

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 701**

51 Int. Cl.:

**H04N 1/60**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2021** **E 21213370 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2024** **EP 4195645**

54 Título: **Procedimiento para la medición de densidad de color espectral en la impresión en color**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.01.2025**

73 Titular/es:

**IMPROVE PROCESS ANALYTICS AND CONTROL  
GMBH (100.00%)  
Europastrasse 8  
9524 Villach, AT**

72 Inventor/es:

**SALLINGER, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 994 701 T3**

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la medición de densidad de color espectral en la impresión en color

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la medición de densidad de color espectral en la impresión en color.
- El procedimiento mencionado se refiere al campo de la densitometría en general y a la densitometría espectral en especial.
- 10 La densitometría es un método para el control del proceso de impresión con respecto a la densidad de color lleno y los valores de tono. Funciona de manera fiable para impresiones en blanco y negro y para impresiones con los colores de proceso cian (Cyan), magenta (Magenta), amarillo (Yellow) y negro (Key).
- 15 En la densitometría de luz reflejada, la tinta de impresión que se va a medir se ilumina mediante una fuente de luz. El haz de luz penetra la capa de tinta translúcida (vidriada) y, a este respecto, se debilita. El resto que queda de la luz se dispersa por la base de papel. Una parte de esta luz dispersa atraviesa de nuevo la capa de tinta y se debilita aún más. El resto que queda aún alcanza finalmente el aparato de medición, que convierte la luz en energía eléctrica. El resultado de la densitometría de luz reflejada se indica en unidades de densidad.
- 20 La densidad de color de una tinta de impresión depende principalmente del tipo de pigmento, su concentración y el espesor de capa de tinta. Para una tinta de impresión dada, la densidad de color es una medida del espesor de capa.
- En la densitometría clásica se usan filtros de color en la trayectoria del haz, que están adaptados al comportamiento de absorción de los colores cian, magenta y amarillo.
- 25 Si se van a medir las superficies impresas inmediatamente después del proceso de impresión, la tinta de impresión todavía está húmeda y tiene una superficie brillante. Al secarse, la tinta penetra en el papel y pierde su brillo. De esta manera no solo cambia el tono de color de la tinta, sino también el valor de densidad de color. Si el medio de impresión aún húmedo va a compararse densitométricamente con los valores teóricos generalmente secos, esto solo es posible de manera limitada.
- 30 Como remedio, se colocan dos filtros de polarización lineal cruzados en la trayectoria del haz. Los filtros de polarización solo dejan pasar en cada caso una dirección de oscilación de las ondas de luz que oscilan en todas direcciones. Los haces de luz orientados a través del primer filtro de polarización se reflejan parcialmente de manera especular por la superficie coloreada. A este respecto no varía su dirección de oscilación. El segundo filtro de polarización está dispuesto girado 90° con respecto al primero, de modo que no se dejan pasar estas ondas de luz reflejadas.
- 35 Sin embargo, cuando los haces de luz penetran en la capa de tinta y se devuelven desde allí o desde el material de impresión, pierden su orientación de oscilación uniforme (polarización). Por tanto, se dejan pasar en parte por el segundo filtro de polarización y se pueden medir. Es decir, mediante el bloqueo de las fracciones brillantes de la luz reflejadas por la tinta húmeda, se consigue que los valores de medición densitométricos en tintas húmedas y secas sean aproximadamente iguales.
- 40 Los densitómetros indican como resultado de medición la densidad de color D. Es la relación logarítmica entre la reflexión de la luz a través de un blanco de comparación y la reflexión de la luz de la capa de tinta. El valor de densidad de color se calcula según la fórmula  $D = \log 1/\beta$ . El grado de reflexión  $\beta$  representa a este respecto la relación  $LeP / LeW$ . A este respecto  $LeP$  es la reflectancia de la tinta de impresión medida y  $LeW$  la reflectancia del blanco de referencia. Por tanto, D también se puede representar como  $\log LeW/LeP$ .
- 45 Es decir, el grado de reflexión  $\beta$  indica la relación entre las reflexiones de luz de una muestra que se va a medir (tinta de impresión) y un blanco (valor de referencia). El grado de reflexión  $\beta$  a menudo también se denomina factor de reflectancia  $P_\lambda$ .
- 50 En el densitómetro clásico se miden las tintas de impresión individuales cian, magenta y amarillo con ayuda de filtros de color, de modo que es necesario un proceso de medición propio para cada uno de los colores.
- 55 La densitometría espectral utiliza el principio de medición de registrar la reflectancia espectral, a partir de la cual se pueden calcular todas las demás magnitudes colorimétricas y densitométricas.
- 60 El sensor del densitómetro espectral es sensible a partes grandes, en particular al intervalo visible completo del espectro electromagnético, es decir, a todas las longitudes de onda de la luz visible. El intervalo de sensibilidad comienza aproximadamente en alrededor 380 nm en violeta y se extiende a través de los matices de color azul verdoso, verde y amarillo hasta llegar al rojo en alrededor de 730 nm.
- 65 Los valores de reflectancia espectral se miden para todas las secciones (bandas) de longitud de onda simultáneamente por medio de un policromador o un cabezal de medición espectral. Las bandas cubren en cada caso intervalos de

longitud de onda con una anchura predeterminada. Por ejemplo, se conocen policromadores que pueden resolver bandas con una anchura entre 10 y 50 nm. La difusión de la luz tiene lugar a este respecto a través de una rejilla de difracción, un prisma o a través de muchos filtros de banda estrecha. En cualquier caso, el flujo luminoso medido se divide en sus componentes espectrales, cuyas intensidades de señal se miden y se emiten en su totalidad como curva de valores espectrales.

En la medición espectral, a diferencia de los densitómetros clásicos, se recurre a la información de color espectral en el cálculo de las capas de tinta. Además, a partir de los valores de medición espectrales se pueden determinar las densidades de color para cian, magenta, amarillo y otros colores sin que sean necesarias mediciones separadas con filtros de color diferentes.

En los densitómetros espectrales, sensores fotosensibles exploran todo el intervalo visible del espectro electromagnético para determinar los valores de reflectancia espectral con la determinación de las magnitudes densitométricas. A este respecto, pueden colocarse tanto filtros físicos orientados hacia la trayectoria del haz como filtros virtuales, es decir, simulados matemáticamente. Además, la medición de densidad conforme a la norma requiere el uso antes mencionado anteriormente de un filtro de polarización, que suprime las diferencias de brillo entre capas de tinta de impresión aún húmedas y las ya secas. De esta manera, las medidas se hacen comparables independientemente de la proximidad temporal al proceso de impresión.

El empleo de filtros simulados matemáticamente se define en las normas ISO 13655 Capítulo 5 así como ISO 5.3 Capítulo 4.5.2 junto con el Anexo B. A partir de la reflectancia medida y mediante plegadura con la función de filtro para colores primarios distintos, tal como cian, magenta y amarillo, resultan valores de las densidades de color para los valores triestímulo X, Y y Z, preferiblemente en el sistema estándar CIE.

En la práctica se utilizan aparatos de medición manuales para mediciones individuales, aparatos de exploración portátiles para el registro manual de campos de medición dispuestos en línea y aparatos de medición de exploración accionados por motor eléctrico como densitómetros espectrales de exploración. Además se conocen sistemas de medición en línea que están dispuestos en un sistema de impresión y miden campos de medición impresos uno tras otro. Lo que estos dispositivos tienen en común es a este respecto que en cada caso se registra espectralmente el espectro de remisión en un lugar sobre la imagen impresa que se va a medir con una óptica y una disposición de sensor. Las dimensiones del área registrada, preferiblemente redonda, son del orden de magnitud de 1 a 10 mm.

