

SISTEMA DE PRUEBA DE FLUJO LATERAL

CAMPO TÉCNICO

- 5 La presente divulgación se refiere a un sistema de lectura de prueba de flujo lateral que comprende un lector óptico y un cartucho de flujo lateral.

ANTECEDENTES

- 10 Durante muchos años, las pruebas de flujo lateral se han utilizado ampliamente, especialmente con fines de diagnóstico tanto en el diagnóstico de seres humanos como en el diagnóstico de animales. En general, las pruebas de flujo lateral son relativamente rápidas y fáciles de usar. Normalmente, las pruebas de flujo lateral se utilizan para el diagnóstico médico, ya sea para pruebas en el hogar, en lugares de atención o el uso en laboratorio. Una aplicación ampliamente difundida y conocida es la
15 prueba de embarazo casera.

- Un cartucho de flujo lateral usualmente comprende una tira de prueba porosa, por ejemplo, de papel, polímero o combinaciones de estos. El cartucho de flujo lateral comprende una zona de obtención de muestra para aplicar una muestra líquida a la tira de prueba. Usualmente, la zona de obtención de muestra comprende una almohadilla o una almohadilla con un depósito de fluido, de modo que se
20 puede aplicar una cantidad suficiente de fluido, y al mismo tiempo el riesgo de inundar la tira es bajo. Después de la aplicación de una muestra líquida a la zona de obtención de muestra, la muestra líquida migra a lo largo de la tira de prueba. La tira de prueba usualmente comprende una zona de marca de prueba y una zona de marca de control dispuestas en el orden mencionado en relación con la propagación de migración del fluido. La zona de la marca de prueba cambia la respuesta a la luz (por
25 ejemplo, el color o la emisión después de la excitación) tras la detección positiva de una molécula objetivo (analito) seleccionada en la muestra de fluido y la zona de la marca de control cambia la respuesta a la luz al humedecerse con el líquido que fluye a lo largo de la tira.

- La tira de prueba puede comprender, por ejemplo, una zona conjugada que comprende un formato seco de partículas bioactivas, por ejemplo, en una matriz de sal y azúcar que tiene el propósito de
30 optimizar la reacción química entre el analito (por ejemplo, un antígeno) y su compañero químico (por ejemplo, anticuerpo) que se ha inmovilizado en la superficie de la partícula. El fluido de la muestra disuelve las partículas y fluye de manera adicional a lo largo de la tira mientras se mezcla con las partículas disueltas y el analito opcional se une a las partículas. La zona de la marca de prueba comprende moléculas de captura inmovilizadas configuradas para capturar conjugados de partículas y

analitos (o el analito como tal). Cuando el fluido de la muestra alcanza la zona de la marca de prueba, la partícula-el analito (opcional) se captura y, por lo tanto, se acumula en la zona de la marca de prueba. Debido a un marcador de la partícula, la zona de la marca de prueba cambia la respuesta a la luz. El cambio de la respuesta a la luz es a menudo un cambio de color, pero también puede ser un cambio en la emisión de luz tras la excitación, por ejemplo, cuando la partícula comprende puntos Q y/o un cambio de fluorescencia.

A medida que el fluido de la muestra alcanza la zona de la marca de control, las partículas son capturadas por moléculas de captura inmovilizadas que se oponen a las partículas (a menudo contra el antígeno de las partículas) y se puede verificar que la prueba se ha completado.

Mientras que un cartucho de flujo lateral puede leerse visualmente, generalmente se prefiere leer el cartucho de flujo lateral mediante un lector óptico que pueda leer la zona de la marca de prueba y la zona de la marca de control. En los últimos años, se han introducido en el mercado muchos lectores de prueba diferentes para leer un cartucho de flujo lateral, que incluyen lectores fijos y portátiles. Muchos de estos lectores se han centrado en proporcionar una lectura precisa y en hacer que los lectores sean pequeños para el uso en el centro de atención.

Sin embargo, para muchas lecturas, la lectura resultante de la zona de la marca de prueba y la zona de la marca de control puede no proporcionar el resultado completo. Por lo tanto, se ha descubierto que puede haber muchos errores causados por una obtención incorrecta de la muestra líquida, una obtención de muestra excesiva (agregar demasiado líquido), una almohadilla mal colocada en la zona de humectación, o una migración defectuosa de la muestra líquida, por ejemplo, mediante migración en ramas locales, por ejemplo, eludiendo el área que comprende las partículas bioactivas.

En US2005036148, se describe un dispositivo para resultados de ensayos para leer el resultado de un ensayo realizado mediante el uso de un portador de transporte de líquido, donde el dispositivo comprende: al menos una fuente de luz capaz de emitir luz incidente sobre al menos una de dos o más zonas separadas espacialmente del portador; un fotodetector posicionado de manera que sea capaz de detectar la luz que emana de cada una de las dos zonas y generar señales que representen la presencia o ausencia de una muestra de fluido en la zona respectiva; y un circuito de computación que responde a las señales para: calcular una velocidad de flujo para un fluido que fluye a lo largo del portador; comparar la velocidad de flujo calculada con los límites superior e inferior; y rechazar el resultado del ensayo si la velocidad de flujo calculada está fuera de los límites superior e inferior. De ese modo, el dispositivo de lectura puede determinar la velocidad de flujo del fluido.

BREVE COMPENDIO

Estas necesidades y otras se satisfacen mediante aspectos de la presente divulgación que, según un

aspecto, proporciona un sistema de prueba de flujo lateral que comprende un lector óptico, un cartucho de flujo lateral y un sistema informático, el cartucho de flujo lateral tiene una porción proximal y una porción distal y comprende una tira de prueba porosa que comprende y/o se encuentra en contacto con una zona de obtención de muestra y con una longitud de tira y una carcasa del cartucho que

5 contiene dicha tira de prueba porosa, donde dicha carcasa del cartucho tiene una abertura de entrada para aplicar líquido a la zona de obtención de muestra y al menos una ventana de lectura en la tira de prueba porosa en su porción distal que expone al menos una zona expuesta de dicha tira porosa, que tiene una longitud y un ancho, dicha zona expuesta comprende al menos una porción distal con respecto a la zona de obtención de muestra. El lector óptico comprende una carcasa del lector y una

10 ranura para insertar al menos la porción distal del cartucho en dicha carcasa del lector, dicho lector óptico comprende además un arreglo de iluminación adaptado para iluminar dicha al menos una zona expuesta de dicha tira porosa cuando dicho cartucho se inserta en la ranura de la carcasa del lector y una cámara de video configurada para adquirir una serie de imágenes digitales que comprendan dicha zona expuesta de dicha tira porosa, donde el lector está configurado para transmitir cada imagen

15 digital como un conjunto de datos de píxeles. El sistema informático comprende un medio de almacenamiento y un procesador, donde dicho procesador se configura para recibir dichos conjuntos de datos de píxeles que representan dichas múltiples imágenes digitales consecutivas y para calcular el avance de la humectación a lo largo de dicha zona expuesta de dicha tira porosa en función de dichos conjuntos de datos de píxeles.

20 Por lo tanto, diversos aspectos de la presente divulgación proporcionan ventajas, tal como se detallará de otra manera en la presente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

25 Habiéndose descrito diversos aspectos de la presente divulgación en términos generales, ahora se hará referencia a las figuras adjuntas, las cuales no están necesariamente a escala, y donde:

la Figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un aspecto del sistema de prueba de flujo lateral de la presente divulgación;

la Figura 2 es una ilustración esquemática de un aspecto del sistema de prueba de flujo lateral de la

30 presente divulgación;

las Figuras 3a y 3b ilustran ejemplos de tiras de prueba porosas adecuadas para un cartucho de flujo lateral de un aspecto de la presente divulgación;

las Figuras 4a, 4b y 4c ilustran ejemplos de cartuchos de flujo lateral adecuados para un aspecto del sistema de prueba de flujo lateral de la presente divulgación;

la Figura 5 es un gráfico de valores promedio de columna de un conjunto de datos de píxeles en función de la posición de la columna a lo largo de la posición horizontal alineada con el ancho de la tira de prueba porosa y que comprende la zona expuesta;

la Figura 6 es un gráfico de cambios de valor de píxeles de fila 'W' determinados con respecto a conjuntos respectivos de datos de píxeles donde los valores de píxeles del conjunto anterior de datos de píxeles se han restado de los valores de píxeles de estos conjuntos respectivos de datos de píxeles;

la Figura 7 es otro gráfico de los cambios de valor de píxeles de fila 'W' determinados con respecto a conjuntos respectivos de datos de píxeles donde los valores de píxeles del conjunto anterior de datos de píxeles se han restado de los valores de píxeles de estos conjuntos respectivos de datos de píxeles;

la Figura 8 es un gráfico de un ejemplo de una velocidad de flujo determinada en función de la posición de longitud de la tira de prueba porosa en la zona expuesta;

la Figura 9 es un gráfico de otro ejemplo de una velocidad de flujo determinada en función de la posición de longitud de la tira de prueba porosa en la zona expuesta;

la Figura 10 es un gráfico de incluso otro ejemplo de una velocidad de flujo determinada en función de la posición de longitud de la tira de prueba porosa en la zona expuesta;

la Figura 11 es un diagrama de proceso de un proceso de computación de un aspecto de un sistema de prueba de flujo lateral de la presente divulgación; y

la Figura 12 es un diagrama de proceso de otro proceso de computación de un aspecto de un sistema de prueba de flujo lateral de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA DIVULGACIÓN

Diversos aspectos de la presente divulgación se describirán ahora de manera más completa con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales se muestran algunos, aunque no todos, los aspectos de la presente divulgación. De hecho, la presente divulgación se puede representar en muchas formas diferentes y no se debería considerar que esté limitada a los aspectos establecidos en la presente, por el contrario, estos aspectos se proporcionan para que la presente divulgación cumpla los requisitos legales aplicables. A lo largo de la presente, los números iguales hacen referencia a elementos iguales. Un objeto de la presente divulgación es proporcionar un sistema de prueba de flujo lateral que comprende un lector óptico y un cartucho de flujo lateral cuyo sistema proporciona una lectura muy precisa y con una alta capacidad para validar una prueba de cartucho de flujo lateral.

En un aspecto, un objeto es proporcionar un sistema de prueba de flujo lateral capaz de detectar si ha ocurrido o está ocurriendo un error en una prueba de cartucho de flujo lateral.

En un aspecto, un objeto es proporcionar un sistema de prueba de flujo lateral capaz de detectar si ha

ocurrido o está ocurriendo una migración defectuosa de una muestra líquida en un cartucho de flujo lateral.

En un aspecto de la divulgación, un objeto es proporcionar un sistema de prueba de flujo lateral que alivie al menos uno de los problemas descritos anteriormente de una manera factible simple y económica y con una alta precisión y seguridad.

