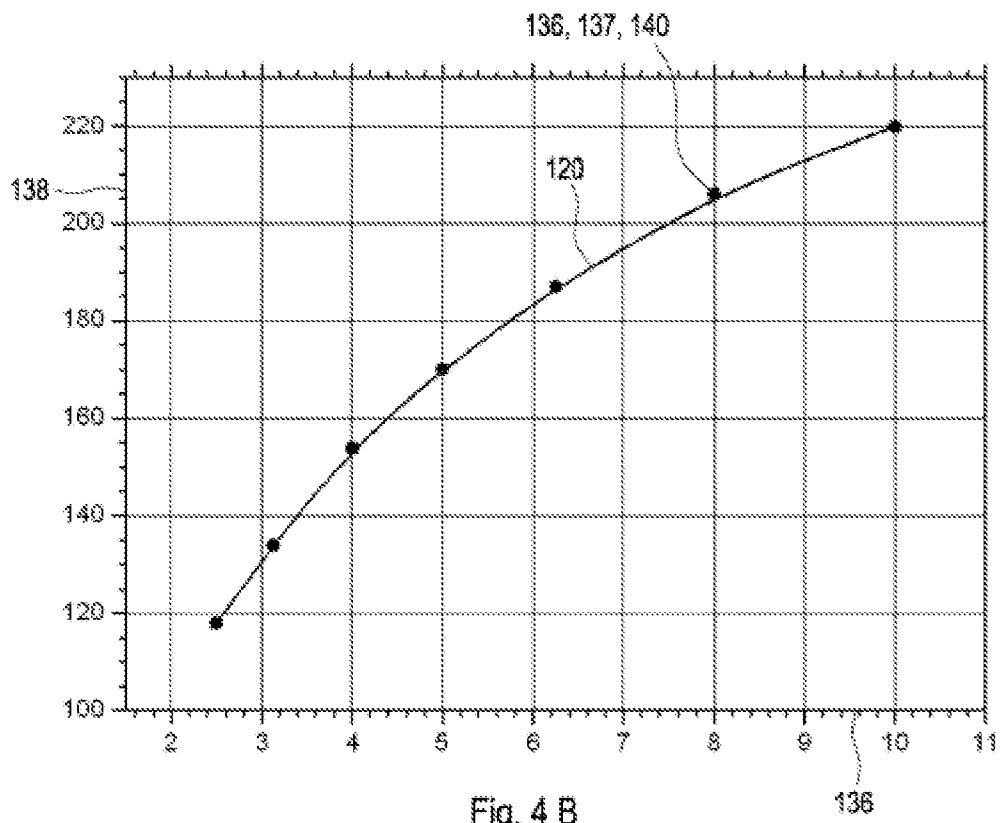
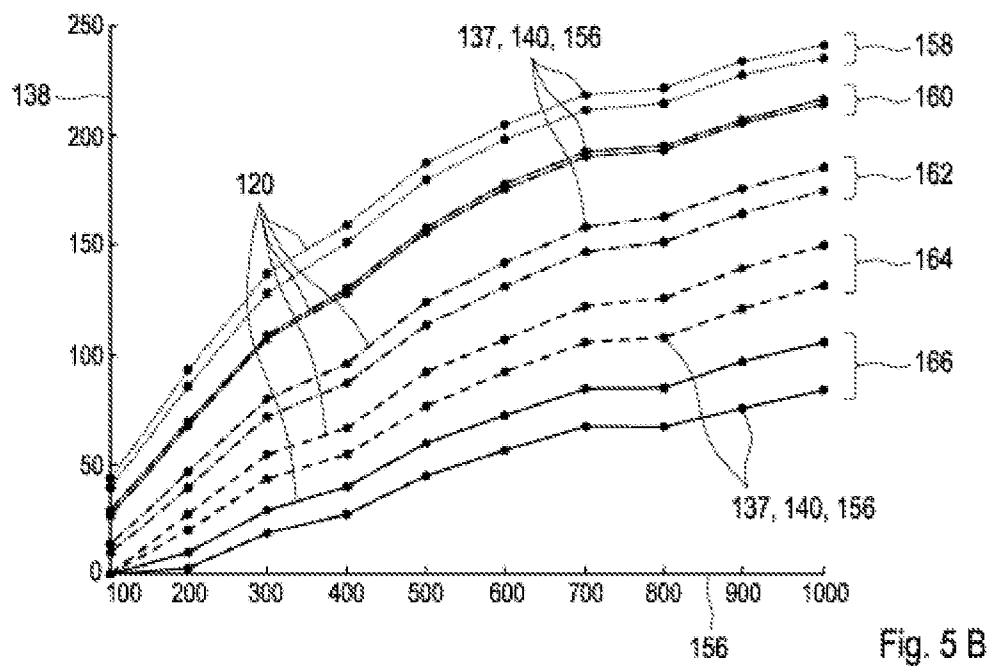
