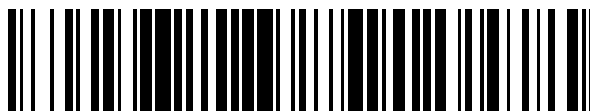


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 101**

51 Int. Cl.:

G01V 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2003 E 03706292 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2012 EP 1478948**

54 Título: **Procedimiento y aparato de medida para localizar objetos confinados**

30 Prioridad:

21.02.2002 DE 10207425

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

13.03.2013

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
POSTFACH 30 02 20
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:

**CLAUSS, STEFAN;
SKULTETY-BETZ, UWE y
HAASE, BJOERN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 398 101 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

Procedimiento y aparato de medida para localizar objetos confinados

Estado de la técnica

5 La invención se refiere a un procedimiento, respectivamente a un aparato de medida, para localizar objetos confinados en un medio según el preámbulo de la reivindicación 1, respectivamente de la reivindicación 13.

10 Un procedimiento de este tipo, respectivamente un aparato de medida para llevar a cabo este procedimiento, usa un dispositivo sensorial capacitivo que genera una señal de detección, por ejemplo en forma de un campo electromagnético, de tal modo que la señal de detección atraviesa el medio a investigar, aunque entra al menos en una medida suficiente en el medio. Un objeto confinado en el medio influye en la señal de detección, de tal modo que mediante una valoración de esta señal de detección pueden obtenerse informaciones sobre un objeto confinado en el medio.

15 Un aparato de medida del género expuesto, por ejemplo un sensor de clavos, detecta un objeto confinado en un medio mediante la modificación de la capacidad eléctrica de su dispositivo sensorial capacitivo, que genera el objeto confinado. Un objeto confinado en un medio modifica las características dieléctricas del medio, de tal modo que un condensador de medición llevado hasta las proximidades del objeto sufre una modificación de capacidad causada por el objeto, respectivamente una modificación de su impedancia. Esta modificación de capacidad puede medirse por ejemplo mediante la corriente de desplazamiento del condensador de medición del dispositivo sensorial capacitivo.

20 Del documento US 6,249,113 B1 se conoce un sensor de pernos prisioneros compacto y manual que, para localizar objetos confinados detecta las modificaciones de capacidad en un circuito de conmutación de sensor, cuando se traslada el aparato de medida sobre una pared. Para indicar el punto exacto en el que se ha localizado un objeto confinado en el medio, el aparato de medida del documento US 6,249,113 B1 posee un conjunto de LEDs, que está dispuesto en forma de flecha sobre la superficie de carcasa del aparato de medida. Si el aparato de medida detecta un objeto, en función de la intensidad de señal se activa una pareja de LEDs de la disposición de LEDs en forma de flecha sobre la carcasa del aparato de medida. Cuanto más cerca se llegue del objeto confinado, es decir, cuanto más intensa sea la señal de detección generada por el objeto, más avanzan los LEDs activados hacia la punta de flecha del conjunto de LEDs. Si al final el aparato de medida se encuentra directamente sobre el objeto confinado, se ilumina la punta de flecha del conjunto de LEDs, de tal modo que en principio con el aparato de medida del documento US 6,249,113 B1 es posible una localización de objetos confinados en un medio, por ejemplo en una pared. Con el dispositivo hecho patente en el documento US 6,249,113 B1 para localizar objetos confinados en un medio, así como con el procedimiento bastante sencillo en el que se basa, no es posible una medición de la profundidad a la que está confinado el objeto.

35 El documento WO 94/04932 hace patente un dispositivo portátil para localizar objetos posicionados detrás de una superficie, con un sensor para detectar una capacidad adicional causada por el objeto, con una unidad de valoración para la señal de detección así como con una pantalla para representar los resultados de medición. El aparato de medida del documento WO 94/04932 posee además un dispositivo, que permite hacer funcionar el dispositivo sensorial en un modo altamente sensitivo, respectivamente en un modo menos sensitivo.

40 El documento WO 94/04932 hace patente además un procedimiento para determinar la localización de un objeto posicionado detrás de una superficie. Para esto el aparato de medida correspondiente se traslada sobre la pared a investigar. El sensor del documento WO 94/04932 tiene la posibilidad de detectar un aumento, respectivamente una disminución, de la densidad del material. Esto hace posible que la disposición informe al usuario por ejemplo sobre que el sensor se ha calibrado incorrectamente, por ejemplo directamente por encima de una confinamiento. El procedimiento en el que se basa hace posible asimismo poner en conocimiento del usuario que el medio investigado es excesivamente grueso, respectivamente excesivamente estrecho, para detectar un objeto confinado.

45 Una memoria digital del aparato de medición del documento WO 94/04932 hace posible archivar los datos de calibración durante el tiempo que esté conectado el aparato de medida.

50 Del documento US 6,198,271 B1 se conoce un sensor de pernos prisioneros que, para localizar objetos confinados en una pared, detecta las modificaciones de capacidad de tres sensores capacitivos integrados en el aparato de medida, mientras se traslada el sensor sobre la pared. Un circuito de conmutación de valoración vigila los tiempos relativos que son necesarios para la carga de los tres elementos capacitivos, de tal modo que mientras se traslada el sensor sobre la pared a investigar, pueden medirse modificaciones en las capacidades relativas de los tres elementos sensoriales a causa de una modificación, causada por el objeto, de las constantes dieléctricas del material investigado. El circuito de comparación usa estas modificaciones en las capacidades relativas medidas de los diferentes elementos sensoriales para localizar el objeto confinado.

El aparato de medida del documento US 6,198,271 B1 presenta una indicación compuesta por varios elementos de indicación, que están conectados de tal modo a la unidad de valoración del aparato de medida, que sólo indican una señal aquellos elementos que se encuentran directamente por encima del objeto localizado. De este modo es posible centrar el aparato de medida sobre el objeto localizado y, por medio de esto, localizar el objeto indirectamente.

Del documento WO 98/30921 se conocen un magnetómetro y un dielectrómetro para detectar objetos ocultos en el subsuelo. En el procedimiento del documento WO 98/30921 se guía un sensor sobre un subsuelo a medir y se intenta, mediante diferentes longitudes de onda espaciales, detectar objetos confinados. Con ello el sensor capacitivo estático del dispositivo modifica la frecuencia de medición y con ello la longitud de onda utilizada, para buscar objetos confinados a diferentes profundidades (de forma correspondiente a diferentes longitudes de onda). De este modo se hace posible generar una resolución espacial variable de la medición, para detectar modificaciones de las constantes dieléctricas (y de este modo objetos) en función de la profundidad del objeto investigado.

Ventajas de la invención

El procedimiento conforme a la invención para localizar objetos confinados en un medio usa una señal de detección generada por un dispositivo sensorial capacitivo, por ejemplo un campo eléctrico que interviene en el medio a investigar y que es modificado por un objeto confinado presente. El objeto confinado en el medio influye en el campo eléctrico entre los electrodos del dispositivo sensorial capacitivo y modifica de este modo la capacidad del condensador de medición, de tal modo que por ejemplo a través de la determinación de la corriente de desplazamiento del condensador de medición, respectivamente mediante la determinación de una magnitud de medición correlacionada con esta corriente de desplazamiento, puede determinarse la modificación de capacidad causada por un objeto confinado. Un análisis más exacto de esta modificación de capacidad hace después posible la extracción de información sobre la posición del objeto confinado con relación al sensor medidor.

El problema técnico que supone fundamentalmente la exactitud de detección se produce a causa de que la modificación de la capacidad del condensador de medición, establecida por los objetos dieléctricos confinados, es extremadamente pequeña. Por ello para determinar la modificación de capacidad del condensador de medición son inevitables mediciones de precisión muy exactas. Las modificaciones de capacidad que deben determinarse están situadas, en el caso de confinamientos dieléctricos como por ejemplo tubos de material sintético, normalmente en el margen de sub-picofaradios.

Estas pequeñas modificaciones de la capacidad de condensador desembocan, en el caso de una tensión alterna aplicada a los electrodos del condensador de medición de un voltio y una frecuencia de medición usada de 100 kHz, en diferencias de corriente de la corriente de desplazamiento inferiores a 1 microamperio. Unas diferencias de corriente tan pequeñas son difíciles de medir, en especial debido a que están superpuestas a una corriente de subsuelo que, con independencia de la presencia o no presencia del objeto confinado, es generada por el medio confinador.

En el procedimiento propuesto para localizar objetos confinados en un medio está previsto conforme a la invención que, para valorar la señal de detección, se lleve a cabo una separación de la señal medida en partes de señal procedentes del medio confinador y partes de señal procedentes del objeto confinado en el medio. Mediante la medición de una magnitud de medición, que es proporcional a la modificación de capacidad del condensador de medición en cuanto a importe y fase, es posible discriminar partes de señal que provienen de regiones próximas a la superficie del medio confinador con respecto a partes de señal que proceden del objeto confinado.

