(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年1月20日(20.01.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/013994 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 27/26 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/027597

(22) 国際出願日： 2020年7月16日(16.07.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

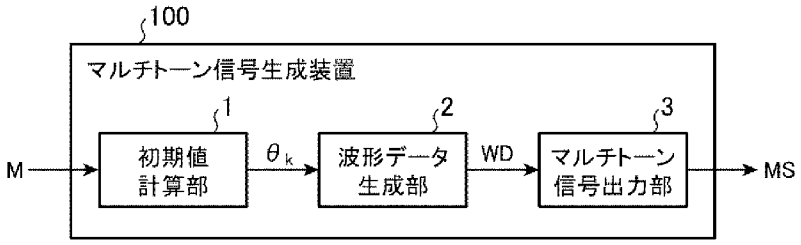
(72) 発明者: 榊 裕翔(**SAKAKI, Hiroto**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 安藤 暢彦(**ANDO, Nobuhiko**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中溝 英之(**NAKAMIZO, Hideyuki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人山王内外特許事務所 (**SANNO PATENT ATTORNEYS OFFICE**); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目１２番４号 赤坂山王センタービル５階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** MULTITONE SIGNAL GENERATION DEVICE AND MULTITONE SIGNAL GENERATION METHOD

(54) 発明の名称： マルチトーン信号生成装置及びマルチトーン信号生成方法



1 Initial value calculation unit
2 Waveform data generation unit
3 Multitone signal output unit
100 Multitone signal generation device

(57) **Abstract:** This multitone signal generation device (100) comprises an initial value calculation unit (1) that calculates an initial value used in a convergence computation for reducing the PAPR of a multitone signal (MS), a waveform data generation unit (2) that generates waveform data (WD) indicating the waveform of the multitone signal (MS) in which the PAPR is reduced by executing the convergence computation using the initial value, and a multitone signal output unit (3) that outputs the multitone signal (MS) in accordance with the waveform data (WD) generated by the waveform data generation unit (2). In the present invention: the initial value includes M initial phases (θ_1 to θ_M) corresponding to M tone signals (TS_1 to TS_M) included in the multitone signal (MS); the initial value calculation unit (1) calculates each of the M initial phases (θ_1 to θ_M) by executing an algebraic calculation using a prescribed numerical expression; and said numerical expression includes a variable corresponding to the tone number (M) of the multitone signal (MS) and a variable corresponding to an integer (r) that is a mutual prime of the tone number (M).

WO 2022/013994 A1

［続葉有］

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：マルチトーン信号生成装置（１００）は、マルチトーン信号（ＭＳ）のＰＡＰＲを低減するための収束演算に用いられる初期値を計算する初期値計算部（１）と、初期値を用いた収束演算を実行することによりＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号（ＭＳ）の波形を示す波形データ（ＷＤ）を生成する波形データ生成部（２）と、波形データ生成部（２）により生成された波形データ（ＷＤ）に対応するマルチトーン信号（ＭＳ）を出力するマルチトーン信号出力部（３）と、を備え、初期値は、マルチトーン信号（ＭＳ）に含まれるＭ個のトーン信号（$ＴＳ_1$～$ＴＳ_M$）に対応するＭ個の初期位相（θ_1～θ_M）を含み、初期値計算部（１）は、所定の数式を用いた代数計算を実行することによりＭ個の初期位相（θ_1～θ_M）の各々を計算するものであり、数式は、マルチトーン信号（ＭＳ）のトーン数（Ｍ）に対応する代数を含み、かつ、トーン数（Ｍ）に対して互いに素である整数（ｒ）に対応する代数を含む。

明　細　書

発明の名称 ：

マルチトーン信号生成装置及びマルチトーン信号生成方法

技術分野

[0001] 本開示は、マルチトーン信号生成装置及びマルチトーン信号生成方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、マルチトーン信号を用いて、無線通信装置のＲＦ（Ｒａｄｉｏ　Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ）フロントエンドにおける周波数特性（振幅特性及び位相特性を含む。以下同じ。）を測定する技術が開発されている。また、かかる測定の結果に応じたデジタル信号処理を実行することにより、ＲＦフロントエンドにおける周波数特性を補正する技術が開発されている（例えば、特許文献１参照。）。

[0003] 通常、マルチトーン信号は、高いピーク電力対平均電力比（以下「ＰＡＰＲ」という。）を有するものである。高いＰＡＰＲを有するマルチトーン信号を用いることにより、ＲＦフロントエンドの非線形素子にてスプリアスが発生する。ＲＦフロントエンドの内部にてスプリアスが発生することにより、ＲＦフロントエンドにおける周波数特性を正確に測定することが困難となる。このため、低いＰＡＰＲを有するマルチトーン信号を用いるのが好適である。換言すれば、マルチトーン信号のＰＡＰＲを低減するのが好適である。

[0004] これに対して、非特許文献１には、低いクレストファクタを有するマルチトーン信号を生成する技術が開示されている。すなわち、非特許文献１には、低いＰＡＰＲを有するマルチトーン信号を生成する技術が開示されている。換言すれば、非特許文献１には、マルチトーン信号のＰＡＰＲを低減する技術が開示されている。

[0005] 以下、ＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号を「低ＰＡＰＲマルチトー

ン信号」ということがある。すなわち、低ＰＡＰＲマルチトーン信号は、通常のマルチトーン信号におけるＰＡＰＲに比して低いＰＡＰＲを有するものである。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第２００９／０２２６９７号

非特許文献

[0007] 非特許文献1：Mathias Friese, ”Multitone Signals with Low Crest Factor,” in IEEE Transactions on Communications, vol. 45, no. 10, pp. 1338-1344, Oct. 1997.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 非特許文献１に記載された技術（以下「従来技術」という。）は、低いクレストファクタを有するマルチトーン信号を生成するにあたり、収束演算を実行するものである。マルチトーン信号が複数個のトーン信号を含むものであるところ、収束演算における初期値は、複数個のトーン信号に対応する複数個の初期位相を含むものである。従来技術は、収束演算における初期値にバーカー符号（Ｂａｒｋｅｒ　Ｃｏｄｅ）を用いるものである。

[0009] ここで、バーカー符号における符号長の最大値は、１３である。このため、マルチトーン信号に含まれるトーン信号の個数（以下「トーン数」という。）が１３以下である場合、収束演算における初期値にバーカー符号を用いることができる。他方、トーン数が１４以上である場合、収束演算における初期値にバーカー符号を用いることができない。このような場合、収束演算における初期値にＰＢＣ（Ｐｏｌｙｐｈａｓｅ　Ｂａｒｋｅｒ　Ｃｏｄｅ）が用いられる。ＰＢＣは、バーカー符号を拡張してなるものである。

[0010] しかしながら、収束演算における初期値にＰＢＣを用いる場合、ＰＢＣを算出するための専用の収束演算が別途要求される。そして、かかる専用の収

束演算における初期値を計算することが別途要求される。非特許文献１には、かかる専用の収束演算における初期値を計算する方法が開示されていない。このため、従来技術においては、トーン数が１４以上である場合、低いクレストファクタを有するマルチトーン信号を生成することが困難であるという問題があった。換言すれば、従来技術においては、任意のトーン数に対して低ＰＡＰＲマルチトーン信号を生成することが困難であるという問題があった。

[0011] 本開示は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、任意のトーン数に対して低ＰＡＰＲマルチトーン信号を生成することができるマルチトーン信号生成装置及びマルチトーン信号生成方法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] 本開示に係るマルチトーン信号生成装置は、マルチトーン信号のＰＡＰＲを低減するための収束演算に用いられる初期値を計算する初期値計算部と、初期値を用いた収束演算を実行することによりＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号の波形を示す波形データを生成する波形データ生成部と、波形データ生成部により生成された波形データに対応するマルチトーン信号を出力するマルチトーン信号出力部と、を備え、初期値は、マルチトーン信号に含まれる複数個のトーン信号に対応する複数個の初期位相を含み、初期値計算部は、所定の数式を用いた代数計算を実行することにより複数個の初期位相の各々を計算するものであり、数式は、マルチトーン信号のトーン数に対応する代数を含み、かつ、トーン数に対して互いに素である整数に対応する代数を含むものである。

[0013] 本開示に係るマルチトーン信号生成方法は、初期値計算部が、マルチトーン信号のＰＡＰＲを低減するための収束演算に用いられる初期値を計算するステップと、波形データ生成部が、初期値を用いた収束演算を実行することによりＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号の波形を示す波形データを生成するステップと、マルチトーン信号出力部が、波形データ生成部により生

成された波形データに対応するマルチトーン信号を出力するステップと、を備え、初期値は、マルチトーン信号に含まれる複数個のトーン信号に対応する複数個の初期位相を含み、初期値計算部は、所定の数式を用いた代数計算を実行することにより複数個の初期位相の各々を計算するものであり、数式は、マルチトーン信号のトーン数に対応する代数を含み、かつ、トーン数に対して互いに素である整数に対応する代数を含むものである。

発明の効果

[0014] 本開示によれば、上記のように構成したので、任意のトーン数に対して低ＰＡＰＲマルチトーン信号を生成することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置の要部を示すブロック図である。

[図2]実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の要部を示すブロック図である。

[図3]周波数領域におけるマルチトーン信号の例を示す説明図である。

[図4]時間領域におけるマルチトーン信号の例を示す説明図である。

[図5]時間領域におけるエラー信号の例を示す説明図である。

[図6]周波数領域におけるエラー信号の例を示す説明図である。

[図7]周波数領域におけるマルチトーン信号の他の例を示す説明図である。

[図8]通常のマルチトーン信号におけるＰＡＰＲの例を示す説明図である。

[図9]低ＰＡＰＲマルチトーン信号におけるＰＡＰＲの例を示す説明図である。

[図10]実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置の要部のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図11]実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置の要部の他のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図12]実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置の要部の他のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図13]実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置の動作を示すフローチャートである。

[図14A]実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の動作を示すフローチャートである。

[図14B]実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の動作を示すフローチャートである。

[図15]実施の形態２に係るマルチトーン信号生成装置の要部を示すブロック図である。

[図16]実施の形態２に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の要部を示すブロック図である。

[図17]周波数領域におけるエラー信号の他の例を示す説明図である。

[図18]周波数領域におけるマルチトーン信号の他の例を示す説明図である。

[図19]実施の形態２に係るマルチトーン信号生成装置の動作を示すフローチャートである。

[図20A]実施の形態２に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の動作を示すフローチャートである。

[図20B]実施の形態２に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の動作を示すフローチャートである。

[図21]実施の形態３に係るマルチトーン信号生成装置の要部を示すブロック図である。

[図22]実施の形態３に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の要部を示すブロック図である。

[図23]個々のトーン信号の振幅について、各回の第８処理における倍率の例を示す説明図である。

[図24]周波数領域におけるマルチトーン信号の他の例を示す説明図である。

[図25]周波数領域におけるマルチトーン信号の他の例を示す説明図である。

[図26]実施の形態３に係るマルチトーン信号生成装置の動作を示すフローチャートである。

[図27A]実施の形態３に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の動作を示すフローチャートである。

[図27B]実施の形態３に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の動作を示すフローチャートである。

[図28]個々のトーン信号の振幅について、各回の第８処理における倍率の他の例を示す説明図である。

[図29]実施の形態４に係るマルチトーン信号生成装置の要部を示すブロック図である。

[図30]実施の形態４に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の要部を示すブロック図である。

[図31]実施の形態４に係るマルチトーン信号生成装置の動作を示すフローチャートである。

[図32A]実施の形態４に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の動作を示すフローチャートである。

[図32B]実施の形態４に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、この開示をより詳細に説明するために、この開示を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

[0017] 実施の形態１.

図１は、実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置の要部を示すブロック図である。図２は、実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の要部を示すブロック図である。図１及び図２を参照して、実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置について説明する。

[0018] 図１に示す如く、マルチトーン信号生成装置１００は、初期値計算部１、波形データ生成部２及びマルチトーン信号出力部３を含むものである。図２に示す如く、波形データ生成部２は、第１処理部１１、第２処理部１２、第３処理部１３、第４処理部１４及び第５処理部１５を含むものである。

[0019] マルチトーン信号ＭＳは、Ｍ個のトーン信号ＴＳ$_1$～ＴＳ$_M$を含むものである。すなわち、マルチトーン信号ＭＳのトーン数は、Ｍである。ここで、Ｍは、２以上の整数である。以下、個々のトーン信号ＴＳに対応するインデックスに「ｋ」の符号を用いることがある。すなわち、インデックスｋは、Ｍ個の整数値（１～Ｍ）のうちの個々の整数値を示し得るものである。

[0020] 初期値計算部１は、トーン数Ｍを示す値を取得するものである。初期値計算部１は、当該取得された値を用いて、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを低減するための収束演算に用いられる初期値を計算するものである。かかる初期値は、Ｍ個のトーン信号ＴＳ$_1$～ＴＳ$_M$に対応するＭ個の初期位相θ_1～θ_Mを含むものである。

[0021] より具体的には、初期値計算部１は、以下の式（１＿１）を用いた代数計算を実行することにより、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を計算するものである。または、初期値計算部１は、以下の式（１＿２）を用いた代数計算を実行することにより、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を計算するものである。すなわち、初期値計算部１は、かかる代数計算を実行することにより、個々の初期位相θ_kを計算するものである。

[0022]
$$\theta_k = \frac{2\pi}{M} * \frac{(k-1)^2}{2} * r \qquad (1_1)$$

[0023]
$$\theta_k = \frac{2\pi}{M} * \frac{k(k-1)}{2} * r \qquad (1_2)$$

[0024] 式（１＿１）及び式（１＿２）の各々におけるＭは、トーン数Ｍに対応する代数を示している。また、式（１＿１）及び式（１＿２）の各々におけるｒは、トーン数Ｍに対して互いに素である整数ｒについて、整数ｒに対応する代数を示している。また、式（１＿１）及び式（１＿２）の各々におけるｋは、インデックスｋに対応する代数を示している。

[0025] すなわち、式（１＿１）及び式（１＿２）の各々は、トーン数Ｍに対応する代数を含むものであり、かつ、整数ｒに対応する代数を含むものである。また、式（１＿１）及び式（１＿２）の各々は、インデックスｋに対応する

代数を含むものである。

[0026] なお、トーン数Ｍが奇数である場合、整数ｒは、偶数となる。他方、トーン数Ｍが偶数である場合、整数ｒは、奇数となる。

[0027] 波形データ生成部２は、初期値計算部１により計算された初期値を用いて、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを低減するための収束演算を実行するものである。これにより、波形データ生成部２は、ＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号ＭＳの波形を示すデータ（以下「波形データ」という。）ＷＤを生成するものである。

[0028] ここで、波形データ生成部２における収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものである。当該複数個の処理は、第１処理部１１により実行される処理（以下「第１処理」という。）、第２処理部１２により実行される処理（以下「第２処理」という。）、第３処理部１３により実行される処理（以下「第３処理」という。）、第４処理部１４により実行される処理（以下「第４処理」という。）及び第５処理部１５により実行される処理（以下「第５処理」という。）を含むものである。

[0029] より具体的には、波形データ生成部２における収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理をＮ回実行するものである。ここで、Ｎは、２以上の整数である。以下、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理について説明する。

[0030] 第１処理は、Ｍ個のトーン信号TS_1～TS_Mに対応するＭ個の振幅A_1～A_Mを用いて、かつ、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mを用いて、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを設定する処理を含むものである。これにより、マルチトーン信号ＭＳの周波数領域波形（すなわち周波数スペクトル）が設定される。かかる周波数スペクトルの設定には、フーリエ変換が用いられる。Ｎ回の第１処理のうちの各回の第１処理において、Ｍ個の振幅A_1～A_Mの各々には、所定値（例えば１）が用いられる。他方、Ｎ回の第１処理のうちの第１回の第１処理において、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々には、初期値計算部１により計算された値が用いられる。

[0031] 図３は、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの例を示している。より具体的には、図３は、Ｎ回の第１処理のうちの第１回の第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの例を示している。図３に示す例においては、Ｍ＝５である。

[0032] 第２処理は、第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔに変換する処理を含むものである。これにより、マルチトーン信号ＭＳの周波数領域波形（すなわち周波数スペクトル）がマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形（より具体的には電力波形）に変換される。かかる変換には、逆フーリエ変換が用いられる。

[0033] 図４は、時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔの例を示している。より具体的には、図４は、Ｎ回の第２処理のうちの第１回の第２処理にて変換されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｔの例を示している。図中、Ｓは、所定の基準値を示している。

[0034] 第３処理は、第２処理にて変換されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｔの値と基準値Ｓとの差分値を算出する処理を含むものである。また、第３処理は、かかる差分値に基づき、時間領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｔを算出する処理を含むものである。これにより、エラー信号ＥＳの時間領域波形（より具体的には電力波形）が算出される。

[0035] 図５は、時間領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｔの例を示している。より具体的には、図５は、Ｎ回の第３処理のうちの第１回の第３処理にて算出されたエラー信号ＥＳ＿ｔの例を示している。

[0036] 第４処理は、第３処理にて算出されたエラー信号ＥＳ＿ｔを周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆに変換する処理を含むものである。これにより、エラー信号ＥＳの時間領域波形（より具体的には電力波形）がエラー信号ＥＳの周波数領域波形（すなわち周波数スペクトル）に変換される。

[0037] 図６は、周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆの例を示している。より具体的には、図６は、Ｎ回の第４処理のうちの第１回の第４処理にて変換されたエラー信号ＥＳ＿ｆの例を示している。図６に示す如く、エラー信号Ｅ

Ｓ＿ｆは、Ｍ個のトーン信号ＴＳ$_1$～ＴＳ$_M$に対応するＭ個のエラー信号ＥＳ$_1$～ＥＳ$_M$を含むものである。Ｍ個のエラー信号ＥＳ$_1$～ＥＳ$_M$は、Ｍ個の振幅Ｂ$_1$～Ｂ$_M$をそれぞれ有するものである。Ｍ個のエラー信号ＥＳ$_1$～ＥＳ$_M$は、Ｍ個の位相ϕ_1～ϕ_Mをそれぞれ有するものである。図６に示す例においては、Ｍ＝５である。

[0038] 第５処理は、以下の式（２）により、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含むものである。すなわち、第５処理は、個々の初期位相θ_kを更新する処理を含むものである。

[0039] $$\theta_k \leftarrow \theta_k - \phi_k \qquad (2)$$

[0040] ここで、式（２）の右辺におけるθ_kには、第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆにおけるＭ個の初期位相θ_1～θ_Mのうちの対応する初期位相θ_kの値が用いられる。例えば、Ｎ回の第５処理のうちの第１回の第５処理においては、図３に示すマルチトーン信号ＭＳ＿ｆにおけるＭ個の初期位相θ_1～θ_Mのうちの対応する初期位相θ_kの値が用いられる。

[0041] 他方、式（２）の右辺におけるϕ_kには、第４処理にて変換されたエラー信号ＥＳ＿ｆにおけるＭ個の位相ϕ_1～ϕ_Mのうちの対応する位相ϕ_kの値が用いられる。例えば、Ｎ回の第５処理のうちの第１回の第５処理においては、図６に示すエラー信号ＥＳ＿ｆにおけるＭ個の位相ϕ_1～ϕ_Mのうちの対応する位相ϕ_kの値が用いられる。

[0042] すなわち、第５処理は、マルチトーン信号ＭＳ＿ｆの位相成分（θ_k）とエラー信号ＥＳ＿ｆの位相成分（ϕ_k）との差分値（$\theta_k - \phi_k$）に基づき、個々の初期位相θ_kを更新する処理を含むものである。より具体的には、第５処理は、対応するトーン信号ＴＳ$_k$の位相成分（θ_k）と対応するエラー信号ＥＳ$_k$の位相成分（ϕ_k）との差分値（$\theta_k - \phi_k$）に基づき、個々の初期位相θ_kを更新する処理を含むものである。

[0043] 以下同様にして、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理が繰り返し実行される。ただし、第２回以降の各回の第１処理において、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々には、前回の第５処理における更新後の値が用

いられる。例えば、第２回の第１処理において、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々には、第１回の第５処理における更新後の値が用いられる。

[0044] 図７は、第２回の第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの例を示している。図７に示す例においては、Ｍ＝５である。ただし、図７におけるθ_1～θ_5は、第１回の第５処理における更新前の初期位相θ_1～θ_5を示している。すなわち、図７におけるθ_1～θ_5は、初期値計算部１により計算された値に対応するものである。

