

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-317281

(43)公開日 平成5年(1993)12月3日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 5/05	A	8932-4C		
G 0 6 F 15/18		8945-5L		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-122296

(22)出願日 平成4年(1992)5月14日

(71)出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅田センタービル

(72)発明者 上田 智章

滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2

ダイキン工業株式会社滋賀製作所内

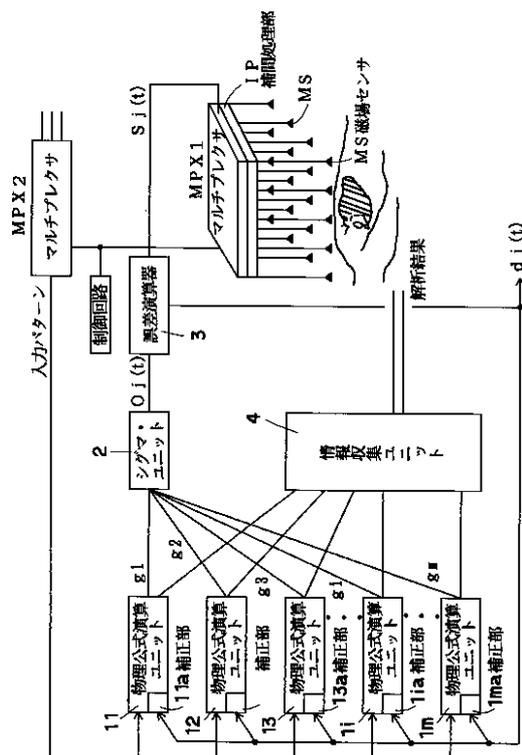
(74)代理人 弁理士 津川 友士

(54)【発明の名称】 生体磁場測定方法およびその装置

(57)【要約】

【目的】 生体表面に近い複数箇所での磁場測定値に基づいて行なう磁場源解析精度を、測定点を増加させることなく向上させる。

【構成】 N個の磁場センサMSによる磁場測定値に基づいて補間処理部IPによる補間を行なって測定点間の任意の点における疑似測定値を得、実際の測定値および疑似測定値を教師パターンとして補正部11a, 12a, ..., 1maによるピオ・サバル演算ユニット11, 12, ..., 1mの未知数の補正を行ない、補正された未知数を磁場源解析結果として情報収集ユニット4により取出す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 既知の入力パターンを供給して、磁場源情報を未知数とする複数のピオ・サバルの法則の演算を行ない、各演算結果を累積加算して磁場演算値を得、人体表面の近傍の複数箇所において得られた磁場計測値に基づいて補間処理を施すことにより計測数よりも多い計測値に基づく教師パターンを得、上記磁場演算値と教師パターンとの差を算出し、算出した差に基づいて各演算式に含まれる未知数としての磁場源情報を補正し、差が十分に小さくなるまで上記一連の処理を反復してから各演算式に含まれる未知数としての磁場源情報を生体磁場測定結果として出力することを特徴とする生体磁場測定方法。

【請求項2】 既知の入力パターンに基づいて、異なる磁場源情報に基づく複数のピオ・サバルの法則の演算を行なう演算手段(11)(12)・・・(1m)と、各演算手段(11)(12)・・・(1m)から出力される演算結果結果を累積加算する累積加算手段(2)と、人体表面の近傍の複数箇所において磁場計測値を得る磁場計測手段(MS)と、磁場計測手段(MS)により得られた複数箇所の磁場計測値に基づいて補間処理を施すことにより計測数よりも多い計測値に基づく教師パターンを得る補間演算手段(IP)と、上記累積加算手段(2)から出力される累積加算結果と教師パターンとに基づいて誤差を算出する誤差算出手段(3)と、算出された誤差に基づいて各演算手段(11)(12)・・・(1m)における磁場源情報の補正を行なう補正手段(11a)(12a)・・・(1ma)と、補正手段(11a)(12a)・・・(1ma)による補正が施された結果を収集して生体磁場測定結果として出力する補正結果収集手段(4)とを含むことを特徴とする生体磁場測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は生体磁場測定方法およびその装置に関し、さらに詳細に言えば、生体表面近傍の複数箇所において得られた磁場計測値に基づいて生体内部の磁場源の位置とその電流ベクトル成分を推定し、推定結果を磁場源情報として出力する生体磁場測定方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から生体表面近傍の複数箇所に超伝導量子干渉素子(Superconducting Quantum Interference Device、以下、SQUIDと略称する)を用いたSQUID磁束計を配置することにより生体内部の磁場源を解析する磁場源測定装置が提案されている。

