

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5124560号
(P5124560)

(45) 発行日 平成25年1月23日(2013.1.23)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 B 7/00 (2006.01)

G O 1 B 7/00 1 O 1 M

請求項の数 14 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-503432 (P2009-503432)	(73) 特許権者	501116608
(86) (22) 出願日	平成19年1月24日(2007.1.24)		ライカ ジオシステムズ アクチェンゲゼ
(65) 公表番号	特表2009-532684 (P2009-532684A)		ルシャフト
(43) 公表日	平成21年9月10日(2009.9.10)		Leica Geosystems AG
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/000574		スイス国 ヘールブルグ シーエイチー 9
(87) 国際公開番号	W02007/112798		435 ヘインリッヒ・ウィルドーシュト
(87) 国際公開日	平成19年10月11日(2007.10.11)		ラッセ
審査請求日	平成21年10月15日(2009.10.15)		Heinrich-Wild-Stras
(31) 優先権主張番号	06112302.2		se, CH-9435 Heerbru
(32) 優先日	平成18年4月6日(2006.4.6)		gg, Switzerland
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手持ち式位置決め装置の較正方法と較正装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁場を生成するラインを位置決めするための手持ち式位置決め装置用の較正方法であって、

前記位置決め装置(7)は、少なくとも1つの第一アンテナ(5)および第二アンテナ(5a)を有しており、

当該のアンテナ(5, 5a)は、互いに離れて固定間隔で配置されており、

較正装置は、

少なくとも

- 第一のコイル対を有する第一コイル構成体(1a)と、

- 第二のコイル対を有する第二コイル構成体(1a')とを有しており、当該のコイル構成体(1a, 1a')は、前記のアンテナ(5, 5a)に相応した固定間隔で配置されており、

前記の較正方法は、

第一コイル構成体(1a)の第一交番磁場と、第二コイル構成体(1a')の第二交番磁場とを、前記の磁場の強度についての指定可能な比率で形成するステップを有しており、ここで当該の磁場はそれぞれ、前記の各コイル対のコイル間に定められた測定範囲(2', 2a')内で均一であり、かつラインと位置決め装置(7)との距離を表す距離パラメータには、前記の指定可能な比が相関付けされており、

さらに

前記測定範囲（２'，２a'）に配置される前記アンテナ（５，５a）によって磁場を検出するステップと、

当該の検出した磁場の強度について実際の比率を導出するステップと、

前記の距離パラメータと、当該の実際の比率とを関連させて校正設定値とし、当該の校正設定値を用いて前記の位置決め装置（７）を校正するステップとを、順次実行することを特徴とする、

方法。

【請求項２】

前記校正設定値を前記位置決め装置（７）のソフトウェアに入力することを特徴とする、

10

請求項１に記載の手持ち式位置決め装置の校正方法。

【請求項３】

前記磁場を検出するステップが、前記位置決め装置（７）における前記第一アンテナ（５）と第二アンテナ（５a）による磁場の強度測定を含んでいることを特徴とする、

請求項１又は２に記載の手持ち式位置決め装置の校正方法。

【請求項４】

前記指定可能な比率が、指定可能な個数の離散的な比率の中から選択されたものであることを特徴とする、

請求項１ないし３のいずれか１項に記載の手持ち式位置決め装置の校正方法。

【請求項５】

20

前記の指定可能な個数の離散的な比率には、１：１、１：１．２、１：１．２４、１：１．３１、１：１．４４及び１：１．７３のうちの少なくとも一つが含まれることを特徴とする、

