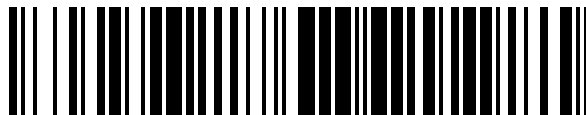


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 093 606**

21 Número de solicitud: 201300806

51 Int. Cl.:

B28D 1/32

(2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

25.09.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.11.2013

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDADE DE VIGO (100.0%)
Campus Universitario s/n
36310 Vigo (Pontevedra) ES**

72 Inventor/es:

**TABOADA CASTRO, Javier;
IGLESIAS COMESAÑA, Carla;
MARTÍNEZ TORRES, Javier;
VILÁN VILÁN, José Antonio y
LÓPEZ LAGO, Marcos**

54 Título: **Sistema para la caracterización de placas de pizarra**

ES 1 093 606 U

Sistema para caracterización de placas de pizarra**Sector de la Técnica**

- La presente invención se sitúa en el sector de los sistemas mecánico-ópticos que tiene aplicación concretamente en la industria de la pizarra, en particular trata de un sistema que mecano-óptico que permite clasificar de las placas de pizarra según su calidad para su uso en la construcción.

Antecedentes

- La pizarra es uno de los materiales naturales más empleados tradicionalmente en la construcción, ya que su impermeabilidad y baja degradación bajo condiciones atmosféricas hacen que sea un óptimo recurso como material para techar.
- Las placas que se instalan en las cubiertas de las viviendas son fruto de un proceso de elaboración que comienza con la extracción de los llamados “rachones” en cantera. Una vez trasladados a la nave de elaboración, se someten a una serie de cortes mediante sierras de disco para obtener bloques de dimensiones adecuadas. Aprovechando que la pizarra es un material exfoliable por naturaleza, de dichos bloques se obtienen placas de un grosor de alrededor de 4 mm mediante el uso de cuñas, en un proceso enteramente manual que ejecutan operarios experimentados. Las placas obtenidas, cuya forma será rectangular, pueden recortarse según distintos patrones para adaptarlas a una serie de geometrías, o bien conservar su forma rectangular. El proceso de elaboración finaliza con la inspección ocular por parte de un experto que caracteriza, una a una, todas las placas según distintas calidades comerciales en función de los defectos, tanto estéticos como estructurales que presenten.
- La caracterización de las placas de pizarra en las distintas calidades comerciales se basa en la observación de la presencia o ausencia de una serie de defectos estéticos y superficiales, que hacen que el material sea de mejor o peor calidad (y por tanto mayor o menor valor comercial), o pueden incluso hacer que no sea vendible por sus pésimas características que impedirían su instalación y adecuado comportamiento como material para techar. Entre los defectos habituales, podemos encontrar los siguientes:
- Defectos de Material. Las placas de pizarra deben ser rectangulares minimizando la posible ausencia de material en alguna de las cuatro esquinas.
 - Falsa Escuadra. Además de las ausencias de material, las placas de pizarra deben presentar un alto grado de regularidad en su forma rectangular.

- Alabeo. Las placas deben ser lo más planas posibles.
- Defectos de Superficie. Se trata de pequeños gradientes en la superficie de las placas de pizarra, que posteriormente pueden producir la rotura de la misma.
- Presencia de carbonatos. Que se ponen de manifiesto por su típica tonalidad blanquecina, conocidos como “*flores blancas*” debido a su típica forma elipsoidal (con forma de flor).
- Presencia de sulfuros. Son detectados gracias a su tonalidad amarillenta. Su presencia es indeseada debido a la alteración que sufren con el tiempo a la intemperie, pudiendo provocar la permeabilidad de la placa de pizarra.