La corriente de subsuelo está dominada por corrientes de desplazamiento, que circulan a través de las líneas de campo eléctricas próximas a la superficie en el entorno próximo de las superficies de condensador. Con ello se trata por lo tanto de componentes de corriente que sólo sufren un desplazamiento de fase reducido. A causa de su posición de fase característica pueden diferenciarse de este modo, conforme a la invención, partes de señal del subsuelo de las del objeto confinado.

De forma ventajosa para discriminar aquellas partes de señal en la señal de medición, que parten del medio confinador, se usa un modelo matemático para el medio confinador que tiene un gran número de parámetros (cantidad n), que caracterizan diferentes materiales. Estos parámetros de material están archivados en forma de un diagrama característico en el aparato de medida y pueden consultarse para valorar la señal de medición.

Los parámetros de material para el modelo del medio confinador se obtienen de forma ventajosa mediante mediciones de referencia sobre impedancias definidas, de tal modo que el procedimiento conforme a la invención antes de una medición ya "sabe" qué aspecto tendría la señal de subsuelo de algunos materiales normales, respectivamente de cualquier combinación de estos materiales. Mediante una comparación de la señal medida en ese momento del medio confinador es posible de este modo, con el procedimiento conforme a la invención, deducir

con mucha precisión la composición del material confinador y con ello sus características dieléctricas, por ejemplo sus constantes dieléctricas.

5 Las mediciones de referencia sobre impedancias definidas pueden recogerse por ejemplo sobre materiales de referencia conocidos, justo después de la fabricación de un aparato de medida conforme a la invención para llevar a cabo el procedimiento, y archivar en el aparato.

10 El aparato de medida conforme a la invención posee de forma ventajosa, aparte de esto, un dispositivo de calibración acoplable, con el que puede llevarse a cabo en cualquier momento una medición de referencia en una impedancia definida. Como impedancia definida de la instalación de calibración del aparato de medición puede usarse por ejemplo también un circuito de cortocircuito del dispositivo sensorial capacitivo, de tal modo que la señal de detección se cortocircuite y la impedancia del circuito de medición sólo esté determinada por la impedancia de la resistencia de onda de la red.

También puede usarse por ejemplo un "extremo abierto" de la red de detección para generar una impedancia definida. A través de medios de conexión internos del aparato puede conmutarse la señal de detección, sobre un circuito de conmutación correspondiente, para medir la impedancia de referencia.

15 Para determinar el material del medio confinador, el procedimiento conforme a la invención lleva a cabo una interpolación, entre el valor de medición de material medido para el medio confinador y los n parámetros del modelo para el medio confinador, como se han obtenido de las mediciones de referencia. A través de una optimización comparativa pueden determinarse así, con una aproximación muy buena, las características dieléctricas del medio confinador.

20 De forma ventajosa se miden al menos cuatro valores de referencia de materiales para determinar el medio confinador y se archivan en el aparato de medida conforme a la invención. A partir de las cuatro constantes dieléctricas conocidas de estos materiales de referencia pueden deducirse con una precisión suficiente las distorsiones de campo medidas después de la señal de detección, las cuales son generadas por el subsuelo.

25 A partir de la optimización comparativa realizada de la señal medida para el medio confinador, con el modelo de parámetros almacenado para un medio confinador, puede calcularse la constante dieléctrica del medio confinador. Si se conoce la constante dieléctrica del medio confinador, con ayuda del procedimiento conforme a la invención puede deducirse, a partir de la fase de la parte de señal que procede del objeto confinado, directamente la profundidad del objeto confinado.

30 El procedimiento conforme a la invención hace posible de este modo, de forma ventajosa, una indicación cuantitativa de la profundidad de confinamiento del objeto oculto. Si el desplazamiento de fase de la señal de medición, que parte del objeto confinado, es conocido y se conoce asimismo la constante dieléctrica del medio confinador, puede obtenerse de aquí de forma directa la información de profundidad.

35 De forma aparte de esto ventajosa se mide y valora de este modo, en el procedimiento conforme a la invención, la señal de medición en función de un desplazamiento lateral del dispositivo sensorial que genera la señal de detección. Mediante el movimiento del dispositivo sensorial capacitivo más allá del medio confinador se hace posible una valoración de señal correlacionada con la posición. Esto significa que la influencia de un objeto oculto, por ejemplo de una línea eléctrica o también de un tubo de material sintético en una pared, no sólo se observa y mide en un punto de medición, sino que se sigue a lo largo de varios puntos. Por medio de esto pueden reconocerse y localizarse los objetos con una seguridad y una fiabilidad hasta ahora inalcanzadas.

40 El procedimiento conforme a la invención valora la señal de medición en un gran número de frecuencias de medición, de tal modo que por ejemplo pueden subsanarse problemas de claridad de la señal de medición causados por valores de medición de frecuencia redundantes.

45 El procedimiento conforme a la invención puede usarse de forma ventajosa en un aparato de medición, en especial en un aparato de localización para detectar objetos cerrados, por ejemplo en paredes, cubiertas y/o suelos. El aparato de medida conforme a la invención correspondiente hace posible además de esto, con el uso de procesadores de señal digitales de alta potencia, una superficie de usuario que contiene un manejo sencillo así como una representación de resultados de localización inequívoca. La representación esquemática de la profundidad de perforación admisible en cada punto recorrido en una pantalla del aparato de medida conforme a la invención ofrece una información clara, inequívoca, sin la necesidad de una interpretación exigida por el usuario de señales acústicas o luminosas de los actuales aparatos de localización del estado de la técnica.

50 El aparato de medida conforme a la invención, respectivamente el procedimiento conforme a la invención en el que se basa, hace posible para el usuario una localización precisa de un objeto confinado en un medio en las tres

dimensiones del espacio. Aparte de esto es posible, con el procedimiento conforme a la invención, obtener informaciones sobre el tamaño del objeto confinado.

Dibujo

5 En el dibujo se ha representado un ejemplo de ejecución del procedimiento conforme a la invención, que se pretende explicar con más detalle en la siguiente descripción. Las figuras del dibujo, cuya descripción así como las reivindicaciones dirigidas al procedimiento conforme a la invención, respectivamente al aparato de medida que usa este procedimiento, contienen numerosas particularidades en combinación. Un especialista también tendrá en cuenta estas particularidades individualmente y, de este modo, las reunirá en otras combinaciones convenientes.

Aquí muestran:

10 la figura 1 una representación esquemática de la situación de medición en la que se basa el procedimiento conforme a la invención,

la figura 2 un esquema de conexiones en bloques de la medición de impedancias según el procedimiento conforme a la invención,

la figura 3 una representación simbólica de la dependencia de temperatura de la señal de medición valorada $M(\omega)$,

15 la figura 4 un diagrama en bloques de la representación de pasos de procedimiento para la recogida de valores de referencia,

la figura 5 un diagrama en bloques de la representación de los pasos de procedimiento del procedimiento conforme a la invención

Descripción de un ejemplo de ejecución

20 La figura 1 muestra la representación esquemática de una situación de medición normal para aplicar el procedimiento conforme a la invención, respectivamente para usar el aparato de medición conforme a la invención. Un objeto 12 confinado en un medio 10 se pretende detectar con ayuda de un dispositivo sensorial capacitivo 14. El objeto confinado 12 se encuentra a una distancia d de una superficie 16 del medio confinador 10. Un aparato de medida 18, el cual contiene entre otras cosas el sensor capacitivo 14, se coloca sobre la superficie 16 del medio 10 que confina el objeto 12. El dispositivo sensorial capacitivo 14 se compone fundamentalmente de un condensador de medición 20, que presenta dos electrodos de condensador 22, respectivamente 24. Solamente para aclarar gráficamente el principio de medición se han dibujado estos electrodos de condensador 22 y 24 uno junto al otro en la figura 1. En un dispositivo sensorial capacitivo real, los electrodos de un condensador de medición estarán dispuestos fundamentalmente en paralelo entre sí. El efecto direccional deseado del campo eléctrico del condensador de medición 20 se genera mediante electrodos o medios geométricos correspondientes.

35 Mediante la aplicación de una tensión eléctrica 26 se genera un campo eléctrico 28 entre los electrodos 22, respectivamente 24, del condensador de medición 20 del aparato de medida 18. Si a ambos electrodos del condensador de medición se aplica en especial una tensión alterna, circula entre los electrodos de condensador a lo largo de las líneas de campo 30 que describen el campo eléctrico 28 una llamada corriente de desplazamiento. Esta corriente de desplazamiento I es tanto mayor, en el caso de una tensión fija U , cuanto menor sea la impedancia, es decir, la resistencia compleja Z del condensador de medición 20. La corriente de desplazamiento I puede medirse por ejemplo directamente a través de un amperímetro 21 o también a través de una magnitud de medición M correlacionada con la corriente de desplazamiento, como por ejemplo una señal de tensión.

40 La impedancia Z del condensador de medición 20 está determinada fundamentalmente mediante la materia situada entre los electrodos de condensador 22, respectivamente 24. Si a continuación se lleva un condensador de medición 20 de este tipo a las proximidades de un objeto confinado 12, se modifica la composición de la materia en la región por encima de la cual pasa el campo eléctrico 28. En especial se obtiene mediante un objeto confinado 12 una constante dieléctrica ϵ modificada y, de este modo, una impedancia Z modificada en comparación con un medio 10 sin objeto confinado 12.

