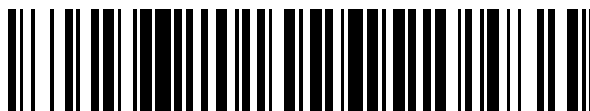


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 160**

51 Int. Cl.:

G01N 1/22 (2006.01)

G01N 33/24 (2006.01)

E21B 49/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2010 E 10176429 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015 EP 2428789**

54 Título: **Línea de transferencia para sonda de muestreo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.10.2015

73 Titular/es:

**MAVA AES NV (100.0%)
Gorislaan 49
1820 Steenokkerzeel, BE**

72 Inventor/es:

**VAN STRAATEN, MARK;
VAN DE PUTTE, WOUTER y
VAN HERREWEGHE, SAMUEL**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 549 160 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

Línea de transferencia para sonda de muestreo

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere al muestreo de sustancias tales como contaminantes subsuperficiales, y a una línea de transferencia para su uso en un sistema para el muestreo de sustancias tales como contaminantes subsuperficiales así como a un sistema de muestreo y a métodos de fabricación y uso del sistema.

10

Antecedentes de la invención

Los contaminantes subsuperficiales, tales como compuestos orgánicos volátiles (VOC) y compuestos orgánicos semi-volátiles (SVOC), pueden muestrearse usando una sonda penetrométrica *in situ*. Un tipo conocido de sonda penetrométrica es una sonda de interfaz de membrana desarrollada por Geo-probe™. La Figura 1 muestra un sistema de muestreo 10 de este tipo. Se hace avanzar una sonda 30, o se la empuja, a través del suelo mediante un dispositivo de empuje hidráulico (no mostrado) y un conjunto de tuberías 29. La sonda 30 incluye un cartucho calefactor 34 para calentar el suelo 35 alrededor de la sonda 30 y una membrana semi-permeable tal como se describe en el documento US 5.639.956. La membrana evita la salida de gas portador desde la sonda 30 hasta el suelo. Una línea de transferencia 20 conecta el aparato 40 en la superficie con la sonda 30. La línea de transferencia 20 típicamente comprende un tubo 11 de gas portador para llevar el gas en la dirección desde el aparato en superficie 40 hasta la sonda 30, un tubo 12 de gas de recogida para llevar el gas en la dirección desde la sonda 30 hasta el aparato en superficie 40 y cableado eléctrico. Durante el uso, se suministra un gas portador desde el aparato en superficie 40 hasta una salida 31 en la sonda 30 a través del tubo 11. Los contaminantes en el suelo calentado en la región 35 alrededor de la sonda 30 se recogen en el gas en la sonda 30, por ejemplo a través de la membrana semi-permeable. El gas cargado con contaminantes se transporta después, a través del tubo 12, al detector 42 en la superficie. En el documento US 6.487.920 se describe una alternativa a la membrana semi-permeable, sistema con el cual los contaminantes en el suelo calentado en la región 35 alrededor de la sonda 30 se recogen en el gas en la sonda 30 directamente a través de una abertura y no se usa una membrana semi-permeable.

30

Se requiere una línea de transferencia flexible 20 como la línea que debe pasar a través de las secciones de tubería 29 cuando están apladas. Por lo tanto, la línea debería tener un radio de torsión de aproximadamente 30 cm o menor. Asimismo, como el diámetro interno de las tuberías 22 es de aproximadamente 20 mm, hay una restricción para el diámetro externo de la línea de transferencia 20.

35

Uno de los desafíos al transportar los compuestos a la superficie es minimizar la pérdida de compuestos en la línea de transferencia. Estas pérdidas en la línea de transferencia pueden estar provocadas por la absorción y adsorción de los compuestos en la superficie interna del tubo 12 en la línea de transferencia 20. En segundo lugar, debido al alto nivel de humedad del gas de recogida, la condensación de humedad local en los tubos 11, 12 de la línea de transferencia 20 puede obstruir el flujo de gas, o puede aumentar la pérdida de compuestos por condensación.

40

Lo que aún es más importante, ocurre contaminación cruzada entre las muestras cuando se atraviesan zonas de producto puro (DNAPL, capas de fase no acuosa densa, por ejemplo incluyendo alquitrán y disolventes clorados). Cuando se pasan las DNAPL, los compuestos se absorben sobre la pared interna de la línea de transferencia. Por lo tanto, la línea de transferencia debería lavarse con gas portador para limpiar la línea de transferencia. Los tiempos de lavado típicamente son entre 10 - 60 min, lo que da como resultado largos tiempos de espera para el equipo de perforación. Esto, por supuesto, no es económicamente eficaz.

45

Para minimizar los problemas relacionados con la adsorción, absorción y condensación, se han desarrollado líneas de transferencia calentadas. Se han propuesto dos métodos de calentamiento. Un primer método de calentamiento de una línea de transferencia es enrollando un cable calefactor alrededor del tubo de recogida. Este método tiene su punto débil en la torsión, que puede dar como resultado puntos fríos y problemas de condensación. Puesto que esta capacidad de torsión es crucial cuando se usan estos tubos para medición en el campo, este es un pre-requisito muy importante para la línea de transferencia. En el documento US 6.487.920 se muestra un segundo método de calentamiento de una línea de transferencia. Este usa un tubo de acero al silicio como un tubo de recogida que se calienta por resistencia. En el documento US 6.487.920, el método desvela dos realizaciones. En una primera realización, un tubo de barrera de acero al silicio masivo se calienta por resistencia. En una segunda realización, un cable de NiCromo se enrolla alrededor del tubo de barrera, que no es necesariamente un tubo de acero al silicio. Si el NiCromo enrollado se apretaba tal como para formar una capa uniforme alrededor del tubo de barrera, la flexibilidad del tubo ya no estaría garantizada nunca más.

55

60

Sin embargo, ambos métodos son muy ineficaces como método de calentamiento porque requieren una alta potencia, en la región de los kilovatios, para conseguir las temperaturas requeridas.

65

Además, puesto que los métodos tienen que usarse también en condiciones de campo remotas donde la energía eléctrica podría no estar fácilmente disponible, son necesarios generadores de energía pesados adicionales. Esto dificulta en gran medida la aplicabilidad de los sistemas de la técnica anterior.

