

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3032776号

(P 3 0 3 2 7 7 6)

(45)発行日 平成12年4月17日(2000.4.17)

(24)登録日 平成12年2月18日(2000.2.18)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G01B 7/00

G01B 7/00

P

R

G01C 15/00

G01C 15/00

A

G01V 3/08

G01V 3/08

E

3/10

3/10

A

請求項の数 2 (全11頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9 - 350592

(73)特許権者

390014306

防衛庁技術研究本部長

東京都世田谷区池尻1丁目2番24号

(22)出願日

平成9年12月19日(1997.12.19)

(73)特許権者

000001292

株式会社京三製作所

神奈川県横浜市鶴見区平安町2丁目29番

地の1

(65)公開番号

特開平11 - 183109

(43)公開日

平成11年7月9日(1999.7.9)

審査請求日

平成9年12月19日(1997.12.19)

(72)発明者

倉野 重光

神奈川県横須賀市久比里2 - 3 陸自官

舎I棟4 - 5

(72)発明者

野本 好之

神奈川県横浜市金沢区富岡西7丁目12番

地の20

(74)代理人

100081640

弁理士 堀 靖男

審査官

有家 秀郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】通過位置検出方法及び通過位置検出装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 Z軸を垂直軸とする直交座標系(X, Y, Z)の各軸上に指向性を有する磁気センサがそれぞれ配置されてなるその位置が固定の3軸磁気検出器を備え、当該3軸磁気検出器に対しZ軸方向が一定のXY平面を移動する磁性体目標物の予め定められた範囲内の通過を検出する通過位置検出方法において、3軸磁気検出器のサンプリングされた各検出信号から磁性体目標物の合成磁気信号値を求めると共に、その最大値となるタイミングを求め、サンプリング信号毎に、Z軸磁気センサの検出信号の絶対値|Hz|から、X軸磁気センサ及びY軸磁気センサの検出信号から得られる水平成分値 $(H_x^2 + H_y^2)$ を減じた値 $H_{n2}(i) = |Hz| - (H_x^2 + H_y^2)$ (i = 1, 2, …, n) を演算してその演算結果を記憶手

2

段に記憶し、磁性体目標物の合成磁気信号値が最大となったとき、記憶手段に最も新しく記憶されたものから順に前に逆上り記憶手段に記憶されている予め定められた数の各値 H_{n2} を合成磁気信号の最大値 H_{i0} でそれぞれ割った値 $S(i) = H_{n2} / H_{i0}$ を求め、この各値 $S(i) = H_{n2} / H_{i0}$ と、予め定められた重み付け値とを基にニューラルネットワーク演算処理を行って波形識別を行い、
10 波形識別の演算値から、磁性体目標物の予め定められた範囲内の通過を検出するようにしたことを特徴とする通過位置検出方法。

【請求項2】 Z軸を垂直軸とする直交座標系(X, Y, Z)の各軸上に指向性を有する磁気センサがそれぞれ配置されてなるその位置が固定の3軸磁気検出器を備

え、当該 3 軸磁気検出器に対し Z 軸方向が一定の X Y 平面を移動する磁性体目標物の予め定められた範囲内の通過を検出する通過位置検出装置において、
 予め定められたレベル以上の磁気信号を検出したとき出力を発生する磁気レベル検出器と、
 磁気レベル検出器の出力で 3 軸磁気検出器の各検出信号をサンプリングさせるサンプリング回路と、
 サンプリング回路が出力するサンプリング信号毎に、3 軸磁気検出器の各検出信号から磁性体目標物の合成磁気信号を求める磁気信号合成手段と、
 磁気信号合成手段で求められた合成磁気信号を基に、当該合成磁気信号の最大値 H_{10} を検出する最大値検出手段と、
 サンプリング回路が出力するサンプリング信号毎に、Z 軸磁気センサの検出信号の絶対値 $|H_z|$ から、X 軸磁気センサ及び Y 軸磁気センサの検出信号から得られる水平成分値 $(H_x^2 + H_y^2)$ を減じた値 $H_{n2}(i) = |H_z| - (H_x^2 + H_y^2)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) を演算する演算手段と、
 演算手段の演算結果を記憶する記憶手段と、
 最大値検出手段が上記合成磁気信号の最大値 H_{10} を検出したとき、当該記憶手段に最も新しく記憶されたものから順に前に逆上り記憶されている予め定められた数の各値 H_{n2} を読み出し、この値 H_{n2} を最大値検出手段で検出された合成磁気信号の最大値 H_{10} で割る計算 H_{n2} / H_{10} を実行する計算手段と、
 計算手段で計算された各計算値 $S(i) = H_{n2} / H_{10}$ と予め定められた重み付け値とを基にニューラルネットワーク演算処理を行い、波形識別を行う波形識別処理手段と、
 波形識別処理手段が処理した演算値と予め定められた基準値とを比較する比較手段とを備えたことを特徴とする通過位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気条件が未知の磁性体目標物が、その位置や状態が静止し定点である磁気検出器から一定範囲内を通過したかどうかをその磁性体の大小にかかわらず確実に検出できるようにした通過位置検出方法及び通過位置検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】地磁気中の磁性体は磁性体自身の磁化或いは地磁気によって磁化されている。従って磁性体からの磁気を検出して当該磁性体の存否を検出することはできるが、磁性体の磁化の程度が様々な場合には磁気検出器の側方、すなわち直横に対しどの程度の距離を通過したかを検出することは不可能であった。

【0003】これを解決するものとして特開昭 55 - 162078 号が提案されている。すなわち 3 軸磁気検出

器を用いたこの磁性体の検出方法は、Z 軸を垂直軸とする直交座標系 (X, Y, Z) の 3 軸磁気検出器に対し Z 軸方向が一定の X Y 平面を移動する磁性体目標物の Z 軸方向最大磁気成分 (絶対値) H_v とその時の X Y 平面の磁気成分 H_h との比 $C = H_v / H_h$ をとり、当該比 C をしきい値と比べることにより磁気検出器の側方に対しどの程度の距離を通過したかを検出するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁性体の Z 軸方向最大磁気成分 (絶対値) H_v とその時の X Y 平面の磁気成分 H_h との比 $C = H_v / H_h$ をとり、当該比 C をしきい値と比べる従来の磁性体の検出方法では、直上通過時の磁気測定、例えば事前の測定による基準値の決定を必要とすると共に、X Y 平面の磁気成分 H_h が 0 のとき当該比 $C = H_v / H_h$ が無限大となる欠点があり、また磁気条件、すなわち磁性体目標物の磁気能率の伏角や偏角が検出結果の精度に影響を及ぼす欠点があった。

