

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 960**

21 Número de solicitud: 201530771

51 Int. Cl.:

G01N 33/24 (2006.01)

G01N 27/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

02.06.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.12.2016

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

10.02.2017

Fecha de concesión:

13.11.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

20.11.2017

73 Titular/es:

MACRAUT INGENIEROS, S.L. (100.0%)

C/ Paz Pardo, 37

36214 VIGO (Pontevedra) ES

72 Inventor/es:

CORREA DUARTE, Miguel;

FARIÑA RODRÍGUEZ, José;

MARCOS ACEVEDO, Jorge ;

FARIÑA ÁLVAREZ, Pedro;

FRANCO MARTÍNEZ, Miguel y

AMENEIRO PRIETO, Oscar

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

54 Título: **INDICADOR DEL ESTADO HÍDRICO DE TERRENO Y MÉTODO DE MEDIDA DEL ESTADO HÍDRICO DEL TERRENO**

57 Resumen:

Indicador del estado hídrico del terreno y método de medida del estado hídrico del terreno.

Indicador de estado hídrico de terreno que tiene: un sensor (4) sensible a una interacción con moléculas de agua; cableado (2) para alimentar el sensor (4) y para tomar una medida proporcionada por el sensor (4); una unión de contacto (3) entre el cableado (2) y el sensor (4). Método de medida del estado hídrico de terreno mediante el indicador de que conlleva: introducir el indicador en el terreno; enfrentando una parte inferior (A) del indicador al terreno; de tal manera que una apertura de la cavidad (5) se encuentre dentro del terreno.

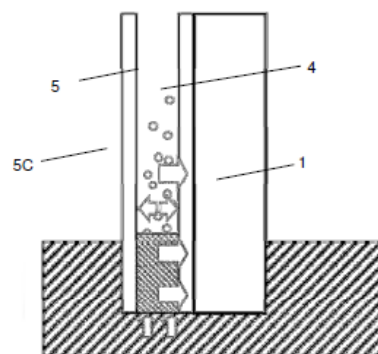


FIG. 2

ES 2 592 960 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

DESCRIPCIÓN

**INDICADOR DEL ESTADO HÍDRICO DE TERRENO Y MÉTODO DE MEDIDA DEL
ESTADO HÍDRICO DEL TERRENO**

Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a un indicador del estado hídrico del terreno y a un método de medida del estado hídrico del terreno.

Estado de la técnica

- 10 La invención tiene por objetivo la evaluación del estado hídrico de un terreno. El terreno puede ser de explotación agrícola. La invención permite determinar puntos de riego sin que sea necesario un conocimiento exhaustivo del estado y composición del terreno.

Descripción de la invención

- 15 El indicador de la invención se basa en un método indirecto de medida de humedad que según el fundamento físico de la medida se puede encasillar a caballo entre los tensiómetros y los de bloque de resistencia eléctrica. De esta forma se puede ampliar la limitación del rango de medida que por separado tienen ambos métodos. Se trata de un tensiómetro porque dispone de un capilar que permite disponer de una estimación del potencial mátrico del suelo. Se puede considerar como un bloque de resistencias ya que se
20 dispone de un material que modifica su conductividad eléctrica en función de la presencia de agua. La utilización de los dos fenómenos permite utilizar el indicador en rangos de humedad alta en los que no son adecuados los de bloque de resistencia y en rangos de humedad muy baja en los que no funcionan los tensiómetros. Respecto a estos últimos se reduce la necesidad de mantenimiento.

- 25 El indicador presenta sensibilidad ante variaciones de humedad del terreno e indica cuando el agua almacenada en la tierra alcanza una presión hidrostática determinada.

- El indicador basa su funcionamiento en la observación de dos principios relacionados
30 indirecta y directamente con la capacidad hídrica del suelo:

- a) La humedad relativa de una masa de aire en contacto con el terreno.
- b) La presión de succión del suelo.

a) La humedad relativa de una masa de aire en contacto con el terreno: El indicador comprende una cavidad en la que una parte de su pared se encuentra cubierta por una película de nanotubos de carbono oxidados. El sensor ve modificada su conductividad eléctrica en función de la humedad que existe en el aire contenido dentro de dicha cavidad. Dicha humedad está relacionada con el contenido de agua en el terreno. La distribución y forma de la superficie de nanotubos depende del rango de medida del sensor y la sensibilidad necesaria.

b) La presión de succión del suelo: La cavidad del sistema funciona como un capilar. En función de su tamaño y morfología, la cavidad ejerce una determinada succión sobre el agua retenida en el terreno, indicando cuando el agua entre en la cavidad, una presión específica. La observación de este proceso también se realiza por cambios en la conductividad eléctrica de los nanotubos, pero esta vez marcada por una respuesta brusca.