45 La modificación de las constantes dieléctricas causadas por el objeto confinado 12, así como la modificación inherente a ello de la impedancia Z del condensador de medición, se corresponden con una capacidad modificada C del condensador de medición.

50 El aumento de la capacidad C del condensador de medición 20, respectivamente el aumento de ello resultante de la corriente de desplazamiento I entre los electrodos de condensador, se aclara en la figura 1 mediante un aumento de la densidad de líneas de campo en la representación del campo eléctrico 28 en la imagen de líneas de campo.

La introducción de un material con una constante dieléctrica ϵ mayor que las constantes correspondientes del medio circundante 10, en la región de campo 28 generada por el sensor capacitivo 14, conduce a una compactación de las líneas de campo; y un objeto con menor constante dieléctrica que el medio circundante conduce, en la región del objeto confinado, a una reducción de la densidad de líneas de campo.

5 La modificación de capacidad a causa de un objeto confinado, respectivamente la modificación de la corriente de desplazamiento en el sensor capacitivo, puede medirse y valorarse con base en diferentes circuitos electrónicos.

Puede usarse por ejemplo la frecuencia natural de un circuito oscilante, que está formado por el condensador de medición y al menos una bobina conectada para esto en serie o en paralelo. Después de activarse mediante un corto impulso eléctrico, un circuito oscilante de este tipo ejecutará una oscilación amortiguada de su frecuencia de resonancia. Una medición con análisis de tiempo de esta frecuencia de resonancia hace posible sacar de este modo conclusiones sobre las capacidades participantes y, de este modo, sobre la corriente de desplazamiento.

Alternativamente es posible una medición directa de esta frecuencia de resonancia mediante el condensador de medición, en el caso de aplicarse una tensión alterna constante de frecuencia fija.

15 En el procedimiento conforme a la invención no se mide directamente la corriente de desplazamiento eléctrica I del dispositivo sensorial capacitivo 14, sino que para valorar la señal de detección se mide una magnitud de medición M en función de la frecuencia, que depende casi linealmente de la corriente de desplazamiento del dispositivo sensorial capacitivo. Como magnitud de medición M se mide, en el caso del procedimiento conforme a la invención, una tensión eléctrica correlacionada con la corriente de desplazamiento. Es decir, se aplica para la magnitud de medición M usada:

$$M = M(\omega) = \alpha(\omega) + \beta(\omega) * I(\omega)$$

20 La magnitud de medición compleja $M(\omega)$ se valora en aproximación lineal de la corriente de desplazamiento $I(\omega)$ del condensador de medición. Con ello $\alpha(\omega)$ describe una diafonía interna de los electrodos de condensador y $\beta(\omega)$ tiene en cuenta la característica de frecuencia así como distorsiones de fase en las líneas eléctricas, dentro del circuito de valoración y de la red de adaptación del dispositivo sensorial capacitivo.

25 $\alpha(\omega)$ y $\beta(\omega)$ son constantes en función de la frecuencia, que pueden medirse independientemente. Estas pueden determinarse con mucha precisión por ejemplo mediante una medición referencial sobre impedancias definidas, de tal modo que mediante la medición de M también se mide la corriente de desplazamiento.

30 La figura 2 muestra un ejemplo de ejecución de un circuito de valoración, como el que puede usarse en el marco del procedimiento conforme a la invención. Un generador de impulsos 34 controlado por una base de tiempos 32 genera un impulso de tensión, de corta duración y amplio espectro, que puede alimentarse al dispositivo sensorial capacitivo 14 a través de un acoplador de onda 36. La capacidad del condensador de medición 20 y con ello la impedancia Z del sensor dependen del medio dieléctrico, que atraviesa el campo eléctrico de los electrodos de condensador.

35 Si se lleva el dispositivo sensorial capacitivo a las proximidades de un objeto 12, se producen distorsiones de campo del campo eléctrico a causa de las constantes dieléctricas modificadas del campo de condensador. La impedancia Z se modifica por medio de esto y puede medirse a través de la corriente de desplazamiento, respectivamente de la magnitud de medición derivada $M(\omega)$. La impedancia del sensor capacitivo se desacopla de nuevo como una señal de tensión en función del tiempo $U(t)$ mediante el acoplador direccional 36, se amplifica y se alimenta a una unidad de exploración 40, en la que se determinan el importe y la fase de la señal de medición, lo que se describe a continuación algo más precisamente.

40 En el punto en el que se conecta el sensor de medición 14 a la línea adaptada correctamente en cuanto a resistencia de onda, se realiza una reflexión más o menos marcada de las tensiones acopladas desde el generador a través del acoplador de onda 36. La amplitud y la fase de la señal reflejada en este punto refleja la diferencia de la impedancia Z del sensor 14 y de la resistencia de onda de línea y permite sacar conclusiones sobre el importe y la fase de la impedancia Z del sensor 14 y, de este modo, determinar importe y fase de la circulación de corriente a través del sensor 14.

La determinación del importe y de la fase de la circulación de corriente a través del condensador de sensor 14 puede tener su origen, por lo tanto, en la determinación del importe y de la fase de la tensión U reflejada en el punto de conexión del sensor 14.

50 Las señales reflejadas en el punto de conexión regresan a través del acoplador de onda. Las señales inducidas mediante la diafonía en el acoplador de onda 36, en el ramal de emisión, son despreciables en comparación con las

partes de señal que regresan directamente en la dirección del ramal de detección. La tensión V aplicada a la entrada del circuito de detección reproduce, aparte de las pérdidas insignificantes en el acoplador de onda 36 y la diferencia de tiempo de funcionamiento, la tensión U reflejada en el punto de conexión del sensor 14.

5 La tensión que se obtiene detrás del acoplador de onda 36 (normalmente reducida) se amplifica primero ventajosamente, en el ramal de detección, en un amplificador de alta frecuencia 38. A continuación se realiza una exploración de la tensión en momentos definidos T. Los momentos en los que se mide la tensión reflejada se prefijan con ello mediante un impulso de exploración. Para hacer posible una determinación de la fase de la tensión reflejada con relación a la fase de la tensión generada por el generador, es importante que el generador de la señal de emisión y el generador del impulso de exploración estén acoplados con rigidez de fase. Esto se garantiza mediante el uso de la base de tiempos.

Las partes de tensión aplicadas al elemento de exploración con la frecuencia f

$$V(f) = v(f) * \exp(i\varphi(f))$$

son coherentes, conforme a la relación

$$W(T) = \text{Re} (\exp (i * 2 \pi * f * T) * V(f))$$

15 con la tensión W(T) medida detrás del elemento de exploración. Un desplazamiento del momento de exploración T permite de este modo sacar conclusiones sobre el importe y la fase de la tensión V a la frecuencia f.

La tensión W se trata ventajosamente primero en un amplificador de baja frecuencia, para a continuación ser detectada en un convertidor analógico-digital. Mediante la medición de la tensión W en diferentes momentos T es posible de este modo establecer, aparte de la amplitud, también la fase de las partes de tensión reflejadas y, de este modo, sacar conclusiones sobre el importe y la fase de las corrientes que circulan en el sensor.

Después del convertidor analógico-digital 44 se transmite la señal de medición a un procesador de señal digital 46.

25 El elemento DSP 46 asume tanto el ulterior tratamiento de señal como el control de la base de tiempos para generar tanto el impulso de activación como el impulso de exploración. El elemento DSP 46 hace posible reproducir los valores de medición valorados, es decir en especial la profundidad del objeto confinado en la pared, así como su posición lateral con relación al sensor de medición, en tiempo real, es decir todavía durante el proceso de medición, en una pantalla 48. De este modo es posible con el procedimiento conforme a la invención, todavía mientras el aparato se traslada por ejemplo sobre una pared, mostrar a un usuario en la pantalla, dónde y a qué profundidad de la pared están confinados objetos.

30 Para obtener la posición de localización lateral, el dispositivo de medición capacitivo puede trasladarse en dos direcciones opuestas 50, respectivamente 52, sobre el medio a investigar. Un sistema sensorial de recorrido, que entrega al procesador de señal digital la posición actual del dispositivo sensorial capacitivo, hace posible la representación correcta tanto de la profundidad del objeto como de la posición lateral del objeto.

35 Para el procedimiento conforme a la invención está previsto que, con fines de calibración, en lugar del condensador de medición 20 pueda medirse una impedancia de referencia 54 definida. Para esto el circuito eléctrico posee, para generar y valorar la señal de detección, medios de conmutación que se han representado en el ejemplo de ejecución de la figura 2 como conmutadores simbólicos 56. Estos medios de conmutación hacen posible desviar el impulso de activación, no al condensador de medición 20, sino a la impedancia de referencia 54. Esta impedancia de referencia 54 definida puede generarse por ejemplo mediante cortocircuitado de la línea de señal. Otra posibilidad para materializar una impedancia definida, interna al aparato, es por ejemplo un "extremo abierto" de la línea de señal. De este modo el procedimiento conforme a la invención, respectivamente el aparato de medida conforme a la invención, posee un dispositivo de calibración interno al procedimiento, respectivamente interno al aparato, con el que es posible para el procedimiento en el que se basa por ejemplo compensar por cálculo derivas térmicas.

