

(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
2021年2月11日(11.02.2021)



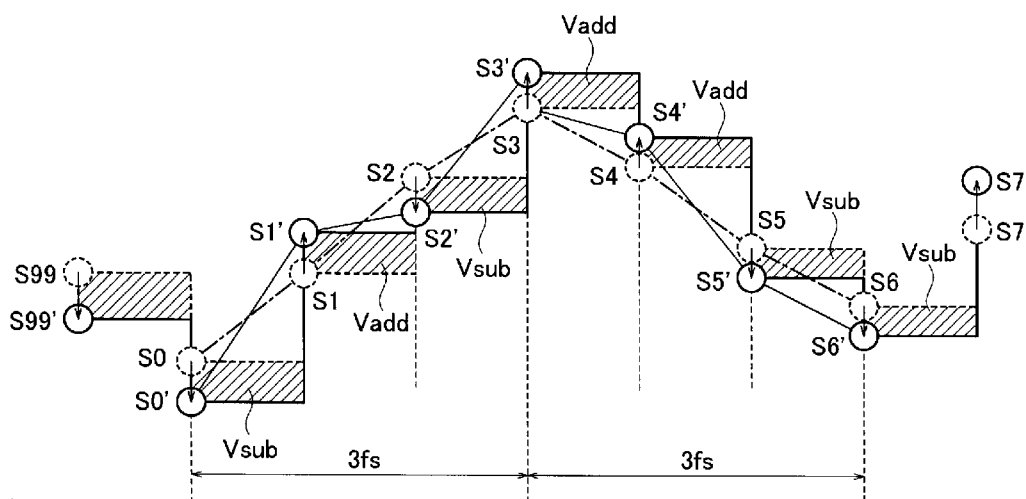
(10) 国際公開番号

WO 2021/024946 A1

- (51) 国際特許分類:
G10L 21/0332 (2013.01) *G10K 15/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/029491
- (22) 国際出願日: 2020年7月31日(31.07.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-146149 2019年8月8日(08.08.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社 J V C ケンウッド (JVCKENWOOD CORPORATION) [JP/JP];
〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町
3丁目12番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 安良 定浩 (YASURA Sadahiro);
〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町
3丁目12番地 株式会社 J V C ケンウッド
知的財産部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI Hidekazu et al.);
〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目2番
8号 虎ノ門琴平タワー 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, 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.
- (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,

(54) Title: DIGITAL AUDIO PROCESSOR, DIGITAL AUDIO PROCESSING METHOD, AND DIGITAL AUDIO PROGRAM

(54) 発明の名称: デジタル音声処理装置、デジタル音声処理方法、及びデジタル音声処理プログラム



(57) Abstract: According to the present invention, an even harmonic addition unit (171) adds a correction value (V_{add}) to a first adjacent sample (S1) next to a first minimum sample (S0), and subtracts a correction value (V_{sub}) from a second adjacent sample (S2) which is one sample before a maximum sample (S3). The even harmonic addition unit (171) adds the correction value (V_{add}) to a third adjacent sample (S4) next to the maximum sample (S3), and subtracts the correction value (V_{sub}) from a fourth adjacent sample (S5) which is one sample before a second minimum sample (S6). An odd harmonic addition unit (172) subtracts the correction value V_{sub} from the first minimum sample S0 and the second minimum sample S6, and adds the correction value V_{add} to the maximum sample S3.

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：偶数倍音付加部（171）は、第1の極小サンプル（S0）の次の第1の隣接サンプル（S1）に補正值（Vadd）を加算し、極大サンプル（S3）より1サンプル前の第2の隣接サンプル（S2）より補正值（Vsub）を減算する。偶数倍音付加部（171）は、極大サンプル（S3）の次の第3の隣接サンプル（S4）に補正值（Vadd）を加算し、第2の極小サンプル（S6）より1サンプル前の第4の隣接サンプル（S5）より補正值（Vsub）を減算する。奇数倍音付加部（172）は、第1の極小サンプルS0及び第2の極小サンプルS6より補正值Vsubを減算し、極大サンプルS3に補正值Vaddを加算する。

明 細 書

発明の名称：

デジタル音声処理装置、デジタル音声処理方法、及びデジタル音声処理プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、デジタル音声信号を処理するデジタル音声処理装置、デジタル音声処理方法、及びデジタル音声処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、デジタル音声信号を次のように処理して音質を向上させるデジタル音声処理装置が記載されている。デジタル音声処理装置は、デジタル音声信号の波形の極大値を有する極大サンプルと極小値を有する極小サンプルとの間のサンプル間隔を検出する。デジタル音声処理装置は、極大サンプルの前後に隣接するサンプルには、極大サンプルと隣接するサンプルとの差分値に 1 未満の係数を乗じた補正値を加算し、極小サンプルの前後に隣接するサンプルより、極小サンプルと隣接するサンプルとの差分値に 1 未満の係数を乗じた補正値を減算する。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特許第3401171号公報
特許文献2：特許第3659489号公報
特許文献3：特許第4985570号公報

発明の概要

[0004] 特許文献 1 に記載のデジタル音声処理装置によれば、デジタル音声信号に奇数倍音のみが付加される。特許文献 2 に記載のデジタル音声処理装置においても、デジタル音声信号に奇数倍音のみが付加される。基音に付加される奇数倍音は基本的には音質を向上させるものの、人によっては刺激的で不快に感じることもある。一般的に、人は基音に付加される偶数倍音を心地よく

感じることが多い。そこで、デジタル音声信号に偶数倍音と奇数倍音との双方を付加することが望ましい。

[0005] 特許文献3には、デジタル音声信号に偶数倍音と奇数倍音との双方を付加する構成が記載されている。特許文献3に記載のデジタル音声処理装置は、極小サンプルから極大サンプルへとサンプル値が上昇していく波形部分と、極大サンプルから極小サンプルへとサンプル値が下降していく波形部分との一方のみのサンプルに補正値を加算または減算する。この構成によってデジタル音声信号に偶数倍音と奇数倍音との双方が付加される。

[0006] しかしながら、サンプル値が上昇していく波形部分とサンプル値が下降していく波形部分との一方のみの波形を補正することは好ましくない。サンプル値が上昇していく波形部分とサンプル値が下降していく波形部分との双方の波形を補正して、デジタル音声信号に偶数倍音と奇数倍音との双方を付加することが望ましい。

[0007] 実施形態は、サンプル値が上昇していく波形部分とサンプル値が下降していく波形部分との双方の波形を補正して、デジタル音声信号に偶数倍音と奇数倍音との双方を付加することができるデジタル音声処理装置、デジタル音声処理方法、及びデジタル音声処理プログラムを提供することを目的とする。

[0008] 実施形態の第1の態様によれば、入力されたデジタル音声信号を構成するサンプルにおける極大値を算出して、極大値を有する極大サンプルを検出する極大サンプル検出部と、前記デジタル音声信号を構成するサンプルにおける極小値を算出して、極小値を有する極小サンプルを検出する極小サンプル検出部と、前記デジタル音声信号を構成するサンプルが極小サンプルから極大サンプルへとサンプル値が上昇していく波形部分であるか、極大サンプルから極小サンプルへとサンプル値が下降していく波形部分であるかを判定する波形傾斜判定部と、時間方向に隣接する極小サンプルと極大サンプルとの間のサンプル間隔をカウントするカウンタと、前記カウンタがカウントしたサンプル間隔に応じて偶数倍音用係数と奇数倍音用係数とを選択する係数選

択部と、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する偶数倍音付加部と奇数倍音を付加する奇数倍音付加部とを有し、前記デジタル音声信号に偶数倍音及び奇数倍音よりなる高調波成分を付加して出力する高調波成分付加部とを備えるデジタル音声処理装置が提供される。

[0009] 上記のデジタル音声処理装置において、前記デジタル音声信号を構成するサンプルが、第1の極小サンプルから第1の極大サンプルへと上昇し、前記第1の極大サンプルから第2の極小サンプルへと下降するとき、前記偶数倍音付加部は、第1の偶数倍音付加処理と、第2の偶数倍音付加処理とのいずれか一方を実行する。

[0010] 上記のデジタル音声処理装置において、前記偶数倍音付加部は、前記第1の偶数倍音付加処理として、前記第1の極小サンプルに続く次のサンプルである第1の隣接サンプルに、前記第1の極小サンプルと前記第1の隣接サンプルとの第1の差分値に、前記係数選択部が前記第1の極小サンプルと前記第1の極大サンプルとの第1のサンプル間隔に応じて選択した第1の偶数倍音用係数を乗じた第1の補正値を加算し、前記第1の極大サンプルより1サンプル前の第2の隣接サンプルより、前記第2の隣接サンプルと前記第1の極大サンプルとの第2の差分値に前記第1の偶数倍音用係数を乗じた第2の補正値を減算し、前記第1の極大サンプルに続く次のサンプルである第3の隣接サンプルに、前記第1の極大サンプルと前記第3の隣接サンプルとの第3の差分値に、前記係数選択部が前記第1の極大サンプルと前記第2の極小サンプルとの第2のサンプル間隔に応じて選択した第2の偶数倍音用係数を乗じた第3の補正値を加算し、前記第2の極小サンプルより1サンプル前の第4の隣接サンプルより、前記第4の隣接サンプルと前記第2の極小サンプルとの第4の差分値に前記第2の偶数倍音用係数を乗じた第4の補正値を減算することによって、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する。

[0011] 上記のデジタル音声処理装置において、前記偶数倍音付加部は、前記第2の偶数倍音付加処理として、前記第1の隣接サンプルより前記第1の補正値を減算し、前記第2の隣接サンプルに前記第2の補正値を加算し、前記第3

の隣接サンプルより前記第3の補正値を減算し、前記第4の隣接サンプルに前記第4の補正値を加算することによって、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する。

[0012] 上記のデジタル音声処理装置において、前記奇数倍音付加部は、前記第1の極小サンプルより、前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルより1サンプル前の第5の隣接サンプルとの第5の差分値に、前記係数選択部が前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルの直前の第2の極大サンプルとの第3のサンプル間隔に応じて選択した第1の奇数倍音用係数を乗じた第5の補正値を減算し、前記第1の極大サンプルに、前記第2の差分値に前記係数選択部が前記第1のサンプル間隔に応じて選択した第2の奇数倍音用係数を乗じた第6の補正値を加算し、前記第2の極小サンプルより、前記第4の差分値に前記係数選択部が前記第2のサンプル間隔に応じて選択した第3の奇数倍音用係数を乗じた第7の補正値を減算することによって、前記デジタル音声信号に奇数倍音を付加する奇数倍音付加処理を実行する。

[0013] 実施形態の第2の態様によれば、入力されたデジタル音声信号を構成するサンプルにおける極大値を算出して、極大値を有する極大サンプルを検出し、前記デジタル音声信号を構成するサンプルにおける極小値を算出して、極小値を有する極小サンプルを検出し、前記デジタル音声信号を構成するサンプルが極小サンプルから極大サンプルへとサンプル値が上昇していく波形部分であるか、極大サンプルから極小サンプルへとサンプル値が下降していく波形部分であるかを判定し、時間方向に隣接する極小サンプルと極大サンプルとの間のサンプル間隔をカウントするデジタル音声処理方法が提供される。

[0014] 上記のデジタル音声処理方法は、前記デジタル音声信号を構成するサンプルが、第1の極小サンプルから第1の極大サンプルへと上昇し、前記第1の極大サンプルから第2の極小サンプルへと下降するとき、第1の偶数倍音付加処理と、第2の偶数倍音付加処理とのいずれか一方を実行する。

[0015] 上記のデジタル音声処理方法は、第1の偶数倍音付加処理として、前記第

1の極小サンプルに続く次のサンプルである第1の隣接サンプルに、前記第1の極小サンプルと前記第1の隣接サンプルとの第1の差分値に、前記第1の極小サンプルと前記第1の極大サンプルとの第1のサンプル間隔に応じて選択した第1の偶数倍音用係数を乗じた第1の補正値を加算し、前記第1の極大サンプルより1サンプル前の第2の隣接サンプルより、前記第2の隣接サンプルと前記第1の極大サンプルとの第2の差分値に前記第1の偶数倍音用係数を乗じた第2の補正値を減算し、前記第1の極大サンプルに続く次のサンプルである第3の隣接サンプルに、前記第1の極大サンプルと前記第3の隣接サンプルとの第3の差分値に、前記第1の極大サンプルと前記第2の極小サンプルとの第2のサンプル間隔に応じて選択した第2の偶数倍音用係数を乗じた第3の補正値を加算し、前記第2の極小サンプルより1サンプル前の第4の隣接サンプルより、前記第4の隣接サンプルと前記第2の極小サンプルとの第4の差分値に前記第2の偶数倍音用係数を乗じた第4の補正値を減算することによって、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する。

[0016] 上記のデジタル音声処理方法は、第2の偶数倍音付加処理として、前記第1の隣接サンプルより前記第1の補正値を減算し、前記第2の隣接サンプルに前記第2の補正値を加算し、前記第3の隣接サンプルより前記第3の補正値を減算し、前記第4の隣接サンプルに前記第4の補正値を加算することによって、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する。

[0017] 上記のデジタル音声処理方法は、前記第1の極小サンプルより、前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルより1サンプル前の第5の隣接サンプルとの第5の差分値に、前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルの直前の第2の極大サンプルとの第3のサンプル間隔に応じて選択した第1の奇数倍音用係数を乗じた第5の補正値を減算し、前記第1の極大サンプルに、前記第2の差分値に前記第1のサンプル間隔に応じて選択した第2の奇数倍音用係数を乗じた第6の補正値を加算し、前記第2の極小サンプルより、前記第4の差分値に前記第2のサンプル間隔に応じて選択した第3の奇数倍音用係数を乗じた第7の補正値を減算することによって、前記デジタ

ル音声信号に奇数倍音を付加する奇数倍音付加処理を実行する。

[0018] 実施形態の第3の態様によれば、コンピュータに、入力されたデジタル音声信号を構成するサンプルにおける極大値を算出して、極大値を有する極大サンプルを検出するステップと、前記デジタル音声信号を構成するサンプルにおける極小値を算出して、極小値を有する極小サンプルを検出するステップと、前記デジタル音声信号を構成するサンプルが極小サンプルから極大サンプルへとサンプル値が上昇していく波形部分であるか、極大サンプルから極小サンプルへとサンプル値が下降していく波形部分であるかを判定するステップと、時間方向に隣接する極小サンプルと極大サンプルとの間のサンプル間隔をカウントするステップとを実行させるデジタル音声処理プログラムが提供される。

[0019] 上記のデジタル音声処理プログラムは、前記デジタル音声信号を構成するサンプルが、第1の極小サンプルから第1の極大サンプルへと上昇し、前記第1の極大サンプルから第2の極小サンプルへと下降するとき、コンピュータに、第1の偶数倍音付加ステップと、第2の偶数倍音付加ステップとのいずれか一方を実行させる。

[0020] 上記のデジタル音声処理プログラムは、コンピュータに、第1の偶数倍音付加ステップとして、前記第1の極小サンプルに続く次のサンプルである第1の隣接サンプルに、前記第1の極小サンプルと前記第1の隣接サンプルとの第1の差分値に、前記第1の極小サンプルと前記第1の極大サンプルとの第1のサンプル間隔に応じて選択した第1の偶数倍音用係数を乗じた第1の補正値を加算するステップと、前記第1の極大サンプルより1サンプル前の第2の隣接サンプルより、前記第2の隣接サンプルと前記第1の極大サンプルとの第2の差分値に前記第1の偶数倍音用係数を乗じた第2の補正値を減算するステップと、前記第1の極大サンプルに続く次のサンプルである第3の隣接サンプルに、前記第1の極大サンプルと前記第3の隣接サンプルとの第3の差分値に、前記第1の極大サンプルと前記第2の極小サンプルとの第2のサンプル間隔に応じて選択した第2の偶数倍音用係数を乗じた第3の補

正值を加算するステップと、前記第2の極小サンプルより1サンプル前の第4の隣接サンプルより、前記第4の隣接サンプルと前記第2の極小サンプルとの第4の差分値に前記第2の偶数倍音用係数を乗じた第4の補正值を減算するステップとを実行させて、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する。

[0021] 上記のデジタル音声処理プログラムは、コンピュータに、第2の偶数倍音付加ステップとして、前記第1の隣接サンプルより前記第1の補正值を減算するステップと、前記第2の隣接サンプルに前記第2の補正值を加算するステップと、前記第3の隣接サンプルより前記第3の補正值を減算するステップと、前記第4の隣接サンプルに前記第4の補正值を加算するステップとを実行させて、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する。

[0022] 上記のデジタル音声処理プログラムは、コンピュータに、前記第1の極小サンプルより、前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルより1サンプル前の第5の隣接サンプルとの第5の差分値に、前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルの直前の第2の極大サンプルとの第3のサンプル間隔に応じて選択した第1の奇数倍音用係数を乗じた第5の補正值を減算するステップと、前記第1の極大サンプルに、前記第2の差分値に前記第1のサンプル間隔に応じて選択した第2の奇数倍音用係数を乗じた第6の補正值を加算するステップと、前記第2の極小サンプルより、前記第4の差分値に前記第2のサンプル間隔に応じて選択した第3の奇数倍音用係数を乗じた第7の補正值を減算するステップとを含む、前記デジタル音声信号に奇数倍音を付加する奇数倍音付加ステップを実行させる。

[0023] 実施形態のデジタル音声処理装置、デジタル音声処理方法、及びデジタル音声処理プログラムによれば、サンプル値が上昇していく波形部分とサンプル値が下降していく波形部分との双方の波形を補正して、デジタル音声信号に偶数倍音と奇数倍音との双方を付加することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]図1は、一実施形態のデジタル音声処理装置を示すブロック図である。