10

Existen en la bibliografía muy pocos trabajos que aborden el problema de la clasificación de las placas de pizarra a través de sistemas de visión artificial (sistemas que combinan herramientas de software y hardware con la finalidad de obtener, procesar y analizar cualquier información obtenida a través de cámaras digitales). Uno de ellos es el sistema de Guita et al. (2005), que inspecciona de un modo automático las placas de pizarra a la salida de la línea de proceso de pintura de las mismas. En este caso, el material tratado es pizarra pintada (no natural), y el sistema diseñado comprende, en esencia, un sistema de visión con una cámara lineal (en blanco y negro) conectada a un PC, un sistema de iluminación de luz colimada y un algoritmo de inspección de las imágenes. La base de este sistema es la luz captada por la cámara después de ser reflejada en las placas, ya que en función de la respuesta de la superficie de la pizarra se analizan las características texturales de ésta. Mediante el algoritmo de inspección se analiza la geometría de la placa, la posición de los orificios (necesarios para su puesta en obra), la homogeneidad de la capa de pintura gris aplicada y los posibles defectos presentes en la placa derivados de la aplicación de dicha capa de pintura. El objeto del trabajo descrito no es en realidad el análisis de la pizarra natural, sino que se centra en la evaluación de su superficie modificada por una capa de pintura. Los defectos detectados son, en consecuencia, relativos a la correcta aplicación de dicho pigmento, no a los defectos naturales propios del material base.

Un sistema que sí trata de identificar los defectos naturales de las placas de pizarra con el objetivo de caracterizarlas en las distintas calidades comerciales es el presentado por López et al. (2010). En este caso, se presenta un sistema híbrido 3D-2D láser escáner que trata de automatizar el proceso de análisis de las placas y la posterior clasificación

por su calidad. El sistema de adquisición de imagen se compone, básicamente, de una cámara lineal 2D y un láser escáner 3D (que no sólo aporta imágenes, sino también información geométrica en las tres dimensiones espaciales), conectadas a un ordenador en el cual se aplica un algoritmo de tratamiento de las imágenes. Mediante la
5 combinación de ambas cámaras se consiguió analizar los siguientes defectos: defectos de material (con la imagen capturada por la cámara 2D), alabeo, falsa escuadra, defectos de superficie y presencia de carbonatos (estos últimos se estudian con la información del láser escáner 3D). Sin embargo, dicho sistema no es capaz de detectar todos los defectos de las placas de pizarra (ambas cámaras son en blanco y negro, lo que
10 imposibilita la distinción de los sulfuros), y su diseño es tal que su traslado a otra ubicación supone el desmontaje de todos los componentes y del cuadro eléctrico.

Breve descripción de la invención

Las limitaciones de los sistemas anteriormente descritos han suscitado la presente
15 invención, cuyo objetivo es lograr una caracterización completa de las placas de pizarra al final de la línea de producción en las naves de elaboración, analizando para ello la totalidad de los defectos señalados al principio de este apartado de antecedentes. El estudio de la presencia de sulfuros en las placas conlleva la introducción de una cámara a color, siendo el sistema de adquisición de imagen radicalmente diferente de los
20 empleados en los sistemas anteriormente citados, y en consecuencia también los algoritmos de tratamiento de las imágenes.

La presente invención se refiere a un sistema, que comprende un sistema mecánico , un sistema óptico de visión artificial, y un sistema electrónico que permite la medición y
25 detección de defectos en las placas de pizarra.

El sistema mecánico comprende:

- una cinta transportadora plana (a).
- un dispositivo que transforma el movimiento mecánico en impulsos eléctricos (encoder).
- 30 ○ 2 fotocélulas (d).

El sistema de visión artificial contiene los siguientes elementos:

- un láser con haz lineal (b).
- una cámara láser escáner color 3D (c).
- una luz auxiliar (e).

El sistema electrónico está formado por un ordenador.

El sistema mecánico permite el posicionamiento y movimiento óptimo de las placas de pizarra de acuerdo con las necesidades del sistema de visión, además de garantizar la posición y estabilidad del citado sistema de visión. Está formado una cinta transportadora plana (a), cuyo sentido de avance viene dado por dos fotocélulas (d) instaladas en las proximidades de los extremos de la misma y encargadas de detectar el final del trayecto e invertir así el sentido. El encoder, por su parte, transforma el movimiento mecánico en impulsos eléctricos, permitiendo así la asociación de las imágenes obtenidas con la posición de las placas posicionadas sobre la cinta. Funciona como un contador de pulsos solidario al eje del tambor conductor de la cinta de medición, y genera los pulsos de captura para el sistema de visión. Cada pulso produce un reset asíncrono en la cámara y comienza entonces un nuevo ciclo de medida.