45 De este modo es posible en especial, mediante la medición de calibración en la impedancia definida 54 determinar las constantes $\alpha(\omega)$ y $\beta(\omega)$ que reciben la influencia de la red eléctrica, las cuales establecen la relación entre la corriente de desplazamiento eléctrica I del dispositivo sensorial capacitivo y la magnitud medida M(ω), y compensar las derivas que se produzcan de la señal de medición M(ω) con relación a la corriente de desplazamiento I(ω) después de una medición de referencia de este tipo.

5 Se producen efectos de deriva fundamentales sobre todo a causa de modificaciones de temperatura y procesos de envejecimiento de los componentes participantes. De este modo puede llegarse por ejemplo también a retrasos de tiempo adicionales δT entre el impulso de activación y el de consulta, lo que conduciría a distorsiones de la señal de baja frecuencia. Debido a que un retraso de tiempo adicional de este tipo, en el caso de la señal de medición con transformada de Fourier, solamente conduce a un factor multiplicativo, una deriva así del momento de exploración puede calcularse todavía de forma relativamente sencilla a partir de la serie de datos.

Asimismo puede sufrir una deriva térmica la potencia pulsatoria así como la forma espectral, en especial del impulso de activación. Una deriva de la característica de frecuencia del amplificador de alta frecuencia puede compensarse también mediante una medición de referencia de este tipo.

10 Para compensar modificaciones en el aparato, es decir por ejemplo derivas causadas por la temperatura, se usa una función correctora lineal para la señal de medición. La figura 3 muestra de forma esquemática la influencia de la temperatura en la magnitud de medición $M(\omega)$. La magnitud de medición $M(\omega)$ está sometida a una intensa modificación en función de la temperatura. De este modo la curva 56 muestra la señal de medición $M(\omega)$ dependiente de la temperatura a una temperatura de 20 °C. La curva de medición 58 también representada reproduce la señal medida $M(\omega)$ a una temperatura de -10 °C. El procedimiento en el que se basa la valoración de la señal de medición parte a continuación de una dependencia lineal de las dos curvas de medición a una temperatura diferente.

20 Para compensar este efecto de temperatura se usan por ello dos factores de corrección $\gamma_0(\omega)$ así como $\gamma_1(\omega)$ para obtener la relación entre la magnitud de medición $M(\omega)$, medida en condiciones de calibración (por ejemplo 20 °C), y la magnitud de medición $M(\omega)$, como la que se ajusta en una medición sobre el terreno, es decir se aplica por ejemplo:

$$M^{-10^\circ}(\omega) = \gamma_0(\omega) * (M^{20^\circ}(\omega)) + \gamma_1(\omega)$$

25 De este modo se mide por ejemplo para el procedimiento conforme a la invención la magnitud de medición $M(\omega)$, para condiciones de calibración, es decir, a una temperatura definida y con una impedancia de referencia, que puede materializarse por ejemplo mediante medición del aire, una piedra de calibración o un sensor cortocircuitado.

30 Si a continuación se lleva a cabo en condiciones de funcionamiento reales, sobre el terreno, una medición de calibración con la misma impedancia definida, es decir a su vez una medición del aire, una medición en una piedra de calibración, respectivamente una medición con un sensor cortocircuitado, pueden sacarse conclusiones a partir del valor de medición $M(\omega)$, modificado ahora a causa de efectos de deriva, sobre las constantes de corrección $\gamma_0(\omega)$ así como $\gamma_1(\omega)$. Las magnitudes de corrección así establecidas se archivan en una unidad de memoria, de tal modo que pueden consultarse en el caso de una posterior valoración de señal.

35 Si se lleva a cabo una medición con impedancia definida antes de la verdadera medición para localizar un objeto confinado, pueden usarse las magnitudes de corrección $\gamma_0(\omega)$ así como $\gamma_1(\omega)$ obtenidas en ese momento con la medición de calibración también para la corrección de la magnitud de medición $M(\omega)$ durante el verdadero proceso de medición.

40 De este modo es posible para el procedimiento conforme a la invención calcular efectos, que influyen de modo falseador en la magnitud de medición a tratar, a partir de la señal de medición medida. A estas influencias en la magnitud de medición del dispositivo sensorial capacitivo, llamadas en general efectos de deriva, pertenecen en especial modificaciones de temperatura, modificaciones en la humedad, modificaciones que son causadas por el envejecimiento de piezas constructivas así como modificaciones causadas por una variación de la tensión de alimentación del aparato de medida. De este modo por ejemplo en el ejemplo de ejecución de un aparato de medida conforme a la invención en forma de un aparato de medida manual, que funcione con batería, puede compensarse todavía una caída de la tensión de batería durante un determinado espacio de tiempo, sin que esta variación de tensión conduzca a una influencia clara en la calidad de los resultados de medición.

45 Aparte de los efectos de deriva descritos, también dispersiones unitarias de piezas constructivas aisladas conducen a una característica de medición diferente de cada aparato de medida individual, que puede compensarse a través de la función correctora descrita. El procedimiento conforme a la invención hace posible de este modo la compensación de efectos de deriva o también de dispersiones unitarias, mediante la comparación de una señal de referencia archivada en el aparato con una señal de calibración recogida en el momento de medición. Mediante esta medición comparativa puede establecerse una magnitud de corrección lineal para la señal de medición, que hace posible para el procedimiento conforme a la invención recalculer los valores de medición medidos en ese momento sobre el terreno en condiciones de referencia.

En especial es ventajoso llevar a cabo una medición de referencia justo después de la fabricación de un aparato, por ejemplo todavía en fábrica, en condiciones de calibración definidas. Esta medición puede compensarse entonces posteriormente con las verdaderas mediciones de localización sobre el terreno.

5 También es posible llevar a cabo una medición de referencia de este tipo, que produce una señal de medición $M(\omega)$ definida, mediante un "aparato de medida maestro" e introducir los valores de referencia establecidos para el "aparato maestro", en forma de un diagrama característico, en otros aparatos de medida justo después de la fabricación. En este caso también sería posible compensar por ejemplo dispersiones unitarias de la característica direccional del campo eléctrico del condensador de medición de los aparatos aislados.

10 Diferentes características direccionales a causa de diferencias mecánicas, respectivamente geométricas, de los electrodos de condensador, respectivamente de los electrodos direccionales correspondientes, para el campo de medición eléctrico significan diferencias con relación a la posición detectada para un objeto confinado y hacen difícil la posibilidad de comparación de los datos de medición obtenidos con diferentes aparatos.

15 La figura 4 muestra por medio de un diagrama en bloques el desarrollo de la medición de valores de referencia que, por ejemplo medidos justo después de la fabricación del aparato conforme a la invención todavía en fábrica, pueden archivarse en un elemento de memoria del aparato de medida. En el paso 90 se inscribe una guía de usuario en un elemento de memoria del aparato de medida conforme a la invención, que puede reproducirse como secuencia animada de película sobre una pantalla del aparato de medida y, de este modo, ofrece al usuario los pasos de procedimiento que deben llevarse a cabo para calibrar el aparato de medida sobre el terreno.

20 En el paso de procedimiento 92 se llevan a cabo y se archivan en el aparato mediciones de referencia, que sirven para determinar los parámetros de sistema individuales del aparato. Para esto se valora la señal de medición medida sobre impedancias definidas y se establece una función correctora de orden lineal para cada aparato de medida aislado. Con ayuda de esta función correctora es posible calcular dispersiones unitarias, por ejemplo de la ejecución mecánica del dispositivo sensorial capacitivo, a partir de la señal posterior medida sobre el terreno.

25 En el paso de procedimiento 92 se miden con el aparato de medida diferentes materiales de subsuelo definidos. Los valores de medición de estas mediciones de referencia, por ejemplo en aire, hormigón, metal así como Ytong y otros materiales de construcción distribuidos se archivan en el aparato. Con base en las constantes dieléctricas conocidas de estos materiales definidos pueden determinarse las constantes $\alpha(\omega)$ así como $\beta(\omega)$, requeridas por la red de detección, que forman la relación entre la corriente de desplazamiento dieléctrica del dispositivo sensorial capacitivo y la señal de medición $M(\omega)$ utilizada para la valoración. Mediante una medición de referencia de este tipo es
30 también posible determinar las distorsiones de señal, que se ajustan a causa de las distorsiones de fase así como de la característica de frecuencia de las líneas de señal, respectivamente una diafonía interna entre los electrodos del condensador de medición. De este modo es posible, en el caso de una determinación posterior de la señal de medición $M(\omega)$ sobre el terreno con ayuda de los coeficientes $\alpha(\omega)$, respectivamente $\beta(\omega)$ después conocidos, sacar con mucha precisión conclusiones sobre la corriente de desplazamiento dieléctrica en la que se basa.