[図2]図2は、一実施形態のデジタル音声処理装置に入力されるデジタル音声信号の一例を示す波形図である。

[図3]図3は、極大サンプル・極小サンプル間のサンプル間隔ごとに設定されている係数を示す係数テーブルの例を示す図である。

[図4]図4は、サンプル間隔が $3f_s$ であるときの第1の偶数倍音付加処理及び奇数倍音付加処理を示す波形図である。

[図5]図5は、サンプル間隔が $3f_s$ であるときの第2の偶数倍音付加処理及び奇数倍音付加処理を示す波形図である。

[図6]図6は、サンプル間隔が $6f_s$ であるときの第1の偶数倍音付加処理及び奇数倍音付加処理を示す波形図である。

[図7]図7は、サンプル間隔が $6f_s$ であるときの第2の偶数倍音付加処理及び奇数倍音付加処理を示す波形図である。

[図8]図8は、サンプル間隔が $2f_s$ であるときの第1の偶数倍音付加処理及び奇数倍音付加処理を示す波形図である。

[図9]図9は、サンプル間隔が $2f_s$ であるときの第2の偶数倍音付加処理及び奇数倍音付加処理を示す波形図である。

[図10]図10は、一実施形態のデジタル音声処理装置で実行される処理、一実施形態のデジタル音声処理方法、一実施形態のデジタル音声処理プログラムがコンピュータに実行させる処理を示すフローチャートである。

[図11A]図11Aは、デジタル音声信号の補正によって逆転現象が発生する、サンプル間隔が $3f_s$ の波形の一例を示す波形図である。

[図11B]図11Bは、図11Aに示すサンプル間隔が $3f_s$ の波形の補正によって逆転現象が発生した状態を示す波形図である。

[図12A]図12Aは、デジタル音声信号の補正によって逆転現象が発生する、サンプル間隔が $4f_s$ の波形の一例を示す波形図である。

[図12B]図12Bは、図12Aに示すサンプル間隔が $4f_s$ の波形の補正によって逆転現象が発生した状態を示す波形図である。

[図13]図13は、サンプル間隔が $3f_s$ の波形の場合に逆転現象を回避する

処理の第 1 の例を示すフローチャートである。

[図14]図 1 4 は、サンプル間隔が $3 f_s$ の波形の場合に逆転現象を回避する処理の第 2 の例を示すフローチャートである。

[図15A]図 1 5 A は、図 1 3 または図 1 4 に示す処理によって逆転現象を回避した状態の第 1 の例を示す波形図である。

[図15B]図 1 5 B は、図 1 3 または図 1 4 に示す処理によって逆転現象を回避した状態の第 2 の例を示す波形図である。

[図16]図 1 6 は、サンプル間隔が $4 f_s$ 以上の波形の場合に逆転現象を回避する処理を示すフローチャートである。

[図17A]図 1 7 A は、図 1 6 に示す処理によって逆転現象を回避した状態の第 1 の例を示す波形図である。

[図17B]図 1 7 B は、図 1 6 に示す処理によって逆転現象を回避した状態の第 2 の例を示す波形図である。

[図18]図 1 8 は、一実施形態のデジタル音声処理プログラムを実行するマイクロコンピュータの構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、一実施形態のデジタル音声処理装置、デジタル音声処理方法、及びデジタル音声処理プログラムについて、添付図面を参照して説明する。

[0026] 図 1 において、一実施形態のデジタル音声処理装置 100 は、極大サンプル検出部 11、極小サンプル検出部 12、波形傾斜判定部 13、カウンタ 14、係数選択部 15、係数テーブル保持部 16、高調波成分付加部 17 を備える。高調波成分付加部 17 は、偶数倍音付加部 171 及び奇数倍音付加部 172 を有する。デジタル音声処理装置 100 は、回路を含むハードウェアによって構成されていてもよいし、ソフトウェアによって構成されていてもよいし、ハードウェアとソフトウェアとが混在していてもよい。デジタル音声処理装置 100 は、集積回路によって構成されていてもよい。

[0027] 極大サンプル検出部 11 及び極小サンプル検出部 12 には、所定の量子化ビット数及び所定のサンプリング周波数のデジタル音声信号が入力される。

極大サンプル検出部 11 は、入力されたデジタル音声信号における隣接するサンプルの大小関係を判定することによって、極大値を有する極大サンプルを検出する。極小サンプル検出部 12 は同様にして極小値を有する極小サンプルを検出する。極大サンプル及び極小サンプルは、波形傾斜判定部 13 及びカウンタ 14 に供給される。

[0028] 波形傾斜判定部 13 は、極大サンプルと極小サンプルとが入力される順に基づき、サンプル値が上昇していく波形部分であるかサンプル値が下降していく波形部分であるかを判定する。波形傾斜判定部 13 は、極小サンプルの次に極大サンプルが入力されれば、極小サンプルと極大サンプルとの間の波形部分はサンプル値が上昇していく波形部分であると判定する。波形傾斜判定部 13 は、極大サンプルの次に極小サンプルが入力されれば、極大サンプルと極小サンプルとの間の波形部分はサンプル値が下降していく波形部分であると判定する。波形傾斜判定部 13 による判定結果は、高調波成分付加部 17 に供給される。

[0029] カウンタ 14 は、極小サンプルと極大サンプルとのサンプル間隔を検出する。図 2 は、デジタル音声処理装置 100 に入力されるデジタル音声信号の波形の一例を示している。図 2 において、サンプル S0 は極小サンプルであり、サンプル S3 は極大サンプルである。図 2 に示す極小サンプル S0 と極大サンプル S3 との間のサンプル間隔は 3 である。隣接する極小サンプルと極大サンプルとの間隔を f_s と表記すると、図 2 に示す極小サンプル S0 と極大サンプル S3 との間隔は $3 f_s$ となる。

[0030] なお、極小サンプルと極大サンプルとのサンプル間隔とは、サンプル値が上昇していく波形部分の極小サンプルと極大サンプルとのサンプル間隔と、サンプル値が下降していく波形部分の極大サンプルと極小サンプルとのサンプル間隔との双方を含む。

[0031] カウンタ 14 が検出したサンプル間隔は、係数選択部 15 に供給される。係数選択部 15 には、ユーザが設定した係数選択信号が入力される。係数テーブル保持部 16 には、図 3 に示すような係数テーブルが保持されている。

係数テーブルは、サンプル間隔及び係数選択信号に応じて、後述するサンプルに加算またはサンプルから減算する補正値を生成する際に用いられる係数を示している。

[0032] 図3において、サンプル間隔として2サンプルから8サンプルまで、係数選択信号“00”，“01”，“10”，“11”に対応させて、 $1/2 \sim 1/128$ の係数が設定されている。図3に示す各係数は一例であり、図3に示す係数に限定されるものではない。最大のサンプル間隔は8サンプルに限定されない。係数選択信号“00”，“01”，“10”，“11”は、補正値のレベルを選択するレベル選択信号として機能する。

[0033] 係数選択信号“00”が設定されれば、デジタル音声信号を補正する程度が最大となり、係数選択信号“11”が設定されれば、デジタル音声信号を補正する程度が最小となる。なお、係数選択信号によって係数を選択することによって補正値を調整することは必須ではないが、調整可能とすることが好ましい。係数選択信号によって係数を選択しないようにする場合には、係数テーブルには係数選択信号“00”，“01”，“10”，“11”のうちのいずれか1つの係数が設定されていればよい。

[0034] 図3に示す係数は、偶数倍音付加部171がデジタル音声信号に偶数倍音を付加する際に用いる偶数倍音用係数であり、奇数倍音付加部172がデジタル音声信号に奇数倍音を付加する際に用いる奇数倍音用係数である。偶数倍音用係数と奇数倍音用係数とは同じ係数である場合があり、異なる係数である場合がある。

[0035] 図1に戻り、係数選択部15は、カウンタ14から供給されたサンプル間隔及び係数選択信号に基づいて、係数テーブルより、偶数倍音付加部171で用いられる偶数倍音用係数と奇数倍音付加部172で用いられる奇数倍音用係数とを読み出して、それぞれ偶数倍音付加部171及び奇数倍音付加部172に供給する。

[0036] ここで、図4～図9を用いて、偶数倍音付加部171及び奇数倍音付加部172の具体的な動作を説明する。図4において、実線または破線の丸はサ

ンプルを示しており、破線で示すサンプルは補正前のサンプル、実線で示すサンプルは補正後のサンプルである。極小サンプルS 0と極大サンプルS 3とのサンプル間隔、極大サンプルS 3と極小サンプルS 6とのサンプル間隔はいずれも $3 f_s$ である。係数選択信号は“00”に設定されているとする。

- [0037] 偶数倍音付加部171は、極小サンプルS 0の1つ後のサンプルS 1に、極小サンプルS 0とサンプルS 1との差分値に係数を乗じた補正值Vaddを加算する。サンプルS 1は補正值Vaddの加算によってサンプルS 1'に補正される。また、偶数倍音付加部171は、極大サンプルS 3の1つ前のサンプルS 2より、サンプルS 2と極大サンプルS 3との差分値に係数を乗じた補正值Vsubを減算する。サンプルS 2は補正值Vsubの減算によってサンプルS 2'に補正される。
- [0038] サンプルS 1に加算される補正值Vaddは極小サンプルS 0とサンプルS 1との差分値の $1/2$ であり、サンプルS 2より減算される補正值VsubはサンプルS 2と極大サンプルS 3との差分値の $1/2$ である。
- [0039] さらに、偶数倍音付加部171は、極大サンプルS 3の1つ後のサンプルS 4に、極大サンプルS 3とサンプルS 4との差分値に係数を乗じた補正值Vaddを加算する。サンプルS 4は補正值Vaddの加算によってサンプルS 4'に補正される。また、偶数倍音付加部171は、極小サンプルS 6の1つ前のサンプルS 5より、サンプルS 5と極小サンプルS 6との差分値に係数を乗じた補正值Vsubを減算する。サンプルS 5は補正值Vsubの減算によってサンプルS 5'に補正される。
- [0040] サンプルS 4に加算される補正值Vaddは極大サンプルS 3とサンプルS 4との差分値の $1/2$ であり、サンプルS 5より減算される補正值VsubはサンプルS 5と極小サンプルS 6との差分値の $1/2$ である。
- [0041] 奇数倍音付加部172は、極小サンプルS 0より、極小サンプルS 0と1つ前のサンプルS 99との差分値に係数を乗じた補正值Vsubを減算する。極小サンプルS 0は補正值Vsubの減算によって極小サンプルS 0'に補正され

る。極小サンプル S_0 と極小サンプル S_0 より前側に隣接する極大サンプルとのサンプル間隔が $3 f_s$ であるとするれば、極小サンプル S_0 より減算される補正值 V_{sub} はサンプル S_{99} と極小サンプル S_0 との差分値の $1/2$ である。

[0042] 加えて、奇数倍音付加部 172 は、極大サンプル S_3 に、サンプル S_2 と極大サンプル S_3 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。極大サンプル S_3 は補正值 V_{add} の加算によって極大サンプル S_3' に補正される。極大サンプル S_3 に加算される補正值 V_{add} はサンプル S_2 と極大サンプル S_3 との差分値の $1/2$ である。

[0043] さらに、奇数倍音付加部 172 は、極小サンプル S_6 より、極小サンプル S_6 と 1 つ前のサンプル S_5 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。極小サンプル S_6 は補正值 V_{sub} の減算によって極小サンプル S_6' に補正される。極小サンプル S_6 より減算される補正值 V_{sub} は極小サンプル S_6 とサンプル S_5 との差分値の $1/2$ である。

[0044] 高調波成分付加部 17 が以上のようにしてデジタル音声信号の補正対象のサンプルに対して補正值 V_{add} を加算または補正值 V_{sub} を減算することにより、一点鎖線で示す波形が実線で示す波形へと補正される。偶数倍音付加部 171 及び奇数倍音付加部 172 は、サンプル S_7 以降も同様にデジタル音声信号を補正する。これによって、デジタル音声信号には偶数倍音及び奇数倍音を含む高調波成分が付加される。

[0045] 高調波成分付加部 17 は、図 5 に示すように補正対象のサンプルに対して補正值 V_{add} を加算または補正值 V_{sub} を減算してデジタル音声信号を補正してもよい。同様に、係数選択信号は “00” に設定されているとする。

[0046] 偶数倍音付加部 171 は、サンプル S_1 より、極小サンプル S_0 とサンプル S_1 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。サンプル S_1 は補正值 V_{sub} の減算によってサンプル S_1' に補正される。また、偶数倍音付加部 171 は、サンプル S_2 に、サンプル S_2 と極大サンプル S_3 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。サンプル S_2 は補正值 V_{add} の加算に

よってサンプル S_2' に補正される。

- [0047] サンプル S_1 より減算される補正值 V_{sub} は極小サンプル S_0 とサンプル S_1 との差分値の $1/2$ であり、サンプル S_2 に加算される補正值 V_{add} はサンプル S_2 と極大サンプル S_3 との差分値の $1/2$ である。
- [0048] さらに、偶数倍音付加部 171 は、サンプル S_4 より、極大サンプル S_3 とサンプル S_4 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。サンプル S_4 は補正值 V_{sub} の減算によってサンプル S_4' に補正される。また、偶数倍音付加部 171 は、サンプル S_5 に、サンプル S_5 と極小サンプル S_6 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。サンプル S_5 は補正值 V_{add} の加算によってサンプル S_5' に補正される。
- [0049] サンプル S_4 より減算される補正值 V_{sub} は極大サンプル S_3 とサンプル S_4 との差分値の $1/2$ であり、サンプル S_5 に加算される補正值 V_{add} はサンプル S_5 と極小サンプル S_6 との差分値の $1/2$ である。
- [0050] 奇数倍音付加部 172 は、極小サンプル S_0 より、サンプル S_{99} と極小サンプル S_0 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。極小サンプル S_0 は補正值 V_{sub} の減算によって極小サンプル S_0' に補正される。極小サンプル S_0 と極小サンプル S_0 より前側に隣接する極大サンプルとのサンプル間隔が $3f_s$ であるとすれば、極小サンプル S_0 より減算される補正值 V_{sub} は極小サンプル S_0 とサンプル S_{99} との差分値の $1/2$ である。
- [0051] 加えて、奇数倍音付加部 172 は、極大サンプル S_3 に、サンプル S_2 と極大サンプル S_3 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。極大サンプル S_3 は補正值 V_{add} の加算によって極大サンプル S_3' に補正される。極大サンプル S_3 に加算される補正值 V_{add} はサンプル S_2 と極大サンプル S_3 との差分値の $1/2$ である。
- [0052] さらに、奇数倍音付加部 172 は、極小サンプル S_6 より、サンプル S_5 と極小サンプル S_6 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。極小サンプル S_6 は補正值 V_{sub} の減算によって極小サンプル S_6' に補正される。極小サンプル S_6 より減算される補正值 V_{sub} はサンプル S_5 と極小サンプ

ル S 6 との差分値の $1/2$ である。

[0053] 高調波成分付加部 17 が以上のようにしてデジタル音声信号の補正対象のサンプルに対して補正值 V_{add} を加算または補正值 V_{sub} を減算することにより、一点鎖線で示す波形が実線で示す波形へと補正される。偶数倍音付加部 171 及び奇数倍音付加部 172 は、サンプル S7 以降も同様にデジタル音声信号を補正する。これによって、デジタル音声信号には偶数倍音及び奇数倍音を含む高調波成分が付加される。

[0054] デジタル音声処理装置 100 は、図 4 または図 5 に示すようにサンプル値が上昇していく波形部分とサンプル値が下降していく波形部分との双方の波形を補正することによって、デジタル音声信号に偶数倍音と奇数倍音との双方を含む高調波成分を付加することができる。

[0055] 偶数倍音付加部 171 は、極小サンプルと極大サンプルとのサンプル間隔が $3f_s \sim 8f_s$ のいずれであっても、極小サンプルより 1 つ前のサンプル及び 1 つ後のサンプルと、極大サンプルより 1 つ前のサンプル及び 1 つ後のサンプルのみを補正対象のサンプルとしてもよい。

[0056] 偶数倍音付加部 171 は、極小サンプルと極大サンプルとのサンプル間隔が例えば $6f_s \sim 8f_s$ であるとき、極小サンプルより 2 つ前のサンプル及び 2 つ後のサンプルと、極大サンプルより 2 つ前のサンプル及び 2 つ後のサンプルを補正対象のサンプルに加えてもよい。

[0057] 図 6 を用いて、偶数倍音付加部 171 が、極小サンプルの前後の 2 サンプルずつ、及び極大サンプルの前後の 2 サンプルずつの合計 4 サンプルを補正対象のサンプルとする場合の動作を説明する。図 6 は、図 4 に示す偶数倍音の付加方法を 4 サンプルに拡張した付加方法に相当する。図 6 においては、極小サンプル S0 から次の極小サンプル S12 までの範囲のサンプルに対してのみ補正值及び補正後のサンプルを示している。

[0058] 偶数倍音付加部 171 は、サンプル S1 に、極小サンプル S0 とサンプル S1 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算し、サンプル S2 に、サンプル S1 とサンプル S2 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。

サンプルS 1 及びS 2は補正值 V_{add} の加算によってそれぞれサンプルS 1' 及びS 2' に補正される。また、偶数倍音付加部1 7 1は、サンプルS 4より、サンプルS 4とサンプルS 5との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算し、サンプルS 5より、サンプルS 5と極大サンプルS 6との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。サンプルS 4及びS 5は補正值 V_{sub} の減算によってそれぞれサンプルS 4' 及びS 5' に補正される。

[0059] さらに、偶数倍音付加部1 7 1は、サンプルS 7に、極大サンプルS 6とサンプルS 7との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算し、サンプルS 8に、サンプルS 7とサンプルS 8との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。サンプルS 7及びS 8は補正值 V_{add} の加算によってそれぞれサンプルS 7' 及びS 8' に補正される。また、偶数倍音付加部1 7 1は、サンプルS 1 0より、サンプルS 1 0とサンプルS 1 1との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算し、サンプルS 1 1より、サンプルS 1 1と極小サンプルS 1 2との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。サンプルS 1 0及びS 1 1は補正值 V_{sub} の減算によってそれぞれサンプルS 1 0' 及びS 1 1' に補正される。

[0060] 奇数倍音付加部1 7 2は、極小サンプルS 0より、サンプルS 9 9と極小サンプルS 0との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。極小サンプルS 0は補正值 V_{sub} の減算によって極小サンプルS 0' に補正される。奇数倍音付加部1 7 2は、極大サンプルS 6に、サンプルS 5と極大サンプルS 6との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。極大サンプルS 6は補正值 V_{add} の加算によって極大サンプルS 6' に補正される。奇数倍音付加部1 7 2は、極小サンプルS 1 2より、サンプルS 1 1と極小サンプルS 1 2との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。極小サンプルS 1 2は補正值 V_{sub} の減算によって極小サンプルS 1 2' に補正される。