【0003】この装置は、スーパーコンピュータを用いて以下の処理を行なうものである。即ち、

a) 複数のSQUID磁束計による探査空間に乱数を用いてm個の電流素片をばらまく。ここで、電流素片iの入力パラメータは位置情報P(x, y, z)および電流ベクトルI(X, Y, Z)であるから、 $x_i, y_i, z_i, X_i, Y_i, Z_i$ (但し、 $i = 1, 2, \dots, m$)の6m個のパラメータを乱数を用いて決定する。

b) 後述する推定誤差演算プロセスにより全推定誤差Eを算出する。

c) 以下のd)からg)の処理を反復する。

10 d) 任意に電流素片を選択し、該当する電流素片kのパラメータおよび全推定誤差を退避する。即ち、位置情報 $P_s(x_s, y_s, z_s) = P_k(x_k, y_k, z_k)$

電流ベクトル $I_s(X_s, Y_s, Z_s) = I_k(X_k, Y_k, Z_k)$
全推定誤差 $E_s = E$ の処理を行なう。

e) 電流素片kのパラメータを乱数を用いて微少量だけ変化させる。即ち、各成分の微少な変化量を x, y, z, X, Y, Z とすれば、

20 $P_k(x_k, y_k, z_k) = P_k(x_k + \Delta x, y_k + \Delta y, z_k + \Delta z)$
 $I_k(X_k, Y_k, Z_k) = I_k(X_k + \Delta X, Y_k + \Delta Y, Z_k + \Delta Z)$ の処理を行なう。

f) 後述する推定誤差演算プロセスにより全推定誤差Eを算出する。

g) 退避した全推定誤差 E_s とf)で算出された全推定誤差Eとを比較し、全推定誤差 E_s の方が小さければ、d)で退避した情報を復帰させる。即ち、

30 位置情報 $P_k(x_k, y_k, z_k) = P_s(x_s, y_s, z_s)$

電流ベクトル $I_k(X_k, Y_k, Z_k) = I_s(X_s, Y_s, Z_s)$

全推定誤差 $E = E_s$ の処理を行なう。

【0004】また、上記推定誤差演算プロセスは次のとおりである。

I. 各電流素片のパラメータから各測定点j(j = 1, 2, ..., N)における磁場を演算する。即ち、1)次の2), 3)の処理を全ての測定点jについて行なう。

40 2)次の3)の処理を全ての電流素片iについて行なう。

3)ピオサバルの法則を用いて、測定点jに電流素片iがつくる磁場 $B_{eji}(B_{Xeji}, B_{Yeji}, B_{Zeji})$ を演算する。

4) m個の電流素片が測定点jにつくる磁場 B_{ej} を次式に基づいて演算する。

【0005】

【数1】

$$\begin{aligned}
 & B e_j (B X e_j, B Y e_j, B Z e_j) \\
 & = \left(\sum_{i=1}^m B X e_{j i}, \sum_{i=1}^m B Y e_{j i}, \sum_{i=1}^m B Z e_{j i} \right)
 \end{aligned}$$

