

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 467**

51 Int. Cl.:

G01N 21/84 (2006.01)

G01J 3/46 (2006.01)

G01J 3/50 (2006.01)

G06T 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2010 PCT/EP2010/055523**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.11.2010 WO10125023**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2010 E 10719741 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 2425404**

54 Título: **Visualización de revestimientos de efecto en dispositivos electrónicos de visualización**

30 Prioridad:

28.04.2009 EP 09158958
28.04.2009 US 173342 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.02.2019

73 Titular/es:

AKZO NOBEL COATINGS INTERNATIONAL B.V.
(100.0%)
Velperweg 76
6824 BM Arnhem, NL

72 Inventor/es:

KIRCHNER, ERIC JACOB JAN;
GOTTENBOS, ROELOF JOHANNES BAPTIST;
HALF, ANDRÉ y
VAN DER LANS, IVO BERNARDUS NICOLAAS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 700 467 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

Visualización de revestimientos de efecto en dispositivos electrónicos de visualización

La invención se refiere a un método para visualizar una imagen de revestimientos de efecto en dispositivos electrónicos de visualización. La invención se refiere además a un método para seleccionar un revestimiento candidato emparejado y a un sistema para llevar a cabo el método.

Por la solicitud de patente internacional WO 2008/121358 se conoce un método del tipo antes mencionado. Este documento describe un sistema para visualizar digitalmente imágenes de diversos colores y aspectos de un artículo y el uso del mismo. El documento describe además un sistema para visualizar imágenes para seleccionar una o más fórmulas que correspondan al color y el aspecto de un revestimiento objetivo.

Los valores de las coordenadas de color para un color objetivo, medidos mediante medidores de color, se refieren realmente a su color como promedio en un área de medición mucho mayor que la resolución espacial del ojo humano. La falta de uniformidad espacial de una muestra coloreada se expresa visualmente mediante sus propiedades de textura.

La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), que es responsable del desarrollo de normas internacionales de colores, ha reconocido que la textura percibida puede tener un gran impacto en la diferencia de color percibida entre dos muestras. Esto se expone en CIE Technical report 175:2006, A Framework for the Measurement of Visual Appearance, ISBN 3 901 906 52 5, 2006, página 55. Una consecuencia de este efecto es que, cuando se visualiza la imagen de un revestimiento de efecto, un cambio en las propiedades de textura de la imagen llevará generalmente a un cambio simultáneo en las propiedades de color percibidas, por ejemplo cuando se superpone una textura a una imagen en color.

El documento US 2008/0158239 se refiere a un dispositivo basado en procesador para visualizar datos de textura superficial o color superficial simulados o modelados. El dispositivo puede utilizarse junto con espectrofotómetros, colorímetros, etc. Una base de datos de texturas puede incluir información relativa a textura y/o patrones superficiales que se hayan de modelar, incluyendo acabados de automóviles. El dispositivo puede ser útil para emparejar revestimientos en un marco de reparación de carrocerías de automóviles.

El documento 2005/128484 se refiere a un método implementado por ordenador para emparejar pinturas en vehículos que utiliza una visualización por monitor de vídeo para ayudar al usuario a seleccionar un revestimiento de color óptimamente emparejado. Las características cromáticas de un color objetivo se identifican, se introducen y se procesan para permitir una presentación visual del color objetivo. Las características de aspecto de un color objetivo, tales como la textura, la granulosidad, pueden identificarse en una etapa adicional. Las opciones de aspecto con escamas son imágenes presentadas visualmente, que el usuario puede superponer con datos RGB del mejor emparejamiento, con el fin de seleccionar el mejor aspecto con escamas.

El documento US 2003/0208345 se refiere a un emparejamiento del aspecto de una muestra multicolor y a una simulación del aspecto de una muestra multicolor. Reproducir el aspecto de una superficie multicolor de muestra comprende separar la superficie multicolor en zonas de colores individuales diferentes, identificar el color individual de cada zona, traducir dichos colores individuales a valores cromáticos que correspondan a los presentes en una base de datos de colores que se han producido y buscar en la base de datos colores existentes que sean parecidos a cada color de la muestra multicolor. Los datos de entrada de usuario pueden comprender información de componentes cromáticos y uno o más de los siguientes: parámetros de partículas, fracciones de zona de color, textura, lustre y otras características de la muestra de color que representen acabados revestidos multicomponente factibles de composición conocida.

Las técnicas conocidas para visualizar revestimientos de efecto en dispositivos electrónicos de visualización implican superponer una imagen texturizada, que considerada en sí misma tiene la cantidad de textura correspondiente al valor de textura medido de la muestra que se ha de visualizar, sobre una imagen en color, que considerada en sí misma tiene las propiedades de color correspondientes a los valores cromáticos medidos de la muestra que se ha de visualizar. Estas técnicas adolecen del hecho de que el color percibido de una imagen cambia cuando se superpone a la misma una imagen texturizada. Como consecuencia de ello, el color percibido de la imagen del revestimiento de efecto generada se desvía del color real del revestimiento de efecto que se ha de visualizar.

Esto no es deseable, porque una visualización fiel de un revestimiento de efecto es mucho más fácil si las propiedades de color y textura de la imagen visualizada pueden fijarse independientemente.

Una desventaja relacionada de la técnica conocida es que cuando un usuario modifique las propiedades de textura de una imagen texturizada visualizada, también cambiará el color percibido.

Adicionalmente, cuando se utilizan técnicas de la técnica anterior, la apreciación visual del emparejamiento entre dos imágenes de revestimientos de efecto visualizadas depende de la distancia entre el usuario y el dispositivo de visualización, debido al efecto no lineal de la textura en el color percibido de la imagen.

La presente invención trata de mitigar las desventajas anteriormente descritas.

