



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 383**

51 Int. Cl.:

**E04C 5/01** (2006.01)

**E04C 5/07** (2006.01)

**B28C 5/40** (2006.01)

**C04B 28/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08804867 .3**

96 Fecha de presentación : **29.09.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2193244**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.06.2010**

54

Título: **Método para determinar la cantidad o la distribución de fibras de refuerzo respectivamente para o en hormigón.**

30

Prioridad: **02.10.2007 EP 07117733**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.06.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.06.2011**

73

Titular/es: **NV BEKAERT S.A.**  
**Bekaertstraat 2**  
**8550 Zwevegem, BE**

72

Inventor/es: **Vitt, Gerhard**

74

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 361 383 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).

# ES 2 361 383 T3

## DESCRIPCIÓN

Método para determinar la cantidad o la distribución de fibras de refuerzo respectivamente para o en hormigón.

### 5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un método para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón para la fabricación de hormigón reforzado con fibras y un método para determinar el contenido y/o distribución de fibras de refuerzo de hormigón en el interior de un hormigón reforzado con fibra.

### 10 **Antecedentes de la técnica**

Para la fabricación de hormigón reforzado con fibra, u hormigón reforzado con fibras para el refuerzo de hormigón, es extremadamente importante suministrar o dosificar la cantidad exacta de fibras de refuerzo a la mezcla de los componentes del mortero u hormigón. Una vez integradas en el hormigón, las fibras necesitan también tener una distribución homogénea para asegurar un refuerzo y una calidad correctos.

Ya se han propuesto numerosas soluciones, tales como las de los documentos EP-A-522.019 (WO 91/14551); E-A-499.572; DE 29714704U; DE-A-3.412.216; DE-A-4.427.156; FR-A- 2.672.045; US-A-4.284.667 y US-A1-6.945.686, y muchos otros documentos de patentes.

A pesar de la existencia de muchas soluciones para suministrar la cantidad y tipo exactos de fibras en el hormigón y para mejorar la homogeneidad de la distribución de las fibras en el hormigón, todavía hay una necesidad de mejorar más la dosificación y distribución de las fibras en el hormigón.

Otra desventaja de la situación existente es que una vez que las fibras están en el hormigón, fresco o fraguado, es difícil controlar la calidad del hormigón reforzado con fibras, es decir, no sólo la cantidad y tipo correctos de fibra que se han utilizado, sino particularmente la distribución de fibras presente en el interior del hormigón. Se llevan a cabo ensayos de separación por lavado en la obra para asegurar que se ha dosificado la cantidad correcta de fibras de refuerzo en el hormigón y que éstas se han distribuido homogéneamente. Esto lleva mucho tiempo, requiere un equipo especial y podría generar los resultados demasiado tarde.

Existen aparatos de ensayo no destructivos por campo magnético, pero éstos requieren el vertido del hormigón en un molde. Para una estructura de hormigón fraguado, esto implica, no obstante, taladrar un núcleo de la estructura. Sin embargo, esos ensayos están limitados a fibras de acero y no es posible una medición continua. Las fibras que no son de acero, tales como, por ejemplo, las fibras de polipropileno, se están utilizando cada vez más extensivamente como refuerzo para hormigón y otras estructuras. Existe una necesidad urgente de controlar mecanismos para verificar el tipo, cantidad y distribución correctos de hormigón reforzado con fibras de acero y no de acero, aún cuando la estructura de hormigón haya sido fabricada desde hace años.

El documento JP 2005-330729 divulga el uso de una etiqueta IC de radio para proporcionar información sobre un miembro de hormigón de forma tal que dicha información no se pierde o no dificulta la apariencia y viabilidad del miembro de hormigón. Dado que la etiqueta puede deteriorarse con los años y puede producirse una disfunción, se aplican dos o más etiquetas enterradas a un miembro de hormigón. Las etiquetas pueden fijarse también a una barra de acero colocada en el hormigón. Sin embargo, dichas etiquetas son utilizadas sólo con el propósito de proporcionar información acerca del miembro de hormigón como tal. La información es almacenada previamente en la etiqueta, lo cual significa que la relación de dosificación y/o de mezcla es almacenado como información en la etiqueta, pero no proporciona una garantía o examen acerca de la relación de dosificación y/o de mezcla actual en el hormigón.

Es un propósito particular de la presente invención proporcionar información sobre un hormigón reforzado con fibra posteriormente a su mezclado y/o posteriormente a su fraguado.

La invención pretende evitar las desventajas mencionadas anteriormente.

Es un objetivo de la invención proporcionar capacidad de inteligencia al hormigón reforzado con fibra y a estructuras de hormigón reforzado con fibras.

También es un objetivo de la invención proporcionar un método simple para dosificar las fibras de refuerzo de hormigón en un hormigón.

Es otro objetivo de la invención proporcionar un método para determinar el contenido y calidad de las fibras de refuerzo de hormigón, tal como la cantidad de las fibras, origen, distribución, concentración y/o tipo de fibras.

### 65 **Descripción de la Invención**

La invención se refiere a un método para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón para hormigón, comprendiendo las etapas de: a) suministro de un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual la cantidad de marcadores RFID es indicativa de la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón, por

## ES 2 361 383 T3

ejemplo, está en proporción a la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo de lectura para leer dichos marcadores RFID; c) cálculo de la cantidad de marcadores RFID, y d) suministro hacia atrás de dicha cantidad para determinar la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón.

5 La invención también se refiere a un método para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón en un hormigón o en una estructura de hormigón, comprendiendo las etapas de: a) suministro de hormigón o de una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual la cantidad de dichos marcadores RFID es indicativa de la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón, por ejemplo, está en proporción a la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo  
10 de lectura para leer los marcadores RFID en dicho hormigón o estructura de hormigón; c) cálculo de la cantidad de marcadores RFID, y d) suministro hacia atrás de dicha cantidad para determinar la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón.

La invención se refiere además a un método para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón en un  
15 hormigón o en una estructura de hormigón, comprendiendo dicho método las siguientes etapas: a) suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual la cantidad de dichos marcadores RFID está en proporción a la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo de lectura para leer los marcadores RFID en dicho hormigón o estructura de hormigón; c) determinación de la distribución de los marcadores RFID; y d) suministro hacia atrás de  
20 dicha distribución para determinar la distribución de las fibras de refuerzo de hormigón.