[0061] 高調波成分付加部1 7が以上のようにしてデジタル音声信号の補正対象のサンプルに対して補正值 V_{add} を加算または補正值 V_{sub} を減算することにより、一点鎖線で示す波形が実線で示す波形へと補正される。

- [0062] 高調波成分付加部 17 は、図 7 に示すように補正対象のサンプルに対して補正值 V_{add} を加算または補正值 V_{sub} を減算してデジタル音声信号を補正してもよい。図 7 は、図 5 に示す偶数倍音の付加方法を 4 サンプルに拡張した付加方法に相当する。
- [0063] 偶数倍音付加部 171 は、サンプル S_1 より、極小サンプル S_0 とサンプル S_1 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算し、サンプル S_2 より、サンプル S_1 とサンプル S_2 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。サンプル S_1 及び S_2 は補正值 V_{sub} の減算によってそれぞれサンプル S_1' 及び S_2' に補正される。また、偶数倍音付加部 171 は、サンプル S_4 に、サンプル S_4 とサンプル S_5 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算し、サンプル S_5 に、サンプル S_5 と極大サンプル S_6 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。サンプル S_4 及び S_5 は補正值 V_{add} の加算によってそれぞれサンプル S_4' 及び S_5' に補正される。
- [0064] さらに、偶数倍音付加部 171 は、サンプル S_7 より、極大サンプル S_6 とサンプル S_7 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算し、サンプル S_8 より、サンプル S_7 とサンプル S_8 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。また、偶数倍音付加部 171 は、サンプル S_{10} に、サンプル S_{10} とサンプル S_{11} との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算し、サンプル S_{11} に、サンプル S_{11} と極小サンプル S_{12} との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。サンプル S_7 及び S_8 は補正值 V_{sub} の減算によってそれぞれサンプル S_7' 及び S_8' に補正される。サンプル S_{10} 及び S_{11} は補正值 V_{add} の加算によってそれぞれサンプル S_{10}' 及び S_{11}' に補正される。
- [0065] 奇数倍音付加部 172 は、極小サンプル S_0 より、サンプル S_{99} と極小サンプル S_0 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。極小サンプル S_0 は補正值 V_{sub} の減算によって極小サンプル S_0' に補正される。奇数倍音付加部 172 は、極大サンプル S_6 に、サンプル S_5 と極大サンプル S_6 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。極大サンプル S_6 は補

正值 V_{add} の加算によって極大サンプル $S_{6'}$ に補正される。奇数倍音付加部172は、極小サンプル S_{12} より、サンプル S_{11} と極小サンプル S_{12} との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。極小サンプル S_{12} は補正值 V_{sub} の減算によって極小サンプル $S_{12'}$ に補正される。

[0066] 高調波成分付加部17が以上のようにしてデジタル音声信号の補正対象のサンプルに対して補正值 V_{add} を加算または補正值 V_{sub} を減算することにより、一点鎖線で示す波形が実線で示す波形へと補正される。

[0067] 偶数倍音付加部171は、極小サンプルの前後の3サンプル以上を補正対象のサンプルとして補正值 V_{add} を加算または補正值 V_{sub} を減算してもよい。補正対象のサンプルをいくつにするかは設計的な事項である。サンプル間隔が増えるほど、補正対象のサンプルを増やしてもよい。

[0068] ところで、サンプル間隔が $2f_s$ であるときには、極小サンプルと極大サンプルとの間の中間サンプルは、補正值 V_{add} が加算される対象とサンプルかつ補正值 V_{sub} が減算される対象のサンプルになってしまう。そこで、偶数倍音付加部171は、サンプル間隔が $2f_s$ であるとき、図8または図9のようにデジタル音声信号を補正するのがよい。

[0069] 図8は図4に示す偶数倍音の付加方法に対応する。図8において、偶数倍音付加部171は、サンプル S_1 より、サンプル S_1 と極大サンプル S_2 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。サンプル S_1 は補正值 V_{sub} の減算によってサンプル $S_{1'}$ に補正される。また、偶数倍音付加部171は、サンプル S_3 に、極大サンプル S_2 とサンプル S_3 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。サンプル S_3 は補正值 V_{add} の加算によってサンプル $S_{3'}$ に補正される。

[0070] 奇数倍音付加部172は、極小サンプル S_0 より、サンプル S_{99} と極小サンプル S_0 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。極小サンプル S_0 は補正值 V_{sub} の減算によって極小サンプル $S_{0'}$ に補正される。奇数倍音付加部172は、極大サンプル S_2 に、サンプル S_1 と極大サンプル S_2 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。極大サンプル S_2 は補

正值 V_{add} の加算によって極大サンプル S_2' に補正される。奇数倍音付加部172は、極小サンプル S_4 より、サンプル S_3 と極小サンプル S_4 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。極小サンプル S_4 は補正值 V_{sub} の減算によって極小サンプル S_4' に補正される。

[0071] 図9は図5に示す偶数倍音の付加方法に対応する。図9において、偶数倍音付加部171は、サンプル S_1 に、サンプル S_1 と極大サンプル S_2 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{add} を加算する。サンプル S_1 は補正值 V_{add} の加算によってサンプル S_1' に補正される。また、偶数倍音付加部171は、サンプル S_3 より、極大サンプル S_2 とサンプル S_3 との差分値に係数を乗じた補正值 V_{sub} を減算する。サンプル S_3 は補正值 V_{sub} の減算によってサンプル S_3' に補正される。奇数倍音付加部172の動作は図8と同様である。

[0072] デジタル音声処理装置100が、サンプル間隔が $3f_s$ 以上のデジタル音声信号を処理する動作をまとめると、次のとおりである。デジタル音声信号を構成するサンプルが、第1の極小サンプルから第1の極大サンプルへと上昇し、第1の極大サンプルから第2の極小サンプルへと下降するとする。図4及び図5においては、極小サンプル S_0 が第1の極小サンプル、極大サンプル S_3 が第1の極大サンプル、極小サンプル S_6 が第2の極小サンプルである。図6及び図7においては、極小サンプル S_0 が第1の極小サンプル、極大サンプル S_6 が第1の極大サンプル、極小サンプル S_{12} が第2の極小サンプルである。

[0073] 偶数倍音付加部171は、第1の偶数倍音付加処理と第2の偶数倍音付加処理とのいずれか一方を実行する。

[0074] 第1の偶数倍音付加処理は次のとおりである。偶数倍音付加部171は、第1の極小サンプルに続く次のサンプルである第1の隣接サンプルに、第1の極小サンプルと第1の隣接サンプルとの第1の差分値に、第1の偶数倍音用係数を乗じた第1の補正值を加算する。第1の偶数倍音用係数は、係数選択部15によって第1の極小サンプルと第1の極大サンプルとの第1のサン

プル間隔に応じて選択される。偶数倍音付加部 171 は、第 1 の極大サンプルより 1 サンプル前の第 2 の隣接サンプルより、第 2 の隣接サンプルと第 1 の極大サンプルとの第 2 の差分値に第 1 の偶数倍音用係数を乗じた第 2 の補正值を減算する。

[0075] 偶数倍音付加部 171 は、第 1 の極大サンプルに続く次のサンプルである第 3 の隣接サンプルに、第 1 の極大サンプルと第 3 の隣接サンプルとの第 3 の差分値に、第 2 の偶数倍音用係数を乗じた第 3 の補正值を加算する。第 2 の偶数倍音用係数は、係数選択部 15 によって第 1 の極大サンプルと第 2 の極小サンプルとの第 2 のサンプル間隔に応じて選択される。第 2 の偶数倍音用係数は、第 1 の偶数倍音用係数と同じ係数の場合もあるし、異なる係数の場合もある。偶数倍音付加部 171 は、第 2 の極小サンプルより 1 サンプル前の第 4 の隣接サンプルより、第 4 の隣接サンプルと第 2 の極小サンプルとの第 4 の差分値に第 2 の偶数倍音用係数を乗じた第 4 の補正值を減算する。

[0076] 第 2 の偶数倍音付加処理は次のとおりである。偶数倍音付加部 171 は、第 1 の隣接サンプルより第 1 の補正值を減算し、第 2 の隣接サンプルに第 2 の補正值を加算する。偶数倍音付加部 171 は、第 3 の隣接サンプルより第 3 の補正值を減算し、第 4 の隣接サンプルに第 4 の補正值を加算する。

[0077] 奇数倍音付加部 172 は、次の奇数倍音付加処理を実行する。奇数倍音付加部 172 は、第 1 の極小サンプルより、第 1 の極小サンプルと第 1 の極小サンプルより 1 サンプル前の第 5 の隣接サンプルとの第 5 の差分値に、第 1 の奇数倍音用係数を乗じた第 5 の補正值を減算する。第 1 の奇数倍音用係数は、係数選択部 15 によって第 1 の極小サンプルと第 1 の極小サンプルの直前の第 2 の極大サンプルとの第 3 のサンプル間隔に応じて選択される。

[0078] 奇数倍音付加部 172 は、第 1 の極大サンプルに、第 2 の差分値に第 2 の奇数倍音用係数を乗じた第 6 の補正值を加算する。第 2 の奇数倍音用係数は、係数選択部 15 によって第 1 のサンプル間隔に応じて選択される。第 2 の奇数倍音用係数は、第 1 の偶数倍音用係数と同じである。奇数倍音付加部 172 は、第 2 の極小サンプルより、第 4 の差分値に第 3 の奇数倍音用係数を

乗じた第7の補正値を減算する。第3の奇数倍音用係数は、係数選択部15によって第2のサンプル間隔に応じて選択される。第3の奇数倍音用係数は、第2の偶数倍音用係数と同じである。

[0079] 以上のようにして、偶数倍音付加部171及び奇数倍音付加部172を有する高調波成分付加部17は、入力されたデジタル音声信号に偶数倍音及び奇数倍音を含む高調成分を付加して出力する。

[0080] 図10に示すフローチャートを用いて、デジタル音声処理装置100で実行される処理であるデジタル音声処理方法を説明する。図10において、デジタル音声処理装置100にデジタル音声信号が入力されて処理が開始されると、極大サンプル検出部11及び極小サンプル検出部12は、ステップS01にて、極大サンプル及び極小サンプルを検出する。波形傾斜判定部13は、ステップS02にて、デジタル音声信号を構成するサンプルが極小サンプルから極大サンプルへとサンプル値が上昇していく波形部分であるか、極大サンプルから極小サンプルへとサンプル値が下降していく波形部分であるかを判定する。

[0081] ステップS02と並行して、カウンタ14は、ステップS03にて、時間方向に隣接する極小サンプルと極大サンプルとの間のサンプル間隔をカウントする。係数選択部15は、ステップS04にて、カウンタ14がカウントしたサンプル間隔に応じて偶数倍音用係数と奇数倍音用係数とを選択する。

[0082] 偶数倍音付加部171及び奇数倍音付加部172は、ステップS05にて、偶数倍音用補正値である補正値 V_{add} 及び V_{sub} を算出し、奇数倍音用補正値である補正値 V_{add} 及び V_{sub} を算出する。偶数倍音付加部171及び奇数倍音付加部172は、ステップS06にて、デジタル音声信号に偶数倍音用補正値及び奇数倍音用補正値を加減算して、デジタル音声信号の波形を補正する。

[0083] デジタル音声処理装置100は、ステップS07にて、デジタル音声信号の入力が終了したか否かを判定する。デジタル音声信号の入力が終了していなければ(N0)、デジタル音声処理装置100はステップS01～S07の

処理を繰り返す。デジタル音声信号の入力が終了していれば（YES）、デジタル音声処理装置 100 は処理を終了させる。

[0084] ところで、サンプル間隔が $3 f_s$ である図 4 に示す第 1 の偶数倍音付加処理においては、互いに隣接するサンプル S_1 及び S_2 のうち、サンプル S_1 に補正值 V_{add} を加算し、かつサンプル S_2 より補正值 V_{sub} を減算する。従って、補正值 V_{add} の大きさと補正值 V_{sub} の大きさとの関係によっては、サンプル S_1' とサンプル S_2' との大小関係が逆転する逆転現象が発生し得る。同様に、図 5 に示す第 2 の偶数倍音付加処理においては、サンプル S_4' とサンプル S_5' との大小関係が逆転する逆転現象が発生し得る。

[0085] 図 11 A 及び図 11 B を用いて、第 1 の偶数倍音付加処理を例にして、サンプル S_1' とサンプル S_2' との大小関係が逆転する場合を説明する。図 11 A において、極小サンプル S_0 とサンプル S_1 との差分値を $\Delta 01$ 、サンプル S_1 とサンプル S_2 との差分値を $\Delta 12$ 、サンプル S_2 と極大サンプル S_3 との差分値を $\Delta 23$ とする。差分値 $\Delta 23$ は差分値 $\Delta 01$ 及び $\Delta 12$ より格段に大きい。

[0086] このような場合、図 11 B に示すように、サンプル S_1 に加算される補正值 V_{add} よりサンプル S_2 より減算される補正值 V_{sub} が格段に大きくなる。図 11 B は係数を $1/2$ とした場合を示す。よって、サンプル S_1 からサンプル S_2 へとサンプル値が上昇する波形が、サンプル S_1' からサンプル S_2' へとサンプル値が下降する波形となってしまう。このようなサンプル S_1' とサンプル S_2' のサンプル値の逆転現象は、補正前の本来の波形を損ねてしまうので、逆転現象の発生を回避することが望ましい。

[0087] サンプル間隔が $4 f_s$ 以上である場合にも、逆転現象が発生し得る。図 12 A において、極小サンプル S_0 とサンプル S_1 との差分値を $\Delta 01$ 、サンプル S_1 とサンプル S_2 との差分値を $\Delta 12$ 、サンプル S_2 とサンプル S_3 との差分値を $\Delta 23$ 、サンプル S_3 と極大サンプル S_4 との差分値を $\Delta 34$ とする。差分値 $\Delta 01$ は差分値 $\Delta 12$ より格段に大きく、差分値 $\Delta 34$ は差分値 $\Delta 23$ より格段に大きい。

- [0088] このような場合、図 1 2 B に示すように、サンプル S 1 に加算される補正值 V_{add} が差分値 $\Delta 1 2$ より大きく、サンプル S 1' のサンプル値がサンプル S 2 のサンプル値より大きくなる逆転現象が発生し得る。また、サンプル S 3 より減算される補正值 V_{sub} が差分値 $\Delta 2 3$ より大きく、サンプル S 3' のサンプル値がサンプル S 2 のサンプル値より小さくなる逆転現象が発生し得る。図 1 2 B は係数を $1/2$ とした場合を示す。
- [0089] サンプル間隔が $4 f_s$ 以上である場合において、補正值 V_{add} が加算された補正サンプルのサンプル値が次のサンプルのサンプル値より大きくなる逆転現象の発生を回避することが望ましい。また、補正值 V_{sub} が減算された補正サンプルのサンプル値が 1 サンプル前のサンプルのサンプル値より小さくなる逆転現象の発生を回避することが望ましい。
- [0090] そこで、偶数倍音付加部 1 7 1 は、サンプル間隔が $3 f_s$ で第 1 の隣接サンプルと第 2 の隣接サンプルとが隣接するとき、次のようにして第 1 の偶数倍音付加処理を実行するのがよい。偶数倍音付加部 1 7 1 は、第 1 の隣接サンプルに第 1 の補正值を加算した第 1 の補正サンプルと、第 2 の隣接サンプルより第 2 の補正值を減算した第 2 の補正サンプルとのサンプル値の大小関係が逆転しないように、第 1 の補正值及び第 2 の補正值を制限する。
- [0091] また、偶数倍音付加部 1 7 1 は、次のようにして第 2 の偶数倍音付加処理を実行するのがよい。偶数倍音付加部 1 7 1 は、第 3 の隣接サンプルより第 3 の補正值を減算した第 3 の補正サンプルと、第 4 の隣接サンプルに第 4 の補正值を加算した第 4 の補正サンプルとのサンプル値の大小関係が逆転しないように、第 3 の補正值及び第 4 の補正值を制限する。
- [0092] 具体的には、デジタル音声処理装置 1 0 0 は、サンプル間隔が $3 f_s$ である場合の逆転現象の発生を回避するため、図 1 3 に示す処理を含むように、図 1 0 のステップ S 0 5 及び S 0 6 を実行させるのがよい。図 1 3 はサンプル間隔が $3 f_s$ の波形の場合に逆転現象を回避する処理の第 1 の例であり、第 1 の偶数倍音付加処理を例としている。第 2 の偶数倍音付加処理において逆転現象の発生を回避する場合の処理も同様である。

- [0093] 偶数倍音付加部 171 は、ステップ S501 にて、極小サンプル S0 とサンプル S1 との差分値 $\Delta 01$ 、サンプル S1 とサンプル S2 との差分値 $\Delta 12$ 、サンプル S2 と極大サンプル S3 との差分値 $\Delta 23$ を算出する。偶数倍音付加部 171 は、ステップ S502 にて、最大補正值 V_{addmax} 及び V_{submax} を算出し、ステップ S503 にて、補正值 V_{add} 及び V_{sub} を算出する。ステップ S502 とステップ S503 との順は逆でもよい。第 1 の例として、最大補正值 V_{addmax} 及び V_{submax} を差分値 $\Delta 12$ の $1/2$ とする。最大補正值 V_{addmax} 及び V_{submax} を差分値 $\Delta 12$ の $1/2$ 未満の値としてもよい。
- [0094] 偶数倍音付加部 171 は、ステップ S601 にて、補正值 V_{add} が最大補正值 V_{addmax} を超えているか否かを判定する。補正值 V_{add} が最大補正值 V_{addmax} を超えていなければ (N0)、偶数倍音付加部 171 は、ステップ S602 にて、補正值 V_{add} を選択して、処理をステップ S604 に移行させる。補正值 V_{add} が最大補正值 V_{addmax} を超えていれば (YES)、偶数倍音付加部 171 は、ステップ S603 にて、最大補正值 V_{addmax} を選択して、処理をステップ S604 に移行させる。
- [0095] 偶数倍音付加部 171 は、ステップ S604 にて、補正值 V_{sub} が最大補正值 V_{submax} を超えているか否かを判定する。補正值 V_{sub} が最大補正值 V_{addmax} を超えていなければ (N0)、偶数倍音付加部 171 は、ステップ S605 にて、補正值 V_{sub} を選択して、処理をステップ S607 に移行させる。補正值 V_{sub} が最大補正值 V_{submax} を超えていれば (YES)、偶数倍音付加部 171 は、ステップ S606 にて、最大補正值 V_{submax} を選択して、処理をステップ S607 に移行させる。
- [0096] 偶数倍音付加部 171 は、ステップ S607 にて、サンプル S1 に補正值 V_{add} または最大補正值 V_{addmax} を加算し、サンプル S2 より補正值 V_{sub} または最大補正值 V_{submax} を減算する。
- [0097] このようにすると、補正值 V_{add} 及び V_{sub} はサンプル S1 とサンプル S2 との中央値を超えないので、逆転現象の発生が回避される。
- [0098] 第 2 の例として、最大補正值 V_{addmax} 及び V_{submax} を、差分値 $\Delta 12$ を差分