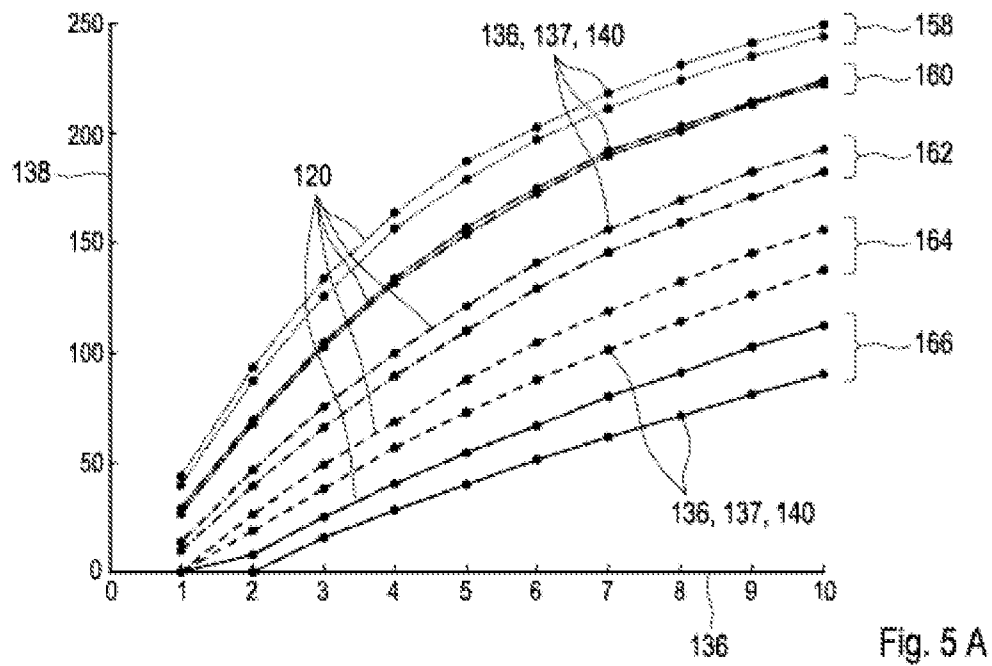
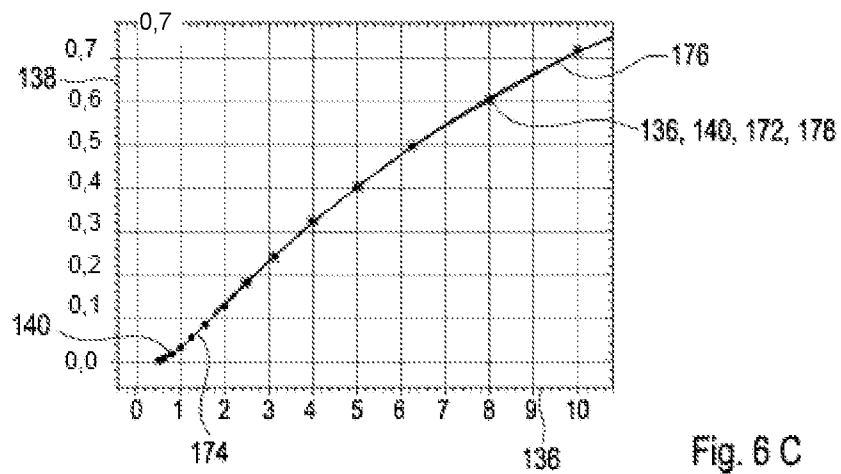
