

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 273**

51 Int. Cl.:

G01N 3/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2009 PCT/US2009/058167**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.04.2010 WO10036769**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2009 E 09792932 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2347239**

54 Título: **Dispositivos y métodos de prueba de la resistencia portátiles para los sistemas de detención de material de ingeniería instalado**

30 Prioridad:

25.09.2008 US 99937 P

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

20.05.2019

73 Titular/es:

**ENGINEERED ARRESTING SYSTEMS
CORPORATION (100.0%)
2550 Market Street
Aston, Pennsylvania 19014, US**

72 Inventor/es:

**ZOU, HONG;
MANNING, ANDREA L.;
THOMPSON, GRAHAM KENT, JR. y
SHI, YIJIAN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 713 273 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

Dispositivos y métodos de prueba de la resistencia portátiles para los sistemas de detención de material de ingeniería instalado

5 Esta solicitud reivindica los beneficios de la Solicitud Provisional de EE.UU. de Nº de Serie 61/099.937, archivada el 25 de septiembre del 2008, titulada "Método de Prueba de la Resistencia de Campo para Sistemas de Detención de Material de Ingeniería Instalado", los contenidos completos de la cual se incorporan por la presente como referencia.

Campo de la invención

10 Las realizaciones de la presente invención se relacionan de manera general con un aparato de prueba portátil y con los métodos de prueba para probar la resistencia de materiales de baja resistencia, concretamente en Sistemas de Detención de Material de Ingeniería instalado, de aquí en adelante referidos como EMAS o sistemas de detención de vehículos compresibles. Un ejemplo de un EMAS se describe en, entre otras, la Patente de los EE.UU. Nº 5.885.025 titulada Sistemas de Plataforma de Detención de Vehículos.

Antecedentes de la invención

15 Un ejemplo de un sistema EMAS o un sistema de detención de vehículos compresible comprende un material colocado al final de una pista que se aplastará (o de otra manera se deformará) de forma predecible y fiable bajo el peso de un avión que se desplaza fuera del final de una pista. La resistencia proporcionada por el material de baja resistencia decelera el avión y lo llega a detener dentro de los confines del área de la pista. Un objetivo del EMAS es fallar de una manera predecible, específica, proporcionando de este modo una fuerza resistiva controlada, predecible según el vehículo deforma los sistemas EMAS. Los EMAS son por tanto compresibles, deformables, 20 aplastables, o de otra manera capaces de ser comprimidos o deformados o aplastados mediante el impacto apropiado. Los EMAS son ahora parte de los estándares de diseño de los aeropuertos de los EE.UU. y se describen en la Circular de Aviso de la FAA 150/5220-22A "Sistemas de Detención de Materiales de Ingeniería (EMAS) para Salidas de Aviones" fechada el 30 de septiembre de 2005. Los EMAS y la planificación del Área de Seguridad de Pista se guían por las Órdenes de la FAA 5200.8 y 5200.9. De manera alternativa, un material de los EMAS o un sistema de detención de vehículos compresible (o deformable) se puede colocar sobre o en una calle o en un camino peatonal (o en cualquier otro lugar), por ejemplo, con el propósito de decelerar vehículos u objetos distintos de un avión. 25

30 El diseño y la fabricación de los EMAS debe alcanzar todos los requisitos especificados en la Circular de Aviso de la FAA 150/5220-22A. Se seleccionan materiales de cierta resistencia para optimizar el rendimiento de los EMAS para una mezcla de flota que opera en una pista específica. Los cálculos del coste del ciclo de vida de la Orden 5200.9 de la FAA asumen que los EMAS pueden requerir el reemplazo cada cierto tiempo. Para determinar que los sistemas EMAS instalados mantienen la capacidad de detención de vehículos diseñada, se necesita que se desarrolle un dispositivo de prueba de resistencia de campo y un método de prueba para medir la resistencia de los EMAS instalados a lo largo del tiempo.