Por consiguiente, la presente invención proporciona un método para visualizar una imagen de un revestimiento de efecto que tiene propiedades de textura y color en un dispositivo electrónico de visualización, caracterizado por que la imagen se visualiza utilizando datos de color medidos y datos de textura medidos como entrada para generar la imagen, visualizándose la imagen texturizada con propiedades visuales de color que se mantienen en un nivel prescrito independiente de posibles variaciones en las propiedades de textura, comprendiendo el método

- a) una primera etapa en la que se genera una imagen en escala de grises con propiedades de textura prescritas, seleccionándose las propiedades de textura entre granulosidad difusa, impresión de centelleo o una combinación de éstas, y
- b) una segunda etapa en la que la imagen texturizada en escala de grises generada se convierte en una imagen texturizada con propiedades de color prescritas,

redimensionándose en la etapa a) la imagen de granulosidad difusa por medio de un algoritmo de redimensionamiento por interpolación, redimensionándose la imagen de impresión de centelleo mediante un algoritmo de redimensionamiento sin interpolación y combinándose posteriormente la imagen de granulosidad difusa y la imagen de impresión de centelleo redimensionadas para obtener una imagen en escala de grises redimensionada con propiedades de textura prescritas, y dependiendo el grado de redimensionamiento de la distancia del observador al revestimiento de efecto visualizado.

El método de la invención permite visualizar imágenes de revestimientos de efecto en dispositivos electrónicos de visualización, no estando el color percibido del revestimiento de efecto influido por la textura específica.

El método descrito en esta solicitud asegura que las imágenes visualizadas mantengan sus propiedades de color prescritas, independientemente de los valores para sus propiedades de textura. Propiedades de color prescritas se refiere a conjuntos de parámetros que fijan la impresión visual de color. Ejemplos muy conocidos de conjuntos de parámetros de color son las coordenadas de espacio de color $L^* a^* b^*$ definidas por la Commission Internationale d'Eclairage (CIE), y las coordenadas de espacio de color L^*, u^*, v^* , también definidas por la CIE.

Además del color, una película de revestimiento de efecto muestra propiedades visuales adicionales. Cuando se utilizan pigmentos de efecto, tales como por ejemplo pigmentos de escamas de aluminio o pigmentos nacarados, las propiedades visuales de una película de pintura no son uniformes en toda la superficie. Esto puede incluir fenómenos tales como granulosidad, centelleos, microluminosidad, turbidez, jaspeado, moteado, destellos o brillo. En lo que sigue, se define textura como la estructura superficial visible en el plano de la película de pintura que depende del tamaño y la organización de pequeñas partes constituyentes de un material. En este contexto, textura no incluye rugosidad de la película de pintura, sino sólo las irregularidades visuales en el plano de la película de pintura. También pueden contribuir al aspecto visual de conjunto de una película de pintura partículas que en sí mismas no son directamente observables. Un ejemplo de tales partículas son las desorientadoras. Los pigmentos de efecto son por lo general escamas que tienden a adoptar una orientación horizontal en una película endurecida. Para impedir esto, y para conseguir más variación en la orientación de las escamas, se utilizan partículas esféricas denominadas desorientadoras. El uso de desorientadoras en una pintura metálica tiene como resultado un mayor centelleo. Las estructuras más pequeñas que la resolución del ojo humano contribuyen al color, mientras que las estructuras más grandes contribuyen por lo general también a la textura.

Como se ha mencionado anteriormente, el método de la invención utiliza datos de color medidos y datos de textura medidos como entrada para generar la imagen.

Los colores pueden medirse por medio de medidores de color, tales como espectrofotómetros o medidores triestímulo. La solicitud de patente de los EE.UU. US 2001/0036309 describe un método para medir color por medio de un espectrofotómetro multiángulo. La solicitud de patente de los EE.UU. US 4,813,000 describe la medición de un color seleccionado, por medio de un analizador de color triestímulo y utilizando los datos de cromaticidad medidos. El documento WO 01/25737 describe cómo medir color con un dispositivo digital de formación de imágenes tal como un escáner o una cámara digital.

Los parámetros de textura se pueden medir utilizando un dispositivo digital de formación de imágenes, por ejemplo una cámara digital que tenga un sensor CCD. El parámetro de textura "granulosidad" describe la rugosidad superficial visual de una muestra: un revestimiento muestra granulosidad cuando presenta un patrón claro de zonas oscuras y claras, que puede reconocerse mejor en condiciones de iluminación difusa (la granulosidad visible en tales condiciones se denomina "granulosidad difusa"). No sólo es importante la relación entre zonas oscuras y claras, que para una imagen en blanco y negro puede expresarse en una desviación estándar del nivel de gris, sino también el tamaño de las zonas. Se ha diseñado una escala de granulosidad con la que un observador puede examinar visualmente el revestimiento de efecto y expresar el aspecto de granulosidad en forma de número. Algunos revestimientos de efecto tendrán un valor de granulosidad pequeño, otros un valor de granulosidad grande. De este modo, el aspecto de textura "granulosidad" de un revestimiento puede determinarse visualmente de manera cuantitativa.

Para obtener la granulosidad puede utilizarse el siguiente algoritmo:

5 Tómesese una imagen CCD de N x N píxeles. La desviación estándar del nivel de gris (*GVSTD (gray value standard deviation)*) se determina en varias escalas X: En la escala más pequeña X = 1 se calcula por píxel individual. En la segunda escala más pequeña se calcula para los niveles medios de gris de cuadrados de 2 x 2 píxeles (X = 4). En la tercera escala más pequeña se utilizan cuadrados de 4 x 4 píxeles, de manera que X = 16. Esto se repite hasta la escala máxima de N x N píxeles (X = N²).

La desviación estándar del nivel de gris *GVSTD* puede describirse como una función de la escala X, utilizando:

$$(1) \quad GVSTD = A + \frac{B}{X^C}$$

Conociendo *GVSTD* y X pueden calcularse los parámetros A, B y C mediante ajuste.

