

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 173**

51 Int. Cl.:

G01N 21/47 (2006.01)

G01N 21/55 (2014.01)

G01N 21/25 (2006.01)

G01N 21/86 (2006.01)

A47L 9/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2016 PCT/EP2016/050337**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2016 WO16116309**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2016 E 16700868 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3247992**

54 Título: **Aparato de limpieza de una superficie**

30 Prioridad:
23.01.2015 DE 102015100977

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.03.2019

73 Titular/es:
**VORWERK & CO. INTERHOLDING GMBH
(100.0%)
Mühlenweg 17-37
42275 Wuppertal, DE**

72 Inventor/es:
WINDORFER, HARALD

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 704 173 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

Aparato de limpieza de una superficie.

La invención concierne a un aparato de limpieza, especialmente un robot de limpieza, para tratar una superficie, en el que el aparato presenta un equipo de medida óptico para determinar la naturaleza de la superficie.

5 Los aparatos de esta clase son suficientemente conocidos en el estado de la técnica. Por ejemplo, se trata de robots de aspiración o de fregado que pueden recorrer de forma autónoma una superficie a limpiar y que realizan tareas de limpieza tales como aspiración, fregado o similares. Para adaptar la clase de tratamiento a la respectiva naturaleza de la superficie se ha previsto un equipo de medida óptico que, antes del proceso de tratamiento, registra primero la naturaleza de la superficie. Se consigue así, por ejemplo, que se excluyan de un tratamiento zonas determinadas de una habitación, ya que su superficie no es adecuada para ello. En un robot de fregado puede estar previsto, por ejemplo, que se excluyan de una limpieza en húmedo las alfombras. Además, pueden adaptarse, por ejemplo, con respecto a un robot de aspiración, una potencia de soplante y una potencia de cepillado a la respectiva superficie. Asimismo, se pueden regular los labios de sellado o los rodillos de apoyo en función de la respectiva superficie.

10 Para determinar la naturaleza de la superficie son conocidos diferentes equipos de medida ópticos en el estado de la técnica. Se emplean frecuentemente equipos de medida formadores de imagen que toman una imagen de la superficie por medio de un sistema de cámaras y la comparan con imágenes de referencia o características de referencia. El coste técnico para el sistema de cámaras y el procesamiento de imagen para evaluar las imágenes son correspondientemente altos. Además, se conocen aparatos de medida de brillo en los que se mide el brillo de la superficie. Es desventajoso en este caso el hecho de que estos equipos de medida producen un resultado de medida fiable únicamente cuando la superficie a medir está apantallada completamente con respecto a la luz ambiental. Por tanto, un equipo de medida de esta clase requiere un gasto mayor en aparatos.

Los documentos EP1677099, US5650702, EP2741483 y JP2002174595 describen ejemplos del estado de la técnica.

25 Por tanto, el cometido de la invención consiste en crear un aparato de tratamiento de superficies con un equipo de medida óptico para determinar la naturaleza de la superficie, que haga posible con poco gasto técnico una determinación fiable de la naturaleza de la superficie.

La invención propone como solución un aparato de limpieza para tratar una superficie, en el que el equipo de medida óptico presenta una fuente de luz y al menos dos sensores de luz, en el que la fuente de luz y un primer sensor de luz están dispuestos de modo que la luz emitida por la fuente de luz incida con un ángulo de incidencia en un punto de reflexión de la superficie y a continuación sea reflejada con un ángulo de emergencia correspondiente hacia el primer sensor de luz, en el que la fuente de luz, el punto de reflexión y el primer sensor de luz abarcan un plano de incidencia y en el que queda abarcado perpendicularmente a la superficie un plano secundario que se corta con el punto de reflexión, que presenta un segundo sensor de luz y que tiene un ángulo comprendido entre 80° y 100° con respecto al plano de incidencia, y en el que una recta que pasa por el punto de reflexión y el segundo sensor de luz presenta un ángulo con la superficie que es sustancialmente igual al ángulo de incidencia o al ángulo de emergencia.