La invención se refiere todavía a un método para identificar las fibras de refuerzo de hormigón en un hormigón o en una estructura de hormigón, comprendiendo las etapas de: a) suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual dichos  
25 marcadores RFID llevan información sobre dichas fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo de lectura para leer la información sobre uno o más de dichos marcadores RFID en dicho hormigón o estructura de hormigón; y c) identificación de dichas fibras de refuerzo de hormigón sobre la base de dicha información.

Los marcadores RFID también pueden llevar información sobre el historial de las fibras: cuándo y dónde se han  
30 fabricado, de forma tal que el control de calidad pueda automatizarse y que las reclamaciones puedan trazarse hacia atrás.

Los marcadores utilizados en la presente invención comprenden información no sólo acerca del miembro de hormigón como tal, sino particularmente sobre las fibras de refuerzo del hormigón y la posición/distribución de dichas  
35 fibras en el hormigón. Dicha información puede ser explícita (por ejemplo, tipo de fibra, etc.) o inherente (la distribución o posición de los marcadores determina la distribución o posición de las fibras en el hormigón, considerando que las fibras y los marcadores están en una cantidad uno en relación con la otra).

En sistemas de la técnica anterior, como por ejemplo JP 2005-30729, contrariamente a la presente invención,  
40 puede almacenarse la relación de dosificación y/o de mezcla como información en la etiqueta, mientras que la presente invención distribuye marcadores RFID en la mezcla de hormigón de forma tal que la presencia/posición/distribución de los marcadores es una medida vigente de la presencia/posición/distribución de las fibras en el hormigón. Una información simple de tipo “estoy aquí” sobre los marcadores RFID es suficiente para indicar la posición/distribución de dichos marcadores. Dado que los marcadores están dispersos en el hormigón de una manera similar a la de las fibras  
45 de refuerzo, los marcadores son una medida de la distribución de las fibras de refuerzo de hormigón en el hormigón reforzado.

Las etiquetas de los sistemas de la técnica anterior no están dispersos en el miembro de hormigón de una manera distribuida de forma controlada, ni sirven para el propósito descrito anteriormente.

50 Las fibras de refuerzo de hormigón en el hormigón reforzado necesitan tener una distribución homogénea para asegurar una correcta calidad del refuerzo. El efecto de los marcadores RFID de la presente invención es que puede verificarse la calidad de la mezcla en tiempo real, por ejemplo, mientras se vierte, y también de forma no destructiva, es decir después de que el hormigón es colocado en el sitio. Esto puede lograrse mediante la verificación de la distribución homogénea preferente de los marcadores RFID en el hormigón, y no de la información sobre los marcadores como tal.  
55 Los miembros de hormigón malos pueden identificarse inmediatamente de este modo, retirarse y colocarse de nuevo. En el caso más simple, los marcadores RFID sólo contienen la información, por ejemplo “1”, que significa “estoy aquí”. Los marcadores RFID actuales comprenden información acerca de las fibras, y no sólo acerca del hormigón, como en los sistemas de la técnica anterior.

60 El término “estructura de hormigón” se refiere a estructuras de hormigón en sí, pero también al hormigón que no ha sido echado todavía en su posición final (echado en el sitio) o intermedia (planta de echado previo). En un ejemplo, la estructura de hormigón es la mezcla de hormigón en el interior del camión. Esto es, después de la producción del hormigón, pero antes de que la estructura sea realizada fuera de éste. De este modo, el término estructura de hormigón  
65 también comprende el hormigón no curado.

## Breve descripción de las figuras de los dibujos

La Figura 1 muestra un ejemplo de un marcador RFID con la misma relación L/D que una fibra de refuerzo de hormigón.

La Figura 2a muestra otro ejemplo de un marcador RFID con la misma relación L/D que las fibras de refuerzo de hormigón adheridas mostradas en la Figura 2b.

La Figura 3 muestra una realización de un método según la invención para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón.

La Figura 4 muestra una realización de un método según la invención para determinar el contenido y/o distribución de fibras de refuerzo de hormigón en una estructura de hormigón que comprende el conjunto según la invención.

La Figura 5 muestra un ejemplo de una cadena de empaquetado que comprende el conjunto según la invención.

La Figura 6 muestra la descarga de hormigón desde un camión, durante la cual un dispositivo de lectura detecta el contenido de marcadores RFID y de fibras de refuerzo de hormigón en el interior del hormigón.

## Modos de realización de la invención

La invención es adecuada para fibras de refuerzo de hormigón, las cuales mejoran otras propiedades del hormigón incluyendo, pero no limitado a, la contracción en edades tempranas del hormigón, resistencia al fuego y resistencia al impacto. Además, la invención es adecuada para fibras de refuerzo de hormigón de acero y no acero, u otros elementos, los cuales mejoran las propiedades de cualquier estructura.

Las fibras de refuerzo de hormigón de la invención pueden ser cualquier fibra hecha de acero, no acero, o una combinación de ambos. Típicamente esto incluye fibras hechas de acero, polímeros, carbono, PVA, vidrio, etc.

A modo de ejemplo, dichas fibras de refuerzo de hormigón podrían ser las fibras DRAMIX® para el refuerzo de hormigón producidas y comercializadas por el solicitante. El documento US 6.945.986 del solicitante, divulga un conjunto de fibras para hormigón.

Las fibras de refuerzo de hormigón de acero para el refuerzo de hormigón tienen de forma típica una longitud que varía desde 3 mm a 60 mm, un espesor que varía de forma típica desde 0,08 mm a 1,20 mm y una resistencia a la tensión mayor que 800 MPa, por ejemplo, mayor que 1200 MPa, por ejemplo, mayor que 2000 MPa. La fibra de acero es proporcionada preferentemente con anclajes para anclar mecánicamente la fibra al hormigón. La relación longitud a espesor varía de forma típica entre 40 y 200. La concentración de fibras de refuerzo de hormigón en el hormigón puede variar de 10 kg/m<sup>3</sup> a 80 kg/m<sup>3</sup> o aún un valor mayor para aplicaciones especiales u hormigones tales como los hormigones de ultra alto desempeño.

El término “espesor” de una fibra de refuerzo de hormigón se refiere a la dimensión más pequeña en sección transversal de una fibra de acero recta sin los anclajes.

El término “anclaje” se refiere a cualquier desviación de una fibra de refuerzo de hormigón de acero recta con una sección transversal uniforme, en la que la desviación ayuda a mejorar el anclaje de la fibra de acero en el hormigón. La fibra puede ser ondulada o puede tener extremos en forma de gancho y/o deformados.