【0006】の演算を行なう。

II. 各測定点jにおける測定値Bj (BXj, BYj, BZj)と全電流素片に基づく推定値Bejから推定誤差Ejを演算し、全推定誤差Eを算出する。即ち、5)次の6)の処理を全ての測定点jについて行なう。

6)各測定点jにおける推定誤差Ejを次式に基づいて演算する。

$$E_j = (B X_j - B X e_j)^2 + (B Y_j - B Y e_j)^2 + (B Z_j - B Z e_j)^2$$

7)全推定誤差Eを次式に基づいて算出する。

【0007】

【数2】

$$E = \sum_{j=1}^n E_j$$

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記装置を用いて磁場源の解析を行なえば、全推定誤差Eが小さくなるように電流素片kのパラメータを微量ずつ変化させるのであるから最終的に正しい解析結果が得られるように思われる。しかし、図7(A)に示すように電流素片kの初期状態が設定された場合に、2400回の処理を行なった場合に図7(B)に示す状態にまで各電流素片kが変化され、3600回の処理を行なった場合に図7(C)に示す状態にまで各電流素片kが変化されただけであり、最終的な解を得ることができない。また、図7(B)(C)を比較すると電流素片kの状態は余り変化しておらず、処理回数を増加させても最終的な解を得ることができないという不都合がある。また、3600回の処理を行なうためにスーパーコンピュータを用いても約20分の時間がかかっており、到底実用化できないという不都合もある。

【0009】このような不都合の発生は、1回の処理を行なっても全推定誤差Eが小さくなるという保証が全くないこと、および上記処理中、推定誤差演算プロセスのI.1), 2), 3)とII.5), 6)の部分のみについて並列処理が可能であり、他の処理については並列処理できないのであるから並列プロセッサを使用しても全体としての演算の高速化が達成できないことが原因であることを見出した。

【0010】また、近年ニューラルネットワークの研究が進展しており、上記磁場源の解析にニューラルネットワークを適用することが考えられている。しかし、階層型パーセプトロンにおいて取扱う問題が複雑になると多階層構造が要求されるか、または中間層の1層を構成する為のニューロン素子数の増加が要求され、全体のニューロン素子数が著しく多くなるのであるから、学習によ

り決定する必要がある荷重の数が著しく多くなり、解を収束させるための演算負荷が膨大になってしまうという不都合がある。また、ポップフィールド・モデルにおいては、解析のための目的関数をポップフィールド・モデルに適合する関数形に変換する作業、目的関数を構成する独立変数をニューロンモデルの活性度あるいは出力値になるように変換させるための変換規則を定める作業が非常に困難であるとともに、うまく関数の変換ができない可能性が高いという不都合、収束性が高い初期値の設定が困難であるという不都合、収束値を得るまでの所要時間が著しく長くなるという不都合等がある。

【0011】このような不都合を解消するために、本件発明者は、既知の情報に基づいて複数の、ピオ・サバールの法則の演算を行ない、各ピオ・サバールの法則の演算結果を累積加算して得られる値と生体表面の複数箇所で測定した磁場計測値との差を算出し、算出した差に基づいて各ピオ・サバールの法則の演算式に含まれる磁場源情報を補正し、差が十分に小さくなるまで上記一連の処理を反復してから各ピオ・サバールの方則の演算式に含まれる補正された磁場源情報を磁場測定結果として出力する方法を考えた(特願平3-336012号参照)。

【0012】この方法を採用すれば、既知のピオ・サバールの法則の演算式に含まれる、磁場源に対応して定まるべき定数を、累積加算値と磁場計測値との差に対応して変化させるだけでよく、全体として処理を簡素化できるとともに、解析所要時間を大幅に短縮できる。しかし、磁場を計測するための測定点数が少ない場合には、磁場源に対応して定まるべき定数の初期値によっては浅い位置にローカルミニマ(誤った答)が存在する可能性がある。このローカルミニマにおいても磁場の推定誤差は小さくなっているが、エネルギー的には大きすぎる収束値であり、不合理であると判定できる。したがって、このような場合には、初期値を変化させて正しいと思われる解を求める必要があり、作業が複雑化するとともに、所要時間が長くなってしまいう不都合がある。このような不都合を解消するためには、十分に多い数の測定点における磁場の測定を行なえばよいのであるが、必然的に所要時間の長時間化を招くのみならず、装置全体として構成要素数が増加し、コストアップを招いてしまいう不都合がある。

【0013】

【発明の目的】この発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、測定点数が少なくても確実に真の解を得ることができ、しかも所要時間を著しく短縮できる新規な生体磁場測定方法およびその装置を提供することを目