Los campos de medición de color impresos sobre el medio de impresión son, por regla general, rectangulares o cuadrados. A este respecto, los gradientes de color para, en cada caso, uno de los colores primarios de la impresora se imprimen en gradaciones de impresión del 100 % al 0 % en pasos de, por ejemplo, el 10%, cuyas densidades de color se determinan después espectralmente con uno de los aparatos de medición descritos. El área de cada campo de medición de color no se registra a este respecto completamente por la óptica del aparato de medición, ya que el área observada por la óptica es, por regla general, redonda. Por consiguiente, no se registran las esquinas de los campos de medición. Además, para el área medida solo se determina a este respecto un valor para la densidad de color.

Por el estado de la técnica se conocen además sistemas de medición de color (ACMS™ - Advanced Colour Measurement System (Sistema avanzado de medición del color)) y un sistema de medición de color en línea (ICMS™ - Inline Color Measurement System) de la empresa ipac, que se utilizan para evaluar el color de superficies multicolor. El sistema presenta en cada caso un escáner espectral, dado el caso dispuesto en línea, que puede utilizarse para distintos sustratos, es decir, medios de impresión o materiales (papel, láminas, madera, plástico, cerámica, mineral) y distintos procedimientos de impresión (impresión digital, en particular impresión por inyección de tinta o impresión láser, así como la impresión en huecograbado, impresión flexográfica, impresión offset o serigrafía). El ICMS™ y el ACMS™ utilizan una tecnología de exploración espectral con resolución espacial para medir una imagen impresa.

El sistema de medición espectral es, por ejemplo, una cámara multiespectral con una pluralidad de bandas de longitud de onda, preferiblemente con 36 bandas de longitud de onda por punto de imagen capturado, que genera información de color por banda de longitud de onda. De este modo se genera un espectro de color a partir de las bandas de longitud de onda para cada punto de imagen (píxel) capturado. Una tecnología de sensor habitual consiste en proporcionar píxeles individuales en un sensor CMOS con diferentes filtros de color de modo que se pueda registrar una pluralidad de información espectral de una zona de imagen capturada con una captura de imagen.

El sistema de medición espectral también puede ser una cámara hiperespectral, en la que la luz se divide espectralmente por punto de imagen mediante un equipo óptico, por ejemplo un prisma, y de este modo se miden por separado las zonas espectrales individuales. Debido a ello aumenta la resolución espectral en comparación con una cámara multiespectral por ejemplo hasta 350 o más bandas de longitud de onda.

A diferencia de una cámara RGB convencional, no se obtiene, por consiguiente, solo un color por píxel, sino también una distribución espectral con una información considerablemente más profunda. A continuación, se realiza una comparación de informaciones de imagen de diferentes capturas espectrales mediante un software.

Además se puede alcanzar una resolución del escáner de al menos 32 ppp, preferiblemente de al menos 72 ppp, de manera especialmente preferida de al menos 90 ppp.

5 El documento DE 10 2009 012 815 A1 divulga un dispositivo de medición con un equipo de medición móvil en una máquina de impresión, mencionándose como equipo de medición un escáner espectral con una resolución de 100 o 200 ppp. El escáner espectral se utiliza para una medición de color y calibración de color.

10 El documento US 2007/0002344 A1 describe un sistema de calibración para una impresora en el que se utiliza una unidad de medición de densidad de color o bien en forma de un espectrómetro o de un escáner RGB.

10 El documento US 2002/0104457 A1 divulga una medición espectral con un espectrómetro convencional con el que se mide la impresión en ubicaciones predeterminadas, determinándose el factor de reflectancia espectral.

15 Por tanto, la presente invención se basa en el objetivo de mejorar la medición de densidad de color espectral en la impresión en color.

El objetivo expuesto anteriormente se consigue de acuerdo con la invención mediante las características de la reivindicación 1.

20 El procedimiento para la medición de densidad de color espectral en la impresión en color presenta las siguientes etapas:

25 En primer lugar para un sustrato no impreso se mide una reflectancia de referencia con resolución espectral con un sistema de medición espectral con resolución espacial, preferiblemente en una pluralidad de puntos de medición. Esta reflectancia es necesaria para normalizar las reflectancias que se medirán más adelante. La medición de referencia se puede llevar a cabo antes de una impresión sobre el sustrato y, dado el caso, de manera continua durante el proceso de impresión. Para ello, las secciones del sustrato sin imprimir tienen que dejarse libres en posiciones predeterminadas durante el proceso de impresión. Como sustrato se utilizan, por ejemplo, medios de impresión o materiales en forma de papel, láminas, madera, plástico, cerámica, minerales u otros materiales.

30 Con una impresora de color se imprime con al menos una tinta de impresión al menos un campo de medición de color, preferiblemente una pluralidad de campos de medición de color.

35 Generalmente se entiende por tinta de impresión una mezcla que contiene colorantes que se transfiere a un sustrato como papel o plástico mediante una impresora. En particular en las impresoras de color digitales se utilizan tres tintas de impresión: cian, magenta y amarillo y, dado el caso, negro (Key). Además, se pueden usar adicionalmente o como alternativa otras tintas de impresión o adicionales con otras composiciones de pigmento.

40 Como procedimientos de impresión en color se tienen en cuenta distintas técnicas, por ejemplo impresión digital, en particular impresión por inyección de tinta o impresión láser, así como impresión por huecograbado, impresión flexográfica, impresión offset o serigrafía. En el caso de las impresoras de inyección de tinta, las tintas de impresión se encuentran en forma de tintas, y en el caso de las impresoras láser, en forma de tóner. En otras impresoras de color se utilizan como tintas de impresión diferentes formulaciones de tinta de impresión a base de agua, aceites o disolventes.

45 Para llevar a cabo el procedimiento es suficiente un campo de medición de color de una tinta de impresión, pero para cada una de las tintas de impresión se imprimen habitualmente las denominadas cuñas de color, que presentan para cada tinta de impresión una pluralidad de campos medición de color con densidad de color graduada. A este respecto son habituales las gradaciones en etapas del 10 %, 5 % o 1 %, aunque también se suelen incluir campos de medición de color con valores de tono del 100 % y del 0 %. El campo de color con valor de tono del 0 % se puede usar a este respecto para medir la reflectancia de referencia con resolución espectral del sustrato no impreso.

50 A continuación se mide en una pluralidad de puntos de medición la reflectancia con resolución espectral para al menos un campo de medición de color con el sistema de medición espectral con resolución. Por consiguiente, las mediciones de color con resolución espectral se llevan a cabo distribuidas en al menos un área parcial del campo de medición de color, preferiblemente en todo el campo de medición de color.

60 El sistema de medición presenta a este respecto un sensor lineal o un sensor bidimensional de una cámara hiperespectral. En cualquier caso, el sensor presenta una pluralidad de puntos de imagen, para los que se registra en cada caso un espectro. Por consiguiente, se consiguen resoluciones suficientemente altas para medir los distintos campos de medición de color en una pluralidad de puntos de medición. De este modo se consigue una resolución espectral de preferiblemente 36 o de hasta 350 o más bandas de longitud de onda. Se alcanza entonces por banda de longitud de onda una resolución en el intervalo de 10 nm, en particular en el intervalo de 1 a 30 nm. Con ello se cubre el espectro visible de la luz entre 380 y 730 nm.