Colocado el indicador correctamente en el terreno a medir, el aire contenido en la cavidad empieza a variar su humedad en función de la humedad del terreno. Este fenómeno de equilibrio de humedades en las proximidades del sensor genera la respuesta que se mide. El sensor, que puede comprender nanotubos de carbono, es altamente sensible a la interacción con moléculas de H_2O , modificando su conductividad eléctrica de forma notable. Esta variación en la conductividad, en función de la cantidad de moléculas de H_2O presentes, es lo que permite al indicador cuantificar indirectamente el estado hídrico del terreno.

El segundo principio de medida es debido a la succión capilar que ejerce la cavidad del indicador sobre el terreno. Esta presión ejercida, que es función del tamaño de la apertura, provoca una fuerza contraria a la que realiza el suelo para mantener el agua líquida en su seno (potencial mátrico). En el momento que la presión de succión es mayor que la del terreno, el agua es succionada dentro de la cavidad. Esta masa de agua líquida provoca un aumento masivo de moléculas de H_2O en contacto con el sensor, que puede comprender nanotubos, lo que supone un cambio de conductividad eléctrica brusco. Con esta funcionalidad, el sensor es capaz de medir directamente en forma de todo-nada una presión hidrostática determinada.

La medida de conductividad eléctrica del sensor puede ser realizada a cuatro hilos; dos de excitación y dos de medida. La excitación se realiza con una fuente de corriente alterna configurada para una adecuada frecuencia y amplitud de consigna y se mide la caída de
5 tensión eléctrica que provoca dicha excitación en la película de nanotubos. Teniendo en cuenta el comportamiento resistivo de la película de nanotubos, el valor de la conductividad se obtiene de la relación entre la intensidad eléctrica de excitación y la tensión eléctrica medida.

10 La invención se refiere a un indicador como el definido en la reivindicación 1. La invención también se refiere a un método como el definido en la reivindicación 17. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones preferidas de la invención.

Descripción de las figuras

15 La figura 1 es un esquema del indicador en el terreno.

La figura 2 es un esquema del indicador en el terreno mostrando el efecto de capilaridad.

La figura 3 es una vista frontal del indicador.

La figura 4 es una vista lateral del indicador.

La figura 5 es una vista inferior del indicador.

20 La figura 6 es una gráfica que muestra la respuesta del indicador ante diferentes cantidades de agua añadidas a 200cm^3 de tierra.

La figura 7 es una gráfica que muestra la variación temporal de la resistencia del indicador ante una deposición rápida de agua.

25 Se indican a continuación las referencias numéricas de los elementos de la invención:

Soporte (1)

Cableado (2)

Unión de contacto (3)

Sensor (4)

30 Nanotubos (41)

Cavidad (5)

Cubierta (5C)

Apertura (A)

Descripción detallada de la invención

Conforme se ha descrito, una realización básica de la invención se refiere a un indicador de estado hídrico de terreno que comprende:

- 5 1a) un sensor (4) sensible a una interacción con moléculas de agua;
- 1b) cableado (2) configurado para alimentar el sensor (4) y para tomar una medida proporcionada por el sensor (4);
- 1c) una unión de contacto (3) entre el cableado (2) y el sensor (4).