的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための、請求項1の生体磁場測定方法は、既知の入力パターンを供給して、磁場源情報を未知数とする複数のピオ・サバールの法則の演算を行ない、各演算結果を累積加算して磁場演算値を得、人体表面の近傍の複数箇所において得られた磁場計測値に基づいて補間処理を施すことにより計測数よりも多い計測値に基づく教師パターンを得、上記磁場演算値と教師パターンとの差を算出し、算出した差に基づいて各演算式に含まれる未知数としての磁場源情報を補正し、差が十分に小さくなるまで上記一連の処理を反復してから各演算式に含まれる未知数としての磁場源情報を生体磁場測定結果として出力する方法である。

【0015】請求項2の生体磁場測定装置は、既知の入力パターンに基づいて、異なる磁場源情報に基づく複数のピオ・サバールの法則の演算を行なう演算手段と、各演算手段から出力される演算結果結果を累積加算する累積加算手段と、人体表面の近傍の複数箇所において磁場計測値を得る磁場計測手段と、磁場計測手段により得られた複数箇所の磁場計測値に基づいて補間処理を施すことにより計測数よりも多い計測値に基づく教師パターンを得る補間演算手段と、上記累積加算手段から出力される累積加算結果と教師パターンとに基づいて誤差を算出する誤差算出手段と、算出された誤差に基づいて各演算手段における磁場源情報の補正を行なう補正手段と、補正手段による補正が施された結果を収集して生体磁場測定結果として出力する補正結果収集手段とを含んでいる。

【0016】

【作用】請求項1の生体磁場測定方法であれば、既知の入力パターンを供給して、磁場源情報を未知数とする複数のピオ・サバールの法則の演算を行ない、各演算結果を累積加算して磁場演算値を得、人体表面の近傍の複数箇所において得られた磁場計測値に基づいて補間処理を施すことにより計測数よりも多い計測値に基づく教師パターンを得、上記磁場演算値と教師パターンとの差を算出し、算出した差に基づいて各演算式に含まれる未知数としての磁場源情報を補正し、差が十分に小さくなるまで上記一連の処理を反復してから各演算式に含まれる未知数としての磁場源情報を生体磁場測定結果として出力するのであるから、測定点数が少なくても、補間処理を施すことにより等価的に測定点数が増加した状態を得ることができ、等価的に増加した測定点に基づいて推定処理を行なうので、浅い位置のローカルミニマを確実に排除でき、正確な生体内部の磁場源情報を得ることができる。

【0017】請求項2の生体磁場測定装置であれば、既知の入力パターンに基づいて、演算手段により異なる磁

場源情報に基づく複数のピオ・サバールの法則の演算を行ない、各演算手段から出力される演算結果結果を累積加算手段により累積加算する。また、人体表面の近傍の複数箇所において磁場計測手段により磁場計測値を得、磁場計測手段により得られた複数箇所の磁場計測値に基づいて補間演算手段により補間処理を施すことにより計測数よりも多い計測値に基づく教師パターンを得る。そして、上記累積加算手段から出力される累積加算結果と教師パターンとに基づいて誤差算出手段により誤差を算出し、算出された誤差に基づいて補正手段により各演算手段における磁場源情報の補正を行ない、補正結果収集手段により、補正手段による補正が施された結果を収集して生体磁場測定結果として出力する。したがって、測定点数が少なくても、補間処理を施すことにより等価的に測定点数が増加した状態を得ることができ、等価的に増加した測定点に基づいて推定処理を行なうので、浅い位置のローカルミニマを確実に排除でき、正確な生体内部の磁場源情報を得ることができる。