Estos y otros objetos se han resuelto como se describe en la presente divulgación como se define en las reivindicaciones y como se describirá a continuación en la presente.

El sistema de prueba de flujo lateral de un aspecto de la divulgación comprende un lector óptico, un cartucho de flujo lateral y un sistema informático.

- 10 El cartucho de flujo lateral tiene una porción proximal y una porción distal y comprende una tira de prueba porosa que comprende y/o se encuentra en contacto con una zona de obtención de muestra. La tira de prueba porosa tiene una longitud de tira que generalmente se define como la dirección en que avanzará el fluido tras la aplicación a la zona de obtención de muestra. El cartucho de flujo lateral comprende una carcasa del cartucho que contiene la tira de prueba porosa. La carcasa del cartucho
- 15 tiene una abertura de entrada para aplicar líquido a la zona de obtención de muestra. La carcasa del cartucho tiene al menos una ventana de lectura en la tira de prueba porosa en su porción distal que expone al menos una zona expuesta de la tira porosa. La zona expuesta tiene una longitud y un ancho (a los que también se hace referencia como «longitud vertical» y «ancho horizontal», donde los términos «vertical» y «horizontal» se usan como términos relativos). La dirección de longitud de la
- 20 zona expuesta se define como la dirección de propagación en la zona expuesta de la tira de prueba porosa de un fluido aplicado a la zona de obtención de muestra. La zona expuesta comprende al menos una porción de la tira de prueba porosa posicionada distalmente con respecto a la zona de obtención de muestra.

- Esos cartuchos de flujo lateral son generalmente conocidos y, en principio, cualquiera de esos
- 25 cartuchos de flujo lateral puede aplicarse en el sistema. Otros cartuchos de flujo lateral preferidos se describirán a continuación.

- El lector óptico comprende una carcasa del lector y una ranura para insertar al menos la porción distal del cartucho en la carcasa del lector. El lector óptico comprende además un arreglo de iluminación adaptado para iluminar la o las zonas expuestas de la tira de prueba porosa cuando el cartucho se
- 30 inserta en la ranura de la carcasa del lector y una cámara de video configurada para adquirir una serie de imágenes digitales (también denominadas «fotogramas») que comprendan la zona expuesta de la tira de prueba porosa. El lector óptico está configurado para transmitir cada imagen digital como un conjunto de datos de píxeles. De manera beneficiosa, la cámara de video del lector está transmitiendo los conjuntos de datos de píxeles al sistema informático.

La expresión «un conjunto de datos de píxeles» se usa en la presente para hacer referencia a múltiples datos de píxeles con un atributo de tiempo idéntico. Un conjunto de datos de píxeles son preferentemente datos de píxeles respectivos de una única imagen digital adquirida por la cámara de video.

- 5 El sistema informático comprende un medio de almacenamiento y un procesador, donde el procesador se configura para recibir los conjuntos de datos de píxeles de las múltiples imágenes digitales consecutivas y para calcular el avance de la humectación a lo largo de la zona expuesta de la tira porosa en función de los conjuntos de datos de píxeles. El sistema informático está configurado preferentemente para almacenar los conjuntos de datos de píxeles en el medio de almacenamiento.
- 10 Se ha descubierto que el sistema de prueba de flujo lateral de la presente divulgación proporciona una determinación muy precisa del avance de la humectación de la tira de prueba porosa y al mismo tiempo revela si ha ocurrido o está ocurriendo un error en una prueba de cartucho de flujo lateral. Se puede seguir el avance del frente de humectación para asegurar que la tira de prueba porosa se humedezca en todo su ancho, sin que un flujo desviado no deseado pase por alto una parte de la tira
- 15 de prueba porosa.
Por lo tanto, cualquier migración defectuosa de una muestra líquida en un cartucho de flujo lateral puede observarse de inmediato y la prueba puede terminarse y descartarse o, alternativamente, el resultado puede ajustarse si solo se pasa por alto una pequeña parte de la tira de prueba porosa. De ese modo, el usuario puede ahorrar tiempo y al mismo tiempo obtener un resultado muy preciso y
- 20 confiable.
El sistema de prueba de flujo lateral proporciona una valiosa herramienta de validación para validar una prueba de cartucho de flujo lateral.
Además, el sistema de prueba de flujo lateral también proporciona una herramienta de validación para validar un lote de cartuchos de flujo lateral. Usualmente, los cartuchos de flujo lateral se producen en
- 25 lotes de, por ejemplo, 10 000 o 1000. La producción en masa a veces produce errores sistémicos. Por ejemplo, la producción puede comprender que la tira de prueba porosa se corte de una banda o funda de material poroso y los productos químicos para las pruebas pueden depositarse sobre el material esponoso antes o después de cortar las tiras de prueba y las tiras están allí después de montarlas en las carcasas.
- 30 Sucede que la deposición de los productos químicos no es del todo correcta en cantidad y/o posición y/o el material poroso puede tener deformaciones u otros defectos del material que pueden afectar la migración de fluido en el material poroso.
Por lo tanto, a veces, muchos artículos de un lote de un cartucho de flujo lateral pueden tener defectos y, por lo tanto, al validar algunos cartuchos de flujo lateral de un lote mediante el uso de una modalidad

de un sistema de prueba de flujo lateral de la presente divulgación, se puede descubrir fácilmente cualquier defecto sistémico.

Por lo tanto, se ha descubierto que el sistema de prueba de flujo lateral es muy valioso para validar ejecuciones de pruebas y, al mismo tiempo, ahorra tiempo, ya que se pueden descubrir defectos muy temprano en una ejecución de prueba y también debido al hecho de que la cantidad de ejecuciones de pruebas puede ser reducido ya que la validación de las ejecuciones de pruebas garantiza que prácticamente todas las ejecuciones de pruebas validadas y aprobadas pueden ser altamente confiables.

La expresión «ejecución de prueba» se usa en la presente para hacer referencia a la realización de una prueba de flujo lateral que comprende aplicar un fluido de muestra a la zona de obtención de muestra de un cartucho de flujo lateral y observar el avance de la humectación en la zona expuesta.

Se ha de comprender en la presente que el término «sustancialmente» significa que se encuentran comprendidas las variaciones y tolerancias comunes del producto.

La expresión «aproximadamente» se usa generalmente para incluir los valores que se encuentran dentro de las incertidumbres de medición. Cuando se usa en intervalos, se ha de comprender en la presente que la expresión «aproximadamente» que lo que se incluye dentro del intervalo son los valores que se encuentran dentro de las incertidumbres de medición.

Las expresiones «muestra líquida» o «muestra» o «líquido de prueba» hacen referencia a cualquier muestra que contenga líquido, incluidas las muestras líquidas que comprenden partes sólidas, tales como dispersiones y suspensiones. La muestra comprende líquido al momento de realizar el método.

A lo largo de la descripción o las reivindicaciones, el singular abarca el plural, a menos que el contexto especifique o requiera lo contrario.

Los términos «prueba» y «ensayo» se usan indistintamente.

La expresión «configurado/a para» se usa en la presente para indicar que el artículo en cuestión está construido, diseñado o programado específicamente para cumplir el propósito en cuestión.

El cartucho de flujo lateral puede ser, en principio, cualquier tipo de cartucho de flujo lateral adaptado para usarse con el lector.

La porción distal del cartucho de flujo lateral es la porción del cartucho de flujo lateral que está dentro del campo óptico de la cámara de video, y la porción proximal del cartucho de flujo lateral es la porción opuesta a la porción que se inserta en el ranura del lector. Usualmente, la parte lateral no se insertará completamente en el lector, sino que sobresaldrá de él para facilitar su inserción y extracción del lector. De manera beneficiosa, la entrada a la zona de obtención de muestra estará en la porción proximal del cartucho de flujo lateral. En una modalidad, la entrada a la zona de obtención de muestra estará en la porción proximal del cartucho de flujo lateral en una posición que sobresalga del lector cuando el

cartucho de flujo lateral esté completamente insertado. De ese modo, la muestra de fluido puede agregarse a la zona de obtención de muestra después de que el cartucho de flujo lateral se haya insertado completamente en el lector. Alternativamente, la muestra de fluido puede agregarse a la zona de obtención de muestra antes de insertar el cartucho de flujo lateral en la ranura del lector o mientras el cartucho de flujo lateral está parcialmente insertado en la ranura del lector.

La tira de prueba porosa puede ser cualquier tipo de tira de prueba porosa, tal como los tipos que usualmente se aplican para las tiras de prueba de flujo lateral. La tira de prueba porosa puede consistir en una sola pieza o puede comprender dos o más secciones en contacto para la migración de fluido. En la técnica anterior, se conoce una gran cantidad de tiras de prueba para pruebas de flujo lateral y la tira de prueba porosa puede seleccionarse en una modalidad para esas tiras de prueba conocidas. En una modalidad, la tira de prueba porosa comprende desde su extremo proximal hacia su extremo distal una almohadilla para la obtención de muestra dispuesta para estar en la zona de obtención de muestra, una almohadilla de conjugado con las partículas marcadas, una membrana porosa (por ejemplo, de nitrocelulosa) que tiene opcionalmente una zona de prueba y/o una zona de control y un sumidero de fluido que comprende opcionalmente una almohadilla adsorbente. Todas las almohadillas y la/s membrana/s puede/n aplicarse, por ejemplo, sobre una parte posterior que mantenga los elementos en posición relativa para garantizar la migración de la humectación de la tira.

La almohadilla para la obtención de muestra puede ser, por ejemplo, de celulosa y/o fibra de vidrio y se aplica una muestra en esta almohadilla para comenzar el ensayo. Su función es transportar el líquido de la muestra aguas abajo hacia la almohadilla de conjugado. La almohadilla para la obtención de muestra puede comprender uno o más componentes o elementos para tratar previamente la muestra líquida, por ejemplo, para la separación de los componentes de la muestra, eliminar interferencias, ajustar el pH, etc.

La almohadilla de conjugado puede ser, por ejemplo, de fibra de vidrio, celulosa, poliésteres o mezclas que comprendan una o más de estas fibras y la almohadilla de conjugado comprende las partículas marcadas (conjugados) que están configuradas para unirse al analito de interés. Cuando el ensayo es un ensayo competitivo, la almohadilla para la obtención de muestra o una almohadilla adicional adyacente a la almohadilla de conjugado pueden tener una molécula o partícula competidora. Las partículas marcadas se liberan de la almohadilla de conjugado al entrar en contacto con la muestra líquida y se unen al analito o una molécula/partícula competidora.

