

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5920039号
(P5920039)

(45) 発行日 平成28年5月18日 (2016. 5. 18)

(24) 登録日 平成28年4月22日 (2016. 4. 22)

(51) Int. Cl. F I
G 0 6 F 17/50 (2006.01)
 G 0 6 F 17/50 6 6 2 G
 G 0 6 F 17/50 6 6 6 V

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-131954 (P2012-131954)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成24年6月11日 (2012. 6. 11)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2013-257635 (P2013-257635A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成25年12月26日 (2013. 12. 26)	(74) 代理人	100103528
審査請求日	平成27年3月19日 (2015. 3. 19)		弁理士 原田 一男
		(72) 発明者	寺前 久美子
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通アドバンステクノロジー株式会社内
		(72) 発明者	岩倉 好幸
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通アドバンステクノロジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御パラメータ決定のための情報処理方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の散乱パラメータの各要素について、周波数と当該要素とで張られる平面において複数の第1の周波数について予め規定されている当該要素の第1の要素値列により得られる第1の面積と、前記平面において前記複数の第1の周波数とは異なり且つ均一な間隔を有する複数の第2の周波数に対して前記第1の要素値列から補間計算される第2の要素値列により得られる第2の面積との差が、許容範囲内であるか判断する判断処理と、

前記判断処理を1又は複数の間隔について実施させることで、前記複数の散乱パラメータの全要素について前記差が前記許容範囲内となる間隔を特定する特定処理と、

を、コンピュータに実行させるためのプログラム。

10

【請求項 2】

前記複数の第1の周波数における間隔を抽出する処理をさらに前記コンピュータに実行させ、前記特定処理において、抽出された前記間隔のうち最も長い間隔から順番に前記判断処理を実施させる

請求項1記載のプログラム。

【請求項 3】

前記複数の第1の周波数における間隔が均等である場合には、第1の周波数の数が2の冪乗個となるように前記第1の周波数の最大値を決定する処理

をさらに前記コンピュータに実行させる請求項2記載のプログラム。

20

【請求項 4】

前記複数の第 1 の周波数の最大値又は設定された周波数の最大値まで、特定された前記間隔でサンプリングした場合のサンプリング数が 2 の冪乗個となっていない場合には、サンプリング数が 2 の冪乗個となるように、特定された前記間隔を短縮する処理

をさらに前記コンピュータに実行させるための請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つ記載のプログラム。

【請求項 5】

前記第 1 の面積は、前記第 1 の要素値列のうち連続する 2 つの第 1 の要素値を直線で結んだ辺と、当該 2 つの第 1 の要素値から周波数の軸に下ろした垂線による辺と、当該 2 つの第 1 の要素値に対応する 2 つの第 1 の周波数の間隔に対応する辺とを有する台形を用いて算出され、

前記第 2 の面積は、前記第 2 の要素値列のうち連続する 2 つの第 2 の要素値を直線で結んだ辺と、当該 2 つの第 2 の要素値から周波数の軸に下ろした垂線による辺と、当該 2 つの第 2 の要素値に対応する 2 つの第 2 の周波数の間隔に対応する辺とを有する台形を用いて算出される

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つ記載のプログラム。

【請求項 6】

複数の散乱パラメータの各要素について、周波数と当該要素とで張られる平面において複数の第 1 の周波数について予め規定されている当該要素の第 1 の要素値列により得られる第 1 の面積と、前記平面において前記複数の第 1 の周波数とは異なり且つ均一な間隔を有する複数の第 2 の周波数に対して前記第 1 の要素値列から補間計算される第 2 の要素値列により得られる第 2 の面積との差が、許容範囲内であるか判断する判断処理と、

前記判断処理を 1 又は複数の間隔について実施させることで、前記複数の散乱パラメータの全要素について前記差が前記許容範囲内となる間隔を特定する特定処理と、

を含み、コンピュータにより実行される情報処理方法。

【請求項 7】

複数の散乱パラメータの各要素について、周波数と当該要素とで張られる平面において複数の第 1 の周波数について予め規定されている当該要素の第 1 の要素値列により得られる第 1 の面積と、前記平面において前記複数の第 1 の周波数とは異なり且つ均一な間隔を有する複数の第 2 の周波数に対して前記第 1 の要素値列から補間計算される第 2 の要素値列により得られる第 2 の面積との差が、許容範囲内であるか判定する判定部と、

前記判断処理を 1 又は複数の間隔について実施させることで、前記複数の散乱パラメータの全要素について前記差が前記許容範囲内となる間隔を特定する特定部と、

を有する情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、回路解析システムのための制御パラメータの設定技術に関する。

【背景技術】

【0002】

S パラメータとは、高周波電子回路や高周波電子部品の特性を表わすために用いられる回路網パラメータの一つであり、散乱パラメータ (Scattering parameter) とも呼ばれる。n 個のポート (S パラメータで特性化される系では、一般的に端子のことをポートと呼ぶ) を有し、S パラメータで特性化されている電子回路系 (一個の高周波電子部品も 1 つの小さな系と考えられる) を考える。1 つのポートに正弦波を入力したとき、その正弦波が他のポートへ透過する割合、その正弦波が正弦波を入力したポートへ反射する割合、及びそれら透過波及び反射波の入力正弦波に対する位相遅れを表わしたものが、その系の S パラメータである。

【0003】

S パラメータは複素数であり、複素数の絶対値で透過割合 (反射割合) を、複素数の偏

10

20

30

40

50

角で位相遅れを表現している。透過割合と透過波の位相遅れをまとめて透過係数、反射割合と反射波の位相遅れをまとめて反射係数と呼ぶ。

【 0 0 0 4 】

系に複数のポートがあるとき、それらのポートの各々について正弦波を入力し、そのときの透過係数と反射係数を得る。即ち、1つの入力ポートに対して、反射係数が1個、透過係数が $(n - 1)$ 個の合計 n 個のパラメータが得られる。これが n 入力ポート分あるので、 $n \times n$ 個のパラメータがある。これらのSパラメータが記述されたファイルが、Sパラメータファイルである。

