(12) 公開特許公報(A)

(19)日本国特許庁(JP)

特開平7-49857

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成7年(1995)2月21日

(51) Int.Cl. ⁶ G 0 6 F 17/10	識別記号	庁内整理番号	FΙ			技術表示箇所
A61B 5/05	А	7638-4C				
G01R 33/02	R	8203-2G				
·	Z	8203-2G				
		9364-5L	G06F	15/31	D	
		審査請求	未請求請求項	「の数34 OL	(全 42 頁)	最終頁に続く
(21)出願番号	特願平5-305571		(71)出願人	000002853 ダイキン工業	终株式会社	
(22)出願日	平成5年(1993)12月	6⊟		大阪府大阪市梅田センター	5北区中崎西2⁻ -ビル	丁目4番12号
(31)優先権主張番号	特願平5-133707		(72)発明者	上田 智章		
(32)優先日	平5(1993)6月3日	I		滋賀県草津市	岡本町字大谷	1000番地の2
(33)優先権主張国	日本(JP)			ダイキン工業	修株式会社滋賀等	製作所内
			(72)発明者	相根 政幸		
				滋賀県草津市	岡本町字大谷	1000番地の2
				ダイキン工業	等株式会社滋賀等	製作所内
			(74)代理人	弁理士 津川	友 士	

(54)【発明の名称】 物理量解析方法およびその装置

(57)【要約】

【目的】 線形加算性が成立する系における物理量の解 析を高速化するとともに、高精度化し、しかも適用可能 な物理量の範囲を拡大する。

【構成】 比例定数 ij と仮に設定された物理量 u と に基づいて推定物理量 O;を得、領域内に与えた既知の 物理量 S;と推定物理量 O;との差の二乗の総和を誤差関 数 E として得、放物線である誤差関数 E の軸値になるよ うに仮に設定された物理量 u;を補正する。



20

【特許請求の範囲】

【請求項1】 個々の物理源の物理量u;と、個々の物 理源に起因して生ずる任意箇所における物理量O;とが 数1の関係を有する物理系における未知の物理源の物理 量u;を解析する方法であって、各物理源の物理量u;を 仮に定めておき、各物理量u;に基づいて数1の演算を 行なって物理量O;を算出し、算出された物理量O;と対 応する既知の物理量S;との差および対応する比例定数

1

i; に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を物理 源の物理量 u; として採用し、全ての物理源に対応して 上記差の算出および物理源の物理量 u; の採用処理を反 復し、処理反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の 閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての差 の算出および各物理源の物理量 u; の採用処理の反復処 理を反復し、最終的に採用された各物理源の物理量 u; を物理源の物理量 u; として採用することを特徴とする 物理量解析方法。

 $\begin{bmatrix} \& 1 \end{bmatrix}_{m} \\ O_{j} = \sum_{i=1}^{m} \alpha_{i} \cdot u_{i}$

(但し、 $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, a_{i,j}$ は比例定数)

【請求項2】 個々の物理源から離れた任意箇所におい て測定可能な物理量が物理源の物理量を含む所定の演算 に基づいて算出可能であるとともに、複数の物理源から 離れた任意箇所において測定可能な物理量に線形加算性 が成立する場合に物理源の物理量を物理源から離れた複 数の所定箇所において測定された物理量に基づいて解析 する方法であって、個々の物理源に対応する単位量の物 理源が各所定箇所に発生する物理場を示す定数を予め定 めておくとともに、各物理源の物理量を仮に定めてお き、各物理量と対応する定数との積の総和と各測定箇所 において測定された物理量との差を算出し、算出された 差および各定数に基づいて、差の二乗の総和が最小にな る値を新たな物理量として採用し、全ての物理源に対応 して上記差の算出および新たな物理量の採用処理を反復 し、処理反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾 値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての差の 40 算出および新たな物理量の採用処理の反復処理を反復 し、最終的に採用された物理量を物理源の物理量として 採用することを特徴とする物理量解析方法。

【請求項3】 位置が既知の個々の物理源iから離れ た、位置が既知の複数の観測点jにおいて測定可能な物 理量が物理源iの物理量u;を含む所定の演算に基づい て算出可能であるとともに、複数の物理源iから離れた 観測点jにおいて測定可能な物理量S;に線形加算性が 2

成立する場合に物理源iの物理量uiを物理源iから離 れた複数の観測点jにおいて測定された物理量Siに基 づいて解析する方法であって、(1) 個々の物理源に 対応する単位量の物理源が各所定箇所に発生する物理場 を示す定数 ()を予め定めておくステップと、(2) 各物理源の物理量 ui を仮に定めておくステップと、 (3) 数1の演算を行なって観測点iに発生すると予 測される物理場Oiを算出するステップと、(4) 観 測点 i における物理場の実測値 Si と上記物理場Oi との 差S;-O;を算出するステップと、(5) 数2の演算 を行なって仮の解としての物理量 ui を得るステップ と、(6) ステップ(3)からステップ(5)までの 処理を全ての物理源iについて行なうステップと、 (7) 上記差 S₁ - O₁の二乗の総和が所定の閾値より も小さくなるまで、ステップ(3)からステップ(5) までの処理の反復処理を反復して、最終的に得られた物

特徴とする物理量解析方法。 【数2】

 $u_{i} = u_{i} + \sum_{j=1}^{n} \{\alpha_{ij} (S_{j} - O_{j})\} / \sum_{j=1}^{n} \alpha_{ij}^{2}$

理量を解析結果として採用するステップとを含むことを

【請求項4】 測定対象物が発生する磁場を複数の磁場 センサで計測し、前記測定対象物内部の磁場源における 物理量を解析する方法であって、(1) 個々の磁場源 に対応する単位量の磁場源が各所定箇所に発生する磁場 を示す定数 i を予め定めておくステップと、(2) 物の内部に設定された格子点k(k=1,2,・・・, p)に位置する各磁場源 i の物理量 ui を仮に定めてお くステップと、(3) 数1の演算を行なって観測点 j に発生すると予測される磁場0,を算出するステップ 30 と、(4) 観測点 i における磁場の実測値 S₁と上記 磁場〇;との差S;-〇;を算出するステップと、(5) 数2の演算を行なって仮の解としての物理量uiを得る ステップと、(6) ステップ(3)からステップ (5)までの処理を全ての磁場源iについて行なうステ ップと、(7) 上記差 S₁ - O₁の二乗の総和が所定の 閾値よりも小さくなるまで、ステップ(3)からステッ プ(5)までの処理の反復処理を反復するステップとを 含むことを特徴とする物理量解析方法。

0 【請求項5】 物理量 u:が、数3で示す x 方向電流成 分および y 方向電流成分であり、定数 ; が、数4で与 えられている請求項4に記載の物理量解析方法。 【数3】

$$u_{i} = \begin{cases} P_{\chi i} & (i = 1, 2, \dots, p) \\ P_{\chi i} & (i = p + 1, p + 2, \dots, 2p) \end{cases}$$

【数4】

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} \frac{3}{(x_{j} - x_{i})^{2} + (y_{j} - y_{i})^{2} + (z_{j} - z_{i})^{2}} \frac{4}{3/2} \\ (i = 1, 2, \cdots, p) \\ -K_{j} (x_{j} - x_{i-p}) \\ \frac{-K_{j} (x_{j} - x_{i-p})}{(x_{j} - x_{i-p})^{2} + (y_{j} - y_{i-p})^{2} + (z_{j} - z_{i-p})^{2}} \frac{3/2}{3/2} \\ (i = p + 1, p + 2, \cdots, 2p) \end{cases}$$

但し、K」は観測点 j の感度補正係数である。

【請求項6】 個々の物理源から離れた任意箇所におい て測定可能な物理量が物理源の物理量を含む所定の演算 に基づいて算出可能であるとともに、少なくとも1つの 物理源から離れた任意箇所において測定可能な物理量に 線形加算性が成立する場合に物理源の物理量に起因して 所定箇所において観測されるべき物理量を解析する方法 であって、上記少なくとも1つの物理源に近接する所定 位置において物理源の物理量を計測するとともに、各物 理源の物理量が上記所定箇所に影響を及ぼす程度を仮に 定めておき、各計測された物理量と対応する程度との積 の総和と各所定箇所において測定された物理量との差を 20 算出し、算出された差および各物理量計測値に基づい て、差の二乗の総和が最小になる値を新たな物理量とし て採用し、全ての物理源に対応して上記差の算出および 新たな物理量の採用処理を反復し、処理反復の結果得ら れる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるま で、全ての物理源についての差の算出および新たな物理 量の採用処理の反復処理を反復し、最終的に採用された 物理量を所定箇所において観測されるべき物理量として 採用することを特徴とする物理量解析方法。

【請求項7】 能動的物理源から離れた任意箇所におい て測定可能な物理量が物理源の物理量を含む所定の演算 に基づいて算出可能であるとともに、能動的物理源から 離れた任意箇所において測定可能な物理量に線形加算性 が成立する場合に能動的物理源の物理量に起因して所定 箇所において観測されるべき物理量に影響を及ぼす受動 的物理源の物理量を解析する方法であって、上記能動的 物理源の物理量を計測するとともに、受動的物理源の物 理量を仮に定めておき、計測された能動的物理源の物理 量と受動的物理源の物理量との積の総和と所定箇所にお いて測定された物理量との差を算出し、算出された差お よび能動的物理源の物理量計測値に基づいて、差の二乗 の総和が最小になる値を新たな物理量として採用し、全 ての物理源に対応して上記差の算出および新たな物理量 の採用処理を反復し、処理反復の結果得られる差の二乗 の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理 源についての差の算出および新たな物理量の採用処理の 反復処理を反復し、最終的に採用された物理量を受動的 物理源の物理量として採用することを特徴とする物理量 解析方法。

【請求項8】 個々の物理源を含む、線形連立方程式が 50

 10 成立する領域内において、個々の物理源の物理量および 上記領域に基づいて定まる比例定数に基づいて任意箇所 で得られる物理量を解析する方法であって、上記領域に 基づいて定まる比例定数を予め得ておくとともに、予め 設定した複数の所定箇所の物理量を仮に定めておき、各 物理量と対応する比例定数との積の総和と各所定箇所に おける、領域内に与えた既知の物理量との差を算出し、 算出された差および各比例定数に基づいて、差の二乗の 総和が最小になる値を新たな物理量として採用し、全て の物理源に対応して上記差の算出および新たな物理量の
 20 採用処理を反復し、処理反復の結果得られる差の二乗の

総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源 についての差の算出および新たな物理量の採用処理の反 復処理を反復し、最終的に採用された物理量を所定箇所 における物理量として採用することを特徴とする物理量 解析方法。

【請求項9】 実際の物理量と、各物理量と対応する比 例定数との積との差と、対応する比例定数との積の総和 を該当する全ての比例定数の二乗の総和で除算して得た 値および直前に採用された物理量に基づいて新たな物理 量を得る請求項8に記載の物理量解析方法。

【請求項10】 比例定数が、領域を近似すべく想定された、多数の3次元格子状に接続された多数の抵抗の各抵抗値の逆数であり、実際の物理量が格子点における電流値であり、解析対象となる物理量が格子点における電位である請求項8または請求項9に記載の物理量解析方法。

【請求項11】 比例定数が、N××Ny×Nz個の格子点のそれぞれの格子点[k×,ky,kz]に対して×,y,z方向に接続された抵抗の抵抗値の逆数G×[k×,40
40 1,ky,kz],Gx[k×,ky,kz],Gy[k×,k
40 1,kz],Gy[k×,ky,kz],Gz[k×, ky,kz],Gy[k×,ky,kz],Gz[k×, ky,kz-1],Gz[k×,ky,kz]および、数5に示す、格子点に実際に接続されている抵抗に対応する総和G×[k×,ky,kz]であり、実際の物理量が格子点 [k×,ky,kz]における印加電流S[k×,ky, kz]、および流出電流O[k×,ky,kz]であり、解析対象となる物理量が各格子点[k×,ky,kz]であり、(1)
(N×-1)× Ny×Nz個のG×[k×,ky,kz]を得るステップと、

(2) N_x × (N_y - 1) × N_z 個のG_y [k_x, k_y, k

推

6

z]を得るステップと、(3) $N_x \times N_y \times (N_z - 1)$ * テップ(6)からステップ(8)までの処理をkyにつ 個のGz [kx, ky, kz] を得るステップと、(4) いて1からNyまで反復するステップと、(10) ス N_x × N_y × N_z 個のG_N [k_x, k_y, k_z]を得るステッ テップ(6)からステップ(9)までの処理をkxにつ プと、(5) 数6に基づいて $N_x \times N_y \times N_z$ 個の いて1からNxまで反復するステップと、(11) [kx,ky,kz]を得るステップと、(6) 数7に 定誤差が所定の閾値よりも小さくなるまでステップ 基づいて電位 u [kx , ky , kz] の修正量 u を算出 (6)からステップ(10)までの処理を反復して最終 するステップと、(7) 算出された修正量 uを加算 的に得られた電位を解析結果として採用するステップと して電位u [k_x , k_y , k_z]を修正するステップと、 を含むことを特徴とする物理量解析方法。 (8) ステップ(6)およびステップ(7)をkzに 【数5】 ついて1からN₂まで反復するステップと、(9) ス*10 $G_{N}[k_{x}, k_{y}, k_{z}] = G_{x}[k_{x}-1, k_{y}, k_{z}]$ $+G_{x}[k_{x}, k_{y}, k_{z}] + G_{y}[k_{x}, k_{y}-1, k_{z}]$ $+G_{v}[k_{x}, k_{v}, k_{z}] + G_{z}[k_{x}, k_{v}, k_{z}-1]$ $+G_{z}$ [k_x, k_y, k_z]

5

【数6】

 $\beta [k_x, k_y, k_z] = 1 / (G_N [k_x, k_y, k_z]^2$ $+G_{x}[k_{x}-1, k_{y}, k_{z}]^{2}+G_{x}[k_{x}, k_{y}, k_{z}]^{2}$ + $G_y [k_x, k_y-1, k_z]^2$ + $G_y [k_x, k_y, k_z]^2$ $+G_{z} [k_{x}, k_{y}, k_{z}-1]^{2})$

【数7】

$$\beta [k_{x}, k_{y}, k_{z}] \{G_{N} [k_{x}, k_{y}, k_{z}] \\ (S [k_{x}, k_{y}, k_{z}] - O [k_{x}, k_{y}, k_{z}]) \\ -G_{x} [k_{x} - 1, k_{y}, k_{z}] (S [k_{x} - 1, k_{y}, k_{z}] \\ -O [k_{x} - 1, k_{y}, k_{z}]) - G_{x} [k_{x}, k_{y}, k_{z}] \\ (S [k_{x} + 1, k_{y}, k_{z}] - O [k_{x} + 1, k_{y}, k_{z}]) \\ -G_{y} [k_{x}, k_{y} - 1, k_{z}] (S [k_{x}, k_{y} - 1, k_{z}] \\ -O [k_{x}, k_{y} - 1, k_{z}]) - G_{y} [k_{x}, k_{y}, k_{z}] \\ (S [k_{x}, k_{y} - 1, k_{z}] - O [k_{x}, k_{y}, k_{z}] \\ -O [k_{x}, k_{y} - 1, k_{z}] - O [k_{x}, k_{y}, k_{z}] \\ -O [k_{x}, k_{y} + 1, k_{z}] - O [k_{x}, k_{y}, k_{z} - 1] \\ -O [k_{x}, k_{y}, k_{z} - 1] (S [k_{x}, k_{y}, k_{z} - 1] \\ -O [k_{x}, k_{y}, k_{z} - 1]) - G_{z} [k_{x}, k_{y}, k_{z} + 1] \\ +O [k_{x}, k_{y}, k_{z} + 1] - O [k_{x}, k_{y}, k_{z} + 1]) \}$$

【請求項12】 請求項11の方法により得た解析結果 40 としての各格子点 [kx, ky, kz]の電位 u [kx, k y, kz]を比例定数 ij として採用し、既知の物理量が 解析対象領域の表面における測定された電位であり、解 析対象となる物理量が格子点 $[k_x, k_y, k_z]$ におけ る流入電流および流出電流O[kx, ky, kz]であ リ、(1) 1の格子点に流入し、他の1の格子点から 流出する電流を解析対象となる物理量として仮に定める ステップと、(2) 仮に定めた物理量と比例定数とを 乗算して、解析対象領域の表面における電位の推定値を 算出するステップと、(3) 測定された電位と電位の 50 物理量を選択するステップと、(2) 数8に基づいて

∆ u ←

推定値との差に基づいて1の物理量に対する修正量を算 出するステップと、(4) 算出された修正量に基づい て1の物理量を修正するステップと、(5) ステップ (2)からステップ(4)までの処理を全ての物理量に ついて反復するステップと、(6) 推定誤差が所定の 閾値よりも小さくなるまでステップ(2)からステップ (5)までの処理を反復して最終的に得られた物理量を 解析結果として採用するステップとを含むことを特徴と する物理量解析方法。

【請求項13】 (1) 複数の物理量の中から2つの

8

*【請求項14】 推定誤差D[kx,ky,kz]=(S 各物理量の修正量を算出するステップと、(3) 算出 された各修正量に基づいて該当する物理量を修正するス [kx, ky, kz] - 0 [kx, ky, kz])、 D [kx テップと、(4) ステップ(2)(3)の処理を行な - 1 , k_y , k_z] = (S [k_x - 1 , k_y , k_z] - 0 って一方の物理量を修正するステップと、(5) ステ $[k_x - 1, k_y, k_z]$), $D[k_x + 1, k_y, k_z] =$ ップ(2)(3)の処理を行なって他方の物理量を修正 $(S[k_x + 1, k_y, k_z] - O[k_x + 1, k_y,$ するステップと、(6) ステップ(2)(3)の処理 k_z]) $\sum [k_x, k_y - 1, k_z] = (S [k_x, k_y - 1, k_z])$ を行なって一方の物理量を再度修正するステップと、 $1, k_{z} - 0 [k_{x}, k_{y} - 1, k_{z}]$, $D [k_{x}, k_{y}$ (7) ステップ(2)の処理を行なって他方の物理量 +1, k_z] = (S[k_x , k_y + 1, k_z] - 0[k_x , を再度修正するための修正量を算出するステップと、 $k_{y} + 1$, k_{z}]), D[k_{x} , k_{y} , $k_{z} - 1$] = (S [kx, ky, kz - 1] - 0 [kx, ky, kz - 1]), (8) ステップ(6)(7)で得られた修正量同士の 10 積を、ステップ(4)で得られた修正量とステップ $D[k_x, k_y, k_z + 1] = (S[k_x, k_y, k_z + 1])$ (6)で得られた修正量との差で除算して一方の物理量 - O [kx , ky , kz + 1])を算出するステップをさ の修正量を算出するステップと、(9) ステップ らに含み、数7の(S[kx, ky, kz] - O[kx, k (5)(7)で得られた修正量同士の積を、ステップ y, kz])、(S[kx-1, ky, kz]-0[kx-(4)で得られた修正量とステップ(6)で得られた修 $1, k_y, k_z$]) (S [$k_x + 1, k_y, k_z$] - O 正量との差で除算して他方の物理量の修正量を算出する $[k_x + 1, k_y, k_z]$) (S $[k_x, k_y - 1, k_z]$ ステップと、(10) ステップ(8)(9)で得られ $-0[k_x, k_y - 1, k_z])$, $(S[k_x, k_y + 1, k_z])$ た各修正量に基づいて該当する物理量を修正するステッ k_z] - 0 [k_x , k_y + 1 , k_z]) (S [k_x , k_y , プと、(11) 他の2つの物理量を選択して、ステッ k_z - 1] - 0 [k_x , k_y , k_z - 1])、(S [k_x , プ(4)からステップ(10)までの処理を行なうステ k_y , k_z + 1] - 0 [k_x , k_y , k_z + 1]) に代えて 20 ップと、(12) 推定誤差が所定の閾値よりも小さく $D[k_x, k_y, k_z], D[k_x - 1, k_y, k_z], D$ なるまでステップ(4)からステップ(11)までの処 $[k_x + 1, k_y, k_z]$, $D[k_x, k_y - 1, k_z]$, D

 $[k_x, k_y + 1, k_z], D[k_x, k_y, k_z - 1], D$ [kx, ky, kz + 1]を採用し、数9に基づいて推定 誤差を修正するステップをさらに含んでいる請求項13 に記載の物理量解析方法。

【数9】

【請求項15】 算出された差に代えて、算出された差 の二乗の総和を示す関数を正規化したものを採用する請 求項1から請求項14の何れかに記載の物理量解析方 法。

理を反復して最終的に得られた物理量を解析結果として 採用するステップとを含む請求項1から請求項12の何

れかに記載の物理量解析方法。

【数8】

な物理量として採用する処理に代えて、差の二乗が最小 になる値を新たな物理量として採用する処理を採用する 請求項1から請求項15の何れかに記載の物理量解析方 法。

【請求項16】 差の二乗の総和が最小になる値を新た 50 【 請求項 1 7 】 処理反復の結果得られる差の二乗の総

和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源に ついての差の算出および新たな物理量の採用処理の反復 処理を反復する処理に代えて、処理反復の結果得られる 差の絶対値の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、 全ての物理源についての差の算出および新たな物理量の 採用処理の反復処理を反復する処理を採用する請求項1 から請求項16の何れかに記載の物理量解析方法。 【請求項18】 個々の物理源の物理量 ui と、個々の 物理源に起因して生ずる任意箇所における物理量のと が数1の関係を有する物理系における未知の物理源の物 理量uiを解析する装置であって、各物理源の物理量ui を仮に定めておく物理量仮設定手段(33i)(11i b)と、各物理量 u: に基づいて数1の演算を行なって 物理量Oiを算出し、算出された物理量Oiと対応する既 知の物理量 Si との差および対応する比例定数 ii に基 づいて、差の二乗の総和が最小になる値を物理源の物理 量u:として採用する物理量更新手段(11ia)(1 1ib)(11ic)(11id)(12ja)(12 jb)(12jc)と、全ての物理源に対応して上記差 の算出および物理源の物理量uiの採用処理を反復させ る第1反復制御手段と、処理反復の結果得られる差の二 乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物 理源についての第1反復制御手段による差の算出および 物理源の物理量山の採用処理の反復処理を反復させる 第2反復制御手段と、最終的に採用された各物理源の物 理量uiを物理源の物理量uiとして採用する物理量採用 手段(31i)(32i)(11ib)とを含むことを 特徴とする物理量解析装置。