Las fibras de refuerzo de hormigón de acero pueden o no estar provistas de un revestimiento metálico tal como latón o zinc, o un revestimiento orgánico tal como una poliamida, o con un revestimiento inorgánico o una combinación de un revestimiento metálico con un revestimiento polimérico sobre las mismas.

Junto con las fibras de refuerzo de hormigón de acero, pueden utilizarse fibras no de acero en el hormigón, ya sea solas o en combinación con fibras de acero. Ejemplos de esas fibras son las fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de aramida, polímeros sintéticos (por ejemplo, poliolefina, poliéster, poliamida, poliimida, polipropileno o polisulfona). Por ejemplo, las fibras de polímero sintético pueden estar agrupadas entre sí y envueltas por medio de un material de envoltura contraíble capaz de dispersarse tal como se divulga, por ejemplo, en el documento WO-A-94/25702. La presente invención es adecuada especialmente para examinar la distribución de fibras no de acero en el interior de una estructura.

Pueden utilizarse las fibras de refuerzo de hormigón en matrices tales como, por ejemplo, hormigón, mortero, argamasa o asfalto. Las fibras son mezcladas con el hormigón, mortero, argamasa o asfalto por razones tales como, por ejemplo, refuerzo o protección contra el fuego. Es un requisito general que las fibras estén distribuidas de forma homogénea y con un contenido o proporción conocidos en las estructuras, como se ejemplificó anteriormente.

Las fibras de refuerzo de hormigón según la invención pueden comprender también cualquier forma o relación L/D, como fibras circulares o triangulares, fibras en forma de zig-zag, fibras entrelazadas, o grupos de fibras, o cualquier otra forma de fibras adecuada para su uso como refuerzo en un hormigón o en una estructura de hormigón.

## ES 2 361 383 T3

En otra realización, no reivindicada, los conjuntos de refuerzo de hormigón pueden comprender estructuras de refuerzo diferentes que las fibras de refuerzo de hormigón, tales como barras/mallas de acero, cables pretensados o postensados. Los marcadores RFID según la invención puede ser utilizados, entonces, para detectar la presencia de dicho refuerzo, significando en el caso más simple una información de “estoy aquí”, ya sea mediante proximidad de posición en el interior del hormigón, o sólo la presencia, o la cantidad o distribución de tal refuerzo en el interior de una estructura de hormigón. Una aplicación como tal puede ser útil, por ejemplo, en los casos en que el hormigón reforzado necesita ser manipulado posteriormente y no se quiere ser estorbado por el refuerzo de acero. La localización de la posición del refuerzo de acero en el interior de la estructura de hormigón es muy útil en todo tipo de aplicaciones. Pueden situarse uno o más marcadores RFID a lo largo de, por ejemplo, una barra de acero para determinar su posición exacta en el interior de una estructura de hormigón.

Los marcadores RFID pueden usarse también en combinación con tiras de refuerzo con forma de rejilla o pinzas de refuerzo para reforzar juntas de mampostería horizontales o verticales, tales como se divulga en el documento EP-B1-0719366 o en el documento EP-B1-1528176.

RFID, o IDentificación por Frecuencia de Radio, es un método de identificación automático, que se basa en el almacenamiento y recuperación de datos de forma remota utilizando dispositivos denominados marcadores, etiquetas o transpondedores RFID.

La Identificación Automática y Captura de Datos (AIDC) se refiere a los métodos de identificación automática de objetos, recolección de datos acerca de los mismo e ingreso de esos datos directamente en el sistema de ordenador, es decir, sin intervención humana. Las tecnologías consideradas de forma típica como parte del AIDC también incluyen códigos de barras. El AIDC es comúnmente denominado también “Identificación Automática”, “Auto ID” y “Captura Automática de Datos”. El RFID se está convirtiendo en un estándar en los sistemas automatizados de recolección, identificación y análisis de datos en todo el mundo.

El RFID se ha convertido en una tecnología aceptada en áreas tales como la logística, etiquetado, seguridad y control de la producción. Las primeras aplicaciones pueden encontrarse en la industria de la construcción, por lo cual esta tecnología se utiliza para reemplazar notas de entrega mediante marcadores RFID que están mezclados en el hormigón.

El término “marcador RFID” se refiere a cualquier etiqueta, transpondedor o cualquier otro tipo de marcador RFID que sea un dispositivo automático que transmita un mensaje (predeterminado) en respuesta a una señal recibida (predefinida) conforme a la tecnología RFID mencionada anteriormente. Los marcadores RFID según la invención pueden transmitir también señales continuas a ser capturadas por cualquier receptor.

El término “marcador RFID” debe entenderse en sentido muy amplio como cualquier otro marcador adecuado que tenga la capacidad de, por lo menos, enviar una señal mediante la cual se pueda detectar la presencia (“estoy aquí”) o posición de dicho marcador. Esto también se denomina información “1/0” o “encendido/apagado”. El término incluye chips inalámbricos, materiales magnéticos o cualquier tipo de dispositivo muy pequeño que pueda ser incorporado en, por ejemplo, una estructura de hormigón y que pueda ser detectada en un rango cómodo de lectura desde el exterior de dicha estructura de hormigón. El término “marcador RFID” también puede significar una combinación de dichos marcadores RFID, por ejemplo, marcadores para permitir identificación y alambre magnético flexible para permitir determinar cantidad y distribución.

De forma típica, una etiqueta RFID será adherida o fijada a una fibra de refuerzo de hormigón u otro sustrato, mientras que este no es necesariamente el caso con un marcador RFID.

Un marcador RFID puede contener cualquier tipo de información que pueda ser leída mediante radiación electromagnética.

Los marcadores RFID pueden aplicarse a, o incorporarse en, un producto con el propósito de identificación utilizando ondas de radio.

Los marcadores RFID pasivos son más baratos que los marcadores activos y no requieren mantenimiento. Debido a la falta de suministro de energía integrado, los marcadores RFID pueden ser bastante pequeños y, como tales, son muy adecuados para los métodos de la invención.

Un chip marcador RFID contiene datos no volátiles que se pueden almacenar. El marcador RFID puede ser leído desde varios metros de distancia dependiendo de la frecuencia y entorno, y más allá de la línea de visión del lector.

Sin embargo, todavía no hay un estándar global sobre las frecuencias utilizadas por la tecnología RFID. Por lo tanto, puede ser necesario para la aplicación de los métodos de la invención, utilizar diferentes tipos de marcadores RFID dependiendo del país en el cual se utilizarán los mismos.