10 Conforme a otras características de la invención:

- 2a) El sensor (4) puede estar configurado para presentar una conductividad dependiente de una humedad.
- 3) La conductividad dependiente de la humedad puede ser la conductividad eléctrica.
- 4a) El sensor (4) puede tener un espesor de película seleccionado en función de una
 - 15 sensibilidad requerida.
- 5a) El sensor (4) puede comprender una película de nanotubos (41).
- 6a) Los nanotubos (41) pueden estar distribuidos en una superficie y con una disposición seleccionada en función de un rango de medida y sensibilidad requeridos. La disposición de los nanotubos (41) y el área ocupada es seleccionada para cancelar
 - 20 efectos que pueden afectar a la medida, hacer más fácil la realización de las medidas, aumentar la sensibilidad y añadir otras funcionalidades.
- 7a) El sensor (4) puede ser de carbono.
- 8a) El sensor (4) puede comprender una película de nanotubos (41) de carbono de capa múltiple. Esta película creada por nanotubos de carbono de capa múltiple (en inglés
 - 25 *Multi Walled Carbon Nano Tubes* MWCNT) es muy sensible a la interacción con las moléculas de agua.
- 9a) La película de nanotubos (41) de Carbono puede estar seleccionada entre:
 - 9a1) nanotubos de carbono de capa múltiple funcionalizados con hidrocloreuro de polialilamina (MWCNTs@PAH);
 - 30 9a2) nanotubos de carbono de capa múltiple (MWCNT) oxidados.
 - 9a3) nanotubos de carbono de capa simple (SWCNT);
 y combinaciones de los mismos. Es decir, que pueden usarse varios tipos de película de nanotubos (41) de carbono para conseguir distintas sensibilidades del sensor. Un tipo

de película es la realizada con nanotubos de carbono de capa múltiple funcionalizados con hidrocloreto de polialilamina (en inglés 'poly-allylamine hydrochloride', PAH, por lo que se denominan con el acrónimo MWCNTs@PAH). Otro tipo son los nanotubos de carbono de capa múltiple (en inglés *Multi Walled Carbon NanoTubes* MWCNTs) oxidados. También se pueden usar nanotubos de carbono de capa simple (SWCNTs). El espesor de la película influye en la sensibilidad. La disposición de la película, es decir, el trazado que dibuja la película, tiene forma de U y sus dimensiones determinan la sensibilidad del indicador y el punto de saturación. Se denomina punto de saturación del sensor a la situación en la que la base de la U está totalmente cubierta por agua. En la figura Ilustración 2: Partes del sensor, se muestra un ejemplo.

- 10a) El indicador puede comprender una cubierta (5C) configurada para definir una cavidad (5) entre el sensor (4) y la cubierta (5C).
- 11a) El indicador puede comprender un soporte (1) estructural configurado para permitir una fijación del sensor (4) y de la cubierta (5C) y proporcionar robustez al indicador. Sobre el soporte (1) pueden ser depositados nanotubos (41) de carbono, quedando así fijados y adheridos los nanotubos (41) de carbono al soporte (1).
- 12a) El soporte (1) puede ser de un material seleccionado entre vidrio y un material poroso. El vidrio mejora la repetitividad del sensor (4) y le otorga una mayor robustez mecánica, eliminando el efecto del comportamiento del soporte ante la presencia de agua. Los materiales porosos permiten una mejora en la sensibilidad. Las dimensiones del soporte (1) pueden ser 27mm x 25mm y 1mm.
- 13a) El cableado (2) puede comprender una pluralidad de cables configurados para llevar señales de excitación y de medida al sensor (4) para realizar una medida a cuatro hilos. La medida a cuatro hilos permite minimizar la influencia de la resistencia de los cables y de los puntos de conexión en la resistencia total medida. Los cables pueden ser cables wire-wrap de sección 0.8mm². Este material permite una maleabilidad suficiente que no transmite altas solicitaciones mecánicas a la unión.
- 14a) La unión de contacto (3) puede comprender resinas. La unión de contacto (3) se refiere al método contacto eléctrico entre el cableado (2) eléctrico y los nanotubos (41) del sensor (4). Se puede usar una combinación de resinas Epoxy (PB083874, PB083870) para unir el cableado (2) a la superficie del sensor (4). También se pueden utilizar otras resinas que mejoren el contacto, como la de carbono. La localización de las uniones de contacto (3) depende de la distribución de la película de nanotubos (41)

de carbono.

15a) La cubierta (5C) puede tener un apertura (A) configurada para que la cavidad (5) defina una cámara sobre el sensor (4). La cubierta (5C) es la encargada de crear un volumen sobre el sensor (4). Este volumen, que puede tener forma de prisma rectangular, tiene una apertura en la parte baja (A). Esta morfología crea una pequeña cámara de aire sobre el sensor (4), que teniendo dicha apertura, permite a los nanotubos (41) interactuar con las moléculas de agua procedentes del terreno y así medir cambios de humedad. La cavidad (5) también permite otra interacción con el terreno, pues debido a su morfología en forma de poro, hace posible la creación de una presión capilar, en función de las dimensiones de la cavidad (5), que provoca modificaciones sobre el agua retenida en el terreno. Otra función que realiza la cubierta (5C) es la de proteger la película de posibles ralladuras al ser introducida en el terreno, y también minimizar los errores de medida debidos a la conducción eléctrica a través del medio que lo rodea. El material usado puede ser cristal. Otros materiales como películas porosas también podrían ser utilizados siempre que cumplan con las funciones de protección mecánica y aislamiento eléctrico del sensor (4) respecto al terreno.