請求項４に記載の手持ち式位置決め装置の校正方法。

【請求項６】

少なくとも一つの周波数の電磁信号によって磁場が生成されることを特徴とする、

請求項１ないし５のいずれか１項に記載の手持ち式位置決め装置の校正方法。

【請求項７】

前記指定可能な比及び／又は周波数を各繰り返しにおいて変化させながら、少なくとも２回校正を繰り返すことを特徴とする、

30

請求項６に記載の手持ち式位置決め装置の校正方法。

【請求項８】

磁場を生成するラインの位置を決めるための手持ち式位置決め装置（７）の校正装置であって、

該校正装置は、少なくとも

- コイル間に定められた第一測定範囲（２'）を有する第一のコイル対を有する第一コイル構成体（１a）と、

- コイル間に定められた第二測定範囲（２a'）を有する第二のコイル対を有する第二コイル構成体（１a'）とを有しており、ここでは

電磁信号により、

40

- 前記の第一測定範囲（２'）に実質的に均一な第一交番磁場と、

- 前記の電磁場の強度を基準にして指定可能な比で前記の第二測定範囲（２a'）に実質的に均一な第二交番磁場とを形成することができ、

当該の指定可能な比は、前記のラインと位置決め装置（７）との間の距離を表す距離パラメータと相関付けられ、

前記の磁場を検出するため、前記の測定範囲（２'，２a'）に位置決め装置のアンテナ（５，５a）が位置決めされ、

前記の校正装置はさらに

・ 前記の信号を供給する信号発生器（３，３'）とを有している、校正装置において、前記のコイル構成体（１a，１a'）は、距離を離されて配置されており、前記の磁場

50

は、前記の測定範囲（２'，２a'）において前記の位置決め装置（７）の少なくとも２つのアンテナ（５，５a）によって同時に検出され、

当該のアンテナ（５，５a）は、前記のコイル構成体の距離に等しい固定の距離だけ離されて配置されており、

前記の磁場の強度について実際の比率が導出されることを特徴とする、磁場を生成するラインの位置を決めるための校正装置。

【請求項 9】

各コイル対の巻き線が同一方向であることを特徴とする、
請求項 8 に記載の手持ち式位置決め装置の校正装置。

【請求項 10】

前記コイル構成体が、それぞれ 2 対又は 3 対のヘルムホルツコイルからなるコイル対を有していることを特徴とする、

請求項 8 又は 9 に記載の手持ち式位置決め装置の校正装置。

【請求項 11】

前記信号がサイン波信号であることを特徴とする、

請求項 8 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の手持ち式位置決め装置の校正装置。

【請求項 12】

前記校正装置は、選択的に又は順次に供給される指定可能な比率を供給するためのスイッチング電子装置（４，４'，４''）を有していることを特徴とする、

請求項 8 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の手持ち式位置決め装置の校正装置。

【請求項 13】

前記校正装置は、前記位置決め装置（７）へのデータリンクのためのデータインタフェースを有しており、

当該のデータインタフェースを介して少なくとも前記距離パラメータが通信されることを特徴とする、

請求項 8 ないし 12 のいずれか 1 項に記載の手持ち式位置決め装置の校正装置。

【請求項 14】

前記第一コイル構成体（１a）が第一コイル支持部材（８）を有し、

前記第二コイル構成体（１a'）が第二コイル支持部材（８a）を有し、

当該コイル支持部材がそれぞれ前記位置決め装置（７）及び／又は前記アンテナ（５、
5 a）を挿入するための開口部を有し、

前記開口部が前記アンテナの軸方向に平行に延在していることを特徴とする、

請求項 8 ないし 13 のいずれか 1 項に記載の手持ち式位置決め装置の校正装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項 1 に係る手持ち式位置決め装置の校正方法と、請求項 8 の上位概念に係る手持ち式位置決め装置の校正装置とに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば高電圧や低電圧ケーブルや、通信ケーブルや送水管のような地下にある供給ラインは、そのラインの時間変化する磁場に基づいて場所の確認がしばしば可能となる。この磁場は、例えば交流を流す高電圧又は低電圧ケーブルのそのラインを通して流れる電流の結果として生じる。あるいは、磁場はそのラインに印加される電磁信号によって生成されるか、又はラインでの反射によって生じる。印加は、導電性供給ラインに直接印加されるか、又はそのラインにおける磁場の誘導によって行われる。導電性供給ラインの交番磁場も、例えばラジオ送信機からのラジオ信号といった遠隔送信機からの信号によって誘導可能である。磁場は、ライン上の又はライン内の送信機からも放射される。例えば、土管やプラスチック管といった非導電性供給ラインにおいて、導体が差し込まれるか又は供給ラインの隣に横たえられて、交流電流が与えられる。ラインは、例えば受信アンテナのよう

10

20

30

40

50

な磁場を測定するための一つ以上の測定手段を有する位置決め装置に基づいて位置決めされる。

【0003】

磁場の強度は、ソース即ちライン又は送信機の測定位置からの距離を測定するものさしである。電流が流れる直線導体に対して、磁場の強さは、距離 d に反比例して減少し、 $B \sim k / d$ 、そして磁気双極子場の場合、距離 d の 3 乗に反比例して $B \sim k / d^3$ 、ここで、 k は比例定数であり、 B は磁場の大きさを表わす。

【0004】

位置決め装置又はそのアンテナから供給ラインまでの距離を測定するために、また比例定数 k が不明のままに供給ラインの深さを測定するために、従来の位置決め装置は、参照面としての大地の理想表面と垂直な方向に固定間隔で配置された同一形状のアンテナを有している。このように隔離したアンテナによって、ラインの磁場を、垂直方向に離れた二つの測定点（即ち、ラインからの 2 つの距離）で測定可能である。測定した磁場の比は、比例定数が消去されるように計算可能である。これで、測定した磁場と、アンテナ間の既知の相対的な距離とから、ラインまでの距離を求めることができる。

【0005】

アンテナの経年劣化とドリフト作用が供給ラインの深さ測定を不正確にし、その結果一定の環境下で大きなダメージが生じるので、このような隔離した二つのアンテナを有する位置決め装置は、周期的に校正する必要がある。