Los marcadores RFID pueden ser indiferentes, atendiendo a todas las peticiones por igual, o seguros, lo cual requiere autenticación y control de la gestión de contraseñas y de las cuestiones de distribución de claves seguras típicas.

## ES 2 361 383 T3

Un marcador puede igualmente estar preparado para ser activado o desactivado en respuesta a comandos de lectura específicos.

5 La información almacenada en un marcador RFID puede estar configurada de diferentes maneras: de sólo lectura, de una sola escritura-varias lecturas y de lectura-escritura. Los marcadores pueden tener también la capacidad de monitorizar, medir y grabar numerosas condiciones ambientales cuando se combinan con un dispositivo sensor.

10 Los datos recuperados pueden ser interpretados en tiempo real, o bien, pueden ser almacenados en un dispositivo de ordenador. Los datos recuperados (por ejemplo, un dato ID) también pueden ser utilizados para vincularse a información adicional a ser consultada mediante Internet o bases de datos especializadas.

15 En una realización, los marcadores RFID llevan información básica que permite la detección del marcador como tal, por ejemplo, enviando una señal de “estoy aquí”. En este caso, podrían utilizarse RFID sin chip, así como, por ejemplo, materiales con propiedades magnéticas especiales, o cualquier otra característica que permita detectar su presencia. En otra realización, los marcadores RFID también llevan otra información, ya sea relacionada o no con las fibras de refuerzo de hormigón.

20 Dependiendo del uso, el conjunto de dichas fibras de refuerzo de hormigón puede comprender uno o más marcadores RFID. Un marcador puede ser suficiente para detectar, por ejemplo, el conjunto como tal o para identificar un cierto tipo de información en el conjunto. Puede necesitarse más de un marcador RFID, por ejemplo, para detectar cantidades o distribuciones de fibras de refuerzo de hormigón.

Los marcadores RFID funcionan de forma típica a frecuencias altas (por ejemplo, 13 a 56 MHz) y ultra altas (por ejemplo, 856 a 960 MHz).

25 Los marcadores RFID del conjunto de fibras de refuerzo de hormigón a ser agregado a un hormigón o a una estructura de hormigón, pueden almacenar cualquier tipo de información relacionada con el hormigón, pero particularmente relacionada con las fibras de refuerzo. Ejemplos de esto incluyen, pero no están limitados a, la identificación del producto, longitud L, diámetro D, relación L/D, origen y tipo.

30 Los marcadores RFID del conjunto de fibras de refuerzo de hormigón también pueden almacenar una información de “suma de verificación” o metadatos acerca del conjunto de marcadores RFID. Mediante eso, puede verificarse si todos los marcadores que deberían estar en el hormigón, pasaron realmente. La información sobre los marcadores puede ser almacenada en un marcador de “suma de verificación” separado, o en la red. Los metadatos proporcionan información sobre posibles marcadores RFID perdidos o dañados.

35 Los marcadores RFID pueden almacenar también cualquier tipo de información no relacionada con las fibras de refuerzo, por ejemplo, relacionada con la estructura de hormigón en su conjunto, o relacionada con cualquier otro aspecto de la construcción tal como la logística, fabricación o cualquier otro tipo de información.

40 Los marcadores RFID pueden llevar además la misma información, o diferente. Un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón puede comprender, por ejemplo, algunos marcadores RFID que llevan la misma información, y uno o más marcadores RFID que llevan información diferente.

Los marcadores RFID pueden almacenar uno o más tipos de información en el mismo marcador.

45 La presente invención permite el uso de los marcadores RFID más simples y más baratos, que llevan sólo información “encendido/apagado”. Es la posición/distribución de dichos marcadores lo que proporciona información acerca del hormigón reforzado, y esto en relación con (la distribución de) las fibras de refuerzo.

50 En una realización, el conjunto de la invención comprende marcadores RFID que tienen la misma relación L/D que las fibras de refuerzo de hormigón. Como tales, la distribución de los marcadores RFID es una buena medida de la distribución de las fibras de refuerzo de hormigón, dado que los marcadores estarán dispersos en el hormigón de una manera similar a las fibras. En otra realización, el conjunto de la invención comprende marcadores RFID que tienen una forma diferente que las fibras.

55 En una realización preferida de la invención, el marcador RFID tiene la misma o similar relación longitud a diámetro (L/D) que las fibras de refuerzo de hormigón o que un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón. Un ratio aceptable de similitud está dentro de un 10 a un 20%. La razón puede explicarse de la siguiente manera. Es conocido en la técnica que la relación L/D de una fibra de refuerzo de hormigón es un parámetro importante que influye en la distribución de las fibras de refuerzo de hormigón en el hormigón. Teniendo un marcador RFID con la misma relación L/D que las fibras de refuerzo de hormigón, los marcadores RFID se dispersarán de la misma manera que las fibras en el hormigón, de forma tal que la determinación de la posición de los marcadores RFID en el hormigón dará información acerca del posicionamiento de las fibras en el hormigón.

65 En una realización de la invención, una cantidad y tipo predefinidos de fibras de refuerzo de hormigón comprende además uno más tipos y cantidad de marcadores RFID. Mediante esto, la cantidad y/o tipo de marcadores RFID puede ser un indicador de la cantidad y/o tipo de fibras de refuerzo de hormigón. En una realización de la invención, la cantidad de uno o más de dichos marcadores RFID está en proporción con la cantidad de dichas fibras.

## ES 2 361 383 T3

Los marcadores RFDI también pueden almacenar cualquier tipo de información relacionada con un conjunto o un paquete de fibras de refuerzo de hormigón y marcadores, por lo cual, de forma típica, un marcador RFID puede identificar el paquete de fibras o una cierta cantidad de marcadores RFID puede identificar una cierta cantidad o tipo de fibras de refuerzo de hormigón.

5

Los marcadores RFID del conjunto pueden estar fijados o acoplados a una o más fibras de refuerzo de hormigón, o pueden estar agregadas separadamente de las fibras en el conjunto. Los marcadores RFID también pueden estar agrupados entre sí en un paquete y agregados como tal en el conjunto.

10

Sería posible que el conjunto de fibras de refuerzo de hormigón sólo se volviera un conjunto como tal cuando ya está listo en la mezcla de hormigón. Primero, podrían ser agregadas las fibras de refuerzo de hormigón y durante o después de esto, los marcadores RFID apropiados, siempre y cuando se haya establecido el conjunto "lógico" de fibras de refuerzo de hormigón y marcadores RFID.