5 Los métodos usados en la técnica anterior sufren también la ausencia de facilidad de uso así como cuestiones de seguridad. Debido a las altas temperaturas, las líneas de transferencia tienen que estar considerablemente aisladas térmicamente para permitir la manipulación manual cuando se requieran temperaturas significativamente mayores de 90 °C. Asimismo, en el documento US 6.487.920, el extremo de la línea del tubo de acero al silicio está a un potencial de tierra. Esto es indeseable puesto que podría dar como resultado electrocución, especialmente en un entorno agreste y húmedo.

10 Hay necesidad de una forma alternativa de línea de transferencia que supere al menos una de las desventajas de las líneas de transferencia conocidas.

15 Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar métodos de muestreo de sustancias tales como contaminantes subsuperficiales, y proporcionar una línea de transferencia para su uso en un sistema para el muestreo de sustancias tales como contaminantes subsuperficiales así como un sistema de muestreo y métodos de fabricación y uso del sistema que sea más seguro, que consuma menos energía y sea más eficaz en comparación con el estado de la técnica existente.

20 La invención se refiere a un sistema de sonda para muestreo químico subsuperficial de acuerdo con la reivindicación 1.

25 Preferentemente, el tubo de barrera comprende al menos en una superficie interna de la misma sílice fundida, o un material de PEEK o PTFE.

30 El recubrimiento metálico preferentemente se aplica mediante un método tal como metalizado para permitir que una capa fina se deposite con integridad estructural, es decir, como un revestimiento continuo, como una mejora sobre una capa discontinua tal como cintas enrolladas.

El recubrimiento metálico puede ser una capa de níquel, una aleación de hierro o una aleación de cromo.

35 Opcionalmente, tanto el primero como el segundo tubos flexibles pueden comprender adicionalmente una capa aislante que rodea el recubrimiento metálico.

Por ejemplo, la capa aislante puede ser una capa de poliimida.

40 En una realización el segundo tubo flexible tanto el primero como el segundo tubos flexibles comprenden adicionalmente una capa de polímero situada entre el tubo de barrera y el recubrimiento metálico.

45 Por ejemplo, la capa de polímero situada entre el tubo de barrera y el recubrimiento metálico comprende una poliimida.

El diámetro interno del segundo tubo flexible, o tanto el primero como el segundo tubos flexibles, puede ser menor que sustancialmente 0,7 mm y ventajosamente está en el intervalo de 0,2-0,7 mm.

50 Por ejemplo, el diámetro interno del segundo tubo flexible, o tanto el primero como el segundo tubos flexibles, está en un intervalo de 0,2-0,7 mm.

55 Puede proporcionarse un manguito aislante para rodear el segundo tubo flexible, o tanto el primero como el segundo tubos flexibles. Pueden proporcionarse capas flexibles para rodear el manguito aislante y pueden proporcionarse cables eléctricos para conectar eléctricamente el aparato en superficie a la sonda que está situada dentro de las capas flexibles o el manguito.

60 Preferentemente, el recubrimiento metálico está adaptado para permitir que el segundo tubo flexible, o tanto el primero como el segundo tubos flexibles, se caliente en un intervalo a temperatura de 30-350 °C aplicando una tensión menor de 200 o preferentemente menor de 150 V al recubrimiento metálico.

Por ejemplo, un recubrimiento metálico del primer o segundo tubo flexible está adaptado como calentador mientras el recubrimiento metálico del otro del primer y segundo tubos flexibles está adaptado para actuar como un sensor de temperatura.

65 En una realización, los recubrimientos metálicos del primer y segundo tubos flexibles están conectados eléctricamente entre sí.

El detector puede ser cualquier detector adecuado pero, para algunas aplicaciones, se prefiere que el detector esté adaptado para detectar compuestos VOC y SVOC.

Las realizaciones de la presente invención mejoran el transporte de contaminantes desde la sonda hasta un detector. El detector puede ser cualquier detector adecuado, pero preferentemente es un detector para compuestos VOC y SVOC. Un ejemplo es un detector cromatográfico de gas. El detector cromatográfico de gas puede incluir cualquiera de: detector de conductividad electrolítica en seco - DELCD, detector de combustión catalítica - CCD, detector de conductividad térmica - TCD, detector de ionización de llama - FID, detector de ionización de helio - HID, detector de fotoionización - PID, detector de nitrógeno-fósforo - NPD, detector de ionización termoiónica - TID, detector fotométrico de llama - FPD, detector fotométrico de llama doble - FPD doble, detector de captura de electrones - ECD, detector específico de halógeno - XSD, espectrometría de masas - MS, etc. o combinaciones de estos. Pueden hacerse funcionar en serie varios detectores para múltiples cromatogramas a partir de una sola inyección.

Una ventaja de las realizaciones de la presente invención es evitar ciertas desventajas de las líneas de transferencia calentadas de la técnica anterior con las que los tubos se calientan usando un cable de calentamiento o cinta enrollada alrededor de los tubos, que da como resultado una transferencia de calor ineficaz y desigual a los tubos, o se calientan usando el propio tubo como medio de calentamiento como en el documento US 6.487.920. Las realizaciones de la presente invención pueden reducir la contaminación cruzada entre muestras que ocurre cuando se atraviesan zonas de producto puro con contaminante (por ejemplo, DNAPL, capas de fase no acuosa densas, por ejemplo, incluyendo alquitrán y disolventes clorados). Cuando se atraviesan las DNAPL de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, los compuestos se absorben nada o menos en la pared interna de la línea de transferencia. Por lo tanto, la línea de transferencia puede lavarse con un gas portador para limpiar la línea de transferencia. Los tiempos de lavado pueden reducirse, lo que es económicamente eficaz.

Pueden identificarse dos regímenes de temperatura. El primer régimen de temperatura es suficientemente alto para evitar la condensación en las paredes del tubo y suficientemente bajo para evitar la descomposición por temperatura de los contaminantes que se van a medir. Típicamente, para VOC y SVOC, está temperatura está en el intervalo de 120° - 220 °C. Para compuestos poco volátiles, el intervalo superior puede ir hasta los 350 °C. El segundo régimen de temperatura debería ser suficientemente alto para "calcinar" la línea de transferencia eficazmente entre dos acontecimientos de muestreo para evitar la contaminación cruzada entre las muestras y la medición en diferentes periodos de tiempo. Esto requiere temperaturas bastante por encima de 200 °C.

