(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
2018年11月22日(22.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/211697 A1

(51) 国際特許分類:
H03F 3/217 (2006.01) *H04R 3/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/018876

(22) 国際出願日： 2017年5月19日(19.05.2017)

(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: ヤマハ株式会社 (**YAMAHA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 Shizuoka (JP).

(72) 発明者: 五藤 三貴 (**GOTO, Mitsutaka**); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 屋名池 和宏(**YANAIKE, Kazuhiro**); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町１０番１号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP).

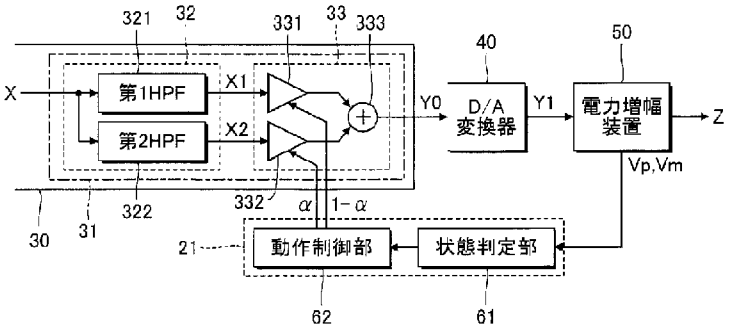
(74) 代理人: 大林 章, 外(**OHBAYASHI, Akira** et al.); 〒1130033 東京都文京区本郷２－１５－１３ お茶の水ウィングビル６階 Tokyo (JP).

(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, 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, SM,

WO 2018/211697 A1

(54) **Title:** SOUND PROCESSING DEVICE AND CONTROL METHOD OF SOUND PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称： 音響処理装置および音響処理装置の制御方法



40 D/A converter
50 Power amplifier device
61 State determination unit
62 Operation control unit
321 First HPF
322 Second HPF

(57) **Abstract:** This sound processing device is provided with: a signal processing unit which generates a first signal in which components in an acoustic signal that fall below a first frequency are reduced and a second signal in which components in the acoustic signal that fall below a second frequency, higher than the first frequency, are reduced; an output control unit which transitions between a first state in which the first signal is outputted and a second state in which the second signal is outputted; a class D amplifier which amplifies the signal after output from the output control unit; a state determination unit which determines whether or not there is power pumping occurring back to the power supply unit supplying the power-supply voltage to the class D amplifier, or whether or not power pumping could occur; and an operation control unit which controls the output control unit to assume the first state if the determination result from the state determination unit is negative, and controls the output control unit to assume the second state if the determination result is positive.

[続葉有]

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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:音響処理装置は、音響信号において第1周波数を下回る成分が低減された第1信号と、前記音響信号において前記第1周波数よりも高い第2周波数を下回る成分が低減された第2信号とを生成する信号処理部と、前記第1信号を出力する第1状態と、前記第2信号を出力する第2状態との一方から他方に遷移する出力制御部と、前記出力制御部による出力後の信号を増幅するD級増幅部と、前記D級増幅部に電源電圧を供給する電源供給部に電源パンピング現象が発生しているか否かまたは電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを判定する状態判定部と、前記状態判定部による判定結果が否定である場合に前記出力制御部を前記第1状態に制御し、前記判定結果が肯定である場合に前記出力制御部を前記第2状態に制御する動作制御部とを具備する。

明　細　書

発明の名称 ： 音響処理装置および音響処理装置の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、音響信号を処理する技術に関する。

背景技術

[0002] 音響信号を２値信号に変調するＰＷＭ（Pulse Width Modulation）回路と、変調後の２値信号によりスイッチ動作するスイッチ回路と、スイッチ回路からの出力信号における高域成分を低減する低域通過フィルタとを具備するＤ級増幅器が従来から提案されている。ハーフブリッジ型（シングルエンド型）のＤ級増幅器においては、低域通過フィルタを構成するインダクタからの回生電流により、電源電圧の平滑用のキャパシタが過充電される場合がある。その結果、電源電圧が変動する現象（以下「電源パンピング現象」という）が発生し得る。

[0003] 特許文献１には、入力音響信号の低域成分を低減する高域通過フィルタの遮断周波数を制御することで、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するＤ級電力増幅装置が開示されている。具体的には、電源電圧の変動を監視することで、電源パンピング現象が発生したか否かが判定される。電源パンピング現象が発生した場合に、高域通過フィルタの遮断周波数を段階的に上昇させることで、当該電源パンピング現象による電源電圧の変動が低減される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第５２３３３０９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、特許文献１の技術では、電源パンピング現象の発生時に高域通過フィルタの係数を時系列に算定する必要があるから、処理負荷が大きいとい

う問題がある。以上の事情を考慮して、本発明の好適な態様は、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減（理想的には解消）するための負荷を軽減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 以上の課題を解決するために、本発明の好適な態様に係る音響処理装置は、音響信号において第１周波数を下回る成分が低減された第１信号と、前記音響信号において前記第１周波数よりも高い第２周波数を下回る成分が低減された第２信号とを生成する信号処理部と、前記第１信号を出力する第１状態と、前記第２信号を出力する第２状態との一方から他方に遷移する出力制御部と、前記出力制御部による出力後の信号を増幅するＤ級増幅部と、前記Ｄ級増幅部に電源電圧を供給する電源供給部に電源パンピング現象が発生しているか否かまたは前記電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを判定する状態判定部と、前記状態判定部による判定結果が否定である場合に前記出力制御部を前記第１状態に制御し、前記判定結果が肯定である場合に前記出力制御部を前記第２状態に制御する動作制御部とを具備する。

本発明の好適な態様は、音響処理装置の制御方法であって、前記音響処理装置は、音響信号において第１周波数を下回る成分が低減された第１信号と、前記音響信号において前記第１周波数よりも高い第２周波数を下回る成分が低減された第２信号とを生成する信号処理部と、前記第１信号を出力する第１状態と、前記第２信号を出力する第２状態との一方から他方に遷移する出力制御部と、前記出力制御部による出力後の信号を増幅するＤ級増幅部とを具備し、前記Ｄ級増幅部に電源電圧を供給する電源供給部に電源パンピング現象が発生しているか否かまたは前記電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを判定し、前記判定結果が否定である場合に前記出力制御部を前記第１状態に制御し、前記判定結果が肯定である場合に前記出力制御部を前記第２状態に制御する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の第１実施形態に係る音響システムの構成図である。

[図2]電力増幅装置の構成図である。

[図3]電源パンピング現象および電圧指標値の説明図である。

[図4]電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するための要素の構成図である。

[図5]第１高域通過フィルタおよび第２高域通過フィルタの周波数応答である。

[図6]状態判定部および出力制御部の動作の説明図である。

[図7]制御装置が実行する動作のフローチャートである。

[図8]第２実施形態において電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するための要素の構成図である。

[図9]第２実施形態における制御装置が実行する動作のフローチャートである。

[図10]第２実施形態における状態判定部および出力制御部の動作の説明図である。

[図11]変形例における音響処理装置の構成図である。

[図12]変形例における音響処理装置の構成図である。

発明を実施するための形態

[0008] ＜第１実施形態＞

図１は、本発明の第１実施形態における音響システム１００の構成図である。図１に例示される通り、第１実施形態の音響システム１００は、楽音または音声等の各種の音を再生するコンピュータシステムであり、信号供給装置１１と音響処理装置１２と放音装置１３とを具備する。音響システム１００の任意の２以上の要素は一体に構成され得る。例えば、信号供給装置１１を音響処理装置１２に搭載することも可能である。

[0009] 信号供給装置１１は、音声または楽音等の各種の音を表すデジタルの音響信号Ｘを音響処理装置１２に供給する信号源である。例えば、可搬型または内蔵型の記録媒体から音響信号Ｘを読出す再生装置が信号供給装置１１の好例である。また、周囲の音を収音して音響信号Ｘを生成する収音装置、また

は、他装置から通信網を介して音響信号Ｘを受信する通信装置を信号供給装置１１として利用してもよい。

[0010] 音響処理装置１２は、信号供給装置１１から供給される音響信号Ｘを処理することで音響信号Ｚを生成する。放音装置１３は、例えばスピーカまたはヘッドホンであり、音響処理装置１２が生成した音響信号Ｚが表す音を再生する。

[0011] 図１に例示される通り、音響処理装置１２は、制御ユニット２０と信号処理回路３０とＤ/Ａ変換器４０と電力増幅装置５０とを具備する。信号供給装置１１から出力された音響信号Ｘは信号処理回路３０に供給される。なお、信号供給装置１１からアナログの音響信号Ｘが出力される場合には、音響信号ＸがＡ/Ｄ変換器（図示略）によりアナログからデジタルに変換されたうえで信号処理回路３０に供給される。

[0012] 制御ユニット２０は、音響処理装置１２の各要素を制御するコントローラであり、制御装置２１と記憶装置２２とを具備する。制御装置２１は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）等の演算処理回路であり、記憶装置２２に記憶されたプログラムを実行することで信号処理回路３０と電力増幅装置５０とを制御する。記憶装置２２は、制御装置２１が実行するプログラムと制御装置２１が使用する各種のデータとを記憶する。例えば半導体記録媒体または磁気記録媒体等の公知の記録媒体、または複数種の記録媒体の組合せが記憶装置２２として使用され得る。

[0013] 信号処理回路３０は、例えば音響処理用のＤＳＰ（Digital Signal Processor）で構成され、信号供給装置１１から供給される音響信号Ｘに対して信号処理を実行することで音響信号Ｙ0を生成する。例えば、音響信号Ｘを複数の帯域に分割するクロスオーバー処理、音響信号Ｘを遅延させる遅延処理、音響信号Ｘの周波数特性を調整するイコライザ処理、音響信号Ｘの電圧範囲を制限するリミッタ処理、または、ハウリングを抑制するためのハウリング抑制処理が、信号処理回路３０による信号処理として例示される。なお、信号処理回路３０の一部または全部の機能を制御装置２１により実現することも