15

Los marcadores RFID, especialmente las etiquetas RFID, también podrían estar impresas sobre las fibras directamente, o podrían estar impresas sobre el conjunto como tal.

20

El conjunto de fibras de refuerzo de hormigón puede comprender fibras de refuerzo de hormigón idénticas, o puede comprender diferentes tipos de fibras de refuerzo de hormigón. El conjunto puede comprender marcadores RFID idénticos, o puede comprender diferentes tipos de marcadores RFID. En un ejemplo, podrían agregarse diferentes marcadores RFID para identificar los diferentes tipos de fibras de refuerzo de hormigón en el conjunto.

25

Los marcadores RFID también pueden estar distribuidos en las fibras de refuerzo de hormigón por peso, por ejemplo, uno, o dos, o tres, o más marcadores RFID por kilogramo de fibras.

De aquí en más, se dan otros ejemplos de fibras de refuerzo de hormigón y marcadores RFID.

30

En un ejemplo, cada fibra de refuerzo de hormigón o tipo de fibra de refuerzo de hormigón comprende un marcador RFID que identifica a la fibra.

35

En otro ejemplo, cada subconjunto de un paquete de fibras de refuerzo de hormigón comprende uno o más marcadores RFID que identifican al subconjunto del paquete. Un subconjunto de paquete podría ser un grupo de fibras de refuerzo de hormigón adheridas entre sí, como en la patente US 4.284.667 del solicitante. Un marcador RFID podría también estar adherido en el subconjunto del paquete o impreso sobre el mismo.

En otro ejemplo, un subconjunto de paquete podría ser un saco individual en un empaquetamiento en cadena de fibras de refuerzo de hormigón, como en la solicitud de patente US 6.945.686 A1 del solicitante.

40

En todavía otro ejemplo, uno o más marcadores RFID pueden estar empaquetados junto con las fibras de refuerzo de hormigón en un mismo saco, o pueden estar empaquetados en un saco diferente del empaquetamiento en cadena, a intervalos regulares en la cadena. Los marcadores RFID podrían identificar entonces las fibras de refuerzo de hormigón en los paquetes precedentes o siguientes entre los intervalos.

45

En el caso de material desechable de empaquetado de las fibras de refuerzo de hormigón, los marcadores RFID podrían también estar adjuntos o impresos en el material de empaquetado desechable.

Es obvio para las personas expertas que hay múltiples ejemplos de cómo relacionar uno o más marcadores RFID a una o más fibras de refuerzo de hormigón y, como tal, formar un conjunto.

50

Los marcadores RFID de la invención pueden tener diferentes formas.

55

El transpondedor RFID de la invención puede estar empaquetado de muchas formas diferentes en un marcador RFID. En un ejemplo, éste puede estar montado en un sustrato para crear una etiqueta. En otro ejemplo, éste puede estar emparedado entre una capa adhesiva y una etiqueta de papel para crear una etiqueta RFID que se puede imprimir, o etiqueta inteligente. Los transpondedores RFID también pueden estar incrustados en una tarjeta de plástico o empaquetamiento especial para resistir el calor, frío o condiciones severas.

60

Para el propósito del método de la invención, el marcador RFID debería estar adaptado para sobrevivir en un entorno de hormigón. Los marcadores RFID según la invención preferentemente son resistentes a los entornos alcalinos y a los impactos mecánicos altos durante el mezclado, bombeado y colocación.

65

El conjunto de fibras de refuerzo de hormigón puede estar empaquetado en una bolsa, una caja, un empaquetamiento en cadena, un rollo, un pegamento, o cualquier otro medio para sostener las fibras de refuerzo de hormigón y los marcadores RFID juntos.

De forma típica, el conjunto puede estar empaquetado en bolsas grandes o en cajas grandes de 1100 kg de fibras de acero para refuerzo de hormigón.

## ES 2 361 383 T3

Otros empaquetamientos consideran bolsas solubles en agua o no solubles en agua de mediano tamaño, de 20 kg.

Pueden utilizarse bolsas pequeñas de 100 g hasta 2 kg. Estas bolsas pequeñas pueden estar aisladas o pueden formar un empaquetamiento en cadena.

5 Los marcadores y lectores RFID están disponibles en diferentes frecuencias. Los marcadores RFID de la invención pueden utilizar frecuencias baja, alta, ultra alta y de microonda, u otras frecuencias, dependiendo de las circunstancias y aplicación.

10 El conjunto de fibras de refuerzo de hormigón puede comprender marcadores RFID que tienen la misma o diferente frecuencia.

15 Las distancias de lectura factibles para los métodos de la invención varían entre aproximadamente unos pocos centímetros hasta unos pocos metros dependiendo de la frecuencia de radio elegida y del diseño o tamaño de la antena.

En un ejemplo, la concentración de fibras de refuerzo de hormigón de acero en el hormigón está en el rango de 10 kg/m<sup>3</sup> o más.

20 El término "hormigón o estructura de hormigón" se refiere a cualquier estado del hormigón, comprendiendo, pero no limitado a, por ejemplo, composición seca o parte de su composición, húmedo, premezclado, pre-echado, echado, fraguado, roto, dañado, explotado, roto por terremoto, o cualquier pieza de hormigón en cualquier estado o condición. Este puede encontrarse, por ejemplo, en un sitio de construcción, en una fábrica, en un centro de distribución o fabricación, en un camión hormigonera, en un edificio, calle o puente de hormigón.

25 Un objetivo primario de la invención es proporcionar un método para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón para un hormigón, comprendiendo dicho método las etapas de: a) suministro de un conjunto como el explicado anteriormente, en el cual la cantidad de marcadores RFID está en proporción a la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo de lectura para leer dichos marcadores RFID; c) cálculo de la cantidad de marcadores RFID; y d) suministro hacia atrás de dicha cantidad para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón.

30 Otro objetivo de la invención es proporcionar un método para determinar la calidad o contenido de fibras de refuerzo de hormigón para un hormigón, comprendiendo dicho método las etapas de: a) suministro de un conjunto como el explicado anteriormente, en el cual los marcadores RFID llevan información acerca de las fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo de lectura para leer la información en dichos marcadores RFID; c) interpretación de la información de los marcadores RFID en contenido y/o calidad.

35 El método de la invención describe una manera automatizada para dosificar la cantidad (cantidad) y contenido (calidad) exactos de fibras necesarias para la fabricación de un hormigón reforzado con fibra.