【0006】

この位置決め装置の校正は、通常一對のヘルムホルツコイルを用いて行われ、その測定範囲において、例えばコイル電流による、定義された方法で、強度と方向に関して既知の様な、調整可能な、可変の磁場が、コイル間に存在することが知られている。位置決め装置のアンテナは、それぞれ又は大きな測定範囲の場合は同時に、測定範囲に位置決めされ、設定された磁場に対して校正される。

【0007】

作業割り当ての間に、位置決め装置を用いて供給ラインまでの距離が測定されるので、距離測定に関して位置決め装置を校正できることは都合が良い。距離測定に関して位置決め装置を校正することで、隔離されたアンテナの配置から生じる不正確さを除去することがとりわけ可能である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従って本発明の目的は、距離測定に関し、一定距離離れた少なくとも二つのアンテナを有する位置決め装置を校正するための校正方法を提供することである。別の目的は、距離測定に関し、位置決め装置を校正するための校正装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

これらの目的は、請求項 1 と請求項 8 に記載された構成又は従属請求項に記載された構成によって達成される。

【0010】

本発明に係る校正方法は、磁場の強さについて指定可能な比率で既知の交番磁場を生成することに基づいている。また、磁場は校正すべき位置決め装置のアンテナの隔離された配置に対応した距離だけ離れた測定位置において生成される。このため、磁場の比率に関し、実験室条件下で、固定距離離れたアンテナを校正することが可能である。

【0011】

磁場は、その大きさに関し、離散的に指定される比率で生成される。第一測定位置又は測定範囲において第一磁場を生成し、第一磁場より弱い第二磁場を第二測定位置において生成し、さらにオプションとして第一と第二磁場より弱い追加の磁場を追加の測定位置において生成することによって、2 以上の距離に対する供給ラインの磁場のシミュレーション

10

20

30

40

50

ンをすることができる。

【 0 0 1 2 】

供給ラインからの距離の増加に伴って、供給ラインの磁場の強度が減少する。複数のアンテナを有する手持ち式位置決め装置は、アンテナが供給ラインからの第一の距離、第二の距離とオプションで追加の距離を推定するように作動位置に保持される。従ってアンテナは、理想的な地表面から垂直方向に沿って位置決め装置の作動位置に対して距離を離して配置されるのである。ラインから最も遠いアンテナが、最も弱い磁場を測定する。

【 0 0 1 3 】

本発明に係る方法では、このような状況は人為的に生み出される。したがって強度の異なる二つ以上の磁場の測定は、単一の磁場を二つ以上の異なる距離に対して測定することに相応する。磁場の比率と、上記の複数の測定位置の既知の相対的距離とから、上述のように、測定位置までの距離、又は測定位置に対して既知の基準点までの距離求めることが可能である。

10

【 0 0 1 4 】

本発明に係る較正方法は、理論的に又は実験的に特定した距離対磁場の比の関係を用いている。この関係が示しているのは、送信機の既知の磁場に対し、この送信機までの距離に磁場の比率を割り当てることである。この割り当ては、例えば数値表に保存するか、又は曲線から読み取ることができる。従って、定義された強度比における強度を除いて同一の既知の磁場の確立は、真の距離パラメータの確立であるとみなすことができる。従って、比率は、真の距離にあるラインに対する真の距離のパラメータを示す。

20

【 0 0 1 5 】

上記の交番磁場は、測定範囲に位置決めされた、較正すべき位置決め装置のアンテナによって測定される。磁場の大きさの比率は、測定によって求めることができる。位置決め装置の初期の較正において、上記の真の距離パラメータは、例えば位置決め装置のソフトウェアに入力することによって、測定した実際の比率に関連付けられる。

【 0 0 1 6 】

位置決め装置の再較正は、類似の方法によって行うことができる。択一的には、再較正時に、（上記の磁場と、上記の位置決め装置に記憶された距離の大きさとの比から得られ）上記の位置決め装置によって測定値と関連付けられかつこの再構成における見かけ上の距離パラメータは、上記の真の距離パラメータと比較することができる。真の距離パラメータと、見かけ上の距離パラメータとの間に偏差がある場合に、見かけ上の距離のパラメータは、較正設定値として真の距離のパラメータに置き換えられ、又は補正值が比較結果からの較正設定値として求められる。この補正值によって、見かけ上の距離のパラメータが補正される。距離のパラメータは、スカラー値又はベクトルのパラメータである。