値 $\Delta 01$ と差分値 $\Delta 23$ との比で分割した値に設定してもよい。最大補正值 V_{addmax} は、 $(\Delta 01 \times \Delta 12) / (\Delta 01 + \Delta 23)$ で計算され、最大補正值 V_{submax} は、 $(\Delta 23 \times \Delta 12) / (\Delta 01 + \Delta 23)$ で計算される。このようにすると、補正值 V_{add} 及び V_{sub} は差分値 $\Delta 12$ を差分値 $\Delta 01$ と差分値 $\Delta 23$ との比で分割した値を超えないので、逆転現象の発生が回避される。

[0099] 図13においては、例えば、補正值 V_{add} が小さく、補正值 V_{sub} が大きい場合には、補正值 V_{add} と補正值 V_{sub} との加算値が差分値 $\Delta 12$ を超えないことがある。この場合、実際には逆転現象は発生しない。実際に逆転現象が発生するか否かにかかわらず、補正值 V_{add} が最大補正值 V_{addmax} を超えていれば、補正值 V_{add} は最大補正值 V_{addmax} に制限され、補正值 V_{sub} が最大補正值 V_{submax} を超えていれば、補正值 V_{sub} は最大補正值 V_{submax} に制限される。

[0100] デジタル音声処理装置100は、サンプル間隔が $3f_s$ である場合の逆転現象の発生を回避するため、図13に示す処理の代わりに図14に示す処理を含むように、図10のステップS05及びS06を実行させてもよい。図14はサンプル間隔が $3f_s$ の波形の場合に逆転現象を回避する処理の第2の例であり、第1の偶数倍音付加処理を例としている。第2の偶数倍音付加処理において逆転現象の発生を回避する場合の処理も同様である。

[0101] 図14におけるステップS501～S503は図13のステップS501～S503と同じである。図14においても、最大補正值 V_{addmax} 及び V_{submax} は差分値 $\Delta 12$ の $1/2$ であってもよいし、差分値 $\Delta 12$ を差分値 $\Delta 01$ と差分値 $\Delta 23$ との比で分割した値であってもよい。

[0102] 図14において、偶数倍音付加部171は、ステップS611にて、補正值 V_{add} と補正值 V_{sub} との加算値が差分値 $\Delta 12$ を超えるか否かを判定する。加算値が差分値 $\Delta 12$ を超えるということは、逆転現象が発生することである。加算値が差分値 $\Delta 12$ を超えなければ(N0)、偶数倍音付加部171は、ステップS612にて、補正值 V_{add} 及び V_{sub} を選択する。続けて、偶数倍音付加部171は、ステップS614にて、サンプルS1に補正值 V_{add} を加算し、サンプルS2より補正值 V_{sub} を減算する。

- [0103] ステップS 6 1 1にて加算値が差分値 $\Delta 1 2$ を超えれば (YES)、偶数倍音付加部 1 7 1は、ステップS 6 1 3にて、最大補正值 V_{addmax} 及び V_{submax} を選択する。続けて、偶数倍音付加部 1 7 1は、ステップS 6 1 5にて、サンプルS 1に最大補正值 V_{addmax} を加算し、サンプルS 2より最大補正值 V_{submax} を減算する。
- [0104] 図 1 4においては、補正值 V_{add} と補正值 V_{sub} との加算値が差分値 $\Delta 1 2$ を超えて実際に逆転現象が発生する場合に、補正值 V_{add} が最大補正值 V_{addmax} に制限され、補正值 V_{sub} が最大補正值 V_{submax} に制限される。
- [0105] 図 1 5 Aは、図 1 3または図 1 4に示す処理によって、逆転現象の発生を回避している場合を示している。図 1 5 Aに示す補正前の波形は図 1 1 Aの波形と同じである。図 1 5 Aは、最大補正值 V_{addmax} 及び V_{submax} を差分値 $\Delta 1 2$ の $1/2$ とした場合を示す。この場合、サンプルS 1' 及びS 2' は同じ値であり、波形は平坦となる。図 1 5 Bは、最大補正值 V_{addmax} 及び V_{submax} を差分値 $\Delta 1 2$ の $1/2$ 未満の値とした場合を示す。この場合、サンプルS 1' はサンプルS 2' より小さい値であるので、傾斜した波形が維持される。
- [0106] 以上のように、偶数倍音付加部 1 7 1は、第 1のサンプル間隔が $3 f_s$ で第 1の隣接サンプルと第 2の隣接サンプルとが隣接して、第 1の偶数倍音付加処理を実行するときには、次のようにして逆転現象の発生を回避すればよい。偶数倍音付加部 1 7 1は、第 1の隣接サンプルに第 1の補正值を加算した第 1の補正サンプルと、第 2の隣接サンプルより第 2の補正值を減算した第 2の補正サンプルとのサンプル値の大小関係が逆転しないように、第 1の補正值及び第 2の補正值を制限する。
- [0107] 偶数倍音付加部 1 7 1は、第 2のサンプル間隔が $3 f_s$ で第 3の隣接サンプルと第 4の隣接サンプルとが隣接して、第 2の偶数倍音付加処理を実行するときには、次のようにして逆転現象の発生を回避すればよい。偶数倍音付加部 1 7 1は、第 3の隣接サンプルより第 3の補正值を減算した第 3の補正サンプルと、第 4の隣接サンプルに第 4の補正值を加算した第 4の補正サン

プルとのサンプル値の大小関係が逆転しないように、第3の補正值及び第4の補正值を制限する。

[0108] デジタル音声処理装置100は、サンプル間隔が $4f_s$ 以上である場合の逆転現象の発生を回避するため、図16に示す処理を含むように、図10のステップS05及びS06を実行させるのがよい。図16は、偶数倍音付加部171が、極小サンプルを挟む2つのサンプルと極大サンプルを挟む2つのサンプルに対してのみ、補正值 V_{add} を加算するか補正值 V_{sub} を減算する場合を示す。図16は第1の偶数倍音付加処理を例としている。第2の偶数倍音付加処理において逆転現象の発生を回避する場合の処理も同様である。

[0109] 極大サンプルを S_n 、極大サンプル S_n の1つ前のサンプルを $S(n-1)$ 、2つ前のサンプルを $S(n-2)$ とする。サンプルを $S(n-2)$ とサンプル $S(n-1)$ との差分値を $\Delta(n-2, n-1)$ 、サンプル $S(n-1)$ と極大サンプル S_n との差分値を $\Delta(n-1, n)$ とする。

[0110] 図16において、偶数倍音付加部171は、ステップS511にて、極小サンプル S_0 とサンプル S_1 との差分値 Δ_{01} 、サンプル S_1 とサンプル S_2 との差分値 Δ_{12} 、サンプル $S(n-2)$ とサンプル $S(n-1)$ との差分値 $\Delta(n-2, n-1)$ 、サンプル $S(n-1)$ と極大サンプル S_n との差分値 $\Delta(n-1, n)$ を算出する。

[0111] 偶数倍音付加部171は、ステップS512にて、差分値 Δ_{12} を最大補正值 V_{addmax} に設定し、差分値 $\Delta(n-2, n-1)$ を最大補正值 V_{submax} に設定する。偶数倍音付加部171は、ステップS513にて、補正值 V_{add} 及び V_{sub} を算出する。ステップS512とステップS513との順は逆でもよい。差分値 Δ_{12} に1未満の値を乗じて差分値 Δ_{12} より小さな値を最大補正值 V_{addmax} に設定し、差分値 $\Delta(n-2, n-1)$ に1未満の値を乗じて差分値 $\Delta(n-2, n-1)$ より小さな値を最大補正值 V_{submax} に設定してもよい。

[0112] 偶数倍音付加部171は、ステップS621にて、補正值 V_{add} が最大補正值 V_{addmax} を超えているか否かを判定する。補正值 V_{add} が最大補正值 V_{addmax}

を超えていなければ (N0)、偶数倍音付加部 171 は、ステップ S622 にて、補正值 V_{add} を選択して、処理をステップ S624 に移行させる。補正值 V_{add} が最大補正值 V_{addmax} を超えていれば (YES)、偶数倍音付加部 171 は、ステップ S623 にて、最大補正值 V_{addmax} を選択して、処理をステップ S624 に移行させる。

[0113] 偶数倍音付加部 171 は、ステップ S624 にて、補正值 V_{sub} が最大補正值 V_{submax} を超えているか否かを判定する。補正值 V_{sub} が最大補正值 V_{submax} を超えていなければ (N0)、偶数倍音付加部 171 は、ステップ S625 にて、補正值 V_{sub} を選択して、処理をステップ S627 に移行させる。補正值 V_{sub} が最大補正值 V_{submax} を超えていれば (YES)、偶数倍音付加部 171 は、ステップ S626 にて、最大補正值 V_{submax} を選択して、処理をステップ S627 に移行させる。

[0114] 偶数倍音付加部 171 は、ステップ S627 にて、サンプル S1 に補正值 V_{add} または最大補正值 V_{addmax} を加算し、サンプル S2 より補正值 V_{sub} または最大補正值 V_{submax} を減算する。

[0115] 図 16 に示す処理によって、図 17A または図 17B に示すように、サンプル S1' のサンプル値がサンプル S2 のサンプル値より大きくなる逆転現象の発生が回避される。また、サンプル S3' のサンプル値がサンプル S2 のサンプル値より小さくなる逆転現象の発生が回避される。図 17A 及び図 17B は、サンプル間隔が $4f_s$ である場合を示す。

[0116] 図 17A は、差分値 $\Delta 12$ を最大補正值 V_{addmax} に設定し、差分値 $\Delta 23$ を最大補正值 V_{submax} に設定した場合を示す。この場合、サンプル S1'、サンプル S2、及びサンプル S3' は同じ値であり、波形は平坦となる。図 17B は、差分値 $\Delta 12$ より小さな値を最大補正值 V_{addmax} に設定し、差分値 $\Delta 23$ より小さな値を最大補正值 V_{submax} に設定した場合を示す。この場合、サンプル S1' はサンプル S2 より小さい値であり、サンプル S3' はサンプル S2 より大きな値であるので、傾斜した波形が維持される。

[0117] 以上のように、偶数倍音付加部 171 は、第 1 のサンプル間隔が $4f_s$ 以

上で第1の偶数倍音付加処理を実行するときには、次のようにして逆転現象の発生を回避すればよい。偶数倍音付加部171は、第1の補正サンプルのサンプル値が第1の隣接サンプルに続く次のサンプルのサンプル値より大きくなならないように、第1の補正值を制限する。また、偶数倍音付加部171は、第2の補正サンプルのサンプル値が第2の隣接サンプルより1サンプル前のサンプルのサンプル値より小さくなならないように、第2の補正值を制限する。

[0118] 偶数倍音付加部171は、第2のサンプル間隔が $4f_s$ 以上で第2の偶数倍音付加処理を実行するときには、次のようにして逆転現象の発生を回避すればよい。偶数倍音付加部171は、第3の補正サンプルのサンプル値が第3の隣接サンプルに続く次のサンプルのサンプル値より小さくなならないように、第3の補正值を制限する。また、偶数倍音付加部171は、第4の補正サンプルのサンプル値が第4の隣接サンプルより1サンプル前のサンプルのサンプル値より大きくなならないように、第4の補正值を制限する。

[0119] 偶数倍音付加部171が、図6または図7に示すように、極小サンプルを挟む2つずつの4つサンプルと極大サンプルを挟む2つずつの4つサンプルに補正值 V_{add} を加算するか補正值 V_{sub} を減算する場合には、偶数倍音付加部171は、次のようにして逆転現象の発生を回避してもよい。

[0120] 図6において、偶数倍音付加部171は、補正サンプル $S1'$ のサンプル値が次の補正サンプル $S2'$ のサンプル値より大きくなならないように第1の補正值を制限する。偶数倍音付加部171は、補正サンプル $S5'$ のサンプル値が1サンプル前の補正サンプル $S4'$ のサンプル値より小さくなならないように、第2の補正值を制限する。図7において、偶数倍音付加部171は、補正サンプル $S7'$ のサンプル値が次の補正サンプル $S8'$ のサンプル値より小さくなならないように、第3の補正值を制限する。偶数倍音付加部171は、偶数倍音付加部171は、補正サンプル $S11'$ のサンプル値が1サンプル前の補正サンプル $S10'$ のサンプル値より大きくなならないように第4の補正值を制限する。

- [0121] 偶数倍音付加部 171 は、補正対象のサンプルをさらに増やした場合には、同様に、各補正対象のサンプルに隣接する補正サンプルのサンプル値より大きくなったり、小さくなったりしないように、補正値を制限すればよい。
- [0122] 図 1 に示すデジタル音声処理装置 100 は、マイクロコンピュータの中央処理装置（CPU）がデジタル音声処理プログラムを実行することによって実現することができる。図 18 において、CPU 50 と、メインメモリ 55 と、記憶媒体 60 とがバスによって接続されている。記憶媒体 60 は、ハードディスクドライブ、光ディスク、半導体メモリ等の任意の非一時的な記憶媒体である。記憶媒体 60 には、デジタル音声処理プログラムが記憶されている。デジタル音声処理プログラムは、外部のサーバからインターネット等の通信回線を介して送信されて記憶媒体 60 に記憶されてもよい。
- [0123] CPU 50 は、記憶媒体 60 に記憶されているデジタル音声処理プログラムをメインメモリ 55 にロードする。CPU 50 は、メインメモリ 55 にロードされたデジタル音声処理プログラムに記述されている各命令を実行することによって、図 10 に示す処理を実行させる。CPU 50 は、上述した第 1 の偶数倍音付加処理に相当する第 1 の偶数倍音付加ステップと第 2 の偶数倍音付加処理に相当する第 2 の偶数倍音付加ステップとのいずれか一方と、上述した奇数倍音付加処理に相当する奇数倍音付加ステップを実行させる。
- [0124] CPU 50 は、サンプル間隔が $3f_s$ であるときに、図 13 または図 14 に示す処理に相当する、逆転現象の発生を回避するように、第 1 の補正値及び第 2 の補正値を制限するステップ、または、第 3 の補正値及び第 4 の補正値を制限するステップを設けることが好ましい。CPU 50 は、サンプル間隔が $4f_s$ 以上であるときに、図 16 に示す処理に相当する、第 1 の補正値及び第 2 の補正値を制限するステップ、または、第 3 の補正値及び第 4 の補正値を制限するステップを設けることが好ましい。
- [0125] 本発明は以上説明した本実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形可能である。
- [0126] 本願は、2019 年 8 月 8 日に日本国特許庁に出願された特願 2019-

1 4 6 1 4 9号に基づく優先権を主張するものであり、その全ての開示内容は引用によりここに援用される。

請求の範囲

- [請求項1] 入力されたデジタル音声信号を構成するサンプルにおける極大値を算出して、極大値を有する極大サンプルを検出する極大サンプル検出部と、
- 前記デジタル音声信号を構成するサンプルにおける極小値を算出して、極小値を有する極小サンプルを検出する極小サンプル検出部と、
- 前記デジタル音声信号を構成するサンプルが極小サンプルから極大サンプルへとサンプル値が上昇していく波形部分であるか、極大サンプルから極小サンプルへとサンプル値が下降していく波形部分であるかを判定する波形傾斜判定部と、
- 時間方向に隣接する極小サンプルと極大サンプルとの間のサンプル間隔をカウントするカウンタと、
- 前記カウンタがカウントしたサンプル間隔に応じて偶数倍音用係数と奇数倍音用係数とを選択する係数選択部と、
- 前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する偶数倍音付加部と奇数倍音を付加する奇数倍音付加部とを有し、前記デジタル音声信号に偶数倍音及び奇数倍音よりなる高調波成分を付加して出力する高調波成分付加部と、
- を備え、
- 前記デジタル音声信号を構成するサンプルが、第1の極小サンプルから第1の極大サンプルへと上昇し、前記第1の極大サンプルから第2の極小サンプルへと下降するとき、
- 前記偶数倍音付加部は、
- 前記第1の極小サンプルに続く次のサンプルである第1の隣接サンプルに、前記第1の極小サンプルと前記第1の隣接サンプルとの第1の差分値に、前記係数選択部が前記第1の極小サンプルと前記第1の極大サンプルとの第1のサンプル間隔に応じて選択した第1の偶数倍音用係数を乗じた第1の補正値を加算し、

前記第1の極大サンプルより1サンプル前の第2の隣接サンプルより、前記第2の隣接サンプルと前記第1の極大サンプルとの第2の差分値に前記第1の偶数倍音用係数を乗じた第2の補正値を減算し、

前記第1の極大サンプルに続く次のサンプルである第3の隣接サンプルに、前記第1の極大サンプルと前記第3の隣接サンプルとの第3の差分値に、前記係数選択部が前記第1の極大サンプルと前記第2の極小サンプルとの第2のサンプル間隔に応じて選択した第2の偶数倍音用係数を乗じた第3の補正値を加算し、

前記第2の極小サンプルより1サンプル前の第4の隣接サンプルより、前記第4の隣接サンプルと前記第2の極小サンプルとの第4の差分値に前記第2の偶数倍音用係数を乗じた第4の補正値を減算することによって、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する第1の偶数倍音付加処理と、