30 Según la invención, se miden ahora intensidades luminosas diferentes una de otra por medio del primer sensor de luz y el segundo sensor de luz, midiendo el primer sensor de luz la fracción – reflejada por el punto de reflexión – de la luz emitida por la fuente de luz y midiendo el segundo sensor de luz una fracción de luz difusamente dispersada. La fracción de luz dispersada puede ser tanto una fracción de la luz irradiada por la fuente de luz hacia el punto de reflexión (particularmente cuando la superficie no es lisa) como una fracción de la luz ambiental (por ejemplo, iluminación cenital de una habitación). En conjunto, el equipo de medida óptico así constituido es adecuado para ejecutar un procedimiento de medida según el llamado modelo de iluminación de Phong, que evalúa intensidades medidas por los sensores de luz en condiciones diferentes. El modelo de iluminación de Phong es un modelo de iluminación que se emplea para la realización de gráficos computerizados 3D con el fin de calcular una iluminación de objetos. El modelo de Phong es conocido para el cálculo de la iluminación de superficies lisas, habiéndose comprobado sorprendentemente en el marco de la invención que este modelo es adecuado también para diferenciar superficies lisas y no lisas. Este modelo de iluminación consiste ciertamente en un modelo empírico que no se basa sustancialmente en principios físicos. No obstante, es adecuado para diferenciar fiablemente clases de superficies unas de otras.

40 El equipo de medida óptico está constituido según la invención de modo que se puedan medir las fracciones de luz tenidas en cuenta según el modelo de iluminación de Phong. Se cuenta entre éstas, por un lado, la fracción de la luz emitida que ha sido reflejada en el punto de reflexión. La fuente de luz, el punto de reflexión y el primer sensor de luz abarcan un plano de incidencia, mientras que el segundo sensor de luz y el punto de reflexión están dispuestos en un plano secundario perpendicular al anterior, el cual es también perpendicular a la superficie. El plano secundario y el plano de incidencia abarcan un ángulo comprendido entre 80° y 100°. Es de hacer notar a este respecto que el primer sensor de luz y el segundo sensor de luz están dispuestos formando el mismo ángulo con la superficie, con lo

que las fracciones de luz medidas por el primer sensor de luz o el segundo sensor de luz son comparables una con otra en lo que respecta a su intensidad. En particular, se recomienda que el primer sensor de luz y el segundo sensor de luz presenten una misma distancia al punto de reflexión. Se puede aumentar así aún más la precisión de medida. En particular, el primer sensor de luz y el segundo sensor de luz pueden estar dispuestos en un plano común que esté situado en posición paralela a la superficie. Ventajosamente, la fuente de luz se encuentra también en el mismo plano, con lo que es posible un reglaje de la estructura de medida de una manera especialmente sencilla y rápida. Esto contribuye especialmente a una fabricación rápida y barata del equipo de medida óptico y así también del aparato de tratamiento.

Es recomendable que el ángulo de incidencia, el ángulo de emergencia y el ángulo del segundo sensor de luz con la superficie estén comprendidos siempre entre 30° y 45°. Se puede diferenciar así entre la luz emitida por la fuente de luz del equipo de medida óptico y una iluminación ambiental, por ejemplo, una iluminación cenital de la habitación, ya que la luz ambiental presenta usualmente un mayor ángulo de incidencia con respecto a la superficie.

Es recomendable que el ángulo entre el plano de incidencia y el plano secundario ascienda a 90°. Este ángulo puede presentar también una insignificante desviación de pocos grados sin que se influya sensiblemente sobre el resultado de medida. No obstante, se aspira a lograr una precisión de +/- 3°. Gracias a las orientaciones mutuamente perpendiculares del plano de incidencia y del plano secundario se puede diferenciar entre la luz reflejada por el punto de reflexión y la luz dispersada básicamente en todas las direcciones.

Ventajosamente, se miden con dos sensores de luz las intensidades de las fracciones de luz reflejadas o dispersadas por la superficie. Los sensores de luz pueden ser, por ejemplo, fotodiodos, chips de cámaras o similares. Los sensores de luz están orientados bajo un mismo ángulo con respecto a la superficie iluminada, estando dispuesto el primer sensor de luz exactamente enfrente de la fuente de luz, con relación al punto de reflexión, con lo que, en el caso de una superficie lisa, la luz es reflejada directamente hacia el primer sensor de luz bajo la condición de "ángulo de incidencia igual a ángulo de emergencia". El segundo sensor de luz está dirigido hacia el punto de reflexión bajo un ángulo de igual magnitud con respecto a la superficie, pero está dispuesto con respecto al plano de incidencia en el plano secundario girado en aproximadamente 90° con respecto al mismo.