可能である。

[0014] 図１のＤ/Ａ変換器４０は、信号処理回路３０が生成したデジタルの音響信号Ｙ0をアナログの音響信号Ｙ1に変換する。電力増幅装置５０は、音響信号Ｙ1の増幅により音響信号Ｚを生成する。電力増幅装置５０による増幅後の音響信号Ｚが放音装置１３に供給される。

[0015] 図２は、電力増幅装置５０の構成図である。図２に例示される通り、第１実施形態の電力増幅装置５０は、Ｄ級増幅部５１と電源供給部５２と電圧検出部５３とを具備する。Ｄ級増幅部５１は、Ｄ/Ａ変換器４０から供給される音響信号Ｙ1を増幅することで音響信号Ｚを生成する。電源供給部５２は、Ｄ級増幅部５１に電源を供給する。具体的には、正側の電源電圧Ｖpと負側の電源電圧Ｖmとが電源供給部５２からＤ級増幅部５１に供給される。電圧検出部５３は、電源供給部５２がＤ級増幅部５１に供給する電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖmを検出する。具体的には、電圧検出部５３は、例えば、電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖmの各々を表すデジタルデータを生成するＡ/Ｄ変換器（図示略）を含んで構成される。

[0016] 図２に例示される通り、電源供給部５２は、正側電源５２１と負側電源５２２と平滑キャパシタ５２３と平滑キャパシタ５２４とを含んで構成される。正側電源５２１は正側の電源電圧Ｖpを生成し、負側電源５２２は負側の電源電圧Ｖmを生成する。平滑キャパシタ５２３は、電源電圧Ｖpを平滑する容量であり、平滑キャパシタ５２４は、電源電圧Ｖmを平滑する容量である。例えば電解キャパシタが平滑キャパシタ５２３および平滑キャパシタ５２４として好適に利用される。

[0017] 図２に例示される通り、第１実施形態のＤ級増幅部５１は、ハーフブリッジ型（シングルエンド型）のデジタルアンプであり、変調回路５１１とスイッチ回路５１２と低域通過フィルタ５１３とを含んで構成される。変調回路５１１は、音響信号Ｙ1に対するパルス幅変調によりＰＷＭ（Pulse Width Modulation）信号Ｙ2を生成する。ＰＷＭ信号Ｙ2は、音響信号Ｙ1のレベルに応じたデューティ比で変動する２値信号である。具体的には、音響信号Ｙ1と三

角波との比較によりＰＷＭ信号Ｙ2を生成する三角波比較型（他励発振型）のＰＷＭ回路、または、負帰還による自励発振でＰＷＭ信号Ｙ2を生成する自励発振型のＰＷＭ回路が、変調回路５１１として好適に利用される。

[0018] スイッチ回路５１２は、変調回路５１１が生成したＰＷＭ信号Ｙ2をスイッチング動作により増幅することで増幅信号Ｙ3を生成する。第１実施形態のスイッチ回路５１２は、駆動回路５５０と第１スイッチ５５１と第２スイッチ５５２とを含む。第１スイッチ５５１および第２スイッチ５５２の各々は、例えばＭＯＳＦＥＴ（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）等のスイッチング素子である。第１スイッチ５５１は正側電源５２１と出力点Ｎとの間に介在し、第２スイッチ５５２は負側電源５２２と出力点Ｎとの間に介在する。駆動回路５５０は、変調回路５１１が生成したＰＷＭ信号Ｙ2に応じて第１スイッチ５５１および第２スイッチ５５２の何れかをオン状態に制御する。具体的には、駆動回路５５０は、ＰＷＭ信号Ｙ2がハイレベルであれば第１スイッチ５５１をオン状態に制御し、ＰＷＭ信号Ｙ2がローレベルであれば第２スイッチ５５２をオン状態に制御する。第１スイッチ５５１がオン状態に制御されると電源電圧Ｖpが出力点Ｎに印加され、第２スイッチ５５２がオン状態に制御されると電源電圧Ｖmが出力点Ｎに印加される。すなわち、出力点Ｎに生成される増幅信号Ｙ3は、ＰＷＭ信号Ｙ2と同様のデューティ比で電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖmの一方から他方に変動する矩形波である。

[0019] 低域通過フィルタ５１３は、Ｄ級増幅部５１が生成した増幅信号Ｙ3の高域成分（例えば変調回路５１１の発振周波数を含む帯域成分）を低減することで音響信号Ｚを出力する。すなわち、増幅信号Ｙ3のうち可聴帯域を含む低域成分が音響信号Ｚとして抽出される。図２に例示される通り、低域通過フィルタ５１３は、キャパシタＣfとインダクタＬfとを含んで構成される。

[0020] 以上に例示した構成のＤ級増幅部５１においては、電源パンピング現象が発生し得る。電源パンピング現象は、低域通過フィルタ５１３のインダクタＬfからの回生電流により平滑キャパシタ５２３および平滑キャパシタ５２４

が過充電されることで、図３に例示される通り、電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖmが変動する現象である。Ｄ級増幅部５１から負荷（放音装置１３）に正弦波が供給される場合を仮定すると、電源パンピング現象に起因した電源電圧Ｖmの変動量ΔＶは、以下の数式(1)で表現される。なお、数式(1)では電源電圧Ｖmの変動量を例示するが、電源電圧Ｖpにも同様の変動が発生し得る。

[数1]

$$\Delta V = \frac{Vs(4Vdd - \pi Vs)}{8\pi f C R_L V} \quad \cdots(1)$$

[0021] 数式(1)の記号Ｖsは、正弦波の電圧の最大値［Ｖ］であり、記号Ｖddは、電源電圧Ｖpまたは電源電圧Ｖmの絶対値である。記号ｆは、正弦波の周波数［Ｈz］である。また、記号Ｃは、平滑キャパシタ５２４の容量値［Ｆ］であり、記号ＲLは、負荷抵抗［Ω］である。数式(1)から理解される通り、Ｄ級増幅部５１から出力される音響信号Ｚの周波数が低いほど、電源電圧Ｖpまたは電源電圧Ｖmの変動量ΔＶ（すなわち電源パンピング現象の影響）が増加するという傾向がある。したがって、Ｄ級増幅部５１による増幅前の音響信号Ｘにおける低域成分を低減することで、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減することが可能である。以上の事情を考慮して、第１実施形態では、電源パンピング現象が発生している場合に音響信号Ｘの低域成分を低減する。

[0022] 図４は、音響処理装置１２のうち電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するための要素の構成図である。図４に例示される通り、第１実施形態の信号処理回路３０は、音響信号Ｘの低域成分を低減する低域低減部３１を含む。低域低減部３１が処理する音響信号Ｘは、信号処理回路３０内において前述の各種の信号処理で生成された信号である。

[0023] 図４に例示される通り、第１実施形態の低域低減部３１は、信号処理部３２と出力制御部３３とを具備する。信号処理部３２は、第１高域通過フィルタ（ＨＰＦ：High-Pass Filter）３２１と第２高域通過フィルタ３２２とを

含んで構成される。第１高域通過フィルタ３２１は、図５に破線で例示される通り、音響信号Ｘにおいて第１周波数Ｆ1を下回る成分を低減することで第１信号Ｘ1を出力する。他方、第２高域通過フィルタ３２２は、図５に実線で例示される通り、音響信号Ｘにおいて第２周波数Ｆ2を下回る成分を低減することで第２信号Ｘ2を出力する。

[0024] 図５に例示される通り、第２周波数Ｆ2は第１周波数Ｆ1よりも高い周波数である（Ｆ2＞Ｆ1）。例えば、第１周波数Ｆ1は、３Ｈｚ以上かつ２０Ｈｚ以下の範囲内の所定値に設定され、第２周波数Ｆ2は、２０Ｈｚ以上かつ１００Ｈｚ以下の範囲内の所定値に設定される。第１高域通過フィルタ３２１および第２高域通過フィルタ３２２の各々は、例えば４次のフィルタで構成される。したがって、第１高域通過フィルタ３２１および第２高域通過フィルタ３２２の各々の周波数応答における減衰域の勾配は２４ｄＢ／Ｏｃｔである。以上の説明から理解される通り、第１実施形態の信号処理部３２は、音響信号Ｘにおいて第１周波数Ｆ1を下回る成分が低減された第１信号Ｘ1と、音響信号Ｘにおいて第１周波数Ｆ1よりも高い第２周波数Ｆ2を下回る成分が低減された第２信号Ｘ2とを生成する。

[0025] 図４の出力制御部３３は、第１高域通過フィルタ３２１が出力する第１信号Ｘ1と第２高域通過フィルタ３２２が出力する第２信号Ｘ2との加重和を音響信号Ｙ0として出力する。具体的には、出力制御部３３は、乗算部３３１と乗算部３３２と加算部３３３とを具備する。乗算部３３１は、第１信号Ｘ1に対して加重値(１－α)を乗算する。乗算部３３２は、第２信号Ｘ2に対して加重値αを乗算する。加算部３３３は、乗算部３３１の出力信号と乗算部３３２の出力信号とを加算することで音響信号Ｙ0を生成する。すなわち、音響信号Ｙ0は、以下の数式(2)で表現される。

[数2]

$$Y0=(1-\alpha)X1+\alpha\cdot X2 \quad \cdots(2)$$

[0026] 第２信号Ｘ2の加重値αは０以上かつ１以下の範囲内で変動し得る数値であ

る。第２信号Ｘ1の加重値（１－α）も同様に０以上かつ１以下の範囲内で変動し得る。加重値αおよび加重値（１－α）の一方が増加するほど他方は減少する。加重値αが０に設定されると、出力制御部３３は、第１信号Ｘ1を音響信号Ｙ0として出力する状態（以下「第１状態」という）となる。他方、加重値αが１に設定されると、出力制御部３３は、第２信号Ｘ2を音響信号Ｙ0として出力する状態（以下「第２状態」という）となる。加重値αが制御されることで、出力制御部３３は、第１状態および第２状態の一方から他方に遷移する。第２状態では、第２周波数Ｆ2を下回る成分が低減された第２信号Ｘ2が出力制御部３３から出力される。したがって、第１状態と比較して、Ｄ級増幅部５１から放音装置１３に供給される音響信号Ｚの低域成分が低減され、結果的に電源パンピング現象による電源電圧の変動が低減される。