【請求項19】 個々の物理源から離れた任意箇所にお いて測定可能な物理量が物理源の物理量を含む所定の演 算に基づいて算出可能であるとともに、複数の物理源か ら離れた任意箇所において測定可能な物理量に線形加算 性が成立する場合に物理源の物理量を物理源から離れた 複数の所定箇所において測定された物理量に基づいて解 析する装置であって、個々の物理源に対応する単位量の 物理源が各所定箇所に発生する物理場を示す定数を予め 定めておく定数設定手段(1ia)(31i)と、各物 理源の物理量を仮に定めておく物理量仮設定手段(33) i)と、各物理量と対応する定数との積の総和と各測定 箇所において測定された物理量との差を算出する差算出 手段(2i)(42i)と、算出された差および各定数 に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を新たな物 理量として採用する物理量補正手段と、全ての物理源に 対応して差算出手段(2i)(42i)および物理量補 正手段を反復動作させる第1反復制御手段と、処理反復 の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さ くなるまで、全ての物理源についての差算出手段(2) i)(42i)および物理量補正手段の第1反復手段に よる反復処理を反復させ、最終的に採用された物理量を 物理源の物理量として採用する物理量採用手段(31)

10

i)(32i)とを含むことを特徴とする物理量解析装 置。

【請求項20】 位置が既知の個々の物理源iから離れ た、位置が既知の複数の観測点iにおいて測定可能な物 理量が物理源iの物理量u。を含む所定の演算に基づい て算出可能であるとともに、複数の物理源iから離れた 観測点iにおいて測定可能な物理量Siに線形加算性が 成立する場合に物理源iの物理量uiを物理源iから離 れた複数の観測点iにおいて測定された物理量Siに基 づいて解析する装置であって、(1) 個々の物理源に 対応する単位量の物理源が各所定箇所に発生する物理場

を示す定数 📊 を予め定めておく手段と、(2) 各物 理源の物理量 u¹を仮に定めておく手段と、(3) 数 1の演算を行なって観測点 j に発生すると予測される物 理場O_iを算出する手段と、(4) 観測点jにおける 物理場の実測値Siと上記物理場Oiとの差Si-Oiを算 出する手段と、(5) 数2の演算を行なって仮の解と しての物理量 ui を得る手段と、(6) (3)から (5)までの各手段による処理を全ての物理源iについ て行なわせる手段と、(7) 上記差 Si-Oiの二乗の 20 総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、(3)から (5)までの各手段による処理の反復処理を反復させる 手段と、(8) 最終的に得られた各物理源の物理量 u ;を物理源の物理量 u;として採用する手段とを含むこと

を特徴とする物理量解析装置。 【請求項21】 測定対象物が発生する磁場を複数の磁 場センサで計測し、前記測定対象物内部の磁場源におけ る物理量を解析する装置であって、(1) 個々の磁場 源iに対応する単位量の磁場源が各所定箇所に発生する 磁場を示す定数 ;;を予め定めておく手段と、(2)

物の内部に設定された格子点k(k=1,2,・・・, p)に位置する各磁場源の物理量 u: を仮に定めておく 手段と、(3) 数1の演算を行なって観測点 j に発生 すると予測される磁場0,を算出する手段と、(4) 観測点jにおける磁場の実測値S」と上記磁場O」との差 S; - O;を算出する手段と、(5) 数2の演算を行な って仮の解としての物理量 u:を得る手段と、(6) (3)から(5)までの各手段による処理を全ての磁場 源iについて行なわせる手段と、(7) 上記差S;-

40 O」の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、 (3)から(5)までの各手段による処理の反復処理を 反復させる手段と、(8) 最終的に得られた各磁場源 の物理量uiを磁場源の物理量uiとして採用する手段と を含むことを特徴とする物理量解析装置。 【請求項22】 物理量u:として、数3で示すx方向 電流成分およびy方向電流成分を採用してあり、定数 ※として、数4で与えられる定数を採用してある請求項 21に記載の物理量解析装置。 【請求項23】 個々の物理源から離れた任意箇所にお

50 いて測定可能な物理量が物理源の物理量を含む所定の演

30

40

算に基づいて算出可能であるとともに、少なくとも1つ の物理源から離れた任意箇所において測定可能な物理量 に線形加算性が成立する場合に物理源の物理量に起因し て所定箇所において観測されるべき物理量を解析する装 置であって、上記少なくとも1つの物理源に近接する所 定位置において物理源の物理量を計測する物理量計測手 段(1ia)(31i)と、各物理源の物理量が上記所 定箇所に影響を及ぼす程度を仮に定めておく程度仮設定 手段(33i)と、各計測された物理量と対応する程度 との積の総和と各所定箇所において測定された物理量と の差を算出する差算出手段(2i)(42i)と、算出 された差および各物理量計測値に基づいて、差の二乗の 総和が最小になる値を新たな物理量として採用する物理 量補正手段と、全ての物理源に対応して差算出手段(2) i)(42i)および物理量補正手段を反復動作させる 第1反復制御手段と、処理反復の結果得られる差の二乗 の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理 源についての差算出手段(2i)(42i)および物理 量補正手段の第1反復手段による反復処理を反復させ、 最終的に採用された物理量を所定箇所において観測され 20 るべき物理量として採用する物理量採用手段(31i) (32i)とを含むことを特徴とする物理量解析装置。 【請求項24】 能動的物理源から離れた任意箇所にお いて測定可能な物理量が物理源の物理量を含む所定の演 算に基づいて算出可能であるとともに、能動的物理源か ら離れた任意箇所において測定可能な物理量に線形加算 性が成立する場合に能動的物理源の物理量に起因して所 定箇所において観測されるべき物理量に影響を及ぼす受 動的物理源の物理量を解析する装置であって、上記能動 的物理源の物理量を計測する物理量計測手段(1ia) (31i)と、受動的物理源の物理量を仮に定めておく 物理量仮設定手段(33i)と、計測された能動的物理 源の物理量と受動的物理源の物理量との積の総和と所定 箇所において測定された物理量との差を算出する差算出 手段(2i)(42i)と、算出された差および能動的 物理源の物理量計測値に基づいて、差の二乗の総和が最 小になる値を新たな物理量として採用する物理量補正手 段と、全ての物理源に対応して差算出手段(2i)(4 2 i)および物理量補正手段を反復動作させる第1反復 制御手段と、処理反復の結果得られる差の二乗の総和が 所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源につい ての差算出手段(2i)(42i)および物理量補正手 段の第1反復手段による反復処理を反復させ、最終的に 採用された物理量を受動的物理源の物理量として採用す る物理量採用手段(31i)(32i)とを含むことを 特徴とする物理量解析装置。

【請求項25】 個々の物理源を含む、線形連立方程式 が成立する領域内において、個々の物理源の物理量およ び上記領域に基づいて定まる比例定数に基づいて任意箇 所で得られる物理量を解析する装置であって、上記領域 50 12

に基づいて定まる比例定数を予め得て保持する比例定数 保持手段(11ib)と、予め設定した複数の所定箇所 の物理量を仮に定める物理量仮設定手段(11ib) と、各物理量と対応する比例定数との積の総和を算出 し、算出された総和と各所定箇所における、領域内に与 えた既知の物理量との差を算出する差算出手段(12) a) (12 i b) (12 i c) と、算出された差および 各比例定数に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値 を新たな物理量として採用する物理量更新手段(11i

10 a) (11ib) (11ic) (11id)と、全ての 物理源に対応して差算出手段(12ja)(12jb) (12jc)による差の算出および物理量更新手段(1) 1ia)(11ib)(11ic)(11id)による 新たな物理量の採用処理を反復させる第1反復制御手段 と、処理反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾 値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての第1 反復制御手段による差の算出および新たな物理量の採用 処理の反復処理を反復させる第2反復制御手段と、最終 的に採用された物理量を所定箇所における物理量として 採用する物理量採用手段(11ib)とを含むことを特 徴とする物理量解析装置。

【請求項26】 各物理量と対応する比例定数との積の 総和を算出する手段が、各物理量と対応する比例定数と の積の総和を算出した後に、第1反復制御手段による反 復処理毎に、新たな物理量と直前の物理量との差と対応 する比例定数との積に基づいて直前の総和を補正して新 たな総和を得るものである請求項25に記載の物理量解 析装置。

【請求項27】 差算出手段(12ia)(12ib) (12ic)が、各物理量と対応する比例定数との積の 総和を算出する手段により算出された総和と各所定箇所 における実際の物理量との差を算出した後に、第1反復 制御手段による反復処理毎に、新たな物理量と直前の物 理量との差と対応する比例定数との積に基づいて直前の 差を補正して新たな差を得るものである請求項25また は請求項26に記載の物理量解析装置。

【請求項28】 比例定数が、N_x × N_y × N_z 個の格子 点のそれぞれの格子点 [kx, ky, kz] に対してx, y,z方向に接続された抵抗の抵抗値の逆数Gx[kx-1, k_y, k_z], G_x [k_x, k_y, k_z], G_y [k_x, k y - 1 , kz] , Gy [kx , ky , kz] , Gz [kx , ky, kz - 1], Gz [kx , ky , kz] および、数5 に 示す、格子点に実際に接続されている抵抗に対応する総 和G^N[k_×, k_y, k_z]であり、実際の物理量が格子点 [kx, ky, kz]における印加電流S[kx, ky, kz]、流出電流O[kx, ky, kz]であり、解析対象

となる物理量が各格子点 [kx, ky, kz]の電位 u $[k_x, k_y, k_z]$ (N_x - 1) × N_y × Nz 個のGx [kx , ky , kz] を得る手段と、(2) Nx×(Ny-1)×Nz個のGy[kx,ky,kz]を得 る手段と、(3) N××Ny×(Nz-1)個のGz[k ×,ky,kz]を得る手段と、(4) N××Ny×Nz個 のGN[k×,ky,kz]を得る手段と、(5) 数6に 基づいてN××Ny×Nz個の [k×,ky,kz]を得る 手段と、(6) 数7に基づいて電位u[k×,ky,k z]の修正量 uを算出する手段と、(7) 算出され た修正量 uを加算して電位u[k×,ky,kz]を修 正する手段と、(8) (6)および(7)の手段をk zについて1からNzまで反復動作させる手段と、(9)

(6)から(8)までの各手段をkyについて1から Ny まで反復動作させる手段と、(10) (6)から (9)までの各手段をkxについて1からNxまで反復動 作させる手段と、(11) 推定誤差が所定の閾値より も小さくなるまで(6)から(10)までの各手段を反 復動作させて最終的に得られた電位を解析結果として採 用する手段とを含むことを特徴とする物理量解析装置。 【請求項29】 請求項28の装置により得た解析結果 としての各格子点 [kx, ky, kz]の電位u [kx, k y, kz]を比例定数 ijとして採用し、既知の物理量が 解析対象領域の表面における測定された電位であり、解 析対象となる物理量が格子点 $[k_x, k_y, k_z]$ におけ る流入電流および流出電流〇 [k ェ , k ェ , k ェ] であ り、(1) 1の格子点に流入し、他の1の格子点から 流出する電流を解析対象となる物理量として仮に定める 手段と、(2) 仮に定めた物理量と比例定数とを乗算 して、解析対象領域の表面における電位の推定値を算出 する手段と、(3) 測定された電位と電位の推定値と の差に基づいて1の物理量に対する修正量を算出する手 段と、(4) 算出された修正量に基づいて1の物理量 を修正する手段と、(5) (2)から(4)までの各 30 手段を全ての物理量について反復動作させる手段と、 (6) 推定誤差が所定の閾値よりも小さくなるまで (2)から(5)までの各手段を反復動作させて最終的 に得られた物理量を解析結果として採用する手段とを含 むことを特徴とする物理量解析装置。

【請求項30】(1) 複数の物理量の中から2つの 物理量を選択する手段と、(2) 数8に基づいて各物 理量の修正量を算出する手段と、(3) 算出された各 修正量に基づいて該当する物理量を修正する手段と、 (4) (2)(3)の各手段を動作させて一方の物理 量を修正する手段と、(5) (2)(3)の各手段を 動作させて他方の物理量を修正する手段と、(6) (2)(3)の各手段を動作させて一方の物理量を再度 修正する手段と、(7) (2)の手段を動作させて他 方の物理量を再度修正するための修正量を算出する手段 と、(8) (6)(7)の各手段を動作させて得られ た修正量同士の積を、(4)の手段を動作させて得られ た修正量と(6)の手段を動作させて得られた修正量と の差で除算して一方の物理量の修正量を算出する手段 14

た修正量同士の積を、(4)の手段を動作させて得られ た修正量と(6)の手段を動作させて得られた修正量と の差で除算して他方の物理量の修正量を算出する手段 と、(10) (8)(9)の各手段を動作させて得ら れた各修正量に基づいて該当する物理量を修正する手段 と、(11) 他の2つの物理量を選択して、(4)か ら(10)までの各手段を動作させる手段と、(12) 推定誤差が所定の閾値よりも小さくなるまで(4)か

ら(11)までの各手段を反復動作させて最終的に得ら 10 れた物理量を解析結果として採用する手段とを含む請求 項18から請求項29の何れかに記載の物理量解析装 置。

【請求項31】 推定誤差D[kx,ky,kz]=(S [kx, ky, kz] - 0 [kx, ky, kz])、 D [kx - 1 , k_y , k_z] = (S [k_x - 1 , k_y , k_z] - 0 $[k_x - 1, k_y, k_z]$), $D[k_x + 1, k_y, k_z] =$ $(S[k_x + 1, k_y, k_z] - O[k_x + 1, k_y,$ kz])、D[kx, ky - 1, kz] = (S[kx, ky -1, k_z] - O [k_x , k_y - 1 , k_z])、 D [k_x , k_y 20 +1, k_z] = (S[k_x , k_y + 1, k_z] - 0[k_x , $k_y + 1$, k_z]), $D[k_x, k_y, k_z - 1] = (S)$ $[k_x, k_y, k_z - 1] - 0[k_x, k_y, k_z - 1])$ $D[k_x, k_y, k_z + 1] = (S[k_x, k_y, k_z + 1])$ - O [kx , ky , kz + 1])を算出する手段をさらに 含み、数7の(S[kx,ky,kz]-O[kx,ky, kz])、(S[kx-1,ky,kz]-O[kx-1, k_y , k_z]), (S[k_x + 1, k_y , k_z] - O[k_x + 1, k_y, k_z])、(S[k_x, k_y - 1, k_z] - O $[k_x, k_y - 1, k_z]$) (S $[k_x, k_y + 1, k_z]$ - O [kx , ky + 1 , kz])、 (S [kx , ky , kz -1] - $O[k_x, k_y, k_z - 1]$) (S[k_x, k_y, kz + 1] - O [kx , ky , kz + 1]) に代えてD [k x, ky, kz]、 D [kx - 1, ky, kz]、 D [kx + 1 , k , k z] 、 D [k x , k y - 1 , k z] 、 D [k x , $k_y + 1$, k_z] $D[k_x, k_y, k_z - 1]$ $D[k_x, k_z - 1]$ ky, kz + 1]を採用し、数9に基づいて推定誤差を修 正する手段をさらに含んでいる請求項30に記載の物理 量解析装置。

修正量に基づいて該当する物理量を修正する手段と、 (4) (2)(3)の各手段を動作させて一方の物理 40 ば、算出された差に代えて、算出された差の二乗の総和 量を修正する手段と、(5) (2)(3)の各手段を 動作させて他方の物理量を修正する手段と、(6) (2)(3)の各手段を動作させて一方の物理量を再度 置。

> 【請求項33】 差の二乗の総和が最小になる値を新た な物理量として採用する手段に代えて、差の二乗が最小 になる値を新たな物理量として採用する手段を採用して いる請求項18から請求項32の何れかに記載の物理量 解析装置。

の差で除算して一方の物理量の修正量を算出する手段 【請求項34】 処理反復の結果得られる差の二乗の総 と、(9) (5)(7)の各手段を動作させて得られ 50 和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源に

ついての差の算出手段および新たな物理量の採用手段を 反復動作させる手段を反復動作させる手段に代えて、処 理反復の結果得られる差の絶対値の総和が所定の閾値よ りも小さくなるまで、全ての物理源についての差の算出 手段および新たな物理量の採用手段を反復動作させる手 段を反復動作させる手段を採用する請求項18から請求 項33の何れかに記載の物理量解析方法。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【産業上の利用分野】この発明は物理量解析方法および 10 その装置に関し、個々の物理源の物理量uiと、個々の 物理源に起因して生ずる任意箇所における物理量のと が数1の関係を有する物理系における未知の物理源の物 理量uiを解析するための新規な方法およびその装置に 関する。

[0002]

【従来の技術】従来から、物理量解析方法として、 (1) 複数個の磁束計の出力に基づいて、スーパーコン

ピュータを用い、かつモンテカルロ法に基づいて磁場源 の解析を行なう方法、(2)適応ノイズキャンセラに適 20 用された方法、(3)インパルス応答推定装置に組み込 まれた方法、および(4)ニューラルネットワークを構 成するニューロン素子の閾値、結合係数等を系の物理法 則に基づいて設定することにより、これらの学習所要時 間を不要にした方法(特開平5-94543号公報参 照)が提案されている。また、(5)有限要素法も提案 されている。

【0003】上記(1)の方法は、

a) 複数個の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。

b)推定誤差演算プロセスにより全推定誤差(推定誤差) の総和)を算出する。

c)以下のd)からg)の処理を反復する。

d)任意に電流素片 k を選択し、該当する電流素片のパ ラメータおよび全推定誤差を退避する。

e)電流素片kのパラメータを乱数を用いて微小な量だ け変化させる。

f)推定誤差演算プロセスにより全推定誤差を算出す る。

g) 退避した全推定誤差とf) で算出された全推定誤差 40 とを比較し、退避した全推定誤差の方が小さければd) で退避した情報を復帰させる。

【0004】上記(2)の方法を組み込んだ適応ノイズ キャンセラは、図27に示すように、信号源71からの 情報にノイズ源72からのノイズが混入した入力S」を 誤差演算器73の非反転入力端子に供給し、ノイズ源7 2からのノイズのみをFIRフィルタ74を介して誤差 演算器73の反転入力端子に供給し、しかも、誤差演算 器73からの出力信号をFIRフィルタ74にフィード 16

S (Least Mean Square) アルゴリズムが採用されてい る。

【0005】この適応ノイズキャンセラでは、推定ゲイ ンを適正に設定することにより、情報に混入したノイズ のみを除去でき、空調ダクト騒音の消去、自動車の車内 の静音化等を達成できる。即ち、除去すべきノイズを高 精度に推定できる。上記(3)の方法を組み込んだイン パルス応答推定装置は、高速フーリエ変換(以下、FF Tと略称する)を採用して周波数成分の解析を行ない、

解析結果に基づいてインパルス応答の推定を行なう方法 である。

【0006】上記(4)の方法は、上記(1)の方法の 不都合を解消すべく本件特許出願人が既に特許出願を行 なった方法であり、図28に示すように、入力パターン を複数の物理公式演算ユニット811,812,・・

 ,81mに供給してそれぞれ既知の物理公式に基づく 演算を行ない、全ての物理公式演算ユニット811,8 12, · · · , 81mからの出力をシグマユニット82 に供給して総和を得、総和および実際の計測値を誤差演 算器83に供給して誤差(両者の差)を得、得られた誤 差を全ての物理公式演算ユニット811,812,・・ ・,81mの補正部811a,812a,・・・,81 maにフィードバックしている。また、物理公式演算ユ ニット811,812, · · · ,81mにおいて推定さ れている変数の値を情報収集ユニット84により収集し て解析結果として出力する。

【0007】したがって、物理公式自体に関しては何ら 学習を行なう必要がなく、物理公式に含まれる変数のみ について誤差および推定ゲインに基づく補正を反復する だけで高精度の解析結果を得ることができる。上記

(5)の方法は、建築、機械の構造解析、気象計算、計 算天文学、電磁解析等、多種多様な分野で広く利用され ている方法であり、解析対象を有限個のメッシュに分割 してモデルを構築し、このモデルに基づいて与えられる 連立一次方程式を解くことにより物理源解析結果を得る ことができる。そして、連立一次方程式を解くための方 法として、ガウスの消去法、SOR法、CG法、SD法 等の種々の方法が知られている。

【0008】

30

【発明が解決しようとする課題】上記(1)の方法は、 全推定誤差が小さくなるように電流素片kのパラメータ を微小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、1回の処 理を行なっても全推定誤差が小さくなるという保証が全 くなく、しかも上記処理の一部についてのみ並列処理が 可能であり、他の部分(m個の電流素片が測定点につく る磁場の演算処理、および全推定誤差を求める処理)に ついては並列処理が不可能であるから、スーパーコンピ ュータを用いても著しく長時間がかかり、しかも処理回 バックしている。また、FIRフィルタ74には、LM 50 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。