【 0 0 0 5 】

入力正弦波の周波数が変わると特性が変わるため、Sパラメータファイルには、入力正弦波の周波数毎に $n \times n$ 個のパラメータが行列形式で記述されている。

10

【 0 0 0 6 】

プリント基板設計において、S I (Signal Integrity) 検証のための伝送線路解析や、P I (Power Integrity) 検証のための電源基板解析では回路シミュレータを用いる。解析対象モデルは、抵抗R、インダクタL、キャパシタCなどの受動素子の他に、フィルタ、ヴィア、コネクタ、伝送線路系などをSパラメータで特性を表現した素子(以下、S素子)も用いられる。

【 0 0 0 7 】

回路シミュレータは、これら受動素子、S素子、ダイオードやM O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) トランジスタ等の能動素子、各種電源が電氣的に接続した回路網を認識する。回路網で電氣的に等電位を示す「節点」には、素子が接続している。そして、回路シミュレータは、回路網理論の基本法則であるキルヒホッフの法則に従い、各節点の電圧や各素子に流入する電流の時間変化を計算する。

20

【 0 0 0 8 】

回路シミュレータは、S素子に流入する電流値を算出するために、Sパラメータを逆フーリエ変換してインパルス応答関数を求め、時間領域においてS素子の端子電圧とインパルス応答関数の畳み込積分を計算することが一般的である。更に、計算機を使った逆フーリエ変換のアルゴリズムとして高速逆フーリエ変換 (Inverse Fast Fourier Transform) アルゴリズムを用いることが一般的である。I F F T 関数に渡すデータをSパラメータから等間隔周波数でN個抽出するが、I F F T のアルゴリズムの条件から、Nは2の累乗と

30

【 0 0 0 9 】

Sパラメータを得るには、スペクトルアナライザによる実測を行うか、Sパラメータ抽出シミュレータを使ってSパラメータを算出するか、又は回路部品ベンダーから提供されているSパラメータライブラリを入手するなどの方法が考えられる。ところで、これらの方法で入手したSパラメータは周波数が等間隔で記述されているとは限らず、周波数の個数(データ項目数又はサンプリング数とも呼ぶ)も2の累乗であるとは限らない。

【 0 0 1 0 】

S素子を取り扱うことができる回路シミュレータには、通常、I F F T のサンプリングに関連する様々な制御パラメータが用意されている。具体的には、Sパラメータのサンプリング周波数間隔 (FBASEと呼ぶ)、Sパラメータをどの周波数までサンプリングするかを示す最大周波数 (FMAXと呼ぶ)、データ補間が発生する場合、補間方法 (INTERPOLATION)、補外方法 (LOWPASS,HIGHPASS) などである。

40

【 0 0 1 1 】

FBASE, FMAX, INTERPOLATION, LOWPASS, HIGHPASSの値を変更すると、I F F T によって計算される結果(すなわちインパルス応答関数)は異なる。そうすると、インパルス応答関数と信号の畳み込積分結果も異なって、結果として回路シミュレーション結果が異なる。しかしながら、従来このような制御パラメータを適切に設定することはなかった。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

50

【 0 0 1 2 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 3 4 6 8 9 1 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 2 9 5 3 6 5 号公報

【特許文献 3】特開平 8 - 2 6 2 0 8 0 号公報

【特許文献 4】特開平 4 - 1 6 8 9 0 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

本技術の目的は、一側面において、回路解析システムのための制御パラメータを適切に設定するための技術を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本技術の情報処理方法は、(A)複数の散乱パラメータの各要素について、周波数と当該要素とで張られる平面において複数の第 1 の周波数について予め規定されている当該要素の第 1 の要素値列により得られる第 1 の面積と、上記平面において複数の第 1 の周波数とは異なり且つ均一な間隔を有する複数の第 2 の周波数に対して第 1 の要素値列から補間計算される第 2 の要素値列により得られる第 2 の面積との差が、許容範囲内であるか判断する判断処理と、(B)判断処理を 1 又は複数の間隔について実施させることで、複数の散乱パラメータの全要素について上記差が許容範囲内となる間隔を特定する特定処理とを含む。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

回路解析システムのための制御パラメータを適切に設定できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】図 1 は、実施の形態に係るシステムの概要を示す図である。

【図 2】図 2 は、実施の形態に係る処理フローを示す図である。

【図 3】図 3 は、第 1 のテーブルの一例を示す図である。

【図 4】図 4 は、第 2 のテーブルの一例を示す図である。

【図 5】図 5 は、実施の形態に係る処理フローを示す図である。

30

【図 6】図 6 は、台形面積を説明するための図である。

【図 7】図 7 は、台形面積を説明するための図である。

【図 8】図 8 は、周波数間隔を均一にして線形補間を行った後の台形面積を説明するための図である。

【図 9】図 9 は、周波数間隔を均一にして線形補間を行った後の台形面積を説明するための図である。

【図 10】図 10 は、本実施の形態に係る処理フローを示す図である。

【図 11】図 11 は、効果を説明するための波形図である。

【図 12】図 12 は、効果を説明するための波形図である。

【図 13】図 13 は、コンピュータの機能ブロック図である。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

本技術の実施の形態に係るシステムの構成例を図 1 に示す。本実施の形態に係るシステムは、情報処理装置 1 0 0 と、当該情報処理装置 1 0 0 とネットワークなどで接続される回路シミュレータを含む回路解析システム 2 0 0 とを有する。なお、情報処理装置 1 0 0 と回路解析システム 2 0 0 とは一体の場合もある。

【 0 0 1 8 】

回路解析システム 2 0 0 には、情報処理装置 1 0 0 の出力である修正後 S パラメータファイル 3 0 0 が入力されるが、回路解析システム 2 0 0 については従来と変わらないので、これ以上説明しない。

