

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-518548
(P2005-518548A)

(43) 公表日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 7/00	GO 1 B 7/00	2 F O 6 3
GO 1 B 7/26	GO 1 B 7/00	R
// GO 1 V 3/08	GO 1 B 7/26	
	GO 1 V 3/08	D

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2003-571766 (P2003-571766)
 (86) (22) 出願日 平成15年2月7日(2003.2.7)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年8月23日(2004.8.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/DE2003/000354
 (87) 国際公開番号 W02003/073132
 (87) 国際公開日 平成15年9月4日(2003.9.4)
 (31) 優先権主張番号 102 07 426.7
 (32) 優先日 平成14年2月21日(2002.2.21)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)
 (81) 指定国 EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), CN, JP, US

(71) 出願人 390023711
 ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシユレンクテル ハフツング
 ROBERT BOSCH GMBH
 ドイツ連邦共和国 シュツツガルト (番地なし)
 Stuttgart, Germany
 (74) 代理人 100061815
 弁理士 矢野 敏雄
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
 (74) 代理人 230100044
 弁護士 ラインハルト・アインゼル

最終頁に続く

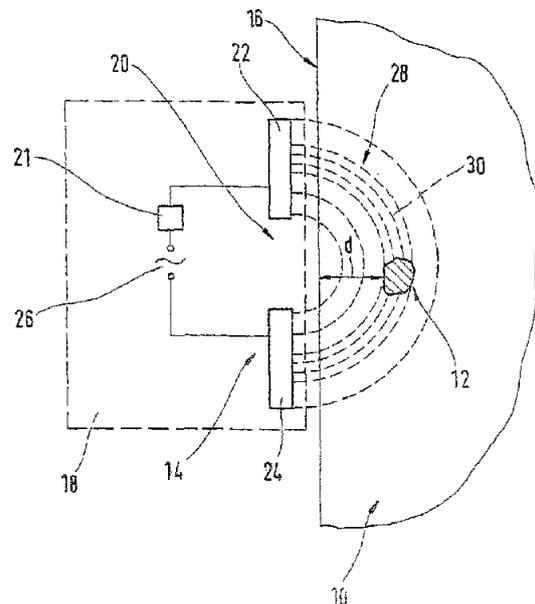
(54) 【発明の名称】 閉じ込められている物体の位置を求める方法および装置

(57) 【要約】

本発明は媒質中に閉じ込められている物体の位置を求める方法に関する。ここでは少なくとも1つの容量式センサ装置を用いて検出信号を形成し、これが調査すべき媒質中に浸透するようにする。検出信号の評価、特にインピーダンス測定を行うことにより、媒質中に閉じ込められている物体の情報を得ることができる。

本発明では、媒質中に閉じ込められている物体の深さの情報を得るために、容量式センサ装置の変位電流に相関する測定量の位相測定が行われる。

さらに本発明は上述の方法を実行する測定装置に関する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの容量式センサ装置を用いて検出信号を形成し、これが調査すべき媒質中に浸透するようにし、

検出信号の評価、特にインピーダンスの測定を行うことにより、媒質中に閉じ込められている物体の情報を得る、

媒質中に閉じ込められている物体の位置を求める方法において、

媒質中に閉じ込められている物体の深さの情報を得るために、容量式センサ装置の変位電流に相関する測定量の位相測定を行う

ことを特徴とする媒質中に閉じ込められている物体の位置を求める方法。

10

【請求項 2】

測定量と容量式センサ装置の変位電流との線形の関係を用いる、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

電圧信号を測定して検出信号の大きさおよび位相を評価する、請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 4】

閉じ込められている物体が容量式センサ装置の変位電流に形成した位相ずれを用いて物体を識別する、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

検出信号は 2 つ以上の測定周波数を有する、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の方法。

20

【請求項 6】

検出信号の 1 つまたは複数の測定周波数を 100 MHz ~ 10000 MHz のインターバルのものとし、有利には 500 MHz ~ 5000 MHz、特に有利には 1000 MHz ~ 3000 MHz のインターバルのものとする、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

検出信号を形成する容量式センサ装置のラテラル方向のオフセットに依存して、媒質中に閉じ込められている物体の位置を求めるための検出信号を測定し評価する、請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の媒質中に閉じ込められている物体の位置を求める方法を実施する測定装置、例えばハンドヘルド型の位置測定装置において、

センサ装置と、センサ装置に対する検出信号を形成する手段と、検出信号から測定値を求める制御評価ユニットと、求められた測定値を出力する出力装置とを有することを特徴とする測定装置。

30

【請求項 9】

さらに測定結果、例えば媒質中に閉じ込められている物体の所在、すなわち横方向位置および深さをその位置がわかるように測定装置の出力装置上に表示する手段を有する、請求項 8 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

従来技術

本発明は請求項 1 の上位概念記載の閉じ込められている物体の位置を求める方法および請求項 1 3 の上位概念記載の閉じ込められている物体の位置を求める装置に関する。

【0002】

この種の方法およびこの方法を実施する測定装置は容量式センサ装置を利用している。この容量式センサ装置は検出信号を例えば電磁場のかたちで形成し、これが調査すべき媒質中に少なくとも十分な規模で浸透するようにする。媒質中に閉じ込められている物体はこの検出信号に作用するので、検出信号を評価すると媒質中に閉じ込められている物体の

50

情報を得ることができる。

【0003】

この形式の測定装置、例えばスタッドセンサは、媒質中に閉じ込められている物体が形成した容量式センサ装置の電気容量の変化によってこれを検出する。媒質中に閉じ込められている物体は媒質の誘電特性を変化させるので、媒質の近傍に測定コンデンサが近づくと物体に帰せられる容量変化またはインピーダンス変化を検出することができる。こうした容量変化は例えば容量式センサ装置の測定コンデンサの変位電流によって測定することができる。

【0004】

米国特許第6249113号明細書からコンパクトでハンドヘルド型のスタッドセンサが公知である。このスタッドセンサは、閉じ込められている物体の位置を求めるために、壁に沿って測定装置を動かしたときのセンサ回路内の容量変化を検出する。媒質中に閉じ込められている物体の正確な位置を表示するために、当該の明細書の測定装置は、測定装置のケーシング表面に矢印状に配置されたLEDアレイを有している。測定装置が物体を検出すると、信号強度に依存して、測定装置のケーシング上の矢印状のLEDアレイのうち1つのLED対がアクティブになる。閉じ込められている物体に近づくとつれて、つまり物体から生じる検出信号が強くなるにつれて、LEDアレイのアクティブなLEDが増え、矢印が頂部へ向かって延びてゆく。測定装置が最終的に閉じ込められている物体の直接上方まで来るとLEDアレイの矢印の頂部が発光する。このように当該の明細書の測定装置は基本的には媒質中、例えば壁内に閉じ込められている物体の位置を求めることができる。ただしこの装置およびこの装置を基礎とした単純な方法のみでは物体の閉じ込められている深さを測定することはできない。

【0005】

国際公開第94/04932号公報には、表面後方に存在する対象物の位置を求めるハンドヘルド型の位置測定装置が開示されている。この装置は物体によって誘導される付加的な容量を検出するセンサと、検出信号を評価する評価ユニットと、測定結果を表示するディスプレイとを備えている。当該の公報の測定装置はさらにセンサ装置を高感度モードまたは低感度モードで駆動することのできる駆動装置も有している。

