

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3707345号
(P3707345)**

(45) 発行日 平成17年10月19日(2005.10.19)

(24) 登録日 平成17年8月12日(2005.8.12)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO 1 V 3/165

GO 1 V 3/165

GO 1 R 33/02

GO 1 R 33/02

L

GO 1 V 3/08

GO 1 V 3/08

E

GO 1 V 3/16

GO 1 V 3/16

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-103284 (P2000-103284)
 (22) 出願日 平成12年4月5日(2000.4.5)
 (65) 公開番号 特開2001-289957 (P2001-289957A)
 (43) 公開日 平成13年10月19日(2001.10.19)
 審査請求日 平成15年11月21日(2003.11.21)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
 (74) 代理人 100113077
 弁理士 高橋 省吾
 (74) 代理人 100112210
 弁理士 稲葉 忠彦
 (74) 代理人 100108431
 弁理士 村上 加奈子
 (74) 代理人 100128060
 弁理士 中鶴 一隆
 (72) 発明者 小西 雅春
 東京都港区浜松町二丁目4番1号 三菱ス
 ペース・ソフトウェア株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁力計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

航空機等の移動体周囲を張る磁界を計測するスカラ磁気センサと、この磁界のベクトル量を計測するベクトル磁気センサと、上記スカラ磁気センサの出力するスカラ磁界値と上記ベクトル磁気センサの出力するベクトル磁界値とを入力とし、上記スカラ磁気センサ出力に含まれる移動体が発生する磁気雑音を補償する磁気補償部と、上記磁気補償部の出力する磁気補償後磁界値をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第1のウェーブレット変換部と、有為な孤立波形の特徴を表現する参照関数を発生する参照関数発生部と、この参照関数をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第2のウェーブレット変換部と、上記第2のウェーブレット変換部が出力する時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離し、チャンネル毎の共分散行列を算出するチャンネル別共分散行列算出部と、上記共分散行列算出部が出力するウェーブレットチャンネル毎の共分散行列の固有ベクトルを算出するチャンネル別固有ベクトル算出部と、この固有ベクトルのチャンネル毎射影行列を算出するチャンネル別射影行列算出部と、このチャンネル毎射影行列と上記第1のウェーブレット変換部が出力する観測磁界値の時間周波数信号とを入力とし、観測磁界値の時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離してチャンネル毎の共分散行列との射影長を算出するチャンネル別射影長算出部と、各チャンネル射影長と使用チャンネル番号とを入力とし、各チャンネル射影長から使用するチャンネルを選択して乗算平均演算を行なうチャンネル間乗算処理部と、この乗算平均演算処理結果に対するスレッシュホールド検定を行ない孤立波形の有無を判定する射影長検出判定部とを有する磁力計。

10

20

【請求項 2】

航空機等の移動体周囲を張る磁界を計測するスカラ磁気センサと、この磁界のベクトル量を計測するベクトル磁気センサと、上記スカラ磁気センサの出力するスカラ磁界値と上記ベクトル磁気センサの出力するベクトル磁界値とを入力とし、上記スカラ磁気センサ出力に含まれる移動体が発生する磁気雑音を補償する磁気補償部と、上記磁気補償部の出力する磁気補償後磁界値をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第1のウェーブレット変換部と、有為な孤立波形の特徴を表現する参照関数を発生する参照関数発生部と、この参照関数をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第2のウェーブレット変換部と、上記第2のウェーブレット変換部が出力する時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離し、チャンネル毎の共分散行列を算出するチャンネル別共分散行列算出部と、上記共分散行列算出部が出力するウェーブレットチャンネル毎の共分散行列の固有ベクトルを算出するチャンネル別固有ベクトル算出部と、この固有ベクトルのチャンネル毎射影行列を算出するチャンネル別射影行列算出部と、このチャンネル毎射影行列と上記第1のウェーブレット変換部が出力する観測磁界値の時間周波数信号とを入力とし、観測磁界値の時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離してチャンネル毎の共分散行列との射影長を算出するチャンネル別射影長算出部と、各チャンネル射影長と使用チャンネル番号とを入力とし、各チャンネル射影長から使用するチャンネルを選択して加算平均演算を行なうチャンネル間乗算処理部と、この加算平均演算処理結果に対するスレッシュホールド検定を行ない孤立波形の有無を判定する射影長検出判定部とを有する磁力計。