50

【 0 0 1 9 】

情報処理装置 1 0 0 は、入力部 1 1 0 と、第 1 データ格納部 1 2 0 と、制御パラメータ決定部 1 3 0 と、第 2 データ格納部 1 4 0 と、出力部 1 5 0 とを有する。制御パラメータ決定部 1 3 0 は、最大値決定部 1 3 1 と、間隔決定部 1 3 2 とを有する。間隔決定部 1 3 2 は、誤差判定部 1 3 2 1 を有する。

【 0 0 2 0 】

本実施の形態では、入力部 1 1 0 は、ユーザが何らかの手段により入手した S パラメータファイル及び各種パラメータを受け付け、第 1 データ格納部 1 2 0 に格納する。制御パラメータ決定部 1 3 0 の最大値決定部 1 3 1 は、第 1 データ格納部 1 2 0 に格納されているデータを用いて、制御パラメータである周波数最大値 FMAX を決定する。また、間隔決定部 1 3 2 は、第 1 データ格納部 1 2 0 に格納されているデータを用いて、制御パラメータである周波数間隔 FBASE を決定する。誤差判定部 1 3 2 1 は、周波数間隔 FBASE を決定する際に後に述べる誤差が許容範囲内であるか否かを判断する。制御パラメータ決定部 1 3 0 は、第 1 データ格納部 1 2 0 に格納されている S パラメータファイルに、決定された制御パラメータを書き込んで、第 2 データ格納部 1 4 0 に格納する。出力部 1 5 0 は、第 2 データ格納部 1 4 0 に格納されている修正後 S パラメータファイル 3 0 0 を表示装置や他のコンピュータ（回路解析システム 2 0 0 を含む）に出力する。

【 0 0 2 1 】

次に、図 2 乃至図 1 0 を用いて本情報処理装置 1 0 0 の処理内容について説明する。まず、入力部 1 1 0 は、ユーザからの S パラメータファイルの入力を受け付けるか、他のコンピュータに格納されている S パラメータファイルを読み込んで、第 1 データ格納部 1 2 0 に格納すると共に、当該 S パラメータファイルから第 1 のテーブルを生成し、第 1 データ格納部 1 2 0 に格納する（図 2 : ステップ S 1 ）。例えば、図 3 に示すような第 1 のテーブルが生成される。図 3 は、2 ポートの場合の S パラメータの例を示しており、周波数（サンプリング点とも呼ぶ）毎に、S パラメータである S 1 1、S 1 2、S 2 1 及び S 2 2 の値が登録されるようになっている。なお、S 1 1 乃至 S 2 2 の各々は複素数であり、実部と虚部との値がペアになっている。S パラメータファイルには、このようなデータが登録されているので、このようなデータを読み出してテーブルに登録する。

【 0 0 2 2 】

また、入力部 1 1 0 は、以下で算出される面積差の許容誤差（許容範囲とも呼ぶ）の入力を受け付け、第 1 データ格納部 1 2 0 に格納する（ステップ S 3 ）。さらに、入力部 1 1 0 は、解析のターゲット周波数 F_{target} 及び高調波（ターゲット周波数の M 倍）の倍数 M の入力を受け付け、第 1 データ格納部 1 2 0 に格納する（ステップ S 5 ）。なお、M については例えば 5 や 1 0 といったデフォルト値をそのまま用いるようにしても良い。

【 0 0 2 3 】

そして、制御パラメータ決定部 1 3 0 の間隔決定部 1 3 2 は、第 1 データ格納部 1 2 0 に格納されている第 1 のテーブルから、周波数間隔を抽出して、第 1 データ格納部 1 2 0 における第 2 のテーブルに登録する（ステップ S 7 ）。第 2 のテーブルに格納されるデータの一例を図 4 に示す。図 4 の例では、抽出された間隔の種類が列挙される。なお、複数の種類の間隔が抽出される場合もあれば、1 つの間隔のみが抽出される場合もある。図 3 の例では、複数の種類の間隔が抽出される。

【 0 0 2 4 】

また、間隔決定部 1 3 2 は、周波数間隔が等間隔か否かを、第 2 のテーブルから特定し、等間隔でない場合には周波数間隔の最大値及び最小値を特定する（ステップ S 9 ）。例えば、周波数間隔が等間隔である場合には、変数 $Equal_delta_f$ に周波数間隔を代入し、等間隔ではない場合には、変数 $Equal_delta_f$ に「 - 1 」を代入する。また、周波数間隔の最大値を変数 f_step_max に代入し、周波数間隔の最小値を変数 f_step_min に代入する。

【 0 0 2 5 】

そして、制御パラメータ決定部 1 3 0 の最大値決定部 1 3 1 は、第 1 のテーブルにおける周波数の最大値が、ターゲット周波数 $F_{target} * M$ 以上であるか判断する（ステップ

10

20

30

40

50

S 1 1)。周波数の最大値がターゲット周波数 $F_target * M$ 以上である場合には、最大値決定部 1 3 1 は、仮に、周波数最大値 $FMAX = F_target * M$ と設定する (ステップ S 1 3)。そして処理は端子 A を介して図 5 の処理に移行する。一方、周波数の最大値がターゲット周波数 $F_target * M$ 未満である場合には、 $F_target * M$ まではデータがないので、最大値決定部 1 3 1 は、周波数最大値 $FMAX$ に第 1 のテーブルにおける周波数最大値を設定する (ステップ S 1 5)。そして処理は端子 A を介して図 5 の処理に移行する。