La colocación de la cubierta (5C) de muy pequeño espesor encima del sensor (4), pero sin llegar a tocarlo, crea la pequeña cavidad (5) tal y como se observa en las figuras 1 y 2. La incorporación de esta pequeña cavidad (5) responde principalmente a dos razones que derivan en dos mejoras:

- Minimizar el camino de conducción eléctrica en paralelo que se produce a través de la tierra húmeda y el nanotubo de carbono. Con este sistema de medida se busca evitar casi por completo este efecto, restringiéndose a una pequeña zona del extremo del capilar o bien en el momento que entre agua en la cavidad.
- Medir una determinada presión hidrostática, como funcionalidad adicional. Se debe a un fenómeno producido por la presión capilar. Cuando la presión de absorción de un capilar es mayor que la presión con la que el líquido es retenido, el propio capilar adsorbe parte de dicho líquido. En este caso, el capilar viene dado por esta cavidad (5) que, en función de la distancia entre paredes, es susceptible de ejercer cierta presión capilar, lo que llegará a forzar una inundación de los nanotubos, saturándolos. El momento de saturación corresponde con el instante en el que el agua retenida adquiere dicha presión.

La disposición de los nanotubos (41) está relacionada con la posición de los terminales de alimentación y medida en las uniones de contacto (3), que se colocan en la parte superior del indicador; con esta adaptación, la superficie de la película de nanotubos (41) adquiere una mayor sensibilidad. Esta mayor sensibilidad representa una ventaja respecto a los sensores de humedad en tierra comerciales. Las vistas de un ejemplo de morfología siguiendo las nuevas características se muestran en las Figuras 3-5.

Con estas características, el indicador de la invención presenta una sensibilidad a cambios en la humedad del suelo a humedades bajas-intermedias y puede determinar un punto claro de presión hidrostática del terreno.

La invención también se refiere a un método de medida del estado hídrico de terreno mediante el indicador de descrito anteriormente. El método comprende:

16a) introducir el indicador en el terreno;

16b) enfrentando una parte inferior (A) del indicador al terreno;

16c) de tal manera que una apertura de la cavidad (5) se encuentre dentro del terreno. La estructura del indicador, junto con la forma de introducción en el terreno, asegura que el volumen de aire de la cavidad (5) sólo sea alterado por el terreno que se encuentra bajo la cavidad (5).

El método de medida del estado hídrico de terreno puede comprender:

17a) introducir el indicador en una dirección normal al terreno.

El funcionamiento de la invención puede verse en las gráficas que se comentan a continuación y que corresponden a pruebas que se pueden clasificar en dos tipos: por una parte, la introducción del indicador en diferentes muestras de tierras con diversos niveles de humedad y, por otra parte, la deposición de agua sobre una cubeta con tierra hasta provocar la saturación (e incluso inundación) de la tierra presente en el recipiente.

Verificación de la discriminación de niveles de humedad

Consiste en la introducción del indicador en diferentes muestras de tierra con diversos niveles de humedad y observar si existe relación entre la humedad y la respuesta del sensor (4); de esta forma, es factible determinar si el sensor (4) es capaz de distinguir entre diferentes niveles de humedad de un modo estático.

La Figura 6 muestra los resultados de una de las series de pruebas realizadas. Se han depositado en el volumen de 50ml de tierra, 1 ml de agua (volumen de agua en volumen total H. Vol.: 1,9 %), 2 ml (H. Vol.: 3,8%), 3 ml (H. Vol.: 5,6 %) y 4 ml (H. Vol.: 7,4 %). Los valores de resistencia eléctrica representados son valores diferenciales, siempre respecto a la magnitud de la resistencia eléctrica de un sensor (4) de nanotubos (41) antes de ser introducido en la tierra (humedad atmosférica); esto ofrece la posibilidad de obtener, si es el caso, una relación de variaciones de resistencia eléctrica en función de la humedad volumétrica de la tierra donde se introduce. La explicación de este efecto se corresponde con el aumento de moléculas de agua que, transmitidas en forma vapor, quedan adsorbidas en la película de nanotubos; esto es debido al cambio de humedad en torno al capilar que, a su vez, es derivado del aumento de agua en la tierra próxima a la apertura del capilar.