La abertura de entrada para aplicar líquido a la zona de obtención de muestra puede ser, por ejemplo, una abertura en la carcasa del cartucho. La abertura de entrada preferentemente es suficiente para la aplicación de una gota de la muestra líquida y/o la abertura de entrada puede estar conformada para aspirar la muestra hacia la zona de obtención de muestra mediante efectos capilares.

La abertura de entrada y la ventana de lectura usualmente son aberturas separadas en la tira porosa para garantizar una aplicación precisa de una muestra líquida a la zona de obtención de muestra, sin embargo, en una realización, la abertura de entrada y la ventana de lectura están unidas, por ejemplo, con una abertura estrecha en forma de cinta que conecta la abertura de entrada y la ventana de lectura.

La carcasa del cartucho tiene el propósito de contener la tira de prueba porosa y preferentemente la carcasa del cartucho es de un polímero, tal como polidimetilsiloxano (PDMS), policarbonato (PC) o poliestireno (PS). La superficie de la carcasa del cartucho que rodea la zona expuesta puede tener de manera beneficiosa propiedades de reflexión de la luz que difieran significativamente de las propiedades de reflexión de la luz de la tira de prueba porosa con respecto a la luz de iluminación del arreglo de iluminación.

El arreglo de iluminación puede comprender cualquier tipo de fuente de luz de iluminación, tal como uno o más diodos y/o fuentes de luz láser. Por razones de costos, se prefieren uno o más diodos, tales como uno o más LEDs. El arreglo de iluminación puede configurarse de manera beneficiosa para iluminar la zona expuesta de la tira de prueba porosa, preferentemente mediante iluminación con flash. La luz de iluminación puede tener cualquier ancho de banda que preferentemente comprenda ondas electromagnéticas de luz dentro de 400 nm a 2600 nm, y que preferentemente comprenda longitudes de ondas electromagnéticas dentro del rango visible de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 700 nm, tal como de aproximadamente 500 a aproximadamente 600 nm.

La cámara de video puede ser, por ejemplo, una cámara web, es decir, una cámara de video que transmita sus imágenes en tiempo real a una computadora, aquí el sistema informático. Mientras que el término cámara web en su sentido original significa que la cámara está conectada a la web, el término tal como se usa en la presente significa que la cámara transmite sus imágenes en tiempo real al sistema informático.

La cámara de video puede incluir una o más lentes y un sensor de imagen, por ejemplo, en forma de un conjunto de sensores de píxeles y dispositivos electrónicos de soporte.

Los sensores de imagen pueden ser, por ejemplo, CMOS o CCD. Para garantizar conjuntos adecuados de datos de píxeles para obtener una determinación rápida y precisa del avance de la humectación, la cámara de video puede ser de manera beneficiosa una cámara de video de conjunto de píxeles de 2 dimensiones, preferentemente, de manera independiente entre sí, que tenga más de 50, tal como más de 100 píxeles en cada una de las 2 dimensiones.

Los dispositivos electrónicos de soporte se configuran para leer la imagen del sensor y transmitirla al sistema informático.

La cámara de video puede mantenerse de manera beneficiosa en una posición fija en la carcasa del

lector. En una modalidad, la cámara de video está dispuesta en una posición fija con respecto al cartucho insertado.

En una modalidad, la cámara de video puede tener dos o más posiciones para adaptarse para leer diferentes formas y diseños de cartuchos de flujo lateral. Durante la prueba, la cámara de video debería mantenerse de manera beneficiosa en una posición fija.

De manera beneficiosa, la cámara de video está configurada para funcionar con una velocidad de fotogramas (velocidad de imagen) de al menos aproximadamente 0,1 Hz, tal como al menos aproximadamente 1 Hz, tal como al menos aproximadamente 10 Hz, tal como al menos aproximadamente 25 Hz, tal como al menos aproximadamente 50 Hz, tal como al menos aproximadamente 90 Hz. La velocidad de fotogramas deseada depende en gran medida de la prueba a realizar y las propiedades, tales como las propiedades de humectación, de la tira de prueba porosa. Se ha descubierto que una velocidad de fotogramas relativamente baja, por ejemplo, de 15 Hz o menos o incluso 0,2 Hz o menos puede ser suficiente para muchas pruebas para proporcionar una determinación muy precisa del frente de humectación a medida que el fluido migra aguas abajo a través de la tira de prueba porosa.

La velocidad (velocidad de flujo) del frente de humectación puede encontrarse habitualmente en el intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,001 cm por segundo. La velocidad de flujo depende principalmente de la tira de prueba porosa. Usualmente, la tira porosa mide varios centímetros de largo, normalmente aproximadamente 3-8 cm o más.

En una modalidad, la velocidad de fotogramas puede seleccionarse para proporcionar la adquisición de al menos 5, tal como al menos 10, tal como al menos 25 o incluso al menos 100 conjuntos de datos de imágenes de la zona expuesta de la tira porosa durante el tiempo que el frente de humectación avanza desde un primer extremo de la zona expuesta más cercano a la zona de obtención de muestra hasta un segundo extremo de la zona expuesta más alejado de la zona de obtención de muestra.

La distancia desde el primer extremo hasta el segundo extremo de la zona expuesta puede ser de manera beneficiosa de al menos aproximadamente 1 cm, tal como al menos aproximadamente 2 cm, tal como al menos aproximadamente 3 cm.

En una modalidad, la velocidad de fotogramas puede seleccionarse para proporcionar la adquisición de al menos 5, tal como al menos 10, tal como al menos 25 o incluso al menos 100 conjuntos de datos de imágenes de la zona expuesta de la tira porosa durante el tiempo que el frente de humectación avanza desde el primer extremo de la zona expuesta hacia una zona de prueba y/o de control.

La distancia desde el primer extremo de la zona expuesta hasta la zona de prueba y/o de control puede ser de manera beneficiosa de al menos aproximadamente 0,5 cm, tal como al menos aproximadamente 1 cm, tal como al menos aproximadamente 2 cm, tal como al menos

aproximadamente 3 cm.

En una modalidad, la cámara de video comprende un conjunto de sensores de píxeles, tal como CMOS o CDD, el conjunto de sensores de píxeles comprende un conjunto de píxeles de 2 dimensiones.

- 5 El conjunto de 2 dimensiones de sensores de píxeles de la cámara se denominará en adelante «conjunto de píxeles N x M». La cámara de video comprende de manera beneficiosa un conjunto de píxeles que comprende filas de N píxeles y columnas de M píxeles. Para una alta resolución, generalmente se desea que el conjunto de píxeles tenga un factor de relleno relativamente alto, tal como un factor de relleno de al menos aproximadamente 50 %, tal como al menos aproximadamente
- 10 75 %.

El factor de relleno de un sensor de imagen es la proporción del área sensible a la luz de un píxel con respecto a su área total o, para píxeles sin microlentes, el factor de relleno se determina como la proporción del área del fotodiodo con respecto al área total de píxeles.

- El sistema informático puede ser una sola computadora o un grupo de computadoras en comunicación
- 15 de datos. En una modalidad, el sistema informático comprende una computadora rodeada por la carcasa del lector. En una modalidad, el sistema informático está rodeado completamente por la carcasa del lector o por una carcasa conectada a la carcasa del lector.

- Al recibir los conjuntos de datos de píxeles que representan los conjuntos de datos de píxeles, el sistema informático está configurado de manera beneficiosa para almacenar los conjuntos de datos de
- 20 píxeles recibidos.

- Los datos de píxeles comprenden al menos un valor para cada píxel. El procesador puede comprender un algoritmo para detectar y corregir valores de píxeles defectuosos, por ejemplo, para compensar el ruido o defecto en la detección. En una modalidad, el procesador está configurado para identificar errores de píxeles y para compensar esos errores de píxeles mediante el remplazo de un valor de error
- 25 de píxeles identificado por un valor medio de píxeles adyacentes.

El valor de píxeles puede ser un valor que represente la intensidad de luz total detectada por un píxel (por ejemplo, cantidad de fotones recogidos). En una modalidad, el valor de píxeles representa la intensidad de un cierto rango de longitud de onda (por ejemplo, luz verde, luz azul o luz roja).

- En una modalidad, la cámara comprende múltiples fotositios donde cada uno de los fotositios puede
- 30 representar un píxel o un grupo de cuatro fotositios representa un píxel. Los fotositios pueden comprender, por ejemplo, un filtro, por ejemplo, en forma de un conjunto de filtros de color que forma un conjunto Bayer de fotositios que comprende filas alternas de filtros rojo-verde y verde-azul. Cada grupo de cuatro píxeles puede formar, por ejemplo, un píxel.

Para una alta resolución, se prefiere que el valor de píxeles sea un valor de la intensidad de luz total

del píxel.

Cuando la etiqueta del conjugado a observar en la zona de prueba y/o la zona de control tiene un cierto color, por ejemplo, rojo, el procesador puede realizar un procesamiento separado del valor de píxeles en la zona de prueba y/o la zona de control mediante el uso de la intensidad de este rango de longitud de onda de determinado color (rojo). De ese modo, la marca de control y/o la marca de prueba se revelarán muy rápidamente y con alta precisión, por ejemplo, tanto para la determinación cualitativa como, opcionalmente, también para la determinación cuantitativa, por ejemplo, para encontrar la concentración de un analito en una muestra líquida.

El procesador está configurado para procesar los conjuntos de datos de píxeles que representan los múltiples imágenes digitales consecutivas y, en función de los cambios de los valores de píxeles de los píxeles respectivos, el procesador está configurado para calcular el avance de la humectación a lo largo de la zona expuesta de la tira porosa. El procesador puede determinar simultáneamente si la humectación de la tira de prueba porosa es total en todo su ancho o si una porción de la tira de prueba porosa ha sido pasada por alto por la muestra de fluido.

Se ha descubierto que, incluso cuando la muestra es transparente, las propiedades reflectantes de la luz de la tira de prueba porosa cambian al humedecerse. Por lo tanto, al determinar los cambios de reflexión de la luz de una imagen a la siguiente, el avance de la humectación a lo largo de la zona expuesta de la tira porosa puede ser supervisado por el sistema de prueba de flujo lateral con una precisión muy alta.

En una modalidad, la cámara de video se dispone en relación con la longitud de la tira de prueba porosa, de modo que sus píxeles de fila N y píxeles de columna M estén alineados, respectivamente, con el ancho y la longitud de la tira porosa al menos en la zona expuesta. De ese modo, las filas de píxeles N y las columnas de píxeles M definen columnas de píxeles L alineados con la longitud de la tira de prueba y filas de píxeles N alineados con el ancho de la tira de prueba. Por lo tanto, una columna de píxeles L representa una línea a lo largo de la tira de prueba y una fila de píxeles W representa una línea ortogonal a la longitud de la tira de prueba.