【0005】本発明は、上記の欠点を解決することを目的としており、事前の磁気測定を必要とせず、演算処理の過程で無限大が生じる処理がなく、かつ船体の大きさや地磁気などの磁性体の磁気条件の影響を受けにくい磁性体目標物の通過位置検出方法及び通過位置検出装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を解決するために、本発明の通過位置検出方法は、Z 軸を垂直軸とする直交座標系 (X, Y, Z) の各軸上に指向性を有する磁気センサがそれぞれ配置されてなるその位置が固定の 3 軸磁気検出器を備え、当該 3 軸磁気検出器に対し Z 軸方向が一定の X Y 平面を移動する磁性体目標物の予め定められた範囲内の通過を検出する通過位置検出方法において、3 軸磁気検出器のサンプリングされた各検出信号から磁性体目標物の合成磁気信号値を求めると共に、その最大値となるタイミングを求め、サンプリング信号毎に、Z 軸磁気センサの検出信号の絶対値 $|H_z|$ から、X 軸磁気センサ及び Y 軸磁気センサの検出信号から得られる水平成分値 $(H_x^2 + H_y^2)$ を減じた値 $H_{n2}(i) = |H_z| - (H_x^2 + H_y^2)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) を演算してその演算結果を記憶手段に記憶し、磁性体目標物の合成磁気信号値が最大となったとき、記憶手段に最も新しく記憶されたものから順に前に逆上り記憶手段に記憶されている予め定められた数の各値 H_{n2} を合成磁気信号の最大値 H_{10} でそれぞれ割った値 $S(i) = H_{n2} / H_{10}$ を求め、この各値 $S(i) = H_{n2} / H_{10}$ と、予め定められた重み付け値とを基にニューラルネットワーク演算処理を行って波形識別を行い、波形識別の演算値から、磁性体目標物の予め定められた範囲内の通過を検出するようにしたことを特徴としている。

【0007】そして本発明の通過位置検出装置は、Z 軸

を垂直軸とする直交座標系 (X , Y , Z) の各軸上に指向性を有する磁気センサがそれぞれ配置されてなるその位置が固定の 3 軸磁気検出器を備え、当該 3 軸磁気検出器に対し Z 軸方向が一定の X Y 平面を移動する磁性体目標物の予め定められた範囲内の通過を検出する通過位置検出装置において、予め定められたレベル以上の磁気信号を検出したとき出力を発生する磁気レベル検出器と、磁気レベル検出器の出力で 3 軸磁気検出器の各検出信号をサンプリングさせるサンプリング回路と、サンプリング回路が出力するサンプリング信号毎に、3 軸磁気検出器の各検出信号から磁性体目標物の合成磁気信号を求め磁気信号合成手段と、磁気信号合成手段で求められた合成磁気信号を基に、当該合成磁気信号の最大値 H_{i0} を検出する最大値検出手段と、サンプリング回路が出力するサンプリング信号毎に、Z 軸磁気センサの検出信号の絶対値 $|H_z|$ から、X 軸磁気センサ及び Y 軸磁気センサの検出信号から得られる水平成分値 $(H_x^2 + H_y^2)$ を減じた値 $H_{n2}(i) = |H_z| - (H_x^2 + H_y^2)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) を演算する演算手段と、演算手段の演算結果を記憶する記憶手段と、最大値検出手段が上記合成磁気信号の最大値 H_{i0} を検出したとき、当該記憶手段に最も新しく記憶されたものから順に前に逆上り記憶されている予め定められた数の各値 H_{n2} を読み出し、この値 H_{n2} を最大値検出手段で検出された合成磁気信号の最大値 H_{i0} で割る計算 H_{n2} / H_{i0} を実行する計算手段と、計算手段で計算された各計算値 $S(i) = H_{n2} / H_{i0}$ と予め定められた重み付け値とを基にニューラルネットワーク演算処理を行い、波形識別を行う波形識別処理手段と、波形識別処理手段が処理した演算値と予め定められた基準値とを比較する比較手段とを備えたことを特徴としている。

【0008】ここで図 17 を用いて、磁性体目標物 15 をその例として船体としたときの進行方向とその船体磁気との関係について説明すると、図 17 (I) は磁性体目標物 15 の針路が北の方向、(I I) は磁性体目標物 15 の針路が南の方向に向かっている場合をそれぞれ示しており、(I) , (I I) の各上側の図は磁性体目標物 15 を上から見たときのもの、その各下側の図は磁性体目標物 15 を横から見たときをそれぞれ表している。

【0009】磁性体目標物 15 の船体磁気の永久成分 H_p (図 17 (I) の (イ))、地磁気の方向およびその大きさを点線で表したときの当該磁性体目標物 15 に誘導されるその誘導成分を H_i (図 17 (I) の (ロ)) としたとき、磁性体目標物 15 の船体磁気はこれらの合成成分として求められ、図 17 (I) の (ハ) の $H_p + H_i$ (H_p , H_i はいずれもベクトル) で表わすことができる。

【0010】一方、磁性体目標物 15 の針路が図 17 (I) と逆方向の南の方向に向かっている場合、磁性体

目標物 15 の船体磁気の永久成分 H_p (図 17 (I I) の (イ))、その位置での地磁気の方向およびその大きさは点線図示の如く変わらないので、このときの磁性体目標物 15 の船体磁気は、上記船体磁気の永久成分 H_p (図 17 (I I) の (イ)) と当該磁性体目標物 15 に誘導されるその誘導成分 H_i (図 17 (I I) の (ロ)) との合成成分となり、図 17 (I I) の (ハ) $H_p + H_i$ となる。

【0011】一般に磁性体目標物 15 の船体磁気の大きさは、磁性体目標物 15 の大きさ、つまり船体の大きさに比例する。しかしながら、上述の図 17 の (I) , (I I) から明らかなようにその進行方向がどちらを向いていても Z 方向成分の大きさは同一となり、Z 成分になおしてしまえば磁性体目標物 15 の進行方向については変わりはなくなり、 $H_{n2} = |H_z| - (H_x^2 + H_y^2)$ は磁性体目標物 15 の針路方向に関係がなくなる。