La variación de resistencia eléctrica observada no es directamente proporcional a la variación de humedad, tal y como se puede extraer de una comparativa directa *de visu* de la familia de curvas; sin embargo, sí es suficiente para determinar que hay variación con la humedad y que, el sensor es sensible a variaciones de humedad.

Verificación del comportamiento dinámico del indicador

Esta verificación consiste en la deposición discreta y continuada de cantidades de agua sobre una cubeta con tierra hasta una inundación de la misma. Mediante esto es posible observar si el indicador tiene una respuesta a cambios de humedad de manera dinámica y si es capaz de detectar la presión asociada al tamaño del capilar. Para la realización del conjunto de estas pruebas, se han realizado experimentos a diferentes velocidades de deposición de gotas.

Variación de la velocidad de añadido de agua

Se han realizado pruebas a distintas velocidades de añadido de agua en la tierra, obteniéndose en ambos casos un resultado similar. En la Figura 7, correspondiente a la prueba de deposición de gotas a intervalos más cortos, pueden ser observados los puntos clave del experimento. El primero de ellos es la variación inicial cuando el indicador es introducido en la tierra, que, de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas anteriores, mantiene el patrón de respuesta. Tras la primera variación y la estabilización de la señal observada justo a continuación, se produce la deposición de agua en la tierra. En

esta etapa se puede apreciar una ligera variación de carácter ascendente al aumentar la cantidad de agua en el terreno.

5 Como último punto a destacar, véase el aumento de resistencia instantáneo que se produce cuando el agua entra y asciende por el capilar. La razón del cambio es la saturación de la película de nanotubos (41) de carbono (en inglés *Carbon Nano Tubes CNTs*) bajo el agua, es decir, la película de nanotubos de carbono no puede aceptar más moléculas de agua, fenómeno constatado por un aumento repentino de su valor de resistencia. En esta situación la resistencia eléctrica que se mide es el resultado del paralelo de la resistencia que aparece
10 en los dos caminos de corriente. Uno a través de la película de nanotubos y el otro a través del agua del capilar. Dadas las dimensiones del capilar, la aportación de la resistencia eléctrica del agua en el capilar no interfiere en la funcionalidad del sensor (4).

REIVINDICACIONES

1. Indicador de estado hídrico de terreno **caracterizado por que** comprende:

1a) un sensor (4) sensible a una interacción con moléculas de agua;

1b) cableado (2) configurado para alimentar el sensor (4) y para tomar una medida
5 proporcionada por el sensor (4);

1c) una unión de contacto (3) entre el cableado (2) y el sensor (4).

2. Indicador de estado hídrico de terreno según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**

2a) el sensor (4) está configurado para presentar una conductividad dependiente de una
10 humedad.

3. Indicador de estado hídrico de terreno según la reivindicación 2 **caracterizado por que:**
la conductividad dependiente de la humedad es la conductividad eléctrica.

4. Indicador de estado hídrico de terreno según cualquiera de las reivindicaciones 1-3
caracterizado por que:

4a) el sensor (4) tiene un espesor de película seleccionado en función de una sensibilidad
requerida.

5. Indicador de estado hídrico de terreno según cualquiera de las reivindicaciones 1-4
caracterizado por que:

5a) el sensor (4) comprende una película de nanotubos (41).

6. Indicador de estado hídrico de terreno según la reivindicación 5 **caracterizado por que:**

6a) los nanotubos (41) están distribuidos en una superficie y con una disposición
25 seleccionada en función de un rango de medida y sensibilidad requeridos.

7. Indicador de estado hídrico de terreno según cualquiera de las reivindicaciones 1-6
caracterizado por que:

7a) el sensor (4) es de carbono.
30

8. Indicador de estado hídrico de terreno según la reivindicación 1 **caracterizado por que:**

8a) el sensor (4) comprende una película de nanotubos (41) de carbono.