65 Para punto de medición se calcula una densidad de color para la tinta de impresión a partir de la distribución espectral de la reflectancia medida, la reflectancia de referencia medida y una función de ponderación espectral que representa

la tinta de impresión. A este respecto se procede según las normas ISO 13655 Capítulo 5 así como ISO 5.3 Capítulo 4.5.2 junto con el Anexo B.

5 Por ejemplo, en la norma ISO 5.3 Anexo B se define que dependiendo de la anchura de los canales espectrales para una anchura o para un intervalo de 1 nm, el cálculo según la ecuación B.1 del Anexo B.3 y para anchuras de canal o intervalos de 10 o 20 nm el cálculo se lleva a cabo según la ecuación B.2. Lo que los cálculos tienen en común es que para los canales que dependen de la longitud de onda, la reflectancia espectral se multiplica en cada caso por la función de ponderación, se divide por un factor de normalización y se suma para todas las longitudes de onda.

10 Esto da como resultado un valor para la densidad de color a partir de cada reflectancia espectral medida para cada punto de medición dentro de cada campo de medición de color.

Además, el sistema de medición puede estar dispuesto como aparato de medición en línea en la zona de la impresora o utilizarse como aparato fuera de línea para la medición posterior de la superficie impresa.

15 De la manera de acuerdo con la invención, el sistema de medición de color se orienta y se mueve con respecto al menos un campo de medición de color, de modo que el al menos un campo de medición de color se mide en forma de retícula en una pluralidad de puntos de medición con una resolución de al menos 30 ppp, preferiblemente de al menos 70, en particular de al menos 90 ppp. Un límite superior se encuentra, por ejemplo, en el intervalo de 250 ppp.

20 En particular, el sensor lineal o el sensor bidimensional está orientado perpendicularmente a la dirección de movimiento con respecto al sustrato impreso, de modo que la retícula de medición generada discurre en una orientación en la dirección de movimiento. También se permite un desplazamiento transversal a la dirección de movimiento real con una rotación simultánea de 90° del sistema de medición de color.

25 Además, el procedimiento está diseñado de tal manera que el área del al menos un campo de medición de color se mide en al menos el 80 %, preferiblemente en al menos el 90 %, en particular en al menos el 95 %. De este modo se mide el campo de medición de color casi por completo, en particular completamente, y las densidades de color determinadas permiten un análisis más preciso de la distribución de densidad de color, es decir, el resultado de impresión sobre el área del campo de medición de color.

30 Preferiblemente, se promedian las densidades de color para al menos dos puntos de medición, preferiblemente una pluralidad de puntos de medición y en particular para todos los puntos de medición de cada campo de medición de color. La pluralidad de puntos de medición permite por lo tanto una valoración precisa y al mismo tiempo variable del campo de medición de color.

35 De manera aún más preferida, en el caso de emplear una impresora de inyección de tinta, a cada punto de medición de la medición de densidad de color espectral en forma de retícula del al menos un campo de medición de color se asocia un grupo de boquillas de tinta (boquillas) de un cabezal de impresión. El grupo de boquillas de tinta presenta como máximo 10 boquillas de tinta, preferiblemente como máximo 5 boquillas de tinta, en particular una boquilla de tinta. Por consiguiente, dependiendo de la resolución superficial de la impresión y de la resolución espacial del sistema de medición, es posible un análisis de hasta algunas boquillas de tinta o, en casos dudosos, incluso hasta boquillas de tinta individuales. Un cabezal de impresión normalmente tiene una anchura de 40-50 mm y la impresora de color presenta entonces una pluralidad de cabezales de impresión que alcanzan una anchura de impresión total de aproximadamente 1000 mm.

45 El procedimiento descrito anteriormente con sus diversas configuraciones se puede utilizar para la impresión de una sola pasada o para la impresión de varias pasadas.

50 El procedimiento se lleva a cabo con una iluminación predeterminada de la superficie que se va a imprimir o de la superficie impresa. La elección de la iluminación sigue los requisitos de la norma ISO 13655, en particular la condición de medición M3. Preferiblemente se utiliza el tipo de iluminación estandarizado D50.

Igualmente pueden estar dispuestos filtros de polarización en la trayectoria del haz para poder medir imágenes de impresión aún húmedas.

55 A continuación, se explica la invención con ayuda de ejemplos de realización en relación con el dibujo. En el dibujo muestran

60 la figura 1 una primera instalación para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención,

la figura 2 una segunda instalación para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención,

la figura 3 una tercera instalación para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención,

65 la figura 4 un ejemplo de realización de un sistema de medición espectral para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención,

- 5 la figura 5 un ejemplo de realización de un sustrato impreso con una cuña de color impresa con una pluralidad de campos de medición de color y una representación esquemática de la cobertura de los campos de medición de color mediante la medición espectral según la presente invención (a) y según el estado de la técnica (b),
- 10 la figura 6 un ejemplo de realización para una representación clara del cálculo del factor de reflectancia espectral ( $R_\lambda$ ) a partir de la reflectancia espectral del campo de medición de color usando cian como ejemplo y la reflectancia espectral del sustrato no impreso y
- la figura 7 un ejemplo de realización para una representación clara del cálculo de la densidad de color D a partir del factor de reflectancia espectral ( $R_\lambda$ ) y el factor de ponderación ( $W_\lambda$ ).

15 En la siguiente descripción de los distintos ejemplos de realización de acuerdo con la invención, los componentes y elementos con la misma función y el mismo modo de funcionamiento reciben los mismos números de referencia, incluso si los componentes y elementos en los distintos ejemplos de realización pueden tener diferencias en sus dimensiones o forma.

20 La figura 1 muestra esquemáticamente una primera instalación 2 para llevar a cabo el procedimiento para la medición de densidad de color espectral en la impresión en color. En primer lugar se desenrolla el material de soporte 4 de un primer rollo 6, se conduce debajo de la impresora de color 8 y del sistema de medición espectral 10 y después se enrolla de nuevo en un rollo 12. En este sentido se puede hablar de un material soporte sin fin 4 con el que se lleva a cabo la impresión continua y la medición de densidad de color. A este respecto se entiende que la banda continua es de longitud finita, pero grande. El sistema de medición espectral se muestra de manera simplificada y se explica con más detalle usando el ejemplo de la figura 4.

30 La impresora de color 8 está configurada en el presente caso como una impresora de inyección de tinta digital, con la que se imprime la superficie del sustrato en el proceso en línea representado. En esta aplicación se prefieren las impresoras de inyección de tinta, pero la invención no se limita al uso de impresoras de inyección de tinta.

Los resultados de las mediciones espectrales realizadas por el sistema de medición espectral se transmiten a un equipo de control 14, que evalúa los datos espectrales registrados.

35 La figura 2 muestra esquemáticamente una segunda instalación 2 para llevar a cabo el procedimiento para la medición de densidad de color espectral en la impresión en color. En comparación con la instalación según la figura 1, el material de soporte 4 no se desenrolla de un rollo, sino que se produce mediante un proceso de extrusión. Para ello está representada esquemáticamente una herramienta de extrusión 16, a partir de la cual se extruye un cordón para producir, por ejemplo, un material de canto para el uso en paneles de mueble. Por motivos de simplicidad no se muestran en este caso las calandrias y estaciones de refrigeración que son fundamentalmente necesarias. En lugar de la herramienta de extrusión 16 también se puede utilizar un dispositivo de colada continua para producir una barra continua de material de soporte.