【0018】

【実施例】以下、実施例を示す添付図面によって詳細に説明する。図1はこの発明の生体磁場測定装置の一実施例を示すブロック図であり、ピオ・サバールの法則の演算を行なう複数個のピオ・サバール演算ユニット11, 12, ..., 1mと、ピオ・サバール演算ユニット11, 12, ..., 1mから出力される演算結果 g_1, g_2, \dots, g_m を累積加算するシグマ・ユニット2と、シグマ・ユニット2から出力される累積加算結果 $O_j(t)$ と教師パターンとしての磁場計測値 $S_j(t)$ とを入力として両者の差を算出する誤差演算器3と、算出された差に基づいて、ピオ・サバール演算ユニットにおいて推定されている変数を補正する補正部11a, 12a, ..., 1maと、ピオ・サバール演算ユニット11, 12, ..., 1mにおいて推定されている変数の値を収集して磁場源解析結果として出力する情報収集ユニット4とを有している。そして、磁場を検出すべく配置されたN個の磁場センサMSと、磁場センサMSからの磁場測定値に基づく補間処理を行なって磁場センサMS間の磁場補間値を得る補間処理部IPと、N個中の何れかの磁場測定値または磁場補間値とその観測条件をそれぞれ選択して誤差演算器3に教師信号として供給するマルチプレクサMX1, MX2と、マルチプレクサMX1, MX2の動作を制御する制御回路Cとを有している。尚、上記ピオ・サバール演算ユニット11, 12, ..., 1mは時刻t、計測位置等の既知情報が供給されたことに応答して、既知情報に基づいて各ピオ・サバール演算ユニットに設定されているピオ・サバールの法則に基づく演算を行なうとともに、誤差演算器3から出力される推定誤差 $d_j(t) \{= S_j(t) - O_j(t)\}$ が供給されたことに応答して演算式に含まれる変数を推定誤差が少なくなるように補正する。また、ピ

オ・サバル演算ユニットはそれぞれ同期的に動作するように制御してもよく、また、非同期的に動作するように制御してもよい。

【0019】上記の構成の生体磁場測定装置の作用は次のとおりである。解析対象となる磁場 $O_j(t)$ は、時刻 t と電流素片の3次元座標値 x_i, y_i, z_i (i は正の整数、以下、同じ)と、電流素片のベクトル成分 P_{xi}, P_{yi}, P_{zi} を持つ関数 g_i (ピオ・サバルの法則に基づいて定まる関数)の線形和である。但し、以下の説明において $x_i, y_i, z_i, P_{xi}, P_{yi}, P_{zi}$ をそれぞれ $a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4}, a_{i5}, a_{i6}$ と表記する。

【0020】したがって、時刻 t を m 個のピオ・サバル演算ユニット $11, 12, \dots, 1m$ に供給してそれぞれ関数 g_1, g_2, \dots, g_m の演算を行なって関数値を算出し、算出された全ての関数値をシグマ・ユニット2に供給することにより累積加算値 $O_j(t)$ を得ることができる。但し、当初は未知数が適当に設定されているのであるから、得られる累積加算値 $O_j(t)$ は実際の測定値または磁場補間値 (以下、単に磁場測定値 *20

$$\frac{\partial E_j(t)}{\partial O_j(t)} = - \{S_j(t) - O_j(t)\}$$

【0023】そして、各ピオ・サバル演算ユニットにおける未知数の補正を最急降下法に基づいて行なうこととすれば、推定誤差評価関数値が最小になる未知数の推定は数4に基づいて行なうことができる。但し、 k は

$$\begin{aligned} a_{ik} &= a_{ik} - \varepsilon_k \left\{ \frac{\partial E_j(t)}{\partial a_{ik}} \right\} \\ &= a_{ik} - \varepsilon_k \left\{ \left(\frac{\partial E_j(t)}{\partial O_j(t)} \right) \left\{ \frac{\partial O_j(t)}{\partial a_{ik}} \right\} \right\} \\ &= a_{ik} + \varepsilon_k \{S_j(t) - O_j(t)\} \left\{ \frac{\partial O_j(t)}{\partial a_{ik}} \right\} \end{aligned}$$

【0025】また、累積加算値 $O_j(t)$ の a_{ik} による偏微分値は数5で与えられるので、数4は数6と表現できる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial O_j(t)}{\partial a_{ik}} &= \frac{\partial \left\{ \sum_{i=1}^m g_i(t, a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{iL}) \right\}}{\partial a_{ik}} \\ &= \frac{\partial \{g_i(t, a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{iL})\}}{\partial a_{ik}} \end{aligned}$$