【0006】

また上掲の公報には表面後方に存在する対象物の位置を求める方法も開示されている。そのために相応の測定装置が調査すべき壁に沿って動かされる。当該の公報のセンサは材料密度の上昇または低下をセンシングする手段を有している。これにより装置およびユーザにはセンサが誤って（例えば封入物の直接上方で）較正されていることなどが知らされる。こうした装置を基礎とした方法によればさらに、調査すべき媒質があまりに厚すぎたり薄すぎたりするために物体を検出できない場合にもユーザがそれを知ることができる。

【0007】

上掲の公報の測定装置のデジタルメモリによれば、測定装置がオンとなっているあいだ較正データを記憶しておくことができる。

【0008】

米国特許第6198271号明細書からは、測定装置に集積された3つの容量センサを壁に沿って動かしたときの容量変化を検出して、壁内に閉じ込められている物体の位置を求めるスタッドセンサが公知である。評価回路により3つの容量式素子の充電に必要な相対時間が監視され、センサを調査すべき壁に沿って動かし、閉じ込められている物体に起因して調査すべき材料の誘電率が変化したとき、その変化分に基づいて3つのセンサ素子の相対容量の変化分を測定する。ここでは比較回路が用いられ、個々のセンサ素子について測定された相対容量の各変化分から閉じ込められている物体の位置が求められる。

【0009】

上掲の明細書の測定装置は測定装置の評価ユニットに接続された複数の表示素子から成るディスプレイを有している。複数の表示素子のうち物体の直接上方に位置する素子のみが信号を表示する。つまり存在している物体の上方に測定装置をセンタリングすることが

できるのであるが、位置測定的手段としては間接的である。

【0010】

本発明の利点

本発明は媒質中に閉じ込められている物体の位置を求める方法に関する。ここでは容量式センサ装置の形成した検出信号が調査すべき媒質中に浸透する。物体の存在しているときの検出信号と存在していないときの検出信号とを比較することにより、媒質中に閉じ込められている物体の情報を得ることができる。本発明の方法は、閉じ込められている物体の位置を求めるために、容量式センサ装置の容量変化、すなわち媒質の誘電率が閉じ込められている物体によって変化する性質を利用している。誘電率の変化は容量式センサ装置の電極間のインピーダンスを測定することにより求められる。

10

【0011】

本発明の方法では、媒質中に閉じ込められている物体の深さの情報を得るために、容量式センサ装置の変位電流に相関する測定量の位相測定が行われる。

【0012】

容量式センサ装置の電極間に電圧が印加されると、電場が生じて電極以外の領域にまで広がり、調査すべき物体のほうへ浸透する。有利にはこのような電場には所望の配向作用を付与することができる。センサ装置の電極間に特に所定の交流電圧を印加する場合には、電極間には2つの電極を結ぶ電場の電気力線に沿って変位電流が流れる。この変位電流は固定電圧のもとでは測定コンデンサのインピーダンスが小さくなるにつれて、またはその容量が大きくなるにつれて、大きくなる。電気力線の領域に物体が存在するとセンサ電極間のインピーダンスが変化し、これにより変位電流も変化する。変位電流の大きさだけでなく付加的にその位相も測定すれば、閉じ込められている物体が媒質の表面に対して有する横方向位置に加え、物体の深さ情報も得ることができる。

20

【0013】

本発明の方法では、包囲している媒質よりも誘電性の強い物体（例えば銅線）と包囲している媒質よりも小さい誘電率を有する物体（例えばプラスチックチューブ）とを区別することができる。閉じ込められている物体を通る変位電流は、第1のケースでは増幅され、第2のケースでは減衰される。これにより180°変化した位相が生じ、誘電率の大きさに関して物体を一義的に識別することができる。

【0014】

従属請求項に記載された手段および特徴により請求項1に記載された方法の有利な改善形態および実施形態が得られる。

30

【0015】

閉じ込められている物体に基づく容量変化または容量式センサ装置での変位電流の変化は種々の電子回路によって測定し評価することができる。本発明の方法では有利には、検出信号の評価のために変位電流を直接には用いず、測定量と容量式センサ装置の変位電流との線形関係を用いる。つまり直接には変位電流を測定せず、測定量Mを測定することにより、例えば評価回路の周波数特性に基づいてクロストーク効果または位相ひずみから生じる測定信号の障害を計算で除去することができる。

【0016】

基本的には任意のかたちでセンサエレメントのインピーダンスに結合された全ての電氣的測定量が上述の手法に適している。容量式センサ装置の容量変化は種々の電子回路によって測定し評価することができる。例えば測定コンデンサおよびこれに直列または並列に接続された少なくとも1つのコイルによって形成された発振回路の固有振動数が用いられる。短い電気パルスによる励振の後、この種の発振回路では共振振動数の減衰した振動が発生する。こうした共振振動数を時間的に測定することにより関与している容量および変位電流を結論することができる。有利には、閉じ込められている物体の位置を求める本発明の方法では、電圧のインピーダンス変化が検出信号の評価回路内部で測定される。この電圧値の大きさおよび位相は簡単に相応のサンプリング回路により高い精度で求めることができる。

40

50

【0017】

複数の周波数を有する検出信号、または広いスペクトルの検出信号を使用することにより、特に測定のスN比を改善することができる。さらに2つ以上の周波数で測定および評価することにより、探知された物体の金属 非金属特性を識別することができる。また複数の測定周波数を使用する場合には、信号が重畳していても、種々の深さにある複数の対象物を識別することができる。このときには純粋な単一の周波数での測定は誤った測定結果をもたらしかねない。また広いスペクトルの電気パルスを励振信号として用い、それぞれの周波数での測定結果を比較することにより位相測定での多義性を排除することができる。

【0018】

閉じ込められている物体が小さいとき、または物体の誘電率がそれを包囲している媒質の誘電率と僅かしか相違しないときの最小の容量変化も識別できるようにするために、本発明では典型的には100MHz~10000MHzのインターバルの測定周波数を利用する。有利には検出信号に対して1000MHz~5000MHzのインターバルの測定周波数が用いられる。また本発明の方法およびこれを用いた測定装置に対して最適な測定周波数は1500MHz~3500MHzのインターバルである。

【0019】

高周波数から、たとえきわめて小さな容量変化であっても、閉じ込められている物体に基づいて十分に大きな変位電流が得られ、容量変化とこの容量変化を形成した物体とが相応の高感度で測定される。ただし他方でこうした高周波数は相応の複雑な測定技術を必要とする。低周波数では容量式センサ装置での電流と電圧とのあいだの位相ずれが90°となるのに対して、高周波数では誘導効果のためにそこからの偏差が観察される。インピーダンスの虚数成分で観察される変化に加え、測定コンデンサの誘電体の減衰量に依存して、高周波数では同様に重要なインピーダンスのオーム成分が観察される。本発明の方法ではこの誘導障害効果を消去することができる。なぜなら容量式センサ装置の誘電性の変位電流を直接に測定するのではなく、これと線形に相関する測定量を測定するからである。周波数依存性の定数、すなわち誘電性の変位電流と本発明の方法で測定される測定量Mとの比を定める定数は独立に測定可能であるので、障害効果の補償に対して自由度2が得られる。このように所定のインピーダンスに即した基準測定により係数が求められ、本発明の方法における評価の際に用いられる。