10

【請求項 3】

20

航空機等の移動体周囲を張る磁界を計測するスカラ磁気センサと、この磁界のベクトル量を計測するベクトル磁気センサと、上記スカラ磁気センサの出力するスカラ磁界値と上記ベクトル磁気センサの出力するベクトル磁界値とを入力とし、上記高感度スカラ磁気センサ出力に含まれる移動体が発生する磁気雑音を補償する磁気補償部と、上記磁気補償部の出力する磁気補償後磁界値をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第1のウェーブレット変換部と、有為な孤立波形の特徴を表現する参照関数を発生する参照関数発生部と、この参照関数をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第2のウェーブレット変換部と、上記第2のウェーブレット変換部が出力する時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離し、チャンネル毎の共分散行列を算出するチャンネル別共分散行列算出部と、上記共分散行列算出部が出力するウェーブレットチャンネル毎の共分散行列の固有ベクトルを算出するチャンネル別固有ベクトル算出部と、この固有ベクトルのチャンネル毎射影行列を算出するチャンネル別射影行列算出部と、このチャンネル毎射影行列と上記第1のウェーブレット変換部が出力する観測磁界値の時間周波数信号とを入力とし、観測磁界値の時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離してチャンネル毎の共分散行列との射影長を算出するチャンネル別射影長算出部と、各チャンネル射影長と使用チャンネル番号とを入力とし、各チャンネル射影長から使用するチャンネルを選択して並列抵抗合成演算を行なうチャンネル間乗算処理部と、この並列抵抗合成演算処理結果に対するスレッシュホールド検定を行ない孤立波形の有無を判定する射影長検出判定部とを有する磁力計。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

40

【発明の属する技術分野】

この発明は、航空機等の移動体に搭載され、海底鉱脈、沈没船、潜水艦等の磁気発生源を探知する機能をもつ磁力計に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

この種の磁力計は、地質調査などに広く用いられている。図6を用いてこの種の磁力計について説明する。図において1は海面、2は海底、3は航空機、4は沈没船、5は磁力計で、図のように航空機3などに搭載され、航空機3が海面1上の上空を飛行することにより沈没船4が作る磁気異常を探索する。

【0003】

50

従来の磁力計における信号処理は沈度比検定に基づいた目標の検出方法であり、ここではこの方法を沈度比法と呼ぶ。沈度比法について以下に説明する。いま、入力信号を等間隔でサンプリングしてN個の観測値があるとする。ここで、観測信号が雑音のみであるという仮説と、観測信号は雑音を含む有為な孤立波形信号であるとする仮説とを設定することにする。これらの仮説は、正しくは統計的な仮説といい、両者は対立仮説であるという。即ち、どちらの仮説が立証されれば他の仮説は棄却されるのである。これらの仮説のいずれを選択するかはN個の観測値を処理して決定する。

【0004】

二つの対立仮説のそれぞれについて一方を正しいとする観測値が支配される統計分布の密度関数が定まる。これらの確率密度関数の比を沈度比といい、この比は仮説の正しい方へ偏る。この性質を用いて沈度比の大きさにより二つの仮説のいずれかを選択する方法を沈度比法といい、広く知られている。

10

【0005】

従来の磁力計は図7のような構成であり、図において6は目標が作る有為な孤立状の波形の特徴を表現する参照関数Rを発生する参照関数発生部、7は航空機の周囲を張る磁界値Xを計測する高感度スカラ磁気センサ、8は航空機等移動体の発生する磁気雑音を補償するために移動体周囲のベクトル磁界値を計測するベクトル磁気センサ、9は上記高感度スカラ磁気センサ7の出力およびベクトル磁気センサ8の出力を入力とし、移動体の発生する磁気雑音を補償する磁気補償部、10は磁気補償部9が出力する磁気補償後磁界値と参照関数発生部6の発生する参照関数Rを入力とし、信号源は雑音と上記孤立波形の特徴を持つ参照関数Rの合成であるという仮説に対する磁気補償後磁界値の沈度を求める第1の沈度算出部、11は磁気補償後磁界値を入力とし、信号源は雑音のみであるという仮説に対する磁気補償後磁界値の沈度を求める第2の沈度算出部、12は上記沈度算出部10および沈度算出部11で求めた沈度を入力とし、これらの比を求める沈度比算出部、13は上記沈度比算出部12で求まる沈度比とスレッシュホールドTHとを入力とし、上記沈度比に対するスレッシュホールド検定を行なって二つの仮説の一方を選択することにより目標の存在の有無を検定する沈度比検出判定部である。