En el sentido de una determinación de la naturaleza de la superficie por medio del modelo de iluminación de Phong, el aparato está configurado en su totalidad de modo que en pasos de medida consecutivos puedan medirse fracciones de luz diferentes por medio de los sensores de luz. La evaluación de las intensidades luminosas medidas se efectúa ventajosamente con un equipo de evaluación del aparato según la invención, basándose la medición y la evaluación en el supuesto simplificado de que la intensidad luminosa se compone en su totalidad de la luz ambiental, la luz difusamente dispersada y la luz reflejada, es decir, según la ecuación matemática

$$I_{\text{ambiental}} + I_{\text{difusa}} + I_{\text{reflejada}} = I_{\text{total}}$$

Un ciclo de medida del aparato comprende los tres pasos de medida siguientes:

1. Medición de $I_{\text{ambiental}}$ por medio del primer sensor de luz y el segundo de luz con la fuente de luz desconectada,
2. Medición de $I_{\text{ambiental}} + I_{\text{difusa}} + I_{\text{reflejada}}$ por medio del primer sensor de luz con la fuente de luz conectada,
3. Medición de $I_{\text{ambiental}} + I_{\text{difusa}}$ por medio del segundo sensor de luz con la fuente de luz conectada.

Partiendo de las intensidades luminosas medidas, el equipo de evaluación del aparato puede deducir la naturaleza de la superficie actualmente medida en comparación con intensidades de referencia correspondientes de superficies conocidas. Además, se propone que la fuente de luz sea una fuente de luz policromática, especialmente una fuente de luz blanca. La fuente de luz policromática emite fracciones de luz de longitudes de onda diferentes que pueden evaluarse independientemente una de otra. Por tanto, se puede realizar una primera evaluación con respecto a una primera longitud de onda, una segunda evaluación con respecto a una segunda longitud de onda, etc. Dado que la superficie a medir refleja eventualmente luz de longitud de onda diferente con un grado de reflexión diferente, se pueden adquirir así informaciones adicionales sobre la superficie que se debe determinar.

En este contexto, es recomendable que los sensores de luz estén concebidos como selectivos en materia de longitud de onda. En particular, los sensores de luz pueden ser sensores RGB o sensores no selectivos en materia de longitud de onda, por ejemplo, fotodiodos que están equipados con filtros correspondientes, con lo que las fracciones de luz de longitud de onda diferente pueden ser detectadas por separado una de otra.

En este contexto, entran en consideración diferentes disposiciones de medida. En una primera disposición posible se tiene que, por ejemplo, una fuente de luz blanca puede emitir luz que es reflejada en el punto de reflexión de la superficie y luego es dividida por el sensor RGB en las fracciones de longitud de onda roja, verde, azul. Como alternativa, pueden estar yuxtapuestos varios fotodiodos no selectivos en materia de longitud de onda, estando asociado a cada fotodiodo un filtro espectral que se diferencia de los filtros espectrales de los otros fotodiodos.

Además, en otra disposición la fuente de luz puede ser una fuente de luz RGB pulsada que emita luz de longitud de onda diferente a intervalos de tiempo temporalmente consecutivos. Durante un primer espacio de tiempo se emite entonces, por ejemplo, una fracción de luz roja que incide en el sensor de luz, seguidamente en un segundo espacio de tiempo se emite una fracción de luz verde y en un tercer espacio de tiempo se emite una fracción de luz azul. A continuación, se puede efectuar una repetición de esta secuencia de medida. El equipo de evaluación del aparato puede asociar a las intensidades medidas una información correspondiente sobre la longitud de onda emitida en el respectivo espacio de tiempo. La frecuencia con la que se repite el ciclo de medida se ajusta a la naturaleza de la fuente de luz y al tipo de sensores de luz empleados. Por ejemplo, un ciclo de medida puede requerir tan solo unos pocos milisegundos.