35 Técnica anterior

40 El documento WO 98/35217 [DATRON INC. – 13 de Agosto de 1988 = Patente de los EE.UU Nº 5.789.681] describe un ejemplo de un aparato de prueba y un método de prueba para el material de los EMAS. Esta patente define también el estándar de Resistencia de Gradiente Compresivo (COS), que se ha usado de manera interna para controlar la resistencia del material en su producción. Sin embargo, este método de prueba interna patentado no se puede aplicar de manera directa a las pruebas de resistencia de campo de los sistemas EMAS instalados al menos debido a que el aparato de prueba no es portátil. Este sistema prueba una sección de prueba del material de detención que se posiciona en un bloque de apoyo. Se aplica entonces una carga a la sección de prueba (usando un sistema hidráulico que controla un eje con una cabeza de sonda de prueba) a una velocidad constante relativamente rápida con una medición de la fuerza que ocurre de manera continua o a pequeños incrementos de desplazamiento 45 según se mueve la cabeza de la sonda a través de la prueba. Sin embargo, si se desea probar un sistema EMAS que ya ha sido instalado, la extracción de una o más partes del material del sistema y el transporte de esas partes de vuelta al laboratorio para su prueba es poco práctico y poco fiable. Ejemplos de los problemas potenciales son que el material se puede romper durante la extracción de la pieza de prueba, o que el sistema entero se puede comprometer con la extracción de la pieza de prueba, provocando ambos problemas con el proceso de prueba. La extracción de una pieza de prueba en algunos casos posiblemente podría requerir que toda la plataforma de los EMAS quedara fuera de servicio, impidiendo potencialmente el uso de la pista asociada durante un periodo extendido. 50

55 La Patente de los EE.UU Nº 2.117.986 (RIDENOUIR – 17 DE MAYO DE 1938) es para aparatos de prueba de la plasticidad del terreno y describe aparatos de prueba de la plasticidad del terreno y no describe el registro de medición de la velocidad de la cabeza de perforación, sólo describe el penetrar una muestra de tierra a una tasa de velocidad correcta, por ejemplo de aproximadamente 1,27 cm (1/2 pulgada) por segundo.

El Documento JP 6319376 [IWASAKI ELECTRIC CO LTD – 22 DE NOVIEMBRE DE 1994] es para aparatos que miden la resistencia de la hierba de césped, y especifica (se detiene) las pruebas realizadas en un lugar arbitrario.

Compendio

5 Existe una gran necesidad de una prueba de campo de la resistencia de los sistemas EMAS instalados. Sin embargo, ninguno de los aparatos internos patentados de prueba de los EMAS ni los penetrómetros para la prueba del terreno alcanzan las necesidades especializadas de la prueba de campo de los EMAS.

Exposición de la invención

Se establecen en las reivindicaciones adjuntas un método y un dispositivo de acuerdo con la presente invención y las realizaciones de los mismos.

10 Por consiguiente, las realizaciones de esta invención proporcionan un dispositivo y un método de prueba de la resistencia de campo que incluye un diseño de hardware, una determinación del tamaño de la muestra, unas muestras aleatorias, y una interpretación de los datos de la resistencia. Los dispositivos y métodos de prueba de la resistencia descritos se pueden aplicar no sólo a los sistemas EMAS existentes, sino también a las nuevas generaciones de EMAS, que pueden utilizar otros materiales de baja resistencia que tengan capacidades de
15 detención similares. Cada tipo de material tendrá una banda de tolerancia única asociada con un tamaño de cabeza de perforación seleccionado. Estas bandas de tolerancia probablemente serán preestablecidas por una autoridad regulatoria o por un fabricante de sistemas EMAS, y se fija en el momento de la instalación. Sin embargo, las bandas de tolerancia del sistema instalado se deberían probar de manera apropiada en diversos intervalos después de la
20 instalación usando los dispositivos y métodos descritos en la presente memoria para confirmar que los materiales se mantienen con la resistencia deseada y requerida a lo largo del tiempo.

Las realizaciones de la invención descritas en la presente memoria proporcionan por tanto un dispositivo y un método de prueba de la resistencia que se puede implementar de manera fácil en campo, en los EMAS existentes y
25 actualmente instalados (esto es in situ). El aparato de prueba portátil deseado debería tomar lecturas de la carga resistiva y la profundidad de penetración. La carga resistiva se puede convertir en CGS. La profundidad de penetración en el material se puede medir usando diferentes tipos de dispositivos de medición de la distancia.