[0027] 図４に例示される通り、第１実施形態の制御装置２１は、記憶装置２２に記憶されたプログラムを実行することで、状態判定部６１および動作制御部６２として機能する。なお、制御装置２１の機能の一部または全部を信号処理回路３０で実現することも可能である。

[0028] 状態判定部６１は、電源供給部５２に電源パンピング現象が発生しているか否かを判定する。第１実施形態の状態判定部６１は、図２の電圧検出部５３が検出した電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖmに応じて、電源パンピング現象が実際に発生しているか否かを判定する。具体的には、状態判定部６１は、電源電圧Ｖpと電源電圧Ｖmとに応じた電圧指標値Ｑを閾値と比較することで電源パンピング現象の有無を判定する。

[0029] 図３には、電圧指標値Ｑの時間変化が、電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖmの時間変化に併記されている。図３に例示される通り、電圧指標値Ｑは、電源電圧Ｖpと電源電圧Ｖmの絶対値|Ｖm|とのうちの大きい方（最大値ｍａｘ｛Ｖp，|Ｖm|｝）を時間軸上で平滑した数値である。例えば、最大値ｍａｘ｛Ｖp，|Ｖm|｝の時系列から公知のエンベロープフィルタにより生成される包絡線上の数値が電圧指標値Ｑとして算定される。

[0030] 以上の説明から理解される通り、電源パンピング現象により電源電圧Ｖpま

たは電源電圧Ｖmが所定値から変動するほど電圧指標値Ｑは大きい数値となる。すなわち、電圧指標値Ｑが大きいほど電源パンピング現象の可能性が高いと評価できる。第１実施形態の状態判定部６１は、電圧指標値Ｑが第１閾値Ｔa1よりも高くなった場合に電源パンピング現象が発生したと判定し、電圧指標値Ｑが第２閾値Ｔa2よりも低くなった場合に電源パンピング現象が解消したと判定する。図３に例示される通り、第１閾値Ｔa1は第２閾値Ｔa2を上回る所定値である（Ｔa1＞Ｔa2）。

[0031] 図６は、状態判定部６１および出力制御部３３の動作の説明図である。状態判定部６１による判定結果を示す状態情報Ｐの時間変化が図６には例示されている。図６に例示される通り、状態判定部６１は、電圧指標値Ｑが第１閾値Ｔa1を跨いで上昇した場合（電源パンピング現象が発生した場合）に状態情報Ｐを１に設定し、電圧指標値Ｑが第２閾値Ｔa2を跨いで低下した場合（電源パンピング現象が解消した場合）に状態情報Ｐを０に設定する。すなわち、状態情報Ｐは、電源パンピング現象が発生しているか否かを示す情報（フラグ）である。

[0032] 動作制御部６２は、出力制御部３３が音響信号Ｙ0の生成に適用する加重値αを状態判定部６１による判定結果に応じて制御する。図６に例示される通り、状態判定部６１による判定結果が否定から肯定に変化した場合（すなわち、状態情報Ｐが０から１に変化した場合）、動作制御部６２は、所定長の遷移期間Ｖ1の始点から終点にかけて加重値αを経時的に増加させる。具体的には、遷移期間Ｖ1において、第１信号Ｘ1の加重値(１－α)は１から０に直線的に減少し、第２信号Ｘ2の加重値αは０から１に直線的に増加する。すなわち、第１信号Ｘ1のフェードアウトと第２信号Ｘ2のフェードインとが並行するクロスフェードが実現される。以上の例示の通り、出力制御部３３は、第１信号Ｘ1を出力する第１状態（α＝０）から第２信号Ｘ2を出力する第２状態（α＝１）まで遷移期間Ｖ1内で徐々に遷移する。

[0033] 他方、状態判定部６１による判定結果が肯定から否定に変化した場合（すなわち、状態情報Ｐが１から０に変化した場合）、動作制御部６２は、所定

長の遷移期間Ｖ2の始点から終点にかけて加重値αを経時的に減少させる。具体的には、遷移期間Ｖ2において、第１信号Ｘ1の加重値(１－α)は０から１に直線的に増加し、第２信号Ｘ2の加重値αは１から０に直線的に減少する。すなわち、第１信号Ｘ1のフェードインと第２信号Ｘ2のフェードアウトとが並行するクロスフェードが実現される。したがって、出力制御部３３は、第２信号Ｘ2を出力する第２状態（α＝１）から第１信号Ｘ1を出力する第１状態（α＝０）まで遷移期間Ｖ2内で徐々に遷移する。なお、遷移期間Ｖ1および遷移期間Ｖ2の各々の時間長は任意である。例えば遷移期間Ｖ2は、遷移期間Ｖ1よりも長い時間長に設定される。具体的には、遷移期間Ｖ1は例えば１０ミリ秒以下の時間長に設定され、遷移期間Ｖ2は例えば１００ミリ秒以下の時間長に設定される。

[0034] 図７は、制御装置２１（状態判定部６１および動作制御部６２）が実行する動作のフローチャートである。例えば所定の周期で発生する割込を契機として図７の処理が開始される。図７の処理を開始すると、状態判定部６１は、電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖmのデータを電圧検出部５３から取込み（Ｓa1）、電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖmに応じた電圧指標値Ｑを算定する（Ｓa2）。

[0035] 状態判定部６１は、状態情報Ｐが１であるか否かを判定する（Ｓa3）。状態情報Ｐが１である場合（Ｓa3：YES）、すなわち、電源パンピング現象が既に発生している場合、状態判定部６１は、電圧指標値Ｑが第２閾値Ｔa2を下回るか否かを判定する（Ｓa4）。すなわち、状態判定部６１は、電源パンピング現象が解消したか否かを判定する。電圧指標値Ｑが第２閾値Ｔa2を上回る場合（Ｓa4：NO）、すなわち、電源パンピング現象が継続している場合、状態判定部６１は、状態情報Ｐを１に維持する（Ｓa5）。

[0036] 他方、状態情報Ｐが０に設定された状態（Ｓa3：NO）では、電源パンピング現象は発生していない。また、状態情報Ｐが１に設定された状態で、電圧指標値Ｑが第２閾値Ｔa2を下回る場合（Ｓa4：YES）には、直前に発生した電源パンピング現象が解消したと推定される。以上のように電源パンピング現

象が発生していない状態（Ｓa3：NO，Ｓa4：YES）では、状態判定部６１は、電圧指標値Ｑが第１閾値Ｔa1を上回るか否かを判定する（Ｓa6）。

[0037] 電圧指標値Ｑが第１閾値Ｔa1を上回る場合（Ｓa6：YES）、すなわち、電源パンピング現象が発生した場合、状態判定部６１は、状態情報Ｐを１に設定する（Ｓa5）。他方、電圧指標値Ｑが第１閾値Ｔa1を下回る場合（Ｓa6：NO）、すなわち、電源パンピング現象が発生していない場合、状態判定部６１は、状態情報Ｐを０に設定する（Ｓa7）。

[0038] 以上の手順により電圧指標値Ｑに応じて状態情報Ｐを維持または更新すると、状態判定部６１は、状態情報Ｐが１であるか否かを判定する（Ｓa8）。すなわち、状態判定部６１は、電源供給部５２に電源パンピング現象が発生しているか否かを判定する。

[0039] 状態情報Ｐが１である場合（Ｓa8：YES）、すなわち電源パンピング現象が発生している場合、動作制御部６２は、加重値αを１に設定するための処理を実行する（Ｓa9）。すなわち、出力制御部３３を第２状態に制御するための処理が実行される。具体的には、出力制御部３３が既に第２状態（α＝１）にある場合、動作制御部６２は、加重値αを１に維持する。出力制御部３３が第１状態（α＝０）にある場合、図６を参照して説明した通り、動作制御部６２は、遷移期間Ｖ1の始点から終点にかけて加重値αを０から１まで経時的に増加させる。すなわち、出力制御部３３は第１状態から第２状態に遷移する。

[0040] 他方、状態情報Ｐが０である場合（Ｓa8：NO）、すなわち電源パンピング現象が発生していない場合、動作制御部６２は、加重値αを０に設定するための処理を実行する（Ｓa10）。すなわち、出力制御部３３を第１状態に制御するための処理が実行される。具体的には、出力制御部３３が既に第１状態（α＝０）にある場合、動作制御部６２は、加重値αを０に維持する。出力制御部３３が第２状態（α＝１）にある場合、図６を参照して説明した通り、動作制御部６２は、遷移期間Ｖ2の始点から終点にかけて加重値αを１から０まで経時的に減少させる。すなわち、出力制御部３３は第２状態から第１

状態に遷移する。

[0041] 以上に説明した通り、出力制御部３３は、状態判定部６１による判定結果が否定である場合（電源パンピング現象が発生していない場合）に第１状態に制御され、状態判定部６１による判定結果が肯定である場合（電源パンピング現象が発生している場合）に第２状態に制御される。第２状態では、第１周波数Ｆ1よりも高い第２周波数Ｆ2を下回る成分が低減された第２信号Ｘ2が出力制御部３３から出力されるため、第１状態と比較して電源パンピング現象による電源電圧の変動が低減される。

[0042] 第１実施形態では、出力制御部３３が第１状態および第２状態の一方から他方に遷移するから、音響信号Ｘを処理する高域通過フィルタの遮断周波数を電源パンピング現象の有無に応じて変更する必要はない。具体的には、第１実施形態では、１個の加重値αを変化させる非常に簡便な制御により、電源パンピング現象による電源電圧の変動が低減される。したがって、高域通過フィルタの遮断周波数を変化させる特許文献１の技術と比較して、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するための制御に必要な負荷が軽減されるという利点がある。

[0043] ところで、第１高域通過フィルタ３２１と第２高域通過フィルタ３２２との周波数応答（特に位相特性）の相違に起因して、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2とでは位相が相違する可能性がある。したがって、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2とを出力制御部３３が選択的に切替える構成では、出力制御部３３から出力される音響信号Ｙ0のレベルが切替の時点で不連続に変動し、異音（例えば“プツ”という雑音）の原因となる可能性がある。第１実施形態では、第１信号Ｘ1の加重値αの経時的な増加に並行して第２信号Ｘ2の加重値（１－α）が経時的に減少し、第１信号Ｘ1の加重値αの経時的な減少に並行して第２信号Ｘ2の加重値（１－α）が経時的に増加する。すなわち、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2とがクロスフェードされる。したがって、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2との位相の相違に起因した異音を低減できるという利点もある。