Además del aparato anteriormente explicado para tratar una superficie, la invención propone también un procedimiento para limpiar una superficie por medio de un aparato de limpieza, determinando el aparato de limpieza la naturaleza de la superficie por medio de un equipo de medida óptico y adaptando la clase de limpieza en función de esto. El procedimiento puede ejecutarse especialmente por medio de un aparato anteriormente propuesto. Según la invención, se irradia luz dentro de un plano de incidencia desde una fuente de luz, bajo un ángulo de incidencia, hacia un punto de reflexión de la superficie y esta luz es reflejada desde allí con un ángulo de emergencia correspondiente hacia un primer sensor de luz, disponiéndose un segundo sensor de luz en un plano secundario perpendicular a la superficie, que se corta con el punto de reflexión y que presenta un ángulo comprendido entre 80° y 100° con el plano de incidencia, de modo que una recta que pase por el punto de reflexión y el segundo sensor de luz presente un ángulo con la superficie que sea sustancialmente igual al ángulo de incidencia o al ángulo de emergencia.

Se propone que, para determinar la naturaleza de la superficie, se ejecutan los pasos de medida siguientes en cualquier orden: una medición de la intensidad luminosa por medio del primer sensor de luz y del segundo sensor de luz con la fuente de luz desconectada, una medición de la intensidad luminosa por medio del primer sensor de luz con la fuente de luz conectada y una medición de la intensidad luminosa del segundo sensor de luz con la fuente de luz conectada. En conjunto, se miden así tres intensidades diferentes dentro de un ciclo de medida. En el paso primeramente citado se desconecta la fuente de luz y se mide la luz dispersa difusa debida a la iluminación ambiental. Resulta de esto:

$$I_{\text{ambiental}} = I_1 = I_2$$

Durante otro paso de medida se desconecta la fuente de luz y el primer sensor de luz mide la intensidad total de la luz dispersa del ambiente, la luz dispersa de la fuente de luz y la fracción de luz reflejada de la fuente de luz. Resulta de esto:

$$I_3 = I_{\text{total}} = I_{\text{ambiental}} + I_{\text{difusa}} + I_{\text{reflejada}}$$

Durante otro paso de medida el segundo sensor de luz mide la luz dispersa del ambiente y la luz dispersa de la fuente de luz mientras está conectada la fuente de luz. Resulta de esto:

$$I_4 = I_{\text{ambiental}} + I_{\text{difusa}}$$

El sistema de ecuaciones obtenido con esto puede resolverse de la manera siguiente:

$$I_{\text{difusa}} = I_4 - I_1$$

$$I_{\text{reflejada}} = I_3 - I_4$$

Por tanto, con los tres pasos del ciclo de medida se pueden medir en conjunto las intensidades actuales de la luz dispersa y la luz reflejada en la superficie que se debe determinar. Éstas proporcionan información sobre la naturaleza de la superficie.

Se propone que las intensidades luminosas medidas por los sensores de luz se comparen con intensidades de referencia correspondientes para superficies conocidas. Las intensidades de referencia están archivadas ventajosamente en una memoria del aparato según la invención, con lo que éstas se encuentran disponibles para el equipo de evaluación encargado de realizar una comparación con las intensidades luminosas medidas. Siempre que una intensidad luminosa medida corresponda a una intensidad de referencia archivada, se puede deducir la naturaleza de la superficie. Las intensidades de referencia se han medido ventajosamente con el mismo equipo de medida óptico o al menos con un equipo de medida semejante, con lo que las intensidades de referencia son comparables con las intensidades luminosas actualmente medidas. Ventajosamente, el aparato, por ejemplo, un robot de limpieza, puede colocarse dentro de una vivienda para registrar intensidades de referencia sobre superficies diferentes, realizándose un ciclo de medida y archivándose manualmente una información sobre la naturaleza de la superficie medida en la memoria del aparato. Siempre que se haya realizado una medición, por ejemplo, sobre una zona de la habitación con suelo de moqueta, el usuario del robot de limpieza puede asociar a las intensidades luminosas almacenadas, es decir, la intensidad luminosa dispersada y la intensidad luminosa reflejada,

la información referente a que la superficie medida es un suelo de moqueta. Se puede hacer lo mismo después con otras zonas de la habitación que presenten losetas, parqué, corcho, laminado, PVC u otros revestimientos de suelo.

