

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 774**

51 Int. Cl.:

G01V 1/38 (2006.01)

G01V 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2018 E 18152411 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 3351973**

54 Título: **Sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino**

30 Prioridad:

18.01.2017 CN 201710036787

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

22.10.2020

73 Titular/es:

**SHANDONG UNIVERSITY (100.0%)
No. 72 Binhai Road, Jimo District
Qingdao City, Shandong Province, CN**

72 Inventor/es:

**SUN, ZHILEI;
GUO, LEI;
ZHANG, XILIN;
CAO, HONG;
ZHANG, XIANRONG;
GENG, WEI y
XU, CUILING**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 788 774 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino

5 Antecedentes de la invención

Campo técnico

10 La presente invención se refiere a un sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino, que pertenece al campo técnico de un sistema de observación marina.

Descripción de la técnica relacionada

15 Los recursos marinos son una parte constitucional importante de los derechos e intereses marítimos nacionales. La lucha por la obtención de recursos, como pueda ser el petróleo de alta mar y los hidratos de gas natural, se ha convertido en una cuestión de enorme importancia a nivel internacional. Durante el proceso de explotación de los hidratos de gas natural de los fondos marinos, los hidratos se descomponen de forma espontánea debido a factores como la temperatura, la presión y el efecto de interferencias externas, para generar diversos tipos de productos secundarios, como el CH₄, el H₂, el H₂S y el O₂, lo cual puede influir de forma muy grave en la estabilidad del fondo marino, de los océanos, de las infraestructuras de ingeniería y en el ambiente oceánico y atmosférico. Por consiguiente, la vigilancia efectiva, integral y a largo plazo del procedimiento de explotación de los hidratos de gas natural cuenta con una enorme importancia para la promoción de la exploración y la explotación de los recursos de hidratos y para la investigación y la evaluación de los efectos medioambientales pertinentes.

25 En la actualidad, los métodos de vigilancia, detección y observación del proceso de descomposición de los hidratos de gas natural abarcan, principalmente, la prospección geofísica marina, la observación de boyas subsuperficiales, el análisis de muestras, la observación de los fondos marinos, etc. Los métodos de prospección geofísica marina pueden dividirse en los ámbitos de la detección del medio ambiente marino, representada por enfoques como la detección multihaz, y de la detección medioambiental de depósitos del fondo marino, representada por enfoques de perfilado sísmico y de poca profundidad. Los métodos de detección física carecen de continuidad en el tiempo y presentan una baja precisión, se centran principalmente en la exploración y cuentan con dificultades a la hora de efectuar observaciones continuas a largo plazo. La observación de boyas subsuperficiales es un proceso que permite obtener una enorme cantidad de datos de una sección del medio ambiente marino y presenta una buena continuidad y densidad de distribución vertical de datos, pero cuando se aplica a la observación del proceso de descomposición de los hidratos en los depósitos del fondo marino, el efecto de observación en el medio ambiente marino sufre ciertos retrasos. Poniendo en práctica el método de análisis de muestras, se pueden obtener muestras de depósito en un rango lo suficientemente amplio y profundo. Sin embargo, este método presenta carencias en lo que al cumplimiento de los requisitos de observación en tiempo real se refiere, no logra obtener un proceso de cambio dinámico y, además, genera alteraciones inevitables en las muestras que afectan gravemente al resultado del análisis. En términos relativos, el método de observación con base en el fondo marino puede garantizar la observación del agua marina y de los depósitos a largo plazo y es el método óptimo.

45 La observación con base en el fondo marino es un método que comenzó a utilizarse hace mucho tiempo. La Universidad de Washington, de EE. UU., fue la primera en utilizar un trípode con base en el fondo marino para observar y estudiar el movimiento de los sedimentos de agua en la capa límite inferior del canal de marea del estrecho de Puget (1965). Desde entonces, el Servicio Geológico de los Estados Unidos, el Instituto de Ciencias Marinas de Virginia, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos, etc. establecieron respectivamente sistemas individuales de observación con base en el fondo marino y organizaron y participaron en una serie de proyectos de observación a gran escala. Además, Ocean-Science, Technicap, MSI, etc. industrializaron la avanzada tecnología de las plataformas apoyadas sobre el fondo. Desde entonces, se ha lanzado al mercado de forma sucesiva una serie de plataformas de observación del fondo marino, como Sea Spider, CAGE ENPEHD. En China, la Universidad Oceánica de China, la Universidad Sun Yat-Sen, la Universidad Normal del Este de China, el Instituto de Oceanología de la Academia China de las Ciencias, el Centro Nacional de Tecnología Oceánica, el Tercer Instituto de Oceanografía, la Administración Oceánica Estatal, etc. cosecharon sucesivos éxitos en la investigación, la fabricación, la promoción y la aplicación de plataformas apoyadas sobre el fondo. El laboratorio State Key Laboratory of Marine Geology de la Universidad Tongji cooperó con el Servicio Geológico de los Estados Unidos en la investigación y la fabricación del "trípode de descenso libre", utilizó una gran cantidad de aparatos del fondo marino para observar las secuencias de cambio de tiempo continuo de la corriente oceánica de fondo y del movimiento de los depósitos y estudió los procesos dinámicos de la distribución de la corriente oceánica de fondo y del movimiento de los depósitos en la parte noreste del Mar de la China Meridional.

65 Sin embargo, los sistemas de observación con base en el fondo marino se centran todos en la observación de parámetros oceánicos dinámicos, como temperatura, salinidad, olas, mareas, corriente oceánica, depósitos suspendidos, gravedad, magnetismo, clorofila, DO, valor de pH, Co, metano, sales nutritivas, H₂S, etc. y no pueden detectar el interior de los depósitos del fondo marino. La Universidad Oceánica de China comenzó formalmente a investigar y fabricar complejos equipos de ingeniería para la observación geológica en alta mar in situ y a largo plazo

en 2015. Dichos equipos no solo pueden efectuar una observación exhaustiva del medio ambiente marino, sino que también pueden llevar a cabo observaciones a largo plazo de la resistencia específica, la onda de sonido y la presión de poros de agua en los depósitos del fondo marino. Sin embargo, los equipos todavía están bajo investigación y fabricación y tan solo llevan a cabo una observación estática en un punto fijo.