9. Indicador de estado hídrico de terreno según la reivindicación 8 **caracterizado por que:**

9a) la película de nanotubos (41) de carbono está seleccionada entre:

9a1) nanotubos de carbono de capa múltiple funcionalizados con hidrocloreuro de polialilamina (MWCNTs@PAH);

9a2) nanotubos de carbono de capa múltiple (MWCNT) oxidados;

9a3) nanotubos de carbono de capa simple (SWCNT);

y combinaciones de los mismos.

10. Indicador de estado hídrico de terreno según cualquiera de las reivindicaciones 1-9 **caracterizado por que** comprende:

10a) una cubierta (5C) configurada para definir una cavidad (5) entre el sensor (4) y la cubierta (5C).

11. Indicador de estado hídrico de terreno según cualquiera de las reivindicaciones 1-10 **caracterizado por que** comprende:

11a) un soporte (1) estructural configurado para permitir una fijación del sensor (4) y de la cubierta (5C) y proporcionar robustez al indicador.

12. Indicador de estado hídrico de terreno según la reivindicación 11 **caracterizado por que:**

12a) el soporte (1) es de un material seleccionado entre vidrio y un material poroso.

13. Indicador de estado hídrico de terreno según cualquiera de las reivindicaciones 1-12 **caracterizado por que:**

13a) el cableado (2) comprende una pluralidad de cables configurados para llevar señales de excitación y de medida al sensor (4) para realizar una medida de conductividad eléctrica a cuatro hilos.

14. Indicador de estado hídrico de terreno según cualquiera de las reivindicaciones 1-13 **caracterizado por que:**

14a) la unión de contacto (3) comprende resinas.

15. Indicador de estado hídrico de terreno según cualquiera de las reivindicaciones 10-14 **caracterizado por que:**

15a) la cubierta (5C) tiene un apertura (A) configurada para que la cavidad (5) defina una cámara sobre el sensor (4).

16. Método de medida del estado hídrico de terreno mediante el indicador de cualquiera de las reivindicaciones 10-15 **caracterizado por que** comprende:

- 5 16a) introducir el indicador en el terreno;
- 16b) enfrentando una parte inferior (A) del indicador al terreno;
- 16c) de tal manera que una apertura de la cavidad (5) se encuentre dentro del terreno.

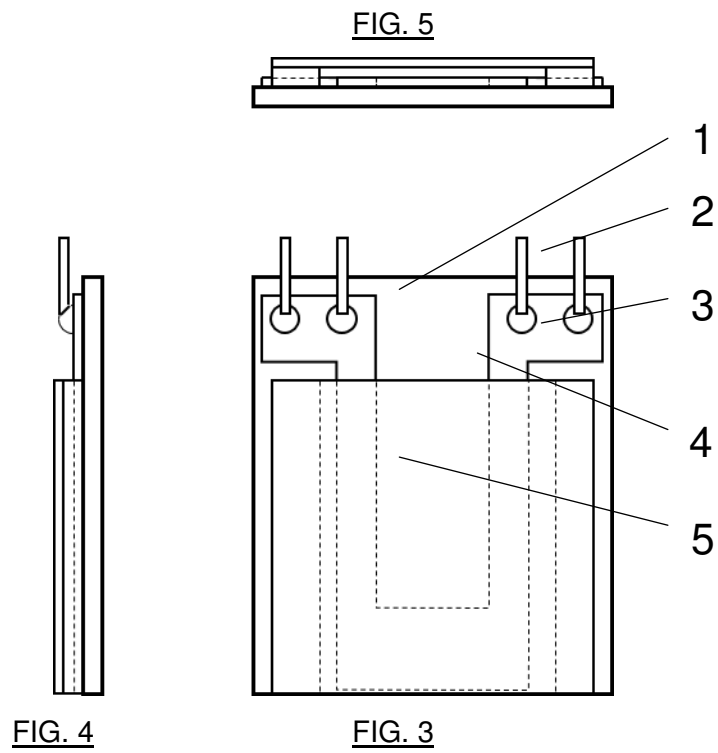
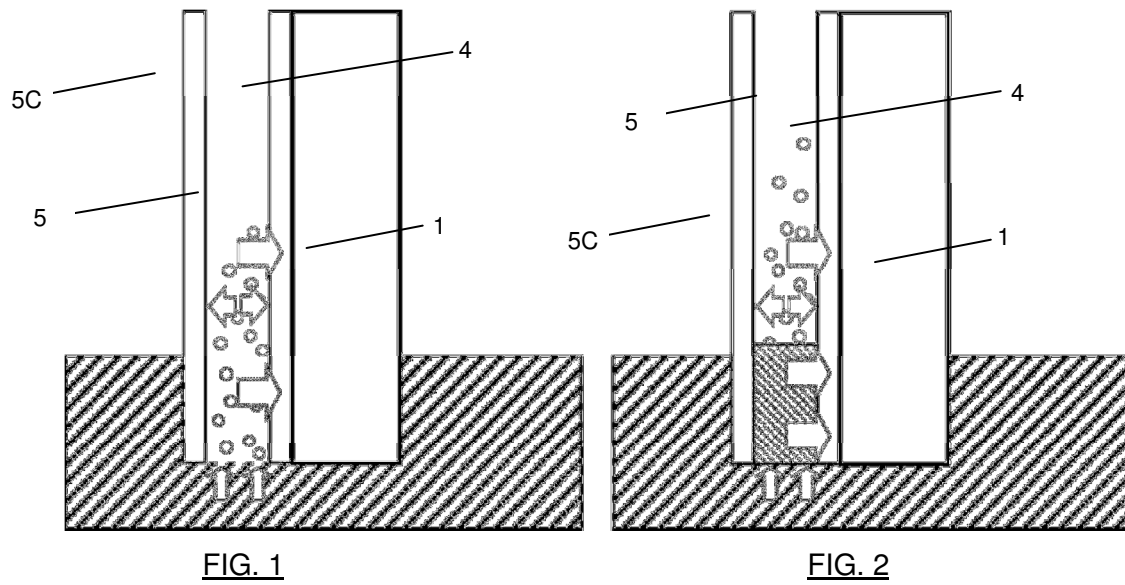
17. Método de medida del estado hídrico de terreno según la reivindicación 16