40 En un ejemplo, el método de la invención puede trabajar como sigue. Cuando el conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y marcadores RFID pasan, por ejemplo, por la tolva de una hormigonera, la información en los marcadores RFID es leída por un dispositivo de lectura, y/o los marcadores RFID que pasan por el dispositivo pueden ser contados. Este podría ser un dispositivo que está instalado en la tolva del camión hormigonera. Un dispositivo de ordenador puede interpretar cuándo han pasado por la tolva la cantidad exacta y tipo de fibras de refuerzo de hormigón, mediante la interpretación de la información leída desde los marcadores RFID, por lo cual la tolva de la hormigonera es entonces levantada para detener el suministro de fibras de refuerzo de hormigón que se están agregando a la hormigonera. El dispositivo de lectura puede leer también algunos paquetes de fibras de refuerzo de hormigón que comprenden marcadores RFID antes de mezclar éstas con el hormigón, determinando mediante esto la cantidad exacta de paquetes a ser añadidos a la mezcla. La lectura puede estar integrada en el proceso de mezclado, o bien, puede hacerse de forma separada antes de la acción de mezclado, dependiendo de la inteligencia y complejidad del dispositivo de lectura.

45 Otros ejemplos según la invención pueden incluir, pero no están limitados a, dispositivos de lectura en cintas transportadoras, mangueras, tuberías, bombas.

50 El conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y de marcadores RFID también puede requerir suministros separados de fibras de refuerzo de hormigón y de marcadores RFID, estén o no relacionados uno con el otro.

55 En un ejemplo, puede determinarse la cantidad total de fibras de refuerzo de hormigón que se ha dosificado en un volumen preferentemente conocido de hormigón mediante la lectura e interpretación del número de marcadores RFID contados y el número de marcadores RFID por kg de fibras de refuerzo de hormigón. En otro ejemplo, la medición de la diferencia de tiempo entre cada cuenta de marcador RFID permitirá obtener información acerca de la distribución disponible de fibras de refuerzo de hormigón. Esto puede utilizarse, por ejemplo, cuando se descarga la hormigonera (por ejemplo, una hormigonera central o un camión hormigonera) hacia un dispositivo de transporte o cuando el hormigón es vertido desde el dispositivo de transporte o directamente desde una hormigonera o un camión hormigonera. En caso de velocidad de descarga no constante, puede ajustarse la diferencia de tiempo medida entre dos marcadores conociendo el caudal volumétrico real. Por ejemplo, el caudal volumétrico puede medirse directamente o deducirse del número de giros del tambor de la hormigonera por unidad de tiempo.

## ES 2 361 383 T3

El dispositivo de ordenador puede trabajar ya sea de forma separada o integrado en el dispositivo de lectura. El dispositivo de ordenador puede tener sólo una función de lectura, por ejemplo, lee la cantidad de fibras que han pasado; o puede tener una funcionalidad de procesamiento de datos más inteligente en el que, por ejemplo, puede visualizar, calcular y correlacionar la cantidad y distribución de fibras necesarias para una cantidad dada de hormigón. Además, el dispositivo de ordenador puede leer también y/o interpretar información que llevan los marcadores RFID. El dispositivo de ordenador puede estar ubicado en el sitio de edificación o fabricación, o puede estar fuera de obra y conectado mediante Internet o cualquier otra red. El dispositivo de ordenador también puede recibir o transmitir información desde/hacia sensores o actuadores que no son una parte integral del dispositivo de ordenador. Sensores como tales podrían necesitarse, por ejemplo, para detectar la velocidad de rotación del tambor cuando el camión es descargado, de forma tal que pueda determinarse el caudal volumétrico.

El dispositivo de ordenador también puede subir la información que llevan los marcadores RFID a Internet o a bases de datos, de forma tal que los datos puedan utilizarse para crear valor añadido o para extraer información adicional no almacenada en los marcadores. El cliente, por ejemplo, puede consultar el tipo de fibras de refuerzo de hormigón y recomendaciones constructivas, mientras que el fabricante de las fibras de refuerzo de hormigón puede, por ejemplo, verificar el contenido y origen de cierto hormigón reforzado con fibra que comprende marcadores RFID.

Cuando está mezclado con el hormigón o mortero, la mezcla de fibras de refuerzo de hormigón y el hormigón o mortero comprende dichos marcadores RFID de una manera dispersa, de la misma manera o de manera similar en que las fibras de refuerzo de hormigón están dispersas o distribuidas en el hormigón o mortero.

Una ventaja inherente al método de la invención es que, una vez mezcladas y sumergidas en el hormigón o mortero (la presencia de) las fibras de refuerzo de hormigón pueden ser aún identificadas. Ejemplos incluyen, aunque no están limitados a, el tipo de fibras de refuerzo de hormigón, el origen y la distribución de las fibras de refuerzo de hormigón en el interior del hormigón.

El grado de identificación depende de la información llevada por los marcadores RFID. En un ejemplo, podría suministrarse la trazabilidad completa de las fibras de refuerzo de hormigón mediante el almacenamiento de, por ejemplo, información sobre la fecha de producción, la línea de producción y cualquier otra información necesaria para trazar completamente una fibra de refuerzo de hormigón en el proceso de fabricación o de logística.

La tecnología RFID permite leer un marcador RFID a través del empaquetamiento o del producto mismo. El marcador RFID puede ser leído independientemente de la orientación del marcador RFID. Estas dos son ventajas importantes sobre el etiquetado con códigos de barras.

Una vez que las fibras de refuerzo de hormigón y los marcadores RFID están en el interior del hormigón, los marcadores RFID pueden servir para otros propósitos como se explica en este documento, en métodos adicionales de la invención.

Como consecuencia, es un objetivo adicional de la invención proporcionar un método para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón en un hormigón o estructura de hormigón, comprendiendo dicho método las etapas de: a) suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual la cantidad de dichos marcadores RFID es indicativa de, o está en proporción a la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo de lectura para leer los marcadores RFID en dicho hormigón o estructura de hormigón; c) cálculo de la cantidad de marcadores RFID, y d) suministro hacia atrás de dicha cantidad para determinar la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un método complementario para identificar las fibras de refuerzo de hormigón en un hormigón o en una estructura de hormigón, comprendiendo dicho método las etapas de: a) suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual dichos marcadores RFID llevan información sobre dichas fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo de lectura para leer la información sobre uno o más de dichos marcadores RFID en dicho hormigón o estructura de hormigón; y c) identificación de dichas fibras de refuerzo de hormigón sobre la base de dicha información.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un método para determinar la distribución de fibras de refuerzo de hormigón en un hormigón o estructura de hormigón, comprendiendo dicho método las etapas de: a) suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual la cantidad de dichos marcadores RFID es indicativa de, o está en proporción a la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo de lectura para leer los marcadores RFID en dicho hormigón o estructura de hormigón; c) determinación de la distribución de los marcadores RFID, y d) suministro hacia atrás de dicha distribución para determinar la distribución de las fibras de refuerzo de hormigón.