Por ejemplo, el documento KIMINORISHITASHIMA ET AL: "Estrategias para la detección y la vigilancia de fugas de CO2 en CCS bajo el lecho marino" describe un sistema de observación in situ multipunto y a largo plazo de cuatro capas. Dicho sistema consiste en una boya equipada con sensores de CO2/pH y profundidad. El documento WO 2016/110207 describe una estación de observación a largo plazo con flujo de calor auto-flotante. El documento CN 103 713 326 divulga un sismógrafo de fondo oceánico anti-arrastres que tiene una estructura inferior conectada con una cabina, un dispositivo de conexión flexible conectado con un dispositivo de distribución, un anillo lateral de tipo U conectado con un cuerpo flotante y una cuerda conectada con una cabina de cuerda. El documento 105 235 839 describe una plataforma de observación con base en el fondo marino capaz de prevenir la auto-flotación, que incluye un casco de la plataforma y el soporte dispuesto en el casco de la plataforma, un dispositivo de vigilancia y un liberador acústico instalados en el soporte, el casco de la plataforma incluyendo una plataforma superior y una plataforma de planta inferior, el soporte está dispuesto en la plataforma superior, y la plataforma superior está conectada de forma desmontable por un dispositivo de desacoplamiento mecánico con la plataforma de planta inferior.

El petróleo y los hidratos de gas natural del lecho marino forman un campo de difusión activo que difumina desde dentro hacia afuera y se va volviendo más pequeño gradualmente en un rango limitado debido a fugas o a la descomposición. En un entorno de aguas profundas relativamente estable, la posición y la distancia de una fuente y los procesos de difusión de todos los elementos observados y de la cantidad de fuga/descomposición de la fuente pueden determinarse de acuerdo con las características de distribución del campo de difusión mediante la detección multipunto, incluso en un campo activo en un rango pequeño, lo cual cuenta con un significado práctico fundamental y un alto valor de investigación. Sin embargo, y como es obvio, falla a la hora de llevar a cabo una observación a largo plazo del proceso de fuga o descomposición del petróleo y de los hidratos de gas natural con los equipos actuales.

Breve resumen de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino que permita llevar a cabo observaciones de gran precisión y tridimensionales de los depósitos de la cobertura en múltiples puntos y permita llevar a cabo el muestreo de depósitos localizados con alta precisión.

La presente invención se refiere a un sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino que comprende un marco de plataforma, un material flotante, un dispositivo de comunicación acústica subacuática, una baliza, un compartimento de vigilancia, un compartimento de control, una sala de control de liberación, una mesa giratoria central, pesos de lastre y un sistema de exploración con microelectrodos; el marco de plataforma cuenta con un cuerpo principal cilíndrico con un total de cuatro capas dispuestas de arriba abajo; el material flotante, el dispositivo de comunicación acústica subacuática y la baliza están instaladas en la primera capa; el compartimento de vigilancia, el compartimento de control y el compartimento de control de liberación están instalados en la segunda capa; la mesa giratoria central está instalada en la tercera capa; los pesos de lastre están instalados en la cuarta capa;

en donde el compartimento de vigilancia de la segunda capa está equipado internamente con un sensor de actitud y un medidor de profundidad, el compartimento de control está equipado internamente con un sistema de control subacuático y de adquisición de datos, el compartimento de control de liberación está equipado internamente con un liberador acústico subacuático;

en donde la mesa giratoria central está instalada en la tercera capa, incluyendo un carril guía giratorio, un disco giratorio, el sistema de exploración con microelectrodos y un mecanismo expandible, estando provista la mesa giratoria del carril guía giratorio circunferencial, estando dispuesto el disco giratorio en el centro del carril guía giratorio y siendo capaz de deslizarse a lo largo del carril guía giratorio, estando el disco giratorio acoplado para ser accionado por un servo motor I; en donde el disco giratorio está radialmente formado con una tolva deslizante, el sistema de exploración por microelectrodos es capaz de deslizarse en la tolva deslizante bajo el control del mecanismo expandible, comprendiendo el mecanismo expandible un servo motor II y un tornillo II, estando configurado el servo motor II para accionar al tornillo II para que gire, y estando el tornillo II conectado de forma roscada con un manguito guía que está fijado al sistema de exploración con microelectrodos.

El sistema de observación controla el disco giratorio para que rote a través del servomotor y controla el sistema de exploración por microelectrodos para que se deslice a través del mecanismo expandible, de manera que sea capaz de realizar la rotación y la localización con cualquier radio en un rango de 360° y de accionar el sistema de exploración con microelectrodos para que efectúe un proceso de detección/muestreo localizado y controlable.

Además, el marco de plataforma del sistema de observación puede estar elaborado de material de acero inoxidable 316L.

Además, el sistema de exploración con microelectrodos puede ser capaz de moverse hacia arriba y hacia abajo bajo el control de un mecanismo de elevación; el mecanismo de elevación puede incluir un servomotor III y un tornillo III; el

servomotor III puede estar configurado para accionar al tornillo III para que rote; y el tornillo III puede estar conectado de forma roscada con una base del sistema de exploración con microelectrodos.

Y, lo que es más, en combinación con las características de alta velocidad de respuesta, baja sensibilidad de agitación y alta relación de resolución espacial de los microelectrodos, es posible diseñar un mecanismo de elevación vertical con una precisión de localización de 1 mm.

Además, el disco giratorio puede estar provisto también de un muestreador de depósitos para el muestreo de los depósitos observados.

Además, para facilitar la instalación, el material flotante puede estar diseñado para incluir de 4 a 8 secciones iguales y la forma y el volumen combinados pueden hacerse coincidir con los del marco de plataforma. El liberador acústico subacuático abre los ganchos de control de la cuerda y, luego, es posible liberar los pesos de lastre. Una vez liberados los pesos de lastre, el material flotante puede ayudar a la plataforma a flotar sobre el nivel del agua.