El tubo de portador flexible y el tubo de recogida flexible de acuerdo con las realizaciones de la invención pueden calentarse, si se requiere, a temperaturas de hasta 350 °C, asegurando de esta manera una adsorción/absorción mínima dentro del tubo de portador. Además, este calentamiento también puede conseguirse usando una potencia eléctrica muy baja, permitiendo una manipulación eficaz y segura cuando se trabaja en el campo.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la invención se describirán, a modo de ejemplo, únicamente, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la Figura 1 muestra un sistema de sonda para muestreo subsuperficial;

la Figura 2 muestra un sistema de sonda para muestreo subsuperficial de acuerdo con una realización de la presente invención;

la Figura 3 muestra una línea de transferencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 4 muestra una línea de transferencia de acuerdo con una realización de la presente invención y su fuente de alimentación.

La Figura 5 muestra una línea de transferencia de acuerdo con otra realización de la presente invención.

La Figura 6 muestra la temperatura alcanzada como una función de la potencia aplicada para un tubo de sílice fundida de 10 m con una capa de poliimida y níquel, que muestra que solo son necesarios 80 W para conseguir una temperatura de 200 °C.

Descripción de las realizaciones preferidas

La presente invención se describirá con respecto a realizaciones particulares y con referencia a ciertos dibujos, pero la invención no está limitada a estos, sino únicamente por las reivindicaciones. Los dibujos descritos son solo esquemáticos y no limitantes. En los dibujos, el tamaño de alguno de los elementos puede estar exagerado y no dibujado a escala con fines ilustrativos. Cuando se usa el término "que comprende" en la presente descripción y en las reivindicaciones, no excluye otros elementos o etapas. Adicionalmente, los términos primero, segundo, tercero y similares, en la descripción y en las reivindicaciones, se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Debe entenderse que los términos usados de esta manera son intercambiables en las circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en este documento pueden funcionar en otras secuencias distintas de las descritas o ilustradas en este documento.

La Figura 2 muestra un sistema de sonda 100 para muestreo subsuperficial de acuerdo con una realización de la invención. El sistema de sonda 100 comprende una sonda 30 que, durante el uso en una realización, se hace avanzar mediante un dispositivo de empuje, tal como un dispositivo de empuje hidráulico (no mostrado). Un conjunto de tuberías 29 conecta en el dispositivo de empuje a la sonda 30. Una línea de transferencia 20 está localizada en el interior de las tuberías 29. La línea de transferencia 20 conecta al aparato 40 en la superficie con la sonda 30. El aparato 40 comprende una fuente de fluido 41 conectada al tubo de portador 11 de la línea de transferencia 20. La línea de transferencia 20 está conectada a cualquier equipo adecuado en la superficie del suelo. Por ejemplo, puede conectarse un detector 42 a un tubo de recogida 12 de la línea de transferencia 20. Durante el uso, la fuente de fluido 41 típicamente aplica un fluido portador, tal como un gas portador a presión, al tubo de portador 11. Sin embargo, la presente invención no está restringida a la inyección de un gas portador sino que también incluye cualquier otro medio de hacer pasar un gas portador a través del tubo de portador 11, tal como dirigir el gas portador a través del tubo de portador 11 aplicando un vacío en un extremo. La línea de transferencia 20 típicamente comprende un tubo de portador 11 para llevar el gas en la dirección desde el aparato en superficie 40 hasta la sonda 30, un tubo de recogida 12 para llevar el gas en la dirección desde la sonda 30 hasta el aparato en superficie 40. Durante el uso, el gas se suministra desde el aparato en superficie 40 hasta la sonda 30 a través del tubo 11. Los contaminantes en el suelo calentado en la región 35 alrededor de la sonda 30 se recogen en un colector, ya sea directamente, por ejemplo, a través de una abertura en la sonda que permite que el gas caliente salga y los contaminantes entren, o a través de una membrana semipermeable. El gas cargado con contaminantes después se transporta, a través del tubo 12, a la superficie del suelo, por ejemplo hasta un detector 42 en la superficie. El detector puede ser cualquier detector adecuado, pero es preferentemente un detector cromatográfico de gases para compuestos VOC y SVOC. El detector puede ser un detector cromatográfico de gases, por ejemplo uno de detector de conductividad electrolítica en seco - DELCD, detector de combustión catalítica - CCD, detector de conductividad térmica - TCD, detector de ionización de llama - FID, detector de ionización de helio - HID, detector de fotoionización - PID, detector de nitrógeno-fósforo - NPD, detector de ionización termiónica - TID, detector fotométrico de llama - FPD, detector fotométrico de llama doble - FPD doble, detector de captura de electrones - ECD, detector específico de halógeno - XSD, espectrometría de masas - MS, etc. o combinaciones de estos. Pueden hacerse funcionar varios detectores en serie para múltiples cromatogramas a partir de una inyección. Se proporciona un suministro eléctrico 43 para aplicar energía eléctrica, por ejemplo para aplicar una tensión a los tubos 11, 12 con el fin de calentar los tubos 11, 12.

Se requiere que la línea de transferencia 20 sea flexible puesto que la línea 20 debe pasar a través de las secciones de tubería 29 cuando están apiladas. Ventajosamente, la línea debería tener un radio de torsión de aproximadamente 30 cm o menor. Asimismo, como el diámetro interno de las tuberías 29 puede ser de 20 mm (0,8"), hay una restricción para el diámetro externo de la línea de transferencia 20.

La Figura 3 muestra una realización de la línea de transferencia 20 con más detalle. Además de los tubos 11, 12, la línea de transferencia comprende cables eléctricos 13, 14, 15. Los cables 15 son para llevar un suministro eléctrico para calentar la sonda 30, los cables 13 son para transportar una señal desde un termopar en la sonda 30 hasta el aparato 40 y los cables 14 son para transportar una señal desde un sensor de conductividad en la sonda 30 hasta el aparato 40.