En una modalidad, se ha descubierto que el sistema informático puede seleccionar las columnas L y las filas W sin requerir que el conjunto de píxeles de la cámara esté alineado con el ancho y la longitud de la tira de prueba porosa. En esta modalidad, el procesador está configurado para determinar el mejor ajuste de las columnas de píxeles del conjunto de píxeles de la cámara que se alinean a lo largo de la tira de prueba porosa y definir las como columnas de píxeles L y el procesador está configurado para determinar el mejor ajuste de filas de píxeles del conjunto de píxeles de la cámara que se alinean ortogonales a la longitud de la tira de prueba porosa y definir las como filas de píxeles L.

En una modalidad, el procesador está configurado para definir columnas de píxeles L y filas de píxeles

W del conjunto de sensores de píxeles, mediante un método que comprende comparar valores de píxeles de un conjunto de datos de píxeles y determinar la orientación de la tira porosa con respecto al conjunto de píxeles de la cámara y definir las columnas de píxeles L alineados con la longitud de la tira y las filas de píxeles W alineados con el ancho de la tira. Esta modalidad asegura una buena lectura incluso en caso de que el cartucho se mueva o no se posicione con precisión.

El procesador puede hacer uso de la diferencia en las propiedades de reflexión de la luz de la tira de prueba porosa en relación con la carcasa que rodea la ventana de lectura y, al encontrar píxeles adyacentes de valor similar y píxeles adyacentes de valores no similares, el procesador puede identificar el ancho de la ventana de lectura y, de ese modo, la orientación de la tira de prueba porosa.

En una modalidad, el procesador está configurado para comparar valores de píxeles de un conjunto de datos de píxeles mediante un método que comprende para cada una de múltiples filas de píxeles de la cámara determinar un valor promedio o medio de píxeles de la fila de la cámara y determinar píxeles que tengan valores de píxeles de al menos un 10 % por encima o por debajo del valor de píxeles de la fila de la cámara, tal como determinar píxeles que tengan valores de píxeles de al menos un 25 % por encima o por debajo del valor de píxeles de la fila de la cámara, tal como al menos un 25 %, tal como al menos un 50 %, tal como al menos un 100 %, tal como al menos un 200 % por encima o por debajo del valor de píxeles de la fila de la cámara.

El procesador no necesita procesar los valores de píxeles de todas las filas de píxeles de la cámara. Por ejemplo, en una modalidad, el procesador está configurado para determinar un valor promedio o medio de píxeles de la fila de la cámara por cada 5.^a a 20.^a fila de píxeles de la cámara y, a partir de esto, el procesador extrapola la orientación de la tira de prueba porosa.

En una modalidad, el procesador está configurado para determinar el primer y último píxel de cada una de las múltiples filas de píxeles de la cámara que tienen valores de píxeles de al menos un 10 % por encima o por debajo del valor de píxeles de la fila de la cámara promedio o medio respectivo, tal como al menos un 25 %, tal como al menos un 50 %, tal como al menos un 90 % por encima o por debajo del valor promedio o medio de píxeles de la fila de la cámara respectivo, tal como al menos un 100 %, tal como al menos un 200 % por encima del valor promedio o medio de píxeles la de fila de la cámara respectivo. El procesador está configurado de manera beneficiosa para determinar la orientación de la tira porosa en función de las posiciones de los primeros y últimos píxeles determinados de cada una de las múltiples filas de píxeles de la cámara. El procesador identificará el primer y el último píxel de cada una de las múltiples filas de píxeles de la cámara y sus posiciones y, cuando una cantidad de estas posiciones estén alineadas a lo largo de una línea recta o curva, esta línea se identificará como un borde de la tira porosa o de la ventana de lectura y/o la zona expuesta de la tira de prueba porosa.

En una modalidad, el cartucho de flujo lateral comprende una marca de referencia de alineación que

tiene una reflectividad que difiere en al menos un 10 %, tal como al menos un 50 %, tal como al menos un 100 %, tal como al menos un 200 % con respecto a la reflectividad de la carcasa que rodea la zona expuesta. El procesador está configurado para determinar los píxeles de múltiples filas de píxeles de cámara que recogen fotones reflejados desde la marca de referencia de alineación y, en función de las posiciones de los píxeles determinados que recogen fotones reflejados desde la marca de referencia de alineación, el procesador está configurado para determinar la orientación de la tira porosa. La marca de referencia puede ser de manera beneficiosa una marca asimétrica para proporcionar la posibilidad de determinar fácilmente la orientación del cartucho de flujo lateral con respecto a la cámara de video. En una modalidad, la marca de referencia puede comprender una línea o una línea de puntos a lo largo del borde de la zona de lectura. La marca de referencia puede tener, por ejemplo, un color diferente del color de la carcasa del cartucho en el área que rodea la ventana de lectura y el valor de píxeles aplicado en el procesamiento puede ser preferentemente un valor de píxeles que represente la intensidad del color de la marca de referencia, tal como rojo.

Se ha descubierto que el procesador puede estar configurado para definir columnas de píxeles L y filas de píxeles W a partir de valores de píxeles de un conjunto de datos de píxeles. Alternativamente, y para aumentar la precisión, el procesador puede configurarse para definir columnas de píxeles L y filas de píxeles W a partir de valores de píxeles de dos o más conjuntos de datos de píxeles.

Cuando el sistema informático comprende datos que representan la geometría del cartucho de flujo lateral, incluido el tamaño de la ventana de lectura, el procesador puede ser capaz de definir columnas de píxeles L y filas de píxeles W con una precisión aun mayor y la cantidad de filas de píxeles de la cámara requeridas para el procesamiento por parte del procesador puede ser relativamente baja, tal como 5-50 filas de píxeles de la cámara, tal como 10-40 filas de píxeles de la cámara.

De manera beneficiosa, el procesador está configurado para recibir los conjuntos de datos de píxeles de las múltiples imágenes digitales consecutivas de manera consecutiva a medida que las imágenes de la serie de imágenes digitales se adquieren, por ejemplo, mediante transmisión de los datos en tiempo real. De ese modo, se puede usar una cámara web y no se requiere que la cámara almacene datos temporalmente.

En una modalidad, el procesador está configurado para recibir los conjuntos de datos de píxeles de las múltiples imágenes digitales consecutivas en uno o más lotes de datos de píxeles. Esta modalidad puede proporcionar una tasa reducida de errores causados por la transmisión de datos. Esta modalidad puede desearse para su uso en la validación de lotes de cartuchos de flujo lateral.

En una modalidad, cada conjunto de datos de píxeles que representa una imagen comprende un valor de píxeles para cada uno de múltiples píxeles L *W. Los datos de píxeles pueden comprender valores de subpíxeles para rojo, azul y verde, respectivamente, tales como valores que representen las

intensidades.

En una modalidad, uno de estos valores de subpíxeles para cada píxel representa el valor de píxeles. En una modalidad, el valor de píxeles es un valor derivado de los valores de subpíxeles, tal como la suma de los valores de subpíxeles o una suma ponderada de los valores de subpíxeles. Por ejemplo, cuando se desea aumentar la sensibilidad al color rojo, por ejemplo, para detectar una marca de referencia roja, una marca de prueba roja y/o una marca de control roja, el color rojo puede tener una ponderación más alta que los otros colores.

De manera beneficiosa, cada conjunto de datos de píxeles está asociado a un atributo de tiempo que representa un tiempo de adquisición de la imagen respectiva de la serie de imágenes. De ese modo, el procesador puede comparar valores de píxeles de píxeles seleccionados con valores de píxeles de píxeles correspondientes que tienen atributos de tiempo diferentes.

En una modalidad, cada conjunto de datos de píxeles de la serie de fotogramas está asociado a un atributo de tiempo relativo que representa un tiempo relativo de adquisición de la imagen respectiva de la serie de imágenes.

En una modalidad, cada conjunto de datos de píxeles de la serie de fotogramas está asociado a un atributo de tiempo real que representa un tiempo real de adquisición de la imagen respectiva de la serie de imágenes.

En una modalidad, uno o más conjuntos de datos de píxeles de la serie de fotogramas están asociados a un tiempo real de adquisición de la imagen respectiva de la serie de imágenes.

Preferentemente, el conjunto de datos de píxeles que representa el primer fotograma de una serie está asociado a un tiempo real de adquisición. Cada uno de uno o más de los conjuntos restantes de datos de píxeles puede asociarse de manera beneficiosa a un atributo de tiempo relativo que represente un tiempo relativo de adquisición con respecto al tiempo real de adquisición de un fotograma anterior, tal como el primer fotograma de una serie.

En una modalidad, el procesador está configurado para comparar valores de píxeles de al menos un píxel I, w de dos o más conjuntos de datos de píxeles de la serie de imágenes digitales para determinar el atributo de tiempo de un conjunto de datos de píxeles donde los datos de valores de píxeles I, w difieren en relación con los valores de píxeles I, w de píxeles correspondientes de conjuntos de datos de píxeles anteriores o posteriores. Las expresiones «valor de píxeles w, I » o «valor de píxeles I, w » hacen referencia al valor del píxel en la posición $I, w/w, I$ en el sistema de coordenadas de filas de píxeles W y columna de píxeles L .

Al comparar valores de píxeles de al menos un píxel I, w de dos o más conjuntos de datos de píxeles de la serie de imágenes digitales, el procesador puede determinar el tiempo que la reflexión de la luz está cambiando en una posición en la tira de prueba porosa correspondiente al píxel I, w (es decir, la

posición en la tira de prueba porosa que ha reflejado los fotones capturados por el sensor de píxeles que representa el píxel w , l) debido a la humectación.

En una modalidad, el procesador está configurado para calcular el valor promedio o medio de píxeles de la fila de una fila seleccionada de píxeles alineados W , L para dos o más conjuntos de datos de píxeles de la serie de imágenes digitales. La expresión «fila de píxeles alineados W » se usa para indicar las filas definidas de píxeles W alineados con el ancho de la tira y la expresión «columna de píxeles alineados L » se usa para indicar las columnas definidas de píxeles L alineados con la longitud de la tira.

El procesador preferentemente está configurado además para comparar el valor promedio o medio de píxeles de fila de la fila de píxeles alineados W de los conjuntos respectivos de datos de píxeles para determinar el atributo de tiempo de un conjunto de datos de píxeles donde el valor medio de píxeles de fila de la fila de píxeles W alineados difiere relativamente con respecto al valor medio de píxeles de fila de la fila de píxeles alineados W de conjuntos de datos de píxeles anteriores o posteriores.

En una modalidad, el procesador está configurado para restar los valores de píxeles respectivos de un conjunto de datos de píxeles de los valores de píxeles respectivos de un conjunto de datos de píxeles anterior o posterior y determinar si alguno de los valores de píxeles ha cambiado y, de ser así, determinar el atributo de tiempo del asociado al conjunto de datos de píxeles cuando se hayan producido los cambios y preferentemente la posición de píxeles de los cambios. El procesador puede estar configurado además para correlacionar la posición de los cambios de píxeles con la posición en el cartucho de flujo lateral y, en particular, la zona de lectura del cartucho de flujo lateral para determinar el avance de la humectación.