35 En el paso de procedimiento 92 se obtienen también parámetros de interpolación para el modelo del medio confinador planteado en el procedimiento. El procedimiento conforme a la invención usa un modelo numérico para el medio confinador, que usa varios parámetros de material de materiales de referencia definidos. Mediante una optimización comparativa entre la señal medida sobre el terreno del medio circundante con los parámetros del modelo archivado en el aparato de medición es posible determinar con mucha precisión las características dieléctricas del medio circundante medido. Fundamentalmente se usa una interpolación de los parámetros de
40 referencia en los que se basa el modelo sobre el valor medido sobre el terreno del medio confinador.

45 En el paso de procedimiento 96 se lleva a cabo una determinación de un factor geométrico del dispositivo sensorial capacitivo. Para esto se mide una señal de referencia sobre un cuerpo de referencia definido espacialmente muy limitado, que está confinado en un medio conocido. A causa de desviaciones mecánicas o geométricas de los electrodos del dispositivo sensorial capacitivo pueden producirse diferencias en la característica direccional del condensador de medición, de tal modo que la consecuencia sería una diferencia en la determinación exacta de la posición del objeto confinado. En el paso de procedimiento 96 se establecen por ello parámetros de corrección para tener en cuenta las desviaciones de la característica direccional de aparatos medidores aislados para cada aparato
50 medidor aislado y se archivan en este aparato medidor, de tal modo que puede consultarse y tenerse en cuenta el algoritmo valorador de estos parámetros.

55 El paso de procedimiento 98 del ajuste en fábrica de parámetros de referencia mostrado en la figura 4 para el procedimiento conforme a la invención, respectivamente el aparato de medida conforme a la invención, establece a partir de las mediciones de referencia llevadas a cabo valores umbrales para la detección de objetos. Con ayuda de estos valores umbrales el algoritmo de tratamiento decide si un objeto es válido como detectado o no. Estos valores umbrales dependen de la precisión de medición de cada aparato aislado así como de dispersiones unitarias correspondientes.

- El paso de procedimiento 100 de la figura 4 designa el archivado de ajustes establecidos previamente en un elemento de memoria del aparato de medida conforme a la invención. Con ayuda de estos valores de referencia archivados y de una medición de calibración, que debe llevarse a cabo antes de la verdadera medición sobre el terreno, es posible desconectar en una gran medida influencias perturbadoras en la señal de medición, de tal modo que podría materializarse un sensor de medición extremadamente preciso. Con ello cabe destacar en especial que, por ejemplo, con este sensor de medición también pueden reconocerse tubos de material sintético. Una influencia fundamental sobre la mayor potencia del aparato de medida conforme a la invención, respectivamente del procedimiento conforme a la invención en el que se basa, tiene la recogida de un gran número de valores de referencia que hacen posible calcular de aquí efectos perturbadores a la hora de la posterior valoración de señales.
- Un punto central del procedimiento conforme a la invención es la división de la señal de medición $M(\omega)$ a valorar en dos partes. La señal de medición $M(\omega)$ se divide en una parte de subsuelo $UG(\omega)$, que procede del medio confinador, y en una parte de confinamiento $E(\omega)$, que procede de un objeto confinado. La señal de confinamiento y la señal de subsuelo son conocidas en cuanto a fase y amplitud a causa de la medición de la magnitud de señal $M(\omega)$. Con ello es necesario tener en cuenta que la señal de confinamiento $E(\omega)$ facilitada mediante confinamientos dieléctricos es extremadamente pequeña. Las modificaciones de capacidad que pueden determinarse a causa de un objeto confinado están situadas normalmente en el margen de sub-picofaradios, en el caso de confinamientos dieléctricos, como por ejemplo tubos de material sintético. Estas pequeñas modificaciones desembocan de este modo, en el caso de una tensión alterna aplicada al sensor capacitivo de por ejemplo un voltio y una frecuencia de medición de 100 KHz, en diferencias de la corriente de desplazamiento inferiores a un microamperio.
- Por este motivo se usa en el procedimiento conforme a la invención una frecuencia de medición en el margen de gigahercios para, incluso para modificaciones de capacidad mínimas a causa de un objeto confinado, generar todavía modificaciones suficientemente grandes en la señal de medición. La señal de subsuelo designa con ello la señal que se obtiene sin la presencia de objetos. Puede medirse por ejemplo directamente junto a un confinamiento. Conforme a la invención se aprovecha el hecho de que la señal de subsuelo está dominada por las partes de la corriente de desplazamiento, que son generadas por las regiones próximas a la superficie del campo eléctrico de medición. A continuación se presupone que la señal de subsuelo $UG(\omega)$ es conocida. La señal de subsuelo $UG(\omega)$ se compone de corrientes de desplazamiento $I_v(\omega)$ a lo largo de las líneas de campo v del campo eléctrico del condensador de medición. Las diferentes líneas de campo v tienen diferentes longitudes, como puede deducirse por ejemplo de la figura 1. De este modo puede definirse una longitud media de líneas de campo L , que indica la fase de la corriente de desplazamiento. Todas las fases se indican a continuación con relación a esta fase media. Si se lleva un confinamiento dieléctrico a las proximidades de los electrodos de medición del dispositivo sensorial capacitivo, se modifica la distribución de corriente de la corriente de desplazamiento. En la práctica puede presuponerse que es pequeña esta modificación causada por un objeto confinado, es decir se aplica:

$$E(\omega) \ll UG(\omega).$$

- Por ello puede suponerse aproximadamente que la influencia del confinamiento dieléctrico conduce a una intensificación o a un debilitamiento de la corriente de desplazamiento I_v a lo largo de las diferentes líneas de campo v con la longitud L_v . Es decir se aplica:

$$\begin{aligned} I_v(\omega)(\text{con confinamiento}) &= \\ &= \xi * I_v(\omega)(\text{subsuelo}) * \exp(i*2\pi/\lambda(\omega)*(L_v-L)) \end{aligned}$$

- Aquí ξ designa un factor real de intensificación o debilitamiento. Si la constante dieléctrica ϵ del confinamiento es mayor que la ϵ del medio circundante, se aplica $\xi > 1$. La capacidad del condensador de medición aumenta y se hace mayor la corriente de desplazamiento. En caso contrario se aplica $\xi < 1$. Si el confinamiento es suficientemente pequeño, de tal modo que sólo se ven afectadas líneas de campo de una longitud L_v determinada, se aplica aproximadamente:

$$\begin{aligned} E(\omega) &= (I_v(\omega)(\text{con confinamiento}) - I_v(\omega)(\text{subsuelo})) \\ &= (1-\xi)*\exp(i*2\pi/\lambda(\omega)*(L_v-L))*I_v(\omega)(\text{subsuelo}) \end{aligned}$$

Si se conoce la clase del confinamiento, por ejemplo un confinamiento metálico, respectivamente una cavidad, se conoce el signo de $(1-\xi)$.

Se aplica entonces:

$$2\pi/\lambda(\omega)*(L_v-L) = -\Phi(\omega)+\Psi(\omega)$$

Es decir, a partir de una comparación de la fase de la señal $E(\omega)$ con la fase de la señal de subsuelo $UG(\omega)$ pueden sacar conclusiones sobre la longitud de las líneas de campo L_v afectadas, con base en la relación:

$$\lambda(\omega)/2\pi *(-\Phi(\omega)+\Psi(\omega)) +L = L_v$$

- 5 La longitud de las líneas de campo afectadas está relacionada con la profundidad del objeto a través de un factor geométrico $G(\omega, L)$.

En la práctica el aparato lleva a cabo un promediado en un intervalo de posición $[x, y]$, en el que predominantemente no esté presente ningún confinamiento. De este modo el valor medio espacial de $MW_M(\omega)$ produce un punto de planteamiento útil para la componente de subsuelo. Esto quiere decir que si la magnitud de medición $M(X_j, \omega)$ se ha detectado en n posiciones X_j , para la determinación de la componente de subsuelo debe sumarse y normalizarse con $1/N$ para todos los j sobre $M(X_j, \omega)$.

10

Como posible ampliación de este procedimiento de promediado fundamental es ventajoso descartar regiones con fuertes modificaciones de señal, es decir, grandes desviaciones del valor medio procedente de la formación de valor medio o sustituir la formación del valor medio por la formación de la media de los datos de medición sobre la posición.

15

Es asimismo posible, en lugar del promediado a lo largo de diferentes posiciones, utilizar señales de subsuelo $MUG(\omega)$ tabuladas archivadas en la memoria. Si por ejemplo se conoce que en el caso del subsuelo se trata de hormigón, es posible utilizar como señal de subsuelo valores de medición $MUGBETON(\omega)$ archivados en la memoria, como los que se obtienen para un bloque de hormigón homogéneo. La selección de la señal de subsuelo archivada a extraer puede realizarse tanto automáticamente, por ejemplo con base en una comparación de una señal de subsuelo estimada con diferentes subsuelos tabulados, como mediante un conmutador que puede manejar un usuario.