Cada tubo 11, 12 comprende un tubo de barrera. El tubo de barrera puede ser por ejemplo un tubo revestido con sílice fundida desactivada 25. El tubo de barrera, por ejemplo, puede comprender también un tubo fabricado de o revestido con PTFE, PEEK o material similar. Opcionalmente, el tubo de barrera está provisto de una capa de polímero resistente a la temperatura tal como PEEK, PU o mezclas de estos materiales. Esta capa puede ser un recubrimiento. En una realización preferida la capa de polímero/recubrimiento es una capa de políimida/recubrimiento 16. El tubo de barrera, tal como el tubo de sílice fundida desactivada 25 evita que los contaminantes se adsorban o absorban durante su paso entre la sonda 30 y el detector 42. El tubo de barrera 25 también está rodeado por un revestimiento o capa de recubrimiento fina 17 de un metal. Por ejemplo, la capa de políimida/recubrimiento 16 o el tubo de barrera 25 están recubiertos con una capa fina 17 de un metal tal como níquel, que puede calentarse por resistencia. La capa fina 17 de metal puede ser una capa metálica. La capa de polímero, tal como un recubrimiento de políimida en este caso, suministra resistencia física extra al tubo de barrera y proporciona una mejor adhesión/resistencia del recubrimiento para la capa metálica. Asimismo pueden usarse otros metales distintos de níquel o en combinación con níquel, tal como una aleación níquel/cromo, una aleación hierro/cromo/aluminio,.... Tales metales pueden aplicarse por un método de metalizado. Como la capa metálica que tiene que calentarse por resistencia, y tiene que dar como resultado un calentamiento uniforme, el tubo de barrera debería estar rodeado alrededor de su circunferencia con un recubrimiento metálico. Ventajosamente, el espesor de la capa del níquel es de 10-300 μm , preferentemente 50 μm . El espesor de la capa metálica depende de y está limitado por la resistividad del metal usado. Se deben evitar mayores espesores de metales más conductores, puesto que esto daría como resultado un calentamiento ineficaz y un aumento de la rigidez.

Durante el uso, el recubrimiento metálico o revestimiento, por ejemplo, una capa de níquel, se calienta por resistencia mediante la fuente de alimentación tal como la fuente de tensión 43, que puede ser regulada por tensión, corriente o potencia (véanse las Figuras 1 y 4). El tubo de barrera aislado recubierto con metal, tal como el tubo de sílice fundida y políimida recubierto con níquel, proporciona transferencia de calor superior y uniforme al revestimiento del tubo de barrera, por ejemplo el revestimiento de sílice fundida, evitando cualquier área fría en los

ES 2 549 160 T3

5 tubos 11, 12. Puesto que las líneas de transferencia calentadas de la técnica anterior calientan los tubos envolviendo un cable calefactor alrededor de los tubos o mediante el uso de un tubo conductor masivo para calentamiento por resistencia, el resultado es una transferencia de calor ineficaz y desigual a los tubos, que requiere fuentes de alimentación de energía eléctrica grandes. Son necesarias temperaturas en el intervalo de 120 °C - 350 °C para evitar la condensación y/o permitir la separación de los compuestos químicos de la pared del tubo de barrera si quedaran adsorbidos, para evitar la contaminación cruzada entre muestras ("calcinación"). El tubo de gas portador calentado flexible 11 y el tubo de gas de recogida calentado flexible 12 de acuerdo con las realizaciones de la invención pueden calentarse hasta a 350 °C.

10 Una ventaja clara de las realizaciones de la presente invención es que las temperaturas requeridas pueden conseguirse con una energía eléctrica baja. La Figura 6 muestra la temperatura alcanzada como una función de la potencia aplicada para un tubo de sílice fundida recubierto con poliimida y níquel de 10 m que muestra que solo son necesarios 80 W para conseguir una temperatura de 200 °C. Los sistemas comerciales disponibles requieren potencias de hasta 2-3 kW para calentar la línea de transferencia.

15 Un recubrimiento aislante externo, tal como un recubrimiento de poliimida externo 18, rodea el metal, por ejemplo la capa de níquel 17. El recubrimiento 18 asegura al menos el aislamiento eléctrico del tubo, la protección contra el desgaste mecánico de la capa metálica también puede proporcionar aislamiento térmico, reduciendo la pérdida de calor desde el tubo. Como este recubrimiento externo, por ejemplo, un recubrimiento de poliimida 18, es preferentemente muy fino, la masa global de la parte calentada del tubo es pequeña. Mantener la masa de la parte calentada del tubo pequeña minimiza la potencia necesaria para calentar el gas portador y de recogida. Pueden usarse otros polímeros termoplásticos o termoendurecidos como recubrimiento aislante. Dado que solo se aplican pequeñas tensiones, el recubrimiento puede ser muy fino sin riesgo de rotura eléctrica del recubrimiento y cortocircuito. Esta capa aislante es crucial para garantizar el rendimiento del tubo de transporte en todas las condiciones en las que se usa (bobinado, desbobinado, almacenamiento en camión, guiado de tubo hacia arriba y hacia abajo,....) para evitar que los tubos se pongan en contacto entre sí y creen cortocircuitos u otro tipo de daño.

20 Un manguito resistente a alta temperatura 19 preferentemente rodea ambos tubos 11, 12 y evita adicionalmente que el calor disipado escape a las secciones de tubería y el entorno del suelo.

25 El diámetro interno del tubo de barrera, por ejemplo, el tubo de sílice 11, 12 puede ser tan pequeño como 0,005 mm pero preferentemente está en el intervalo de 0,2-0,7 mm. Disminuir el diámetro de la línea de recogida da como resultado una menor dilución de los contaminante muestreados. Como el flujo de gas para la sonda de la interfaz de membrana 30 es preferentemente 40 ml/min la velocidad del gas en tubos más pequeños será mayor, dando como resultado una menor absorción de los contaminantes en la pared interna de la línea de recogida. Aumentar la velocidad de gas dará como resultado también un tiempo de respuesta más corto de los detectores debido al transporte más rápido de los contaminantes desde la sonda hasta la superficie.

30 La capa metálica, tal como la capa de níquel 17, puede usarse como un elemento calefactor como se muestra en la Figura 4, en la que las capas metálicas de los tubos 11 y 12 están unidas juntas en la sonda 30 y la fuente de alimentación 43 está conectada a nivel de tierra a las dos capas metálicas. La capa metálica, tal como la capa de níquel 17, puede usarse también como elemento detector de un sensor de temperatura por resistencia para controlar la temperatura del tubo de recogida, por ejemplo, como se muestra en la Figura 5. La alta sensibilidad de la capa de níquel 17 para los cambios de temperatura hace que esta elección sea óptima para el control de temperatura. En esta realización, la capa de níquel del tubo de gas de recogida actúa como un calentador de resistencia. En contraste, la capa de níquel que rodea el tubo de gas de resistencia se usa como un sensor de temperatura de resistencia (RTD). Como se muestra en la Figura 5, en este conjunto, son necesarias conexiones eléctricas 45 adicionales para conectar el tubo de recogida y el tubo de gas portador a las fuentes de tensión.