【 0 0 2 6 】

図 5 の処理の説明に移行して、間隔決定部 1 3 2 は、周波数間隔が均一であるか判断する (ステップ S 1 7)。すなわち、変数 $Equal_delta_f$ に「 - 1 」ではない値が設定されているか判断する。均一であれば、間隔決定部 1 3 2 は、この周波数間隔を周波数間隔 $FBASE$ に設定する (ステップ S 1 9)。このように周波数が等間隔であれば問題は無いので、最大値決定部 1 3 1 の処理に移行する。すなわち、最大値決定部 1 3 1 は、第 1 のテーブルにおいてサンプリング数 (第 1 のテーブルにおけるレコード数) が 2 の冪乗個であるか判断し、2 の冪乗個でない場合には周波数最大値 $FMAX$ 以下で最大の 2 の冪乗番目の周波数を特定して周波数最大値 $FMAX$ に設定する (ステップ S 2 1)。そして処理は端子 C を介して図 1 0 の処理に移行する。

【 0 0 2 7 】

一方、周波数間隔が均一ではない場合には、間隔決定部 1 3 2 の誤差判定部 1 3 2 1 は、第 1 のテーブルにおける S パラメータの各要素 ($S 1 1$ 乃至 $S 2 1$ の各実部要素 S_{mn}) について、当該要素 (無単位) と周波数とで張られる平面において各周波数について当該周波数とその要素値 (パラメータ値とも呼ぶ) と次の周波数とその要素値とで形成される台形 (場合によっては三角形) の面積を算出すると共にその総和 $Area_Smn$ を算出する (ステップ S 2 3)。

【 0 0 2 8 】

S パラメータファイルにおける最低周波数 $FMIN$ から $FMAX$ までの各サンプリング点について S パラメータの $S 1 1$ の実部の値を、周波数と $S 1 1$ の実部とで張られる平面においてプロットすると、例えば図 6 のようになる。このような場合、最低周波数 $FMIN$ から順番に各周波数について、処理に係る周波数 F_i と、当該処理に係る周波数 F_i における $S 1 1$ の実部の値 $S_{mn}(F_i)$ と、当該処理に係る周波数の次の周波数 $F_{(i+1)}$ と、当該次の周波数 $F_{(i+1)}$ における $S 1 1$ の実部 $S_{mn}(F_{(i+1)})$ とで囲まれる台形の面積 (図 6 のハッチング部分) を算出する。そしてその総和 $Area_Smn$ を算出する。これが基準値となる。

【 0 0 2 9 】

また、 $FMAX$ から $FMIN$ までの各サンプリング点について S パラメータ $S 2 1$ の実部の値を、周波数と $S 2 1$ の実部とで張られる平面においてプロットすると、例えば図 7 のようになる。この場合にも同様に台形面積を各周波数について算出して、その総和 $Area_Smn$ を算出する。

【 0 0 3 0 】

また、間隔決定部 1 3 2 の誤差判定部 1 3 2 1 は、周波数間隔 $FBASE$ に周波数間隔の最大値 f_step_max を設定する (ステップ S 2 5)。

【 0 0 3 1 】

その後、間隔決定部 1 3 2 の誤差判定部 1 3 2 1 は、第 1 のテーブルに格納されているデータから、 $FBASE$ 間隔の S パラメータ値を線形補間で算出し、例えば第 1 データ格納部 1 2 0 に格納する (ステップ S 2 7)。そして、間隔決定部 1 3 2 の誤差判定部 1 3 2 1 は、 S パラメータの各要素について、上記の平面において $FBASE$ 間隔の各周波数について当該周波数とその補間要素値と次の周波数とその補間要素値とで形成される台形 (場合によっては三角形) の面積を算出すると共にその総和 $Area_Smn_fbase$ を算出する (ステップ S 2 9)。

【 0 0 3 2 】

$FMIN$ から $FMAX$ まで $FBASE$ 間隔で線形補間された $S 1 1$ の値 (実部) を、周波数と $S 1 1$ の実部とで張られる平面においてプロットすると、例えば図 8 に示すようになる。図 8 は

10

20

30

40

50

一部分を拡大して示しているが、周波数間隔はFBASEで同一となっており、FBASE間隔で設定された新サンプリング点 F_n と、当該新サンプリング点 F_n における S_{11} の実部 $S'_{mn}(F_n)$ と、新サンプリング点の次の新サンプリング点 $F_{(n+1)}$ と、当該次の新サンプリング点 $F_{(n+1)}$ における S_{11} の実部 $S'_{mn}(F_{(n+1)})$ とで囲まれる台形の面積（図8のハッチング部分）を算出する。そしてその総和 $Area_Smn_fbase$ を算出する。

【0033】

また、FMAXからFMINまでFBASE間隔で線形補間された S_{21} の値（実部）を、周波数と S_{21} の実部とで張られる平面においてプロットすると、例えば図9のようになる。この場合にも同様に台形面積を各新サンプリング点について算出して、その総和 $Area_Smn_fbase$ を算出する。

10

【0034】

そして、間隔決定部132の誤差判定部1321は、 S パラメータの各要素について $|Area_Smn - Area_Smn_fbase| < \quad$ が成り立つか判断する（ステップS31）。全ての要素についてこの条件が満たされる場合には、すなわちこのような面積についての誤差が許容範囲内である場合、端子Dを介して図10の処理に移行する。

【0035】

一方、いずれかの要素についてこの条件を満たさない場合には、間隔決定部132の誤差判定部1321は、第2のテーブルにおいて次に小さな周波数間隔をFBASEに設定する（ステップS33）。但し、次に小さな周波数間隔が存在しない場合には0を設定する。そして、間隔決定部132の誤差判定部1321は、FBASEが最小周波数間隔 f_step_min 以上であるか判断する（ステップS35）。FBASEが最小周波数間隔 f_step_min 以上である場合には処理はステップS27に戻る。一方、FBASEが最小周波数間隔 f_step_min 未満となっている場合には、端子Eを介して図10の処理に移行する。