[0044] また、電源パンピング現象が発生しているか否かが電源電圧Ｖpおよび電源

電圧Ｖｍに応じて判定される。したがって、電源供給部５２に実際に発生している電源パンピング現象による電源電圧の変動を有効に低減できるという利点がある。第１実施形態では特に、電源パンピング現象の発生を検出するための第１閾値Ｔa1が、電源パンピング現象の解消を検出するための第２閾値Ｔa2を上回る。したがって、電圧指標値Ｑが第２閾値Ｔa2よりも高くなった場合に電源パンピング現象が発生したと判定する構成と比較して、電源パンピング現象が過度に検出される可能性が低減される。また、電圧指標値Ｑが第１閾値Ｔa1よりも低くなった場合に電源パンピング現象が解消したと判定する構成と比較して、電源パンピング現象による電源電圧の変動を充分に低減できるという利点がある。

[0045] ＜第２実施形態＞

本発明の第２実施形態を説明する。なお、以下に例示する各構成において作用または機能が第１実施形態と同様である要素については、第１実施形態の説明で使用した符号を流用して各々の詳細な説明を適宜に省略する。

[0046] 前掲の数式(1)を参照して前述した通り、Ｄ級増幅部５１から出力される音響信号Ｚの周波数が低いほど電源パンピング現象は発生し易い。したがって、信号供給装置１１から供給される音響信号Ｘの低域成分の強度（例えば音量またはパワー）が高いほど、電源パンピング現象が発生し易いという傾向がある。

[0047] 以上の傾向を考慮して、第２実施形態では、音響信号Ｘにおける低域成分の強度が閾値を上回る場合に、電源パンピング現象が発生する可能性があると判定する。すなわち、第１実施形態では、電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖｍを解析することで、電源パンピング現象が実際に発生していることを検出するのに対し、第２実施形態では、音響信号Ｘの低域成分を解析することで、電源パンピング現象が発生する可能性があるか否か（実際に電源パンピング現象が発生しているか否かは不問）を判定する。なお、電源パンピング現象による電源電圧の変動の低減に電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖｍを利用する構成および動作は、第２実施形態では省略される。例えば、第１実施形態で例

示した電圧検出部５３は省略される。

[0048] 図８は、第２実施形態における音響処理装置１２のうち電源パンピング現象による電源電圧の変動の低減に関連する要素の構成図である。第２実施形態における信号処理部３２の第２高域通過フィルタ３２２は、第１実施形態と同様に、音響信号Ｘにおいて第２周波数Ｆ2を下回る成分を低減することで第２信号Ｘ2を出力する。図８に例示される通り、第２高域通過フィルタ３２２は、２次のフィルタ３５１と２次のフィルタ３５２とで構成される４次のフィルタである。後段のフィルタ３５２が出力した第２信号Ｘ2が出力制御部３３に供給される。

[0049] 図８に例示される通り、第１実施形態の音響処理装置１２は減算部７１を具備する。減算部７１は、第２高域通過フィルタ３２２のフィルタ３５１が出力した高域信号Ｘhを、第２高域通過フィルタ３２２による処理前の音響信号Ｘから減算することで、低域信号Ｓを生成する。フィルタ３５１が出力する高域信号Ｘhは、音響信号Ｘのうち第２周波数Ｆ2を上回る高域成分に相当する。したがって、音響信号Ｘから高域信号Ｘhを減算することで生成された低域信号Ｓは、音響信号Ｘのうち第２周波数Ｆ2を下回る低域成分に相当する。なお、第２高域通過フィルタ３２２（フィルタ３５２）が出力した第２信号Ｘ2を高域信号Ｘhとして減算部７１に供給することも可能である。

[0050] 第２実施形態の状態判定部６１は、音響信号Ｘにおける低域成分の強度（以下「低域強度」という）Ｌに応じて、電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを判定する。具体的には、状態判定部６１は、減算部７１が生成した低域信号Ｓの低域強度Ｌを閾値と比較することで、電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを判定する。低域強度Ｌは、例えば低域信号Ｓから公知のエンベロープフィルタにより生成される包絡線上の数値である。前述の通り、低域強度Ｌが大きいほど電源パンピング現象が発生し易いという傾向がある。以上の傾向を考慮して、第２実施形態の状態判定部６１は、低域強度Ｌが所定の閾値Ｔbよりも高くなった場合に、電源パンピング現象が発生する可能性があると判定する。

[0051] 図９は、第２実施形態の制御装置２１（状態判定部６１および動作制御部６２）が実行する動作のフローチャートであり、図１０は、制御装置２１の動作の説明図である。例えば所定の周期で発生する割込を契機として図９の処理が開始される。図９の処理を開始すると、状態判定部６１は、減算部７１が生成する低域信号Ｓを取込み（Ｓb1）、低域強度Ｌを算定する（Ｓb2）。

[0052] 状態判定部６１は、低域強度Ｌが閾値Ｔbを上回るか否かを判定する（Ｓb3）。低域強度Ｌが閾値Ｔbを上回る場合（Ｓb3：YES）、すなわち、電源パンピング現象が発生する可能性がある場合、動作制御部６２は、加重値αを１に設定するための処理を実行する（Ｓb4）。すなわち、出力制御部３３を第２状態に制御するための処理が実行される。具体的には、出力制御部３３が既に第２状態（α＝１）にある場合、動作制御部６２は、加重値αを１に維持する。出力制御部３３が第１状態（α＝０）にある場合、動作制御部６２は、図１０に例示される通り、所定長の遷移期間Ｖ1の始点から終点にかけて加重値αを０から１まで経時的に変化させる。すなわち、出力制御部３３は第１状態から第２状態に遷移する。

[0053] 他方、低域強度Ｌが閾値Ｔbを下回る場合（Ｓb3：NO）、すなわち、電源パンピング現象が発生しないと推定される場合、動作制御部６２は、加重値αを０に設定するための処理を実行する（Ｓb5）。すなわち、出力制御部３３を第１状態に制御するための処理が実行される。具体的には、出力制御部３３が既に第１状態（α＝０）にある場合、動作制御部６２は、加重値αを０に維持する。他方、出力制御部３３が第２状態（α＝１）にある場合、動作制御部６２は、図１０に例示される通り、所定長の遷移期間Ｖ2の始点から終点にかけて加重値αを１から０まで経時的に減少させる。すなわち、出力制御部３３は第２状態から第１状態に遷移する。

[0054] 以上に説明した通り、第２実施形態では、加重値αを変化させる簡便な制御により、出力制御部３３が第１状態および第２状態の一方から他方に遷移する。したがって、第１実施形態と同様に、高域通過フィルタの遮断周波数

を変化させる特許文献１の技術と比較して、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するための制御に必要な負荷が軽減されるという利点がある。また、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2とがクロスフェードされるから、第１実施形態と同様に、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2との位相の相違に起因した異音を低減できるという利点もある。

[0055] また、第２実施形態では、音響信号Ｘにおける低域成分の強度（低域強度Ｌ）が閾値Ｔbを上回る場合に、電源パンピング現象が発生する可能性があると判定される。したがって、電源パンピング現象が実際には発生していない段階でも、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するための処理（出力制御部３３を第２状態に制御する処理）を実行することが可能である。すなわち、第２実施形態によれば、電源パンピング現象の発生を未然に防止できるという利点がある。

[0056] ＜変形例＞

以上に例示した実施形態は多様に変形され得る。具体的な変形の態様を以下に例示する。以下の例示から任意に選択された２以上の態様を併合してもよい。

[0057] （１）前述の形態では、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2とをクロスフェードした。しかし、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2との位相の相違に起因した異音が特段の問題とならない場合には、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2とを選択的に音響信号Ｙ0として出力制御部３３が出力してもよい。すなわち、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2との加重和の演算および第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2とのクロスフェードを省略してもよい。

[0058] 例えば、第１信号Ｘ1と第２信号Ｘ2との何れかを選択するスイッチが出力制御部３３として利用される。状態判定部６１による判定結果が肯定である場合には第１信号Ｘ1を出力する第１状態となり、判定結果が否定である場合には第２信号Ｘ2を出力する第２状態となるように、動作制御部６２は出力制御部３３を制御する。以上の構成においても、高域通過フィルタの遮断周波数を変化させる特許文献１の技術と比較して、電源パンピング現象による電

源電圧の変動を低減するための制御に必要な負荷が軽減されるという効果は実現される。以上の説明から理解される通り、本発明の好適な態様に係る動作制御部６２は、状態判定部６１による判定結果が否定である場合に出力制御部３３を第１状態に制御し、判定結果が肯定である場合に出力制御部３３を第２状態に制御する要素として包括的に表現される。第１状態および第２状態の一方から他方に徐々に遷移する構成が基本的には好適であるが、第１状態および第２状態の一方から他方に瞬間的に遷移させてもよい。

[0059] （２）前述の各形態では、信号処理部３２が第１高域通過フィルタ３２１と第２高域通過フィルタ３２２とを具備する構成を例示したが、第１高域通過フィルタ３２１を省略してもよい。例えば、低域低減部３１による処理前の信号処理のなかで第１周波数Ｆ1を下回る成分が低減される構成では、図１１の例示の通り、第１高域通過フィルタ３２１が低域低減部３１から省略される。すなわち、第１周波数Ｆ1を下回る成分が低減された音響信号Ｘが音響信号Ｘ1として出力制御部３３に供給される。