5 Se propone también que la fuente de luz emita luz policromática, con lo que – como se ha explicado antes – se obtienen valores de intensidad independientes uno de otro para longitudes de onda luminosa diferentes, las cuales a su vez permiten una determinación más exacta de la naturaleza medida de la superficie.

10 Finalmente, puede estar previsto que la luz que pasa de la superficie a los sensores de luz sea filtrada espectralmente. Los diferentes desarrollos del procedimiento resultan aquí de las estructuras de medida explicadas con respecto al aparato según la invención, combinándose, por ejemplo, una fuente de luz que emite luz policromática con filtros selectivos en materia de color o combinando una fuente de luz RGB pulsada con un receptor monocromático que recibe correspondientemente luz con longitudes de onda diferentes a intervalos de tiempo diferentes.

15 Además del uso antes citado del equipo de medida óptico para determinar la naturaleza de la superficie a tratar, el equipo de medida óptico puede emplearse también para reconocer el arranque de una escalera o similar. Al aumentar la distancia de la superficie a detectar con respecto al equipo de medida óptico, el punto de reflexión de la luz emitida por la fuente de luz se desplaza hacia fuera de la zona de recepción del sensor de luz. El equipo de evaluación y control del aparato puede deducir así que el aparato se encuentra delante de una escalera que conduce hacia abajo.

En lo que sigue se explica la invención con más detalle ayudándose de un ejemplo de realización. Muestran:

20 La figura 1, un robot de aspiración sobre una superficie de una primera naturaleza,

La figura 2, el robot de aspiración sobre una superficie de una segunda naturaleza,

La figura 3, una vista lateral esquemática de un equipo de medida óptico (croquis de principio) y

La figura 4, una vista tridimensional del equipo de medida óptico.

25 La figura 1 muestra un aparato 1 según la invención que está configurado aquí como un robot de fregado. El aparato 1 está posicionado sobre una superficie 2 esquemáticamente insinuada que es aquí una alfombra. Para reconocer la naturaleza de la superficie 2, el aparato 1 presenta un equipo de medida óptico 3 que comprende una fuente de luz 4, un primer sensor de luz 5 y un segundo sensor de luz 6. Los componentes antes citados del equipo de medida óptico 3 están dispuestos uno con respecto a otro de modo que la luz emitida por la fuente de luz 4 sea reflejada en un punto de reflexión 7 de la superficie 2 y luego incida en el primer sensor de luz 5. El segundo sensor de luz 6 no está dispuesto en el plano de incidencia 8 abarcado por el primer sensor de luz 5, la fuente de luz 4 y el punto de reflexión 7, sino que más bien está colocado en un plano secundario 9 dispuesto perpendicularmente al plano de incidencia y a la superficie 2.

30 El aparato 1 presenta, además, un equipo de evaluación y control 10 que, por un lado, controla las funciones de la fuente de luz 4 y los sensores de luz 5, 6 y, por otro lado, accede a una memoria que presenta intensidades de referencia para superficies conocidas. Como se representa esquemáticamente, la memoria contiene intensidades de referencia para suelos de moqueta, suelos de madera, losetas y similares. Ayudándose de las intensidades luminosas medidas por medio de los sensores de luz 5, 6, el equipo de control y evaluación 10 reconoce que la superficie 2 consiste en un suelo de moqueta.

35 La figura 2 muestra el aparato 1 sobre una superficie diferente 2, concretamente aquí un suelo de losetas. Como se ha explicado antes, la unidad de control y evaluación 10 controla el equipo de medida óptico 3 de modo que el primer sensor de luz 5 y el segundo sensor de luz 6 midan intensidades luminosas que pueden compararse seguidamente con intensidades de referencia. Después de la comparación el equipo de control y evaluación 10 alcanza aquí el resultado de que la superficie 2 consiste en un suelo de losetas.

