(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 810 759**

(51) Int. CI.:

G01N 33/38 (2006.01)
E21B 33/14 (2006.01)
E21B 47/00 (2012.01)
E21B 47/12 (2012.01)
G01N 21/43 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2015 PCT/GB2015/050321**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2015 WO15118333**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2015 E 15710836 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 3102937**

(54) Título: **Procedimiento de monitorización de estructuras de hormigón subterráneas**

(30) Prioridad:

05.02.2014 GB 201401921
21.02.2014 GB 201403124

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.03.2021

(73) Titular/es:

CEMENTATION SKANSKA LIMITED (33.3%)
Maple Cross House, Denham Way, Maple Cross, Rickmansworth
Hertfordshire WD3 9SW, GB;
CAMBRIDGE ENTERPRISE LIMITED (33.3%) y
OVE ARUP & PARTNERS INTERNATIONAL LIMITED (33.3%)

(72) Inventor/es:

BELL, ANDREW;
OUYANG, YUE;
SOGA, KENICHI y
NICHOLSON, DUNCAN

(74) Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

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

Procedimiento de monitorización de estructuras de hormigón subterráneas

La presente invención se refiere un procedimiento de monitorización de estructuras de hormigón subterráneas, en particular a un procedimiento de monitorización de estructuras de hormigón subterráneas durante la hidratación del hormigón.

Existe una necesidad de minimizar fallos en las edificaciones. En los últimos años, esto ha estado motivado no sólo por consideraciones de seguridad, sino asimismo por la necesidad de optimizar la utilización de recursos naturales limitados.

De este modo, es necesario monitorizar las edificaciones, para identificar fallos potenciales. Surge un problema cuando la edificación es inaccesible, por ejemplo, si la estructura está en una ubicación subterránea.

Las estructuras de hormigón subterráneas se fabrican, en general, vertiendo hormigón fresco en una cavidad (tal como un orificio de perforación subterráneo, o una estructura cerrada para contener el hormigón). Estas requieren una evaluación no visual después del fraguado, para garantizar que el hormigón vertido está presente en la cantidad diseñada en todos los puntos en la estructura y que no existen vacíos, protuberancias o anomalías significativas en el hormigón.

En algunos casos, se utilizan extensómetros para facilitar la evaluación no visual de estructuras subterráneas después del fraguado. La evaluación no visual de estructuras subterráneas después del fraguado se puede realizar asimismo utilizando una técnica conocida como registro sónico transversal de orificios.

Sin embargo, en el caso de estructuras subterráneas fabricadas de hormigón vertido in situ, puede surgir un fallo potencial durante la construcción de la estructura. Por lo tanto, existe la necesidad de identificar fallos potenciales lo antes posible, particularmente en aquellas estructuras subterráneas que se utilizan para soportar o retener otras estructuras, tales como pilotes de hormigón o muros pantalla.

La Patente US 2012/0205103 da a conocer procedimientos de monitorización de lechada de cemento que incluyen monitorizar uno o varios parámetros de la lechada de cemento en varias posiciones a lo largo del orificio de perforación durante el proceso de fraguado.

Según un primer aspecto de la presente invención, se da a conocer un procedimiento, según la reivindicación independiente 1, de monitorizar una estructura de hormigón subterránea, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
disponer una caja de armadura (20) o conjunto de armazón para una estructura de hormigón subterránea; disponer un despliegue de fibra óptica (48) en asociación con dicha caja de armadura (20) o conjunto de armazón, comprendiendo el despliegue de fibra óptica, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica, en el que el detector de cable de fibra óptica comprende un cable de fibra óptica que actúa como elemento de detección; proporcionar un interrogador (50) conectado al despliegue de fibra óptica; instalar dicha caja de armadura (20) o conjunto de armazón en una ubicación subterránea deseada (30); aplicar un medio de hormigón para rodear la caja de armadura o conjunto de armazón y dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica (48) en dicha ubicación subterránea (30); utilizar dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica (48) inmediatamente, o poco después de la aplicación del medio de hormigón para detectar directamente datos de temperatura a lo largo de una longitud de dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea; utilizar dicho interrogador (50) para recoger dichos datos de temperatura durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea; y analizar dichos datos de temperatura para determinar una característica de la estructura de hormigón subterránea, en la que dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica está plegado o doblado sobre sí mismo para dejar una abertura entre sus partes, formando de ese modo una disposición de bucle abierto que tiene una primera sección (40) y una segunda sección (42) que están separadas entre sí y se extienden a lo largo de una longitud de la caja de armadura o conjunto de armazón.

Se entiende que la expresión 'estructura de hormigón subterránea' significa una estructura de hormigón que tiene, como mínimo, una parte significativa de la estructura situada por debajo del nivel del suelo, por ejemplo, en un orificio de perforación o cavidad.

La presente invención permite la monitorización en tiempo real de la estructura durante la hidratación del hormigón, proporcionando de ese modo un mecanismo para identificar potenciales anomalías y defectos (por ejemplo, debido a la presencia de vacíos, fisuras o concentraciones no homogéneas dentro de la estructura) durante la formación y antes de que se complete la estructura.

