

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-6851

(P2014-6851A)

(43) 公開日 平成26年1月16日(2014.1.16)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**G06F 17/14 (2006.01)** G O 6 F 17/14 A 5 B 0 5 6  
**G06F 19/00 (2011.01)** G O 6 F 19/00 I I O

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

|           |                              |          |  |
|-----------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2012-144100 (P2012-144100) | (71) 出願人 | 000004226<br>日本電信電話株式会社<br>東京都千代田区大手町二丁目3番1号 |
| (22) 出願日  | 平成24年6月27日 (2012.6.27)       | (71) 出願人 | 504173471<br>国立大学法人北海道大学<br>北海道札幌市北区北8条西5丁目  |
|           |                              | (74) 代理人 | 110001634<br>特許業務法人 志賀国際特許事務所                |
|           |                              | (72) 発明者 | 山田 渉<br>東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日<br>本電信電話株式会社内    |
|           |                              | (72) 発明者 | 杉山 隆利<br>東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日<br>本電信電話株式会社内   |

最終頁に続く

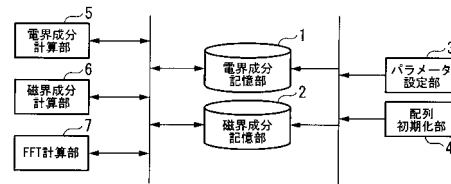
(54) 【発明の名称】 電波伝搬特性推定装置、電波伝搬特性推定方法及び電波伝搬特性推定プログラム

(57) 【要約】

【課題】電磁界シミュレーションを使用して電波伝搬特性の推定を行う際に、計算機上のデータ記憶領域の削減と、計算処理負荷の低減を行う。

【解決手段】FDTD法による電磁界シミュレーションを行うことにより、電波の伝搬特性を推定する電波伝搬特性推定装置であって、FDTD法による電磁界シミュレーションにより得られた解析空間の時間領域における電界成分のデータと磁界成分のデータを記憶した記憶手段と、実部または虚部のいずれか一方に電界成分のデータを適用し、他方に磁界成分のデータを適用した複素数配列を作成する配列作成手段と、複素数配列を入力として、高速フーリエ変換の計算を実行するFFT計算手段と、高速フーリエ変換の計算の特性を利用して、高速フーリエ変換の計算を実行した結果から、周波数領域の電界成分データと周波数領域の磁界成分データとを求める周波数領域データ算出手段とを備えた。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

FDTD法による電磁界シミュレーションを行うことにより、電波の伝搬特性を推定する電波伝搬特性推定装置であって、

前記FDTD法による電磁界シミュレーションにより得られた解析空間の時間領域における電界成分のデータと磁界成分のデータを記憶した記憶手段と、

実部または虚部のいずれか一方に前記電界成分のデータを適用し、他方に前記磁界成分のデータを適用した複素数配列を作成する配列作成手段と、

前記複素数配列を入力として、高速フーリエ変換の計算を実行するFFT計算手段と、

前記高速フーリエ変換の計算の特性を利用して、前記高速フーリエ変換の計算を実行した結果から、周波数領域の電界成分データと周波数領域の磁界成分データとを求める周波数領域データ算出手段と

を備えたことを特徴とする電波伝搬特性推定装置。

## 【請求項 2】

FDTD法による電磁界シミュレーションを行うことにより、電波の伝搬特性を推定するために、前記FDTD法による電磁界シミュレーションにより得られた解析空間の時間領域における電界成分のデータと磁界成分のデータを記憶した記憶手段を備えた電波伝搬特性推定装置が行う電波伝搬特性推定方法であって、

実部または虚部のいずれか一方に前記電界成分のデータを適用し、他方に前記磁界成分のデータを適用した複素数配列を作成する配列作成ステップと、

前記複素数配列を入力として、高速フーリエ変換の計算を実行するFFT計算ステップと、

前記高速フーリエ変換の計算の特性を利用して、前記高速フーリエ変換の計算を実行した結果から、周波数領域の電界成分データと周波数領域の磁界成分データとを求める周波数領域データ算出ステップと