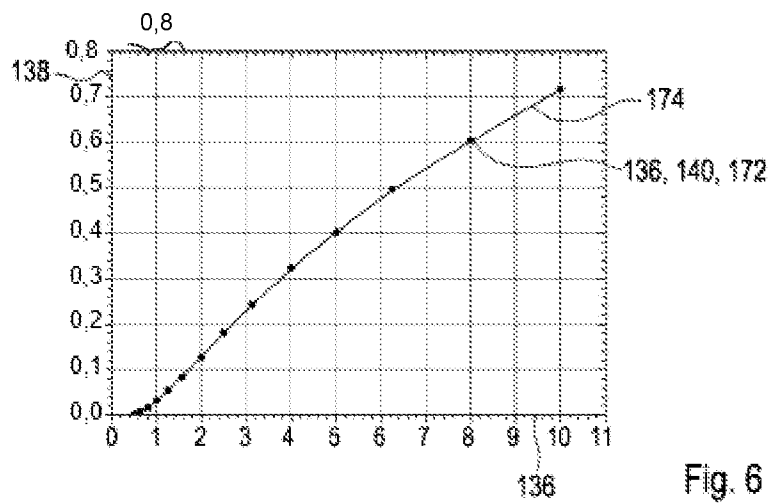
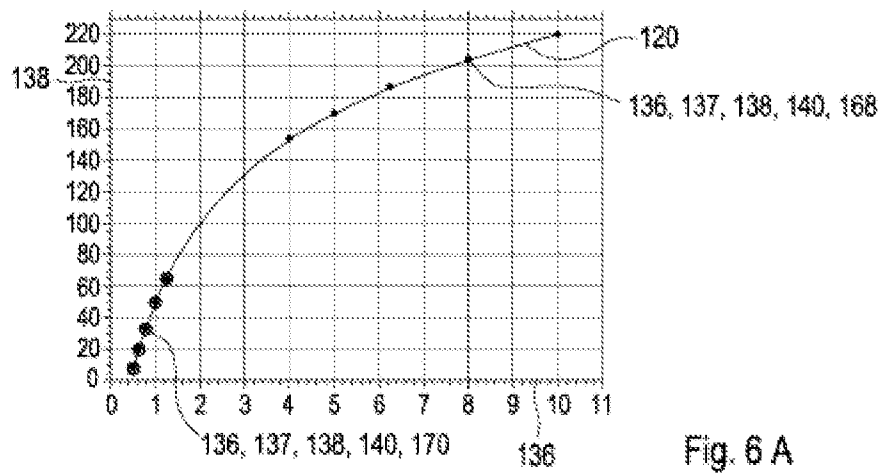