30

【 0 0 1 7 】

本発明に係る較正方法は有利には、例えば、指定可能な数量の離散的な比率から取り出した複数の離散的な比率によって、すなわち、複数の距離パラメータのとびとびの数に対して実行することができる。その数は、例えば、位置決め装置の測定範囲にわたって離散的ステップにおいて分布することができる。離散的パラメータ間にあるパラメータは、例えば補完法によって求めることができる。上記の離散的パラメータは、位置決め装置の測定範囲にわたって、等距離的に分配することができる。しかしながら、位置決め装置の測定範囲の一部において、より大きな数の較正設定値を求めることも可能である。ここで測定範囲の一部とは、例えば測定の不正確さに関して決定的であるか又は通常の供給ラインの標準的な深さに関して関連性のあるものである。

40

【 0 0 1 8 】

さらに較正は、離散的な数の異なる周波数に対して行うことができる。これらの周波数は、地下の供給ラインの標準的磁場に合わせて選択可能である。このような周波数は、例えばパワーケーブルの 5 0 Hz から 6 0 Hz の周波数又は 1 5 k Hz から 3 0 k Hz の無線周波数である。

【 0 0 1 9 】

50

複数の周波数を検出可能な位置決め装置に対し、上記の較正方法は有利には複数の周波数に対して繰り返される。これに加えて又は択一的に、異なる磁場比率に対する繰り返しが予測できる。例えば、上述のように指定可能な又は指定された量の複数の比率を通して実行し、比率を選択することも可能である。

【 0 0 2 0 】

選択的な複数の周波数を用いるかまたは一連の周波数を実行し、比率を選択するか又は連続的に設定することは、適切な制御によって自動化することができる。位置決め装置の較正も、自動化することができる。

【 0 0 2 1 】

位置決め装置を較正するために、本発明に係る較正装置がさらに提供される。隔離された2本のアンテナを有する位置決め装置に対して、較正装置は一樣な交番磁場を生成するために二つのコイル構成体を有する。3本以上のアンテナを有する位置決め装置に対しては、較正装置は3個以上のコイルを有する。これらのコイル構成体による複数の磁場は、上述のように、軸方向に沿って一つの測定位置がもう一つの測定位置の上にある二つの測定位置において、地下のラインの1つの交番磁場を表すように生成される。ラインの磁場の大きさは、ラインからの距離が大きくなるにつれて小さくなり、ラインを特徴付ける磁場は、その大きさにおいて異なる。

【 0 0 2 2 】

上記のコイル構成体は、アンテナの間隔に対応する距離で軸に沿って配置される。有利には、コイル構成体の軸方向距離は、アンテナの間隔に等しい。アンテナは、コイル構造における測定範囲内に位置決めすることができ、例えば、その中心に置く事ができる。アンテナの位置決めは、コイル構成体のコイルの支持部材又はフレームによって行われ、支持部材又はフレームは、例えば位置決め装置又はアンテナを通すための開口部を有する。開口部は位置決め装置及び/又はアンテナの大きさに適合している。一軸のアンテナを較正するために、開口部は例えばアンテナの軸方向に拡張して、アンテナが支持部材又はフレームに通されて、測定範囲で位置決めされるようになっている。好ましくは、コイル構成体は同一形状で同一方向に形成される。

【 0 0 2 3 】

コイル構成体は、較正すべきアンテナの種類に従って形成される。磁場の大きさだけを測定するアンテナに対して、コイル構成体は一对のコイルを備える。ヘルムホルツコイル対を用いれば、強度と方向に関して一樣な磁場が、公知のように生成可能である。

【 0 0 2 4 】

多軸型のアンテナに対して、例えばヘルムホルツコイルの対からなる4又は6つのコイル対を有するコイル構成体を設計することができる。その結果として、磁場は空間において2方向又は3方向に生成され、アンテナによって空間の複数の方向で検出可能となる。従って、供給ラインまでの距離のみならず、方向ベクトルも測定する位置決め装置の較正も可能となる。隔離して配置された二本のアンテナを有する位置決め装置は、例えば本出願人ヘルブルグにあるライカジオシステムズの「デジキャット」である。隔離した2本以上のアンテナを有する位置決め装置は、E P 0 7 5 8 4 5 7に記載されている。

【 0 0 2 5 】

それぞれのアンテナの間隔に対応させたコイル構成体を直線的に配置することによって、第一の構成体、第二の構成体と、オプションで追加されるコイル構成体において、第一の交番磁場、第二の交番磁場と、オプションで追加される交番磁場を提供することが可能であり、これらの交番磁場は同時に、異なる強度で、生成可能であって、同時に、固定距離だけ離れて設けられた、第一のアンテナによって第一の磁場を、第二のアンテナによって第二の磁場を、オプションで追加されるアンテナによって追加の磁場を検出することが可能である。さらに磁場は、それぞれの磁場の強度の差異が、磁場のそれぞれの相対的距離と対応するように生成されているので、単一磁場は適切な距離だけ離れた2以上の測定位置でシミュレートされ、アンテナによる測定は、2以上の距離に対する所定の磁場の測定に対応している。