【0009】上記適応ノイズキャンセラは、LMSアル ゴリズムを採用しているのであるから推定ゲインの設定 が必要であり、適切な推定ゲインの設定が困難であると いう不都合がある。さらに詳細に説明すると、ノイズの 伝播経路は著しく多いのであり、これらの全ての伝播経 路を通ってノイズキャンセル対象位置に到達する実際の ノイズを高精度に推定するためには、ノイズ源72のノ イズを微小時間ずつ遅延させ、それぞれに対して適切な 推定ゲインを設定しなければならなくなる。この結果、 設定すべき推定ゲインの数が著しく多くなるだけでな く、全ての推定ゲインを適切に設定しなければならない ことになる。もし、全ての推定ゲインを同一の値に設定 するのであれば、推定処理が発散しないように推定ゲイ ンを小さな値に設定せざるを得ず、これに伴なって、解 の収束が遅くなってしまうという不都合もある。 【0010】上記(3)の方法は、FFTを採用してい るのであるから次の不都合が生じる。FFTはサンプリ ング定理に基づく処理を行なう方法であるから、通常測 定信号に含まれている不要な高調波を除去するためにア ンチエリアシングフィルタと呼ばれるローパスフィルタ を設けることが必須であり、構成が複雑化するという不 都合がある。また、サンプリング区間のデータが周期的 に連続するという補償がなければ周波数解析結果の精度 が著しく低下してしまうのであるから、適用可能な信号 の種類が制限されてしまうという不都合もある。このよ うな不都合を解消するために、ハミング、ハニング等の 窓関数を用いることが提案されているが、逆フィルタの 演算時に窓関数を用いると演算後にサンプリング区間全 体にわたって波形が歪み、解析精度が低下するという新 たな不都合が生じる。さらに、サンプリング間隔に基づ いて定まる周波数間隔の出力しか得られないのであるか ら、広帯域の解析が必要な場合には必然的にサンプル数 を増加させなければならないという不都合もある。さら にまた、周波数軸が対数目盛であっても等間隔にサンプ リングを行なわなければならないので著しく多量のメモ リが必要になり、また、サンプル数も2[®]でなければな らないという制約があるという不都合もある。 【0011】上記(4)の方法は、物理公式演算結果の 偏微分値と誤差との積の総和に推定ゲインを乗算して得 た値で補正を行なうのであるから、推定ゲインの設定が 必要である。そして、設定すべき推定ゲインが多くなる とともに、適切な推定ゲインを設定しなければならない のであるから、推定ゲインの設定が著しく繁雑になって

しまうという不都合がある。簡単化のために、もし、全 ての推定ゲインを同一の値に設定するのであれば、推定 処理が発散しないように推定ゲインを小さな値に設定せ ざるを得ず、これに伴なって解の収束が遅くなってしま うという不都合もある。

【0012】上記(5)の方法は、メッシュ分割数を増 50

18

加させることにより物理量の解析精度を高めることがで きる。しかし、連立一次方程式を解くためにガウスの消 去法を採用すると、未知数の数がnである場合に、n³ / 3のオーダーの演算回数が必要であり、著しく演算負 荷が大きくなるので、未知数の数が多い場合には、スー パーコンピュータを用いても実用上十分な速度での物理 源解析を達成することができない。これに対してコレス キー法を採用すれば、演算回数をn³/6のオーダーに することができるが、サイズが大きい連立一次方程式を

10 解くための方法としては演算負荷が大きすぎる。そして、何れの方法においても誤差が累積されることになるので、物理源解析精度を余り高めることができない。
【0013】上記SOR法は、ガウス=ザイデル法の収束を加速するために、加速パラメータを導入して過大修正を行なう方法であるから、所定の条件を満足する係数マトリクスに関しては解の収束が保証されているが、所定の条件を満足しない係数マトリクスに関しては解の収束が保証されないという不都合がある。そして、解の収束が保証される係数マトリクスであっても、加速パラメータの最適値を簡単にかつ確実に求める方法がなく、加速パラメータの設定が不適当な場合には、収束を十分に加速することができない。

【0014】上記SD法は、最急降下法と呼ばれる方法 であり、SOR法のような係数マトリクスの制約はない が、反復回数が著しく多く、しかも最急降下方向の算 出、未知数を補正するためのゲインの算出を毎回行なう 必要があるとともに、これらの演算はベクトル演算およ び除算を含むのであるから、全体として演算負荷が著し く大きくなってしまう。

30 【0015】上記CG法は、共役傾斜法と呼ばれる方法であり、既に修正した方向の全てと直交する方向を修正方向として順次未知数を補正するのであるから、理論的には反復回数を著しく少なくすることができ(n回以下にすることができ)、しかも物理源解析精度を著しく高くすることができる。しかし、実際には、殆ど全ての補正処理において誤差が発生するのであるから、係数マトリクスによって反復回数が大きくばらついてしまう。また、各回の処理を行なうに当ってベクトル演算、マトリクス演算が必須になるのであるから、全体として演算負40 荷が著しく大きくなってしまう。

【0016】

【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、推定ゲインの設定が不要であり、しかも 係数マトリクス、サンプル数の制約を排除して高速かつ 高精度に物理量の解析を行なうことができる物理量解析 方法およびその装置を提供することを目的としている。 【0017】

【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の物理量解析方法は、個々の物理源の物 理量 u:と、個々の物理源に起因して生ずる任意箇所に おける物理量Oiとが数1の関係を有する物理系におけ る未知の物理源の物理量uiを解析する方法であって、 各物理源の物理量uiを仮に定めておき、各物理量uiに 基づいて数1の演算を行なって物理量Oiを算出し、算 出された物理量Oiと対応する既知の物理量Siとの差お よび対応する比例定数 ii に基づいて、差の二乗の総和 が最小になる値を物理源の物理量uiとして採用し、全 ての物理源に対応して上記差の算出および物理源の物理 量uiの採用処理を反復し、処理反復の結果得られる差 の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全て の物理源についての差の算出および各物理源の物理量ui の採用処理の反復処理を反復し、最終的に採用された 各物理源の物理量uiを物理源の物理量uiとして採用す る方法である。

【0018】請求項2の物理量解析方法は、個々の物理 源から離れた任意箇所において測定可能な物理量が物理 源の物理量を含む所定の演算に基づいて算出可能である とともに、複数の物理源から離れた任意箇所において測 定可能な物理量に線形加算性が成立する場合に物理源の 物理量を物理源から離れた複数の所定箇所において測定 20 された物理量に基づいて解析する方法であって、個々の 物理源に対応する単位量の物理源が各所定箇所に発生す る物理場を示す定数を予め定めておくとともに、各物理 源の物理量を仮に定めておき、各物理量と対応する定数 との積の総和と各測定箇所において測定された物理量と の差を算出し、算出された差および各定数に基づいて、 差の二乗の総和が最小になる値を新たな物理量として採 用し、全ての物理源に対応して上記差の算出および新た な物理量の採用処理を反復し、処理反復の結果得られる 差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全 ての物理源についての差の算出および新たな物理量の採 用処理の反復処理を反復し、最終的に採用された物理量 を物理源の物理量として採用する方法である。

【0019】請求項3の物理量解析方法は、位置が既知 の個々の物理源iから離れた、位置が既知の複数の観測 点iにおいて測定可能な物理量が物理源iの物理量u を含む所定の演算に基づいて算出可能であるとともに、 複数の物理源iから離れた観測点iにおいて測定可能な 物理量Siに線形加算性が成立する場合に物理源iの物 理量uiを物理源iから離れた複数の観測点iにおいて 測定された物理量 S」に基づいて解析する方法であっ て、(1) 個々の物理源に対応する単位量の物理源が 各所定箇所に発生する物理場を示す定数 📊 を予め定め ておくステップと、(2) 各物理源の物理量 ui を仮 に定めておくステップと、(3) 数1の演算を行なっ て観測点」に発生すると予測される物理場の、を算出す るステップと、(4) 観測点 j における物理場の実測 値 S₁ と上記物理場 O₁ との差 S₁ - O₁ を算出するステッ プと、(5) 数2の演算を行なって仮の解としての物 理量 u: を得るステップと、(6) ステップ(3)か

20

らステップ(5)までの処理を全ての物理源iについて 行なうステップと、(7) 上記差S_i - O_iの二乗の総 和が所定の閾値よりも小さくなるまで、ステップ(3) からステップ(5)までの処理の反復処理を反復して、 最終的に得られた物理量を解析結果として採用するステ ップとを含む方法である。

【0020】請求項4の物理量解析方法は、測定対象物 が発生する磁場を複数の磁場センサで計測し、前記測定 対象物内部の磁場源における物理量を解析する方法であ

10 って、(1) 個々の磁場源に対応する単位量の磁場源 が各所定箇所に発生する磁場を示す定数 📊 を予め定め ておくステップと、(2) 物の内部に設定された格子 点k(k=1,2,・・・,p)に位置する各磁場源i の物理量 u: を仮に定めておくステップと、(3) 数 1の演算を行なって観測点 j に発生すると予測される磁 場O_iを算出するステップと、(4) 観測点jにおけ る磁場の実測値Siと上記磁場Oiとの差Si-Oiを算出 するステップと、(5) 数2の演算を行なって仮の解 としての物理量 ui を得るステップと、(6) ステッ プ(3)からステップ(5)までの処理を全ての磁場源 iについて行なうステップと、(7) 上記差 Si - Oi の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、ステ ップ(3)からステップ(5)までの処理の反復処理を 反復するステップとを含む方法である。

【0021】請求項5の物理量解析方法は、物理量ui が、数3で示す×方向電流成分およびy方向電流成分で あり、定数 ij が、数4で与えられている方法である。 請求項6の物理量解析方法は、個々の物理源から離れた 任意箇所において測定可能な物理量が物理源の物理量を

- 30 含む所定の演算に基づいて算出可能であるとともに、少なくとも1つの物理源から離れた任意箇所において測定可能な物理量に線形加算性が成立する場合に物理源の物理量に起因して所定箇所において観測されるべき物理量を解析する方法であって、上記少なくとも1つの物理源に近接する所定位置において物理源の物理量を計測するとともに、各物理源の物理量が上記所定箇所に影響を及ぼす程度を仮に定めておき、各計測された物理量と対応する程度との積の総和と各所定箇所において測定された物理量との差を算出し、算出された差および各物理量計
- 40 測値に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を新た な物理量として採用し、全ての物理源に対応して上記差 の算出および新たな物理量の採用処理を反復し、処理反 復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小 さくなるまで、全ての物理源についての差の算出および 新たな物理量の採用処理の反復処理を反復し、最終的に 採用された物理量を所定箇所において観測されるべき物 理量として採用する方法である。

【0022】請求項7の物理量解析方法は、能動的物理 源から離れた任意箇所において測定可能な物理量が物理 源の物理量を含む所定の演算に基づいて算出可能である

50

とともに、能動的物理源から離れた任意箇所において測 定可能な物理量に線形加算性が成立する場合に能動的物 理源の物理量に起因して所定箇所において観測されるべ き物理量に影響を及ぼす受動的物理源の物理量を解析す る方法であって、上記能動的物理源の物理量を計測する とともに、受動的物理源の物理量を仮に定めておき、計 測された能動的物理源の物理量と受動的物理源の物理量 との積の総和と所定箇所において測定された物理量との 差を算出し、算出された差および能動的物理源の物理量 計測値に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を新 たな物理量として採用し、全ての物理源に対応して上記 差の算出および新たな物理量の採用処理を反復し、処理 反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも 小さくなるまで、全ての物理源についての差の算出およ び新たな物理量の採用処理の反復処理を反復し、最終的 に採用された物理量を受動的物理源の物理量として採用 する方法である。

【0023】請求項8の物理量解析方法は、個々の物理 源を含む、線形連立方程式が成立する領域内において、 個々の物理源の物理量および上記領域に基づいて定まる 比例定数に基づいて任意箇所で得られる物理量を解析す る方法であって、上記領域に基づいて定まる比例定数を 予め得ておくとともに、予め設定した複数の所定箇所の 物理量を仮に定めておき、各物理量と対応する比例定数 との積の総和と各所定箇所における、領域内に与えた既 知の物理量との差を算出し、算出された差および各比例 定数に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を新た な物理量として採用し、全ての物理源に対応して上記差 の算出および新たな物理量の採用処理を反復し、処理反 復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小 さくなるまで、全ての物理源についての差の算出および 新たな物理量の採用処理の反復処理を反復し、最終的に 採用された物理量を所定箇所における物理量として採用 する方法である。

【0024】請求項9の物理量解析方法は、実際の物理 量と、各物理量と対応する比例定数との積との差と、対 応する比例定数との積の総和を該当する全ての比例定数 の二乗の総和で除算して得た値および直前に採用された 物理量に基づいて新たな物理量を得る方法である。請求 項10の物理量解析方法は、比例定数として、領域を近 40 似すべく想定された、多数の3次元格子状に接続された 多数の抵抗の各抵抗値の逆数を採用し、実際の物理量と して格子点における電流値を採用し、解析対象となる物 理量として格子点における電位を採用する方法である。 【0025】請求項11の物理量解析方法は、比例定数 が、N_x × N_y × N_z 個の格子点のそれぞれの格子点 [kx, ky, kz]に対してx, y, z方向に接続され た抵抗の抵抗値の逆数Gx [kx - 1 , ky , kz] , Gx [k_x, k_y, k_z], G_y[k_x, k_y - 1, k_z], G y [kx , ky , kz] , Gz [kx , ky , kz - 1] , Gz

22

[k_x , k_y , k_z] および、数5に示す、格子点に実際 に接続されている抵抗に対応する総和G_N[k_x , k_y , k_z] であり、実際の物理量が格子点[k_x , k_y , k_z] における印加電流S[k_x , k_y , k_z]、および流出電 流O[k_x , k_y , k_z]であり、解析対象となる物理量 が各格子点[k_x , k_y , k_z]の電位u[k_x , k_y , k_z]であり、(1) (N_x - 1) × N_y × N_z 個のG_x [k_x , k_y , k_z]を得るステップと、(2) N_x × (N_y - 1) × N_z 個のG_y[k_x , k_y , k_z]を得るステ

10 ップと、(3) $N_x \times N_y \times (N_z - 1)$ 個のG z [kx , ky , kz] を得るステップと、(4) Nx x Ny × Nz 個のGN [kx, ky, kz]を得るステップ と、(5) 数6に基づいてN_x × N_y × N_z 個の [kx,ky,kz]を得るステップと、(6) 数7に 基づいて電位u [kx , ky , kz] の修正量 uを算出 するステップと、(7) 算出された修正量 uを加算 して電位 $u [k_x, k_y, k_z]$ を修正するステップと、 (8) ステップ(6)およびステップ(7)をkzに ついて1からN₂まで反復するステップと、(9) ス 20 テップ(6)からステップ(8)までの処理をkyにつ いて1からNyまで反復するステップと、(10) ス テップ(6)からステップ(9)までの処理をkxにつ いて1からNxまで反復するステップと、(11) 推 定誤差が所定の閾値よりも小さくなるまでステップ (6)からステップ(10)までの処理を反復して最終 的に得られた電位を解析結果として採用するステップと を含む方法である。

【0026】請求項12の物理量解析方法は、請求項1 1の方法により得た解析結果としての各格子点[kx,

30 ky, kz]の電位u[kx, ky, kz]を比例定数 ; として採用し、既知の物理量が解析対象領域の表面における測定された電位であり、解析対象となる物理量が格子点[kx, ky, kz]における流入電流および流出電流0[kx, ky, kz]であり、(1) 1の格子点に流入し、他の1の格子点から流出する電流を解析対象となる物理量として仮に定めるステップと、(2) 仮に定めた物理量と比例定数とを乗算して、解析対象領域の表面における電位の推定値を算出するステップと、

(3) 測定された電位と電位の推定値との差に基づい て1の物理量に対する修正量を算出するステップと、

(4) 算出された修正量に基づいて1の物理量を修正 するステップと、(5) ステップ(2)からステップ (4)までの処理を全ての物理量について反復するステ ップと、(6) 推定誤差が所定の閾値よりも小さくな るまでステップ(2)からステップ(5)までの処理を 反復して最終的に得られた物理量を解析結果として採用 するステップとを含む方法である。

【0027】請求項13の物理量解析方法は、(1) 複数の物理量の中から2つの物理量を選択するステップ 50 と、(2) 数8に基づいて各物理量の修正量を算出す

るステップと、(3) 算出された各修正量に基づいて 該当する物理量を修正するステップと、(4) ステッ プ(2)(3)の処理を行なって一方の物理量を修正す るステップと、(5) ステップ(2)(3)の処理を 行なって他方の物理量を修正するステップと、(6) ステップ(2)(3)の処理を行なって一方の物理量を 再度修正するステップと、(7) ステップ(2)の処 理を行なって他方の物理量を再度修正するための修正量 を算出するステップと、(8) ステップ(6)(7) で得られた修正量同士の積を、ステップ(4)で得られ た修正量とステップ(6)で得られた修正量との差で除 算して一方の物理量の修正量を算出するステップと、 (9) ステップ(5)(7)で得られた修正量同士の 積を、ステップ(4)で得られた修正量とステップ (6)で得られた修正量との差で除算して他方の物理量 の修正量を算出するステップと、(10) ステップ (8)(9)で得られた各修正量に基づいて該当する物 理量を修正するステップと、(11) 他の2つの物理 量を選択して、ステップ(4)からステップ(10)ま での処理を行なうステップと、(12) 推定誤差が所 定の閾値よりも小さくなるまでステップ(4)からステ ップ(11)までの処理を反復して最終的に得られた物 理量を解析結果として採用するステップとを含む方法で ある。

【0028】請求項14の物理量解析方法は、推定誤差 $D[k_x, k_y, k_z + 1] = (S[k_x, k_y, k_z + 1]]$ - O [k_x , k_y , k_z + 1])、 D [k_x - 1 , k_y , k_z] = (S[k_x - 1, k_y , k_z] - O[k_x - 1, k_y , k_z]), D[k_x + 1, k_y , k_z] = (S[k_x + $1, k_y, k_z$] - O [k_x + 1 , k_y, k_z]), D $[k_x, k_y - 1, k_z] = (S[k_x, k_y - 1, k_z] O[k_x, k_y - 1, k_z]), D[k_x, k_y + 1, k_z]$ = $(S[k_x, k_y + 1, k_z] - O[k_x, k_y + 1,$ k_z]), D[k_x , k_y , k_z - 1] = (S[k_x , k_y , kz - 1] - 0 [kx , ky , kz - 1])、 D [kx , k_y , $k_z + 1$] = (S[k_x , k_y , $k_z + 1$] - O [kx, ky, kz + 1])を算出するステップをさらに 含み、数7の(S[kx,ky,kz+1]-O[kx,k y, k_z + 1])、(S[k_x - 1, k_y, k_z] - 0[k_x - 1, k_y, k_z])、(S[k_x+1, k_y, k_z]-0 $[k_x + 1, k_y, k_z]$), $(S[k_x, k_y - 1, k_z]$ - O [k_x , k_y - 1 , k_z])、 (S [k_x , k_y + 1 , k_z] - 0 [k_x , k_y + 1, k_z]), (S [k_x , k_y , $k_z - 1] - 0 [k_x, k_y, k_z - 1]), (S [k_x, k_z - 1])$ ky, kz + 1] - 0 [kx, ky, kz + 1]) に代えて $D[k_x, k_y, k_z + 1], D[k_x - 1, k_y, k_z],$ $D[k_x + 1, k_y, k_z]$, $D[k_x, k_y - 1, k_z]$, $D[k_x, k_y + 1, k_z]$, $D[k_x, k_y, k_z - 1]$, D[kx, ky, kz + 1]を採用し、数9に基づいて推 定誤差を修正するステップをさらに含む方法である。

24

【0029】請求項15の物理量解析方法は、算出され た差に代えて、算出された差の二乗の総和を示す関数を 正規化したものを採用する方法である。請求項16の物 理量解析方法は、差の二乗の総和が最小になる値を新た な物理量として採用する処理に代えて、差の二乗が最小 になる値を新たな物理量として採用する処理を採用する 方法である。

【0030】請求項17の物理量解析方法は、処理反復 の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さ

くなるまで、全ての物理源についての差の算出および新 たな物理量の採用処理の反復処理を反復する処理に代え て、処理反復の結果得られる差の絶対値の総和が所定の 閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての差 の算出および新たな物理量の採用処理の反復処理を反復 する処理を採用する方法である。

【0031】請求項18の物理量解析装置は、個々の物理源の物理量u;と、個々の物理源に起因して生ずる任意箇所における物理量O;とが数1の関係を有する物理系における未知の物理源の物理量u;を解析する装置で

- 20 あって、各物理源の物理量uiを仮に定めておく物理量 仮設定手段と、各物理量uiに基づいて数1の演算を行 なって物理量Oiを算出し、算出された物理量Oiと対応 する既知の物理量Siとの差および対応する比例定数 iiに基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を物理源 の物理量uiとして採用する物理量更新手段と、全ての 物理源に対応して上記差の算出および物理源の物理量u iの採用処理を反復させる第1反復制御手段と、処理反 復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小 さくなるまで、全ての物理源についての第1反復制御手
- 30 段による差の算出および各物理源の物理量u:の採用処理の反復処理を反復させる第2反復制御手段と、最終的に採用された各物理源の物理量u:を物理源の物理量u:として採用する物理量採用手段とを含んでいる。
 【0032】請求項19の物理量解析装置は、個々の物理源から離れた任意箇所において測定可能な物理量が物理源の物理量を含む所定の演算に基づいて算出可能であるとともに、複数の物理源から離れた任意箇所において測定可能な物理量に線形加算性が成立する場合に物理源の物理量を物理源から離れた複数の所定箇所において測
 40 定された物理量に基づいて解析する装置であって、個々
- の物理源に対応する単位量の物理源が各所定箇所に発生 する物理場を示す定数を予め定めておく定数設定手段 と、各物理源の物理量を仮に定めておく物理量仮設定手 段と、各物理量と対応する定数との積の総和と各測定箇 所において測定された物理量との差を算出する差算出手 段と、算出された差および各定数に基づいて、差の二乗 の総和が最小になる値を新たな物理量として採用する物 理量補正手段と、全ての物理源に対応して差算出手段お よび物理量補正手段を反復動作させる第1反復制御手段 50 と、処理反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾

値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての差算 出手段および物理量補正手段の第1反復手段による反復 処理を反復させ、最終的に採用された物理量を物理源の 物理量として採用する物理量採用手段とを含んでいる。 【0033】請求項20の物理量解析装置は、位置が既 知の個々の物理源iから離れた、位置が既知の複数の観 測点iにおいて測定可能な物理量が物理源iの物理量u 。を含む所定の演算に基づいて算出可能であるととも に、複数の物理源iから離れた観測点iにおいて測定可 能な物理量Siに線形加算性が成立する場合に物理源i の物理量uiを物理源iから離れた複数の観測点iにお いて測定された物理量Siに基づいて解析する装置であ って、(1) 個々の物理源に対応する単位量の物理源 が各所定箇所に発生する物理場を示す定数 📊 を予め定 めておく手段と、(2) 各物理源の物理量 ui を仮に 定めておく手段と、(3) 数1の演算を行なって観測 点iに発生すると予測される物理場Oiを算出する手段 と、(4) 観測点 j における物理場の実測値 S₁と上 記物理場0;との差5;-0;を算出する手段と、(5)