40 Son necesarias dos fuentes de alimentación 43a y 43b. La primera controla el calentamiento del tubo de gas de recogida 12. La segunda aplica una pequeña corriente de medición al tubo de gas portador - intermitentemente cuando se toman las mediciones por ejemplo. Debido al calor producido a partir del tubo de gas de recogida 12, la resistencia eléctrica del tubo de gas portador 11 cambiará con la temperatura. Por lo tanto, midiendo la tensión usando un voltímetro 47 a través del tubo de gas portador 11, la fuente de alimentación 43b y así también el calentamiento del tubo de gas de recogida 12 puede controlarse mediante el controlador 46 PID, con lo que un controlador proporcional-integral-derivativo (PID) es un clase de controlador que puede usarse.

45 En una realización alternativa el tubo de recogida puede actuar como un sensor de temperatura mientras que el tubo de gas portador actúa como el calentador.

50 Por lo tanto, en algunas realizaciones de la presente invención, el metal, por ejemplo la capa de níquel 17 del tubo de recogida, funciona como el dispositivo de calentamiento mientras que el metal, por ejemplo, la capa de níquel del tubo de gas portador funciona como elemento de resistencia del sensor de temperatura. Puesto que, en este conjunto, no se usan termopares para las mediciones de temperatura a lo largo de la línea de transferencia, el diámetro global de la línea de transferencia se reduce significativamente. En segundo lugar, puesto que están embebidos menos componentes en la línea de transferencia, hay menos movimientos intercapa de la línea de transferencia cuando esta se dobla, mejorando la robustez de la línea de transferencia.

Sin embargo, la presente invención incluye un control de temperatura usando termopares que están localizados a lo largo de los tubos de barrera. Pueden combinarse termopares opcionalmente con el uso de un metal, por ejemplo capas de níquel, como el sensor de temperatura.

5 Debido a la disminución en la masa de la parte calentada del tubo en comparación con otros diseños y debido al recubrimiento metálico resistivo fino, por ejemplo la capa níquel 17, la tensión necesaria para calentar el tubo de gas portador 11 y el tubo de gas de recogida 12 es 48 V CC, es decir menos de 200 o menos de 150 voltios, que es mucho menor en comparación con otros diseños (240 V).

10 Ventajosamente, los recubrimientos metálicos, por ejemplo las capas de níquel 17 del tubo de gas de recogida 12 y el tubo de gas portador 11, están conectados por un cable eléctrico en la sonda (véase la Figura 4). Por lo tanto, las conexiones eléctricas son tales que el bucle eléctrico está cerrado. Esta es una ventaja principal en comparación con otros diseños donde la sonda está conectada a tierra. Cerrar el bucle eléctrico crea un espacio de trabajo más seguro para el equipo de perforación. Además, dado que solo es necesario calentar una pequeña masa, podrían alcanzarse mayores temperaturas en el tubo de barrera sin necesidad de manipular piezas a alta temperatura y, de esta manera, sin riesgo de lesión física. El recubrimiento metálico, por ejemplo, la capa de níquel de ambos tubos, es decir, el tubo de gas de recogida y el tubo de gas portador están conectados mediante un cable eléctrico en la sonda 30 que evita el problema con las conexiones de los diseños de la técnica anterior, en este caso la sonda está a nivel de tierra.

20 Se describirá ahora un método para adquirir una muestra. En primer lugar, la sonda 30 está localizada en una región subsuperficial donde se va a adquirir una muestra. La sonda se localiza haciendo avanzar la sonda 30 desde la superficie, a través de una región subsuperficial (típicamente el suelo) hasta la profundidad requerida aplicando una presión, tal como una presión hidráulica, a un conjunto de tuberías 29. Una línea de transferencia 20 está localizada en las tuberías 29 y conecta la sonda 30 al aparato 40 en la superficie. Se aplica fluido (típicamente un gas) al tubo 25 11 de la línea de transferencia 20. El gas sale del tubo en el puerto 31 dentro de la sonda. Los contaminantes, tales como compuestos orgánicos volátiles (VOC) y/o compuestos orgánicos semi-volátiles (SVOC) pasan a través de una membrana 33 de la sonda y son barridos por el flujo de gas hacia el puerto 32 y a lo largo del tubo 12 hasta el detector 42. Como alternativa, no se usa una membrana semipermeable y, en lugar de ella, una abertura en la sonda permite que el gas salga y vuelva a cargarse con contaminante. El detector 42 puede realizar, por ejemplo, un análisis químico de los compuestos dentro del gas. Durante el paso a lo largo del tubo 12, el flujo de gas se calienta mediante el metal, por ejemplo la capa calefactora de níquel que rodea el tubo 12. Esto evita el enfriamiento del flujo de gas y la condensación dentro del tubo 12. El suministro eléctrico 43, 43a, 43b puede suministrar la tensión al metal, por ejemplo la capa de níquel 17 de cada tubo 11, 12 para calentar los tubos 11 y/o 12. De esta manera, en las realizaciones, el gas puede calentarse según pasa a lo largo del tubo 11 hacia la sonda, pero esto no es necesario para la invención. Opcionalmente, el gas puede calentarse en primer lugar o adicionalmente en la sonda mediante un calentador de sonda 34. Calentar ambos tubos de barrera puede tener ventajas porque reduce la potencia global necesaria y proporciona calentamiento extra del conjunto global reduciendo de esta manera la pérdida de potencia.

40 La invención no está limitada a las realizaciones descritas en este documento, que podrían modificarse o variarse sin alejarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de sonda para muestreo químico subsuperficial que comprende:

5 una sonda (30);
 una fuente de fluido (41);
 un detector (42);
 una línea de transferencia (20) que comprende
 un primer tubo flexible (11) para llevar fluido a la sonda (30); y
 10 un segundo tubo flexible (12) para llevar fluido cargado con muestra desde la sonda (30); en el que el primer
 tubo flexible (11) conecta la fuente de fluido (41) a la sonda (30) y el segundo tubo flexible (12) conecta la
 sonda (30) al detector (40); y
 un suministro eléctrico (43) para aplicar una tensión al segundo tubo flexible (12), o tanto al primer o como al
 15 segundo tubos flexibles (11, 12), para calentar el tubo,
 caracterizado por que el segundo tubo flexible (12), o tanto el primer como el segundo tubos flexibles (11, 12),
 comprende un tubo de barrera (25), un recubrimiento metálico (17), una capa aislante (18),
 rodeando el recubrimiento metálico (17) del segundo tubo flexible (12), o tanto del primer como del segundo
 tubos flexibles (11, 12), el tubo de barrera (25); rodeando la capa aislante (18) el recubrimiento metálico (17);
 20 estando dispuesto el suministro eléctrico (43) para aplicar una tensión al recubrimiento metálico (17) para
 calentarlo por resistencia;
 estando dispuesto el tubo de barrera (25) para transferir el calor del recubrimiento metálico (17) al fluido
 transportado por el tubo.

