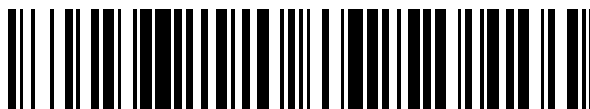


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 456 334**

51 Int. Cl.:

E21B 43/01 (2006.01)

G01N 33/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2008** **E 08776053 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014** **EP 2179130**

54 Título: **Método y aparato para controlar la contaminación mar adentro**

30 Prioridad:

24.07.2007 GB 0714442

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

22.04.2014

73 Titular/es:

BIOTA GUARD AS (100.0%)

Fabrikkveien 29

4033 Stavanger , NO

72 Inventor/es:

ANDERSEN, ODD, KETIL;

SANNI, STEINAR;

BLAKER, FRANK y

SONNELAND, EIRIK

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 456 334 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

Método y aparato para controlar la contaminación mar adentro

La presente invención se refiere a un método de control del agua que rodea un pozo de hidrocarburos situado mar adentro para detectar la contaminación derivada de dicho pozo y, de forma adicional, a un aparato para usar en un método de este tipo.

En la perforación mar adentro y en la recuperación de hidrocarburos existe el riesgo de que los materiales liberados al agua que rodea la boca del pozo o la plataforma de perforación y/o producción puedan alcanzar niveles en los que la vida marina situada en la proximidad esté en peligro. Las descargas pueden ser operativas o accidentales. Por lo tanto, ejemplos de descargas operativas incluyen el agua producida durante la etapa de producción y los fluidos y cortes de perforación producidos durante la etapa de perforación. Ejemplos de descargas accidentales incluyen hidrocarburos, fluidos hidráulicos, fluidos de perforación, cortes y otros componentes químicos. Es importante que dichas descargas no provoquen una contaminación del agua u otros efectos medioambientales y similares inaceptables cuando se producen descargas inaceptables, y es importante que el operario del pozo tome acciones para reducir o detener la liberación de componentes contaminantes.

Tales acciones pueden incluir detener las operaciones de perforación, detener la recuperación de hidrocarburos, sustituir o reparar el equipamiento y similares, resultando todo ello caro. Por lo tanto, es importante que el operario del pozo pueda determinar no solamente que se ha producido contaminación, sino también la fuente, naturaleza y gravedad de la contaminación: por lo tanto, por ejemplo, si la contaminación es el resultado de un escape de un buque que pasa, la acción correctiva del operario del pozo resultaría ineficaz, y si la contaminación está por debajo de unos valores umbral de gravedad, es posible que la acción correctiva todavía no sea necesaria.

El control de la contaminación de las masas de agua es bien conocido; no obstante, la técnica anterior está relacionada principalmente con el control corriente abajo de agua dulce en circulación, con el control de descargas de vertidos procedentes de fábricas y con el control general de aguas mar adentro. US 3 770 052 A, que describe las características del preámbulo de la reivindicación 1, se refiere al control eficaz de aguas marinas situadas inmediatamente sobre pozos de hidrocarburos situados mar adentro para detectar la contaminación por parte del pozo en vez de la contaminación cerca del pozo. No obstante, sigue existiendo la necesidad de sistemas de control útiles a este respecto.

Se ha comprobado que el control de la contaminación del agua marina por parte de pozos de hidrocarburos se lleva a cabo mejor mediante una combinación de detectores químicos, físicos y biológicos dispuestos alrededor del pozo en el lecho marino y, en caso de presencia de una plataforma en la superficie marina, mediante una combinación adicional de este tipo dispuesta alrededor de la estructura de la superficie, sumergida pero situada junto a la superficie del agua. En algunas descargas operativas específicas, también es deseable disponer dichos detectores a profundidades adecuadas para controlar la columna de descarga prevista en la masa de agua.

Por lo tanto, en un aspecto, la invención da a conocer un método de detección de contaminación del agua marina desde una instalación de pozo de hidrocarburos situada mar adentro que comprende una pluralidad de bocas de pozo en el lecho marino conectadas por conductos de hidrocarburos a una cabeza de conducto (p. ej., un PLEM) en el lecho marino desde la que un conducto de hidrocarburos conduce a una instalación de recepción de hidrocarburos remota, estando dotada cada una de dichas bocas de pozo de una cubierta protectora (p. ej., una estructura de protección de boca de pozo - WHPS recuperable superiormente) a la que está unida de forma retirable una unidad de detector, comprendiendo cada una de dichas unidades de detector un detector biológico y un transmisor de datos conectados por una línea de transmisión de datos a dicha instalación remota, comprendiendo además dicha instalación de pozo un detector de velocidad de agua marina, un detector de conductividad de agua marina y un detector de temperatura también conectados por una línea de transmisión de datos a dicha instalación remota, en el que los datos procedentes de dicha línea de transmisión de datos son analizados para determinar indicios de contaminación del agua marina en dicha instalación de pozo y de la corriente del agua marina en dicha instalación de pozo y, de este modo, para suministrar una señal indicativa de la contaminación del agua marina por encima de un límite preseleccionado derivada de dicha instalación de pozo.

En un aspecto adicional, la invención da a conocer un aparato para detectar contaminación del agua marina desde una instalación de pozo de hidrocarburos situada mar adentro, comprendiendo dicho aparato una pluralidad de unidades de detector unidas de forma amovible unidas cada una en la cubierta protectora de una boca de pozo de dicha instalación de pozo de hidrocarburos situada mar adentro y comprendiendo cada una un detector biológico y un transmisor de datos conectados por una línea de transmisión de datos a una instalación de análisis de datos remota (p. ej., parte de una instalación de recepción de hidrocarburos conectada a través de un conducto de hidrocarburos a una cabeza de conducto en el lecho marino (por ejemplo, un PLEM) en dicha instalación de pozo de hidrocarburos situada mar adentro), comprendiendo además dicho aparato en dicha instalación de pozo de hidrocarburos situada mar adentro un detector de velocidad de agua marina, un detector de conductividad de agua marina y un detector de temperatura también conectados por una línea de transmisión de datos a dicha instalación remota, comprendiendo además dicho aparato opcionalmente y preferiblemente un ordenador dispuesto para analizar los datos procedentes de dicha línea de transmisión de datos para determinar indicios de contaminación del

agua marina en dicha instalación de pozo y de la corriente del agua marina en dicha instalación de pozo y, de este modo, para suministrar una señal indicativa de la contaminación del agua marina por encima de un límite preseleccionado derivada de dicha instalación de pozo.