【0012】そこで、本発明では、船体磁気を磁気双極子モーメント (磁気能率) で表示すると共に、3 軸磁気検出器で検出された各検出信号を演算処理する際、船体の大きさに無関係とすべく値 $H_{n2}(i) = |H_z| - (H_x^2 + H_y^2)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) を合成磁気信号の最大値 H_{i0} で割って無次元化を行い、その上でニューラルネットワーク演算を用いた波形識別処理により波形識別を行い、3 軸磁気検出器から一定範囲内であるとする基準値と比較するようにしているので、磁気条件が未知の磁性体目標物が 3 軸磁気検出器から一定範囲内を通過したかどうかをその磁性体の大小にかかわらず、また磁気条件が未知の場合でも確実に検出できる。

【0013】

【発明の実施の形態】図 1 は本発明に係る通過位置検出装置の一実施例構成を示している。同図において、3 軸磁気検出器 1 は Z 軸を垂直軸とする直交座標系 (X , Y , Z) の各軸上に指向性を有する X 軸磁気センサ 2 , Y 軸磁気センサ 3 , Z 軸磁気センサ 4 を備えている。これらの磁気センサは、例えばフラックスゲート型やリングコア型のものが用いられる。

【0014】3 軸磁気検出器 1 が予め定められたレベル以上の磁気信号を検出したとき、出力を発生する磁気レベル検出器 5 が設けられており、当該磁気レベル検出器 5 の出力発生でサンプリング回路 6 が駆動され、サンプリング回路 6 からサンプリング信号が出力するようになっている。

【0015】X 軸磁気センサ 2 , Y 軸磁気センサ 3 及び Z 軸磁気センサ 4 には、検出されたそれぞれの信号をそれぞれデジタル化する A / D 変換器 7 が対応して設けられている。A / D 変換器 7 でデジタル化された X 軸磁気センサ 2 , Y 軸磁気センサ 3 及び Z 軸磁気センサ 4 の検出信号は、磁気信号合成手段 8 と演算手段 9 とに入力されるようになっている。

【0016】いま、図 3 に示されている様に、磁性体目

標物 1 5 の磁気能率を M 、磁気能率 M の伏角、偏角をそれぞれ θ 、 ϕ とし、図 4 図示の如く、3 軸磁気検出器 1 に対し Z 軸方向が一定の X Y 平面を定速度 V で移動する磁性体目標物 1 5 について、X 軸磁気センサ 2 で検出された検出信号を H_x 、Y 軸磁気センサ 3 で検出された検出信号を H_y 、Z 軸磁気センサ 4 で検出された検出信号を H_z としたとき、磁気信号合成手段 8 は各磁気センサの検出信号を基に、当該磁性体目標物 1 5 の合成磁気信号値 $(H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ を演算するようになっている。

【0017】磁気レベル検出器 5 の出力信号をサンプリング回路 6 が受けると、当該サンプリング回路 6 は磁気信号合成手段 8 と演算手段 9 とにサンプリング信号を送出し、磁気信号合成手段 8 及び演算手段 9 に上記 A / D 変換器 7 でデジタル化された各検出信号 H_x 、 H_y 、 H_z を取り込ませる。

【0018】磁気信号合成手段 8 は、サンプリング回路 6 が出力するサンプリング信号毎に、取り込まれる各検出信号 H_x 、 H_y 、 H_z から上記の合成磁気信号値 $(H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ を演算し、次段に設けられた最大値検出手段 10 に当該合成磁気信号値 $(H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ を送出する。

【0019】演算手段 9 は、サンプリング回路 6 が出力するサンプリング信号毎に、取り込まれる各検出信号 H_x 、 H_y 、 H_z を基に、Z 軸磁気センサ 4 の検出信号の絶対値 $|H_z|$ から、X 軸磁気センサ 2 及び Y 軸磁気センサ 3 の検出信号から得られる水平成分値 $(H_x^2 + H_y^2)$ を減じた値 H_{n2} 、すなわち $H_{n2}(i) = |H_z| - (H_x^2 + H_y^2)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) の演算を行い、その演算結果 $H_{n2}(i)$ をメモリ 11 に順に記憶させる。

【0020】最大値検出手段 10 は、磁気信号合成手段 8 から送られてくる合成磁気信号値 $H_t(k) = (H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ と一つ前に取り込まれた合成磁気信号値 $H_t(k-1) = (H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ とを順次比較し、合成磁気信号値 $(H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ の最大値 H_{t0} を求めるようになっている。

【0021】そして最大値検出手段 10 が合成磁気信号値 $(H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ の最大値 H_{t0} を求めたとき、すなわち最大値検出手段 10 が上記合成磁気信号の最大値 H_{t0} を検出したとき、最大値検出手段 10 は上記合成磁気信号の最大値 H_{t0} を検出した旨の信号とその合成磁気信号の最大値 H_{t0} とを計算手段 12 に送出する。

【0022】計算手段 12 は、メモリ 11 に記憶された上記演算手段 9 による演算結果の各値 H_{n2} を、最も新しく記憶されたものから順に前に逆上り予め定められた数 N だけメモリ 11 から順に読み出すと共に、この各値 H_{n2} を最大値検出手段 10 で検出された合成磁気信号の最大値 H_{t0} で割る計算の H_{n2} / H_{t0} を順に行い、その各計算値 $S(i) = H_{n2} / H_{t0}$ ($i = 1, 2, \dots, N$) を

波形識別処理手段 13 に入力させるようになっている。

【0023】この各値 H_{n2} を合成磁気信号の最大値 H_{t0} で割ることにより、無次元化された磁性体モデルとすることができ、磁性体目標物 1 5 の磁気能率 M の大きさに関係なく取り扱えるようになる。

【0024】波形識別処理手段 13 では、計算手段 12 から入力された所定数 N 個の値 H_{n2} と予め定められた重み付け値とを基にニューラルネットワーク演算処理を行い、積と和からなる演算の波形識別のための波形識別処理を行う。波形識別処理手段 13 で処理された演算結果値は比較手段 14 に出力される。この波形識別処理手段 13 については次の図 2 で詳しく説明する。