En la cinta incide un haz láser (b), cuya línea de intersección con el plano de la cinta es captada por una cámara de alta resolución (c). La cámara de alta resolución a color (c) y el láser (b) forman un cierto ángulo, cercano a los 45° , para conseguir el efecto de triangulación. Mientras que la cámara debe ocupar una posición cenital con respecto a la cinta sobre la que se apoyarán las placas, el láser debe formar un ángulo tal que el haz se deforme al incidir sobre dichas placas. Al pasar una placa de pizarra a través del haz láser, éste se deforma, siendo esta deformación fácilmente capturada, por tener el láser una cromaticidad constante y de un alto contraste con el resto de elementos de la imagen. De esta forma, una vez calibrado el sistema de medición se obtiene una nube de puntos de una placa de pizarra.

La información proporcionada por la cámara láser escáner (b) es transmitida al sistema electrónico, que consta de un software diseñado para procesar dichos datos. Las imágenes son procesadas para obtener diferentes medidas de las placas en tiempo real, a partir de la nube de puntos obtenida por el escáner láser, mediante un conjunto de algoritmos de tratamiento de imagen específicos para esta aplicación. Este software a medida permite el procesado en tiempo real de las imágenes digitales obtenidas por el sistema de visión para obtener la nube de puntos de cada placa. Mediante algoritmos de visión artificial, se caracterizan y detectan cada uno de los defectos de las placas de pizarra expuestos anteriormente, siendo el output de todo el sistema la información que se muestra en la pantalla del ordenador y que indica la calidad de cada placa de pizarra.

Descripción de los dibujos**Figura 1**

Diagrama del sistema de caracterización, las placas de pizarra están sobre la cinta de medición que recorre ambos sentidos simulando la nueva presentación de una placa de pizarra en la línea de producción.

- a) Cinta transportadora plana.
- b) Láser con haz lineal.
- c) Cámara de alta resolución a color.
- d) Fotocélulas.
- e) Luz auxiliar.

Descripción de un modo de realización

15

El modo de realización preferido, a modo ilustrativo pero no limitante, está basado en el sistema de medición de placas de pizarra formado por una cinta transportadora, una cámara 3D láser escáner color, la estructura sobre la cinta de medición que garantiza un ángulo entre el haz láser y el eje de la cámara. El ángulo preferido está en torno a 45°, pero depende del objeto a medir. Aumentando el ángulo se aumenta la resolución del sistema, pero también la posibilidad de oclusión del láser.

20

La cámara debe permitir la captura de imágenes a color, así como la triangulación de la información registrada gracias al sistema cámara-láser. La cámara debe ser de alta resolución y velocidad, de modo que capture el número suficiente de perfiles al paso de cada placa de pizarra como para caracterizarla de un modo completo. De cara a la obtención de imágenes de las placas sin deformación, la cámara debe colocarse en posición cenital con respecto a la cinta y a una distancia de entre 50 y 60 cm de la cinta.

25

La cinta transportadora es una cinta plana de 2000 mm de largo por 500 mm de ancho. Es necesario garantizar una buena planitud en la cinta de medida mediante una chapa por encima de la cual transcurrirá la cinta. Además, es importante el color de la cinta para que la absorción de la luz del láser sea la menor posible. Es preferible usar una cinta de color blanco mate.

30

Para el control del accionamiento de la cinta de medición se utilizó un variador de frecuencia que adapta la velocidad del sistema a la cantidad de objetos a medir.

El sistema se colocó de tal forma que la cinta de medición devuelve la muestra medida al proceso.

5

Bibliografía

Ghita, O., Whelan, P.F., Carew, T. y Padmapriya, N. Quality grading of painted slates using texture analysis. *Computers in Industry*, **2005**, 56, 802-815.