El procesador puede configurarse de manera beneficiosa para restar los valores de píxeles respectivos de un conjunto de datos de píxeles de los valores de píxeles respectivos de un conjunto posterior de datos de píxeles y determinar si alguno de los valores de píxeles ha cambiado y, de ser así, determinar el atributo de tiempo del asociado al conjunto de datos de píxeles cuando se hayan producido los cambios y la posición correlacionada en el cartucho de flujo lateral y, en particular, la zona de lectura del cartucho de flujo lateral. Preferentemente, el procesador se configura en etapas consecutivas a medida que se reciben conjuntos de datos: restar los valores de píxeles respectivos de un conjunto anterior de datos de píxeles de los valores de píxeles respectivos de un conjunto de datos de píxeles posterior (preferentemente aquel recibido más recientemente), y determinar si alguno de los valores de píxeles han cambiado y, de ser así, determinar el atributo de tiempo del asociado al conjunto de datos de píxeles posterior o más reciente cuando se hayan producido los cambios y la posición correlacionada en el cartucho de flujo lateral y, en particular, la zona de lectura del cartucho de flujo lateral y de ese modo determinar el avance de la humectación.

Al mismo tiempo, el procesador puede configurarse de manera beneficiosa para determinar la calidad de la humectación, por ejemplo, al determinar uno o más parámetros de validez tales como detectar si la humectación es total en todo el ancho de la tira de prueba porosa, si una sección de la tira de prueba porosa se ha pasado por alto, si una sección o una parte de la tira de prueba porosa ha sido inundada por la muestra líquida, si la migración a lo largo de la tira de prueba porosa ha sido no homogénea o no uniforme y/u otros elementos que puedan influir en la validez de la prueba realizada. El sistema informático puede comprender un umbral para cada uno de uno o más de los parámetros de validez y el procesador puede determinar si uno o más parámetros de validez no cumplen con el umbral.

- 10 En una modalidad, el procesador está configurado para seleccionar un subgrupo de píxeles de cada una de una o más de las filas de píxeles W, cuyo subgrupo de píxeles se denomina píxeles 'W. El subgrupo de píxeles 'W se selecciona de manera beneficiosa para corresponder al ancho de la tira de prueba porosa en la zona expuesta, es decir, los píxeles 'W comprenden píxeles que se disponen para recoger fotones reflejados desde la tira de prueba porosa en la zona expuesta. Para una precisión
- 15 incluso más alta, una cantidad de píxeles W de una fila correspondiente a un área adyacente al borde de la tira de prueba porosa en la zona expuesta (es decir, dispuesta para recoger fotones reflejados desde el área adyacente al borde de la tira de prueba porosa en la zona expuesta) puede excluirse del subgrupo de píxeles 'W.

- De la misma manera, el procesador puede estar configurado para seleccionar un subgrupo de píxeles de cada una de una o más de las columnas de píxeles L, cuyo subgrupo de píxeles se denomina píxeles 'L. El subgrupo de píxeles 'L se selecciona de manera beneficiosa para corresponder a la longitud de la tira de prueba porosa en la zona expuesta, es decir, los píxeles 'L de una columna de píxeles W comprenden píxeles que se disponen para recoger fotones reflejados desde la tira de prueba porosa en la zona expuesta. Para una precisión incluso más alta, una cantidad de píxeles L de
- 20 una columna correspondiente a un área adyacente al borde superior o inferior de la tira de prueba porosa en la zona expuesta (es decir, dispuesta para recoger fotones reflejados desde el área adyacente al borde superior o inferior de la tira de prueba porosa en la zona expuesta) puede excluirse del subgrupo de píxeles 'L.

- En una modalidad, el procesador está configurado para determinar un conjunto de píxeles de la zona porosa que comprende un subconjunto de las columnas de píxeles L alineados con la longitud de la tira y las filas de píxeles W alineados con el ancho de la tira, el conjunto de píxeles de la zona porosa comprende columnas de píxeles L' alineados con la longitud de la tira y filas de píxeles W' alineados con el ancho de la tira.
- 30

En una modalidad, el conjunto de píxeles de la zona porosa comprende sustancialmente todos los

píxeles que están dispuestos para recoger fotones reflejados desde la tira de prueba porosa en la zona expuesta.

En una modalidad, el conjunto de píxeles de la zona porosa comprende solo algunos de los píxeles que están dispuestos para recoger fotones reflejados desde la tira de prueba porosa en la zona expuesta, tal como de aproximadamente 10 % a 99 %, tal como de aproximadamente 20 % a aproximadamente 90 %, tal como de aproximadamente 30 % a aproximadamente 80 % de los píxeles que están dispuestos para recoger fotones reflejados desde la tira de prueba porosa.

De manera beneficiosa, el conjunto de píxeles de la zona porosa comprende menos del 10 %, preferentemente menos del 5 %, más preferentemente menos del 2 % de píxeles que no están dispuestos para recoger fotones reflejados desde la tira de prueba porosa.

En una modalidad, el procesador está configurado para determinar al menos múltiples filas de píxeles W' del conjunto de píxeles de la zona porosa a partir de al menos un conjunto de datos de píxeles. Preferentemente, el procesador está configurado para determinar al menos el 50 %, tal como al menos el 80 %, tal como sustancialmente todo el conjunto de píxeles de la zona porosa a partir de al menos un conjunto de datos de píxeles.

Al programar el procesador para determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa y realizar la comparación de los valores de píxeles para determinar el avance de la humectación y/o los parámetros de humectación como se describió anteriormente, la validación y/o determinación resultantes pueden ser incluso más precisas y pueden determinarse incluso más rápido.

En una modalidad, el procesador está configurado para determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa a partir de 2 o más conjuntos de datos de píxeles, tal como al menos 5 conjuntos de datos de píxeles, tal como de 8 a 50 conjuntos de datos de píxeles, tal como de 10 a 25 conjuntos de datos de píxeles de una serie de fotogramas.

En una modalidad, el procesador está configurado para determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa a partir de un único conjunto de datos de píxeles.

En una modalidad, el o los conjuntos de datos de píxeles para realizar una o más determinaciones comprenden un conjunto de datos de píxeles de una imagen adquirida antes de humedecer la zona de obtención de muestras o antes de humedecer completamente la tira porosa.

En una modalidad, el o los conjuntos de datos de píxeles para realizar una o más determinaciones comprenden un conjunto de datos de píxeles de una imagen adquirida después de que la tira porosa en la zona expuesta se ha humedecido completamente.

En una modalidad, el procesador está configurado para determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa mediante una configuración que comprende determinar un valor promedio o medio de píxeles de la fila W y determinar los píxeles de la fila W que tiene valores de píxeles por encima o por debajo

de un umbral preseleccionado relativo al valor promedio o medio de píxeles de la fila W. El umbral preseleccionado puede ser adquirido de un usuario y/o almacenado por el sistema informático. El umbral puede ser, por ejemplo, que el procesador esté configurado para determinar píxeles de la fila W que tiene píxeles de al menos 10 % por encima o por debajo del valor de píxeles de la fila W, tal como

5 determinar píxeles que tengan valores de píxeles de al menos un 25 % por encima o por debajo el valor de píxeles de la fila W, tal como al menos un 25 %, tal como al menos un 50 %, tal como al menos un 100 %, tal como al menos un 200 % por encima o por debajo del valor promedio o medio de píxeles de la fila W.

La expresión «valor de píxeles de la fila W» significa el valor promedio o medio de píxeles de la fila W

10 a menos que se especifique lo contrario.

Cuando la tira de prueba porosa refleja una menor intensidad de las ondas de luz que se usan para el valor de intensidad que el material de la carcasa del cartucho de flujo lateral que rodea la ventana de lectura, el procesador determinará valores por debajo del umbral y viceversa. Cuando el material de la carcasa del cartucho de flujo lateral que rodea la ventana de lectura tiene diferentes áreas con

15 diferentes propiedades de reflexión, se usa un promedio de estas para seleccionar el umbral.

En una modalidad, el procesador está configurado para comparar valores de píxeles de una fila de píxeles W con el valor de píxeles de la fila W de esa fila, para repetir este proceso para múltiples filas de píxeles W y determinar píxeles de la fila de píxeles W respectiva que tengan valores de píxeles por encima o por debajo del valor de píxeles de la fila W respectiva, por ejemplo, determinar píxeles de las

20 filas de píxeles W que tengan valores de píxeles de al menos un 10 % por encima o por debajo de los valores de píxeles de la fila W respectivos.

En una modalidad, el procesador está configurado para determinar el primer y último píxel de cada una de las múltiples filas de píxeles W que tengan un valor de píxeles por encima o por debajo del umbral preseleccionado. De manera beneficiosa, el procesador está configurado además para determinar al

25 menos las múltiples filas de píxeles W' del conjunto de píxeles de la zona porosa en función de las posiciones de los primeros y últimos píxeles determinados de cada una de las múltiples filas de píxeles W. El procesador puede, por ejemplo, estar configurado para determinar al menos un 50 %, tal como al menos un 80 %, tal como sustancialmente la totalidad del conjunto de píxeles de la zona porosa.

En una modalidad, el cartucho de flujo lateral comprende la marca de referencia de la zona expuesta y

30 el procesador está configurado para determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa en función al menos en parte de reflejos de la marca de referencia de la zona expuesta.

En una modalidad, el cartucho de flujo lateral comprende una marca de referencia de la zona expuesta que tiene una reflectividad que difiere en al menos un 100 %, tal como al menos un 200 % con respecto a la reflectividad de la carcasa que rodea la zona expuesta. El procesador está configurado

de manera beneficiosa para determinar los píxeles de los múltiples píxeles de filas W que recogen fotones reflejados desde la marca de referencia de la zona expuesta y, en función de las posiciones de los píxeles determinados que recogen fotones reflejados desde la marca de referencia de la zona expuesta, determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa.

- 5 Al usar un cartucho de flujo lateral que tenga esa marca de referencia de la zona expuesta, el procesador puede determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa con una alta precisión, independientemente de los reflejos de la tira de prueba porosa. Cuando el sistema informático comprende datos que representan la distancia entre la marca de referencia de la zona expuesta y la zona expuesta, el conjunto de píxeles de la zona porosa puede determinarse muy rápidamente
10 mediante el uso de una cantidad relativamente baja de potencia de la computadora.

La marca de referencia de la zona expuesta y la marca de alineación descrita anteriormente pueden ser la misma marca o diferentes marcas.