[0060] （３）第２実施形態では、第２高域通過フィルタ３２２の一部（フィルタ３５１）を、第２信号Ｘ2の生成と低域信号Ｓの生成とに兼用したが、第２信号Ｘ2の生成とは別個の要素により低域信号Ｓを生成してもよい。例えば、図１２に例示される通り、第１高域通過フィルタ３２１とは別個の低域通過フィルタ（ＬＰＦ：Low-Pass filter）７２により、音響信号Ｘの低域成分を抽出した低域信号Ｓを生成してもよい。低域通過フィルタ７２は、例えば第１周波数Ｆ1または第２周波数Ｆ2を下回る低域成分（例えば３Ｈｚ以上かつ１００Ｈｚ以下の範囲内の適切な周波数を下回る成分）を表す低域信号Ｓを生成する。なお、前述の第２実施形態では、音響信号Ｘから第２信号Ｘ2を生成する第２高域通過フィルタ３２２（フィルタ３５１）が、電源パンピング現象の判定に利用される低域信号Ｓの生成に流用される。したがって、第２高域通過フィルタ３２２とは別個の低域通過フィルタ７２により低域信号Ｓを生成する図１２の構成と比較して、音響処理装置１２の構成が簡素化されるという利点がある。

[0061] また、第１高域通過フィルタ３２１が生成した第１信号Ｘ1、または、複数次の第１高域通過フィルタ３２１を構成する一部のフィルタ（例えば最終段以外のフィルタ）が生成した信号を、高域信号Ｘhとして減算部７１に供給してもよい。以上の構成では、第１周波数Ｆ1を下回る低域成分を表す低域信号Ｓが減算部７１により生成される。

[0062] （４）前述の各形態では、第１信号Ｘ1の加重値αと第２信号Ｘ2の加重値(１－α)とを直線的に変化させたが、加重値αおよび加重値(１－α)の変化の態様は以上の例示に限定されない。具体的には、加重値αおよび加重値(１－α)の各々を曲線的に変化させてもよい。また、前述の各形態では、加重値αを０から１まで変化させる構成を例示したが、加重値αの最小値（第２値の例示）および最大値（第１値の例示)は以上の例示に限定されない。例えば加重値αの最小値を０に近い正数（例えば０．１）とした構成、または、加重値αの最大値を１に近い数値（例えば０．９）とした構成も採用される。

[0063] （５）第１実施形態では、電源パンピング現象が実際に発生しているか否かを電圧指標値Ｑに応じて判定（第１判定）し、第２実施形態では、電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを音響信号Ｘの低域強度Ｌに応じて判定（第２判定）したが、第１判定と第２判定とを併用してもよい。具体的には、状態判定部６１は、電源パンピング現象が実際に発生しているか否かを電源電圧Ｖpおよび電源電圧Ｖmに応じて判定し（第１判定）、かつ、電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを低域信号Ｓに応じて判定する（第２判定）。動作制御部６２は、第１判定および第２判定の少なくとも一方の判定結果が肯定である場合に、出力制御部３３を第２状態に制御し、第１判定および第２判定の双方の判定結果が否定である場合に出力制御部３３を第１状態に制御する。

[0064] （６）以上に例示した形態から、例えば以下の構成が把握される。

＜態様１＞

本発明の好適な態様に係る音響処理装置は、音響信号において第１周波数を下回る成分が低減された第１信号と、前記音響信号において前記第１周波

数よりも高い第２周波数を下回る成分が低減された第２信号とを生成する信号処理部と、前記第１信号を出力する第１状態と、前記第２信号を出力する第２状態との一方から他方に遷移する出力制御部と、前記出力制御部による出力後の信号を増幅するＤ級増幅部と、前記Ｄ級増幅部に電源電圧を供給する電源供給部に電源パンピング現象が発生しているか否かまたは電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを判定する状態判定部と、前記状態判定部による判定結果が否定である場合に前記出力制御部を前記第１状態に制御し、前記判定結果が肯定である場合に前記出力制御部を前記第２状態に制御する動作制御部とを具備する。以上の態様では、状態判定部による判定結果が否定である場合（具体的には、電源供給部に電源パンピング現象が発生していない場合、または、電源パンピング現象が発生する可能性がない場合）に、出力制御部が第１状態に制御される。他方、状態判定部による判定結果が肯定である場合（具体的には、電源供給部に電源パンピング現象が発生している場合、または、電源パンピング現象が発生する可能性がある場合）に、出力制御部が第２状態に制御される。音響信号の低域成分が優勢であるほど電源パンピング現象が発生し易いという傾向がある。第２状態では、第１周波数よりも高い第２周波数を下回る成分が低減された第２信号が出力制御部から出力されるため、第１状態と比較して電源パンピング現象による電源電圧の変動が低減される。また、出力制御部が第１状態および第２状態の一方から他方に遷移するから、音響信号を処理する高域通過フィルタの遮断周波数を電源パンピング現象の有無に応じて変更する必要はない。したがって、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するための制御に必要な負荷が軽減されるという利点がある。

＜態様２＞

態様１の好適例（態様２）において、前記出力制御部は、前記第１信号と前記第２信号との加重和を出力し、前記第１状態は、前記第１信号の加重値が第１値に設定され、かつ、前記第２信号の加重値が前記第１値を下回る第２値に設定された状態であり、前記第２状態は、前記第１信号の加重値が前

記第２値に設定され、かつ、前記第２信号の加重値が前記第１値に設定された状態であり、前記動作制御部は、前記第１信号および前記第２信号の加重値を制御する。以上の態様では、第１信号および第２信号の加重値の制御により出力制御部が第１状態および第２状態の一方から他方に遷移する。したがって、加重値の変更という簡便な制御により、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減できるという利点がある。

＜態様３＞

態様２の好適例（態様３）において、前記動作制御部は、前記状態判定部による判定結果が否定から肯定に変化した場合に、前記第１信号の加重値を前記第１値から前記第２値に経時的に変化させるとともに前記第２信号の加重値を前記第２値から前記第１値に経時的に変化させ、前記状態判定部による判定結果が肯定から否定に変化した場合に、前記第１信号の加重値を前記第２値から前記第１値に経時的に変化させるとともに前記第２信号の加重値を前記第１値から前記第２値に経時的に変化させる。以上の態様では、第１信号の加重値の経時的な増加に並行して第２信号の加重値が経時的に減少し、第１信号の加重値の経時的な減少に並行して第２信号の加重値が経時的に増加する。すなわち、第１信号と第２信号とがクロスフェードされる。したがって、第１信号と第２信号との位相の相違に起因した異音を低減できるという利点がある。

＜態様４＞

態様１から態様３の何れかの好適例（態様４）において、前記状態判定部は、前記電源供給部から前記Ｄ級増幅部に供給される電源電圧に応じて、電源パンピング現象が発生しているか否か判定する。以上の態様では、電源パンピング現象が実際に発生した場合に当該電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減できるという利点がある。

＜態様５＞

態様４の好適例（態様５）において、前記状態判定部は、前記電源電圧に応じた電圧指標値が第１閾値よりも高くなった場合に電源パンピング現象が

発生していると判定し、前記電圧指標値が、前記第１閾値を下回る第２閾値よりも低くなった場合に電源パンピング現象が解消したと判定する。以上の態様では、電源パンピング現象が発生したと判定するための第１閾値が、電源パンピング現象が解消したと判定するための第２閾値を上回る。したがって、電圧指標値が第２閾値よりも高くなった場合に電源パンピング現象が発生したと判定する構成と比較して、電源パンピング現象が過度に検出される可能性が低減される。また、電圧指標値が第１閾値よりも低くなった場合に電源パンピング現象が解消したと判定する構成と比較して、電源パンピング現象による電源電圧の変動を充分に低減できるという利点がある。

＜態様６＞

態様１から態様３の何れかの好適例（態様６）において、前記状態判定部は、前記音響信号における低域成分の強度が閾値を上回る場合に、電源パンピング現象が発生する可能性があると判定する。電源電圧の変動を監視して電源パンピング現象の有無を判定する構成では、電源パンピング現象に起因して電源電圧が実際に変動してから、当該変動を抑制するための処理が実行される。以上の構成とは対照的に、音響信号における低域成分の強度が閾値を上回る場合に電源パンピング現象が発生すると判定する前述の態様によれば、電源パンピング現象が実際には発生していない段階でも、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するための処理（出力制御部を第２状態に制御する処理）が実行される。したがって、電源パンピング現象の発生を未然に低減（理想的には防止）できるという利点がある。

＜態様７＞

態様６の好適例（態様７）において、前記信号処理部は、前記音響信号において前記第２周波数を下回る成分を低減することで前記第２信号を出力する高域通過フィルタを含み、前記高域通過フィルタによる処理で出力された信号を前記音響信号から減算することで前記低域成分の信号を生成する減算部を具備する。以上の態様では、音響信号において第２周波数を下回る成分を低減して第２信号を出力する高域通過フィルタが、電源パンピング現象の

判定に利用される低域成分の信号の生成に流用される。したがって、高域通過フィルタとは別個の要素により、電源パンピング現象の判定用の低域成分の信号を生成する構成と比較して、音響処理装置の構成が簡素化されるという利点がある。

＜態様８＞

態様１から態様６の何れかの好適例（態様８）において、前記信号処理部は、前記音響信号において前記第１周波数を下回る成分を低減することで前記第１信号を生成する第１高域通過フィルタと、前記音響信号において前記第２周波数を下回る成分を低減することで前記第２信号を出力する第２高域通過フィルタとを含む。

＜態様９＞

本発明の好適な態様（態様９）に係る音響処理装置の制御方法は、音響信号において第１周波数を下回る成分が低減された第１信号と、前記音響信号において前記第１周波数よりも高い第２周波数を下回る成分が低減された第２信号とを生成する信号処理部と、前記第１信号を出力する第１状態と、前記第２信号を出力する第２状態との一方から他方に遷移する出力制御部と、前記出力制御部による出力後の信号を増幅するＤ級増幅部とを具備する音響処理装置の制御方法であって、前記Ｄ級増幅部に電源電圧を供給する電源供給部に電源パンピング現象が発生しているか否かまたは電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを判定し、前記判定結果が否定である場合に前記出力制御部を前記第１状態に制御し、前記判定結果が肯定である場合に前記出力制御部を前記第２状態に制御する。以上の態様では、判定結果が否定である場合（具体的には、電源供給部に電源パンピング現象が発生していない場合、または、電源パンピング現象が発生する可能性がない場合）に、出力制御部が第１状態に制御される。他方、判定結果が肯定である場合（具体的には、電源供給部に電源パンピング現象が発生している場合、または、電源パンピング現象が発生する可能性がある場合）に、出力制御部が第２状態に制御される。第２状態では、第１周波数よりも高い第２周波数を下回る