を有することを特徴とする電波伝搬特性推定方法。

## 【請求項 3】

コンピュータを、請求項 1 に記載の電波伝搬特性推定装置と機能させるための電波伝搬特性推定プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高速フーリエ変換を用いて、無線通信システムのための電波伝搬特性を推定する電波伝搬特性推定装置、電波伝搬特性推定方法及び電波伝搬特性推定プログラムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、電磁場解析手法としてFDTD法(Finite-difference time-domain method)が知られている。FDTD法は、解析空間内に設定された波源より放射される電磁界特性を、Yeeアルゴリズムに基づき、空間及び時間において電界および磁界を交互に計算していくことで推定を行う手法である。

## 【0003】

解析空間は解析周波数に対応した大きさのセルに分割してモデル化を行う必要があるが、電界及び磁界の波形を再現するためには、セルのサイズを解析周波数の波長より少なくとも $1/10$ のサイズとして設定する必要がある。FDTD法によって電磁界特性を計算するためには、上記のようにしてモデル化されたセルすべてに対し、電界成分及び磁界成分の情報を計算機上のメモリに保有する必要がある。したがって、無線通信システムの電磁界シミュレーションを行う場合は解析空間のセル数が膨大になるため、計算機は膨大なデータ記憶領域(全セルの電界および磁界の時間領域データ)を有することが計算を行うために必須である(非特許文献1)。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

さらに、FDTD法によって周波数特性を得る方法として、ガウシヤンパルスを波源として解析空間全体の電界及び磁界が収束するまで計算を実行し、その後、全セルの全時間領域データにFFT（高速フーリエ変換）をかける方法があるが、これを実現するためには膨大なデータ記憶領域が求められるだけでなく、電界及び磁界についてそれぞれFFT演算が必要となり、膨大な計算リソースを有することも必須となっている。

## 【 0 0 0 5 】

図4は、従来技術によるFDTD法を用いて電磁界シミュレーションを行う動作を示すフローチャートである。電磁界シミュレーションを行う際には、まず、パラメータを設定し（ステップS1）、記憶装置内の配列を初期化する（ステップS2）。そして、解析空間の時間領域データを計算する。この計算は、まず、電界成分の計算を行い（ステップS3）、計算結果である電界成分のデータを記憶装置に保存する（ステップS4）。続いて、磁界成分の計算を行い（ステップS5）、計算結果である磁界成分のデータを記憶装置に保存する（ステップS8）。そして、収束判定を行い（ステップS7）、収束していなければステップS3に戻って収束するまで処理を繰り返す。次に、解析空間の時間領域データの計算（ステップS3～S7）が終わると、電界の時間領域のFFTを実行し（ステップS8）、続いて、磁界の時間領域のFFTを実行する（ステップS9）。

## 【 0 0 0 6 】

電界の時間領域のFFT（ステップS8）は、以下のように行う。まず、時間領域の電界データのx成分、y成分、z成分それぞれを記憶装置内の配列A、B、Cに格納し、各配列（配列A、B、C）の虚数部へ0を代入してFFT計算を行う。これにより、周波数領域の電界データのx成分、y成分、z成分が求められることになる（図4参照）。

## 【 0 0 0 7 】

また、磁界の時間領域のFFT（ステップS9）は以下のように行う。まず、時間領域の磁界データのx成分、y成分、z成分それぞれを記憶装置内の配列D、E、Fに格納し、各配列（配列D、E、F）の虚数部へ0を代入してFFT計算を行う。これにより、周波数領域の磁界データのx成分、y成分、z成分が求められることになる（図4参照）。

## 【 先行技術文献 】

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 0 8 】

【 非特許文献 1 】 K. S. Yee, "Numerical solution of initial boundary value problems involving maxwell's equations in isotropic media", IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 14, pp. 302-307, 1966.