40 En la figura 3 se muestra en vista lateral esquemática el equipo de medida óptico 3 que presenta el primer sensor de luz 5, el segundo sensor de luz 6 y la fuente de luz 4. La fuente de luz 4 y el primer sensor de luz 5 están dispuestos según el principio

“ángulo de incidencia α = ángulo de emergencia β ”

45 de modo que la luz emitida por la fuente de luz 4 sea reflejada en el punto de reflexión 7 de la superficie 2 e incida directamente en el primer sensor de luz 5. En la carcasa del aparato 1, cuyo lado inferior está aquí representado, están formadas unas aberturas correspondientes 11 para el paso de la luz. Junto a la fracción de luz reflejada existe, además, una fracción de luz difusamente dispersada cuya intensidad depende de la constitución de la superficie 2. Siempre que se trate de una superficie rugosa no especular 2, la fracción de luz dispersada es, por ejemplo, superior a la del caso de una superficie lisa especular 2. El segundo sensor de luz 6 no está dispuesto en el plano de incidencia 8 para la medición de esta fracción de luz dispersada, sino que se encuentra en un plano secundario 9

que es perpendicular al plano de incidencia 8 y también perpendicular a la superficie 2. Eventualmente, el segundo sensor de luz 6 mide también una fracción de una luz ambiental que proviene, por ejemplo, de una iluminación cenital de la habitación. Como se representa, el primer sensor de luz 5 y el segundo sensor de luz 6 están ventajosamente dispuestos en un plano común que está orientado en dirección paralela a la superficie 2.

5 La figura 4 muestra una vista tridimensional del equipo de medida óptico 3. Se muestra el plano de incidencia 8 en el que están dispuestos la fuente de luz 4, el punto de reflexión 7 y el primer sensor de luz 5. Perpendicularmente a este plano está dispuesto el plano secundario 9 que se corta con el segundo sensor de luz 6 y el punto de reflexión 7. Además, la fuente de luz 4, el primer sensor de luz 5 y el segundo sensor de luz 6 están dispuestos en un plano común que está orientado en dirección paralela a la superficie 2. El ángulo de incidencia α de la luz – emitida por la
10 fuente de luz 4 – sobre la superficie 2, el ángulo de emergencia β y también el ángulo γ entre la superficie 2 y una recta que pasa por el punto de reflexión 7 y el segundo sensor de luz 6 son de la misma magnitud. Se puede apreciar que el plano de incidencia 8 y el plano secundario 9 están dispuestos formando entre ellos un ángulo δ igual a 90 grados.

15 Para determinar la naturaleza de la superficie 2 se hace funcionar el equipo de medida óptico 3 en un ciclo de medida que incluye tres pasos de medida diferentes. En un primer paso de medida está desconectada la fuente de luz 4, con lo que el primer sensor de luz 5 y el segundo sensor de luz 6 detectan exclusivamente una eventual luz ambiental. En un segundo paso de medida está conectada la fuente de luz 4 y se mide exclusivamente la intensidad luminosa por medio del primer sensor de luz 5. En un tercer paso de medida está también conectada la fuente de luz 4. Sin embargo, se mide ahora solamente la intensidad luminosa por medio del segundo sensor de luz. Aunque los
20 pasos de medida se han designado aquí con 1, 2 y 3, esto no significa un orden determinado. Por el contrario, es insignificante cuál de los tres pasos de medida es el que se realiza primero, siempre que se cumplan las condiciones indicadas con respecto a la actividad de la fuente de luz 4 o de los sensores de luz 5, 6.

En el primer paso de medida anteriormente explicado se mide la intensidad luminosa de una eventual iluminación ambiental por medio del primer sensor de luz 5 y el segundo sensor de luz 6:

25
$$I_{\text{ambiental}} = I_1 = I_2$$

En el segundo paso de medida explicado se mide, la intensidad de la luz ambiental y, además, la radiación dispersa difusa y también la radiación reflejada por el punto de reflexión 7:

$$I_3 = I_{\text{total}} = I_{\text{ambiental}} + I_{\text{difusa}} + I_{\text{reflejada}}$$

30 En el tercer paso de medida se mide finalmente la intensidad de la luz ambiental y la intensidad de la radiación dispersa difusa:

$$I_4 = I_{\text{ambiental}} + I_{\text{difusa}}$$

Como solución del sistema de ecuaciones se obtienen la intensidad luminosa de la radiación dispersa difusa:

$$I_{\text{difusa}} = I_4 - I_1$$

así como la intensidad luminosa de la radiación reflejada:

35
$$I_{\text{reflejada}} = I_3 - I_4$$

Estas intensidades pueden compararse con intensidades de referencia de superficies 2 conocidas.