【0020】

有利には、本発明の方法では、媒質中に閉じ込められている物体を探知するための検出信号が、これを形成する容量式センサ装置を媒質の表面に沿ってラテラル方向でオフセットしたオフセット量の関数として評価される。このようにして一方では媒質中に閉じ込められている物体の横方向位置が正確に測定され、他方ではさらに測定精度を高めるために、センサ信号の測定がセンサを物体の上方でラテラル方向にオフセットしたことに依存して行われる。センサのオフセットに応じて、容量式センサ装置で形成された電場の電気力線が物体を通ったことにより別の組み合わせが生じ、これが測定される。こうして測定信号の各位相について、物体の深さとラテラル方向のオフセットとの特徴的な依存関係が得られる。

【0021】

また検出信号を位置に依存して測定することにより、包囲している媒質のみに起因する下地信号を良好に識別することができる。

【0022】

例えば包囲している媒質の材料に依存する閾値のセンシングにより、本発明の方法のために判別ステップを実現することもできる。これにより閉じ込められている物体の有無の判別結果が得られる。

【0023】

また容量式センサ装置をオフセットして信号強度の低下を求めることにより、物体の大きさの尺度を得ることもできる。このために併せて距離のセンシングを行うこともできる

10

20

30

40

50

。本発明の方法では、媒質中の物体の横方向位置および媒質表面に対する深さだけでなく、物体の大きさも出力することができる。

【0024】

有利には、本発明の方法は、測定装置の容量式センサ装置に適用され、媒質中に閉じ込められている物体の位置を求めるために用いられる。特に本発明の方法を用いるとコンパクトかつハンドヘルド型の位置測定装置が実現され、壁内、天井裏および/または床下などの収容物を高い精度で識別することができる。

【0025】

本発明の測定装置は相応の容量式センサ装置のほか、センサ装置に対する検出信号を形成し評価する手段と、求められた測定結果をその位置がわかるよう出力する出力装置（有利にはディスプレイ）とを有している。これにより特に媒質中に閉じ込められている物体の深さとその横方向の位置とが表示される。そのためにこの種の測定装置にはセンサ装置に接続された制御評価ユニットが設けられており、この制御評価ユニットは位置に依存する測定結果をリアルタイムで、つまり測定過程中に、ディスプレイに直接に表示する手段を有している。

10

【0026】

本発明の測定装置およびその基礎となる本発明の方法によれば、ユーザは媒質中に閉じ込められている物体の位置を空間の3つの次元の全てについて正確に求めることができる。さらに本発明の方法によれば、閉じ込められている物体の大きさに関する情報も得られる。

20

【0027】

図面

本発明の実施例を図示し、以下に詳細に説明する。図およびその説明や本発明の方法およびこれを利用した測定装置に係る特許請求の範囲には種々の特徴が相互に関連して含まれている。当該の技術分野の技術者はこれらの特徴を個々に捉えることも有意に組み合わせることもできる。

【0028】

図1には本発明の方法の基礎となる測定状況の概略図が示されている。図2には本発明の方法にしたがったインピーダンス測定部のブロック図が示されている。図3には評価された測定信号M()の温度依存性がシンボリックに示されている。図4には基準値を取り入れる方法のステップを表すフローチャートが示されている。図5には本発明の方法のステップを表すフローチャートが示されている。

30

【0029】

実施例の説明

図1には本発明の方法が適用されないしは本発明の測定装置が利用される典型的な測定状況が概略的に示されている。容量式センサ装置14を用いて媒質10に閉じ込められている物体12を検出する。閉じ込められている物体12はこれを包囲する媒質10の表面16から距離dのところの位置している。例えば容量式センサ装置14を含む測定装置18が物体12を包囲している媒質10の表面16に載置される。容量式センサ装置14は主として測定コンデンサ20から成り、これは2つのコンデンサ電極22, 24を備える。測定原理をわかりやすく図示するために当該のコンデンサ電極22, 24は図1では上下に並べて表してある。実際の容量式センサ装置では測定コンデンサの各電極は相互にほぼ平行に配置されている。測定コンデンサ20の電場の所望の配向作用は相応の電極またはジオメトリ手段によって得られる。

40

【0030】

電圧26を印加することにより電場28が測定装置18の測定コンデンサ20の各電極22, 24のあいだに生じる。測定コンデンサの2つの電極に特に交流電圧が印加される場合、各コンデンサ電極のあいだには電場28を表す力線30に沿っていわゆる変位電流が流れる。変位電流Iは固定電圧Uのもとではインピーダンスが小さくなるにつれて、つまり測定コンデンサ20の複素インピーダンスZが小さくなるにつれて大きくなる。変位

50

電流 I は例えば電流計 21 により直接に、または変位電流に相關する測定量 M 、例えば電圧信号を介して測定することができる。

【0031】

測定コンデンサ 20 のインピーダンス Z は主としてコンデンサ電極 22, 24 のあいだに存在する物質によって定まる。この種の測定コンデンサ 20 が閉じ込められている物体 12 の近傍に来ると、電場 28 が通る領域の物質の組成が変化する。特に閉じ込められている物体 12 により誘電率が変化し、このためにインピーダンス Z が物体 12 を含まない媒質 10 に比べて変化する。

【0032】

閉じ込められている物体 12 に起因する誘電率の変化およびこれに付随する測定コンデンサのインピーダンス Z の変化は測定コンデンサの容量 C の変化に相応する。 10

【0033】

測定コンデンサ 20 の容量 C の増大、またはここから得られるコンデンサ電極間の変位電流 I の増大は、図 1 では、力線図で電場 28 を表す際に力線密度を増すことによって示されている。

【0034】

周囲の媒質 10 の相応する誘電率よりも大きな誘電率を有する物質が、容量式センサ装置 14 によって形成される電場 28 の領域内に含まれている場合には力線は密になり、周囲の媒質よりも小さい誘電率を有する物質が電場の領域内に含まれている場合には、閉じ込められている物体の領域において力線が疎らになる。 20

【0035】

閉じ込められている物体に基づく容量変化または容量式センサ装置における変位電流の変化は種々の電子回路によって測定し評価することができる。

【0036】

例えば測定コンデンサおよびこれに直列または並列に接続された少なくとも 1 つのコイルによって形成される共振回路の固有振動数を用いることができる。短い電気パルスによる励振の後、この種の共振回路はその共振振動数で減衰振動する。こうした共振振動数を時間的に測定することにより、関与している容量および変位電流を推定することができる。

【0037】

前述の手段に代えて、周波数固定の定交流電圧を印加して、測定コンデンサを通る変位電流を直接に測定することもできる。 30

【0038】

本発明の方法では、容量式センサ装置 14 の変位電流 I を直接には測定せず、検出信号を評価するために周波数依存性の測定量 M を測定する。この測定量 M は容量式センサ装置の変位電流 I にほぼ線形に依存する量である。測定量 M として本発明の方法では特に変位電流に相關する電圧を測定する。つまり使用される測定量 M について

$$M = M(\omega) = M_0(\omega) + M_1(\omega) * I(\omega)$$

が成り立つ。

【0039】

複合的な測定量 $M(\omega)$ は測定コンデンサの変位電流 $I(\omega)$ の線形近似として評価される。ここで $M_0(\omega)$ はコンデンサ電極の内部クロストークを記述しており、 $M_1(\omega)$ は容量式センサ装置の評価回路および適合化回路網内の電気線路の周波数特性および位相ひずみを考慮している。 40

【0040】

$M_0(\omega)$ および $M_1(\omega)$ は独立に測定可能な周波数依存性の定数である。これらの定数は例えば所定のインピーダンスで基準測定を行うことによりきわめて正確に求めることができるため、測定量 M を測定することによって変位電流も求められる。