Una variante no divulgada del método según la invención para determinar la distribución de fibras de refuerzo de hormigón en un hormigón o en una estructura de hormigón, es un método que comprende las etapas de: a) suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual dichos marcadores RFID lleva información sobre dichas fibras de refuerzo de hormigón; b) suministro de un dispositivo de lectura para leer la información en uno o más de dichos marcadores

## ES 2 361 383 T3

RFID en dicho hormigón o estructura de hormigón; c) determinación de la distribución de los marcadores RFID, y d) determinación de la distribución de las fibras de refuerzo de hormigón con base en la información y distribución de los marcadores RFID.

5 Los dos métodos previos pueden comprender además un dispositivo de ordenador para visualizar la ubicación de cada marcador RFID en el interior de dicha estructura de hormigón.

10 Todavía otro objetivo de la invención es proporcionar un método complementario para la determinación del origen de las fibras de refuerzo de hormigón en el interior de un hormigón o estructura de hormigón, comprendiendo dicho método las etapas de: a) suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual por lo menos uno de dichos marcadores RFID lleva información sobre el origen de dichas fibras de refuerzo de hormigón; y b) suministro de un dispositivo de lectura para leer dicha información de origen.

15 Todavía otro objetivo de la invención es proporcionar un método complementario para la determinación del tipo de fibras de refuerzo de hormigón en el interior de un hormigón o estructura de hormigón, comprendiendo dicho método las siguientes etapas: a) suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón y uno o más marcadores RFID, en el cual por lo menos uno de dichos marcadores RFID lleva información sobre el tipo de dichas fibras de refuerzo de hormigón; y b) suministro de un dispositivo de lectura para leer dicha información del tipo.

20 Los métodos según la invención, como se describieron anteriormente, permiten un control de calidad avanzado y ensayos no destructivos de las fibras de refuerzo de hormigón para hormigón y de hormigón reforzado con fibras. En un ejemplo, los marcadores RFID podrían estar impresos sobre, o acoplados a cada fibra de refuerzo de hormigón, permitiendo una determinación exacta de la distribución o contenido de las fibras de refuerzo de hormigón en el interior del hormigón. La visualización en ordenador puede representar el lugar exacto de cada marcador RFID/fibra en el interior del hormigón.

### Descripción de los dibujos

30 A modo de ejemplo se describen algunas realizaciones de la invención mediante las figuras y dibujos anexos.

35 La Figura 1 muestra un marcador RFID 10 con la misma relación L/D, o similar, que una fibra de refuerzo de hormigón 12. El marcador RFID y la fibra de refuerzo de hormigón tienen una forma muy similar para permitir una similar distribución o dispersión de los marcadores RFID y de las fibras. De este modo, la distribución de los marcadores RFID es una medida objetiva de la distribución de las fibras de refuerzo de hormigón.

40 La Figura 2a muestra otra forma de marcador RFID 14 con la misma relación L/D que las fibras 16 de refuerzo de hormigón adheridas mostradas en la Figura 2b.

La Figura 3 muestra una hormigonera 18 que tiene un dispositivo de lectura 20 para leer los conjuntos de marcadores RFID 10 y de fibras de refuerzo de hormigón 12 que pasan.

45 La Figura 4 muestra una estructura de hormigón 22 que comprende fibras de refuerzo de hormigón 12 y marcadores RFID 10. Un dispositivo de lectura 20 lee la información del marcador RFID y un dispositivo de ordenador 24 interpreta los datos.

50 La Figura 5 muestra un empaquetamiento en cadena tal como el que vende el solicitante, en el cual cada subconjunto de paquete 26 comprende las fibras de refuerzo de hormigón 12 y un marcador RFID 10.

55 La Figura 6 muestra la descarga de hormigón desde un camión 28. Un dispositivo de lectura 20 detecta el contenido en el interior del hormigón, es decir, los conjuntos de marcadores RFID 10 y de fibras de refuerzo de hormigón 12 en el interior del hormigón que pasan. El dispositivo de lectura, adecuado para leer marcadores RFID, puede determinar también la cantidad y distribución de las fibras de refuerzo de hormigón en el interior del hormigón.

60

65

# ES 2 361 383 T3

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón para hormigón, o en un hormigón o en una estructura de hormigón, comprendiendo dicho método las etapas de:
- 10 a. suministro de un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón (12) y uno o más marcadores RFID (10), en el cual la cantidad de marcadores RFID (10) es indicativa de la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón (12);
  - 15 b. suministro de un dispositivo de lectura (20) para leer dichos marcadores RFID (10);
  - c. cálculo de la cantidad de dichos marcadores RFID (10);
  - d. suministro hacia atrás de dicha cantidad para determinar la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón (20).
- 20 2. Un método según la reivindicación 1 para determinar la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón en un hormigón o en una estructura de hormigón, en el cual las etapas a y b comprenden además:
- 25 a. suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón (12) y uno o más marcadores RFID (10), en el cual la cantidad de marcadores RFID (10) es indicativa de la cantidad de fibras de refuerzo de hormigón (12);
  - 30 b. suministro de un dispositivo de lectura (20) para leer los marcadores RFID (10) en dicho hormigón o estructura de hormigón.
- 30 3. Un método para determinar la distribución de fibras de refuerzo de hormigón en un hormigón o en una estructura de hormigón, comprendiendo dicho método las etapas de:
- 35 a. suministro de un hormigón o una estructura de hormigón que comprende un conjunto de fibras de refuerzo de hormigón (12) y uno o más marcadores RFID (10), en el cual la cantidad de dichos marcadores RFID (10) está en proporción a la cantidad de dichas fibras de refuerzo de hormigón (12);
  - 40 b. suministro de un dispositivo de lectura (20) para leer dichos marcadores RFID (10) en dicho hormigón o estructura de hormigón;
  - 45 c. determinación de la distribución de los marcadores RFID (10);
  - d. suministro hacia atrás de dicha distribución para determinar la distribución de dichas fibras de refuerzo de hormigón (20).
- 45 4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual dichos marcadores RFID (10) comprenden información acerca de dichas fibras de refuerzo de hormigón (12).
- 50 5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual dichos marcadores RFID (10) tienen una relación L/D similar a dichas fibras de refuerzo de hormigón (12).
6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual dichas fibras de refuerzo de hormigón (12) están hechas de acero, no acero, o una combinación de ambos.
- 55 7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual hay más de un marcador RFID (10) y en el cual cada uno de dichos marcadores RFID (10) comprenden la misma o diferente información.
- 60 8. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual dicha información sobre dichas fibras de refuerzo de hormigón (12) es por lo menos una de las siguientes: origen, identificación del producto, diámetro D, longitud L, relación L/D, tipo, ...
9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual dichos marcadores RFID (10) tienen la misma o diferentes frecuencias.
- 65 10. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual dicho conjunto está embalado en una bolsa, una caja, un empaquetamiento en cadena, un rollo, un adhesivo, o cualquier otro medio para sostener dichas fibras de refuerzo de hormigón (12) y dichos marcadores RFID (10) juntos.