[0045] かかる収束演算が実行されることにより、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲが低減される。より具体的には、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲが低減されるような値に個々の初期位相θ_kが収束する。これにより、低ＰＡＰＲマルチトーン信号が実現される。

[0046] 図８は、初期値計算部１により計算された初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳ＿ｔにおけるＰＡＰＲの例を示している。これに対して、図９は、第Ｎ回の第５処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳ＿ｔにおけるＰＡＰＲの例を示している。図８及び図９に示す如く、収束演算の実行後におけるマルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲは、収束演算の実行前におけるマルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲに比して低減されている。

[0047] かかる収束演算が終了したとき、波形データ生成部２は、第Ｎ回の第５処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mを用いて、第１処理と同様の処理を実行する。次いで、波形データ生成部２は、第２処理と同様の処理を実行する。これにより、第Ｎ回の第５処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形が生成される。波形データ生成部２は、かかる時間領域波形を示すデータ（すなわち波形データ）ＷＤを生成する。

[0048] マルチトーン信号出力部３は、波形データ生成部２により生成された波形データＷＤを取得するものである。マルチトーン信号出力部３は、当該取得された波形データＷＤに対応するマルチトーン信号ＭＳを出力するものであ

る。これにより、低ＰＡＰＲマルチトーン信号が出力される。

[0049] ここで、波形データ生成部２により生成された波形データＷＤは、デジタルデータである。他方、マルチトーン信号出力部３により出力されるマルチトーン信号ＭＳは、アナログ信号である。すなわち、マルチトーン信号出力部３は、デジタルデータの入力を受け付けて、当該入力されたデジタルデータに対応するアナログ信号を出力するものである。

[0050] このようにして、マルチトーン信号生成装置１００の要部が構成されている。

[0051] 以下、初期値計算部１が有する機能を総称して「初期値計算機能」ということがある。また、かかる初期値計算機能に「Ｆ１」の符号を用いることがある。また、波形データ生成部２が有する機能を総称して「波形データ生成機能」ということがある。また、かかる波形データ生成機能に「Ｆ２」の符号を用いることがある。また、マルチトーン信号出力部３が有する機能を総称して「マルチトーン信号出力機能」ということがある。また、かかるマルチトーン信号出力機能に「Ｆ３」の符号を用いることがある。

[0052] 次に、図１０～図１２を参照して、マルチトーン信号生成装置１００の要部のハードウェア構成について説明する。

[0053] 図１０に示す如く、マルチトーン信号生成装置１００は、プロセッサ２１、メモリ２２及びデジタル－アナログ変換回路（以下「ＤＡＣ」という。）２３を有するものである。メモリ２２には、複数個の機能（初期値計算機能及び波形データ生成機能を含む。）Ｆ１，Ｆ２に対応するプログラムが記憶されている。プロセッサ２１は、メモリ２２に記憶されているプログラムを読み出して実行する。これにより、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２が実現される。また、マルチトーン信号出力機能Ｆ３は、ＤＡＣ２３により実現される。

[0054] または、図１１に示す如く、マルチトーン信号生成装置１００は、処理回路２４及びＤＡＣ２３を有するものである。処理回路２４は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２に対応する処理を実行する。これにより、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２が実現される。また、マルチトーン信号出力機能Ｆ３は、ＤＡＣ２３によ

り実現される。

[0055] または、図１２に示す如く、マルチトーン信号生成装置１００は、プロセッサ２１、メモリ２２、処理回路２４及びＤＡＣ２３を有するものである。メモリ２２には、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２のうちの一部の機能に対応するプログラムが記憶されている。プロセッサ２１は、メモリ２２に記憶されているプログラムを読み出して実行する。これにより、かかる一部の機能が実現される。また、処理回路２４は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２のうちの残余の機能に対応する処理を実行する。これにより、かかる残余の機能が実現される。また、マルチトーン信号出力機能Ｆ３は、ＤＡＣ２３により実現される。

[0056] プロセッサ２１は、１個以上のプロセッサにより構成されている。個々のプロセッサは、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ又はＤＳＰ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｓｉｇｎａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｏｒ）を用いたものである。

[0057] メモリ２２は、１個以上の不揮発性メモリにより構成されている。または、メモリ２２は、１個以上の不揮発性メモリ及び１個以上の揮発性メモリにより構成されている。すなわち、メモリ２２は、１個以上のメモリにより構成されている。個々のメモリは、例えば、半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、磁気テープ又は磁気ドラムを用いたものである。より具体的には、個々の揮発性メモリは、例えば、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）を用いたものである。また、個々の不揮発性メモリは、例えば、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、フラッシュメモリ、ＥＰＲＯＭ（Ｅｒａｓａｂｌｅ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、ＥＥＰＲＯＭ（Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌｌｙ Ｅｒａｓａｂｌｅ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、ソリッドステートドライブ、ハードディスクドライブ、フレキシブルディスク、コンパクトディスク、ＤＶＤ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｖｅｒｓａｔｉｌｅ Ｄｉｓｃ）、ブルーレイディスク又はミニディスク

を用いたものである。

[0058] 処理回路２４は、１個以上のデジタル回路により構成されている。または、処理回路２４は、１個以上のデジタル回路及び１個以上のアナログ回路により構成されている。すなわち、処理回路２４は、１個以上の処理回路により構成されている。個々の処理回路は、例えば、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）、ＰＬＤ（Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｌｏｇｉｃ Ｄｅｖｉｃｅ）、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）、ＳｏＣ（Ｓｙｓｔｅｍ ｏｎ ａ Ｃｈｉｐ）又はシステムＬＳＩ（Ｌａｒｇｅ Ｓｃａｌｅ Ｉｎｔｅｇｒａｔｉｏｎ）を用いたものである。

[0059] ここで、プロセッサ２１が複数個のプロセッサにより構成されているとき、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２と複数個のプロセッサとの対応関係は任意である。すなわち、複数個のプロセッサの各々は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２のうちの対応する１個以上の機能に対応するプログラムを読み出して実行するものであっても良い。または、プロセッサ２１は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２の各々に対応する専用のプロセッサを含むものであっても良い。

[0060] また、メモリ２２が複数個のメモリにより構成されているとき、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２と複数個のメモリとの対応関係は任意である。すなわち、複数個のメモリの各々は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２のうちの対応する１個以上の機能に対応するプログラムを記憶するものであっても良い。または、メモリ２２は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２の各々に対応する専用のメモリを含むものであっても良い。

[0061] また、処理回路２４が複数個の処理回路により構成されているとき、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２と複数個の処理回路との対応関係は任意である。すなわち、複数個の処理回路の各々は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２のうちの対応する１個以上の機能に対応する処理を実行するものであっても良い。または、処理回路２４は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２の各々に対応する専用の処理回路を含むものであっても良い。

[0062] 次に、図１３に示すフローチャートを参照して、マルチトーン信号生成装置１００の動作について説明する。

[0063] まず、初期値計算部１は、式（１＿１）又は式（１＿２）を用いた代数計算を実行することにより、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を計算する。すなわち、初期値計算部１は、個々の初期位相θ_kを計算する（ステップＳＴ１）。

[0064] 次いで、波形データ生成部２は、初期値計算部１により計算された初期位相θ_1～θ_Mを用いて、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを低減するための収束演算を実行する。これにより、波形データ生成部２は、ＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号ＭＳに対応する波形データＷＤを生成する（ステップＳＴ２）。すなわち、波形データ生成部２は、低ＰＡＰＲマルチトーン信号に対応する波形データＷＤを生成する。

[0065] 次いで、マルチトーン信号出力部３は、波形データ生成部２により生成された波形データＷＤに対応するマルチトーン信号ＭＳを出力する（ステップＳＴ３）。これにより、低ＰＡＰＲマルチトーン信号が出力される。

[0066] 次に、図１４に示すフローチャートを参照して、波形データ生成部２の動作について説明する。すなわち、ステップＳＴ２にて実行される処理について説明する。

[0067] 上記のとおり、波形データ生成部２は、収束演算を実行するものである。波形データ生成部２における収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理をＮ回実行するものである（ステップＳＴ１１）。

[0068] まず、第１処理部１１が第１処理を実行する（ステップＳＴ２１）。すなわち、第１処理部１１は、初期値計算部１により計算された初期位相θ_1～θ_Mを用いて、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを設定する。このとき、Ｍ個の振幅A_1～A_Mの各々には、所定値（例えば１）が用いられる。

[0069] 次いで、第２処理部１２が第２処理を実行する（ステップＳＴ２２）。これにより、ステップＳＴ１１にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆが時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔに変換される。

[0070] 次いで、第３処理部１３が第３処理を実行する（ステップＳＴ２３）。これにより、時間領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｔが算出される。エラー信号ＥＳ＿ｔは、ステップＳＴ２２にて変換されたるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔの値と基準値Ｓとの差分値に基づくものである。

[0071] 次いで、第４処理部１４が第４処理を実行する（ステップＳＴ２４）。これにより、ステップＳＴ２３にて算出されたエラー信号ＥＳ＿ｔが周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆに変換される。

[0072] 次いで、第５処理部１５が第５処理を実行する（ステップＳＴ２５）。すなわち、第５処理部１５は、式（２）により個々の初期位相θ_kを更新する。これにより、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々が更新される。

[0073] これらの処理がＮ回実行されたとき、収束演算が終了する。次いで、波形データ生成部２は、波形データＷＤを生成する（ステップＳＴ１２）。当該生成された波形データＷＤは、第Ｎ回の第５処理（ステップＳＴ２５）における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形を示すものである。

[0074] 次に、マルチトーン信号生成装置１００を用いることによる効果について説明する。

[0075] 第一に、マルチトーン信号生成装置１００においては、代数計算により個々の初期位相θ_kが計算される。また、かかる代数計算に用いられる数式（すなわち式（１＿１）又は式（１＿２））は、トーン数Ｍに対応する代数を含むものである。これにより、トーン数Ｍにかかわらず、個々の初期位相θ_kを簡単に計算することができる。また、当該計算された初期位相θ_kを収束演算に用いることにより、トーン数Ｍにかかわらず、低ＰＡＰＲマルチトーン信号を生成することができる。すなわち、任意のトーン数Ｍに対して低ＰＡＰＲマルチトーン信号を生成することができる。

[0076] 第二に、初期値計算部１における代数計算に用いられる数式は、整数ｒに対応する代数を含むものである。これにより、ＰＢＣと異なる値を初期位相θ_1～θ_Mに用いることができるのはもちろんのこと、ニューマン位相と異な

る値を初期位相θ_1～θ_Mに用いることができる。すなわち、以下の参考文献１におけるδkと異なる値を個々の初期位相θ_kに用いることができる。

[0077] ［参考文献１］

特開２０００－２５４１１８号公報

[0078] 次に、マルチトーン信号生成装置１００の変形例について説明する。

[0079] 上記のとおり、波形データ生成部２における収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理をＮ回実行するものである。波形データ生成部２は、かかる収束演算を１回実行するものであっても良い。または、波形データ生成部２は、かかる収束演算をＬ回実行するものであっても良い。ここで、Ｌは、２以上の整数である。

[0080] 波形データ生成部２が収束演算をＬ回実行することにより、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理がＮ×Ｌ回実行される。この場合、第２回以降の各回の収束演算における第１回の第１処理においては、前回の収束演算における第Ｎ回の第５処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mが用いられる。また、波形データ生成部２は、第Ｌ回の収束演算が終了したとき、波形データＷＤを生成する。当該生成された波形データＷＤは、第Ｌ回の収束演算における第Ｎ回の第５処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形を示すものである。

[0081] 以上のように、実施の形態１に係るマルチトーン信号生成装置１００は、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを低減するための収束演算に用いられる初期値を計算する初期値計算部１と、初期値を用いた収束演算を実行することによりＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号ＭＳの波形を示す波形データＷＤを生成する波形データ生成部２と、波形データ生成部２により生成された波形データＷＤに対応するマルチトーン信号ＭＳを出力するマルチトーン信号出力部３と、を備え、初期値は、マルチトーン信号ＭＳに含まれるＭ個のトーン信号TS_1～TS_Mに対応するＭ個の初期位相θ_1～θ_Mを含み、初期値計算部１は、所定の数式を用いた代数計算を実行することによりＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を計算するものであり、数式は、マルチトーン信号Ｍ

Ｓのトーン数Ｍに対応する代数を含む。これにより、個々の初期位相θ_kを簡単に計算することができる。また、任意のトーン数Ｍに対して低ＰＡＰＲマルチトーン信号を生成することができる。

[0082] また、数式は、トーン数Ｍに対して互いに素である整数ｒに対応する代数を含む。これにより、ＰＢＣと異なる値を初期位相θ_1～θ_Mに用いることができるのはもちろんのこと、ニューマン位相と異なる値を初期位相θ_1～θ_Mに用いることができる。

[0083] また、数式は、$\theta_k=(2\pi/M)*\{(k-1)^2/2\}*r$である。これにより、式（１＿１）を用いて個々の初期位相θ_kを計算することができる。

[0084] また、数式は、$\theta_k=(2\pi/M)*\{k(k-1)/2\}*r$である。これにより、式（１＿２）を用いて個々の初期位相θ_kを計算することができる。

[0085] また、収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものであり、複数個の処理は、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含む。これにより、例えば、図１４に示すフローチャートに基づき、波形データ生成部２における収束演算を実現することができる。すなわち、個々の初期位相θ_kの値の収束により、マルチトーン信号ＭＳにおけるＰＡＰＲの低減を実現することができる。

[0086] また、収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理をＮ回実行するものであり、第１処理は、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mを用いて周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを設定する処理を含み、第２処理は、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔに変換する処理を含み、第３処理は、時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔの値と所定の基準値Ｓとの差分値を算出することにより時間領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｔを算出する処理を含み、第４処理は、時間領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｔを周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆに変換する処理を含み、第５処理は、周波数領域におけ

るマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの位相成分（θ_k）と周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆの位相成分（ϕ_k）との差分値（$\theta_k - \phi_k$）に基づきＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含む。これにより、図１４に示すフローチャートに基づき、波形データ生成部２における収束演算を実現することができる。

[0087] また、実施の形態１に係るマルチトーン信号生成方法は、初期値計算部１が、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを低減するための収束演算に用いられる初期値を計算するステップＳＴ１と、波形データ生成部２が、初期値を用いた収束演算を実行することによりＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号ＭＳの波形を示す波形データＷＤを生成するステップＳＴ２と、マルチトーン信号出力部３が、波形データ生成部２により生成された波形データＷＤに対応するマルチトーン信号ＭＳを出力するステップＳＴ３と、を備え、初期値は、マルチトーン信号ＭＳに含まれるＭ個のトーン信号TS_1～TS_Mに対応するＭ個の初期位相θ_1～θ_Mを含み、初期値計算部１は、所定の数式を用いた代数計算を実行することによりＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を計算するものであり、数式は、マルチトーン信号ＭＳのトーン数Ｍに対応する代数を含む。これにより、個々の初期位相θ_kを簡単に計算することができる。また、任意のトーン数Ｍに対して低ＰＡＰＲマルチトーン信号を生成することができる。

[0088] 実施の形態２.

図１５は、実施の形態２に係るマルチトーン信号生成装置の要部を示すブロック図である。図１６は、実施の形態２に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の要部を示すブロック図である。図１５及び図１６を参照して、実施の形態２に係るマルチトーン信号生成装置について説明する。

[0089] なお、図１５において、図１に示すブロックと同様のブロックには同一符号を付して説明を省略する。また、図１６において、図２に示すブロックと同様のブロックには同一符号を付して説明を省略する。

[0090] 図１５に示す如く、マルチトーン信号生成装置１００ａは、初期値計算部１、波形データ生成部２ａ及びマルチトーン信号出力部３を含むものである。図１６に示す如く、波形データ生成部２ａは、第１処理部１１、第２処理部１２、第３処理部１３、第４処理部１４及び第５処理部１５ａを含むものである。これに加えて、波形データ生成部２ａは、第６処理部１６及び第７処理部１７を含むものである。

[0091] すなわち、波形データ生成部２ａにおける収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理を含むものである。これに加えて、波形データ生成部２ａにおける収束演算は、第６処理部１６により実行される処理（以下「第６処理」という。）及び第７処理部１７により実行される処理（以下「第７処理」という。）を含むものである。以下、波形データ生成部２ａにおける収束演算について、波形データ生成部２における収束演算と異なる部分を中心に説明する。

[0092] 第６処理部１６は、Ｎ回の第４処理のうちの各回の第４処理が実行されたとき、第６処理を実行する。第６処理は、疑似乱数ｘを生成する処理を含むものである。また、第６処理は、当該生成された疑似乱数ｘを所定の閾値αと比較する処理を含むものである。

[0093] 疑似乱数ｘは、例えば、閉区間［０，１］の範囲内にて、一様分布又は標準正規分布に基づき生成される。この場合、閾値αは、０．５以上かつ１未満の範囲内の値に設定されるのが好適である。また、閾値αは、０．９以上かつ１未満の範囲内の値に設定されるのが更に好適である。この理由については後述する。

[0094] 第５処理部１５ａは、上記生成された疑似乱数ｘが閾値α未満の値であるとき、第５処理部１５により実行される第５処理と同様の第５処理を実行する。すなわち、第５処理部１５ａは、実施の形態１にて説明した式（２）により、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する。

[0095] 第７処理部１７は、上記生成された疑似乱数ｘが閾値α以上の値であるとき、第７処理を実行するものである。第７処理は、以下の式（３）により、

Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含むものである。

[0096] $\theta_k \leftarrow \theta_k - \beta\phi_k$ （３）

[0097] ここで、βは、所定の定数である。βは、非０値に設定されており、かつ、非１値に設定されている（$\beta \neq 0$，$\beta \neq 1$）。すなわち、第７処理は、マルチトーン信号ＭＳ＿ｆの位相成分（θ_k）とエラー信号ＥＳ＿ｆの位相成分（ϕ_k）が定数倍された値（$\beta\phi_k$）との差分値（$\theta_k - \beta\phi_k$）に基づき、個々の初期位相θ_kを更新する処理を含むものである。より具体的には、第７処理は、対応するトーン信号ＴＳ$_k$の位相成分（θ_k）と対応するエラー信号ＥＳ$_k$の位相成分（ϕ_k）が定数倍された値（$\beta\phi_k$）との差分値（$\theta_k - \beta\phi_k$）に基づき、個々の初期位相θ_kを更新する処理を含むものである。

[0098] このように、波形データ生成部２ａにおける収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものである。より具体的には、波形データ生成部２ａにおける収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第６処理をＮ回実行するとともに、第５処理又は第７処理を選択的にＮ回実行するものである。換言すれば、波形データ生成部２ａにおける収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理、第６処理及び第５処理又は第７処理をＮ回実行するものである。第２回以降の各回の第１処理において、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々には、前回の第５処理又は第７処理における更新後の値が用いられる。また、波形データＷＤは、第Ｎ回の第５処理又は第７処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形を示すものである。

[0099] なお、閾値αには、ユーザにより事前に設定された値が用いられるものであっても良い。また、定数βには、ユーザにより事前に設定された値が用いられるものであっても良い。この場合、波形データ生成部２ａは、当該設定された閾値αを取得するとともに、当該設定された定数βを取得するものであっても良い（図１５参照）。

[0100] 図１７は、定数倍された位相（$\beta\phi_k$）に対応するエラー信号ＥＳ＿ｆの例を示している。図１７に示す例においては、Ｍ＝５である。

[0101] 図１８は、第７処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの例を示している。図１８に示す例においては、Ｍ＝５である。ただし、図１８におけるθ_1～θ_5は、第７処理における更新前の初期位相θ_1～θ_5を示している。すなわち、図１８におけるθ_1～θ_5は、初期値計算部１により計算された値に対応するものである。

[0102] このようにして、マルチトーン信号生成装置１００ａの要部が構成されている。

[0103] 以下、波形データ生成部２ａが有する機能を総称して「波形データ生成機能」ということがある。また、かかる波形データ生成機能に「Ｆ２ａ」の符号を用いることがある。

[0104] マルチトーン信号生成装置１００ａの要部のハードウェア構成は、実施の形態１にて図１０～図１２を参照して説明したものと同様である。このため、詳細な説明は省略する。

[0105] すなわち、マルチトーン信号生成装置１００ａは、複数個の機能（初期値計算機能及び波形データ生成機能を含む。）Ｆ１，Ｆ２ａを有するものであり、かつ、マルチトーン信号出力機能Ｆ３を有するものである。複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ａの各々は、プロセッサ２１及びメモリ２２により実現されるものであっても良く、又は処理回路２４により実現されるものであっても良い。また、マルチトーン信号出力機能Ｆ３は、ＤＡＣ２３により実現されるものであっても良い。