【0025】比較手段 14 には、3 軸磁気検出器 1 の側方に対しどの程度の距離までの通過を、磁性体目標物 1 5 の予め定められた範囲内の通過とするかを意味する値が予め基準値として設定されており、当該基準値と波形識別処理手段 13 で処理された演算値とが比較手段 14 で比較される。波形識別処理手段 13 で処理された演算値が基準値より大きいとき、磁性体目標物 1 5 が予め定められた範囲内の通過を意味する「1」が比較手段 14 から出力され、波形識別処理手段 13 で処理された演算値が基準値より小さいとき、磁性体目標物 1 5 が予め定められた範囲外の通過を意味する「0」が比較手段 14 から出力されるようになっている。

【0026】図 2 は波形識別処理手段の一実施例概念説明図を示しており、波形識別処理手段 13 としてニューラルネットワークが用いられたものである。同図において、波形識別処理手段 13 のニューラルネットワークは、 N 個の入力ユニット 21-1 ないし 21-N、 N 個の隠れユニット 22-1 ないし 22-N 及び 1 個の出力ユニット 23 で構成されている。そして入力ユニット 21-1 ないし 21-N には、図 1 で説明した様に最大値検出手段 10 が合成磁気信号の最大値 H_{t0} を検出したとき、メモリ 11 に格納されている最も新しく記憶されたものから順に前に逆上り、予め定められた数 N 個の各値 H_{n2} を合成磁気信号の最大値 H_{t0} で割った値 $S(i) = H_{n2} / H_{t0}$ ($i = 1, 2, \dots, N$) が、それぞれ入力される。

【0027】最大値検出手段 10 が合成磁気信号の最大値 H_{t0} を検出したとき、メモリ 11 の中で最も新しく記憶された演算結果の値を $H_{n2}(t_1)$ とすると、計算手段 12 によって求められた計算結果の値 $S(t_1) = H_{n2}(t_1) / H_{t0}$ が入力ユニット 21-1 に入力され、メモリ 11 の中で次に新しい演算結果の値 $S(t_2) = H_{n2}(t_2) / H_{t0}$ が入力ユニット 21-2 に入力され、メモリ 11 の中でその次に新しい演算結果の値 $S(t_3) = H_{n2}(t_3) / H_{t0}$ が入力ユニット 21-3 に入力され、以下同様にして演算結果の値 $S(t_N) = H_{n2}(t_N) / H_{t0}$ が入力ユニット 21-N に入力される。

【 0 0 2 8 】入力ユニット 2 1 - 1 ないし 2 1 - N と隠れユニット 2 2 - 1 ないし 2 2 - N との間は、図示の如く $A_1, A_2, A_3, \dots, B_1, B_2, B_3, \dots, C_1, C_2, C_3, \dots$ 等の重み付け値で重み付けされてそれぞれリンクされており、また隠れユニット 2 2 - 1 ないし 2 2 - N と出力ユニット 2 3 との間も、図示の如く M_1, M_2, M_3, \dots の重み付け値で重み付けされてリンクされている。

【 0 0 2 9 】このような値 $S(t_1)$ ないし値 $S(t_N)$ を入力とするニューラルネットワークで重み付け処理、すなわち積と和とからなるニューラルネットワーク演算を行うことにより、出力ユニット 2 3 から或る値の演算値が出力される。

【 0 0 3 0 】ニューラルネットワークで用いられる上記の各重み $A_1, A_2, A_3, \dots, B_1, B_2, B_3, \dots, C_1, C_2, C_3, \dots$ 等と M_1, M_2, M_3, \dots は、図 5 ないし図 1 4 に示された如き代表的な磁気モデルでの H_{n2} / H_{t0} 波形パターンから求められたものである。

【 0 0 3 1 】図 5 ないし図 1 4 は条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図をそれぞれ示している。図 5 ないし図 1 4 において、横軸は磁性体目標物の合成磁気信号値 $H_t = (H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ が最大となる位置からの距離、すなわち図 1 6 の最近点 P の位置から磁性体目標物 1 5 の進行方向と逆に向う距離 ($-L$) を表し、縦軸は H_{n2} の H_{t0} に対する割合を表している。そして図 5 ないし図 9 は、磁性体目標物 1 5 の磁気能率の伏角 (θ)、偏角 (ϕ) の磁気条件及び深度が同一で進入角 $\alpha = 0^\circ$ のときの横距離 W を 0、10、20、30、40 m に変えたものであり、図 1 0 ないし図 1 4 は、磁性体目標物 1 5 の磁気能率の伏角 (θ)、偏角 (ϕ) の磁気条件及び深度が同一で進入角 $\alpha = 0^\circ$ (θ は図 1 5 参照) のときの横距離 W を 0、10、20、30、40 m に変えたものである。図 5 ないし図 9 のそれぞれは、伏角 (θ) を変えた状態で図 1 0 ないし図 1 4 のそれぞれに対応している。

【 0 0 3 2 】その内の図 5 は 3 軸磁気検出器 1 の側方 (横距離 W) 0 m のときのもの、つまり磁性体目標物 1 5 が 3 軸磁気検出器 1 の真上を通過するときのもので、図 6 は 3 軸磁気検出器 1 の側方 (横距離 W) 10 m のときのもの、図 7 は 3 軸磁気検出器 1 の側方 (横距離 W) 20 m のときのもの、図 8 は 3 軸磁気検出器 1 の側方 (横距離 W) 30 m のときのもの、図 9 は 3 軸磁気検出器 1 の側方 (横距離 W) 40 m のときのものである。

【 0 0 3 3 】またその内の図 1 0 は 3 軸磁気検出器 1 の側方 (横距離 W) 0 m のときのもの、つまり磁性体目標物 1 5 が 3 軸磁気検出器 1 の真上を通過するときのもので、図 1 1 は 3 軸磁気検出器 1 の側方 (横距離 W) 10 m のときのもの、図 1 2 は 3 軸磁気検出器 1 の側方 (横距離 W) 20 m のときのもの、図 1 3 は 3 軸磁気検出器