数2の演算を行なって仮の解としての物理量u を得る 手段と、(6) (3)から(5)までの各手段による 処理を全ての物理源iについて行なわせる手段と、

(7) 上記差 S_i - O_iの二乗の総和が所定の閾値より も小さくなるまで、(3)から(5)までの各手段によ る処理の反復処理を反復させる手段と、(8) 最終的 に得られた各物理源の物理量 u_iを物理源の物理量 u_iと して採用する手段とを含んでいる。

【0034】請求項21の物理量解析装置は、測定対象 物が発生する磁場を複数の磁場センサで計測し、前記測 定対象物内部の磁場源における物理量を解析する装置で あって、(1) 個々の磁場源iに対応する単位量の磁 場源が各所定箇所に発生する磁場を示す定数 📊 を予め 定めておく手段と、(2) 物の内部に設定された格子 点k(k=1,2,・・・,p)に位置する各磁場源の 物理量 u: を仮に定めておく手段と、(3) 数1の演 算を行なって観測点jに発生すると予測される磁場Oj を算出する手段と、(4) 観測点 i における磁場の実 測値S;と上記磁場O;との差S;-O;を算出する手段 と、(5) 数2の演算を行なって仮の解としての物理 量u:を得る手段と、(6) (3)から(5)までの 各手段による処理を全ての磁場源iについて行なわせる 手段と、(7) 上記差 S₁ - O₁の二乗の総和が所定の 閾値よりも小さくなるまで、(3)から(5)までの各 手段による処理の反復処理を反復させる手段と、(8)

最終的に得られた各磁場源の物理量 u; を磁場源の物 理量 u; として採用する手段とを含んでいる。 【0035】請求項22の物理量解析装置は、物理量 u

として、数3で示す×方向電流成分およびy方向電流 成分を採用し、定数 i として、数4で与えられる定数 を採用するものである。請求項23の物理量解析装置 26

は、個々の物理源から離れた任意箇所において測定可能 な物理量が物理源の物理量を含む所定の演算に基づいて 算出可能であるとともに、少なくとも1つの物理源から 離れた任意箇所において測定可能な物理量に線形加算性 が成立する場合に物理源の物理量に起因して所定箇所に おいて観測されるべき物理量を解析する装置であって、 上記少なくとも1つの物理源に近接する所定位置におい て物理源の物理量を計測する物理量計測手段と、各物理 源の物理量が上記所定箇所に影響を及ぼす程度を仮に定

10 めておく程度仮設定手段と、各計測された物理量と対応する程度との積の総和と各所定箇所において測定された物理量との差を算出する差算出手段と、算出された差および各物理量計測値に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を新たな物理量として採用する物理量補正手段と、全ての物理源に対応して差算出手段および物理量補正手段を反復動作させる第1反復制御手段と、処理反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての差算出手段および物理量補正手段の第1反復手段による反復処理を反復さ
 20 せ、最終的に採用された物理量を所定箇所において観測されるべき物理量として採用する物理量採用手段とを含んでいる。

【0036】請求項24の物理量解析装置は、能動的物 理源から離れた任意箇所において測定可能な物理量が物 理源の物理量を含む所定の演算に基づいて算出可能であ るとともに、能動的物理源から離れた任意箇所において 測定可能な物理量に線形加算性が成立する場合に能動的 物理源の物理量に起因して所定箇所において観測される べき物理量に影響を及ぼす受動的物理源の物理量を解析 する装置であって、上記能動的物理源の物理量を計測す 30 る物理量計測手段と、受動的物理源の物理量を仮に定め ておく物理量仮設定手段と、計測された能動的物理源の 物理量と受動的物理源の物理量との積の総和と所定箇所 において測定された物理量との差を算出する差算出手段 と、算出された差および能動的物理源の物理量計測値に 基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を新たな物理 量として採用する物理量補正手段と、全ての物理源に対 応して差算出手段および物理量補正手段を反復動作させ る第1反復制御手段と、処理反復の結果得られる差の二 40 乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物 理源についての差算出手段および物理量補正手段の第1 反復手段による反復処理を反復させ、最終的に採用され た物理量を受動的物理源の物理量として採用する物理量

【0037】請求項25の物理量解析装置は、個々の物 理源を含む、線形連立方程式が成立する領域内におい て、個々の物理源の物理量および上記領域に基づいて定 まる比例定数に基づいて任意箇所で得られる物理量を解 析する装置であって、上記領域に基づいて定まる比例定 数を予め得て保持する比例定数保持手段と、予め設定し

採用手段とを含んでいる。

50

た複数の所定箇所の物理量を仮に定める物理量仮設定手 段と、各物理量と対応する比例定数との積の総和を算出 し、算出された総和と各所定箇所における、領域内に与 えた既知の物理量との差を算出する差算出手段と、算出 された差および各比例定数に基づいて、差の二乗の総和 が最小になる値を新たな物理量として採用する物理量更 新手段と、全ての物理源に対応して差算出手段による差 の算出および物理量更新手段による新たな物理量の採用 処理を反復させる第1反復制御手段と、処理反復の結果 得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなる まで、全ての物理源についての第1反復制御手段による 差の算出および新たな物理量の採用処理の反復処理を反 復させる第2反復制御手段と、最終的に採用された物理 量を所定箇所における物理量として採用する物理量採用 手段とを含んでいる。

【0038】請求項26の物理量解析装置は、各物理量 と対応する比例定数との積の総和を算出する手段とし て、各物理量と対応する比例定数との積の総和を算出し た後に、第1反復制御手段による反復処理毎に、新たな 物理量と直前の物理量との差と対応する比例定数との積 に基づいて直前の総和を補正して新たな総和を得るもの を採用している。

【0039】請求項27の物理量解析装置は、差算出手 段として、各物理量と対応する比例定数との積の総和を 算出する手段により算出された総和と各所定箇所におけ る実際の物理量との差を算出した後に、第1反復制御手 段による反復処理毎に、新たな物理量と直前の物理量と の差と対応する比例定数との積に基づいて直前の差を補 正して新たな差を得るものを採用している。

【0040】請求項28の物理量解析装置は、比例定数 30 が、 $N_x \times N_y \times N_z$ 個の格子点のそれぞれの格子点 [kx, ky, kz]に対してx, y, z方向に接続され た抵抗の抵抗値の逆数Gx [kx - 1 , ky , kz] , Gx [kx, ky, kz], Gy[kx, ky-1, kz], G y [kx , ky , kz] , Gz [kx , ky , kz - 1] , Gz [kx, ky, kz]および、数5に示す、格子点に実際 に接続されている抵抗に対応する総和G^N [k_× , k_y , kz]であり、実際の物理量が格子点 [kx, ky, kz] における印加電流S[kx, ky, kz]、および流出電 流O [kx , ky , kz] であり、解析対象となる物理量 が各格子点 [kx, ky, kz]の電位u [kx, ky, kz]であり、(1) (Nx - 1) × Ny × Nz 個のGx [kx, ky, kz]を得る手段と、(2) Nx × (Ny - 1) × N_z 個のG_y [k_x , k_y , k_z] を得る手段と、 (3) Nx×Ny×(Nz-1)個のGz[kx, ky, k z]を得る手段と、(4) N_x × N_y × N_z 個のG N [kx , ky , kz] を得る手段と、(5) 数6に基づ $N_x \times N_y \times N_z$ 個の [k_x , k_y , k_z]を得る手段 と、(6) 数7に基づいて電位u[kx, ky, kz] の修正量 uを算出する手段と、(7) 算出された修 50 28

正量 uを加算して電位u[kx, ky, kz]を修正す る手段と、(8) (6)および(7)の手段をkzに ついて1からNzまで反復動作させる手段と、(9) (6)から(8)までの各手段をkyについて1からNy まで反復動作させる手段と、(10) (6)から (9)までの各手段をkxについて1からNxまで反復動 作させる手段と、(11) 推定誤差が所定の閾値より も小さくなるまで(6)から(10)までの各手段を反 復動作させて最終的に得られた電位を解析結果として採 用する手段とを含んでいる。

【0041】請求項29の物理量解析装置は、請求項2 8の装置により得た解析結果としての各格子点[kx, ky,kz]の電位u[kx,ky,kz]を比例定数 ; として採用し、既知の物理量が解析対象領域の表面にお ける測定された電位であり、解析対象となる物理量が格 子点[kx,ky,kz]における流入電流および流出電 流0[kx,ky,kz]であり、(1) 1の格子点に 流入し、他の1の格子点から流出する電流を解析対象と なる物理量として仮に定める手段と、(2) 仮に定め た物理量と比例定数とを乗算して、解析対象領域の表面 における電位の推定値を算出する手段と、(3) 測定 された電位と電位の推定値との差に基づいて1の物理量 に対する修正量を算出する手段と、(4) 算出された 修正量に基づいて1の物理量を修正する手段と、(5)

(2)から(4)までの各手段を全ての物理量につい て反復動作させる手段と、(6) 推定誤差が所定の閾 値よりも小さくなるまで(2)から(5)までの各手段 を反復動作させて最終的に得られた物理量を解析結果と して採用する手段とを含んでいる。

【0042】請求項30の物理量解析装置は、(1) 複数の物理量の中から2つの物理量を選択する手段と、 (2) 数8に基づいて各物理量の修正量を算出する手 段と、(3) 算出された各修正量に基づいて該当する 物理量を修正する手段と、(4) (2)(3)の各手 段を動作させて一方の物理量を修正する手段と、(5) (2)(3)の各手段を動作させて他方の物理量を修 正する手段と、(6) (2)(3)の各手段を動作さ せて一方の物理量を再度修正する手段と、(7) (2)の手段を動作させて他方の物理量を再度修正する 40 ための修正量を算出する手段と、(8) (6)(7) の各手段を動作させて得られた修正量同士の積を、 (4)の手段を動作させて得られた修正量と(6)の手 段を動作させて得られた修正量との差で除算して一方の 物理量の修正量を算出する手段と、(9) (5) (7)の各手段を動作させて得られた修正量同士の積 を、(4)の手段を動作させて得られた修正量と(6) の手段を動作させて得られた修正量との差で除算して他 方の物理量の修正量を算出する手段と、(10) (8)(9)の各手段を動作させて得られた各修正量に 基づいて該当する物理量を修正する手段と、(11)

20

10

他の2つの物理量を選択して、(4)から(10)まで の各手段を動作させる手段と、(12) 推定誤差が所 定の閾値よりも小さくなるまで(4)から(11)まで の各手段を反復動作させて最終的に得られた物理量を解 析結果として採用する手段とを含んでいる。

【0043】請求項31の物理量解析装置は、推定誤差 $D[k_x, k_y, k_z + 1] = (S[k_x, k_y, k_z + 1])$ - O [kx , ky , kz + 1])、 D [kx - 1 , ky , k_z] = (S[k_x - 1, k_y , k_z] - O[k_x - 1, k_y , k_z]), D[k_x + 1, k_y , k_z] = (S[k_x + $1, k_y, k_z$] - O [k_x + 1 , k_y, k_z]) ∇ D $[k_x, k_y - 1, k_z] = (S[k_x, k_y - 1, k_z] O[k_x, k_y - 1, k_z])$, $D[k_x, k_y + 1, k_z]$ = $(S[k_x, k_y + 1, k_z] - O[k_x, k_y + 1,$ k_z]), D[k_x , k_y , k_z - 1] = (S[k_x , k_y , $k_z - 1] - O [k_x , k_y , k_z - 1]), D [k_x ,$ k_y , $k_z + 1$] = (S[k_x , k_y , $k_z + 1$] - O [kx, ky, kz + 1])を算出する手段をさらに含 み、数7の(S[kx,ky,kz+1]-O[kx, k_y , k_z + 1]), (S[k_x - 1, k_y , k_z] - 0 $[k_x - 1, k_y, k_z]$) (S $[k_x + 1, k_y, k_z]$ - O [k_x + 1 , k_y , k_z])、(S [k_x , k_y - 1 , k_z] - 0 [k_x , k_y - 1 , k_z]) (S [k_x , k_y + $1, k_z$] - O [k_x, k_y + 1 , k_z]) (S [k_x , k_y , k_z - 1] - 0 [k_x , k_y , k_z - 1]) (S [k x , k y , k z + 1] - 0 [k x , k y , k z + 1]) に 代えてD [kx , ky , kz + 1]、D [kx - 1 , ky , k_z]、D[k_x+1, k_y, k_z]、D[k_x, k_y-1, kz]、D[kx, ky + 1, kz]、D[kx, ky, kz - 1]、D[kx, ky, kz + 1]を採用し、数9に基 づいて推定誤差を修正する手段をさらに含んでいる。 【0044】請求項32の物理量解析装置は、物理量算 出手段として、算出された差に代えて、算出された差の 二乗の総和を示す関数を正規化した値を用いるものを採 用している。請求項33の物理量解析装置は、差の二乗 の総和が最小になる値を新たな物理量として採用する手 段に代えて、差の二乗が最小になる値を新たな物理量と して採用する手段を採用している。

【0045】請求項34の物理量解析装置は、処理反復 の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さ くなるまで、全ての物理源についての差の算出手段およ び新たな物理量の採用手段を反復動作させる手段を反復 動作させる手段に代えて、処理反復の結果得られる差の 絶対値の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全て の物理源についての差の算出手段および新たな物理量の 採用手段を反復動作させる手段を反復動作させる手段を 採用している。

【0046】

【作用】請求項1の物理量解析方法であれば、個々の物理源の物理量u,と、個々の物理源に起因して生ずる任

50

30

意箇所における物理量O;とが数1の関係を有する物理 系における未知の物理源の物理量u;を解析するに当っ て、各物理源の物理量u;を仮に定めておき、各物理量 u;に基づいて数1の演算を行なって物理量O;を算出 し、算出された物理量O;と対応する既知の物理量S;と の差および対応する比例定数;に基づいて、差の二乗 の総和が最小になる値を物理源の物理量u;として採用 し、全ての物理源に対応して上記差の算出および物理源 の物理量u;の採用処理を反復し、処理反復の結果得ら

- 10 れる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての差の算出および各物理源の物理量uiの採用処理の反復処理を反復し、最終的に採用された各物理源の物理量uiを物理源の物理量uiとして採用するのであるから、推定ゲインの設定が不要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化できる。また、個々の物理源から離れた任意箇所において測定可能な物理量に基づく物理源の物理量の解析、個々の物理源に起因する任意箇所における物理量の解析の何れにも対処でき、この結果、適用可能な物理量を広範20 囲にでき、高安定性、高精度をも達成できる。
- 【0047】請求項2の物理量解析方法であれば、個々 の物理源から離れた任意箇所において測定可能な物理量 が物理源の物理量を含む所定の演算に基づいて算出可能 であるとともに、複数の物理源から離れた任意箇所にお いて測定可能な物理量に線形加算性が成立する場合に物 理源の物理量を物理源から離れた複数の所定箇所におい て測定された物理量に基づいて解析するに当って、個々 の物理源に対応する単位量の物理源が各所定箇所に発生 する物理場を示す定数を予め定めておくとともに、各物 30 理源の物理量を仮に定めておき、各物理量と対応する定 数との積の総和と各測定箇所において測定された物理量 との差を算出し、算出された差および各定数に基づい て、差の二乗の総和が最小になる値を新たな物理量とし て採用し、全ての物理源に対応して上記差の算出および 新たな物理量の採用処理を反復し、処理反復の結果得ら れる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるま で、全ての物理源についての差の算出および新たな物理 量の採用処理の反復処理を反復し、最終的に採用された 物理量を物理源の物理量として採用するのであるから、

40 推定ゲインの設定が不要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化できる。しかも、適用可能な物理量を広範囲にでき、高安定性、高精度をも達成できる。

【0048】請求項3の物理量解析方法であれば、位置 が既知の個々の物理源iから離れた、位置が既知の複数 の観測点jにおいて測定可能な物理量が物理源iの物理 量u:と所定の演算に基づいて算出可能であるととも に、複数の物理源iから離れた観測点jにおいて測定可 能な物理量S;に線形加算性が成立する場合に物理源i の物理量u;を物理源iから離れた複数の観測点jにお いて測定された物理量 Si に基づいて解析するに当っ て、(1) 個々の物理源に対応する単位量の物理源が 各所定箇所に発生する物理場を示す定数 📊 を予め定め ておき、(2) 各物理源の物理量 ui を仮に定めてお き、(3) 数1の演算を行なって観測点 j に発生する と予測される物理場Oiを算出し、(4) 観測点jに おける物理場の実測値Siと上記物理場Oiとの差Si-O₁を算出し、(5) 数2の演算を行なって仮の解と しての物理量 u:を得、(6) ステップ(3)からス テップ(5)までの処理を全ての物理源iについて行な い、(7) 上記差 S₁ - O₁の二乗の総和が所定の閾値 よりも小さくなるまで、ステップ(3)からステップ (5)までの処理の反復処理を反復して、最終的に得ら れた物理量を解析結果として採用するのであるから、推 定ゲインの設定が不要になり、推定ゲインがないことに 伴なって解の収束を高速化できる。しかも、適用可能な 物理量を広範囲にでき、高安定性、高精度をも達成でき る。

【0049】請求項4の物理量解析方法であれば、測定 対象物が発生する磁場を複数の磁場センサで計測し、前 記測定対象物内部の磁場源における物理量を解析するに 当って、(1) 個々の磁場源に対応する単位量の磁場 源が各所定箇所に発生する磁場を示す定数 📊 を予め定 めておき、(2) 物の内部に設定された格子点k(k) = 1, 2, ・・・, p) に位置する各磁場源 i の物理量 u:を仮に定めておき、(3) 数1の演算を行なって 観測点iに発生すると予測される磁場Oiを算出し、 (4) 観測点jにおける磁場の実測値S」と上記磁場 O; との差S; - O; を算出し、(5) 数2の演算を行 なって仮の解としての物理量u:を得、(6) ステッ プ(3)からステップ(5)までの処理を全ての磁場源 i について行ない、(7) 上記差 S₁ - O₁の二乗の総 和が所定の閾値よりも小さくなるまで、ステップ(3) からステップ(5)までの処理の反復処理を反復するの であるから、推定ゲインの設定が不要になり、推定ゲイ ンがないことに伴なって解の収束を高速化できる。即 ち、磁場源の解析を高速に達成することができる。 【0050】請求項5の物理量解析方法であれば、物理 量uiが、数3で示すx方向電流成分およびy方向電流 成分であり、定数 前が、数4で与えられているので、 磁場のz方向成分のみを計測することにより、各格子点 における×方向電流成分、y方向電流成分を解析するこ とができる。請求項6の物理量解析方法であれば、個々 の物理源から離れた任意箇所において測定可能な物理量 が物理源の物理量を含む所定の演算に基づいて算出可能 であるとともに、少なくとも1つの物理源から離れた任 意箇所において測定可能な物理量に線形加算性が成立す る場合に物理源の物理量に起因して所定箇所において観 測されるべき物理量を解析するに当って、上記少なくと も1つの物理源に近接する所定位置において物理源の物 32

理量を計測するとともに、各物理源の物理量が上記所定 箇所に影響を及ぼす程度を仮に定めておき、各計測され た物理量と対応する程度との積の総和と各所定箇所にお いて測定された物理量との差を算出し、算出された差お よび各物理量計測値に基づいて、差の二乗の総和が最小 になる値を新たな物理量として採用し、全ての物理源に 対応して上記差の算出および新たな物理量の採用処理を 反復し、処理反復の結果得られる差の二乗の総和が所定 の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての 10 差の算出および新たな物理量の採用処理の反復処理を反 復し、最終的に採用された物理量を所定箇所において観 測されるべき物理量として採用するのであるから、推定 ゲインの設定が不要になり、推定ゲインがないことに伴 なって解の収束を高速化できる。しかも、適用可能な物 理量を広範囲にでき、高安定性、高精度をも達成でき る。請求項7の物理量解析方法であれば、能動的物理源 から離れた任意箇所において測定可能な物理量が物理源 の物理量を含む所定の演算に基づいて算出可能であると ともに、能動的物理源から離れた任意箇所において測定 可能な物理量に線形加算性が成立する場合に能動的物理 20 源の物理量に起因して所定箇所において観測されるべき 物理量に影響を及ぼす受動的物理源の物理量を解析する に当って、上記能動的物理源の物理量を計測するととも に、受動的物理源の物理量を仮に定めておき、計測され た能動的物理源の物理量と受動的物理源の物理量との積 の総和と所定箇所において測定された物理量との差を算 出し、算出された差および能動的物理源の物理量計測値 に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を新たな物 理量として採用し、全ての物理源に対応して上記差の算 出および新たな物理量の採用処理を反復し、処理反復の 30 結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さく なるまで、全ての物理源についての差の算出および新た な物理量の採用処理の反復処理を反復し、最終的に採用 された物理量を受動的物理源の物理量として採用するの であるから、推定ゲインの設定が不要になり、推定ゲイ

ンがないことに伴なって解の収束を高速化できる。しか も、適用可能な物理量を広範囲にでき、高安定性、高精 度をも達成できる。

【0051】請求項8の物理量解析方法であれば、個々 40 の物理源を含む、線形連立方程式が成立する領域内にお いて、個々の物理源の物理量および上記領域に基づいて 定まる比例定数に基づいて任意箇所で得られる物理量を 解析するに当って、上記領域に基づいて定まる比例定数 を予め得ておくとともに、予め設定した複数の所定箇所 の物理量を仮に定めておき、各物理量と対応する比例定 数との積の総和と各所定箇所における、領域内に与えた 既知の物理量との差を算出し、算出された差および各比 例定数に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を新 たな物理量として採用し、全ての物理源に対応して上記 50 差の算出および新たな物理量の採用処理を反復し、処理