[0106] ここで、プロセッサ２１は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ａの各々に対応する専用のプロセッサを含むものであっても良い。また、メモリ２２は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ａの各々に対応する専用のメモリを含むものであっても良い。また、処理回路２４は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ａの各々に対応する専用の処理回路を含むものであっても良い。

[0107] 次に、図１９に示すフローチャートを参照して、マルチトーン信号生成装置１００ａの動作について説明する。なお、図１９において、図１３に示すステップと同様のステップには同一符号を付して説明を省略する。

[0108] まず、ステップＳＴ１の処理が実行される。

[0109] 次いで、波形データ生成部２ａは、初期値計算部１により計算された初期位相θ_1～θ_Mを用いて、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを低減するための収束演算を実行する。これにより、波形データ生成部２ａは、ＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号ＭＳに対応する波形データＷＤを生成する（ステップＳＴ２ａ）。

[0110] 次いで、ステップＳＴ３の処理が実行される。

[0111] 次に、図２０に示すフローチャートを参照して、波形データ生成部２ａの動作について説明する。すなわち、ステップＳＴ２ａにて実行される処理について説明する。なお、図２０において、図１４に示すステップと同様のステップには同一符号を付して説明を省略する。

[0112] 上記のとおり、波形データ生成部２ａは、収束演算を実行するものである。波形データ生成部２ａにおける収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理、第６処理及び第５処理又は第７処理をＮ回実行するものである（ステップＳＴ１１ａ）。

[0113] まず、第１処理部１１が第１処理を実行する（ステップＳＴ２１）。次いで、第２処理部１２が第２処理を実行する（ステップＳＴ２２）。次いで、第３処理部１３が第３処理を実行する（ステップＳＴ２３）。次いで、第４処理部１４が第４処理を実行する（ステップＳＴ２４）。

[0114] 次いで、第６処理部１６が第６処理を実行する（ステップＳＴ２６＿１，ＳＴ２６＿２）。これにより、疑似乱数ｘが生成される（ステップＳＴ２６＿１）。また、当該生成された疑似乱数ｘが閾値αと比較される（ステップＳＴ２６＿２）。

[0115] 疑似乱数ｘが閾値α未満の値である場合（ステップＳＴ２６＿２“ＹＥＳ”）、第５処理部１５ａが第５処理を実行する（ステップＳＴ２５ａ）。すなわち、第５処理部１５ａは、式（２）により個々の初期位相θ_kを更新する。これにより、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々が更新される。

[0116] 他方、疑似乱数ｘが閾値α以上の値である場合（ステップＳＴ２６＿２“

ＮＯ”）、第７処理部１７が第７処理を実行する（ステップＳＴ２７）。すなわち、第７処理部１７は、式（３）により個々の初期位相θ_kを更新する。これにより、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々が更新される。

[0117] これらの処理がＮ回実行されたとき、収束演算が終了する。次いで、波形データ生成部２ａは、波形データＷＤを生成する（ステップＳＴ１２）。当該生成された波形データＷＤは、第Ｎ回の第５処理又は第７処理（ステップＳＴ２５ａ又はステップＳＴ２７）における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形を示すものである。

[0118] 次に、マルチトーン信号生成装置１００ａを用いることによる効果について説明する。

[0119] マルチトーン信号生成装置１００においては、収束演算により個々の初期位相θ_kがＮ回更新されるものであるところ、かかるＮ回の更新における更新方法が一定である。すなわち、かかるＮ回の更新のうちの各回の更新が第５処理によるものである。このため、個々の初期位相θ_kの値が収束したとき、当該収束した値が局所解に対応する値となる可能性がある。換言すれば、収束演算が局所解に陥る可能性がある。

[0120] これに対して、マルチトーン信号生成装置１００ａにおいては、閾値αに応じた確率にて、かかるＮ回の更新のうちの各回の更新における更新方法が変化する。すなわち、閾値αに応じた確率にて、かかる更新方法が第５処理から第７処理に変化し得るものである。これにより、個々の初期位相θ_kの値が収束したとき、当該収束した値が局所解に対応する値となるのを回避することができる。換言すれば、かかる局所解の発生を回避することができる。

[0121] ここで、閾値αが小さい値（例えば０．５未満の値）に設定されている場合、各回の更新において、第５処理が実行される確率に比して第７処理が実行される確率が高くなる。換言すれば、各回の更新において、第７処理が実行される確率に比して第５処理が実行される確率が低くなる。これにより、局所解の発生を回避する効果が低下する。このため、上記のとおり、閾値αは、例えば、０．５以上かつ１未満の範囲内の値に設定されるのが好適であ

る。

[0122] そして、各回の更新にて第７処理が実行される確率を１０％以下にすることにより、局所解の発生を回避する効果を向上することができる。これは、経験則によるものである。このため、上記のとおり、閾値αは、例えば、０．９以上かつ１未満の範囲内の値に設定されるのが更に好適である。

[0123] 次に、マルチトーン信号生成装置１００ａの変形例について説明する。

[0124] マルチトーン信号生成装置１００ａは、実施の形態１にて説明したものと同様の種々の変形例を採用することができる。例えば、波形データ生成部２ａは、図２０に示す収束演算をＬ回実行するものであっても良い。

[0125] 波形データ生成部２ａが収束演算をＬ回実行することにより、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第６処理がＮ×Ｌ回実行されるとともに、第５処理又は第７処理が選択的にＮ×Ｌ回実行される。この場合、第２回以降の各回の収束演算における第１回の第１処理においては、前回の収束演算における第Ｎ回の第５処理又は第７処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mが用いられる。また、波形データ生成部２ａは、第Ｌ回の収束演算が終了したとき、波形データＷＤを生成する。当該生成された波形データＷＤは、第Ｌ回の収束演算における第Ｎ回の第５処理又は第７処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形を示すものである。

[0126] 以上のように、実施の形態２に係るマルチトーン信号生成装置１００ａにおいて、収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものであり、複数個の処理は、疑似乱数ｘを生成する処理を含み、複数個の処理は、疑似乱数ｘに応じて異なる更新方法によりＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含む。これにより、収束演算における局所解の発生を回避することができる。換言すれば、個々の初期位相θ_kの値が収束したとき、当該収束した値を大局解に対応する値にすることができる。この結果、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを更に低減することができる。

[0127] また、収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理、第６処理

及び第５処理又は第７処理をＮ回実行するものであり、第１処理は、Ｍ個の初期位相θ_1～θ_Mを用いて周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを設定する処理を含み、第２処理は、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔに変換する処理を含み、第３処理は、時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔの値と所定の基準値Ｓとの差分値を算出することにより時間領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｔを算出する処理を含み、第４処理は、時間領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｔを周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆに変換する処理を含み、第６処理は、疑似乱数ｘを生成する処理及び疑似乱数ｘを所定の閾値αと比較する処理を含み、第５処理は、疑似乱数ｘが閾値α未満の値である場合、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの位相成分（θ_k）と周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆの位相成分（ϕ_k）との差分値（$\theta_k-\phi_k$）に基づきＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含み、第７処理は、疑似乱数ｘが閾値α以上の値である場合、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳの位相成分（θ_k）と周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆの位相成分（ϕ_k）が定数倍された値（$\beta\phi_k$）との差分値（$\theta_k-\beta\phi_k$）に基づきＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含む。これにより、図２０に示すフローチャートに基づき、波形データ生成部２ａにおける収束演算を実現することができる。

[0128] 実施の形態３．

図２１は、実施の形態３に係るマルチトーン信号生成装置の要部を示すブロック図である。図２２は、実施の形態３に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の要部を示すブロック図である。図２１及び図２２を参照して、実施の形態３に係るマルチトーン信号生成装置について説明する。

[0129] なお、図２１において、図１に示すブロックと同様のブロックには同一符号を付して説明を省略する。また、図２２において、図２に示すブロックと同様のブロックには同一符号を付して説明を省略する。

[0130] 図２１に示す如く、マルチトーン信号生成装置１００ｂは、初期値計算部１、波形データ生成部２ｂ及びマルチトーン信号出力部３を含むものである。図２２に示す如く、波形データ生成部２ｂは、第１処理部１１、第２処理部１２、第３処理部１３、第４処理部１４及び第５処理部１５を含むものである。これに加えて、波形データ生成部２ｂは、第８処理部１８を含むものである。

[0131] すなわち、波形データ生成部２ｂにおける収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理を含むものである。これに加えて、波形データ生成部２ｂにおける収束演算は、第８処理部１８により実行される処理（以下「第８処理」という。）を含むものである。以下、波形データ生成部２ｂにおける収束演算について、波形データ生成部２における収束演算と異なる部分を中心に説明する。

[0132] 以下、収束演算におけるＮ回の処理のうちの各回の処理に対応するインデックスに「ｉ」の符号を用いることがある。すなわち、インデックスｉは、Ｎ個の整数値（１～Ｎ）のうちの個々の整数値を示し得るものである。

[0133] 第８処理は、Ｎ×Ｍ個の倍率（１＋$\gamma_{1,1}$）～（１＋$\gamma_{N,M}$）に対応するＮ×Ｍ個の値（以下「倍率値」という。）$\gamma_{1,1}$～$\gamma_{N,M}$を用いるものである。個々の倍率値$\gamma_{i,k}$は、Ｍ個のトーン信号TS_1～TS_Mのうちの第ｋのトーン信号TS_kに対応するものであり、かつ、Ｎ回の第８処理のうちの第ｉ回の第８処理に対応するものである。すなわち、個々の倍率値$\gamma_{i,k}$は、Ｍ個のトーン信号TS_1～TS_Mのうちのいずれか１個のトーン信号TS_kに対応するものであり、かつ、Ｎ回の第８処理のうちのいずれか１回の第８処理に対応するものである。

[0134] ここで、Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1}$～$\gamma_{N,M}$のうちの各２個の倍率値$\gamma_{i,k}$は、互いに異なる値に設定されるのが好適である。ただし、Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1}$～$\gamma_{N,M}$のうちの一部の倍率値$\gamma_{i,k}$について、かかる一部の倍率値$\gamma_{i,k}$のうちの各２個の倍率値$\gamma_{i,k}$が互いに同一の値に設定されるものであっても良い。なお、個々の倍率値$\gamma_{i,k}$は、非－１値に設定されている（$\gamma_{i,k}\neq$

－１）。これは、個々の倍率値$\gamma_{i,k}$について、対応する倍率（１＋$\gamma_{i,k}$）を非０値にするためである。

[0135] 第８処理部１８は、Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1}$～$\gamma_{N,M}$を示すデータテーブルを有するものである。または、第８処理部１８は、各回の第８処理を実行するとき、Ｍ個のトーン信号TS_1～TS_Mに対応するＭ個の疑似乱数を生成して、当該生成された疑似乱数を対応する倍率値$\gamma_{i,k}$に用いるものである。

[0136] Ｎ回の第１処理のうちの第１回の第１処理において、Ｍ個の振幅A_1～A_Mの各々には、所定値（例えば１）が用いられる。このため、第１回の第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆにおいては、個々の振幅A_kが１である（図３参照）。

[0137] 第８処理部１８は、各回の第１処理が実行されたとき、第８処理を実行する。各回の第８処理は、Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1}$～$\gamma_{N,M}$のうちの対応する倍率値$\gamma_{i,k}$を用いて、Ｍ個の振幅A_1～A_Mの各々を更新する処理を含むものである。すなわち、各回の第８処理は、以下の式（４）により個々の振幅A_kを更新する処理を含むものである。

[0138] $A_k \leftarrow (1+\gamma_{i,k})A_k$ （４）

[0139] また、各回の第８処理は、当該更新された振幅A_1～A_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを生成する処理を含むものである。すなわち、各回の第８処理は、対応する第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆについて、個々の振幅A_kを（１＋$\gamma_{i,k}$）倍にする処理を含むものである。これにより、対応する第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆに対して、個々の振幅A_kが（１＋$\gamma_{i,k}$）倍されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆが生成される。

[0140] 図２３は、各回の第８処理における個々の倍率（１＋$\gamma_{i,k}$）の例を示している。図２３に示す例においては、Ｎ＝３であり、かつ、Ｍ＝５である。

[0141] 図２４は、Ｎ回の第８処理のうちの第１回の第８処理にて生成されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの例を示している。図２４に示す例においては、Ｍ＝５である。ただし、図２４におけるA_1～A_5は、第１回の第８処理における

更新前の振幅A_1～A_5を示している。すなわち、図２４におけるA_1～A_5は、１に対応するものである。

[0142] 各回の第８処理に次いで、第２処理が実行される。各回の第２処理においては、対応する第８処理にて生成されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆが時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔに変換される。次いで、第３処理、第４処理及び第５処理が順次実行される。第５処理が実行されることにより、個々の初期位相θ_kが更新される。次いで、かかる更新後の初期位相θ_1～θ_Mを用いて、次回の第１処理が実行される。ただし、第２回以降の各回の第１処理において、Ｍ個の振幅A_1～A_Mの各々には、前回の第８処理における更新後の値が用いられる。

[0143] すなわち、Ｎ回の第１処理のうちの第１回の第１処理においては、所定値（例えば１）が個々の振幅A_kに用いられるとともに、初期値計算部１により計算された値が個々の初期位相θ_kに用いられる。他方、Ｎ回の第１処理のうちの第２回以降の各回の第１処理においては、前回の第８処理における更新後の値が個々の振幅A_kに用いられるとともに、前回の第５処理における更新後の値が個々の初期位相θ_kに用いられる。

[0144] 図２５は、第２回の第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの例を示している。図２５に示す例においては、Ｍ＝５である。ただし、図２５におけるA_1～A_5は、第１回の第８処理における更新前の振幅A_1～A_5を示している。すなわち、図２５におけるA_1～A_5は、１に対応するものである。また、図２５におけるθ_1～θ_5は、第１回の第５処理における更新前の初期位相θ_1～θ_5を示している。すなわち、図２５におけるθ_1～θ_5は、初期値計算部１により計算された値に対応するものである。

[0145] このように、波形データ生成部２ｂおける収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものである。より具体的には、波形データ生成部２ｂおける収束演算は、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理をＮ回実行するものである。

[0146] このようにして、マルチトーン信号生成装置１００ｂの要部が構成されて

いる。

[0147] 以下、波形データ生成部２ｂが有する機能を総称して「波形データ生成機能」ということがある。また、かかる波形データ生成機能に「Ｆ２ｂ」の符号を用いることがある。

[0148] マルチトーン信号生成装置１００ｂの要部のハードウェア構成は、実施の形態１にて図１０～図１２を参照して説明したものと同様である。このため、詳細な説明は省略する。

[0149] すなわち、マルチトーン信号生成装置１００ｂは、複数個の機能（初期値計算機能及び波形データ生成機能を含む。）Ｆ１，Ｆ２ｂを有するものであり、かつ、マルチトーン信号出力機能Ｆ３を有するものである。複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ｂの各々は、プロセッサ２１及びメモリ２２により実現されるものであっても良く、又は処理回路２４により実現されるものであっても良い。また、マルチトーン信号出力機能Ｆ３は、ＤＡＣ２３により実現されるものであっても良い。

[0150] ここで、プロセッサ２１は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ｂの各々に対応する専用のプロセッサを含むものであっても良い。また、メモリ２２は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ｂの各々に対応する専用のメモリを含むものであっても良い。また、処理回路２４は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ｂの各々に対応する専用の処理回路を含むものであっても良い。

[0151] 次に、図２６に示すフローチャートを参照して、マルチトーン信号生成装置１００ｂの動作について説明する。なお、図２６において、図１３に示すステップと同様のステップには同一符号を付して説明を省略する。

[0152] まず、ステップＳＴ１の処理が実行される。

[0153] 次いで、波形データ生成部２ｂは、初期値計算部１により計算された初期位相θ_1～θ_Mを用いて、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを低減するための収束演算を実行する。これにより、波形データ生成部２ｂは、ＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号ＭＳに対応する波形データＷＤを生成する（ステップＳＴ２ｂ）。

[0154] 次いで、ステップＳＴ３の処理が実行される。

[0155] 次に、図２７に示すフローチャートを参照して、波形データ生成部２ｂの動作について説明する。すなわち、ステップＳＴ２ｂにて実行される処理について説明する。なお、図２７において、図１４に示すステップと同様のステップには同一符号を付して説明を省略する。

[0156] 上記のとおり、波形データ生成部２ｂは、収束演算を実行するものである。波形データ生成部２ｂにおける収束演算は、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理をＮ回実行するものである（ステップＳＴ１１ｂ）。

[0157] まず、第１処理部１１が第１処理を実行する（ステップＳＴ２１）。次いで、第８処理部１８が第８処理を実行する（ステップＳＴ２８）。これにより、式（４）により個々の振幅A_kが更新される。また、当該更新された振幅A_1～A_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳ＿ｆが生成される。すなわち、個々の振幅A_kが（１＋$\gamma_{i,k}$）倍される。

[0158] 次いで、ステップＳＴ２８にて生成されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆについて、第２処理部１２が第２処理を実行する（ステップＳＴ２２）。次いで、第３処理部１３が第３処理を実行する（ステップＳＴ２３）。次いで、第４処理部１４が第４処理を実行する（ステップＳＴ２４）。次いで、第５処理部１５が第５処理を実行する（ステップＳＴ２５）。

[0159] これらの処理がＮ回実行されたとき、収束演算が終了する。次いで、波形データ生成部２ｂは、波形データＷＤを生成する（ステップＳＴ１２）。当該生成された波形データＷＤは、第Ｎ回の第８処理（ステップＳＴ２８）における更新後の振幅A_1～A_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳであって、第Ｎ回の第５処理（ステップＳＴ２５）における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形を示すものである。

[0160] 次に、マルチトーン信号生成装置１００ｂを用いることによる効果について説明する。

[0161] 上記のとおり、波形データ生成部２ｂにおける収束演算は、個々の初期位

相θ_kを更新する処理（すなわち第５処理）に加えて、個々の振幅A_kを更新する処理（すなわち第８処理）を含むものである。収束演算における更新の対象となるパラメータの種類を増やすことにより、ＰＡＰＲを低減する効果の向上を図ることができる。

[0162] 次に、マルチトーン信号生成装置１００ｂの変形例について説明する。

[0163] マルチトーン信号生成装置１００ｂは、実施の形態１にて説明したものと同様の種々の変形例を採用することができる。例えば、波形データ生成部２ｂは、図２７に示す収束演算をＬ回実行するものであっても良い。以下、Ｌ回の収束演算のうちの各回の収束演算に対応するインデックスに「ｊ」の符号を用いることがある。すなわち、インデックスｊは、Ｌ個の整数値（１～Ｌ）のうちの個々の整数値を示し得るものである。

[0164] 波形データ生成部２ｂが収束演算をＬ回実行することにより、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理がＮ×Ｌ回実行される。この場合、第２回以降の各回の収束演算における第１回の第１処理においては、前回の収束演算における第Ｎ回の第８処理における更新後の振幅A_1～A_Mが用いられるとともに、前回の収束演算における第Ｎ回の第５処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mが用いられる。また、波形データ生成部２ｂは、第Ｌ回の収束演算が終了したとき、波形データＷＤを生成する。当該生成された波形データＷＤは、第Ｌ回の収束演算における第Ｎ回の第８処理における更新後の振幅A_1～A_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳであって、第Ｌ回の収束演算における第Ｎ回の第５処理における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形を示すものである。

[0165] ここで、個々の倍率値$\gamma_{i,k}$には、収束演算毎に異なる値が用いられるものであっても良い。換言すれば、第８処理部１８は、Ｌ×Ｎ×Ｍ個の倍率（$1+\gamma_{1,1,1}$）～（$1+\gamma_{L,N,M}$）に対応するＬ×Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1,1}$～$\gamma_{L,N,M}$を用いるものであっても良い。個々の倍率値$\gamma_{j,i,k}$は、Ｍ個のトーン信号TS_1～TS_Mのうちの第ｋのトーン信号TS_kに対応するものであり、かつ、Ｎ回の第８処理のうちの第ｉ回の第８処理に対応するものでり、かつ

、Ｌ回の収束演算のうちの第ｊ回の収束演算に対応するものである。すなわち、個々の倍率値$\gamma_{j,i,k}$は、Ｍ個のトーン信号TS_1～TS_Mのうちのいずれか１個のトーン信号TS_kに対応するものであり、かつ、Ｎ回の第８処理のうちのいずれか１回の第８処理に対応するものであり、かつ、Ｌ回の収束演算のうちのいずれか１回の収束演算に対応するものである。