【 0 0 2 6 】

所定の方法で設定される上記の磁場は、その強度が、較正すべき位置決め装置の検出対象物の典型的な深さ値に相応する比で形成されるため、この位置決め装置は、本発明による較正装置によって深さ値を較正することができる。

【 0 0 2 7 】

時間変化する交番磁場を所定のように生成するため、時間変化するコイル電流を生成する所定の電磁信号が、信号発生器によって提供される。上述のライン又は送信機の一つの信号の形状を特徴付けるために、この信号は例えばサイン波である。もし交流電圧がそれぞれのコイル構成体のコイルに印加される場合、コイルに電流の流れが生成され、その電流の流れが交番磁場を生成する。時間変化する磁場が、アンテナの、例えばコイルのような導電体の両端に電圧を誘導し、誘導されたこの電圧は、この磁場の大きさとアンテナのパラメータに依存する。アンテナの較正において、アンテナのパラメータは較正から排除される。

10

【 0 0 2 8 】

上記の信号は、周波数と振幅からなる信号パラメータで定義される。信号パラメータの設定又は選択は、例えば周波数制御又は電圧制御型信号発生器によって、手動で又は自動で行われる。また、信号発生器は、離散的に指定可能な離散的比率である量をコイル構成体の磁場に提供するスイッチング電子装置を有することができる。位置決め装置を較正するために、選択された比率が設定されるか、又は指定した比率のシーケンスが実行される。信号発生器に集積化されたスイッチング電子装置を用いて、較正は信号発生器によって制御可能である。もし信号発生器がさらに位置決め装置とのデータリンクのためのデータインタフェースを有するなら、較正プロセス全体は信号発生器によって自動化して実行可能である。

20

【 0 0 2 9 】

しかしながら、所定の磁場比率を生成するためのスイッチング電子装置は、例えば信号発生器とコイル構成体の間に接続される外部コンポーネントとしても提供可能である。スイッチング電子装置は、手動で操作可能である。スイッチング電子装置は、データ処理ユニットによってインタフェースを通じて自動操作されるように設計することもできる。較正設定値を位置決め装置に伝達するために、また選択的に信号発生器を制御するために、データ処理ユニットを設けて付加的または択一的に設計することができる。データ処理ユニットによるアンテナ出力のタッピングや処理も実行可能であり、アンテナ出力は選択的に、異なる値として又は見かけ上の距離パラメータとして直接タップされる。

30

【 0 0 3 0 】

本発明の明細書において、本発明に係る較正方法によって較正される位置決め装置の測定手段および本発明に係る較正装置の測定手段（磁場検出）は、アンテナである。もちろん、例えば磁気探知機又はホールセンサといった代替的な磁場検出器を有する位置決め装置も、較正可能である。上記の較正方法と較正装置は、供給ラインの検出のための位置決め装置のみならず、交番磁場の発生する地下や手を触れることのできない対象物の検出のための手持ち式位置決め装置に対しても適していることは明らかである。

【 発明を実施するための最良の形態 】

40

【 0 0 3 1 】

図 1 に、位置決め装置 7 に対する本発明に係る較正方法を説明するための図を示す。この位置決め装置 7 は、位置決め装置 7 のハウジング 6 に既知の軸方向間隔 2' だけ離れて設けられた第一アンテナ 5 と第二アンテナ 5 a を有している。本発明によれば、強度と方向が既知の均質な磁場が、アンテナ 5、5 a の軸方向間隔 2' に相当する軸方向間隔 1' だけ離れた第一測定範囲 2 と第二測定範囲 2 a のそれぞれにおいて発生する。矢印は、磁場の方向を示している。磁場は、アンテナ 5、5 a が信号を受信可能な方向に発生している。図示の構成において、第一アンテナ 5 は、軸 a 1 に平行な磁場成分を測定可能であり、第二アンテナ 5 a は、軸 a 2 に平行な磁場成分を測定可能である。アンテナ 5、5 a は、コイル状であってもよく、その中心は同じ軸上にある。また、アンテナ 5、5 a は有利

50

には複数の周波数帯に対して形成される。

【 0 0 3 2 】

図 2 A に、本発明に係る較正装置の第一実施例を示す。この較正装置は、第一コイル構成体 1 a と第二コイル構成体 1 a ' を有し、これらのコイル構成体は、ヘルムホルツコイルの非理想的な対の形状であって、同じ方向に巻かれた巻き線を有することができる。位置決め装置 7 の第一アンテナが第一コイル構成体 1 a の第一測定範囲 2 ' に位置することが可能で、同時に、位置決め装置 7 の第二アンテナが第二コイル構成体 1 a ' の第二測定範囲 2 a ' に位置することが可能であるように、第一と第二コイル構成体 1、1 a は、離して設けられている。各アンテナは、定義された距離だけ離されて位置決め装置 7 に設けられている。コイル対の各コイルは、第一円筒コイル支持部材 8 と第二円筒コイル支持部材 8 a 上に設けられ、どちらの支持部材も位置決め装置 7 を押し入れる細長い開口部を有している。どちらの開口部も、各測定リングに置かれたコイル対の中央に設けられている。開口部は、アンテナ軸の方向に細長くなっている。