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 9 】

前述したように、FDTD法におけるFFT演算には高速フーリエ変換（FFT）アルゴリズムが用いられる。高速フーリエ変換アルゴリズムは通常複素数に対して動作するように構成されている。

## 【 0 0 1 0 】

しかしながら、FDTD法においては実際にフーリエ変換を行うために得られるデータは実数である。従来技術によるFDTD法はデータ数がN（Nは自然数）の場合、高速フーリエ変換を行う前に虚数部にすべて0を代入して、データ数Nの高速フーリエ変換を行っていたため、データ記憶領域の利用効率が悪いという問題がある。また、電界と磁界のFFT計算をそれぞれ別に行っていたため、FFT計算を行うための計算機負荷が高くなるという問題もある。

## 【 0 0 1 1 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、電磁界シミュレーションを使用して電波伝搬特性の推定を行う際に、計算機上のデータ記憶領域の削減と、計算処理負荷の低減を行うことができる電波伝搬特性推定装置、電波伝搬特性推定方法及び電波伝搬特性

10

20

30

40

50

推定プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、FDTD法による電磁界シミュレーションを行うことにより、電波の伝搬特性を推定する電波伝搬特性推定装置であって、前記FDTD法による電磁界シミュレーションにより得られた解析空間の時間領域における電界成分のデータと磁界成分のデータを記憶した記憶手段と、実部または虚部のいずれか一方に前記電界成分のデータを適用し、他方に前記磁界成分のデータを適用した複素数配列を作成する配列作成手段と、前記複素数配列を入力として、高速フーリエ変換の計算を実行するFFT計算手段と、前記高速フーリエ変換の計算の特性を利用して、前記高速フーリエ変換の計算を実行した結果から、周波数領域の電界成分データと周波数領域の磁界成分データとを求める周波数領域データ算出手段とを備えたことを特徴とする。

10

【0013】

本発明は、FDTD法による電磁界シミュレーションを行うことにより、電波の伝搬特性を推定するために、前記FDTD法による電磁界シミュレーションにより得られた解析空間の時間領域における電界成分のデータと磁界成分のデータを記憶した記憶手段を備えた電波伝搬特性推定装置が行う電波伝搬特性推定方法であって、実部または虚部のいずれか一方に前記電界成分のデータを適用し、他方に前記磁界成分のデータを適用した複素数配列を作成する配列作成ステップと、前記複素数配列を入力として、高速フーリエ変換の計算を実行するFFT計算ステップと、前記高速フーリエ変換の計算の特性を利用して、前記高速フーリエ変換の計算を実行した結果から、周波数領域の電界成分データと周波数領域の磁界成分データとを求める周波数領域データ算出ステップとを有することを特徴とする。

20

【0014】

本発明は、コンピュータを、前記電波伝搬特性推定装置と機能させるための電波伝搬特性推定プログラムである。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、電磁界シミュレーションを使用して電波伝搬特性の推定を行う際に、計算機上のデータ記憶領域の削減と、計算処理負荷の低減を行うことができるという効果が得られる。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す装置においてFDTD法を用いて電磁界シミュレーションを行う動作を示すフローチャートである。

【図3】図2に示す電界および磁界の時間領域のFFT処理（ステップS10）の詳細動作を示す図である。

【図4】従来技術によるFDTD法を用いて電磁界シミュレーションを行う動作を示すフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態による電波伝搬特性推定装置を説明する。図1は同実施形態によるFDTD法を用いて電磁界シミュレーションを行う電波伝搬特性推定装置の構成を示すブロック図である。電波伝搬特性推定装置は、コンピュータ装置によって構成する。図1において、符号1は、電界データのx成分、y成分、z成分のデータを記憶する電界成分記憶部である。符号2は、磁界データのx成分、y成分、z成分のデータを記憶する磁界成分記憶部である。符号3は、パラメータの設定を行うパラメータ設定部である。符号4は、電界成分記憶部1、磁界成分記憶部2内に記憶される配列を初期化する配列初期化部である。符号5は、解析空間の時間領域の電界成分の計算を行う電

50

界成分計算部である。符号6は、解析空間の時間領域の磁界成分の計算を行う磁界成分計算部である。符号7は、電界および磁界の時間領域の高速フーリエ変換(FFT)の計算を行うFFT計算部である。