[0166] 各回の収束演算における各回の第８処理において、第８処理部１８は、Ｌ×Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1,1}$～$\gamma_{L,N,M}$のうちの対応する倍率値$\gamma_{j,i,k}$を用いて、Ｍ個の振幅A_1～A_Mの各々を更新する。すなわち、第８処理部１８は、以下の式（５）により個々の振幅A_kを更新する。

[0167] $$A_k \leftarrow (1+\gamma_{j,i,k})\,A_k \qquad (5)$$

[0168] また、各回の収束演算における各回の第８処理において、第８処理部１８は、当該更新された振幅A_1～A_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを生成する。すなわち、第８処理部１８は、対応する第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆについて、個々の振幅A_kを（１＋$\gamma_{j,i,k}$）倍にする。これにより、対応する第１処理にて設定されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆに対して、個々の振幅A_kが（１＋$\gamma_{j,i,k}$）倍されたマルチトーン信号ＭＳ＿ｆが生成される。

[0169] 図２８は、各回の収束演算における各回の第８処理における個々の倍率（１＋$\gamma_{j,i,k}$）の例を示している。図２８に示す例においては、Ｌ＝３であり、かつ、Ｎ＝３であり、かつ、Ｍ＝５である。

[0170] 次に、マルチトーン信号生成装置１００ｂの他の変形例について説明する。

[0171] 第８処理部１８は、各回の第８処理において、式（４）により個々の振幅A_kを更新するのに代えて、以下の式（６）により個々の振幅A_kを更新するものであっても良い。すなわち、第８処理部１８は、各回の第８処理において、個々の振幅A_kを（１－$\gamma_{i,k}$）倍にするものであっても良い。この場合、個々の倍率値$\gamma_{i,k}$は、非１値に設定されるのが好適である（$\gamma_{i,k} \neq 1$）。

[0172] $A_k \leftarrow (1-\gamma_{i,k})A_k$ （６）

[0173] または、第８処理部１８は、各回の収束演算における各回の第８処理において、式（５）により個々の振幅A_kを更新するのに代えて、以下の式（７）により個々の振幅A_kを更新するものであっても良い。すなわち、第８処理部１８は、各回の収束演算における各回の第８処理において、個々の振幅A_kを$(1-\gamma_{j,i,k})$倍にするものであっても良い。この場合、個々の倍率値$\gamma_{j,i,k}$は、非１値に設定されるのが好適である（$\gamma_{j,i,k} \neq 1$）。

[0174] $A_k \leftarrow (1-\gamma_{j,i,k})A_k$ （７）

[0175] 以上のように、実施の形態３に係るマルチトーン信号生成装置１００ｂにおいて、収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものであり、複数個の処理は、Ｍ個のトーン信号TS_1～TS_Mに対応するＭ個の振幅A_1～A_Mについて、複数個の振幅A_1～A_Mの各々を更新する処理を含み、複数個の処理は、複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含む。これにより、収束演算における更新の対象となるパラメータの種類を増やすことができる。この結果、ＰＡＰＲを低減する効果の向上を図ることができる。

[0176] また、収束演算は、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理をＮ回実行するものであり、第１処理は、Ｍ個のトーン信号TS_1～TS_Mに対応するＭ個の振幅A_1～A_M及びＭ個の初期位相θ_1～θ_Mを用いて周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ__ｆを設定する処理を含み、第８処理は、Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1}$～$\gamma_{N,M}$のうちの対応する倍率値$\gamma_{i,k}$又はＬ×Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1,1}$～$\gamma_{L,N,M}$のうちの対応する倍率値$\gamma_{j,i,k}$を用いてＭ個の振幅A_1～A_Mの各々を更新する処理を含み、第２処理は、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ__ｆを時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ__ｔに変換する処理を含み、第３処理は、時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ__ｔの値と所定の基準値Ｓとの差分値を算出することにより時間領域におけるエラー信号ＥＳ__ｔを算出する処理を含み、第４処理は、時間領域におけるエラー信号ＥＳ__ｔを周波数領域におけるエラー信号ＥＳ__ｆに変換する処理を含み、第５処理は、周波数領域におけるマルチト

ーン信号ＭＳ＿ｆの位相成分（θ_k）と周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆの位相成分（ϕ_k）との差分値（$\theta_k-\phi_k$）に基づきＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含む。これにより、図２７に示すフローチャートに基づき、波形データ生成部２ｂにおける収束演算を実現することができる。

[0177] また、Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1}$～$\gamma_{N,M}$の各々又はＬ×Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1,1}$～$\gamma_{L,N,M}$の各々は、Ｍ個のトーン信号ＴＳ$_1$～ＴＳ$_M$のうちのいずれか１個のトーン信号ＴＳ$_k$に対応するものであり、かつ、Ｎ回の第８処理のうちのいずれか１回の第８処理に対応するものである。これにより、Ｎ回の第８処理について、個々の振幅Ａ$_k$に係る倍率を第８処理毎に異ならしめることができる。

[0178] また、波形データ生成部２ｂは、収束演算をＬ回実行するものであり、Ｌ×Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1,1}$～$\gamma_{L,N,M}$の各々は、Ｌ回の収束演算のうちのいずれか１回の収束演算に対応するものである。これにより、Ｌ回の収束演算について、個々の振幅Ａ$_k$に係る倍率を収束演算毎に異ならしめることができる。

[0179] 実施の形態４．

図２９は、実施の形態４に係るマルチトーン信号生成装置の要部を示すブロック図である。図３０は、実施の形態４に係るマルチトーン信号生成装置における波形データ生成部の要部を示すブロック図である。図２９及び図３０を参照して、実施の形態４に係るマルチトーン信号生成装置について説明する。

[0180] なお、図２９において、図１に示すブロックと同様のブロックには同一符号を付して説明を省略する。また、図３０において、図１６に示すブロックと同様のブロックには同一符号を付して説明を省略する。また、図３０において、図２２に示すブロックと同様のブロックには同一符号を付して説明を省略する。

[0181] 図２９に示す如く、マルチトーン信号生成装置１００ｃは、初期値計算部

１、波形データ生成部２ｃ及びマルチトーン信号出力部３を含むものである。図３０に示す如く、波形データ生成部２ｃは、第１処理部１１、第２処理部１２、第３処理部１３、第４処理部１４及び第５処理部１５ａを含むものである。これに加えて、波形データ生成部２ｃは、第６処理部１６及び第７処理部１７を含むものである。さらに、波形データ生成部２ｃは、第８処理部１８を含むものである。

[0182] すなわち、波形データ生成部２ｃは、波形データ生成部２ａ及び波形データ生成部２ｂを組み合わせてなるものである。波形データ生成部２ｃにおける収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものである。より具体的には、波形データ生成部２ｃにおける収束演算は、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第６処理をＮ回実行するとともに、第５処理又は第７処理を選択的にＮ回実行するものである。換言すれば、波形データ生成部２ｃにおける収束演算は、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理、第６処理及び第５処理又は第７処理をＮ回実行するものである。

[0183] このようにして、マルチトーン信号生成装置１００ｃの要部が構成されている。

[0184] 以下、波形データ生成部２ｃが有する機能を総称して「波形データ生成機能」ということがある。また、かかる波形データ生成機能に「Ｆ２ｃ」の符号を用いることがある。

[0185] マルチトーン信号生成装置１００ｃの要部のハードウェア構成は、実施の形態１にて図１０～図１２を参照して説明したものと同様である。このため、詳細な説明は省略する。

[0186] すなわち、マルチトーン信号生成装置１００ｃは、複数個の機能（初期値計算機能及び波形データ生成機能を含む。）Ｆ１，Ｆ２ｃを有するものであり、かつ、マルチトーン信号出力機能Ｆ３を有するものである。複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ｃの各々は、プロセッサ２１及びメモリ２２により実現されるものであっても良く、又は処理回路２４により実現されるものであっても良

い。また、マルチトーン信号出力機能Ｆ３は、ＤＡＣ２３により実現されるものであっても良い。

[0187] ここで、プロセッサ２１は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ｃの各々に対応する専用のプロセッサを含むものであっても良い。また、メモリ２２は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ｃの各々に対応する専用のメモリを含むものであっても良い。また、処理回路２４は、複数個の機能Ｆ１，Ｆ２ｃの各々に対応する専用の処理回路を含むものであっても良い。

[0188] 次に、図３１に示すフローチャートを参照して、マルチトーン信号生成装置１００ｃの動作について説明する。なお、図３１において、図１３に示すステップと同様のステップには同一符号を付して説明を省略する。

[0189] まず、ステップＳＴ１の処理が実行される。

[0190] 次いで、波形データ生成部２ｃは、初期値計算部１により計算された初期位相θ_1～θ_Mを用いて、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを低減するための収束演算を実行する。これにより、波形データ生成部２ｃは、ＰＡＰＲが低減されたマルチトーン信号ＭＳに対応する波形データＷＤを生成する（ステップＳＴ２ｃ）。

[0191] 次いで、ステップＳＴ３の処理が実行される。

[0192] 次に、図３２に示すフローチャートを参照して、波形データ生成部２ｃの動作について説明する。すなわち、ステップＳＴ２ｃにて実行される処理について説明する。なお、図３２において、図２０に示すステップと同様のステップには同一符号を付して説明を省略する。また、図３２において、図２７に示すステップと同様のステップには同一符号を付して説明を省略する。

[0193] 上記のとおり、波形データ生成部２ｃは、収束演算を実行するものである。波形データ生成部２ｃにおける収束演算は、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理、第６処理及び第５処理又は第７処理をＮ回実行するものである（ステップＳＴ１１ｃ）。

[0194] まず、第１処理部１１が第１処理を実行する（ステップＳＴ２１）。次いで、第８処理部１８が第８処理を実行する（ステップＳＴ２８）。次いで、

第２処理部１２が第２処理を実行する（ステップＳＴ２２）。次いで、第３処理部１３が第３処理を実行する（ステップＳＴ２３）。次いで、第４処理部１４が第４処理を実行する（ステップＳＴ２４）。次いで、第６処理部１６が第６処理を実行する（ステップＳＴ２６＿１，ＳＴ２６＿２）。疑似乱数ｘが閾値α未満の値である場合（ステップＳＴ２６＿２“ＹＥＳ”）、第５処理部１５ａが第５処理を実行する（ステップＳＴ２５ａ）。他方、疑似乱数ｘが閾値α以上の値である場合（ステップＳＴ２６＿２“ＮＯ”）、第７処理部１７が第７処理を実行する（ステップＳＴ２７）。

[0195] これらの処理がＮ回実行されたとき、収束演算が終了する。次いで、波形データ生成部２は、波形データＷＤを生成する（ステップＳＴ１２）。当該生成された波形データＷＤは、第Ｎ回の第８処理（ステップＳＴ２８）における更新後の振幅A_1～A_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳであって、第Ｎ回の第５処理又は第７処理（ステップＳＴ２５ａ又はステップＳＴ２７）における更新後の初期位相θ_1～θ_Mに対応するマルチトーン信号ＭＳの時間領域波形を示すものである。

[0196] なお、マルチトーン信号生成装置１００ｃは、実施の形態１にて説明したものと同様の種々の変形例を採用することができる。また、マルチトーン信号生成装置１００ｃは、実施の形態２にて説明したものと同様の種々の変形例を採用することができる。また、マルチトーン信号生成装置１００ｃは、実施の形態３にて説明したものと同様の種々の変形例を採用することができる。

[0197] 以上のように、実施の形態４に係るマルチトーン信号生成装置１００ｃにおいて、収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものであり、複数個の処理は、Ｍ個のトーン信号TS_1～TS_Mに対応するＭ個の振幅A_1～A_Mについて、Ｍ個の振幅A_1～A_Mの各々を更新する処理を含み、複数個の処理は、疑似乱数ｘを生成する処理を含み、複数個の処理は、疑似乱数ｘに応じて異なる更新方法によりＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含む。これにより、マルチトーン信号ＭＳのＰＡＰＲを更に低減することができ

る。また、ＰＡＰＲを低減する効果の向上を図ることができる。

[0198] また、収束演算は、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理、第６処理及び第５処理又は第７処理をＮ回実行するものであり、第１処理は、Ｍ個のトーン信号$ＴＳ_1$～$ＴＳ_M$に対応するＭ個の振幅$Ａ_1$～$Ａ_M$及びＭ個の初期位相θ_1～θ_Mを用いて周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを設定する処理を含み、第８処理は、Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1}$～$\gamma_{N,M}$のうちの対応する倍率値$\gamma_{i,k}$又はＬ×Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1,1}$～$\gamma_{L,N,M}$のうちの対応する倍率値$\gamma_{j,i,k}$を用いてＭ個の振幅$Ａ_1$～$Ａ_M$の各々を更新する処理を含み、第２処理は、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆを時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔに変換する処理を含み、第３処理は、時間領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｔの値と所定の基準値Ｓとの差分値を算出することにより時間領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｔを算出する処理を含み、第４処理は、時間領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｔを周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆに変換する処理を含み、第６処理は、疑似乱数ｘを生成する処理及び疑似乱数ｘを所定の閾値αと比較する処理を含み、第５処理は、疑似乱数ｘが閾値α未満の値である場合、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの位相成分（θ_k）と周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆの位相成分（ϕ_k）との差分値（$\theta_k-\phi_k$）に基づきＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含み、第７処理は、疑似乱数ｘが閾値α以上の値である場合、周波数領域におけるマルチトーン信号ＭＳ＿ｆの位相成分（θ_k）と周波数領域におけるエラー信号ＥＳ＿ｆの位相成分（ϕ_k）が定数倍された値（$\beta\phi_k$）との差分値（$\theta_k-\beta\phi_k$）に基づきＭ個の初期位相θ_1～θ_Mの各々を更新する処理を含む。これにより、図３２に示すフローチャートに基づき、波形データ生成部２ｃにおける収束演算を実現することができる。

[0199] また、Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1}$～$\gamma_{N,M}$の各々又はＬ×Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1,1}$～$\gamma_{L,N,M}$の各々は、Ｍ個のトーン信号$ＴＳ_1$～$ＴＳ_M$のうちのいずれか１個のトーン信号$ＴＳ_k$に対応するものであり、かつ、Ｎ回の第８処理のう

ちのいずれか１回の第８処理に対応するものである。これにより、Ｎ回の第８処理について、個々の振幅A_kに係る倍率を第８処理毎に異ならしめることができる。

[0200] また、波形データ生成部２ｃは、収束演算をＬ回実行するものであり、Ｌ×Ｎ×Ｍ個の倍率値$\gamma_{1,1,1}$～$\gamma_{L,N,M}$の各々は、Ｌ回の収束演算のうちのいずれか１回の収束演算に対応するものである。これにより、Ｌ回の収束演算について、個々の振幅A_kに係る倍率を収束演算毎に異ならしめることができる。

[0201] なお、本願開示はその開示の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0202] 本開示に係るマルチトーン信号生成装置及びマルチトーン信号生成方法は、例えば、無線通信装置のＲＦフロントエンドにおける周波数特性の測定に用いることができる。

符号の説明

[0203] １ 初期値計算部、２，２ａ，２ｂ，２ｃ 波形データ生成部、３ マルチトーン信号出力部、１１ 第１処理部、１２ 第２処理部、１３ 第３処理部、１４ 第４処理部、１５，１５ａ 第５処理部、１６ 第６処理部、１７ 第７処理部、１８ 第８処理部、２１ プロセッサ、２２ メモリ、２３ デジタル－アナログ変換回路（ＤＡＣ）、２４ 処理回路、１００，１００ａ，１００ｂ，１００ｃ マルチトーン信号生成装置。

請求の範囲

[請求項1] マルチトーン信号のＰＡＰＲを低減するための収束演算に用いられる初期値を計算する初期値計算部と、

前記初期値を用いた前記収束演算を実行することにより前記ＰＡＰＲが低減された前記マルチトーン信号の波形を示す波形データを生成する波形データ生成部と、

前記波形データ生成部により生成された前記波形データに対応する前記マルチトーン信号を出力するマルチトーン信号出力部と、を備え、

前記初期値は、前記マルチトーン信号に含まれる複数個のトーン信号に対応する複数個の初期位相θ_kを含み、

前記初期値計算部は、所定の数式を用いた代数計算を実行することにより前記複数個の初期位相θ_kの各々を計算するものであり、

前記数式は、前記マルチトーン信号のトーン数Ｍに対応する代数を含み、かつ、前記トーン数Ｍに対して互いに素である整数ｒに対応する代数を含む

ことを特徴とするマルチトーン信号生成装置。

[請求項2] 前記数式は、$\theta_k=(2\pi/M)*\{(k-1)^2/2\}*r$であることを特徴とする請求項１記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項3] 前記数式は、$\theta_k=(2\pi/M)*\{k(k-1)/2\}*r$であることを特徴とする請求項１記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項4] 前記収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものであり、

前記複数個の処理は、前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含む

ことを特徴とする請求項１から請求項３のうちのいずれか１項記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項5] 前記収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理を複数回実行するものであり、

前記第１処理は、前記複数個の初期位相θ_kを用いて周波数領域における前記マルチトーン信号を設定する処理を含み、

前記第２処理は、前記周波数領域における前記マルチトーン信号を時間領域における前記マルチトーン信号に変換する処理を含み、

前記第３処理は、前記時間領域における前記マルチトーン信号の値と所定の基準値との差分値を算出することにより前記時間領域におけるエラー信号を算出する処理を含み、

前記第４処理は、前記時間領域における前記エラー信号を前記周波数領域における前記エラー信号に変換する処理を含み、

前記第５処理は、前記周波数領域における前記マルチトーン信号の位相成分と前記周波数領域における前記エラー信号の位相成分との差分値に基づき前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含む

ことを特徴とする請求項１から請求項３のうちのいずれか１項記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項6] 前記トーン数Ｍが奇数である場合、前記整数ｒが偶数であり、

前記トーン数Ｍが偶数である場合、前記整数ｒが奇数である

ことを特徴とする請求項１から請求項３のうちのいずれか１項記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項7] 前記収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものであり、

前記複数個の処理は、疑似乱数を生成する処理を含み、

前記複数個の処理は、前記疑似乱数に応じて異なる更新方法により前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含む

ことを特徴とする請求項１から請求項３のうちのいずれか１項記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項8] 前記収束演算は、第１処理、第２処理、第３処理、第４処理、第６処理及び第５処理又は第７処理を複数回実行するものであり、

前記第１処理は、前記複数個の初期位相θ_kを用いて周波数領域における前記マルチトーン信号を設定する処理を含み、

前記第２処理は、前記周波数領域における前記マルチトーン信号を時間領域における前記マルチトーン信号に変換する処理を含み、

前記第３処理は、前記時間領域における前記マルチトーン信号の値と所定の基準値との差分値を算出することにより前記時間領域におけるエラー信号を算出する処理を含み、

前記第４処理は、前記時間領域における前記エラー信号を前記周波数領域における前記エラー信号に変換する処理を含み、

前記第６処理は、疑似乱数を生成する処理及び前記疑似乱数を所定の閾値と比較する処理を含み、

前記第５処理は、前記疑似乱数が前記閾値未満の値である場合、前記周波数領域における前記マルチトーン信号の位相成分と前記周波数領域における前記エラー信号の位相成分との差分値に基づき前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含み、

前記第７処理は、前記疑似乱数が前記閾値以上の値である場合、前記周波数領域における前記マルチトーン信号の位相成分と前記周波数領域における前記エラー信号の位相成分が定数倍された値との差分値に基づき前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含む

ことを特徴とする請求項１から請求項３のうちのいずれか１項記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項9] 前記収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものであり、

前記複数個の処理は、前記複数個のトーン信号に対応する複数個の振幅について、前記複数個の振幅の各々を更新する処理を含み、

前記複数個の処理は、前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含む

ことを特徴とする請求項１から請求項３のうちのいずれか１項記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項10] 前記収束演算は、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理及び第５処理を複数回実行するものであり、

前記第１処理は、前記複数個のトーン信号に対応する複数個の振幅及び前記複数個の初期位相θ_kを用いて周波数領域における前記マルチトーン信号を設定する処理を含み、

前記第８処理は、複数個の倍率値のうちの対応する倍率値を用いて前記複数個の振幅の各々を更新する処理を含み、

前記第２処理は、前記周波数領域における前記マルチトーン信号を時間領域における前記マルチトーン信号に変換する処理を含み、

前記第３処理は、前記時間領域における前記マルチトーン信号の値と所定の基準値との差分値を算出することにより前記時間領域におけるエラー信号を算出する処理を含み、

前記第４処理は、前記時間領域における前記エラー信号を前記周波数領域における前記エラー信号に変換する処理を含み、

前記第５処理は、前記周波数領域における前記マルチトーン信号の位相成分と前記周波数領域における前記エラー信号の位相成分との差分値に基づき前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含む