20

Para el subsuelo se usa un modelo numérico, el cual usa al menos cuatro parámetros de material, por ejemplo las constantes dieléctricas de materiales conocidos. El modelo se basa en el comportamiento de reflexión de señales electromagnéticas sobre capas límite dieléctricas. Para establecer el material del medio confinador medido se varía la ponderación de los parámetros en el modelo del modelo confinador, hasta que mediante una optimización comparativa en la señal de subsuelo medida puede reconstruirse una señal modelo lo más próxima posible. A causa de una interpolación de los parámetros del medio modelo puede deducirse de este modo la constante dieléctrica del medio confinador medido. Con el conocimiento de las constantes dieléctricas del medio confinador puede deducirse, de la información de fase de la señal de medición que parte del objeto confinado, la profundidad del objeto confinado en el medio confinador.

25

30

Conforme a la invención, en el procedimiento descrito está previsto que el umbral para la detección de objetos confinados sea variable. Mediante el ajuste de sensibilidad es posible, por ejemplo, calcular objetos irrelevantes en especial con una estructura periódica a partir de la señal de medición, de tal modo que ésta ya no aparezca en el caso de una posterior indicación óptica de los resultados de medición. También es posible mediante el procedimiento conforme a la invención, a causa de un margen especial seleccionado de desplazamientos de fase de la señal de medición, generar una limitación del margen de medición a un margen de profundidad deseado. De este modo puede materializarse la selección de un margen de profundidad limitado especial. La profundidad de medición indicada en la reproducción óptica de la pantalla del aparato de medida conforme a la invención puede conmutarse entre diferentes valores (por ejemplo 6, respectivamente 10).

35

40

La figura 5 muestra como resumen un diagrama en bloques para aclarar los diferentes pasos de procedimiento del procedimiento conforme a la invención.

Después de la conexión del aparato en el paso 60 se realiza una consulta de sistema para el aparato de medida. La consulta de sistema 62 comprueba por ejemplo el estado de batería (tensión de batería), la resistencia interna de la batería así como la temperatura existente. A continuación se lleva a cabo en el paso 64 una medición de referencia sobre una impedancia definida. Para esto puede usarse por ejemplo un dispositivo de referencia o también puede llevarse a cabo una medición de aire. Esta medición de referencia también se lleva a cabo para determinar perturbaciones EMV, por ejemplo a causa de instalaciones emisoras adyacentes. Tales perturbaciones EMV pueden calcularse posteriormente, con el procedimiento conforme a la invención, a partir de la señal de medición.

45

En el paso 65 del procedimiento conforme a la invención se realiza una comprobación de contactos de pared, en la que mediante la consulta de los transmisores de recorrido correspondientes del aparato de medida conforme a la

50

invención se garantiza que el aparato de medida esté colocado adecuadamente sobre la pared a investigar. Alternativamente también puede consultarse el contacto de pared mediante la valoración de la señal de medición del dispositivo sensorial capacitivo. Si el aparato de medida establece como medio circundante el aire, el aparato no puede estar colocado sobre la pared.

5 A continuación se realiza el verdadero proceso de medición, con el que en el paso de procedimiento 68 se miden
 10 datos en bruto del dispositivo sensorial capacitivo y se transmiten al procesador de señal digital. En el paso de
 15 procedimiento 70, que representa el inicio de la valoración de la señal de medición, se calculan señales
 20 perturbadoras causadas por fuentes de perturbación externas a partir de los datos en bruto. A continuación se
 realiza en el paso de procedimiento 72 una primera corrección de la señal de medición a causa de dispersiones
 unitarias. Para esto se tienen en cuenta los parámetros de sistema individuales del aparato, establecidos en fábrica
 mediante una medición de referencia, es decir los coeficientes de corrección correspondientes, y se transforma la
 señal de medición en la forma lineal descrita. El paso de procedimiento 74 describe la corrección de efectos de
 deriva internas del aparato, como por ejemplo influencias de temperatura y envejecimiento. Par establecer una
 función de corrección correspondiente para la señal de medición $M(\omega)$, en el paso de procedimiento 74 se lleva a
 cabo una comparación entre una medición de referencia, llevada a cabo en fábrica y archivada en el aparato, sobre
 una impedancia definida así como el resultado de la medición de referencia en ese momento según el paso de
 procedimiento 64. Para la señal de medición $M^*(\omega)$ así tratada se lleva a cabo a continuación en el paso de
 procedimiento 76 la separación descrita en partes de señal, procedentes del medio confinador, y partes de señal que
 provienen del objeto confinado. A través de los parámetros archivados en el aparato para materiales de referencia y
 un modelo matemático correspondiente para la composición del medio confinador se determina el material de pared
 mediante interpolación con los valores de referencia. En especial se asigna al material de pared medido,
 respectivamente al medio confinador, una constante dieléctrica que es necesaria para la ulterior valoración de la
 señal de medición.

25 Después de la separación de la señal de detección en partes de señal que proceden del medio confinador,
 respectivamente que parten del objeto confinado, para determinar la posición exacta de localización del objeto
 confinado se tiene en cuenta, en el paso de procedimiento 78, un factor geométrico para el dispositivo sensorial
 capacitivo. Este factor geométrico tiene en cuenta por ejemplo desviaciones geométricas causadas por la fabricación
 en la característica direccional del dispositivo sensorial capacitivo. Estas diferencias individuales del aparato pueden
 tenerse en cuenta mediante una función de corrección lineal y calcularse a partir de la verdadera señal de medición.
 30 En el paso de procedimiento 80 se toma la decisión mediante el tratamiento de señal, teniendo en cuenta los valores
 umbrales ajustados en fábrica para la detección de objetos, de si se ha localizado o no un objeto. En el caso de una
 decisión positiva se determinan a continuación el tamaño del objeto, su posición relativa con respecto al aparato de
 medida así como la profundidad de objeto del objeto confinado, a través de la valoración descrita del importe y de la
 fase de la magnitud de medición $M^*(\omega)$. En especial se establece la profundidad del objeto confinado en la pared, a
 partir de la fase de la magnitud de medición $M^*(\omega)$ así como de las constantes dieléctricas del material redondo
 establecidas en el paso de procedimiento 76.

40 En el paso de procedimiento 82 se indica el resultado de medición resultante en forma gráfica sobre la pantalla del
 aparato de medida. Para esto se reproducen de tal modo la posición del objeto localizado con relación a la posición
 en ese momento del aparato de medida, el tamaño del objeto así como la profundidad del objeto mediante
 representaciones simbólicas en el dispositivo de indicación del aparato de medida, que el usuario obtiene una
 imagen en corte de la pared investigada.

45 Es posible en especial indicar sobre la pantalla del aparato de medida, por ejemplo, también de forma gráfica una
 profundidad de taladrado admisible, que es posible sin incidir en el objeto localizado durante el proceso de taladrado.
 La representación de los resultados de medición sobre la pantalla del aparato de medida se produce en tiempo real,
 de tal modo que todavía mientras el aparato de medida se traslada sobre un segmento de pared, el objeto localizado
 se representa solamente con un corto retraso de tiempo sobre la pantalla del aparato de medida conforme a la
 invención.

Lista de símbolos de referencia de las figuras 4 y 5

90	Guía de usuario para la calibración
92	Determinación de los parámetros de sistema con base en una medición de referencia, cálculo de los coeficientes para calcular a partir de ello dispersiones unitarias
94	Medición con el aparato de diferentes materiales de subsuelo, señales de entrada: medición de aire, medición de Ytong, medición de hormigón, medición de metal; parámetros de salida: α , β , parámetros de interpolación

ES 2 398 101 T3

96	Determinación de los factores geométricos del sensor; parámetros de entrada: medición de la barra metálica en hormigón
98	Establecimiento de los valores umbrales para detección de objetos
100	Archivado de los ajustes establecidos en la memoria
60	Conexión y desconexión del aparato
62	Comprobación del estado de batería; parámetros de entrada: temperatura, tensión de batería, resistencia interna
64	Medición de referencia, medición de perturbaciones EMV
66	Comprobación de contactos de pared; parámetros de entrada: transmisor de recorrido 1, transmisor de recorrido 2, datos de medición
68	Datos en bruto del extremo frontal
70	Consideración de fuentes externas de perturbaciones
72	Corrección de dispersiones unitarias del extremo frontal; señal de entrada: parámetros de sistema
74	Corrección de influencias de temperatura y envejecimiento; parámetros de entrada: medición de referencia en fábrica, nueva medición de referencia
76	Separación de señales de las superficie de pared y señales de los confinamientos de pared, determinación del material de pared; parámetros de entrada: parámetros, vectores de interpolación; parámetros de salida: material de pared; guía de usuario
78	Consideración de los factores geométricos del sensor
80	Decisión de objeto sí/no; determinación del tamaño de objeto y profundidad de objeto; parámetros de entrada: umbrales, material de pared
82	Indicación del resultado, parámetros de entrada: limitación de la profundidad de indicación