10 Los parámetros A, B y C pueden correlacionarse con un valor de granulosidad visual VC mediante:

$$(2) \quad VC = \alpha_1 + \alpha_2 * A + \alpha_3 * B + \alpha_4 * C$$

15 Los valores para α_1 , α_2 , α_3 y α_4 se han predeterminado de antemano mediante una comparación con un conjunto de paneles de colores de coche representativos. Estos colores de referencia se evalúan a ojo y se hacen concordar con un valor según una escala de referencia. La evaluación la realizan varias personas y de los valores concordados se calcula el promedio por cada panel. Para cada uno de estos colores de referencia, la VC medida debería ser igual al valor según la escala de referencia para la evaluación visual. Los parámetros α_1 , α_2 , α_3 y α_4 se hallan minimizando la diferencia entre valores observados y medidos para todos los paneles utilizados en el conjunto de colores de coche representativos. Para encontrar valores iguales para los parámetros α_1 , α_2 , α_3 y α_4 para todos los paneles del conjunto de colores de coche representativos, se calcula el valor cuadrático de la diferencia entre el valor de la escala de referencia y el valor de granulosidad visual VC para cada panel. Posteriormente se minimiza la suma de todos estos valores cuadráticos $\sum_{\text{todos los paneles}} (\text{evaluación visual}_{\text{panel } i} - VC_{\text{panel } i})^2$, lo que tiene como resultado valores para α_1 , α_2 , α_3 y α_4 . Conociendo estos parámetros puede determinarse la granulosidad de cualquier película de pintura de coche.

25 El método antes mencionado de utilizar el modelo teórico (2) puede aplicarse en general para cualquier parámetro de textura para cualesquiera condiciones de observación e iluminación para cualquier modelo concreto. Este modelo concreto puede incluir cualquier parámetro físico (como tamaño de partículas, composición de escamas, etc.), parámetro de color (como parámetros CIE Lab, etc.) o parámetros de imagen (como desviación estándar del nivel de gris, etc.).

30 Una manera alternativa de medir la textura, en particular la, así llamada, microluminosidad, con un dispositivo digital de formación de imágenes y un *software* de análisis de imágenes se describe en el documento US 2001/0036309, que se incorpora a la presente memoria por referencia.

35 El parámetro "centelleos" es otro parámetro de textura, que describe la percepción de puntos minúsculos luminosos y brillantes en la superficie de un revestimiento de efecto, en condiciones de iluminación direccional, que se encienden y se apagan cuando se cambia el ángulo de visión. El centelleo se observa mejor con luz solar directa, es decir con un cielo despejado, desde menos de un metro. Incluso cuando las condiciones de observación son las mismas, algunos revestimientos de efecto muestran muchos centelleos brillantes, mientras que otros revestimientos de efecto muestran pocos centelleos o incluso ninguno en absoluto. Se ha diseñado una escala de centelleo con la que un observador puede examinar visualmente el revestimiento de efecto y expresar el aspecto de los centelleos en forma de un número que se denomina "impresión de centelleo". Algunos revestimientos de efecto tendrán un valor de centelleos pequeño, otros un valor de centelleos grande. De este modo, el aspecto de textura "centelleo" de un revestimiento puede determinarse visualmente de manera cuantitativa.

45 El parámetro de textura "centelleos" puede describirse más específicamente haciendo la distinción entre intensidad de centelleo y tamaño de centelleo. La intensidad de centelleo es la intensidad luminosa o distribución de la intensidad luminosa de los puntos minúsculos luminosos y brillantes. El tamaño de centelleo es el área o la distribución de áreas de los puntos.

Una segunda manera de hacer una distinción adicional entre centelleos es por su color o distribución de color.

50 Un centelleo es visible sólo en un determinado intervalo de orientaciones mutuas de dirección de iluminación, dirección de observación y orientación de la muestra. Como consecuencia de ello, una tercera manera de caracterizar los centelleos es determinar el intervalo de ángulos de iluminación (o la distribución de los mismos) para los que un centelleo es visible para el ojo humano, dados cierto ángulo de observación y cierta orientación de la muestra. De manera similar, puede utilizarse el intervalo de ángulos de observación (o la distribución de los mismos) para los que un centelleo es visible para el ojo humano dados un ángulo fijo de iluminación y una orientación fija de la muestra, o puede utilizarse el intervalo de orientaciones de la muestra (o la distribución de las mismas) para las que un centelleo es visible para el ojo humano dados un ángulo fijo de observación y un ángulo fijo de iluminación.

Un ejemplo de un instrumento comercialmente disponible para medir parámetros de textura es el BYK-mac® de BYK-Gardner. Con este instrumento pueden medirse varios parámetros de textura para diferentes condiciones de iluminación, tales como diferentes grados de direccionalidad de la fuente de luz y diferentes ángulos de iluminación y ángulos de detección. La utilización de datos procedentes de mediciones de texturas desde más de un ángulo de iluminación y/o ángulo de detección y el uso de esos datos para visualizar imágenes que tienen en cuenta la variación de las propiedades de textura cuando se varían estos ángulos son otra ventaja opcional particular de la presente invención, en comparación con la técnica anterior tal como se describe en la solicitud de patente internacional WO 2008/121358.

El dispositivo electrónico de visualización en el que se visualiza la imagen de un revestimiento de efecto puede ser un monitor de ordenador, un proyector, una pantalla de TV, un dispositivo asistente personal digital (PDA), un teléfono celular, un teléfono inteligente que combine un PDA y un teléfono celular, una pantalla de película delgada flexible o cualesquiera otros dispositivos que puedan visualizar información o imágenes basadas en señales digitales. El dispositivo de visualización puede ser también un dispositivo de impresión que imprima, sobre la base de señales digitales, información o imágenes en papeles, plásticos, textiles o cualesquiera otras superficies que sean adecuadas para imprimir en las mismas la información o las imágenes. El dispositivo de visualización puede ser también un dispositivo dual de entrada de datos/visualización funcional, tal como una pantalla táctil.

Según la presente invención, el método de la invención comprende una primera etapa a) en la que se genera una imagen en escala de grises con propiedades de textura prescritas y en la que la propiedad de textura puede ser granulosidad difusa, o impresión de centelleo o cualquier combinación de éstas. En otra etapa b), la imagen texturizada en escala de grises generada se convierte en una imagen texturizada con propiedades de color prescritas.