25 2. Un sistema de sonda de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tubo de barrera (25) comprende al menos en
 una superficie interna del mismo sílice fundida o un material de PEEK o PTFE.

30 3. Un sistema de sonda de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el recubrimiento metálico (17) es una capa
 metalizada, o en el que el recubrimiento metálico (17) es una capa de níquel, una aleación de níquel, una aleación
 de hierro o una aleación de cromo.

35 4. Un sistema de sonda de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo tubo
 flexible (12), o tanto el primer como el segundo tubos flexibles (11, 12), comprende(n) además una capa de polímero
 (16) situada entre el tubo de barrera (25) y el recubrimiento metálico (17).

5. Un sistema de sonda de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha capa aislante
 (16) comprende una capa de poliimida.

40 6. Un sistema de sonda de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que la capa de polímero (16) situada entre el
 tubo de barrera (25) y el recubrimiento metálico (17) comprende una poliimida.

45 7. Un sistema de sonda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el diámetro
 interno del segundo tubo flexible (12), o tanto del primer como del segundo tubos flexibles (11), (12), es/son
 menor(es) de sustancialmente 0,7 mm y ventajosamente está(n) en el intervalo de 0,2-0,7 mm, o en el que el
 diámetro interno del segundo tubo flexible (12), o tanto del primer como del segundo tubos flexibles (11, 12),
 está/están en el intervalo de 0,2-0,7 mm.

50 8. Un sistema de sonda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende
 adicionalmente un manguito aislante (19) que rodea el segundo tubo flexible (12), o tanto el primer como el segundo
 tubos flexibles (11, 12).

55 9. Un sistema de sonda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el recubrimiento
 metálico (17) está adaptado para permitir que el segundo tubo flexible (12), o tanto el primer como el segundo tubos
 flexibles (11, 12), se calienten en el intervalo de temperatura de 120-350 °C aplicando una tensión menor de 200 o
 preferentemente menor de 150 V al recubrimiento metálico.

10. Un sistema de sonda de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, que comprende adicionalmente capas flexibles que
 rodean el manguito aislante (19) y que comprenden adicionalmente cables eléctricos (13, 14, 15) para conectar
 eléctricamente el aparato en superficie (40) a la sonda (30) que están situados dentro de las capas flexibles.

60 11. Un sistema de sonda de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende adicionalmente un manguito externo
 (23) que rodea los tubos flexibles.

65 12. Un sistema de sonda de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que un recubrimiento metálico
 (17) del primer o segundo tubos flexibles (11, 12) está adaptado como un calentador mientras que el recubrimiento
 metálico (17) del otro del primer y segundo tubos flexibles (11, 12) está adaptado para actuar como un sensor de

temperatura, o en el que los recubrimientos metálicos (17) del primer y segundo tubos flexibles (11, 12) están conectados eléctricamente entre sí.

- 5 13. Un sistema de sonda de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el detector está adaptado para detectar compuestos VOC y SVOC o en el que el detector es un detector cromatográfico de gas opcionalmente seleccionado de detector de conductividad electrolítica en seco - DELCD, detector de combustión catalítica - CCD, detector de conductividad térmica - TCD, detector de ionización de llama - FID, detector de ionización de helio - HID, detector de fotoionización - PID, detector de nitrógeno-fósforo - NPD, detector de ionización termoiónica - TID, detector fotométrico de llama - FPD, detector fotométrico de llama doble - FPD doble,
- 10 detector de captura de electrones - ECD, detector específico de halógeno - XSD, espectrometría de masas - MS.