反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも 小さくなるまで、全ての物理源についての差の算出およ び新たな物理量の採用処理の反復処理を反復し、最終的 に採用された物理量を所定箇所における物理量として採 用するのであるから、推定ゲインの設定が不要になり、 推定ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化でき る。しかも、適用可能な物理量を広範囲にでき、高安定 性、高精度をも達成できる。さらに、演算負荷を大幅に 低減することができ、物理源を解析するための所要時間 を大幅に短縮することができる。

【0052】請求項9の物理量解析方法であれば、実際 の物理量と、各物理量と対応する比例定数との積との差 と、対応する比例定数との積の総和を該当する全ての比 例定数の二乗の総和で除算して得た値および直前に採用 された物理量に基づいて新たな物理量を得るのであるか ら、請求項8と同様の作用を達成することができる。請 求項10の物理量解析方法であれば、比例定数として、 領域を近似すべく想定された、多数の3次元格子状に接 続された多数の抵抗の各抵抗値の逆数を採用し、実際の 物理量として格子点における電流値を採用し、解析対象 となる物理量として格子点における電位を採用するので あるから、3次元格子の格子点における電位を少ない演 算負荷で短時間に解析することができる。したがって、 上記領域を生体内に設定しておくとともに、任意の平面 上の格子点における解析結果に基づいて生体の断層面上 における生体情報を解析することが可能になる。 【0053】請求項11の物理量解析方法であれば、比 例定数が、 $N_x \times N_y \times N_z$ 個の格子点のそれぞれの格子 点 [kx, ky, kz] に対してx, y, z方向に接続さ れた抵抗の抵抗値の逆数 G_x [k_x - 1 , k_y , k_z] , G 30 x [kx , ky , kz] , Gy [kx , ky - 1 , kz] , Gy [kx, ky, kz], Gz[kx, ky, kz - 1], G z [kx , ky , kz] および、数5 に示す、格子点に実際 に接続されている抵抗に対応する総和G[™]「k[∞], k[∞], k_z]であり、実際の物理量が格子点 [k_x , k_y , k_z] における印加電流S [kx, ky, kz]、流出電流O [kx, ky, kz]であり、解析対象となる物理量が各 格子点 [kx , ky , kz] の電位 u [kx , ky , kz] で あり、(1) $(N_x - 1) \times N_y \times N_z$ 個の G_x [k_x , ky, kz]を得、(2) Nx×(Ny-1)×Nz個の G_y [k_x , k_y , k_z]を得、(3) $N_x \times N_y \times (N_z$ - 1)個のGz [kx , ky , kz]を得、(4) Nx × N_y×N_z個のG_N[k_x, k_y, k_z]を得、(5) 数6 に基づいて $N_x \times N_y \times N_z$ 個の [k_x , k_y , k_z]を 得、(6) 数7に基づいて電位u[kx, ky, kz] の修正量 uを算出し、(7) 算出された修正量 u を加算して電位u [kx , ky , kz] を修正し、(8) ステップ(6)およびステップ(7)をkzについて1 からN₂まで反復し、(9) ステップ(6)からステ ップ(8)までの処理をkyについて1からNyまで反復 50 34

し、(10) ステップ(6)からステップ(9)まで の処理をk*について1からN*まで反復し、(11) 推定誤差が所定の閾値よりも小さくなるまでステップ (6)からステップ(10)までの処理を反復して最終 的に得られた電位を解析結果として採用するのであるか ら、生体等の内部を3次元格子状に接続された多数の抵 抗でモデル化し、何れかの格子点に電流が流入し、他の 何れかの格子点から電流が流出する場合における各格子 点の電位を解析することができ、しかも、推定ゲインの 設定が不要になり、推定ゲインがないことに伴なって解

の収束を高速化できるとともに、演算負荷を大幅に低減 することができる。 【0054】請求項12の物理量解析方法であれば、請 求項11の方法により得た解析結果としての各格子点 [kx, ky, kz]の電位u[kx, ky, kz]を比例定 数 📊 として採用し、既知の物理量が解析対象領域の表 面における測定された電位であり、解析対象となる物理 量が格子点 [kx , ky , kz] における流入電流および 流出電流O[kx, ky, kz]であり、(1) 1の格 20 子点に流入し、他の1の格子点から流出する電流を解析 対象となる物理量として仮に定め、(2) 仮に定めた 物理量と比例定数とを乗算して、解析対象領域の表面に おける電位の推定値を算出し、(3) 測定された電位 と電位の推定値との差に基づいて1の物理量に対する修 正量を算出し、(4) 算出された修正量に基づいて1 の物理量を修正し、(5) ステップ(2)からステッ プ(4)までの処理を全ての物理量について反復し、 (6) 推定誤差が所定の閾値よりも小さくなるまでス テップ(2)からステップ(5)までの処理を反復して 最終的に得られた物理量を解析結果として採用するので あるから、生体等の内部を3次元格子状に接続された多 数の抵抗でモデル化し、何れかの格子点に電流が流入 し、他の何れかの格子点から電流が流出する場合におけ る各格子点の電位が既に解析されていることを利用し て、生体等の表面において電位を計測し、計測した電位 と上記解析結果とに基づいて、電流が流入している格子 点および電流が流出している格子点の解析を達成するこ とができ、しかも、推定ゲインの設定が不要になり、推 定ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化できる 40 とともに、演算負荷を大幅に低減することができる。 【0055】請求項13の物理量解析方法であれば、 (1) 複数の物理量の中から2つの物理量を選択し、

(2) 数8に基づいて各物理量の修正量を算出し、

(3) 算出された各修正量に基づいて該当する物理量
 を修正し、(4) ステップ(2)(3)の処理を行なって一方の物理量を修正し、(5) ステップ(2)
 (3)の処理を行なって他方の物理量を修正し、(6)
 ステップ(2)(3)の処理を行なって一方の物理量

を再度修正し、(7) ステップ(2)の処理を行なっ て他方の物理量を再度修正するための修正量を算出し、

(8) ステップ(6)(7)で得られた修正量同士の 積を、ステップ(4)で得られた修正量とステップ (6)で得られた修正量との差で除算して一方の物理量 の修正量を算出し、(9) ステップ(5)(7)で得 られた修正量同士の積を、ステップ(4)で得られた修 正量とステップ(6)で得られた修正量との差で除算し て他方の物理量の修正量を算出し、(10) ステップ (8)(9)で得られた各修正量に基づいて該当する物 理量を修正し、(11) 他の2つの物理量を選択し て、ステップ(4)からステップ(10)までの処理を 行ない、(12) 推定誤差が所定の閾値よりも小さく なるまでステップ(4)からステップ(11)までの処 理を反復して最終的に得られた物理量を解析結果として 採用するのであるから、任意に選択された2つの物理量 の一方について1回、他方について2回、それぞれ修正 量を算出し、算出された修正量に基づいて、この修正を 反復することにより最終的に到達する物理量を直ちに算 出することができ、処理負荷を大幅に低減することがで きるとともに、所要時間を大幅に短縮することができ る。

【0056】請求項14の物理量解析方法であれば、推 定誤差D [k x , k y , k z] = (S [k x , k y , k z] -O [kx , ky , kz])、 D [kx - 1 , ky , kz] = $(S[k_x - 1, k_y, k_z] - O[k_x - 1, k_y,$ k_z]), D[k_x + 1, k_y , k_z] = (S[k_x + 1, k_y , k_z] - O [k_x + 1 , k_y , k_z]) 、 D [k_x , k y - 1 , k_z] = (S[k_x , k_y - 1 , k_z] - O[k_x , $k_y - 1$, k_z]), $D[k_x, k_y + 1, k_z] = (S)$ $[k_x, k_y + 1, k_z] - O[k_x, k_y + 1, k_z])$ $D[k_x, k_y, k_z - 1] = (S[k_x, k_y, k_z - 1]]$ - O [kx , ky , kz - 1])、 D [kx , ky , kz + 1] = (S[k_x , k_y , k_z + 1] - 0[k_x , k_y , k_z +1])を算出するステップをさらに含み、数7の(S $[k_x, k_y, k_z] - O[k_x, k_y, k_z])$, (S[k x - 1 , ky , kz] - 0 [kx - 1 , ky , kz])、 (S $[k_x + 1, k_y, k_z] - O[k_x + 1, k_y, k_z])$ $(S[k_x, k_y - 1, k_z] - O[k_x, k_y - 1,$ k_z]), (S [k_x , k_y + 1 , k_z] - O [k_x , k_y + 1, k_z])、(S[k_x, k_y, k_z - 1] - 0[k_x, k_y , k_z - 1]), (S[k_x , k_y , k_z + 1] - 0 [kx, ky, kz + 1])に代えてD[kx, ky, k_z]、D[k_x - 1, k_y, k_z]、D[k_x + 1, k_y, k_z]、D[k_x, k_y - 1, k_z]、D[k_x, k_y + 1, kz]、D[kx, ky, kz - 1]、D[kx, ky, kz + 1]を採用し、数9に基づいて推定誤差を修正するス テップをさらに含んでいるので、 S [k x , k y , kz]、S[kx - 1, ky, kz]、S[kx + 1, ky, k_z]、S[k_x, k_y - 1, k_z]、S[k_x, k_y + 1, kz]、S[kx, ky, kz - 1]、S[kx, ky, kz +1] 20 [kx , ky , kz]、0 [kx - 1 , ky ,

kz]、O[kx + 1, ky, kz]、O[kx, ky - 1,
kz]、O[kx, ky + 1, kz]、O[kx, ky, kz
-1]、O[kx, ky, kz + 1]とを保持する代わり
にD[kx, ky, kz]、D[kx - 1, ky, kz]、D
[kx + 1, ky, kz]、D[kx, ky - 1, kz]、D
[kx, ky + 1, kz]、D[kx, ky, kz - 1]、D
[kx, ky, kz + 1]を保持するだけでよく、メモリ
容量を低減することができる。そして、反復処理においては(S[kx, ky, kz] - 0[kx, ky, kz])、

36

10 (S[kx - 1, ky, kz] - O[kx - 1, ky, kz])、(S[kx + 1, ky, kz] - O[kx + 1, ky, kz])、(S[kx, ky - 1, kz] - O[kx, ky, kz])、(S[kx, ky + 1, kz] - O[kx, ky - 1, kz])、(S[kx, ky + 1, kz] - O[kx, ky, kz + 1, kz])、(S[kx, ky, kz - 1])
- O[kx, ky, kz - 1])、(S[kx, ky, kz + 1] - O[kx, ky, kz + 1])の演算を行なう必要がなく、算出された修正量を用いて簡単に推定誤差を修正することができるので、演算を簡素化することができるとともに、推定誤差を修正するための所要時間を短縮

【0057】請求項15の物理量解析方法であれば、算 出された差に代えて、算出された差の二乗の総和を示す 関数を正規化したものを採用するのであるから、放物線 の性質を有する全ての前記関数の開口度を1に統一で き、解の収束を一層高速化できる。請求項16の物理量 解析方法であれば、差の二乗の総和が最小になる値を新 たな物理量として採用する処理に代えて、差の二乗が最 小になる値を新たな物理量として採用する処理を採用し ているので、既知の物理量に誤差が含まれていないよう 30 な場合に、請求項1から請求項15の何れかと同様の作 用を達成することができる。

【0058】請求項17の物理量解析方法であれば、処 理反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値より も小さくなるまで、全ての物理源についての差の算出お よび新たな物理量の採用処理の反復処理を反復する処理 に代えて、処理反復の結果得られる差の絶対値の総和が 所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源につい ての差の算出および新たな物理量の採用処理の反復処理 を反復する処理を採用しているので、既知の物理量に誤 40差が含まれていないような場合に、請求項1から請求項

16の何れかと同様の作用を達成することができる。
 16の何れかと同様の作用を達成することができる。
 【0059】請求項18の物理量解析装置であれば、個々の物理源の物理量u:と、個々の物理源に起因して生ずる任意箇所における物理量O;とが数1の関係を有する物理系における未知の物理源の物理量u:を解析するに当って、各物理源の物理量u:を物理量仮設定手段により仮に定めておく。そして、物理量算出手段により、各物理量u:に基づいて数1の演算を行なって物理量O;を算出し、物理量更新手段により、算出された物理量O
 50」と対応する既知の物理量S;との差および対応する比例

定数 📊 に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を 物理源の物理量uiとして採用する。その後、第1反復 制御手段により、全ての物理源に対応して上記差の算出 および物理源の物理量uiの採用処理を反復させ、処理 反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも 小さくなるまで、第2反復制御手段により、全ての物理 源についての第1反復制御手段による差の算出および各 物理源の物理量山の採用処理の反復処理を反復させ る。そして、物理量採用手段により、最終的に採用され た各物理源の物理量uiを物理源の物理量uiとして採用 する。したがって、推定ゲインの設定が不要になり、推 定ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化でき る。また、個々の物理源から離れた任意箇所において測 定可能な物理量に基づく物理源の物理量の解析、個々の 物理源に起因する任意箇所における物理量の解析の何れ にも対処でき、この結果、適用可能な物理量を広範囲に でき、高安定性、高精度をも達成できる。 【0060】請求項19の物理量解析装置であれば、個 々の物理源から離れた任意箇所において測定可能な物理 量が物理源の物理量を含む所定の演算に基づいて算出可 能であるとともに、複数の物理源から離れた任意箇所に おいて測定可能な物理量に線形加算性が成立する場合に

物理源の物理量を物理源から離れた複数の所定箇所にお いて測定された物理量に基づいて解析するに当って、個 々の物理源に対応する単位量の物理源が各所定箇所に発 生する物理場を示す定数を定数設定手段により予め定め ておくとともに、物理量仮設定手段により各物理源の物 理量を仮に定めておく。そして、各物理量と対応する定 数との積の総和と各測定箇所において測定された物理量 との差を差算出手段により算出し、算出された差および 各定数に基づいて、物理量補正手段により差の二乗の総 和が最小になる値を新たな物理量として採用し、第1反 復制御手段により、全ての物理源に対応して差算出手段 および物理量補正手段を反復動作させる。さらに、処理 反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも 小さくなるまで、物理量採用手段により、全ての物理源 についての差算出手段および物理量補正手段の第1反復 手段による反復処理を反復させ、最終的に採用された物 理量を物理源の物理量として採用することができる。し たがって、推定ゲインの設定が不要になり、推定ゲイン がないことに伴なって解の収束を高速化できる。しか も、適用可能な物理量を広範囲にでき、高安定性、高精 度をも達成できる。

【0061】請求項20の物理量解析装置であれば、位 置が既知の個々の物理源iから離れた、位置が既知の複 数の観測点jにおいて測定可能な物理量が物理源iの物 理量uiを含む所定の演算に基づいて算出可能であると ともに、複数の物理源iから離れた観測点jにおいて測 定可能な物理量S」に線形加算性が成立する場合に物理 源iの物理量uiを物理源iから離れた複数の観測点j 38

において測定された物理量 Si に基づいて解析するに当 って、(1)の手段により、個々の物理源に対応する単 位量の物理源が各所定箇所に発生する物理場を示す定数 ;;を予め定めておき、(2)の手段により、各物理源 の物理量 u: を仮に定めておき、(3)の手段により、 数1の演算を行なって観測点 j に発生すると予測される 物理場のを算出し、(4)の手段により、観測点1に おける物理場の実測値 Si と上記物理場 Oi との差 Si - O₁を算出し、(5)の手段により、数2の演算を行な って仮の解としての物理量 ui を得、(6)の手段によ り、(3)から(5)までの各手段による処理を全ての 物理源iについて行なわせ、(7)の手段により、上記 差 S₁ - O₁の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなる まで、(3)から(5)までの各手段による処理の反復 処理を反復させ、(8)の手段により、最終的に得られ た各物理源の物理量uiを物理源の物理量uiとして採用 するのであるから、推定ゲインの設定が不要になり、推

定ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化でき る。しかも、適用可能な物理量を広範囲にでき、高安定 20 性、高精度をも達成できる。

【0062】請求項21の物理量解析装置であれば、測定対象物が発生する磁場を複数の磁場センサで計測し、前記測定対象物内部の磁場源における物理量を解析するに当って、(1)の手段により、個々の磁場源iに対応する単位量の磁場源が各所定箇所に発生する磁場を示す定数 達を予め定めておき、(2)の手段により、物の内部に設定された格子点k(k=1,2,...,p)に位置する各磁場源の物理量uiを仮に定めておき、(3)の手段により、数1の演算を行なって観測点jに

30 発生すると予測される磁場O;を算出し、(4)の手段 により、観測点jにおける磁場の実測値S;と上記磁場 O;との差S;-O;を算出し、(5)の手段により、数 2の演算を行なって仮の解としての物理量u;を得、 (6)の手段により、(3)から(5)までの各手段に よる処理を全ての磁場源iについて行なわせ、(7)の 手段により、上記差S;-O;の二乗の総和が所定の閾値 よりも小さくなるまで、(3)から(5)までの各手段 による処理の反復処理を反復させ、(8)の手段によ り、最終的に得られた各磁場源の物理量u;を磁場源の

40 物理量u、として採用するのであるから、推定ゲインの 設定が不要になり、推定ゲインがないことに伴なって解 の収束を高速化できる。即ち、磁場源の解析を高速に達 成することができる。

【0063】請求項22の物理量解析装置であれば、物 理量uiが、数3で示すx方向電流成分およびy方向電 流成分であり、定数 ii が、数4で与えられているの で、磁場のz方向成分のみを計測することにより、各格 子点におけるx方向電流成分、y方向電流成分を解析す ることができる。請求項23の物理量解析装置であれ ば、個々の物理源から離れた任意箇所において測定可能

な物理量が物理源の物理量を含む所定の演算に基づいて 算出可能であるとともに、少なくとも1つの物理源から 離れた任意箇所において測定可能な物理量に線形加算性 が成立する場合に物理源の物理量に起因して所定箇所に おいて観測されるべき物理量を解析するに当って、上記 少なくとも1つの物理源に近接する所定位置において物 理量計測手段により物理源の物理量を計測するととも に、程度仮設定手段により、各物理源の物理量が上記所 定箇所に影響を及ぼす程度を仮に定めておく。そして、 各計測された物理量と対応する程度との積の総和と各所 定箇所において測定された物理量との差を差算出手段に より算出し、算出された差および各物理量計測値に基づ いて、物理量補正手段により差の二乗の総和が最小にな る値を新たな物理量として採用し、第1反復制御手段に より、全ての物理源に対応して差算出手段および物理量 補正手段を反復動作させる。さらに、処理反復の結果得 られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるま で、物理量採用手段により、全ての物理源についての差 算出手段および物理量補正手段の第1反復手段による反 復処理を反復させ、最終的に採用された物理量を物理源 の物理量として採用することができる。したがって、推 定ゲインの設定が不要になり、推定ゲインがないことに 伴なって解の収束を高速化できる。しかも、適用可能な 物理量を広範囲にでき、高安定性、高精度をも達成でき る。請求項24の物理量解析装置であれば、能動的物理 源から離れた任意箇所において測定可能な物理量が物理 源の物理量を含む所定の演算に基づいて算出可能である とともに、能動的物理源から離れた任意箇所において測 定可能な物理量に線形加算性が成立する場合に能動的物 理源の物理量に起因して所定箇所において観測されるべ き物理量に影響を及ぼす受動的物理源の物理量を解析す るに当って、上記能動的物理源の物理量を物理量計測手 段により計測するとともに、物理量仮設定手段により受 動的物理源の物理量を仮に定めておく。そして、計測さ れた能動的物理源の物理量と受動的物理源の物理量との 積の総和と所定箇所において測定された物理量との差を 差算出手段により算出し、算出された差および能動的物 理源の物理量計測値に基づいて、物理量補正手段により 差の二乗の総和が最小になる値を新たな物理量として採 用し、第1反復制御手段により、全ての物理源に対応し て差算出手段および物理量補正手段を反復動作させる。 さらに、処理反復の結果得られる差の二乗の総和が所定 の閾値よりも小さくなるまで、物理量採用手段により、 全ての物理源についての差算出手段および物理量補正手 段の第1反復手段による反復処理を反復させ、最終的に 採用された物理量を物理源の物理量として採用する。し たがって、推定ゲインの設定が不要になり、推定ゲイン がないことに伴なって解の収束を高速化できる。しか も、適用可能な物理量を広範囲にでき、高安定性、高精 度をも達成できる。

40

【0064】請求項25の物理量解析装置であれば、個 々の物理源を含む、線形連立方程式が成立する領域内に おいて、個々の物理源の物理量および上記領域に基づい て定まる比例定数に基づいて任意箇所で得られる物理量 を解析するに当って、上記領域に基づいて定まる比例定 数を比例定数保持手段により予め得て保持し、物理量仮 設定手段により、予め設定した複数の所定箇所の物理量 を仮に定めておく。そして、総和算出手段により、各物 理量と対応する比例定数との積の総和を算出し、差算出 10 手段により、総和算出手段により算出された総和と各所 定箇所における、領域内に与えた既知の物理量との差を 算出し、物理量更新手段により、算出された差および各 比例定数に基づいて、差の二乗の総和が最小になる値を 新たな物理量として採用する。その後、第1反復制御手 段により、全ての物理源に対応して差算出手段による差 の算出および物理量更新手段による新たな物理量の採用 処理を反復させ、処理反復の結果得られる差の二乗の総 和が所定の閾値よりも小さくなるまで、第2反復制御手 段により、全ての物理源についての第1反復制御手段に 20 よる差の算出および新たな物理量の採用処理の反復処理 を反復させ、物理量採用手段により、最終的に採用され た物理量を所定箇所における物理量として採用する。し

たがって、推定ゲインの設定が不要になり、推定ゲイン がないことに伴なって解の収束を高速化できる。しか も、適用可能な物理量を広範囲にでき、高安定性、高精 度をも達成できる。さらに、演算負荷を大幅に低減する ことができ、物理源を解析するための所要時間を大幅に 短縮することができる。

【0065】請求項26の物理量解析装置であれば、各 30 物理量と対応する比例定数との積の総和を算出する手段 として、各物理量と対応する比例定数との積の総和を算 出した後に、第1反復制御手段による反復処理毎に、新 たな物理量と直前の物理量との差と対応する比例定数と の積に基づいて直前の総和を補正して新たな総和を得る ものを採用しているので、反復処理における総和を算出 するための演算負荷を大幅に低減することができる。