5 Resulta especialmente preferido que la instalación de pozo comprenda también una trampa de sedimentos sumergida.

En una realización preferida de la invención, cada unidad de detector comprende dicho detector de velocidad de agua marina, detector de conductividad de agua marina y detector de temperatura también conectados por una línea de transmisión de datos a dicha instalación remota.

10 En una realización especialmente preferida, una unidad de detector adicional de este tipo está unida de forma retirable en el módulo de cabeza de conducto en el lecho marino (es decir, el PLEM).

15 En una realización especialmente preferida de la invención, al menos una unidad de detector adicional está dispuesta en una ubicación en el lecho marino remota con respecto a la instalación de pozo, p. ej., a una distancia de 500 a 1000 m de cualquier boca de pozo, PLEM o conducto, especialmente a una distancia de 800 a 2000 m. Tales unidades de detector "remotas" pueden servir para determinar un valor "antecedente" o de "control" de contaminación y, de forma deseable, se disponen alrededor de la instalación de pozo (con la presencia al menos de tres detectores remotos) o corriente arriba con respecto a la instalación de pozo, en el sentido de la corriente del lecho marino normalmente preponderante. La transmisión de datos desde los detectores remotos puede llevarse a cabo a través de una línea de transmisión de datos o, más preferiblemente, mediante transmisión acústica desde un transmisor en el detector remoto a través del agua marina a un receptor conectado a la línea de transmisión de datos principal que parte del PLEM, opcionalmente, a través de un transmisor-receptor en el lecho marino dispuesto de forma intermedia. Las transmisiones acústicas del método de la invención son preferiblemente no continuas, p. ej., suceden en intervalos de tiempo al menos de 1 hora y hasta 24 horas y, preferiblemente, tienen frecuencias en una banda de longitud de onda que tiene un efecto reducido o nulo en las ballenas, de forma específica, frecuencias fuera de la banda de 17 a 43 kHz, especialmente, fuera de la banda de 1 a 100 kHz.

25 Los biodetectores en las unidades de detector están preferiblemente elevados con respecto al lecho marino para reducir la influencia de corrientes normales en el lecho marino que levantan sedimentos, por ejemplo, a una altura mínima de 1 a 10 m, especialmente de 2 a 5 m sobre el lecho marino circundante. A este respecto, es posible considerar que la parte inferior del biodetector es la parte más baja del biodetector en el que están contenidas las especies controladas (las especies "centinela").

30 Opcionalmente y preferiblemente, las unidades de detector de la instalación de pozo también pueden incluir detectores seleccionados del siguiente grupo:

detectores acústicos (p. ej., hidrófonos);

espectrómetros de masa;

espectrómetros MMR;

35 detectores de ritmo cardíaco;

detectores de pH;

detectores de presión de agua marina;

detectores de turbidez;

detectores de oxígeno disuelto;

40 dispositivos de muestreo pasivos;

detectores de clorofila; y

trampas de sedimentos;

de forma específica, uno o varios de dichos últimos cinco detectores.

45 Es posible usar detectores de muestreo pasivos para detectar contaminantes de compuestos orgánicos, p. ej., compuestos aromáticos, que funcionan generalmente mediante el uso de una membrana semipermeable que separa el agua marina de un disolvente en el que los compuestos orgánicos son solubles. El disolvente puede ser recuperado y analizado cuando los detectores son sustituidos periódicamente o, más preferiblemente, se incluye un dispositivo espectrométrico que permite analizar el disolvente en busca del contenido de compuesto orgánico in situ, p. ej., un espectrómetro de infrarrojos.

El detector de clorofila puede ser un espectrofluorímetro y sirve para detectar cambios en la flora del cuerpo de agua que rodea el detector, p. ej., cambios en el contenido de algas.

El biodetector puede ser uno o varios de los muchos biodetectores conocidos que funcionan detectando el efecto de los cambios en el agua marina en una especie viva seleccionada, las especies centinela, normalmente peces o macroinvertebrados (p. ej., mariscos, crustáceos, erizos de mar (p. ej., echinodermata), moluscos y peces, especialmente especies que se alimentan por filtrado, y de forma específica mejillones, almejas y vieiras), el movimiento de las agallas, la densidad de población, el ritmo de crecimiento, la actividad del sifón, el movimiento de la cáscara (p. ej., el cierre y la apertura), etc. A tal efecto, los biodetectores incluirán generalmente un aparato de registro óptico, p. ej., una cámara, y opcionalmente también fuentes de luz, p. ej., láseres. Es conocido que tales efectos pueden relacionarse con cambios en el entorno químico y físico.

La especie centinela es preferiblemente una especie adaptada al entorno normal (es decir, no contaminado) en la ubicación en la que se dispondrá el biodetector, teniendo en cuenta parámetros que incluyen profundidad, temperatura, salinidad, contenido de biomasa del agua circundante, etc., y una especie que responde a los posibles tipos de contaminación en caso de mal funcionamiento de la instalación de pozo. Ejemplos típicos incluyen especies macroinvertebradas que se alimentan por filtrado, tal como mejillones, almejas, vieiras y ostras. El uso de tales especies centinela para control biológico se describe, por ejemplo, en US-A-6119630 (Lobsiger), US-A-6058763 (Shedd), US-A-5798222 (Goix) y FR-A-2713778 (Pennec), y por Al-Arabi et al en *Environmental Toxicology and Chemistry* 24:1968-1978 (2005) y Gruber et al en *Water, Air and Soil Pollution* 15:421-481 (1981).

En la implementación de la presente invención, el uso de bivalvos, de forma específica mejillones, almejas y vieiras, es preferido.

La especie centinela está alojada en el interior del biodetector, de modo que la misma está en contacto con el agua marina en la ubicación del detector, pero queda retenida en el interior del detector, por ejemplo, mediante el uso de una jaula con una pared perforada o de malla.

De forma típica, el control servirá para detectar el movimiento de la especie centinela en el interior del detector (p. ej., la apertura o cierre de las cáscaras de los bivalvos) o variaciones localizadas del movimiento de agua en el interior del detector o cambios localizados en la turbidez del agua o emisiones de luz o de sonido o reflejos por parte de la especie centinela.

Todas estas mediciones pueden ser calibradas con respecto a mediciones equivalentes de la misma especie centinela en un intervalo de condiciones físico-químicas (p. ej., temperatura, presión, salinidad, contenido de microbios, contenido de sedimentos, intensidad de la luz, etc.) con una serie de distintos contenidos contaminantes y periodos de exposición a contaminantes. De esta manera, es posible analizar las señales de los biodetectores para determinar si es probable la presencia de contaminantes específicos y si los mismos presentan niveles inaceptablemente altos. El ajuste de la calibración es facilitado por análisis multivariante o de componentes principales, que puede ser usado para producir una matriz de predicción que puede ser aplicada en los datos obtenidos por las unidades de detector.