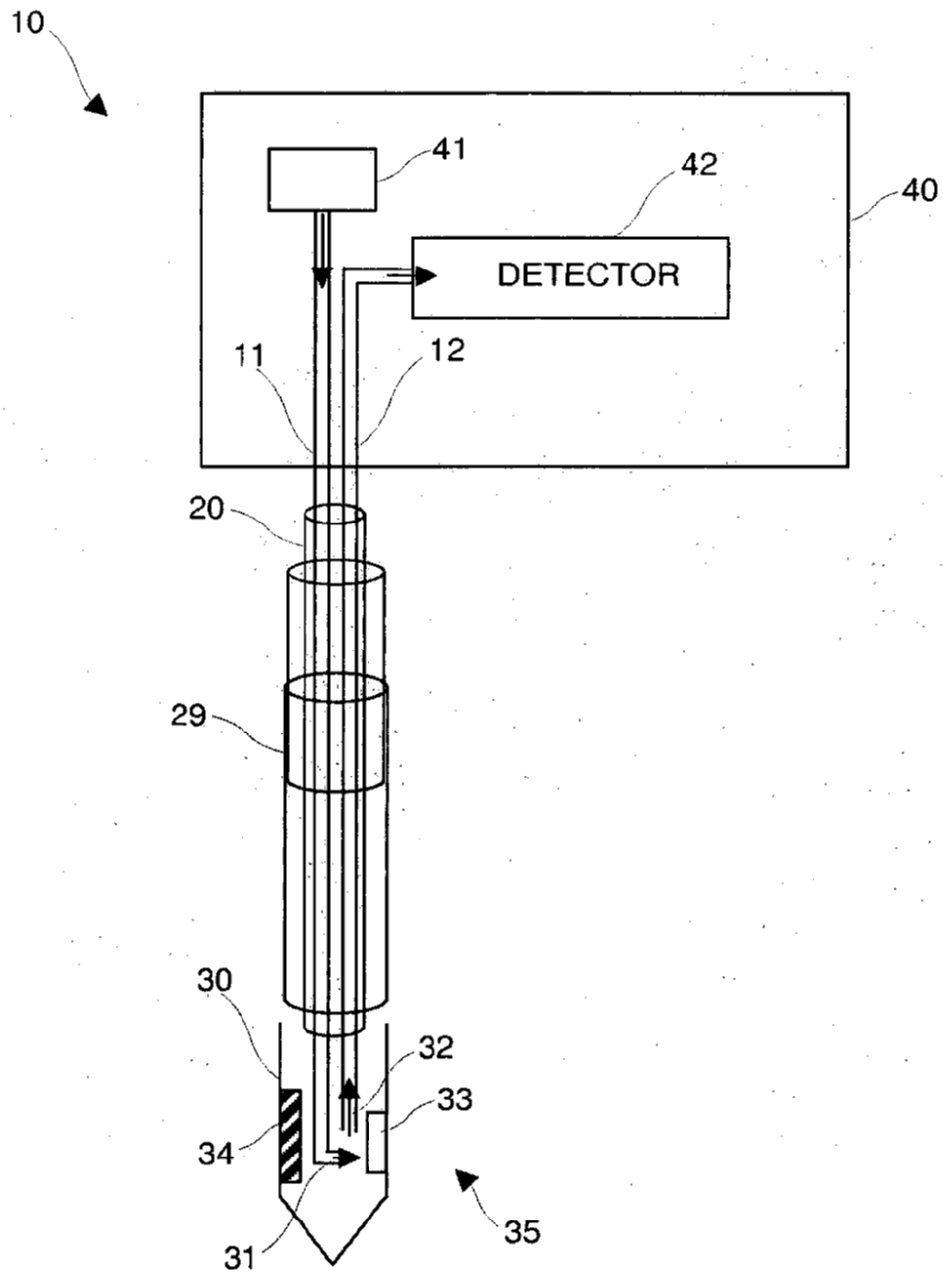


Fig. 1

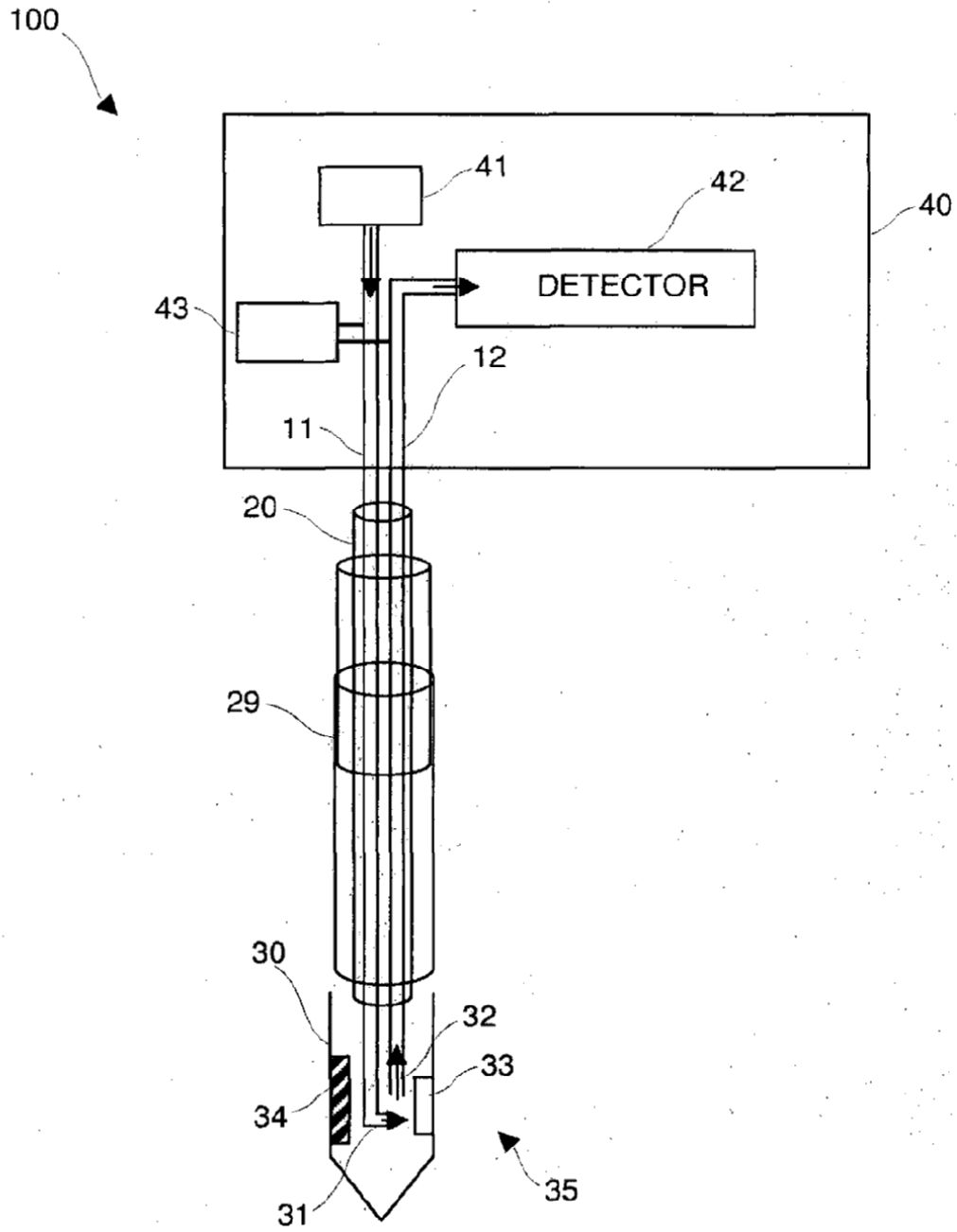


Fig. 2

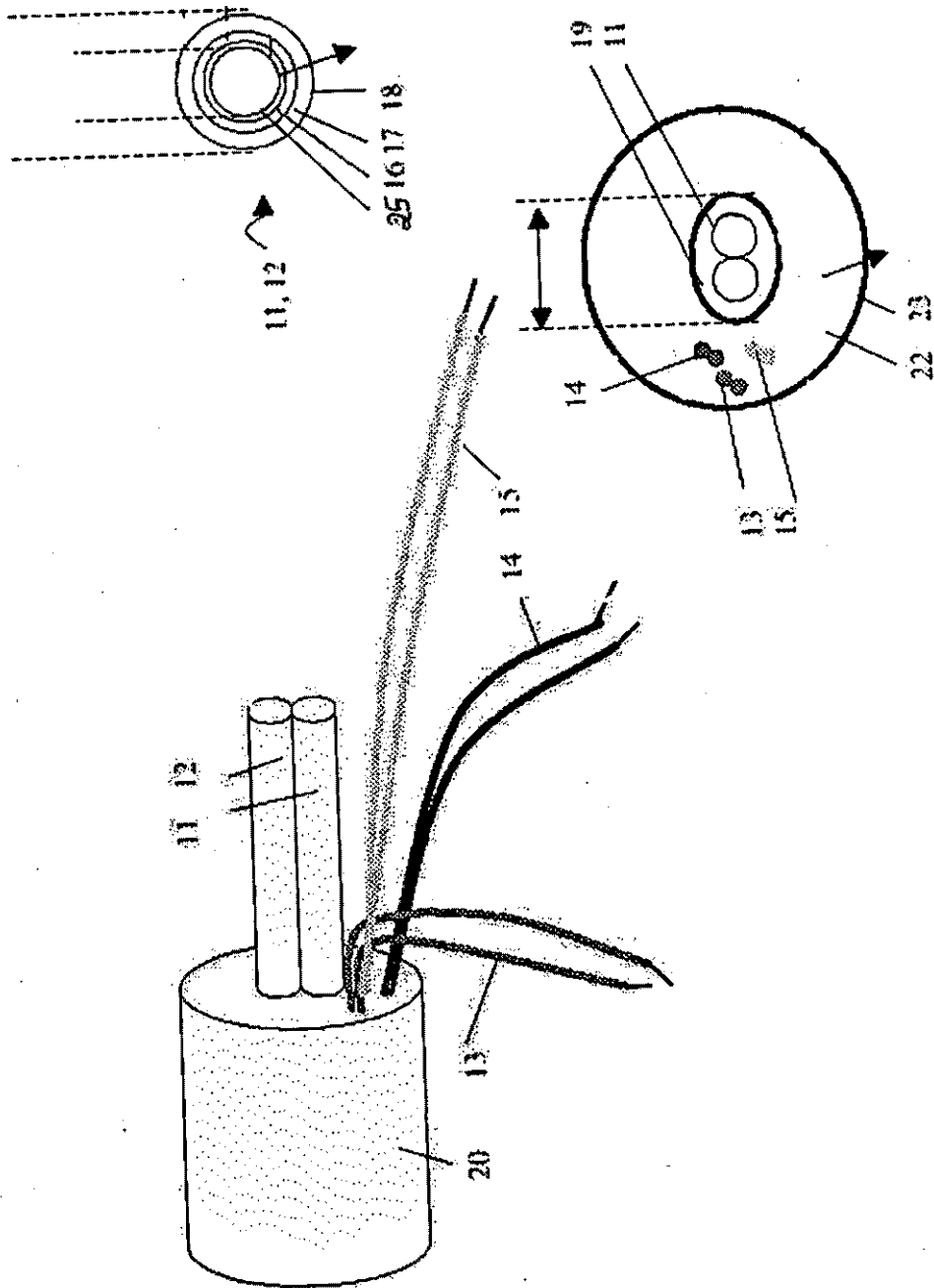


Fig. 3