【0066】請求項27の物理量解析装置であれば、差 算出手段として、総和算出手段により算出された総和と 各所定箇所における実際の物理量との差を算出した後

40 各所定箇所における実際の物理量との差を算出した後に、第1反復制御手段による反復処理毎に、新たな物理量と直前の物理量との差と対応する比例定数との積に基づいて直前の差を補正して新たな差を得るものを採用しているので、反復処理における総和の算出が不要になるとともに、差を算出するための演算負荷を大幅に低減することができ、物理量解析所要時間を短縮することができ、しかも総和を保持するメモリが不要になるのでメモリ容量を低減することができる。

【0067】請求項28の物理量解析装置であれば、比 例定数が、N_x × N_y × N_z 個の格子点のそれぞれの格子

50

点 [kx, ky, kz] に対してx, y, z方向に接続さ れた抵抗の抵抗値の逆数Gx [kx - 1 , ky , kz] , G x [kx , ky , kz] , Gy [kx , ky - 1 , kz] , Gy [kx, ky, kz], Gz[kx, ky, kz - 1], G z [kx , ky , kz] および、数5 に示す、格子点に実際 に接続されている抵抗に対応する総和G^N[k^x, k^y, k_z]であり、実際の物理量が格子点 [k_x , k_y , k_z] における印加電流S [kx, ky, kz]、流出電流O [k x , k y , k z] であり、解析対象となる物理量が各 格子点 [kx , ky , kz] の電位 u [kx , ky , kz] で あり、(1)の手段により、(N_x - 1) × N_y × N_z 個 のGx [kx , ky , kz] を得、(2)の手段により、N ××(Ny-1)×Nz個のGy[kx,ky,kz]を得、 (3)の手段により、N_x × N_y × (N_z - 1)個のG z [kx , ky , kz] を得、(4)の手段により、Nx × Ny × Nz 個のGN [kx , ky , kz] を得、(5)の手 段により、数6に基づいて $N_x \times N_y \times N_z$ 個の [k_x, ky, kz]を得、(6)の手段により、数7に基づいて 電位u[kx,ky,kz]の修正量 uを算出し、 (7)の手段により、算出された修正量 uを加算して 電位u [kx, ky, kz]を修正し、(8)の手段によ り、(6)および(7)の手段をkェについて1からNェ まで反復動作させ、(9)の手段により、(6)から (8)までの各手段をkyについて1からNyまで反復動 作させ、(10)の手段により、(6)から(9)まで の各手段をkxについて1からNxまで反復動作させ、 (11)の手段により、推定誤差が所定の閾値よりも小 さくなるまで(6)から(10)までの各手段を反復動 作させて最終的に得られた電位を解析結果として採用す るのであるから、生体等の内部を3次元格子状に接続さ れた多数の抵抗でモデル化し、何れかの格子点に電流が 流入し、他の何れかの格子点から電流が流出する場合に おける各格子点の電位を解析することができ、しかも、 推定ゲインの設定が不要になり、推定ゲインがないこと に伴なって解の収束を高速化できるとともに、演算負荷 を大幅に低減することができる。

【0068】請求項29の物理量解析装置であれば、請 求項28の装置により得た解析結果としての各格子点 [kx, ky, kz]の電位u[kx, ky, kz]を比例定 数 ; として採用し、既知の物理量が解析対象領域の表 40 面における測定された電位であり、解析対象となる物理 量が格子点[kx, ky, kz]における流入電流および 流出電流O[kx, ky, kz]であり、(1)の手段に より、1の格子点に流入し、他の1の格子点から流出す る電流を解析対象となる物理量として仮に定め、(2) の手段により、仮に定めた物理量と比例定数とを乗算し て、解析対象領域の表面における電位の推定値を算出 し、(3)の手段により、測定された電位と電位の推定 値との差に基づいて1の物理量に対する修正量を算出 し、(4)の手段により、算出された修正量に基づいて 50 42

1の物理量を修正し、(5)の手段により、(2)から (4)までの各手段を全ての物理量について反復動作さ せ、(6)の手段により、推定誤差が所定の閾値よりも 小さくなるまで(2)から(5)までの各手段を反復動 作させて最終的に得られた物理量を解析結果として採用 するのであるから、生体等の内部を3次元格子状に接続 された多数の抵抗でモデル化し、何れかの格子点に電流 が流入し、他の何れかの格子点から電流が流出する場合 における各格子点の電位が既に解析されていることを利

10 用して、生体等の表面において電位を計測し、計測した 電位と上記解析結果とに基づいて、電流が流入している 格子点および電流が流出している格子点の解析を達成す ることができ、しかも、推定ゲインの設定が不要にな り、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化 できるとともに、演算負荷を大幅に低減することができ る。

【0069】請求項30の物理量解析装置であれば、 (1)の手段により、複数の物理量の中から2つの物理 量を選択し、(2)の手段により、数8に基づいて各物 20 理量の修正量を算出し、(3)の手段により、算出され た各修正量に基づいて該当する物理量を修正し、(4) の手段により、(2)(3)の各手段を動作させて一方 の物理量を修正し、(5)の手段により、(2)(3) の各手段を動作させて他方の物理量を修正し、(6)の 手段により、(2)(3)の各手段を動作させて一方の 物理量を再度修正し、(7)の手段により、(2)の手 段を動作させて他方の物理量を再度修正するための修正 量を算出し、(8)の手段により、(6)(7)の各手 段を動作させて得られた修正量同士の積を、(4)の手 30 段を動作させて得られた修正量と(6)の手段を動作さ せて得られた修正量との差で除算して一方の物理量の修

- 正量を算出し、(9)の手段により、(5)(7)の各 手段を動作させて得られた修正量同士の積を、(4)の 手段を動作させて得られた修正量と(6)の手段を動作 させて得られた修正量との差で除算して他方の物理量の 修正量を算出し、(10)の手段により、(8)(9) の各手段を動作させて得られた各修正量に基づいて該当 する物理量を修正し、(11)の手段により、他の2つ の物理量を選択して、(4)から(10)までの各手段
- 40 を動作させ、(12)の手段により、推定誤差が所定の 閾値よりも小さくなるまで(4)から(11)までの各 手段を反復動作させて最終的に得られた物理量を解析結 果として採用するのであるから、任意に選択された2つ の物理量の一方について1回、他方について2回、それ ぞれ修正量を算出し、算出された修正量に基づいて、こ の修正を反復することにより最終的に到達する物理量を 直ちに算出することができ、処理負荷を大幅に低減する ことができるとともに、所要時間を大幅に短縮すること ができる。
 - 【0070】請求項31の物理量解析装置であれば、推

定誤差D [kx , ky , kz] = (S [kx , ky , kz] - $O[k_x, k_y, k_z]), D[k_x - 1, k_y, k_z] =$ (S[k_x - 1, k_y, k_z] - O[k_x - 1, k_y, k_z]), D[k_x + 1, k_y , k_z] = (S[k_x + 1, k_y, k_z] - O [k_x + 1 , k_y , k_z])、 D [k_x , k y - 1 , k_z] = (S[k_x , k_y - 1 , k_z] - O[k_x , $k_y - 1$, k_z]), D[k_x , $k_y + 1$, k_z] = (S $[k_x, k_y + 1, k_z] - 0[k_x, k_y + 1, k_z])$ $D[k_x, k_y, k_z - 1] = (S[k_x, k_y, k_z - 1])$ - O [kx , ky , kz - 1])、 D [kx , ky , kz + 1] = $(S[k_x, k_y, k_z + 1] - O[k_x, k_y, k_z$ +1])を算出するステップをさらに含み、数7の(S $[k_x, k_y, k_z] - O[k_x, k_y, k_z])$, (S[k x - 1, ky, kz] - 0[kx - 1, ky, kz])、(S $[k_x + 1, k_y, k_z] - O[k_x + 1, k_y, k_z])$ (S[k_x, k_y - 1, k_z] - O[k_x, k_y - 1, k_z])、(S[k_x, k_y+1, k_z]-O[k_x, k_y+ 1, k_z])、(S[k_x, k_y, k_z - 1] - 0[k_x, k_y, k_z - 1])、(S[k_x, k_y, k_z + 1] - 0 $[k_x, k_y, k_z+1])$ に代えてD $[k_x, k_y,$ k_z]、D[k_x - 1, k_y, k_z]、D[k_x + 1, k_y, k_z], D[k_x , k_y - 1, k_z], D[k_x , k_y + 1, k_z] 、 D [k_x , k_y , k_z - 1] 、 D [k_x , k_y , k_z +1]を採用し、数9に基づいて推定誤差を修正する手 段をさらに含んでいるのであるから、S[kx, ky, k z]、S [kx - 1 , ky , kz]、S [kx + 1 , ky , k z]、S[kx, ky - 1, kz]、S[kx, ky + 1, k z]、S[kx, ky, kz - 1]、S[kx, ky, kz + $1] \ge 0[k_x, k_y, k_z], 0[k_x - 1, k_y,$ k_z], O[k_x + 1, k_y , k_z], O[k_x , k_y - 1, k_z], O[k_x , k_y + 1, k_z], O[k_x , k_y , k_z -1]、O[kx, ky, kz + 1]とを保持する代わり $[CD[k_x, k_y, k_z], D[k_x - 1, k_y, k_z], D$ [k_x + 1, k_y, k_z]、D[k_x, k_y - 1, k_z]、D [kx, ky + 1, kz]、 D [kx, ky, kz - 1]、 D [kx,ky,kz+1]を保持するだけでよく、メモリ 容量を低減することができる。そして、反復処理におい ては(S[kx , ky , kz] - O[kx , ky , kz])、 (S[k_x - 1, k_y, k_z] - O[k_x - 1, k_y, k_z]), (S[k_x + 1, k_y , k_z] - 0[k_x + 1, k_y , k_z]), (S[k_x , k_y - 1, k_z] - O[k_x , $k_y - 1$, k_z]), (S[k_x , $k_y + 1$, k_z] - O $[k_x, k_y + 1, k_z]$), $(S[k_x, k_y, k_z - 1]$ - O [kx , ky , kz - 1])、 (S [kx , ky , kz + 1] - O [k_x , k_y , k_z + 1])の演算を行なう必要 がなく、算出された修正量を用いて簡単に推定誤差を修 正することができるので、演算を簡素化することができ るとともに、推定誤差を修正するための所要時間を短縮 することができる。

【0071】請求項32の物理量解析装置であれば、物 50

44

理量算出手段により、算出された差に代えて、算出された差の二乗の総和を示す関数を正規化したものを採用するのであるから、放物線の性質を有する全ての前記関数の開口度を1に統一でき、解の収束を一層高速化できる。請求項33の物理量解析装置であれば、差の二乗の総和が最小になる値を新たな物理量として採用する手段に代えて、差の二乗が最小になる値を新たな物理量として採用する手段を採用しているので、既知の物理量に誤差が含まれていないような場合に、請求項18から請求
 項32の何れかと同様の作用を達成することができる。

- 【0072】請求項34の物理量解析装置は、処理反復の結果得られる差の二乗の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての差の算出手段および新たな物理量の採用手段を反復動作させる手段に代えて、処理反復の結果得られる差の絶対値の総和が所定の閾値よりも小さくなるまで、全ての物理源についての差の算出手段および新たな物理量の採用手段を反復動作させる手段を反復動作させる手段を採用しているので、既知の物理量に誤差が含まれていないような場合に、請求項18から請求項33の何れかと同様の作用を達成することができる。
 - [0073]

【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はこの発明の物理量解析方法の一実施例 を説明するフローチャートであり、複数(m個)の微小 物理源の位置および複数(n個)の観測点の位置がそれ ぞれ設定され、かつ系に線形加算性が成立する場合に、 ステップSP1において各微小物理源i(i=1,2, ・・・,m)と各観測点j(j=1,2,・・・,n)

30 の位置的関係から物理法則を用いて定数 」を算出し、 ステップSP2において各微小物理源iの物理量uiを 仮に設定する(例えば、全ての物理量を0に設定す る)。そして、ステップSP3において数1の演算を行 なうことにより観測点jに発生すると予測される物理場 Ojを算出し、ステップSP4において観測点jにおけ る物理場の実測値Siを得る。 【0074】次いで、ステップSP5において、実測値

S;と物理場O;との差および定数 ;;を用いて数2の演算を行なうことにより仮の解としての物理量u;を得

40 る。尚、ステップSP3,SP4,SP5の処理は全ての微小物理源iについて順次行なわれる。その後、ステップSP6において実測値S」と物理場O」との差の二乗の総和が十分に小さくなったか否かを判別し、十分には小さくなっていないと判別された場合には、再びステップSP3の処理を行なう。逆に、十分に小さくなったと判別された場合には、ステップSP7において、最終的に得られている物理量u」を解析結果として取り出し、そのまま一連の処理を終了する。

【0075】さらに詳細に説明すると、誤差関数 E として数10に示すように、実測値 S₁と物理場 O₁との差の

45 二乗の総和を採用する。 [0076] 【数10】

$$E = \sum_{j=1}^{n} (S_{j} - O_{j})^{2}$$

【0077】ここで、 $S_{i} - O_{i} = (S_{i} - O_{i} + i_{i} u_{i}) - i_{i} u_{i}$ であるから、未知の物理量 u: を含まない項と未知の物 理量u:を含む項とに分離できる。したがって、数10

は数11と等価である。

【数11】

$$E = \sum_{j=1}^{n} \{ (S_j - O_j + \alpha_{1j}u_i) - \alpha_{1j}u_i \}^2$$

= $A_i^2 u_i^2 - 2A_i B_i u_i + C_i$
= $(A_i u_i - B_j)^2 + C_j - B_i^2$

【0079】但し、Ai²,AiBi,Ciはそれぞれ数1 2,数13,数14で与えられる。 [0080] 【数12】 $A_i^2 = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}^2$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 8 & 1 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 \end{bmatrix} \\ A_{i} & B_{i} & -\sum_{j=1}^{n} \{ \alpha_{ij} (S_{j} - O_{j} + \alpha_{ij}u_{i}) \} \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 8 & 2 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 8 & 2 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \\ C_{i} & - \sum_{j=1}^{n} (S_{i} - O_{j} + \alpha_{ij}u_{j})^{2}$$

【0083】数11から明らかなように、誤差関数E は、図2に示すように、uiに関して軸をBi/Ai、最 小値をC_i - B_i とする放物線になる。即ち、誤差関数 Eは全体としてm次元放物面体であり、一意収束性があ る。したがって、u:の軸値への修正(u: B:/A:) は解への漸近を意味することになる。また、上記修正式 に数12,数13を代入して整理することにより数2が 得られる。

【0084】図3は分布電流を格子近似した磁場源モデ ルと磁場センサ配列面との関係を示す概略図であり、磁 場センサにより対象物から発生する磁場を検出し、検出 された磁場に基づいて対象物の内部の電流分布を測定す る場合における磁場源モデルと磁場センサ配列面との関 係を示している。図3においては、n個の磁場センサが 配列されているとともに、m個の磁場源が想定されてい る。そして、磁場のz方向成分のみの計測を行なうと仮 定すれば、磁場源は×方向とy方向の電流成分を有する ことになる。また、 p 個の 3 次元格子で関心領域を近似 すれば、各格子座標に×方向とy方向の2個の独立した 50 そして、定数 j および出力値(Sj-Oj)に基づいて

46 電流双極子を割り当てることになる。即ち、m=2pと

なる。 【0085】格子点k(k=1,2,···,p)のx 方向電流成分を P**、 y 方向電流成分を P** とし、その 座標を(X_K, y_K, z_K)とし、観測点jの座標を (Xi, yi, Zi)とする。そして、磁場センサのピッ クアップコイル径を無視し、コイル中心の磁束密度を計 測していると仮定すれば、数3の下で、ビオサバールの 法則により、 📊 は数4となる。そして、このように設

- 10 定することにより、数1と同様に線形加算が成立する系 になるので、前記と同様の処理を行なうことができ、磁 場源の内部の電流分布を算出することができる。 【0086】そして、数2による推定を安定化するため に、事前に正規化(ij ´ = ij / A;)を行なって各 放物線の開口度を1に統一する。また、正規化後の定数 」、「による推定値を補正するためにu:=u: / A: の演算を行なう。以上の一連の解析処理を行なうことに より、各格子点における電流成分を高速かつ正確に推定 できた。
- 20 【0087】この実施例は上記具体例に限定されるもの ではなく、例えば、集光特性が既知の光量センサを採用 することにより光量解析方法に適用することが可能であ り、その他、指向性を持ち、かつ指向性が既知のセンサ を採用することにより種々の解析方法に適用することが 可能である。

[0088]

【実施例2】図4はこの発明の物理量解析装置の一実施 例を示すブロック図であり、解析対象となる物理源の数 と等しい数の格子ユニット11,12,・・・,1m

30 と、各格子ユニット11,12,・・・,1mに対応す る修正ユニット11a,12a, ・・・,1maとから なる格子ユニット層1と、観測点の数と等しい数の観測 ユニット21,22,・・・,2nと、各観測ユニット 21,22, · · · , 2n に対応する物理場演算ユニッ ト21a,22a,・・・,2naとからなる観測ユニ ット層2と、格子ユニット層1、観測ユニット層2を制 御する制御回路3とを有している。ここで、制御回路3 は、全ての観測ユニット21,22,・・・,2nに対 して互に同じタイミングで格納指示信号を供給し、各格 40 子ユニット11,12,・・・,1mに対して順次修正

指示信号を供給するものである。 【0089】図5は格子ユニット1iおよび修正ユニッ ト1iaの構成を詳細に示すブロック図であり、修正量 基本値演算セル31iと、修正値演算セル32iと、推 定値保持セル33iとを有している。上記修正量基本値 演算セル31iは、n個の入力端子を有しているととも に、各入力端子にそれぞれ定数乗算機能を持たせてお り、各観測ユニット21,22,・・・,2nからの出 力値(S; - O;)を対応する入力端子に供給している。

数15で示す修正量基本値を出力する。

[0090]

【数15】

$$\sum_{j=1}^{n} \{\alpha_{jj} (S_j - O_j)\}$$

【0091】上記修正値演算セル32iは、2個の入力 端子を有しているとともに、各入力端子にそれぞれ1、 数16の定数を乗算する定数乗算機能を持たせており、 1の定数を乗算する入力端子に推定値保持セル33iか ら出力される今回の推定前の推定値uiを供給している とともに、他方の入力端子に修正量基本値を供給してい る。そして、定数および供給された値に基づいて数2で 示す修正値を得、推定値保持セル33iに供給する。 [0092]

【数16】

$$1 \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{2}$$

【0093】上記推定値保持セル33iは、制御回路3 から修正指示信号iが供給されたことに応答して、修正 値演算セル32iから供給される修正値を新たに保持す るものである。尚、例えば、上記修正量基本値演算セル 31iとしては、ニューロンデバイスを採用することが 可能であり、しかもニューロンデバイスの飽和関数のう ちリニアな部分のみを使用すれば足りるのであるから、 ニューロンデバイスに代えて、乗算器、加算器のみを用 いて修正量基本値演算セル31iを構成することが可能 である。

【0094】図6は観測ユニット2iおよび物理場演算 ユニット2iaの構成を詳細に示すブロック図であり、 物理場演算セル41iと、誤差演算セル42iと、観測 値保持セル43iとを有している。上記物理場演算セル 41 iは、m個の入力端子を有しているとともに、各入 力端子にそれぞれ定数乗算機能を持たせており、各格子 ユニット11,12,・・・,1mからの出力値u;を 対応する入力端子に供給している。そして、定数 📊 お よび出力値
u
に基づいて数1で示す物理場演算値を出 力する。

【0095】上記観測値保持セル43iは、制御回路3 から格納指示信号jが供給されたことに応答して、観測 値を新たに保持するものである。上記誤差演算セル42 iは、所定の物理量を検出するセンサが検出した観測値 から物理場演算値を減算して得た値を誤差として出力す るものである。したがって、制御回路3により修正指示 信号iおよび格納指示信号iを出力することにより図1 のフローチャートと同様に高速かつ高精度に物理量の解 析を行なうことができる。

【0096】図7は格子ユニット1iおよび修正ユニッ ト1iaの構成を詳細に示すブロック図であり、図5の 構成例と異なる点は、修正値演算セル32iを省略し、 修正量基本値演算セル31iに、推定値を入力とし、か 50 48

つ1の定数に基づく乗算機能を有する入力端子を追加す るとともに、他の各入力端子に、図5の各入力端子が定 数 📊 に対して数16を乗算して得た定数を乗算機能と して持たせて新たな修正値演算セルを構成した点のみで ある。

【0097】したがって、この場合には、構成を簡素化 でき、しかも図5と同様の作用を達成できる。図8は観 測ユニット2iおよび物理場演算ユニット2iaの構成 を詳細に示すブロック図であり、図6の構成例と異なる

10 点は、誤差演算セル42iを省略し、物理場演算セル4 1 i の各入力端子に、図6の各入力端子が定数 ii に対 して - 1を乗算して得た定数を乗算機能として持たせる とともに、観測値を入力とし、かつ1の定数に基づく乗 算機能を有する入力端子を追加して物理場誤差演算セル を構成した点のみである。

【0098】したがって、この場合にも、構成を簡素化 でき、しかも図6と同様の作用を達成できる。図9は格 子ユニット1iおよび修正ユニット1iaの構成を詳細 に示すブロック図であり、図7の構成例と異なる点は、

20 順次供給される誤差を保持する誤差格納セル(例えば、 サンプルホールド回路)34i1,34i2,・・・, 3 4 i n をさらに有している点および推定値 u; に対し て定数 📊 を乗算する乗算セル35iをさらに有してい る点のみである。

【0099】したがって、この場合には、観測ユニット を1つのみにすることにより構成を簡素化でき、しかも 図7と同様の作用を達成できる。

[0100]