10

López, M., Martínez, J., Matías, J.M., Vilán, J.A. y Taboada, J. Application of a hybrid 3D-2D laser scanning system to the characterization of slate slabs. *Sensors*, **2010**, 10, 5949-5961.

REIVINDICACIONES

- 1) Sistema para la caracterización de placas de pizarra caracterizado por comprender;
 - 5 a) un sistema mecánico que contiene una cinta transportadora plana (a), un dispositivo de transformador de impulsos mecánicos en eléctricos y al menos dos fotocélulas (d),
 - b) un sistema de visión artificial, que contiene un láser con haz lineal (b), una cámara láser escáner color 3D (c) y una luz auxiliar (e),
 - 10 c) un sistema electrónico formado por un ordenador dotado con un software que permite el procesado en tiempo real de las imágenes digitales obtenidas por el sistema de visión.
- 2) Sistema para la caracterización de placas de pizarra según reivindicación 1 caracterizado por formar un ángulo entre los 40 y 50° entre la cámara de alta
 - 15 resolución a color (c) y el láser (b).
- 3) Sistema para la caracterización de placas de pizarra según reivindicaciones 1 a 2 caracterizado porque la cámara (c) se encuentra en posición cenital con respecto a la cinta transportadora(a).
- 4) Sistema para la caracterización de placas de pizarra según reivindicaciones 1
 - 20 a 3 caracterizado porque la cámara (c) se encuentra a una distancia de entre 50 y 60 centímetros de la cinta transportadora (a).
- 5) Sistema para la caracterización de placas de pizarra según reivindicaciones 1 a 4 caracterizado porque la cinta transportadora (a) tiene dimensiones de 2000 milímetros de largo por 500 milímetros de ancho y es de color blanco.
- 25 6) Sistema para la caracterización de placas de pizarra según reivindicaciones 1 a 5 caracterizado por tener como resultado una nube de puntos de cada placa que la caracterizan.

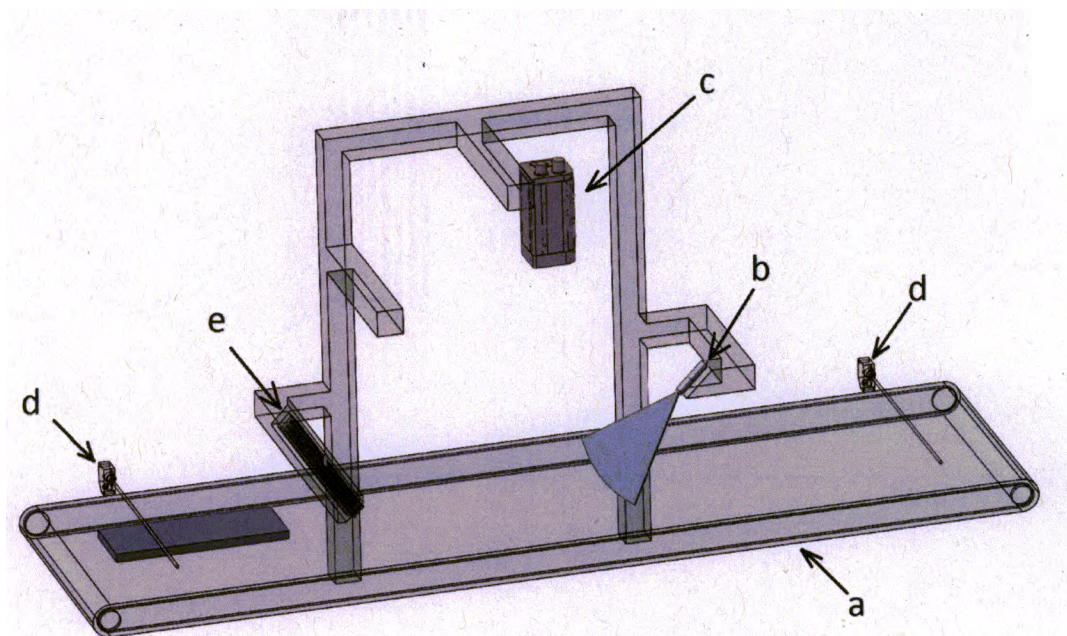


Figura 1