20

【0036】

図10の処理の説明に移行して、端子Eの後に、間隔決定部132は、FBASEに最小周波数間隔 f_step_min を設定し、エラーメッセージと共にFBASEを、出力部150に表示装置などに対して出力させる（ステップS37）。例えば、「これ以上サンプリング間隔を細かくしても精度は改善しません。 S パラメータのデータ間隔を細かくして測定し直してください」といったようなメッセージを出力する。そして処理はステップS41に移行する。

30

【0037】

一方、端子Dの後、すなわち面積ベースで誤差が許容範囲内である場合、間隔決定部132は、FBASEでのサンプリング数が2の冪乗個になるように、再度FBASEを調整する（ステップS39）。例えば、FBASE間隔でFMAXまでサンプリングした場合のサンプリング数が2の冪乗個となっていればFBASEは調整しない。一方、FBASE間隔でFMAXまでサンプリングした場合のサンプリング数が2の冪乗個となっていない場合には、 $N_x \times FMAX / FBASE$ を満たす最小の整数 N_x を計算し、 $2^k \times N_x$ を満たす最小の k を算出し、 $FBASE = FMAX / 2^k$ を調整後のFBASEとして設定する。このようにすれば、FMAXを変更することなく、精度誤差が許容範囲内と判断された周波数間隔以下でサンプリング数が2の冪乗個という要件を満たす最も大きい周波数間隔を決定できるようになる。そして処理はステップS41に移行する。

40

【0038】

ステップS41では、制御パラメータ決定部130は、これまでに確定したFBASE及びFMAXを第1データ格納部120に格納されている S パラメータファイルのコメントとして例えばヘッダ部分に書き出して、第2データ格納部140に格納する（ステップS41）。

【0039】

その後、ユーザからの指示などに従って、出力部150は、修正後 S パラメータファイル300を、第2データ格納部140から読み出して、回路解析システム200に出力する（ステップS43）。なお、本ステップは、エラーが発生していたり、ユーザが別の理

50

由で指示しない場合などには行われないので、点線ブロックとして示されている。

【 0 0 4 0 】

以上のような処理を実施することで、Sパラメータファイルに規定される周波数における周波数間隔のうち最も大きい周波数間隔で精度低下が許容範囲内であるものを基準に周波数間隔を決定できるようになる。すなわち、できるだけ大きい周波数間隔を設定できるようになるので、回路解析システム200における処理負荷の増加を抑えることができるようになる。

【 0 0 4 1 】

なお、FBASE及びFMAXといった制御パラメータを従来のようにデフォルト値をそのまま用いるような場合には、シミュレーション結果としては例えば図11に示すようなオーバーシュートやアンダーシュートも大きな波形の信号が生成されてしまう。一方、上で述べたような処理によってFBASE及びFMAXを設定すれば、図12に示すように、同じ信号でもオーバーシュートもアンダーシュートも小さくなった波形が生成される。すなわち、より適切な回路シミュレーションが実施されるようになる。

【 0 0 4 2 】

以上本技術の実施の形態について説明したが、本技術はこれに限定されるものではない。例えば上で述べた例では、当初Sパラメータファイルに規定されている周波数の周波数間隔に基づいて図5のステップS27乃至S35のループが回るようになっている。しかしながら、周波数間隔について固定値ずつ減少させてこのループを回すようにしても良い。また、サンプリング数を2の冪乗個に設定する処理については、様々なバリエーションが可能である。ステップS21で述べた処理をステップS39でも実施するようにしても良い。さらに、多少回路解析システム200における処理負荷が上がることを許容できれば、ステップS39でもkをさらに小さな値に設定する場合もある。ステップS21においても、同様に最大周波数をさらに小さな値を採用するようにしても良い。

【 0 0 4 3 】

また、図1に示したシステム構成図は一例であり、必ずしも実際のプログラムモジュール構成とは一致しない場合もある。また、処理フローについても処理結果が変わらない限り、処理を並列に実施したり、処理順番を入れ替えたりしても良い。

【 0 0 4 4 】

さらに、線形補間については、例えばFnの両側に規定されているFi及びF(i+1)についてのS_{mn}(Fi)及びS_{mn}(F(i+1))から線形補間するだけでなく、より多くのサンプリング点の要素値から補間するようにしても良い。

【 0 0 4 5 】

また、上で述べた例ではSパラメータファイルにFBASE及びFMAXを書き込む例を示したが、別途回路解析システム200に入力する場合もある。

【 0 0 4 6 】

なお、上で述べた情報処理装置100は、コンピュータ装置であって、図13に示すように、メモリ2501とCPU(Central Processing Unit)2503とハードディスク・ドライブ(HDD:Hard Disk Drive)2505と表示装置2509に接続される表示制御部2507とリムーバブル・ディスク2511用のドライブ装置2513と入力装置2515とネットワークに接続するための通信制御部2517とがバス2519で接続されている。オペレーティング・システム(OS:Operating System)及び本実施例における処理を実施するためのアプリケーション・プログラムは、HDD2505に格納されており、CPU2503により実行される際にはHDD2505からメモリ2501に読み出される。CPU2503は、アプリケーション・プログラムの処理内容に応じて表示制御部2507、通信制御部2517、ドライブ装置2513を制御して、所定の動作を行わせる。また、処理途中のデータについては、主としてメモリ2501に格納されるが、HDD2505に格納されるようにしてもよい。本技術の実施例では、上で述べた処理を実施するためのアプリケーション・プログラムはコンピュータ読み取り可能なリムーバブル・ディスク2511に格納されて頒布され、ドライブ装置2513からHDD2505

10

20

30

40

50

にインストールされる。インターネットなどのネットワーク及び通信制御部 2517 を経由して、HDD 2505 にインストールされる場合もある。このようなコンピュータ装置は、上で述べた CPU 2503、メモリ 2501 などのハードウェアと OS 及びアプリケーション・プログラムなどのプログラムとが有機的に協働することにより、上で述べたような各種機能を実現する。