40 Las intensidades de referencia archivadas en una memoria del aparato 1 son, por ejemplo, intensidades luminosas que se han medido durante una medición correspondiente de suelo de moqueta, parqué, laminado, losetas, etc. El equipo de evaluación y control 10 del aparato 1 compara estas intensidades de referencia con las intensidades medidas actualmente por los sensores de luz 5, 6 y, en caso de que coincidan los valores de intensidad, puede deducir la naturaleza de la superficie 2 situada actualmente debajo del aparato 1. El aparato 1 produce aquí, por ejemplo, el resultado de que la superficie 2 que se debe determinar es un suelo de losetas.

45 Como complemento de las explicaciones anteriormente realizadas cabe mencionar que en la práctica el llamado punto de reflexión 7 no es un punto singular, sino más bien una superficie de extensión finita. Esto se deriva solamente de que la luz emitida por la fuente de luz 4 es un haz de luz que presenta un corte transversal finito y que se ensancha eventualmente incluso en la dirección de propagación. Además, cabe mencionar que el modelo de iluminación según Phong utilizado para determinar la naturaleza de la superficie 2 no consiste, por supuesto, en cálculos de intensidad exactos, sino que más bien es un modelo empíricamente obtenido que no reproduce correctamente las condiciones físicas dentro del equipo de medida óptico 3. Sin embargo, se ha visto que la
50 determinación de la naturaleza de la superficie 2 según este modelo conduce a un resultado fiable.

Lista de símbolos de referencia

	1	Aparato
	2	Superficie
	3	Equipo de medida
5	4	Fuente de luz
	5	Primer sensor de luz
	6	Segundo sensor de luz
	7	Punto de reflexión
	8	Plano de incidencia
10	9	Plano secundario
	10	Equipo de control y evaluación
	11	Aberturas
	α	Ángulo de incidencia
	β	Ángulo de emergencia
15	γ	Ángulo
	δ	Ángulo