ことを特徴とする請求項１から請求項３のうちのいずれか１項記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項11] 前記複数個の倍率値の各々は、前記複数個のトーン信号のうちのいずれか１個のトーン信号に対応するものであり、かつ、複数回の前記第８処理のうちのいずれか１回の前記第８処理に対応するものであることを特徴とする請求項１０記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項12] 前記波形データ生成部は、前記収束演算を複数回実行するものであり、

前記複数個の倍率値の各々は、複数回の前記収束演算のうちのいずれか１回の前記収束演算に対応するものである

ことを特徴とする請求項１１記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項13] 前記収束演算は、複数個の処理を繰り返し実行するものであり、

前記複数個の処理は、前記複数個のトーン信号に対応する複数個の

振幅について、前記複数個の振幅の各々を更新する処理を含み、

前記複数個の処理は、疑似乱数を生成する処理を含み、

前記複数個の処理は、前記疑似乱数に応じて異なる更新方法により前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含む

ことを特徴とする請求項１から請求項３のうちのいずれか１項記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項14] 前記収束演算は、第１処理、第８処理、第２処理、第３処理、第４処理、第６処理及び第５処理又は第７処理を複数回実行するものであり、

前記第１処理は、前記複数個のトーン信号に対応する複数個の振幅及び前記複数個の初期位相θ_kを用いて周波数領域における前記マルチトーン信号を設定する処理を含み、

前記第８処理は、複数個の倍率値のうちの対応する倍率値を用いて前記複数個の振幅の各々を更新する処理を含み、

前記第２処理は、前記周波数領域における前記マルチトーン信号を時間領域における前記マルチトーン信号に変換する処理を含み、

前記第３処理は、前記時間領域における前記マルチトーン信号の値と所定の基準値との差分値を算出することにより前記時間領域におけるエラー信号を算出する処理を含み、

前記第４処理は、前記時間領域における前記エラー信号を前記周波数領域における前記エラー信号に変換する処理を含み、

前記第６処理は、疑似乱数を生成する処理及び前記疑似乱数を所定の閾値と比較する処理を含み、

前記第５処理は、前記疑似乱数が前記閾値未満の値である場合、前記周波数領域における前記マルチトーン信号の位相成分と前記周波数領域における前記エラー信号の位相成分との差分値に基づき前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含み、

前記第７処理は、前記疑似乱数が前記閾値以上の値である場合、前

記周波数領域における前記マルチトーン信号の位相成分と前記周波数領域における前記エラー信号の位相成分が定数倍された値との差分値に基づき前記複数個の初期位相θ_kの各々を更新する処理を含む

ことを特徴とする請求項１から請求項３のうちのいずれか１項記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項15] 前記複数個の倍率値の各々は、前記複数個のトーン信号のうちのいずれか１個のトーン信号に対応するものであり、かつ、複数回の前記第８処理のうちのいずれか１回の前記第８処理に対応するものであることを特徴とする請求項１４記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項16] 前記波形データ生成部は、前記収束演算を複数回実行するものであり、

前記複数個の倍率値の各々は、複数回の前記収束演算のうちのいずれか１回の前記収束演算に対応するものである

ことを特徴とする請求項１５記載のマルチトーン信号生成装置。

[請求項17] 初期値計算部が、マルチトーン信号のＰＡＰＲを低減するための収束演算に用いられる初期値を計算するステップと、

波形データ生成部が、前記初期値を用いた前記収束演算を実行することにより前記ＰＡＰＲが低減された前記マルチトーン信号の波形を示す波形データを生成するステップと、

マルチトーン信号出力部が、前記波形データ生成部により生成された前記波形データに対応する前記マルチトーン信号を出力するステップと、を備え、

前記初期値は、前記マルチトーン信号に含まれる複数個のトーン信号に対応する複数個の初期位相θ_kを含み、

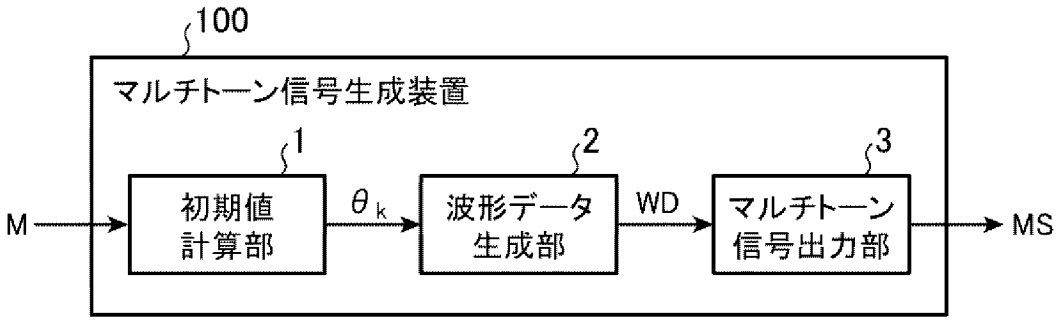
前記初期値計算部は、所定の数式を用いた代数計算を実行することにより前記複数個の初期位相θ_kの各々を計算するものであり、

前記数式は、前記マルチトーン信号のトーン数Ｍに対応する代数を含み、かつ、前記トーン数Ｍに対して互いに素である整数ｒに対応す

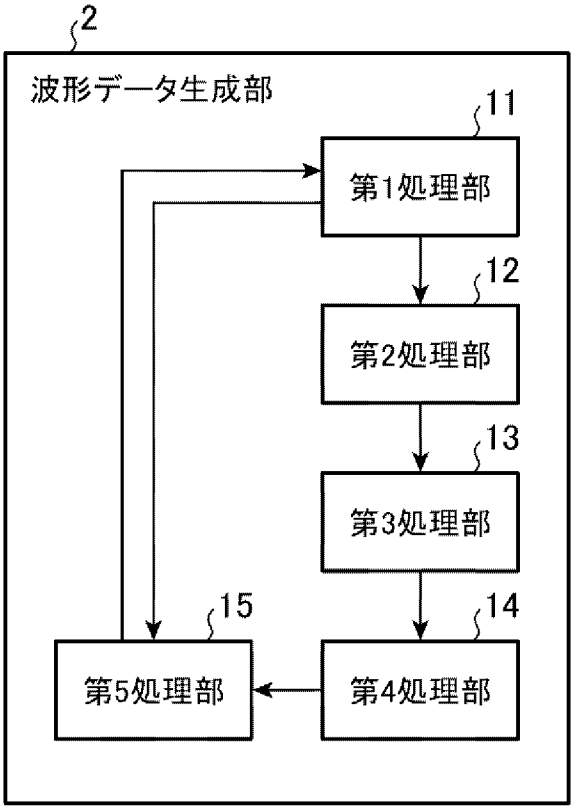
る代数を含む

ことを特徴とするマルチトーン信号生成方法。

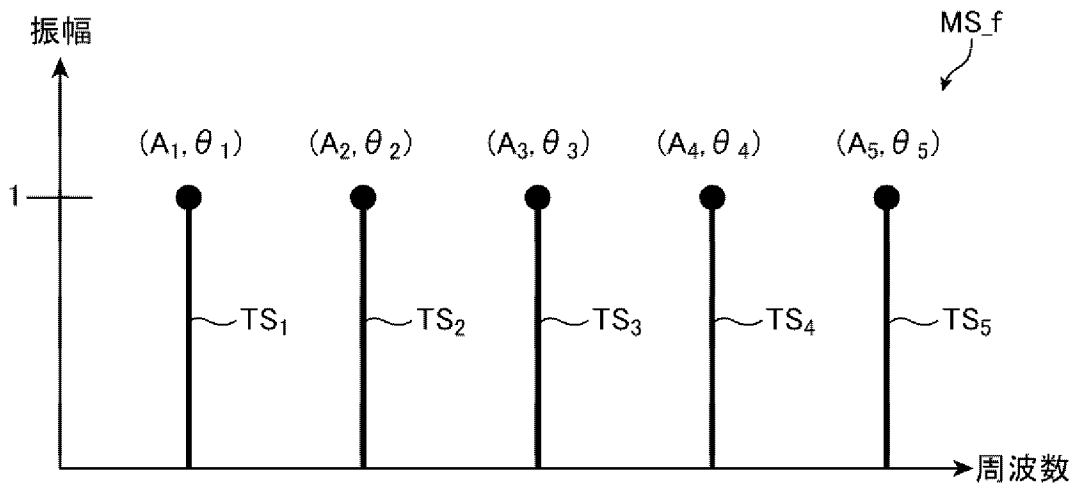
[図1]


100
マルチトーン信号生成装置
1
2
3
M
初期値
計算部
θ k
波形データ
生成部
WD
マルチトーン
信号出力部
MS

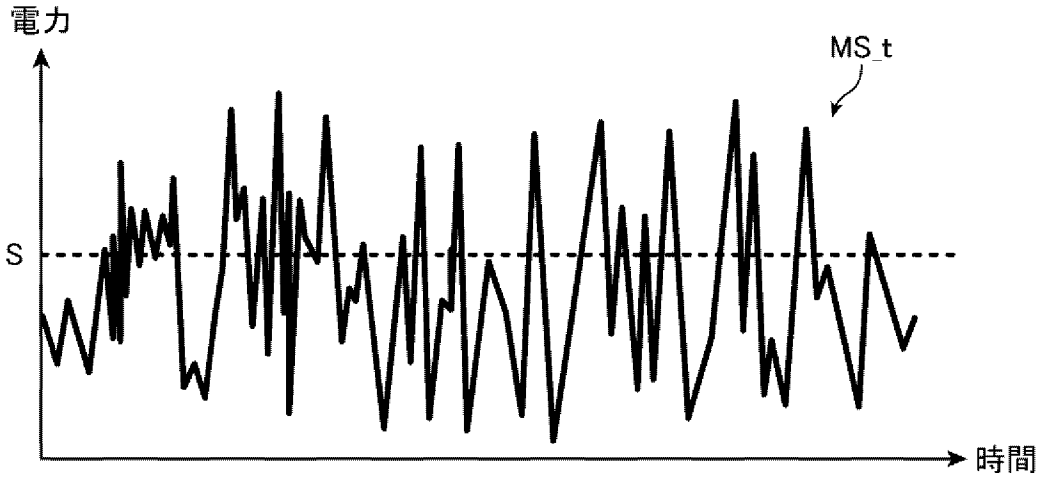
[図2]


2
波形データ生成部
11
第1処理部
12
第2処理部
13
第3処理部
15
14
第5処理部
第4処理部

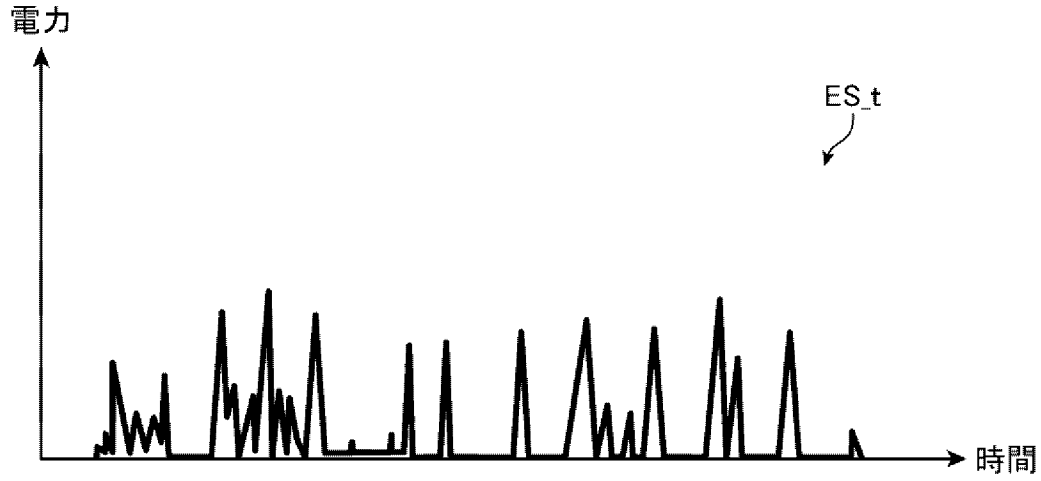
[図3]


振幅
MS_f
(A1, θ 1)
(A2, θ 2)
(A3, θ 3)
(A4, θ 4)
(A5, θ 5)
1
TS1
TS2
TS3
TS4
TS5
周波数

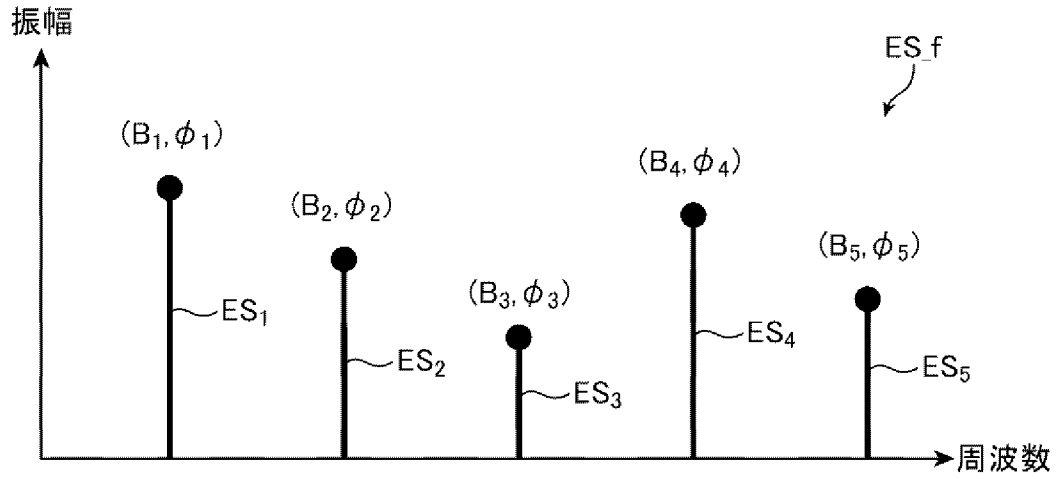
[図4]


電力
MS_t
S
時間

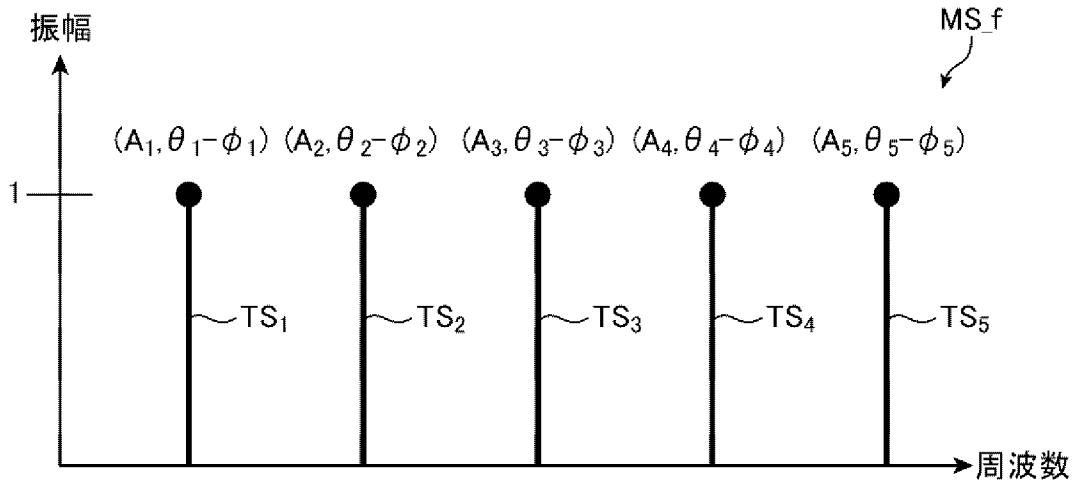
[図5]


電力
ES_t
時間

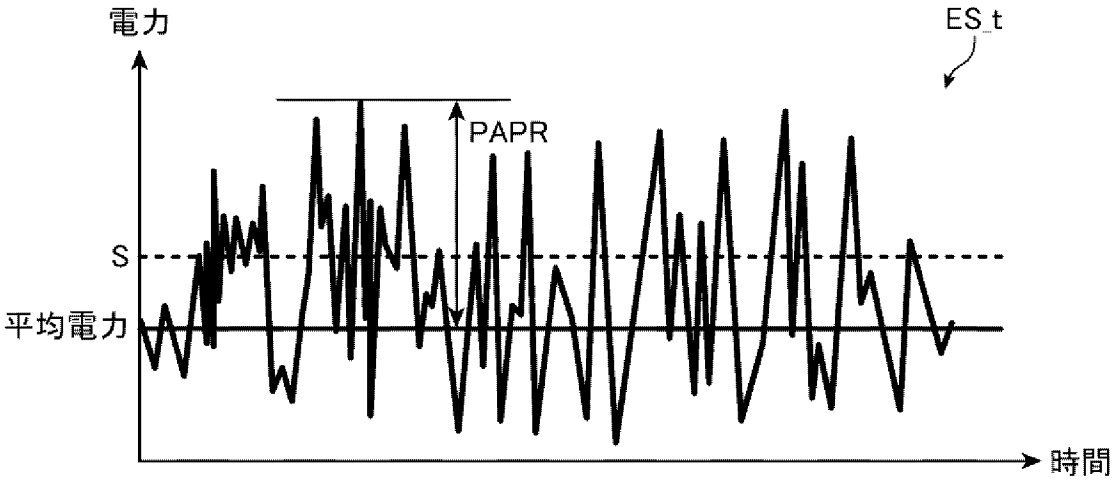
[図6]


振幅
ES_f
(B1, ϕ1)
(B2, ϕ2)
(B3, ϕ3)
(B4, ϕ4)
(B5, ϕ5)
ES1
ES2
ES3
ES4
ES5
周波数

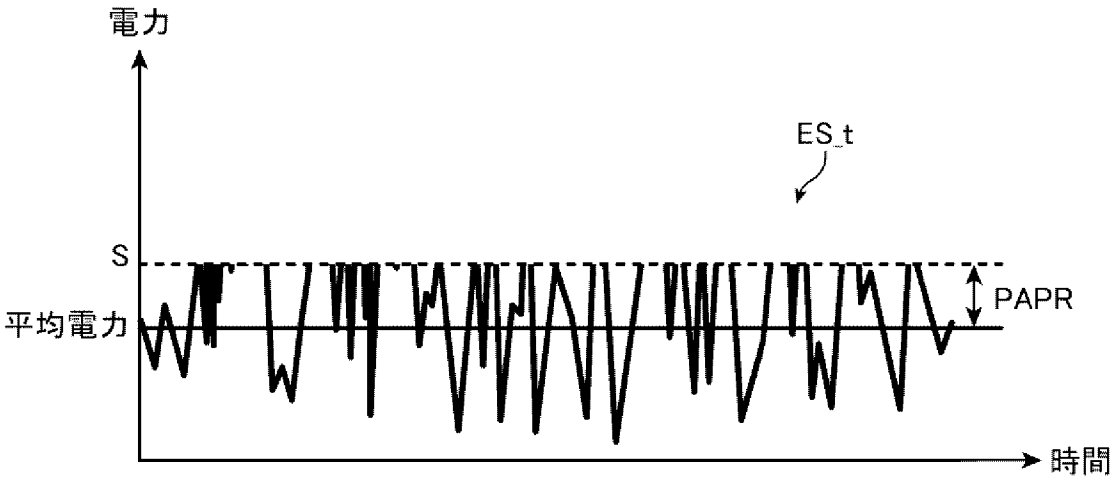
[図7]


振幅
MS_f
(A1,θ1−φ1) (A2,θ2−φ2) (A3,θ3−φ3) (A4,θ4−φ4) (A5,θ5−φ5)
1
TS1
TS2
TS3
TS4
TS5
周波数