10

【 0 0 3 3 】

較正装置はさらにコイル電流を生成するための信号発生器 3 を有する。コイル電流と既知のコイル形状とによって、ヘルムホルツコイル対の磁場は、強度と方向に関して定義された方法で設定可能である。交流電流をヘルムホルツコイル対に供給するために、一定の周波数と振幅を持ったサイン波信号が、信号発生器 3 に設定される。それぞれのコイル対のコイルの重複場が、ヘルムホルツコイル対内に実質的に均質な磁場を供給する。

【 0 0 3 4 】

20

信号発生器 3 の信号は、較正装置のスイッチング電子装置 4 へ、ケーブル 1 0 によって供給される。スイッチング電子装置 4 により、信号発生器 3 とヘルムホルツコイル対とが接続される。スイッチング電子装置 4 において、信号発生器 3 の信号は、第一コイル構成体 1 a に対する第一アンプの第一信号と、第二コイル構成体 1 a ' に対する第二アンプの第二信号とに分割される。従って、互いに対して可変に定められた交番磁場が、コイル構成体 1、1 a ' の測定範囲 2 '、2 a ' において生成可能である。

【 0 0 3 5 】

磁場の大きさは、位置決め装置 7 のアンテナによって測定される。アンテナ出力は、位置決め装置 7 上のインタフェースを介してタップすることができる。もし位置決め装置 7 が既に較正済みであって、較正装置によって再較正される場合に、アンテナ出力は、位置決め装置 7 のソフトウェアに保存される見かけ上の距離の値としてタップすることができる。この見かけ上の距離の値は、設定された磁場に基づいて確立された真の距離の値と比較することができ、選択的に補正又は置換することができる。

30

【 0 0 3 6 】

位置決め装置 7 の初期較正において、それぞれに設定された距離の値は、対応するアンテナ出力又はアンテナ出力から導出される差分値又は磁場比率と直接関係付けることができる。

【 0 0 3 7 】

図 2 B に、本発明に係る較正装置の第二実施例を示す。測定セットアップは、データ処理ユニットとしてコンピュータ 1 0 を使用すること以外は、図 1 のそれと対応している。較正プロセスは、コンピュータ 1 0 によって制御することができる。コンピュータ 1 0 は、適切なインタフェースを経由して、信号発生器 3 '、スイッチング電子装置 4 ' と位置決め装置 7 ' のそれぞれと通信する。コンピュータ 1 0 によって、信号発生器 3 ' は信号の周波数と振幅に関して制御可能であり、スイッチング電子装置 4 ' は、生成される磁場の比率に関して制御可能であり、位置決め装置 7 ' は、較正可能である。較正は、自動的に行われ、異なる信号周波数に対する、また、異なる磁場比率の各信号周波数に対する較正設定値は、位置決め装置 7 ' に送信される。

40

【 0 0 3 8 】

図 2 C には、本発明に係る較正装置の第三実施例の、3 つのアンテナを有する位置決め装置 7 ' ' のコイルの第一ペア 1 b と、第二ペア 1 b ' と、第三ペア 1 b ' ' とを示す。

50

例えば地球の地表面のような参照面に対して垂直方向に距離を離して配置された3つのアンテナにより、2つのアンテナの場合より非常に高い精度で対象物の深さを決定することができる。較正は、上記のようにスイッチング電子装置4' ' 'において信号発生器3' ' 'の信号を測定のために3つの信号に分割することにより、またそれぞれ指定可能な2つの磁場比を設定することによって行われる。

【0039】

図3の複数の部分図3A、3B、3Cには各アンテナに対するコイル構成体¹が示されており、各コイルは例示として部分図3D、3E、3Fに示されている。

【0040】

図3Aに示す1対のヘルムホルツコイルを備えた1軸コイル構成体^{1a}において、一対の coils の軸^aの方向に均質な磁場が生成される。この方向の磁場は、例えばコイル軸^a ' が一対の coils の軸と平行な、図3Dに示すコイル^{5c}を有する1軸アンテナによって測定可能であり、一方、アンテナは磁場に関して較正可能である。図3Eの第一コイル^{5d}とそれと垂直な第二コイル^{5d'}とを備えた2軸アンテナも、同様に図1Aから図3Aの1軸コイル構成体¹を用いて較正可能であり、まず第一コイル^{5d}を1軸コイル構成体^{1a}に位置させ、次にアンテナを90度回転させて、第二コイル^{5d'}を1軸コイル構成体^{1a}に位置させる。