45 La figura 3 muestra esquemáticamente una tercera instalación 2 para llevar a cabo el procedimiento para la medición de densidad de color espectral en la impresión en color. En comparación con las instalaciones según las figuras 2 y 3, el material de soporte 4 no está diseñado como material sin fin, sino que se compone de una pluralidad de elementos 18 que chocan entre sí, por ejemplo placas u hojas. Es decir, el material de soporte 4 se compone de elementos 18 individuales, que están presentes por separado antes y después de la impresión. La impresión y medición continuos de cartas de colores se realiza entonces sobre el material de soporte 4 compuesto por elementos 18 individuales.

50 La figura 4 muestra un ejemplo de realización de un sistema de medición espectral 10 para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención. El sistema de medición 10 presenta en primer lugar una carcasa 10.1 en la que están dispuestos los componentes. En la carcasa 10.1 está dispuesto un equipo de iluminación 10.2 que ilumina una zona de exploración 4.1 en la superficie del material de soporte 4. La luz de un tipo de iluminación estandarizado, por ejemplo D50, se genera a este respecto con una distribución de intensidad espectral predeterminada en el intervalo espectral visible de 380 a 730 nm.

55 En la trayectoria del haz, delante de la zona de exploración, está dispuesto un primer filtro de polarización 10.3, que polariza la luz incidente antes de que llegue a la zona de exploración 4.1. La luz reflejada desde la zona de exploración 4.1 discurre entonces en dirección a un segundo filtro de polarización 10.4. El primer filtro de polarización 10.3 solo deja pasar en cada caso una dirección de oscilación de las ondas de luz que oscilan en todas direcciones. Los haces de luz orientados por el primer filtro de polarización 10.3 se reflejan parcialmente de manera especular por la superficie coloreada en la zona de exploración 4.1, en particular cuando la superficie todavía está húmeda, en cualquier caso aún no se ha secado completamente, debido a un proceso de impresión reciente. En el caso de una reflexión especular, la dirección de oscilación de la luz no varía. El segundo filtro de polarización 10.4 está dispuesto girado 90° con respecto al primer filtro de polarización, de modo que las ondas de luz reflejadas por la zona de exploración 4.1 no se transmiten.

Para la medición espectral de impresiones en color secas también se pueden prescindir de los filtros de polarización descritos.

5 El equipo de medición y evaluación 10.5 está dispuesto en la trayectoria del haz detrás del segundo filtro de polarización 10.4. Se dispone de una cámara multiespectral o hiperespectral con la que se mide una distribución de intensidad espectral para cada punto de imagen capturado del área de exploración 4.1, preferiblemente en 36 bandas de longitud de onda por punto de imagen registrado. Esto significa que la información de color se genera por banda de longitud de onda, lo que en conjunto da como resultado un espectro. De este modo se genera un espectro de color  
10 preferiblemente a partir de 36 bandas de longitud de onda para cada punto de imagen (píxel) capturado. Una tecnología de sensor habitual consiste en proporcionar píxeles individuales en un sensor CMOS con diferentes filtros de color de modo que se pueda registrar una pluralidad de información espectral de una zona de imagen capturada con una captura de imagen.

15 El sistema de medición espectral también puede presentar una cámara hiperespectral, que presenta una resolución espectral aumentada de, por ejemplo, hasta 350 o más bandas de longitud de onda por punto de medición en comparación con una cámara multiespectral.

20 La información espectral se evalúa entonces preferiblemente dentro del sistema de medición espectral mediante procesamiento de datos.

El procedimiento según la invención para la medición de densidad de color espectral en la impresión en color se puede llevar a cabo de la siguiente manera con una instalación 2 representada en las figuras 1 a 4 con sistema de medición espectral 10.

25 En primer lugar para un sustrato 4 aún no impreso se mide una reflectancia de referencia con resolución espectral con el sistema de medición espectral con resolución espacial 10 en una pluralidad de puntos de medición. Para ello se controla la impresora de color de tal manera que determinadas secciones de la superficie del sustrato 4 quedan sin imprimir. Esto puede tener lugar en un proceso en línea al comienzo de la impresión o en intervalos predeterminados durante el proceso de impresión. Como se explica con referencia a la figura 5, las cuñas de color regularmente también tienen áreas sin imprimir que igualmente pueden usarse para la medición de la reflectancia de referencia. Las reflectancias de referencia espectrales medidas se almacenan para una normalización recurrente posterior en la determinación de la densidad de color D.

35 A continuación se imprimen con la impresora de color 8 una pluralidad de campos de medición de color, en cada caso con una tinta de impresión.

40 Con el sistema de medición espectral 10 se miden reflectancias con resolución espectral para los campos de medición de color en una pluralidad de puntos de medición y para cada punto de medición se calcula una densidad de color para la tinta de impresión a partir de la distribución espectral de la reflectancia medida, la reflectancia de referencia medida y una función de ponderación espectral que representa la tinta de impresión. Estas etapas de procedimiento se explican con más detalle con referencia a las figuras 6 y 7.

45 La figura 5 muestra esquemáticamente un recorte de un sustrato 20, que está formado por uno de los materiales de soporte 4 descritos anteriormente. En el recorte representado, se han impreso cuñas de color, marcadas con 22 en total, como una secuencia de campos de medición de color 24 para los cuatro colores de impresión negro (Key -K), amarillo (Y), magenta (M) y cian (C), cuya impresión con el color de impresión respectivo en la representación según la figura 5 disminuye de arriba a abajo del 100 % al 0 % en etapas iguales. A continuación se miden espectralmente los campos de medición de color según el procedimiento descrito a continuación y se determina la densidad de color  
50 a partir de los valores de medición.

Como muestra la figura 5, el flujo de impresión a lo largo del tiempo va de arriba a abajo, al igual que la medición posterior. Durante la medición, la reflectancia con resolución espectral para los campos de medición de color 24 se mide con el sistema de medición espectral con resolución espacial 10 en una pluralidad de puntos de medición 26  
55 dentro de cada campo de medición de color 24, como se muestra en la figura 5 (a) con una retícula de líneas.

Mediante la pluralidad de puntos de medición es posible una exploración de casi toda el área del campo de medición de color 24, de modo que puede tener lugar una evaluación detallada de las curvas de medición de reflectancia.

60 Las figuras 6 y 7 muestran de manera preparada gráficamente la aplicación del cálculo de la densidad de color para un campo de medición de color del color primario cian según la norma ISO 5.3 de acuerdo con el apéndice B y en particular de acuerdo con el apéndice B.4. En este caso se especifica para intervalos de longitud de onda de las bandas de longitud de onda de 10 nm o 20 nm cómo se calcula la densidad de color estándar según la ecuación B.2:

$$D = -\log \left( \sum_{\lambda} \frac{W_{\lambda} \times R_{\lambda}}{100} \right)$$

5 en donde  $W_{\lambda}$  es el factor de ponderación espectral de la longitud de onda  $\lambda$ ,  $R_{\lambda}$  es el factor de reflectancia espectral de la longitud de onda  $\lambda$  y 100 es la suma de los factores de ponderación espectral a lo largo del intervalo de longitud de onda de 380 nm a 730 nm.