前記第1の隣接サンプルより前記第1の補正値を減算し、

前記第2の隣接サンプルに前記第2の補正値を加算し、

前記第3の隣接サンプルより前記第3の補正値を減算し、

前記第4の隣接サンプルに前記第4の補正値を加算することによって、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する第2の偶数倍音付加処理とのいずれか一方を実行し、

前記奇数倍音付加部は、

前記第1の極小サンプルより、前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルより1サンプル前の第5の隣接サンプルとの第5の差分値に、前記係数選択部が前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルの直前の第2の極大サンプルとの第3のサンプル間隔に応じて選択した第1の奇数倍音用係数を乗じた第5の補正値を減算し、

前記第1の極大サンプルに、前記第2の差分値に前記係数選択部が前記第1のサンプル間隔に応じて選択した第2の奇数倍音用係数を乗じた第6の補正値を加算し、

前記第2の極小サンプルより、前記第4の差分値に前記係数選択部が前記第2のサンプル間隔に応じて選択した第3の奇数倍音用係数を乗じた第7の補正値を減算することによって、前記デジタル音声信号に奇数倍音を付加する奇数倍音付加処理を実行するデジタル音声処理装置。

[請求項2]

前記偶数倍音付加部は、

前記第1のサンプル間隔が3で前記第1の隣接サンプルと前記第2の隣接サンプルとが隣接して、前記第1の偶数倍音付加処理を実行するとき、

前記第1の隣接サンプルに前記第1の補正値を加算した第1の補正サンプルと、前記第2の隣接サンプルより前記第2の補正値を減算した第2の補正サンプルとのサンプル値の大小関係が逆転しないように、前記第1の補正値及び前記第2の補正値を制限し、

前記第2のサンプル間隔が3で前記第3の隣接サンプルと前記第4の隣接サンプルとが隣接して、前記第2の偶数倍音付加処理を実行するとき、前記第3の隣接サンプルより前記第3の補正値を減算した第3の補正サンプルと、前記第4の隣接サンプルに前記第4の補正値を加算した第4の補正サンプルとのサンプル値の大小関係が逆転しないように、前記第3の補正値及び前記第4の補正値を制限する

請求項1に記載のデジタル音声処理装置。

[請求項3]

前記偶数倍音付加部は、

前記第1のサンプル間隔が4以上で前記第1の偶数倍音付加処理を実行するとき、前記第1の隣接サンプルに前記第1の補正値を加算した第1の補正サンプルのサンプル値が前記第1の隣接サンプルに続く次のサンプルのサンプル値より大きくなるように前記第1の補正値を制限し、前記第2の隣接サンプルより前記第2の補正値を減算した第2の補正サンプルのサンプル値が前記第2の隣接サンプルより1サンプル前のサンプルのサンプル値より小さくなるように前記第

2の補正値を制限し、

前記第2のサンプル間隔が4以上で前記第2の偶数倍音付加処理を実行するとき、前記第3の隣接サンプルより前記第3の補正値を減算した第3の補正サンプルのサンプル値が前記第3の隣接サンプルに続く次のサンプルのサンプル値より小さくならないように前記第3の補正値を制限し、前記第4の隣接サンプルに前記第4の補正値を加算した第4の補正サンプルのサンプル値が前記第4の隣接サンプルより1サンプル前のサンプルのサンプル値より大きくなりないように前記第4の補正値を制限する

請求項1または2に記載のデジタル音声処理装置。

[請求項4]

入力されたデジタル音声信号を構成するサンプルにおける極大値を算出して、極大値を有する極大サンプルを検出し、

前記デジタル音声信号を構成するサンプルにおける極小値を算出して、極小値を有する極小サンプルを検出し、

前記デジタル音声信号を構成するサンプルが極小サンプルから極大サンプルへとサンプル値が上昇していく波形部分であるか、極大サンプルから極小サンプルへとサンプル値が下降していく波形部分であるかを判定し、

時間方向に隣接する極小サンプルと極大サンプルとの間のサンプル間隔をカウントし、

前記デジタル音声信号を構成するサンプルが、第1の極小サンプルから第1の極大サンプルへと上昇し、前記第1の極大サンプルから第2の極小サンプルへと下降するとき、

前記第1の極小サンプルに続く次のサンプルである第1の隣接サンプルに、前記第1の極小サンプルと前記第1の隣接サンプルとの第1の差分値に、前記第1の極小サンプルと前記第1の極大サンプルとの第1のサンプル間隔に応じて選択した第1の偶数倍音用係数を乗じた第1の補正値を加算し、

前記第1の極大サンプルより1サンプル前の第2の隣接サンプルより、前記第2の隣接サンプルと前記第1の極大サンプルとの第2の差分値に前記第1の偶数倍音用係数を乗じた第2の補正値を減算し、

前記第1の極大サンプルに続く次のサンプルである第3の隣接サンプルに、前記第1の極大サンプルと前記第3の隣接サンプルとの第3の差分値に、前記第1の極大サンプルと前記第2の極小サンプルとの第2のサンプル間隔に応じて選択した第2の偶数倍音用係数を乗じた第3の補正値を加算し、

前記第2の極小サンプルより1サンプル前の第4の隣接サンプルより、前記第4の隣接サンプルと前記第2の極小サンプルとの第4の差分値に前記第2の偶数倍音用係数を乗じた第4の補正値を減算することによって、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する第1の偶数倍音付加処理と、

前記第1の隣接サンプルより前記第1の補正値を減算し、

前記第2の隣接サンプルに前記第2の補正値を加算し、

前記第3の隣接サンプルより前記第3の補正値を減算し、

前記第4の隣接サンプルに前記第4の補正値を加算することによって、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する第2の偶数倍音付加処理とのいずれか一方を実行し、

前記第1の極小サンプルより、前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルより1サンプル前の第5の隣接サンプルとの第5の差分値に、前記第1の極小サンプルと前記第1の極小サンプルの直前の第2の極大サンプルとの第3のサンプル間隔に応じて選択した第1の奇数倍音用係数を乗じた第5の補正値を減算し、

前記第1の極大サンプルに、前記第2の差分値に前記第1のサンプル間隔に応じて選択した第2の奇数倍音用係数を乗じた第6の補正値を加算し、

前記第2の極小サンプルより、前記第4の差分値に前記第2のサン

プル間隔に応じて選択した第3の奇数倍音用係数を乗じた第7の補正値を減算することによって、前記デジタル音声信号に奇数倍音を付加する奇数倍音付加処理を実行する

デジタル音声処理方法。

[請求項5]

コンピュータに、

入力されたデジタル音声信号を構成するサンプルにおける極大値を算出して、極大値を有する極大サンプルを検出するステップと、

前記デジタル音声信号を構成するサンプルにおける極小値を算出して、極小値を有する極小サンプルを検出するステップと、

前記デジタル音声信号を構成するサンプルが極小サンプルから極大サンプルへとサンプル値が上昇していく波形部分であるか、極大サンプルから極小サンプルへとサンプル値が下降していく波形部分であるかを判定するステップと、

時間方向に隣接する極小サンプルと極大サンプルとの間のサンプル間隔をカウントするステップと、

を実行させ、

前記デジタル音声信号を構成するサンプルが、第1の極小サンプルから第1の極大サンプルへと上昇し、前記第1の極大サンプルから第2の極小サンプルへと下降するとき、

前記第1の極小サンプルに続く次のサンプルである第1の隣接サンプルに、前記第1の極小サンプルと前記第1の隣接サンプルとの第1の差分値に、前記第1の極小サンプルと前記第1の極大サンプルとの第1のサンプル間隔に応じて選択した第1の偶数倍音用係数を乗じた第1の補正値を加算するステップと、

前記第1の極大サンプルより1サンプル前の第2の隣接サンプルより、前記第2の隣接サンプルと前記第1の極大サンプルとの第2の差分値に前記第1の偶数倍音用係数を乗じた第2の補正値を減算するステップと、

前記第 1 の極大サンプルに続く次のサンプルである第 3 の隣接サンプルに、前記第 1 の極大サンプルと前記第 3 の隣接サンプルとの第 3 の差分値に、前記第 1 の極大サンプルと前記第 2 の極小サンプルとの第 2 のサンプル間隔に応じて選択した第 2 の偶数倍音用係数を乗じた第 3 の補正値を加算するステップと、

前記第 2 の極小サンプルより 1 サンプル前の第 4 の隣接サンプルより、前記第 4 の隣接サンプルと前記第 2 の極小サンプルとの第 4 の差分値に前記第 2 の偶数倍音用係数を乗じた第 4 の補正値を減算するステップと、

を含む、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する第 1 の偶数倍音付加ステップと、

前記第 1 の隣接サンプルより前記第 1 の補正値を減算するステップと、

前記第 2 の隣接サンプルに前記第 2 の補正値を加算するステップと、

前記第 3 の隣接サンプルより前記第 3 の補正値を減算するステップと、

前記第 4 の隣接サンプルに前記第 4 の補正値を加算するステップと、

を含む、前記デジタル音声信号に偶数倍音を付加する第 2 の偶数倍音付加ステップとのいずれか一方を実行させ、

前記第 1 の極小サンプルより、前記第 1 の極小サンプルと前記第 1 の極小サンプルより 1 サンプル前の第 5 の隣接サンプルとの第 5 の差分値に、前記第 1 の極小サンプルと前記第 1 の極小サンプルの直前の第 2 の極大サンプルとの第 3 のサンプル間隔に応じて選択した第 1 の奇数倍音用係数を乗じた第 5 の補正値を減算するステップと、

前記第 1 の極大サンプルに、前記第 2 の差分値に前記第 1 のサンプル間隔に応じて選択した第 2 の奇数倍音用係数を乗じた第 6 の補正値

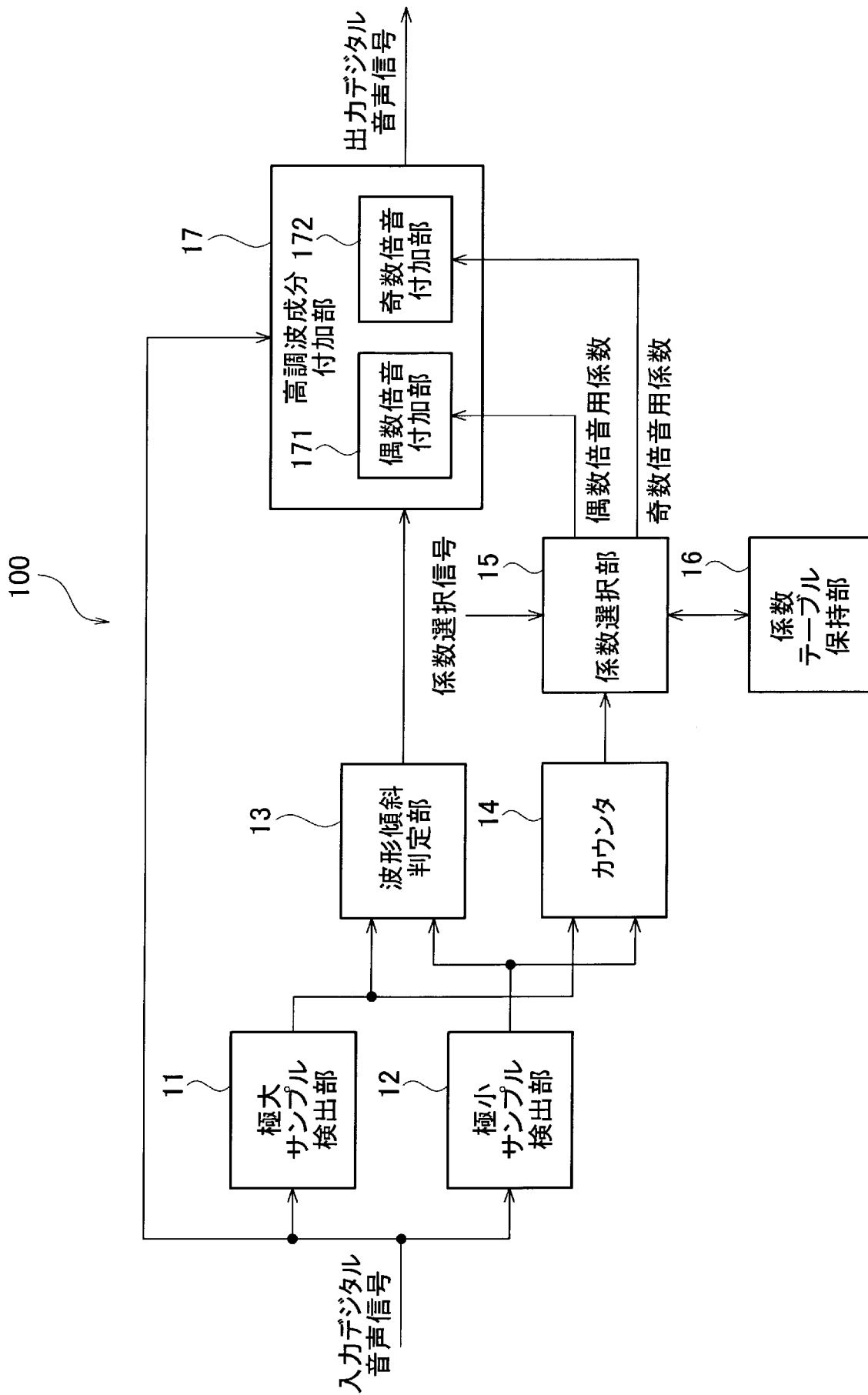
を加算するステップと、

前記第2の極小サンプルより、前記第4の差分値に前記第2のサンプル間隔に応じて選択した第3の奇数倍音用係数を乗じた第7の補正値を減算するステップと、

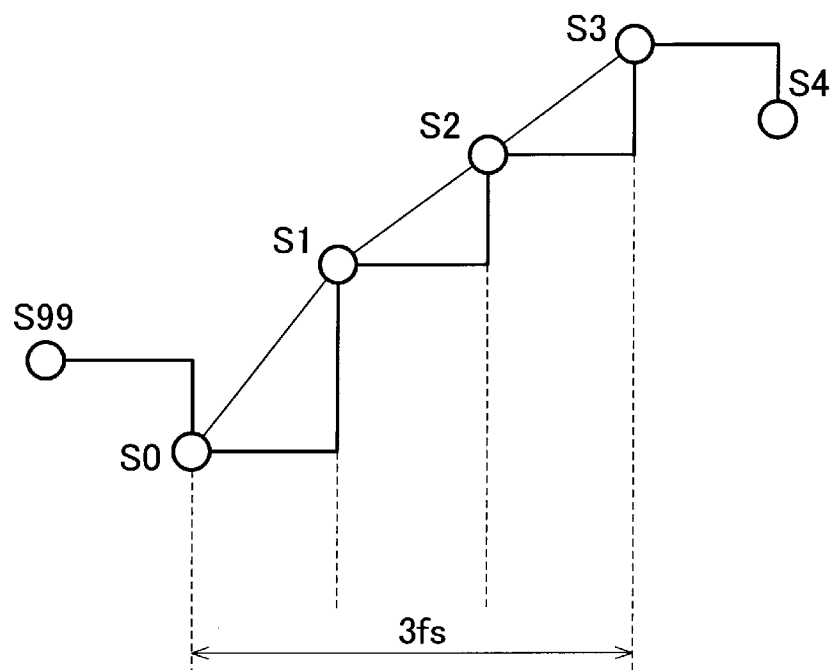
を含む、前記デジタル音声信号に奇数倍音を付加する奇数倍音付加ステップを実行させる

デジタル音声処理プログラム。

[図1]



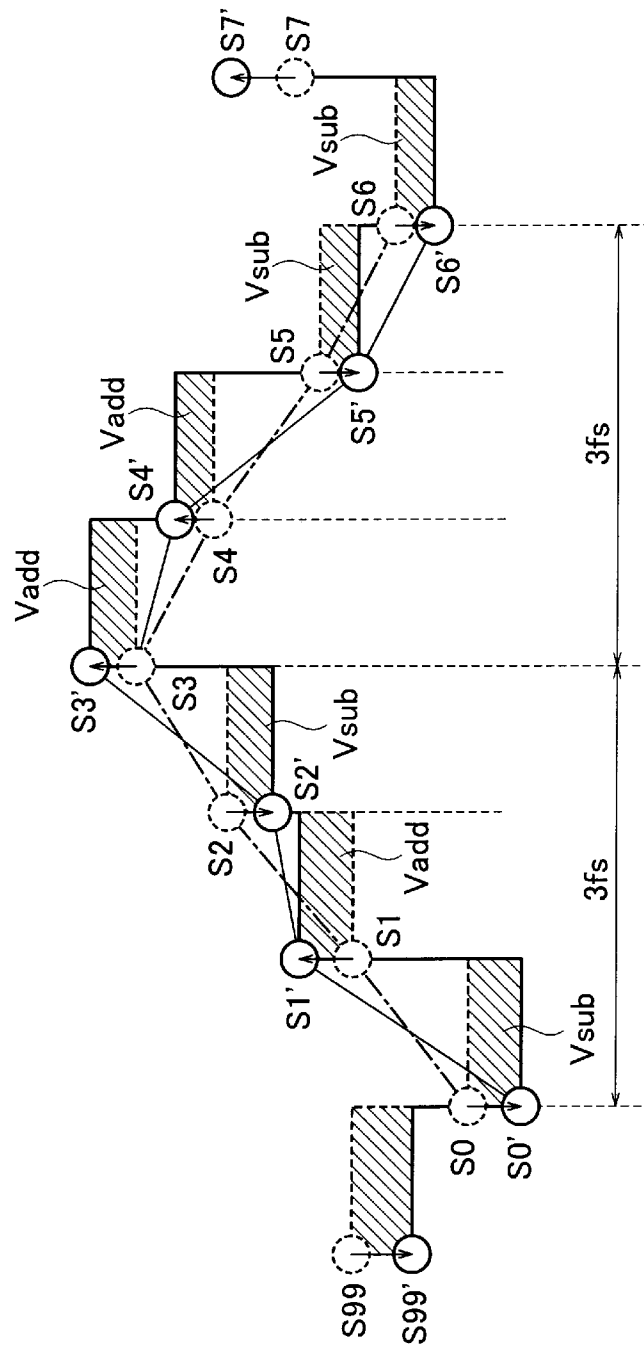
[図2]