【0041】

図 2 には本発明の方法の範囲で利用可能な評価回路の実施例が示されている。クロック 50

ベース 32 によって制御されるパルス発生器 34 は短時間かつスペクトルの広い電圧パルスを形成し、この電圧パルスは、波カプラ 36 を介して容量式センサ装置 14 に供給可能である。測定コンデンサ 20 の容量ひいてはセンサのインピーダンス Z は、コンデンサ電極の電場が入り込む誘電性の媒質に依存する。

【0042】

容量式センサ装置が物体 12 の近傍に近づくとコンデンサの場の誘電率の変化に基づいて電場の場のひずみが発生する。これによりインピーダンス Z が変化し、このインピーダンス Z は、変位電流ないしは導出される測定量 M () を介して測定可能である。容量式センサ装置のインピーダンスは、時間依存性の電圧信号 U (t) として再び方向性カプラ 36 を介して出力結合され、増幅され、サンプリングユニット 40 へ供給される。そこで測定信号の大きさおよび位相が求められるが、このことは後でより詳しく説明する。

10

【0043】

容量式センサ装置 14 が波動インピーダンスに合わせて調整されて線路に接続されているポイントでは、パルス発生器から波カプラを介して入力結合された電圧が多かれ少なかれ影響を受けて反射される。このポイントで反射した信号の振幅および位相は容量式センサ装置 14 のインピーダンス Z と線路の波動インピーダンスとの差を反映しており、容量式センサ装置 14 のインピーダンスの大きさおよび位相を推定し、ひいては容量式センサ装置 14 を通って流れる電流の大きさおよび位相を推定することができる。

【0044】

したがってセンサコンデンサを流れる電流の大きさおよび位相を求めることは、容量式センサ装置 14 の接続ポイントで反射した電圧 U の大きさおよび位相を求めることに帰せられる。

20

【0045】

接続ポイントで反射した信号は波カプラを介して戻る。波カプラ 36 でのクロストークにより送信分岐に誘導される信号は、検出分岐の方向へ直接に戻ってきた信号成分に比べれば無視できるほど小さい。検出回路の入力側にかかる電圧 V は、波カプラ 36 での僅かな損失と伝搬時間差とを除けば、容量式センサ装置 14 の接続ポイントで反射した電圧 U を反映している。

【0046】

波カプラ 36 の後方で生じた (通常は小さい) 電圧は、検出分岐において有利にはまず高周波数増幅器 38 で増幅される。続いてこの電圧は所定の時点 T でサンプリングされる。電圧を測定する時点はここではサンプリングパルスにより設定される。パルス発生器で形成された電圧の位相に対する、反射した電圧の位相を求められるようにするためには、送信信号の発生器とサンプリングパルスの発生器とが固定の位相で結合されていることが重要である。このことはクロックベースの使用により保証される。

30

【0047】

周波数 f でサンプリング回路へ印加される電圧成分

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

は式

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

40

にしたがってサンプリング回路の後方で測定される電圧 W (T) に関係している。サンプリング時点 T のオフセットから周波数 f での電圧 V の大きさおよび位相を推定することができる。

【0048】

電圧 W は有利にはまず低周波数増幅器で処理され、続いてアナログデジタル変換器で検出される。こうして種々の時点 T で電圧 W を測定することにより、反射した電圧成分の振幅の他に位相を求めることができ、ひいては容量式センサ装置内を流れる電流の大きさおよび位相が推定される。

【0049】

測定信号はアナログデジタル変換器 44 を出た後、デジタルシグナルプロセッサ 4

50

6へ供給される。

【0050】

DSPエレメント46はさらなる信号処理と、励振パルスおよびサンプリングパルスを形成するクロックベースの制御とを担当している。DSPエレメント46により、評価された測定値、特に壁内に閉じ込められている物体の深さと測定装置に対するその横方向の位置とがリアルタイムで、つまり測定過程中に、ディスプレイ48に表示することができる。このように本発明の方法は装置が壁に沿って動かされているあいだにすでに、物体が壁内のどこに、どのくらいの深さで閉じ込められているかをユーザにディスプレイ表示することができる。

【0051】

横方向位置を得るには、調査すべき媒質の上方で容量式センサ装置14を2つの逆方向50, 52へ動かしてみればよい。対応の距離センサが容量式センサ装置14のその時点での位置をデジタルシグナルプロセッサへ供給するので、物体の深さと横方向位置とを相関させて表示することができる。

【0052】

本発明の方法について、較正のために測定コンデンサ20に代えて所定の基準インピーダンス54を測定することもできる。このためにこの電気回路にスイッチング手段を設けて検出信号の形成および評価を行う。これは図2の実施例ではシンボリックなスイッチ56として表されている。このスイッチング手段により励振パルスを測定コンデンサ20へではなく基準インピーダンス54へ切り換えて供給することができる。この所定の基準インピーダンス54は例えば信号線路の短絡により形成可能である。機器内部の所定の基準インピーダンス54を実現する別の手段としては例えば信号線路の“開放端部”が挙げられる。このように本発明の方法および本発明の測定装置は内部に較正装置を有しており、この較正装置によって、この基本としての方法は、例えば温度ドリフトを計算によって補償することができるのである。

【0053】

所定の基準インピーダンス54で較正測定することにより、電気回路網によって影響を受ける定数(), ()を求め、また変位電流I()に対して、測定量M()に生じたドリフトをこのような基準測定にしたがって補償することができる。ここで上記の定数は容量式センサ装置の変位電流Iと測定量M()との関係を定めるものである。

【0054】

重大なドリフト作用は特に、関与しているコンポーネントの温度変化および経年変化プロセスによって生じる。すなわち例えば付加的な時間遅延Tが励振パルスと応答パルスとのあいだに発生して、これにより低周波数信号が歪むことがある。フーリエ変換された測定信号M()でのこの種の付加的な時間遅延は乗算的なファクタしか発生させないので、サンプリング時点のドリフトは比較的簡単にデータセットから計算で取り除くことができる。

【0055】

またパルス出力および励振パルスに固有のスペクトル形状も温度ドリフトの影響を受ける。ただし高周波数増幅器の周波数特性のドリフトも前述と同様に基準測定により補償することができる。

【0056】

装置の変化を補償するため、すなわち例えば温度に起因するドリフトを補償するため、この測定信号に対して線形の補正関数を利用する。図3は温度が測定量M()に与える影響を概略的に示している。この測定量M()は、温度依存の変化の影響を大きく受けるとする。曲線56は、20の温度における周波数依存の測定信号M()を示しており、また同様に図示された測定曲線58は、-10の温度において測定された信号M()を表している。測定信号の評価の基礎となるこの方法は、相異なる温度における2つの測定曲線の線形依存性を仮定している。

【0057】

10

20

30

40

50

この温度作用を補償するため、2つの補正ファクタ⁰()ならびに¹()が、較正条件(例えば20)の下で測定した測定量M()と、例えば現場での測定における測定量M()との関係について設定される。すなわち、例えば、

$$M^{-10^{\circ}}() = {}^0() * (M^{20^{\circ}}()) + {}^1()$$

が成り立つのである。

【0058】

例えば、本発明の方法に対し、複数の較正条件について、すなわち所定の温度および例えば空気測定(Luftmessung)、較正用石材または短絡されたセンサによって実現可能な基準インピーダンスにおいて測定量M()を測定する。

【0059】

現場における実際の動作条件下で較正測定が同じ所定のインピーダンスで行なわれる場合、すなわち、ここでも空気測定、較正用石材における測定、ないしは短絡されるセンサによる測定によって行なわれる場合、ドリフト作用に起因して変化した測定値M()から補正定数⁰()および¹()を推定することができる。このようにして求めた補正量は記憶ユニットに格納されるため、これらの補正量は後の信号評価時に呼び出すことができる。