【0027】

$$a_{ik} = a_{ik} + \varepsilon_k \{S_j(t) - O_j(t)\} \left[\frac{\partial \{g_i(t, a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{iL})\}}{\partial a_{ik}} \right]$$

【0028】したがって、数6の処理を行なうことにより電流素片の3次元座標値およびベクトル成分の推定精度を高め、より正確な電流素片を得ることができる。また、この実施例においては、実際の磁場測定値のみならず、磁場測定値に基づいて得た磁場補間値をも教師信号

*と称する) $S_j(t)$ とは異なる。したがって、誤差演算器3において実際の測定値 $S_j(t)$ と累積加算値 $O_j(t)$ との差を算出し、算出された差を推定誤差 $d_j(t)$ としてピオ・サバル演算ユニット $11, 12, \dots, 1m$ の補正部 $11a, 12a, \dots, 1ma$ にフィードバックし、推定誤差 $d_j(t)$ が小さくなるように各ピオ・サバル演算ユニットの未知数を変化させる。

【0021】上記一連の処理を反復すれば推定誤差 $d_j(t)$ が小さくなり、ついには推定誤差 $d_j(t)$ がほぼ0になるので、この時点においてピオ・サバル演算ユニット $11, 12, \dots, 1m$ の未知数の値を情報収集ユニット4により収集して出力することにより物理源の物理量に関する解析結果を得ることができる。また、推定誤差評価関数 $E_j(t)$ を次式で定義すれば、数3が得られる。

$$E_j(t) = (1/2) \{S_j(t) - O_j(t)\}^2$$

【0022】

【数3】

未知数 a_{ik} の学習ゲイン (補正ゲイン) である。

【0024】

【数4】

【0026】

【数5】

【数6】

として用いているので、ローカルミニマに収束という不都合を解消して電流素片を高精度に推定できる。この点についてさらに詳細に説明する。

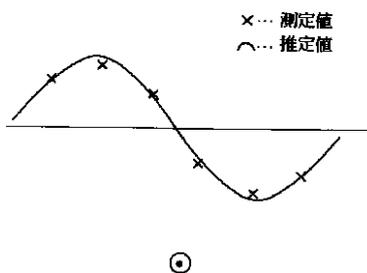
【0029】図2は1つの電流素片の深さに対応して測定される磁界分布を示す図であり、磁場測定面と電流素

片とが接近すればピーク間の距離が狭くなり、磁場測定面と電流素片とが離ればピーク間の距離が広がるとともにピーク値も厳戒することが分る。したがって、図3にxで示す磁場測定値が得られ、図3に実線で示す磁場推定曲線に基づいて1つの電流素片のみが存在すると推定されることが正常である場合であっても、図4に破線で示す3つの推定曲線が重畳された状態であると推定され、この推定結果に基づいて3つの電流素片が存在すると推定される可能性がある。図4の場合にも、各磁場測定点における誤差は小さくなっているのに、上記の推定結果が得られる可能性は否定できない。しかし、生体磁場の測定を行なう場合に、図4に示すように磁場測定面からの深さが大幅にばらつく位置に電流素片が推定されるべきではないので、このような不都合を解消する必要があるれば、磁場測定点間隔を小さく設定して磁場測定点数を増加させなければならないと思われていた。しかし、磁場測定点間隔は、ピックアップ・コイルの直径、コイルの線径等に基づいて定まる空間分解能程度の間隔に設定されているのであるから、磁場測定点間隔を小さくしようとすれば、ピックアップ・コイル等を変更しなければならず、簡単には対処できない。しかし、この実施例においては、磁場測定点間隔が空間分解能程度の間隔に設定されていることを考慮して磁場測定点間の任意の点における磁界強度を補間処理（例えば、直線補間、スプライン補間、サンプリング関数による補間等）により得ることにより図5または図6に黒丸で示すように実際の測定値と同様に取扱える疑似測定値を加え、これらの値に基づいて推定処理を行なうのであるから、図4に示すようなローカルミニマへの収束を確実に阻止でき、高精度の生体磁場測定を達成できる。