【0018】

次に、本実施形態における電波伝搬特性推定装置による処理の原理を説明する。FFT演算の数学的な特性として、以下の(1)、(2)がある。

(1) 実数データに対してFFTを実行すると、その結果の実部は偶関数に、虚部は奇関数になる。

(2) 虚数データに対してFFTを実行すると、その結果の実部は奇関数に、虚部は偶関数になる。

偶関数は、 $f_e(x) = (f(x) + f(-x)) / 2$ で表すことができる関数であり、奇関数は、 $f_o(x) = (f(x) - f(-x)) / 2$ で表すことができる関数である。

【0019】

2つの実数値関数 $r(k)$ と $m(k)$ から構成する複素関数 $c(k)$ を定義する((1)式)。

【数1】

$$c(k) = r(k) + jm(k) \quad \dots (1) \quad 20$$

【0020】

$c(k)$ の離散フーリエ変換 $C(n)$ は(2)式で与えられる。

【数2】

$$\begin{aligned} C(n) &= R(n) + jM(n) \\ &= [R_r(n) + jR_i(n)] + j[M_r(n) + jM_i(n)] \\ &= [R_r(n) - M_i(n)] + j[R_i(n) + M_r(n)] \\ &= C_r(n) + jC_i(n) \end{aligned} \quad \dots (2) \quad 30$$

【0021】

一方、 $C_r(n)$ と $C_i(n)$ は奇関数と偶関数に分解され、(3)式のように $C(n)$ が与えられる。

【数3】

$$\begin{aligned} C(n) &= \left[ \frac{C_r(n)}{2} + \frac{C_r(N-n)}{2} \right] + \left[ \frac{C_r(n)}{2} - \frac{C_r(N-n)}{2} \right] \\ &\quad + j \left[ \frac{C_i(n)}{2} + \frac{C_i(N-n)}{2} \right] + j \left[ \frac{C_i(n)}{2} - \frac{C_i(N-n)}{2} \right] \end{aligned} \quad \dots (3) \quad 40$$

【0022】

(3)式において、第1項と第3項は偶関数で、第2項と第4項は奇関数である。また、(1)式から実数値関数である $r(k)$ のスペクトル $R(n)$ は(2)式で示す $C(n)$ の要素の中で実部が偶関数部分、虚部が奇関数部分として(4)式のように与えられることがわかる。

【数 4】

$$R(n) = \left[ \frac{C_r(n)}{2} + \frac{C_r(N-n)}{2} \right] + j \left[ \frac{C_i(n)}{2} - \frac{C_i(N-n)}{2} \right] \quad \dots (4)$$

【0023】

同様にして、もう一つのデータ  $m(k)$  に対するフーリエ変換  $jM(n)$  も (5) 式のように (3) 式の奇関数を実部、偶関数を虚部として求めることができることがわかる。

【数 5】

$$jM(n) = \left[ \frac{C_r(n)}{2} - \frac{C_r(N-n)}{2} \right] + j \left[ \frac{C_i(n)}{2} + \frac{C_i(N-n)}{2} \right] \quad \dots (5)$$

【0024】

これより、 $M(n)$  は (6) 式になる。

【数 6】

$$M(n) = \left[ \frac{C_i(n)}{2} + \frac{C_i(N-n)}{2} \right] - j \left[ \frac{C_r(n)}{2} - \frac{C_r(N-n)}{2} \right] \quad \dots (6)$$

【0025】

よって、 $r(k)$  および  $m(k)$  がもつデータの数と同じ  $N$  ( $N$  は自然数) であれば、これら 2 つの実数値関数に対する高速フーリエ変換をデータ数  $N$  の 1 回の高速フーリエ変換で同時に行うことができる。FDTD法を用いた解析で得られた電界、磁界成分の時間領域データは、その解析手法上、同じデータ数で得られるので、この手法を適用することにより、1 回の高速フーリエ変換で同時に変換することが可能となる。

【0026】

すなわち、従来技術のように虚数部に 0 を代入してデータ数  $N$  の高速フーリエ変換を行う代わりに、実部に電界成分、虚部に磁界成分を適用した複素数を用い、前述した高速フーリエ変換に関する性質を利用することで、FDTD法における 2 つのデータ数  $N$  の高速フーリエ変換を一度の計算によって実現可能となる。なお、実部に磁界成分、虚部に電界成分を適用した複素数を用いても同様に、FDTD法における 2 つのデータ数  $N$  の高速フーリエ変換を一度の計算によって実現可能となる。