10 **caracterizado por que** comprende:

- 17a) introducir el indicador en una dirección normal al terreno.

15

20



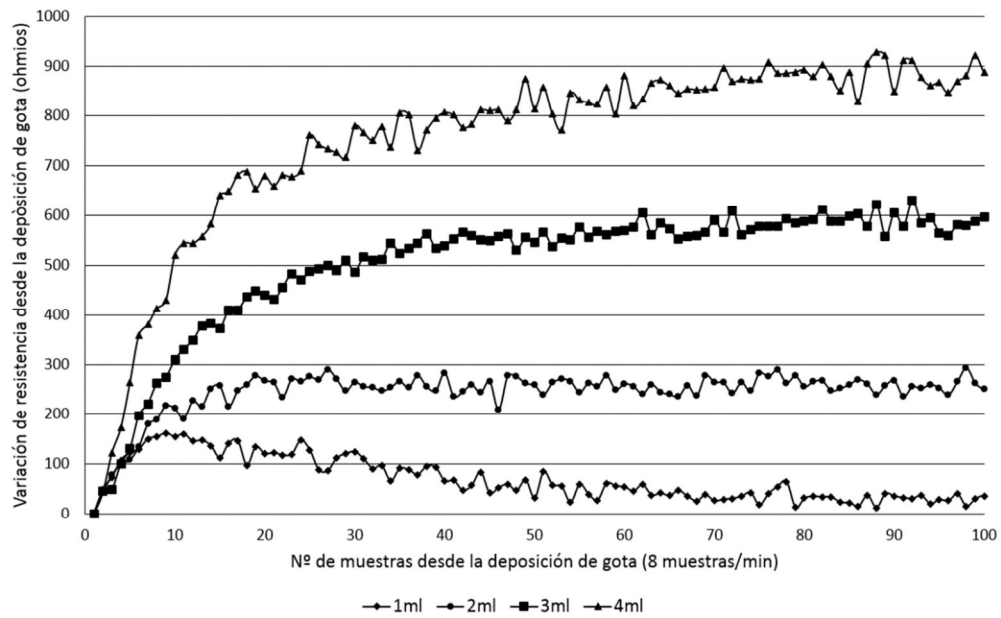


FIG. 6

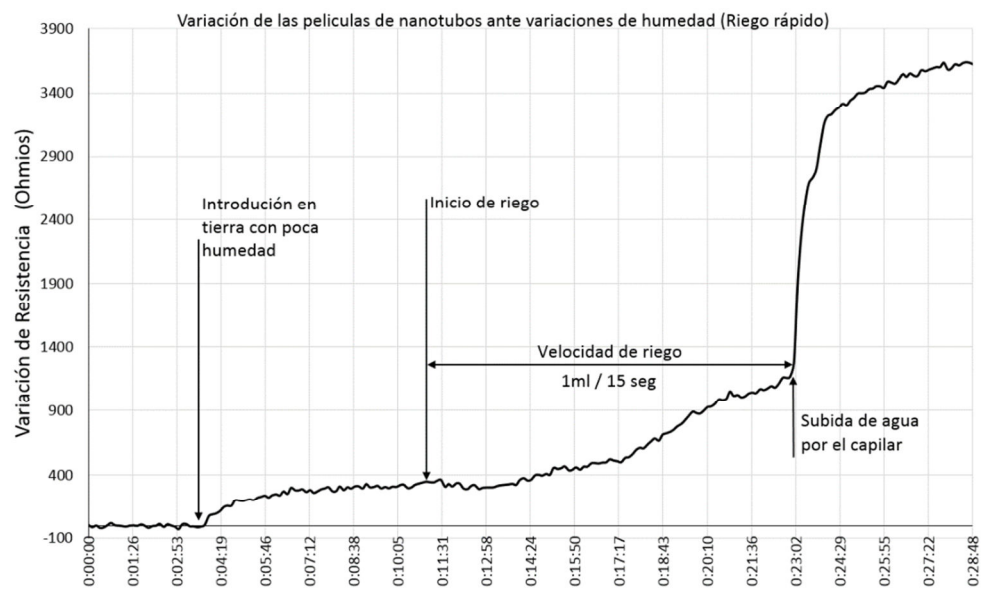


FIG. 7



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201530771

②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.06.2015

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N33/24** (2006.01)
G01N27/06 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2005036905 A1 (GOKTURK HALIT SUHA) 17/02/2005, Párrafos [3], [6], [12]-[23], [127], [143].	1-4,7, 10-17
X	WO 2012178071 A2 (UNIV BROWN et al.) 27/12/2012, (resumen); páginas 2 - 7.	1-4,7,10-17
A	KONG, J. et al. "Nanotube Molecular Wires as Chemical Sensors". Science 287, 622 (2000)	1-17
A	HUANG, X. et al. "Carboxylation multi-walled carbon nanotubes modified with LiClO ₄ for water vapour detection" Nanotechnology 15 (2004) 1284-1288	1-17

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 02.02.2017	Examinador B. Aragón Urueña	Página 1/4
--	--------------------------------	---------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 02.02.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 5,6,8,9, 10-17	SI
	Reivindicaciones 1-4,7	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 5,6,8,9	SI
	Reivindicaciones 1-4,7,10-17	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2005036905 A1 (GOKTURK HALIT SUHA)	17.02.2005
D02	WO 2012178071 A2 (UNIV BROWN et al.)	27.12.2012