Es posible usar algunos de los parámetros controlados de las especies centinela, p. ej., crecimiento, abertura de válvula, ritmo cardíaco, etc., en modelos medioambientales existentes, tal como DREAM (valoración de riesgo medioambiental relacionado con dosis), ya usados por la industria del petróleo y del gas. Por lo tanto, es posible usar los datos de los métodos de la invención para mejorar la fiabilidad y precisión de los resultados de dichos modelos.

Aunque, según la invención, es posible llevar a cabo un control continuo en tiempo real, esto no siempre será necesario y el muestreo de datos podrá llevarse a cabo en intervalos, p. ej., de 1 a 48 horas, opcionalmente, con datos recogidos y promediados entre tiempos de muestreo. No obstante, de forma deseable, las unidades de detector estarán dispuestas para cancelar cualquier muestreo separado temporalmente en el caso de que los valores detectados de los parámetros estudiados estén fuera de un "intervalo de funcionamiento normal", es decir, para poder detectar escapes y corregirlos rápidamente.

Por lo tanto, es posible usar los datos procedentes de las unidades de detector para calcular una indicación de contaminación procedente de los biodetectores y para determinar si la causa es externa a la instalación de pozo (p. ej., mediante la comparación con detectores remotos y la comparación entre los biodetectores teniendo en cuenta la velocidad del agua marina (es decir, la velocidad y la dirección en el plano horizontal) y la corrección de la influencia de la temperatura, presión, salinidad (que puede determinarse a partir de la conductividad detectada), biomasa de paso (determinable a partir de la concentración de clorofila detectada) y turbidez pasajera (p. ej., debido a una excesiva turbulencia del lecho marino)).

En los casos en que no es posible descartar factores externos, es posible usar detectores de muestreo pasivos para aumentar el grado de fiabilidad en la indicación de la contaminación y, en caso necesario, los biodetectores pueden ser retirados, por ejemplo, usando submarinos tales como AUV y ROV, para poder realizar autopsias, biopsias u otros análisis. En su conjunto, esto permite confirmar rápidamente si se ha producido o se está produciendo

contaminación por encima de un umbral predeterminado y si la misma es atribuible al funcionamiento de la instalación de pozo. Esto permite al buen operario tomar medidas correctivas con un retraso mínimo, p. ej., deteniendo o disminuyendo el ritmo de producción de hidrocarburos en una o más de las bocas de pozo, reparando el equipo de la boca de pozo responsable del escape, etc.

- 5 En una forma alternativa no reivindicada, el método también es adecuado para controlar el funcionamiento de una instalación de pozo de hidrocarburos situada mar adentro que incluye una plataforma en la superficie (por ejemplo, la superficie marina), p. ej., una plataforma de perforación y/o producción flotante o estática. No obstante, en este caso, son necesarias dos matrices de unidades de detector, una en el lecho marino y una sumergida pero situada junto a la superficie marina.
- 10 En este aspecto, se da a conocer un método de detección de contaminación del agua marina desde una instalación de pozo de hidrocarburos situada mar adentro que comprende una plataforma de superficie marina de perforación o de producción (o una combinación de tales plataformas) conectada a una boca de pozo en el lecho marino, en el que una primera pluralidad al menos de tres unidades de detector sumergidas están dispuestas alrededor de dicha plataforma a una profundidad de 15 a 50 m y a una distancia de 50 a 500 m y una segunda pluralidad al menos de tres unidades de detector están dispuestas en el lecho marino alrededor de dicha boca de pozo a una distancia de 15
15 50 a 500 m, comprendiendo cada una de dichas unidades de detector un detector biológico y un transmisor de datos, comprendiendo además dicha instalación de pozo una trampa de sedimentos sumergida, un detector de velocidad del agua marina, un detector de conductividad del agua marina, un detector de temperatura del agua marina y un receptor de datos dispuesto para recibir datos de dichos transmisores, siendo analizados en dicho
20 método los datos procedentes de dicho receptor para determinar indicios de contaminación del agua marina en dicha instalación de pozo y de la corriente de agua marina en dicha instalación de pozo y para suministrar de este modo una señal indicativa de contaminación del agua marina por encima de un límite preseleccionado derivada de dicha instalación de pozo.
- 25 En otro aspecto adicional, tampoco reivindicado, se da a conocer un aparato para detectar contaminación del agua marina desde una instalación de pozo de hidrocarburos situada mar adentro, que comprende una plataforma de superficie marina de perforación o de producción (o una combinación de tales plataformas) conectada a una boca de pozo en el lecho marino, comprendiendo dicho aparato una primera pluralidad (es decir, una matriz) al menos de tres unidades de detector sumergidas dispuestas alrededor de dicha plataforma a una profundidad de 15 a 50 m y a una distancia de 50 a 500 m y una segunda pluralidad al menos de tres unidades de detector dispuestas en el lecho
30 marino alrededor de dicha boca de pozo a una distancia de 50 a 500 m, comprendiendo cada una de dichas unidades de detector un detector biológico y un transmisor de datos, comprendiendo además dicho aparato una trampa de sedimentos sumergida, un detector de velocidad del agua marina, un detector de conductividad del agua marina, un detector de temperatura del agua marina y un receptor de datos dispuesto para recibir datos de dichos transmisores, comprendiendo además opcionalmente y preferiblemente dicho aparato un ordenador dispuesto para
35 analizar los datos procedentes de dicho receptor de datos para determinar indicios de contaminación del agua marina en dicha instalación de pozo y de la corriente de agua marina en dicha instalación de pozo y para suministrar de este modo una señal indicativa de contaminación del agua marina por encima de un límite preseleccionado derivada de dicha instalación de pozo.
- 40 Las unidades de detector de la primera matriz son preferiblemente flotantes o están fijadas a una boya y están conectadas a un dispositivo de anclaje al lecho marino, p. ej., mediante un cable flexible, de modo que las mismas permanecen en todas las condiciones climáticas y de corrientes marinas predecibles al menos a 50 m de la parte más cercana de la plataforma o de su conexión al lecho marino, y de modo que, excepto en condiciones climáticas o de corrientes marinas extremas, las mismas permanecen a no más de 600 m de dichas partes más cercanas. Las unidades están sumergidas, es decir, ninguna parte, incluyendo cualquier otra parte conectada, está situada al nivel
45 de la superficie marina o sobre el mismo, excepto en condiciones de tormenta, p. ej., una fuerza de tormenta de 8 o superior en la escala de Beaufort. De forma típica, el anclaje será tal que, en condiciones de calma, todas las partes estarán situadas al menos 15 m por debajo de la superficie marina y la base del biodetector no estará situada a más de 50 m por debajo de la superficie marina.
- 50 Las unidades de detector de la segunda matriz están situadas preferiblemente de modo que los biodetectores están dispuestos a una altura de 1 a 10 m, especialmente de 2 a 5 m, sobre el lecho marino circundante. Las mismas pueden estar fijadas, p. ej., montadas en soportes rígidos, o, de forma alternativa, las mismas también pueden flotar o ser flotantes y estar amarradas a un dispositivo de anclaje asentado. Estas unidades de detector están situadas preferiblemente a una distancia entre 50 y 500 m del soporte de plataforma, boca de pozo o conducto en el lecho marino más cercano. Si así se desea, es posible disponer unidades de detector adicionales "cercanas" en el lecho
55 marino, entre bocas de pozo o dentro del área definida por tres o más bocas de pozo.
- 60 Preferiblemente, cada una de las dos matrices comprende al menos 4, especialmente al menos 6, p. ej., hasta 30, unidades de detector separadas entre sí por no más de 100° con respecto a un eje vertical central, p. ej., un eje a través de la plataforma, boca de pozo o grupo de bocas de pozo. La separación entre detectores puede ser irregular, por ejemplo, con unidades de detector agrupadas de forma más densa corriente abajo que corriente arriba (con respecto a la dirección de corriente dominante) con respecto a la plataforma o la boca o bocas de pozo,