10

【0041】

回転させずに図3Eの2軸コイルを較正するために、図3Bに示すような、2対の coils からなる2軸コイル構成体^{1d}を設定することができる。この2軸コイル構成体^{1d}によって、磁場は空間的に2方向に生成することができる。

20

【0042】

図3Dに示す3対の coils からなる3軸コイル構成体^{1e}は、空間的に全3方向に磁場を生成する。互いに直交する第一コイル^{5e}と第二コイル^{5e'}と第三コイル^{5e''}からなる図3Fの3軸コイルは、3軸コイル構成体^{1e}の測定範囲に位置させることができ、アンテナを回転することなく較正ができる。

【0043】

本発明に係る較正装置において、図3Aから3Cに示す各コイル構成体¹は、較正すべき位置決め装置に依存して用いることができる。

【0044】

30

図4と5に、本発明に係る較正装置のスイッチング電子装置4' ' 'の実施例を示す。このスイッチング電子装置4' ' 'は、ハウジング¹¹内に設けられた電子回路¹⁶を備える。電磁信号が2ピンプラグ¹³とBNCコネクタ¹⁴を通して回路¹⁶に供給される。

【0045】

図5の回路から明らかに、信号が2つの分離した回路に流れる。各回路には、一対の coils が備わっている。従って、信号は第一回路の第一コイル対に流れる第一信号と、第二回路の第二コイル対に流れる第二信号とに分割される。

【0046】

第一回路は固定されており、直列に接続した固定値抵抗¹⁵を有する。信号は、BNCコネクタ¹⁴から第一コイル対の第一コイル¹⁰⁰へ流れ、次に第一コイル¹⁰⁰を通して第一コイル対の第二コイル¹⁰¹へ流れる。この結果として、また同一形状に巻かれた coils 対の結果として、同じ coils 電流が第一コイル¹⁰⁰と第二コイル¹⁰¹に流れる。

40

【0047】

第二信号の強度は、異なる値の抵抗を用意することで、第二回路において可変になっている。抵抗の選択は、ロータリースイッチ¹²によって行われる。図示の回路において、第二回路には、それぞれ異なる信号強度を生成する6つの異なるポテンショメータ^{r1}、^{r2}、^{r3}、^{r4}、^{r5}、^{r6}がつながっている。信号は、第一回路の場合と同様に、 coils ^{100'}と^{101'}に流れる。

50

【 0 0 4 8 】

ポテンシオメータ $r_1 \sim r_6$ は、前もって行われる複数の測定から、第一コイル対の磁場の大きさと第二コイル対の磁場の大きさの定義された比率が生成されるように設定される。図示の実施例において、比率の設定は $1 : 1$ （即ち、二つの同一に正規化された磁場）と、 $1 : 1.2$ と、 $1 : 1.24$ と、 $1 : 1.31$ と、 $1 : 1.44$ と $1 : 1.73$ である。これらは、正規化 d_1 と、例えば供給ライン又は代替的な地下の対象物のような所定の送信機の距離 $d_2 = 2.4 \text{ m}$ と、 $d_3 = 2 \text{ m}$ と、 $d_4 = 1.5 \text{ m}$ と、 $d_5 = 1 \text{ m}$ とに対応している。割り当てられていない接続を割り当てることで、追加の比率を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 4 9 】