Además, el sistema de exploración con microelectrodos puede incluir una base y una sonda CPT estática y ocho microelectrodos que pueden estar dispuestos sobre la base, estando la sonda de prueba de penetración en cono estática en el centro de la base; los ocho microelectrodos pueden estar dispuestos alrededor de la sonda de prueba de penetración en cono estática; la sonda de prueba de penetración en cono estática puede estar configurada a una distancia de 3-5 cm con respecto a cada uno de los microelectrodos. Si la distancia es demasiado pequeña, la sonda CPT estática podría ocupar el espacio de un medio analizado, lo cual podría influir en el resultado de la medición de los microelectrodos. Si la distancia es demasiado grande, el efecto de la protección de los microelectrodos en el punto umbral detectado podría reducirse considerablemente. La longitud de la punta cónica de la sonda de prueba de penetración en cono estática puede ser de 4 a 8 cm mayor que la longitud de la punta cónica del microelectrodo. Con dicha diferencia de longitud, puede garantizarse que la sonda CPT estática toque los depósitos primero con una resistencia desconocida durante el proceso de penetración de los depósitos, protegiendo así a los microelectrodos; si la diferencia de longitud fuera demasiado grande, podría producirse un error a la hora de garantizar la profundidad de penetración. Los ocho microelectrodos (24) pueden estar configurados respectivamente para detectar los índices CH₄, O₂, pH, Redox, H₂, H₂S, NO y NO₂.

Los microelectrodos pueden tener una resistencia mecánica relativamente baja. Por consiguiente, para evitar daños durante el proceso de penetración a través de los depósitos, la base del sistema de exploración con microelectrodos puede estar equipada con un conjunto de sondas CPT estáticas de aguas profundas que es más largo que los microelectrodos, para de esta forma medir la variación de la resistencia de los depósitos mientras se inserta el microelectrodo. Existe la posibilidad de llevar a cabo ensayos de rotura repetidos en un molde de microelectrodos para obtener la resistencia de rotura límite de un microelectrodo en cuestión. Siempre que el valor mínimo de la resistencia de rotura límite del microelectrodo en cuestión sea S, el valor umbral de la prueba de penetración en cono estática (CPT) puede establecerse de acuerdo con el valor S. El valor umbral de la CPT estática puede establecerse en el rango 0,7 - 0,9S. Cuando la resistencia de la punta cónica detectada por la sonda CPT estática es mayor o igual al valor de umbral de la CPT estática, la penetración puede detenerse para proteger a los microelectrodos frente a posibles daños, logrando de esta forma una protección fiable para los microelectrodos durante el procedimiento de observación in-situ. El grupo de microelectrodos y la sonda CPT estática pueden combinarse para determinar el valor umbral límite, garantizando de esta forma la profundidad de penetración y la seguridad del dispositivo.

La presente invención puede mejorar aún más el tiempo de respuesta y la resolución de la medición por microelectrodos. Al mejorar aún más la amplificación de señal y las tecnologías de adquisición de datos, es posible obtener datos de detección multiparamétrica de alta precisión y resolución.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un sistema de control para el sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino. El sistema de control puede incluir una unidad de cubierta y una unidad subacuática (sistema de control subacuático y de adquisición de datos); En donde la unidad de cubierta puede incluir una consola principal, una memoria de datos I, una unidad de interacción humano-máquina, una unidad de localización de balizas, una unidad de comunicación acústica subacuática y una unidad de liberación acústica, pudiendo estar la consola principal conectada respectivamente con la memoria de datos I, la unidad de interacción humano-máquina, la unidad de localización de balizas, la unidad de comunicación acústica subacuática y la unidad de liberación acústica;

en donde el sistema de control subacuático y de adquisición de datos puede incluir un sistema de control principal, la baliza, el dispositivo de comunicación acústica subacuática, el liberador acústico, una memoria de datos II, el servomotor I, el disco giratorio, el servomotor II, el tornillo II, el servomotor III, el tornillo III, el sistema de exploración con microelectrodos, la unidad de adquisición de datos, el muestreador de depósitos, el medidor de profundidad y el sensor de actitud; En donde el sistema de control principal puede estar conectado respectivamente con la baliza, el dispositivo de comunicación acústica subacuática, el liberador acústico, la memoria de datos II, el servomotor I, el servomotor II, el servomotor III, la unidad de adquisición de datos, el medidor de profundidad y el sensor de actitud; el servomotor I, el servomotor II y el servomotor III pueden estar respectivamente conectados con el disco giratorio, el tornillo II y el tornillo III para accionar el sistema de exploración con microelectrodos y el muestreador de depósitos, el sistema de exploración con microelectrodos puede estar conectado con la unidad de adquisición de datos.

La unidad de localización de balizas puede estar conectada de forma inalámbrica con la baliza, la unidad de comunicación acústica subacuática puede estar conectada de forma inalámbrica con el dispositivo de comunicación acústica subacuática y la unidad de liberación acústica puede estar conectada de forma inalámbrica con el liberador acústico.

El sistema de control subacuático y de adquisición de datos puede estar alimentado eléctricamente por baterías y puede incluir dos partes, a saber, el software y el hardware. El sistema de control subacuático y de adquisición de datos puede controlar principalmente la localización de giro de la mesa giratoria central, la localización de expansión y la localización de elevación vertical del sistema de exploración con microelectrodos y del muestreador de depósitos, adquirir datos procedentes de los instrumentos de detección tal como el microelectrodo respectivo, el medidor de profundidad y el sensor de actitud, almacenar los datos adquiridos en la memoria de datos II y, al mismo tiempo, transmitir los datos a la unidad de cubierta a través del dispositivo de comunicación acústica subacuática. El dispositivo de comunicación acústica subacuática puede también transmitir parámetros como el estado subacuático de la plataforma y los datos adquiridos por los instrumentos a una unidad de cubierta receptora. El liberador acústico puede recibir una señal de liberación de la unidad de cubierta y, entonces, los ganchos se abren de manera que los ganchos quedan separados de los pesos de lastre. Por lo tanto, el sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino es accionado por el material flotante para flotar hacia la superficie del mar. Una vez que el sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino está flotando en la superficie del mar, la baliza puede enviar una ubicación GPS en tiempo real para enviar a los barcos ubicados en el mismo nivel la instrucción de que bloqueen rápidamente la localización actual y la dirección de deriva del sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino y así sea posible completar sin contratiempos el rastreo y el salvamento y la recuperación sobre la superficie del mar.