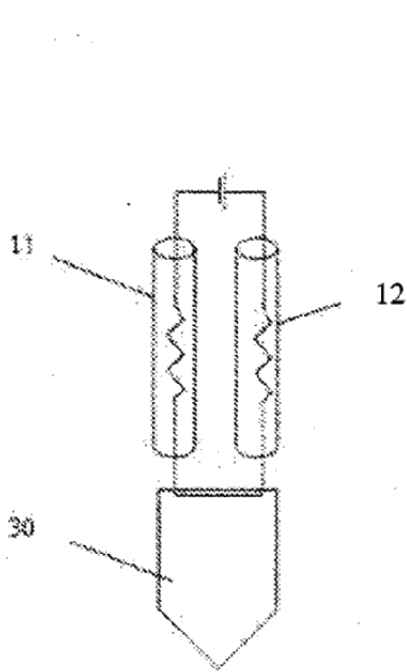


Fig. 4

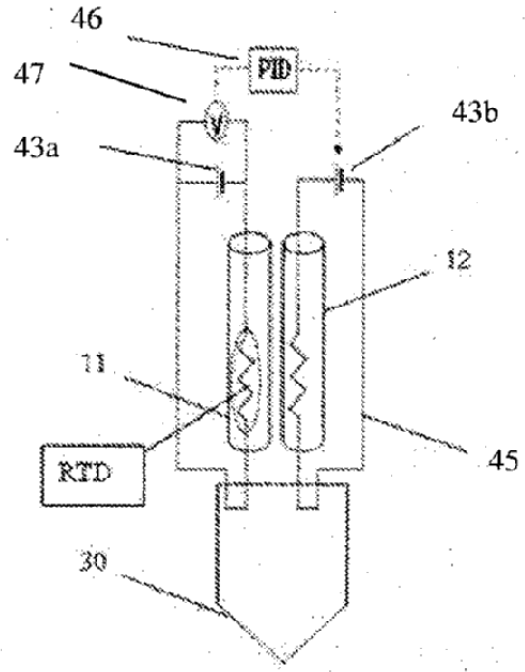


Fig. 5

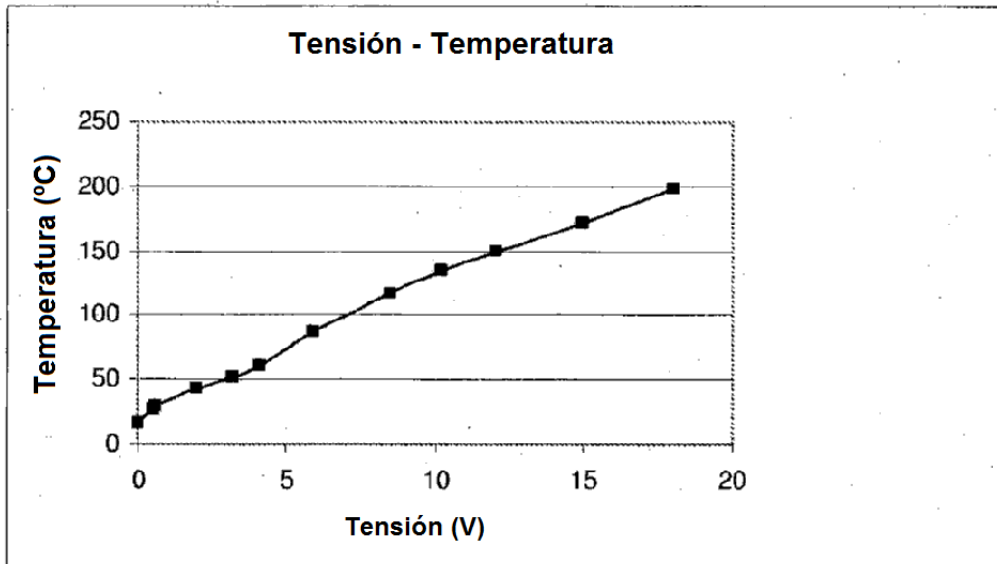


Fig.6