Es muy deseable asegurar que se ha formado una estructura de hormigón uniforme y que no existen anomalías que propicien que la estructura se debilite. Podría haber defectos de hormigón presentes debido a una armadura congestionada, lo que es difícil de detectar. Mediante el procedimiento acorde con la presente invención, se puede

observar la generación y disipación de calor dentro del hormigón durante el proceso de fraguado, y como resultado se pueden detectar anticipadamente fallos potenciales.

Además, el procedimiento acorde con la presente invención supone que la estructura se puede instrumentar antes de la construcción, minimizando por lo tanto la presencia de operarios durante la colocación del armazón o del conjunto de armadura y el vertido del medio de hormigón.

La recogida/recopilación de datos de temperatura se puede llevar a cabo in situ o remotamente. La recopilación remota de datos es ventajosa dado que reduce los requisitos de recursos humanos in situ.

El despliegue de fibra óptica que comprende, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica se utiliza para recoger datos de temperatura distribuida, y dichos datos de temperatura distribuida son analizados para determinar la integridad de la estructura de hormigón subterránea.

Según la presente invención, un interrogador está conectado al despliegue de fibra óptica que comprende, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica, para recoger los datos de temperatura durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea. Esto facilita la evaluación de los datos de temperatura.

El interrogador se puede configurar asimismo para la recogida automática de datos.

Preferentemente, la temperatura es monitorizada en tiempo real durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea. Debido al hecho de que se produce un conjunto de datos de temperatura mucho más rico en información, se permite la evaluación de la condición térmica global de la estructura a lo largo de todo el proceso de fraguado, junto con la identificación clara de zonas en la estructura que no presentan flujo térmico —lo que puede ser indicativo de anomalías dentro de la estructura de hormigón—.

En realizaciones a modo de ejemplo, el despliegue de fibra óptica que comprende, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica comprende una serie de detectores de cable de fibra óptica.

En realizaciones que comprenden una serie de detectores de cable de fibra óptica, preferentemente cada detector de cable de fibra óptica se extiende a una profundidad conocida dentro de la caja de armadura de la estructura subterránea.

Según la presente invención, el despliegue de fibra óptica comprende, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica en una disposición de bucle abierto que tiene una primera sección y una segunda sección separadas entre sí y que se extienden a lo largo de una longitud de la caja de armadura o del conjunto de armazón.

La primera sección de dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica puede estar dispuesta en un lado de la caja de armadura y la segunda sección de dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica puede estar dispuesta en un lado opuesto de la caja de armadura.

En realizaciones a modo de ejemplo, un primer detector de cable de fibra óptica está dispuesto para extenderse en un bucle abierto a lo largo de un eje central de la caja de armadura.

En realizaciones a modo de ejemplo, uno o varios detectores de cable de fibra óptica adicionales pueden estar dispuestos, cada uno, para definir uno solo o una serie de bucles abiertos en una ubicación periférica de la caja de armadura.

El detector de cable de fibra óptica, o cada uno de ellos, se puede acoplar a la caja de armadura antes de la ubicación de la caja de armadura en dicha ubicación subterránea.

El detector de cable de fibra óptica, o cada uno de ellos, puede ser un detector de fibra óptica de modo único o un detector de fibra óptica multimodo.

La instalación de los componentes para monitorizar la integridad de la estructura de hormigón utilizando un procedimiento acorde con la presente invención, es eficiente y segura, que son factores importantes en un sitio activo de construcción.

Resultarán evidentes otros aspectos y características de la presente invención a partir de la siguiente descripción, realizada a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es un diagrama esquemático que muestra una etapa de instalación de una estructura de hormigón subterránea;

la figura 2 es un diagrama esquemático que muestra otra etapa de instalación de una estructura de hormigón subterránea;

la figura 3 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de los datos de temperatura dinámica detectados y recogidos por el despliegue de fibra óptica durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea;

la figura 4 es un diagrama esquemático que muestra una disposición a modo de ejemplo de un despliegue de fibra óptica colocado en un conjunto de armadura en un orificio de perforación; y

la figura 5 es una vista en sección transversal del orificio de perforación a lo largo de AA' en la figura 4.

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, se muestra una grúa u otro dispositivo elevador adecuado 10 bajando una armadura o conjunto de armazón 20 a un orificio de perforación o cavidad 30 en el suelo, con el objetivo de crear una estructura de hormigón subterránea.

Una vez que el conjunto 20 se ha colocado en la ubicación deseada, se aplica hormigón (no mostrado) para llenar el orificio de perforación o cavidad 30, rodeando de ese modo el conjunto 20.

Como se comprenderá, el hormigón sufrirá un periodo de hidratación, durante el cual el hormigón se endurecerá para crear una estructura de hormigón subterránea con una armadura o armazón integrales.

La armadura o conjunto de armazón 20 (en adelante, denominado 'el conjunto') está configurado para definir una subestructura de la estructura de hormigón subterránea que se va a crear. De este modo, el conjunto 20 se construirá habitualmente como una caja o bastidor, utilizando barras de metal o similares. Según un procedimiento preferido de la presente invención, el conjunto 20 se construye sobre el suelo (por ejemplo, in situ o en una ubicación remota respecto de la ubicación de instalación prevista).