【0027】

次に、図 2 を参照して、図 1 に示す電波伝搬特性推定装置の処理動作を説明する。図 2 は、図 1 に示す装置において FDTD法を用いて電磁界シミュレーションを行う動作を示すフローチャートである。この図において、図 4 に示す従来の処理動作と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を簡単に行う。図 2 に示す処理動作が図 4 に示す処理動作と異なる点は、ステップ S 8、S 9 に代えて、電界および磁界の時間領域の FFT (ステップ S 10) が設けられている点である。

【0028】

電磁界シミュレーションを行う際には、まず、パラメータ設定部 3 は、パラメータを設定し (ステップ S 1)、配列初期化部 4 は、記憶装置内の配列を初期化する (ステップ S 2)。そして、解析空間の時間領域データを計算する。この計算は、まず、電界成分計算部 5 は、電界成分の計算を行い (ステップ S 3)、計算結果である電界成分のデータを電界成分記憶部 1 に保存する (ステップ S 4)。続いて、磁界成分計算部 6 は、磁界成分の

10

20

30

40

50

計算を行い(ステップS5)、計算結果である磁界成分のデータを磁界成分記憶部2に保存する(ステップS8)。そして、電界成分計算部5と磁界成分計算部6は、収束判定を行い(ステップS7)、収束していなければステップS3に戻って収束するまで処理を繰り返す。

#### 【0029】

次に、解析空間の時間領域データの計算(ステップS3~S7)が終わると、FFT計算部7は、電界および磁界の時間領域のFFTを実行する(ステップS10)。電界および磁界の時間領域のFFT(ステップS10)は、以下のように行う。まず、時間領域の電界データおよび磁界データのx成分を配列Aに格納する。また、時間領域の電界データおよび磁界データのy成分を配列Bに格納し、時間領域の電界データおよび磁界データのz成分を配列Cに格納する。このとき、電界データは、配列の実部に格納し、磁界データは配列の虚部に格納する。そして、配列A、B、Cそれぞれのデータに対してFFTを実行する。これにより、周波数領域の電界データおよび磁界データのx成分、y成分、z成分のそれぞれが求められることになる(図2参照)。

10

#### 【0030】

次に、図3を参照して、図2に示す電界および磁界の時間領域のFFTを実行する(ステップS10)の詳細動作を説明する。図3は、図2に示す電界および磁界の時間領域のFFT処理(ステップS10)の詳細動作を示す図である。まず、FFT計算部7は、電界成分記憶部1と磁界成分記憶部2のそれぞれから電界用配列と磁界用配列を呼び出す(ステップS11、S12)。そして、電界データのx成分と磁界データのx成分のデータから複素数配列データを作成する(ステップS13)。このとき、電界データを実部とし、磁界データを虚部とする。

20

#### 【0031】

次に、FFT計算部7は、作成した複素数配列データを使用して、FFTを実行する(ステップS14)。続いて、FFT計算部7は、FFT計算によって得られた結果から(4)式を用いて電界データのx成分の周波数領域データを求め、(6)式を用いて磁界データのx成分の周波数領域データを求める。そして、FFT計算部7は、電界成分記憶部1と磁界成分記憶部2のそれぞれにデータ保存する(ステップS15)。

#### 【0032】

次に、FFT計算部7は、電界成分記憶部1と磁界成分記憶部2のそれぞれから電界用配列と磁界用配列を呼び出す(ステップS16、S17)。そして、電界データのy成分と磁界データのy成分のデータから複素数配列データを作成する(ステップS18)。このとき、電界データを実部とし、磁界データを虚部とする。

30

#### 【0033】

次に、FFT計算部7は、作成した複素数配列データを使用して、FFTを実行する(ステップS19)。続いて、FFT計算部7は、FFT計算によって得られた結果から(4)式を用いて電界データのy成分の周波数領域データを求め、(6)式を用いて磁界データのy成分の周波数領域データを求める。そして、FFT計算部7は、電界成分記憶部1と磁界成分記憶部2のそれぞれにデータ保存する(ステップS20)。