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01 es el documento del estado de la técnica más próximo al objeto de la invención.

El documento D01 divulga un sensor para la detección de la humedad con un circuito asociado que recoja la variación de la conductividad dependiente de la humedad. El sensor comprende un nanotubo de carbono de capa simple o de capa múltiple que se sitúa sobre una base y se protege con una carcasa permeable al agua (ver párrafos 3, 6, 16, 168)

El documento D02 (WO2012/178071) divulga un aparato para la medida de la humedad formado por una capa de nanotubos de carbono de capa simple o capa múltiple, unos electrodos y un cableado que recoge los cambios de resistencia eléctrica medidos en términos de conductividad. Todo ello se aloja en el interior de una cámara (ver resumen)

Las características de la reivindicación 1 ya son conocidas de los documentos D01 y D02. Lo mismo sucede con las características de las reivindicaciones 2-4, 7 conocidas de los mismos documentos. Por lo tanto dichas reivindicaciones no son nuevas a la vista del estado de la técnica conocido (artículo 6 de la Ley de Patentes 11/1986). Con respecto a las reivindicaciones 10-15 sobre la disposición física de los elementos y las 16-17 sobre el método de medida suponen alternativas constructivas y modo de empleo del aparato que no derivan ningún efecto técnico inesperado a la vista de los documentos citados. Por lo tanto, se considera que las reivindicaciones 10-17 carecen de actividad inventiva (artículo 8 de la Ley de Patentes 11/1986)