En realizaciones a modo de ejemplo, el conjunto 20 está configurado para crear un pilote de hormigón o un panel de muro pantalla, por ejemplo.

En términos generales, un despliegue de fibra óptica se utiliza para detectar directamente y recoger datos de temperatura durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea. Es decir, el despliegue de fibra óptica funciona como un despliegue de detectores de temperatura. Esto es diferente de los sistemas de monitorización conocidos de la técnica anterior, en los que una serie de detectores discretos se posicionan individualmente en ubicaciones subterráneas establecidas en el interior del hormigón vertido.

En el ejemplo de la figura 1, el detector de cable de fibra óptica 48 está dispuesto en asociación con el conjunto 20. La expresión “detector de cable de fibra óptica” se utiliza para indicar un cable de fibra óptica en el que la fibra óptica actúa como un elemento de detección. El detector de cable de fibra óptica 48 está dispuesto en un bucle abierto (es decir, plegado/girado o doblado sobre sí mismo para dejar una abertura entre sus partes) con dos secciones (una primera sección y una segunda sección) 40, 42 que están separadas entre sí, extendiéndose hacia abajo la primera sección 40 del detector de cable de fibra óptica 48 en un lado del conjunto 20 y extendiéndose hacia arriba la segunda sección 42 del detector de cable de fibra óptica 48 desde el lado opuesto del conjunto 20. Una tercera sección 46 del detector de cable de fibra óptica 48 que conecta la primera y la segunda secciones se extiende a través del lado inferior del conjunto 20. El detector de cable de fibra óptica 48 se acopla al conjunto 20 (por ejemplo, utilizando un adhesivo, grapas, cable trenzado, clips o ataduras, o similares), antes de la colocación en dicha ubicación subterránea. Por ejemplo, el detector de cable de fibra óptica se acopla sobre el suelo, durante la construcción del conjunto 20 o después de la misma.

En el ejemplo mostrado en la figura 1 se utilizan rodillos 44 para guiar el detector de cable de fibra óptica 48 durante el descenso del conjunto 20 al orificio de perforación o cavidad 30. Se comprenderá que donde se utilizan rodillos 44, la primera y la segunda secciones 40, 42 del detector de cable de fibra óptica 48 están acopladas al lado respectivo del conjunto 20 cuando este se está bajando a la cavidad 30.

El detector de cable de fibra óptica 48 puede ser un detector de fibra óptica convencional de un solo modo, por ejemplo, de una clase conocida en la técnica, o un detector de fibra óptica multimodo.

Tal como se puede ver en la figura 2, un interrogador 50 se conecta a cada sección 40, 42 del detector de cable de fibra óptica 48, preferentemente antes de que el conjunto 20 se sumerja en hormigón. El detector de cable de fibra óptica 48 funciona asimismo como una conexión de comunicación con el interrogador 50. El interrogador 50 está configurado para recoger los datos de temperatura medidos desde la primera y la segunda secciones 40, 42 del detector de cable de fibra óptica 48 durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea.

En realizaciones a modo de ejemplo, los datos de temperatura recogidos se utilizan para determinar una o varias características de la estructura de hormigón subterránea. Más particularmente, los datos se monitorizan para determinar la integridad de la estructura de hormigón subterránea, identificando de ese modo potenciales anomalías en el interior de la estructura de hormigón subterránea. Por ejemplo, durante la hidratación, se puede anticipar a lo largo de la estructura un patrón de cambios en la temperatura distribuida espacialmente, y si los datos recogidos

varían significativamente respecto del patrón anticipado, esto indicará una anomalía en el interior de la estructura (por ejemplo, un vacío, una fisura o una concentración inhomogénea de material). Los datos de temperatura distribuidos espacialmente pueden consultarse a continuación para identificar la ubicación de la anomalía.

En procedimientos a modo de ejemplo de la presente invención, se utiliza un único detector de cable de fibra óptica para recoger los datos de temperatura. En la realización de la figura 2, la primera y la segunda secciones 40, 42 del detector de cable de fibra óptica 48 se utilizan para detectar diferenciales de temperatura no deseados a través de la estructura en hidratación (por ejemplo, comparando la temperatura en un lado con la temperatura en el otro lado, para cualquier profundidad dada bajo el suelo). En otras realizaciones, se podría utilizar cualquier número de detectores de cable de fibra óptica.

En procedimientos a modo de ejemplo de la presente invención, un primer detector de cable de fibra óptica puede estar dispuesto para extenderse en un bucle abierto a lo largo de un eje central del conjunto 20, y uno o varios detectores de cable de fibra óptica adicionales pueden estar dispuestos para definir, cada uno, un único bucle o una serie de bucles abiertos en posiciones periféricas del conjunto 20 (por ejemplo, separados circunferencialmente con respecto a la periferia de la estructura).