【図 1】較正方法を説明するための概要図である。

【図 2 A】本発明に係る較正装置の第一実施例である。

【図 2 B】本発明に係る較正装置の第二実施例である。

【図 2 C】本発明に係る較正装置の第三実施例である。

【図 3 A - 3 F】本発明に係る較正装置のコイル構造の実施例とアンテナの実施例である。

【図 4】本発明に係る較正装置のスイッチング電子装置の実施例である。

【図 5】図 4 のスイッチング電子装置の回路図である。

【図 1】

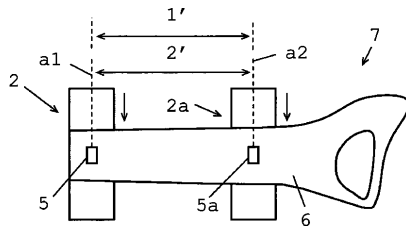


Fig. 1

【図 2 A】

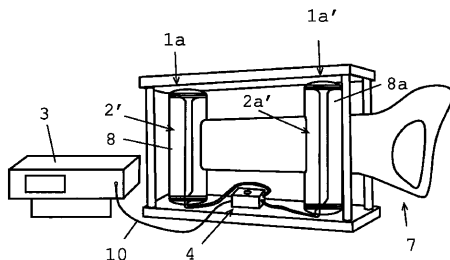


Fig. 2A

【図 2 B】

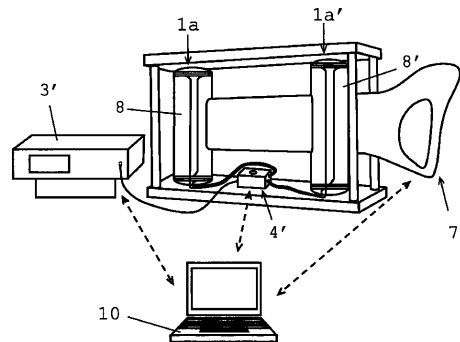


Fig. 2B

【図 2 C】

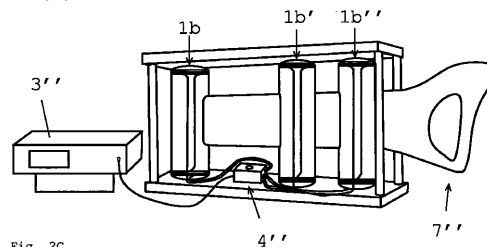


Fig. 2C

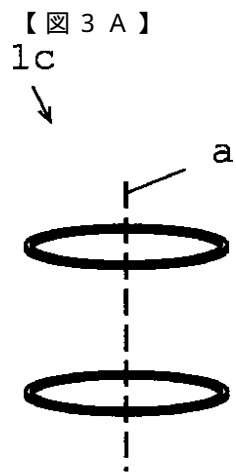


Fig. 3A

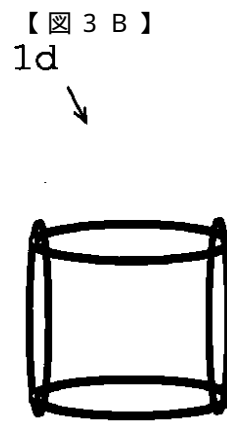


Fig. 3B

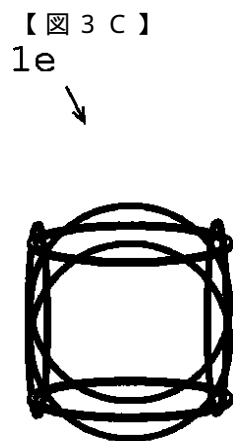


Fig. 3C

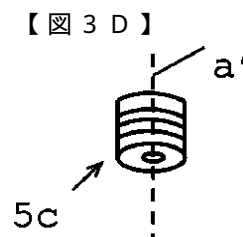


Fig. 3D

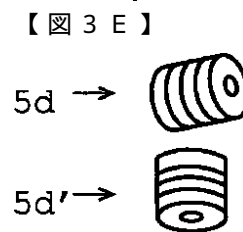


Fig. 3E

【図 3 F】

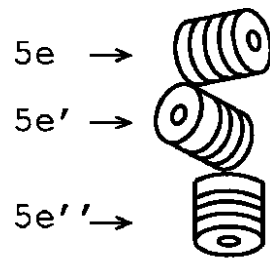


Fig. 3F

【図 4】

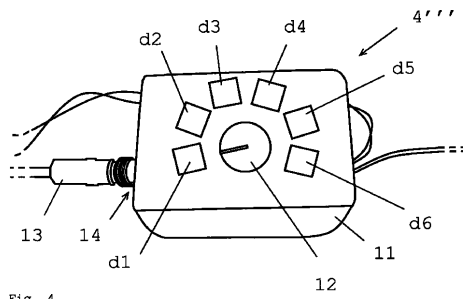


Fig. 4

【図 5】

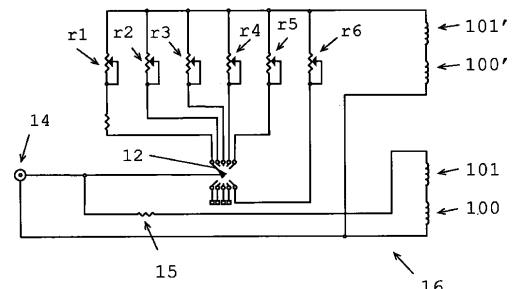


Fig. 5

フロントページの続き

- (74)代理人 100112793
弁理士 高橋 佳大
- (74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (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
- (72)発明者 ブランソン、シモン
イギリス国 スタッフォードシャー エスティー１０ ２エイ チズィー、ウィストン、バンク
ハウス

審査官 中川 康文

- (56)参考文献 特開平１１－０５２０３６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０５０１８０（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２８１１７０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－３５７４８１（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２６５６１１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１４６１４５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１４８５０２（ＪＰ，Ａ）
特表２０００－５０６２５９（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０９１６６３（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－００３９０６（ＪＰ，Ａ）
登録実用新案第３１１２４９０（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

G01B 7/00-7/34
G01C 1/00-1/14;5/00-15/14
G01N 27/72-27/90
G01R 33/00-33/26
G01V 1/00-99/00