Aunque algunos de los penetrómetros de terreno fuera de plataforma son capaces de tomar tanto las mediciones de la carga como de la distancia, no se pueden aplicar de manera directa para la prueba de campo de la resistencia de los materiales de los EMAS con sus diseños actuales. Estos penetrómetros se diseñaron mayormente para el estudio de la compactación del terreno. Por ejemplo, la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas (ASAE) y la
30 Sociedad Americana para la Prueba y los Materiales (ASTM) requieren el uso de cabezas de penetración con forma de cono, que se diseñan concretamente para la prueba de terreno, pero no se pueden usar para la prueba de los EMAS debido a las propiedades únicas de los materiales de los EMAS. Por consiguiente, las realizaciones de esta invención proporcionan un sistema portátil y un método de prueba para probar diversas características de los sistemas EMAS actualmente instalados.

35 **Breve descripción de los dibujos**

La FIG. 1 muestra una vista lateral de planta de una realización de un dispositivo de prueba de campo.

La FIG. 2 muestra una vista de primer plano de un extremo del dispositivo de prueba de campo de la FIG. 1.

La FIG. 3 muestra una vista inferior de planta de una realización de una cabeza de perforación del dispositivo de prueba de campo de la FIG. 1.

40 La FIG. 4 muestra un ejemplo de un penetrómetro de terreno de la técnica anterior antes de ser modificado según las diversas realizaciones de esta invención.

La FIG. 5 muestra un esquema de los pasos de la prueba según una realización del método de prueba.

Descripción detallada

Como se muestra en la FIG. 1, una realización de un dispositivo 10 de prueba de campo portátil incluye un eje 12, una cabeza 20 de perforación, y un sistema 30 de medición. Para aumentar la portabilidad, el eje 12 puede (pero no es necesario) dividirse en dos o más secciones y ensamblarse en el sitio. En el ejemplo específico mostrado en la FIG. 1, el eje 12 se proporciona en dos partes, un eje 14 superior y un eje 16 inferior, que se pueden ensamblar rápidamente en campo pero se proporcionan para un fácil transporte. Se debería entender, sin embargo, que se proporciona un eje único o cualquier número de secciones de eje. Como se muestra también en la realización específica de la FIG. 1, las partes 14, 16 superior e inferior del eje se pueden conectar a través de una conexión 18 roscada. De nuevo, se debería entender que se puede usar cualquier número apropiado de conexiones y se considera dentro del alcance de esta invención, tal como las conexiones de ajuste a presión, las conexiones de bloqueo/pestaña en J, las conexiones de encaje, las conexiones cónicas, y así sucesivamente.

En una realización específica, el eje 12 de perforación es de al menos 63,5 cm (25 pulgadas) de largo para cubrir la máxima profundidad de penetración. Dependiendo del tipo de materiales a probar, el eje 12 debería ser generalmente de al menos 12,7 cm (5 pulgadas) de largo, pero en cualquier caso puede ser desde 12,7 a 91,44 cm (5 a 36 pulgadas) de largo, e incluso más largo si eso facilita el uso. En general, la longitud se debería optimizar para facilitar la operación para mantener una velocidad de penetración constante.

El dispositivo 10 incluye también una cabeza 20 de perforación en su parte inferior. Un tipo de cabeza 20 de perforación tiene una superficie 22 inferior plana y un diámetro 24 generalmente redondo, como se muestra en la FIG. 3. En una realización, el dispositivo 10 de prueba de campo se puede basar en un diseño con capacidades de tomar mediciones sobre la carga resistiva y la profundidad de penetración. En otras realizaciones, el dispositivo 10 de prueba de campo se puede construir en base a un penetrómetro de terreno existente con una cabeza de perforación y un eje modificados.

Un ejemplo de un penetrómetro 70 se muestra en la FIG. 4. Aunque existen diversas opciones para dichos dispositivos, los penetrómetros de terreno generalmente tienen una cabeza 72 de perforación con forma de cono o en punta que se diseña para penetrar en el terreno para medir diversos parámetros. Los penetrómetros de terreno tienen generalmente una cabeza de perforación para la prueba del terreno con bien una forma de cono de 30° o de 60°, como es proporcionada por los estándares ASAE y ASTM. Esto es para que el extremo en punta del penetrómetro de terreno pueda penetrar el terreno fácilmente.