Haciendo referencia en particular a la figura 3, se describirá un procedimiento a modo de ejemplo para detectar directamente y recoger datos de temperatura durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el hormigón sufrirá un periodo de hidratación, durante el cual el hormigón se endurecerá para crear una estructura de hormigón subterránea que tiene una armadura integral o un armazón.

Al comienzo del periodo de hidratación y a lo largo de todo el periodo de hidratación, se transmite una señal luminosa 60 bajando por el detector de cable de fibra óptica 48.

Dado que la señal luminosa 60 se transmite bajando por el detector de cable de fibra óptica 48, los datos de temperatura en forma de señales 70 dispersadas hacia atrás son recogidos por el interrogador 50 a lo largo de la longitud del detector de cable de fibra óptica 48. En procedimientos a modo de ejemplo, la señal luminosa 60 es en forma de una señal láser.

Las señales 70 dispersadas hacia atrás recogidas se reconstruyen en forma visual, por ejemplo, en forma de un gráfico tal como se muestra en la figura 3, para determinar una o varias características de la estructura de hormigón subterránea.

Los datos de temperatura se promedian sobre una longitud prescrita y se muestrean a una frecuencia prescrita. Por ejemplo, los datos de temperatura se pueden promediar sobre una longitud de 0,5 m cada 0,05 m a lo largo de la longitud del detector de cable de fibra óptica 48. Esto proporciona una medida distribuida de los datos de temperatura por el detector de cable de fibra óptica 48 a través de la longitud del hormigón en hidratación, en lugar de mediciones discretas separadas en diferentes posiciones en el hormigón en hidratación, tal como se obtiene actualmente por procedimientos conocidos en la técnica. Por consiguiente, se reduce significativamente el riesgo de saltarse, o no identificar una posición de fallo potencial, tal como puede ser el caso en los procedimientos de la técnica anterior si la posición ocurre entre dos posiciones discretas de detectores.

Una zona 80 con mal flujo térmico, que es indicativa de una anomalía, se indicará mediante un cambio en el perfil de la temperatura distribuida espacialmente.

En realizaciones a modo de ejemplo, los datos de temperatura se monitorizan en tiempo real durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea. La monitorización en tiempo real de los datos de temperatura para la estructura durante la hidratación del hormigón, proporciona de ese modo un mecanismo para identificar fallos potenciales (por ejemplo, debido a la presencia de vacíos, fisuras o concentraciones inhomogéneas en el interior de la estructura) antes de que se complete la estructura.

Aunque se describe haciendo referencia a pilotes de hormigón y muros pantalla, el procedimiento es aplicable asimismo a otras estructuras de hormigón subterráneas, tales como cimentaciones sobre losas, etc.

Aunque el detector de cable de fibra óptica se muestra en la figura 2 teniendo un único bucle abierto, se comprenderá que el detector puede estar dispuesto para definir una serie de bucles abiertos, teniendo cada bucle abierto una sección que se extiende hacia abajo y una sección que se extiende hacia arriba. Se muestra un ejemplo de dicha disposición en las figuras 4 y 5.

En la realización mostrada en las figuras 4 y 5, el detector de cable de fibra óptica 148 está dispuesto para definir dos bucles abiertos. El primer bucle está definido por una primera sección 140 del detector de cable de fibra óptica 148 que se extiende bajando por un lado del conjunto 20, una segunda sección 142 del detector de cable de fibra óptica 148 que se extiende subiendo desde un lado diametralmente opuesto del conjunto 20 y una tercera

sección 146 del detector de cable de fibra óptica 148 que conecta la primera y la segunda secciones 140, 142. En la realización mostrada, la tercera sección 146 se extiende a lo largo del perímetro exterior del conjunto (véase la figura 5), aunque se comprenderá que se puede extender a través de un lado inferior del conjunto 20, tal como en la realización descrita anteriormente.

El segundo bucle está definido por una cuarta sección 141 del detector de cable de fibra óptica 148 que se extiende bajando por un tercer lado del conjunto 20, una quinta sección 143 del detector de cable de fibra óptica 148 que se extiende subiendo desde un cuarto lado del conjunto de armadura 20 diametralmente opuesto al tercer lado y una sexta sección 147 del detector de cable de fibra óptica 148 que conecta la cuarta y la quinta secciones 141, 143. Una séptima sección 149 del detector de cable de fibra óptica 148 conecta la segunda sección 142 a la cuarta sección 141.

El número de bucles y, por lo tanto, el número de secciones del cable de fibra óptica que se extienden a lo largo de los lados del conjunto y su separación relativa, se deciden función de la resolución espacial deseada de la medición de temperatura. El perfil temporal y espacial de temperaturas evaluado a partir de las lecturas de los detectores de cable de fibra óptica se utilizará para la interpretación de los datos.

Por ejemplo, para una columna de hormigón de sección transversal circular 0,6 m de diámetro y 3,77 m de perímetro, con cuatro secciones verticales de cable de fibra óptica a lo largo de su longitud, permitiría una resolución espacial periférica de menos de 1 m.