【0047】

以上述べた本実施の形態をまとめると、以下のようになる。

【0048】

本実施の形態に係る情報処理方法は、(A) 複数の散乱パラメータの各要素について、周波数と当該要素とで張られる平面において複数の第 1 の周波数について予め規定されている当該要素の第 1 の要素値列により囲まれる第 1 の面積と、上記平面において複数の第 1 の周波数とは異なり且つ均一な間隔を有する複数の第 2 の周波数に対して第 1 の要素値列から補間計算される第 2 の要素値列により囲まれる第 2 の面積との差が、許容範囲内であるか判断する判断処理と、(B) 判断処理を 1 又は複数の間隔について実施させることで、複数の散乱パラメータの全要素について上記差が許容範囲内となる間隔を特定する特定処理とを含む。

10

【0049】

このようにすれば精度低下を許容範囲に抑えることができるような周波数間隔を特定できるようになる。これによって適切な回路シミュレーションなどの回路解析を実施することができるようになる。

20

【0050】

さらに、上で述べた情報処理方法は、複数の第 1 の周波数における間隔を抽出する処理をさらに含むようにしても良い。この場合、上で述べた特定処理において、抽出された間隔のうち最も長い間隔から順番に判断処理を実施させるようにしても良い。このようにすれば、できるだけ長い間隔を特定できるようになるので、回路シミュレーション等の回路解析の処理負荷の増加を抑えることができるようになる。

【0051】

また、本情報処理方法は、複数の第 1 の周波数における間隔が均等である場合には、第 1 の周波数の数が 2 の冪乗個となるように第 1 の周波数の最大値を決定する処理をさらに含むようにしても良い。周波数の数についても 2 の冪乗個となるように最大周波数を設定

30

【0052】

また、本情報処理方法は、複数の第 1 の周波数の最大値又は設定された周波数の最大値まで、特定された間隔でサンプリングした場合のサンプリング数が 2 の冪乗個となっていない場合には、サンプリング数が 2 の冪乗個となるように、特定された間隔を短縮する処理をさらに含むようにしても良い。このように周波数の数についても 2 の冪乗個となるように間隔を調整するようにしても良い。

【0053】

また、上で述べた第 1 の面積は、第 1 の要素値列のうち連続する 2 つの第 1 の要素値を直線で結んだ辺と、当該 2 つの第 1 の要素値から周波数の軸に下ろした垂線による辺と、当該 2 つの第 1 の要素値に対応する 2 つの第 1 の周波数の間隔に対応する辺とを有する台形を用いて算出される場合もある。また、第 2 の面積は、第 2 の要素値列のうち連続する 2 つの第 2 の要素値を直線で結んだ辺と、当該 2 つの第 2 の要素値から周波数の軸に下ろした垂線による辺と、当該 2 つの第 2 の要素値に対応する 2 つの第 2 の周波数の間隔に対応する辺とを有する台形を用いて算出されるようにしても良い。台形面積の総和を用いることで比較的演算量を抑えることができるようになる。

40

【0054】

なお、上で述べたような処理をコンピュータに実施させるためのプログラムを作成することができ、当該プログラムは、例えばフレキシブル・ディスク、CD-ROM などの光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ（例えば ROM）、ハードディスク等のコンピ

50

ユーザ読み取り可能な記憶媒体又は記憶装置に格納される。

【0055】

以上の実施例を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

【0056】

(付記1)

複数の散乱パラメータの各要素について、周波数と当該要素とで張られる平面において複数の第1の周波数について予め規定されている当該要素の第1の要素値列により囲まれる第1の面積と、前記平面において前記複数の第1の周波数とは異なり且つ均一な間隔を有する複数の第2の周波数に対して前記第1の要素値列から補間計算される第2の要素値列により囲まれる第2の面積との差が、許容範囲内であるか判断する判断処理と、

10

前記判断処理を1又は複数の間隔について実施させることで、前記複数の散乱パラメータの全要素について前記差が前記許容範囲内となる間隔を特定する特定処理と、

を、コンピュータに実行させるためのプログラム。

【0057】

(付記2)

前記複数の第1の周波数における間隔を抽出する処理

をさらに前記コンピュータに実行させ、

前記特定処理において、抽出された前記間隔のうち最も長い間隔から順番に前記判断処理を実施させる

付記1記載のプログラム。

20

【0058】

(付記3)

前記複数の第1の周波数における間隔が均等である場合には、第1の周波数の数が2の冪乗個となるように前記第1の周波数の最大値を決定する処理

をさらに前記コンピュータに実行させる付記2記載のプログラム。

【0059】

(付記4)

前記複数の第1の周波数の最大値又は設定された周波数の最大値まで、特定された前記間隔でサンプリングした場合のサンプリング数が2の冪乗個となっていない場合には、サンプリング数が2の冪乗個となるように、特定された前記間隔を短縮する処理

30

をさらに前記コンピュータに実行させるための付記1乃至3のいずれか1つ記載のプログラム。

【0060】

(付記5)

前記第1の面積は、前記第1の要素値列のうち連続する2つの第1の要素値を直線で結んだ辺と、当該2つの第1の要素値から周波数の軸に下ろした垂線による辺と、当該2つの第1の要素値に対応する2つの第1の周波数の間隔に対応する辺とを有する台形を用いて算出され、

前記第2の面積は、前記第2の要素値列のうち連続する2つの第2の要素値を直線で結んだ辺と、当該2つの第2の要素値から周波数の軸に下ろした垂線による辺と、当該2つの第2の要素値に対応する2つの第2の周波数の間隔に対応する辺とを有する台形を用いて算出される

40

付記1乃至4のいずれか1つ記載のプログラム。

【0061】

(付記6)

複数の散乱パラメータの各要素について、周波数と当該要素とで張られる平面において複数の第1の周波数について予め規定されている当該要素の第1の要素値列により囲まれる第1の面積と、前記平面において前記複数の第1の周波数とは異なり且つ均一な間隔を有する複数の第2の周波数に対して前記第1の要素値列から補間計算される第2の要素値列により囲まれる第2の面積との差が、許容範囲内であるか判断する判断処理と、