#### 【0034】

次に、FFT計算部7は、電界成分記憶部1と磁界成分記憶部2のそれぞれから電界用配列と磁界用配列を呼び出す(ステップS21、S22)。そして、電界データのz成分と磁界データのz成分のデータから複素数配列データを作成する(ステップS23)。このとき、電界データを実部とし、磁界データを虚部とする。

40

#### 【0035】

次に、FFT計算部7は、作成した複素数配列データを使用して、FFTを実行する(ステップS24)。続いて、FFT計算部7は、FFT計算によって得られた結果から(4)式を用いて電界データのz成分の周波数領域データを求め、(6)式を用いて磁界データのz成分の周波数領域データを求める。そして、FFT計算部7は、電界成分記憶部1と磁界成分記憶部2のそれぞれにデータ保存する(ステップS25)。

50

## 【 0 0 3 6 】

なお、前述した説明においては、電界データを実部とし、磁界データを虚部として説明したが、磁界データを実部、電界データを虚部としてもよい。この場合、F F T 計算によって得られた結果から(4)式を用いて磁界データの周波数領域データを求め、(6)式を用いて電界データの周波数領域データを求めればよい。

## 【 0 0 3 7 】

以上説明したように、虚数部を0にしてデータ数Nの高速フーリエ変換を行う代わりに、実部に電界成分、虚部に磁界成分を適用した複素数を用い、高速フーリエ変換に関する性質を利用することで、F D T D 法における2つのデータ数Nの高速フーリエ変換を一度の計算のみによって行うことが可能となる。これにより、F D T D 法における周波数特性を得る際、複素数配列を利用して電界と磁界を一つの配列に取り込むことでデータ記憶領域の低減(配列数の削減)と高速化(F F T の演算回数を1/2へ削減)を図ることが可能となる。

10

## 【 0 0 3 8 】

なお、図1における処理部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによりF F T 処理を伴う電波伝搬特性推定処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータシステム」は、ホームページ提供環境(あるいは表示環境)を備えたWWWシステムも含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ(RAM)のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

20

## 【 0 0 3 9 】

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク(通信網)や電話回線等の通信回線(通信線)のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル(差分プログラム)であってもよい。

30

## 【 0 0 4 0 】

以上、図面を参照して本発明の実施の形態を説明してきたが、上記実施の形態は本発明の例示に過ぎず、本発明が上記実施の形態に限定されるものではないことは明らかである。したがって、本発明の技術思想及び範囲を逸脱しない範囲で構成要素の追加、省略、置換、その他の変更を行っても良い。

40

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 4 1 】

高速フーリエ変換を用いて、無線通信システムのための電波伝搬特性を推定することが不可欠な用途にも適用できる。

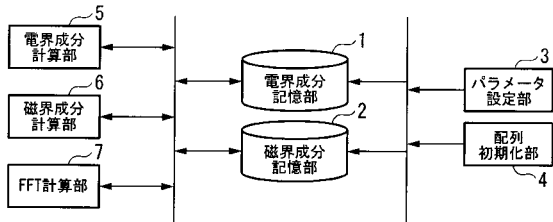
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 2 】

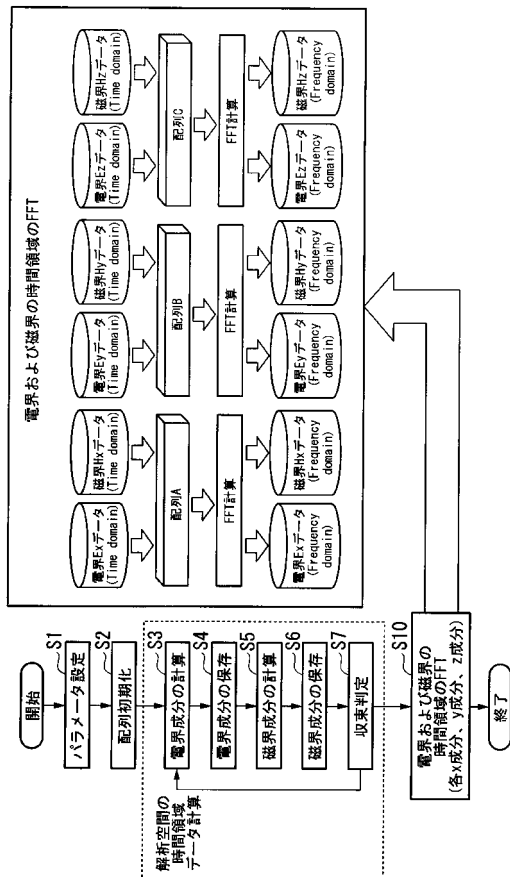
1・・・電界成分記憶部、2・・・磁界成分記憶部、3・・・パラメータ設定部、4・・・配列初期化部、5・・・電界成分計算部、6・・・磁界成分計算部、7・・・F F T 計算部