Aunque la presente invención se ha descrito en lo anterior haciendo referencia a una o varias realizaciones preferidas, se apreciará que se pueden realizar diversos cambios o modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de monitorización de una estructura de hormigón subterránea, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

disponer una caja de armadura (20) o conjunto de armazón para una estructura de hormigón subterránea;
disponer un despliegue de fibra óptica (48) en asociación con dicha caja de armadura (20) o conjunto de armazón, comprendiendo el despliegue de fibra óptica, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica, en el que el detector de cable de fibra óptica comprende un cable de fibra óptica que actúa como un elemento de detección;
disponer un interrogador (50) conectado al despliegue de fibra óptica;
instalar dicha caja de armadura (20) o conjunto de armazón en una posición subterránea deseada (30);
aplicar un medio de hormigón para rodear la caja de armadura o conjunto de armazón y dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica (48) en dicha posición subterránea (30);
utilizar dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica (48) inmediatamente, o poco después de la aplicación del medio de hormigón, para detectar directamente datos de temperatura a lo largo de una longitud de dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea;
utilizar dicho interrogador (50) para recoger dichos datos de temperatura durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea; y
analizar dichos datos de temperatura para determinar una característica de la estructura de hormigón subterránea,
en el que dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica está plegado o doblado sobre sí mismo para dejar una abertura entre sus partes, formando de ese modo una disposición de bucle abierto que tiene una primera sección (40) y una segunda sección (42) que están separadas entre sí y se extienden a lo largo de una longitud de la caja de armadura o conjunto de armazón.

2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que los datos de temperatura se monitorizan en tiempo real durante la hidratación de la estructura de hormigón subterránea.

3. Procedimiento, según cualquier reivindicación anterior, en el que el despliegue de fibra óptica (48) comprende una serie de detectores de cable de fibra óptica (48).

4. Procedimiento, según la reivindicación 3, en el que cada detector de cable de fibra óptica (48) se extiende a una profundidad conocida en el interior de la caja de armadura (20) o conjunto de armazón de la estructura subterránea.

5. Procedimiento, según cualquier reivindicación anterior, en el que la primera sección (40) de dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica (48) se dispone en un lado de la caja de armadura (20) o conjunto de armazón y la segunda sección (42) de dicho, como mínimo, un detector de cable de fibra óptica (48) se dispone en un lado opuesto de la caja de armadura (20) o conjunto de armazón.

6. Procedimiento, según cualquier reivindicación anterior, en el que un primer detector de cable de fibra óptica (48) se dispone para extenderse en un bucle abierto a lo largo de un eje central de la caja de armadura (20) o conjunto de armazón.

7. Procedimiento, según cualquier reivindicación anterior, en el que uno o varios detectores de cable de fibra óptica adicionales (48) se disponen para definir, cada uno, un único o una serie de bucles abiertos en una posición periférica de la caja de armadura (20) o conjunto de armazón.

8. Procedimiento, según cualquier reivindicación anterior, en el que el, o cada detector de cable de fibra óptica (48) se acopla a la caja de armadura (20) o conjunto de armazón antes de la colocación de la caja de armadura (20) o conjunto de armazón en dicha posición subterránea.

9. Procedimiento, según cualquier reivindicación anterior, en el que el, o cada detector de cable de fibra óptica (48) es un detector de fibra óptica de un solo modo o un detector de fibra óptica multimodo.