【実施例3】図10はこの発明の他の実施例としての適 応ノイズキャンセル方法を説明するフローチャートであ 30 り、ステップSP1において、現時点を基準とする過去 のノイズのリファレンス :* を得、ステップSP2に おいて各ノイズの実測値に対する相関係数(混ざり具合 を示す値) u: を仮に設定する。そして、ステップSP 3において数17の演算を行なうことにより観測点1に 発生すると予測されるノイズO」を算出し、ステップS P4において観測点iにおける実測値Siを得る。 • • • • • • • •

40

$$O_{j} = \sum_{k=0}^{\infty} \alpha_{j-k} u_{k}$$

【0102】次いで、ステップSP5において、実測値 S; と予測ノイズO; との差およびリファレンス kj を 用いて数18の演算を行なうことにより仮の解としての 相関係数uiを得る。

【0103】 【数18】 $u_{\mathbf{i}} \leftarrow u_{\mathbf{i}} + \sum_{k=0}^{m} \{\alpha_{k-\mathbf{j}} (\mathbf{S}_{\mathbf{j}} - \mathbf{O}_{\mathbf{j}})\} / \sum_{k=0}^{m} \alpha_{k-\mathbf{j}}^{2}$

【0104】尚、ステップSP3, SP4, SP5の処

理は全ての時点のノイズ i について順次行なわれる。そ の後、ステップSP6において実測値Si と予測ノイズ Oi との差の二乗の総和が十分に小さくなったか否かを 判別し、十分には小さくなっていないと判別された場合 には、再びステップSP3の処理を行なう。逆に、十分 に小さくなったと判別された場合には、ステップSP7 において、最終的に得られている相関係数uiを解析結 果として採用し、ステップSP8において、情報とノイ ズが混在した信号からリファレンス ii および相関係数 ui に基づいて得られる予測ノイズOi を減算して情報 のみを抽出し、そのまま一連の処理を終了する。

【0105】図11はこの適応ノイズキャンセル方法の 具体的適用例を示す波形図であり、50Hzの交流成分 が重畳された心電図{図11(A)参照}から交流成分 を除去した場合{図11(B)参照}を示している。図 11から明らかなように、従来の適応ノイズキャンセラ のように推定ゲイン(ステップサイズとも呼ばれる)を 設定する必要がなく、しかも高精度にノイズを除去して 正確な心電図が得られる。

【0106】

【実施例4】図12はこの発明のさらに他の実施例とし ての音響探査方法を説明するフローチャートであり、ス テップSP1において、各サンプリング時点における送 信音波 kを得、ステップSP2において探査対象とな る物理源のインパルス応答ukを仮に設定する。そし て、ステップSP3において数19の演算を行なうこと により観測点jに発生すると予測される予測受信音波O 」を算出し、ステップSP4において観測点jにおける 実測値S」を得る。但し、mは送信音波の1周期におけ るサンプル数、nは受信音波の総サンプル数である。 【0107】

【数19】

$$O_{j} \stackrel{=}{\underset{k=0}{\overset{m}{\sum}}} u_{j-k} \alpha_{k}$$

【0108】次いで、ステップSP5において、実測値 Siと予測受信音波Oiとの差および送信音波 *を用い て数20の演算を行なうことにより仮の解としてのイン パルス応答u*を得る。

 $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 9 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} \& 2 & 0 \end{bmatrix}$ $u_{k} \leftarrow \begin{cases} u_{k} + \sum_{i=0}^{m} \{\alpha_{i} \mid (S_{j+k} - O_{j+k})\} \\ (O \leq k \leq n - m) \end{cases}$ $u_{k} + \sum_{i=0}^{m} \{\alpha_{i} \mid (S_{j+k} - O_{j+k})\} \\ (k > n - m) \end{cases}$

【0110】尚、ステップSP3,SP4,SP5の処 理は該当する全ての時点の送信音波 ↓ について順次行 なわれる。その後、ステップSP6において実測値S; と予測ノイズO;との差の二乗の総和が十分に小さくな 50

ったか否かを判別し、十分には小さくなっていないと判別された場合には、再びステップSP3の処理を行なう。逆に、十分に小さくなったと判別された場合には、ステップSP7において、最終的に得られているインパルス応答u、解析結果として採用し、そのまま一連の処理を終了する。

【0111】尚、数19、数20の上段においてm個の 総和を算出しているのは、送信音波が1周期分のみであ ると仮定しているからであり、数20の下段において

10 (n-k)個の総和を算出しているのは、受信音波の観 測時間が有限であり、送信音波の一部のみに対応する受 信音波しか得られていないからである。図13は音響探 査の具体例を示す波形図であり、図13(A)に示す送 信音波に基づいて図13(B)に示す受信音波が得られ た場合に、ノイズが存在していなければ図13(C)に 示すインパルス応答推定結果を得ることができ、ノイズ (1%)が存在している場合に図13(D)に示すイン パルス応答推定結果を得ることができた。

【0112】図13から明らかなように、ノイズが存在 していなければ著しく高精度にインパルス応答を推定で き、ある程度のノイズが存在していてもかなり高い精度 でインパルス応答を推定できることが分る。尚、この実 施例は音波のみについて説明したが、電磁波等にも適用 できることはもちろんである。

【0113】実施例3、実施例4の各方法は、実施例1 の定数に代えて、解析目的に適合する値を採用し、推定 値も実施例1の推定値と異なるのであるが、採用された 値、推定値に基づく処理は実施例1とほぼ同様であるか ら、実施例2の装置に適用することにより簡単に実施例

30 3、実施例4に対応する装置を得ることができる。但し、適応ノイズキャンセラに適用する場合には、各観測ユニット21,22,・・・,2nにそれぞれ別個の観測値を供給する代わりに、観測値が1つの観測ユニットに供給され、各観測ユニットの値が順次隣合う観測ユニットに供給されるよう構成すればよい。

【0114】

【実施例5】図14はこの発明の物理量解析方法のさら に他の実施例を説明するフローチャートであり、個々の 物理源を含む、線形連立一次方程式が成立する領域内に 40 おいて、個々の物理源の物理量uiおよび上記領域に基

づいて定まる比例定数 i に基づいて任意箇所で得られる物理量Oiを解析する方法を説明している。
 【0115】ステップSP1において、領域の性質等に基づいて比例定数 i を得、ステップSP2において各物理源の物理量uiを仮に設定する(例えば、全ての物理量を0に設定する)。そして、ステップSP3において数1の演算を行なうことにより任意箇所で得られる物理量Oiを算出し、ステップSP4において成立条件(領域内に与えた既知の物理量)Siと物理量Oiとの差

【0116】次いで、ステップSP5において上記差お よび比例定数 i を用いて数2の演算を行なうことによ り仮の解としての物理量uiを得る。尚、ステップSP 3,SP4,SP5の処理は全ての物理源について順次 行なわれる。その後、ステップSP6において成立条件 Siと物理量Oiとの差の二乗の総和が十分に小さくなっ たか否かを判別し、十分には小さくなっていないと判別 された場合には、再びステップSP3の処理を行なう。 逆に、十分に小さくなったと判別された場合には、ステ ップSP7において、最終的に得られている物理量ui を解析結果として取り出し、そのまま一連の処理を終了 する。

【0117】さらに詳細に説明すると、誤差関数Eとして数10に示すように成立条件Siと物理量Oiとの差の 二乗の総和を採用すれば、数11から数14の関係が得られる。したがって、uiの軸値への修正により解への 漸近を達成できるとともに、収束を高速化できる。また、uiの軸値への修正に当って、数12に基づく除算 が必要であるが、数12の値は事前に算出可能な定数で あるから、予め数12の逆数を算出しておくことにより、上記一連の処理における除算回数を著しく低減する ことができ、ひいては解析所要時間を一層短縮すること ができる。

【0118】しかし、一連の処理を行なう毎に数1の演算を行なう必要があり、演算負荷を十分には低減できていない。この点に関連して、本件発明者は、物理量uiを軸値に修正するための修正量 ui、対応する比例定数 ij、および先行する物理量Oiに基づいて数21の演算を行なうことにより、物理量Oiを修正することができることを見出した。

【0119】

【数21】

 $0_{j} \leftarrow 0_{j} + \alpha_{ij} \Delta u_{i}$

【0120】したがって、一連の処理を行なう毎に数1 の演算を行なう代わりに数21の演算を行なうことによ り、演算負荷を大幅に低減し、ひいては解析所要時間を さらに短縮することができる。さらに、予めD_i = S_i -O_iを算出しておき、数21の演算を行なう代わりに数 22の演算を行なうようにすれば、S_i, O_iをそれぞれ 40 保持しておく必要がなくなり、メモリ容量を低減するこ とができる。

【0121】 【数22】 Di←Di^{-a}iiui

【0122】この実施例を有限要素法に適用すれば、一 連の処理を行なう毎に必要な演算負荷についても上述の ように著しく低減することができる。したがって、係数 マトリクスの次数が著しく大きい解析対象領域について 50 52

も簡単に、かつ高速に物理量の解析を行なうことができ る。図15は多数の電極により収集した体表面電位分布 データに基づいて体内電気活動状態を可視化するための 装置を概略的に示す図であり、図16は図15の装置を 実現する処理の一部として電位パターンを得るための物 理量解析方法の具体例を説明するフローチャートであ る。

【0123】図15の装置は、人体の頭部、胸部等に被 着される基部部材201の所定位置に所定の配置パター

- 10 ンで電位計202が装着されてあり、電位計202からの出力信号が生体計測用絶縁アンプ203を介してA/ Dコンバータ204に導かれてディジタル信号に変換され、ディジタル信号が処理部205に供給される。この処理部205は電位パターン保持部206を有しており、処理部205において図16のフローチャートの処理を行なって得た電位パターンを電位パターン保持部206に保持させる。また、電位パターンが得られた後に、電位パターンに基づいて人体内部の電流の解析を行なう電流解析部207と、電流解析部207による解析
 20 結果を表示するための表示部208とを有している。
- 【0124】上記電位計202は、例えば人体の表面に 圧接できるように付勢機構を有しており、しかも、人体 に対する圧接状態において、基部部材201に対する相 対位置を検出できるように構成してあることが好まし い。上記電流解析部207は、得られた電位パターンを 比例定数 にとして採用し、例えば、実施例1と同様の 処理を行なって人体内部の電流の解析を行なうものであ る。
- 【0125】また、図16のフローチャートに基づく処 30 理を行なう前に、予めMRI、X線CT等により体内臓 器の3次元形状を抽出し、別な計測法により得られ、ま たは医学上の既知情報に基づいて得られた電気抵抗率を 用いて、解析対象となる3次元領域を所定ピッチ(例え ば5mmピッチ)の3次元格子状抵抗ネットワークでモ デル化しておく。また、上記装置は体表面電位分布デー タに基づいて体内電気活動状態を可視化するものである から、その前提として、上記3次元領域内の任意の抵抗 の一方の端部に単位電流を与えた状態における表面電位 分布を、上記3次元領域内に含まれる全ての抵抗につい て算出しておくことが必要になる。ここで、3次元格子 状抵抗ネットモデルの×,y,z方向のノード数をそれ ぞれNx,Ny,Nzで表し、図17に示すように、ノー ド [kx , ky , kz] の電位をu [kx , ky , kz] で表 し、ノード [kx, ky, kz] のx方向に接続されてい る抵抗の値をRx[kx-1,ky,kz],Rx[kx,k y, kz]で表し、ノード [kx, ky, kz] の y 方向に 接続されている抵抗の値をRy[kx,ky-1,kz], $R_{y}[k_{x}, k_{y}, k_{z}]$ で表し、ノード $[k_{x}, k_{y},$ k_{z}]のz方向に接続されている抵抗の値を R_{z} [k_{x} , ky, kz - 1], Rz [kx, ky, kz] で表し、外部か

(28)

53 54 らノード $[k_x, k_y, k_z]$ に強制的に供給される電流 * ky, kz]で表し、実際に接続されている抵抗に対応す をS [kx , ky , kz] で表し、ノード [kx , ky , る総和G^N [k_× , k_y , k_z] を数5で表す。 k_z]から接続されている抵抗を通じて流出する電流を 【0126】但し、数5の右辺においては実際に接続さ O [kx , ky , kz] で表す。そして、各抵抗値 Rx [k れている抵抗に対応する項のみを加算の対象とする。し たがって、オームの法則に基づいて、流出電流O x - 1 , ky , kz] , Rx [kx , ky , kz] , R y [kx , ky - 1 , kz] , Ry [kx , ky , kz] , Rz [kx, ky, kz] は数23により算出することができ [kx, ky, kz - 1], Rz [kx, ky, kz]の逆数 る。 をそれぞれGx [kx - 1 , ky , kz] , Gx [kx , [0127]k_y , k_z] , G_y [k_x , k_y - 1 , k_z] , G_y [k_x , k 【数23】 y , k z] , G z [k x , k y , k z - 1] , G z [k x , *10 $O[k_x, k_y, k_z] =$ $G_{N}[k_{x}, k_{y}, k_{z}] u[k_{x}, k_{y}, k_{z}]$ $-G_x [k_x-1, k_y, k_z] u [k_x-1, k_y, k_z]$ $-G_{x}[k_{x}, k_{y}, k_{z}] u[k_{x}+1, k_{y}, k_{z}]$ $-G_{v}$ [k_x, k_v-1, k_z] u [k_x, k_v-1, k_z] $-G_{v}[k_{x}, k_{v}, k_{z}]u[k_{x}, k_{v}+1, k_{z}]$ $-G_{z}$ [k_x, k_y, k_z-1] u [k_x, k_v, k_z-1] $-G_{z}$ [k_x, k_y, k_z] u [k_x, k_y, k_z+1]

【0128】また、キルヒホッフの第1法則を成立させ るためには、全てのノードにおいて供給電流S「kx, ky, kz]と流出電流O[kx, ky, kz]とが等しく なるノード電位 u [kx , ky , kz] を求めればよい。 尚、キルヒホッフの第2法則に関しては、未知の物理量 をノード電位 u [k_x , k_y , k_z] とすることにより自

N

動的に満足される。即ち、数24で示される評価関数E の

値を

最小にする

ノード電位

u [kx , ky , kz]

を

算 出すればよいことになる。 [0129] 【数24】

$$E = \sum_{\substack{k_{x} \neq 1 \ k_{y} = 1 \ k_{z} = 1}}^{x} \sum_{\substack{k_{z} = 1 \ k_{z} = 1}}^{y} \sum_{\substack{k_{z} = 1 \ k_{z} = 1}}^{z} (S [k_{x}, k_{y}, k_{z}] - O [k_{x}, k_{y}, k_{z}])^{2}$$

【0130】上記の条件下において、ステップSP1に おいて $(N_x - 1) \times N_y \times N_z$ 個の $G_x [k_x, k_y,$ k_z]、 $N_x \times (N_y - 1) \times N_z$ 個の G_y [k_x , k_y , kz]、Nx×Ny×(Nz-1)個のGz[kx,ky, kz]、Nx×Ny×Nz個のGN[kx,ky,kz]、およ びNx × Ny × Nz 個の、数6の関係を有する [kx, k y, k_z]をそれぞれ算出して格納する。但し、数6の右 辺の各項は実際の接続を反映するように求められる。し たがって、解析対象となるノードの数が著しく多くなっ 40 ても、マトリクスの列方向の非0の比例定数の数は最大 でも7にしかならない。したがって、係数マトリクスを

保持しておくためのメモリ容量を、マトリクスの次数に 比して十分に少なくすることができる。 【0131】そして、ステップSP2においてNx × Ny × N_z 個の推定誤差 $D[k_x, k_y, k_z] = S[k_x,$ ky, kz] - O [kx, ky, kz] を算出して格納す る。次いで、ステップSP3において数25に基づいて 未知のノード電位 u [kx, ky, kz]を軸値に修正す るための修正量 uを算出してノード電位u[kx, ky, kz]を修正する。 [0132]

55 ∆u⊷ $\beta [k_x, k_y, k_z] (G_N [k_x, k_y, k_z] D [k_x, k_y, k_z]$ $-G_{x}[k_{x}-1, k_{y}, k_{z}]D[k_{x}-1, k_{y}, k_{z}]$ $-G_{x}$ [k_x, k_y, k_z] D [k_x+1, k_y, k_z] $=G_{y}$ [k_x, k_y=1, k_z] D [k_x, k_y=1, k_z] $=G_{v}[k_{x}, k_{v}, k_{z}]D[k_{x}, k_{v}+1, k_{z}]$ $-G_{z}$ [k_x, k_y, k_z-1] D [k_x, k_y, k_z-1] $-G_{z}[k_{x}, k_{y}, k_{z}]D[k_{x}, k_{y}, k_{z}+1])$

30

40

(29)

【0133】そして、ステップSP4において数9の演 算を行なって推定誤差を修正する。その後、ステップS P5においてkzがNzに達したか否かを判別し、達して いなければステップSP6においてk2をインクリメン トし、再びステップSP3の処理を行なう。逆に、ステ ップSP5においてkz=Nzであると判別された場合に は、ステップSP7においてkyがNyに達したか否かを 判別し、達していなければステップSP8において ky をインクリメントし、再びステップSP3の処理を行な 20 出すると仮定して得た体表面電位分布データを第3列の う。逆に、ステップSP7においてky=Nyであると判 別された場合には、ステップSP9においてkxがNxに 達したか否かを判別し、達していなければステップSP 10においてkxをインクリメントし、再びステップS P3の処理を行なう。逆に、ステップSP9においてk x = Nx であると判別された場合には、ステップSP11 において評価関数 E の値が所定の閾値よりも小さいか否 かを判別し、評価関数Eの値が所定の閾値よりも小さけ ればステップSP12において、最終的に得られたノー ド電位 $u [k_x, k_y, k_z]$ を解析結果として採用し、 そのまま一連の処理を終了する。逆に、評価関数Eの値 が所定の閾値以上であれば、 kx, ky, kz を初期値に リセットして再びステップSP3の処理を行なう。 【0134】以上の一連の処理を行なうことにより、人 体の頭部、胴体を解析対象領域とする未知の電位の解析 を達成することができた。具体的には、人体の頭部を解 析対象とする場合には未知の電位の数が約40000で あり、胴体を解析対象とする場合には未知の電位の数が 約480000であるが、主記憶が64Mバイトのワー クステーションを用いて十分な精度の解析結果を得るこ とができた。また、所要時間に関しても、前者の場合に 3000回の反復処理を行なって144秒、後者の場合 に3000回の反復処理を行なって1986秒であっ た。

【0135】以上のようにして得られた電位パターンを 比例定数 ijとして採用し、体表面電位分布データを既 知の物理量 Si として採用し、実施例1と同様の処理を 行なって生体内部に設定された格子点の電流の流入流出 状況を解析することができる。さらに詳細に説明する。 【0136】格子点「1,1,1]に単位電流が流入

し、格子点[2,1,1]から電流が流出すると仮定し て得た体表面電位分布データを、(格子点数 - 1) × 3 列の比例定数 📊 のうち、第1列の比例定数として採用 し、格子点[1,1,1]に単位電流が流入し、格子点 [1,2,1]から電流が流出すると仮定して得た体表 面電位分布データを第2列の比例定数として採用し、第 1列の比例定数として採用し、格子点「1,1,1]に 単位電流が流入し、格子点[1,1,2]から電流が流 比例定数として採用し、以下、同様にして他の全ての列 の比例定数を採用する。

【0137】このようにして全ての列の比例定数 調を 採用すれば、数1の関係を満足することになるので、実 施例1と同様の解析処理を行なうことにより、生体内部 に設定された格子点の電流の流入流出状況を解析するこ とができる。具体的には、図18中の(A)の2次元等 電位線図に示される電流源を仮定して図16の処理を行 なって電位分布データを得、この電位分布データを比例 定数として採用して実施例1と同様の解析処理を行なっ

た結果、図18の(B)に示す電流源解析結果を得るこ とができた。

【0138】尚、生体内部の電流分布を解析するために は、生体内部に設定された格子点の電流の流入流出状況 の解析結果に基づいて図16のフローチャートと同様の 解析処理を行なう必要がある。但し、当初に既知の物理 量として生体内部の供給電流S[k_x , k_y , k_z]およ び

流出電流O [k x , k y , k z] を

採用する代わりに、 抵抗を流れる電流を採用しておけば、図16のフローチ ャートと同様の解析処理を行なって得た電位分布データ を比例定数として採用して実施例1と同様の解析処理を 行なうことにより、生体内部の電流分布を得ることがで きる。

[0139]

【実施例6】図19はこの発明の物理量解析方法のさら に他の実施例を説明するフローチャートであり、ステッ プSP1において、解析対象となる多数の物理量の中か ら任意の2つの物理量を選択し、ステップSP2におい て、選択した2つの物理量の一方(以下、物理量 u кと 50 称する)を対象として、実施例5と同様の方法により物 理量ukを1回だけ修正し、ステップSP3において他 方の物理量(以下、物理量u:と称する)を対象とし て、実施例5と同様の方法により物理量u:を1回だけ 修正する。次いで、ステップSP4,SP5において、 ステップSP2,SP3と同様にして再び物理量uょ, u:を修正する。その後、ステップSP6において、ス テップSP3, SP4, SP5の処理により得られた修 正量に基づいて、両物理量 uk, uk に基づいて定まる評 価関数 E の値を最小にするために必要な両物理量 u ҝ, u:の修正量 uk, uiを算出し、ステップSP7に おいて、算出された修正量 uk / uk に基づいて各物 理量 u ⊧, u ⊧を修正する。そして、ステップSP8にお いて推定誤差Dを上記修正量および対応する比例定数に 基づいて修正し、ステップSP9において全ての物理量 に対する処理が行なわれたか否かを判別し、処理が行な われていない物理量が存在すれば、ステップSP10に おいて、他の2つの物理量を選択し、再びステップSP 2の処理を行なう。逆に、ステップSP9において全て の物理量に対する処理が行なわれたと判別された場合に は、ステップSP11において評価関数Eの値が所定の 20 閾値よりも小さいか否かを判別し、評価関数Eの値が所 定の閾値よりも小さければステップSP12において、 最終的に得られた物理量を解析結果として採用し、その まま一連の処理を終了する。逆に、評価関数Eの値が所 定の閾値以上であれば、再びステップSP1の処理を行 なう。