Teniendo como objetivo los procesos de fuga y descomposición del petróleo del fondo marino y de los hidratos de gas natural, la presente invención puede adquirir la distribución dinámica de los índices geoquímicos en el espacio tridimensional de los depósitos del fondo marino en la zona observada a través de la observación y del muestreo de depósitos a largo plazo, a continuación, analizar y obtener información como la posición de la fuente y el proceso de difusión del campo de difusión activo y proporcionar importantes datos de apoyo para la evaluación de los efectos ambientales oceánicos en el proceso de la fuga de petróleo y la descomposición de hidratos, proporcionando de esta forma soporte y servicios para la implementación de proyectos de gran envergadura, como son los relacionados con la explotación del petróleo del fondo marino y las pruebas de explotación de los hidratos de gas natural.

La presente invención cuenta con las siguientes ventajas:

1. Partiendo del concepto de las bases de fondo marino tradicionales, la presente invención puede, a través del mecanismo giratorio y del mecanismo expandible de la plataforma giratoria central, llevar a cabo con eficacia una función de posicionamiento multipunto y, a continuación, adquirir los datos de múltiples puntos de detección en la zona detectada según se demande y, finalmente, analizar y obtener la información de distribución espacial de un campo de difusión activo.
2. El mecanismo de elevación es introducido en la plataforma giratoria central, logrando las funciones de penetración y extracción de la sonda y, luego, es posible efectuar la detección multipunto en mayor medida en la detección tridimensional. Por lo tanto, el campo de difusión activa planar de la superficie del fondo marino puede expandirse en un campo de difusión activa tridimensional, garantizando así la intuición y la fiabilidad del resultado final.

Breve descripción de las diferentes vistas de los dibujos

- La Fig. 1 es una vista estructural de un sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino según las realizaciones 1-2;
 la Fig. 2 es una vista estructural de una estructura giratoria central según las realizaciones 1-2;
 la Fig. 3 es una vista estructural de un sistema de exploración con microelectrodos según la realización 2;
 la Fig. 4 es una vista estructural de un sistema de exploración con microelectrodos según la realización 2;
 la Fig. 5 es una vista esquemática de un sistema de control según las realizaciones 1-2;
 la Fig. 6 es una vista estructural del sistema de control según las realizaciones 1-2;
 la Fig. 7 es una vista esquemática de un método de detección de campo de difusión activa del sistema de observación según las realizaciones 1-2.

En las figuras 1- 7: 1- baliza; 2- compartimento de vigilancia; 3- sistema de exploración con microelectrodos; 4- anillo de elevación; 5- dispositivo de comunicación acústica subacuática; 6- material flotante; 7- compartimento de control; 8- compartimento de control de liberación; 9- lastre de peso; 10- mesa giratoria central; 11- marco de plataforma; 12- servomotor I; 13- servomotor II; 14- servomotor III; 15- carril guía giratorio; 16- disco giratorio; 17- muestreador de depósitos; 18- unidad de cubierta; 19- nivel del mar; 20- sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino; 21- superficie del fondo marino; 22- tornillo III; 23- base; 24 microelectrodo; 25- sonda de prueba de penetración en cono estática; 26- tornillo II; 27- tolva deslizante; 28- punto de detección; 29- zona detectada; 30- campo de difusión; 31- punto de difusión.

Descripción detallada de la invención

5 Para que sea más fácil observar los objetivos, la solución técnica y las ventajas de la presente invención, la presente invención está descrita de forma más detallada haciendo referencia a los siguientes dibujos adjuntos y realizaciones.

Realización 1

10 Un sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino tal y como se muestra en la figura 1 incluye un marco de plataforma 11, un material flotante 6, un dispositivo de comunicación acústica subacuática 5, una baliza 1, un compartimento de vigilancia 2, un compartimento de control 7, un compartimento de control de liberación 8, una mesa giratoria central 10, pesos de lastre 9 y un sistema de exploración con microelectrodos 3. El marco de plataforma 11 cuenta con un cuerpo principal cilíndrico que incluye cuatro capas que van de arriba abajo.

15 El material flotante 6, el dispositivo de comunicación acústica subacuática 5, la baliza 1 y el anillo de elevación 4 están instalados en la primera capa, en donde el material flotante 6 está diseñado con seis secciones iguales para facilitar la instalación y está colocado en el marco, y el dispositivo de comunicación acústica subacuática 5, la baliza 1 y el anillo de elevación 4 están todos dispuestos en la parte superior del marco de plataforma 11.

20 El compartimento de vigilancia 2, el compartimento de control 7 y el compartimento de control de liberación 8 están instalados en la segunda capa. El compartimento de vigilancia 2 está equipado internamente con un sensor de actitud y un medidor de profundidad; el compartimento de control 7 está equipado internamente con un sistema de control subacuático y de adquisición de datos; y el compartimento de control de liberación 8 está equipado internamente con un liberador acústico subacuático.

25 La mesa giratoria central 10 está instalada en la tercera capa, incluyendo un carril guía 15, un disco giratorio 16, un sistema de exploración con microelectrodos 3, un mecanismo expandible y un mecanismo de elevado vertical (fig. 2). La mesa giratoria central 10 está provista de un carril guía giratorio circunferencial 15; el disco giratorio 16 está dispuesto en el centro del carril guía giratorio 15 y puede deslizarse a lo largo del carril guía giratorio 15; y el disco giratorio 16 es accionado por un servomotor I 12. El disco giratorio 16 está formado radialmente con una tolva deslizante 27. El sistema de exploración con microelectrodos 3 puede deslizarse en la tolva deslizante 27 bajo el control del mecanismo expandible. El mecanismo expandible incluye un servomotor II 13 y un tornillo II 26; el servomotor II 13 acciona al tornillo II 26 para que rote; y el tornillo II 26 está conectado de forma roscada con el sistema de exploración con microelectrodos 3. El sistema de exploración con microelectrodos 3 puede moverse verticalmente hacia arriba y hacia abajo bajo el control del mecanismo de elevación; el mecanismo de elevación incluye un servomotor III 14 y un tornillo III 22; el servomotor III 14 acciona al tornillo III 22 para que rote; y el tornillo III 22 está conectado de forma roscada con el sistema de exploración con microelectrodos 3 (figura 3).