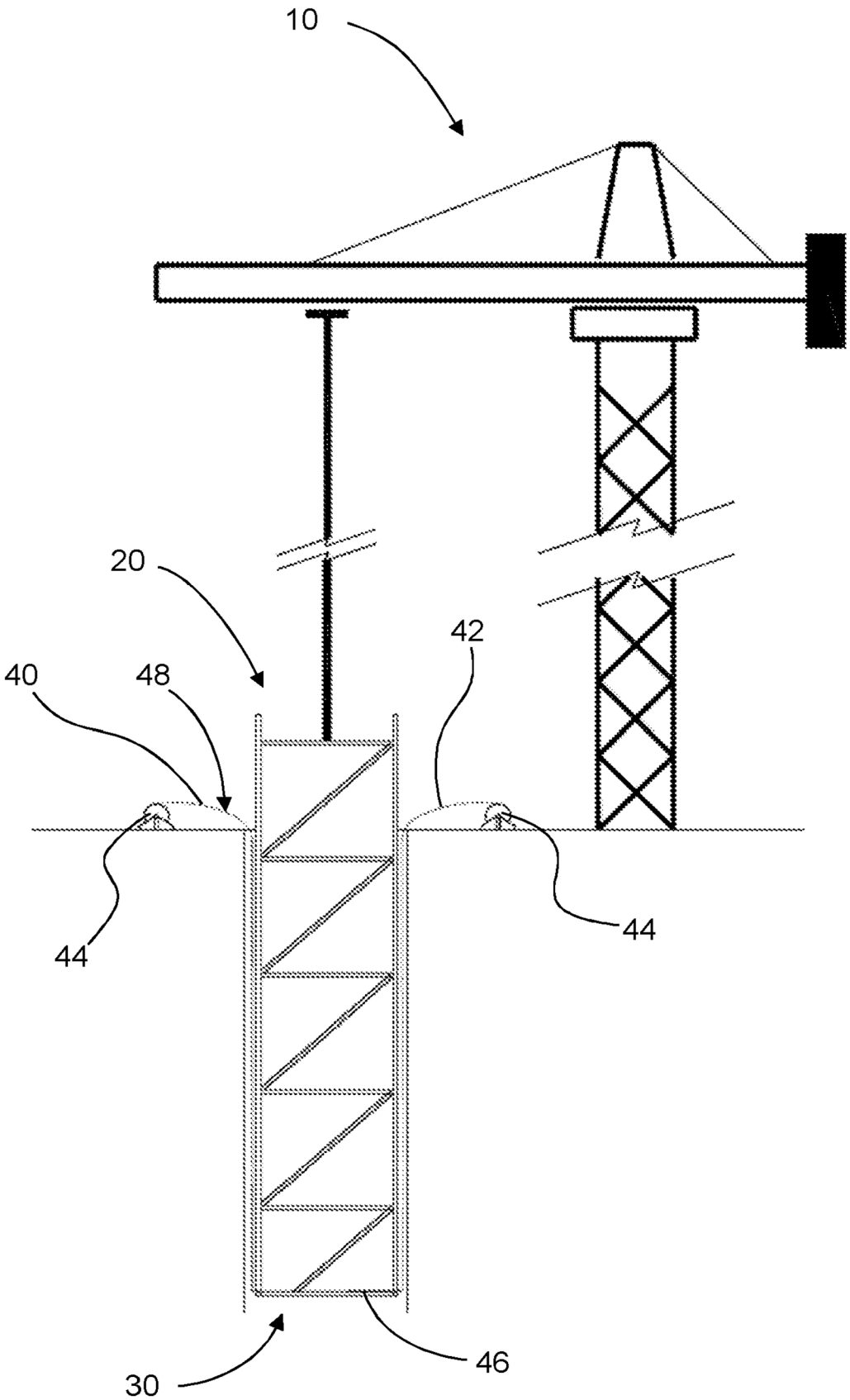

FIG. 1

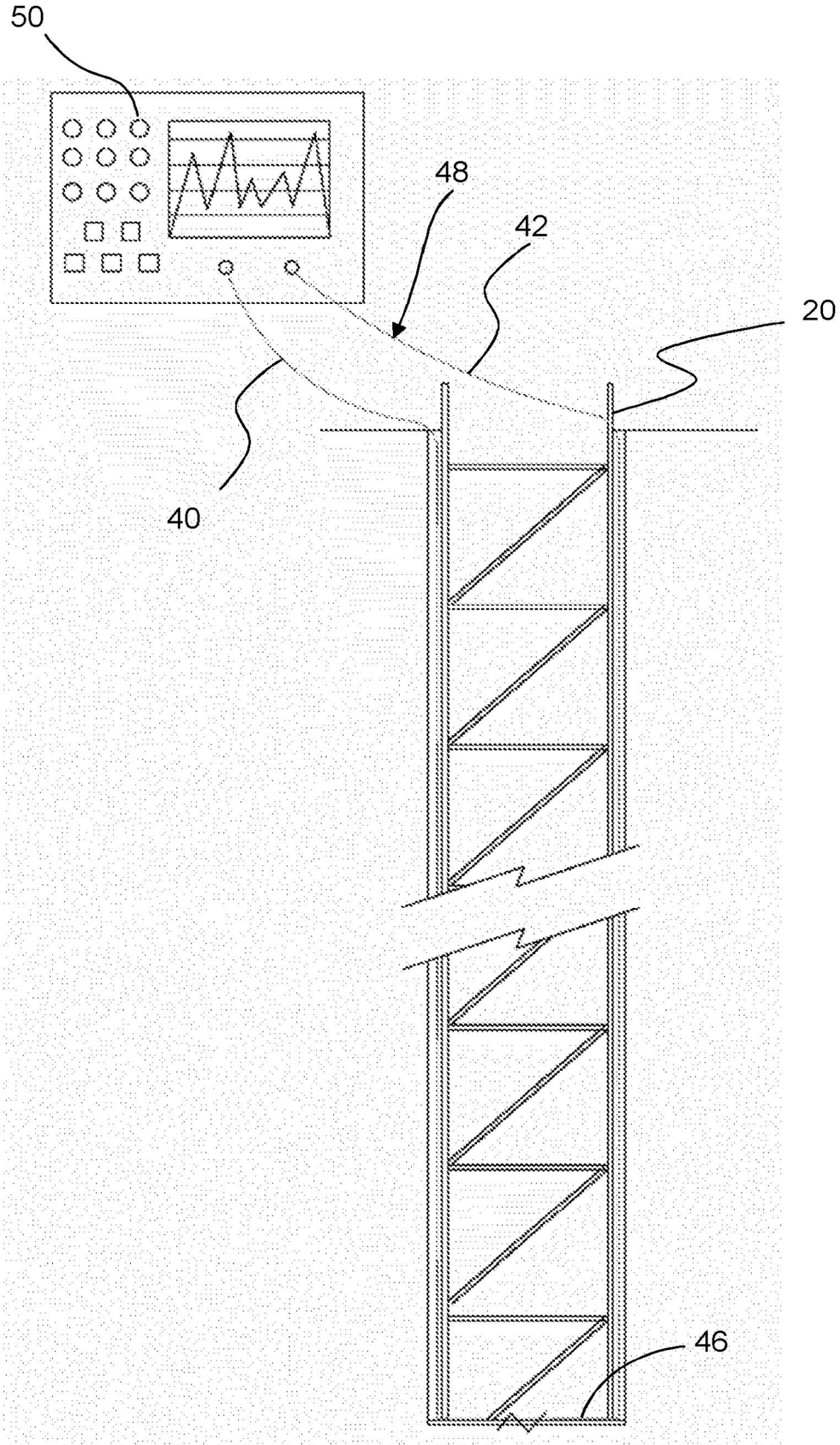

FIG. 2

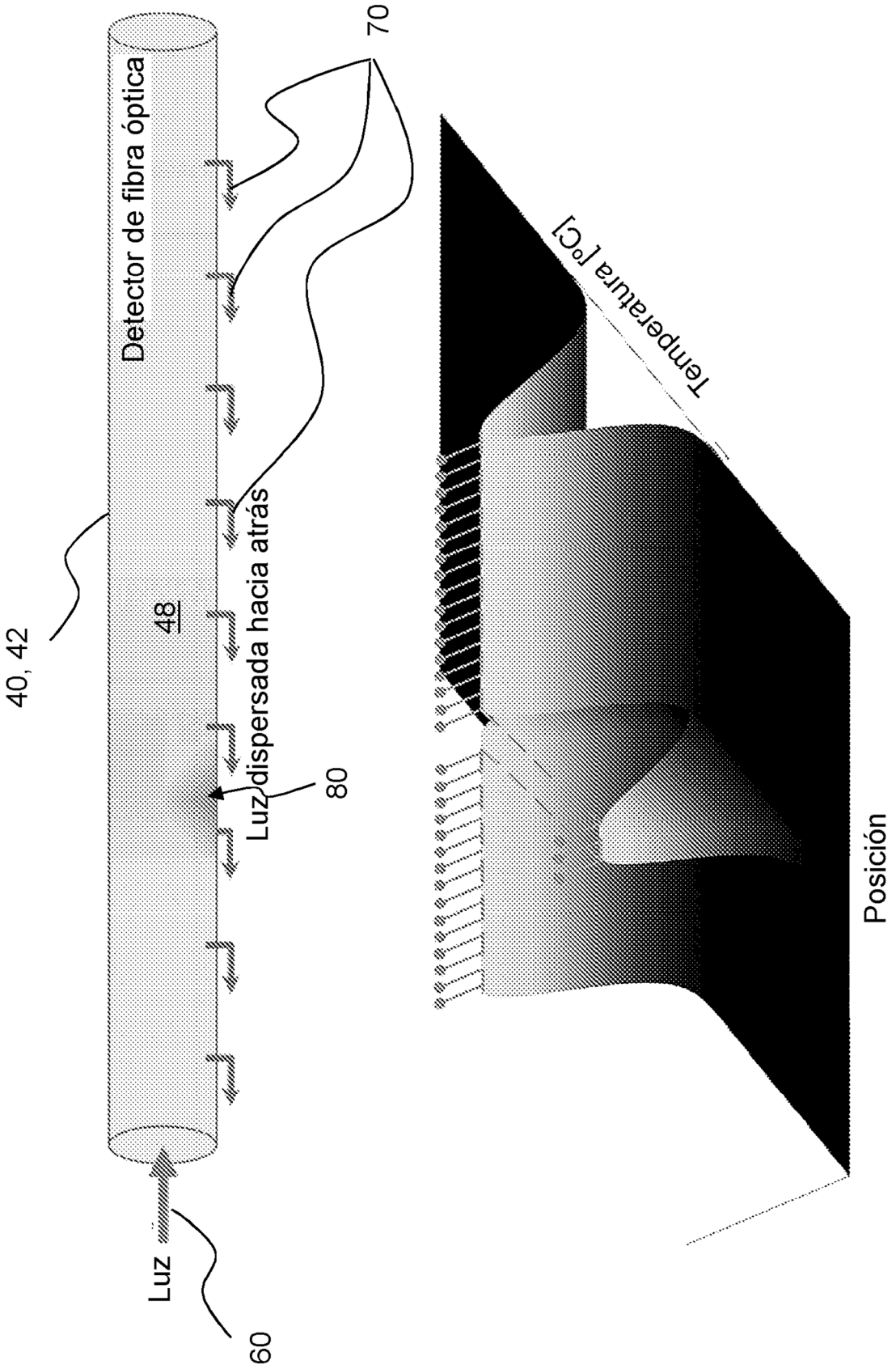
Detector de fibra óptica
70
40, 42
48
Luz dispersada hacia atrás
80
Luz
60
Temperatura [°C]
Posición