20

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

磁力計により海上の磁気異常を観測する場合、探索地域によりさまざまな雑音の特徴を示すため、雑音の大きさが不安定である。沈度比法においては、雑音が大きい場合には雑音に対しても沈度比が非常に大きな値となる性質があり、また、沈度比法は計測磁界時間波形の形状のみに着目しており、雑音の作る波形が目標のそれに似ているような場合にも沈度比が大きく出力されてしまうため、誤探知が頻繁に発生する傾向があった。

30

【0007】

この発明は上記のような課題を解決するために、観測値に対するウェーブレット変換処理を用いて観測信号の周波数的特徴を抽出することにより目標の持つ特徴を高度に分類化し、単純行列演算で実現できる識別アルゴリズムを用いることにより雑音の大きさに関係なく出力を安定させ、スレッシュホールド検定処理において誤探知を増大させずに検出精度を向上させることを目的としている。

40

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明による磁力計は、航空機等の移動体周囲を張る磁界を計測するスカラ磁気センサと、この磁界のベクトル量を計測するベクトル磁気センサと、上記スカラ磁気センサの出力するスカラ磁界値と上記ベクトル磁気センサの出力するベクトル磁界値とを入力とし、上記スカラ磁気センサ出力に含まれる移動体が発生する磁気雑音を補償する磁気補償部と、上記磁気補償部の出力する磁気補償後磁界値をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第1のウェーブレット変換部と、有為な孤立波形の特徴を表現する参照関数を発生する参照関数発生部と、この参照関数をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第2のウェーブレット変換部と、上記第2のウェーブレット変換部が出力する時間周

50

波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離し、チャンネル毎の共分散行列を算出するチャンネル別共分散行列算出部と、上記共分散行列算出部が出力するウェーブレットチャンネル毎の共分散行列の固有ベクトルを算出するチャンネル別固有ベクトル算出部と、この固有ベクトルのチャンネル毎射影行列を算出するチャンネル別射影行列算出部と、このチャンネル毎射影行列と上記第1のウェーブレット変換部が出力する観測磁界値の時間周波数信号とを入力とし、観測磁界値の時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離してチャンネル毎の共分散行列との射影長を算出するチャンネル別射影長算出部と、各チャンネル射影長と使用チャンネル番号とを入力とし、各チャンネル射影長から使用するチャンネルを選択して乗算平均演算を行なうチャンネル間乗算処理部と、この乗算平均演算処理結果に対するスレッシュホールド検定を行ない孤立波形の有無を判定する射影長検出判定部とを備えたものである。

10

【0011】

また、この発明による磁力計は、航空機等の移動体周囲を張る磁界を計測するスカラー磁気センサと、この磁界のベクトル量を計測するベクトル磁気センサと、上記スカラー磁気センサの出力するスカラー磁界値と上記ベクトル磁気センサの出力するベクトル磁界値とを入力とし、上記スカラー磁気センサ出力に含まれる移動体が発生する磁気雑音を補償する磁気補償部と、上記磁気補償部の出力する磁気補償後磁界値をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第1のウェーブレット変換部と、有為な孤立波形の特徴を表現する参照関数を発生する参照関数発生部と、この参照関数をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第2のウェーブレット変換部と、上記第2のウェーブレット変換部が出力する時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離し、チャンネル毎の共分散行列を算出するチャンネル別共分散行列算出部と、上記共分散行列算出部が出力するウェーブレットチャンネル毎の共分散行列の固有ベクトルを算出するチャンネル別固有ベクトル算出部と、この固有ベクトルのチャンネル毎射影行列を算出するチャンネル別射影行列算出部と、このチャンネル毎射影行列と上記第1のウェーブレット変換部が出力する観測磁界値の時間周波数信号とを入力とし、観測磁界値の時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離してチャンネル毎の共分散行列との射影長を算出するチャンネル別射影長算出部と、各チャンネル射影長と使用チャンネル番号とを入力とし、各チャンネル射影長から使用するチャンネルを選択して加算平均演算を行なうチャンネル間乗算処理部と、この加算平均演算処理結果に対するスレッシュホールド検定を行ない孤立波形の有無を判定する射影長検出判定部とを備えたものである。