10 La figura 6 muestra en primer lugar el cálculo de la distribución espectral del factor de reflectancia  $R_{\lambda}$  como cociente de la distribución espectral de la reflectancia del campo de medición de color y la distribución espectral de la reflectancia del sustrato no impreso. A este respecto, en lugar de las expresiones matemáticas se representan espectros correspondientes. Para los mismos valores de longitud de onda  $\lambda$ , los valores correspondientes se dividen entre sí en cada caso. Como resultado se calcula una distribución espectral del factor de reflectancia  $R_{\lambda}$  que depende de la longitud de onda  $\lambda$ .

15 La figura 7 muestra de manera igualmente clara cómo la densidad de color D se expresa como logaritmo negativo en base 10 de la suma de todas las longitudes de onda  $\lambda$  a través de los productos de la distribución espectral del factor de ponderación  $W_{\lambda}$  para cian y la distribución espectral del factor de reflectancia  $R_{\lambda}$  se calcula para cada valor de  $\lambda$  dividido por 100. En el ejemplo representado, resulta un valor para la densidad de color D de 0,42.

20 Como muestra la figura 5 (a), el al menos un campo de medición de color se mide en forma de retícula en una pluralidad de puntos de medición. A este respecto se puede alcanzar una resolución de al menos 30 ppp, preferiblemente de al menos 70, en particular de al menos 90 ppp.

25 Por el contrario, la figura 5 (b) muestra la situación tal como se conoce por el estado de la técnica. El círculo 28 mostrado indica la zona registrada de un densitómetro de color conocido, que utiliza su sistema óptico para registrar el campo de medición de color dentro del círculo 28 con una curva de medición espectral. El campo de medición de color no solo se registró con menos detalle, sino que el área del campo de medición de color tampoco se midió de manera suficiente.

30 Por el contrario, según el procedimiento según la figura 5 (a), es posible medir el área del campo de medición de color esencialmente en su totalidad, es decir en un gran porcentaje de al menos el 80 %, preferiblemente en al menos el 90 %, en particular hasta en menos el 95 %.

35 Las densidades de color de todos los puntos de medición dentro de un campo de medición de color medidas según el procedimiento descrito se pueden evaluar de diferentes maneras. Por ejemplo, pueden promediarse las densidades de color para al menos dos puntos de medición, preferiblemente una pluralidad de puntos de medición y en particular para todos los puntos de medición de cada campo de medición de color. Esto significa que se pueden calcular valores medios para grupos individuales de puntos de medición o incluso para todos los puntos de medición.

40 Una evaluación especialmente preferida de los puntos de medición se realiza en filas de puntos de medición que se extienden a lo largo de la dirección de impresión, es decir, que están registrados preferiblemente en línea y se obtienen a lo largo de la dirección de impresión a través de secciones limitadas del cabezal de impresión. Por consiguiente, por ejemplo, a cada punto de medición 26 de la medición de densidad de color espectral en forma de retícula del al menos un campo de medición de color 24 se asocia un grupo de boquillas de tinta de un cabezal de impresión de la impresora de color. De este modo, a partir de las mediciones espectrales de densidad de color se puede obtener información sobre los distintos grupos de boquillas de tinta, lo que permite evaluar la funcionalidad de los grupos de boquillas de tinta. Por ejemplo, el grupo de boquillas de tinta puede presentar como máximo 10 boquillas de tinta, preferiblemente como máximo 5 boquillas de tinta, en particular una boquilla de tinta.

50 Si, por ejemplo, se utiliza impresión por huecograbado en lugar de una impresora de inyección de tinta digital, el patrón a imprimir en cada uno de los colores de impresión se realiza como depresiones en las superficies de los rodillos. Las depresiones pueden ser tan pequeñas como 50  $\mu\text{m}$  y también se denominan rodillo discontinuo. Durante la impresión de los campos de medición de color pueden aparecer desviaciones sistemáticas en la calidad de impresión, que se incluyen en el valor de medición espectral promediado en la medición integral de todo el campo de medición de color. Durante la medición espectral de la manera descrita anteriormente, se pueden calcular valores medios para todos los puntos de medición y puntos de medición con una desviación sistemática demasiado grande del valor medio se pueden ignorar al volver a calcular el valor medio de la información espectral. De este modo se mejora la determinación de la información espectral en comparación con una medición individual según el estado de la técnica.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la medición de densidad de color espectral en la impresión en color,
- 5       - en el que para un sustrato no impreso se mide una reflectancia de referencia con resolución espectral con un sistema de medición espectral con resolución espacial, preferiblemente en una pluralidad de puntos de medición,  
- en el que con una impresora de color se imprime con al menos una tinta de impresión al menos un campo de medición de color, preferiblemente una pluralidad de campos de medición de color,  
10       - en el que se mide en una pluralidad de puntos de medición la reflectancia con resolución espectral para al menos un campo de medición de color con el sistema de medición espectral con resolución espacial,
- en donde se mide el al menos un campo de medición de color en forma de retícula en una pluralidad de puntos de medición con una resolución de al menos 30 ppp y  
15       - en donde se mide en al menos un 80 % el área del al menos un campo de medición de color,  
y
- en el que para cada punto de medición se calcula una densidad de color para la tinta de impresión a partir de la distribución espectral de la reflectancia medida, la reflectancia de referencia medida y una función de ponderación espectral que representa la tinta de impresión.
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1,  
en el que se mide el al menos un campo de medición de color en forma de retícula en una pluralidad de puntos de medición con una resolución de al menos 70 ppp.
- 25
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2,  
en el que se mide en al menos un 90 % el área del al menos un campo de medición de color.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,  
en el que se promedian las densidades de color para al menos dos puntos de medición, preferiblemente una pluralidad  
30 de puntos de medición y en particular para todos los puntos de medición de cada campo de medición de color.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4,
- 35       - en el que a cada punto de medición de la medición de densidad de color espectral en forma de retícula del al menos un campo de medición de color se asocia un grupo de boquillas de tinta de un cabezal de impresión de la impresora de color y  
- en el que el grupo de boquillas de tinta presenta como máximo 10 boquillas de tinta.