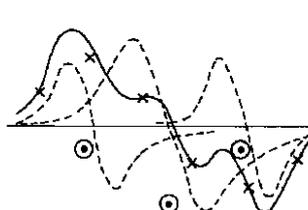
【0030】尚、この発明は上記の実施例に限定されるものではなく、例えば、各ビオ・サバル演算ユニットとしてビオ・サバルの法則に基づく演算式を学習させた階層型パーセプトロンを採用することが可能であるほか、この発明の要旨を変更しない範囲内において種々の設計変更を施すことが可能である。

【図3】

a) 正常



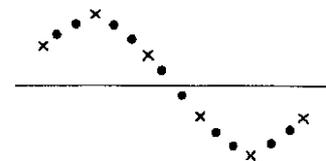
b) 異常



【図4】

----- 個々の推定値

【図5】



* 【0031】

【発明の効果】以上のように請求項1の発明は、測定点数が少なくても、補間処理を施すことにより等価的に測定点数が増加した状態を得ることができ、等価的に増加した測定点に基づいて推定処理を行なうので、浅い位置のローカルミニマを確実に排除でき、正確な生体内部の磁場源情報を得ることができるという特有の効果を奏する。

【0032】請求項2の発明も、測定点数が少なくても、補間処理を施すことにより等価的に測定点数が増加した状態を得ることができ、等価的に増加した測定点に基づいて推定処理を行なうので、浅い位置のローカルミニマを確実に排除でき、正確な生体内部の磁場源情報を得ることができるという特有の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の生体磁場測定装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】電流素片からの距離に依存する磁界分布の変化を説明する概略図である。