Obviamente, dicho dispositivo no sería útil para probar la resistencia del gradiente compresivo de los EMAS. El objetivo para dicha prueba no es necesariamente penetrar los EMAS, sino determinar su fallo sobre una cierta carga aplicada a través de una cierta área definida. Como tal, el dispositivo 10 de prueba de campo para probar un sistema EMAS existente se ha diseñado con una cabeza 20 de perforación que tiene preferiblemente una superficie 22 inferior plana. La cabeza 20 de perforación se proporciona también de una forma generalmente redonda o circular. La forma circular plana se selecciona para que la cabeza 20 de penetración supere la resistencia principalmente de la resistencia CGS del material. El espesor 28 de la cabeza 20 de perforación se ha diseñado para minimizar la resistencia de fricción de la cabeza 20 de perforación. En contraste, la cabeza con forma de cono del penetrómetro de terreno penetraría inmediatamente los EMAS sin apenas probar la resistencia apropiada. El material de la cabeza de perforación se debería elegir para resistir el desgaste debido a la abrasión por el material de los EMAS. Los ejemplos no limitantes incluyen cualquier tipo apropiado de metal, polímero, o cerámica, o cualquier combinación o aleación de los mismos. Se debería entender que la cabeza 20 de perforación puede tener una superficie efectiva diferente y no necesitar ser perfectamente plana o redonda. Un tamaño de cabeza adecuado se puede seleccionar para probar la resistencia de cierto material. Ejemplos no limitantes de posibles diámetros de perforación oscilan desde aproximadamente 1,27 a aproximadamente 5,08 cm (0,5 a aproximadamente 2,0 pulgadas), aunque se debería entender que puede ser mayor o menor, dependiendo del material y las circunstancias de la prueba.

El eje 12 de perforación se muestra en la FIG. 1 como que tiene un diámetro 26 que es más pequeño que el diámetro 24 de la cabeza 20 de perforación. Este diseño ayuda a eliminar la carga de fricción del eje 12. También es posible para el eje 12 de perforación ser de aproximadamente el mismo tamaño o igual que el diámetro 24 de la cabeza 20 de perforación. El eje 12 debería ser suficientemente robusto para evitar la deformación debida a la carga resistiva. El material del eje se debería seleccionar para resistir el desgaste por el uso intensivo, ejemplos de lo cual pueden ser los mismos que los proporcionados anteriormente para la cabeza 20 de perforación.

El dispositivo 10 incluye también un mango 13 o algún otro elemento de agarre o de estabilización en su parte superior. Como se muestra en la FIG. 1, el mango 13 puede soportar un sistema 30 de medición para medir los parámetros deseados que están siendo probados en campo (sin embargo, se debería entender que el sistema 30 de medición se puede ubicar en cualquier parte a lo largo del eje 12 según se desee). En una realización, la profundidad de penetración de la cabeza 20 de perforación se puede medir usando diversos sensores 32 de distancia o penetración, tales como los sensores ultrasónicos o de láser. La selección de un sensor 32 de distancia dependerá de la precisión requerida y la robustez del entorno. Ya que la resistencia del material es sensible a la tasa de deformación, es importante controlar la velocidad de penetración, que afectará de manera significativa a la medición de la carga resistiva. La velocidad de penetración se puede calcular a partir de las mediciones de la profundidad de penetración. Un indicador 34 de velocidad se puede usar para ayudar a controlar la velocidad de la cabeza de perforación. Se puede proporcionar también un sensor de carga resistiva (no mostrado, pero similar a los otros sensores indicados en el mango).

Determinar el tamaño de muestra es importante también ya que las muestras de gran tamaño desperdician tiempo y recursos, mientras que un tamaño de muestra que sea demasiado pequeño puede ser estadísticamente insignificante y llevar a unos resultados imprecisos de la prueba. El tamaño de la muestra se puede determinar principalmente por el nivel deseado de precisión, nivel de confianza, y grado de variabilidad en la resistencia del material. Es importante también usar un muestreo aleatorio para determinar de manera fiable la resistencia media de un sistema EMAS dentro del intervalo de confianza deseado. La ubicación de las muestras para la prueba de resistencia de campo se puede determinar usando ASTM D 3665 en un área de detención de los EMAS, que se puede definir según el diseño de los EMAS y los estándares de mantenimiento.