- En una modalidad, el procesador está configurado para determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa mediante una configuración que comprende determinar un valor promedio o medio de píxeles
15 de columna L y determinar píxeles de la columna de píxeles L que tengan valores de píxeles por encima o por debajo de un umbral preseleccionado como se describió anteriormente para la determinación del valor de píxeles de la fila W.

- En una modalidad, el umbral puede ser que el procesador esté configurado para determinar píxeles de la columna que tengan píxeles de al menos un 10 % por encima o por debajo del valor de píxeles de la
20 columna L, tal como determinar píxeles que tengan valores de píxeles de al menos un 25 % por encima o por debajo del valor de píxeles de la fila W, tal como al menos un 25 %, tal como al menos un 50 %, tal como al menos un 100 %, tal como al menos un 200 % por encima o por debajo del valor promedio o medio de píxeles de la columna L.

- La expresión «valor de píxeles de columna L» hace referencia al valor promedio o medio de píxeles de
25 la columna L a menos que se especifique lo contrario.

- Cuando la tira de prueba porosa refleja una menor intensidad de las ondas de luz que se usan para el valor de intensidad que el material de la carcasa del cartucho de flujo lateral que rodea la ventana de lectura, el procesador determinará valores por debajo del umbral y viceversa. Cuando el material de la carcasa del cartucho de flujo lateral que rodea la ventana de lectura tiene diferentes áreas con
30 diferentes propiedades de reflexión, se usa un promedio de estas para seleccionar el umbral.

En una modalidad, el procesador está configurado para comparar valores de píxeles de una columna de píxeles L con el valor de píxeles de columna L de esa columna, para repetir este proceso para múltiples columnas de píxeles L y determinar píxeles de la columna de píxeles L respectiva que tengan valores de píxeles por encima o por debajo del valor de píxeles de columna L respectivo, por ejemplo,

determinar píxeles de las columnas de píxeles L que tengan valores de píxeles de al menos 10 % por encima o por debajo de los valores de píxeles de la columna L respectivos.

En una modalidad, el procesador está configurado para determinar el primer y el último píxel de cada una de las múltiples columnas de píxeles L que tengan un valor de píxeles por encima o por debajo del umbral con respecto al valor de píxeles de la columna L y, en función de las posiciones del primer y último píxel determinado de cada una de la múltiples columnas de píxeles L, determinar al menos las múltiples filas de píxeles L' del conjunto de píxeles de la zona porosa, preferentemente determinar al menos un 50 %, tal como al menos un 80 %, tal como sustancialmente todo el conjunto de píxeles de la zona porosa.

- 10 En una modalidad, el cartucho de flujo lateral comprende una marca de referencia de la zona expuesta que tiene una reflectividad que difiere en al menos un 100 %, tal como al menos un 200 % de la reflectividad de la carcasa que rodea la zona expuesta y el procesador está configurado para determinar los píxeles de las múltiples columnas de píxeles L que recogen fotones reflejados desde la marca de referencia de la zona expuesta y, en función de las posiciones de los píxeles determinados que recogen fotones reflejados desde la marca de referencia de la zona expuesta, determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa.

En una modalidad, el procesador está configurado para obtener un valor de píxeles de la fila W' derivado de cada uno de múltiples valores de píxeles de la fila W'. El valor de píxeles de la fila W' derivado se obtendrá mediante cualquier método matemático y preferentemente mediante métodos que aumenten las posibles diferencias entre los valores de píxeles de la fila W' respectiva.

- 20 En una modalidad, el procesador está configurado para obtener un valor de píxeles de la fila W' derivado mediante la determinación de un valor medio de los valores de píxeles de la fila W' o mediante la determinación de un valor promedio del valor de píxeles de la fila W', opcionalmente omitiendo una cantidad de valores de píxel de píxeles más cerca de los bordes del conjunto de píxeles de la zona porosa.

En una modalidad, el procesador está configurado para obtener un valor de píxeles de la fila W' derivado multiplicando los valores de los píxeles W' entre sí.

En una modalidad, el procesador está configurado para obtener un valor de píxeles de la fila W' derivado mediante la ponderación de valores de una cantidad de píxeles W' más cercanos al centro de la fila más altos que los píxeles W' más cercanos a los bordes del conjunto de píxeles de la zona porosa.

- 30 En una modalidad, el procesador está configurado para comparar, para una o más filas de píxeles W', los valores de píxeles de la fila W' de las filas W' correspondientes de múltiples conjuntos de datos de píxeles, identificar los valores de píxeles de la fila W' derivados de filas W' correspondientes que

difieran más allá de un umbral de un conjunto de datos de píxeles a un siguiente conjunto de datos de píxeles y, para cada valor de píxeles de la fila W' obtenido identificado, determinar el atributo de tiempo del siguiente conjunto de datos de píxeles y preferentemente identificar la posición de la fila de píxeles W' .

- 5 De ese modo, el sistema de prueba de flujo lateral puede determinar con una precisión muy alta el tiempo en que se humedece un área seleccionada de la zona expuesta de la tira de prueba porosa. Los valores de píxeles de la fila W' derivados pueden procesarse al comparar el valor de píxeles de la fila promedio o medio de la fila de píxeles alineados W como se describió anteriormente para realizar las determinaciones correspondientes de humectación de la tira de prueba porosa descritas anteriormente.

- 10 En una modalidad, el procesador está configurado para comparar, para cada una de una cantidad n_i a n_j de filas de píxeles W' , los valores de píxeles de la fila W' derivados de las filas W' correspondientes de múltiples conjuntos de datos de píxeles, identificar los valores de píxeles de la fila W' derivados de filas W' correspondientes que difieren más allá de un umbral de un conjunto de datos de píxeles a un siguiente conjunto de datos de píxeles y, para cada valor de píxeles de la fila W' identificado, determinar la posición de la fila de píxeles W' y, opcionalmente, el atributo de tiempo del siguiente conjunto de datos de píxeles.

- 15 La cantidad i y j de las filas n_i a n_j de píxeles W' puede ser seleccionada por el usuario o puede preprogramarse. Preferentemente, j menos i es al menos 5, preferentemente al menos 10, más preferentemente al menos 20. " i " puede ser 1 (la primera fila) o puede tener un número mayor, tal como 5 o 10.

De ese modo, el sistema de prueba de flujo lateral puede determinar el avance de la humectación y/o la velocidad (velocidad de flujo) del frente de humectación.

- 20 La expresión «frente de humectación» hace referencia al frente de la muestra líquida a medida que migra a lo largo de la tira de prueba porosa en la zona expuesta.

- 25 Al procesar los valores de píxeles de la fila W' derivados de las filas W' correspondientes de múltiples conjuntos de datos de píxeles, el sistema de prueba de flujo lateral puede configurarse para determinar el avance de la humectación y/o la velocidad (velocidad de flujo) del frente de humectación así como determinar uno o más parámetros de calidad de la humectación, por ejemplo, la velocidad de flujo en función del frente de humectación.

30 En una modalidad, el procesador está configurado para procesar los valores de píxeles de la fila W' derivados de las filas W' correspondientes de múltiples conjuntos de datos de píxeles para determinar de ese modo la calidad de la humectación, por ejemplo, al determinar uno o más parámetros de validez tales como detectar si la humectación es total en todo el ancho de la tira de prueba porosa, si

una sección de la tira de prueba porosa se ha pasado por alto, si una sección o una parte de la tira de prueba porosa ha sido inundada por la muestra líquida, si la migración a lo largo de la tira de prueba porosa ha sido no homogénea o no uniforme y/u otros elementos que puedan influir en la validez de la prueba realizada. El sistema informático puede comprender un umbral para cada uno de uno o más de los parámetros de validez y el procesador puede determinar si uno o más parámetros de validez no cumplen con el umbral.

En una modalidad, el procesador está configurado para comparar los valores de píxeles de la fila W' derivados de cada una de las múltiples filas W' de un conjunto de datos de píxeles entre sí para determinar si los valores de píxeles de la fila W' derivados difieren de una fila a la siguiente a lo largo de las filas n_i a n_j de píxeles W' . El procesador está configurado de manera beneficiosa para repetir el procesamiento para un siguiente conjunto de datos de píxeles. De ese modo, el procesador puede determinar el avance de la humectación y/o uno o más de los parámetros de calidad descritos anteriormente. En particular, el procesador puede determinar la posición del frente de humectación en función del atributo de tiempo de los respectivos conjuntos de datos de píxeles.

En una modalidad, el procesador está configurado para restar un valor de un conjunto de datos de píxeles de los valores correspondientes de un conjunto de datos de píxeles anterior o siguiente y determinar valores de píxeles y/o valores de píxeles derivados que hayan cambiado más allá de un umbral.

En una modalidad, el procesador está configurado para restar valores de píxeles del conjunto de píxeles de la zona porosa de un conjunto de datos de píxeles de píxeles correspondientes de un conjunto de datos de píxeles anterior o siguiente y determinar valores de píxeles y/o valores de píxeles derivados del conjunto de píxeles de la zona porosa que hayan cambiado más allá de un umbral.

El procesador puede configurarse de manera beneficiosa para derivar un valor de píxeles de la fila W' derivado de cada uno de múltiples valores de píxeles de la fila W' y restar un conjunto de datos de píxeles de un conjunto de datos de píxeles anterior o siguiente y determinar valores de píxeles de la fila W' derivados que hayan cambiado, y preferentemente la posición de las filas de píxeles W' con valores de píxeles de la fila W' derivados cambiados y el atributo de tiempo del conjunto de datos de píxeles o del siguiente conjunto de datos de píxeles.

De ese modo, el procesador puede determinar el avance de la humectación y/o el parámetro de calidad de humectación con una alta precisión mediante el uso de una potencia de procesamiento informático relativamente baja.

Debido al procesamiento muy rápido, el procesamiento puede realizarse en tiempo real y, por lo tanto, cualquier falla o error en la ejecución de la prueba puede descubrirse de inmediato y opcionalmente la ejecución de la prueba puede finalizarse de inmediato, ahorrando así tiempo para el usuario.

En una modalidad, el procesador está configurado para determinar filas que comprenden valores de píxeles que han cambiado más allá de un umbral y determinar la posición de la/s fila/s de píxeles W' o la/fila/s de píxeles W que comprenden el píxel con un valor de píxeles cambiado y el atributo de tiempo del conjunto de datos de píxeles o del siguiente conjunto de datos de píxeles.

- 5 En una modalidad, el procesador está configurado para obtener un valor de píxeles de la fila W' derivado o un valor de píxeles de la fila W derivado a partir de la fila que comprende los píxeles con valores de píxel cambiados. De ese modo, el procesador no necesita usar la potencia de procesamiento en las filas de píxeles cuando los valores no hayan cambiado más allá del umbral.