20

30

【0012】

この発明による磁力計は、航空機等の移動体周囲を張る磁界を計測するスカラー磁気センサと、この磁界のベクトル量を計測するベクトル磁気センサと、上記スカラー磁気センサの出力するスカラー磁界値と上記ベクトル磁気センサの出力するベクトル磁界値とを入力とし、上記スカラー磁気センサ出力に含まれる移動体が発生する磁気雑音を補償する磁気補償部と、上記磁気補償部の出力する磁気補償後磁界値をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第1のウェーブレット変換部と、有為な孤立波形の特徴を表現する参照関数を発生する参照関数発生部と、この参照関数をウェーブレット変換し時間周波数信号を出力する第2のウェーブレット変換部と、上記第2のウェーブレット変換部が出力する時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離し、チャンネル毎の共分散行列を算出するチャンネル別共分散行列算出部と、上記共分散行列算出部が出力するウェーブレットチャンネル毎の共分散行列の固有ベクトルを算出するチャンネル別固有ベクトル算出部と、この固有ベクトルのチャンネル毎射影行列を算出するチャンネル別射影行列算出部と、このチャンネル毎射影行列と上記第1のウェーブレット変換部が出力する観測磁界値の時間周波数信号とを入力とし、観測磁界値の時間周波数信号をウェーブレットチャンネル別に分離してチャンネル毎の共分散行列との射影長を算出するチャンネル別射影長算出部と、各チャンネル射影長と使用チャンネル番号とを入力とし、各チャンネル射影長から使用するチャンネルを選択して並列抵抗合成演算を行なうチャンネル間乗算処理部と、この並列抵抗合成演算処理結果に対するスレッシュホールド検定を行ない孤立波形の有無を判定する射影長検出判定部とを備えたものである。

40

【 0 0 1 3 】

【 発明の実施の形態 】

実施の形態 1 .

図 1 はこの発明の実施の形態 1 を示すもので、図において 6 ~ 9 は図 7 と同じである。 1 4 は第 1 のウェーブレット変換部 2 であり、磁気補償された高感度スカラ磁気センサ 7 の出力のウェーブレット変換を行なう。 1 5 は第 1 の共分散行列算出部 2 であり、上記ウェーブレット変換結果の共分散行列を算出する。 1 6 は第 2 のウェーブレット変換部 1 であり、参照関数のウェーブレット変換を行なう。 1 7 は第 2 の共分散行列算出部 1 であり、ウェーブレット変換された参照関数の共分散行列を算出する。 1 8 は固有ベクトル算出部であり、参照関数の共分散行列の固有ベクトルを算出する。 1 9 は射影行列算出部であり、上記固有ベクトルの射影行列を算出する。 2 0 は射影長算出部であり、高感度スカラ磁気センサ 7 による航空機周囲の磁界値から算出した共分散行列の、参照関数から算出した射影行列への射影長を算出する。 2 1 は射影長検出判定部であり、上記射影長をスレッシュホールド検定することにより目標の有無を判定する。

10

【 0 0 1 4 】

この様に構成された磁力計の動作を説明する。時間を t として磁気補償により航空機の磁気雑音が除去された観測磁界値を $H(t)$ 、ウェーブレット変換に使用するウェーブレット基底関数を $\Phi(t)$ 、ウェーブレット変換により抽出する周波数を a^{-1} とする。 a はウェーブレットチャネルに対応して設定される。この場合、ウェーブレット変換による出力は数 1 により算出できる。

20

【 0 0 1 5 】

【 数 1 】

$$W(b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} \overline{\Phi\left(\frac{t-b}{a}\right)} \cdot H(t) dt$$

数 1 において $\overline{\Phi(t)}$ は $\Phi(t)$ の複素共役を表す

30

【 0 0 1 6 】

数 1 においては出力波形上の時間である。デジタル回路においては、離散化された信号である $\Phi(t)$ と $H(t)$ を畳み込んで積分することにより数 1 と同等の処理を行なえる。