40 Sobre las cuatro capas hay instalados de forma uniforme cuatro piezas de pesos de lastre 9.

Un sistema de control para el sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino tal y como se muestra en las figuras 5 y 6 incluye una unidad de cubierta 18 y una unidad subacuática (sistema de control subacuático y de control de adquisición de datos) 20.

45 La unidad de cubierta 18 incluye una consola principal, una memoria de datos I, una unidad de interacción humano-máquina, una unidad de localización de balizas, una unidad de comunicación acústica subacuática y una unidad de liberación acústica, estando la consola principal conectada respectivamente con la memoria de datos I, la unidad de interacción humano-máquina, la unidad de localización de balizas, la unidad de comunicación acústica subacuática y la unidad de liberación acústica.

50 El sistema de control subacuático y de adquisición de datos 20 incluye el sistema de control principal, la baliza 1, el dispositivo de comunicación acústica subacuática 5, el liberador acústico, una memoria de datos II, el servomotor I 12, el disco giratorio 16, el servomotor II 13, el tornillo II 26, el servomotor III 14, el tornillo III 22, el sistema de exploración con microelectrodos 3, la unidad de adquisición de datos, el muestreador de depósitos 17, el medidor de profundidad y el sensor de actitud. El sistema de control principal está conectado respectivamente con la baliza 1, el dispositivo de comunicación acústica subacuática 5, el liberador acústico, la memoria de datos II, el servomotor I 12, el servomotor II 13, el servomotor III 14, la unidad de adquisición de datos, el medidor de profundidad y el sensor de actitud, en donde el servomotor I 12, el servomotor II 13 y el servomotor III 14 están respectivamente conectados con el disco giratorio 16, el tornillo II 26 y el tornillo III 22 para accionar el sistema de exploración con microelectrodos 3 y el muestreador de depósitos 17; y el sistema de exploración con microelectrodos 3 está conectado con la unidad de adquisición de datos.

55 La unidad de localización de balizas está conectada de forma inalámbrica con la baliza 1, la unidad de comunicación acústica subacuática está conectada de forma inalámbrica con el dispositivo de comunicación acústica subacuática 5, y la unidad de liberación acústica está conectada de forma inalámbrica con el liberador acústico.

5 El marco de plataforma 11 del sistema de observación está elaborado de material de acero inoxidable 316L, con un diámetro de 2 m. El barco envía el sistema de observación hacia el punto en el que se debe llevar a cabo la observación, el liberador acústico II es suspendido en un extremo de un cable revestido a bordo del barco y el liberador acústico II es conectado con el anillo de elevación 4. Al liberar el cable revestido, el sistema de observación desciende hasta la superficie del fondo marino; Luego, la unidad de control del liberador acústico envía una señal para abrir los ganchos y separarse de forma segura de la base del fondo marino, completando de esta forma la liberación.

10 Una vez colocado en su lugar el sistema de observación subacuática, un operador envía un comando desde la unidad de cubierta hacia el sistema de control principal de la unidad subacuática para activar la detección multipunto de altitud, altura y microelectrodos. El giro de la mesa giratoria central 10 y la expansión y la elevación del sistema de exploración con microelectrodos 3 son controlados respectivamente a través del servomotor I 12, el servomotor II 13 y el servomotor III 14, logrando la localización giratoria con cualquier radio ($0,2 \text{ m} \leq R \leq 1 \text{ m}$) en un rango de 360° y completando el proceso de detección/muestreo localizado y controlable del sistema de exploración con electrodos.

15 El método de detección del campo de difusión activo se muestra en la figura 7. El sistema de exploración con microelectrodos 3 del sistema de observación efectúa la detección multipunto en la zona detectada 29 para obtener datos de varios puntos de detección 28. El campo de difusión 30 es dibujado de acuerdo con el valor y, finalmente, se obtiene la información de localización del punto de difusión 31.

20 Una vez finalizada la observación, el sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino 20 es reciclado: el liberador acústico recibe la señal de liberación enviada por la unidad de cubierta 18, abre los ganchos y se separa de los pesos de lastre 9. Por lo tanto, el sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino 20 es accionado por el material flotante 6 para flotar hacia la superficie del mar. Una vez que el sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino está flotando en la superficie del mar, la baliza envía una ubicación GPS en tiempo real para enviar a los barcos ubicados en la superficie del mar la instrucción de que bloqueen rápidamente la localización actual y la dirección de deriva del sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino 20 y así sea posible completar sin contratiempos el rastreo y el salvamento y la recuperación en la superficie del mar.

30 Realización 2

35 Esta realización difiere de la realización 1 en cuanto a que el sistema de exploración con microelectrodos 3 incluye una base 23 y una sonda de prueba de penetración en cono estática 25 y ocho microelectrodos 24, en donde la sonda de prueba de penetración en cono estática 25 está dispuesta en el centro de la base 23; los ocho microelectrodos 24 están dispuestos de forma uniforme alrededor de la sonda de prueba de penetración en cono estática 25; y la longitud de la sonda de prueba de penetración en cono estática 25 es 5 cm mayor que la longitud de cada uno de los microelectrodos 24, tal y como se muestra en las figuras 3-4.

40 La sonda de prueba de penetración en cono estática 25 y los ocho microelectrodos 24 están respectivamente conectados con la unidad de adquisición de datos; la unidad de adquisición de datos está conectada con el sistema de control principal; y el sistema de control principal completa la adquisición de datos de la sonda de prueba de penetración en cono estática 25 y de los ocho microelectrodos 24.

45 En cada uno de los moldes de microelectrodos se llevan a cabo repetidas pruebas de destrucción para obtener la resistencia de rotura límite de los respectivos microelectrodos 24 antes de proceder con el montaje del sistema de exploración con microelectrodos 3. Siempre que el valor mínimo de la resistencia de rotura límite de la estructura mecánica del microelectrodo en cuestión 24 sea S, el valor umbral de la prueba de penetración en cono estática (CPT) puede establecerse de acuerdo con el valor S. El valor umbral de la CPT estática puede establecerse como $0,8 S$.