【0060】

閉じ込められている物体の位置を実際に測定する前に、所定のインピーダンスで較正測定を行う場合、この較正測定によって実際に得られる補正量⁰()および¹()を利用して、実際の測定過程における測定量M()を補正することができる。

【0061】

これにより、本発明では、処理すべき測定量に影響してこれを劣化させる作用を、測定された測定信号から計算によって取り除くことができる。一般的にドリフト作用と称される容量式センサ装置の測定量への影響には、例えば、温度変化、湿度の変化、素子の経年変化によって発生する変化があり、また測定装置の給電電圧の変化による変化もある。したがって例えば、ハンドヘルド型でありバッテリー駆動の測定装置の形態をとる本発明の測定装置の実施例は、バッテリー電圧の降下をさらに所定の時間にわたって補償することができ、この際にこのような電圧変化が測定結果の品質に大きく影響しないようにすることが可能である。

【0062】

上記のドリフト作用の他に、個々の構成部分の個体のばらつき(Exemplarstreuung)も個々の測定装置の測定特性を変化させる。これらは上記の補正関数を介して補償することができる。したがって本発明の方法によって上記のドリフト作用または個体のばらつきの補償を行うことができ、ここでこれは、装置に記憶された基準信号と、測定時点に記録される較正信号とを比較することによって行われる。この比較測定により、この測定信号に対する線形の補正量を求めることができ、この補正量により、本発明の方法では、現場で目下測定される測定値を基準条件に基づいて計算することができる。

【0063】

殊に有利であるのは、装置を作製した直後に、例えばまだメーカーにあるうちに所定の較正条件の下で基準測定を行うことである。この場合、この測定と、後の現場での実際の位置探知測定とを調整することができる。

【0064】

所定の測定信号M()を得るこのような基準測定を「マスタ測定装置」によって行い、この「マスタ装置」に対して求めた基準値を特性マップの形で別の測定装置に作製直後に記録する。この場合、例えば、個々の装置の測定コンデンサにおける電場の方向特性についての個体のばらつきを補償することも可能である。

【0065】

電氣的な測定場に対して、コンデンサ電極ないしは相応の方向性電極が機械的ないしはジオメトリ的に異なることに起因して方向特性が異なることは、閉じ込められている物体に対する検出箇所が異なることを意味し、さまざまな装置によって得られた測定データの

10

20

30

40

50

比較が困難になる。

【0066】

図4はブロック図を用いて基準値の測定の流れを示しており、ここでこれらの基準値は、例えば、本発明の装置の作製直後にまだメーカ側にあるうちにすでに測定され、この測定装置の記憶素子に格納することができる。ステップ90では本発明の測定装置の記憶素子にユーザガイドが書き込まれる。ここでこれは、アニメーション化された映像シーケンスとしてこの測定装置のディスプレイに再生可能であり、またユーザにはこの測定装置を較正するために現場で行うべき方法ステップがわかりやすくなる。

【0067】

方法ステップ92では基準測定が行われ、この装置に格納される。これらの基準測定は、装置個別のシステムパラメタを決定するのに使用される。このために所定のインピーダンスで測定した測定信号が評価され、個々の測定装置毎に1次の補正関数が作成される。この補正関数により、個体のばらつき、例えば容量式センサ装置の機械的な実施における個体のばらつきを、現場において後に測定される信号から計算によって取り除くことができる。

【0068】

方法ステップ94では測定装置がさまざまな所定の下地材料に較正される。例えば空気、コンクリート、金属ならびにYtongコンクリートブロックおよび別の加工建設材料におけるこれらの基準測定の測定値がこの装置に格納される。これらの所定の材料の周知の誘電率に基づいて、検出回路網に依存する定数 ()ならびに ()を決定することができる。ここでこれらの定数は、容量式センサ装置の誘電的な変位電流と、評価に使用される測定信号M ()との間の関係を形成する。すなわちこのような基準測定により、位相の歪みならびに信号線路の周波数特性に起因してないしは測定コンデンサの電極間の内部的なクロストークによって設定される信号の歪みを決定することができる。これによって、これらの既知の係数 ()ないしは ()を用いて後に現場で測定信号M ()を決定する際に、基礎となる誘電的な変位電流を極めて精確に推定することができる。

【0069】

方法ステップ94ではまたこの方法の基礎にある、閉じ込め側の媒質のモデルに対して補間パラメタが得られる。本発明の方法は、閉じ込め側の媒質に対して数値モデルを利用しており、ここでこの数値モデルは、所定の基準材料の複数の材料パラメタを利用する。現場で測定される包囲側の媒質の信号と、測定装置に格納されているモデルのパラメタとの比較最適化によって、測定した包囲側の媒質の誘電特性を極めて正確に決定することができる。重要であるのは、現場で測定される包囲側の媒質の値に対する、このモデルの基礎にある基準パラメタの補間が利用されることである。

【0070】

方法ステップ96では容量式センサ装置のジオメトリファクタが決定される。このために既知の媒質に閉じ込められている、空間的に極めて限定された基準体において基準信号が測定される。容量式センサ装置の電極の機械的またはジオメトリ的な偏差に起因して、測定コンデンサの方向特性が異なることがあるため、閉じ込められた物体の精確な位置の決定が不確かになることがある。したがって方法ステップ96では、個々の測定装置の方向特性の偏差を考慮する補正パラメタを各測定装置毎に求めてこの測定装置に格納する。これによって評価を行うアルゴリズムが、これらのパラメタを呼び出して考慮できるようにする。

【0071】

本発明の方法ないしは本発明の装置に対する基準値をメーカ側で設定する図4の方法ステップ98では、実行した基準測定から物体検出に対する閾値を求める。この閾値を用いて処理アルゴリズムは、物体が検出されたか否かを判定する。これらの閾値は、個々の装置の測定精度に依存し、また相応する個体のばらつきにも依存する。

【0072】

図4の方法ステップ100は、前に求めた調整を本発明の測定装置の記憶素子に格納す

ることを示している。格納したこれらの基準値と、実際の測定の前に現場で行われる較正測定とによって、測定信号に与える障害作用を大いに排除することができるため、極めて正確な測定センサを実現することができる。殊に強調すべきであるのは、例えばプラスチックチューブもこの測定センサによって識別できることである。本発明の測定装置ないしは基礎にある本発明の方法の性能を高めるのに大きな影響があるのは、多数の基準値を記録することであり、これらの基準値によって、後の信号評価における障害作用を計算によって取り除くことができる。

【0073】

本発明の方法の中心点は、評価すべき測定信号 $M(\omega)$ を2つの成分に分割することである。この測定信号 $M(\omega)$ は、包囲側の媒質に起因する下地成分 $U_G(\omega)$ と、閉じ込められている物体から生じる封入物成分 $E(\omega)$ とに分けられる。封入物信号も下地信号も共に信号量 $M(\omega)$ の測定により、位相も振幅も共に既知である。ここで注意すべきであるのは、誘電性の作用によって媒介される封入物信号 $E(\omega)$ は極めて小さいことである。閉じ込められている物体に基づいて決定される容量変化は、例えばプラスチックチューブではふつうサブピコファラドの範囲である誘電性の作用下にある。この小さな変化は、容量式センサに例えば1V、100KHzの測定周波数の交流電圧を加えた際に得られ、したがって変位電流の差分は1 μ Aよりも小さい。