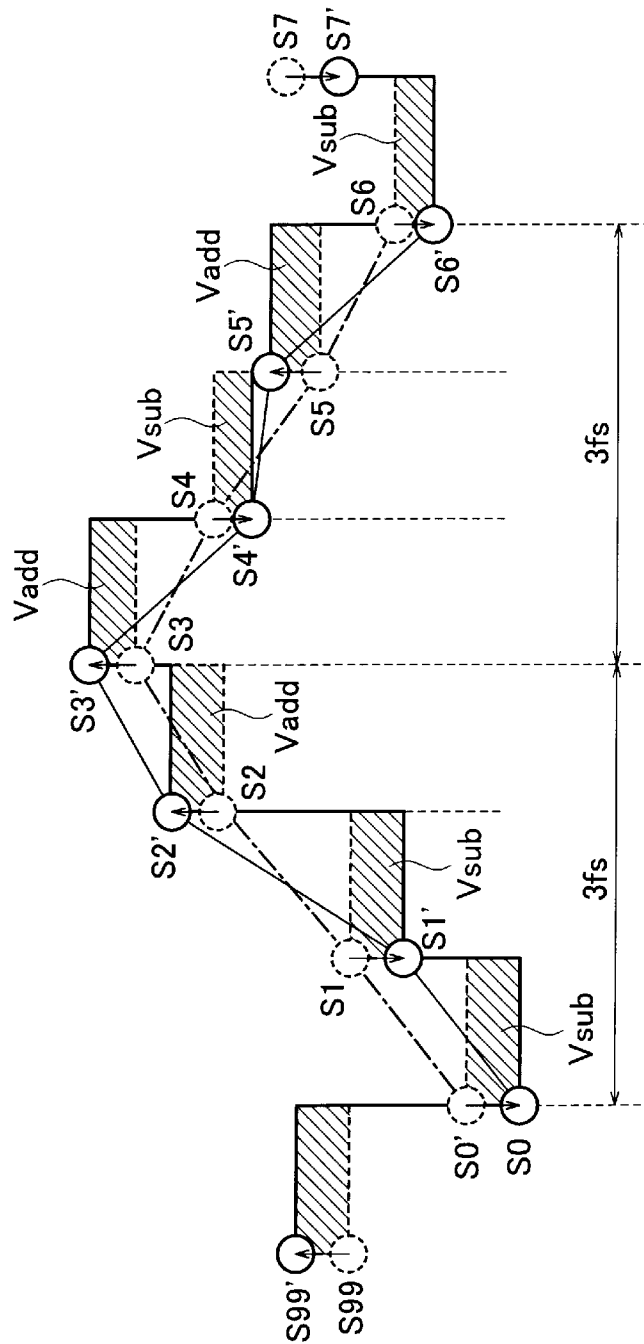


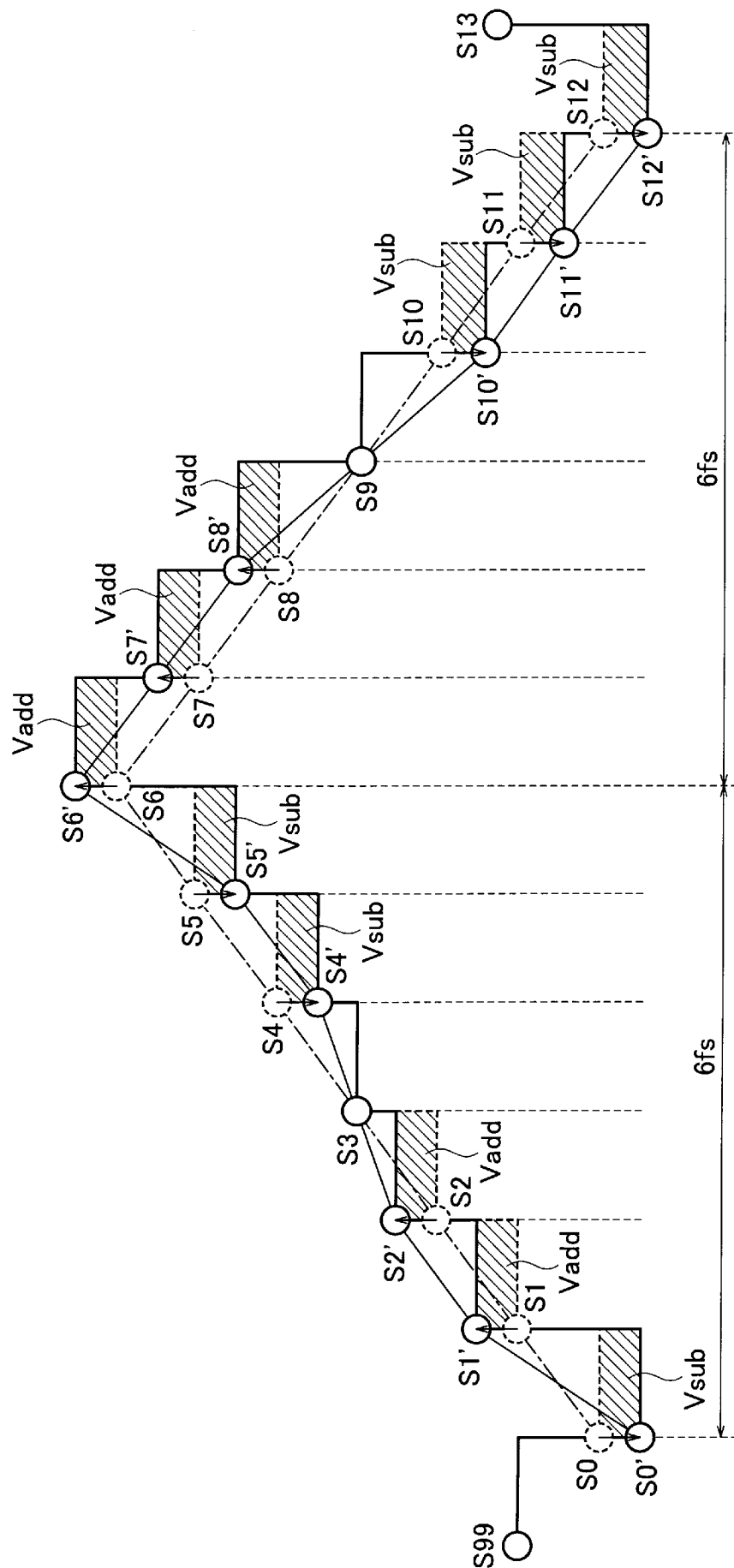
[図3]

サンプル間隔	係数選択信号	係数
2サンプル	00	1/2
	01	1/4
	10	1/8
	11	1/16
3サンプル	00	1/2
	01	1/4
	10	1/8
	11	1/16
4サンプル	00	1/4
	01	1/8
	10	1/16
	11	1/32
5サンプル	00	1/4
	01	1/8
	10	1/16
	11	1/32
6サンプル	00	1/8
	01	1/16
	10	1/32
	11	1/64
7サンプル	00	1/8
	01	1/16
	10	1/32
	11	1/64
8サンプル	00	1/16
	01	1/32
	10	1/64
	11	1/128

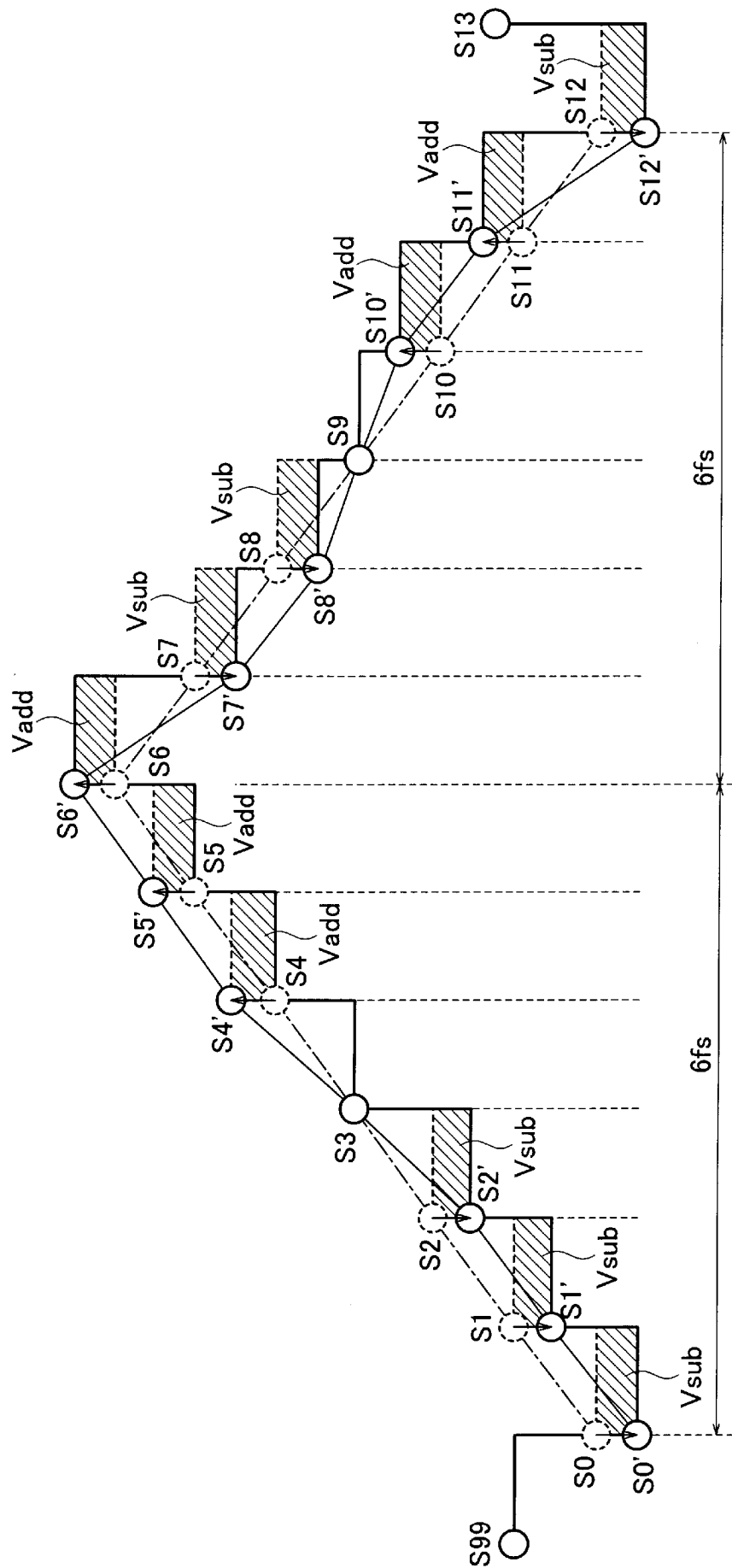
[図4]



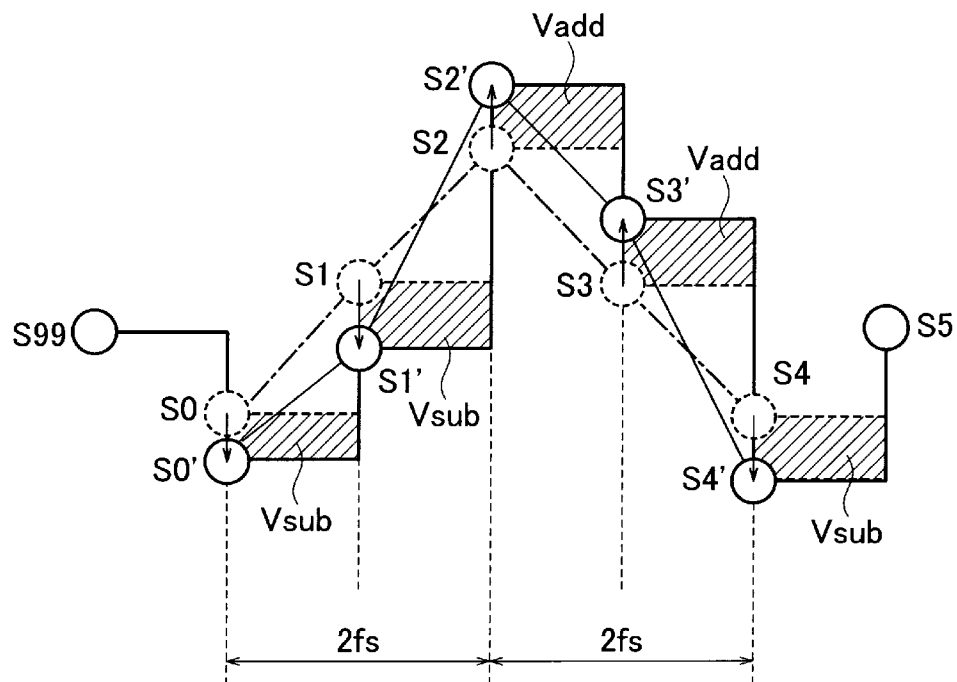




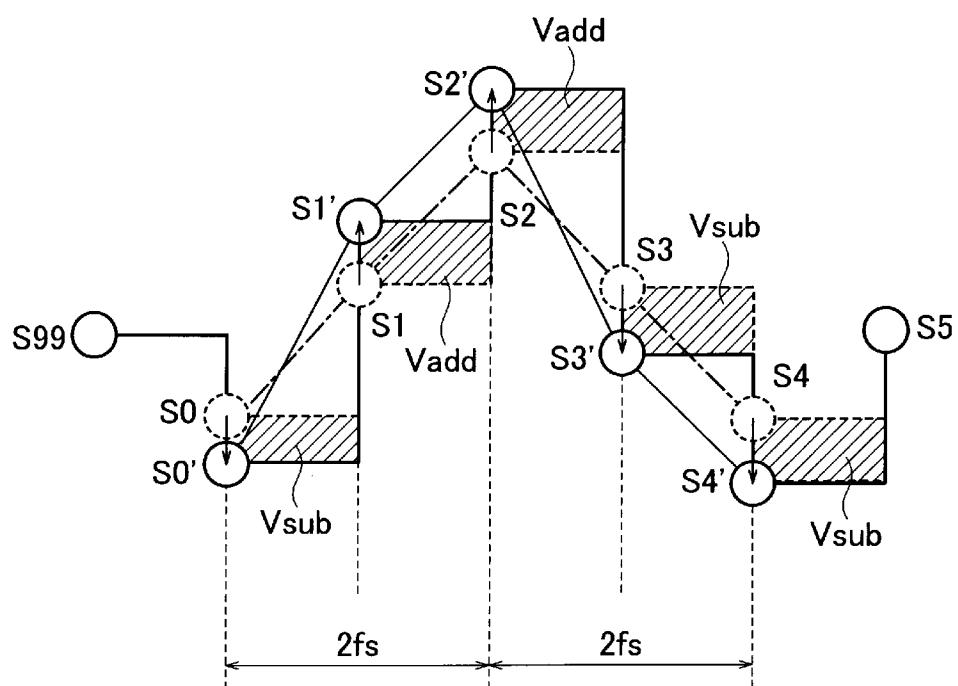
[図7]



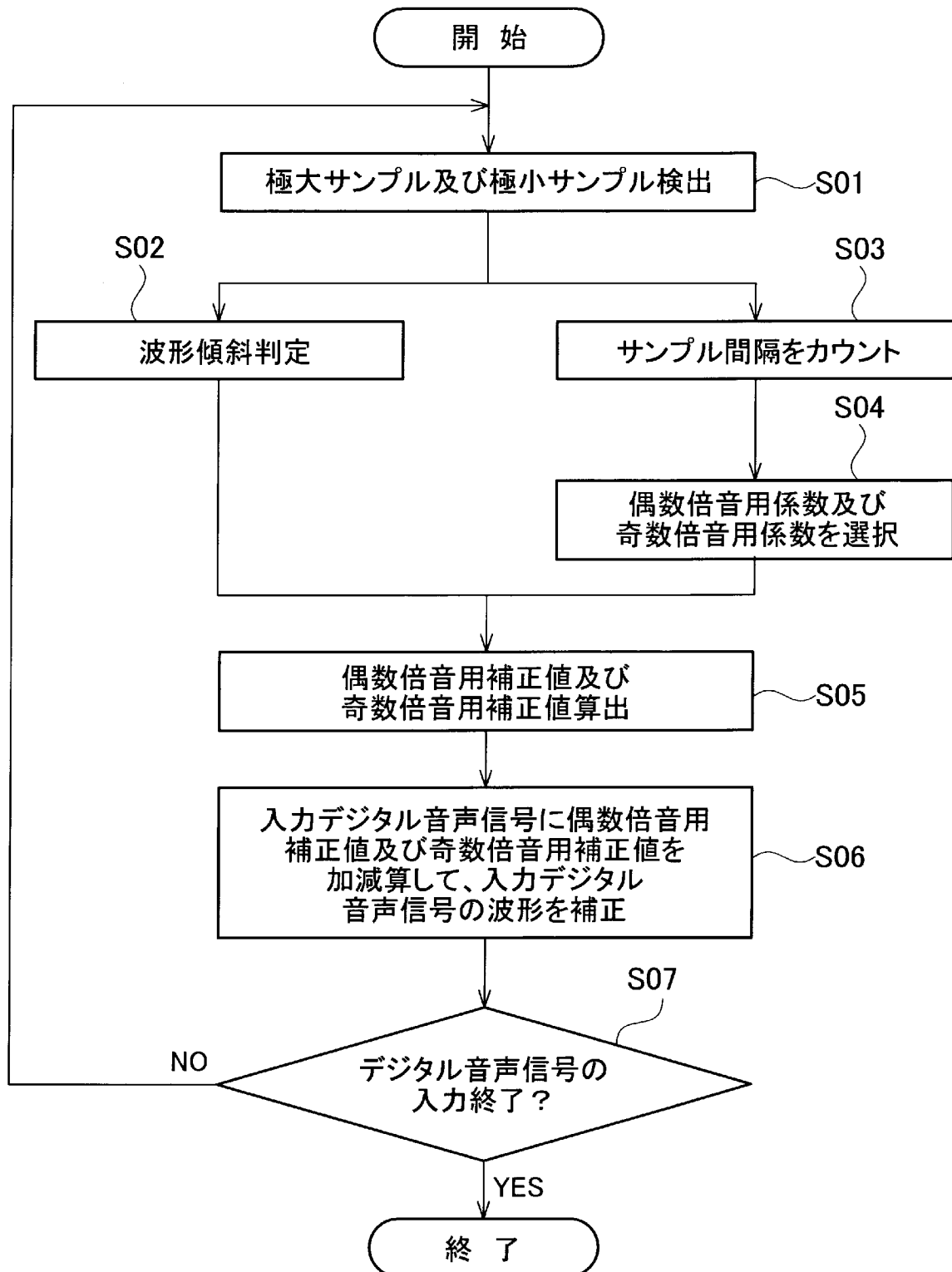
[図8]