Además, según la presente invención, la imagen visualizada tiene en cuenta la distancia del observador al revestimiento de efecto visualizado. Esto se logra mediante un método en donde en la etapa a) la imagen de granulosidad difusa se redimensiona por medio de un algoritmo de redimensionamiento por interpolación, la imagen de impresión de centelleo se redimensiona mediante un algoritmo de redimensionamiento sin interpolación y posteriormente la imagen de granulosidad difusa y las imágenes de impresión de centelleo redimensionadas se combinan para obtener una imagen en escala de grises redimensionada con propiedades de textura prescritas y en donde el grado de redimensionamiento depende de la distancia del observador a los revestimientos visualizados.

En la primera etapa se generan dos imágenes en escala de grises, con propiedades de textura prescritas, mediante un algoritmo que pone parches de cierto tamaño y cierto nivel de gris en varias posiciones generadas aleatoriamente en las imágenes. Se hace que una imagen simule los aspectos de granulosidad difusa y se hace que la segunda imagen simule los aspectos de impresión de centelleo. En una etapa posterior, se combinan ambos aspectos en una imagen final, opcionalmente teniendo en cuenta la distancia entre el observador y el dispositivo de visualización.

Ambas imágenes se generan mediante un algoritmo central, descrito posteriormente, que utiliza parámetros de entrada *tamaño*, *nivel de gris*, *recuento* y *bengala*. Para la primera imagen, el *tamaño*, el *nivel de gris*, el *factor de recuento* y el *factor bengala* se eligen mediante funciones que dependen sólo del valor de granulosidad difusa medido:

$$(3) \quad \begin{bmatrix} \text{tamaño} \\ \text{nivel de gris} \\ \text{recuento} \\ \text{bengala} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f(dc) \\ g(dc) \\ h(dc) \\ k(dc) \end{bmatrix}$$

donde $f(dc)$, $g(dc)$, $h(dc)$ y $k(dc)$ se describen como una función de la granulosidad difusa dc :

$$(4) \quad \begin{aligned} f(dc) &= A_f + B_f \cdot dc^{C_f} \\ g(dc) &= A_g + B_g \cdot dc^{C_g} \\ h(dc) &= A_h + B_h \cdot dc^{C_h} \\ k(dc) &= A_k + B_k \cdot dc^{C_k} \end{aligned}$$

Conociendo dc para un conjunto representativo de colores de coche, bien a partir de evaluaciones visuales, bien mediante mediciones, el algoritmo central es capaz de simular imágenes captadas con una cámara digital en condiciones de iluminación y detección bien definidas para ese conjunto de paneles. Para hacer que las imágenes simuladas se parezcan a las imágenes medidas, deben optimizarse los parámetros A_f , B_f a C_k . En este proceso, las imágenes simuladas se dice que son óptimas cuando varias mediciones estadísticas de su histograma seleccionadas cuidadosamente corresponden a las del conjunto medido.

Ejemplos de tales mediciones estadísticas son la mediana, el promedio y valores de percentiles para un 10, 20,... hasta un 100 por ciento.

5 Para hallar valores iguales para los parámetros A_f , B_f a C_k para todos los paneles del conjunto de colores de coche representativos, se calcula el valor cuadrático de la diferencia entre estas mediciones estadísticas para cada una de las imágenes medidas y simuladas. Posteriormente se minimiza la suma de las diferencias al cuadrado, lo que tiene como resultado un valor optimizado para cada parámetro A_f , B_f a C_k . Con estos valores de parámetros puede simularse con precisión en una imagen digital la granulosidad difusa de cualquier película de pintura de coche.

Para la segunda imagen, el *tamaño*, el *nivel de gris*, el *factor de recuento* y el *factor bengala* se eligen mediante funciones que dependen sólo del valor de impresión de centelleo medido:

$$(5) \quad \begin{bmatrix} \text{tamaño} \\ \text{nivel de gris} \\ \text{recuento} \\ \text{bengala} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m(gi) \\ n(gi) \\ p(gi) \\ q(gi) \end{bmatrix}$$

donde las funciones m , n , p y q son similares a las funciones f , g , h y k introducidas en la ecuación (4), pero transformadas posteriormente utilizando una función de distribución de Fermi-Dirac simplificada:

$$(6) \quad \begin{aligned} m(gi) &= 1 + 100 / \left(1 + \exp \left[A_f + B_f \cdot gi^{C_f} \right] \right) \\ n(gi) &= 1 + 100 / \left(1 + \exp \left[A_g + B_g \cdot gi^{C_g} \right] \right) \\ p(gi) &= 1 + 100 / \left(1 + \exp \left[A_h + B_h \cdot gi^{C_h} \right] \right) \\ q(gi) &= 1 + 100 / \left(1 + \exp \left[A_k + B_k \cdot gi^{C_k} \right] \right) \end{aligned}$$

15 De manera similar al caso anterior, los parámetros A_f , B_f a C_k deben optimizarse para generar imágenes que se parezcan a la impresión de centelleo del conjunto medido de colores de coche representativos; de nuevo de tal manera que un conjunto de parámetros produzca imágenes que se parezcan a un panel con el valor de impresión de centelleo dado.

20 Aquí, una imagen digital se considera un conjunto ordenado bidimensional de valores de píxeles. El algoritmo central comienza con un conjunto ordenado del tamaño correcto, o de tamaño ligeramente sobredimensionado, lleno de ceros.

25 En una etapa siguiente, que se repite *recuento x tamaño_de_conjunto_ordenado* veces, el algoritmo aumenta los valores en una pequeña sección rectangular aleatoria de la imagen. Para los valores dados para los parámetros en las ecuaciones (3) y (5), estos incrementos tienen el tamaño dado y un patrón que depende del tamaño dado. El patrón puede ser una función de dispersión de punto o una imagen secundaria generada o medida, que posiblemente dependa de más parámetros. Después de cada incremento, el patrón puede multiplicarse por el valor *bengala*.

Después de la adición del valor *nivel de gris* dado, el conjunto ordenado resultante se normaliza para que no contenga valores que sobrepasen la unidad.