【0140】さらに詳細に説明する。実施例5において は、修正すべき物理量が1つであるから、評価関数 E は 放物線である。しかし、この実施例においては、修正す べき物理量が2つであるから、評価関数Eは図20に示 30 差ユニットを制御する制御回路130とを有している。 すように楕円になる。そして、ステップSP2の処理を 行なうことにより、図20中にp₁で示すように楕円上 の点が得られ、次いで、ステップSP3,SP4,SP 5の処理を順次行なうことにより、楕円の中心により近 い楕円上の点p₂,p₃,p₄が得られる。これらの点 p1, p2, p3, p4の関係は、図21に示すとおりであ り、 $p_1 \ge p_2 \ge 0$ 間隔を $u_1 \land \land p_3 \ge p_4 \ge 0$ 間隔 を u, ´、p2とp3との間隔を uk ´、p1とp3との 間隔をr1、p3と楕円中心との間隔をr2、p2と楕円中 心とのui軸方向の間隔を ui、p4と楕円中心とのuk 軸方向の間隔を u^kとすれば、数26から数28の比

例関係式が得られる。 [0141] 【数26】 $\mathbf{r}_2:\Delta \mathbf{u}_i = (\mathbf{r}_1 + \mathbf{r}_2):\Delta \mathbf{u}_i$ [0142]【数27】 $r_2: \Delta u_k = r_1: \Delta u_k$

[0143]

【数28】 $r_2: \Delta u_i = r_1: \Delta u_i$

【0144】したがって、数26から数29が得られ

58

る。

[0145]

(30)

10

【数29】 $r_2 = \Delta u_1 \left[r_1 / (\Delta u_1^{-1} - \Delta u_1^{-1}) \right]$

【0146】そして、数29を数27,数28に代入す ることにより、数30のとおり、 uk, uiを得るこ

とができる。 [0147]【数30】 $\Delta u_{k} = \Delta u_{i} \Delta u_{k} (\Delta u_{i} - \Delta u_{i})$ $\Delta \mathbf{u}_{i} = \Delta \mathbf{u}_{i} \quad \Delta \mathbf{u}_{i} \quad (\Delta \mathbf{u}_{i} \quad -\Delta \mathbf{u}_{i})$

【0148】また、上記ステップSP8における推定誤 差Dの修正は、D_i D_i - _{ij} U_k - _{kj} U_iの演算 により達成される。以上から明らかなように、任意の2 つの物理量を選択し、各物理量について交互に2回ずつ 修正処理を行なった後は、両物理量を楕円中心に遷移さ せるために必要な修正量を簡単に算出することができ る。

[0149]

【実施例7】図22はこの発明の物理量解析装置の他の 実施例を示すブロック図であり、解析対象となる物理源 の数と等しい数の格子ユニット111,112,・・ ・,11mと、成立条件の数と等しい数の誤差ユニット 121,122,・・・,12nと、格子ユニット、誤

- 【0150】図23は格子ユニット11iの構成を詳細 に示すブロック図であり、誤差ユニット12iから供給 される誤差値D;を入力として該当する物理量u;の修正 量 u:を算出する修正量算出部11iaと、物理量推 定値uiを保持する推定値保持部11ibと、修正量算 出部11iaからの修正量 uiの出力を許容する状態 と禁止する状態とを選択する選択部111 cと、選択部 11icにより出力が許容された修正量 u:と推定値 保持部11ibに保持されている推定値u:とを加算し
- 40 て再び推定値保持部11ibに供給する推定値修正部1 1 i d とを有している。尚、選択部11 i c により出力 が許容された修正量 uiはそのまま誤差ユニットに対 する出力として使用される。また、修正量算出部111 aは、誤差信号D;に対応して定数 ;; (= ; ;;)が 設定されてあり、数31の演算を行なって修正量 u: を算出する。
 - [0151]
 - 【数31】

$$\sum_{j=1}^{n} \{ \alpha_{ij} (S_{j} - O_{j}) \} \neq \sum_{j=1}^{n} \alpha_{ij}^{2}$$

【0152】図24は誤差ユニット12jの構成を詳細 に示すブロック図であり、格子ユニット11iから出力 される修正量 u:を入力として該当する誤差Diの修正 量 ii u:を出力する誤差修正量演算部12jaと、 誤差値Diを保持する誤差値保持部12jbと、誤差修 正量演算部12jaから出力される誤差修正量 ii u と誤差値保持部12jbに保持されている誤差値Diと を減算して再び誤差値保持部12jbに供給する誤差値 修正部12jcとを有している。尚、誤差値保持部12 jbに保持されている誤差値Diはそのまま格子ユニッ トに対する出力として使用される。上記誤差修正量演算 部12jaは、修正量 u:に対応して定数 ii が設定 されてあり、 ii u:の演算を行なって誤差修正量を 算出する。

【0153】上記制御回路130は、選択部11icを 選択的に動作させる選択制御信号を出力するとともに、 推定値保持部11ibに対して推定値修正部11idか らの出力値を保持すべきことを示す指示信号を出力し、 また、誤差値保持部12jbに対して誤差値修正部12 jcからの出力値を保持すべきことを示す指示信号を出 20 力するものである。

【0154】したがって、この実施例の場合には、実施 例5と同様の作用を達成することができる。そして、上 記の説明から明らかなように、メモリとして推定値保持 部11ibと誤差値保持部12jbとが必要なだけであ るから、メモリ容量を著しく低減することができる。即 ち、メモリ容量の大幅な低減および物理源解析所要時間 の大幅な短縮を両立させることができる。

[0155]

【実施例8】図25は格子ユニット21iの他の構成例 を示すブロック図であり、図26は楕円中心に対する修 正量を算出するための修正量算出ユニット22の構成を 示すブロック図である。尚、誤差修正量演算ユニットの 構成は図23と同一であるから図示および説明を省略す る。

【0156】上記格子ユニット21iは、図25に示す ように、図23の構成とほぼ同一であり、異なる点は、 選択部11icに代えて、修正量算出ユニット22から 出力される2つの修正量 ui, uiおよび修正量算出 部11iaから出力される修正量 uiの何れかを選択 するか、または何れも選択しないことを選択する選択部 21icを採用した点、および選択部21icにより選 択された修正量をそのまま修正量算出ユニット22に対 する出力としても採用した点のみである。

【0157】修正量算出ユニット22は、図26に示す ように、全ての格子ユニット21iから出力される修正 量 u:を入力とするマルチプレクサ22aと、マルチ プレクサ22aにより選択された2つの修正量 u:,

u k をそれぞれ保持する1対の修正量保持部22b, 22cと、両修正量保持部22b,22cにより保持さ 50 60

れている修正量が修正方向を規定する基準値として供給 され、しかも何れか一方の修正量を入力として数30の 演算を行なって2つの修正量 u:, ukを出力する修 正量算出部22dとを有している。

【0158】尚、この実施例においては、特には図示していないが、制御回路130によりマルチプレクサ22 aに対して選択制御信号を供給するとともに、両修正量 保持部22b,22cに対して選択的に、マルチプレク サ22aから出力される修正値を保持すべきことを示す

- 10 指示信号を供給するよう構成されている。したがって、マルチプレクサ22aにより1つの修正量を選択して一方の修正量保持部に保持させた後、マルチプレクサ22aにより他の修正量を選択して他方の修正量保持部に保持させ、次いで、マルチプレクサ22aにより交互に上記2つの修正量 ui, ukを選択して、実施例6と同様の処理を行なって楕円中心に対応する2つの修正量 ui, ukを算出することができる。尚、他の構成部分の作用は実施例7と同様であるから、詳細な説明を省略する。
 - 【0159】

【発明の効果】以上のように請求項1の発明は、推定ゲ インの設定が不要になり、推定ゲインがないことに伴な って解の収束を高速化でき、しかも、個々の物理源から 離れた任意箇所において測定可能な物理量に基づく物理 源の物理量の解析、個々の物理源に起因する任意箇所に おける物理量の解析の何れにも対処でき、この結果、適 用可能な物理量を広範囲にでき、しかも、高安定性、高 精度をも達成できるという特有の効果を奏する。

【0160】請求項2の発明は、推定ゲインの設定が不 30 要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を 高速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にで き、高安定性、高精度をも達成できるという特有の効果 を奏する。請求項3の発明は、推定ゲインの設定が不要 になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を高 速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にでき、 高安定性、高精度をも達成できるという特有の効果を奏 する。

【0161】請求項4の発明は、推定ゲインの設定が不 要になり、推定ゲインがないことに伴なって磁場源解析 40 の解の収束を高速化できるという特有の効果を奏する。

請求項5の発明は、磁場のz方向成分のみを計測することにより、各格子点におけるx方向電流成分、y方向電流成分を解析することができるという特有の効果を奏する。

【0162】請求項6の発明は、推定ゲインの設定が不 要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を 高速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にで き、高安定性、高精度をも達成できるという特有の効果 を奏する。請求項7の発明は、推定ゲインの設定が不要 になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を高 速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にでき、 高安定性、高精度をも達成できるという特有の効果を奏 する。

【0163】請求項8の発明は、推定ゲインの設定が不 要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を 高速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にでき るとともに、高安定性、高精度をも達成でき、さらに、 演算負荷を大幅に低減して物理源を解析するための所要 時間を大幅に短縮することができるという特有の効果を 奏する。

【0164】請求項9の発明は、請求項8と同様の効果 を奏する。請求項10の発明は、3次元格子の格子点に おける電位を少ない演算負荷で短時間に解析することが でき、ひいては、解析対象領域を生体内に設定しておく とともに、任意の平面上の格子点における解析結果に基 づいて生体の断層面上における生体情報を解析すること が可能にすることができるという特有の効果を奏する。 【0165】請求項11の発明は、生体等の内部を3次 元格子状に接続された多数の抵抗でモデル化し、何れか の格子点に電流が流入し、他の何れかの格子点から電流 が流出する場合における各格子点の電位を解析すること ができ、しかも、推定ゲインの設定が不要になり、推定 ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化できると ともに、演算負荷を大幅に低減することができるという 特有の効果を奏する。

【0166】請求項12の発明は、生体等の内部を3次 元格子状に接続された多数の抵抗でモデル化し、何れか の格子点に電流が流入し、他の何れかの格子点から電流 が流出する場合における各格子点の電位が既に解析され ていることを利用して、生体等の表面において電位を計 測し、計測した電位と上記解析結果とに基づいて、電流 が流入している格子点および電流が流出している格子点 の解析を達成することができ、しかも、推定ゲインの設 定が不要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の 収束を高速化できるとともに、演算負荷を大幅に低減す ることができるという特有の効果を奏する。

【0167】請求項13の発明は、任意に選択された2 つの物理量の一方について1回、他方について2回、そ れぞれ修正量を算出し、算出された修正量に基づいて、 この修正を反復することにより最終的に到達する物理量 40 を直ちに算出することができ、処理負荷を大幅に低減す ることができるとともに、所要時間を大幅に短縮するこ とができるという特有の効果を奏する。

【0168】請求項14の発明は、S[kx, ky, kz]、S[kx-1, ky, kz]、S[kx+1, ky, kz]、S[kx, ky-1, kz]、S[kx, ky+1, kz]、S[kx, ky, kz-1]、S[kx, ky, kz +1]とO[kx, ky, kz]、O[kx-1, ky, kz]、O[kx+1, ky, kz]、O[kx, ky-1, kz]、O[kx, ky+1, kz]、O[kx, ky, kz 62

- 1]、O[kx, ky, kz + 1]とを保持する代わり にD[kx, ky, kz]、D[kx - 1, ky, kz]、D [kx + 1, ky, kz]、D[kx, ky - 1, kz]、D [kx, ky + 1, kz]、D[kx, ky, kz - 1]、D [kx, ky, kz + 1]を保持するだけでよく、メモリ 容量を低減することができるとともに、反復処理におい ては(S[kx, ky, kz] - O[kx, ky, kz])、 (S[kx - 1, ky, kz] - O[kx - 1, ky, kz])、(S[kx + 1, ky, kz] - O[kx + 1,

10 k_y, k_z])、(S[k_x, k_y - 1, k_z] - O[k_x, k_y - 1, k_z])、(S[k_x, k_y + 1, k_z] - O [k_x, k_y + 1, k_z])、(S[k_x, k_y, k_z - 1] - O[k_x, k_y, k_z - 1])、(S[k_x, k_y, k_z + 1] - O[k_x, k_y, k_z + 1])の演算を行なう必要 がなく、算出された修正量を用いて簡単に推定誤差を修 正することができるので、演算を簡素化することができ るとともに、推定誤差を修正するための所要時間を短縮 することができるという特有の効果を奏する。

【0169】請求項15の発明は、請求項1から請求項 7の何れかの効果に加え、放物線の性質を有する全ての 関数の開口度を1に統一して、解の収束を一層高速化で きるという特有の効果を奏する。請求項16の発明は、 既知の物理量に誤差が含まれていないような場合に、請 求項1から請求項15の何れかと同様の作用を達成する ことができる。

【0170】請求項17の発明は、既知の物理量に誤差 が含まれていないような場合に、請求項1から請求項1 6の何れかと同様の作用を達成することができる。請求 項18の発明は、推定ゲインの設定が不要になり、推定 30 ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化でき、し かも、個々の物理源から離れた任意箇所において測定可 能な物理量に基づく物理源の物理量の解析、個々の物理 源に起因する任意箇所における物理量の解析の何れにも 対処でき、この結果、適用可能な物理量を広範囲にで き、しかも、高安定性、高精度をも達成できるという特 有の効果を奏する。

【0171】請求項19の発明は、推定ゲインの設定が 不要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束 を高速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にで

き、高安定性、高精度をも達成できるという特有の効果 を奏する。請求項20の発明は、推定ゲインの設定が不 要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を 高速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にで き、高安定性、高精度をも達成できるという特有の効果 を奏する。

【0172】請求項21の発明は、推定ゲインの設定が 不要になり、推定ゲインがないことに伴なって磁場源解 析の解の収束を高速化できるという特有の効果を奏す る。請求項22の発明は、磁場のz方向成分のみを計測 50 することにより、各格子点におけるx方向電流成分、y

20

64

方向電流成分を解析することができるという特有の効果 を奏する。 【0173】請求項23の発明は、推定ゲインの設定が

63

不要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束 を高速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にで き、高安定性、高精度をも達成できるという特有の効果 を奏する。請求項24の発明は、推定ゲインの設定が不 要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束を 高速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にで き、高安定性、高精度をも達成できるという特有の効果 を奏する。

【0174】請求項25の発明は、推定ゲインの設定が 不要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の収束 を高速化でき、しかも、適用可能な物理量を広範囲にで きるとともに、高安定性、高精度をも達成でき、さら に、演算負荷を大幅に低減して物理源を解析するための 所要時間を大幅に短縮することができるという特有の効 果を奏する。

【0175】請求項26の発明は、反復処理における総 和を算出するための演算負荷を大幅に低減することがで 20 き、物理量解析所要時間を一層短縮することができると いう特有の効果を奏する。請求項27の発明は、反復処 理における総和の算出が不要になるとともに、差を算出 するための演算負荷を大幅に低減することができるの で、物理量解析所要時間を短縮することができ、しかも 総和を保持するメモリが不要になるのでメモリ容量を低 減することができるという特有の効果を奏する。

【0176】請求項28の発明は、生体等の内部を3次 元格子状に接続された多数の抵抗でモデル化し、何れか の格子点に電流が流入し、他の何れかの格子点から電流 30 が流出する場合における各格子点の電位を解析すること ができ、しかも、推定ゲインの設定が不要になり、推定 ゲインがないことに伴なって解の収束を高速化できると ともに、演算負荷を大幅に低減することができるという 特有の効果を奏する。

【0177】請求項29の発明は、生体等の内部を3次 元格子状に接続された多数の抵抗でモデル化し、何れか の格子点に電流が流入し、他の何れかの格子点から電流 が流出する場合における各格子点の電位が既に解析され ていることを利用して、生体等の表面において電位を計 測し、計測した電位と上記解析結果とに基づいて、電流 が流入している格子点および電流が流出している格子点 の解析を達成することができ、しかも、推定ゲインの設 定が不要になり、推定ゲインがないことに伴なって解の 収束を高速化できるとともに、演算負荷を大幅に低減す ることができるという特有の効果を奏する。

【0178】請求項30の発明は、任意に選択された2 つの物理量の一方について1回、他方について2回、そ れぞれ修正量を算出し、算出された修正量に基づいて、 この修正を反復することにより最終的に到達する物理量 50 を詳細に示すブロック図である。

を直ちに算出することができ、処理負荷を大幅に低減す ることができるとともに、所要時間を大幅に短縮するこ とができるという特有の効果を奏する。 【0179】請求項31の発明は、S[kx, ky, kz]、S[kx - 1, ky, kz]、S[kx + 1, ky, kz]、S[kx, ky - 1, kz]、S[kx, ky + 1, kz], S[kx, ky, kz - 1], S[kx, ky, kz +1] と0 [kx , ky , kz]、0 [kx - 1 , ky , kz]、O[kx+1, ky, kz]、O[kx, ky-1, k_{z}] 、 O [k_{x} , k_{y} + 1 , k_{z}] 、 O [k_{x} , k_{y} , k_{z} - 1]、O[kx, ky, kz + 1]とを保持する代わり にD [kx , ky , kz]、D [kx - 1 , ky , kz]、D [k_x + 1 , k_y , k_z] 、 D [k_x , k_y - 1 , k_z] 、 D [k_x, k_y + 1, k_z]、 D [k_x, k_y, k_z - 1]、 D [kx, ky, kz + 1]を保持するだけでよく、メモリ 容量を低減することができるとともに、反復処理におい $Td(S[k_x, k_y, k_z] - O[k_x, k_y, k_z])$ $(S[k_x - 1, k_y, k_z] - O[k_x - 1, k_y,$ k_{z}]), (S[k_{x} + 1, k_{y} , k_{z}] - O[k_{x} + 1, k_y , k_z]), (S[k_x , k_y - 1, k_z] - 0[k_x , $k_y - 1, k_z$]) (S [$k_x, k_y + 1, k_z$] - O $[k_x, k_y + 1, k_z]$, $(S[k_x, k_y, k_z - 1]$ - O [kx , ky , kz - 1])、 (S [kx , ky , kz + 1] - O [kx , ky , kz + 1]) の演算を行なう必要 がなく、算出された修正量を用いて簡単に推定誤差を修 正することができるので、演算を簡素化することができ るとともに、推定誤差を修正するための所要時間を短縮 することができるという特有の効果を奏する。 【0180】請求項32の発明は、請求項9から請求項 13の何れかの効果に加え、放物線の性質を有する全て の関数の開口度を1に統一して、解の収束を一層高速化 できるという特有の効果を奏する。請求項33の発明 は、既知の物理量に誤差が含まれていないような場合 に、請求項18から請求項32の何れかと同様の作用を

達成することができる。 【0181】 請求項34の発明は、 既知の物理量に 誤差 が含まれていないような場合に、請求項18から請求項 33の何れかと同様の作用を達成することができる。 【図面の簡単な説明】

40 【図1】この発明の物理量解析方法の一実施例を説明す るフローチャートである。

【図2】誤差関数の一例を示す図である。

【図3】分布電流を格子近似した磁場源モデルと磁場セ ンサ配列面との関係を示す概略図である。

【図4】この発明の物理量解析装置の一実施例を示すブ ロック図である。

【図5】格子ユニットおよび修正ユニットの構成を詳細 に示すブロック図である。

【図6】観測ユニットおよび物理場演算ユニットの構成

【図7】格子ユニットおよび修正ユニットの構成を詳細 に示すブロック図である。 【図8】観測ユニットおよび物理場演算ユニットの構成

を詳細に示すブロック図である。

【図9】格子ユニットおよび修正ユニットの構成を詳細 に示すブロック図である。

【図10】この発明の他の実施例としての適応ノイズキャンセル方法を説明するフローチャートである。

【図11】適応ノイズキャンセル方法の具体的適用例を 示す波形図である。

【図12】この発明のさらに他の実施例としての音響探 査方法を説明するフローチャートである。

【図13】音響探査の具体例を示す波形図である。

【図14】この発明の物理量解析方法のさらに他の実施 例を説明するフローチャートである。

【図15】多数の電極により収集した体表面電位分布デ ータに基づいて体内電気活動状態を可視化するための装 置を示す概略図である。

【図16】図15の装置を具体化するための処理の一部 1 i a 修正ユニット 2 i として電位パターンを得るための物理量解析方法の具体 20 3 1 i 修正量基本値演算セル 例を説明するフローチャートである。 セル

【図17】3次元格子状抵抗ネットモデルの一部を拡大 して示す図である。

【図18】 仮定された電流源と解析結果とを示す図である。

【図19】この発明の物理量解析方法のさらに他の実施 例を説明するフローチャートである。

【図20】修正すべき物理量を2つ選択した場合におけ*





*る誤差評価関数の一例を示す図である。 【図21】図19のフローチャートに基づく修正量算出 の原理を説明する概略図である。 【図22】この発明の物理量解析装置の他の実施例を示 すブロック図である。 【図23】格子ユニットの構成を詳細に示すブロック図 である。 【図24】 誤差修正量演算ユニットの構成を詳細に示す ブロック図である。 【図25】格子ユニットの他の構成例を詳細に示すブロ 10 ック図である。 【図26】楕円中心に対する修正量を算出するための修 正量算出ユニットの構成を示すブロック図である。 【図27】従来の適応ノイズキャンセラを示すブロック 図である。 【図28】従来の物理量解析装置を示すブロック図であ る。 【符号の説明】 1 i a 修正ユニット 2 i 観測ユニット 3 2 i 修正值演算 セル 33i 推定値保持セル 42i 誤差演算セル 11ia 修正量算出部 11ib 推定值保持部 11ic 選択部 11id 推定值修正部 12 j a 誤差修正量演算部 12 i b 誤差値保持 部 12jc 誤差値修正部

66

【図3】





【図5】



【図6】



【図7】





【図8】



(36)



【図27】









【図12】





【図14】



【図18】







【図23】



【図24】



【図19】



【図25】





【図28】



フロントページの続き

(51) Int.CI. ⁶	識別記号	庁内整理番号	FΙ	技術表示箇所
G01R 33/10		8203 - 2 G		