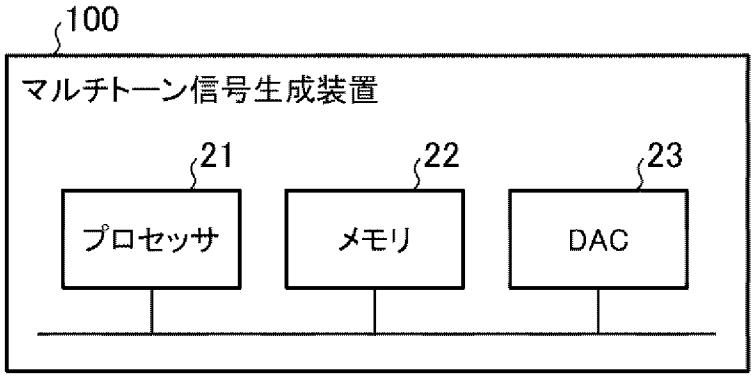
[図8]


電力
ES_t
PAPR
S
平均電力
時間

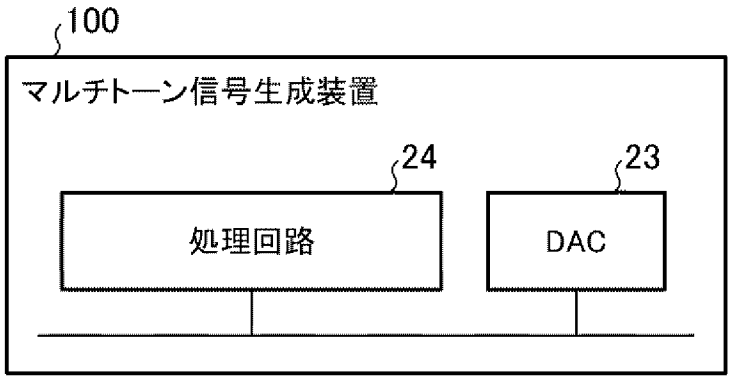
[図9]


電力
ES_t
S
PAPR
平均電力
時間

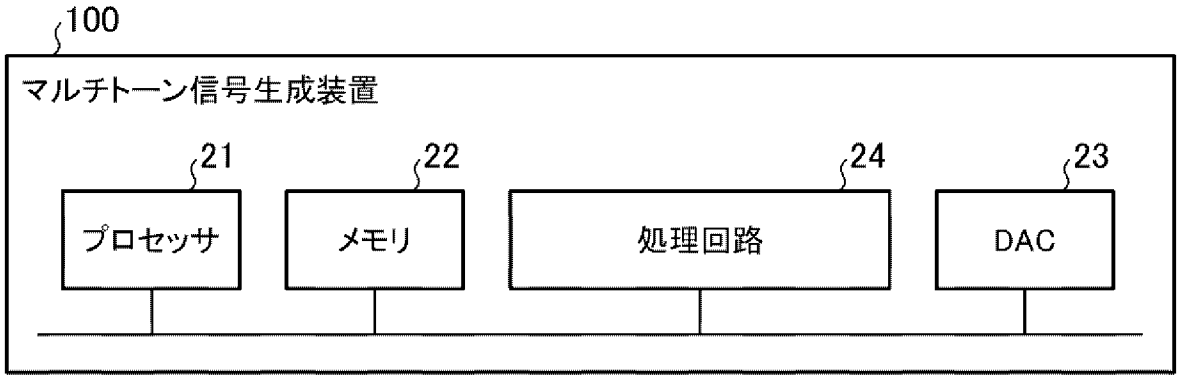
[図10]


100
マルチトーン信号生成装置
21
22
23
プロセッサ
メモリ
DAC

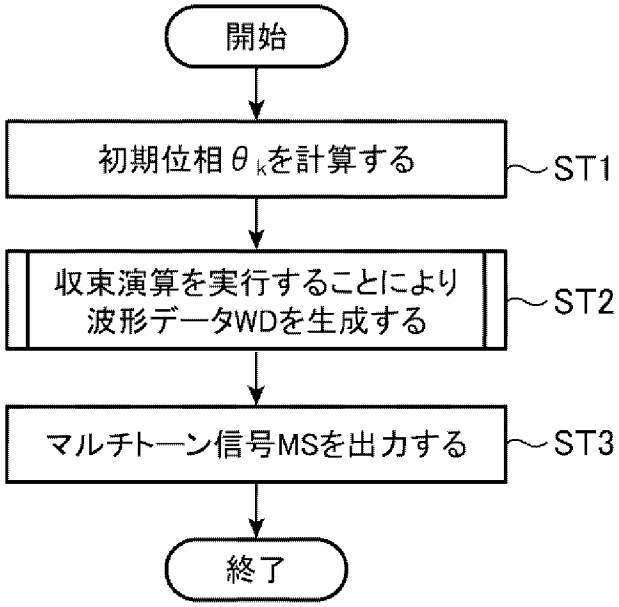
[図11]


100
マルチトーン信号生成装置
24
23
処理回路
DAC

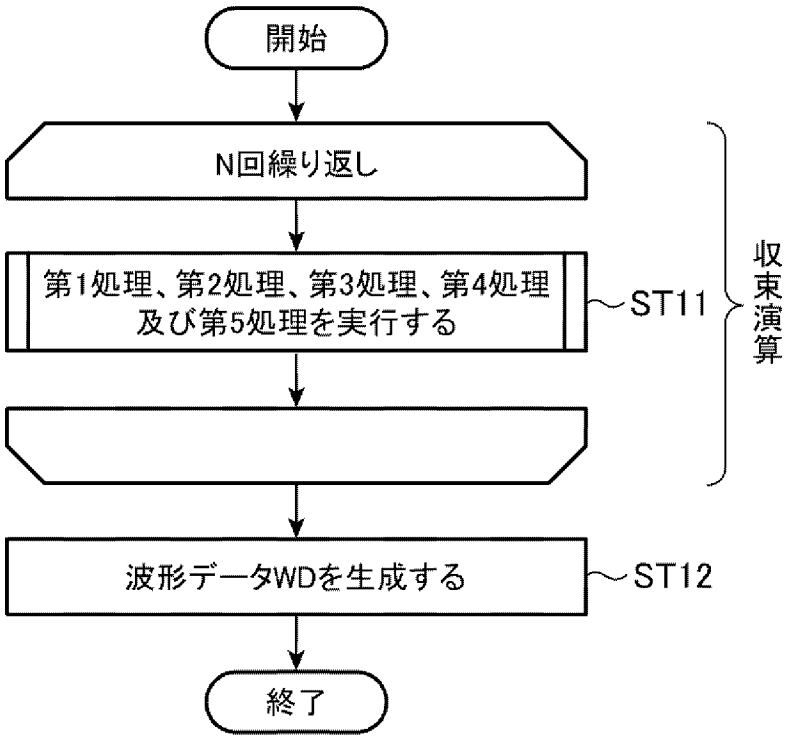
[図12]


100
マルチトーン信号生成装置
21
22
24
23
プロセッサ
メモリ
処理回路
DAC

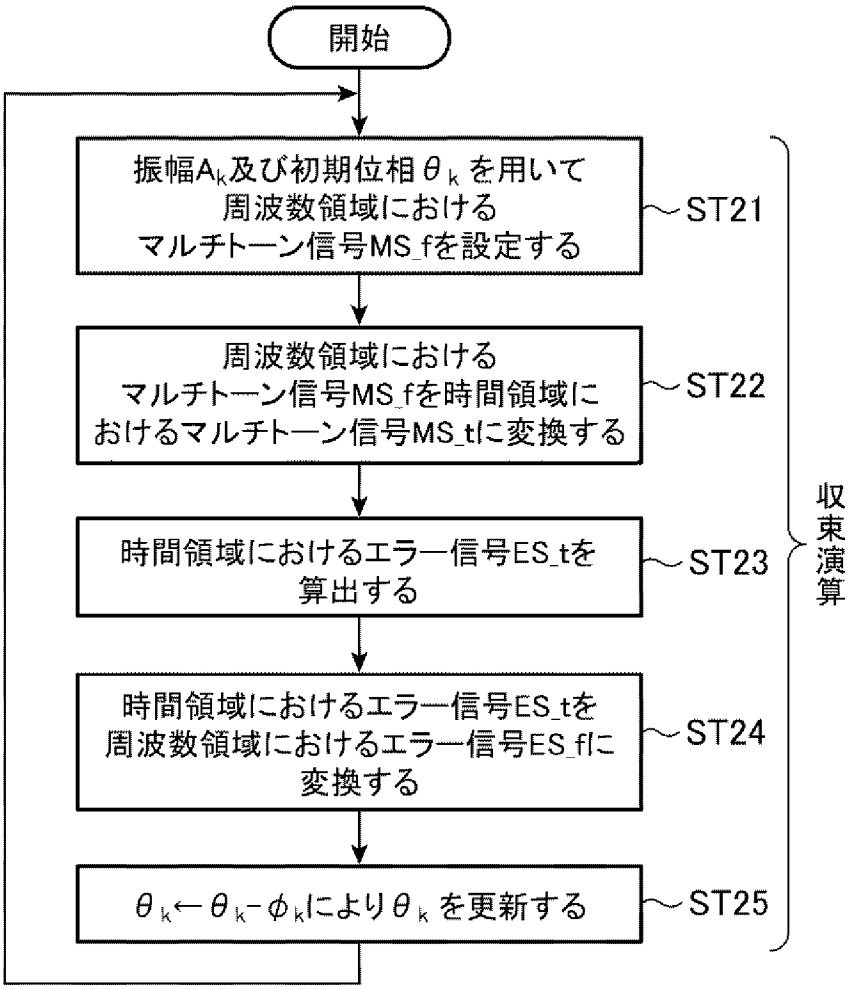
[図13]


開始
初期位相θ_kを計算する
ST1
収束演算を実行することにより
波形データWDを生成する
ST2
マルチトーン信号MSを出力する
ST3
終了

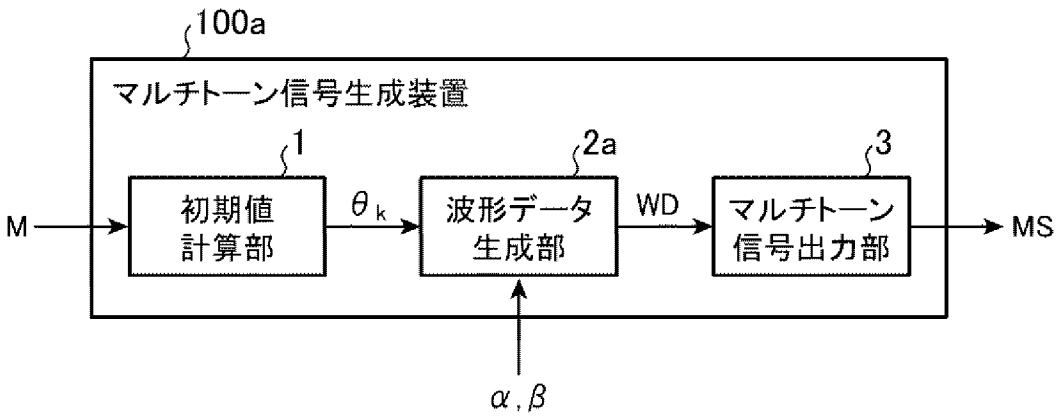
[図14A]


開始
N回繰り返し
第1処理、第2処理、第3処理、第4処理
及び第5処理を実行する
ST11
収束演算
波形データWDを生成する
ST12
終了

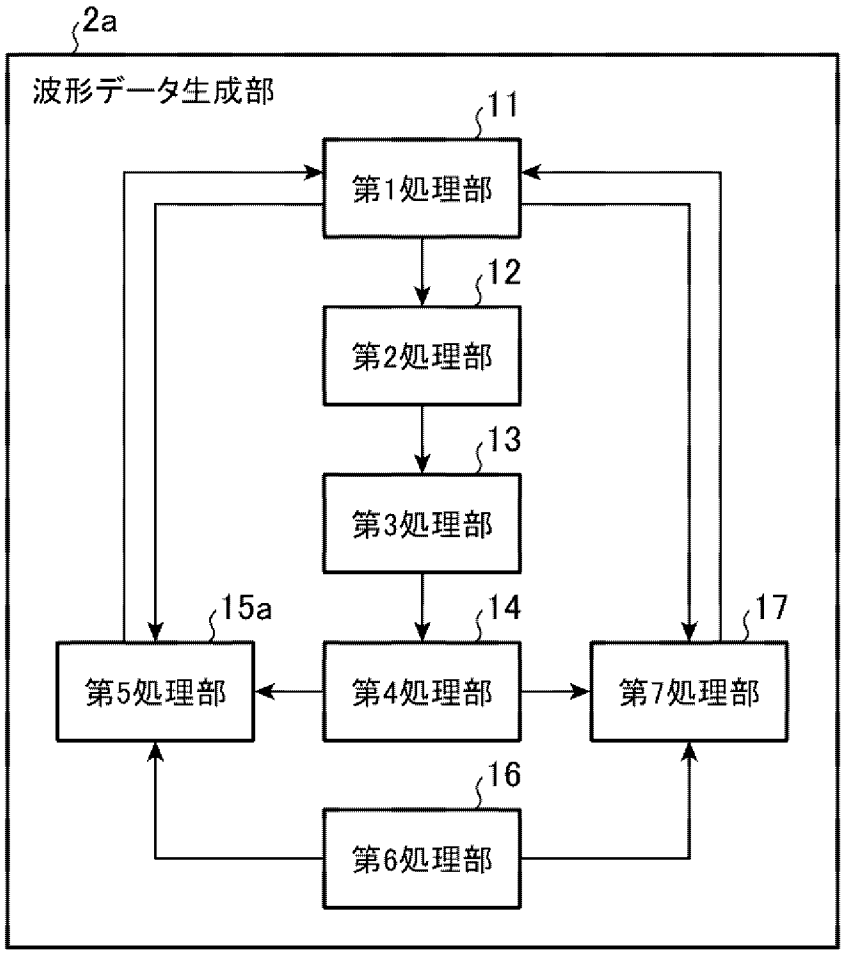
[図14B]


開始
振幅A_k及び初期位相θ_kを用いて
周波数領域における
マルチトーン信号MS_fを設定する
ST21
周波数領域における
マルチトーン信号MS_fを時間領域に
おけるマルチトーン信号MS_tに変換する
ST22
時間領域におけるエラー信号ES_tを
算出する
ST23
時間領域におけるエラー信号ES_tを
周波数領域におけるエラー信号ES_fに
変換する
ST24
$\theta_k \leftarrow \theta_k - \phi_k$により$\theta_k$を更新する
ST25
収束演算

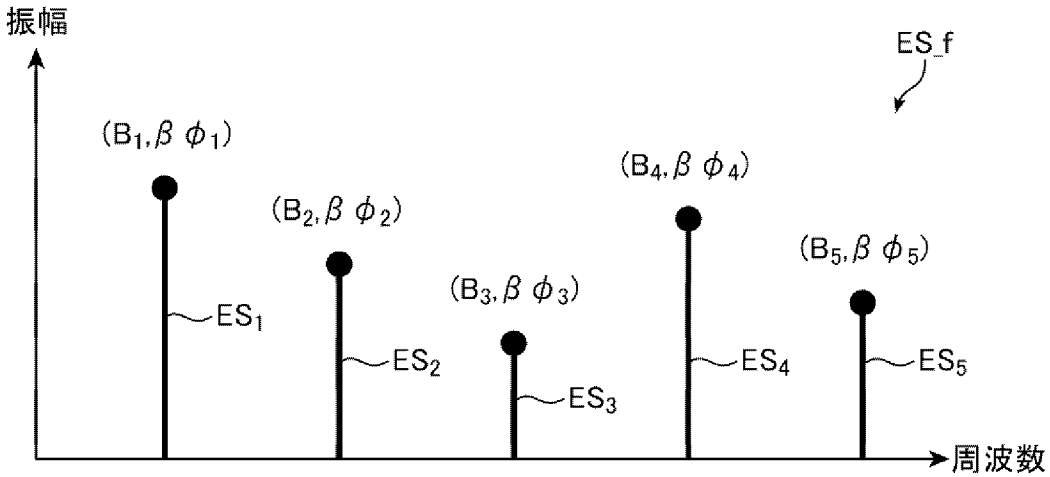
[図15]


100a
マルチトーン信号生成装置
1
2a
3
M
初期値
計算部
θ_k
波形データ
生成部
WD
マルチトーン
信号出力部
MS
α, β

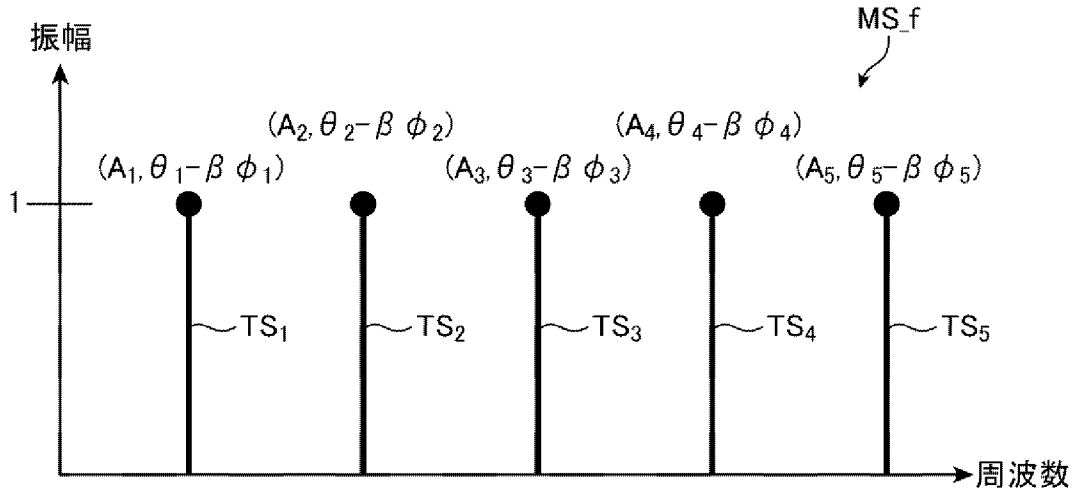
[図16]


2a
波形データ生成部
11
第1処理部
12
第2処理部
13
第3処理部
15a
14
17
第5処理部
第4処理部
第7処理部
16
第6処理部

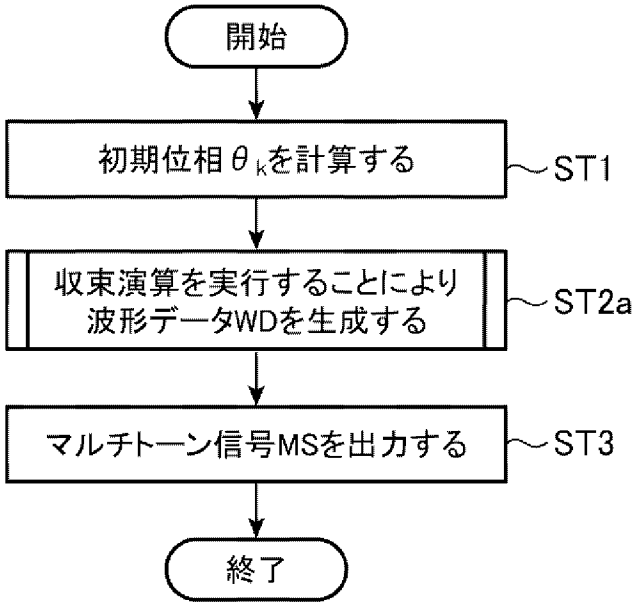
[図17]


振幅
ES_f
(B1,β ϕ1)
(B2,β ϕ2)
(B3,β ϕ3)
(B4,β ϕ4)
(B5,β ϕ5)
ES1
ES2
ES3
ES4
ES5
周波数

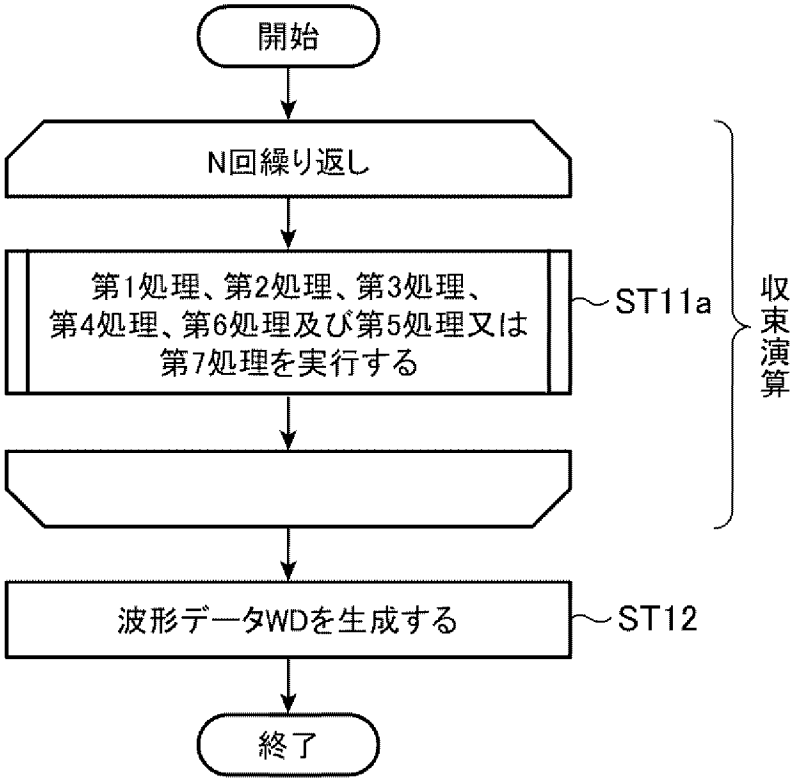
[図18]