Fig. 1

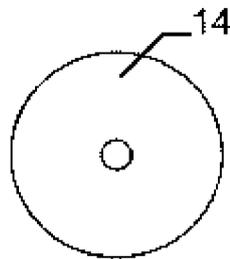


Fig. 2a

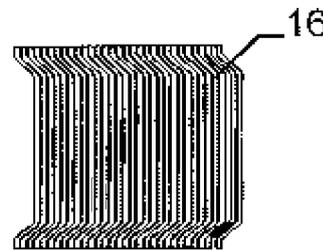


Fig. 2b

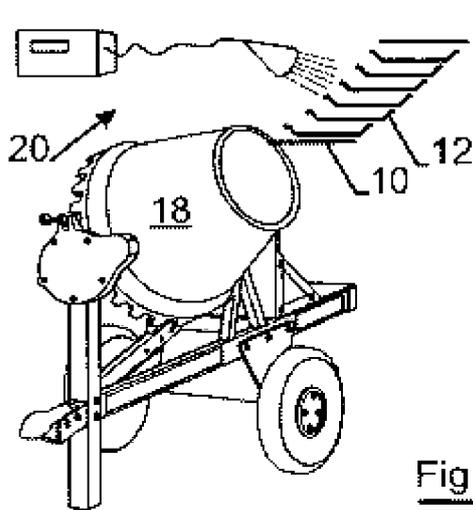


Fig. 3

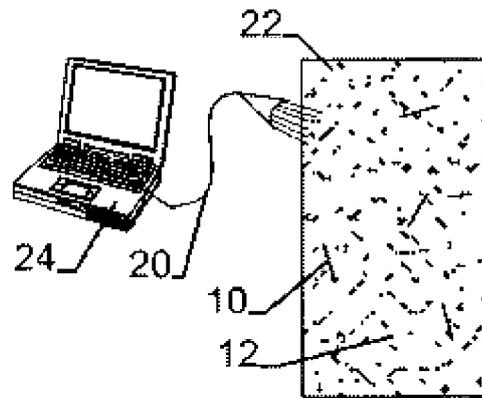


Fig. 4

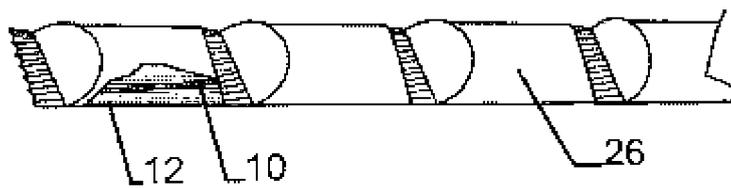


Fig. 5

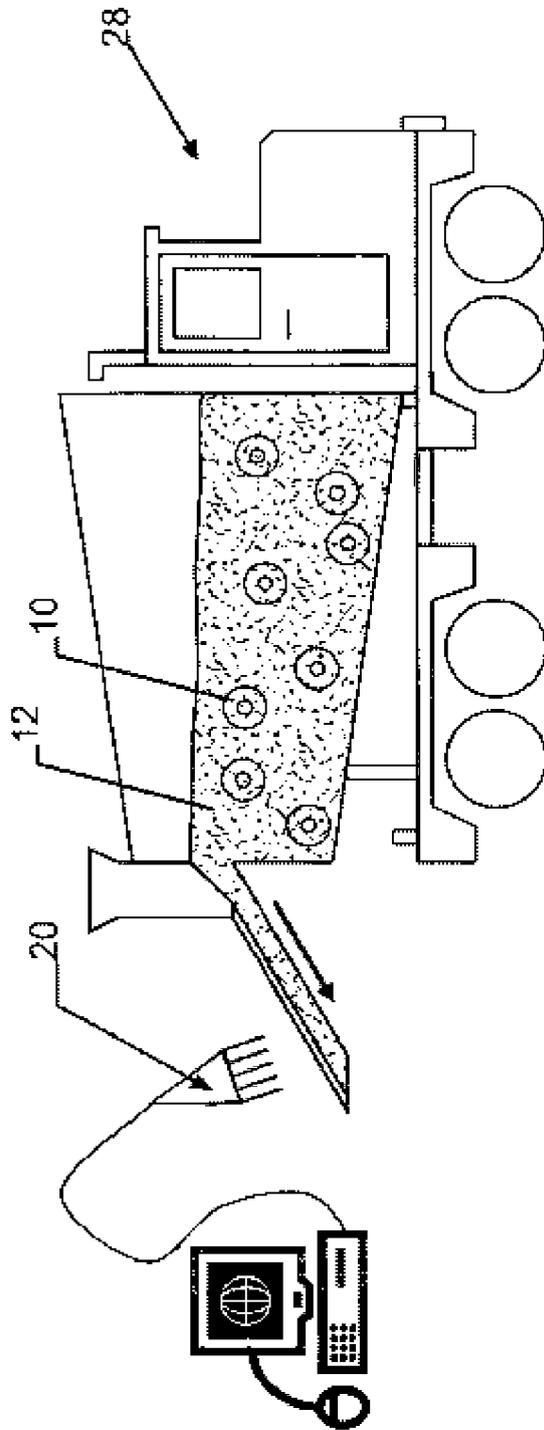


Fig. 6