- Una realización de un método que se puede usar para la prueba en campo de la resistencia de un sistema EMAS instalado es para proporcionar un dispositivo de prueba en campo apropiado, definir un tamaño de muestra a tomar, e identificar las ubicaciones de las muestras a lo largo de los EMAS instalados. Las ubicaciones de las muestras (y específicamente, las ubicaciones aleatorias de las muestras) pueden ser identificadas por un programa informático para evitar el error del operador en las decisiones de ubicación. Sin embargo, es posible para el operador identificar las ubicaciones aleatorias a lo largo de los EMAS, estando seguro de hacer pruebas a diversas alturas y distancias a lo largo de los EMAS (por ejemplo, no todas las muestras se debería ubicar en la base de los EMAS y no todas las muestras se deberían tomar en un lado o no todas en el otro lado de los EMAS, sino a lo largo de un buen conjunto de muestras de diferentes alturas y distancias).
- 5 El operador debería accionar entonces el dispositivo de pruebas de campo en cada ubicación de las muestras a lo largo de los EMAS, registrar la carga resistiva, la profundidad de penetración, la velocidad de la cabeza de perforación, o cualquier combinación en cada una de las ubicaciones de la muestra. Una vez que se han obtenido todos los datos, se calcula la resistencia de gradiente compresivo (CGS) del material a partir de los datos obtenidos. Éste cálculo se puede hacer de manera manual o mediante un programa informático apropiado que recibe y ejecuta los datos, y proporciona un resumen de salida de los hallazgos.
- 10 Usando el procedimiento de prueba descrito anteriormente, se pueden registrar las cargas resistivas en ubicaciones seleccionadas de manera aleatoria como funciones de la profundidad de penetración y después ser descargadas a un ordenador para su análisis. La resistencia del material, la CGS, se puede calcular en base al tamaño de la cabeza de perforación asociada. Siendo equivalente o similar a las bandas de tolerancia definidas en la Patente de los EE.UU N° 5.789.681 para una prueba interna, las bandas de tolerancia de la prueba de campo se deberían desarrollar para materiales de cierta resistencia y con las cabezas de perforación asociadas. La resistencia calculada del material se debería comparar con una banda de tolerancia de prueba de campo específica. Por ejemplo, una vez que la CGS se ha identificado, se puede comparar con los límites definidos de la CGS. La resistencia del material resultante se debería presentar después como un intervalo de confianza basado en el análisis estadístico.
- 15 La prueba de resistencia de campo se debería realizar de manera regular para encontrar la tendencia en el cambio de la resistencia a lo largo del tiempo y confirmar que el sistema instalado está manteniendo la resistencia requerida. Integrado con otros métodos de inspección de campo, el método de prueba de la resistencia de campo descrito en esta invención ayudará a monitorizar la condición de los sistemas EMAS instalados.
- 20 Se pueden hacer cambios y modificaciones, añadidos y eliminaciones a las estructuras y a los métodos recitados anteriormente y mostrados en los dibujos sin salir del alcance de la invención y de las reivindicaciones siguientes.
- 25
- 30

REIVINDICACIONES

1. Un método de prueba de la resistencia in situ, que comprende:

(a) proporcionar un dispositivo (10) de prueba portátil que tiene una cabeza (20) de perforación;

(b) identificar las ubicaciones de las muestras;

5 (c) accionar el dispositivo (10) de prueba en cada ubicación de las muestras mediante un operador y

(d) medir los parámetros deseados en cada ubicación de las muestras.

caracterizado por que el método se usa para determinar la resistencia de gradiente compresivo de un sistema de detención de material de ingeniería instalado, las ubicaciones de las muestras están a lo largo del sistema de detención de material de ingeniería y los parámetros deseados comprenden la carga resistiva medida registrada como una función de la profundidad de penetración, y la velocidad de la cabeza (20) de perforación.

10 2. El método de la reivindicación 1, que comprende además comparar la CGS determinada con los límites definidos de la CGS.

3. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las ubicaciones identificadas de las muestras son aleatorias.

15 4. El método de la reivindicación 3, en donde la ubicación de las muestras se determina usando ASTM D 3665.

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde las ubicaciones identificadas de las muestras son identificadas por un programa informático.