成分が低減された第２信号が出力制御部から出力されるため、第１状態と比較して電源パンピング現象による電源電圧の変動が低減される。また、出力制御部が第１状態および第２状態の一方から他方に遷移するから、音響信号を処理する高域通過フィルタの遮断周波数を電源パンピング現象の有無に応じて変更する必要はない。したがって、電源パンピング現象による電源電圧の変動を低減するための制御に必要な負荷が軽減されるという利点がある。

符号の説明

[0065] １００…音響システム、１１…信号供給装置、１２…音響処理装置、１３…放音装置、２０…制御ユニット、２１…制御装置、２２…記憶装置、５１…Ｄ級増幅部、５１１…変調回路、５１２…スイッチ回路、５１３…低域通過フィルタ、５２…電源供給部、５２１…正側電源、５２２…負側電源、５２３，５２４…平滑キャパシタ、３１…低域低減部、３２…信号処理部、３２１…第１高域通過フィルタ、３２２…第２高域通過フィルタ、３３…出力制御部、３３１，３３２…乗算部、３３３…加算部、６１…状態判定部、６２…動作制御部、７１…減算部、７２…低域通過フィルタ。

請求の範囲

[請求項1] 音響信号において第１周波数を下回る成分が低減された第１信号と、前記音響信号において前記第１周波数よりも高い第２周波数を下回る成分が低減された第２信号とを生成する信号処理部と、

前記第１信号を出力する第１状態と、前記第２信号を出力する第２状態との一方から他方に遷移する出力制御部と、

前記出力制御部による出力後の信号を増幅するＤ級増幅部と、

前記Ｄ級増幅部に電源電圧を供給する電源供給部に電源パンピング現象が発生しているか否かまたは前記電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを判定する状態判定部と、

前記状態判定部による判定結果が否定である場合に前記出力制御部を前記第１状態に制御し、前記判定結果が肯定である場合に前記出力制御部を前記第２状態に制御する動作制御部と

を具備する音響処理装置。

[請求項2] 前記出力制御部は、前記第１信号と前記第２信号との加重和を出力し、

前記第１状態は、前記第１信号の加重値が第１値に設定され、かつ、前記第２信号の加重値が前記第１値を下回る第２値に設定された状態であり、

前記第２状態は、前記第１信号の加重値が前記第２値に設定され、かつ、前記第２信号の加重値が前記第１値に設定された状態であり、

前記動作制御部は、前記第１信号および前記第２信号の加重値を制御する

請求項１の音響処理装置。

[請求項3] 前記動作制御部は、前記状態判定部による判定結果が否定から肯定に変化した場合に、前記第１信号の加重値を前記第１値から前記第２値に経時的に変化させるとともに前記第２信号の加重値を前記第２値から前記第１値に経時的に変化させ、前記状態判定部による判定結果

が肯定から否定に変化した場合に、前記第１信号の加重値を前記第２値から前記第１値に経時的に変化させるとともに前記第２信号の加重値を前記第１値から前記第２値に経時的に変化させる

請求項２の音響処理装置。

[請求項4] 前記状態判定部は、前記電源供給部から前記Ｄ級増幅部に供給される電源電圧に応じて、前記電源パンピング現象が発生しているか否か判定する

請求項１から請求項３の何れかの音響処理装置。

[請求項5] 前記状態判定部は、前記電源電圧に応じた電圧指標値が第１閾値よりも高くなった場合に前記電源パンピング現象が発生していると判定し、前記電圧指標値が、前記第１閾値を下回る第２閾値よりも低くなった場合に前記電源パンピング現象が解消したと判定する

請求項４の音響処理装置。

[請求項6] 前記状態判定部は、前記音響信号における低域成分の強度が閾値を上回る場合に、前記電源パンピング現象が発生する可能性があると判定する

請求項１から請求項３の何れかの音響処理装置。

[請求項7] 前記信号処理部は、前記音響信号において前記第２周波数を下回る成分を低減することで前記第２信号を出力する高域通過フィルタを含み、

前記高域通過フィルタによる処理で出力された信号を前記音響信号から減算することで前記低域成分の信号を生成する減算部

を具備する請求項６の音響処理装置。

[請求項8] 前記信号処理部は、

前記音響信号において前記第１周波数を下回る成分を低減することで前記第１信号を出力する第１高域通過フィルタと、

前記音響信号において前記第２周波数を下回る成分を低減することで前記第２信号を出力する第２高域通過フィルタとを含む

請求項１から請求項６の何れかの音響処理装置。

[請求項9] 音響処理装置の制御方法であって、

前記音響処理装置は、

音響信号において第１周波数を下回る成分が低減された第１信号と、前記音響信号において前記第１周波数よりも高い第２周波数を下回る成分が低減された第２信号とを生成する信号処理部と、

前記第１信号を出力する第１状態と、前記第２信号を出力する第２状態との一方から他方に遷移する出力制御部と、

前記出力制御部による出力後の信号を増幅するＤ級増幅部とを具備し、

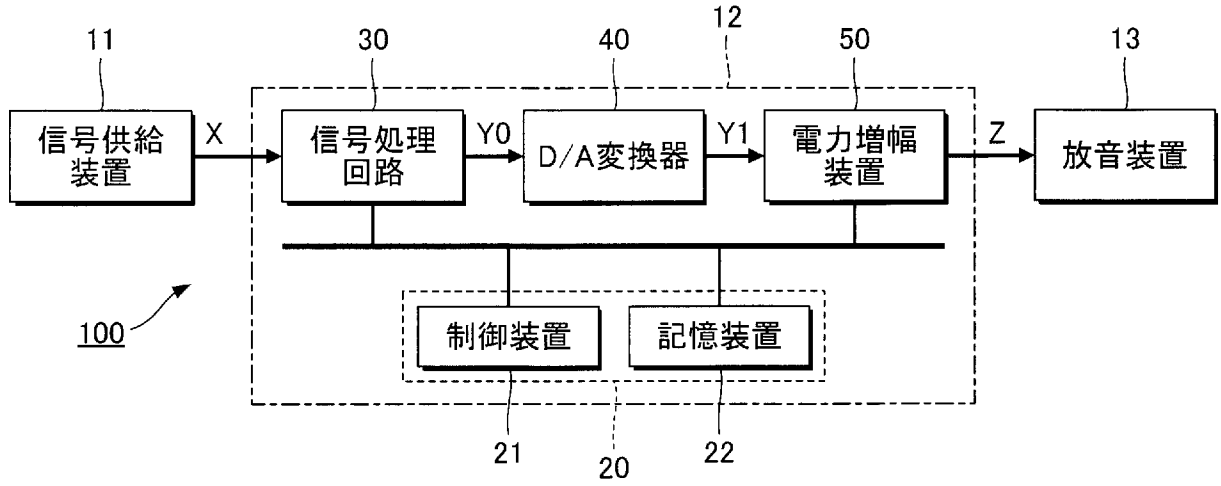
制御装置が、

前記Ｄ級増幅部に電源電圧を供給する電源供給部に前記電源パンピング現象が発生しているか否かまたは前記電源パンピング現象が発生する可能性があるか否かを判定し、

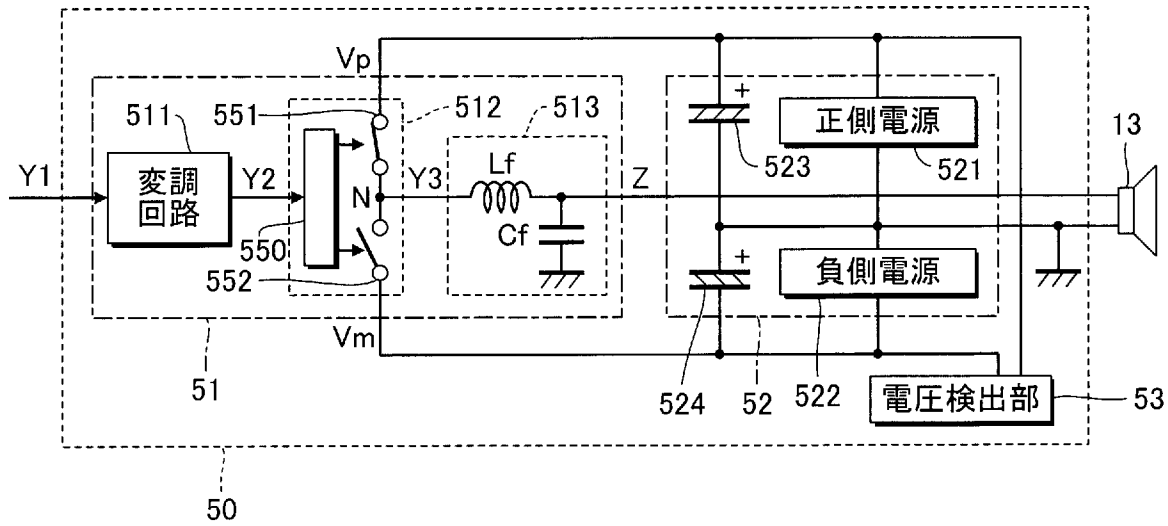
前記判定結果が否定である場合に前記出力制御部を前記第１状態に制御し、前記判定結果が肯定である場合に前記出力制御部を前記第２状態に制御する

音響処理装置の制御方法。

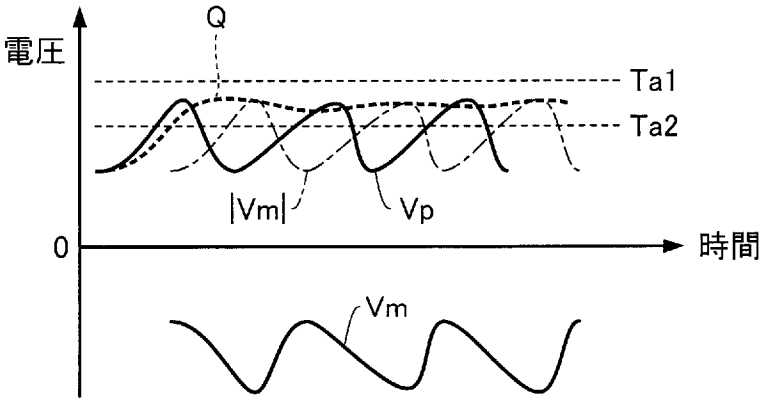
[図1]