【 0 0 1 7 】

ウェーブレットチャネル数を J とし、ウェーブレットチャネル番号を数 2 のように表わす。

【 0 0 1 8 】

【 数 2 】

40

$$j=0, 1, \dots, J$$

【 0 0 1 9 】

50

また、T個の成分からなる観測磁界値がある場合、観測磁界値 $H(t)$ をベクトル表記し、数3のように表わす。

【0020】

【数3】

$$H_t = [H_0, H_1, \dots, H_T]$$

10

【0021】

このとき、 $H(t)$ のウェーブレット変換結果 W は、数4のような行列で表わすことができる。

【0022】

【数4】

$$W = \begin{pmatrix} W_{1,1} & W_{1,2} & \dots & W_{1,J} \\ W_{2,1} & W_{2,2} & & W_{2,J} \\ \vdots & & \ddots & \\ W_{T,1} & W_{T,2} & & W_{T,J} \end{pmatrix}$$

20

【0023】

一方、参照関数発生部6から、n個の成分で構成される参照関数を発生させ、上記と同様にウェーブレット変換を行ない、出力となる行列を WL とする。第2の共分散行列算出部17においては、この WL の共分散行列を算出する。この共分散行列 FL は数5によって算出する。

30

【0024】

【数5】

$$FL = WL \cdot WL^T \quad (T \text{ は行列の転置})$$

40

【0025】

続いて固有ベクトル算出部18では、上記共分散行列 FL の固有値を算出する。固有値の算出は、数6およびこれを変形させた数7で表される数式を解くことにより求められる。

50

【 0 0 2 6 】

【 数 6 】

$$FL \cdot x = \lambda \cdot x$$

(xは固有ベクトル、λは固有値)

【 0 0 2 7 】

【 数 7 】

10

$$|FL - \lambda \cdot E| = 0$$

(Eは単位ベクトル)

20

【 0 0 2 8 】

さらに上位D個の固有値に対応した固有ベクトル x_d ($d = 1, \dots, D$)を算出し、数8に示す行列を作成する。

【 0 0 2 9 】

【 数 8 】

30

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_D \end{pmatrix}$$

40

【 0 0 3 0 】

射影行列算出部19では、数8により作成した固有ベクトル行列から、数9に示す処理により射影行列CESを算出する。

【 0 0 3 1 】

【 数 9 】

$$CES = X \cdot X^T$$

【 0 0 3 2 】

10

第 1 の共分散行列算出部 1 5 では、第 1 のウェーブレット変換部 1 4 が出力する観測磁界値のウェーブレット変換結果 W から、現在時刻より n サンプル遡った行列を取り出す。この行列を WW とし、数 1 0 に示す。

【 0 0 3 3 】

【 数 1 0 】

$$WW = \begin{pmatrix} W_{t-(n-1),1} & W_{t-(n-1),2} & \cdots & W_{t-(n-1),J} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{t-1,1} & W_{t-1,2} & & W_{t-1,J} \\ W_{t,1} & W_{t,2} & \cdots & W_{t,J} \end{pmatrix}$$

20

30

【 0 0 3 4 】

続いて数 5 と同様な演算により観測磁界値の共分散行列 HWL を算出する。

【 0 0 3 5 】

射影長算出部 2 0 では、数 1 1 に示す式により、上記共分散行列 HWL の射影行列 CES への射影長を算出する。 tr は行列の対角和で、射影長 P は時刻 t に対応したベクトルとして出力される。

40

【 0 0 3 6 】

【 数 1 1 】

$$P_t = \text{tr}(\text{CES} \cdot \text{HWL}_t)$$

10

【 0 0 3 7 】

射影長検出判定部 2 1 では、射影長 P の成分とスレッシュヨルド値 TH を比較し、 $P_t > TH$ となる場合に目標ありの判定を下す。

【 0 0 3 8 】

実施の形態 2 .

図 2 はこの発明の実施の形態 2 を示すもので、図において 6 ~ 9 および 1 4 , 1 5 , 2 0 , 2 1 は図 1 と同じである。1 7 は参照関数の共分散行列を求める第 2 の共分散行列算出部 1 であり、参照関数を入力とすることを除き図 1 と同じである。1 8 は、この共分散行列の固有ベクトルを求める固有ベクトル算出部であり、図 1 と同じである。1 6 は第 2 のウェーブレット変換部 1 であり、上記固有ベクトル算出部 1 8 において算出した上位 d 個の固有値に対応した固有ベクトルを一元的に配列した $n \times d$ 個の要素からなるベクトルをウェーブレット変換する。

20

この第 2 のウェーブレット変換部 1 6 は、固有ベクトルを入力とすることを除き図 1 と同じである。1 9 は射影行列算出部であり、上記ウェーブレット変換結果に対して数 9 と同様な処理により射影行列 CES を算出する。この射影行列算出部 1 9 は、ウェーブレット変換結果を入力とすることを除き図 1 と同じである。

【 0 0 3 9 】

実施の形態 3 .