6. Un dispositivo (10) de prueba de la resistencia portátil adaptado para ser accionado en una ubicación de una muestra por su operador, comprendiendo el dispositivo:

20 (a) un eje (12) que tiene una longitud y un diámetro;

(b) una cabeza (20) de perforación en un extremo del eje que tiene una superficie (22) plana; y

(c) un sistema (30) de medición;

caracterizado por que:

25 (d) el dispositivo (10) está adaptado para determinar la resistencia de gradiente compresivo de un sistema de detención de material de ingeniería instalado, estando el sistema (30) de medición configurado para registrar una carga resistiva como una función de la profundidad de penetración de la cabeza (20) de perforación dentro del sistema de detención de material de ingeniería instalado y para medir la velocidad de la cabeza de perforación.

7. El dispositivo de prueba in situ portátil de la reivindicación 6, en donde el sistema (30) de medición comprende un sensor de carga resistiva, un sensor (32) de profundidad de penetración y un indicador (34) de la velocidad.

30 8. El dispositivo de prueba portátil de las reivindicaciones 6 o 7, en donde se proporciona el eje (12) en más de una sección (14, 16) para su portabilidad, y en donde la más de una sección se pueden conectar la una a la otra in situ para su uso.

35 9. El dispositivo de prueba portátil de cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en donde la cabeza (20) de perforación tiene una superficie (22) inferior plana y un diámetro (24) generalmente redondo y el diámetro (26) del eje es más pequeño que o igual al diámetro (24) de la cabeza de perforación.

10. El dispositivo de prueba portátil de cualquiera de las reivindicaciones 6-9, en donde la longitud del eje (10) es desde aproximadamente 12,5 cm (5 pulgadas) hasta aproximadamente 90 cm (36 pulgadas).

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el dispositivo de prueba portátil es el dispositivo recitado por cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10.

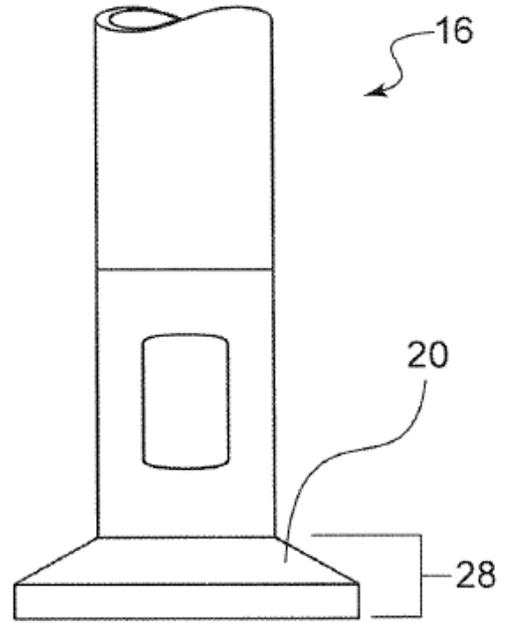
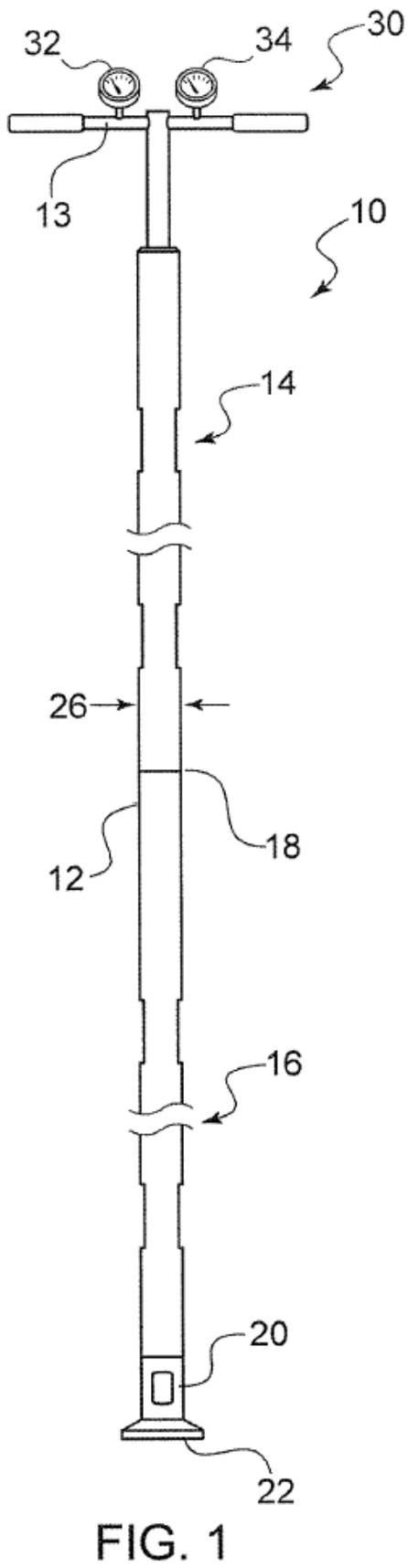