FIG. 3

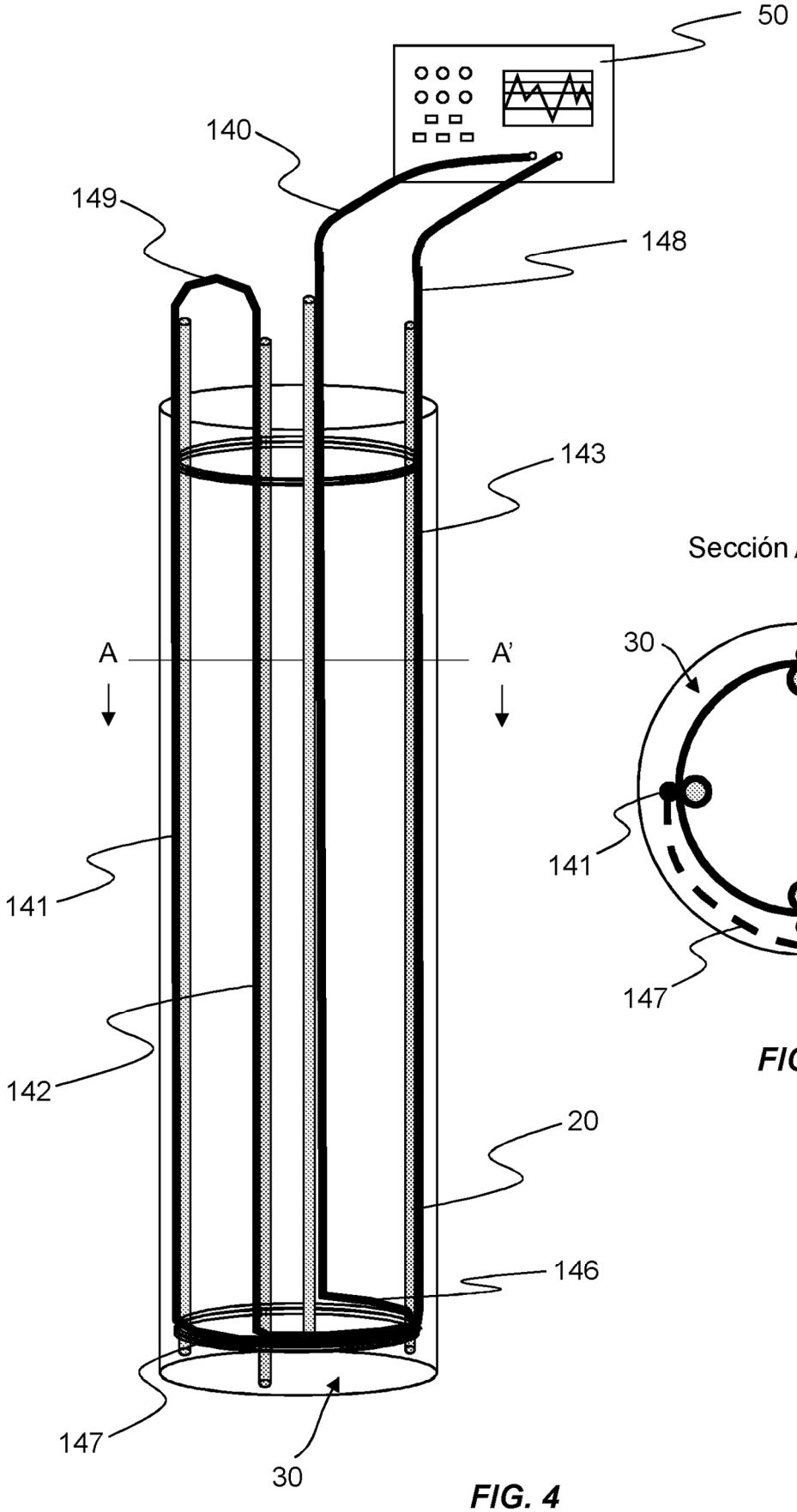
50
140
149
148
143
A
A'
141
142
20
146
147
30

FIG. 4

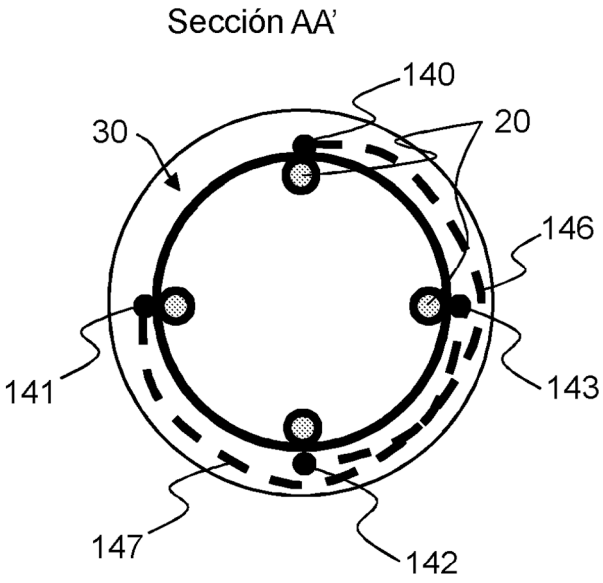
Sección AA'
140
30
20
146
141
143
147
142

FIG. 5

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

• US 20120205103 A