1 の側方 (横距離 W) 30 m のときのもの、図 1 4 は 3 軸磁気検出器 1 の側方 (横距離 W) 40 m のときのものである。

【 0 0 3 4 】図 1 6 は本発明の一実施例フローチャートを示しており、当該図 1 6 を参照しながら図 1 の動作を次に説明する。波形識別処理手段 1 3 には、上記説明の代表的な磁気モデルでの H_{n2} / H_{t0} 波形パターンから求めた各重み $A_1, A_2, A_3, \dots, B_1, B_2, B_3, \dots, C_1, C_2, C_3, \dots$ 等と M_1, M_2, M_3, \dots が予め設定されている。比較手段 1 4 には、3 軸磁気検出器 1 の側方に対しどの程度の距離までの通過を、磁性体目標物 1 5 の予め定められた範囲内の通過とするか定める基準値が予め設定されている。

【 0 0 3 5 】このような状態の下で、3 軸磁気検出器 1 に対し Z 軸方向が一定の X Y 平面を定速度で移動する磁性体目標物 1 5 が 3 軸磁気検出器 1 に接近し (ステップ 1)、磁気レベル検出器 5 が 3 軸磁気検出器 1 の X 軸磁気センサ 2、Y 軸磁気センサ 3、Z 軸磁気センサ 4 のいずれかの検出信号の中で、予め定められたレベル以上の磁気信号を検出したとき (ステップ 2)、磁気レベル検出器 5 は出力を発生する。磁気レベル検出器 5 の出力発生でサンプリング回路 6 が駆動され、サンプリング回路 6 からサンプリング信号が出力する。

【 0 0 3 6 】X 軸磁気センサ 2、Y 軸磁気センサ 3 及び Z 軸磁気センサ 4 で検出されたそれぞれの検出信号は、対応して設けられている A/D 変換器 7 でそれぞれデジタル化され、この X 軸磁気センサ 2、Y 軸磁気センサ 3 及び Z 軸磁気センサ 4 の検出信号は、サンプリング回路 6 からのサンプリング信号発生毎に、磁気信号合成手段 8 と演算手段 9 とに取り込まれる (ステップ 3)。

【 0 0 3 7 】磁気信号合成手段 8 では、各磁気センサの検出信号 H_x, H_y, H_z を基に当該磁性体目標物 1 5 の合成磁気信号値 $(H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ が演算され、演算手段 9 では、取り込まれた各検出信号 H_x, H_y, H_z を基に、Z 軸磁気センサ 4 の検出信号の絶対値 $|H_z|$ から、X 軸磁気センサ 2 及び Y 軸磁気センサ 3 の検出信号から得られる水平成分値 $(H_x^2 + H_y^2)$ を減じた値 H_{n2} 、すなわち、 $H_{n2} = |H_z| - (H_x^2 + H_y^2)$ の演算を行い、その演算結果の値 H_{n2} をメモリ 1 1 に記憶させる (ステップ 4)。

【 0 0 3 8 】最大値検出手段 1 0 は、磁気信号合成手段 8 から送られてくる合成磁気信号値 $H_t(k) = (H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ と一つ前に取り込まれた合成磁気信号値 $H_t(k-1) = (H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ とを比較し、合成磁気信号値 $(H_x^2 + H_y^2 + H_z^2)$ の最大値 H_{t0} を求める処理を行う。最大値検出手段 1 0 が上記合成磁気信号の最大値 H_{t0} を検出したとき (ステップ 5)、最大値検出手段 1 0 は合成磁気信号の最大値 H_{t0} を検出した旨の信号とその合成磁気信号の最大値 H_{t0} とを計算手段 1 2 に送出する。計算手段 1 2 はメモリ 1 1 に記憶

された上記演算手段 9 による演算結果の値 H_{n2} を、最も新しく記憶されたものから順に前に逆上り予め定められた数 N だけメモリ 11 から順に読み出し (ステップ 6)、その N 個の値 $H_{n2}(t_1)$ ないし $H_{n2}(t_N)$ を合成磁気信号の最大値 H_{t0} で割って $S(i) = H_{n2} / H_{t0}$ ($i = 1, 2, \dots, N$) の値を求め (ステップ 7)、その N 個の計算値 $S(i)$ を波形識別処理手段 13 に入力させる。

【0039】波形識別処理手段 13 では、計算手段 12 で計算された上記 N 個の値 $S(t_1)$ ないし $S(t_N)$ と予め設定されている上記重み付け値 $A_1, A_2, A_3, \dots, B_1, B_2, B_3, \dots, C_1, C_2, C_3, \dots$ 等と M_1, M_2, M_3, \dots とを基に、積と和とからなるニューラルネットワーク演算の波形識別処理を行う (ステップ 8)。

【0040】ここで、計算手段 12 から波形識別処理手段 13 に入力される計測値 $S(t_1)$ ないし値 $S(t_N)$ を基に、波形識別処理手段 13 がニューラルネットワーク演算の波形識別処理を行うとき、3 軸磁気検出器 1 が海底の所定の位置に配置される前に予め学習させた学習練度に基づいた学習により、どのような波形を形成するかの予測認識が行われ、その結果としての 3 軸磁気検出器 1 の側方の横距離 W が無次元化された形で出力される。

【0041】波形識別処理手段 13 で処理された演算値は、無次元化されたものであるので元の大きさに戻す演算が実行される。すなわち波形識別処理手段 13 で処理された演算値を基に、分散率 = 演算値 / センサの計測レンジから $H_{n2} = \dots \times H_{t0}$ を演算して元の大きさに戻される。

【0042】一方、別の測定手段で得られる磁性体目標物 15 の速度を V 、計測時間を t としたとき、図 15 に示されている P 点からの距離 L は、 $L = V \times t$ で表されるので、当該計測時間 t から、磁性体目標物 15 が 3 軸磁気検出器 1 の側方を通過する時点 (タイミング) が得られ、その時点での 3 軸磁気検出器 1 の側方の横距離 W が求められる。

【0043】そして比較手段 14 で上記 3 軸磁気検出器 1 の側方に対しどの程度の距離までの通過を、磁性体目標物 15 の予め定められた範囲内の通過とするかを定める基準値と比較される (ステップ 9)。波形識別処理手段 13 で処理された上記の演算値が基準値より大きいとき、磁性体目標物 15 が予め定められた範囲内の通過を意味する「1」が比較手段 14 から出力され (ステップ 10)、波形識別処理手段 13 で処理された演算値が基準値より小さいとき、磁性体目標物 15 が予め定められた範囲外の通過を意味する「0」が比較手段 14 から出力される (ステップ 11)。