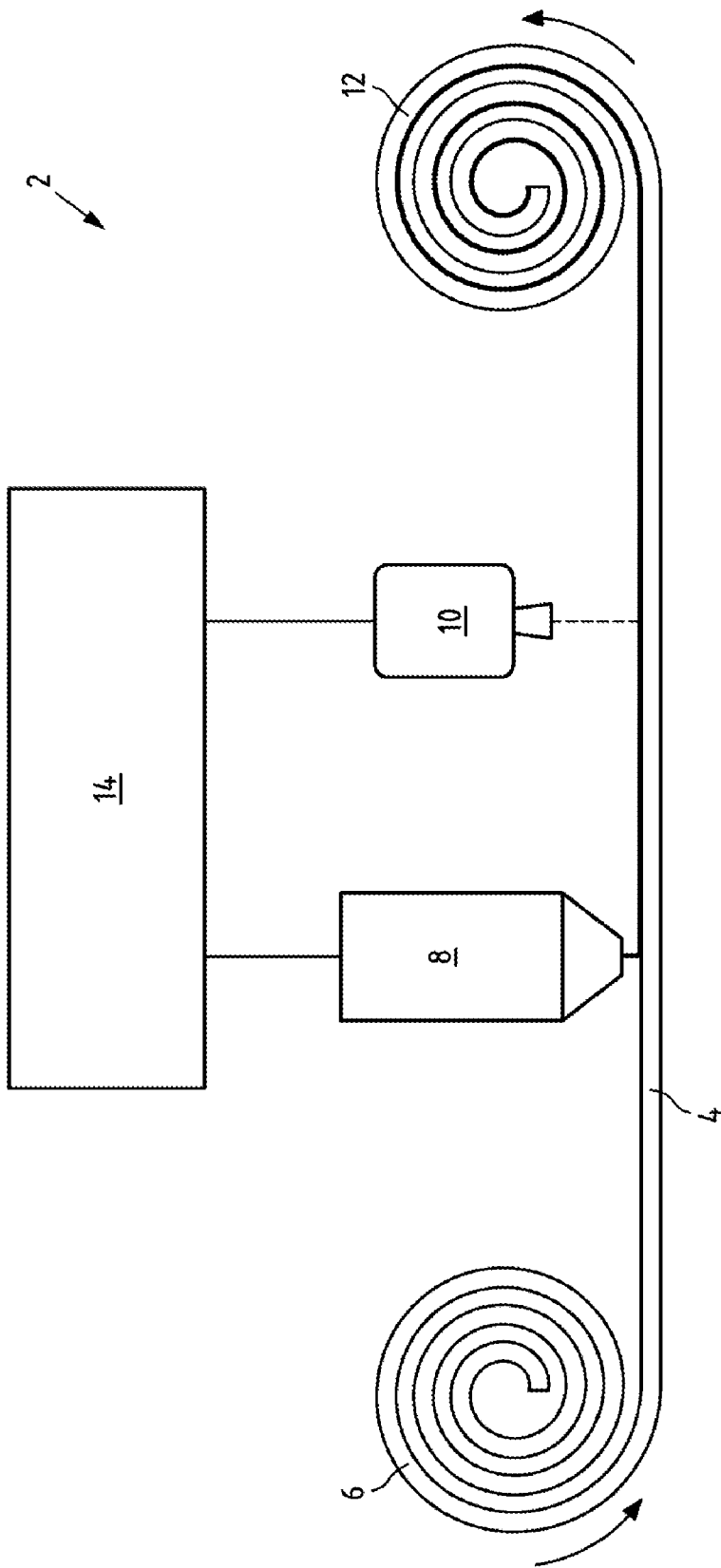


Fig.1

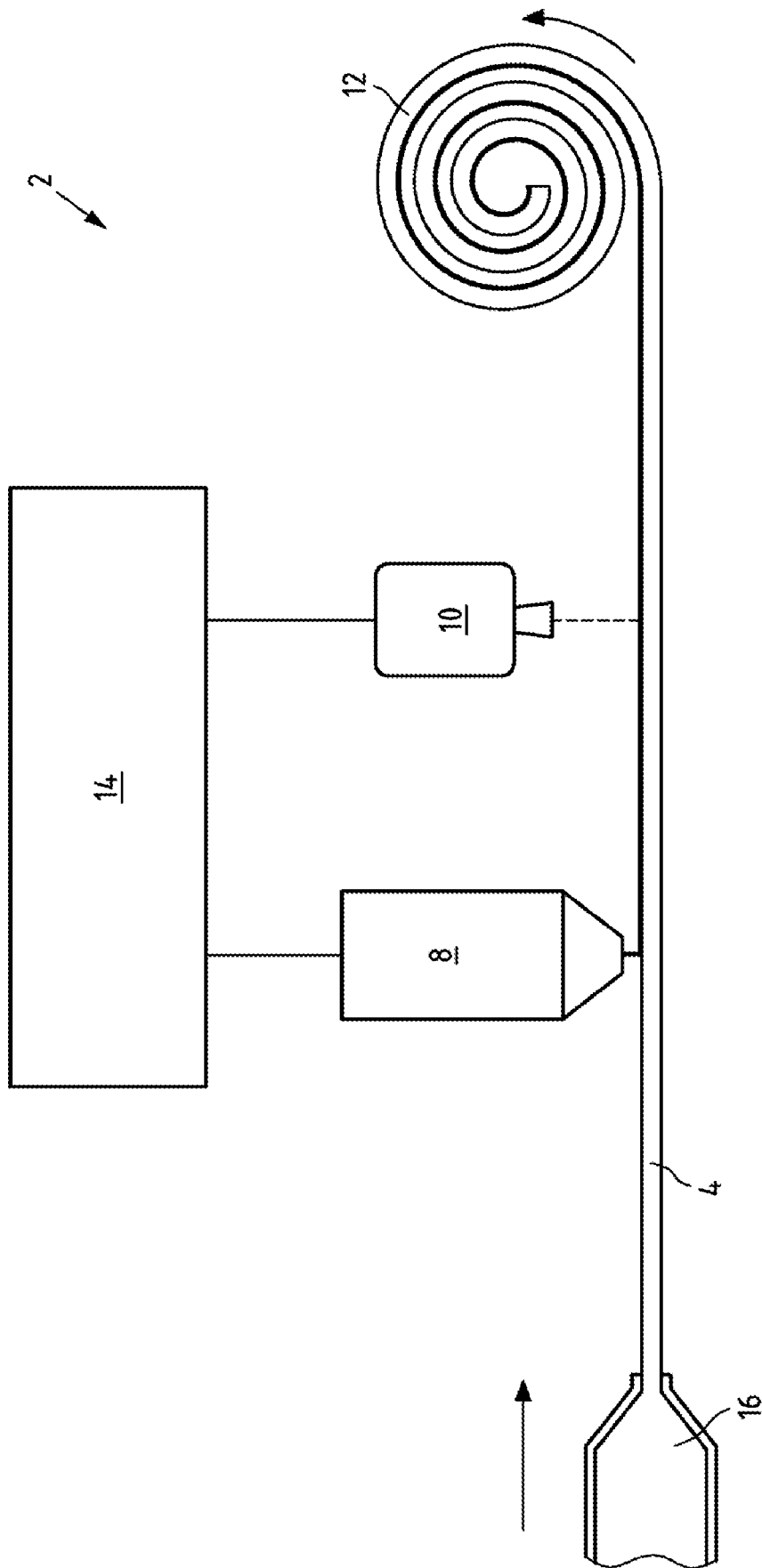


Fig.2