30 En la etapa posterior, las imágenes en escala de grises con impresión de centelleo especificada o valor de granulosidad difusa especificado generadas con el algoritmo antes descrito se combinan para producir una imagen digital con propiedades de textura y color correspondientes a las condiciones de iluminación especificadas, y para la cual el color percibido es igual al color prescrito.

35 Para una combinación especificada de ángulo de iluminación y ángulo de observación, abreviada con el término *geometría*, la imagen en escala de grises generada con impresión de centelleo especificada se convierte en esta etapa en una imagen en color con el mismo valor especificado para la impresión de centelleo y con un color percibido igual al color prescrito. Utilizando métodos bien conocidos por los expertos en la técnica, sobre la base de mediciones de reflexión de, por ejemplo, un espectrofotómetro, se genera una imagen digital en color y sin textura con las propiedades de color prescritas para la geometría especificada y en la que se tiene en cuenta la distribución espectral de potencia de la fuente de luz. Escribiremos R_m , G_m y B_m para los, así llamados, valores rojo, verde y azul de esta imagen, g para la geometría de interés y x , y para las coordenadas de un píxel en una imagen digital.

40 La imagen en escala de grises con impresión de centelleo según lo especificado para una determinada geometría g tiene valores de píxeles que se indican aquí como GI , que son obviamente iguales para los canales rojo, verde y azul. Estos valores varían para diferentes píxeles x , y . Los valores promediados para todas las coordenadas de píxeles se indicarán como GI_{avg} . Toda diferencia de color no intencionada entre las imágenes en escala de grises

generadas se tiene en cuenta restando el valor medio.

Además, los valores de píxeles resultantes se limitan a un intervalo fijo de valores, que aquí se supone que está normalizado al intervalo de cero a la unidad. De este modo, se genera una imagen digital intermedia con valores Rsa , Gsa y Bsa de píxeles para los canales rojo, verde y azul, respectivamente.

$$5 \quad Rsa(g, x, y) = \text{máx}(0, \text{mín}(1, Rm(g) + Gl(g, x, y) - Glavg(g)))$$

$$Gsa(g, x, y) = \text{máx}(0, \text{mín}(1, Gm(g) + Gl(g, x, y) - Glavg(g)))$$

$$Bsa(g, x, y) = \text{máx}(0, \text{mín}(1, Bm(g) + Gl(g, x, y) - Glavg(g)))$$

Este método asegura que para la imagen intermedia resultante no sólo el aspecto de textura impresión de centelleo sea igual al valor especificado, sino también que su color percibido concuerde con los valores de reflexión medidos mediante el espectrofotómetro. Esto se logra en parte mediante la corrección de términos para los valores medios de las imágenes texturizadas en escala de grises. Sin embargo, también resulta de que el algoritmo central para producir las imágenes texturizadas en escala de grises se calibra mediante una comparación visual de las imágenes generadas con una serie de imágenes en escala de grises de, así llamados, paneles de anclaje. Estos paneles de anclaje son muestras de revestimiento formuladas por expertos en color, a quienes se les encarga producir un conjunto de muestras de revestimiento grises que no muestren diferencias en color, pero que muestren un cambio gradual en textura cuando se observan en condiciones de iluminación y observación apropiadas y bien definidas.

De este modo se produce una serie de paneles de anclaje que varía gradualmente en granulosidad difusa cuando se observa bajo iluminación difusa. Se produce una serie diferente de paneles de anclaje que varía gradualmente en impresión de centelleo cuando se observa bajo iluminación direccional. Con una cámara digital en un ángulo de detección especificado, se captan imágenes en escala de grises de los paneles de anclaje. Esto tiene como resultado una serie de imágenes en escala de grises con un intervalo de valores de granulosidad difusa conocidos, y otra serie de imágenes en escala de grises con un intervalo de valores de impresión de centelleo conocidos. Mediante una comparación visual de las imágenes en escala de grises generadas por el algoritmo central por una parte e imágenes en escala de grises de los paneles de anclaje por otra parte, se garantiza que el algoritmo central proporcione imágenes acromáticas con propiedades de textura especificadas.

De una manera similar, se genera otra imagen digital intermedia con valores $Rsd(x, y)$ de píxeles, en la que se tiene en cuenta el aspecto de textura granulosidad difusa, sobre la base de la imagen digital $DC(x, y)$ en escala de grises generada y su valor medio $DCavg$.

$$30 \quad Rsd(x, y) = \text{máx}(0, \text{mín}(1, Rmd + DC(x, y) - DCavg))$$

$$Gsd(x, y) = \text{máx}(0, \text{mín}(1, Gmd + DC(x, y) - DCavg))$$

$$Bsd(x, y) = \text{máx}(0, \text{mín}(1, Bmd + DC(x, y) - DCavg))$$

En esta última expresión, los parámetros Rmd , Gmd , Bmd se refieren a los valores para los canales rojo, verde y azul calculados para una imagen en color no texturizada que resultarían si la muestra estuviese iluminada difusamente. Los valores de los parámetros Rmd , Gmd , Bmd se miden mejor con un espectrofotómetro con iluminación difusa o, como alternativa, pueden calcularse sobre la base de una combinación de los valores de reflexión medidos para varias geometrías especificadas bajo iluminación direccional, no difusa.

Sobre la base de las dos imágenes digitales en color intermedias, que muestran el aspecto de textura especificado de impresión de centelleo (aplicable a condiciones de iluminación direccional) y granulosidad difusa (aplicable a condiciones de iluminación difusa), respectivamente, se construye la imagen digital en color final, que muestra la textura resultante en las condiciones de iluminación especificadas.