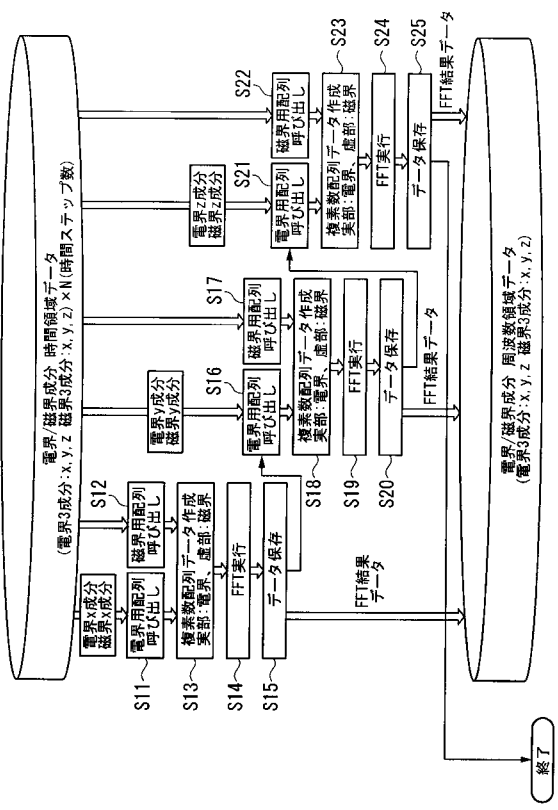
【図 1】



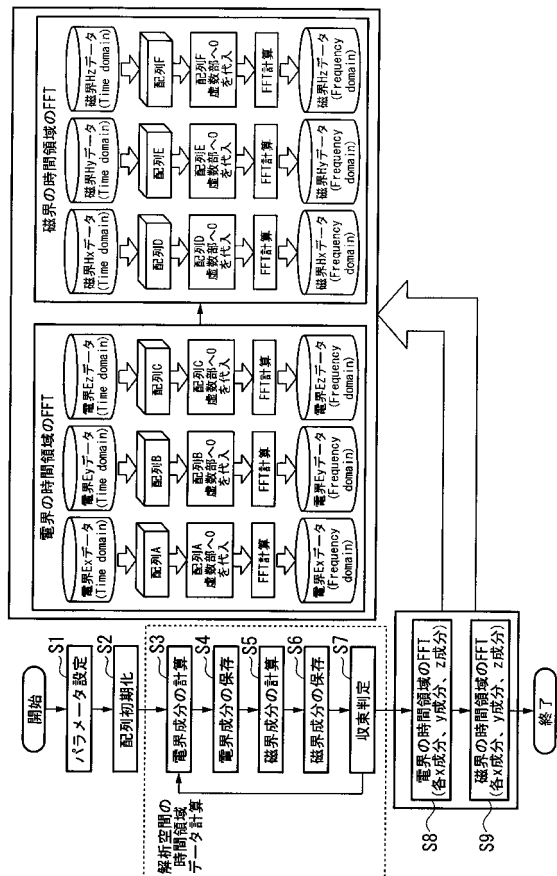
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 野島 俊雄

北海道札幌市北区北 8 条西 5 丁目 国立大学法人北海道大学内

(72)発明者 日景 隆

北海道札幌市北区北 8 条西 5 丁目 国立大学法人北海道大学内

Fターム(参考) 5B056 AA06 BB13 CC03