【0044】なおステップ 5 で合成磁気信号値 ($H_x^2 + H_y^2 + H_z^2$) が最大値 H_{t0} でないときには、当該合成

磁気信号の最大値 H_{t0} が検出されるまでステップ 3 ないしステップ 5 が繰り返される。

【0045】また磁気レベル検出器 5 が 3 軸磁気検出器 1 の X 軸磁気センサ 2, Y 軸磁気センサ 3, Z 軸磁気センサ 4 のいずれかの検出信号でも、予め定められたレベル以上の磁気信号を検出できないときには (ステップ 2)、磁性体目標物が 15 定点である 3 軸磁気検出器 1 から一定範囲内を通過しないものとして処理され、終了となる。

10 【0046】上記説明では、波形識別処理手段 13 で処理される上記計算値 $S(t_1)$ ないし値 $S(t_N)$ の各値が、無次元化されたものであるので元の大きさに戻す演算を実行しているが、無次元化されたままの無次元の下で次のようにして処理することもできる。

【0047】すなわち、計算手段 12 から波形識別処理手段 13 に入力される計測値 $S(t_1)$ ないし値 $S(t_N)$ を基に、波形識別処理手段 13 がニューラルネットワーク演算の波形識別処理を行うとき、3 軸磁気検出器 1 が海底の所定の位置に配置される前に予め学習させた学習練度に基づいた学習により、どのような波形を形成するかの予測認識が行われ、その結果としての 3 軸磁気検出器 1 の側方の横距離 W が無次元化された形で出力される。

【0048】この出力と、上記無次元化された比率での、上記 3 軸磁気検出器 1 の側方に対しどの程度の距離までの通過を磁性体目標物 15 の予め定められた範囲内の通過とするかを定める無次元化対応の基準値 (このときの当該無次元化対応の基準値は無次元化された比率の基準値を最大値 H_{t0} で割った値) とが、比較手段 14 で比較される (ステップ 9)。以下同様にして、波形識別処理手段 13 で処理された上記の演算値が無次元化対応の基準値より大きいとき、磁性体目標物 15 が予め定められた範囲内の通過を意味する「1」が比較手段 14 から出力され (ステップ 10)、波形識別処理手段 13 で処理された演算値が基準値より小さいとき、磁性体目標物 15 が予め定められた範囲外の通過を意味する「0」が比較手段 14 から出力される (ステップ 11)。

【0049】

【発明の効果】以上説明した如く、本発明によれば、磁性体目標物を磁気双極子モーメントで表示した上で、検出された磁気信号を演算処理するに当たり、無次元化を行い、磁性体目標物の大きさに無関係となし、かつ磁性体目標物の磁気センサへの接近方向の違いの通過位置検出への影響を消去した H_{n2} / H_{t0} 波形を波形識別のための要素となし、様々な磁性体の磁気条件 (磁気能率の伏角及び偏角) 及び深度を想定した磁気モデルでパターン、すなわち H_{n2} / H_{t0} 波形を作成し、これから求めた重みを用い、積と和とからなるニューラルネットワーク演算によって演算値を求め、そして基準値と比較するようにしたので、磁気条件が未知の磁性体目標物が、定

点である磁気検出器から一定範囲内を通過したかどうかをその磁気双極子モーメントの大小にかかわらず、また磁気条件が未知の場合でも確実に検出できる。そして事前の磁気測定を必要とせず、かつ磁性体目標物の磁気条件の影響を受けにくい通過位置検出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る通過位置検出装置の一実施例構成である。

【図 2】波形識別処理手段の一実施例概念説明図である。

【図 3】磁性体目標物の磁気双極子モーメント M の伏角と偏角説明図である。

【図 4】磁性体目標物と 3 軸磁気検出器との直交座標系 (X, Y, Z) における配置関係説明図である。

【図 5】計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 6】条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 7】条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 8】条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 9】条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 10】条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 11】条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 12】条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 13】条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 14】条件を変え計算によってシミュレートした H_{n2} / H_{t0} 波形図である。

【図 15】 $X - Y$ 平面での磁性体目標物の進行方向と座標を説明している $X - Y$ 平面説明図である。

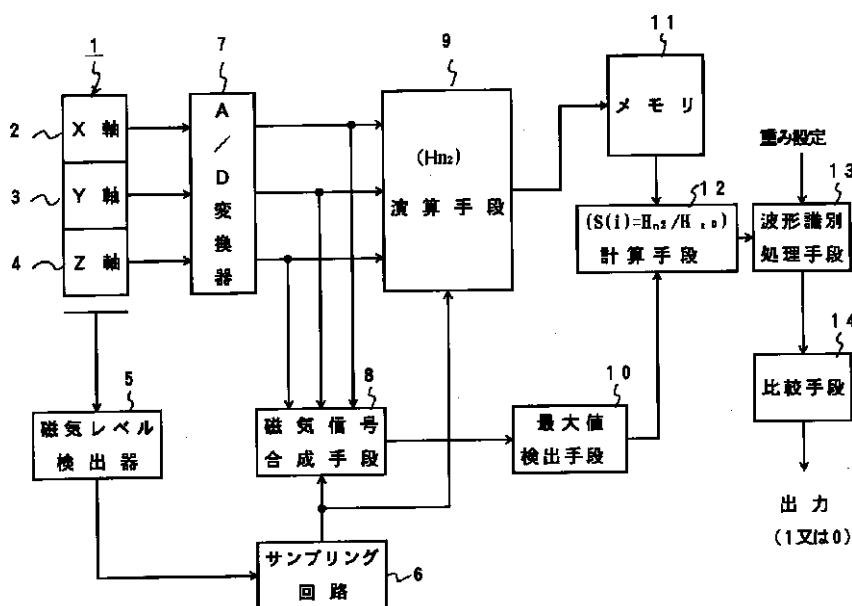
【図 16】本発明の一実施例フローチャートである。

10 【図 17】磁性体目標物の進行方向と船体磁気との磁気能率についての Z 軸方向成分説明図である。

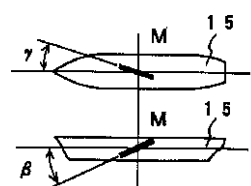
【符号の説明】

- 1 3 軸磁気検出器
- 2 X 軸磁気センサ
- 3 Y 軸磁気センサ
- 4 Z 軸磁気センサ
- 5 磁気レベル検出器
- 6 サンプルング回路
- 7 A / D 変換器
- 8 磁気信号合成手段
- 9 演算手段
- 10 最大値検出手段
- 11 メモリ
- 12 計算手段
- 13 波形識別処理手段
- 14 比較手段
- 15 磁性体目標物