【0074】

このような理由から本発明の方法では、ギガヘルツ範囲の測定周波数を利用して、閉じ込められている物体に起因する極めて小さな容量変化に対してもなお測定信号が十分に大きく変化するようにする。ここで下地信号は、物体がない場合に生じる信号を表す。これは例えば、封入物のすぐ横で測定することができる。本発明で利用されるのは、電気的な測定場の表面近傍の領域によって形成される変位電流の成分が下地信号の優勢を占めることである。以下では下地信号 $U_G(\omega)$ が既知であることを前提とする。この下地信号 $U_G(\omega)$ は、測定コンデンサの電場の電気力線 v に沿う複数の変位電流 $I_v(\omega)$ からなる。個々の電気力線 v は、例えば図1からわかるようにさまざまな長さを有する。したがって平均の電気力線長 L を定めることができ、この平均の電気力線長 L によって変位電流の位相が示される。すべての位相は以下、この平均の位相に対して示される。容量式センサ装置の測定電極近くで誘電的な作用を及ぼすと、上記の変位電流の電流分布が変化する。実践的には、閉じ込められた物体によるこの変化は小さいと仮定することができる。すなわち

$$E(\omega) \approx U_G(\omega)$$

が成り立つ。

【0075】

したがって近似的に仮定してよいのは、誘電的な封入物の影響は、長さ L_v を有する個々の電気力線 v に沿った変位電流 I_v の増大または減少になることである。すなわち、

$$I_v(\omega) (\text{封入物あり}) = \epsilon_r * I_v(\omega) (\text{下地}) * \exp(i * 2\pi / \lambda * (L_v - L))$$

が成り立つ。

【0076】

ここで ϵ_r は実数の増幅ないしは減衰ファクタを表す。封入物の誘電率 ϵ_r が周囲の媒質のよりも大きい場合、 $\epsilon_r > 1$ が成り立つ。測定コンデンサの容量は増大して変位電流が大きくなる。その他の場合、 $\epsilon_r < 1$ が成り立つ。封入物が十分に小さい場合、所定の長さ L_v の電気力線だけが関係し、近似的に

$$E(\omega) = (I_v(\omega) (\text{封入物あり}) - I_v(\omega) (\text{下地})) \\ = (1 - \epsilon_r) * \exp(i * 2\pi / \lambda * (L_v - L)) * I_v(\omega) (\text{下地})$$

が成り立つ。

【0077】

封入物が既知である場合、すなわち金属製の封入物ないしは空所の場合、 $(1 - \epsilon_r)$ の符号は既知である。

【0078】

10

20

30

40

50

この場合、

$$2 / () * (L v - L) = - () + ()$$

が成り立つ。

【0079】

すなわち信号 E () の位相と下地信号 U G () の位相との比較から、関係式

$$() / 2 * (- () + ()) + L = L v$$

によって、関係する電気力線の長さ L v を逆に推定することができる。関係する電気力線の長さは、ジオメトリファクタ G (, L) を介して物体の深さに関係している。

【0080】

実践的にはこの装置により、大部分において封入物が存在していない位置区間 [x , y] にわたって平均化が行われる。これによって M W _ M () の空間的な平均値により、下地成分に対して使用可能な開始点が得られる。すなわち、測定量 M (X j ,) が n 個の位置 X j において検出された場合、下地成分を決定するため、すべての j に対して M (X j ,) について加算し、 1 / N で規格化する。

【0081】

この基礎となる平均化方法の考えられ得る拡張として有利であるのは、信号変化の大きな領域、すなわち平均値からの偏差が大きい値を平均値形成から除外するか、または平均値の形成を、位置についての測定データの中央値の形成によって置き換えることである。

【0082】

さらに、相異なる箇所についての平均化の代わりに、記憶装置に格納されテーブル化された下地信号 M U G () を使用することができる。下地がコンクリートであることがわかっている場合、記憶装置に格納された測定値 M U G _ B E T o n () を下地信号として使用することができる。ここでこの測定値 M U G _ B E T o n () は、均一なコンクリートブロックに対して得られる測定値である。抜き出すべき記憶された下地信号の選択は、例えば推定した下地信号と、テーブル化された種々異なる下地とを比較することによって自動的に、またはユーザによって操作されるスイッチによって行われる。

【0083】

下地に対して数値モデルが利用され、これは既知の材料の少なくとも 4 つの材料パラメータ、例えば、誘電率を利用する。このモデルが基礎としているのは、誘電的な境界層における電磁信号の反射特性である。測定した閉じ込め媒質の材料を求めるため、閉じ込め媒質のモデルにおけるパラメータの重み付けを変更する。ここでこの重み付けの変更は、測定した下地信号における比較最適化により、測定した下地信号に最も近いモデル信号が再構成されるまで行われる。これにより、モデル媒質のパラメータの補間によって、測定した閉じ込め媒質の誘電率を推定することができる。閉じ込め媒質の誘電率がわかれば、閉じ込められている物体から発生する測定信号の位相情報から、この閉じ込め媒質における閉じ込められた物体の深さを推定することができる。

【0084】

本発明では上記の方法において、閉じ込められている物体を検出するための閾値が可変であるようにする。感度調整によって、例えば、殊に周期的構造を有する関係のない物体を測定信号から計算によって取り除くことができ、これによって後に測定結果を視覚的に表示する際にこれがもはや表示されないようにする。また本発明の方法によって可能になるのは、測定信号の位相シフトの範囲を固有に選択することによって、測定範囲を所望の深さ範囲に制限することができる。これによって、固有に制限された深さ範囲を選択することができる。本発明の測定装置に設けられたディスプレイの視覚的再生において表示される測定深さは、さまざまな値の間（例えば 6 ないしは 10 c m ）で切換可能である。

【0085】

図 5 は、本発明の個々の方法ステップを説明するブロック図の概略を示している。

【0086】

ステップ 60 において装置をスイッチオンした後、この測定装置に対するシステムチェックが行われる。システムチェック 62 により、例えばバッテリー状態（バッテリー電圧）、

バッテリーの内部抵抗ならびに目下の温度がチェックされる。引き続いてステップ64では所定のインピーダンスで基準測定を行う。このためには例えば、装置内部の基準電圧を利用するか、または空気測定を行うことも可能である。この基準測定は、EMV障害を決定するためにも行われ、ここでこれは例えば隣接した送信装置によって行われる。このようなEMV障害は、本発明の方法により、後に測定信号から計算によって取り除かれる。

【0087】

本発明の方法のステップ65では壁コンタクトチェックを行い、ここでは本発明の測定装置の相応する距離センサのチェックにより、この測定装置が取扱指示通りに、調査すべき壁に載置されたことが保証される。択一的にはこの壁コンタクトを容量式センサ装置の測定信号を評価することによってチェックすることも可能である。この測定装置により、周囲の媒質として空気が求められる場合、この装置は壁に載置されていない。