respectivamente.

Preferiblemente, además de la primera y segunda matrices de unidades de detector y de cualquier unidad de detector cercana, también es posible la presencia de unidades de detector alejadas sumergidas pero situadas junto a la superficie y de unidades de detector alejadas en el lecho marino, p. ej., a una distancia de 500 a 10000 m, especialmente de 800 a 2000 m, para obtener nuevamente valores antecedentes y de control de contaminación. Asimismo, las mismas pueden estar situadas alrededor de la plataforma o de la boca o bocas de pozo o corriente arriba, tal como se ha descrito anteriormente.

Si así se desea, es posible disponer más unidades de detector adicionales, "unidades de detector de plataforma", en los soportes de la plataforma en el lecho marino de una plataforma fija. En este caso, tales unidades de detector de plataforma pueden contener solamente detectores físicos y o químicos, p. ej., detectores de velocidad de agua marina. Nuevamente, en este caso, es posible obtener una aproximación a la velocidad mediante caudales y velocidades de corriente horizontales.

De forma general, en los casos en los que sea posible, será preferible unir las unidades de detector en el lecho marino a estructuras submarinas existentes o disponerlas en las mismas, ya que de este modo no es necesario que dichos detectores estén dotados de estructuras de protección contra dispositivos de pesca de arrastre.

Es preferido que las unidades de detector sumergidas pero situadas junto a la superficie comprendan detectores de velocidad de agua marina, conductividad de agua marina y de temperatura y, opcionalmente, aunque preferiblemente, detectores de presión y/o de clorofila. También es posible incluir otros detectores de los tipos ya descritos.

Es preferido que las unidades de detector en el lecho marino comprendan detectores de los tipos ya descritos para las instalaciones de pozo que no tienen plataformas de superficie, especialmente trampas de sedimentos.

La transmisión de datos desde las unidades de detector de la primera matriz y desde los detectores remotos situados junto a la superficie puede llevarse a cabo a través de una línea de transmisión de datos, p. ej., un cable eléctrico o fibra óptica, por ejemplo, que discurre por las líneas de amarre hasta el lecho marino. No obstante, en una realización preferida, la transmisión de datos desde dichas unidades de detector se lleva a cabo mediante transmisión acústica, tal como se ha descrito anteriormente, opcionalmente a través de transmisores-receptores intermedios (nuevamente, submarinos y, por ejemplo, en boyas amarradas al lecho marino). De esta manera, el uso de la transmisión de datos acústica transforma la matriz de unidades de detector/amarres de ser un obstáculo potencial al uso de anclajes y otras actividades de mantenimiento alrededor de la plataforma o instalación submarina a ser un sistema de posicionamiento de malla útil, por ejemplo, para vehículos tales como ROV y AUV usados en estas actividades.

La transmisión de datos desde la segunda matriz de unidades de detector y desde los detectores cercanos y remotos en el lecho marino puede llevarse a cabo nuevamente a través de una línea de transmisión de datos o puede llevarse a cabo mediante transmisión acústica, tal como se ha descrito anteriormente.

Preferiblemente, la transmisión de datos desde las unidades de detector montadas en la plataforma se lleva a cabo a través de una línea de transmisión de datos a la plataforma.

De forma general, siempre que sea posible, será preferible usar infraestructura de comunicaciones (p. ej., con equipo portátil) ya dispuesta para la transmisión de datos desde las unidades de detector, especialmente, las unidades en el lecho marino, por ejemplo, fibras ópticas o líneas de transmisión de energía.

Preferiblemente, los datos transmitidos son recogidos en la plataforma para su análisis en la misma o para su transmisión, p. ej., por radio, a un ordenador remoto, p. ej., en una instalación situada en la costa.

Preferiblemente, las unidades de detector son total o parcialmente desmontables, p. ej., usando ROV o AUV, para sustituir detectores, p. ej., para su análisis en ubicaciones remotas, tal como se ha descrito anteriormente.

El análisis de datos y la generación de señales/indicios pueden llevarse a cabo análogamente con respecto al análisis de datos de las instalaciones de pozo sin plataforma de superficie descritas anteriormente.

Tal como se ha mencionado anteriormente, las unidades de detector pueden incluir detectores acústicos, tal como hidrófonos. Tales detectores acústicos son especialmente útiles para detectar escapes en estructuras o instalaciones submarinas.

Se entenderá que, además de las unidades de detector necesarias para los métodos de la invención que incluyen biodetectores, el grupo general de unidades de detector usadas en los métodos puede incluir unidades de detector que no contienen biodetectores, por ejemplo, debido a que las mismas están situadas a profundidades a las que es difícil mantener las especies centinela vivas.