50

前記判断処理を1又は複数の間隔について実施させることで、前記複数の散乱パラメータの全要素について前記差が前記許容範囲内となる間隔を特定する特定処理と、
 を含み、コンピュータにより実行される情報処理方法。

【0062】

(付記7)

複数の散乱パラメータの各要素について、周波数と当該要素とで張られる平面において複数の第1の周波数について予め規定されている当該要素の第1の要素値列により囲まれる第1の面積と、前記平面において前記複数の第1の周波数とは異なり且つ均一な間隔を有する複数の第2の周波数に対して前記第1の要素値列から補間計算される第2の要素値列により囲まれる第2の面積との差が、許容範囲内であるか判定する判定部と、

10

前記判断処理を1又は複数の間隔について実施させることで、前記複数の散乱パラメータの全要素について前記差が前記許容範囲内となる間隔を特定する特定部と、
 を有する情報処理装置。

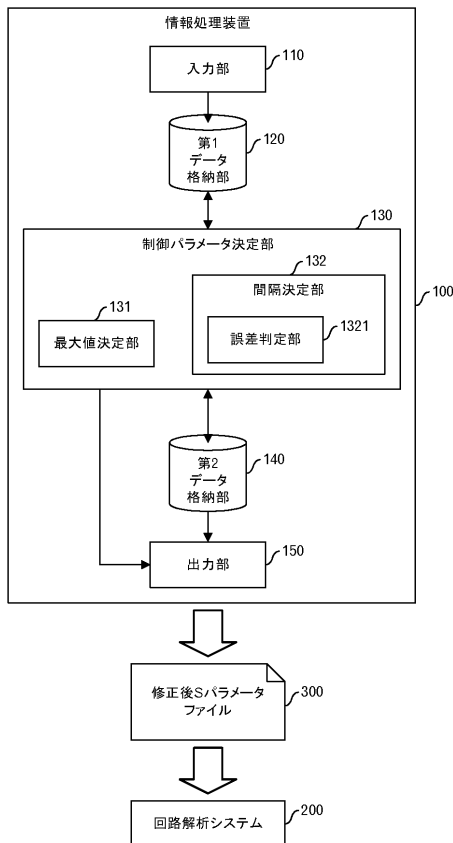
【符号の説明】

【0063】

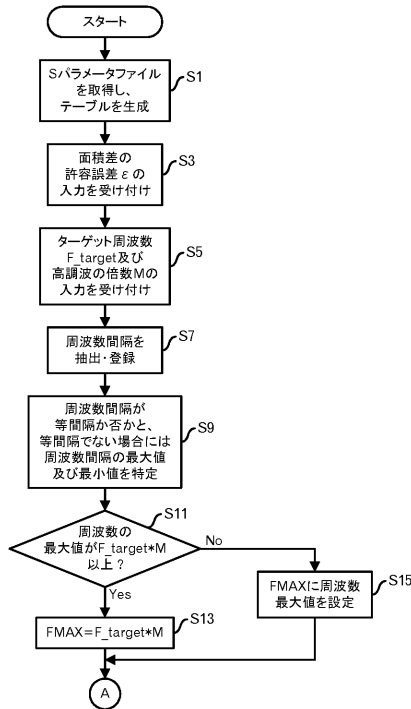
- 110 入力部
- 120 第1データ格納部
- 130 制御パラメータ決定部
- 131 最大値決定部
- 132 間隔決定部
- 1321 誤差判定部
- 140 第2データ格納部
- 150 出力部

20

【図1】



【図2】



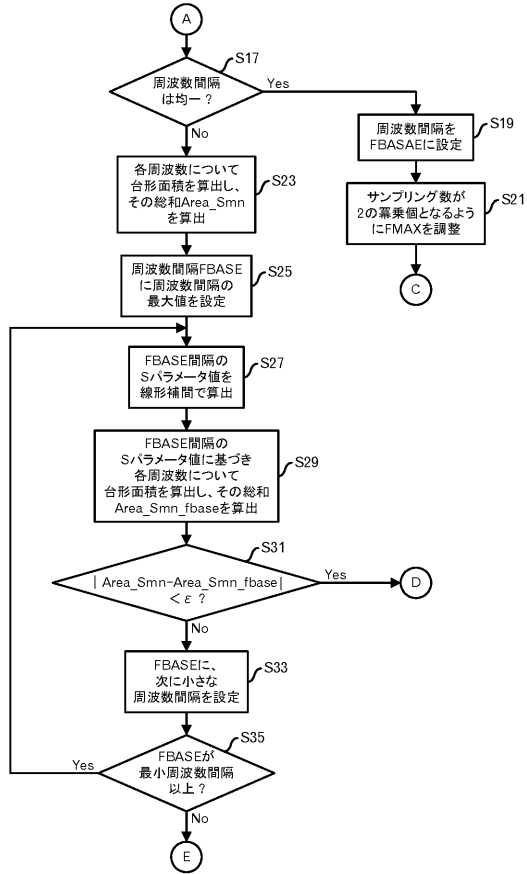
【図3】

freq(Hz)	S11	S12	S21	S22
0	0.001, 0	0.99, 0	0.99, 0	0.001, 0
1000000	0.003, 0.01	0.98, -0.01	0.98, -0.01	0.003, 0.01
1140000	0.003, 0.02	0.98, -0.01	0.98, -0.01	0.003, 0.02
1460000	0.004, 0.03	0.98, -0.02	0.98, -0.02	0.004, 0.03
1780000	0.005, 0.04	0.96, -0.03	0.96, -0.03	0.005, 0.04
2100000	0.006, 0.05	0.95, -0.03	-0.95, -0.03	0.006, 0.05
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