Esto se lleva a cabo introduciendo un parámetro opcional v , que especifica la distancia del observador a los revestimientos visualizados, y un parámetro d , que especifica la fracción de luz difusa en las condiciones de luz válidas en el lugar en el que se examinan los revestimientos. Un valor $v=1$ se refiere entonces a una textura sin cambio de escala, $v=2$ se refiere a una distancia normal de visión (≈ 60 cm), y más. Antes de combinar las dos, la imagen de granulosidad difusa debe cambiarse de escala utilizando un algoritmo de redimensionamiento por interpolación tal como "redimensionamiento bilineal", mientras que la imagen de impresión de centelleos debe cambiarse de escala utilizando un algoritmo de redimensionamiento sin interpolación tal como "vecino más próximo". Esta distinción asegura que se conserve la naturaleza difusa y direccional respectiva de las imágenes.

Además, se introduce un parámetro d , que especifica la fracción de luz difusa en las condiciones de luz válidas en el lugar en el que se examinan los revestimientos.

Un valor $d=1$ se refiere entonces a una iluminación puramente difusa, $d=0$ se refiere a luz puramente direccional, y los valores intermedios se refieren a condiciones de iluminación intermedias correspondientes.

$$R(g, x, y) = \text{máx}(0, \text{mín}(1, Rsd(x, y) * d + Rsa(g, x, y) * (1 - d)))$$

$$G(g, x, y) = \text{máx}(0, \text{mín}(1, Gsd(x, y) * d + Gsa(g, x, y) * (1 - d)))$$

$$B(g, x, y) = \text{máx}(0, \text{mín}(1, Bsd(x, y) * d + Bsa(g, x, y) * (1 - d)))$$

5 Con el fin de limitar el número de cálculos, que requieren mucho tiempo, de imágenes en escala de grises texturizadas, se calcula y se almacena un conjunto representativo de imágenes en escala de grises con varios valores especificados para granulosidad difusa o impresión de centelleo. La utilización de imágenes texturizadas almacenadas podría llevar a productos visibles cuando se muestren, una al lado de otra, imágenes simuladas que utilicen las mismas texturas. En este caso, el usuario podría darse cuenta de que se utilizan un número limitado de imágenes precalculadas almacenadas y así se distraería su atención de las imágenes. Esto se impide aplicando aleatoriamente operaciones de reflexión y/o rotación a secciones de las imágenes.

10 Los espectrofotómetros del estado de la técnica proporcionan curvas de reflexión para, típicamente, seis a veinte geometrías g diferentes. Pueden generarse imágenes o partes de imágenes que se refieran a geometrías g que no sean iguales a una de las geometrías disponibles en el espectrofotómetro utilizando técnicas de interpolación, tales como interpolación lineal, interpolación cuadrática y funciones *spline*.

15 Para geometrías cercanas al ángulo especular no medidas mediante espectrofotómetros convencionales, la imagen generada obtiene una semejanza aún mejor con respecto a las muestras físicas con revestimientos si se tiene en cuenta el lustre. Esto puede realizarse añadiendo a los valores de píxeles una reflexión blanca de la fuente de luz, que represente el nivel de lustre de la muestra física (por ejemplo, típicamente un cuatro por ciento para revestimientos de alto brillo), suavizado mediante una función que distribuye el lustre entre geometrías alrededor del ángulo especular para tener en cuenta irregularidades superficiales y contornos borrosos en la proyección de la fuente de luz.

20 Las propiedades visuales de los revestimientos de efecto que tienen propiedades de textura y color dependen por lo general de las condiciones de iluminación y observación.

25 Por lo tanto, en una realización se utilizan, como entrada para generar la imagen, datos de textura medidos en al menos dos condiciones de iluminación y/u observación diferentes. Para una mejor impresión de las propiedades visuales de conjunto de un revestimiento de efecto específico, se prefiere también visualizar una imagen del revestimiento de efecto en el dispositivo electrónico de visualización en al menos dos condiciones de iluminación y/u observación diferentes.

30 En una realización, al menos dos condiciones de iluminación y/u observación diferentes se implementan mediante fuentes de luz que tienen una potencia de salida espectral diferente. En otra realización, al menos dos condiciones de iluminación y/u observación diferentes se implementan mediante luz con grados de direccionalidad diferentes, por ejemplo luz enteramente difusa y luz con un alto grado de direccionalidad. En otra realización, al menos dos condiciones de iluminación y/u observación diferentes se implementan mediante ángulos de iluminación diferentes y/o ángulos de observación diferentes. También es posible combinar una o más de las realizaciones que implementan condiciones de iluminación y/u observación diferentes.

35 Cuando se observa un objeto, su superficie se ve bajo un intervalo de ángulos de iluminación y/o ángulos de visión con respecto a la superficie local. Por lo tanto, en otra realización, cada imagen visualizada representa un intervalo de ángulos de iluminación y/o ángulos de observación. Esto hace posible representar cualquier objeto curvo bajo muchos ángulos de iluminación y/o visión. La dependencia de las propiedades tanto de color como de textura de estos ángulos se tiene en cuenta. También es posible visualizar imágenes bajo intervalos de ángulos de iluminación y/u observación que no correspondan a escenas realistas, pero que puedan ser útiles para enfatizar la dependencia característica de las propiedades de color y/o textura de estos ángulos.

También es posible visualizar dos o más imágenes de revestimientos de efecto simultáneamente. La visualización simultánea de revestimientos de efecto es particularmente útil para comparar las propiedades visuales de revestimientos de efecto diferentes.

45 En otra realización, se visualizan cambios de propiedades de textura y color tras una modificación de la fórmula del revestimiento.

El método para visualizar revestimientos de efecto de la invención es muy adecuado para seleccionar revestimientos candidato para emparejar un revestimiento objetivo.

Por lo tanto, en un aspecto, el método comprende las etapas de

- 50 a) comparar visualmente el grado de emparejamiento de propiedades de textura y color de un revestimiento objetivo en un substrato que tiene propiedades de textura y color con dos o más muestras físicas de revestimientos candidato,
- b) seleccionar la muestra física del revestimiento candidato que tenga el mejor emparejamiento con el revestimiento objetivo,

- c) determinar visualmente las desviaciones en textura y color entre el revestimiento objetivo y la muestra física del revestimiento candidato seleccionada en la etapa b),
- d) visualizar una imagen de la muestra física del revestimiento candidato seleccionada en la etapa b) y al menos un revestimiento candidato potencial alternativo, utilizando un método como se ha descrito anteriormente, y
- e) seleccionar, sobre la base de las desviaciones determinadas en la etapa c), el revestimiento candidato mejor emparejado a partir de las imágenes visualizadas.