図 3 はこの発明の実施の形態 3 を示すもので、図において 6 ~ 9 および 1 4 , 1 6 , 2 1 は図 1 に示したものと同じである。2 2 はチャンネル別共分散行列算出部、2 3 はチャンネル別固有ベクトル算出部、2 4 はチャンネル別射影行列算出部、2 5 はチャンネル別射影長算出部、2 6 はチャンネル間乗算処理部である。

30

【 0 0 4 0 】

この実施の形態 3 の動作について説明する。数 4 のように行列で表わされる第 2 のウェーブレット変換部 1 6 および第 1 のウェーブレット変換部 1 4 の出力を WL および W とし、ウェーブレットチャンネル別に分解して数 1 2 のように表わす。

【 0 0 4 1 】

【 数 1 2 】

40

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_J)$$

$$WL = (wl_1, wl_2, \dots, wl_J)$$

($j=0, 1, \dots, J$ はチャンネル番号)

50

【 0 0 4 2 】

チャンネル別共分散行列算出部 2 2 では、第 2 のウェーブレット変換部 1 6 の出力行列 W_L から選択チャンネル j に応じた列ベクトル w_{1j} を取り出し、数 1 3 に示す式により共分散行列を算出する。

【 0 0 4 3 】

【 数 1 3 】

10

$$FL_j = w_{1j} \cdot w_{1j}^T$$

【 0 0 4 4 】

チャンネル別固有ベクトル算出部 2 3 では、共分散行列 FL_j からチャンネル番号 j に対応した固有ベクトル X_j を求める。チャンネル別射影行列算出部 2 4 では、固有ベクトル X_j からチャンネル番号 j に対応した射影行列 CES_j を求める。

20

【 0 0 4 5 】

また、チャンネル別射影長算出部 2 5 では、時刻を t として第 1 のウェーブレット変換部 1 4 の出力行列から第 j 列成分の n サンプル過去までのベクトル成分 w_{tj} を抽出し、数 1 4 で表わされる計算式によりチャンネル別射影長 P_{tj} を算出する。

【 0 0 4 6 】

【 数 1 4 】

$$P_{tj} = |CES_j \cdot w_{tj}|^2$$

30

【 0 0 4 7 】

チャンネル間乗算処理部 2 6 では、チャンネル別に算出した射影長を数 1 5 に示す処理によりチャンネル間射影長を乗算する。選択したチャンネル数を J とし、チャンネル番号を j ($j = 1, 2, \dots, J$) とする。

【 0 0 4 8 】

【 数 1 5 】

$$PH_t = \left(\prod_{j=1}^J P_{tj} \right)^{1/J}$$

10

【 0 0 4 9 】

2 1 は射影長検出判定部であり、射影長 PH の成分とスレッシュホールド値 TH を比較し、 $PH_t > TH$ となる場合に目標ありの判定を下す。

【 0 0 5 0 】

実施の形態 4 .

図 4 はこの発明の実施の形態 4 を表わすもので、図において 2 7 以外は図 3 に示したものと
 20 同様である。2 7 はチャンネル間加算処理部であり、数 1 6 に示す処理によりチャンネル間
 射影長を加算する。

【 0 0 5 1 】

【 数 1 6 】

$$PH_t = \frac{1}{J} \sum_{j=0}^J P_{tj}$$

30

【 0 0 5 2 】

実施の形態 5 .

図 5 はこの発明の実施の形態 5 を表わすもので、図において 2 8 以外は図 3 に示したものと
 同様である。2 8 はチャンネル間並列合成部であり、数 1 7 に示す処理によりチャンネル間
 射影長を並列合成する。

【 0 0 5 3 】

【 数 1 7 】

40

$$PH_t = \frac{1}{\frac{1}{P_{t1}} + \frac{1}{P_{t2}} + \dots + \frac{1}{P_{tJ}}}$$