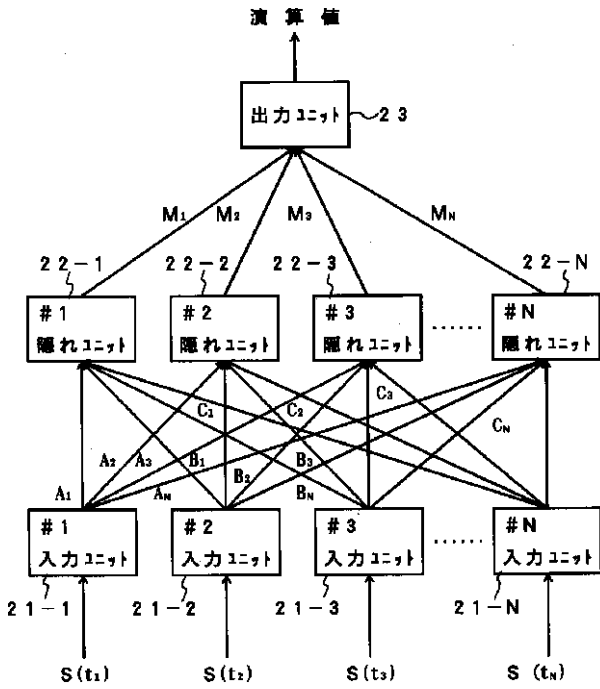
【図 1】



【図 3】

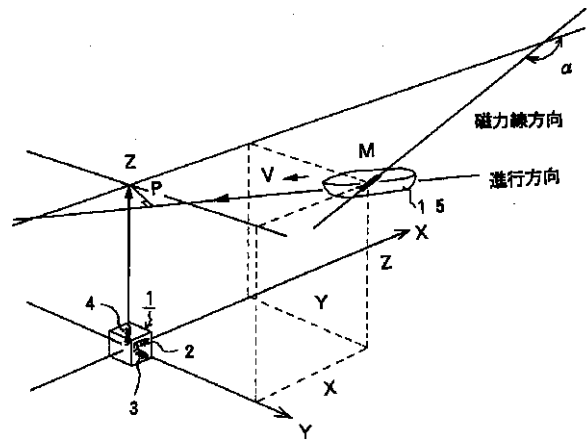


【図 2】

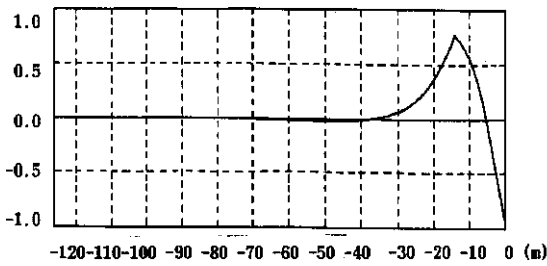


【図 5】

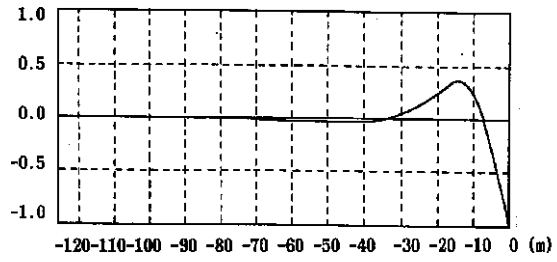
【図 4】



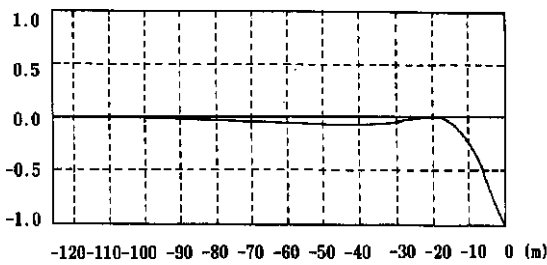
【図 6】



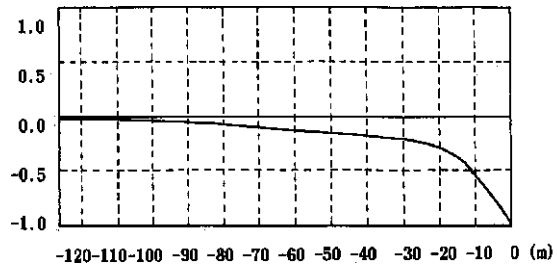
【図 7】



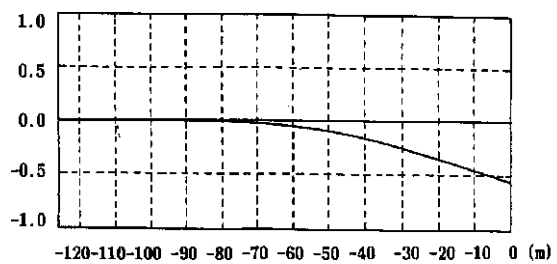
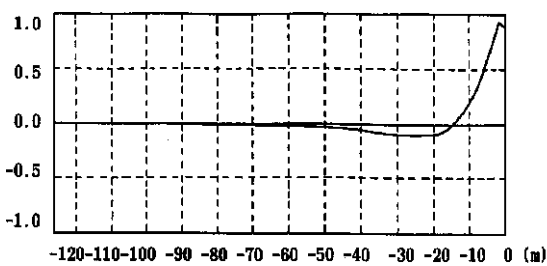
【図 8】