De forma ventajosa, los niveles de contaminación antes o al inicio del control usando los medios de la invención

- pueden ser medidos y usados como base, de modo que el control alerta a los operarios de variaciones con respecto a los valores de base o de modo que los casos de contaminación que se producen durante el control son más fáciles de distinguir. Asimismo, si el control según la invención se lleva a cabo solamente en un periodo limitado, p. ej., durante una operación de alto riesgo, la determinación de los niveles de contaminación antes y después del periodo de control permite detectar de forma más eficaz los casos de contaminación que se producen durante el control. Por supuesto, esta determinación de la contaminación puede llevarse a cabo mediante especies centinela y/o mediante análisis químico in situ o en una ubicación remota (p. ej., un laboratorio) y/o mediante determinación del efecto biológico en dicha ubicación remota.
- De forma deseable, los datos recogidos por los métodos de la invención están correlacionados con la misma línea temporal para mejorar el análisis causa/efecto.
- Debe observarse que, en la presente memoria, por instalación de pozo se entenderá una instalación que tiene un pozo de hidrocarburos en modo de preparación, funcionamiento o inactivo.
- En una realización especialmente preferida, los datos utilizados para el análisis según la invención incluyen datos climáticos y datos de movimiento del buque, p. ej., datos suministrados al analizador por una fuente externa, tal como una estación meteorológica o una estación de control de navegación, o datos recogidos en la instalación situada mar adentro usando dispositivos de control climático convencionales (por ejemplo, velocidad del viento, temperatura del aire, presión del aire, humedad, visibilidad, intensidad de la luz, etc.) o un aparato detector de buques, p. ej., un radar. De esta manera, es posible identificar más fácilmente las causas de la variación en las señales del detector ajenas al funcionamiento de la instalación situada mar adentro y reducir la frecuencia de alertas de "falso positivo".
- A continuación se describirán realizaciones preferidas de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:
- la Figura 1 es una vista horizontal esquemática de una primera instalación de pozo que tiene un aparato según la invención;
- la Figura 2 es una vista esquemática desde arriba de una instalación de pozo como la de la Figura 1;
- la Figura 3 es una vista horizontal esquemática de una segunda instalación de pozo que tiene un aparato según la invención;
- la Figura 4 es una vista esquemática desde arriba de una instalación de pozo como la de la Figura 3; y
- la Figura 5 es una vista lateral esquemática de una unidad de detector que puede ser usada según la invención.
- Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra una boca 1 de pozo de un pozo 2 de hidrocarburos situado debajo del agua marina 3. La boca 1 de pozo está dotada de una jaula protectora 4 (una WHPS recuperable superiormente) para evitar daños provocados por redes de arrastre y que suministra el hidrocarburo a un conducto secundario 5. El conducto secundario 5 de hidrocarburos y las líneas similares procedentes de otras bocas de pozo (no mostradas) suministran el hidrocarburo a un módulo de extremo de conducto (PLEM) 6 que combina el flujo y lo suministra a un conducto principal 7 que conduce a una instalación 8 de recepción remota situada en la costa. El PLEM 6 también está dotado de una jaula protectora 9 y unas unidades 10 y 11 de detector están montadas, respectivamente, en el interior de las jaulas 4 y 9 a una altura mínima de 2 m sobre el lecho marino 12. Unas líneas 13 y 14 de transmisión de datos conducen de la boca de pozo y del PLEM a una unidad 15 de análisis de datos en la instalación situada en la costa.
- A una distancia de 300 m de la boca 1 de pozo una unidad 16 de detector está montada de forma similar en el interior de una jaula protectora 17 y está dotada de un transmisor 18 de datos acústico para la transmisión de datos a un receptor acústico 19 en la unidad 10 de detector.
- Haciendo referencia a la Figura 2, se muestra una matriz de unidades 10 de detector en un grupo de bocas 1 de pozo situadas alrededor de un PLEM 6 y otra matriz de unidades 16 de detector remotas. En esta figura no se muestran las jaulas 4, 9 y 17.
- Haciendo referencia a la Figura 3, se muestra una plataforma 20 de perforación y/o producción estática que tiene unas patas 21 de apoyo en el lecho marino 12. Una columna 22 de perforación pasa a través de la boca 1 de pozo al pozo 2 de hidrocarburos.
- Una unidad 23 de detector sumergida flotante está amarrada por un cable 24 a un ancla 25 en el lecho marino para quedar dispuesta 30 m debajo de la superficie marina 24 y a 100 m de las patas 21. Una línea 27 de transmisión de datos sale de la unidad 23 de detector, baja por el cable 24, pasa a través del lecho marino 12, y sube por la pata 21 hasta una unidad 28 de recogida de datos.
- Una unidad 29 de detector en el lecho marino está amarrada por un cable 30 a un ancla 31 en el lecho marino para

quedar dispuesta 2 m sobre el lecho marino y a 60 m de las patas 21. Una línea 32 de transmisión de datos sale de la unidad 29 de detector, baja por el cable 30 y pasa a través del lecho marino 12 para unirse a la línea 27 de transmisión de datos.

- 5 Una unidad 33 de detector remota en el lecho marino está amarrada por un cable 34 a un ancla 35 en el lecho marino para quedar dispuesta 2 m sobre el lecho marino y a 800 m de las patas 21. La unidad 33 de detector está dotada de un transmisor acústico 36 para transmitir datos a un receptor acústico 37 en la unidad 29 de detector.

Otra unidad 38 de detector está unida a la pata 21 y está dotada de una línea 39 de transmisión de datos que se une a la línea 27 de transmisión de datos.

- 10 Una unidad 41 de detector remota flotante situada junto a la superficie está amarrada del mismo modo que la unidad 23 de detector, aunque situada a 800 m de la pata 21. Esta unidad de detector está dotada de un transmisor acústico 42 que transmite datos a un receptor acústico 43 situado en la unidad 38 de detector remota situada en el lecho marino.

Los datos recogidos por la unidad 28 de recogida son transmitidos por un radio transmisor 40 a un analizador de datos remoto (no mostrado).

- 15 Haciendo referencia a la Figura 4, se muestra, desde arriba, la plataforma 20 de perforación y/o producción, la primera matriz de unidades 26 de detector sumergidas situadas junto a la superficie, la segunda matriz de unidades 29 de detector situadas en el lecho marino, unidades 41 de detector remotas sumergidas situadas junto a la superficie y unidades 33 de detector remotas en el lecho marino. La flecha indica la dirección "normal" de la corriente de agua marina.