REIVINDICACIONES

1. Aparato de limpieza (1) para limpiar una superficie (2), en el que el aparato de limpieza (1) presenta un equipo de medida óptico (3) para determinar la naturaleza de la superficie (2), **caracterizado** por que el equipo de medida óptico (3) presenta una fuente de luz (4) y al menos dos sensores de luz (5, 6), estando dispuestos la fuente de luz (4) y un primer sensor de luz (5) de modo que la luz emitida por la fuente de luz (4) incide con un ángulo de incidencia (α) sobre un punto de reflexión (7) de la superficie (2) y a continuación es reflejada con un ángulo de emergencia correspondiente (β) hacia el primer sensor de luz (5), abarcando la fuente de luz (4), el punto de reflexión (7) y el primer sensor de luz (5) un plano de incidencia (8) y estando abarcado, perpendicularmente a la superficie (2), un plano secundario (9) que se corta con el punto de reflexión (7) y presenta un segundo sensor de luz (6) y que tiene un ángulo (δ) comprendido entre 80° y 100° con el plano de incidencia (8), presentando una recta que pasa por el punto de reflexión (7) y el segundo sensor de luz (6) un ángulo (γ) con la superficie (2) que es sustancialmente igual al ángulo de incidencia (α) o al ángulo de emergencia (β).
2. Aparato (1) según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el ángulo de incidencia (α), el ángulo de emergencia (β) y el ángulo (γ) están siempre comprendidos entre 30° y 45° .
3. Aparato (1) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que el ángulo (δ) es de 90° .
4. Aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que la fuente de luz (4) es una fuente de luz policromática, especialmente una fuente de luz blanca.
5. Aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que los sensores de luz (5, 6) están concebidos como selectivos en materia de longitud de onda, siendo especialmente sensores RGB.
6. Procedimiento para limpiar una superficie (2) por medio de un aparato de limpieza (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato de limpieza (1) determina la naturaleza de la superficie (2) por medio de un equipo de medida óptico (3) y, en función de ésta, adapta la clase de limpieza, **caracterizado** por que se irradia luz dentro de un plano de incidencia (8) desde una fuente de luz (4), bajo un ángulo de incidencia (α), hasta un punto de reflexión (7) de la superficie (2) y esta luz es reflejada desde allí con un ángulo de emergencia correspondiente (β) hacia un primer sensor de luz (5), disponiéndose un segundo sensor de luz (6) en un plano secundario (9) que es perpendicular a la superficie (2) y se corta con el punto de reflexión (7) y que presenta un ángulo (δ) comprendido entre 80° y 100° con el plano de incidencia (8), de modo que una recta que pase por el punto de reflexión (7) y el segundo sensor de luz (6) presente un ángulo (γ) con la superficie (2) que sea sustancialmente igual al ángulo de incidencia (α) o al ángulo de emergencia (β).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** por que se ejecutan los pasos de medida siguientes para determinar la naturaleza de la superficie (2):
- medición de la intensidad luminosa por medio del primer sensor de luz (5) y del segundo sensor de luz (6) con la fuente de luz (4) desconectada,
 - medición de la intensidad luminosa por medio del primer sensor de luz (5) con la fuente de luz (4) conectada,
 - medición de la intensidad luminosa por medio del segundo sensor de luz (6) con la fuente de luz (4) conectada.
8. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** por que se comparan las intensidades luminosas medidas por los sensores de luz (5, 6) con intensidades de referencia correspondientes para superficies (2) conocidas.
9. Procedimiento según la reivindicación 6 o 7, **caracterizado** por que la fuente de luz (4) emite luz policromática.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado** por que se filtra espectralmente la luz que pasa de la superficie (2) a los sensores de luz (5, 6).

Fig. 3

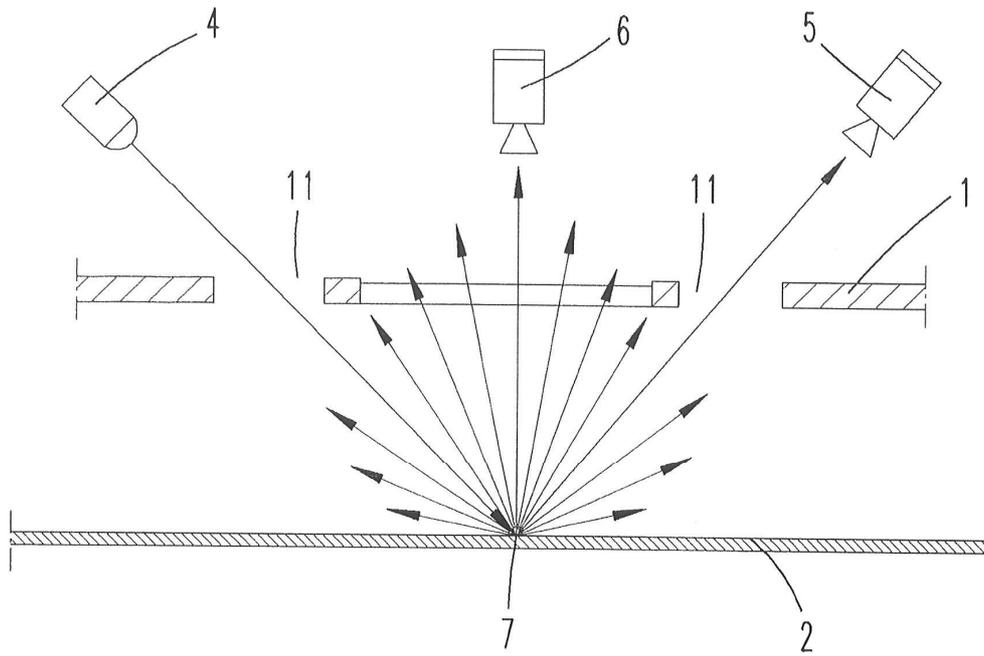


Fig. 4