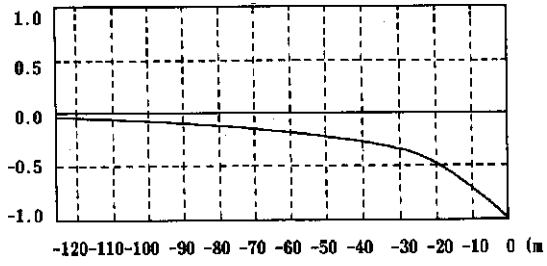
【図 10】



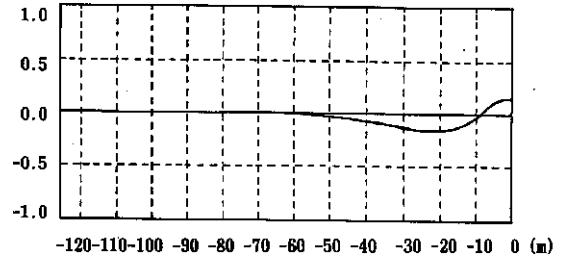
【図 12】



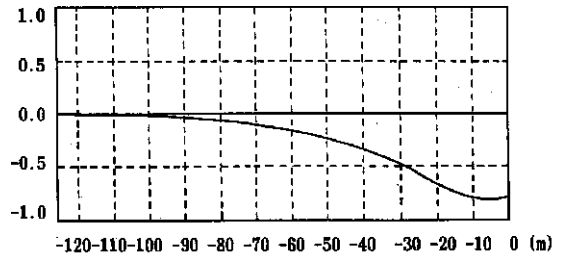
【 図 9 】



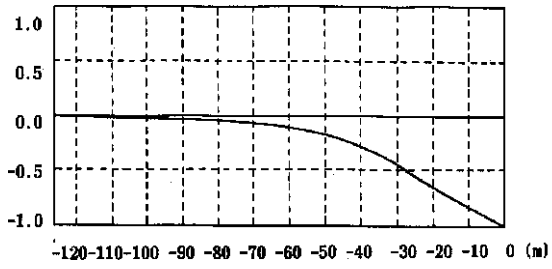
【 図 1 1 】



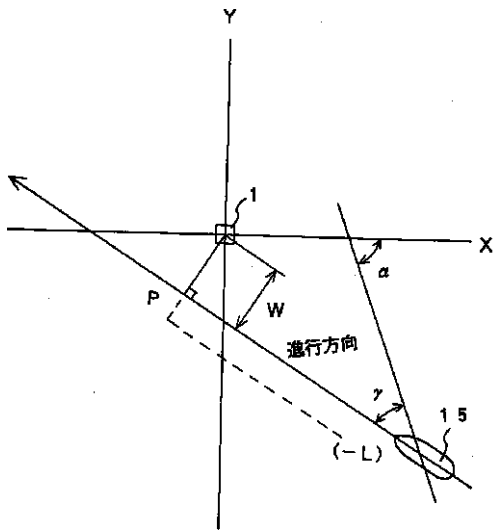
【 図 1 4 】



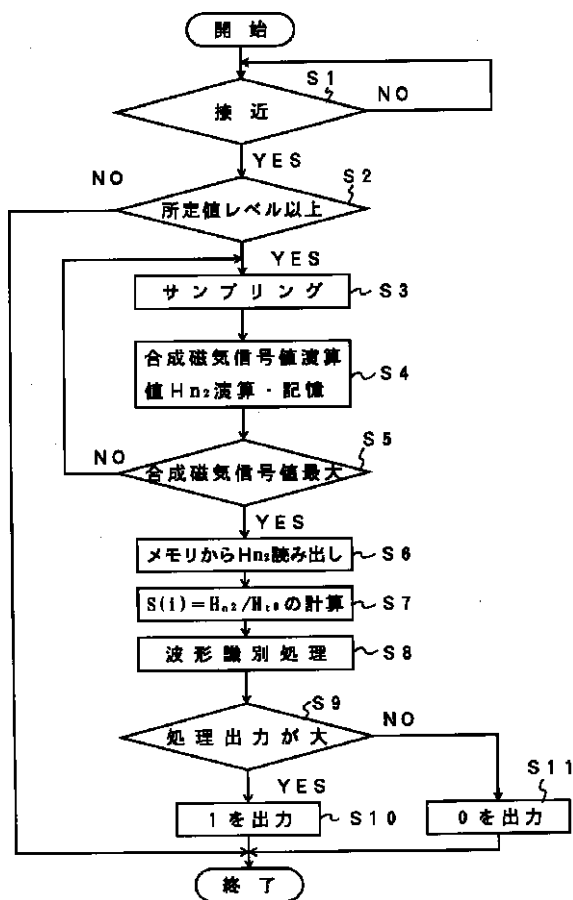
【 図 1 3 】



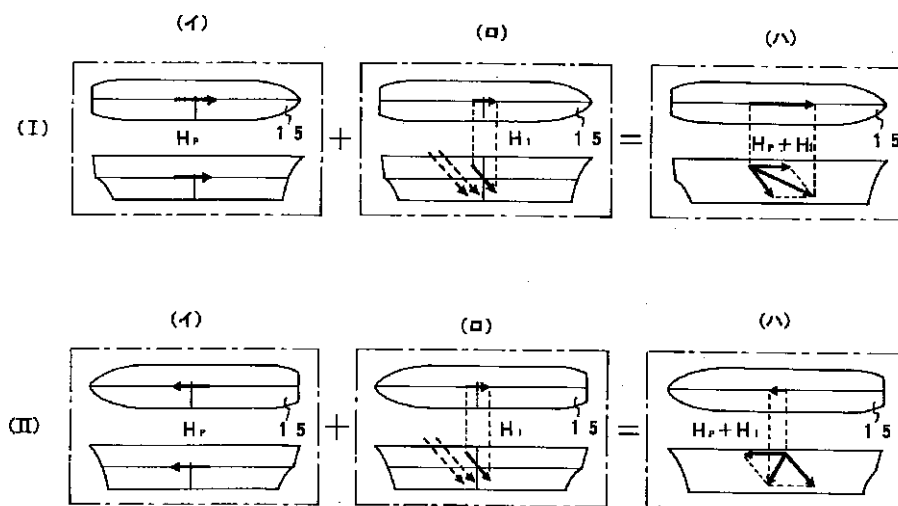
【 図 1 5 】



【図 1 6】



【図 1 7】



フロントページの続き

(72)発明者 吉見 邦彦
神奈川県横浜市鶴見区平安町 2 丁目 29 番
地の 1 株式会社 京三製作所内

(72)発明者 森下 晴之
神奈川県横浜市鶴見区平安町 2 丁目 29 番
地の 1 株式会社 京三製作所内

(56)参考文献 特開 平 2 - 74892 (J P , A)
特開 昭 55 - 162078 (J P , A)
特開 昭 60 - 71910 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

G01B 7/00
G01C 15/00
G01V 3/08
G01V 3/10
G01R 33/02
G01C 21/00