50 En el proceso en el que el sistema de exploración con microelectrodos 3 penetra en los depósitos, si la resistencia de la punta cónica de la sonda de prueba de penetración en cono estática alcanza los $0,8 S$, la sonda deja de penetrar de forma inmediata o penetra en la profundidad límite (por ejemplo, de 1 m).

55 Debe entenderse que aquellos expertos en la técnica pueden efectuar cambios y mejoras sobre la base de la descripción anterior y que todos esos cambios y mejoras pertenecerán al ámbito de protección de las reivindicaciones de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino caracterizado por comprender un marco de plataforma (11), un material flotante (6), un dispositivo de comunicación acústica subacuática (5), una baliza (1), un compartimento de vigilancia (2), un compartimento de control (7), un compartimento de control de liberación (8), una mesa giratoria central (10), pesos de lastre (9) y un sistema de exploración con microelectrodos (3); en donde el marco de plataforma (11) cuenta con un cuerpo principal cilíndrico con un total de cuatro capas dispuestas de arriba abajo, el material flotante (6), el dispositivo de comunicación acústica subacuática (5) y la baliza (1) están instalados en la primera capa, el compartimento de vigilancia (2), el compartimento de control (7) y el compartimento de control de liberación (8) están instalados en la segunda capa, la mesa giratoria central (10) está instalada en la tercera capa, y los pesos de lastre (9) están instalados en la cuarta capa; en donde el compartimento de vigilancia (2) de la segunda capa está equipado internamente con un sensor de actitud y un medidor de profundidad, el compartimento de control (7) está equipado internamente con un sistema de control subacuático y de adquisición de datos, el compartimento de control de liberación (8) está equipado internamente con un liberador acústico subacuático; en donde la mesa giratoria central (10) está instalada en la tercera capa, comprendiendo un carril guía giratorio (15), un disco giratorio (16), el sistema de exploración con microelectrodos y un mecanismo expandible (3), estando provista la mesa giratoria (10) del carril guía giratorio circunferencial (15), estando dispuesto el disco giratorio (16) en el centro del carril guía giratorio (15) y siendo capaz de deslizarse a lo largo del carril guía giratorio (15), estando el disco giratorio (16) acoplado para ser accionado por un servomotor I (12); en donde el disco giratorio (16) está radialmente formado con una tolva deslizante (27), el sistema de exploración por microelectrodos (3) es capaz de deslizarse en la tolva deslizante (27) bajo el control del mecanismo expandible, comprendiendo el mecanismo expandible un servomotor II (13) y un tornillo II (26), estando configurado el servomotor II (13) para accionar el tornillo II (26) para que gire, y estando el tornillo II (26) conectado de forma roscada con un manguito guía que está fijado al sistema de exploración con microelectrodos (3).
2. El sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino de acuerdo con lo reivindicado en la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema de exploración con microelectrodos (3) es capaz de moverse hacia arriba y hacia abajo bajo el control de un mecanismo de elevación; el mecanismo de elevación comprende un servomotor III (14) y un tornillo III (22); el servomotor III (14) está configurado para accionar el tornillo III (22) para que rote; y el tornillo III (22) está conectado de forma roscada con un manguito guía que está fijado en el sistema de exploración con microelectrodos (3).
3. El sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino de acuerdo con lo reivindicado en la reivindicación 2, caracterizado por que la precisión de localización del mecanismo de elevación es de 1 mm.
4. El sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino de acuerdo con lo reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado por que el disco giratorio (16) está también provisto de un muestreador de depósitos (17).
5. El sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino de acuerdo con lo reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizado por que el material flotante (6) está diseñado para incluir de 4 a 8 secciones iguales y la forma y el volumen combinados se hacen coincidir con los del marco de plataforma (11).
6. El sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino de acuerdo con lo reivindicado en las reivindicaciones 1-5, caracterizado por que el marco de plataforma (11) del sistema de observación está elaborado de material de acero inoxidable 316L.
7. El sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino de acuerdo con lo reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, caracterizado por que el sistema de exploración con microelectrodos (3) comprende una base (23) y una sonda de prueba de penetración en cono estática (25) y ocho microelectrodos (24) que están dispuestos en la base (23); la sonda de prueba de penetración en cono estática (25) está dispuesta en el centro de la base (23); los ocho microelectrodos (24) están dispuestos alrededor de la sonda de prueba de penetración en cono estática (25); la sonda de prueba de penetración en cono estática (25) está configurada a una distancia de 3-5 cm con respecto a cada uno de los microelectrodos (24); la longitud de la punta cónica de la sonda de prueba de penetración en cono estática (25) es de 4 a 8 cm mayor que la longitud de la punta cónica de cada uno de los microelectrodos (24); y los ocho microelectrodos (24) están configurados respectivamente para detectar los índices CH₄, O₂, pH, Redox, H₂, H₂S, NO y NO₂.
8. Un sistema de control para el sistema de observación in situ multipunto a largo plazo con base en el fondo marino de acuerdo con lo reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, caracterizado por comprender una unidad de cubierta (18) y una unidad subacuática (20); en donde la unidad de cubierta (18) comprende una consola principal, una memoria de datos I, una unidad de interacción humano-máquina, una unidad de localización de balizas, una unidad de comunicación acústica subacuática y una unidad de liberación acústica, estando la consola principal conectada respectivamente con la memoria de datos I, la unidad de interacción humano-máquina, la unidad de

localización de balizas, la unidad de comunicación acústica subacuática y la unidad de liberación acústica;
en donde la unidad subacuática (20) comprende un sistema de control principal configurado para estar respectivamente conectado con la baliza (1), el dispositivo de comunicación acústica subacuática (5), el liberador acústico, una memoria de datos II, el servomotor I (12), el servomotor II (13), la unidad de adquisición de datos, el
5 medidor de profundidad y el sensor de actitud;

en donde la unidad de localización de balizas está configurada para estar conectada de forma inalámbrica con la baliza (1), la unidad de comunicación acústica subacuática está configurada para estar conectada inalámbricamente con el dispositivo de comunicación acústica subacuática (5) y la unidad de liberación acústica está configurada para estar
10 conectada de forma inalámbrica con el liberador acústico.