- 20 Haciendo referencia a la Figura 5, se muestra una unidad 44 de detector unida al lecho marino a través de un cable 45 y que comprende un bastidor 46 que soporta cuatro compartimentos 47, 48, 49 y 50. El compartimento 50 es un depósito flotante precintado que contiene gas. El compartimento 49 es una unidad precintada que contiene un receptor de datos (no mostrado) y que soporta en su exterior un transmisor 51 de datos acústico. El compartimento 48 (mostrado en sección parcial) es un depósito retirable de dos componentes cuyo compartimento 52 precintado superior, lleno con un disolvente orgánico, contiene un espectrómetro 53 de infrarrojos y está separado de un compartimento inferior 54 por una membrana semipermeable 55 a través de la que pueden pasar compuestos orgánicos. El compartimento inferior 54 tiene una pared 56 periférica perforada y contiene un detector 57 de temperatura.

- 30 El compartimento 47 (mostrado también en sección parcial) también es retirable y tiene una pared 58 periférica perforada y contiene mejillones 59 como especie biológica controlada. Los mejillones son iluminados por una fuente 60 de luz y son controlados por una cámara 61.

De forma alternativa, los compartimentos pueden estar dispuestos de modo que las muestras de la especie centinela o las muestras de los dispositivos de muestreo pasivos puedan ser retiradas mientras los compartimentos permanecen in situ.

- 35 Debajo del compartimento 47 está montado un caudalímetro 62 que es giratorio libremente alrededor de un eje vertical y que está dotado de una brújula de estado sólido (no mostrada) para poder medir también la dirección de la corriente.

REIVINDICACIONES

1. Método de detección de contaminación del agua marina desde una instalación (2) de pozo de hidrocarburos situada mar adentro que comprende una pluralidad de bocas de pozo (1) en el lecho marino conectadas por conductos (5) de hidrocarburos a una cabeza (6) de conducto en el lecho marino desde la que un conducto (7) de hidrocarburos conduce a una instalación (8) de recepción de hidrocarburos remota, estando dotada cada una de dichas bocas (1) de pozo de una cubierta protectora (4) a la que está unida de forma retirable una unidad (10) de detector, comprendiendo cada una de dichas unidades (10) de detector un transmisor de datos conectado por una línea (13, 14) de transmisión de datos a dicha instalación remota (8), caracterizado por que cada una de dichas unidades de detector comprende además un detector biológico, detectando dicho detector biológico el efecto de los cambios en el agua marina en una especie viva seleccionada, comprendiendo además dicha instalación (2) de pozo un detector de velocidad de agua marina, un detector de conductividad de agua marina y un detector de temperatura también conectados por una línea (13, 14) de transmisión de datos a dicha instalación remota (8), en el que los datos procedentes de dicha línea (14) de transmisión de datos son analizados para determinar indicios de contaminación del agua marina en dicha instalación (2) de pozo y de la corriente del agua marina en dicha instalación (2) de pozo y, de este modo, para suministrar una señal indicativa de la contaminación del agua marina por encima de un límite preseleccionado derivada de dicha instalación (2) de pozo.
2. Método según la reivindicación 1, en el que cada una de dichas unidades (10) de detector comprende dicho detector de velocidad de agua marina, detector de conductividad de agua marina y detector de temperatura también conectados por una línea (13, 14) de transmisión de datos a dicha instalación remota (2).
3. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que una unidad (10) de detector adicional está unida de forma retirable en un módulo (6) de cabeza de conducto en el lecho marino.
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que al menos una unidad (16) de detector adicional está dispuesta en una ubicación en el lecho marino a una distancia de 500 a 1000 m de cualquier boca (1) de pozo, PLEM (6) o conducto (5, 7).
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas unidad (10, 16) de detector comprenden al menos un detector seleccionado del grupo que consiste en: detectores de pH, detectores de presión de agua marina; detectores de turbidez; detectores de oxígeno disuelto; dispositivos de muestreo pasivos; detectores de clorofila y trampas de sedimentos.
6. Aparato para detectar contaminación del agua marina desde una instalación (2) de pozo de hidrocarburos situada mar adentro, comprendiendo dicho aparato una pluralidad de unidades (10) de detector unidas de forma amovible unidas cada una en la cubierta protectora (4) de una boca (1) de pozo de dicha instalación (2) de pozo de hidrocarburos situada mar adentro y comprendiendo cada una un transmisor de datos conectado por una línea (13, 14) de transmisión de datos a una instalación (8) de análisis de datos remota, caracterizándose dicho aparato por que cada unidad de detector comprende además un detector biológico para detectar el efecto de los cambios en el agua marina en una especie viva seleccionada, y por que comprende además en dicha instalación (2) de pozo de hidrocarburos situada mar adentro un detector de velocidad de agua marina, un detector de conductividad de agua marina y un detector de temperatura también conectados por una línea (13, 14) de transmisión de datos a dicha instalación remota (8), comprendiendo además dicho aparato opcionalmente y preferiblemente un ordenador dispuesto para analizar los datos procedentes de dicha línea (14) de transmisión de datos para determinar indicios de contaminación del agua marina en dicha instalación (2) de pozo y de la corriente del agua marina en dicha instalación (2) de pozo y, de este modo, para suministrar una señal indicativa de la contaminación del agua marina por encima de un límite preseleccionado derivada de dicha instalación (2) de pozo.