振幅
MS_f
(A1, θ1−β φ1)
(A2, θ2−β φ2)
(A3, θ3−β φ3)
(A4, θ4−β φ4)
(A5, θ5−β φ5)
1
TS1
TS2
TS3
TS4
TS5
周波数

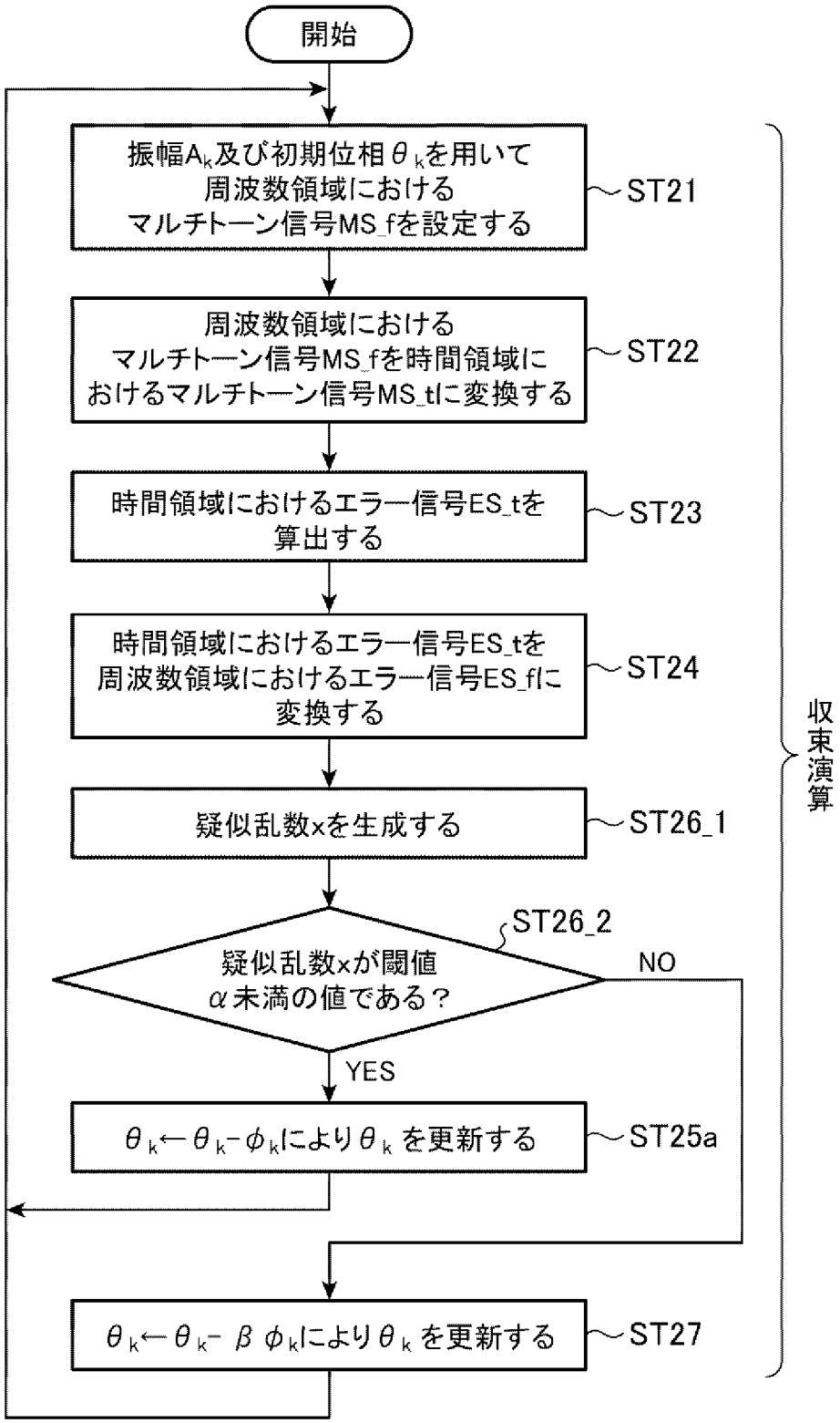
[図19]


開始
初期位相θkを計算する
ST1
収束演算を実行することにより
波形データWDを生成する
ST2a
マルチトーン信号MSを出力する
ST3
終了

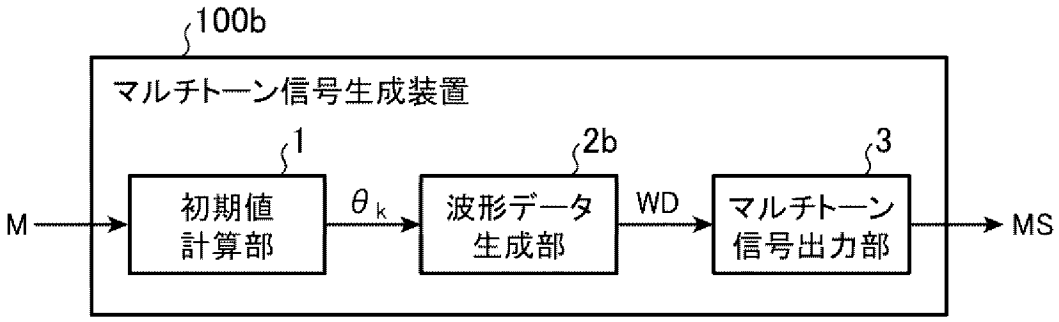
[図20A]


開始
N回繰り返し
第1処理、第2処理、第3処理、
第4処理、第6処理及び第5処理又は
第7処理を実行する
ST11a
収束演算
波形データWDを生成する
ST12
終了

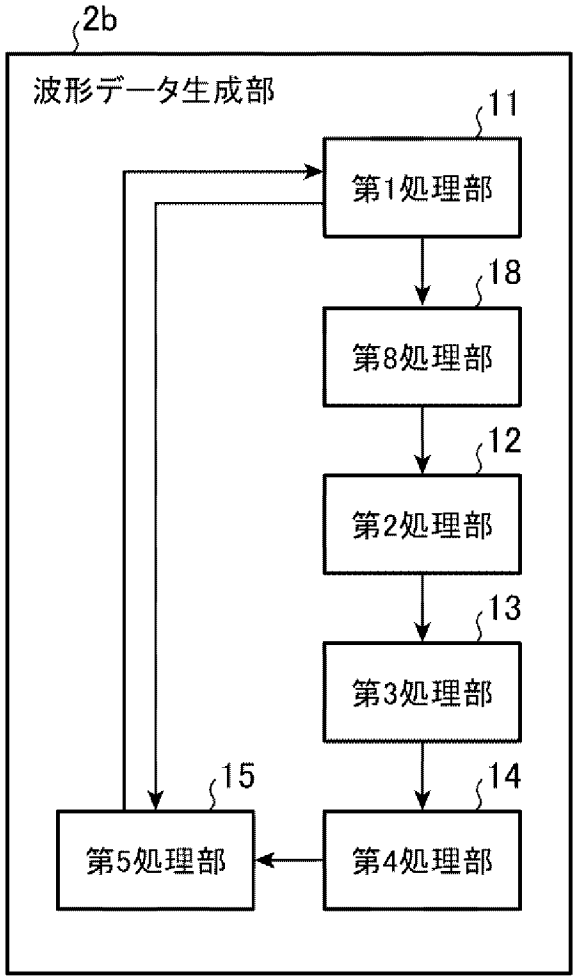
[図20B]


開始
振幅A_k及び初期位相θ_kを用いて
周波数領域における
マルチトーン信号MS_fを設定する
ST21
周波数領域における
マルチトーン信号MS_fを時間領域に
おけるマルチトーン信号MS_tに変換する
ST22
時間領域におけるエラー信号ES_tを
算出する
ST23
時間領域におけるエラー信号ES_tを
周波数領域におけるエラー信号ES_fに
変換する
ST24
疑似乱数xを生成する
ST26_1
ST26_2
疑似乱数xが閾値
α未満の値である？
NO
YES
$\theta_k \leftarrow \theta_k - \phi_k$により$\theta_k$を更新する
ST25a
$\theta_k \leftarrow \theta_k - \beta\ \phi_k$により$\theta_k$を更新する
ST27
収束演算

[図21]



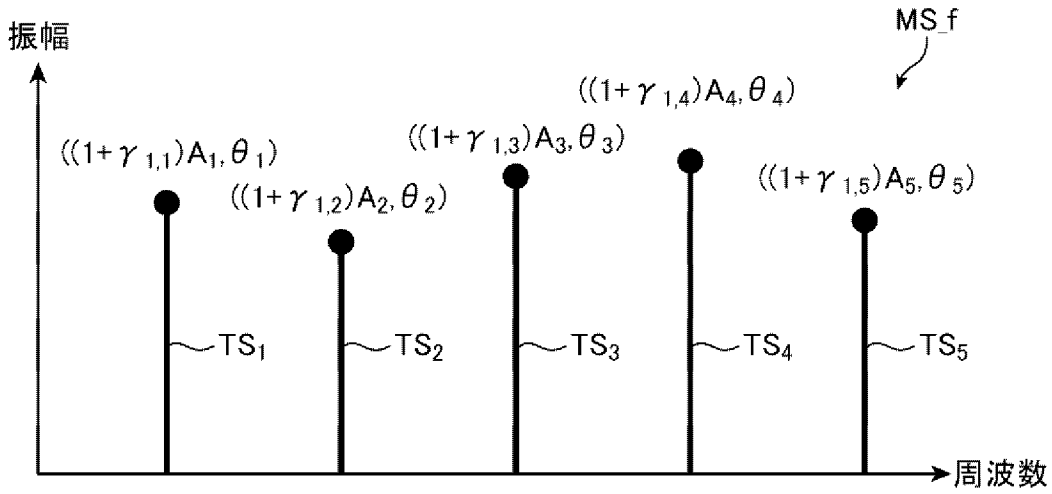
[図22]



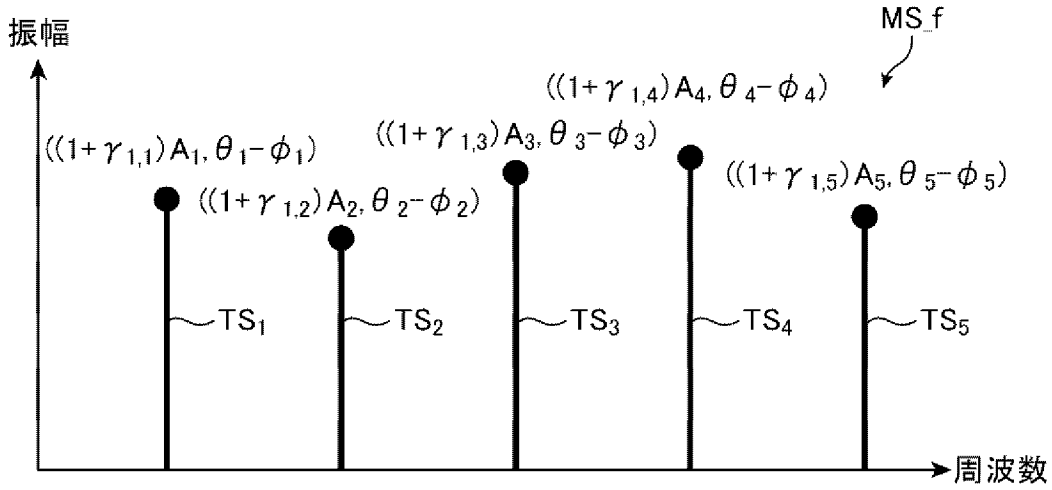
[図23]

	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
i=1	$(1+\gamma_{1,1})$倍	$(1+\gamma_{1,2})$倍	$(1+\gamma_{1,3})$倍	$(1+\gamma_{1,4})$倍	$(1+\gamma_{1,5})$倍
i=2	$(1+\gamma_{2,1})$倍	$(1+\gamma_{2,2})$倍	$(1+\gamma_{2,3})$倍	$(1+\gamma_{2,4})$倍	$(1+\gamma_{2,5})$倍
i=3	$(1+\gamma_{3,1})$倍	$(1+\gamma_{3,2})$倍	$(1+\gamma_{3,3})$倍	$(1+\gamma_{3,4})$倍	$(1+\gamma_{3,5})$倍

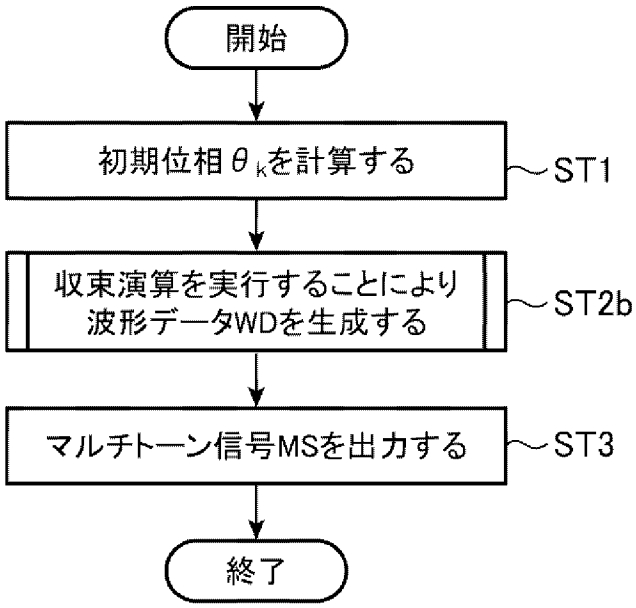
[図24]


振幅
MS_f
((1+γ 1,1)A1, θ 1)
((1+γ 1,2)A2, θ 2)
((1+γ 1,3)A3, θ 3)
((1+γ 1,4)A4, θ 4)
((1+γ 1,5)A5, θ 5)
TS1
TS2
TS3
TS4
TS5
周波数

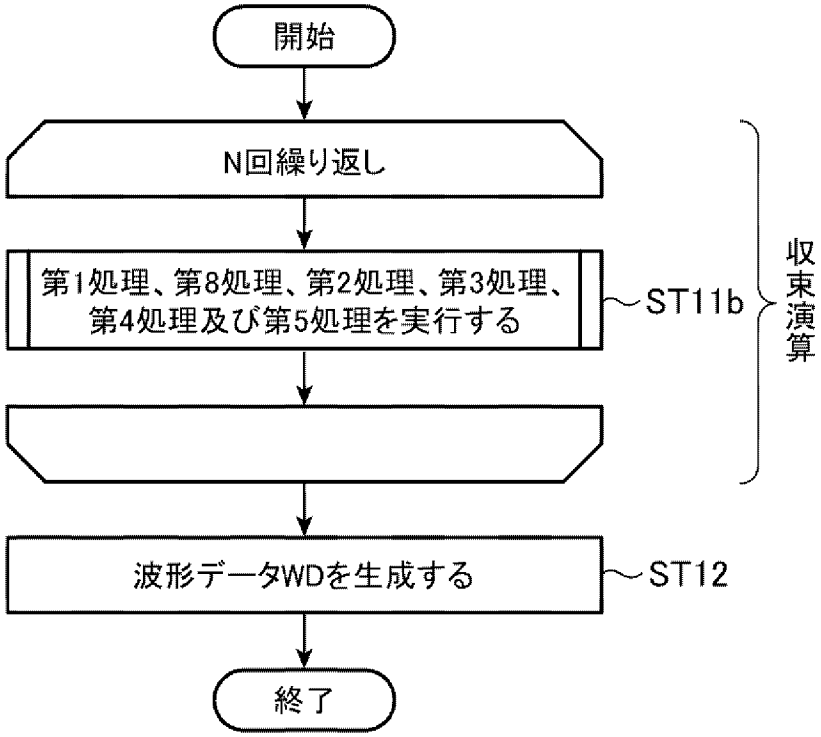
[図25]


振幅
MS_f
((1+γ 1,1)A1, θ 1−φ 1)
((1+γ 1,2)A2, θ 2−φ 2)
((1+γ 1,3)A3, θ 3−φ 3)
((1+γ 1,4)A4, θ 4−φ 4)
((1+γ 1,5)A5, θ 5−φ 5)
TS1
TS2
TS3
TS4
TS5
周波数

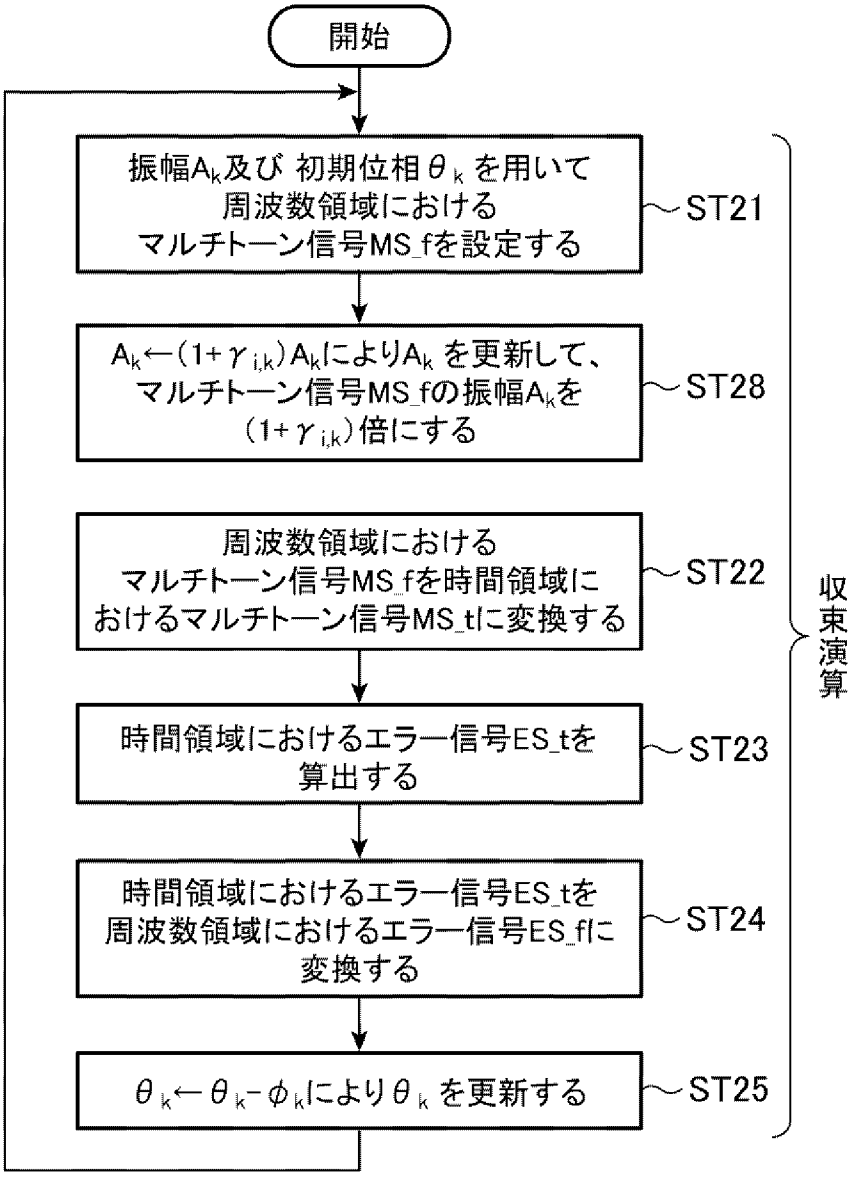
[図26]


開始
初期位相 θ kを計算する
ST1
収束演算を実行することにより
波形データWDを生成する
ST2b
マルチトーン信号MSを出力する
ST3
終了

[図27A]