10

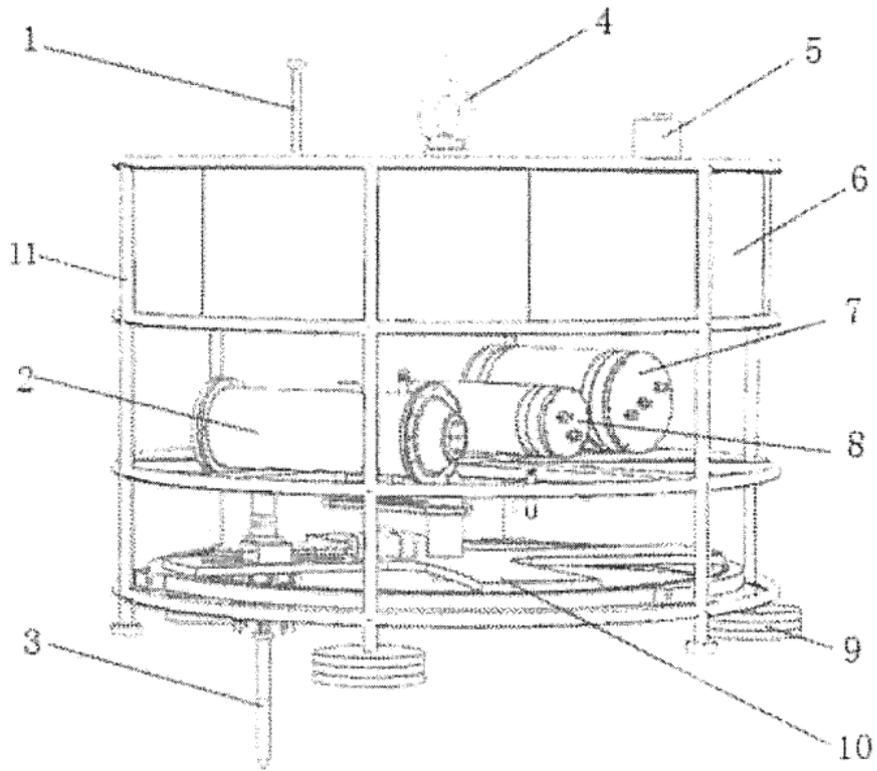


FIG. 1

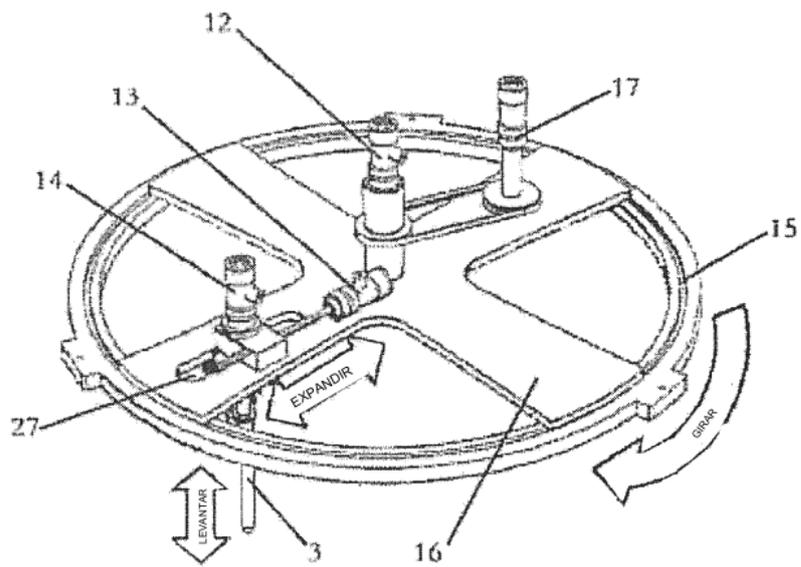


FIG. 2

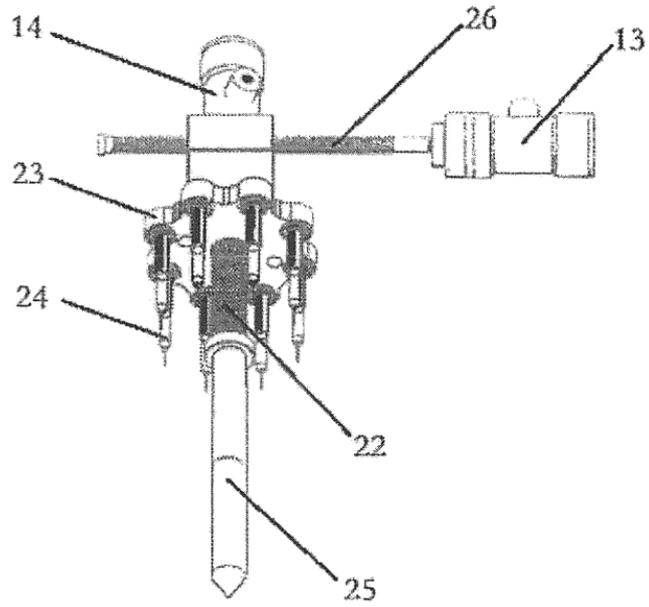


FIG. 3

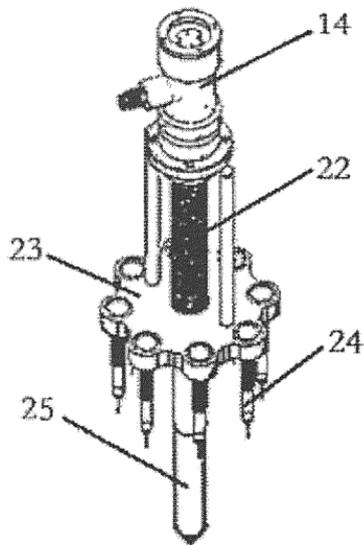