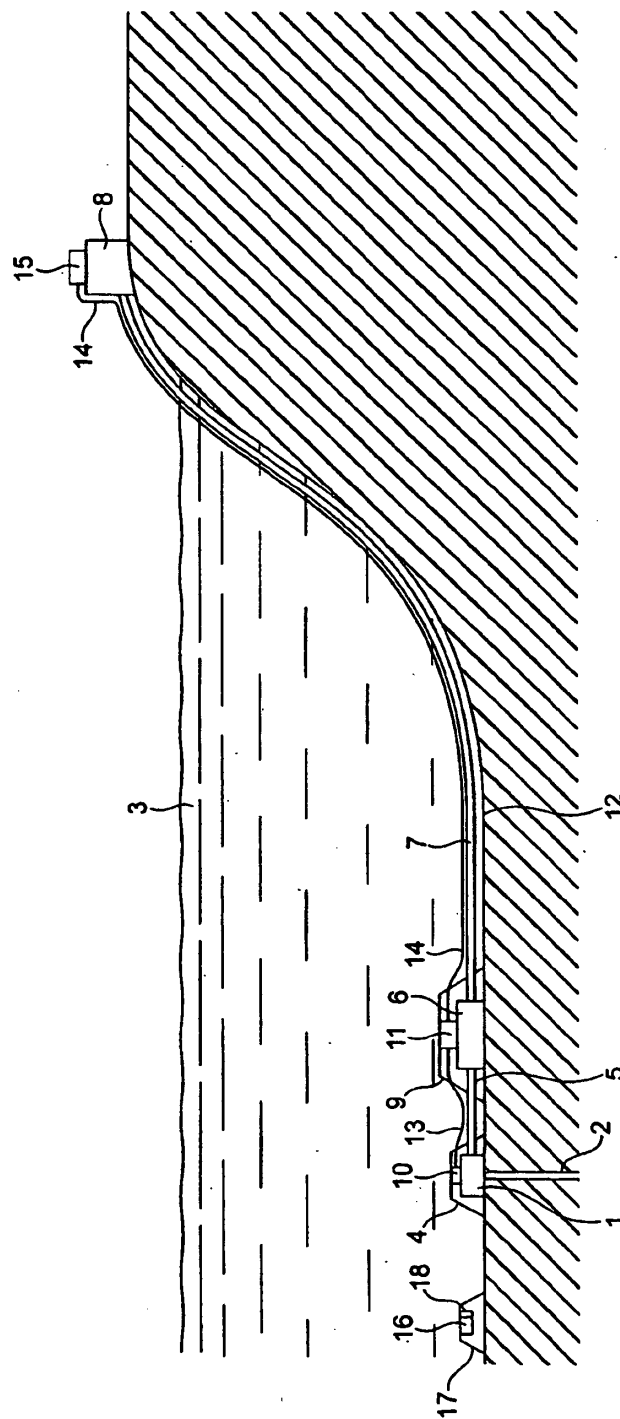


FIG. 1

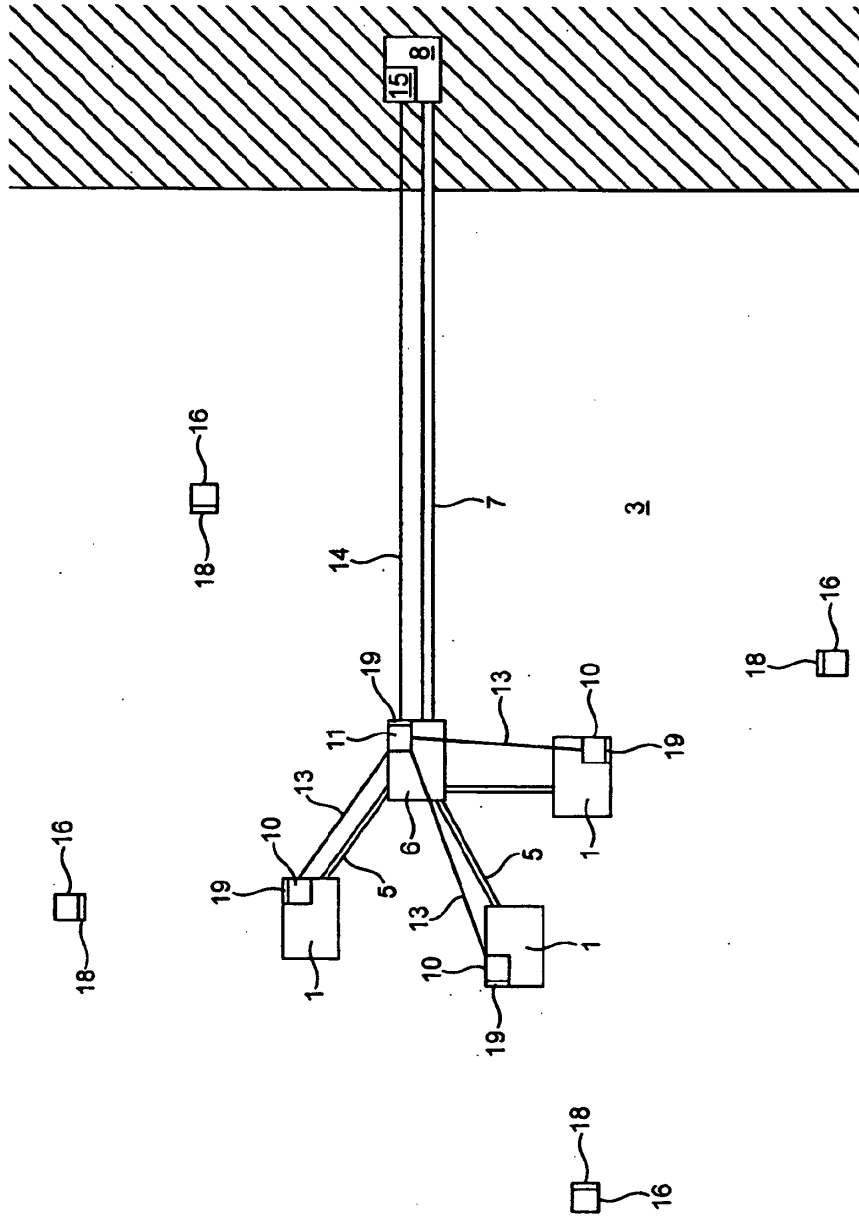


FIG. 2

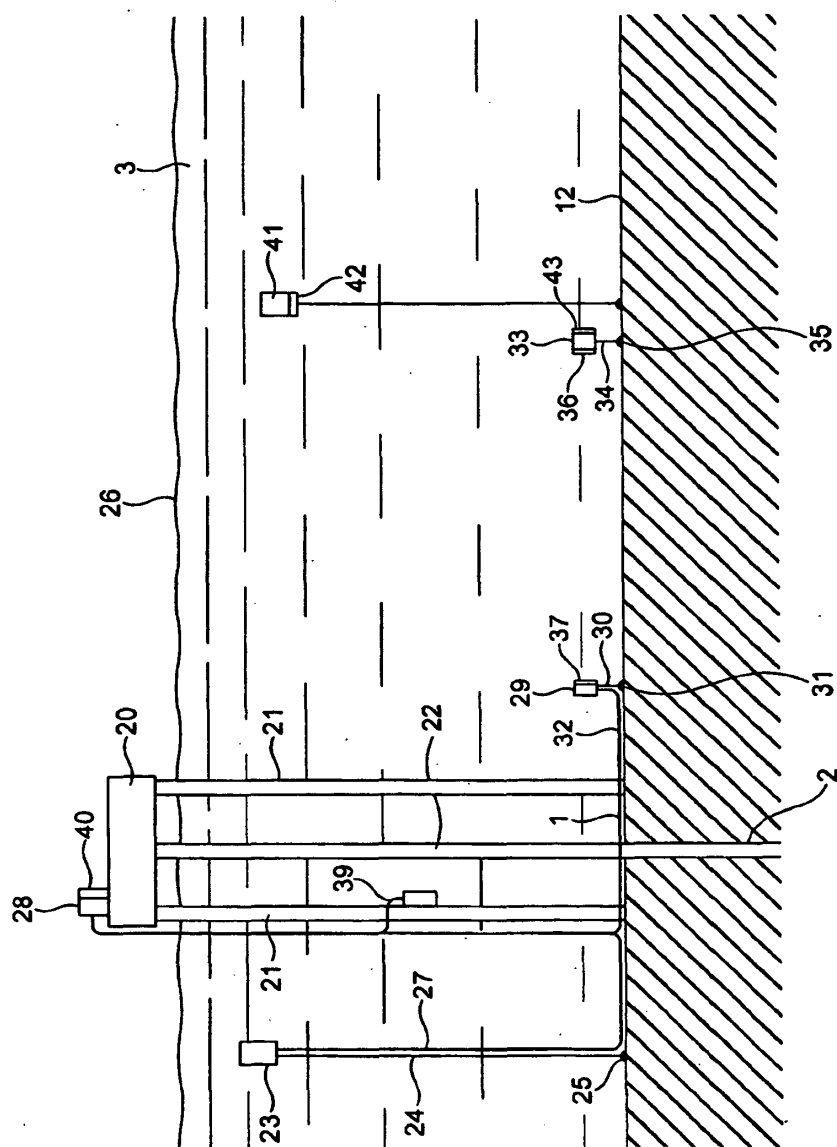