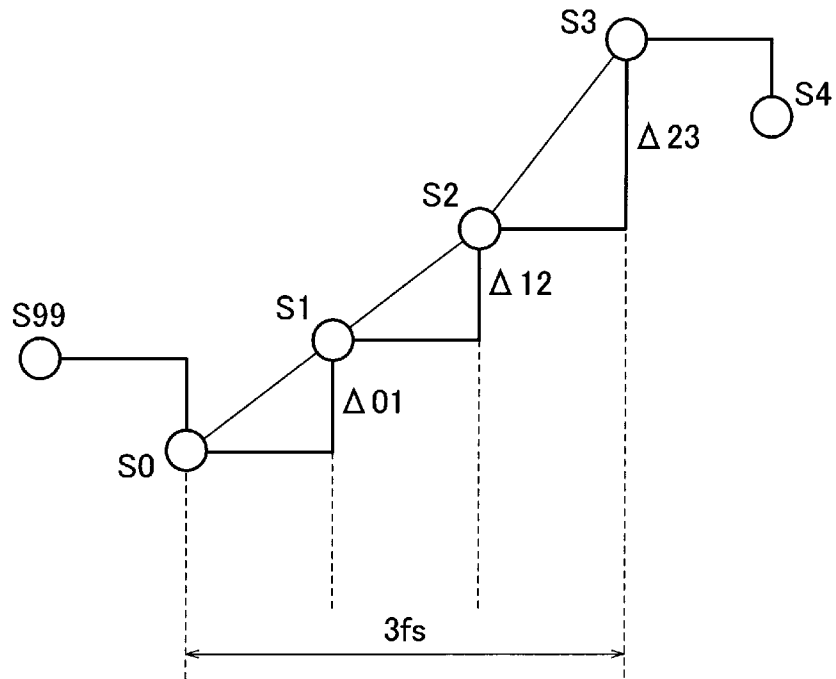
[図9]



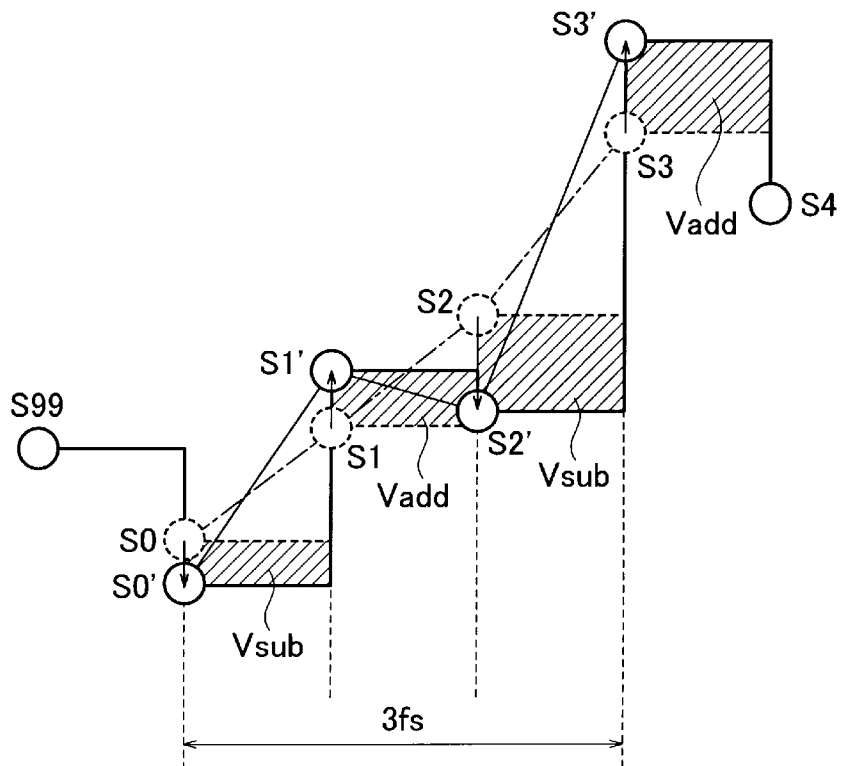
[図10]



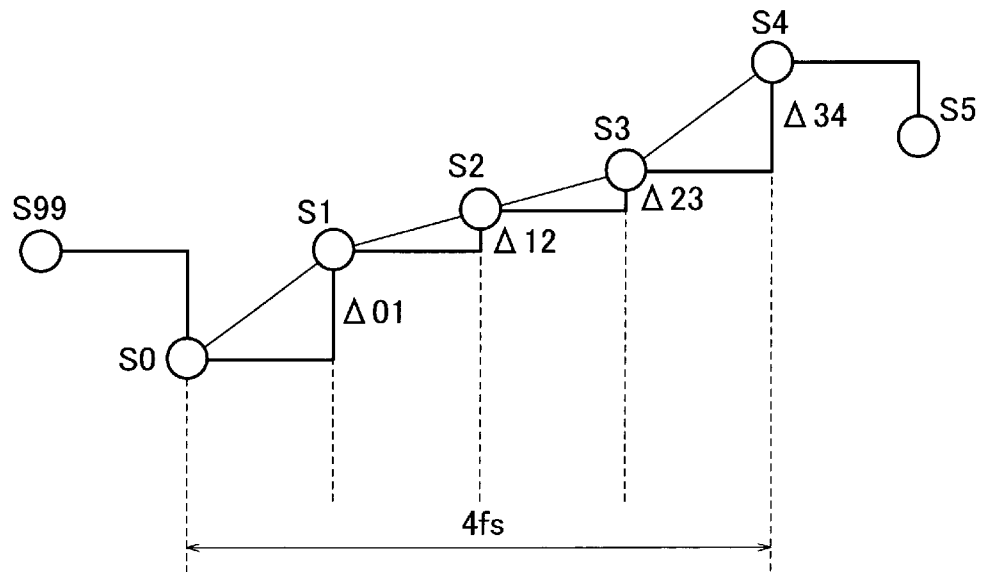
[図11A]



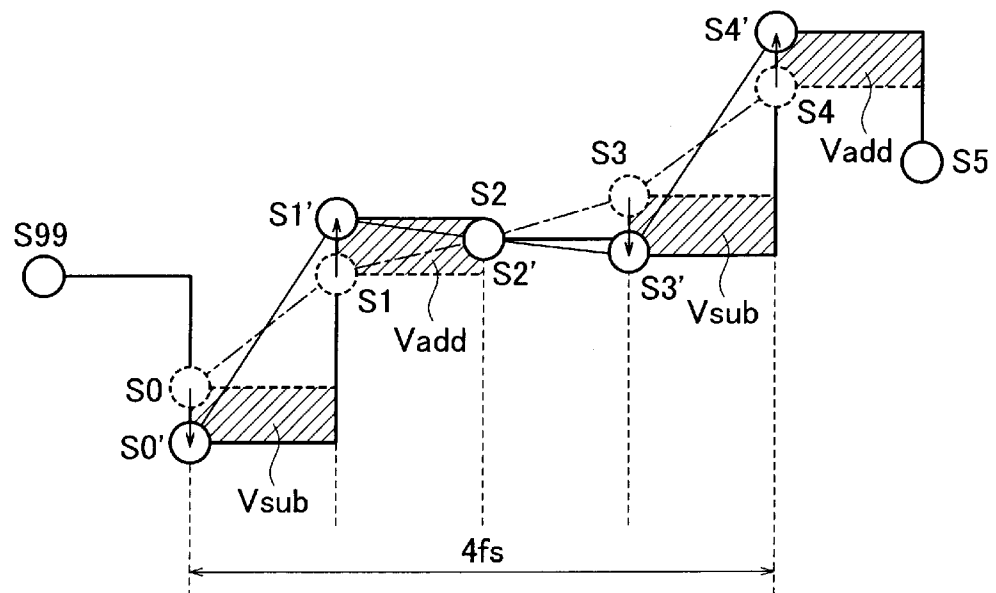
[図11B]



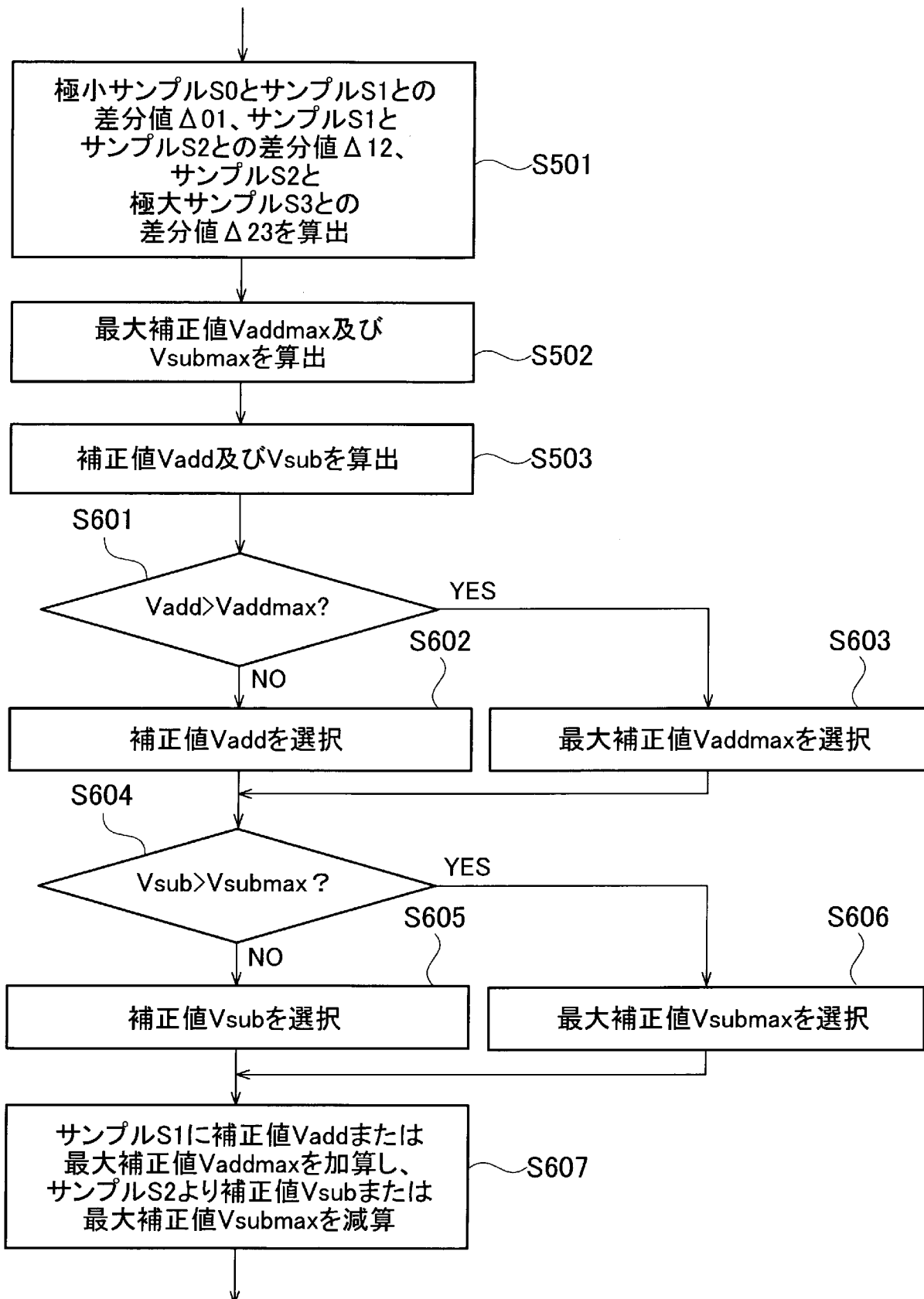
[図12A]



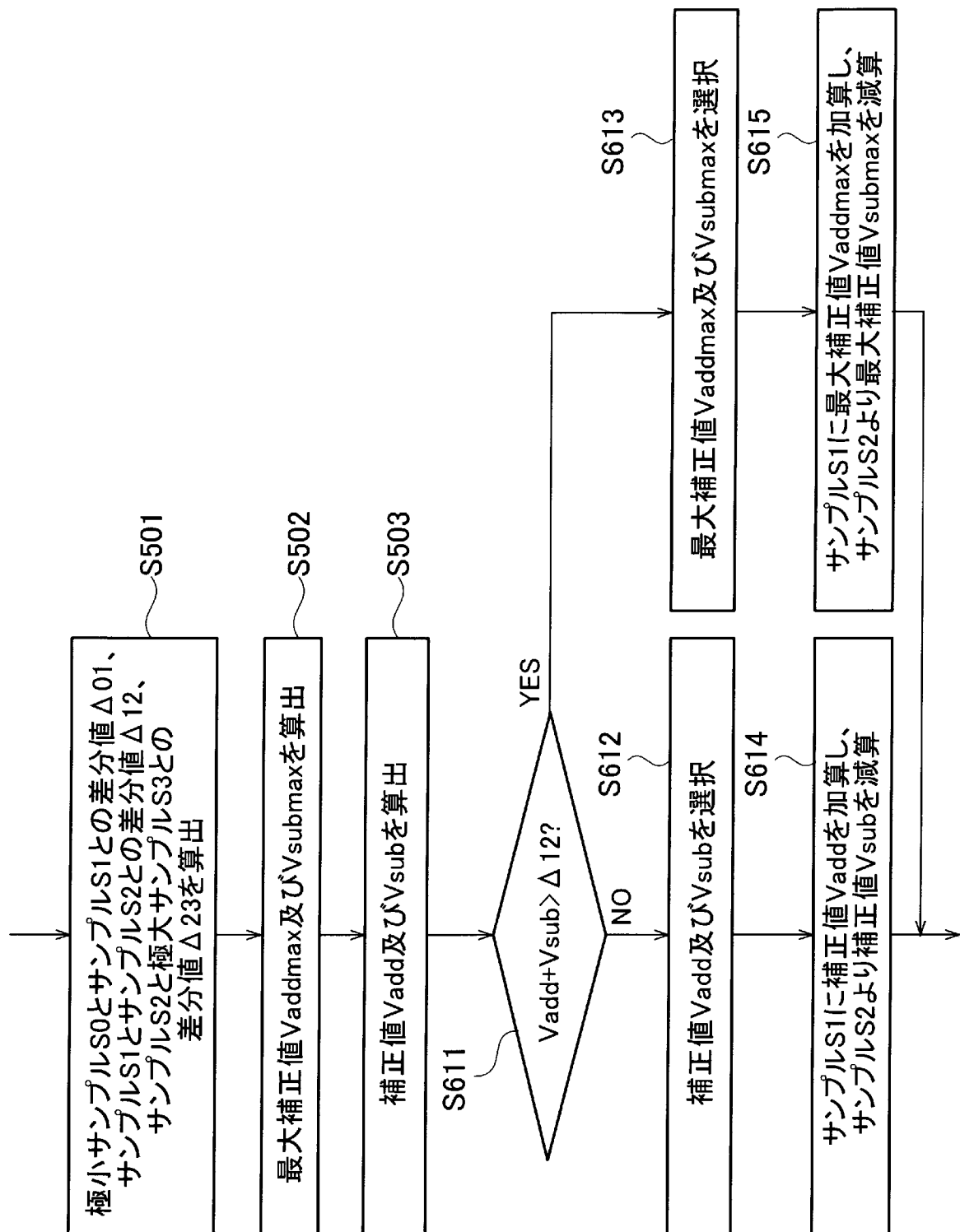
[図12B]



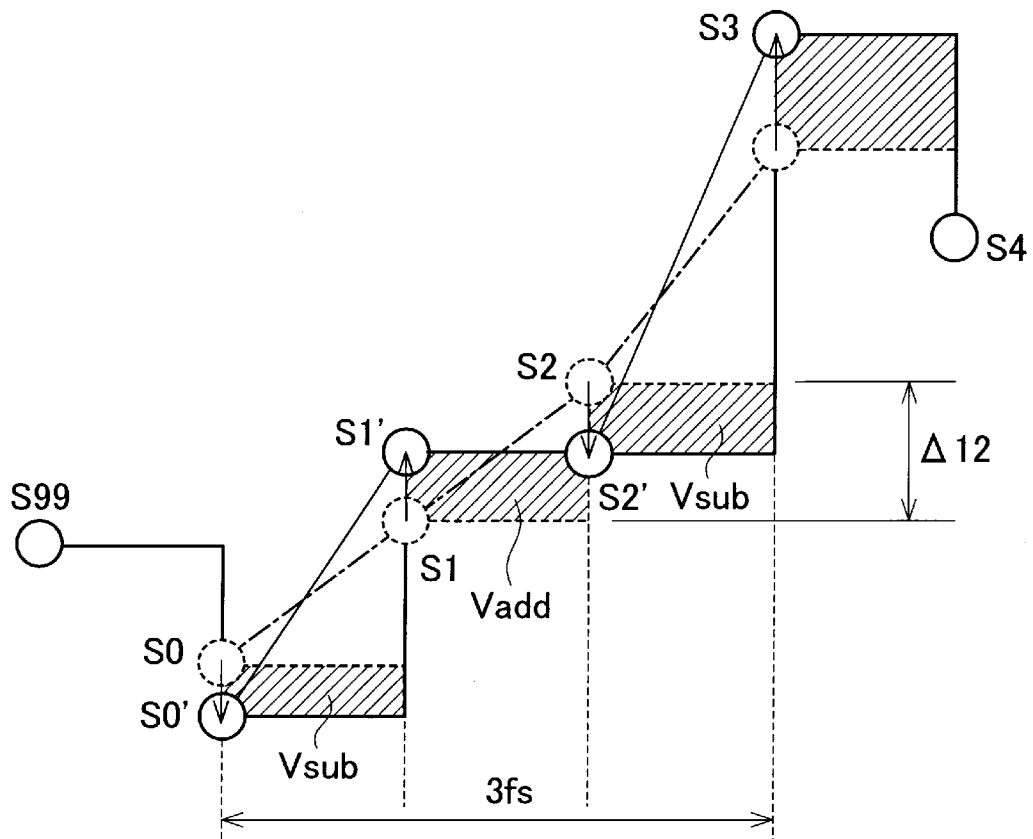
[図13]