FIG. 4

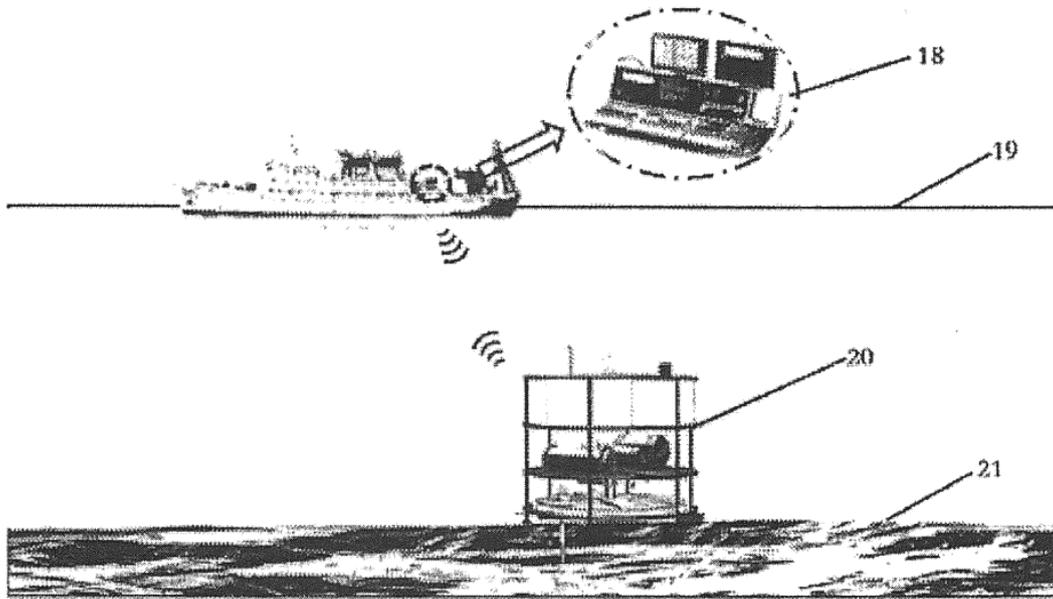


FIG. 5

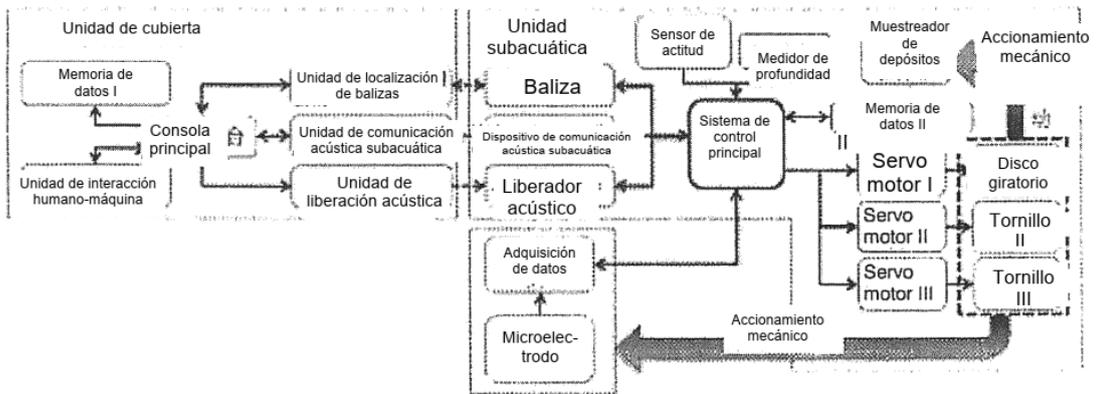


FIG. 6

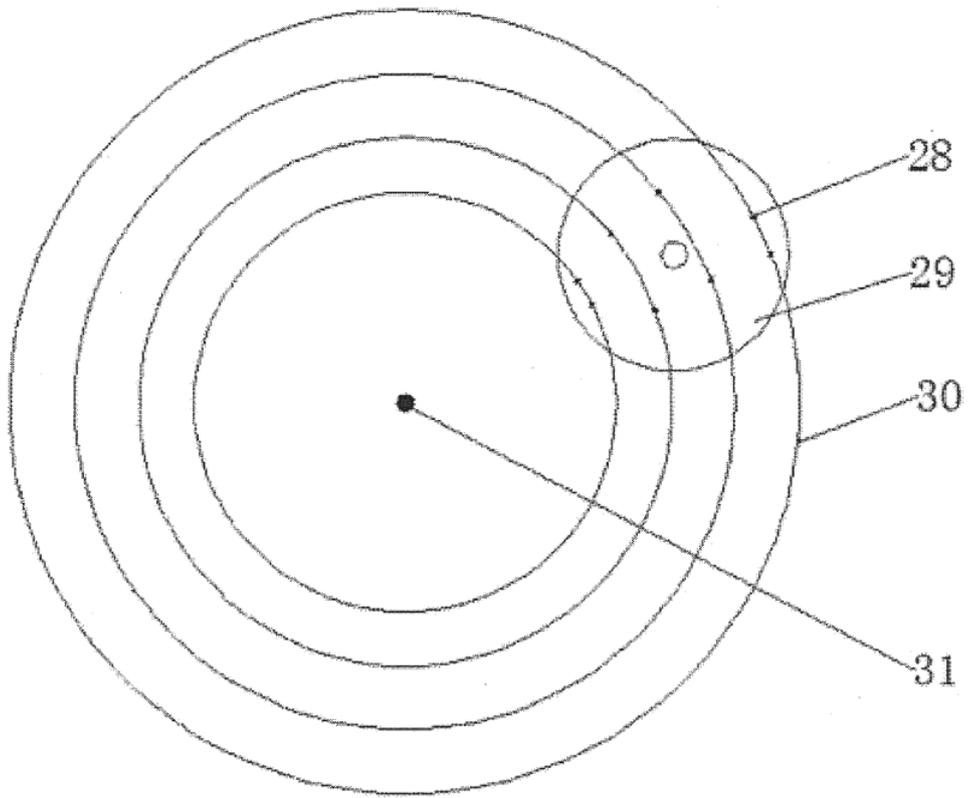


FIG. 7