10

【 0 0 5 4 】

【 発明の効果 】

第 1 の発明によれば、ウェーブレット変換部を有し、観測信号の周波数的特徴を細分化して抽出することにより目標の識別性能を向上させるという効果がある。

また、固有ベクトル算出部と、固有ベクトルの射影行列算出部と、観測信号の参照関数の射影行列への射影長算出部を有し、単純な行列の演算による特徴抽出処理を行なうため、射影長は目標信号対雑音比に比例した出力となり、スレッシュホールドの設定が容易で、誤検出が低減できるという効果がある。

【 0 0 5 5 】

第 2 の発明によれば、参照関数の共分散行列の固有ベクトル算出部と、固有ベクトルのウェーブレット変換部とを有し、目標波形の空間分布的特徴を複数に分離して比較することにより目標の特徴を更に細分化し、探知性能を向上させるという効果がある。

20

【 0 0 5 6 】

第 3 の発明によれば、チャンネル別に射影長を算出する機能を有し、目標の周波数的特徴を狭周波帯域において抽出することにより抽出性能を向上させるという効果がある。

また、射影長乗算部を有し、目標の持つ周波数的分布を強調して抽出することにより抽出性能を向上させるという効果がある。

【 0 0 5 7 】

第 4 の発明によれば、射影長加算処理部を有し、目標の持つ周波数的分布を積み上げることで抽出性能を向上させるという効果がある。

30

【 0 0 5 8 】

第 5 の発明によれば、射影長並列合成処理部を有し、選択チャンネルに特異的に不要な周波帯域が存在する場合でも不要帯域による影響を低減させることができるため、誤探知を低減させるという効果がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 この発明による磁力計の実施の形態 1 を示す図である。

【 図 2 】 この発明による磁力計の実施の形態 2 を示す図である。

【 図 3 】 この発明による磁力計の実施の形態 3 を示す図である。

【 図 4 】 この発明による磁力計の実施の形態 4 を示す図である。

【 図 5 】 この発明による磁力計の実施の形態 5 を示す図である。

40

【 図 6 】 磁力計の運用形態を示す図である。

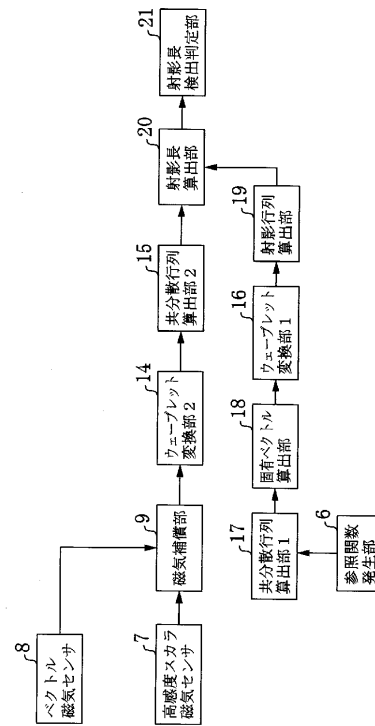
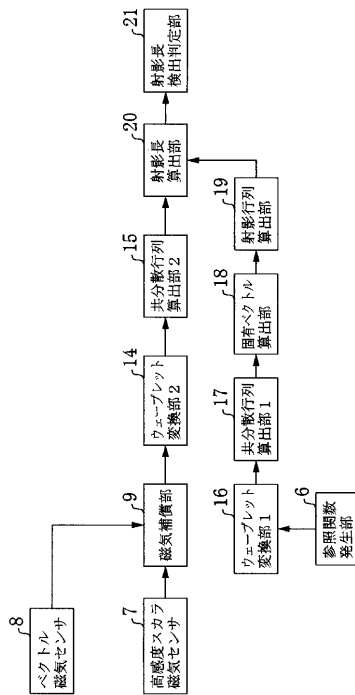
【 図 7 】 従来の磁力計を示す図である。