FIG. 2

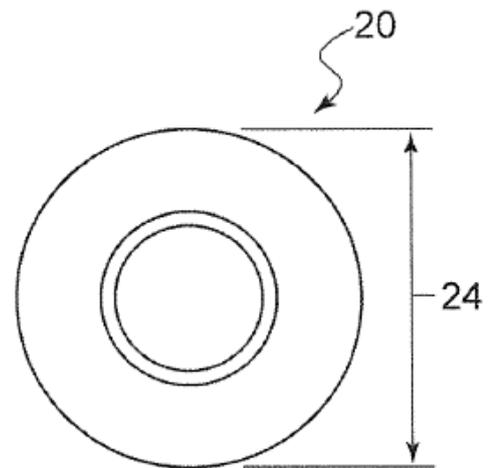


FIG. 3

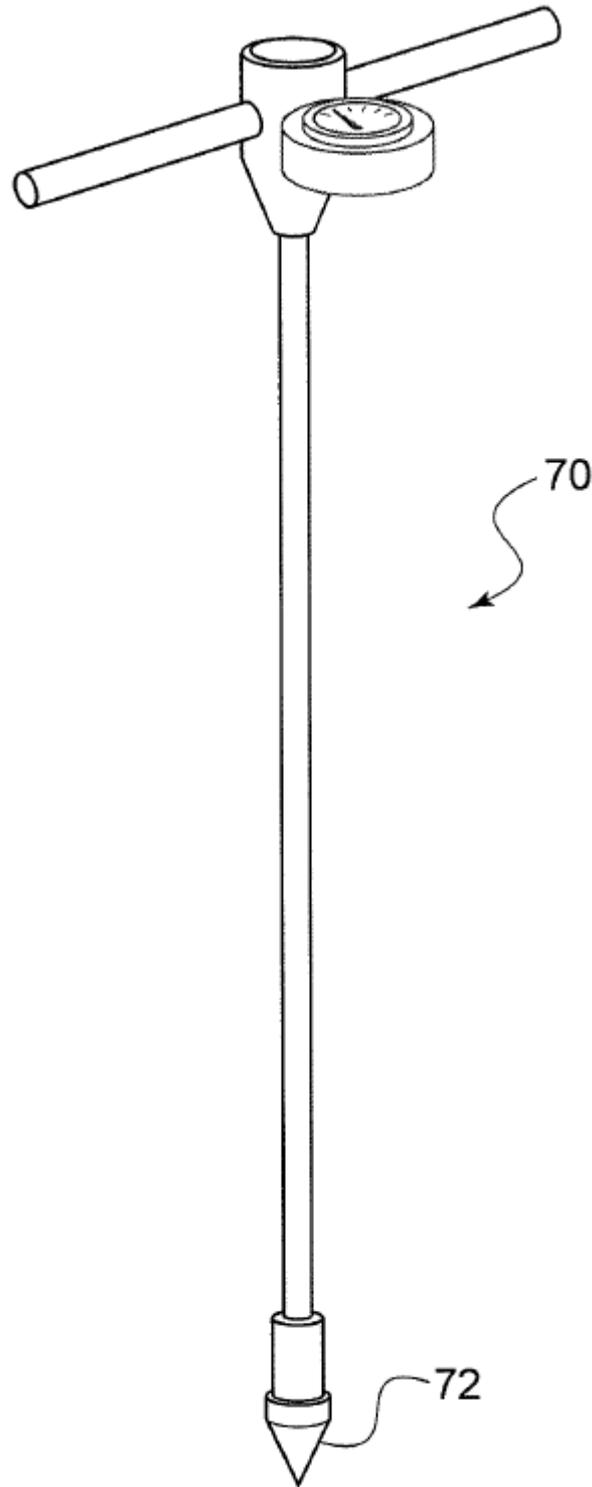