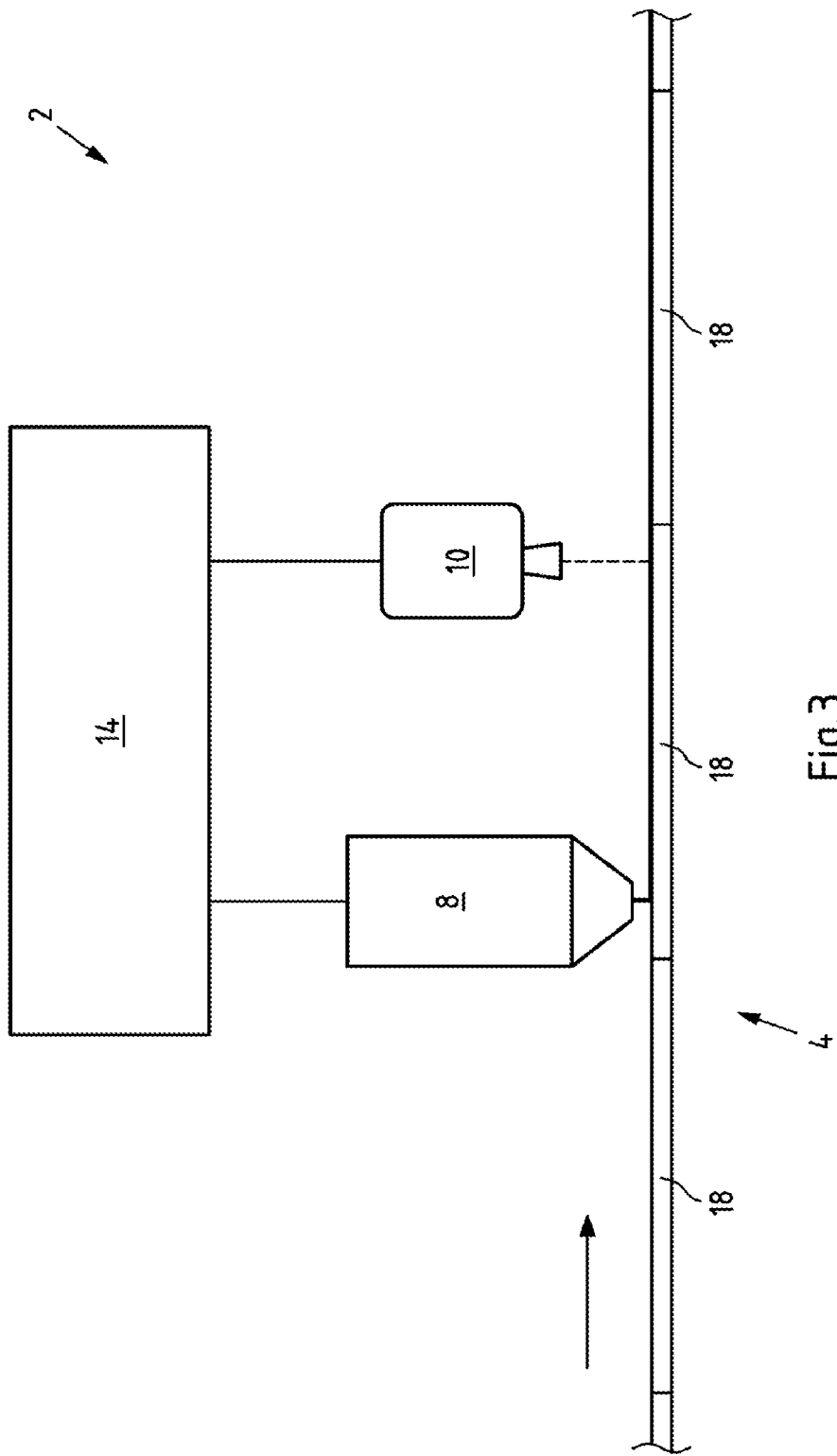


Fig.3

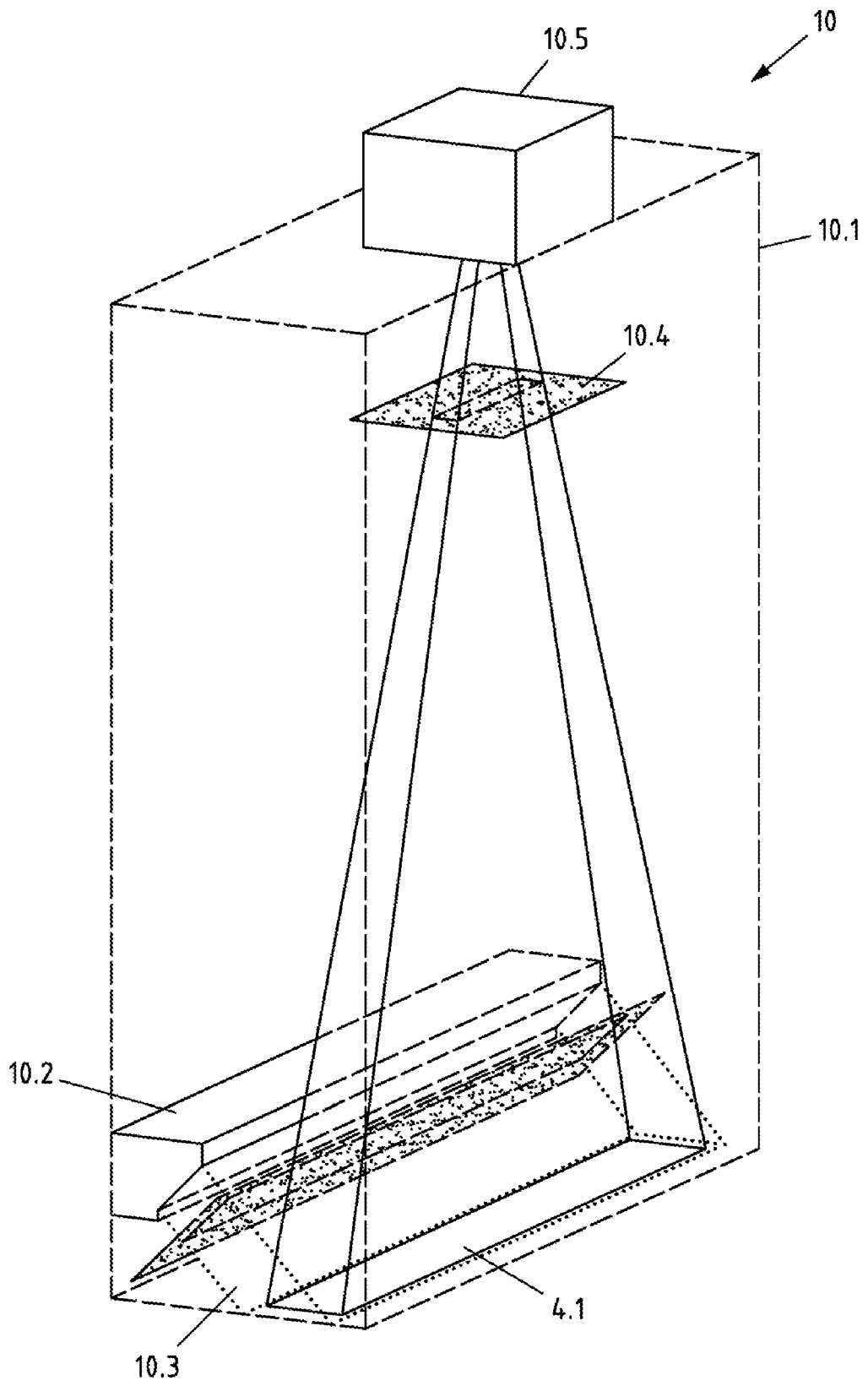


Fig.4

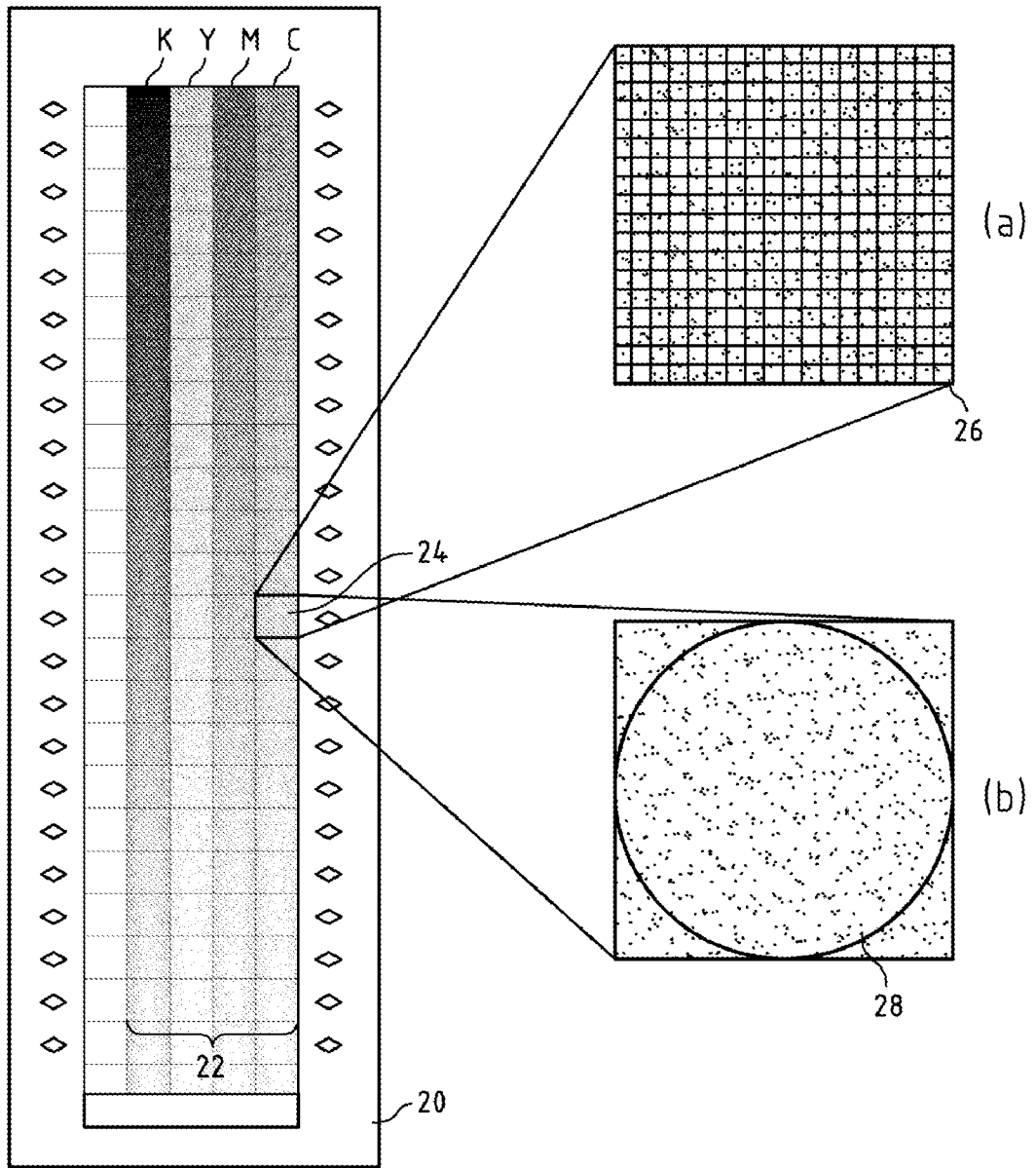