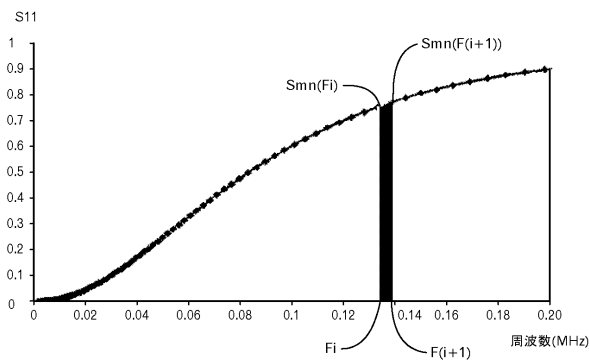
【図4】

間隔(Hz)
140000
320000
⋮
⋮

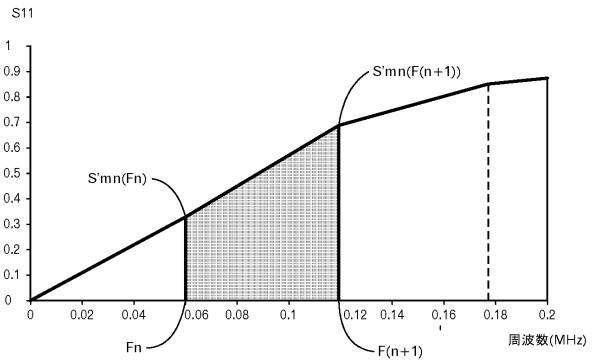
【図5】



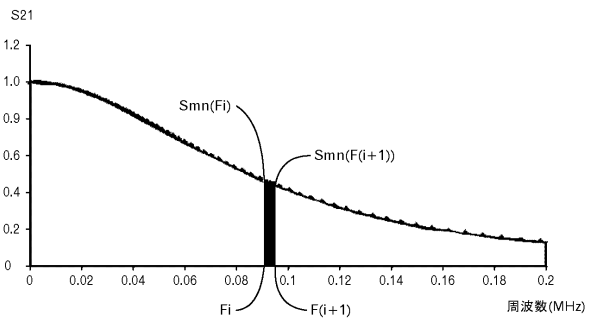
【図6】



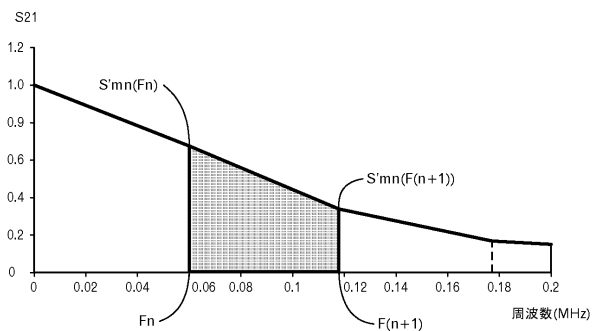
【図8】



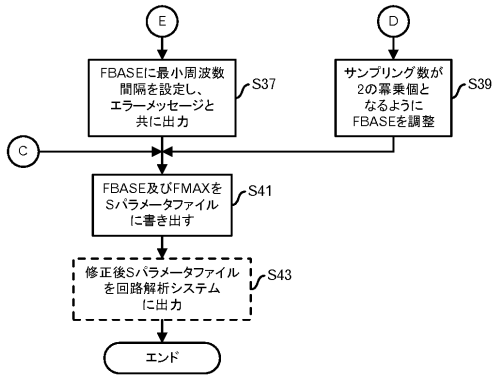
【図7】



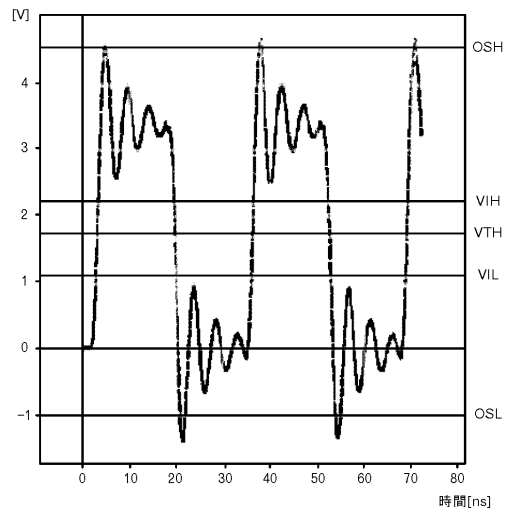
【図9】



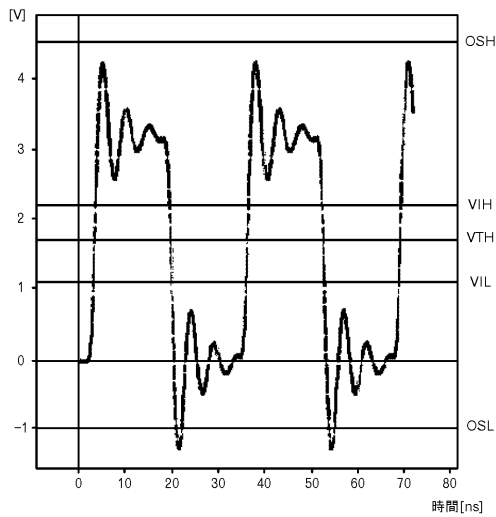
【図10】



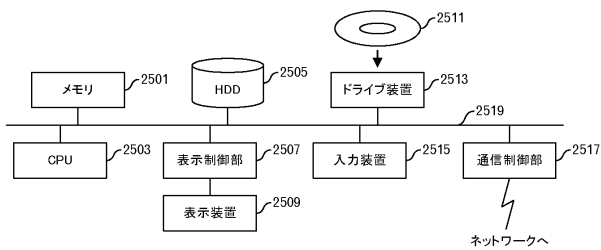
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 岩崎 津奈己

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通アドバンステクノロジー株式会社内

審査官 早川 学

(56)参考文献 特開2008-116369(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 17/50