- 10 Como se mencionó anteriormente, la tira de prueba porosa usualmente comprende capturas inmovilizadas para capturar partículas marcadas o para capturar el analito objetivo que se ha marcado, y donde la etiqueta es ópticamente detectable.

- De manera beneficiosa, el procesador está configurado para determinar si un valor de píxeles de la fila W' o el valor de píxeles de la fila W derivado representa una marca de control, por ejemplo, al revelar si un valor de píxeles de la fila W' difiere más allá de un valor umbral con respecto a otro u otros valores de píxeles de la fila W' derivados.

- 15 En una modalidad, el valor de píxeles aplicado para determinar la marca de control donde se han capturado partículas marcadas es de manera beneficiosa un valor de intensidades de luz que comprende la longitud de onda de la etiqueta. Por lo tanto, cuando la etiqueta comprende principalmente luz roja, el valor aplicado es de manera beneficiosa un valor que representa las intensidades de la luz roja.

En una modalidad, el procesador está configurado para determinar si un valor de píxeles de la fila W' derivado o un valor de píxeles de la fila W derivado representa una marca de control, por ejemplo, al revelar si un valor de píxeles de la fila W' difiere más allá de un valor umbral con respecto a otro u otros valores de píxeles de la fila W' derivados.

- 25 En una modalidad, el valor de píxeles aplicado para determinar la marca de control donde se han capturado analitos marcados es de manera beneficiosa un valor de intensidades de luz que comprende la longitud de onda de la etiqueta. Por lo tanto, cuando la etiqueta comprende principalmente luz roja, el valor aplicado es de manera beneficiosa un valor que representa las intensidades de la luz roja.

- 30 En general, el sistema de prueba de flujo lateral es muy robusto e insensible a la luz incidente, en particular, donde los valores de píxeles de los conjuntos respectivos de datos de píxeles se restan, eliminando así cualquier posible influencia de la luz incidente constante.

Sin embargo, en algunas situaciones puede desearse compensar la luz incidente.

De este modo, el procesador puede estar configurado para corregir los valores de píxeles y/o los

valores de las filas de píxeles con respecto al ruido causado por la luz incidente. La corrección de ruido puede comprender en una modalidad que el procesador esté configurado para promediar los valores de píxeles de la fila fuera del conjunto de píxeles de la zona porosa para obtener un valor de referencia de píxeles de la fila y compensar el valor de píxeles de la fila con el valor de referencia de píxeles de la fila, por ejemplo, mediante la determinación de un valor de píxeles de la fila derivado como un valor de píxeles de la fila relativo dividido por el valor de referencia de píxeles de la fila y la consideración del valor derivado como el valor de píxeles de la fila con corrección de ruido.

En una modalidad, el arreglo de iluminación está configurado para proporcionar iluminación flash. La velocidad del flash de la iluminación del flash puede coordinarse preferentemente con la velocidad de fotogramas, preferentemente de forma tal que el arreglo de iluminación esté configurado para emitir un flash coordinado oportunamente con la adquisición de cada imagen.

En una modalidad, el procesador está configurado para descargar conjuntos de datos de píxeles de imágenes borrosas. El procesador puede estar configurado para descargar conjuntos de datos de píxeles de imágenes que estén borrosas más allá de un umbral preseleccionado.

Los algoritmos para detectar imágenes borrosas son bien conocidos y pueden aplicarse. Por ejemplo, la detección de imágenes borrosas puede ser como se describe en la publicación de Internet «Blur Detection for Digital Images Using Wavelet Transform» de Hanghang Tong et ál. https://www.cs.cmu.edu/~htong/pdf/ICME04_tong.pdf

Mientras que la presente descripción se describe principalmente para sistemas de prueba de flujo lateral donde el cartucho de flujo lateral tiene solo una tira de prueba, debe entenderse que el cartucho de flujo lateral puede tener dos o más tiras de prueba porosas. Las dos o más tiras de prueba porosas y sus respectivas zonas expuestas pueden disponerse en cualquier configuración geométrica. De manera beneficiosa, las dos o más tiras de prueba porosas están dispuestas para ser paralelas o con un ángulo entre sí de hasta 45 grados, tal como hasta 30 grados. El punto principal es que las zonas expuestas están dentro del campo de visión de la cámara. Alternativamente, el sistema de prueba de flujo lateral puede tener dos o más cámaras.

Cuando las dos o más zonas expuestas o las tiras de prueba porosas respectivas están dentro del campo de la cámara –lo cual generalmente se prefiere– el procesador está configurado para seccionar cada imagen en secciones que comprenden imágenes de la zona expuesta respectiva y procesar las imágenes y los conjuntos de datos de píxeles de la imagen respectiva como se describió anteriormente. Las imágenes de dos o más zonas expuestas se denominan «imágenes grupales». Los datos de píxeles de esas imágenes grupales se denominan «conjuntos grupales de datos de píxeles».

En una modalidad, el cartucho de flujo lateral comprende dos o más tiras de prueba y el cartucho comprende al menos una ventana de lectura en cada una de las tiras de prueba porosas respectivas

en su porción distal que expone al menos una zona expuesta de las tiras porosas respectivas. Cada zona expuesta tiene una longitud y un ancho. Cada una de las dos o más tiras porosas tiene una zona de obtención de muestra, que puede ser una zona de obtención de muestra común o zonas de obtención de muestra individuales. La cámara de video está configurada para adquirir la serie de imágenes grupales digitales que comprenden cada una de las zonas expuestas. El lector, por ejemplo, la cámara, está configurado para transmitir cada imagen grupal como un conjunto grupal de datos de píxeles. El procesador está configurado para recibir y almacenar los conjuntos grupales de datos de píxeles de las múltiples imágenes digitales consecutivas y para dividir los conjuntos grupales de datos de píxeles en conjuntos de datos de píxeles que representen la imagen de las zonas expuestas respectivas.

En una modalidad, los conjuntos grupales de datos de píxeles comprenden cada uno un conjunto de sensores de píxeles grupales y el procesador está configurado para definir columnas grupales de píxeles L y filas grupales de píxeles W del conjunto de sensores de píxeles grupales de un conjunto de datos de píxeles grupales y para dividir las columnas grupales de píxeles L y las filas grupales de píxeles W en conjuntos de sensores de píxeles asociados a cada una de las tiras porosas respectivas, siempre que cada conjunto de sensores de píxeles comprenda columnas de píxeles L alineadas con la longitud de la tira y las filas de píxeles W alineadas con el ancho de la tira. De ese modo, los conjuntos grupales de datos de píxeles pueden dividirse en conjuntos de datos de píxeles que representen la imagen de las zonas expuestas respectivas.

En una modalidad, el procesador está preprogramado para segmentar la imagen y dividir los conjuntos grupales de datos de píxeles en conjuntos de datos de píxeles predefinidos.

En una modalidad, el cartucho de flujo lateral comprende una marca de referencia divisoria que puede ser detectada ópticamente por la cámara y el procesador puede determinar la marca de referencia divisoria y usarla para dividir los conjuntos grupales de datos de píxeles en conjuntos de datos de píxeles.

Todos los elementos de la presente divulgación, incluidos los intervalos e intervalos preferidos, pueden combinarse de diversas maneras dentro del alcance de la divulgación, a menos que existan razones específicas para no combinar esos elementos.

El sistema de prueba de flujo lateral que se muestra en la figura 1 comprende un lector óptico 1 con una carcasa del lector, un cartucho de flujo lateral no mostrado y un sistema informático 3. El lector óptico 1 comprende una ranura 2 para insertar el cartucho de flujo lateral y recubierto en su carcasa, comprende una cámara de video no mostrada adaptada para adquirir una serie de imágenes digitales de una zona expuesta del cartucho cuando se inserta en la ranura 2 y transmitir conjuntos de datos de píxeles que representen las imágenes adquiridas preferentemente en transmisión en tiempo real al

sistema informático 3. El sistema informático 3 es, en esta modalidad, externo con respecto a la carcasa del lector y comprende una pantalla 3a para mostrar las determinaciones de los resultados de la prueba en tiempo real para un usuario.

5 El sistema de prueba de flujo lateral que se muestra en la figura 2 comprende un lector óptico 11 con una carcasa del lector 11a, un cartucho de flujo lateral 17 y un sistema informático 13. El lector óptico 11 comprende una ranura y elementos de soporte 16a, 16b. El cartucho de flujo lateral 17 se inserta en la ranura y se mantiene en una posición fija mediante los elementos de soporte 16a, 16b. El lector óptico 11 comprende una cámara de video 14 y un arreglo de iluminación 15. El arreglo de iluminación 15 está adaptado para iluminar una zona expuesta no mostrada de la tira porosa del cartucho de flujo lateral 17 y la cámara de video 14 está configurada para adquirir una serie de imágenes digitales que comprenden la zona expuesta de la tira porosa y para transmitir cada imagen digital como un conjunto de datos de píxeles al sistema informático 13. El sistema de lectura comprende además dispositivos electrónicos 18 para operar la cámara 14 y el arreglo de iluminación 15. Los dispositivos electrónicos 18 son controlados preferentemente por el sistema informático 13. En la modalidad mostrada, el sistema informático 13 está ubicado dentro de la carcasa 11a del lector óptico 11. El sistema informático está en comunicación inalámbrica de datos con una computadora externa 13a, tal como una PC, para recibir instrucciones a través de una interfaz en la computadora externa y para transmitir determinaciones de los resultados de la prueba en tiempo real para presentarse en la pantalla 13b para un usuario.

20 La tira de prueba porosa que se muestra en la Figura 3a es una tira de prueba típica para un cartucho de flujo lateral.

La tira de prueba porosa comprende desde su extremo proximal hacia su extremo distal una almohadilla de obtención de muestra 21 dispuesta para estar en la zona de obtención de muestra, una almohadilla de conjugado 22 con las partículas etiquetadas, una membrana porosa 23 (por ejemplo, de nitrocelulosa) que contiene una zona de prueba 25 y una zona de control 24 y un disipador de fluido que comprende una almohadilla adsorbente 26. Todas las almohadillas y la membrana pueden estar sostenidas de manera beneficiosa por una parte posterior no mostrada. Las diversas zonas y almohadillas pueden ser como se describieron anteriormente.

En la modalidad de una tira de prueba porosa que se muestra en la Figura 3b, la tira de prueba porosa difiere de la tira de prueba porosa de la Figura 3a en que la zona de prueba 25a y una zona de control 24a están posicionadas de manera tal que cuando la prueba sea positiva y se capturen moléculas/partículas ópticamente marcadas en ambas zonas, las zonas muestren una cruz, mientras que cuando la prueba sea negativa o la zona de control no esté activada, se muestre una línea (signo de menos) o no se muestre nada en las zonas.