開始
N回繰り返し
第1処理、第8処理、第2処理、第3処理、
第4処理及び第5処理を実行する
ST11b
収束演算
波形データWDを生成する
ST12
終了

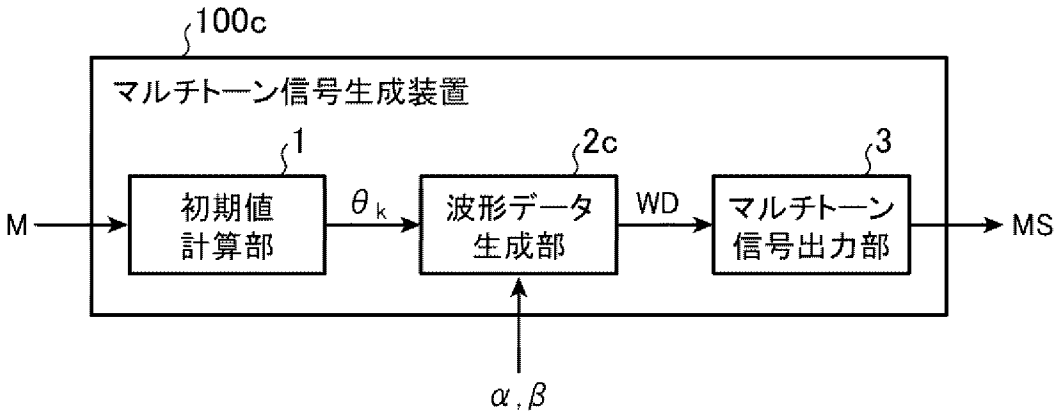
[図27B]


開始
振幅A_k及び 初期位相θ_kを用いて
周波数領域における
マルチトーン信号MS_fを設定する
ST21
$A_k \leftarrow (1+\gamma_{i,k})A_k$により$A_k$を更新して、
マルチトーン信号MS_fの振幅A_kを
$(1+\gamma_{i,k})$倍にする
ST28
周波数領域における
マルチトーン信号MS_fを時間領域に
おけるマルチトーン信号MS_tに変換する
ST22
時間領域におけるエラー信号ES_tを
算出する
ST23
時間領域におけるエラー信号ES_tを
周波数領域におけるエラー信号ES_fに
変換する
ST24
$\theta_k \leftarrow \theta_k - \phi_k$により$\theta_k$を更新する
ST25
収束演算

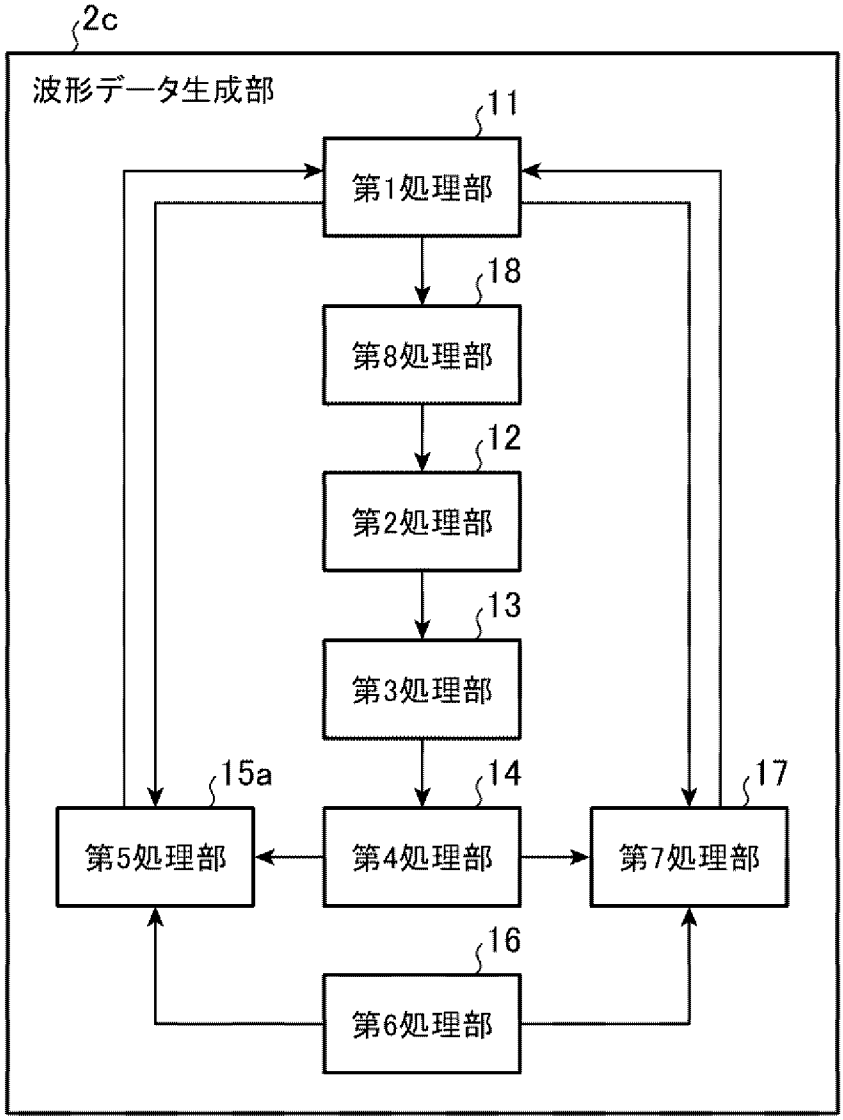
[図28]

		k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
j=1	i=1	$(1+\gamma_{1,1,1,1})$倍	$(1+\gamma_{1,1,1,2})$倍	$(1+\gamma_{1,1,1,3})$倍	$(1+\gamma_{1,1,1,4})$倍	$(1+\gamma_{1,1,1,5})$倍
	i=2	$(1+\gamma_{1,2,1})$倍	$(1+\gamma_{1,2,2})$倍	$(1+\gamma_{1,2,3})$倍	$(1+\gamma_{1,2,4})$倍	$(1+\gamma_{1,2,5})$倍
	i=3	$(1+\gamma_{1,3,1})$倍	$(1+\gamma_{1,3,2})$倍	$(1+\gamma_{1,3,3})$倍	$(1+\gamma_{1,3,4})$倍	$(1+\gamma_{1,3,5})$倍
j=2	i=1	$(1+\gamma_{2,1,1})$倍	$(1+\gamma_{2,1,2})$倍	$(1+\gamma_{2,1,3})$倍	$(1+\gamma_{2,1,4})$倍	$(1+\gamma_{2,1,5})$倍
	i=2	$(1+\gamma_{2,2,1})$倍	$(1+\gamma_{2,2,2})$倍	$(1+\gamma_{2,2,3})$倍	$(1+\gamma_{2,2,4})$倍	$(1+\gamma_{2,2,5})$倍
	i=3	$(1+\gamma_{2,3,1})$倍	$(1+\gamma_{2,3,2})$倍	$(1+\gamma_{2,3,3})$倍	$(1+\gamma_{2,3,4})$倍	$(1+\gamma_{2,3,5})$倍
j=3	i=1	$(1+\gamma_{3,1,1})$倍	$(1+\gamma_{3,1,2})$倍	$(1+\gamma_{3,1,3})$倍	$(1+\gamma_{3,1,4})$倍	$(1+\gamma_{3,1,5})$倍
	i=2	$(1+\gamma_{3,2,1})$倍	$(1+\gamma_{3,2,2})$倍	$(1+\gamma_{3,2,3})$倍	$(1+\gamma_{3,2,4})$倍	$(1+\gamma_{3,2,5})$倍
	i=3	$(1+\gamma_{3,3,1})$倍	$(1+\gamma_{3,3,2})$倍	$(1+\gamma_{3,3,3})$倍	$(1+\gamma_{3,3,4})$倍	$(1+\gamma_{3,3,5})$倍

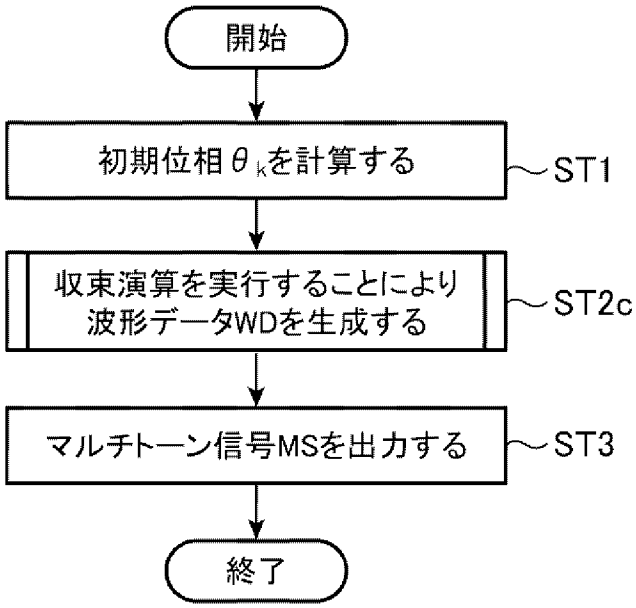
[図29]


100c
マルチトーン信号生成装置
1
初期値
計算部
θ k
2c
波形データ
生成部
WD
3
マルチトーン
信号出力部
M
MS
α , β

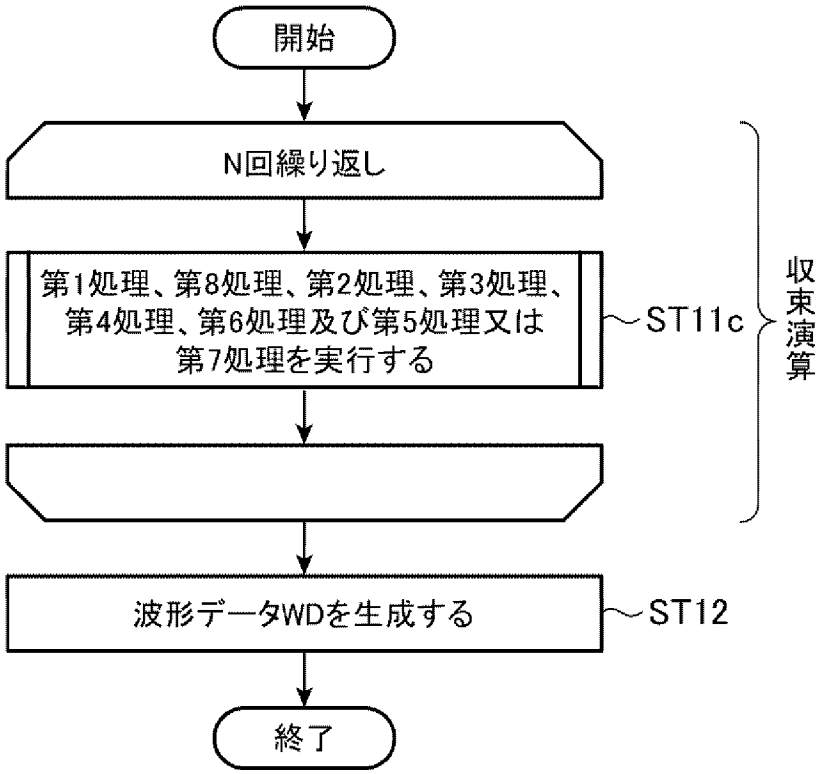
[図30]


2c
波形データ生成部
11
第1処理部
18
第8処理部
12
第2処理部
13
第3処理部
15a
14
17
第5処理部
第4処理部
第7処理部
16
第6処理部

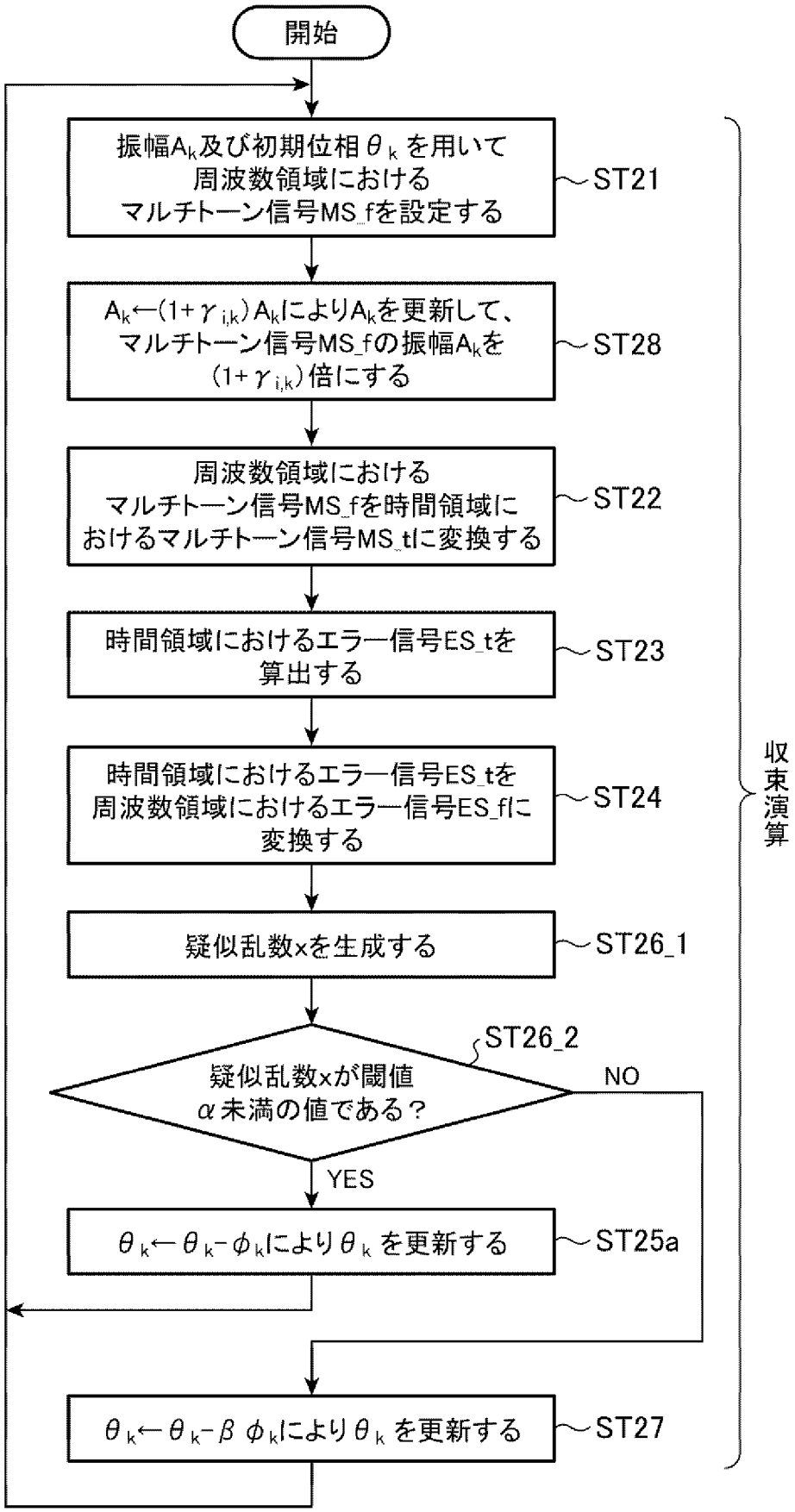
[図31]


開始
初期位相θkを計算する
ST1
収束演算を実行することにより
波形データWDを生成する
ST2c
マルチトーン信号MSを出力する
ST3
終了

[図32A]


開始
N回繰り返し
第1処理、第8処理、第2処理、第3処理、
第4処理、第6処理及び第5処理又は
第7処理を実行する
ST11c
収束演算
波形データWDを生成する
ST12
終了

[図32B]


開始
振幅A_k及び初期位相θ_kを用いて
周波数領域における
マルチトーン信号MS_fを設定する
ST21
$A_k \leftarrow (1+\gamma_{i,k})A_k$により$A_k$を更新して、
マルチトーン信号MS_fの振幅A_kを
$(1+\gamma_{i,k})$倍にする
ST28
周波数領域における
マルチトーン信号MS_fを時間領域に
おけるマルチトーン信号MS_tに変換する
ST22
時間領域におけるエラー信号ES_tを
算出する
ST23
時間領域におけるエラー信号ES_tを
周波数領域におけるエラー信号ES_fに
変換する
ST24
疑似乱数xを生成する
ST26_1
ST26_2
疑似乱数xが閾値
α未満の値である？
NO
YES
$\theta_k \leftarrow \theta_k - \phi_k$により$\theta_k$を更新する
ST25a
$\theta_k \leftarrow \theta_k - \beta\ \phi_k$により$\theta_k$を更新する
ST27
収束演算

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/027597

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H04L27/26(2006.01)i
FI: H04L27/26200

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. H04L27/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FRIESE, M., Multitone signals with low crest factor, IEEE Transactions on Communications, October 1997, vol. 45, no. 10, pp. 1338-1344, particularly, sections I, II, III, drawings	1-17
Y	FENG, Z. H. et al., Performance-enhanced direct detection optical OFDM transmission with CAZAC equalization, IEEE Photonics Technology Letters, July 2015, vol. 27, no. 14, pp. 1507-1510, particularly, section II	1-17
Y	JP 2002-63199 A (CANON INC.) 28 February 2002 (2002-02-28), paragraphs [0043]-[0049]	8, 14-16
A		1-7, 9-13, 17
Y	JP 2013-162282 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 19 August 2013 (2013-08-19), paragraph [0040]	9-16
A		1-8, 17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 09 October 2020	Date of mailing of the international search report 20 October 2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/027597

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	OUDERAA, E. et al., Peak factor minimization using a time-frequency domain swapping algorithm, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, March 1988, vol. 37, no. 1, pp. 145-147, particularly, sections II, III, fig. 3	1-17
A	NIKOOKAR, H. et al., Random phase updating algorithm for OFDM transmission with low PAPR, IEEE Transactions on Broadcasting, June 2002, vol. 48, vo. 2, pp. 123-128, section III	1-17
A	JP 2005-20505 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 20 January 2005 (2005-01-20), entire text, all drawings	1-17
A	US 2006/0247898 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 02 November 2006 (2006-11-02), fig. 1-4	1-17

JP 2002-63199 A	28 February 2002	US 2002/0052870 A1 paragraphs [0072]-[0076] EP 1168199 A2
JP 2013-162282 A	19 August 2013	(Family: none)
JP 2005-20505 A	20 January 2005	WO 2005/002099 A1
US 2006/0247898 A1	02 November 2006	KR 10-2006-0110447 A

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/027597

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04L 27/26(2006.01)i
FI: H04L27/26 200

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04L27/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

IEEE Xplore

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	FRIESE, Mathias, Multitone signals with low crest factor, IEEE Transactions on Communications, 1997.10, VOL.45, No.10, pp.1338-1344 特に、第I節,第II節,第III節,図	1-17
Y	FENG, Zhenhua et al., Performance-Enhanced Direct Detection Optical OFDM Transmission With CAZAC Equalization, IEEE Photonics Technology Letters, 2015.07, VOL.27, No.14, pp.1507-1510 特に、第II節	1-17
Y	JP 2002-63199 A（キヤノン株式会社）28.02.2002（2002-02-28） 段落[0043]-[0049]	8,14-16
A		1-7,9-13,17
Y	JP 2013-162282 A（株式会社日立国際電気）19.08.2013（2013-08-19） 段落[0040]	9-16
A		1-8,17

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
09.10.2020	20.10.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
北村　智彦 5K 1789
電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	OUDERAA, Edwin et al., Peak factor minimization using a time-frequency domain swapping algorithm, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 1988.03, VOL.37, No.1, pp.145-147 特に、第II節,第III節,図3	1-17
A	NIKOOKAR, Homayoun et al., Random phase updating algorithm for OFDM transmission with low PAPR, IEEE Transactions on Broadcasting, 2002.06, VOL.48, No.2, pp.123-128 第III節	1-17
A	JP 2005-20505 A (株式会社日立国際電気) 20.01.2005 (2005-01-20) 全文,全図	1-17
A	US 2006/0247898 A1 (Samsung Electronics Co., Ltd.) 02.11.2006 (2006-11-02) 図1-4	1-17

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/027597

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2002-63199 A	28.02.2002	US 2002/0052870 A1 段落[0072]-[0076] EP 1168199 A2	
JP 2013-162282 A	19.08.2013	（ファミリーなし）	
JP 2005-20505 A	20.01.2005	WO 2005/002099 A1	
US 2006/0247898 A1	02.11.2006	KR 10-2006-0110447 A	