10

【0088】

引き続いて実際の測定過程が実行され、方法ステップ68において容量式センサ装置の生データが測定され、デジタル信号プロセッサに転送される。測定信号の評価のスタートである方法ステップ70では、外部の障害発生源による障害信号を上記の生データから計算によって取り除く。続いて方法ステップ72では、個体のばらつきに起因する測定信号の第1の補正を行う。このためにはメーカ側で基準測定によって求めた装置個別のシステムパラメタ、すなわち相応する補正係数を考慮し、この測定信号を上記のように線形に変換する。方法ステップ74では、例えば温度または経年変化作用などの装置内部のドリフト作用の補正が行われる。測定信号M()に対する相応の補正関数を求めるため、方法ステップ74では、メーカで所定のインピーダンスで行われこの装置に記憶された基準測定値と、方法ステップ64による目下の基準測定の結果との間で比較が行われる。このように処理された測定信号M*()に対し、方法ステップ76において、閉じ込め媒質の信号成分と、閉じ込められている物体に起因する信号成分とを上記のように分離する。この装置に記憶された基準材料に対する特性量と、閉じ込められた媒質の組成に対する相応の数学モデルとを介して、基準値を用いた補間によって、測定された壁材料が決定される。殊に、測定された壁材料ないしは閉じ込め媒質には、測定信号をさらに評価するために必要な誘電率に対応付けられる。

20

【0089】

閉じ込め媒質から出発してないしは閉じ込められた物体から出発して検出信号を信号成分に分離した後、閉じ込められている物体の正確な位置を決定するため、ステップ78において、容量式センサ装置に対するジオメトリファクタを考慮する。このジオメトリファクタにより、例えば、容量式センサ装置の方向特性における、製造に起因するジオメトリ上の偏差が考慮される。これらの装置の個別の違いは、線形の補正関数によって考慮することができ、また実際の測定信号から計算によって取り除くことができる。メーカ側で調整した物体検出に対する閾値を考慮して、方法ステップ80では信号処理によって、物体が探知されたか否かの判定がなされる。この判定がイエスの場合、引き続いて物体のサイズ、測定装置に対するその相対位置ならびに閉じ込められている物体の物体深さが、測定量M*()の位相および大きさを上記のように評価することによって決定される。殊に壁に閉じ込められている物体の深さは、測定量M*()の位相ならびに方法ステップ76で求めた包囲材料の誘電率から決定される。

30

40

【0090】

方法ステップ82では、得られた測定結果がグラフィックに測定装置のディスプレイに表示される。これに加えて、この測定装置の目下の位置に対する、探知した物体の位置と、物体サイズと、物体の深さとがシンボリックな表示でこの測定装置の表示装置に再現して、ユーザが調査した壁の断面図を得られるようにする。

【0091】

殊にこの測定装置のディスプレイに、許容される開孔深さを例えば同様にグラフィックに表示することができる。ここでこの開孔深さは、開孔過程時に、探知した物体に当たることなく可能な深さである。測定装置のディスプレイへの測定結果の表示はリアルタイム

50

に行われるため、測定装置がまだ壁の一部を移動している間に、探知された物体が短い遅延時間だけで本発明の測定装置のスクリーンに表示される。

【 0 0 9 2 】

本発明の方法ならびに相応する本発明の装置は、上記の説明および図面に示した実施例には制限されない。

【 0 0 9 3 】

図 4 および 5 の参照符号一覧

【 0 0 9 4 】

【 表 1 】

9 0	較正時のユーザガイド	10
9 2	基準測定に基づくシステムパラメタの決定ならびに個体のばらつきを計算によって取り除くための係数の計算	
9 4	装置をさまざまな下地材料に較正する 入力信号：空気測定、Ytongコンクリートブロック測定、コンクリート測定、金属測定； 出力パラメタ： α 、 β 、補間パラメタ	
9 6	センサのジオメトリファクタの決定；入力パラメタ：コンクリート内金属ロッドの測定	
9 8	物体検出に対する閾値を求める	20
100	求めた調整を記憶装置に格納	
6 0	装置のスイッチオンないしはスイッチオフ	
6 2	バッテリー状態のチェック；入力パラメタ：温度、バッテリー電圧、内部抵抗	
6 4	基準測定、EMV障害の測定	
6 6	壁コンタクトチェック；入力パラメタ：距離センサ1、距離センサ2、測定データ	30
6 8	フロントエンドから生データを得る	
7 0	外部の障害発生源を考慮する	
7 2	フロントエンド一個体のばらつきの補正；入力パラメタ：システムパラメタ	
7 4	温度および経年変化作用を補正；入力パラメタ：メーカーでの基準測定、新たな基準測定	
7 6	壁表面の信号と、壁に閉じ込まれた物体の信号とを分離、壁材料の決定； 入力パラメタ：パラメタ、補間ベクトル；出力パラメタ：壁材料、ユーザガイド	40
7 8	センサのジオメトリファクタを考慮	
8 0	決定 物体 イエス／ノー、物体サイズと物体の深さの決定； 入力パラメタ：閾値、壁材料	
8 2	結果の表示、入力パラメタ：表示の深さの制限	