El cartucho de flujo lateral que se muestra en la Figura 4a comprende una carcasa 31a que rodea una tira de prueba porosa, una abertura de entrada 32a a una zona de obtención de muestra y una ventana de lectura 33a dentro de la tira de prueba porosa en su porción distal que expone una zona expuesta de la tira porosa. La tira de prueba porosa puede ser, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3a o 3b. El círculo punteado 34 ilustra un campo de visión de la cámara de video. El campo de visión está adaptado para comprender la zona expuesta y preferentemente el campo de visión es algo mayor ya que la ventana de lectura o el cartucho pueden variar.

El cartucho de flujo lateral que se muestra en la Figura 4b comprende una carcasa 31b que rodea 3 tiras de prueba porosas, cada una dispuesta para tener una zona expuesta en las respectivas ventanas de lectura 33b, 33b' y 33b''. La carcasa 31b comprende tres aberturas de entrada 32b, 32b' y 32b'' hacia las zonas de obtención de muestra de las tiras de prueba porosas respectivas. En esta modalidad, las tiras de prueba porosas están dispuestas sustancialmente en paralelo.

El cartucho de flujo lateral que se muestra en la Figura 4c comprende una carcasa 31c que rodea 3 tiras de prueba porosas, cada una dispuesta para tener una zona expuesta en las respectivas ventanas de lectura 33c, 33c' y 33c''. La carcasa 31b comprende una abertura de entrada común 32c' hacia las zonas de obtención de muestra de las tiras de prueba porosas respectivas. En esta modalidad, las tiras de prueba porosas están dispuestas con un ángulo entre sí. El campo punteado 34c ilustra un campo de visión de la cámara de video para adquirir una serie de imágenes grupales. Las líneas de puntos 35 ilustran líneas de segmentación para segmentar las imágenes como se describió anteriormente.

Los cartuchos de flujo lateral de las Figuras 4a, 4b o 4c pueden comprender una o más marcas de referencia como se describió anteriormente.

La Figura 5 muestra los valores promedio de la columna en función de la posición de la columna a lo largo de la posición horizontal. La línea 41 ilustra el valor promedio de todas las columnas de píxeles. La línea punteada 42 ilustra el valor medio (media de corte) de las columnas de píxeles. La curva 43 muestra los valores promedio de la columna menos el corte de la media en función de la posición horizontal de la columna de píxeles. Se puede ver que los bordes de la zona expuesta de la tira de prueba porosa están claramente identificados.

La Figura 6 muestra un gráfico de cambios de valor de píxeles de fila 'W' determinados con respecto a conjuntos respectivos de datos de píxeles donde los valores de píxeles del conjunto anterior de datos de píxeles se han restado de los valores de píxeles de estos conjuntos respectivos de datos de píxeles. Cabe señalar que la nitrocelulosa seca que se usó para la tira de prueba porosa en este ejemplo es más reflectante que la nitrocelulosa húmeda. Por lo tanto, a medida que la tira de prueba porosa de nitrocelulosa se humedezca, la reflexión disminuirá.

Cada curva 51, 52, 53 se obtiene a partir de valores de conjuntos de datos de píxeles donde se han restado los valores de los conjuntos de datos de píxeles anteriores. Los valores resultantes de la fila con el valor más bajo (que será negativo) se han promediado para obtener los cambios de valor de píxeles de fila 'W con respecto a los conjuntos de datos de píxeles y esto se ha repetido para todos los conjuntos de datos de píxeles. Solo se han graficado algunos de los cambios de valor de píxeles de fila 'W, a saber, los 6 primeros cambios de valor de píxeles de fila 'W 51 y los cambios de valor de píxeles de fila 'W, que revelan la marca de control 52 y la marca de prueba 53.

Se puede ver que los puntos inferiores de cada uno de los cambios de valor de píxeles de fila 'W que indican el frente de humectación están en el mismo nivel, lo que es una clara indicación de que la tira de prueba porosa se ha humedecido en todo su ancho.

La Figura 7 es otro gráfico de los cambios de valor de píxeles de fila 'W determinados con respecto a conjuntos respectivos de datos de píxeles donde los valores de píxeles del conjunto anterior de datos de píxeles se han restado de los valores de píxeles de estos conjuntos respectivos de datos de píxeles. Aquí los puntos inferiores de cada uno de los cambios de valor de píxeles de fila 'W 51a, 51b que indican el frente de humectación no están en el mismo nivel. Se puede ver que el valor de algunos de los cambios de valor de píxeles de fila 'W 51b es significativamente mayor que otro de los cambios de valor de píxeles de fila 'W 51a. Esto indica que una sección de la tira de prueba porosa no está completamente humectada, sino que se ha pasado por alto al menos en parte y que, por lo tanto, la prueba no es válida. También se puede ver que no se encuentra la marca de prueba.

La Figura 8 es un gráfico de un ejemplo de una velocidad de flujo determinada en función de la posición de longitud de la tira de prueba porosa en la zona expuesta. Se puede ver que la velocidad de flujo está disminuyendo ligeramente a lo largo de la tira de prueba porosa. Para algunas tiras de prueba esto puede ser aceptable en particular cuando la tira de prueba es relativamente larga. Para otras tiras de prueba porosas, la velocidad de flujo decreciente puede indicar que la cantidad de muestra líquida aplicada a la zona de obtención de muestra es insuficiente.

La Figura 9 muestra un gráfico de otro ejemplo de una velocidad de flujo determinada en función de la posición de longitud de la tira de prueba porosa en la zona expuesta. Aquí se puede ver que la velocidad de flujo parece disminuir drásticamente después de una primera longitud de la tira de prueba porosa donde después se vuelve sustancialmente constante. Esto puede indicar que se ha aplicado demasiada muestra líquida a la zona de obtención de muestra, lo cual produce una inundación de la primera longitud de la tira de prueba porosa.

La Figura 10 muestra un gráfico de incluso otro ejemplo de una velocidad de flujo determinada en función de la posición de longitud de la tira de prueba porosa en la zona expuesta. Aquí se puede ver que la velocidad de flujo en una posición de longitud de la tira de prueba porosa cae repentinamente y

luego vuelve a la normalidad. Esto puede indicar que la tira de prueba porosa puede presentar daños en la posición indicada.

El diagrama de proceso que se muestra en la Figura 11 ilustra un ejemplo de una serie de etapas de procesos para cuya realización se puede configurar una modalidad del sistema de prueba de flujo lateral.

La primera etapa en la serie de etapas enumeradas en el diagrama de proceso comprende que el sistema informático reciba un conjunto n de datos de píxeles asociados al atributo de tiempo $t'n$. « n » significa una cantidad que es un número entero, que puede ser «1» para indicar el primer conjunto de datos de píxeles o puede ser un número entero más alto, tal como 2, 3 o más. El conjunto de datos de píxeles con el número n se designa aquí como el conjunto de datos de píxeles usado para determinar el conjunto de píxeles de la zona porosa L', W' . Cuando se determina esto, el sistema informático conocerá la orientación relativa entre la cámara de video y la tira de prueba porosa en la zona expuesta y la determinación del conjunto de píxeles de la zona porosa L', W' para el conjunto n de datos de píxeles puede aplicarse a todos los conjuntos de datos de píxeles para las respectivas series de imágenes.

Como se menciona en el diagrama de proceso, el procesador del sistema informático está programado para determinar la orientación relativa entre la cámara de video y la tira de prueba porosa, para definir columnas de píxeles L y filas de píxeles W y para procesar valores de una cantidad de filas de píxeles W mediante un método que comprende determinar un primer y un último píxel de cada fila que tiene un valor que difiere del valor W de la fila respectiva (promedio o medio) más allá de un umbral, determinar el mejor ajuste de píxeles alineados a lo largo de un borde a lo largo de dicho respectivamente primer y último píxel y determinar la matriz de píxeles de la zona porosa L', W' como se describió anteriormente.

Las etapas descritas anteriormente son un ejemplo de la programación del sistema informático para determinar la matriz de píxeles de la zona porosa L', W' .

Las siguientes etapas en el diagrama de proceso de la Figura 11 comprenden que el procesador esté configurado para obtener un valor de fila derivado de al menos una de la fila X' de datos de píxeles de un conjunto de datos de píxeles y para un siguiente conjunto de datos de píxeles y para comparar los cambios entre las filas correspondientes para encontrar el frente de humectación y el tiempo de humectación.

En el ejemplo, el procesador realiza esta etapa en el conjunto n de datos de píxeles y el conjunto $n+1$ de datos de píxeles. Debe entenderse que el procesador puede realizar este proceso en cualquiera de los conjuntos de datos de píxeles, preferentemente de imágenes que tienen atributos de tiempo muy cercanos, preferentemente del conjunto de datos de píxeles de imágenes posteriores.

Al comparar los valores de píxeles de la fila W' derivados de las filas correspondientes con los atributos de tiempo respectivos $t'n$ y $t'n+1$ e identificar cambios más allá del umbral, el sistema informático puede identificar la posición de un cambio en el valor como el frente de humectación y el atributo de tiempo puede indicar el tiempo que la humectación ha alcanzado esta posición.

- 5 Al repetir este procesamiento para el conjunto de datos de píxeles de las imágenes consecutivas de la serie, el procesador puede determinar la velocidad de humectación en función de la posición del frente de humectación y, como se vio en el ejemplo anterior, el sistema informático puede determinar además si la tira de prueba porosa está humectada correctamente o si se ha producido un error.

- 10 El diagrama de proceso de la Figura 12 ilustra un ejemplo de una serie de etapas de procesos para cuya realización se puede configurar una modalidad del sistema de prueba de flujo lateral y cuyo proceso se basa en extraer valores de píxeles de una imagen de valores de píxeles de una imagen posterior antes de determinar valores de filas derivados.

- 15 El proceso ilustrado en la Figura 12 comprende recibir un conjunto n de datos de píxeles asociados al atributo de tiempo $t'n$, recibir un conjunto posterior $n+1$ de datos de píxeles adquiridos en el momento $t'n+1$ y restar el n conjunto op de datos de píxeles del conjunto de datos de píxeles $n+1$ y, de ese modo, identificar los píxeles modificados con el atributo de tiempo $t'n+1$ cambios con el atributo de tiempo $t'n+1$.

- 20 El procesador está configurado para identificar posteriormente la/s fila/s con píxeles que han cambiado el valor del píxel más allá de un umbral y opcionalmente para determinar el valor de píxeles de la fila W' (o píxel W) de la fila identificada.

En función de la fila con píxeles cambiados o el valor de píxeles de la fila W' de esta, el procesador puede configurarse para identificar la posición de fila de los píxeles cambiados o las filas de píxeles cambiados como el frente de humectación e identificar el atributo de tiempo $t'n + 1$ como tiempo de humectación en la posición de fila.