Fig. 4 B





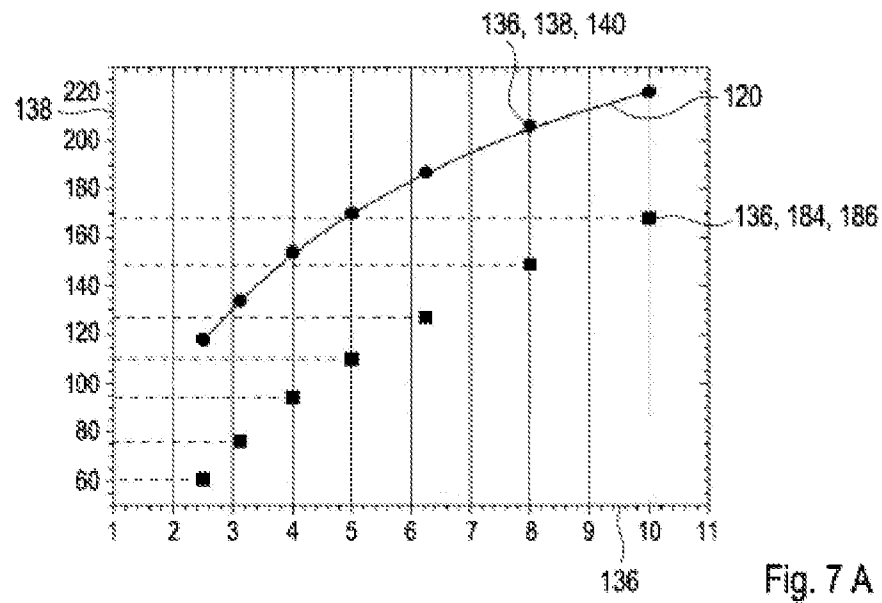


Fig. 7 A

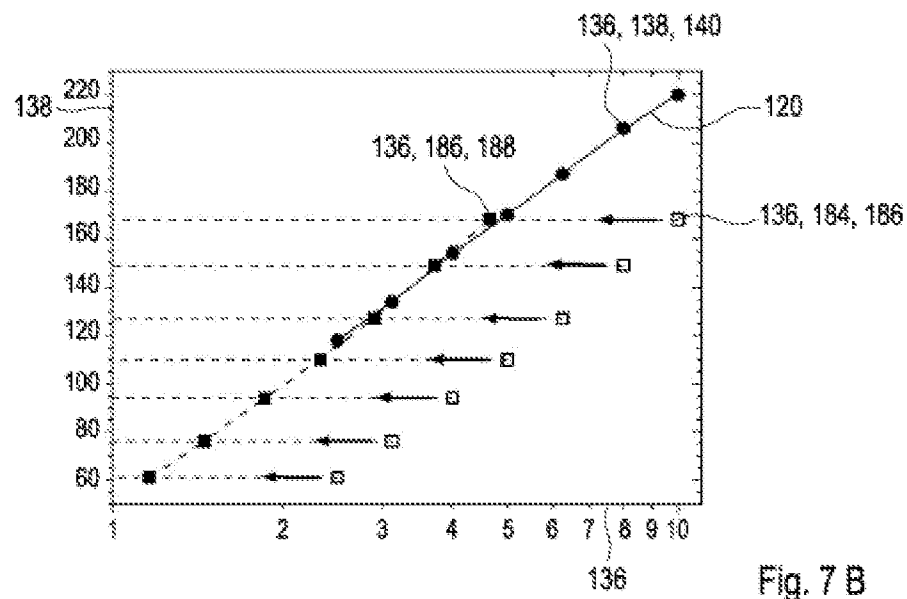


Fig. 7 B

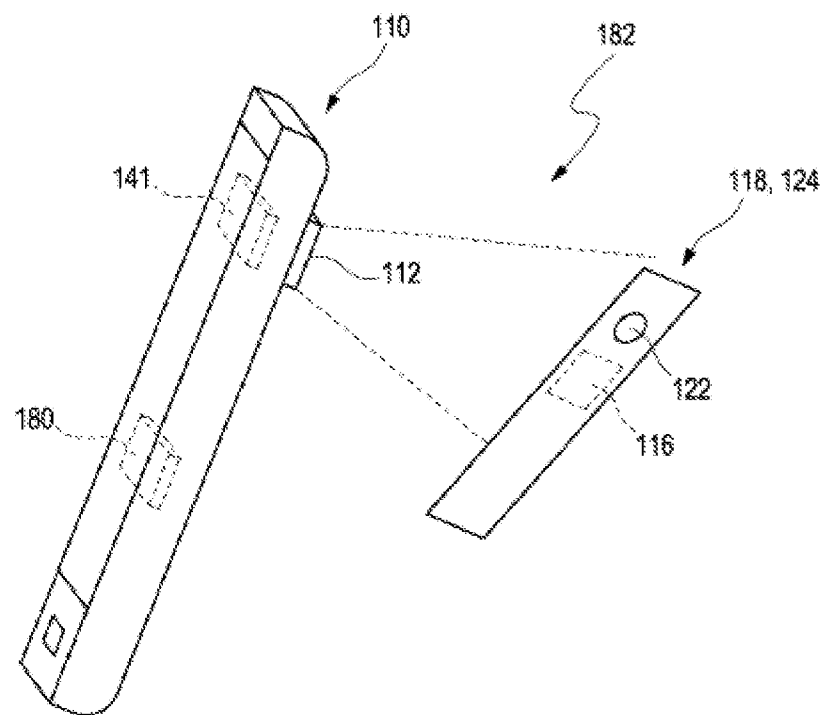


Fig. 8