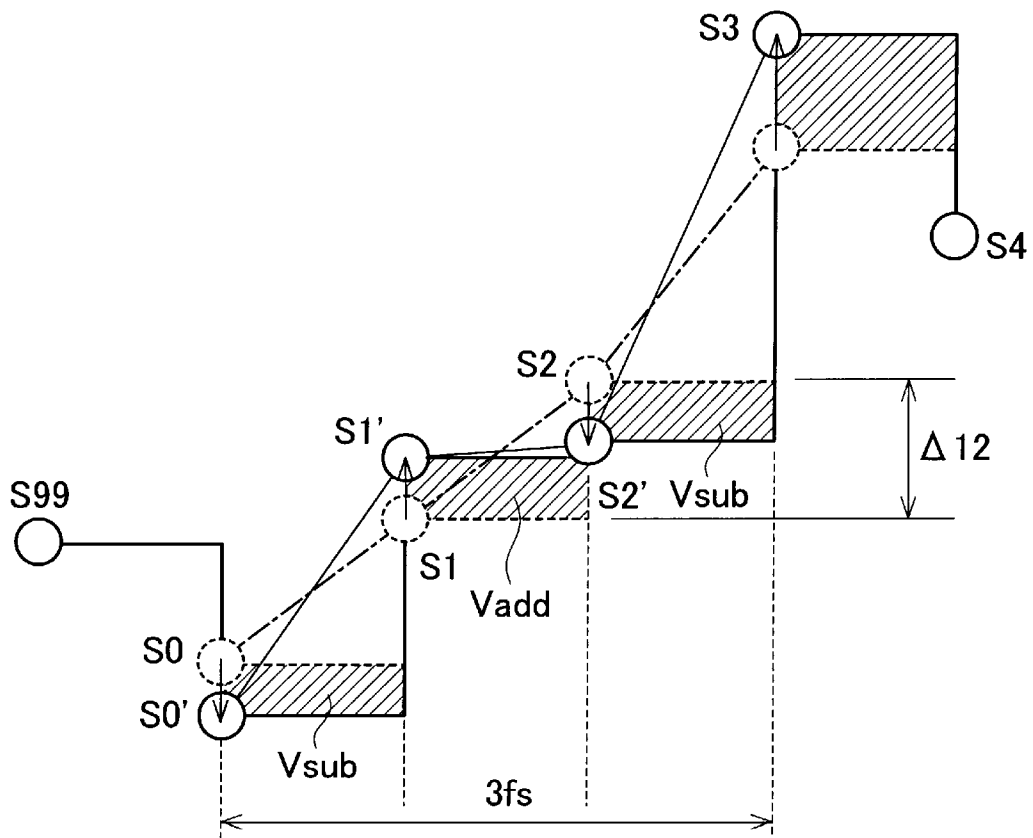
[図14]



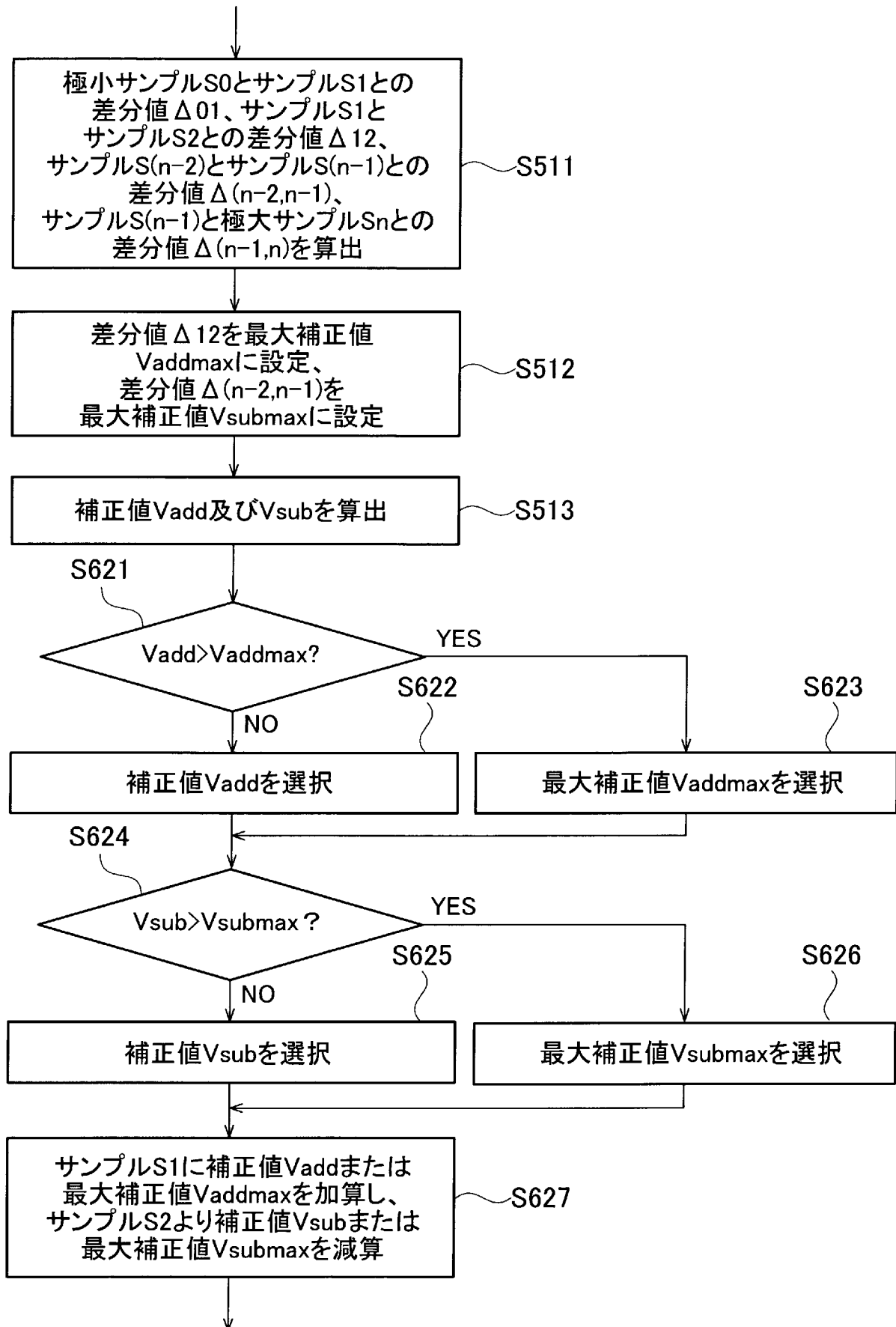
[図15A]



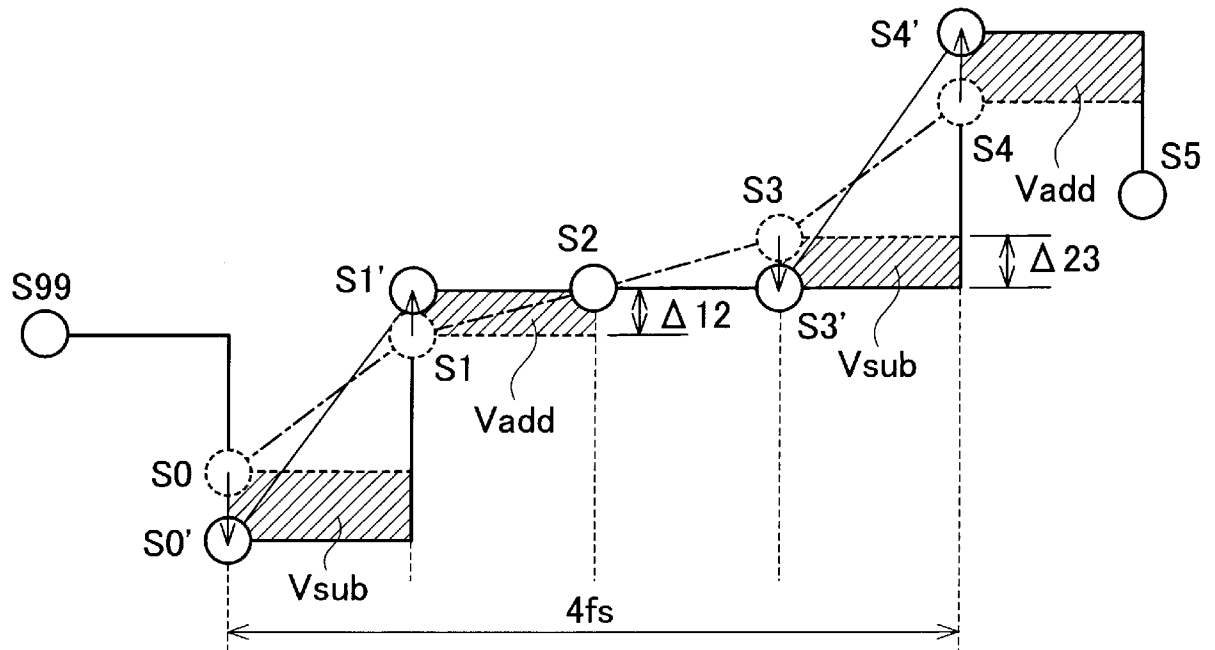
[図15B]



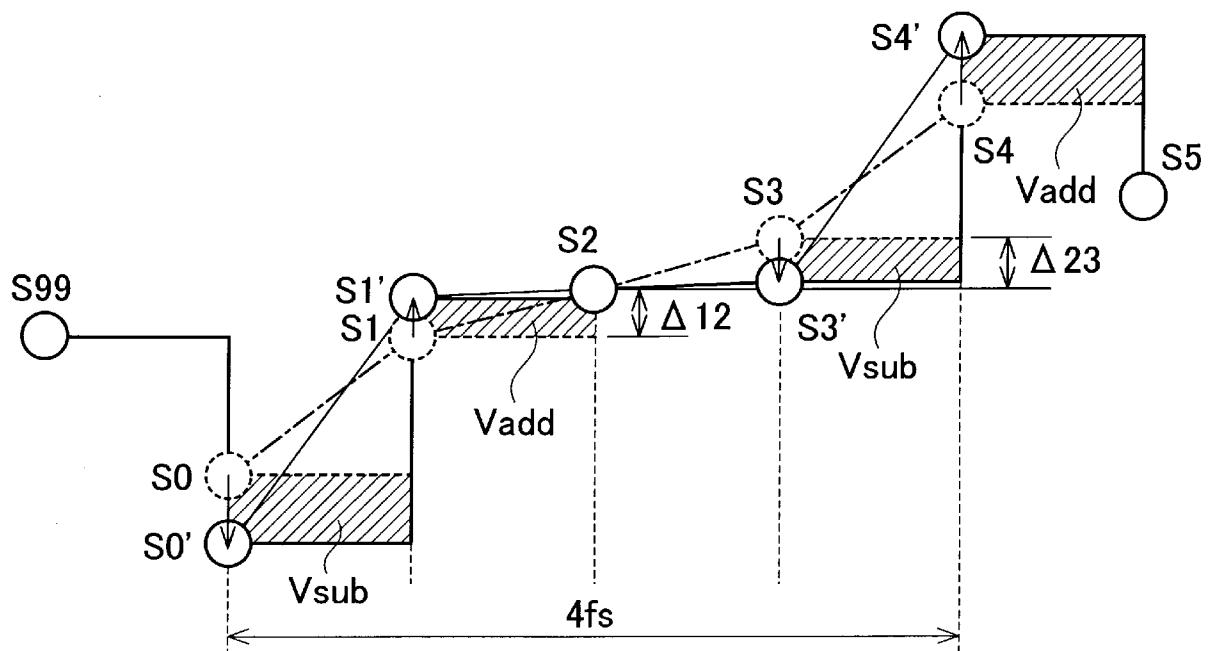
[図16]



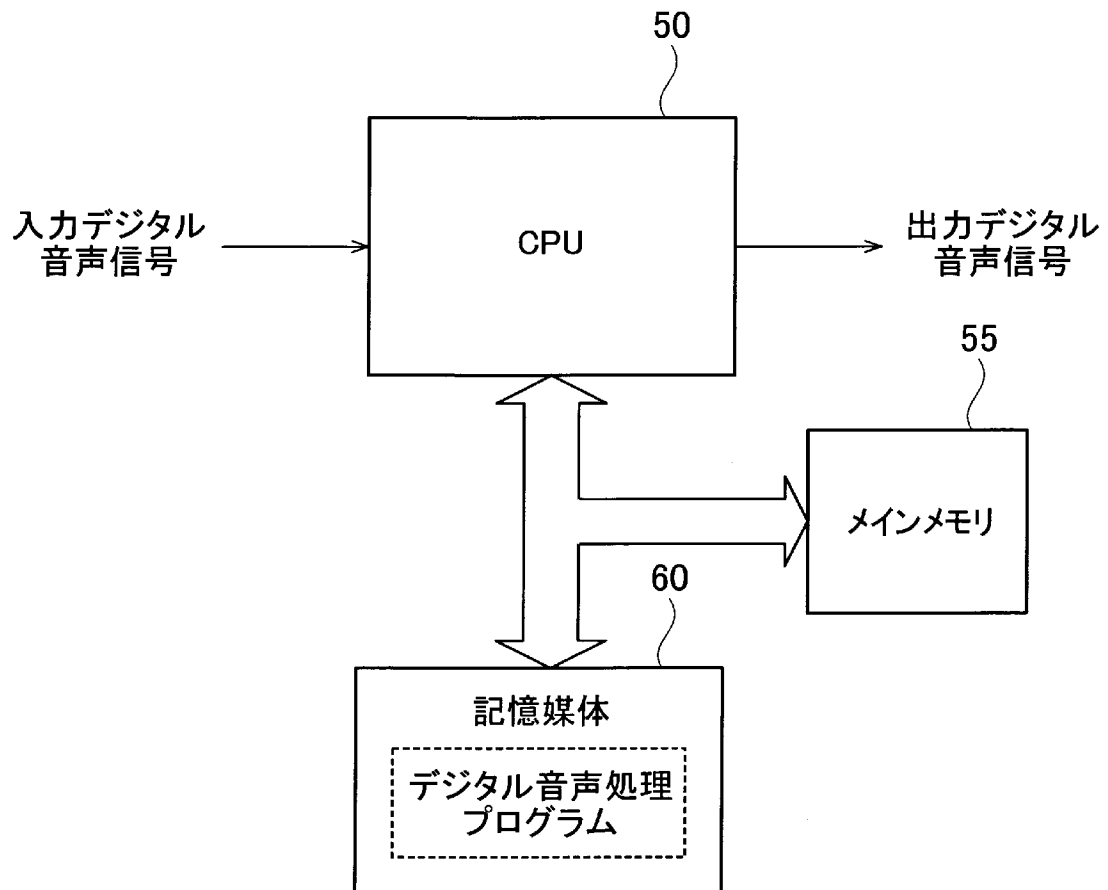
[図17A]



[図17B]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/029491

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G10L21/0332 (2013.01) i, G10K15/04 (2006.01) i
FI: G10L21/0332, G10K15/04302A

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. G10L21/0332, G10K15/04

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4985570 B2 (JVC KENWOOD CORPORATION) 11.05.2012 (2012-05-11), entire text, all drawings	1-5
A	JP 3659489 B2 (VICTOR CO OF JAPAN LTD.) 25.03.2005 (2005-03-25), entire text, all drawings	1-5
A	JP 2019-086637 A (JVC KENWOOD CORPORATION) 06.06.2019 (2019-06-06), entire text, all drawings	1-5
A	JP 2008-275876 A (VICTOR CO OF JAPAN LTD.) 13.11.2008 (2008-11-13), entire text, all drawings	1-5
A	JP 3401171 B2 (VICTOR CO OF JAPAN LTD.) 21.02.2003 (2003-02-21), entire text, all drawings	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
25.08.2020

Date of mailing of the international search report
08.09.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/029491

JP 4985570 B2	11.05.2012	US 2010/0010649 A1 entire text, all drawings
JP 3659489 B2	25.03.2005	US 2002/0075777 A1 entire text, all drawings EP 1220218 A2
JP 2019-086637 A	06.06.2019	WO 2019/093165 A1 entire text, all drawings
JP 2008-275876 A	13.11.2008	(Family: none)
JP 3401171 B2	21.02.2003	US 2002/0188365 A1 entire text, all drawings EP 911826 A2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G10L 21/0332(2013.01)i; G10K 15/04(2006.01)i FI: G10L21/0332; G10K15/04 302A		
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）） G10L21/0332; G10K15/04		
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）		
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	JP 4985570 B2（株式会社JVCケンウッド）11.05.2012（2012-05-11） 全文，全図	1-5
A	JP 3659489 B2（日本ビクター株式会社）25.03.2005（2005-03-25） 全文，全図	1-5
A	JP 2019-086637 A（株式会社JVCケンウッド）06.06.2019（2019-06-06） 全文，全図	1-5
A	JP 2008-275876 A（日本ビクター株式会社）13.11.2008（2008-11-13） 全文，全図	1-5
A	JP 3401171 B2（日本ビクター株式会社）21.02.2003（2003-02-21） 全文，全図	1-5
☐ 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 25.08.2020		国際調査報告の発送日 08.09.2020
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） 岩田 淳 5Z 4052 電話番号 03-3581-1101 内線 3591

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/JP2020/029491

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	4985570	B2	11.05.2012	US	2010/0010649	A1	
				全文, 全図			
JP	3659489	B2	25.03.2005	US	2002/0075777	A1	
				全文, 全図			
				EP	1220218	A2	
JP	2019-086637	A	06.06.2019	WO	2019/093165	A1	
				全文, 全図			
JP	2008-275876	A	13.11.2008	(ファミリーなし)			
JP	3401171	B2	21.02.2003	US	2002/0188365	A1	
				全文, 全図			
				EP	911826	A2	