REIVINDICACIONES

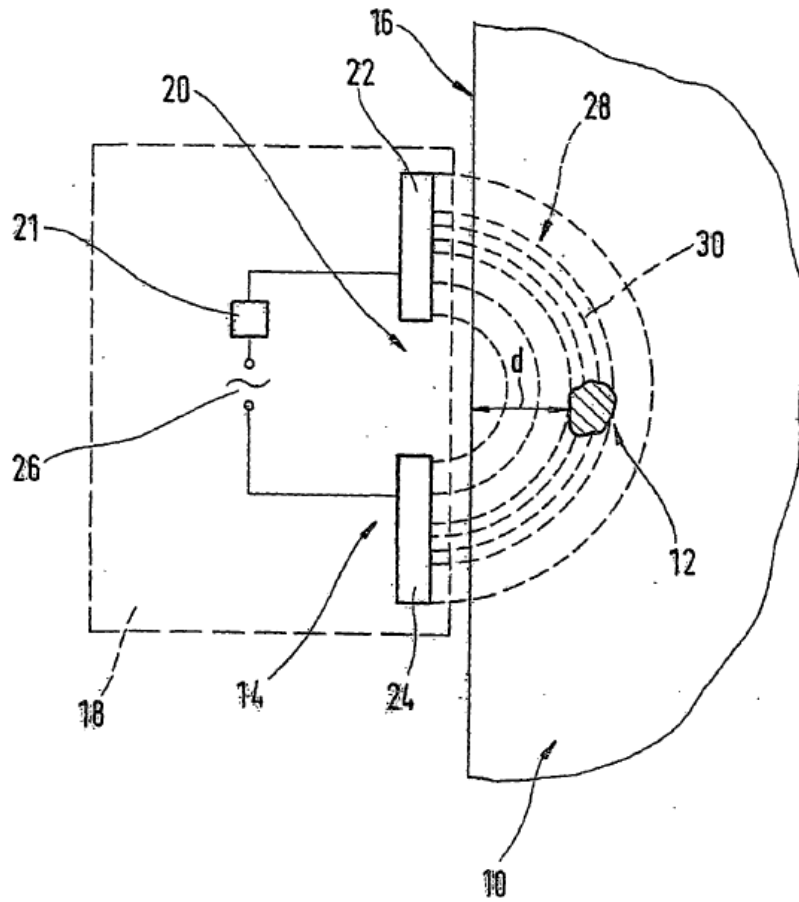
- 5 1. Procedimiento para localizar objetos confinados en un medio, en el que mediante al menos un dispositivo sensor capacitivo se genera una señal de detección, la cual entra en el medio a investigar, de tal modo que mediante una valoración de la señal de detección, en especial mediante una medición de impedancia, se obtienen informaciones sobre un objeto confinado en el medio, caracterizado porque para valorar la señal de detección se usa un algoritmo, que lleva a cabo una separación de la señal medida en partes de señal que parten del medio confinador y partes de señal que parten del objeto confinado en el medio, en donde para determinar la parte de señal de la señal de medición, que procede del medio confinador, se utiliza un modelo para el material del medio confinador, que presenta n parámetros.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los n parámetros del modelo para el medio confinador están archivados en forma de un diagrama característico y pueden consultarse mediante un algoritmo de valoración.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los parámetros del diagrama característico se obtienen mediante n mediciones de referencia sobre impedancias de referencia.
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque se lleva a cabo al menos una medición de referencia sobre un material de referencia conocido.
5. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque se obtiene al menos una medición de referencia mediante cortocircuitado de la señal de detección.
- 20 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para determinar el material del medio circundante se lleva a cabo una interpolación de un valor de medición de material medido para el medio confinador con los n valores de parámetro del modelo, y porque a través de una optimización comparativa se determina aproximadamente el material del medio confinador.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque de la interpolación de un valor de medición de material medido para el medio confinador, con los n valores de parámetro del modelo para el medio confinador, se establece un valor para la constante dieléctrica del material que forma el medio confinador.
- 25 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque mediante la utilización de la constante dieléctrica establecida del material del medio confinador se obtiene una información de profundidad para el objeto confinado en el medio.
- 30 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la información de profundidad para el objeto confinado, con ayuda de las constantes dieléctricas del medio confinador, se obtiene de una medición de fase de aquella parte de señal de la señal de medición que parte del objeto confinado en el medio.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la señal de medición se mide y valora en función de un desplazamiento lateral del dispositivo sensorial, que genera la señal de detección.
- 35 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la señal de medición se mide y valora en función de más de una frecuencia de medición.
- 40 12. Aparato manual de localización para localizar objetos confinados en un medio, con un dispositivo sensorial, con medios para generar una señal de detección para este dispositivo sensorial, además de con una unidad de control y valoración para establecer valores de medición a partir de la señal de detección, así como con un dispositivo de edición para los valores de medición establecidos, para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11.
13. Aparato de medida según la reivindicación 12, caracterizado porque el aparato de medida presenta al menos un dispositivo de calibración interno para una señal de medición.
14. Aparato de medida según la reivindicación 13, caracterizado porque el dispositivo de calibración hace posible la medición de al menos una impedancia definida.
- 45 15. Aparato de medida según la reivindicación 13 ó 14, caracterizado porque el dispositivo de calibración presenta un conmutador de cortocircuito para generar una impedancia definida.

16. Aparato de medida según las reivindicaciones 13, 14 ó 15, caracterizado porque el aparato de medida presenta medios de conmutación para la activación temporal del dispositivo de calibración.

17. Aparato de medida según las reivindicaciones 13 a 16, caracterizado porque el aparato de medida presenta medios para archivar datos de material, en especial constantes dieléctricas, de materiales conocidos.

5 18. Aparato de medida según las reivindicaciones 12 a 17, caracterizado porque el aparato de medida presenta medios que hacen posible representar resultados de medición calculados, en especial la posición o la profundidad de un objeto confinado en un medio, con análisis de localización, sobre un dispositivo de indicación del aparato de medida.

Fig.1



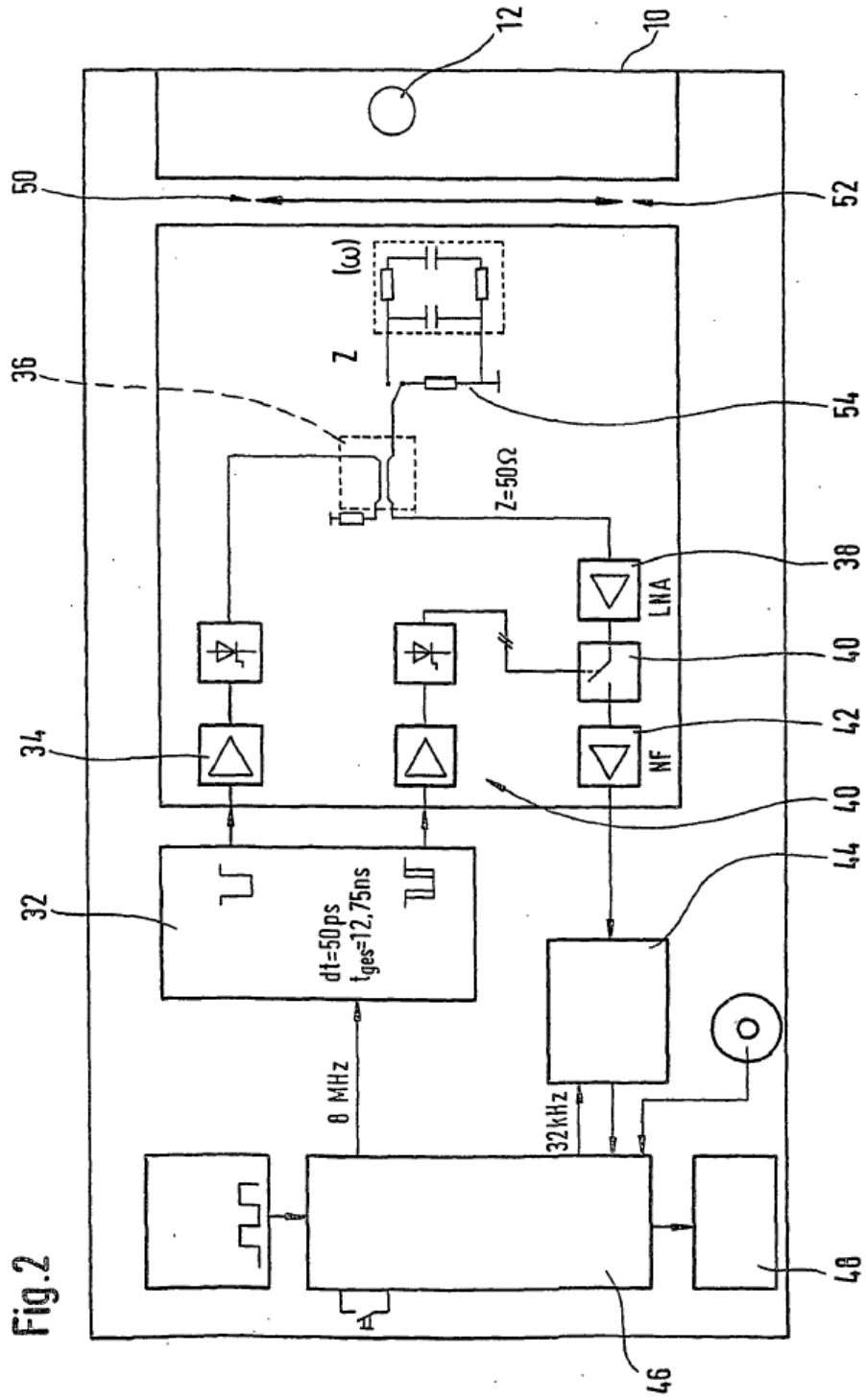
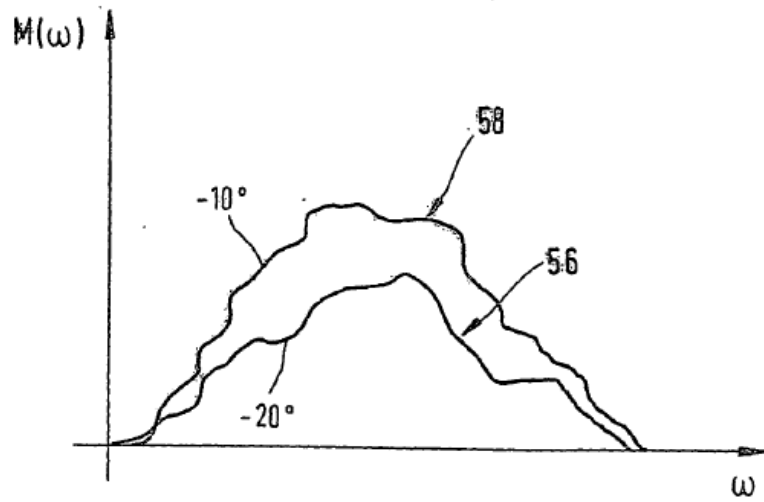