20 【図3】粗い磁場測定値に基づいて正確な推定が行なわれた場合を概略的に説明する図である。

【図4】粗い磁場測定値に基づいてローカルミニマに収束した場合を概略的に説明する図である。

【図5】1次元補間により得られた疑似測定点を概略的に説明する図である。

【図6】2次元補間により得られた疑似測定点を概略的に説明する図である。

30 【図7】従来の磁場源推定方法を説明する概略図である。

【符号の説明】

11, 12, ..., 1m ビオ・サバル演算ユニット

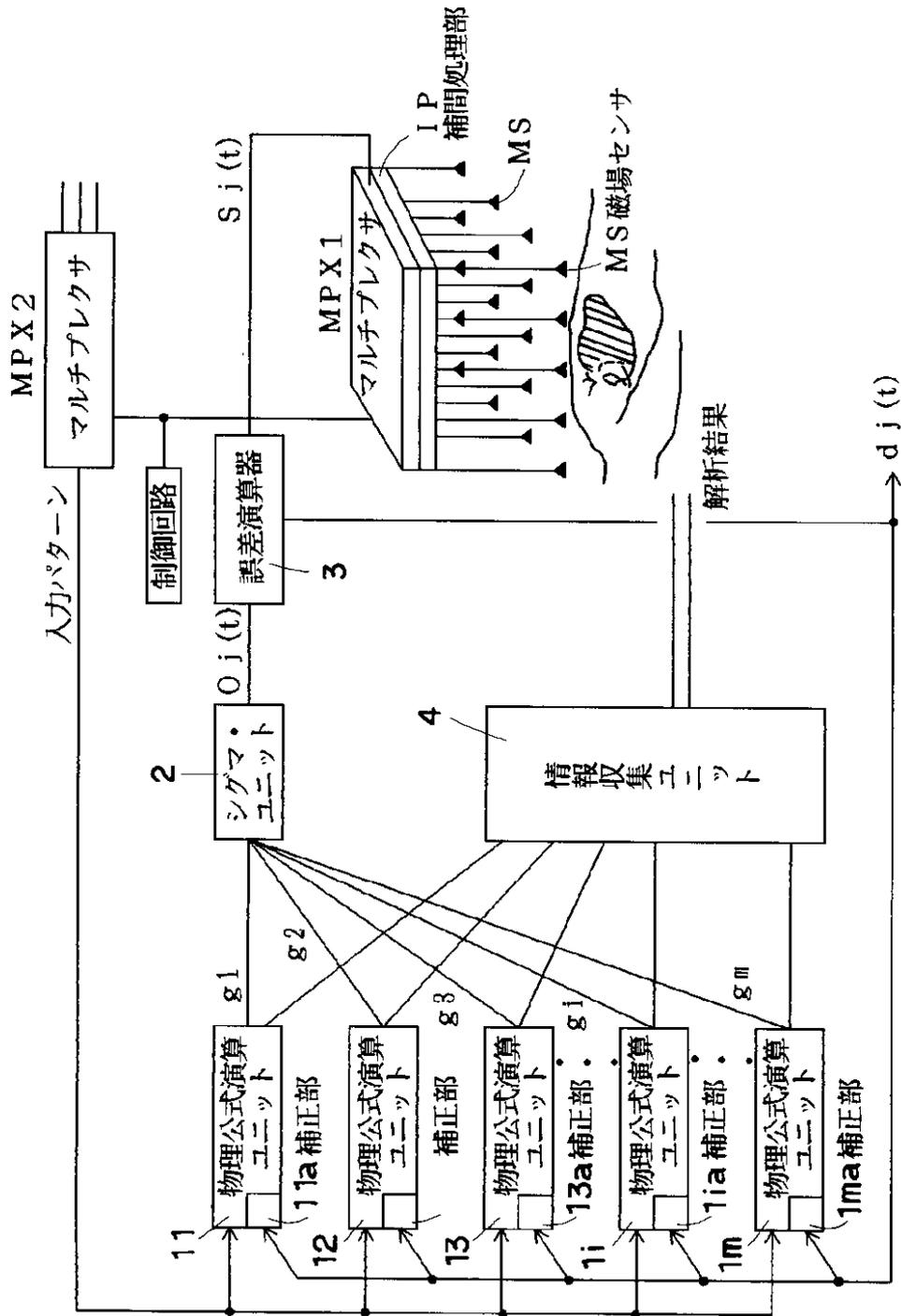
11a, 12a, ..., 1ma 補正部

2 シグマユニット 3 誤差演算器 4 情報収集ユニット

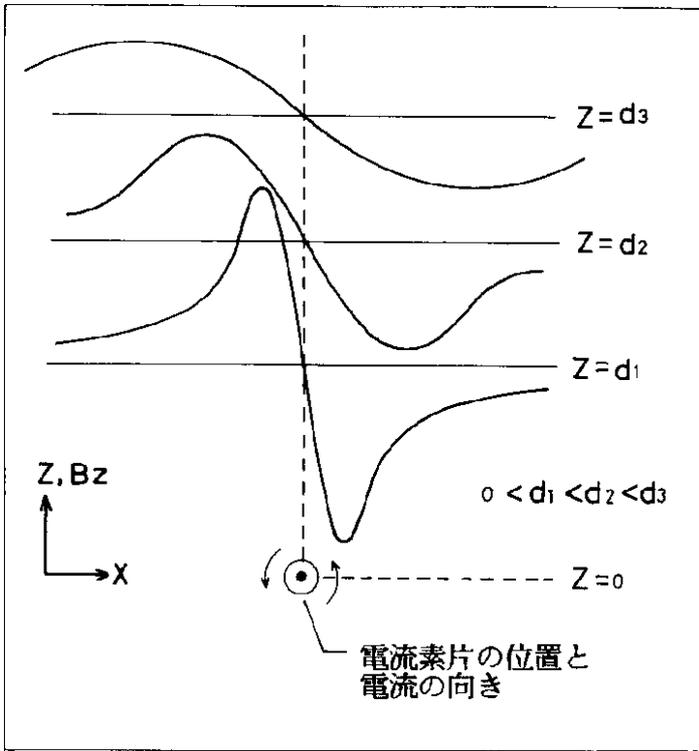
* MS 磁場センサ IP 補間処理部

(7)

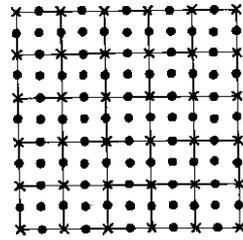
【図1】



【図2】



【図6】



【図7】