FIG. 4

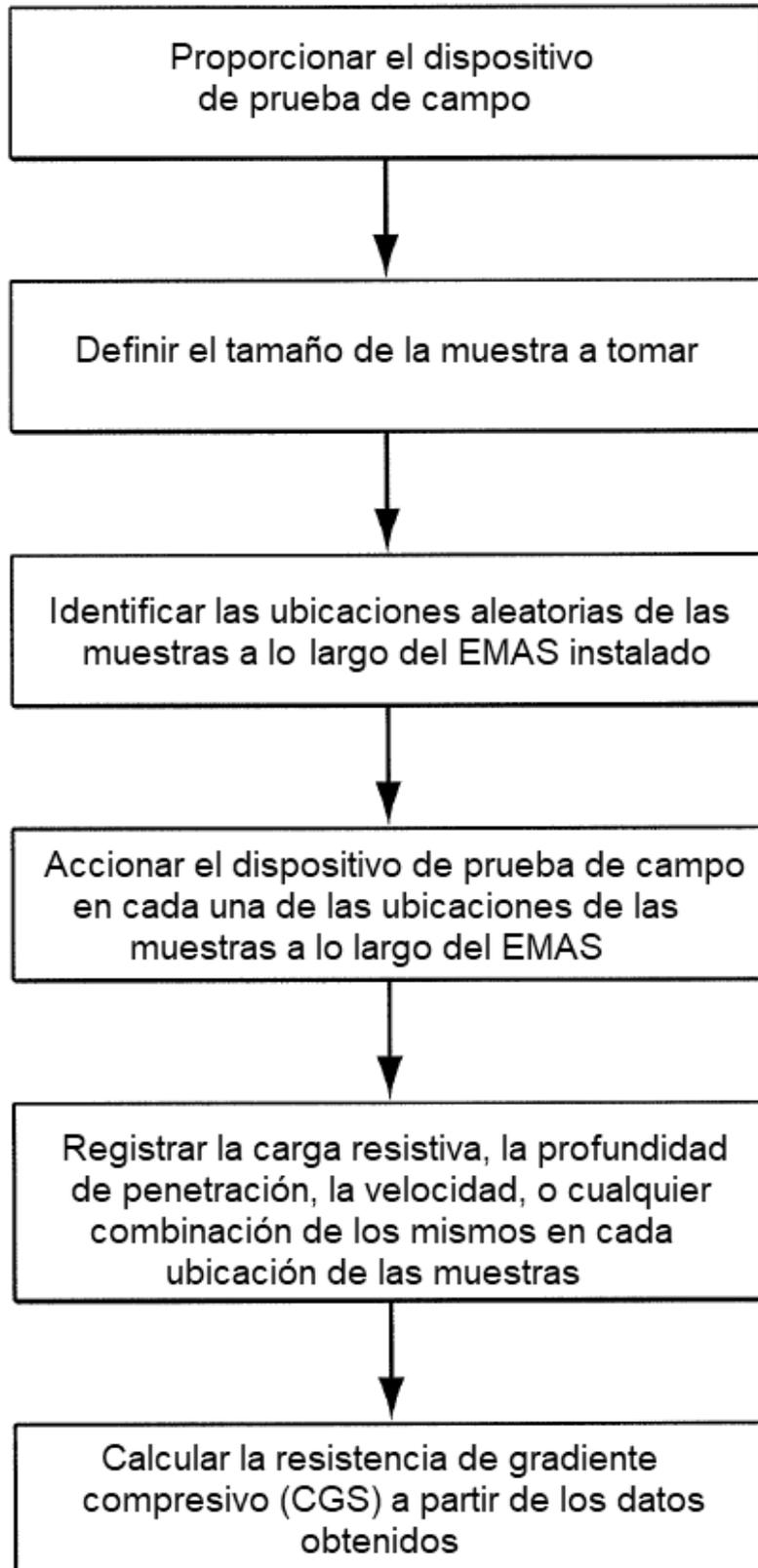


FIG. 5