Este método no requiere medir las propiedades de textura y color del revestimiento objetivo y visualizar una imagen del mismo.

En otro aspecto, la invención se refiere a un método para seleccionar un revestimiento candidato que tenga propiedades de textura y color emparejadas con las propiedades de textura y color de un revestimiento objetivo en un artículo, que comprende las etapas de

- a) visualizar una imagen del revestimiento objetivo y una imagen de al menos un revestimiento candidato en un dispositivo electrónico de visualización utilizando un método como se ha descrito anteriormente,
- b) establecer el grado de emparejamiento de propiedades de color y textura entre el revestimiento objetivo y al menos un revestimiento candidato, y
- c) seleccionar un revestimiento candidato que tenga un grado aceptable de emparejamiento.

En una realización preferida del método para seleccionar un revestimiento candidato se visualizan las imágenes de dos o más revestimientos candidato en el dispositivo electrónico de visualización. Las dos o más imágenes de revestimientos candidato pueden visualizarse simultáneamente o consecutivamente.

Cuando las diferencias visibles entre imágenes de un revestimiento objetivo que se haya de emparejar y uno o más revestimientos candidato sean pequeñas, puede ser difícil seleccionar el revestimiento candidato que tenga el mejor grado de emparejamiento.

Por lo tanto, en otra realización, las diferencias en las propiedades de textura y/o color del revestimiento objetivo y al menos un revestimiento candidato se amplifican en las imágenes visualizadas y/o en una imagen separada que muestre la diferencia de color amplificada. Esto hace más fácil seleccionar entre varios revestimientos candidato aquel que tenga el mejor grado de emparejamiento con el revestimiento objetivo. En otra realización, las imágenes del revestimiento objetivo y al menos un revestimiento candidato se visualizan para un intervalo de ángulos de iluminación y/o ángulos de observación, y el intervalo de ángulos de iluminación y/o ángulos de observación visualizados incluye los ángulos bajo los cuales la diferencia en propiedades de textura y/o color entre el revestimiento objetivo y al menos un revestimiento candidato alcanza un máximo. En otra realización, el intervalo de ángulos de iluminación y/o ángulos de observación utilizados en la imagen visualizada no es representativo de intervalos de ángulos percibidos cuando se observan objetos físicos realistas, sino que se selecciona para enfatizar diferencias en propiedades de textura y/o color.

En una realización, las imágenes candidato están apoyadas por indicaciones de texto o gráficas de la precisión del emparejamiento con respecto a propiedades de color y/o la precisión del emparejamiento con respecto a propiedades de textura y/o la aptitud para el matizado del candidato. De este modo, se ayuda al usuario a encontrar el mejor candidato para un emparejamiento. Si el mejor candidato para un emparejamiento no es suficientemente bueno, el usuario habrá de cambiar la fórmula de color del mejor candidato, un proceso conocido como corrección o matizado.

En otra realización, se ayuda al proceso de corregir/matizar fórmulas de color obtenidas de una base de datos visualizando las propiedades de color y textura de uno o más revestimientos candidato y visualizando cómo esas propiedades cambiarían después de una o más modificaciones propuestas de las fórmulas de color. Las modificaciones propuestas de las fórmulas de color pueden ser el resultado de cálculos.

En otra realización, las modificaciones propuestas de las fórmulas de color consisten en ligeros cambios prescritos de la fórmula.

En una realización, los datos de color medidos y los datos de textura medidos utilizados como entrada para generar la imagen texturizada con propiedades de color prescritas se almacenan en una base de datos que contiene datos de color medidos y datos de textura medidos de revestimientos de efecto y se recuperan de la misma. La base de datos puede implementarse en un dispositivo electrónico de almacenamiento de datos local. Como alternativa, la base de datos puede implementarse en un dispositivo de almacenamiento remoto que sea accesible a través de una línea de comunicación de datos, por ejemplo Internet.

En otro aspecto, la invención se refiere a un sistema para llevar a cabo el método, más en particular un sistema para visualizar una imagen de un revestimiento de efecto que tiene propiedades de textura y color en un dispositivo

electrónico de visualización, caracterizado por que el sistema comprende un dispositivo electrónico de visualización bajo el control de una unidad de procesamiento de datos que está configurada para utilizar datos de color medidos y datos de textura medidos como entrada para generar una imagen de textura con propiedades visuales de color que se mantienen en un nivel prescrito independiente de posibles variaciones en las propiedades de textura, estando el sistema configurado además para

- 5
- a) generar, en una primera etapa, una imagen en escala de grises con propiedades de textura prescritas, seleccionándose las propiedades de textura entre granulosidad difusa, impresión de centelleo o una combinación de éstas, y
 - b) convertir, en una segunda etapa, la imagen texturizada en escala de grises generada en una imagen texturizada con propiedades de color prescritas,
- 10

redimensionándose en la etapa a) la imagen de granulosidad difusa por medio de un algoritmo de redimensionamiento por interpolación, redimensionándose la imagen de impresión de centelleo mediante un algoritmo de redimensionamiento sin interpolación y combinándose posteriormente la imagen de granulosidad difusa y la imagen de impresión de centelleo redimensionadas para obtener una imagen en escala de grises redimensionada con propiedades de textura prescritas, y dependiendo el grado de redimensionamiento de la distancia del observador al revestimiento de efecto visualizado.