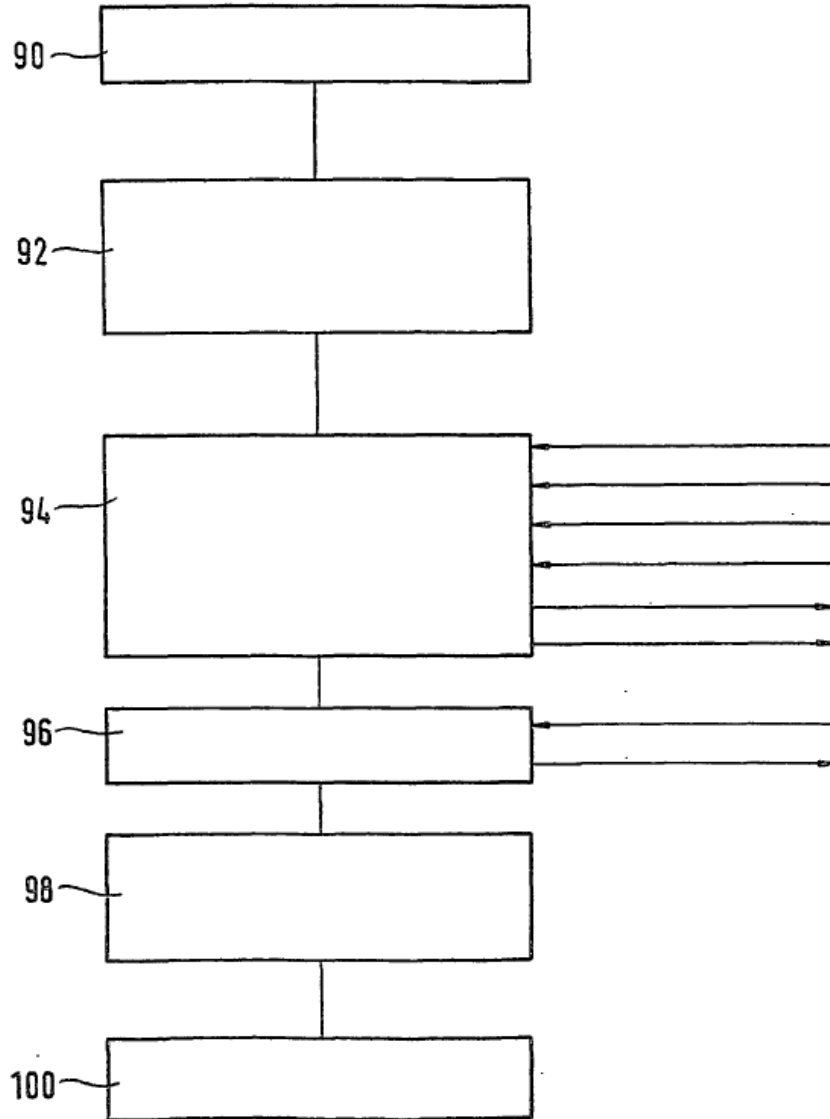
Fig. 2

Fig.3



$$M^{-10^\circ C}(\omega) = \gamma^0(\omega) [M^{20^\circ C}(\omega)] + \gamma^1(\omega)$$

Fig.4



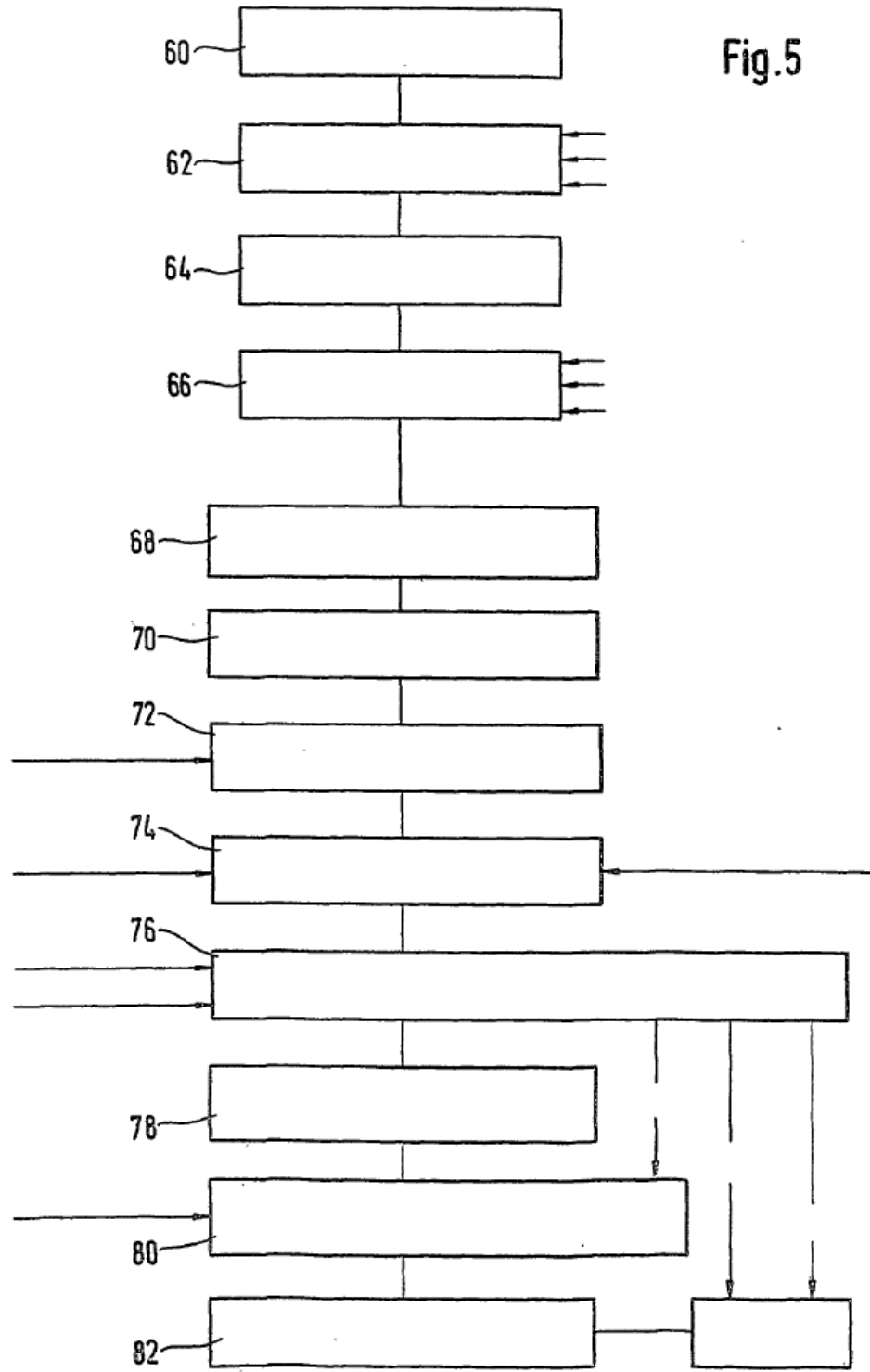


Fig.5