11
30
40
12
50
13
信号供給装置
X
信号処理回路
Y0
D/A変換器
Y1
電力増幅装置
Z
放音装置
100
制御装置
記憶装置
21
20
22

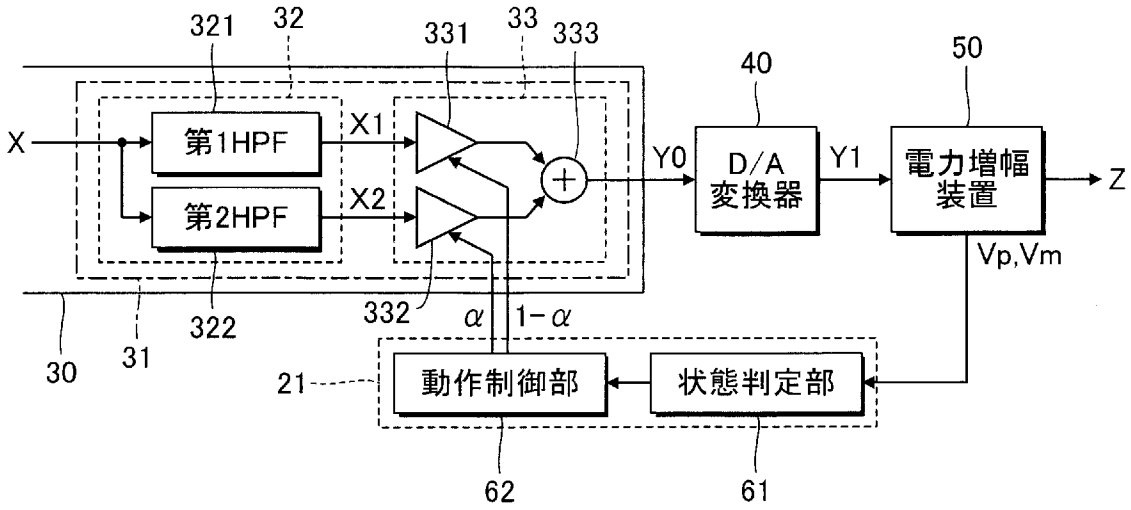
[図2]


Vp
511
551
512
513
Y1
変調回路
Y2
N
Y3
Lf
Cf
Z
550
552
Vm
51
50
正側電源
523
521
負側電源
524
52
522
電圧検出部
53
13

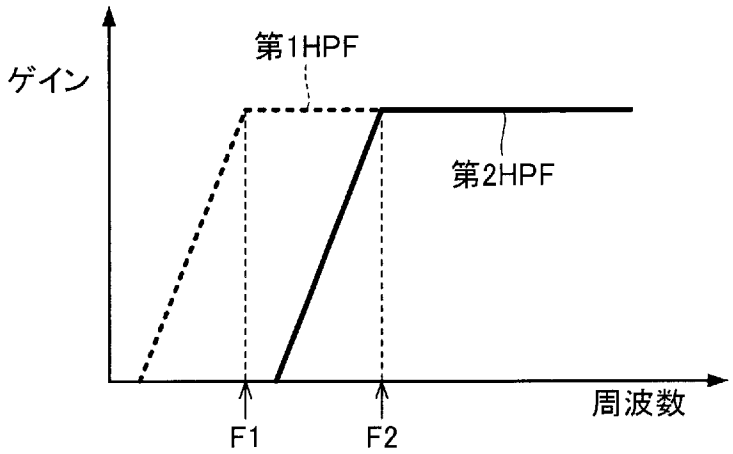
[図3]


電圧
Q
Ta1
Ta2
|Vm|
Vp
0
時間
Vm

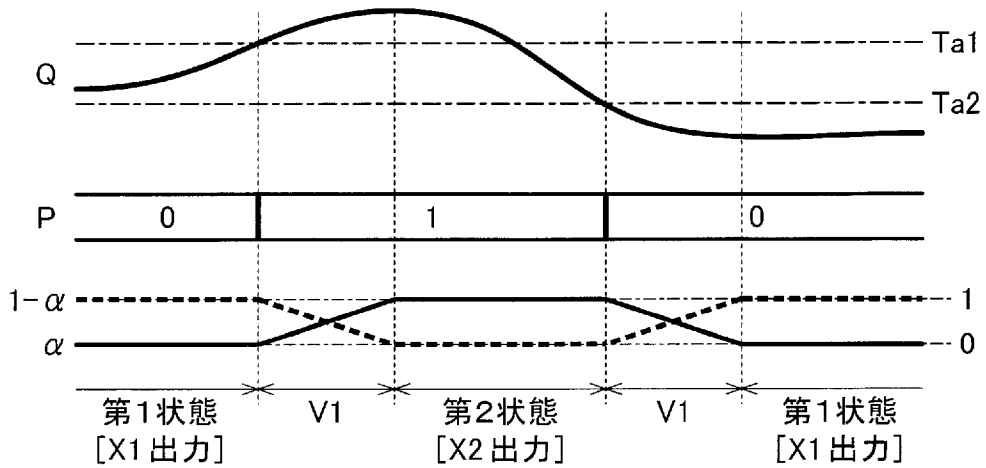
[図4]


321
32
331
33
333
40
50
X
第1HPF
X1
第2HPF
X2
Y0
D/A
変換器
Y1
電力増幅
装置
Z
Vp,Vm
30
31
322
332
α
1−α
21
動作制御部
状態判定部
62
61

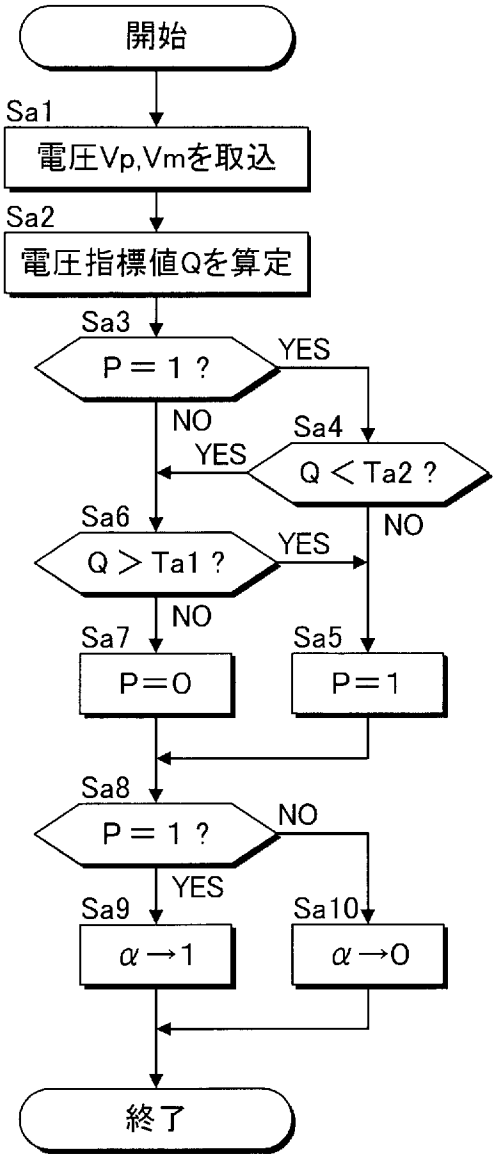
[図5]


ゲイン
第1HPF
第2HPF
周波数
F1
F2

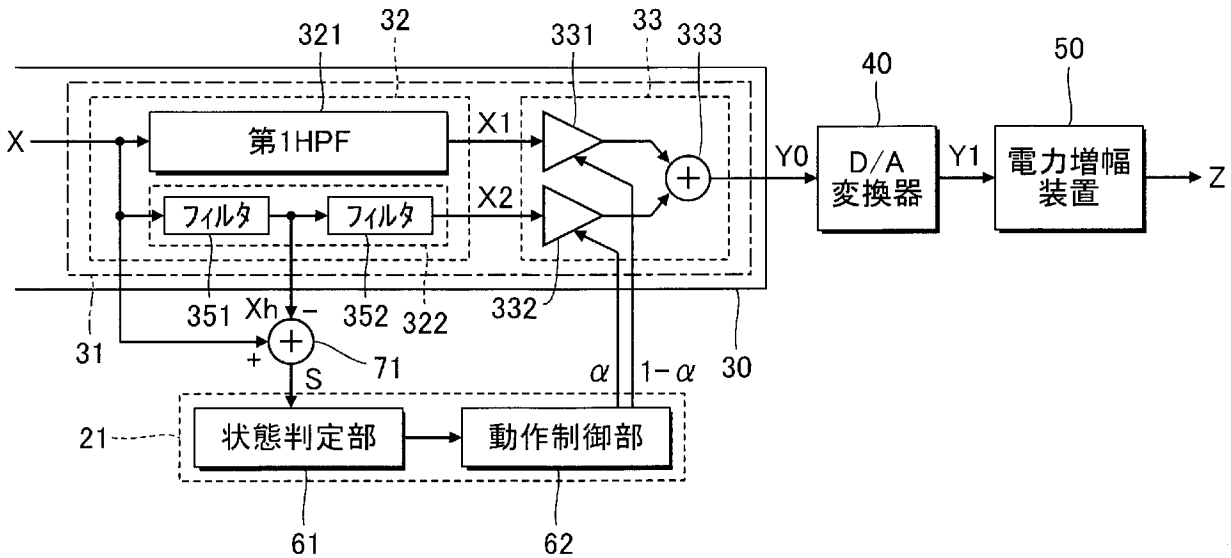
[図6]


Q
Ta1
Ta2
P
0
1
0
1−α
α
1
0
第1状態
[X1出力]
V1
第2状態
[X2出力]
V1
第1状態
[X1出力]