【 符号の説明 】

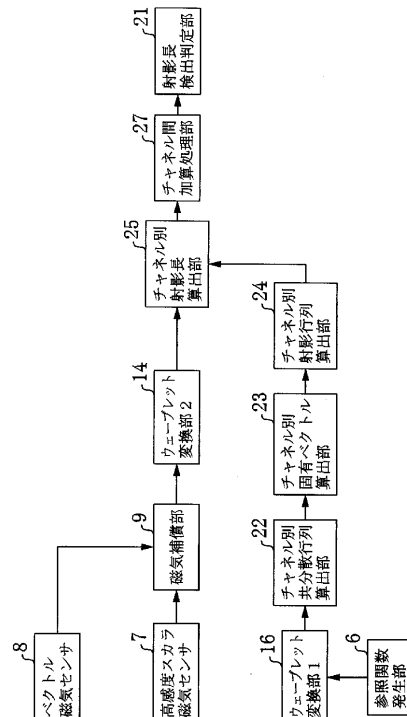
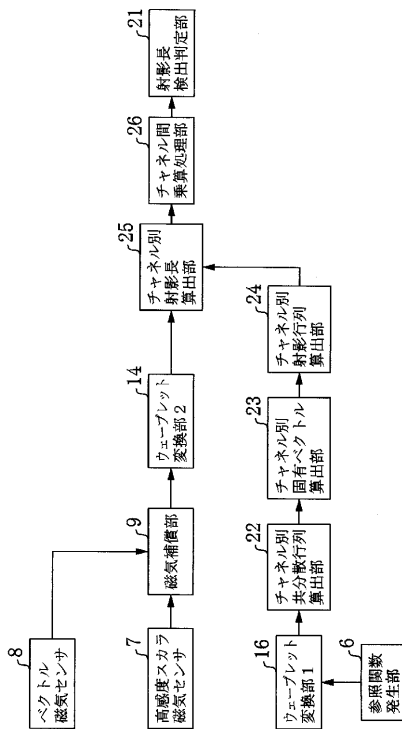
6 参照関数発生部、7 高感度スカラ磁気センサ、8 ベクトル磁気センサ、9 磁気補償部、14 第 1 のウェーブレット変換部、15 第 1 の共分散行列算出部、16 第 2 のウェーブレット変換部、17 第 2 の共分散行列算出部、18 固有ベクトル算出部、19 射影行列算出部、20 射影長算出部、21 射影長検出判定部、22 チャンネル別共分散行列算出部、23 チャンネル別固有ベクトル算出部、24 チャンネル別射影行列算出部、25 チャンネル別射影長算出部、26 チャンネル間乗算処理部、27 チャンネル間加算処理部、28 チャンネル間並列合成演算処理部。

50

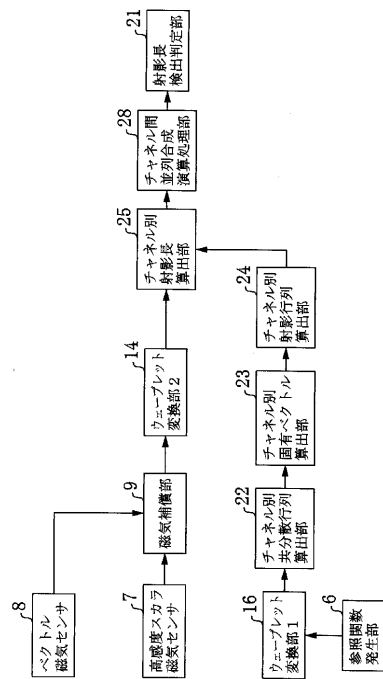
【 図 2 】



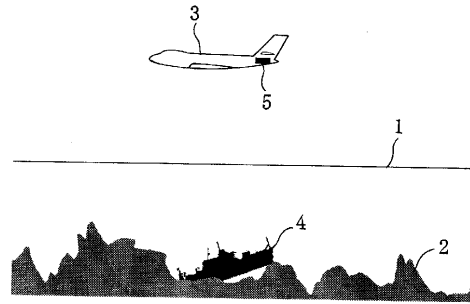
【 図 4 】



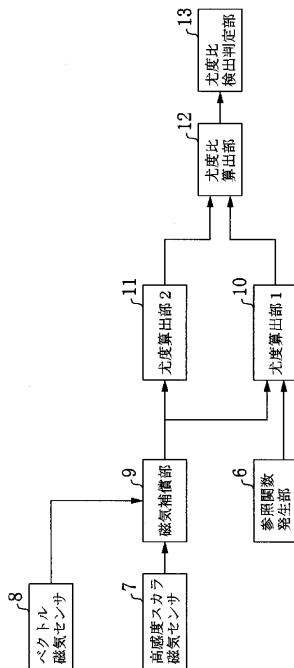
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 稲葉 敬之
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
(72)発明者 嶋 明弘
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 本郷 徹

- (56)参考文献 特開平11-211841(JP,A)
特開平10-307186(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G01V 3/165

G01R 33/02

G01V 3/08

G01V 3/16