15

REIVINDICACIONES

1. Un método para visualizar una imagen de un revestimiento de efecto que tiene propiedades de textura y color en un dispositivo electrónico de visualización, **caracterizado por que** la imagen se visualiza utilizando datos de color medidos y datos de textura medidos como entrada para generar la imagen, visualizándose la imagen texturizada con propiedades visuales de color que se mantienen en un nivel prescrito independiente de posibles variaciones en las propiedades de textura, comprendiendo el método
 - a) una primera etapa en la que se genera una imagen en escala de grises con propiedades de textura prescritas, seleccionándose las propiedades de textura entre granulosidad difusa, impresión de centelleo o una combinación de éstas, y
 - b) una segunda etapa en la que la imagen texturizada en escala de grises generada se convierte en una imagen texturizada con propiedades de color prescritas, redimensionándose en la etapa a) la imagen de granulosidad difusa por medio de un algoritmo de redimensionamiento por interpolación, redimensionándose la imagen de impresión de centelleo mediante un algoritmo de redimensionamiento sin interpolación y combinándose posteriormente la imagen de granulosidad difusa y la imagen de impresión de centelleo redimensionadas para obtener una imagen en escala de grises redimensionada con propiedades de textura prescritas, y dependiendo el grado de redimensionamiento de la distancia del observador al revestimiento de efecto visualizado.
2. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde se utilizan datos de textura medidos en al menos dos condiciones de iluminación y/u observación diferentes como entrada para generar la imagen en escala de grises con propiedades de textura prescritas.
3. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la imagen se visualiza en al menos dos condiciones de iluminación y/u observación diferentes.
4. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3 precedentes, en donde al menos dos condiciones de iluminación y/u observación diferentes se implementan mediante fuentes de luz que tienen una potencia de salida espectral diferente.
5. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4 precedentes, en donde al menos dos condiciones de iluminación diferentes se implementan mediante luz que tiene grados de direccionalidad diferentes.
6. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende las etapas de
 - a) comparar visualmente el grado de emparejamiento de propiedades de textura y color de un revestimiento objetivo en un sustrato que tiene propiedades de textura y color con dos o más muestras físicas de revestimientos candidato,
 - b) seleccionar la muestra física del revestimiento candidato que tenga el mejor emparejamiento con el revestimiento objetivo,
 - c) determinar visualmente las desviaciones en textura y color entre el revestimiento objetivo y la muestra física del revestimiento candidato seleccionada en la etapa b),
 - d) visualizar una imagen de la muestra física del revestimiento candidato seleccionada en la etapa b) y al menos un revestimiento candidato potencial alternativo, utilizando un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y
 - e) seleccionar, sobre la base de las desviaciones determinadas en la etapa c), el revestimiento candidato mejor emparejado a partir de las imágenes visualizadas.
7. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la imagen visualizada está relacionada con una fórmula de revestimiento correspondiente y en donde se visualizan cambios de propiedades de textura y color tras una modificación de la fórmula de revestimiento.
8. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** se visualizan simultáneamente imágenes de al menos dos revestimientos de efecto.
9. Un método según la reivindicación 8, **caracterizado por que** las imágenes de al menos dos revestimientos de efecto incluyen la imagen de un revestimiento objetivo que se ha de emparejar y la imagen de un revestimiento candidato potencialmente emparejada con las propiedades visuales del revestimiento objetivo.
10. Un método para seleccionar un revestimiento candidato que tenga propiedades de textura y color emparejadas con las propiedades de textura y color de un revestimiento objetivo en un artículo, que comprende las etapas de

- 5
- a) visualizar una imagen del revestimiento objetivo y una imagen de al menos un revestimiento candidato en un dispositivo electrónico de visualización utilizando un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
 - b) establecer el grado de emparejamiento de propiedades de color y textura entre el revestimiento objetivo y al menos un revestimiento candidato comparando visualmente las imágenes visualizadas en la etapa a), y
 - c) seleccionar un revestimiento candidato que tenga un grado aceptable de emparejamiento.
- 10
11. Un método según la reivindicación 10, en donde la imagen del revestimiento candidato se complementa con indicaciones de texto o gráficas del grado de emparejamiento de propiedades de color y/o textura entre el revestimiento objetivo y el revestimiento candidato.
12. Un método según la reivindicación 10 u 11, en donde las imágenes de al menos dos revestimientos candidato se visualizan simultáneamente en el dispositivo electrónico de visualización.
- 15
13. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12 precedentes, en donde las diferencias en las propiedades de textura y/o color del revestimiento objetivo y al menos un revestimiento candidato se amplifican en las imágenes visualizadas.
- 20
14. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 precedentes, en donde las imágenes del revestimiento objetivo y al menos un revestimiento candidato se visualizan para un intervalo de ángulos de iluminación y/o ángulos de observación, y en donde el intervalo de ángulos de iluminación y/o ángulos de observación visualizados incluye los ángulos bajo los cuales la diferencia en propiedades de textura y/o color entre el revestimiento objetivo y al menos un revestimiento candidato alcanza un máximo.
- 25
15. Un sistema para visualizar una imagen de un revestimiento de efecto que tiene propiedades de textura y color en un dispositivo electrónico de visualización, **caracterizado por que** el sistema comprende un dispositivo electrónico de visualización bajo el control de una unidad de procesamiento de datos que está configurada para utilizar datos de color medidos y datos de textura medidos como entrada para generar una imagen texturizada con propiedades visuales de color que se mantienen en un nivel prescrito independiente de posibles variaciones en las propiedades de textura, estando el sistema configurado además para
- 30
- a) generar, en una primera etapa, una imagen en escala de grises con propiedades de textura prescritas, seleccionándose las propiedades de textura entre granulosidad difusa, impresión de centelleo o una combinación de éstas, y
 - b) convertir, en una segunda etapa, la imagen texturizada en escala de grises generada en una imagen texturizada con propiedades de color prescritas,
- 35
- redimensionándose en la etapa a) la imagen de granulosidad difusa por medio de un algoritmo de redimensionamiento por interpolación, redimensionándose la imagen de impresión de centelleo mediante un algoritmo de redimensionamiento sin interpolación y combinándose posteriormente la imagen de granulosidad difusa y la imagen de impresión de centelleo redimensionadas para obtener una imagen en escala de grises redimensionada con propiedades de textura prescritas, y dependiendo el grado de redimensionamiento de la distancia del observador al revestimiento de efecto visualizado.