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 5 】

【 図 1 】 本発明の方法の基礎となる測定状況の概略図である。

【 0 0 9 6 】

【 図 2 】 本 発 明 の 方 法 に し た が っ た イ ン ピ ー ダ ン ス 測 定 部 の ブ ロ ッ ク 図 である。

【 0 0 9 7 】

【 図 3 】 評 価 さ れ た 測 定 信 号 M () の 温 度 依 存 性 を 示 す グ ラ フ である。

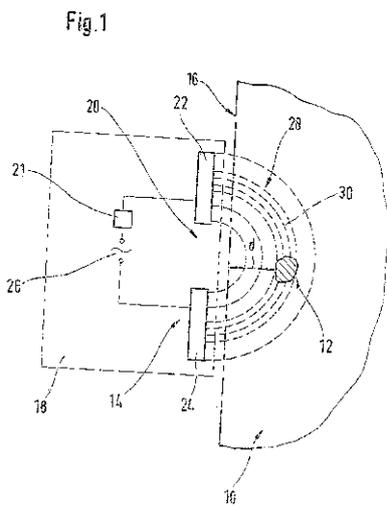
【 0 0 9 8 】

【 図 4 】 基 準 値 を 取 り 入 れ る 方 法 の ス テ ッ プ を 表 す フ ロ ー チ ャ ー ト である。

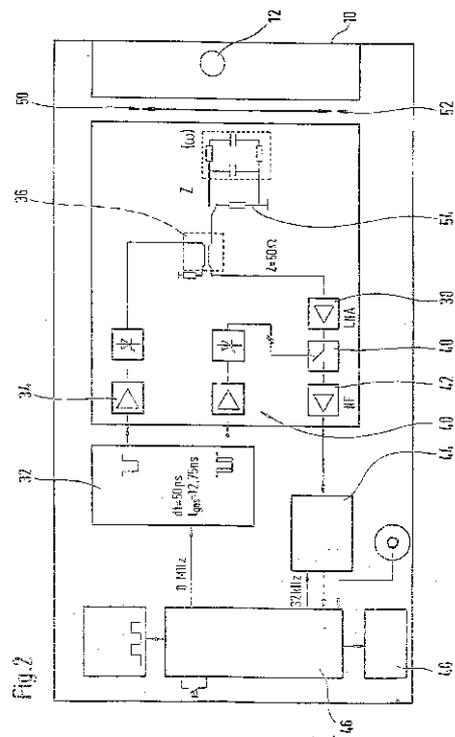
【 0 0 9 9 】

【 図 5 】 本 発 明 の 方 法 の ス テ ッ プ を 表 す フ ロ ー チ ャ ー ト である。

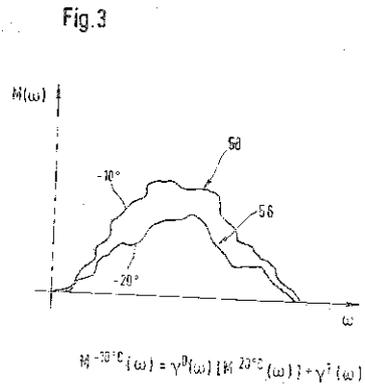
【 図 1 】



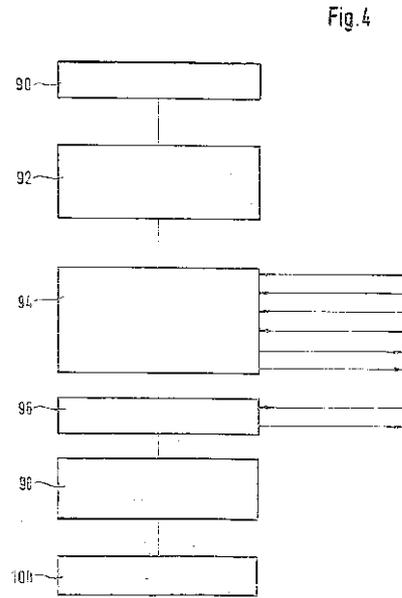
【 図 2 】



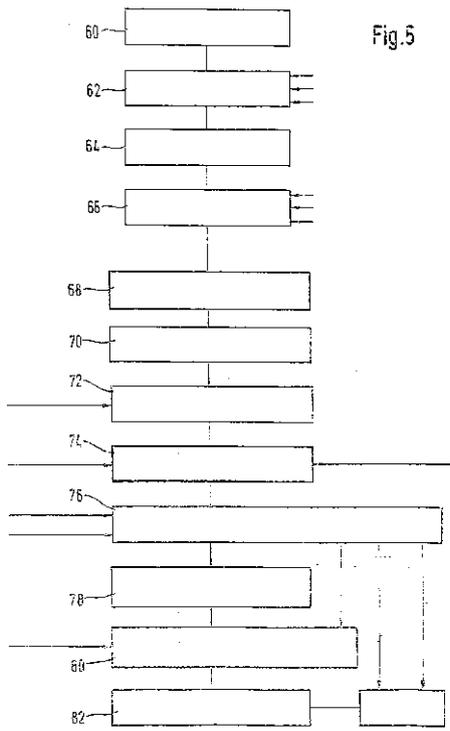
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/DE 03/00354
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G01V3/08		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G01V		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 30921 A (SCHLICKER DARRELL E ;ZAHN MARKUS (US); GOLDFINE NEIL J (US); RYAN) 16 July 1998 (1998-07-16) page 21, line 10 - line 20 page 22, line 16 -page 23, line 15 page 23, line 32 -page 24, line 2 figure 10A	1-5,8,9
A	EP 0 438 159 A (DU PONT) 24 July 1991 (1991-07-24) column 4, line 12 - line 29 column 6, line 43 -column 7, line 15 claim 1; figure 1	1-9
A	SU 563 494 A (DO NI PK I AVTOM GORNYKH MASH) 30 June 1977 (1977-06-30) abstract	1,8
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 July 2003		Date of mailing of the international search report 30/07/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Schneiderbauer, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/JP 03/00354

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 94 04932 A (ZIRCON CORP) 3 March 1994 (1994-03-03) cited in the application page 2, line 24 -page 3, line 2; claim 1 -----	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

in on patent family members

International application No
PCT/DE 03/00354

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 9830921	A	16-07-1998	AU 6532898 A	03-08-1998
			EP 0954760 A2	10-11-1999
			JP 2001508178 T	19-06-2001
			US 6144206 A	07-11-2000
			WO 9830921 A2	16-07-1998
			US 2003080744 A1	01-05-2003
			US 6486673 B1	26-11-2002
EP 0438159	A	24-07-1991	US 5012683 A	07-05-1991
			CA 2034548 A1	19-07-1991
			DE 69103777 D1	13-10-1994
			DE 69103777 T2	02-02-1995
			EP 0438159 A1	24-07-1991
			JP 4218726 A	10-08-1992
SU 563494	A	30-06-1977	SU 563494 A1	30-06-1977
WO 9404932	A	03-03-1994	US 5352974 A	04-10-1994
			CA 2141553 A1	03-03-1994
			EP 0657032 A1	14-06-1995
			JP 8500443 T	16-01-1996
			WO 9404932 A1	03-03-1994
			US 5619128 A	08-04-1997
			US 6023159 A	08-02-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internatlg	Aktenzeichen
PCT/DE	03/00354

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G01V3/08		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G01V		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98 30921 A (SCHLICKER DARRELL E ;ZAHN MARKUS (US); GOLDFINE NEIL J (US); RYAN) 16. Juli 1998 (1998-07-16) Seite 21, Zeile 10 - Zeile 20 Seite 22, Zeile 16 -Seite 23, Zeile 15 Seite 23, Zeile 32 -Seite 24, Zeile 2 Abbildung 10A	1-5,8,9
A	EP 0 438 159 A (DU PONT) 24. Juli 1991 (1991-07-24) Spalte 4, Zeile 12 - Zeile 29 Spalte 6, Zeile 43 -Spalte 7, Zeile 15 Anspruch 1; Abbildung 1	1-9
A	SU 563 494 A (DO NI PK I AVTOM GORNYKH MASH) 30. Juni 1977 (1977-06-30) Zusammenfassung	1,8

	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Juli 2003		30/07/2003
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Schneiderbauer, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internati Aktenzeichen
PCT/DE 03/00354

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 94 04932 A (ZIRCON CORP) 3. März 1994 (1994-03-03) in der Anmeldung erwähnt Seite 2, Zeile 24 -Seite 3, Zeile 2; Anspruch 1 -----	1,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen

in derselben Patentfamilie gehören

Internationale Patentnummer

PCT/DE 03/00354

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9830921 A	16-07-1998	AU 6532898 A	03-08-1998
		EP 0954760 A2	10-11-1999
		JP 2001508178 T	19-06-2001
		US 6144206 A	07-11-2000
		WO 9830921 A2	16-07-1998
		US 2003080744 A1	01-05-2003
		US 6486673 B1	26-11-2002
EP 0438159 A	24-07-1991	US 5012683 A	07-05-1991
		CA 2034548 A1	19-07-1991
		DE 69103777 D1	13-10-1994
		DE 69103777 T2	02-02-1995
		EP 0438159 A1	24-07-1991
		JP 4218726 A	10-08-1992
SU 563494 A	30-06-1977	SU 563494 A1	30-06-1977
WO 9404932 A	03-03-1994	US 5352974 A	04-10-1994
		CA 2141553 A1	03-03-1994
		EP 0657032 A1	14-06-1995
		JP 8500443 T	16-01-1996
		WO 9404932 A1	03-03-1994
		US 5619128 A	08-04-1997
		US 6023159 A	08-02-2000

フロントページの続き

(72)発明者 シュテファン クラウス
ドイツ連邦共和国 ラインフェルデン - エヒターディンゲン シェーンアイヒャー シュトレース
レ 1

(72)発明者 ウーヴェ シュクルテティ - ベッツ
ドイツ連邦共和国 ラインフェルデン - エヒターディンゲン ゲラーニエンシュトラッセ 2 1

(72)発明者 ビョルン ハーゼ
ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト ケルナーシュトラッセ 2 2アー

(72)発明者 ウリ ホフマン
ドイツ連邦共和国 ニーフェルン - エシエルブロン イム タール 3 1

Fターム(参考) 2F063 AA02 AA03 AA04 AA15 BB05 BB08 BC02 BC08 CA34 CB01
CB03 CC10 DA01 DA05 DD02 HA03 KA01 KA04 LA01 LA04
LA09 LA16 LA18 LA19 LA22 LA29