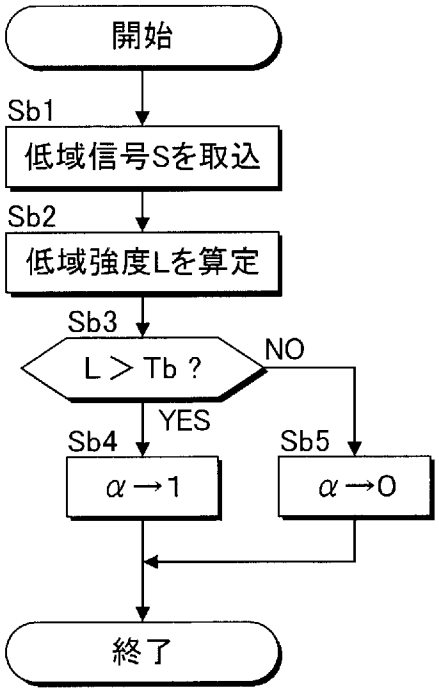
[図7]


開始
Sa1
電圧Vp,Vmを取込
Sa2
電圧指標値Qを算定
Sa3
P＝1？
YES
NO
Sa4
Q＜Ta2？
YES
NO
Sa6
Q＞Ta1？
YES
NO
Sa7
P=0
Sa5
P=1
Sa8
P＝1？
NO
YES
Sa9
α→1
Sa10
α→0
終了

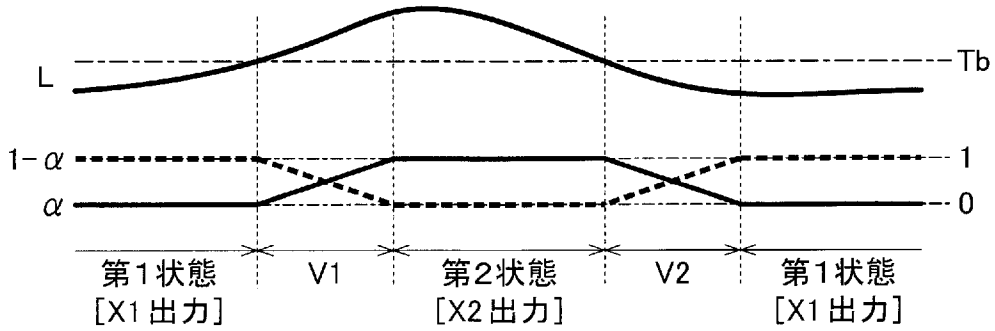
[図8]


321
32
331
33
333
40
50
X
第1HPF
X1
X2
フィルタ
フィルタ
Y0
D/A
変換器
Y1
電力増幅
装置
Z
351
Xh
352
322
332
31
+
S
71
α
1−α
30
21
状態判定部
動作制御部
61
62

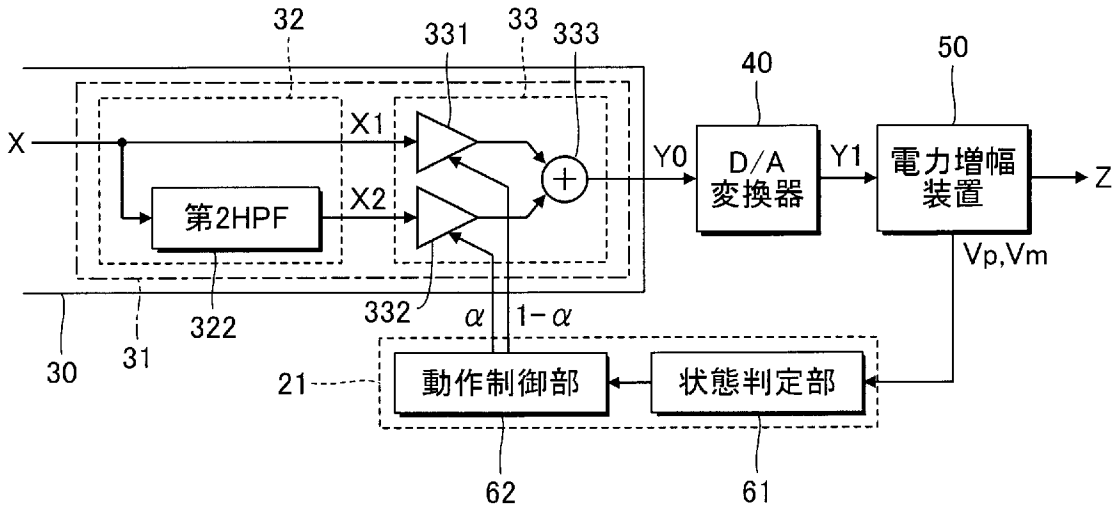
[図9]


開始
Sb1
低域信号Sを取込
Sb2
低域強度Lを算定
Sb3
L > Tb ?
NO
YES
Sb4
α→1
Sb5
α→0
終了

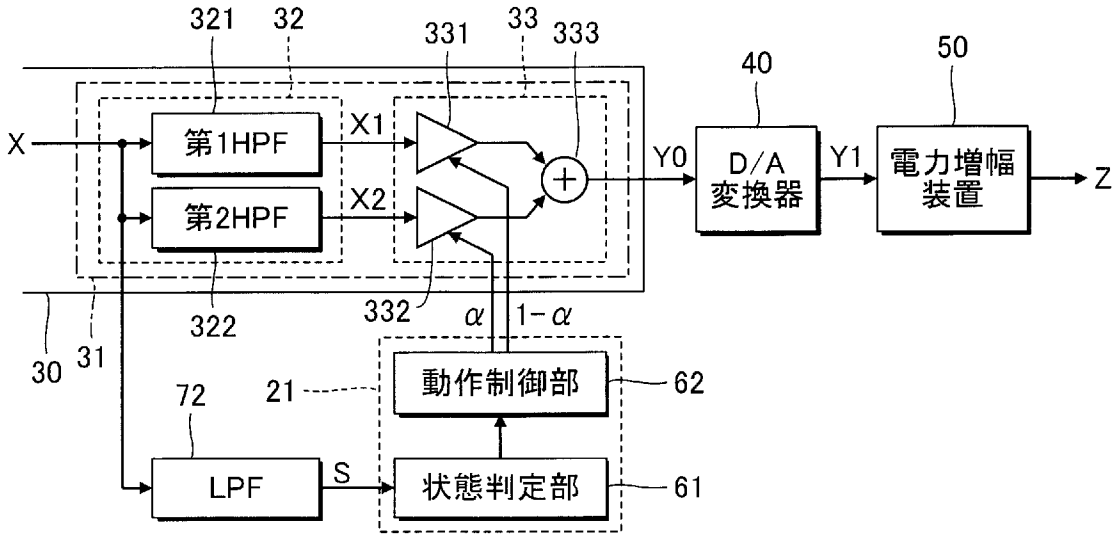
[図10]


L
Tb
1−α
1
α
0
第1状態
[X1出力]
V1
第2状態
[X2出力]
V2
第1状態
[X1出力]

[図11]


32
331
33
333
40
50
X
X1
X2
第2HPF
Y0
D/A
変換器
Y1
電力増幅
装置
Z
Vp,Vm
322
332
α
1−α
30
31
21
動作制御部
状態判定部
62
61

[図12]


321
32
331
33
333
40
50
X
第1HPF
X1
第2HPF
X2
Y0
D/A
変換器
Y1
電力増幅
装置
Z
322
332
α
1−α
30
31
72
21
動作制御部
62
LPF
S
状態判定部
61

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/018876

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H03F3/217(2006.01)i, *H04R3/00*(2006.01)i

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)
H03F3/217, H04R3/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y A	JP 2005-509306 A (Harman International Industries, Inc.), 07 April 2005 (07.04.2005), paragraph [0046]; fig. 1 to 2 & US 2002/0167354 A1 paragraph [0053]; fig. 1 to 2	1-6,8-9 7
Y A	JP 5233309 B1 (Yamaha Corp.), 05 April 2013 (05.04.2013), paragraphs [0012] to [0025]; fig. 1 to 3 & JP 2009-200551 A	1-6,8-9 7
Y A	JP 7-288444 A (Sony Corp.), 31 October 1995 (31.10.1995), paragraphs [0009] to [0035]; fig. 5 to 8 (Family: none)	2-6 7

☒ 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	Date of mailing of the international search report
24 July 2017 (24.07.17)	08 August 2017 (08.08.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/018876

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-239505 A (Roland Corp.), 15 October 2009 (15.10.2009), paragraphs [0029] to [0058]; fig. 1 (Family: none)	4-5 7
Y A	JP 2014-154959 A (Alpine Electronics, Inc.), 25 August 2014 (25.08.2014), paragraphs [0002] to [0008], [0041] to [0054]; fig. 5 to 7 (Family: none)	6 7
A	JP 10-126893 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 May 1998 (15.05.1998), paragraphs [0031] to [0035]; fig. 2 (Family: none)	7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１８８７６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H03F3/217(2006.01)i, H04R3/00(2006.01)i

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））

Int.Cl.　H03F3/217, H04R3/00

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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
Y A	JP 2005-509306 A（ハーマン　インターナショナル　インダストリーズ　インコーポレイテッド） 2005.04.07, [0046]、図１－２ & US 2002/0167354 A1, [0053]、図１－２	1-6,8-9 7
Y A	JP 5233309 B1（ヤマハ株式会社） 2013.04.05, [0012]-[0025]、図１－３ & JP 2009-200551 A	1-6,8-9 7

☑　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矛盾するものではなく、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
２４．０７．２０１７	０８．０８．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｗ　４４４８
麻川　倫広
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５７６

C（続き）．　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 A	JP 7-288444 A（ソニー株式会社） 1995.10.31, [0009]-[0035]、図５－８ （ファミリーなし）	2-6 7
Y A	JP 2009-239505 A （ローランド株式会社）2009.10.15, [0029]-[0058]、図１ （ファミリーなし）	4-5 7
Y A	JP 2014-154959 A（アルパイン株式会社） 2014.08.25, [0002]-[0008]、[0041]-[0054]、図５－７ （ファミリーなし）	6 7
A	JP 10-126893 A（松下電器産業株式会社） 1998.05.15, [0031]-[0035]、図２ （ファミリーなし）	7