Fig.5

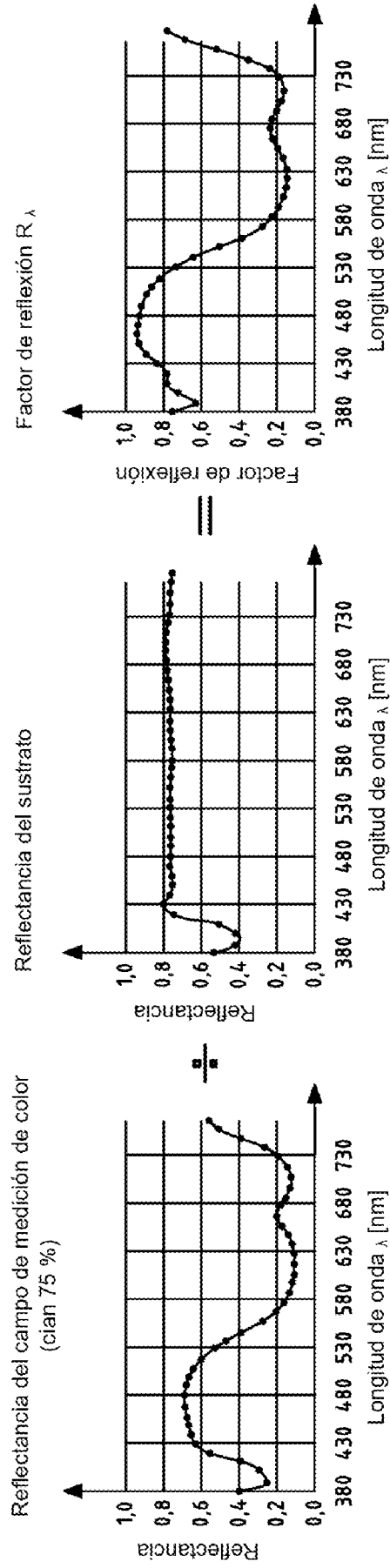


Fig.6

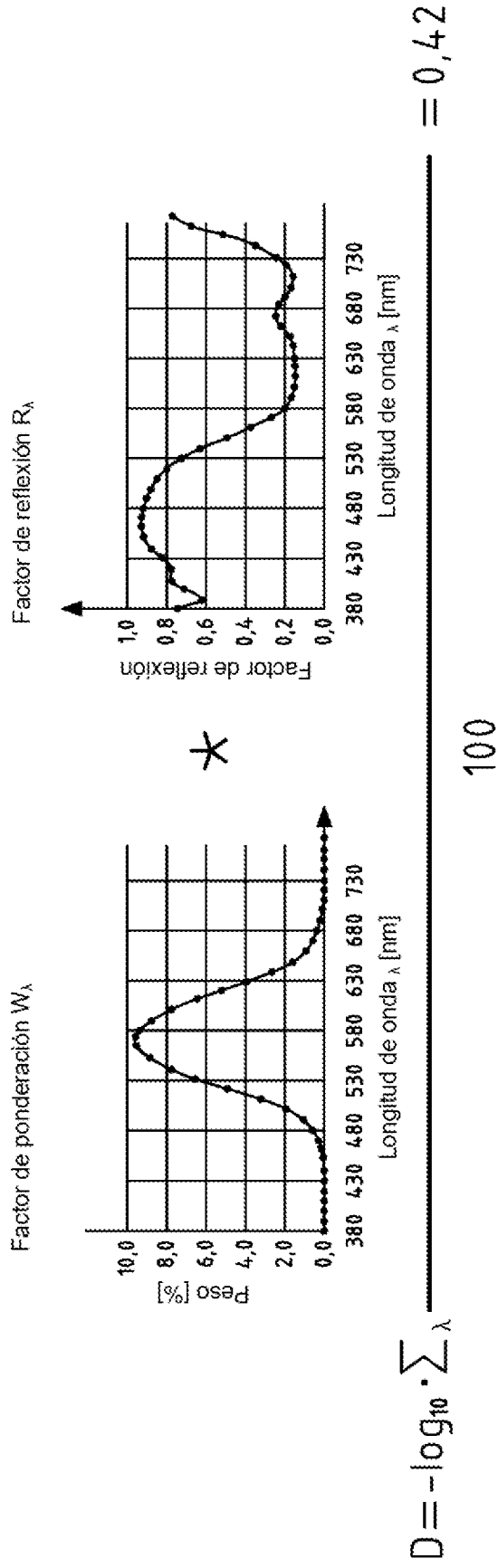


Fig.7