FIG. 3

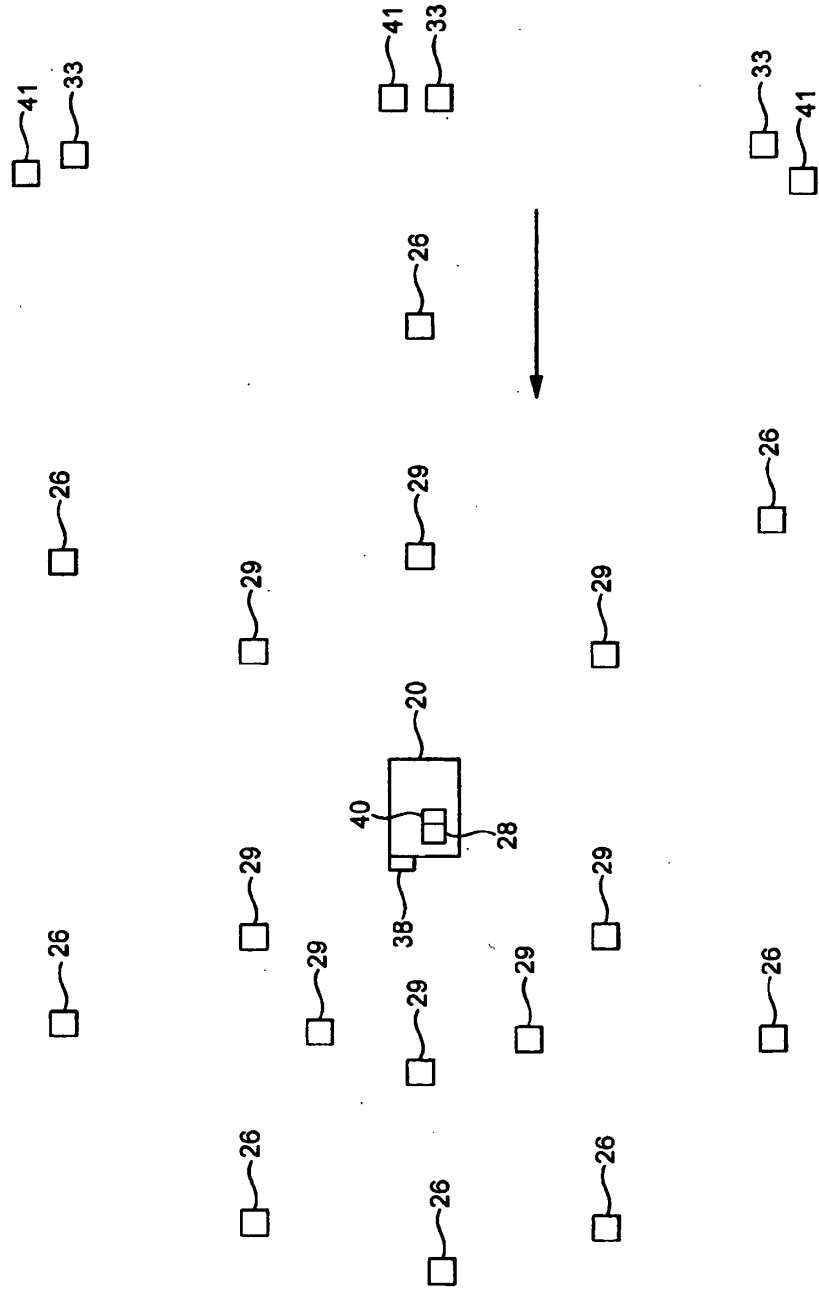


FIG. 4

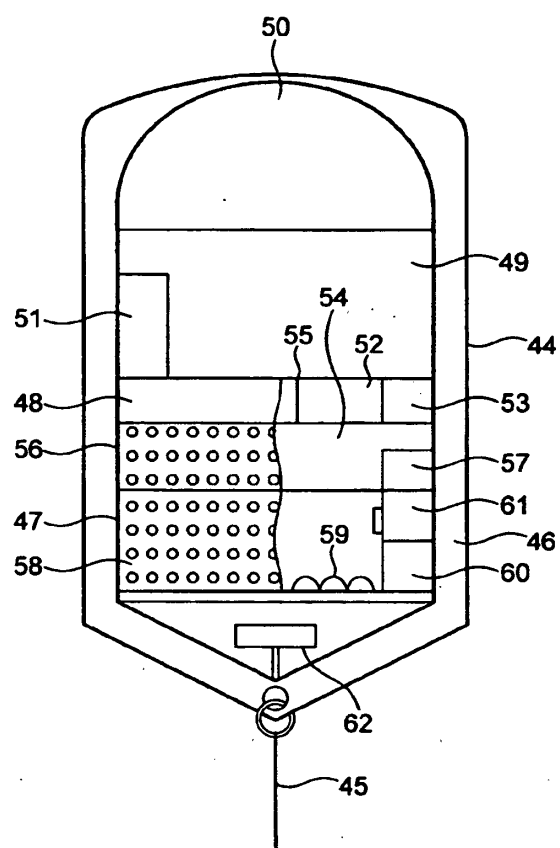


FIG. 5